



*СБОРНИК С ДОКЛАДИ ОТ  
НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С  
МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ*

*"ПРИРОДНИ НАУКИ"  
10 - 12 октомври 2025 г.*



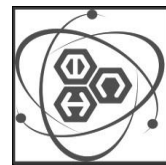
*PROCEEDINGS OF  
NATIONAL CONFERENCE WITH INTERNATIONAL  
PARTICIPATION  
NATURAL SCIENCES  
10 - 12 October 2025  
Shumen*



*УНИВЕРСИТЕТСКО ИЗДАТЕЛСТВО  
"ЕПИСКОП КОНСТАНТИН ПРЕСЛАВСКИ"*



**XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО  
УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”**



*Шуменски университет „Епископ Константин Преславски”  
Факултет по природни науки*

# **СБОРНИК**

**С ДОКЛАДИ ОТ**

**НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ**

**С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ**

**“ПРИРОДНИ НАУКИ”**

**10-12 октомври 2025**

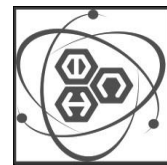
**Шумен**

*Университетско издателство „Епископ Константин Преславски“*

*Шумен, 2025*



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



### НАУЧЕН КОМИТЕТ

проф. д-р Стоян Иванов Каракашев  
проф. д-р Драгомир Вълчев Марчев  
проф. д-р Веселин Александров Арnaudов  
доц. д-р Ася Пенчева Драгоева  
доц. д-р Ваня Атанасова Василева

### ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ

#### Председател:

доц. д-р Нина Архангелова Николова-Тодорова

#### Членове:

проф. д.н. Цветеслава Веселинова Игнатова-Иванова  
проф. д-р Димчо Захариев Иванов  
проф. д-р Николай Добринов Начев  
проф. д-р Милен Руменов Пенерлиев  
проф. д-р Тодорка Сашкова Кабакчиева  
доц. д-р Сунай Ибрямов Ибрямов  
доц. д-р Дарина Христова Бъчварова  
доц. д-р Жени Димитрова Стоянова  
доц. д-р Исмаил Ефраимов Исмаилов  
гл. ас. д-р Сениха Исмаил Салим  
гл. ас. д-р Клаида Владиславова Дойчинова  
Павлина Стилиянова Маринова, докторант  
Стефани Георгиева Тошкова, докторант  
Лидия Радославова Димитрова, докторант  
Красимира Николаева Димитрова  
Ренета Йорданова Велизарова  
Селиха Алиева Лъотева  
Цветомира Йорданова Иванова

### РЕДАКТОРИ НА СБОРНИКА

Проф. д-р Димчо Захариев Иванов – главен редактор  
Доц. д-р Нина Архангелова Николова-Тодорова

Сборникът с доклади се публикува с финансовата подкрепа на проект №РД-08-121/06.02.2025 г.  
на Шуменски университет „Епископ Константин Преславски“

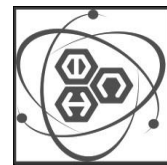
### СПОНСОРИ:



ВАЛЕНТИН КОПРИНДЖИЙСКИ



XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО  
УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



*Bishop Konstantin Preslavski University of Shumen  
Faculty of Natural Sciences*

**PROCEEDINGS**  
**OF**  
**NATIONAL CONFERENCE**  
**WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION**  
**NATURAL SCIENCES**

**10<sup>th</sup> – 12<sup>th</sup> of October, 2025**

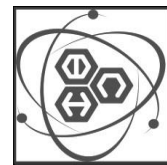
**Shumen**

*Konstantin Preslavsky University Press*

*Shumen, 2025*



**XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО  
УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”**



**SCIENTIFIC COMMITTEE**

Prof. Stoyan Ivanov Karakashev, PhD  
Prof. Dragomir Valchev Marchev, PhD  
Prof. Veselin Alexandrov Arnaudov, PhD  
Assoc. Prof. Asya Pencheva Dragoeva, PhD  
Assoc. Prof. Vanya Atanasova Vasileva, PhD

**ORGANISING COMMITTEE**

**Chairman:**

Assoc. Prof. Nina Arhangelova Nikolova-Todorova, PhD

**Members:**

Prof. Tsveteslava Veselinova Ignatova-Ivanova, DSc  
Prof. Dimcho Zahariev Ivanov, PhD  
Prof. Nikolay Dobrinov Nachev, PhD  
Prof. Milen Rumenov Penerliev, PhD  
Prof. Todorka Sashkova Kabakchieva, PhD  
Assoc. Prof. Sunay Ibryamov Ibryamov, PhD  
Assoc. Prof. Darina Hristova Bachvarova, PhD  
Assoc. Prof. Zheni Dimitrova Stoyanova, PhD  
Assoc. Prof. Ismail Efraimov Ismailov, PhD  
Chief assistant Seniha Ismail Salim, PhD  
Chief assistant Klaida Vladislavova Doychinova, PhD  
Pavlina Stiliyanova Marinova, PhD student  
Stefani Georgieva Toshkova, PhD student  
Lidiya Radoslavova Dimitrova, PhD student  
Krasimira Nikolaeva Dimitrova  
Reneta Yordanova Velizarova  
Seliha Aliyeva Loteva  
Tsvetomira Yordanova Ivanova

**EDITORS OF THE PROCEEDINGS**

Prof. Dimcho Zahariev Ivanov, PhD – Editor in Chief  
Assoc. Prof. Nina Arhangelova Nikolova-Todorova, PhD

The Proceedings is published with the financial support of Project NoRD-08-121/06.02.2025 at the Bishop Konstantin Preslavsky University of Shumen

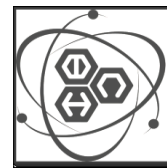
**SPONSORS:**



**VALENTIN KOPRINDZHIYSKI**



XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО  
УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



**СЪДЪРЖАНИЕ**

LIMITATIONS OF FOAM DRAINAGE THEORY, Miglena Bankova, Stanislava Stamenova, Ivan Georgiev, Irina Yotova, Stanislav Donchev, Dilyana Ivanova-Stancheva, Stoyan Karakashev .....	6
EFFECT OF SURFACTANT ADSORPTION AND SURFACE PROPERTIES ON EMULSION FILM DRAINAGE, Vanya Nikolova, Stela Asenova, Roberta Ruseva, Irina Yotova, Stanislav Donchev, Dilyana Ivanova-Stancheva, Stoyan Karakashev .....	15
СТРУКТУРА НА ЕКОЛОГИЧНИЯ МОДЕЛ ЗА ПРИЛАГАНЕ НА ЕКОЛОГИЧЕН ПОДХОД В УЧЕБНИТЕ ПРЕДМЕТИ „ЧОВЕКЪТ И ПРИРОДАТА“ (6. КЛАС) И „ХИМИЯ И ОПАЗВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА“ (7. – 12. КЛАС) В ПРОГИМНАЗИАЛЕН И ГИМНАЗИАЛЕН ЕТАП, Леман Хасанова, Радостина Василева-Цанкова .....	25
ИЗМЕРВАНИЯ И АНАЛИЗ НА РАДИАЦИОННИЯ ГАМА-ФОН В РАЙОНА НА С. РАЮВЦИ И ЯЗ. ПАЛИЦИ, Нина Архангелова, Сениха Салим, Георги Тодоров, Татяна Димитрова, Теодора Димова, Димитрина Радева .....	39
IMMUNE SUPPORT UNDER STRESS CONDITIONS: ADAPTOGENIC PROPERTIES OF <i>SAMBUCUS NIGRA</i> EXTRACTS, Dayana Manuelyan, Yordan Georgiev, Daniela Pehlivanova .....	46
БИОРАЗНООБРАЗИЕ В ДЪЛБОКИТЕ ЧАСТИ НА ОКЕАНА – ТАЙНИ И ПРОМЕНИ, Георги Александров .....	53
ПРОПУСКИ ПРИ ТРАНСПОНИРАНЕ НА РАМКОВАТА ДИРЕКТИВА ЗА ОТПАДЪЦИТЕ В НАЦИОНАЛНОТО ЗАКОНОДАТЕЛСТВО И В ОБЩИНСКАТА НАРЕДБА НА ОБЩИНА ВАРНА, Костадин Деянов .....	62
АНАЛИЗ НА ПРОПУСКИТЕ В ОТЧИТАНЕТО НА СЪБРАНИТЕ ОТПАДЪЦИ ПО ПОТОЦИ В ОБЩИНА ВАРНА, Костадин Деянов .....	69
РЕЗЮМЕТА .....	75
ДЪЛГОСРОЧНИ ИЗМЕНЕНИЯ НА КАЧЕСТВОТО НА ВОДИТЕ В ПЛИТКИ КРАЙБРЕЖНИ ЕЗЕРА, Лидия Димитрова, Димитър Дойчев.....	76
ОЦЕНКА НА ТУРИСТИЧЕСКИТЕ ФУНКЦИИ НА ЗАЩИТЕНИ ТЕРИТОРИИ: НА ПРИМЕРА НА ПРИРОДЕН ПАРК „ЗЛАТНИ ПЯСЪЦИ“ (БЪЛГАРИЯ), Ваня Василева, Севджан Сабриева, Дора Кабакчиева .....	78
ПОСТЕРИ .....	80
ВДЪХНОВИ ЗА ПРОМЯНА! ЗДРАВЕ, ТРАДИЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ В ХАРМОНИЯ С ПРИРОДАТА, Йорданка Енева .....	81
КОРЕНИ И МАРШРУТИ – ИЗУЧАВАНЕ НА УСТОЙЧИВОСТ ЧРЕЗ ПРИРОДАТА, Стойна Илиева .....	83



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



### Limitations of Foam drainage theory

**Miglena Bankova, Stanislava Stamenova, Ivan Georgiev, Irina Yotova, Stanislav Donchev,  
Dilyana Ivanova-Stancheva, Stoyan Karakashev**

*Konstantin Preslavski University of Shumen, Faculty of Natural Sciences,  
Department of Chemistry, 115 Universitetska Str., 9700 Shumen, Bulgaria  
E-mail: s.karakashev@shu.bg*

**Abstract:** *The present work shows certain limitations of the current theory of foam drainage. Experiments, conducted in this study and combined with already published data, showed that at certain conditions the current hydrodynamic theory predicts faster drainage of foam in comparison to the experimental data. According to the analysis of the literature data, theory and experiment agree up to certain gap of the radius of the Plateau borders (90  $\mu\text{m}$ ), beyond which the drainage becomes slower than the theoretical expectations. The latter can be explained with the Marangoni effect slowing down considerably the surface velocity of the Plateau borders.*

**Keywords:** *Foam drainage, surface rheology, Plateau borders*

### Ограничения на теорията за изтичане на пяна

**Миглена Банкова, Станислава Стаменова, Иван Георгиев, Ирина Йотова, Диляна  
Иванова-Станчева, Станислав Дончев, Стоян Каракашев**

*Шуменски университет “Епископ Константин Преславски”, Факултет по природни науки,  
Катедра „Химия“, ул. Университетска 115, 9700 Шумен, България  
E-mail: s.karakashev@shu.bg*

**Резюме:** *Настоящата работа показва някои ограничения на теорията за изтичането на пяната. Експериментите, проведени в това изследване и комбинирани с вече публикувани данни, показват, че при определени условия настоящата хидродинамична теория предсказва по-бързо изтичане на пяната в сравнение с експерименталните данни. Според анализа на литературните данни, теорията и експериментът съвпадат до определена разлика в радиуса на границите на Плато (90  $\mu\text{m}$ ), след която изтичането става по-бавно от теоретичните очаквания. Последното може да се обясни с ефекта на Марангони, който значително забавя повърхностната скорост на границите на Плато.*

**Ключови думи:** *изтичане на пяна, повърхностна реология, граници на Плато*

#### 1. Introduction

The foam drainage is a complex hydrodynamic phenomenon depending basically on two features of the foam: (i) structure (shape and size of the bubbles); and (ii) stability (coalescence and diffusion coarsening of the bubbles). The structure of the foam is related additionally to the viscosity of the liquid phase, the gradient of the capillary pressure along the foam column and the mobility of the gas-liquid interface. In addition, the decay of the foam causes a number of complementary phenomena affecting the foam drainage. For example, the coalescence of bubbles releases excess liquid causing sudden change of the local capillary pressure, which slows down the drainage in certain local areas of the foam. The presence of any kind of solid surfaces (e.g. the walls of the container etc.) contacting with the foam, has distinguishable effect on the foam decay additionally [1].



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



The nature of the foam drainage remained not fully understood till nowadays despite being intensively studied [2-9] and applied in numerous industrial processes [2, 3]. The well-known equations for foam drainage [3-12] are solved only for very small number of cases (e.g. for the equilibrium distribution of liquid along the height of the foam column [12]). Among the other methods [3, 8, 13, 14], the foam pressure drop method (FPDM) [3, 15] produces foam with constant curvature of Plateau borders. The velocity of foam drainage, which is derived by this method, is easier to be modelled theoretically. One important factor governing the foam drainage is the surfaces rheology of the Plateau borders.

Leonard and Lemlich [16] were the first to model the velocity of foam drainage. Their theory assumes immovable surfaces of the Plateau borders. However, the foam pressure drop method (FPDM) proved [13] that the real drainage of foam is significantly faster than the expected one according to the equation of Leonard–Lemlich [16], excluding the case of very narrow ( $\sim 5 \mu\text{m}$  and less) [3, 16] Plateau borders. The surface mobility of Plateau borders was modelled by Desai and Kumar [17] and Nguyen [7]. They introduced the surface viscosity of Plateau borders in the theory. However, other important factors are not accounted for. For example, the Gibbs elasticity of gas/liquid interface can cause Marangoni effect along the Plateau borders. The surface diffusion of the surfactant molecules has effect additionally. It is proven [18, 19] that these factors have significant influence on the drainage of single foam films. The first factor (Gibbs elasticity) slows down while the second one (surface diffusion of surfactant molecules) accelerates the foam film drainage. Similar behaviour is reasonable to be expected in the case of drainage along the Plateau borders. However, the drainage along the Plateau borders is usually ca.  $10^5$  times faster than the drainage of single foam films. This could modify significantly the rheological behaviour of the adsorption layers located on the surface the Plateau borders. It should be noted as well, that the influence of the foam films on the overall foam drainage is the accounted for by the theory.

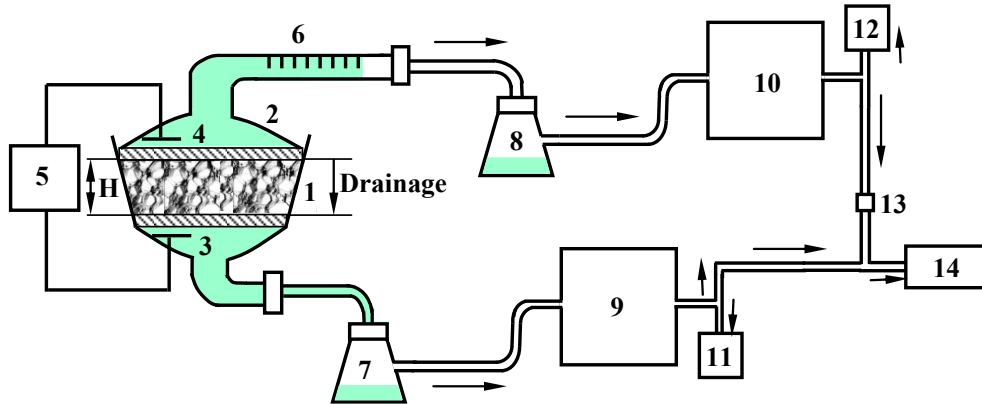
The present paper aims to elucidate the limits of the present hydrodynamic theory when being applied to real systems.

### 2. Experimental

It was studied the drainage of three different foam systems produced from: (i) 1 mM Sodium Dodecyl Sulphate (SDS, Fluka Inc.) + 0.1 M NaCl (Sigma-Aldrich Inc) – it forms common black films; (ii) 1 mM SDS + 0.1 M NaCl + 5.4 mg/L Dodecanol (Fluka Inc.) – the last component increases significantly the surface viscosity of the system; (iii) 3.5 mM SDS + 0.5 M NaCl – it forms Newton black films. SDS was purified by four times re-crystallization with ethanol. The purity of SDS was tested by measuring the surface tension isotherm by the pendant bubble method, which showed no minimum and was compared with the literature data.

The foam was generated by introducing compressed air through a porous plate, located on the bottom of vessel, containing the foaming solution. The foam, thus produced, was transferred into a cell (see Fig. 1), consisted of two independent compartments – lower (1 in Fig. 1) and upper (2 in Fig. 1) compartments. Each one of them is a vessel filled with the foaming solution and containing porous glass disk. The foam is located between the two porous disks. Thus designed, the upper and the lower compartments of the cell were exposed to reduced pressures ( $\Delta p_{top}$  and  $\Delta p_{bottom}$  with regard to the atmospheric one). They are controlled independently by valve (13) and peristaltic pump (14) (Cole Parmer Ltd.). The pressures were controlled following the dependence:

$\Delta p_{top} = \Delta p_{bottom} + g \rho H$ . Here  $g$  is the gravity acceleration constant,  $\rho$  is the density of the liquid and  $H$  is the distance between the porous disks. The hydrostatic pressure of the liquid below the lower porous disk is compensated by equal increase of  $\Delta p$  above the upper porous disk. The resultant two  $\Delta p$  (top and bottom) are equal to each other in this manner.



**Figure 1.** Caption Figure 1. Schematic representation of the FPDT setup for studying the foam drainage:

1 – lower compartment of the cell; 2 – upper compartment of the cell; 3 and 4 – platinum electrodes; 5 – conductivity-meter; 6 – graded tube; 7 and 8 – vessels for collecting the foaming solution; 9 and 10 – buffers for reducing the fluctuation in the pressure; 11 and 12 – pressure transducers; 13 – valve for regulation of the pressure in lower or upper part of the cell; 14 – peristaltic pump

Once the values  $\Delta p_{top}$  and  $\Delta p_{bottom}$  are set, the foam is exposed to reduced pressure on the bottom and on the top through the porous disks. Therefore, the foam begins to drain in two directions – up and down into the upper (2) and the lower (1) compartments of the cell. The liquid from this initial drainage is collected in vessels 7 and 8. This kind of drainage lasts for twenty minutes up to one our depending on the surface rheology of the foam. During this time the radii of the Plateau borders and consequently the capillary pressure becomes uniform along the height of the foam column. The already equilibrated foam drains below due to the gravity. Therefore, the liquid from the upper (2) compartment of the cell drains through the foam column toward the lower (1) compartment of the cell. This causes motion of the meniscus in the graded capillary tube (6). One can measure the rate of drainage through the foam column in this manner. The electro-conductivity of the foam is measured at this stage of the experiment by conductivity-meter (Milwaukee, Ltd.) (5).

The hydrodynamic drag of the disks must be much smaller than the resistance of foam. In the polyhedral foam the hydrodynamics of liquid drainage considers only the Plateau borders [3].

### 3. Theoretical background

The available theoretical models are valid for stable polyhedral foam containing a net of Plateau borders. The latter is approximated with a channel formed by the contact of three cylinders with equal radii. A laminar liquid flow with Newtonian bulk rheology is assumed allowing the utilization of lubrication approximation in the solution of the hydrodynamic task.

With  $\Delta p \gg g\rho H$  the foam is polyhedral with uniform radii  $r$  of Plateau borders being equal to

$$r = \frac{\sigma}{\Delta p + 0.0444 \frac{\sigma}{a}} \quad (1)$$

where  $P_\sigma$  – capillary pressure (difference between the gas pressure  $P_g$  inside the bubbles and the pressure in the Plateau borders  $P_G$ );  $\sigma$  – surface tension;  $H$  – the height of the foam column;  $a$  – the length of the edge of dodecahedron. Eq. (1) shows that the curvature of the Plateau borders can be varied with the value of the  $\Delta p$ .

The length of the edge of the polyhedron can be presented by the expression [13]:



XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО  
УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



$$a = \frac{\sigma}{\Delta p} \left( 0.27 \sqrt{\frac{R_F A}{\rho_{el} H}} - 0.0444 \right) \quad (2)$$

where  $R_F$  is the electrical resistance of the foam column;  $\rho_{el}$  is the specific resistance of the solution of foaming agent,  $A$  is cross-sectional area of the foam column, and  $H$  is the height of the foam column.

To model the velocity of net foam drainage, a specific connection between the Plateau borders is needed to be assumed. The length and the number of the Plateau borders can be derived in this manner.

The hydrodynamic model, which we exploited, assumes a group of independent (parallel-connected) Plateau borders, each one of them being formed by the contact of three cylinders with identical radii [2, 12]. According to this model the volumetric flow rate ( $Q$ ) of liquid through the foam column with constant cross-sectional area  $A$  can be presented by the equation:

$$Q = 0.16r^2 NU \quad (3)$$

Here  $N$  is the number of independent Plateau borders, determined from the electrical conductivity of the foam;  $U$  is the superficial velocity of drainage in one Plateau border. The last one is an important parameter. In reality  $U$  is related to the pressure gradient along the foam column, the radius and the surface rheology of the Plateau borders. In the case of immovable gas/liquid interface [16]  $U_0$  can be described by the equation:

$$U_0 = f \frac{dp}{dz} r^2 \frac{1}{\alpha' \eta} \quad (4)$$

where  $f = 3.3 \times 10^{-3}$  is coefficient, related to the geometry of the Plateau borders [16];  $dP/dz$  – pressure gradient;  $\eta$  – dynamic viscosity of the solution;  $\alpha' = 1.35$  – geometrical coefficient, related to the helix shape of the Plateau borders (for dodecahedral model) [3, 13]. Eqs. (3) and (4) were derived by Leonard and Lemlich [16].

The number of independent Plateau borders with one constant radius along the height of the foam column is determined conductometrically by the equation [3, 13]:

$$N = \rho_{el} \frac{\alpha' H}{0.16r^2 R_F} \quad (5)$$

The foam pressure drop method (FPDM) consists in measuring the volumetric net velocity of foam drainage ( $Q$  in Eq. (3)) concurrently with the electrical resistance of the foam column ( $R_F$  in Eq. (5)) at a given (controlled by  $\Delta p$  – see Eqs. (1) and (2)) constant radius of the Plateau borders. The experimental superficial velocity of drainage in one Plateau border, obtained with FPDM method, can be obtained by combination of Eqs. (3) and (5):

$$U = Q \frac{R_F}{H \rho_{el}} \quad (6)$$

Desai and Kumar [17] accounted for the surface mobility of Plateau borders. Using the linearized dependence  $\beta(\alpha)$  of the function of Desai and Kumar, we obtained simple dependence for  $\beta$  [20]:

$$\beta = 1 + 5.4\alpha^{0.5} \quad (7)$$



XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО  
УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



where  $\beta$  is the ratio between the superficial velocities of flow in case of movable surface with regard to the case of immovable surface;  $\alpha = 0.176 \frac{r\eta}{\eta_s}$  – reverse surface viscosity. Then

$$U_{DK} = \frac{f}{\eta} \frac{dp}{dz} r^2 (1 + 5.4\alpha^{0.5}) \quad (8)$$

Later the problem of the liquid flow in a single Plateau border with account for the surface viscosity was studied by Nguyen [7]. The superficial flow rate throughout one Plateau border according to Ref. [7] is:

$$U_N = \frac{A}{\eta} \frac{dp}{dz} \left[ \frac{0.0655Bo^{-0.5}}{0.209 + Bo^{0.628}} + 0.02 \right] \quad (9)$$

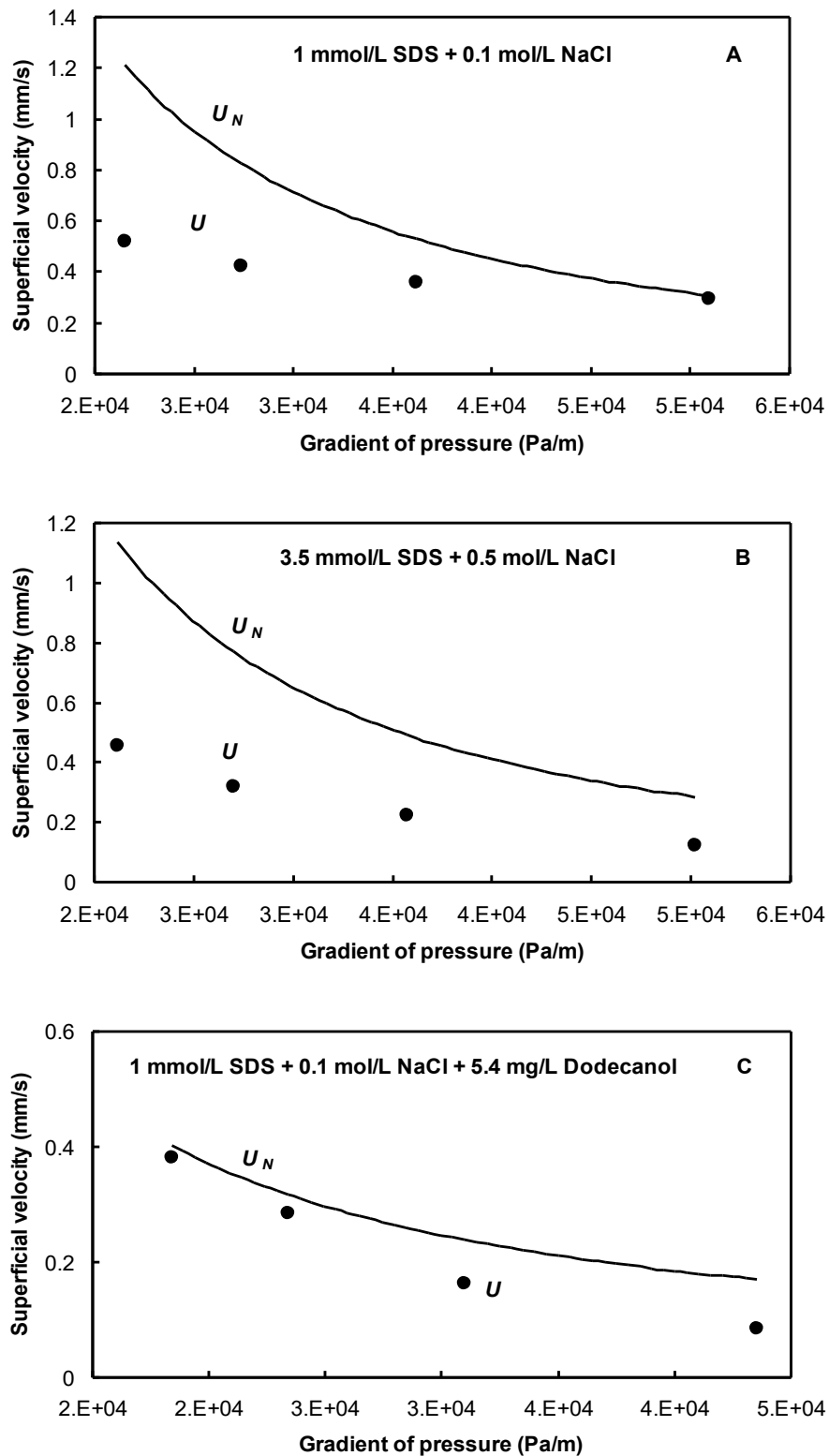
where  $Bo = \eta^s / \eta r$  Boussinesq number, while  $A$  is the cross-sectional area of one Plateau border.

However, it should be noted that these equations do not consider the dynamic gradient of the surface tension. The latter causes the effect of Marangoni, which could have significant influence on the foam drainage.

#### 4. Results and Discussion

The velocity of foam drainage at different pressure gradient measured in this work and taken from the literature, are compared with the predictions of the latest theory [7] accounting for the surface viscosity in the Plateau borders. An estimation of the effect of Marangoni on the foam drainage is made by comparison of the experimental and the theoretical data.

The foam drainage of three different foam systems was studied: (i) 1 mM SDS + 0.1 M NaCl; (ii) 1 mM SDS + 0.1 M NaCl + 5.4 mg/L Dodecanol; (iii) 3.5 mM SDS + 0.5 M NaCl. The comparison between the theoretical prediction (Eq. (9)) and the experimental dependence of the superficial velocity of drainage (in one Plateau border) is presented in Fig. 1. The value of the surface viscosity for the system not containing Dodecanol is assumed to be  $\eta_s = 10^{-7}$  Ns/m (in accordance with Ref. [3]). The surface viscosity of the system containing Dodecanol is  $\eta_s = 2.3 \times 10^{-4}$  Ns/m [21]. The experimental superficial velocity  $U$  is smaller than the theoretical one (Eq. (9)) for all the three systems (see Fig 2 A, B, C). This could be indication of presence of Marangoni effect, which is slowing down the surface mobility of the Plateau borders due to the gradient of the surface tension. In addition, despite having the same surface viscosity the experimental data of systems (i) and (iii) (see Fig. 2 A and B) are significantly different. This could be explained with the effect of the foam films [3] (common black films in system (i) and Newton black films in system (iii)) on the foam drainage. The latter is not accounted at all by any theory.



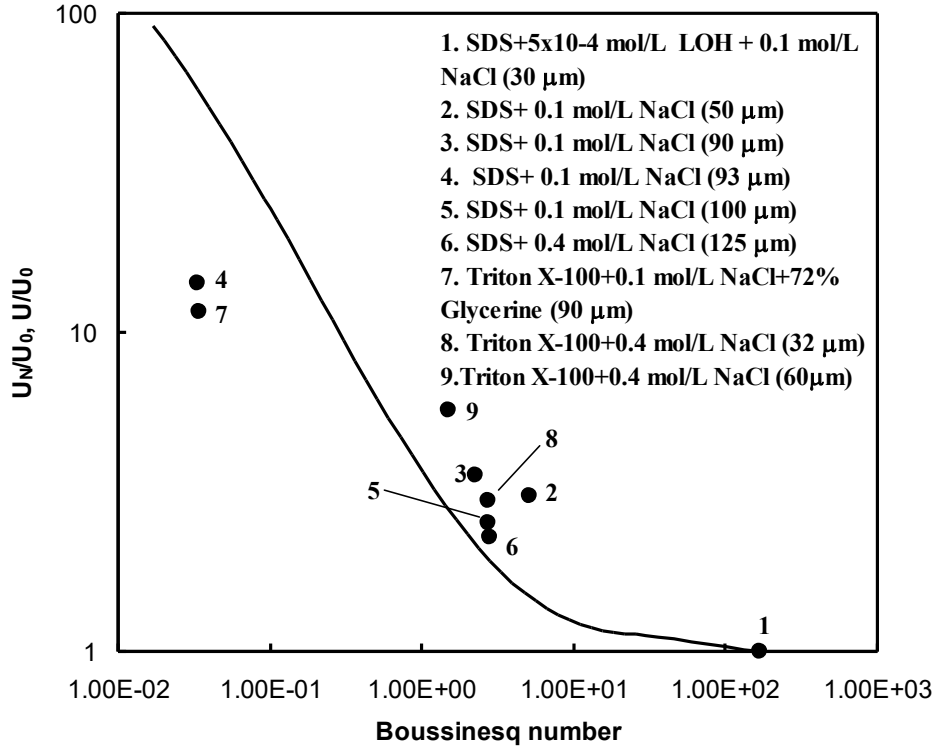
**Figure 2.** Experimental (dots) and theoretical (curves, Eq. (9)) superficial velocity of drainage in one Plateau border depending on the gradient of the pressure: A – 1 mM SDS + 0.1 M NaCl ( $\eta_s=10^{-7}$  Ns/m); B – 3.5 mM SDS + 0.5 M NaCl, ( $\eta_s=10^{-7}$  Ns/m); C – 1 mM SDS + 0.1 M NaCl + 5.4 mg/L Dodecanol ( $\eta_s=2.3 \times 10^{-4}$  Ns/m)



**XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО  
УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”**



Experimental studies of liquid flow through the foam along the Plateau borders with a constant and uniform radius, carried out by Vilkova and Kruglyakov [3] (for several foam systems with different surface viscosities and type of foam films), showed that a good agreement in the range of radii 30-90  $\mu\text{m}$  between the experimental rate of flow and the calculated one according Eq. (9), (See Eq. (10) is observed.



**Figure 3.** Experimental  $U/U_0$  (dots) and theoretical  $U_N/U_0$  (line) ratios depending on the Boussinesq number

Fig. 3 presents the dependence of  $U_N/U_0$  (see Eq. (10) and  $U/U_0$  taken from Ref. [3, 22] (see Eq. (11) on the Boussinesq number ( $Bo$ ), where

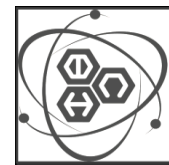
$$\frac{U_N}{U_0} = 1 + \frac{3.275Bo^{-0.5}}{0.209 + Bo^{0.628}} \quad (10)$$

$$\frac{U}{U_0} = \frac{QR_F \eta^3 Bo^2}{H \rho_{el} f \eta_s^2 \frac{dp}{dz}} \quad (11)$$

The parameters of some of the systems are presented in Table 1. The surface viscosity was determined by the method of the revolving disk, and also by the speed of the motion of black spots [3, 22]. It is evident that at large Boussinesq numbers ( $Bo > 100$ ) experiment and theory agree. At medium number ( $Bo$  has a value from 1 to 10) the experimental flow rate exceeds a little bit the theoretical flow rate (points 2, 3, 5, 6). At small Boussinesq numbers the flow rate is considerably smaller than the calculated one (points 5, 9).



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



**Table 1.** Parameters of foam systems presented by point 3 and points 6-9 in Fig. 3

	Surfactant solution	$r$ , $\mu\text{m}$	$\eta_s$ , Ns/m	$U_N/U_0$	$U/U_0$
1	SDS + 0.334 mol/l NaCl	30	$2.8 \times 10^{-7}$	1.25	1
2	SDS + 0.1 mol/l NaCl	30	$2.8 \times 10^{-7}$	1.25	1
3	SDS + 0.4 mol/l NaCl	68	$2.8 \times 10^{-7}$	1.7	1.2

Points (5, 6) from Fig. 3 are taken from Ref. [13]. The values of the surface viscosity only for these systems were measured [22]. The surface viscosity of the other systems in Ref. [13] were not measured. However, if one accepts  $\eta_s \cong 10^{-7}$  Ns/m and compare the experimental flow rate with the calculated one according to Eq. (8) or Eq. (9), he will notice that at radius of channels more than ca. 100  $\mu\text{m}$  the experimental flow rate is considerably smaller than the calculated one. Points 5 and 6 correspond to radii 100  $\mu\text{m}$  and 125  $\mu\text{m}$  and the velocities are significantly smaller than the predicted ones if the value of the surface viscosity does not depend on the radius of the Plateau borders. It is proved [3, 18, 19] that the drainage of foam films exhibits significant Marangoni effect. The same effects should be expected during the drainage of foam. On other hand, the drainage in the Plateau borders in the range of radii 30-90  $\mu\text{m}$  is described satisfactory by Eq. (9) with no account for the Marangoni effect. However, above 90  $\mu\text{m}$  radius of the Plateau borders the velocity of drainage sharply reduces upon increasing the radii of the Plateau borders. For example, at the same concentrations of surfactant and salt, the drainage in Plateau border with 93  $\mu\text{m}$  radius (point 4 in Fig. 3) is significantly faster than drainage in Plateau borders with 100  $\mu\text{m}$  radius (point 5 in Fig. 3). In this term the flow in Plateau borders with 50  $\mu\text{m}$  radius (point 2 in Fig. 3) is faster than the flow in a Plateau border with 90  $\mu\text{m}$  radius (point 3 in Fig. 3) and 100  $\mu\text{m}$  radius (point 5 in Fig. 3). This appears to be a transition to a not yet studied regime of drainage. According to these measurements the transition is sharp in the range of radii 90  $\mu\text{m}$ -100  $\mu\text{m}$ . At 100  $\mu\text{m}$  the drainage is reduced upon the broadening of the Plateau borders. The experiment conducted in the present work shows significantly smaller superficial velocity of drainage in comparison with the theoretical prediction. (see Fig. 1 A, B and C). We assume that this is due to the Marangoni effect.

### 5. Conclusions

The present work indicates certain limitations of the current theory of foam drainage. The experiment showed significantly slower drainage than the expectation of the theory. According to the analysis of the literature data, conducted in the present work, the theory describes satisfactory the drainage of foam up to certain gap of the radius of Plateau border (90  $\mu\text{m}$ ), beyond which the drainage is significantly slower than the expectation of the theory. The present study and the literature data confirm a presence of factor, which slows down the foam drainage at certain conditions. This factor could be the Marangoni effect.

### 6. Acknowledgments

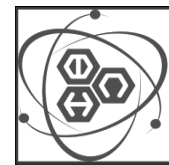
This work is financially supported by the Project No.RD-08-79/03.02.2025 of the University of Shumen and by the Project No.BG05SFPR001-3.004.

### 7. References

1. Manev, E.D., S.I. Karakashev, and A.M. Milushev, *Bulgarian Chemical Communications*, **2001**. 33(2): p. 133-147.
2. Prud'homme, R.K. and S.A.E. Khan, *Foams: Theory, Measurements, and Applications*. **1996**, New York, NY: Marcel Dekker. 596.



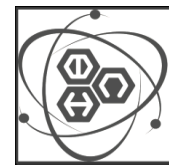
XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО  
УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



3. Exerowa, D. and P.M. Kruglyakov, *Foam and Foam Films: Theory, Experiment, Application*. **1997**, New York, NY: Marcel Dekker. 796 pp.
4. Weaire, D. and S. Hutzler, *Physics of Foams*. **1999**: Oxford University Press. 368.
5. Koehler, S.A., S. Hilgenfeldt, and H.A. Stone, *Phys. Rev. Lett.*, **1999**. 82(21): p. 4232-4235.
6. Koehler, S.A., S. Hilgenfeldt, and H.A. Stone, *Langmuir*, **2000**. 16(15): p. 6327-6341.
7. Nguyen, A.V., *J. Colloid Interface Sci.*, **2002**. 249: p. 194-199.
8. Pitois, O., C. Fritz, and M. Vignes-Adler, *Journal of Colloid & Interface Science*, **2005**. 282(2): p. 458-465.
9. Cervantes-Martinez, A., et al., *Journal of Colloid and Interface Science*, **2005**. 292(2): p. 544-547.
10. Krotov, V.V., *Kolloidnyi Zhurnal*, **1980**. 42(6): p. 1081-91.
11. Krotov, V.V., *Kolloidnyi Zhurnal*, **1980**. 42(6): p. 1092-101.
12. Krotov, V.V., *Kolloidnyi Zhurnal*, **1981**. 43(1): p. 43-51.
13. Kuznetsova, L.L. and P.M. Kruglyakov, *Doklady Akademii Nauk SSSR*, **1981**. 260(4): p. 928-32.
14. Saint-Jalmes, A. and D. Langevin, *Journal of Physics: Condensed Matter*, **2002**. 14(40): p. 9397-9412.
15. Vilkova, N.G. and P.M. Kruglyakov, *Colloids and Surfaces, A: Physicochemical and Engineering Aspects*, **2005**. 263(1-3): p. 205-209.
16. Leonard, R.A. and R. Lemlich, *Chem. Eng. Sci.*, **1965**. 20: p. 790-1.
17. Desai, D. and R. Kumar, *Chem. Eng. Sci.*, **1983**. 38(9): p. 1525-34.
18. Radoev, B.P., E.D. Manev, and I.B. Ivanov, *Godishnik na Sofiiskiya Universitet Sv. Kliment Okhridski, Khimicheski Fakultet*, **1968**. 60: p. 59-72.
19. Radoev, B.P., D.S. Dimitrov, and I.B. Ivanov, *Colloid Polym. Sci.*, **1974**. 252(1): p. 50-5.
20. Vilkova, N.G. and P.M. Kruglyakov, *Mendeleev Communications*, **2004**. (1): p. 22-23.
21. Shah, D.O., N.F. Djabbarah, and D.T. Wasan, *Colloid Polym. Sci.*, **1978**. 256(10): p. 1002-8.
22. Vilkova, N.G., *Colloid-chemical properties of polyhedral foams and emulsions, in Moscow state academy of thin chemical technology*. **2006**, The Moscow State University "M. V. Lomonosov" Moscow.
23. Chistyakov, B., E. and B. Chernin, N., *Kolloidnyi Zhurnal*, **1977**. 34: p. 1005.



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



### Effect of Surfactant Adsorption and Surface Properties on Emulsion Film Drainage

Vanya Nikolova, Stela Asenova, Roberta Ruseva, Irina Yotova, Stanislav Donchev, Dilyana Ivanova-Stancheva, Stoyan Karakashev

*Konstantin Preslavski University of Shumen, Faculty of Natural Sciences,  
Department of Chemistry, 115 Universitetska Str., 9700 Shumen, Bulgaria  
E-mail: s.karakashev@shu.bg*

**Abstract:** *An emulsion film formed between two oil droplets at close contact in aqueous solutions is an important component of emulsion systems found in many industrial applications, such as food and pharmaceutical processing. Surface active reagents (surfactants) are often used to control the emulsion stability and drainage. Many aspects of surfactant adsorption in emulsion film drainage are not well understood at present. This paper presents new theoretical and experimental results that quantify the role of surfactant adsorption and surface properties in emulsion film drainage. The film drainage theory was improved by considering the surfactant adsorption, which significantly changes the film surface properties such as the surface tension, surface elasticity, surface viscosity and surface forces. The experimental results were obtained with plane-parallel microscopic films of aqueous sodium dodecyl sulphate solutions contained between two toluene droplets using an improved micro-interferometric technique. Comparison between the theory and the experiment data show that the emulsion film drainage is significantly controlled by the DLVO (electrical double layer and intermolecular van der Waals) surface force interactions under the condition of constant surface potentials. This feature is different from the drainage of foam films formed between two air bubbles, which is significantly influenced by the non-DLVO surface forces such the hydrophobic attraction.*

**Keywords:** *Emulsion films, DLVO forces, surfactants, kinetic of thinning*

### Влияние на адсорбцията на повърхностноактивни вещества и повърхностните свойства върху изтъняването на емулсионния филм

Ваня Николова, Стела Асенова, Роберта Русева, Ирина Йотова, Дилиана Иванова-Станчева, Станислав Дончев, Стоян Каракасhev

*Шуменски университет “Епископ Константин Преславски”, Факултет по природни науки,  
Катедра „Химия“, ул. Университетска 115, 9700 Шумен, България  
E-mail: s.karakashev@shu.bg*

**Резюме:** *Емулсионен е филма, образуван между две маслени капчици при близък контакт във водни разтвори. Той е важен компонент на емулсионните системи намерили място в много индустриални приложения, като например хранително-вкусовата и фармацевтичната преработка. Повърхностно-активните вещества (ПАВ) често се използват за контрол на емулсионната стабилност и изтъняване. Много аспекти на адсорбцията на ПАВ при изтичане на емулсионния филм не са добре разбрани в момента. Тази статия представя нови теоретични и експериментални резултати, които количествено определят ролята на адсорбцията на ПАВ и повърхностните свойства при изтъняване на емулсионния филм. Теорията за изтъняване на филма е подобрена чрез разглеждане на адсорбцията на ПАВ, която значително променя свойствата на повърхността на филма, като повърхностно напрежение, повърхностна еластичност, повърхостен вискозитет и повърхостни сили. Експерименталните резултати са получени с плоскопаралелни микроскопски филми от водни разтвори на натриев додецилсулфат, съдържащи се между две толуенови капчици, използвайки подобрена микроинтерферометрична техника. Сравнението между теорията и експерименталните данни показва, че изтичането на емулсионния филм се контролира значително от взаимодействията на повърхностните сили ДЛВО*



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



*(електричен двоен слой и междумолекулен ван дер Ваалс) при условие на постоянни повърхностни потенциали. Тази характеристика е различна от дренажа на пенни филми, образувани между два въздушни мехурчета, който е значително повлиян от повърхностните сили, различни от ДЛВО, като например хидрофобното привличане.*

**Ключови думи:** *емулсионни филми, ДЛВО сили, повърхностноактивни вещества, кинетика на разреждане*

### Introduction

Drainage of thin liquid (foam and emulsion) films is a major factor influencing the overall behaviour of disperse systems, in which such films are formed from the liquid of the continuous phase. Stability of such dispersions depends on the drainage behaviour of the liquid films and their resistance to coalescence of particulate particles (droplets and bubbles) of the disperse phase. The thermodynamic properties and hydrodynamic behaviour of thin liquid films have been studied intensively over the past decades [1-4]. Foam and emulsion films share a number of common characteristics but also exhibit differences. The interaction between the film surfaces, their shape and rheology are significant for kinetics and stability of individual liquid films. For both types of films, the presence of a surfactant as a stabilizing component is a crucial factor. One significant feature of emulsion type films is that, in order to be able to stabilize the films, the surfactant should be soluble in the films; no stabilization is possible if the surfactant is only present in the disperse phase (the droplets surrounding the films). This effect was proved experimentally and elucidated theoretically [5]. All these factors govern the behaviour of colloid systems in industrial and domestic applications, and can be used for optimizing the properties of foams, emulsions, and three-phase gas-oil-water mixtures. Therefore, the precise modelling of the key factors is a matter of scientific and industrial interests. Scheludko [1] was the first to offer a theoretical description of liquid film drainage, applying the Stefan-Reynolds lubrication equation for the film drainage velocity. Scheludko assumed a planar film with tangentially immobile surfaces, thinning under the action of the capillary and DLVO (Derjaguin-Landau-Verwey-Overbeek) surface forces [6, 7]. Further studies on film drainage focused on the effects of the surface mobility, film thickness non-homogeneity, non-DLVO surface forces and on the kinetics of thinning [8-14]. The surface viscosity produced by adsorbed surfactants was not completely accounted for in the available theories for many years, partly due to the mathematical complexity involved. Recently, Karakashev and Nguyen [15] developed and validated an analytical model which solves the problem. The modelling of electrostatic interactions underwent significant changes [16, 17]. The superposition approximations have already been replaced by the semi-numerical and asymptotic solutions of the Poisson-Boltzmann equation [16, 17]. Depending on the adsorption layers at the film surfaces, the double layer interaction in thinning films can take place under conditions of either constant surface potential or constant surface charge or surface charge regulation. The van der Waals disjoining pressure can be described by either the microscopic (Hamaker) or the macroscopic (Lifshitz) theories. In the symmetrical (foam and emulsion) thin liquid films the van der Waals disjoining pressure is always negative (attraction). The theory on non-DLVO interactions in thin liquid films also underwent significant developments. The known steric, structural and hydrophobic interactions are related with the physico-chemical properties of the dispersion phase and the medium, and can have significant impacts on drainage and stability of thin liquid films [18]. Among the other non-DLVO forces, the hydrophobic force is least understood at present although it has been investigated intensively over the last two decades [8, 19]. Both the surface rheology and the interaction between the film surfaces present an attribute of the adsorption layer. In the foregoing investigations [15] we studied how the surface rheology and surface forces jointly influence the drainage behaviour of aqueous foam films. The refined drainage theory with the consideration for the surface viscosity and forces developed in was applied [15]. It was therefore demanded to test the new theory on aqueous emulsion films and to compare the results to those obtained with the foam films.

The aim of this paper is to investigate the effect of surfactant adsorption and surface properties on emulsion film drainage. Specifically, the paper examines the drainage pattern and surface force interactions in emulsion films produced from diluted aqueous solutions of sodium dodecyl sulphate (SDS) and the related properties of SDS adsorption at the film surfaces.



## 2. Theoretical background

### 2.1. Generalized Drainage Model

For the emulsion films considered in this work, the components of the system are dissolved only in the dispersion phase [5]. Therefore, the surfactant adsorbs from the dispersion medium onto planar film surfaces, controlling the Marangoni effect, surface diffusion, surface viscosity and surface forces. Solving the Stokes equation and continuity equation in the lubrication approximation, and the film mass balance with full tangential stress boundary equations yields the generalized model for film drainage velocity,  $V = -dh/dt$ , described as [15]

$$\frac{dh}{dt} = -\frac{2h^3}{3\mu R^2} \frac{P - \Pi}{f} \quad (12)$$

where  $h$  is the film thickness,  $P$  and  $\Pi$  are the capillary and disjoining pressures, respectively,  $R$  is the film radius, and  $\mu$  is the liquid viscosity. The correction factor,  $f$ , in Eq. (12) accounts for the deviation from the standard Stefan-Reynolds theory [1] for the film drainage velocity with plane-parallel, tangentially immobile (non-slip) surfaces. The factor deviates from unity due to the interfacial properties of the adsorbed surfactants which can be described as

$$f = 1 - 32 \sum_{k=1}^{\infty} \frac{6/\lambda_k^4 - (\tilde{h}/\lambda_k)^2}{6 + Bo\lambda_k^2\tilde{h} + Ma \frac{\tilde{h}}{1 + (N/\lambda_k)\tanh(\lambda_k\tilde{h}/2)}} \quad (13)$$

where  $\tilde{h} = h/R$ ,  $Ma = ER/(D_s\mu)$ ,  $Bo = \mu_s/(R\mu)$ ,  $N = (D/D_s)(R/\tilde{a})$ , and  $\lambda_k$  is the  $k$ -th root of the Bessel function of the first kind and zero order,  $\sigma$  is the surface tension,  $E = -(d\sigma/d\ln\Gamma)$  and  $\Gamma$  are the Gibbs elasticity and surface excess, respectively,  $\tilde{a} = (d\Gamma/dc)$  is the adsorption length,  $c$  is the surfactant concentration,  $D$  and  $D_s$  are the bulk and surface diffusion coefficients, and  $\mu_s$  is the surface shear viscosity. This theoretical approach is well described in [20]. The Bessel function is related with the exact analytical solution of the mass balance equation (in quasi-steady approximation) inside the film.

### 2.2. Disjoining Pressure and Numerical Solution

The disjoining pressure in Eq. (12) is the sum of surface pressures due to the DLVO and non-DLVO interactions as described below. The electrostatic disjoining pressure  $\Pi_{el}$  can be predicted by solving the Poisson-Boltzmann equation employing appropriate boundary conditions at the film surfaces. Under the condition of constant surface potential, the exact numerical solution of the non-linear Poisson-Boltzmann equation can be semi-analytically represented as [17]

$$\Pi_{el}(h) = 32c_{el}R_gT \tanh^2\left(\frac{y_0}{4}\right) \left\{ \frac{1}{1 + \cosh \kappa h} + f(y_0) \sinh^2 \frac{y_0}{4} \exp[-f(y_0)\kappa h] \right\} \quad (14)$$

where  $R_g$  is the universal gas constant,  $c_{el}$  is the molar concentration of electrolytes in the solution,  $T$  is the absolute temperature. The Debye constant for a binary electrolyte of valence  $z$  is defined as  $\kappa = \left\{ 2c_{el}F^2z^2 / (\varepsilon\varepsilon_0R_gT) \right\}^{1/2}$ , where  $\varepsilon_0$  is the permittivity of vacuum. The normalized surface potential is defined as  $y_0 = zF\psi_s/(R_gT)$ , where  $F$  is the Faraday constant and  $\psi_s$  is the surface potential. For  $|y_0| \leq 7$ , function  $f(y_0)$  is defined as  $f(y_0) = 2 \cosh(0.332|y_0| - 0.779)$ . Under the condition of constant surface charge, the exact numerical solution to the Poisson-Boltzmann equation gives [17]



XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО  
УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



$$\Pi_{el}(h) = \frac{2c_{el}R_gT\tilde{A}}{[\cosh(\kappa hC) - 1]\sqrt{1 + \tilde{B}^2 \coth(\kappa h\tilde{C}/2)}} \quad (15)$$

where  $A$ ,  $B$  and  $C$  are functions of the surface potential,  $y_0$ , at infinite separation (i.e. isolated surfaces) described by the following expressions:

$$\tilde{A} = \tilde{B}\tilde{C} \sinh\left(1.854|y_0| - 0.585|y_0|^2 + 0.1127|y_0|^3 - 0.00815|y_0|^4\right), \quad \tilde{B} = 0.571|y_0| \exp\left(-0.095|y_0|^{1.857}\right),$$

$$\tilde{C} = 1 - 0.00848|y_0| \quad \text{for } |y_0| \leq 5.$$

The van der Waals disjoining pressure,  $\Pi_{vdW}$ , as a function of the film thickness,  $h$ , can be described as [8]

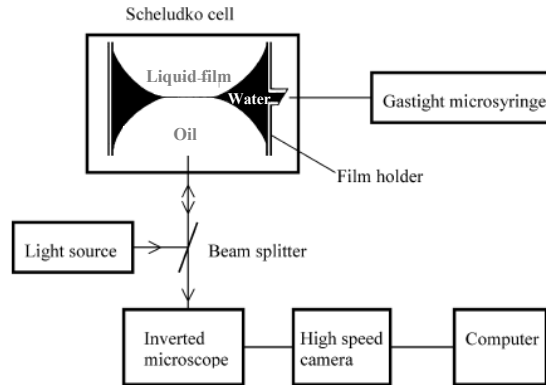
$$\Pi_{vdW} = -\frac{A(h, \kappa)}{6\pi h^3} + \frac{1}{12\pi h^2} \frac{dA(h, \kappa)}{dh} \quad (16)$$

where  $A(h, \kappa)$  is the Hamaker-Lifshitz constant, which is a weak function of the temperature  $T$  and the Debye constant,  $\kappa$ , as well as a weak function of the film thickness,  $h$ , due to the electromagnetic retardation effect described as

$$A(h, \kappa) = (1 + 2\kappa h) e^{-2\kappa h} \frac{3k_B T}{4} \sum_{j=1}^{\infty} j^{-3} \left( \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{\varepsilon_1 + \varepsilon_2} \right)^{2j} + \frac{3\hbar\omega}{16\sqrt{2}} \frac{(n_1^2 - n_2^2)^2}{(n_1^2 + n_2^2)^{3/2}} \left\{ 1 + \left( \frac{h}{\tilde{\lambda}} \right)^q \right\}^{-1/q} \quad (17)$$

where  $k_B$ , is the Boltzmann constant,  $\varepsilon_1$  is the static dielectric permittivity of the dispersion phase (2.379 for toluene at 298.15 K),  $\varepsilon_2$  is the static dielectric permittivity of the disperse medium (80 for water),  $\hbar = 1.055 \times 10^{-34}$  Js/rad is the Planck constant (divided by  $2\pi$ ),  $\omega$  is the absorption frequency in the UV region – typically around  $2.068 \times 10^{16}$  rad/s for water,  $n_1$  and  $n_2$  are the characteristic refractive indices of the dispersion phase and the medium –  $n_1^2 = 2.238$  (for toluene) and  $n_2^2 = 1.887$ , and  $q = 1.185$ . The characteristic wavelength is defined as  $\tilde{\lambda} = 2\nu \sqrt{2/n_2^2(n_1^2 + n_2^2)} / (\pi\omega)$ , where  $\nu$  is the speed of light. The van der Waals disjoining pressure for toluene-water-toluene emulsion films, in the concentration range studied here, is significantly smaller than the electrostatic disjoining pressure and is described for the sake of completeness for the DLVO theory. The non-DLVO pressures are not considered in this paper since the experimental data can be satisfactorily described by the DLVO pressures.

Knowing the total disjoining pressure,  $\Pi = \Pi_{el} + \Pi_{vdW}$ , as a function of the film thickness, Eq. (12) was numerically integrated to obtain the transient film thickness using the 4<sup>th</sup> order Runge-Kutta algorithm. A program was written using the VBA (Visual Basic for Application) programming language available in Microsoft Excel. The presence of background electrolytes due to the dissolved carbon dioxide (approx.  $2.5 \times 10^{-6}$  mol/L) in water was taken into account. The surface potential value was varied through a fitting procedure to match the experimental data with the theoretical models under the condition of either constant surface potential or constant surface charge. The obtained surface potentials were compared with the literature data and were then used to justify the film drainage models.



**Figure 1.** Experimental micro-interferometric setup with the Scheludko cell, a metallurgical inverted microscope and a high speed video camera system

### 3. Experimental

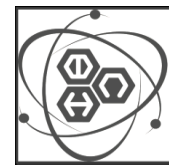
The drainage planar emulsion films produced from aqueous solutions of SDS ( $10^{-6}$  mol/L- $10^{-4}$  mol/L SDS) was investigated by the interferometric method of Scheludko and Exerowa in conjunction with a high-speed video camera. Oil-water-oil emulsion films of radii smaller than 0.1 mm, rendering the film surfaces planar and parallel, were produced. The thinning of emulsion films was registered and recorded using a computerized micro-interferometric system. The experimental setup is schematically shown in Fig. 1 and consists of the following major units: (1) a Scheludko cell [1] for producing the emulsion films, (2) a metallurgical inverted microscope (Epihot 200, Nikon, Japan) for illuminating and observing the film and the adjacent interference fringes in reflected light, (3) a high-speed video camera (Phantom 4, Photo-Sonics Inc., USA) for registering transient interferometric images, and (4) a PC for controlling the high speed video camera and recording the transient interferometric images.

A droplet of the investigated aqueous solution of SDS was formed inside the film holder (4 mm in inner radius) and immersed in a cell filled with toluene. The film holder was connected through the capillary tube with a gastight micro-syringe for regulating the amount of liquid inside the drop. The microscopic film was formed between the surfaces of the double concave meniscus by pumping out the liquid from the drop (see Figure 1). The radius of the film was dependent on the quantity of the withdrawn liquid. The film was illuminated by monochromatic light with wavelength  $\lambda=546$  nm. As a result of the interference of the light reflected from both film surfaces, a set of bright and dark fringes (Newton rings) was observed and recorded in the computer using the high-speed video camera system. The rings appeared as a result of the interferometric minima and maxima, corresponding to the film thickness, which is multiplier of  $\lambda/4n_0$ , where  $n_0$  is the liquid refractive index. The interferograms were processed with digital monochromatic green filter using the image analysis software (Optimas 6.5, Optimas Inc., USA).

A narrow strip passing throughout the centre of the interferometric fringes was selected and digitalized in a form of photocurrent vs. radial distance from the film centre using a special Optimas macro. The thickness profile along the chosen line was calculated using the interferometric equation, which accounts for the light interference by multiple reflections from both surfaces:

$$h = \frac{\lambda}{2\pi n_2} \left[ l\pi \pm \arcsin \sqrt{\frac{\Delta(1 + \tilde{r}_{12}\tilde{r}_{23})^2}{(1 - \tilde{r}_{12}\tilde{r}_{23})^2 + 4\tilde{r}_{12}\tilde{r}_{23}\Delta}} \right] \quad (18)$$

where  $\tilde{r}_{12} = (n_2 - n_1)/(n_2 + n_1)$  and  $\tilde{r}_{23} = (n_2 - n_3)/(n_2 + n_3)$  are the Fresnel reflection coefficients for the first (1/2) and second (2/3) of the thin liquid film surfaces,  $l=0, 1, 2, 3, \dots$  is the order of interference,



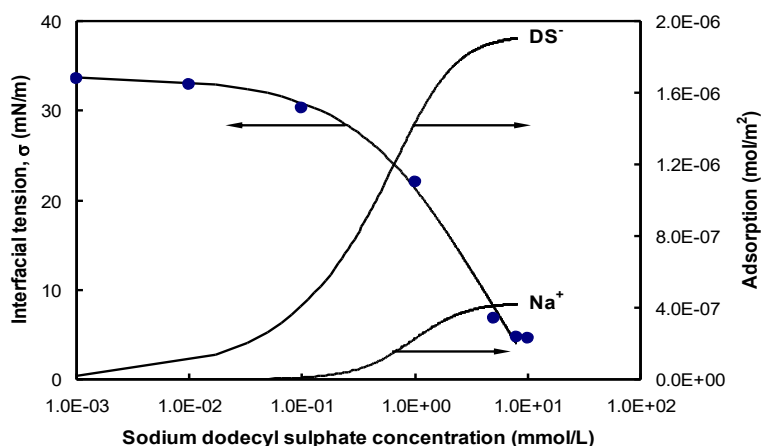
$\Delta = (I - I_{\min}) / (I_{\max} - I_{\min})$ ,  $I$  is the instantaneous intensity of the photocurrent,  $I_{\min}$  and  $I_{\max}$  are its minimum and maximum.

The interfacial tension was measured by the drop volume method of Brown-Harkins [21]. The surfactant adsorption can be quantified using the experimental data and the surfactant adsorption theory [22] which incorporates the charge of the surfactant ions, the lateral interaction among the ions in the adsorption layer and the activation energy for the adsorption process. The outcomes of the quantification include the surface potentials ( $\psi_s$ ), the Gibbs elasticity ( $E$ ) and the adsorption (the surface excess) which are needed as the input parameters into the drainage modeling.

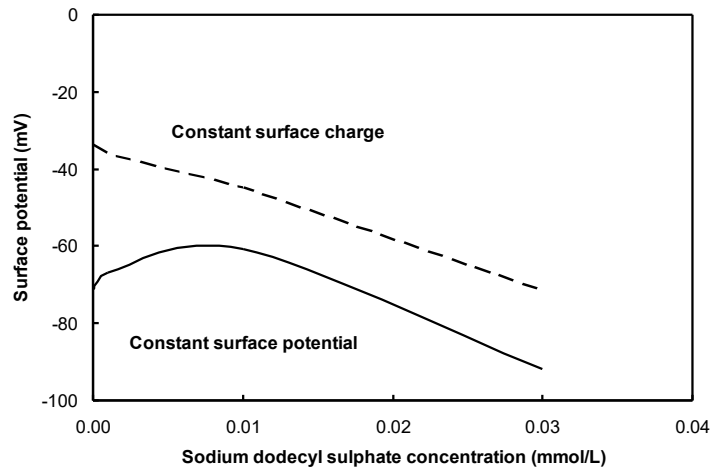
#### 4. Results and Discussion

The experimental results for the interfacial tension between toluene and aqueous SDS solutions are shown on the left vertical axis in Figure 2. The surface tension has no minimum in the vicinity of the critical micelle concentration (CMC) which is about 8.0 mmol/L. The adsorption of surfactant ions ( $DS^-$ ) and their counter-ions ( $Na^+$ ) versus the bulk SDS concentrations, as modelled by the Frumkin and Stern adsorption isotherms in combination with the Poisson-Boltzmann equation [22] is shown on the right vertical axis in Figure 2. Figure 3 presents the dependence of the surface potential of toluene/water interface in toluene/water/toluene emulsion films vs. SDS concentration as derived from the experimental data, assuming that the films thin under the regime of either constant surface charge or constant surface potential. One can see that the value of the surface potential in the absence of surfactant, obtained based on the assumption of constant surface potential is about  $-70$  mV which is equal to the zeta potential of xylene droplets in water [23]. In addition, the curve has a maximum, which is typical for the dependence of the zeta potential of bubbles on SDS concentration [24]. The other curve in Figure 3 corresponds to the regime of constant surface charge. The absolute values of the surface potentials on this curve are significantly low and do not agree with the available data [23]. Therefore, it is concluded that the emulsion films investigated thin under the regime of constant surface potential.

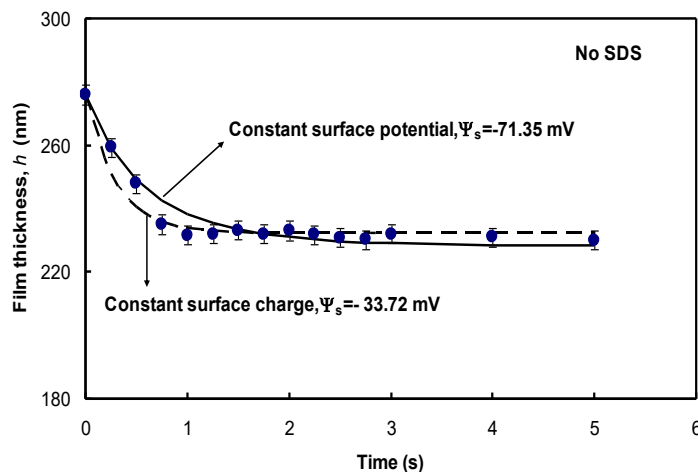
Figure 4 shows the kinetic curve of thinning for surfactant-free emulsion film and the corresponding theoretical curves in the regimes of constant surface charge and constant surface potential. The fresh emulsion films have very short lifetime (less than 1 s). After 5 to 10 min of contact between the toluene and the water phase, the emulsion films in the absence of SDS are stable up to 40 s due most probably to the partial solubility of toluene in water (0.053g/100 ml at temperature 20-25°C).



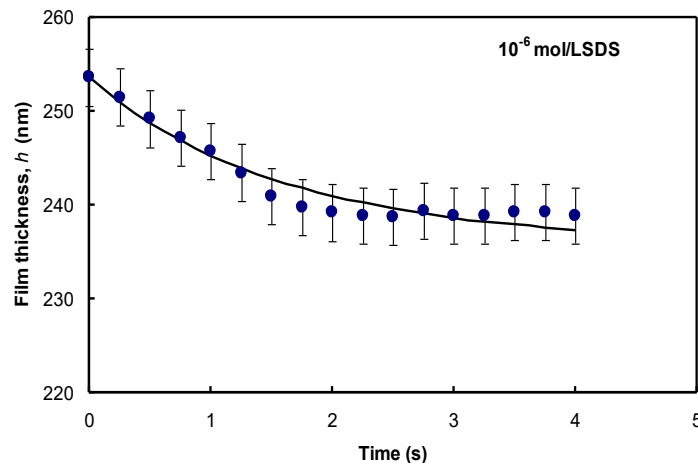
**Figure 2.** Experimental (points) and theoretical (line) interfacial tension of toluene/aqueous solution of SDS, and the adsorptions of  $DS^-$  and  $Na^+$  ions as a function of the surfactant concentration



**Figure 3.** Surface potential vs. SDS concentration derived from the experiment assuming that the emulsion films thin under regime of constant surface charge or constant surface potential



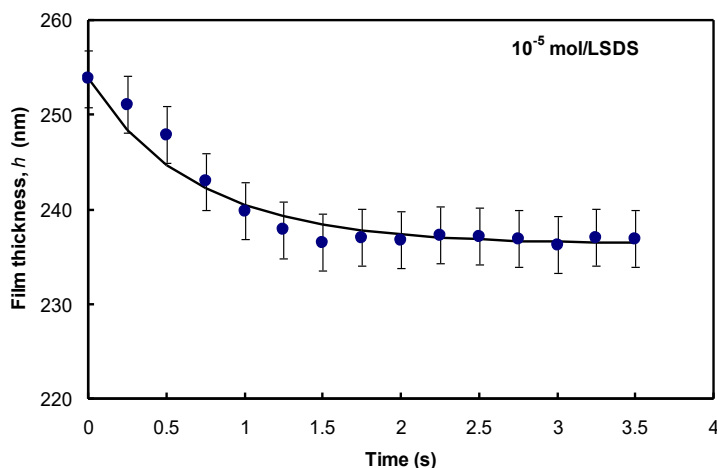
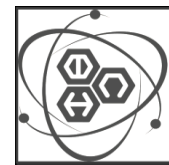
**Figure 4.** Experimental (points) and theoretical (lines) film thickness vs. time for emulsion film in the absence of SDS. The film radius is  $R = 0.04$  mm



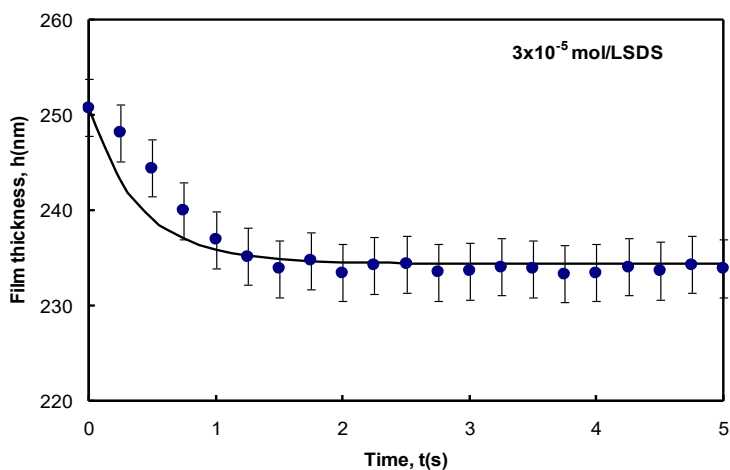
**Figure 5.** Experimental (points) and theoretical (line) transient emulsion film thickness vs. time for a  $10^{-6}$  mol/L SDS ( $R = 0.055$  mm). The model uses the condition of constant surface potential ( $\psi_s = -67.0$  mV)



XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО  
УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



**Figure 6.** Experimental (points) and theoretical (line) transient emulsion film thickness vs. time for a  $10^{-5}$  mol/L SDS ( $R=0.05$  mm). The model uses the condition of constant surface potential ( $\psi_s = -60.78$  mV)



**Figure 7.** Experimental (points) and theoretical (line) transient emulsion film thickness for a  $3 \times 10^{-5}$  mol/L SDS ( $R=0.048$  mm). The model uses the condition of constant surface potential ( $\psi_s = -60.78$  mV)

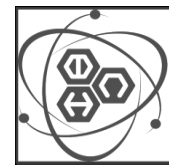
Typical comparison between the model prediction in the regime of constant surface potential and experimental data for the film thickness as a function of drainage time are shown in Figures 5-7. The drainage model based on surface rheology and DLVO surface forces consistently describes the experimental data. No correction in the theory describing the surface forces is needed to achieve good agreement. Table 1 contains the results for different surfactant concentrations, and highlights the consistency obtained for the various fitted parameters.

**Table 1.** Parameters of the emulsion films investigated vs. SDS concentration. The values of the surface potential are derived in the regime of constant surface potential

C, mol/L	$\sigma$ , mN/m	$\psi_s$ , mV	$\tilde{a}$ , m	$\mu_s$ , s.p.	E, mN/m	$D \times 10^9$ , m <sup>2</sup> /s	$D_s \times 10^8$ , m <sup>2</sup> /s
0	33.6	-71.35	-	0.01	-	-	-
$10^{-6}$	33.56	-67.00	$7.11 \times 10^{-6}$	0.01	2.22	4	1
$10^{-5}$	32.90	-60.78	$5.57 \times 10^{-6}$	0.01	2.42	4	1
$3 \times 10^{-5}$	32.12	-91.90	$4.64 \times 10^{-6}$	0.01	3.09	4	1



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



### 5. Conclusions

In this paper the transient behaviour of emulsion films of dilute SDS solutions formed between toluene droplets was investigated. The experiments were carried out using the improved micro-interferometric technique of Scheludko. The interfacial tension was measured using the drop-volume method and was quantified using the theory on adsorption of ionic surfactants. The emulsion drainage was modelled using the generalized model which incorporates the surfactant adsorption in terms of the surface tension, surface elasticity, surface viscosity and surface forces. Comparison between the theory and the experiment data show that the emulsion film drainage can be consistently described by the DLVO (electrical double layer and intermolecular van der Waals) surface force interactions under the condition of constant surface potentials. The theory describing the surface forces is not needed to be extended by including other surface force interactions (e.g. hydrophobic one) for describing the transient behaviour of the emulsion films.

### 6. Acknowledgments

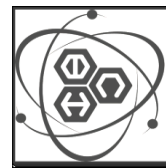
This work is financially supported by the Project No.RD-08-79/03.02.2025 of the University of Shumen and by the Project No.BG05SFPR001-3.004.

### 7. References

1. Sheludko, A., *Adv. Colloid Interface Sci.*, **1967**, 1(4), p. 391-464.
2. Ivanov, I.B.E., *Thin Liquid Films*, **1988**, New York, N. Y.: Marcel Dekker.
3. Exerowa, D. and P.M. Kruglyakov, *Foam and Foam Films: Theory, Experiment, Application New York, NY: Marcel Dekker.*, **1997**, p. 796.
4. Binks, B.P., Modern aspects of emulsion science, *Cambridge: The Royal Society of Chemistry*, **1998**.
5. Traykov, T.T. and I.B. Ivanov, *International Journal of Multiphase Flow*, **1977**, 3(5), p. 471-483.
6. Derjaguin, B. and L. Landau, *Acta Phys.-chim.*, **1941**, 14(6), p. 633-662.
7. Verwey, E.J.W. and J.T.G. Overbeek, *Theory of the Stability of Lyophobic Colloids*, *Amsterdam: Elsevier*, **1948**, 218.
8. Karakashev, S., E. Manev, and A. Nguyen, *Advances in Colloid and Interface Science*, **2004**, 112(1-3), p. 31-36.
9. Barber, A.D. and S. Hartland, *Can. J. Chem. Eng.*, **1976**, 54(4), p. 279-84.
10. Ivanov, I.B. and D.S. Dimitrov, *Colloid Polym. Sci.*, **1974**, 252(11), p. 982-90.
11. Manev, E., R. Tsekov, and B. Radoev, *J. Dispersion Sci. Technol.*, **1997**, 18(6 & 7), p. 769-788.
12. Radoev, B., A. Scheludko, and E. Manev, *J. Colloid Interface Sci.*, **1983**, 95(1), p. 254-65.
13. Valkovska, D.S. and K.D. Danov, *J. Colloid Interface Sci.*, **2001**, 241(2), p. 400-412.
14. Danov, K.D., D.S. Valkovska, and I.B. Ivanov, *J. Colloid Interface Sci.*, **1999**, 211(2), p. 291-303.
15. Karakashev Stoyan, I. and A. Nguyen Anh, *Colloids & Surfaces A - Physicochemical & Engineering Aspects*, **2007**, 293(1-3), p.
16. Manev, E.D. and A.V. Nguyen, *Int. J. Miner. Process.*, **2005**, 77(1), p. 1-45.
17. Nguyen, A.V., G.M. Evans, and G.J. Jameson, Approximate calculations of electrical double-layer interaction between spheres, *Encyclopedia of Surface and Colloid Science*, A.T. Hubbard, Editor Marcel Dekker: New York, **2002**.
18. Israelachvili, J.N., *Intermolecular and Surface Forces* London: Academic Press., **1992**, 291.
19. Israelachvili, J.N., et al., *Colloids Surf.*, **1981**, 2(3), p. 287-91.
20. Radoev, B.P., E.D. Manev, and I.B. Ivanov, *Godishnik na Sofiiskiya Universitet Sv. Kliment Ohridski, Khimicheski Fakultet*, **1968**, 60, p. 59-72
21. Adamson, A.W. and A.P. Gast, *Physical Chemistry of Surfaces. 6 ed* New York: John Wiley & Sons, Inc., **1997**, p. 784.
22. Kralchevsky, P.A., et al., *Langmuir*, **1999**, 15(7), p. 2351-2365.
23. Marinova, K.G., et al., *Progress in Colloid & Polymer Science*, **1998**, 110, 245-250.



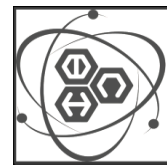
XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО  
УЧАСТИЕ "ПРИРОДНИ НАУКИ '2025"



24. Yoon, R.H. and J.L. Yordan, *J. Colloid Interface Sci.*, **1986**, *113*(2), p. 430-8.



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



### Структура на екологичния модел за прилагане на екологичен подход в учебните предмети „Човекът и природата“ (6. клас) и „Химия и опазване на околната среда“ (7. – 12. клас) в прогимназиален и гимназиален етап

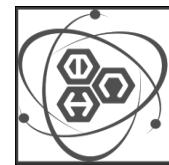
Леман Хасанова<sup>1</sup>, Радостина Василева-Цанкова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Средно училище „Йоан Екзарх Български, ул. Преслав 1, 9700 Шумен, България  
E-mail: lemi 8111@abv.bg

<sup>2</sup> Шуменски университет “Епископ Константин Преславски“, Факултет по природни науки,  
ул. Университетска 115, 9700 Шумен, България  
E-mail: r.tcankova@shu.bg

**Резюме:** Актуалността на проблема относно прилагането на екологичен подход в учебните предмети „Човекът и природата“ (6. клас) и „Химия и опазване на околната среда“ (7. – 12. клас) в средното училище е тясно свързана с целите на европейските и националните образователни политики. Важността на този проблем произтича както от глобалните екологични предизвикателства, така и от стратегическите приоритети на съвременното образование. Той представлява ключов фактор за формиране на личности, способни да мислят и действат в духа на устойчивото развитие. Като нормативна база могат да послужат два документа: Европейска зелена сделка и Цели за устойчиво развитие на ООН (с абревиатура SDGs), които подчертават необходимостта от интегриране на екологичните теми във всички степени на образованието. Националните стратегически документи в областта на образованието и науката също акцентират върху изграждането на компетентности за устойчиво развитие и екологично образование, като част от подготовката на активни и отговорни граждани. Тази информация изисква систематизирано прилагане на екологичен подход в процеса на обучение в средното училище, който да обхваща както познавателното, така и ценностното и практическото измерение на ученето. Екологичният подход стимулира развитието на критично мислене, умения за решаване на проблеми, работа в екип и гражданска активност. Прилагането му в прогимназиалния и гимназиалния етап на обучението подпомага изграждането на трайни нагласи за отговорно поведение, които се пренасят извън училищната среда – в семейството, в общността и в обществото.

**Ключови думи:** екологичен модел, екологичен подход, екологично образование, предметно-пространствена среда, екологично ориентирана среда, професионална научни компетентности, методически компетентности, педагогически и психологически компетентности, социални и комуникативни компетентности, дигитални компетентности



## Structure of the ecological model for implementing an ecological approach in the subjects "Man and Nature" (6th grade) and "Chemistry and Environmental Protection" (7th - 12th grade) at the junior high and high school levels

Leman Hasanova<sup>1</sup>, Radostina Vasileva-Tsankova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Joan Ekzarh Bulgarski Secondary School, 1 Preslav Str., 9700 Shumen, Bulgaria

E-mail: lemi.8111@abv.bg

<sup>2</sup> Konstantin Preslavski University of Shumen, Faculty of Natural Sciences,  
115 Universitetska Str., 9700 Shumen, Bulgaria

E-mail: r.tsankova@shu.bg

**Abstract:** *The relevance of the problem of implementing the Ecological Approach in the subjects “Man and Nature” (6th grade) and “Chemistry and Environmental Protection” (7th – 12th grade) in secondary school is closely related to the goals of European and national educational policies. The importance of this problem stems from both global environmental challenges and the strategic priorities of modern education. It is a key factor in forming individuals capable of thinking and acting in the spirit of sustainable development. Two documents can serve as a normative basis: the European Green Deal and the UN Sustainable Development Goals (abbreviated SDGs), which emphasize the need to integrate environmental topics into all levels of education. National strategic documents in the field of education and science also emphasize the development of competencies for sustainable development and environmental education, as part of the preparation of active and responsible citizens. This information requires a systematic application of the Ecological Approach in the learning process in secondary school, which should encompass both the cognitive, value and practical dimensions of learning. The Ecological Approach stimulates the development of critical thinking, problem-solving skills, teamwork and civic engagement. Its application in the lower secondary and upper secondary stages of education supports the development of lasting attitudes for responsible behavior, which are transferred outside the school environment - in the family, in the community and in society.*

**Keywords:** *ecological model, ecological approach, ecological education, subject-spatial environment, ecologically oriented environment, professional scientific competencies, methodological competencies, pedagogical and psychological competencies, social and communicative competencies, digital competencies*

### I. Въведение

**Прилагането на екологичния модел има двоен ефект:** от една страна повишава качеството на обучението, а от друга – подпомага възпитанието на екологично отговорни личности, готови да участват в устойчивото развитие на обществото. В съвременното образование **екологичният подход** представлява интегративен модел за формиране на знания, ценности и умения, свързани с устойчивото развитие и отговорното отношение към природната среда. Разработването на екологичен модел в обучението по природни науки цели да надгради учебното съдържание, като съчетава теоретичното познание с практически дейности и възпитателни измерения (UNESCO, 2017; Бонев & Петрова, 2020).

Структурата на модела включва **три основни компонента:**

**Познавателен компонент** – насочен е към изграждане на знания за биосферата, екосистемите, кръговрата на веществата, взаимовръзките между живата и неживата природа, както и за въздействието на човешката дейност върху околната среда;

**Ценностно-емоционален компонент** – ориентиран към формиране на екологична култура, отговорност и емпатия, като стимулира съзнателното участие на учениците в опазването на природата;

**Практико-приложен компонент** – включва наблюдения, експерименти, проекти и инициативи с екологична насоченост, чрез които учениците прилагат на практика придобитите знания и умения. (Георгиева, 2018; Бонев & Петрова, 2020; Костова, 2021).



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



В учебния предмет „Човекът и природата“ (6. клас) моделът е насочен към изграждане на базови представи за природните процеси и тяхното значение за живота. В предметът „Химия и опазване на околната среда“ (7.–12. клас) акцентът се поставя върху осъзнаването на химичните процеси в природата, замърсителите и методите за тяхното ограничаване, както и върху формирането на активна гражданска позиция. (United Nations, 2015; Михайлова & Димитров, 2017).

### II. Актуалност на проблема

#### 1. Глобален контекст

През XXI век екологичните проблеми се утвърждават като едни от най-сериозните предизвикателства за човечеството. Промените в климата, замърсяването на въздуха и водните ресурси, деградацията на почвите и изчезването на редица биологични видове застрашават устойчивото развитие и качеството на живот. Тези процеси изискват промяна не само в технологиите и икономиката, но и в начина на мислене и поведение на хората (UNESCO, 2017). В тази връзка образованието се превръща във водещ инструмент за формиране на отговорни личности, способни да реагират адекватно на екологичните предизвикателства.

#### 2. Образователни предизвикателства

Прогимназиалният и гимназиалният етап от средното образование са решаващи за изграждане на екологична култура и отговорно отношение към природата. В този период учениците преминават от усвояване на основни знания към системно мислене и способност за критичен анализ на сложни проблеми. Учебните предмети „Човекът и природата“ (6. клас) и „Химия и опазване на околната среда“ (7.–12. клас) предоставят естествена основа за въвеждане на екологичен подход, като интегрират научни знания с конкретни примери от действителността. Включването на експерименти, проекти и практико-приложни дейности позволява на учениците да осмислят научните закономерности и едновременно с това да изграждат нагласи за опазване на околната среда (Bonnev & Petrova, 2020).

#### 3. Европейски и национални приоритети

Актуалността на проблема относно прилагането на екологичен подход в учебните предмети „Човекът и природата“ (6. клас) и „Химия и опазване на околната среда“ (7.–12. клас) в средното училище е тясно свързана с целите на европейските и националните образователни политики. Като нормативна база могат да послужат два документа: Европейска зелена сделка и Цели за устойчиво развитие на ООН (SDGs), които подчертават необходимостта от интегриране на екологичните теми във всички степени на образованието. Националните стратегически документи в областта на образованието и науката също акцентират върху изграждането на компетентности за устойчиво развитие и екологично образование, като част от подготовката на активни и отговорни граждани. Това изисква систематично прилагане на екологичен подход в процеса на обучение в училище, който да обхваща както познавателното, така и ценностното и практическото измерение на ученето (United Nations, 2015; European Commission, 2019; WWF, 2020; IPCC, 2021; Kostova, 2021).

#### 4. Значение за личностното развитие на учениците

Екологичният подход не се ограничава до предаването на знания за природните процеси и взаимовръзки. Той стимулира развитие на критично мислене, умения за решаване на проблеми, работа в екип и гражданска активност. Прилагането му в прогимназиалния и гимназиалния етап подпомага изграждането на трайни нагласи за отговорно поведение, които се пренасят отвъд училищната среда – в семейството, общността и обществото (UNESCO, 2017; Georgieva, 2018; Mihailova & Dimitrov, 2017; Bonnev & Petrova, 2020).

#### 5. Обобщение

Актуалността на проблема за прилагането на екологичен подход в средното училище произтича както от глобалните екологични предизвикателства, така и от стратегическите приоритети на съвременното



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



образование. Той представлява ключов фактор за формиране на личности, способни да мислят и действат в духа на устойчивото развитие. В този смисъл екологичното образование не е изолирана педагогическа практика, а необходимост, диктувана от реалностите на съвременния свят (European Commission, 2019; Bonnev & Petrova, 2020).

### III. Предметно-пространствената среда като елемент от структурата на екологичния подход в средното училище

Един от ключовите елементи в структурата на екологичния подход е предметно-пространствената среда, която обединява материалните, природните и организационните условия на образователния процес. (Kostova, 2021). Тя има пряко въздействие върху качеството на обучението, върху екологичното възпитание и върху формирането на трайни нагласи за отговорно отношение към природата (Bonnev & Petrova, 2020).

#### 1. Роля и значение на предметно-пространствената среда

Предметно-пространствената среда не се свежда само до класната стая и наличното оборудване. Тя включва цялостната организация на училищното пространство: учебни кабинети, лаборатории, дворно пространство, зелени площи и зони за отдих (Mihailova & Dimitrov, 2017). Когато тази среда е обмислена и адаптирана към екологичните цели на образованието, тя се превръща в активен фактор за възпитаване на ценности и поведение у учениците (UNESCO, 2017).

#### 2. Елементи на екологично ориентираната среда

- **Учебни кабинети и лаборатории** – осигуряват възможности за провеждане на експерименти, наблюдения и практически дейности с акцент върху опазването на околната среда;
- **Учебно-дворно пространство** – училищните дворове, градини и зелени площи могат да се използват като „жива лаборатория“, в която учениците наблюдават природни процеси, грижат се за растения и реализират екологични проекти;
- **Интерактивни и дигитални ресурси** – виртуални лаборатории, симулации и дигитални платформи за изследвания разширяват предметно-пространствената среда отвъд физическите граници на училището;
- **Организационна среда** – събития, кампании и инициативи с екологична насоченост (Ден на Земята, училищни еко-клубове, събиране и рециклиране на отпадъци) обогатяват възпитателния аспект на екологичния подход.

#### 3. Възпитателен ефект

Добре организираната предметно-пространствена среда формира у учениците умения за практическо прилагане на научните знания, насърчава активно участие и изгражда чувство за принадлежност и отговорност към училищната общност (UNESCO, 2017). Тя не само подпомага усвояването на учебното съдържание, но и създава предпоставки за изграждане на трайни навици за екологично поведение (Bonnev & Petrova, 2020).

#### 4. Обобщение

Предметно-пространствената среда в средното училище е важен структурен елемент от екологичния подход, който интегрира образователни, възпитателни и социални функции. Като съчетава теорията с практиката и учебната дейност с реалната грижа за природата, тя допринася за изграждането на цялостна екологична култура у подрастващите (Mihailova & Dimitrov, 2017; UNESCO, 2017; Georgieva, 2018; Kostova, 2021).

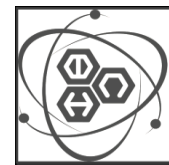
### IV. Модел на екологичния подход и мястото на предметно-пространствената среда

Структурата на екологичния подход в средното училище може да се представи като система от четири взаимосвързани компонента (Kostova, 2021):

- **Познавателен компонент** – формира знания за природата и екологичните процеси;

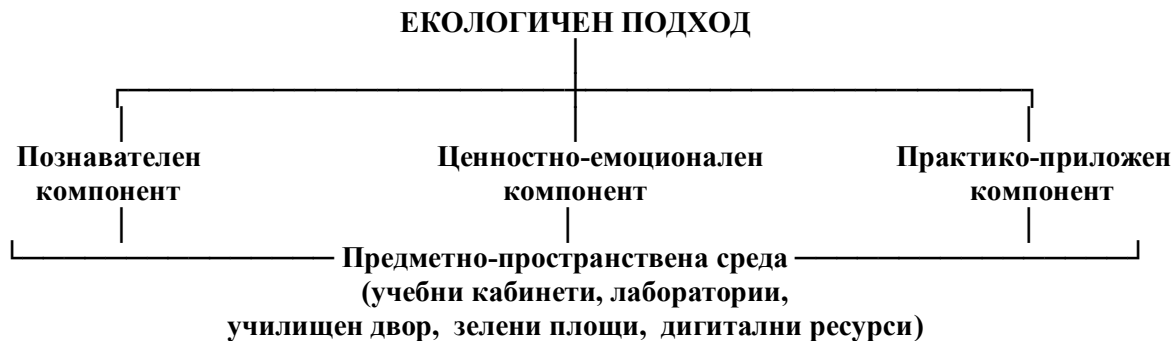


## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



- **Ценностно-емоционален компонент** – възпитава отговорност, емпатия и екологична култура;
- **Практико-приложен компонент** – включва дейности, експерименти и проекти;
- **Предметно-пространствена среда** – осигурява материалната, природната и организационната основа, в която трите горни компонента функционират (UNESCO, 2017; Mihailova & Dimitrov, 2017; Georgieva, 2018; Bonnef & Petrova, 2020; Kostova, 2021).

Тази схема-модел (Фигура 1) визуализира връзката между компонентите на екологичния подход и подчертава ролята на предметно-пространствената среда като основа за реализацията на познавателните, ценностно-емоционалните и практико-приложните цели (Kostova, 2021; UNESCO, 2017).



**Фигура 1.** Схема-модел за прилагане на екологичен подход в средното училище (описателна форма)

### V. Мотивация и компетенции на педагогическите специалисти като елемент от структурата на екологичния модел на педагогическото взаимодействие в средното училище

#### 1. Роля на учителя в екологичното образование

Учителят е централна фигура в процеса на педагогическото взаимодействие, а неговата мотивация и компетентности са решаващи за успешното прилагане на Екологичния подход. Дори при наличие на съвременно учебно съдържание и подходяща предметно-пространствена среда, без активното участие на мотивиран и компетентен педагог екологичният модел не може да постигне целите си (Georgieva & Dimitrov, 2018; Ivanova, 2019).

#### 2. Мотивация на педагогическите специалисти

Мотивацията на учителите да прилагат екологичен подход се обуславя от няколко фактора. (Kostova, 2021):

- **Лична ценностна система** – убеждението, че опазването на околната среда е основна обществена и лична отговорност;
- **Професионална ангажираност** – стремеж към повишаване качеството на обучението и неговата актуалност спрямо съвременните предизвикателства;
- **Възможности за творчество и иновации** – екологичното образование позволява интеграция на интердисциплинарни знания, проектни дейности и извънкласни инициативи, които стимулират креативността на педагозите;
- **Подкрепа от институцията** – наличието на училищни политики, програми и инициативи в областта на екологията засилва мотивацията и удовлетвореността от труда (UNESCO, 2017; Mihailova & Petrova, 2017; Ivanova, 2019; Bonnef, 2020).

#### 3. Компетентности на педагогическите специалисти

Компетентностите на педагогическия специалист /учителя/ са многоизмерни и включват:

- **Професионално-научни компетентности** – задълбочени знания по природни науки, екология, устойчиво развитие и актуални екологични проблеми;



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



- **Методически компетентности** – умения за интегриране на екологичното съдържание в различни учебни дисциплини, за използване на активни методи (проекти, експерименти, дискусии) и за работа с разнообразни източници на информация;
- **Педагогически и психологически компетентности** – способности за мотивиране на учениците, за изграждане на позитивна екологична култура и за насърчаване на критично мислене и отговорно поведение;
- **Социални и комуникативни компетентности** – умения за работа в екип, за координиране на ученически инициативи и за изграждане на партньорства с местната общност, неправителствени организации и институции;
- **Дигитални компетентности** – използване на дигитални ресурси, симулации и виртуални лаборатории в обучението, които разширяват възможностите за екологично образование.

### 4. Взаимовръзка между мотивация и компетентности

Мотивацията и компетентностите на учителя се намират във взаимна зависимост – високата мотивация стимулира стремежа към усъвършенстване на компетентностите, а богатият набор от компетенции повишава удовлетвореността и ангажираността в педагогическата практика (Ivanova, 2019; Kostova, 2021). Тази взаимовръзка е ключова за успешното функциониране на екологичния модел в средното училище (UNESCO, 2017; Mihailova & Dimitrov, 2017; Georgieva, 2018; Georgieva & Dimitrov, 2018; Bonnev & Petrova, 2020; Kostova, 2021).

### 5. Обобщение

Мотивацията и компетентностите на педагогическите специалисти са основен структурен елемент на екологичния модел на педагогическо взаимодействие. Те определят качеството на реализиране на екологичния подход и гарантират неговата ефективност. Затова в центъра на образователните политики и училищните стратегии следва да стои постоянната подкрепа и развитие на учителите чрез квалификационни курсове, обучения и създаване на условия за иновации и професионално израстване (UNESCO, 2017).

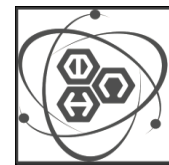
## VI. Структура на екологичния модел на педагогическото взаимодействие

### Основни елементи (Фигура 2):

- **Познавателен компонент** – знания за природата, екосистемите, устойчивото развитие;
- **Ценностно-емоционален компонент** – възпитаване на екологична култура, отговорност и емпатия;
- **Практико-приложен компонент** – проекти, експерименти, наблюдения, ученически инициативи;
- **Предметно-пространствена среда** – класни стаи, лаборатории, училищен двор, зелени площи, дигитални ресурси;
- **Мотивация и компетентности на педагогическите специалисти** – двигател на педагогическото взаимодействие, гарантиращо качествено прилагане на екологичния подход (Mihailova & Petrova, 2017; UNESCO, 2017; Georgieva & Dimitrov, 2018; Ivanova, 2019; Bonnev, 2020; Bonnev & Petrova, 2020; Kostova, 2021).



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



**Фигура 2.** Структура на екологичния модел на педагогическото взаимодействие (Georgieva & Dimitrov, 2018; UNESCO, 2017)

### VII. Образователно-възпитателен процес в прогимназиален и гимназиален етап

Образователно-възпитателният процес в средното училище представлява цялостна, целенасочена и системна педагогическа дейност, насочена към формиране на знания, умения, компетентности, ценности и социални умения при учениците. Той обединява три основни измерения – обучение, възпитание и социализация, като всяко от тях допринася за изграждането на цялостна личност, способна да се адаптира и да участва активно в социалната среда (Mihailova & Petrova, 2017; Georgieva & Dimitrov, 2018; Ivanova, 2019; Bonnev, 2020).

#### 1. Обучение

Обучението е ядрен елемент на образователно-възпитателния процес и се дефинира като процес на систематично усвояване и осмисляне на знания и практически умения. В прогимназиалния етап (V.–VII. клас) обучението цели изграждане на базови научни и академични компетентности, като се поставя акцент върху интеграцията на знанията по различни предмети и стимулиране на интереса към природните науки, хуманитарните дисциплини и технологиите. В гимназиалния етап (VIII.– XII. клас) обучението се фокусира върху задълбочаване, профилиране и специализация на знанията, подготовката за висше образование или професионална реализация и развитието на критично мислене и аналитични умения.

#### 2. Възпитание

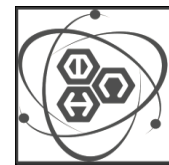
Възпитанието представлява целенасочено въздействие върху личността на ученика с цел формиране на морални, етични и социални ценности. В прогимназиалния и гимназиалния етап то се проявява чрез развиване на личностни качества като дисциплина, отговорност, самостоятелност, сътрудничество и екологична култура (UNESCO, 2017). Възпитателната функция на училището интегрира ценностно-ориентираното обучение с практически дейности и извънкласни инициативи, насочени към формиране на гражданска позиция, социална ангажираност и критично отношение към съвременни проблеми.

#### 3. Социализация

Социализацията е процесът, чрез който ученикът усвоява социални роли, норми и модели на поведение, адаптира се към училищната и по-широката социална среда и развива умения за активно и отговорно участие в общността. Прогимназиалният етап е критичен за формирането на социални умения, за разширяване на кръга на взаимодействие с връстници и учители и за изграждане на чувство за принадлежност към училищната общност (Bonnev, 2020). В гимназиалния етап социализацията се развива чрез по-сложни форми на участие и взаимодействие, включително участие в проекти, доброволчески инициативи, клубове и ученически организации, което подпомага подготовката на младите хора за живота



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



в обществото и бъдещата професионална реализация (UNESCO, 2017; Georgieva, 2018; Ivanova, 2019; Kostova, 2021).

### 4. Интегративна природа на процеса

Образователно-възпитателният процес се характеризира със синтез на обучение, възпитание и социализация, който гарантира цялостното развитие на ученика. Той не се ограничава до предаване на знания, а включва изграждане на личностни качества, ценности и умения, които позволяват на ученика да разбира и анализира реалния свят, да взема информирани решения и да участва активно в социалния живот. В този контекст процесът е динамичен, адаптивен и контекстуален – той отговаря на възрастовите особености на учениците и на специфичните изисквания на обществото и образователната система.

### 5. Значение за прогимназиален и гимназиален етап

В прогимназиалния етап образователно-възпитателният процес има основна роля за прехода от начален към по-задълбочен учебен процес, развиване на системно мислене и формиране на базови ценности и социални умения. В гимназиалния етап акцентът се измества към профилиране на знанията, изграждане на самостоятелност и подготовка за бъдеща социална и професионална реализация, като се интегрират академични, социални и ценностни компетенции. (UNESCO, 2017; Georgieva & Dimitrov, 2018; Ivanova, 2019; Bonnev, 2020; Bonnev & Petrova, 2020; Kostova, 2021).

### 6. Обобщение

Образователно-възпитателният процес в прогимназиален и гимназиален етап може да се дефинира като интегрирана система от обучение, възпитание и социализация, която осигурява цялостното развитие на ученика като знаеща, можеща, морално отговорна и социално активна личност. Той е фундаментален за формиране на компетентности, които подготвят младите хора за живота и активното участие в съвременното общество.

## VIII. Педагогическо взаимодействие сред природата

### 1. Същност и значение

Педагогическото взаимодействие сред природата представлява организиран процес на обучение, възпитание и социализация на учениците, който се реализира в естествената среда и използва природата като основен ресурс за педагогическо въздействие. То не се ограничава само до класната стая, а се осъществява чрез наблюдения, експерименти, проекти и практически дейности на открито. Този вид взаимодействие има двоен ефект: от една страна осигурява по-директен и конкретен контакт с природата, което спомага за усвояване на знания за екосистемите и природните процеси; от друга – развива ценностни и социални компетенции, като сътрудничество, отговорност и екологична култура (UNESCO, 2017; Mihailova & Petrova, 2017; Georgieva & Dimitrov, 2018; Ivanova, 2019; Bonnev, 2020).

### 2. Форми на педагогическо взаимодействие сред природата

- Наблюдения и изследвания на открито – учениците изучават растения, животни, водни и почвени екосистеми, климатични условия и взаимовръзките между тях;
- Проекти и практически дейности – засаждане на дървета, опазване на зелени площи, изследване на замърсяване на околната среда, рециклиране и компостиране;
- Игри и интерактивни методи на открито – екологични състезания, „учене чрез действие“, ролеви игри, симулации на природни процеси;
- Екскурзии и учебни походи – посещения на природни паркове, резерватни зони, научни станции, които позволяват наблюдение на природата в реална среда.

### 3. Възпитателен и социален ефект

Педагогическото взаимодействие сред природата създава условия за:



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



- Екологично възпитание – учениците развиват осъзнато отношение към природата и разбират значението на устойчивото поведение;
- Формиране на социални компетенции – сътрудничество, работа в екип, споделяне на отговорности и решения в групови дейности;
- Развитие на практически умения – умения за наблюдение, анализ, документиране на резултати, участие в проекти с конкретен екологичен ефект.

### 4. Методическа организация

За ефективно реализиране на педагогическо взаимодействие сред природата е необходимо:

- Планиране на учебното съдържание с конкретни цели и задачи за работа на открито;
- Осигуряване на безопасна и стимулираща среда за наблюдение и експерименти;
- Интегриране на междупредметни подходи (биология, химия, география, физика), за да се осигури комплексно усвояване на знанията;
- Използване на дигитални и визуални ресурси за документиране и анализ на наблюденията. (UNESCO, 2017; Mihailova & Petrova, 2017; Georgieva & Dimitrov, 2018; Ivanova, 2019; Bonnev, 2020; Bonnev & Petrova, 2020; Kostova, 2021).

### 5. Обобщение

Педагогическото взаимодействие сред природата е ключов компонент на екологичното образование, който обединява познавателни, ценностни и практически измерения на обучението. То не само повишава мотивацията и интереса на учениците към учебния процес, но и изгражда трайни екологични нагласи, социални умения и способност за активно участие в опазването на околната среда (UNESCO, 2017; Mihailova & Petrova, 2017; Georgieva & Dimitrov, 2018; Ivanova, 2019; Bonnev, 2020; Bonnev & Petrova, 2020; Kostova, 2021).

## IX. Проектно-базирана дейност като елемент от структурата на екологичния модел на педагогическото взаимодействие в средното училище

### 1. Същност и значение

Проектно-базираната дейност представлява организирана форма на учебно-педагогическа работа, при която учениците решават комплексни проблеми чрез интеграция на знания, умения и компетентности от различни учебни предмети. В контекста на екологичното образование тази дейност позволява учениците да прилагат теоретичните знания на практика, като изследват реални екологични проблеми и разработват конкретни решения за тяхното разрешаване.

Проектно-базираната дейност се характеризира с активност, самостоятелност, критично мислене и колективна работа, като в същото време стимулира интереса към природата и развива екологична култура (Маринова, 2018; Петрова, 2019; Тодорова, 2020).

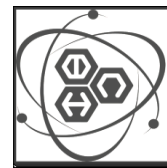
### 2. Форми и примери

Проектно-базираната дейност може да включва разнообразни форми, адаптирани към възрастта и компетенциите на учениците:

- Изследователски проекти – наблюдения на екосистеми, анализ на замърсяване, мониторинг на биоразнообразие.
- Еко-инициативи и кампании – училищни кампании за рециклиране, засаждане на дървета, опазване на водни ресурси.
- Междупредметни проекти – интегриране на биология, химия, география, физика и информационни технологии за разработване на устойчиви решения на екологични проблеми.
- Практически приложения – изграждане на компостни системи, създаване на учебни градини, моделиране на природни процеси (Иванова, 2020; Георгиева, 2021).



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



### 3. Педагогически ефекти

Проектно-базираната дейност има редица положителни ефекти върху развитието на учениците (Димитрова, 2019; Тодорова, 2020):

- Познвателни – усвояване на знания чрез практическа реализация и междудисциплинарни подходи;
- Ценностно-емоционални – формиране на екологична култура, отговорност и емпатия към природата;
- Социални и комуникативни – работа в екип, планиране и координиране на дейности, представяне на резултати пред аудитория.
- Практически умения – наблюдение, анализ на данни, експериментални методи, изготвяне на отчети и презентации.

### 4. Методическа организация

За успешното прилагане на проектно-базираната дейност в средното училище е необходимо (Петрова, 2019):

- Планиране и целеполагане – определяне на ясни цели, очаквани резултати и критерии за оценка;
- Подбор на ресурси и среда – включване на учебни кабинети, лаборатории, училищни дворове, природни терени и дигитални ресурси;
- Педагогическа подкрепа – насочване, координиране и фасилитиране на ученическите проекти от страна на учителя;
- Оценка и рефлексия – анализ на постигнатите резултати, обсъждане на проблемите и извеждане на изводи за подобряване на бъдещи проекти;
- Познвателен, ценностно-емоционален и практико-приложен компонент – ядрото на Екологичния подход, като осигуряват усвояването на знания, формиране на ценности и умения за практическо приложение;
- Предметно-пространствената среда осигурява необходимите условия за реализация на обучението и практическите дейности, включително класни стаи, лаборатории, зелени площи и дигитални ресурси (Иванова, 2020).

Проектно-базираната дейност обединява всички компоненти на практика – учениците решават реални проблеми, работят в екип и прилагат знанията си в реална среда, като развиват критично мислене и екологична култура;

Мотивацията и компетентностите на учителите са централната движеща сила, която гарантира ефективността на целия педагогически процес и подпомага интеграцията на теоретичното знание с практическите дейности (Маринова, 2018; Димитрова, 2019; Петрова, 2019; Тодорова, 2020; Георгиева, 2021).

### 5. Обобщение

Проектно-базираната дейност е ключов структурен елемент на екологичния модел на педагогическото взаимодействие, който осигурява интеграция на познавателното, ценностно-емоционалното и практико-приложното измерение на обучението. Тя развива у учениците самостоятелност, критично мислене, умения за сътрудничество и отговорност към природата, като същевременно ги мотивира да прилагат знанията си в реални житейски ситуации.

### X. Модел на екологичния подход в средното училище – основни елементи (Фигура 3)

- Познвателен компонент – формира знания за природата, екосистемите и устойчивото развитие;
- Ценностно-емоционален компонент – възпитава екологична култура, отговорност и емпатия;
- Практико-приложен компонент – включва експерименти, наблюдения, практически дейности и инициативи;
- Предметно-пространствена среда – осигурява класни стаи, лаборатории, училищен двор, зелени площи и дигитални ресурси за обучение;

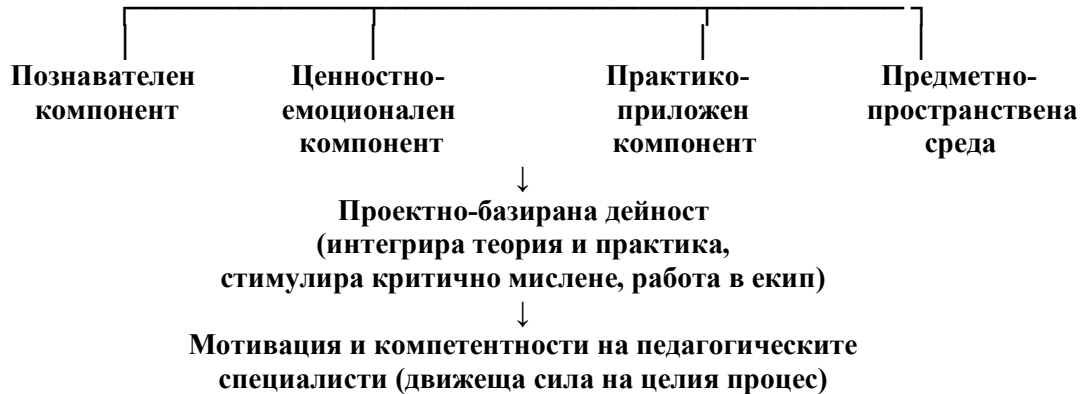


## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



- Мотивация и компетентности на педагогическите специалисти – двигател на педагогическото взаимодействие и гаранция за качествено прилагане на Екологичния подход;
- Проектно-базирана дейност – интегрира теория и практика, стимулира критично мислене и работа в екип.

### ЕКОЛОГИЧЕН ПОДХОД В ПЕДАГОГИЧЕСКОТО ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ



**Фигура 3.** Схема (ASC I. вариант) – Модел на екологичния подход в средното училище (Маринова, 2018; Димитрова, 2019; Петрова, 2019; Тодорова, 2020; Иванова, 2020)

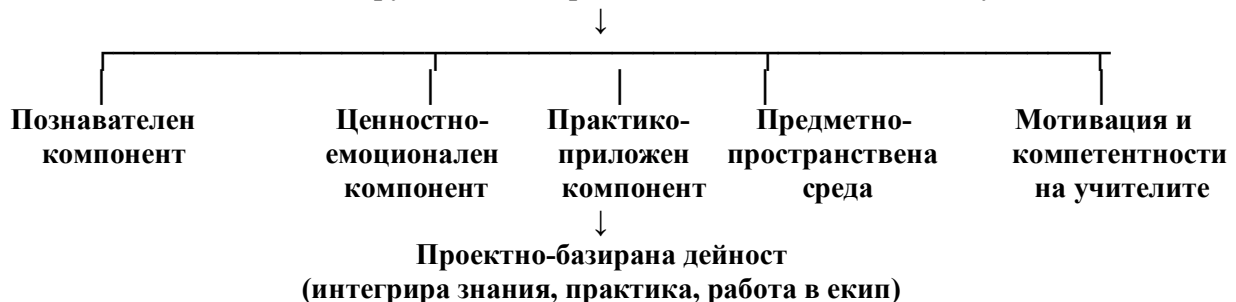
### XI. Модел на влиянието на сътрудничеството с общността върху екологичния подход

#### 1. Основни елементи на екологичния подход:

- Познавателен компонент
- Ценностно-емоционален компонент
- Практико-приложен компонент
- Предметно-пространствена среда
- Мотивация и компетентности на учителите
- Проектно-базирана дейност

**Фактор, влияещ върху структурата на екологичния подход:** Пълноценно сътрудничество и конструктивна комуникация със семейната общност и обществените институции.

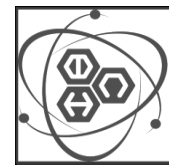
### Пълноценно сътрудничество с родители и обществени институции



**Фигура 4.** Схема (ASC II. вариант) – Модел на пълноценно сътрудничество с родители и обществени институции (Маринова, 2018; Димитрова, 2019; Петрова, 2019; Тодорова, 2020; Иванова, 2020)



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



### 2. Значение на взаимодействието с външната среда

Един от ключовите фактори за ефективното прилагане на екологичния подход в средното училище е интеграцията на училището с външната социална среда, включително семейната общност, местни институции, неправителствени организации и обществени структури. Това взаимодействие обогатява учебно-възпитателния процес и предоставя реални контексти, в които учениците могат да прилагат знанията и уменията си.

### 3. Роля на семейната общност

Семейството е първичният социален фактор за формиране на ценности, нагласи и поведение на учениците. Пълноценното сътрудничество с родителите включва:

- Информирание и консултиране относно екологични инициативи и учебни проекти;
- Активно включване в училищни дейности – участие в еко-проекти, кампании за почистване, засаждане на дървета и училищни градини;
- Подкрепа за формиране на екологични навици у децата чрез ежедневни практики в дома.

### 4. Роля на обществените институции и организации

Взаимодействието с външни институции (музеи, научни станции, природни паркове, екологични центрове) и НПО разширява възможностите на училището за практическо и интердисциплинарно обучение. Това включва:

Обмен на знания и ресурси – предоставяне на учебни материали, методически насоки и експертна подкрепа;

Участие в съвместни проекти – мониторинг на местни екосистеми, кампании за опазване на биоразнообразието и водни ресурси;

Образователни инициативи и събития – семинари, научни експедиции, екологични фестивали и конкурси (Маринова, 2018; Петрова, 2019; Димитрова, 2021).

### 5. Влияние върху структурата на екологичния подход

Пълноценното сътрудничество с родителите и институциите влияе на всички компоненти на екологичния модел:

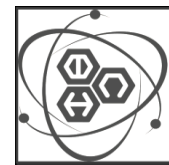
- **Познавателен компонент** – осигурява практическо усвояване на знания чрез наблюдения и изследвания извън училището;
- **Ценностно-емоционален компонент** – формира трайни екологични нагласи чрез участие в общностни инициативи и подкрепа от значими възрастни;
- **Практико-приложен компонент** – обогатява проекти и експерименти чрез ресурси и съдействие от външни партньори;
- **Предметно-пространствена среда** – разширява се отвъд училищния двор и класната стая, включвайки природни терени и обществени пространства;
- **Мотивация и компетентности на учителите** – взаимодействието с институции и родители увеличава професионалната удовлетвореност и стимулира иновации и колаборативна практика. (Маринова, 2018; Димитрова, 2019; Николов, 2019; Петрова, 2019; Георгиева, 2020; Тодорова, 2020; Иванова, 2020; Димитров, 2020; 2021).

### 6. Обобщение

Пълноценното сътрудничество и конструктивната комуникация със семейната общност и обществените институции са ключов фактор за ефективното функциониране на екологичния подход. Те осигуряват интеграция на училищното обучение с реалния социален и природен контекст, стимулират активното участие на учениците, укрепват ценностната и практическата ориентация на образователно-възпитателния процес и повишават качеството на педагогическото взаимодействие. (Маринова, 2018; Иванова, 2020).



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



**Обяснение на Модела за пълноценно сътрудничество с родители и обществени институции, онагледен с Фигура 4. Схема – ASC II. вариант (Маринова, 2018; Димитрова, 2019; Петрова, 2019; Тодорова, 2020; Иванова, 2020; Димитров, 2021):**

- Сътрудничеството с родителите и институциите е външен фактор, който влияе на всички структурни компоненти на екологичния подход;
- То обогатява **познавателния компонент** чрез реални наблюдения и експерименти извън училището;
- **Ценностно-емоционалният компонент** се засилва чрез участие в обществени инициативи и подкрепа от значими възрастни хора;
- **Практико-приложният компонент** се развива чрез ресурси, идеи и съвместни проекти;
- **Предметно-пространствената среда** се разширява извън училището, включвайки обществени и природни пространства;
- **Мотивацията и компетентностите на учителите** се увеличават чрез подкрепата, признанието и сътрудничеството с външни партньори;
- **Проектно-базираната дейност** е централният елемент, който интегрира всички компоненти на практика.

**Доказателствен материал за разпространение на резултатите от приложенията на екологичния модел на педагогическото взаимодействие в средното училище**

### **Значение на екологичния модел за разпространението на резултатите**

Ефективното прилагане на екологичния модел в средното училище предполага не само реализация на учебно-възпитателни цели, но и системно документиране, анализ и споделяне на резултатите. Разпространението на доказателствен материал е необходимо за осъществяване на следните дейности:

- Утвърждаване на ефективността на педагогическите подходи и интервенции;
- Обмяна на добри практики между училища, учители и образователни институции;
- Мотивация на учениците и педагогическите специалисти чрез визуализиране на постиженията;
- Въвеждане на иновации и оптимизация на учебно-възпитателния процес, базирана на емпирични данни.

### **Видове доказателствен материал**

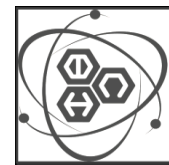
- Документация на учебните проекти – описания, дневници на наблюдения, анализ на резултатите от изследователски и практико-приложни дейности;
- Ученически продукти и резултати – презентации, постери, видеоматериали, есета и доклади, резултат от проектно-базирани дейности;
- Систематизирани наблюдения и оценки – резултати от тестове, анкети, рубрики за оценка на компетентности и поведение;
- Фото- и видеоматериали – визуална документация на експерименти, екологични акции, практически дейности и ученически инициативи;
- Научни публикации и доклади – участие на учители и ученици в конференции, състезания, образователни форуми, публикации в местни и национални списания;
- Обратна връзка от общността – мнения и оценки от родители, партньори, институции и неправителствени организации.

### **Методи за разпространение**

- Вътрешно училищни платформи и срещи – педагогически съвети, училищни изложби, ден на науката или екологията;
- Междуучилищни и регионални събития – конкурси, състезания и семинари за споделяне на добри практики;
- Онлайн платформи и социални мрежи – сайтове на училищата, блогове, дигитални портфолия, видеоканали за популяризиране на резултатите;



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



- Партньорства с институции – съвместни публикации, проекти и кампании с общини, природни паркове, научни станции и НПО;
- Научни конференции и публикации – представяне на методики и резултати в образователни и научни форуми (Маринова, 2018; 2019; Димитрова, 2019; Петрова, 2019; Георгиева, 2020; Петров, 2020; Тодорова, 2020; Иванова, 2020; Димитров, 2021).

### Ефекти от разпространението на резултатите

- Повишаване на качеството на образователния процес чрез въвеждане на доказани методики;
- Укрепване на екологичната култура сред ученици, родители и общественост;
- Мотивация и професионално развитие на учителите чрез признание и обмен на добри практики;
- Създаване на устойчиви партньорства между училището, семейството и институциите;
- Въдъхновение за нови проекти и инициативи в училищната общност и извън нея.

### Пример: Интердисциплинарни уроци на тема „Българското Възраждане – мостът, който свързва България с Европа“

На 3 февруари 2025 г. се проведеха Интердисциплинарни уроци за VII<sup>г</sup> клас – иновативен клас при Средно училище „Йоан Екзарх Български“ – гр. Шумен.

Учениците работиха по проекти, интегриращи следните учебни предмети: История и цивилизация, Български език и литература, Английски език, Математика, География и икономика, Химия и опазване на околната среда, Физическо възпитание и спорт, Музика и Информационни технологии.

Чрез интерактивни дъски и дигитални ресурси (**MozaBook, Kahoot**) учениците развиха критично мислене, творчески подходи и умения за работа в екип.

Практическите дейности включваха изчисляване на маршрути от Русе до Лайпциг, създаване на настолни лексикални игри, моделиране на розово масло чрез парна дестилация, изготвяне на реклами на традиционни продукти, музикални и спортни активности.

Резултатите включват презентации на екипни проекти, видеа, игри и дигитални тестове, документиращи приложението на знанията и уменията на учениците в реални ситуации.

### Благодарности

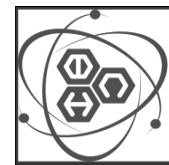
Настоящата публикация е подкрепена от проект „Теоретични, експериментални и методологични изследвания в химията“, №РД-08-79/03.02.2025 г.

### Литература

1. Бонев, С., Петрова, М., Екологично образование и устойчиво развитие в училище. София: Наука и образование, **2020**.
2. Георгиева, Д., Методи за обучение по природни науки с екологичен акцент. Пловдив: Просвета, **2018**.
3. Димитров, П., Научни публикации и доклади – участие на учители и ученици в конференции, състезания, образователни форуми, публикации в местни и национални списания. **2020; 2021**.
4. Иванов, А., Природни науки и екологично възпитание в 6.–12. клас. София: Булвест 2000, **2019**.
5. Костова, Р., Формиране на екологична култура чрез учебни проекти. Варна: Морски свят, **2021**.
6. Михайлова, Е., Димитров, П., Практико-приложни дейности в екологичното образование. София: Слово, **2017**.
7. United Nations, Sustainable Development Goals (SDGs). New York: United Nations, **2015**.
8. European Commission, Education for Green Skills and Sustainable Development. Brussels: EC Publications, **2020**.
9. Райчева, Л., Интегриране на екологични теми в учебния процес. София: Уч. Пед. **2022**.
10. UNESCO, Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives. Paris: UNESCO, **2017**.



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



### Измервания и анализ на радиационния гама-фон в района на с. Раювци и яз. Палици

Нина Архангелова<sup>1</sup>, Сениха Салим<sup>1</sup>, Георги Тодоров<sup>2</sup>, Татяна Димитрова<sup>1</sup>,  
Теодора Димова<sup>1</sup>, Димитрина Радева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Шуменски университет “Епископ Константин Преславски”, Факултет по природни науки,  
ул. “Университетска” 115, 9700 Шумен, България

<sup>2</sup>Професионална техническа гимназия „Симеон Велики“, ул. „Любен Каравелов“ 53,  
9850 Велики Преслав, България  
E-mail: n.arhangelova@shu.bg

**Резюме:** Нивата на радиоактивност в околната среда са ключов фактор при оценката на въздействието на естествената радиоактивност върху близките населени места. Получените данни са особено важни за осигуряване на обществената безопасност, особено в райони, често използвани за отдих и туризъм. За да се оцени гама-фонът, бяха извършени измервания *in situ* на две локации: село Раювци, разположено на 16 km западно от град Елена, и язовир Палици, разположен на 13 km от Елена. Резултатите не показват радиологичен риск, което потвърждава, че изследваните райони са безопасни за развлекателни и туристически дейности.

**Ключови думи:** село Раювци, язовир Палици, естествена радиоактивност, отдих, туризъм

### Measurements and analysis of the gamma radiation background in the area of the village of Rayuvtsi and Palitsa Dam

Nina Arhangelova<sup>1</sup>, Seniha Salim<sup>1</sup>, Georgi Todorov<sup>2</sup>, Tatyana Dimitrova<sup>1</sup>,  
Teodora Dimova<sup>1</sup>, Dimitrina Radeva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Konstantin Preslavski University of Shumen, Faculty of Natural Sciences,  
115 Universitetska Str. 9700 Shumen, Bulgaria

<sup>2</sup>Simeon Veliki Vocational technical school, 53 Lyuben Karavelov Str., 9850 Veliki Preslav, Bulgaria  
E-mail: n.arhangelova@shu.bg

**Abstract:** Environmental radioactivity levels are a key factor in evaluating the impact of natural radiation sources on nearby settlements. This data is particularly important for ensuring public safety, especially in areas frequently used for recreation and tourism. In order to assess the gamma background, *in situ* gamma radiation measurements were carried out at two outdoor locations: the village of Rayuvtsi, located 16 km west of the town of Elena, and the Palitsa Dam, situated 13 km from Elena. The findings suggest no radiological risk, confirming that the studied areas are safe for recreational and tourist activities.

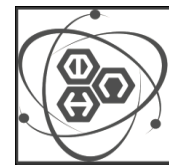
**Keywords:** Rayuvtsi, Palitsa Dam, natural radiation, recreation, tourism

#### Въведение

Облъчването, дължащо се на естествените източници на радиация, се оказва по-значимо за населението в световен мащаб, отколкото облъчванията от изкуствени източници. Данни за облъчването на населението от естествени радиоактивни източници по целия свят (в това число и в България) се представят периодично в доклади от Научния комитет по изучаване на действието на атомната радиация (НКДАР),



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



създаден от ООН през 1955 г. Средното световно излагане на естествени радиационни източници съгласно докладите на UNSCEAR за света е 2,4 mSv/y. Същата е стойността и за България. Отново съгласно докладите на UNSCEAR средната стойност на абсорбирана доза във въздуха на открито за България е 75 nGy/h [1].

Важна стъпка при оценката на естественят радиационен фон е провеждането на периодичен мониторинг, на база на който да се правят изводи, относно ползите и вредата от този вид облъчване. Разширяването на базата данни, използвана за определяне както на представителни стойности, така и на екстремни в облъчването е от съществено значение [2].

Във връзка с това оценката на нивата на естествена радиоактивност в различните райони от България, използвани масово за отдих и туризъм е важна част от информацията за здравословното състояние на населението. На територията на България е изградена система от 26 локални автоматични мониторингови станции, част от Европейската система за обмен на радиологични данни (EURDEP), които измерват радиационния гама-фон [3, 4]. Съгласно данни на Агенцията за ядрено регулиране измерените граници за радиационния гама-фон на територията на България са в интервал от 0,06 до 0,40  $\mu\text{Sv/h}$  [5].

### Материали и методи

Обекти на настоящото изследване са с. Раювци и яз. Палици, разположени в близост до гр. Елена:

✓ Село Раювци е разположено на 16 km западно от гр. Елена до яз. Йовковци, в зона достъпна за риболов. На единия от хълмовете на брега на язовир Йовковци е изграден Мемориален комплекс “Вълчан войвода”, който включва, масивен паметник на хайдутина Вълчан войвода, малък параклис „Света Петка Търновска”, кромлехи и няколко места за отдих – беседки и пейки;

✓ Язовир Палици се намира на 13 km източно от гр. Елена. На брега на язовира е разположен Комплекс "Язовир Палици", прекрасно място за риболов и почивка. В язовирът е изградено рибно стопанство.

### Пробовземане

Пробовземането е извършено на територията на: 1) Мемориален комплекс “Вълчан войвода”, с. Раювци, като е измерен гама-фона в 11 точки; 2) по брега около яз. Палици – 9 точки. Описание на точките на пробовземане и GPS координатите са представени в таблици 1 и 2 и фигури 1 и 2.

**Таблица 1.** Описание на точките на пробовземане около Мемориален комплекс “Вълчан войвода”, с. Раювци

Точка	N	E	Надморска височина [m]
1	42°55'530``	25°45'100``	403
2	42°55'910``	25°45'173``	404
3	42°55'898``	25°45'148``	404
4	42°55'903``	25°45'105``	405
5	42°55'894``	25°45'112``	401
6	42°55'877``	25°45'103``	399
7	42°55'873``	25°45'56``	401
8	42°55'865``	25°45'139``	394
9	42°55'853``	25°45'232``	394
10	42°55'828``	25°45'225``	397
11	42°55'838``	25°45'158``	390



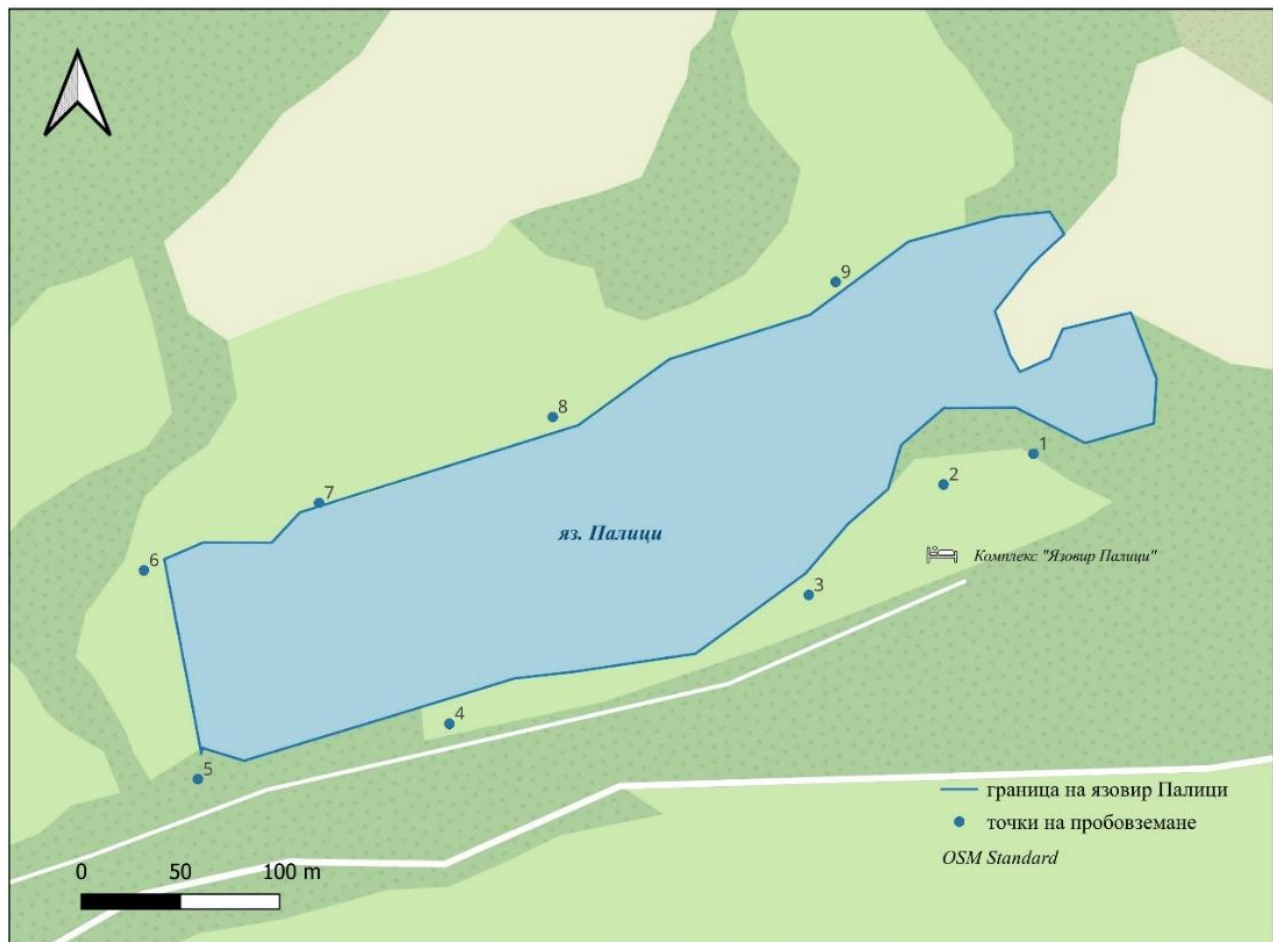
Таблица 2. Описание на точките на пробовземане около яз. Палици

Точка	N	E	Надморска височина [m]
1	42°55'370``	26°1'317``	440
2	42°55'361``	26°1'283``	430
3	42°55'331``	26°1'234``	441
4	42°55'297``	26°1'100``	425
5	42°55'282``	26°1'007``	431
6	42°55'339``	26°0'986``	431
7	42°55'357``	26°1'052``	428
8	42°55'380``	26°1'138``	425
9	42°55'417``	26°1'052``	427

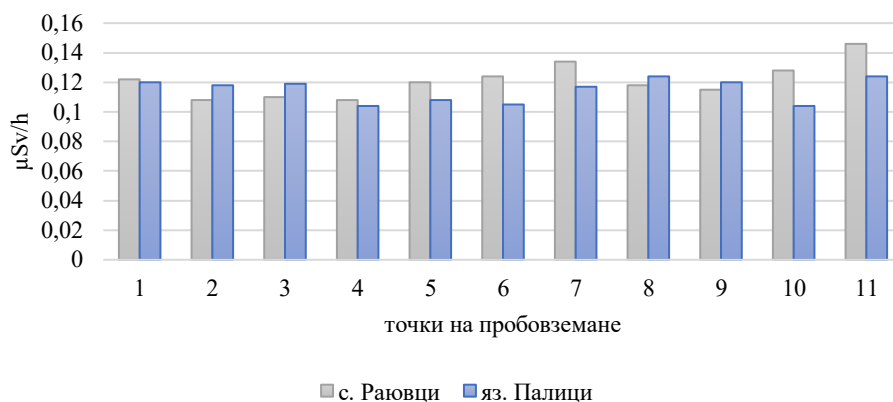


Фигура 1. Карта на Мемориален комплекс “Вълчан войвода”, с. Раювци с обозначени точки на пробовземане

Във всяка точка на разстояние 1 метър от земната повърхност над тревна площ с професионален радиометър IL-GS1 са направени по три измервания с времетраене на всяко 3 минути. Отчетените данни са представени графично на фиг. 3. Получените стойности са в интервала от 0,104 до 0,124  $\mu\text{Sv/h}$  за яз. Палици и от 0,108 до 0,146  $\mu\text{Sv/h}$  за Мемориален комплекс “Вълчан войвода”, с. Раювци. Мощностите на погълнатата доза за всички измерени места са по-ниски от нивото на фонова радиация (0,40  $\mu\text{Sv/h}$ ), посочено от Агенцията за ядрено регулиране за Република България [3]. В района на гр. Велико Търново е разположена най-близката станция за измерване на мощността на погълнатата доза, включена към мрежата от детектори, подаващи данни към Европейската система за обмен на радиологични данни [4]. За периода, през който са направени измерванията, средната отчетена стойност за гр. Велико Търново от автоматичната станция е 0,098  $\mu\text{Sv/h}$  [4].



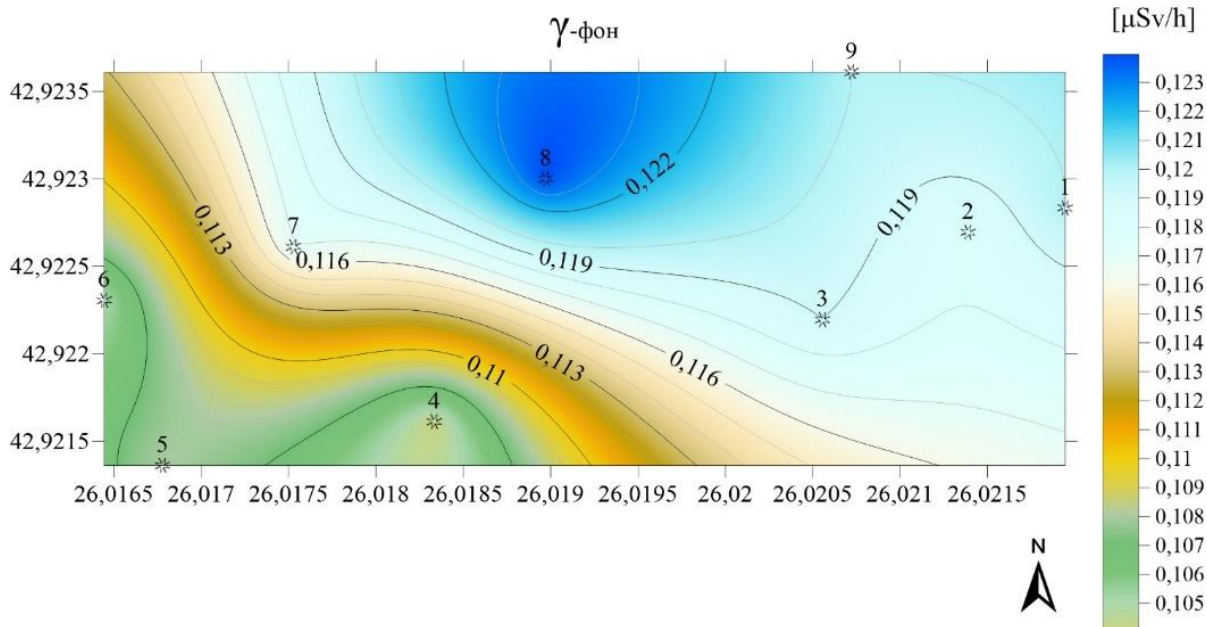
**Фигура 2.** Карта на яз. Палици с обозначени точки на пробовземане



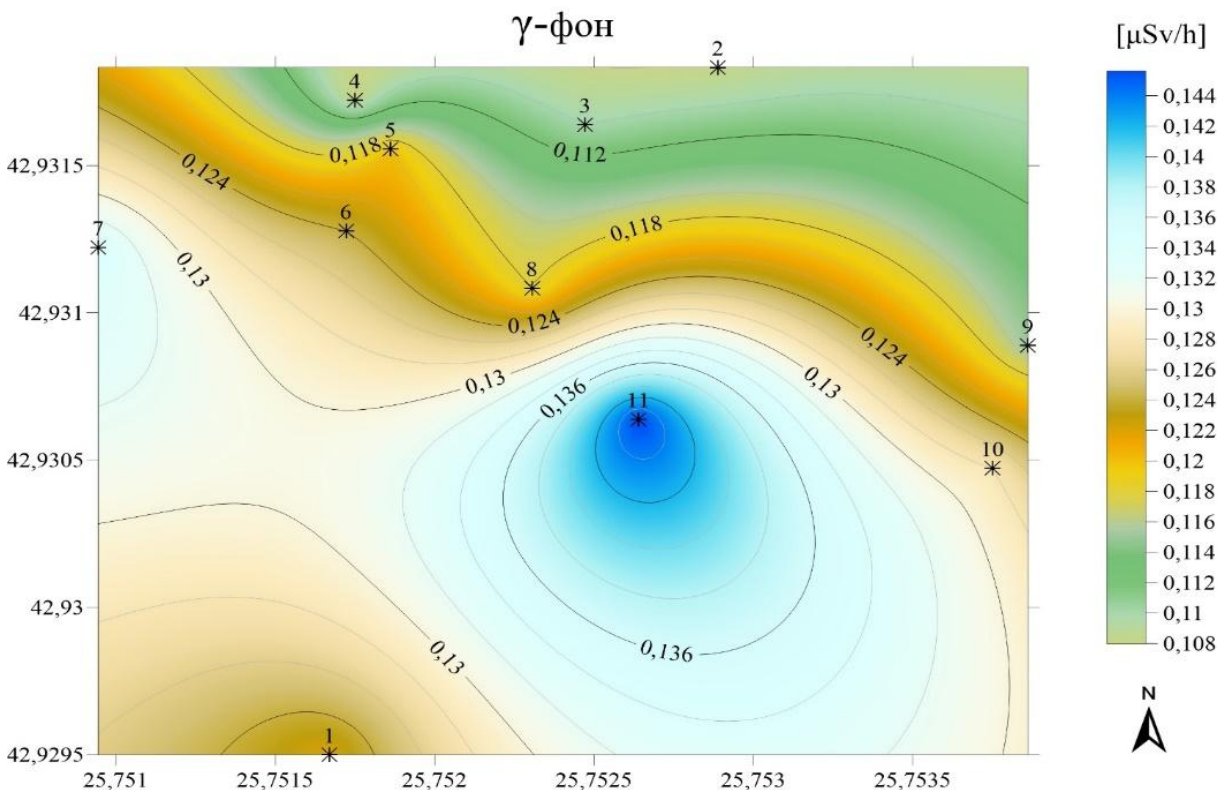
**Фигура 3.** Данни на измерения радиационен гама-фон в отделните точки от изследваните райони

Използвайки GPS координатите и радиационния гама-фон, чрез метода Kriging (в рамките на софтуера Surfer 20.1.195) са начертани карти на разпределението, представени на фигури 4 и 5. Геостатистическият метод Kriging беше използван за интерполация на пространствени данни, като оценява

стойността на променлива върху непрекъснато пространствено поле, използвайки ограничен брой точки с данни. Методът позволява да се направи предположение и оценка на стойности в неизмерени точки, като взема предвид пространствената корелация между наблюдаваните данни [6-8].



Фигура 4. Карта на разпределението на радиационния гама-фон в района на яз. Палици



Фигура 5. Карта на разпределението на радиационния гама-фон в района на Мемориален комплекс “Вълчан войвода”, с. Раювци



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



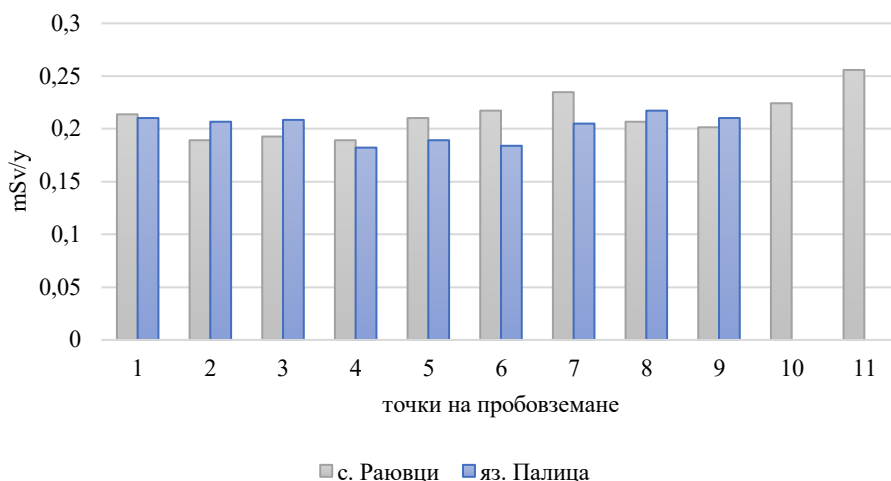
За определяне на радиационните ефекти върху човека могат да бъдат пресметнати различни коефициенти, един от които е годишната индивидуална ефективна доза. Съгласно докладите на UNSCEAR (1988, 1993, 2000) [9, 10], тя може да бъде получена използвайки директно измерените стойности на мощността на погълнатата доза и коефициента на заетост – частта от време, през което дадено лице е изложено на радиационно влияние. Счита се, че около 20% от времето хората прекарват на открито, поради което коефициентът за заетост на открито, който се използва е 0,2.

Годишната индивидуална ефективна доза получена на открито, може да бъде изчислена използвайки следната зависимост:

$$E_{out} = \chi \left[ \frac{\mu Sv}{h} \right] * 8760 \left[ \frac{h}{y} \right] * 0,2, \quad (1)$$

където с  $\chi$  е директно измерената мощността на погълнатата доза [2].

Получените резултати за годишната индивидуална ефективна доза са представени графично на фигура 6.



**Фигура 6.** Графично представяне на резултатите получени за годишната индивидуална ефективна доза на открито в района на Мемориален комплекс “Вълчан войвода”, с. Раювци и язовир Палици

Най-висока стойност за годишната индивидуална ефективна доза за Мемориален комплекс “Вълчан войвода”, с. Раювци е пресметната за т. 11 – 0,256 mSv/y, а най-ниска в точки 2 и 4 – 0,189 mSv/y. За яз. Палици най-висока стойност е отчетена в т. 8 – 0,217 mSv/y, а най-ниска в т. 4 – 0,182 mSv/y. Всички получени стойности са по-ниски от максимално допустимата граница за широката общественост, определен от UNSCEAR, 2000 – 1 mSv/y [2].

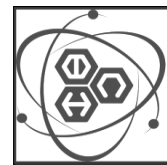
### Заклучение

В настоящата работа са представени резултати свързани с оценката на радиационния риск, по време на отход и туризъм в района на Мемориален комплекс “Вълчан войвода”, с. Раювци и язовир Палици, община Елена. Стойностите за мощността на погълнатата доза на открито варират от 0,104 до 0,146  $\mu Sv/h$ , като тези стойности са по-ниски от максималната за България 0,04  $\mu Sv/h$ , препоръчана от АЯР. Пресметнатата годишна индивидуална ефективна доза на открито е със средна стойност 0,207 mSv/y, при максимално допустима граница за широката общественост, определен от UNSCEAR (2000) от 1 mSv/y [2].

Получените карти на геостатистическо разпределение дават възможност да се определят средни стойности на радиационния гама-фон в районите около направеното пробовземане. Получените стойности са също в границите цитирани от АЯР и UNSCEAR (2000). Резултатите показват, че няма предпоставки за радиологичен риск, което прави изследваната зона безопасна и благоприятна за отход и туризъм.



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”

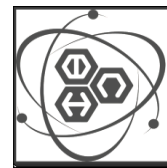


### Благодарности

Измерванията са направени с финансовата подкрепа на проект РД-08-113/05.02.2025 г. на ШУ ”Епископ Константин Преславски”.

### Литература

1. [bnra.bg/bg/polezna-informatsiya/estestveniyat-radiatsionen-fon-kato-faktor-za-vanshno-i-vatreshno-oblachvane-na-naselenieto/](http://bnra.bg/bg/polezna-informatsiya/estestveniyat-radiatsionen-fon-kato-faktor-za-vanshno-i-vatreshno-oblachvane-na-naselenieto/)
2. UNITED NATIONS PUBLICATION, UNSCEAR 2000 Report - Annex B, [https://www.unscear.org/unscear/uploads/documents/publications/UNSCEAR\\_2000\\_Annex-B.pdf](https://www.unscear.org/unscear/uploads/documents/publications/UNSCEAR_2000_Annex-B.pdf)
3. <https://eea.government.bg/bg/nsmos/radiation/auto-gamma-background>
4. <https://remon.jrc.ec.europa.eu/About/Rad-Data-Exchange>
5. <https://bnra.bg/bg/byuletin-za-gama-fona/>
6. Brown, R. B; Huddleston, J.H., Presentation of statistics data on Map units to the user. In spatial variabilities of soil and landform. *SSSA Special*, **1991**, 28, 127–147.
7. Ecker, M.D., Geostatistics: Past, Present and Future, Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under the Auspices of the UNESCO. Eolss Publishers, Oxford, UK, **2004**.
8. Isam Salih Mohamed Musa, Environmental Radiation: Natural Radioactivity Monitoring, *Ionizing and Non-ionizing Radiation*, **2019**, DOI: 10.5772/intechopen.85115.
9. UNSCEAR 1988 Report, Sources, effects and risks of ionizing radiation, General Assembly with Scientific Annexes, Sales No. E.88.IX.7, **1988**.
10. UNSCEAR 1993 Report, Sources, effects and risks of ionizing radiation, General Assembly with Scientific Annexes, Sales No. E.94.IX.2, **1994**.



## Immune Support under Stress Conditions: Adaptogenic Properties of *Sambucus nigra* Extracts

Dayana Manuelyan<sup>1</sup>, Yordan Georgiev<sup>1</sup>, Daniela Pehlivanova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Prof. Dr. Asen Zlatarov Burgas State University, Faculty of Medicine, Department of Physiology, Pathophysiology, Medical Genetics, Parasitology, Clinical Laboratory and Immunology, 1 Prof. Dr. Yakimov Blvd., 8010 Burgas, Bulgaria

<sup>2</sup> Bulgarian Academy of Sciences, Institute of Neurobiology, 23 Acad. Georgi Bonchev Blvd., 1113 Sofia, Bulgaria

E-mail: dayana.manuelyan@outlook.com

**Abstract:** The present study provides an overview of the adaptogenic and immune-modulatory properties of *Sambucus nigra* (black elderberry) extracts under stress conditions. Elderberry is traditionally used for the prevention and relief of respiratory infections, but modern research highlights its broader capacity to regulate immune and oxidative responses. Evidence from recent clinical, *in vivo*, and *in vitro* studies demonstrates that elderberry components: anthocyanins, flavonoids, and polysaccharides, exert both anti-inflammatory and immunostimulatory actions depending on the physiological context.

Clinical trials confirm that standardized elderberry extracts reduce the duration and severity of respiratory infections in humans. Animal studies reveal anti-inflammatory and vasorelaxant effects of elderflower extracts in LPS-induced immune stress, while cell culture experiments show antioxidant and metabolic balancing actions of fruit extracts. *In vitro* work on isolated polysaccharides further indicates enhanced dendritic-cell maturation and T-cell activation.

Our current project aims to extend this knowledge by examining the chronic administration of elderflower extract in an immune-stress model induced in juvenile Wistar rats. The study focuses on behavioral, inflammatory, and neurotrophic parameters during adolescence—a critical period of brain plasticity. The expected outcomes will help clarify the adaptogenic potential of *Sambucus nigra* in the context of immune stress and neurodevelopment.

**Keywords:** *Sambucus nigra*, immune stress, adaptogens, inflammation, polysaccharides, adolescence, LPS model

## Имунна подкрепа в условия на стрес: адаптогенни свойства на екстракти от *Sambucus nigra*

Даяна Мануелян<sup>1</sup>, Йордан Георгиев<sup>1</sup>, Даниела Пехливанова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Бургаски държавен университет „Проф. д-р Асен Златаров“, Факултет по медицина, Катедра „Физиология, патофизиология, медицинска генетика, паразитология, клинична лаборатория и имунология“, бул. Проф. д-р Якимов 1, 8010 Бургас, България

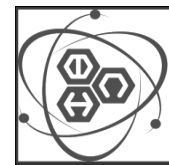
<sup>2</sup> Българска академия на науките, Институт по невробиология, ул. Акад. Георги Бончев, бл. 23, 1113 София, България

E-mail: dayana.manuelyan@outlook.com

**Резюме:** Настоящото изследване разглежда адаптогенните и имуномодулиращите свойства на екстракти от *Sambucus nigra* (черен бъз) в условия на стрес. Бъзът традиционно се използва за профилактика и облекчаване на респираторни инфекции, но съвременните изследвания подчертават по-широкия му потенциал да регулира имунните и оксидативните реакции. Данни от скорошни клинични, *in vivo* и *in vitro* проучвания показват, че компонентите на бъза – антоцианини, флавоноиди и полизахариди,



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



проявяват както противовъзпалителна, така и имуностимулираща активност в зависимост от физиологичния контекст.

Клиничните проучвания потвърждават, че стандартизирани екстракти от черен бъз намаляват продължителността и тежестта на респираторните инфекции при хора. Изследвания върху животински модели показват противовъзпалителни и вазорелаксиращи ефекти на екстракти от цветовете при LPS-индуциран имуен стрес, докато клетъчните експерименти демонстрират антиоксидантно и метаболитно балансиращо действие на екстрактите от плодовете. *In vitro* изследвания с изолирани полизахариди показват също засилено съзряване на дендритните клетки и активация на T-лимфоцитите.

Нашият проект има за цел да надгради тези знания чрез изследване на ефекта от хроничното прилагане на екстракт от цвят на *Sambucus nigra* в модел на LPS-индуциран имуен стрес при ювенилни плъхове от линията Wistar. Проучването се фокусира върху поведенчески, възпалителни и невротропни параметри по време на юношеството – критичен период на мозъчна пластичност. Очакваните резултати ще допринесат за по-задълбочено разбиране на адаптогенния потенциал на *Sambucus nigra* в контекста на имунния стрес и невроразвитието.

**Ключови думи:** *Sambucus nigra*, имуен стрес, адаптогени, възпаление, полизахариди, юношество, LPS модел

### 1. Introduction

Stressful environmental and physiological conditions can profoundly affect immune system function, leading to altered cytokine profiles, increased oxidative damage, and reduced resilience to infection. The concept of immune stress encompasses both acute and chronic challenges that activate the hypothalamic–pituitary–adrenal (HPA) axis and inflammatory signaling cascades. Under such conditions, maintaining immune balance requires adaptive responses supported by both endogenous and dietary factors.

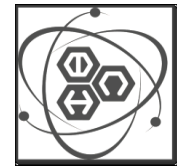
Adaptogens are natural substances that enhance the body’s ability to adapt to stress and restore homeostasis. In recent years, several plant extracts have been investigated for their capacity to modulate immune and inflammatory pathways without overstimulation [1]. *Sambucus nigra* L. (black elderberry) has drawn significant attention due to its long-standing use in traditional medicine, as well as in modern approaches for treating colds, influenza, and SARS-CoV-2 [2-4]. Elderberry flowers and fruits contain a wide range of bioactive compounds, including flavonoids (rutin, quercetin), anthocyanins (cyanidin derivatives), and complex polysaccharides with potential immunomodulatory activity [5-10].

Modern pharmacological studies demonstrate that elderberry extracts may act as adaptogens by regulating cytokine production, enhancing antioxidant defenses, and balancing pro- and anti-inflammatory responses [5-10]. These effects have been documented in human clinical trials, *in vivo* animal models, and *in vitro* cellular systems [1-12], suggesting a broad immunoregulatory and prebiotic potential [10]. However, little is known about how these properties translate to developmental stages, such as adolescence, where immune stress may have long-term effects on brain and behavioral function.

This study aimed to provide a brief descriptive review of the available literature data on the beneficial properties of some *Sambucus* species on immunity and inflammation and to outline the prospects for our future preclinical study.

### 2. Clinical evidence for immune support in viral infections

Hawkins et al. (2019) carried out a meta-analysis of randomized controlled trials involving 180 participants with upper respiratory infections [11]. The study demonstrated that supplementation with standardized elderberry extract significantly reduced the duration of illness (by approximately two days) and symptom severity compared to placebo. These findings confirm that *Sambucus nigra* is a safe and effective supportive therapy for immune stress caused by viral infections [11]. Elderberry’s anthocyanins and flavonoids are believed to contribute to these effects through antioxidant and antiviral mechanisms [13-16].



### 3. Pediatric application in recurrent infections

Giannattasio et al. (2022) performed a real-world clinical study in pediatric primary care involving 298 children with recurrent respiratory infections (RRIs) [12]. Of these, 160 received oral drops containing elderberry extract combined with  $\beta$ -glucan, zinc, and vitamin D<sub>3</sub> for four months. Compared with the control group (138 children on standard care only), the treated group showed a significant reduction in infection frequency and duration ( $p < 0.001$ ), improved overall well-being, and no reported adverse effects [12]. This highlights the safety and efficacy of elderberry-based supplements in children.

Although a small group of patients was studied, there are contradictory studies that show no benefit from using elderberry extract to treat influenza in patients 5 years of age and older who are admitted to the emergency room within 48 hours of the onset of symptoms [17].

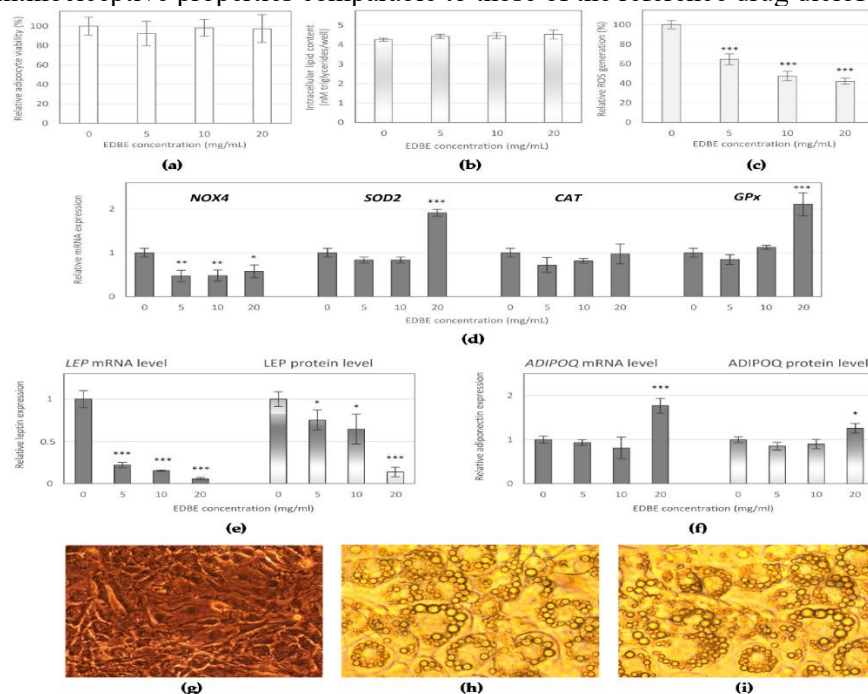
The study of two patented formulas (for adults and children) containing probiotics and elderberry extract showed that they were able to enhance the activity of probiotics and enhance their immunomodulatory activity in ex vivo human peripheral blood cells. Elderberry extract demonstrated effectiveness in increasing cytokine production, but it also had the same capacity for specific regulation of IL-6 and IL-10 expression, probably synergistic with the probiotics in these tested formulas [18].

Clinical studies support the presumption that the combined formulas, including *Sambucus nigra* extract together with other bioactive molecules, seem to be more efficient against tonsillitis in children [19].

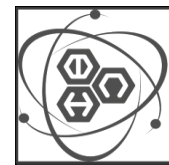
### 4. Elderberry fruit extract alleviates oxidative and inflammatory stress

Zielińska-Wasielica et al. (2019) investigated the effects of *Sambucus nigra* fruit extract (EDBE) on hypertrophied 3T3-L1 adipocytes and LPS-activated RAW 264.7 macrophages [6]. The treatment was found to be safe for cells and significantly reduced oxidative stress and inflammation. Elderberry extract decreased the expression of NOX4 (a ROS-producing enzyme) while up-regulating antioxidant enzymes SOD2 and GPx. It also modulated adipokines, lowering leptin (LEP) and increasing adiponectin (ADIPOQ) expression markers associated with improved insulin sensitivity (Fig. 1) [6].

Elderberry anthocyanins demonstrated a significant protective effect on endothelial cells against some of the most common oxidative stressors [14]. Furthermore, *Sambucus nigra* fruit and flower extracts possess anti-inflammatory and antinociceptive properties comparable to those of the reference drug diclofenac in mice [9].



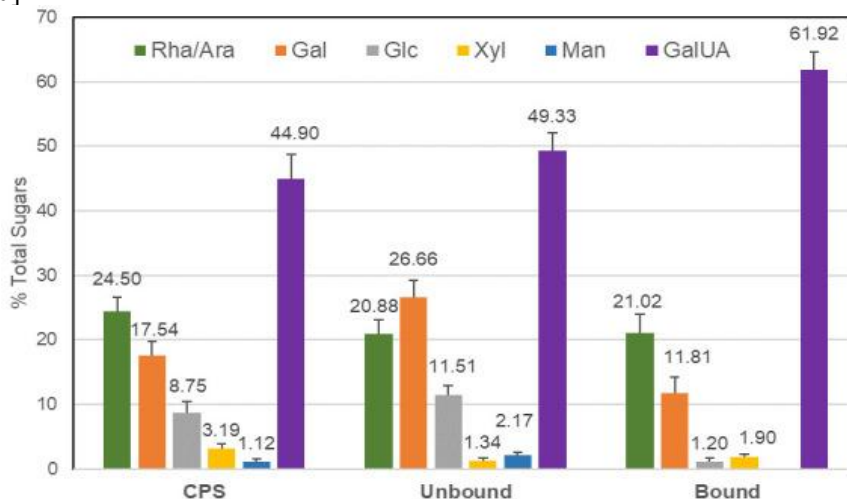
**Figure 1.** Effects of *Sambucus nigra* fruit extract on cellular viability, oxidative stress, and adipokine regulation in hypertrophied adipocytes (adapted from Zielińska-Wasielica et al., 2019)



### 5. Elderberry polysaccharides as key immune-active molecules

Stich et al. (2022) isolated water-soluble polysaccharides from *Sambucus nigra* fruit extract and fractionated them by DEAE-Sepharose chromatography into crude (CPS), unbound, and bound fractions [7]. Chemical analysis revealed that galacturonic acid (GalUA) dominated the bound fraction (~62%), suggesting a pectic structure. These polysaccharides stimulated dendritic cell maturation and enhanced T-cell activation, increasing cytokine production (IL-6, TNF- $\alpha$ , IFN- $\gamma$ ) [7]. This finding identified polysaccharides, rather than anthocyanins, as the primary immunomodulatory constituents of elderberry (Fig. 2) [7].

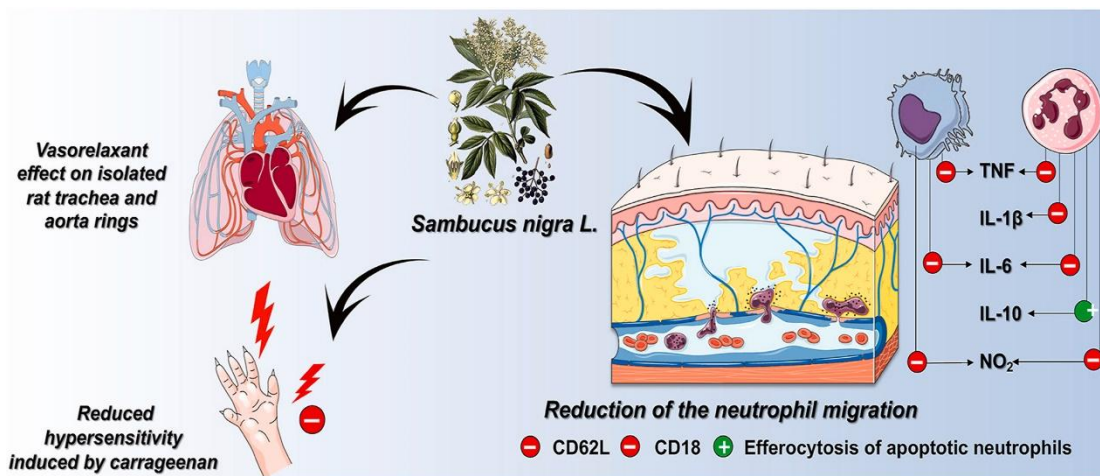
Additional studies have confirmed that *Sambucus nigra* extracts possess potent antiviral properties through multiple mechanisms, including inhibition of viral attachment and replication, and stimulation of interferon responses [15, 16, 20].



**Figure 2.** Monosaccharide composition of elderberry polysaccharide fractions: crude (CPS), unbound, and bound (adapted from Stich et al., 2022)

### 6. Anti-inflammatory and vasorelaxant effects of elderflower extract *in vivo*

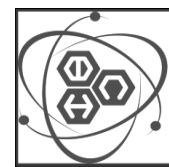
Santin et al. (2022) demonstrated that freeze-dried elderflower extract reduces inflammation in an LPS-induced mouse model [8]. The extract decreased pro-inflammatory cytokines (TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$ , IL-6, NO $_2^-$ ) and increased anti-inflammatory IL-10, resulting in reduced neutrophil and macrophage infiltration and enhanced efferocytosis (clearance of apoptotic cells) [8]. Additional findings included vasorelaxant effects on isolated rat trachea and aorta and decreased carrageenan-induced hypersensitivity (Fig. 3) [8].



**Figure 3.** Summary of the anti-inflammatory, vasorelaxant, and immunomodulatory actions of *Sambucus nigra* extract (adapted from Santin et al., 2022)



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



Clinical studies on patients with mild cognitive decline treated for 6 months with *Sambucus canadensis* juice showed an improvement in their cognitive abilities with a beneficial effect on visual-spatial cognitive flexibility and a reduction in inflammatory parameters [21].

### 7. Discussion and Perspectives

The available evidence supports the view that *Sambucus nigra* acts as a complex adaptogenic system, capable of both stimulating and regulating immune responses depending on the physiological context. Clinical studies (Hawkins et al., 2019; Giannattasio et al., 2022) demonstrate that standardized elderberry preparations reduce the duration and severity of respiratory infections and are safe for both adults and children [11, 12, 19]. These outcomes highlight elderberry's role as a supportive intervention under immune stress of viral origin.

At the cellular level, fruit extracts rich in anthocyanins have been shown to counteract oxidative and metabolic stress (Zielińska-Wasielica et al., 2019) [6, 14], while elderflower preparations display marked anti-inflammatory and vasorelaxant actions *in vivo* (Santin et al., 2022; Seymenska et al., 2024) [8, 9]. Together, these findings indicate that *Sambucus nigra* can modulate the balance between pro- and anti-inflammatory cytokines, limit reactive oxygen species formation, and improve tissue recovery under inflammatory conditions [6, 8, 9, 14].

Recent work by Stich et al. (2022) has identified water-soluble polysaccharides as the major bioactive components responsible for these effects [7]. These macromolecules enhance dendritic cell maturation and T-cell activation, suggesting that the immunomodulatory capacity of elderberry extends beyond antioxidant mechanisms to include regulation of innate–adaptive immune crosstalk [7, 15, 16, 20].

The detailed analysis of the composition of Bulgarian mountain elderberry showed the beneficial influence of high altitude and low temperatures on several biologically active components of the flower extract [22].

Our experimental project builds upon this evidence by exploring the impact of elderflower extract on immune stress during adolescence [8, 11]. This period is characterized by heightened vulnerability of the brain to inflammation-related disturbances. Chronic LPS challenge in juvenile rats represents a relevant model to study how natural adaptogens may preserve neuroimmune balance and behavioral stability. The integration of behavioral, inflammatory, and neurotrophic data will help clarify whether elderflower extract can mitigate stress-induced dysfunction in neurodevelopmental contexts.

The expected results will provide valuable insight into how traditional herbal remedies like *Sambucus nigra* might contribute to modern concepts of immune resilience and stress adaptation. Such findings could support the rational use of elderberry-based preparations in conditions where the immune and nervous systems are under simultaneous challenge.

### 8. Conclusions

*Sambucus nigra* represents a valuable natural source of bioactive compounds with adaptogenic and immunomodulatory properties. Evidence from clinical, cellular, and animal studies demonstrates that elderberry extracts can shorten the duration of respiratory infections, alleviate oxidative and inflammatory stress, and support immune balance [5-9, 11, 12, 14]. Polysaccharides, anthocyanins, and flavonoids appear to act synergistically, contributing to both antioxidant protection and immune regulation [6-9, 14].

Our ongoing experimental study is designed to extend this knowledge to the adolescent stage, aiming to evaluate how elderflower extract influences inflammation, neurotrophic signaling, and behavior under immune stress [8, 11]. These results are expected to provide new insights into the adaptogenic potential of *Sambucus nigra* and its possible applications in stress-related and developmental disorders.

### 9. Acknowledgments and Funding

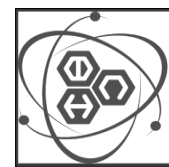
This work was financially supported by the Prof. Dr. Assen Zlatarov Burgas State University, Bulgaria, Contract No. 522/2025.

### 10. References

1. Brendler, T., Al-Harrasi, A., Bauer, R., Gafner, S., Hardy, M.L., Heinrich, M., Hosseinzadeh, H., Izzo, A.A., Michaelis, M., Nassiri-Asl, M., Panossian, A., Wasser, S.P., Williamson, E.M. Botanical drugs and



XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО  
УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



- supplements affecting the immune response in the time of COVID-19: Implications for research and clinical practice. *Phytotherapy Research*, **2021**, *35(6)*, 3013–3031, doi:10.1002/ptr.7008, PMID: 33373071.
2. Kinoshita, E., Hayashi, K., Katayama, H., Hayashi, T., Obata, A. Anti-influenza virus effects of elderberry juice and its fractions. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, **2012**, *76(9)*, 1633–1638. doi:10.1271/bbb.120112, PMID: 22972323.
  3. Stepień, A.E., Trojniak, J., Tabarkiewicz, J. Health-Promoting Properties: Anti-Inflammatory and Anticancer Properties of *Sambucus nigra* L. Flowers and Fruits. *Molecules*, **2023**, *28(17)*, 6235, doi:10.3390/molecules28176235, PMID: 37687064, PMCID: PMC10489118.
  4. Setz, C., Rauch, P., Setz, M., Breitenberger, S., Plattner, S., Schubert, U. Synergistic Antiviral Activity of European Black Elderberry Fruit Extract and Quinine Against SARS-CoV-2 and Influenza A Virus. *Nutrients*, **2025**, *17(7)*, 1205, doi:10.3390/nu17071205, PMID: 40218964, PMCID: PMC11990106.
  5. Młynarczyk, K., Walkowiak-Tomczak, D., Łysiak, G.P. Bioactive properties of *Sambucus nigra* L. as a functional ingredient for food and pharmaceutical industry. *Journal of Functional Foods*, **2018**, *40*, 377–390, doi:10.1016/j.jff.2017.11.025, PMID: 32362939, PMCID: PMC7185606.
  6. Zielińska-Wasielica, J., Olejnik, A., Kowalska, K. et al. Elderberry (*Sambucus nigra* L.) fruit extract alleviates oxidative stress, insulin resistance, and inflammation in hypertrophied 3T3-L1 adipocytes and activated RAW 264.7 macrophages. *Foods*, **2019**, *8(8)*, 326.
  7. Stich, L., Schink, A., Schröder, L. et al. Polysaccharides from European black elderberry extract enhance dendritic cell-mediated T cell immune responses. *International Journal of Molecular Sciences*, **2022**, *23(8)*, 3949.
  8. Santin, J.R. et al. *Sambucus nigra*: A traditional medicine effective in reducing inflammation in mice. *Journal of Ethnopharmacology*, **2022**, *283*, 114670.
  9. Seymenska, D., Teneva, D., Nikolova, I., Benbassat, N., Denev, P. *In Vivo* Anti-Inflammatory and Antinociceptive Activities of Black Elder (*Sambucus nigra* L.) Fruit and Flower Extracts. *Pharmaceuticals (Basel)*, **2024**, *17(4)*, 409, doi:10.3390/ph17040409, PMID: 38675372, PMCID: PMC11054073.
  10. Haş, I.M., Teleky, B.E., Szabo, K., Simon, E., Ranga, F., Diaconeasa, Z.M., Purza, A.L., Vodnar, D.C., Tit, D.M., Nişescu, M. Bioactive Potential of Elderberry (*Sambucus nigra* L.): Antioxidant, Antimicrobial Activity, Bioaccessibility and Prebiotic Potential. *Molecules*, **2023**, *28(7)*, 3099, doi:10.3390/molecules28073099, PMID: 37049862, PMCID: PMC10095832.
  11. Hawkins, J., Baker, C., Cherry, L., Dunne, E. Black elderberry supplementation effectively treats upper respiratory symptoms: A meta-analysis of randomized, controlled clinical trials. *Complementary Therapies in Medicine*, **2019**, *42*, 361–365.
  12. Giannattasio, A. et al. Primary care experience with Stimunex drops in children with recurrent respiratory infections: A real-world study during the COVID-19 pandemic era. *Allergologia et Immunopathologia (Madr)*. **2022**, *50(4)*, 94–101.
  13. Merez-Sadowska, A., Sitarek, P., Zajdel, K., Sztandera, W., Zajdel, R. Genus *Sambucus*: Exploring Its Potential as a Functional Food Ingredient with Neuroprotective Properties Mediated by Antioxidant and Anti-Inflammatory Mechanisms. *International Journal of Molecular Sciences*, **2024**, *25(14)*, 7843. doi:10.3390/ijms25147843, PMID: 39063085, PMCID: PMC11277136.
  14. Youdim, K.A., Martin, A., Joseph, J.A. Incorporation of the elderberry anthocyanins by endothelial cells increases protection against oxidative stress. *Free Radical Biology and Medicine*, **2000**, *29(1)*, 51–60, doi:10.1016/s0891-5849(00)00329-4, PMID: 10962205.
  15. Denaro, M., Smeriglio, A., Barreca, D., De Francesco, C., Occhiuto, C., Milano, G., Trombetta, D. Antiviral activity of plants and their isolated bioactive compounds: An update. *Phytotherapy Research*, **2020**, *34*, 742–768, doi:10.1002/ptr.6575.
  16. Mocanu, M.L., Amariei, S. Elderberries - A Source of Bioactive Compounds with Antiviral Action. *Plants (Basel)*, **2022**, *11(6)*, 740, doi:10.3390/plants11060740, PMID: 35336621, PMCID: PMC8948669.
  17. Macknin, M., Wolski, K., Negrey, J., Mace, S. Elderberry Extract Outpatient Influenza Treatment for Emergency Room Patients Ages 5 and Above: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial.



XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО  
УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”

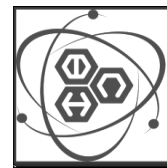


*Journal of General Internal Medicine*, **2020**, 35(11), 3271–3277, doi:10.1007/s11606-020-06170-w, PMID: 32929634, PMCID: PMC7661609.

18. Cappellucci, G., Baini, G., Miraldi, E., Pauletto, L., De Togni, H., Raso, F., Biagi, M. Investigation on the Efficacy of Two Food Supplements Containing a Fixed Combination of Selected Probiotics and  $\beta$ -Glucans or Elderberry Extract for the Immune System: Modulation on Cytokines Expression in Human THP-1 and PBMC. *Foods*, **2024**, 13(3), 458. doi:10.3390/foods13030458, PMID: 38338593, PMCID: PMC10855234.
19. Di Stadio, A., Della Volpe, A., Korsch, F.M., De Lucia, A., Ralli, M., Martines, F., Ricci, G. Difensil Immuno Reduces Recurrence and Severity of Tonsillitis in Children: A Randomized Controlled Trial. *Nutrients*, **2020**, 12(6):1637, doi:10.3390/nu12061637, PMID: 32498216, PMCID: PMC7352765.
20. Bartak, M., Lange, A., Słonska, A., Cymerys, J. Antiviral and healing potential of Sambucus nigra extracts. *Bionatura*, **2020**, 5, 1264–1270, doi:10.21931/RB/2020.05.03.18.
21. Curtis, A.F., Musich, M., Costa, A.N., Gonzales, J., Gonzales, H., Ferguson, B.J., Kille, B., Thomas, A.L., Wei, X., Liu, P., Greenlief, C.M., Shenker, J.I., Beversdorf, D.Q. Feasibility and Preliminary Efficacy of American Elderberry Juice for Improving Cognition and Inflammation in Patients with Mild Cognitive Impairment. *International Journal of Molecular Sciences*, **2024**, 25(8), 4352. doi:10.3390/ijms25084352, PMID: 38673938, PMCID: PMC11050618.
22. Gentsheva, G., Milkova-Tomova, I., Nikolova, K., Buhalova, D., Andonova, V., Gugleva, V., Petkova, N., Yotkovska, I., Ivanova, N. Antioxidant activity and chemical characteristics of *Sambucus nigra* L. blossom from different regions in Bulgaria. *Horticulturae*, **2022**, 8, 309, doi:10.3390/horticulturae8040309.



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



### **Биоразнообразие в дълбоките части на океана – тайни и промени**

**Георги Александров**

*СУ „Христо Ботев“, ул. Александровска 3, 7000 Русе, България*

E-mail: nevi\_84@abv.bg

**Резюме:** Настоящият доклад акцентира върху условията и средата на живот в дълбоководните океански части (абисалната и хадопелагичната зони) – дълбочина, температура, соленост на водата, биоразнообразие, интересни морски видове, както и върху климатичните и антропогенни промени.

**Ключови морска среда, биоразнообразие, климатични промени, човешка дейност, редки риби**

### **Biodiversity in the deep parts of the ocean – secrets and changes**

**George Alexandrov**

*Hristo Botev Secondary School, 3 Aleksandrovska Street, 7000 Ruse, Bulgaria*

E-mail: nevi\_84@abv.bg

**Abstract:** This report focuses on the conditions and environment of life in the deep ocean (abyssal and hadalpelagic zones) – depth, temperature, water salinity, biodiversity, interesting marine species, as well as climatic and anthropological changes.

**Keywords:** marine environment, biodiversity, climate change, human activity, rare fish

#### **1. Биоразнообразие в дълбоководните океански части – характеристика**

За биологичното разнообразие в дълбоките океански части се знае малко. Именно поради това се буди интереса на множество изследователи, специалисти и любители към изследването им. Животинското и растителното разнообразие се дължи именно на океаните, тъй като в тях се заражда живота [1]. Известните морски видове/риби са стотици хиляди, а поне още толкова не са открити от учените. Морските региони се отличават с най-голямо биоразнообразие и това богатство обуславя защитата на океаните от промените в околната среда. Биологичното разнообразие в дълбоките части на океана играе ключова роля за неговата устойчивост и смекчаване вредните последици от климатичните промени. Морските екосистеми произвеждат и съхраняват огромни количества кислород и въглерод. Морското биоразнообразие също така предоставя условия за развиване на човешки поминък (прехрана, храна, вода, продоволствена сигурност, научни изследвания, лечение, културно и психо-физическо благополучие) [2].

В дълбоките океански води се съдържа живот, който е важен и за сушата. Морските видове на големи дълбочини са адаптирани успешно към тъмнина/мрак, високо налягане, ниски температури, сурови условия на живот. За тези морски видове, тяхното устройство, местообитание, екосистеми не се знае много сред широката общественост, но това е важно, за да може да се изгради адекватна оценка за околната среда. Интересно е да се знае, че освен екологичното и биологичното, има и голямо културно разнообразие в дълбоководните части на океана (артефакти, естествена среда) [3], за изучаването на което се включва и съвременния изкуствен интелект [4]. Изключително голям интерес човечеството проявява към различните минерални образувания на дъното на океаните (Фиг. 1). Най-често те са във вид на метални топчета, които съдържат ценни химични елементи като манган, магнезий, мед, никел и други. Поради голямата дълбочина добивът им, обаче, е много трудоемък и твърде скъп [5].



**Фигура 1.** Метално минерално образувание от дъното на Тихия океан на дълбочина 5000 м [5]

Вследствие на климатични и антропогенни промени настъпват физични и химични изменения на океанската вода, водещи до вредни последици за морските екосистеми. Уязвимите морски екосистеми постепенно се видоизменят. Морските видове са изложени на риск. Наблюдава се миграция и затруднена адаптация. Променят се ареали и местообитания [6]. Изменението на климата променя температурата, изменя кислорода, валежите, окисляването на океаните. Антропогенната намеса в природата води до огромни количества парникови газове, въглероден диоксид, вече абсорбирани в океаните. Намалява концентрацията на разтворен кислород и океанската циркулация. Тези факти са огромен риск за живота в дълбоководните морски екосистеми [7].

Устойчивостта на океанското биоразнообразие може да се подсили, чрез непосредствено редуциране на антропогенната дейност, водеща до силен морски стрес. Възвръщането на разнообразните морски обитатели може да продължи цялостния живот на морските екосистеми в океаните, с което да се подобри и цялостното човешко благосъстояние [8].

## **2. Абисална океанска зона – същност и характеристика**

От екологична гледна точка океаните са разделени на зони. В настоящия доклад акцент поставям на две от тях – абисална и хадопелагична. Това са особени специфични зони, обхващащи цялото океанско дъно. Абисалната зона е част/пласт от пелагичната зона и се простира на 4000 – 6000 m дълбочина (Фиг. 2). Заема 83% от океанската повърхност и 60% от земната повърхност. Отличава се с постоянна соленост, плътност, много ниска температура, липса на слънчева светлина, относителна слаба подвижност и налягане до 76 MPa. Релефът ѝ се състои от подводни плата и хребети и от големи морски котловини, прорязани от дълбоководни ровове (падини). Главният източник на храна на морските видове в тази зона идва от феномена „морски сняг“ [9]. При този феномен останки от неорганичен произход (като прах от континент) и от органичен произход (като плактон) се утаяват от горните слоеве на океана към по-долните, предоставяйки храна на морските видове там [10].



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



**Фигура 2.** Слоевете на пелагичната област – абисална зона [11]

Интересен факт за тази зона, е че заема 77% от океанското дъно на земята. То е изградено от базалтови скали, припокрити с дълбоководни морски утайки и се характеризира със слаба сеизмичност и ниска скорост на вертикалните движения на земната кора. Абисалните морски утайки включват предимно карбонатни тини, кремъчни тини и червени глинести тини. Тези условия заедно с изключително ниските кислородни концентрации създават големи предизвикателства пред организмите, поради което те еволюират. Такива еволюционни адаптации са например:





- бавен метаболизъм;
- бавни движения;
- бавно размножаване;
- гъвкава уста и стомах;

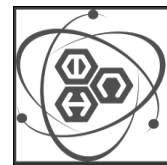




- плувен мехур на рибите;
- големи очи и сензитивност към синя светлина;
- биолуминисценция;
- камуфлажност.

Биоразнообразието в абисалната зона е изненадващо добре развито – микроорганизми, мекотели, ракообразни, риби (Табл. 1). Повечето от видовете риби се определят като дънни, което означава, че тяхното местообитание е много близо до морското дъно.

Таблица 1. Синтезирана информация за абисални морски редки представители [12]

Животно	Име	Характерни особености
	Тринога риба	Среща се на дълбочина над 4700 m под морското равнище. Характерни за тялото ѝ са дълги костни лъчи. Използва дълги перки, за да улови храна. Всяко животно има и мъжки, и женски репродуктивни органи, поради което има способността да се самоопложда.
	Гримпотеутис (Октопод Дъмбо)	Среща се на дълбочина 3000 - 4000 m под морското равнище. Има перки на главата си, за да търси храна. Използва „ръце“, за да променя посоката си на движение или да пълзи. Разполага и с вендузи за навигация и срещу хищници.
	Басозетус	Среща се над 8700 m дълбочина под морското равнище. Тазовите перки на змиорката са специализирани, раздвоени органи, действащи като сетивни органи.
	Абисален гренадир	Среща се на дълбочина от 800 до 4000 m под морското равнище. Разполага с големи очи и малка уста. Размножава се само веднъж и след това умира. Този факт е вид адаптация за силно и здраво потомство.

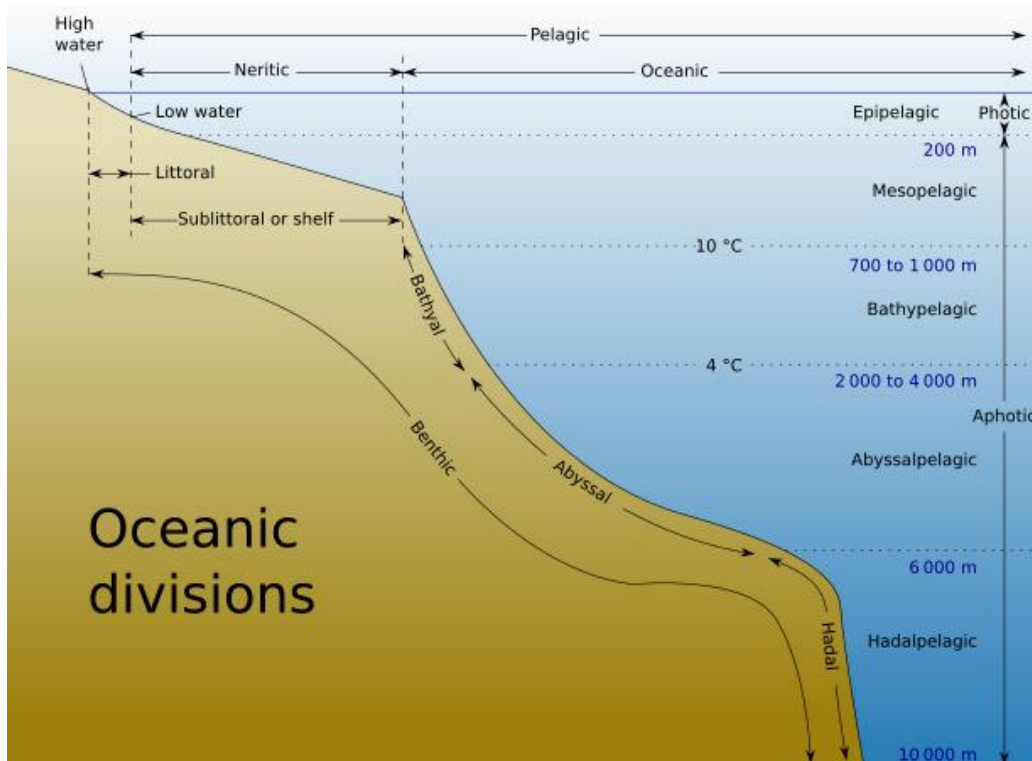


Животно	Име	Характерни особености
	Риба - охлюв	Среща се на дълбочина 6000 – 8000 m под морското равнище в Марианската падина, Тихия океан. Храни се с малки ракообразни. Наблюдава в изобилие и снася големи яйца с диаметър почти 1 cm. Има прозрачна кожа, недоразвита костна система, слабо зрение, протеините в тялото му функционират.
	Морска краставица [13]	Среща се на дълбочина 3500 – 5500 m под морското равнище. Тялото е напълно прозрачно. Опашката вероятно служи за движение. Все още недостатъчно добре проучен вид.
	Розово морско прасе/ „Прасе Барби“ [14]	Среща се над 4000 m дълбочина под морското равнище. Дължина 20-30 cm. Името си получава, заради розовия си цвят и малките си крачета. Движи се много бавно. Израстъците от долната му страна са видоизменени крака, използвани за вкарване на храна в устата. Действа като прахосмукачка и е специализирано в намирането на утайки. Недостатъчно добре проучен вид.
	Стъклена гъба [15]	Среща се на дълбочина над 4000 m под морското равнище. Има форма на фуния. Смята се, че има най-високата продължителност на живота на Земята – над 15 000 години. Безгръбначно. Хищник. Седи и чака малки плуващи животни. Разчита на полиметални нодули, образуващи се от химични процеси (метални утайки около черупки и зъби на акула, които за 1 млн. години нарастват само с няколко милиметра).



### 3. Хадопелагична зона – същност и характеристика

Името на тази зона произлиза от подземното царство на Хадес в древногръцката митология. Обхваща океанските дълбини на 6000 – 11 000 m под морското равнище [16]. Това е зоната непосредствено преди дъното на океана (Фиг. 3). Поради това е толкова екстремна и сурова – високо налягане, ниски температура, пълна тъмнина.



Фигура 3. Разделения на океанското дъно – хадопелагична зона [20]

Това е много слабо проучена зона в научното и експертно пространство, но въпреки това се отличава с някои интересни факти [17-20]:

- дълги тесни топографски вдлъбнатини под формата на буквата V;
- рибите, живеещи в тази зона, носят общото наименование „пелагични“ – миграционни риби; хранят се с планктон или по-големите се хранят с по-малките;
- общата площ на хадалните местообитания е 0,25% от морското дъно като повечето се намират в Тихия океан;
- към 2020 г. са известни около 400 вида животински организми от хадалните екосистеми (Табл. 2): метазойни, риби, морски краставици, червеи, изоподи, анемонии, амфиподи, копеподи, коремоноги, ракообразни, змиорки, охлюви, елустии, едропери калмари, гигантски протисти;
- покривни седименти, отлагания, свлачища, драйфове – основни източници на храна;
- високи нива на ендемизъм и гигантизъм;
- първото проучване, осъществено в тази зона, е проведено през 1960 г.;
- за изследването на зоната се използват безпилотни подводници, при които рискът от изгубването им е голям;
- налягането в зоната надвишава 1000 пъти това на морското равнище;
- адаптации на организмите – биолуминесценция, бавен метаболизъм, бавно движение, слабо зрение.

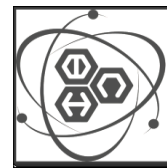
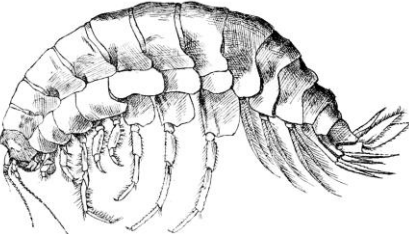

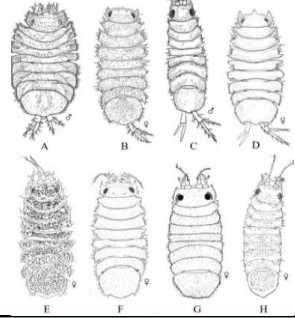


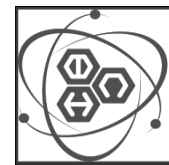
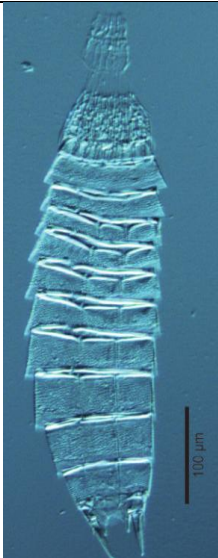


Таблица 2. Синтезирана информация за хадални морски редки представители [21]

Животно	Име	Характерни особености
	Свръхгигантски амфипод	Среща се в хадалната зона. Има сесилни/сложни очи, липса на черупка и наличие на хриле. Има антени на главата с жлези и уникално пригодени крака за намиране на храна. Уникална кръвоносна система. Размножава се чрез яйца.
	Морски анемонии	Срещат се в хадалната зона. Безгръбначни. Цветен външен вид. С пипала улавят храната си. Имат жилести клетки. Размножават се, като освобождават сперматозоиди и яйца през устата в морето.
	Изоподи	Този вид обитават хадалната зона. Притежават антени. Живеят в съвкупност. Еволюция във вътреклетъчни осмолити и ненаситени мастни киселини. Според налягането ларвените стадии могат да бъдат ограничени.
	Нематод/кръгъл червей	Този вид се среща в хадалната зона. Интересно е, че при него се наблюдава филетичен нанизъм – намалява своя среден размер; способност за оцеляване при липса на хищници. Размножаването е полово, чрез яйца. Среща се често.
	Копеподи	Този вид се среща в хадалната зона. Те са белег за добро биоразнообразие в зоната, която обитават. Имат ларвна форма и антени на главата си. Произвеждат светлина, която е нужна на тази дълбочина. Те са паразитни гостоприемници.



Животно	Име	Характерни особености
	Киноринхи	Този вид се среща в хадалната зона. Безгръбначни. Няма крайници. Хранят се с органичен материал от калта на дъното. Няма кръвоносна система. Полов диморфизъм. Размножаване чрез яйца.

### Заклучение

И така става ясно, че биоразнообразието в дълбоките части на океана (разгледаните абисална и хадална зони) го има, но е значително по-малко, предвид суровите условия на живот на тези големи дълбочини под морското равнище. Организмите тук са строго приспособени към средата. Разчитат предимно на собствената си енергия, но освен това на енергията от хидротермалните изтичания по морското дъно (химическа енергия) и на въглеродната енергия, идваща от горните зони на океана. Натрупването на въглерод играе ключова роля в регулирането на климатичните промени тук. Климатичните промени и последващото нарушаване на биоразнообразието се дължат предимно на [22, 23]:

- резки температурни колебания (към затопляне);
- отлагане на метали и микропластмаси по морското дъно;
- окисляване на океанската вода;
- промяна на солеността на океанската вода;
- по-високи химични концентрации;
- изяви антропогенни стресови фактори;
- смущения на морския свят от засиления интерес към дълбоководен риболов;
- смущения на морския свят от засиления интерес към дейностите по добив на манганови конкреции в дълбоките води.

Защитата на биоразнообразието в дълбоките части на океана (абисална и хадална зони) е от съществено значение за запазване и увеличаване на разнообразието в екосистемите там. За целта е важно те добре да се проучат и да се познаят. Това ще защити прекрасния морски свят, обгърнат в тайни.

### Литература

1. Пейчев, В., Димитров, Д. Океанология, Изд. „Онгъл“, Варна, 2012, с. 362-363.
2. Резервоар за биоразнообразие. <https://marine.copernicus.eu/bg/explainers/why-ocean-important/biodiversity-tank> (посетен на 11.09.2025 г.).
3. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ijaps.usm.my/wp-content/uploads/2021/07/IJAPS172\_Art6-135-168.pdf (посетен на 11.09.2025 г.).
4. Добив на дълбоко морско дъно. <https://oceanfdn.org/bg/deep-seabed-mining/> (посетен на 11.09.2025 г.).
5. Попов, А., Лаков, П., Найденов, К. и др., География и икономика, Изд. „Анубис“, София, 2024, с. 46-47.
6. Доклад на IPBES. <https://zenodo.org/records/3553579> (посетен на 11.09.2025 г.).



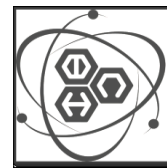
## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



7. Реакции на морските организми към изменението на климата в океаните. <https://www.frontiersin.org/journals/marine-science/articles/10.3389/fmars.2016.00062/full> (посетен на 11.09.2025 г.).
8. Океан и изменение на климата. <https://oceanfdn.org/bg/ocean-and-climate-change/> (посетен на 11.09.2025 г.).
9. Неизвестни морски видове. <https://nauka.offnews.bg/zhivotat/neizvestni-vidove-sa-otkriti-po-vreme-na-dalbokovodna-ekspeditcia-200578.html> (посетен на 11.09.2025 г.).
10. Абисална зона <https://web.archive.org/web/20090418044525/http://dictionary.reference.com/browse/abyssal> (посетен на 11.09.2025 г.).
11. Абисална зона. [https://mk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B1%D0%B8%D1%81%D0%B0%D0%BB%D0%BD%D0%B0\\_%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D0%B0](https://mk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B1%D0%B8%D1%81%D0%B0%D0%BB%D0%BD%D0%B0_%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D0%B0) (посетен на 11.09.2025 г.).
12. Интересни факти за абисалната зона. <https://sciencestruck.com/interesting-facts-about-abyssal-zone> (посетен на 11.09.2025 г.).
13. Морска краставица. <https://www.earth.com/news/sea-pigs-unicumbers-strange-stunning-creatures-discovered-abyssal-plains-ccz/> (посетен на 11.09.2025 г.).
14. Розово морско прасе. <https://www.deepseareporter.com/pink-sea-pig-found-in-depths-you-feel-stunned/> (посетен на 11.09.2025 г.).
15. Дълбоководна експедиция. <https://edition.cnn.com/2024/04/02/world/new-species-pacific-deep-sea-mining-zone-scen> (посетен на 11.09.2025 г.).
16. Център за изучаване на океана. <https://www.whoi.edu/ocean-learning-hub/ocean-topics/how-the-ocean-works/ocean-zones/hadal-zone/> (посетен на 12.09.2025 г.).
17. Costello, M. J. et al. Surface Area and the Seabed Area, Volume, Depth, Slope, and Topographic Variation for the World's Seas, Oceans, and Countries. *Environmental Science & Technology*, **2010**, 44(23), 8821–8828.
18. Хадална зона. [https://mk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D0%BB%D0%BD%D0%B0\\_%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D0%B0](https://mk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D0%BB%D0%BD%D0%B0_%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D0%B0) (посетен на 12.09.2025 г.).
19. Десет малко известни факта за хадалната зона. <https://www.ibtimes.co.uk/hadal-zone-ten-things-you-never-knew-about-oceans-deepest-places-1547518> (посетен на 12.09.2025 г.).
20. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://scispace.com/pdf/the-hadal-zone-life-in-the-deepest-oceans-11jk51pb49.pdf> (посетен на 12.09.2025 г.).
21. Части на океана. <https://oceans920.wordpress.com/%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8-%D0%BD%D0%B0-%D0%BE%D0%BA%D0%B5%D0%B0%D0%BD%D0%B0/> (посетен на 11.09.2025 г.).
22. Химични характеристики на хадалната зона. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5829614/> (посетен на 11.09.2025 г.).
23. Екстремно проучване на хадалната зона. <https://digital.ecomagazine.com/articles/extreme-exploration-the-hadal-zone> (посетен на 11.09.2025 г.).



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



### **Пропуски при транспониране на Рамковата директива за отпадъците в националното законодателство и в общинската наредба на община Варна**

**Костадин Деянов**

*Технически университет Варна, Корабостроителен факултет, Катедра „Екология и ООС“, ул. Студентска 1, 9010 Варна, България  
E-mail: kostadin.deyanov@gmail.com*

**Резюме:** Рамковата директива за отпадъците (2008/98/ЕО, изм. 2018/851) изисква устойчиво управление чрез йерархия на отпадъците, разделно събиране, рециклиране и разширена отговорност на производителя. В България изискванията са частично транспонирани чрез ЗУО, НПУО и програмите на общините, вкл. Община Варна. Докладът анализира пропуските при транспонирането на Рамковата директива за отпадъците (2008/98/ЕО) в националното и наредба. Представени са конкретни несъответствия, рискове и препоръки за подобрене.

**Ключови думи:** Рамкова директива за отпадъците, ЕС, транспониране, пропуски, отпадъци, национално законодателство, община Варна

### **Gaps in the transposition of the Waste Framework Directive into national legislation and the municipal ordinance of the Municipality of Varna**

**Kostadin Deyanov**

*Technical University of Varna, Faculty of Shipbuilding, Department of Ecology and Environmental protection, 1 Studentska Str., 9010 Varna, Bulgaria  
E-mail: kostadin.deyanov@gmail.com*

**Abstract:** The Waste Framework Directive (2008/98/EC, amended 2018/851) requires sustainable management through a waste hierarchy, separate collection, recycling and extended producer responsibility. In Bulgaria, the requirements are partially transposed through the WMA, the NWMP and the programs of the municipalities, including the Municipality of Varna. The report analyses the gaps in the transposition of the Waste Framework Directive (2008/98/EC) into national and local legislation. inconsistencies, risks and recommendations for improvement.

**Keywords:** Waste Framework Directive, EU, transposition, gaps, waste, national, legislation, provision, municipality of Varna

#### **Въведение**

Рамковата директива 2008/98/ЕО определя йерархията на отпадъците и задължава държавите членки да я прилагат. България е транспонирила директивата чрез Закона за управление на отпадъците (ЗУО), но съществуват пропуски в прилагането ѝ. Целта на доклада е да идентифицира тези пропуски и да предложи решения.

Рамковата директива за отпадъците (Директива 2008/98/ЕО, изм. с Директива (ЕС) 2018/851) поставя основни изисквания към държавите членки за йерархията на отпадъците, въвеждане на системи за разделно събиране, цели за рециклиране и оползотворяване, разширена отговорност на производителя (EPR) и мерки за предотвратяване на отпадъци. България е транспонирила тези изисквания чрез Закона за управление на отпадъците (ЗУО), Националния план за управление на отпадъците (НПУО 2021–2028), както и чрез



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



общински програми и наредби, включително Програмата за управление на отпадъците на община Варна (2021–2028).

### **Анализ на пропуските в националното законодателство**

ЗУО транспонира основните принципи на директивата, но липсват конкретни механизми за прилагане на йерархията. Чл. 6 от директивата изисква мерки за предотвратяване на отпадъци, но в ЗУО липсват конкретни инструменти за това. Прилагането на йерархията за управление на отпадъците (ресурсите) на национално и местно ниво не е задължително.

Въпреки че ЗУО предвижда йерархия за управление на отпадъците (ресурсите), в практиката често се наблюдава предпочитание към ниските нива на йерархията: обезвреждането, вместо към предотвратяването, повторната употреба, рециклирането, компостирането или производството на биогаз.

Липсват конкретни срокове и минимални изисквания за въвеждане на постоянно разделно събиране, особено на биоотпадъци. Мониторингът, прозрачността и отчетността за изпълнение на целите за устойчиво управление на отпадъците (ресурсите) не са достатъчни. Липсват и механизми за санкции/стимули спрямо общини при неизпълнение на изискванията.

Има проблеми с точността и публичността на данните за отпадъци. Мерките за предотвратяване на отпадъците и повторна употреба са слаби. Въвеждането на постоянно разделно събиране (особено биоотпадъци) не е пълно. Отчетността и прозрачността на организациите по оползотворяване (EPR) са недостатъчни

Наредбата за управление на отпадъците на територията на община Варна не съдържа индикатори за мониторинг, нито цели за повторна употреба. Липсва интеграция с националната стратегия. Системите за разделно събиране са частично кампанийни (мобилни пунктове за опасни отпадъци), липсва всеобхватно покритие. Недостатъчно е развита инфраструктура за компостиране и третиране на биоотпадъци.

Санкциите и стимулите в наредбата са неясни. Интеграцията с EPR операторите и публичност на данните са ограничени. Липсва месечна публична отчетност за количествата по фракции.

Не се прилага йерархията за управление на отпадъците (ресурсите) на местно ниво. Въпреки че ЗУО предвижда задължителна йерархия за управление на отпадъците (ресурсите), в практиката често се наблюдава предпочитание към ниските нива на йерархията – оползотворяването и обезвреждането, вместо към предотвратяването, повторната употреба, рециклирането, компостирането или производството на биогаз.

Не се прилага принципа „Замърсителят плаща“, както и липса на ефективни стимули за гражданите и местния бизнес за събиране и предаване разделно. Въпреки че Разширената отговорност на производителя (РОП) е въведена, контролът и мониторингът на изпълнението ѝ от страна на производителите са недостатъчни. Това води до неефективно събиране и рециклиране на определени потоци отпадъци.

Такса ТБО не се определя въз основа на количеството генерирани отпадъци, а според данъчната оценка на имота, което не насърчава намаляването им и устойчивото им управление като ресурси.

Политиките се прилагат неправомерно в различните райони. В някои части на общината, особено в периферните райони, се наблюдава по-слабо прилагане на политиките за устойчиво управление на отпадъците (ресурсите).

Координацията между различните общински служби, отговорни за устойчивото управление на отпадъците (ресурсите) е недостатъчна или липсва. Често се наблюдава и толерира смесване на събраните отпадъци при транспортирането им, което демотивира гражданите да събират и предават разделно отпадъците си. Наблюдава се слаб контрол от страна на общинските власти по отношение на неправилното изхвърляне на отпадъци, включително изхвърлянето на строителни отпадъци на нерегламентирани места. Това води до образуване на незаконни сметища.

Липсват достатъчно информационни кампании, които да информират гражданите за правилата и ползите от предотвратяването, повторната употреба, разделното събиране, рециклирането, компостирането и производството на биогаз от отпадъците (ресурсите) и създаването на местни енергийни общности. Няма достатъчно механизми за активно включване на гражданите и заинтересованите страни в процеса на вземане на решения относно управлението на отпадъците.



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



Образованието в училищата, средните и висшите учебни заведения за правилата и ползите от предотвратяването, повторната употреба, разделното събиране, рециклирането, компостирането и производството на биогаз от отпадъците (ресурсите) и създаването на местни енергийни общности е недостатъчно.

Липсва експертен капацитет за организационното изграждане, обучение и поддържане на система за устойчиво управление на отпадъците (ресурсите) по правилата на стратегиите Нулеви отпадъци и Кръгова икономика.

Ясно могат да бъдат отличени няколко цитата от нормативната уредба:

Закон за управление на отпадъците (ЗУО):

„Кметът на община разработва и изпълнява програма за управление на отпадъците за територията на съответната община.“ (чл. 52, стр. 25, официален PDF)

„Планът по чл. 49 предвижда мерки за прилагане на системи за разделно събиране най-малко на следните отпадъци: хартия и картон, метали, пластмаси и стъкло.“ (чл. 49, стр. 24)

Национален план за управление на отпадъците 2021–2028:

„Индикативен списък... в които е необходимо да се осигурят инсталации за третиране на биоразградими отпадъци“ (Приложение 8, стр. 94-95).

„Ежемесечно осъществяване на тематични контролни проверки от РИОСВ за спазване на изискванията на чл. 33 от ЗУО за разделно събиране...“ (План за действие, стр. 130-131).

Програма за управление на отпадъците на Община Варна 2021-2028:

Включва кампанийни събирания на опасни отпадъци и насочва към нужда от инвестиции в инфраструктура.

ЕК предупреди България за пропуски в транспонирането на директивите за отпадъци и транспорт на опасни товари. Европейската комисия стартира две отделни процедури по нарушение срещу България заради непълно и забавено транспониране на ключови европейски директиви: Рамковата директива за отпадъците (2008/98/ЕО) и Делегираната директива (ЕС) 2025/149 относно превоза на опасни товари по суша.

ЕК предприема нова стъпка в процедурата по нарушение срещу България във връзка с непълното транспониране на Рамковата директива за отпадъците (Директива 2008/98/ЕО, изменена с Директива (ЕС) 2018/851). В рамките на делото INFR(2023)2143, страната ни получи мотивирано становище – втората стъпка от официалната наказателна процедура по член 258 от Договора за функционирането на ЕС.

Целта на европейската рамкова директива е да ограничи въздействието от използването на ресурси и да подобри ефективността в управлението на отпадъците. Изменената версия включва задължителни цели за повторна употреба и рециклиране, особено по отношение на битовите отпадъци. Освен това тя въвежда строги изисквания към системите за управление на отпадъци и подчертава ролята на разширената отговорност на производителя (РОП).

След официалното уведомително писмо от ноември 2023 г., Комисията е установила, че България все още не е изпълнила ангажимента си за адаптиране на националното законодателство спрямо европейските изисквания. Основните пропуски включват:

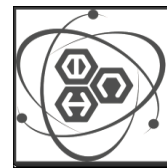
- Непълно транспониране на минималните изисквания към схемите за РОП;
- Липса на достатъчно механизми за мониторинг и оценка на мерките за предотвратяване на отпадъци;
- Нарушения, свързани с не предотвратяване на смесването на отработени масла.

България разполага с два месеца, за да отговори на становището и да коригира националната нормативна рамка. Ако не бъдат предприети адекватни мерки в срок, Европейската комисия може да отнесе случая до Съда на Европейския съюз, което би могло да доведе до сериозни санкции.

Този казус подчертава важноста на своевременното и пълно транспониране на европейското екологично законодателство. Разширената отговорност на производителя и ефективното управление на отпадъците са ключови за прехода към кръгова икономика и устойчиво развитие в ЕС.



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



ЕК обяви също, че стартира процедура по нарушение срещу България, заради непълно транспониране на новите правила за безопасен превоз на опасни товари по суша. С това се цели прилагането на Делегираната директива (ЕС) 2025/149, която модернизира европейското законодателство в тази област.

Директивата въвежда актуализирани стандарти за превоз на опасни материали по шосе, железопътен транспорт и вътрешни водни пътища, както за вътрешни, така и за международни операции. Тя е съобразена с най-новите международни споразумения, научни данни и технически постижения, като цели да гарантира високо и хармонизирано ниво на безопасност в целия Европейски съюз.

Новите разпоредби имат ключова роля за:

- Повишаване на безопасността при превоз на взривоопасни, токсични и други опасни вещества;
- Подобряване на координацията между държавите членки;
- Уеднаквяване на нормативните изисквания с международните споразумения ADR, RID и ADN.

Въпреки че крайният срок за транспониране на директивата в националното законодателство е 30 юни 2025 г., България не е изпълнила това задължение. Комисията изпрати официални уведомителни писма, с които да напомни на държавите да приключат процеса.

България разполага с два месеца, за да отговори и да предприеме необходимите законодателни стъпки. При липса на задоволителен напредък, ЕК може да издаде мотивирано становище, което е следващата стъпка в процедурата за нарушение и може да доведе до сезиране на Съда на ЕС.

Безопасността при превоз на опасни товари е не просто технически въпрос – тя е ключова за опазване на човешкото здраве, околната среда и обществената сигурност. Забавянето в транспонирането на европейските норми създава регулаторни пропуски и неравнопоставеност между държавите, което компрометира ефективността на общата система.

### **Препоръки за изменения в законодателството и програмите**

Предложение за добавка към чл. 52 от Закона за управление на отпадъците (ЗУО):

„(12) Програмата по ал. 1 задължително включва график и ресурсно обезпечаване за въвеждане на постоянно и системно разделно събиране... (виж текста в анализа).“

Предложение за санкции и стимули (нов чл. 57а):

„(1а) При системно неизпълнение ... Министерството на околната среда и водите налага корективни финансови мерки ... (1б) Общини, демонстрирали  $\geq X\%$  разделно събирани материали, получават допълнителен стимул...“

Предложение за отчетност на EPR организациите (нова алинея):

„Организациите по оползотворяване са длъжни ежегодно да публикуват финансов отчет и данни по вид отпадък...“

**В Националния план (НПУО)** е необходимо е да се включват конкретни междинни индикатори за биоотпадъци. Трябва да се въведе задължителен публичен dashboard за данни по общини.

Интегрирането на EPR отчетите в националния мониторинг трябва да е задължителна. Да се въведат конкретни срокове и междинни индикатори за разделно събиране. Задължителна публична отчетност на EPR операторите. Създаване на санкции и стимули за общините.

**В Наредбата и програма на Община Варна** е необходимо е създаване на нов член в наредбата за: въвеждане на постоянна система за разделно събиране на биоотпадъци, хартия, пластмаса, стъкло, метали, годен и негоден текстил и обувки, изграждане на задължителни постоянни пунктове за отпадъци от черна и бяла техника, електроника и опасни отпадъци и определяне на местни стимули: намаление до нула на такса ТБО за домакинства и бизнес, които събират и предават разделно отпадъците си.

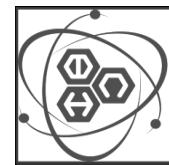
Трябва да се създадат постоянни системи за разделно събиране по график при източника и ремонт и повторна употреба на всички основни фракции и да се инвестира в компостиране и производство на биогаз от биоразградими отпадъци, като месечно публично се отчитат на събраните количества по фракции.

### **План за действие (12–18 месеца)**

Необходимо е да се внесат измененията в Наредбата на Варна; пилотни квартали с постоянно събиране на постоянна система за разделно събиране на биоотпадъци, хартия, пластмаса, стъкло, метали, годен и негоден текстил и обувки (0–6 месеца).



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



Трябва да се въведат санкции/стимули по ЗУО; месечна публична отчетност (6–18 месеца).

Нужно е изграждане на регионални инсталации за компостиране и производство на биогаз. Енергийни общности (18–36 месеца).

Йерархия за управление на отпадъците

Йерархията на отпадъците включва следните нива (от най-предпочитано към най-нежелано):

1. Предотвратяване
2. Повторна употреба
3. Рециклиране
4. Компостиране и производство на биогаз.

### Анализ на рисковете и въздействията

Непълното или неправилно транспониране на Рамковата директива за отпадъците (WFD) носи едновременно правни, финансови, оперативни и репутационни рискове както за държавата, така и за местните власти (вкл. Община Варна).

- Правни / институционални

Инфраструктурата: Европейската комисия може да започне формални процедури за нарушение — от писма и мотивирани становища до препратка към Съда на ЕС (ECJ). Това вече е факт по отношение на България (reasoned opinion по WFD).

Последствие: ако държавата бъде осъдена от Съда на ЕС, следват принудителни мерки и възможни парични санкции (глоба и/или ежедневни финансови санкции).

- Финансови и бюджетни последици

Глобите и натрупаните лихви/санкции могат да натоварят държавния и общинските бюджети. Международните процедури също могат да блокират или усложнят достъпа до европейско финансиране за проекти в сектор „отпадъци“.

Непълното транспониране често води до допълнителни разходи за бърза адаптация (инвестиции в съоръжения, нови контейнери, системи за разделно събиране, информационни кампании).

- Загуба на европейски средства/забавяне на проекти

Местни проекти (напр. разделно събиране на биоотпадъци), финансирани чрез програми „Околна среда“ и др., могат да бъдат засегнати - условностите за финансиране изискват съответствие с европейските правила. Възможно е да се отложат търгове/плащания или да се отхвърлят заявки. Примери за инициативи в община Варна показват, че местната администрация вече участва в такива проекти.

- Оперативни и регулаторни проблеми на общинско ниво

Ако националната правна рамка е неправилно транспонирана, местните наредби (като Наредбата на община Варна) могат да се окажат несъгласувани или недостатъчни - това води до неясноти при лицензирането на оператори, различно прилагане на отговорности по събиране/транспортиране/обработка и рискове за нарушения от страна на фирми и общински структури.

- Целеви индикатори и екологични резултати

Неотстранените пропуски могат да затруднят постигането на европейски цели за рециклиране, разделно събиране на биологични отпадъци, ограничаване на депонирането и др. Това има пряк ефект върху околната среда и общественото здраве (загуба на ресурси, допълнително замърсяване).

- Административна / наказателна отговорност и контрол

Неправилна имплементация може да доведе до санкции срещу оператори и (в някои случаи) до административна отговорност за длъжностни лица, ако се установи системно неизпълнение или умишлено нарушение. Нови европейски директиви също затягат санкциите за екопрестъпления (общо европейско развитие в тази посока).

- Социални и репутационни щети

Жители, бизнес и инвеститори могат да загубят доверие в капацитета на общината да управлява отпадъците. Това намалява обществената подкрепа за реформи и може да блокира местни политики (протести, жалби, съдебни искиове).

5.1. Конкретни примери / доказателства:



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



- Европейската комисия е изпратила мотивирано становище към България за неправилна транспозиция на WFD и е дала срокове за привеждане в съответствие; това е реален, действащ риск от ескалация към Съда и санкции.

- България има история на забавяния/непълно транспониране по различни директиви (ЕЕА/доклади), което показва, че подобни казуси не са само теоретични.

5.2. Какво на практика означава това за Община Варна (конкретни въздействия):

- Забавяне/отказ на одобрение и/или финансиране за проекти (например за биоотпадъци и компостиране).

- Неясноти при прилагане на местни наредби → риск от съдебни искове от граждани или фирми.

- Повишени оперативни разходи за бързи корекции (подмяна на договори, технически мерки, информационни кампании).

Практически мерки за смекчаване (препоръки - стъпки за незабавна и средносрочна перспектива)

- Правен/технически преглед

Да се направи „gap analysis“ (анализа на пропуските) между изискванията на WFD (включително амандментите от 2018/851 и евентуални последни изменения) и настоящата национална и местна нормативна база. (Това е ключово - показателно е, че ЕК вече е идентифицирала пропуски към България.)

Синхронизация с националните актове

Общината трябва да координира действията си с министерството/държавните органи, така че местните наредби да се привеждат в съответствие с коригираните национални закони.

Адаптация на местни наредби и практики

Обновяване на Наредбата за управление на отпадъците на Община Варна, вкл. ясни задължения за разделно събиране, третиране на биоотпадъци, мониторинг и санкции.

- Финансово планиране и резерви

Преценете възможни финансови рискове (санкции, загуба на фондове) и създайте резервен бюджет за привеждане в съответствие и за покриване на временни разходи.

- Комуникация и управление на заинтересованите страни

Информирайте гражданите и бизнеса за планираните промени и срокове; включете ги в пилотни проекти за разделно събиране (недостатъчната обществена подкрепа често е пречка за успешна имплементация).

- Използване на финансиране целево и проекти

Подгответе корекции в проектите и заявленията за финансиране, така че да отговарят на изискванията на WFD — това ще намали риска от отказ или връщане на средства.

### Изводи и препоръки

Проект за изменение и допълнение на Наредбата за управление на отпадъците на Община Варна

Чл. 1. (Нов – „Дефиниции“)

В § ... от Допълнителните разпоредби се създават нови точки:

1. „Биоотпадъци“ – биоразградими отпадъци от паркове и градини, хранителни и кухненски отпадъци от домакинства, ресторанти, кетъринг обекти и търговски обекти, както и сравними отпадъци от предприятия за преработка на храни.

2. „Текстилни отпадъци“ – отпадъци от облекло, текстилни изделия за дома и други подобни продукти.

3. „Подготовка за повторна употреба“ – дейности по проверка, почистване или поправка на продукти или компоненти, които са станали отпадък, с цел тяхната последваща употреба без допълнителна предварителна обработка.

Чл. 3. (Нов) – Разделно събиране на биоотпадъци

(1) От 1 януари 2024 г. в рамките на населените места на територията на общината се въвежда задължително разделно събиране на биоотпадъци чрез специализирани съдове и/или системи за събиране „от врата до врата“.



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



(2) Общината организира изграждането и/или използването на компостиращи и анаеробни инсталации за третиране на биоотпадъци.

(3) Битовите и търговските субекти са длъжни да предават биоотпадъците си в определените съдове/системи.

(4) Нарушителите подлежат на административнонаказателна отговорност по чл. ...

Чл. 4. (Нов) – Разделно събиране на текстилни отпадъци

(1) До 1 януари 2025 г. Община Варна въвежда система за разделно събиране на текстилни отпадъци.

(2) Системата включва:

1. Контейнери, разположени в достъпни обществени зони;
2. Възможност за предаване в общински или лицензирани пунктове;
3. Договори с оператори за подготовка за повторна употреба и рециклиране.

Чл. 6. (Нов) – Превенция на отпадъците

(1) Общината организира програми за намаляване на хранителните отпадъци, включително чрез информационни кампании и стимули за даряване на храна.

(2) Въвеждат се мерки за насърчаване на повторна употреба (напр. общински центрове за повторна употреба и ремонт).

Чл. 7. (Изм.) – Финансиране

(1) Таксата за битови отпадъци се определя на база количество образувани отпадъци, когато това е технически и икономически възможно („плати, колкото изхвърляш“).

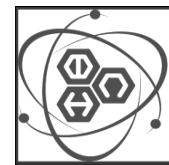
(2) Приходите от таксата се използват единствено за дейности по управление на отпадъците, включително информационни кампании и развитие на системите за разделно събиране.

### Литература

1. 2008/98/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 19 ноември 2008 г. относно отпадъците и за отмяна на някои директиви (ОВ, L 312/3, 22.11.2008).
2. Директива (ЕС) 2018/851 на Европейския парламент и на Съвета от 30 май 2018 г. за изменение на Директива 2008/98/ЕО относно отпадъците (ОВ, L 150/109, 14.06.2018).
3. Европейска комисия. „Waste Framework Directive“ (Summary and legislative texts). Достъпно на: <https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/waste-framework-directive>.
4. Европейска агенция по околна среда (ЕЕА). Waste and circular economy in Europe. Доклади и анализи (2019–2023).
5. Закон за управление на отпадъците (ЗУО), обн. ДВ бр. 53/2012 г., посл. изм. и доп. ДВ бр. 62/2024 г. [Официален PDF на МОСВ].
6. Национален план за управление на отпадъците (НПУО) 2021–2028. Министерство на околната среда и водите, София, 2021. [Официален документ, достъпен на сайта на МОСВ].
7. Наредба и програма за управление на отпадъците на Община Варна 2021–2028. Приети с решения на Общински съвет – Варна, 2021. [Официален документ на Община Варна].



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



### **Анализ на пропуските в отчитането на събраните отпадъци по потоци в община Варна**

**Костадин Деянов**

*Технически университет Варна, Корабостроителен факултет, Катедра „Екология и ООС“,  
ул. Студентска 1, 9010 Варна, България  
E-mail: kostadin.deyanov@gmail.com*

**Резюме:** Настоящият доклад разглежда състоянието и пропуските в системата за отчитане на събраните отпадъци по потоци в община Варна. Анализирани са съществуващото нормативно и нормативно-правно основание, идентифицирани са ключовите пропуски и рискове, предложени са препоръки за подобряване на законодателната рамка и практиката. Въвеждат се конкретни мерки за модернизиране на системата за мониторинг и отчетност, насочени към повишаване на прозрачността, ефективността и съответствието с европейските изисквания.

**Ключови думи:** *отчитане, транспониране, пропуски, отпадъци, потоци, наредба, община, Варна*

### **Analysis of the gaps in the reporting of the collected waste by streams in the Municipality of Varna**

**Kostadin Deyanov**

*Technical University of Varna, Faculty of Shipbuilding, Department of Ecology and Environmental  
protection, 1 Studentska Str., 9010 Varna, Bulgaria  
E-mail: kostadin.deyanov@gmail.com*

**Abstract:** This report examines the status and gaps in the system for reporting the collected waste by streams in the Municipality of Varna. The existing regulatory and regulatory framework is analyzed, the key gaps and risks are identified, recommendations for improving the legislative framework and practice are proposed. Specific measures are introduced to modernize the monitoring and reporting system, aimed at increasing transparency, efficiency and compliance with European requirements.

**Keywords:** *reporting, transposition, omissions, waste, flows, ordinance, municipality, Varna*

#### **1. Въведение**

Община Варна е една от най-големите и развити в България, с дълга традиция в управление на отпадъците. В съответствие с европейското законодателство, по-специално Директива 2008/98/ЕО и Директива 2018/851, местните власти са задължени да разработват ефективни системи за проследимост и отчетност на отпадъците по потоци. Въпреки това, неотдавнашни проверки и анализи показват наличие на пропуски, които застрашават екологичната сигурност, финансовата прозрачност и изпълнението на политиките за кръгова икономика.

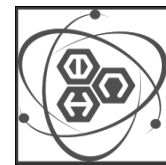
#### **2. Методология на анализа и нормативна уредба**

##### **2.1. Методология**

Преглед на нормативната уредба (Закон за управление на отпадъците, Наредба за разделното събиране на битови отпадъци, общински наредби).



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ "ПРИРОДНИ НАУКИ '2025"



Анализ на годишните отчети на Община Варна, публикувани в ИАОС.  
Сравнение със системата за отчетност в други европейски общини.  
Интервюта/анкети с представители на общинската администрация и фирми за сметосъбиране.

### 2.2 Нормативна уредба

Закон за управление на отпадъците (ЗУО) – съгласно чл. 73-75, изискваща регистър и отчетност.

Директива 2008/98/ЕО – установява общите принципи за управление и отчетност.

Директива 2018/851 – за по-задълбочен мониторинг и докладване по потокове.

Общинска наредба № 10/2019 – за реда и условията за събиране, транспортиране и рециклиране на отпадъци.

Цитатите от документи показват необходимостта от въвеждане на "динамични и интегрирани системи за мониторинг", както и "подсилване на капацитета за инспекционен контрол" (чл. 22, ЗУО).

### 3. Състояние на отчетността в Община Варна

Недостатъчно точна регистрация – в много случаи системите за отчитане липсват автоматизация и се базират на ръчни въвеждания, което води до грешки и некоректна информация.

Неотчитане на нерегламентирани изхвърляния – липсва ефективен мониторинг и контрол върху нерегламентираното изхвърляне, което не се включва в официалната статистика.

Липса на интеграция – несъгласуваност между данните от различните системи за събиране, сортиране и рециклиране на отпадъците.

Недостатъчен контрол – липса на последователна инспекционна дейност и контролни механизми за гарантиране точността на данните.

Корупционни прояви и неправилно отчитане – възможност за манипулации при докладване, особено при финансовите отчети и дебитите за услуги.

Недостатъчна инфраструктура – остаряла техническа база, която затруднява автоматизацията и модерните подходи за мониторинг

Обществена осведоменост – ниска информираност и ангажираност на гражданите за екологично отчитане и събиране.

Системата за отчитане не обхваща адекватно „неформалните“ потоци от отпадъци, като например събраните от малки пунктове за вторични суровини или от дейността на "малките търговци на отпадъци". Това води до подценяване на реалните количества рециклируеми материали, които се събират в града, и изкривява общата картина.

В годишните отчети на Община Варна се представят данни за събраните количества смесени битови отпадъци и разделно събрани отпадъци по проценти спрямо заложените цели в чл. 31 на ЗУО (Фигура 1).

В Таблица 1 са представени разликите за реално събраните отпадъци от операторите в община Варна в годишните отчети на Община Варна и на ИАОС.

Основните констатирани пропуски в отчитането са:

Недостатъчна проследимост – липсва гаранция за последователно отчитане на отпадъците от момента на събиране до третирането им.

Несъответствия в данните – различия между реалните количества, събрани от операторите и тези в годишните отчети на община Варна и ИАОС.

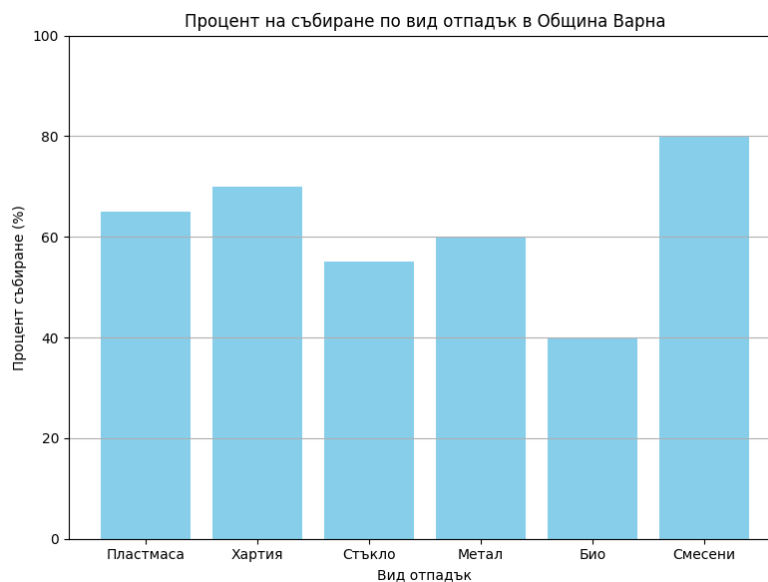
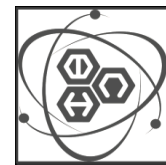
Ниска степен на детайлност – липсват данни по квартали и по източници (домакинства, търговски обекти, строителни площадки).

Липса на дигитална система – отчетността се извършва основно на хартиен или табличен носител, без възможност за проверка в реално време.

Ограничен контрол – общината и РИОСВ разчитат основно на декларации от операторите.



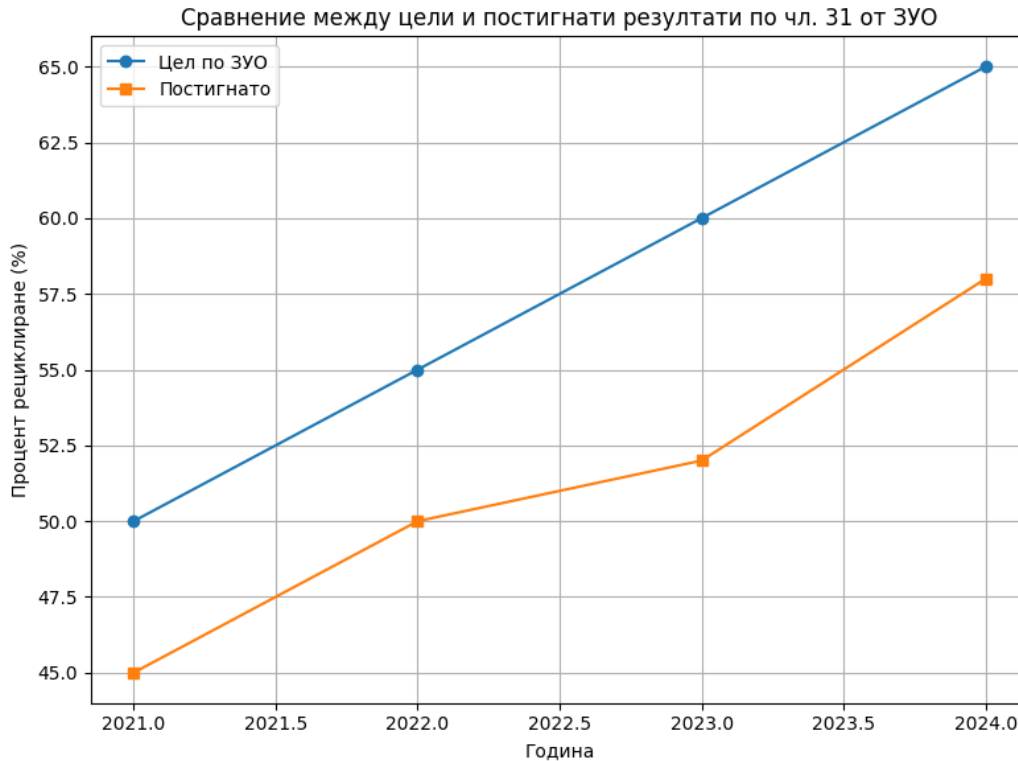
## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



**Фигура 1.** Събрани отпадъци в проценти спрямо целите в чл. 31 в ЗУО от годишните отчети на Община Варна

**Таблица 1.** Разлики между реално събраните количества отпадъци от операторите в община Варна в годишните отчети на Община Варна и ИАОС

Вид отпадък	Отчетено количество от Община Варна (t)	Реално събрано количество в отчетите на ИАОС (t)
Пластмаса	1200	1000
Хартия	1500	1400
Стъкло	900	750
Метал	800	700
Био	600	450
Смесени	2000	1800



Фигура 2. Сравнение между цели и постигнати резултати по чл. 31 от ЗУО

### 3.1. Хипотези за причините

Пропуските в отчитането могат да се дължат на следните фактори:

**Технологична изостаналост:** Липсата на модерни кантарни системи на сметоизвозващите камиони и на сензори за пълнота в контейнерите възпрепятстват събирането на точни данни в реално време.

**Административни бариери:** Различните договорни отношения с операторите и липсата на строги изисквания за детайлно отчитане по потоци в договорите с тях

**Липса на стимули:** Няма достатъчно финансови стимули както за операторите, така и за гражданите, да подобрят разделното събиране и точността на отчитането.

### 3.2. Санкции за нарушения в системата за отчитане на отпадъците

В съответствие със ЗУО и приложимите нормативи, нарушителите, извършващи нерегламентирани изхвърляния или некоректно отчитане, могат да бъдат санкционирани със:

- Глоба до 10 000 лева за физически лица, до 50 000 лева за юридически лица (чл. 76, ЗУО);
- Задължителна коригираща дейност и възстановяване на състоянието;
- Отнемане на разрешения или лицензии за управление с отпадъци при тежки и системни нарушения.

### Препоръчани изменения в законодателството и наредбите

Основната цел е да се въведат съвременни механизми за мониторинг и санкциониране, както и строги изисквания за отчетност.

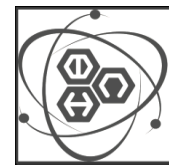
Предложения за изменения:

#### 1. Закон за управление на отпадъците (ЗУО):

- Въвеждане на задължителна автоматизирана система за реално време отчитане и проследяване на отпадъците;



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



- Въвеждане на централизирана платформа за подаване на данни, интегрирана с НАП, НСИ и Министерството на околната среда и водите;

- Строги санкции за неправомерни данни или неправилно отчитане, минимална глоба от 20 000 лева за фирми.

### 2. Общинска наредба № 10/2019:

- Включване на задължението за използване на хардуер и софтуер за автоматизирано отчитане;
- Провеждане на редовни одити и инспекции с финансови санкции при нарушения.

### 3. Подготовка на проектонаредби:

- Въвеждане на изисквания за публичен достъп до системата за мониторинг.
- Утвърждаване на стандартни протоколи за инспекции и валидиране на данните.

### 3.3. План за действие

- Анализ и оценка на текущата система – МОСВ, общини (3 месеца);
- Внедряване на автоматизирана платформа за отчетност – ИТ специалисти, общини (6 месеца);
- Обучение на служители и оператори – ОБАС, общински служби (4 месеца);
- Провеждане на пилотен проект и адаптация – Община Варна (6 месеца);
- Пълно въвеждане и постоянен контрол – МОСВ, общински власти (1 година).

### 3.4. Рискове

Отказ за приемане на новите системи - Намаляване на събираемостта – Провеждане на обучения; обяснителна кампания.

Нарастване на разходите - Недостиг на финансиране – Европейски проекти и финансиране.

Неспазване на сроковете - Забавяне на подобренията – Постоянен контрол и отчетност.

### 3.5. Въздействие на пропуските

Неадекватната отчетност води до:

- Затруднено стратегическо планиране на нови съоръжения за разделно събиране;
- Риск от непостигане на националните и европейските цели за рециклиране;
- Недоверие сред гражданите и липса на мотивация за разделно събиране;
- Потенциални финансови санкции за България при неизпълнение на европейските задължения (Европейска комисия, 2020).

### 3.6. Добри практики от ЕС

Естония – национална електронна система за управление и проследяване на отпадъците (Waste Information System), която обединява данни от всички оператори.

Германия – детайлна отчетност по райони и източници, с включени стимули за домакинствата с нисък дял на смесените отпадъци.

Австрия – прозрачност чрез публично достъпни онлайн платформи с данни за общини и региони.

## 4. Изводи и препоръки

### Проект за изменение и допълнение на Наредбата за управление на отпадъците на Община Варна

#### В Закона за управление на отпадъците (ЗУО):

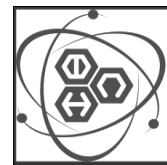
Въвеждане на национална електронна система за отчетност в реално време, задължителна за всички общини и оператори.

Задължително публикуване на данни за събраните отпадъци по квартали и потоци.

Въвеждане на независим одит на отчетността, извършван от сертифицирани организации.



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



Санкции при несъответствия в данните или умишлено неточно отчитане.

### **В общинските наредби (пример Варна):**

Изискване за месечна отчетност от операторите, вместо годишна.

Обособяване на общинска онлайн платформа, достъпна за гражданите, съдържаща данни за разделното събиране.

Въвеждане на стимули (данъчни отстъпки, „зелени сертификати“) за квартали или фирми, които постигат високи резултати в разделното събиране.

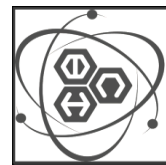
Детайлизиране на отчетността – задължително разделяне на данните по източници: битови, търговски, строителни.

### **5. Литература**

1. Закон за управление на отпадъците, ДВ, бр. 53/2012 г., посл. изм. ДВ, бр. 44/2023 г.
2. Наредба № 6 за разделното събиране на отпадъци от хартия, пластмаса, метал и стъкло, ДВ, бр. 102/2013 г.
3. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives.
4. Directive (EU) 2018/851 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste.
5. European Commission. Waste Framework Directive – Implementation Report. Brussels, **2020**.
6. Estonian Ministry of the Environment. Waste Information System (WIS), **2021**.
7. Umweltbundesamt. Waste Management in Austria. Vienna, **2022**.
8. BMUV. Waste Statistics for Municipalities in Germany. Berlin, **2022**.



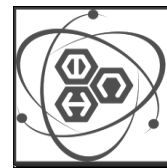
XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО  
УЧАСТИЕ "ПРИРОДНИ НАУКИ '2025"



# Резюмета



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



### Дългосрочни изменения на качеството на водите в плитки крайбрежни езера

Лидия Димитрова, Димитър Дойчев

Шуменски университет „Епископ Константин Преславски, Факултет по природни науки,  
Катедра “Биология”, ул. Университетска 115, 9700 Шумен, България  
E-mail: l.dimitrova@shu.bg

**Резюме:** Крайбрежните плитки езера на България се характеризират с високо съдържание на хранителни вещества. Мониторинговите системи за оценка на фитопланктона и водната растителност, които се използват по-често от други в рамките на държавните мониторингови програми не реагират много добре на повишаването на концентрациите на хранителни вещества. В това проучване бяха използвани всички налични данни за езерото Дуранкулак и езерния комплекс Шабла-Езерец, които са налични от държавната програма за мониторинг за период от 14 години (2008–2021 г.). Целта беше да се идентифицират най-важните промени в екологичните променливи, които влияят върху оценката на екологичното състояние от фитопланктона и макрофитите. Също така беше важно да се разберат взаимовръзките между изследваните параметри на качеството на водата в двете водни тела. Най-важните физични и химични параметри бяха определени, чрез многовариантен анализ, и по-специално чрез анализ на главните компоненти. След това идентифицираните важни променливи бяха тествани за наличието на линейна зависимост. Целта на последното беше да се намерят най-подходящите параметри за дългосрочно обяснение на екологичното качество, въз основа на различни биологични индекси. Освен това, където е възможно, беше изследвана корелацията между азота и фосфора, в резултат на което се потвърдиха заключенията от експериментални изследвания в езера с подобни характеристики. Индексът на фитопланктонните групи, в оригиналната си форма на представяне на резултатите и отчитайки стойностите на съотношението на екологичното качество, бе повлиян от концентрациите на електричната проводимост. Този параметър за качеството на водата, свързан със солеността показва своето силно влияние в Езерецко езеро и по-слабо такова в езерото Дуранкулак. Не са открити корелации между хранителните вещества и макрофитите и фитопланктона. Това потвърждава наблюденията извършени на европейско ниво. В Шабленско езеро, дозо-зависимата взаимовръзка между нитрати и фосфати показва, че насищането на разтворения неорганичен азот води до увеличаване на фосфатите.

**Ключови думи:** *еутрофни плитки езера, променливи на околната среда, хранителни вещества, електрична проводимост, крайбрежие на Черно море, биологични елементи за качество, линейни зависимости*

### Long-term water quality alterations in coastal shallow lakes

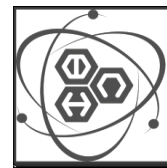
Lidiya Dimitrova, Dimitar Doychev

Konstantin Preslavski University of Shumen, Faculty of Natural Sciences, Department of Biology,  
115 Universitetska Str., 9700 Shumen, Bulgaria  
E-mail: l.dimitrova@shu.bg

**Abstract:** Coastal shallow lakes of Bulgaria are characterized by their high nutrient content. However, their phytoplankton and macrophyte assessment systems, which are used more often than others within state monitoring programs, were not very responsive to the rise of nutrient concentrations. In this study, all available data for Dourankoulak Lake and Shablensko-Ezeretsko Lake system from the state monitoring program for 14 years (2008–2021) were used. The aim was to identify the most important environmental variable alterations that influence the



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



*ecological status assessment of phytoplankton and macrophyte-related indices. Likewise, it was essential to understand the interrelations between the studied water quality parameters in both water bodies. The most important physical and chemical parameters were determined by multivariate analysis, and in particular, the principal component analysis. Afterwards, the identified important variables were used for linear regression testing. The goal of the latter was to find the best-suited parameters for long-term ecological quality explanation, from various biological indices. In addition, nitrogen–phosphorus correlation, where possible, was investigated and confirmed conclusions from mesocosm studies from lakes with similar characteristics. The algae group index, in its original form of representing results and considering its ecological quality ratio values, was influenced by conductivity concentrations. This water quality parameter related to salinity demonstrated its influence in Ezeretsko Lake and in Dourankoulak Lake. Nutrient relationships with macrophytes and phytoplankton were not discovered. This confirmed observations on the European level. In Shablensko Lake, a dose-dependent interrelation between nitrates and phosphates shows that saturating the dissolved inorganic nitrogen is related to the increasing concentration of phosphates.*

**Keywords:** *eutrophic shallow lakes, environmental variables, nutrients, conductivity, Black Sea coast, biological quality elements*



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



### Оценка на туристическите функции на защитени територии: на примера на природен парк „Златни пясъци“ (България)

Ваня Василева<sup>1</sup>, Севджан Сабриева<sup>2</sup>, Дора Кабакчиева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Шуменски университет „Епископ Константин Преславски, Факултет по природни науки, Катедра „География, регионално развитие и туризъм“, ул. Университетска 115, 9700 Шумен, България

<sup>2</sup> ДИКПО – Варна, Катедра „Науки за образованието“, ул. Д-р Борис Божков 1, 9010 Варна, България

E-mails: v.vasileva@shu.bg, s.sabrieva@shu.bg, d.kabakchieva@shu.bg

**Резюме:** Природен парк „Златни пясъци“ се намира в Североизточна България, на 17 км северно от Варна. Той е най-малкият по площ природен парк, но е ценен природен обект сред обширните, силно антропогенно модифицирани територии на българското Черноморие. Защитените територии в България са територии с туристически потенциал и за природосъобразни форми на туризъм. Тези специфични форми на туризъм допринасят за постигане на целите за устойчиво развитие (ЦУР). Поради това те са били обект на научни изследвания през последните години. Чрез използване на анкета и други методи, изследователите установяват общата разпознаваемост на района и анализират мненията на посетителите относно туристическото използване на територията на парка. Според резултатите от проучването, въпреки съществуващите проблеми, природният парк „Златни пясъци“ има потенциал за опазване и управление на природните процеси и, успоредно с това, възможност за развитие на устойчив туризъм и прилагане на екологично-образователни и туристически програми. По-нататъшни изследвания биха могли да комбинират по-иновативни и смесени методологии, за да разширят изследователския интерес. Резултатите от това изследване могат да насочат туристическите дейности на парка към устойчиви практики.

**Ключови думи:** природни паркове, природна среда, цели за устойчиво развитие, туризъм, екосистемни услуги

### Protected areas for the purposes of sustainable tourism development: a case study of Zlatny piasatsy nature park (Bulgaria)

Vanya Vasileva<sup>1</sup>, Sevdzhan Sabrieva<sup>2</sup>, Dora Kabakchieva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Konstantin Preslavski University of Shumen, Faculty of Natural Sciences, Department of Geography, Regional Development and Tourism, 115 Universitetska Str., 9700 Shumen, Bulgaria

<sup>2</sup> DIKPO – Varna, Department of Educational Sciences, 1 Dr. Boris Bozhkov Str., 9010 Varna, Bulgaria

E-mails: v.vasileva@shu.bg, s.sabrieva@shu.bg, d.kabakchieva@shu.bg

**Abstract:** Golden Sands Nature Park is located in Northeastern Bulgaria, 17 km north of Varna. It is the smallest nature park in terms of area, but it is a valuable natural site among the vast, highly anthropogenically modified territories of the Bulgarian Black Sea Coast. Protected areas in Bulgaria are territories with tourist potential and for environmentally friendly forms of tourism. These specific forms of tourism contribute to achieving the



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”

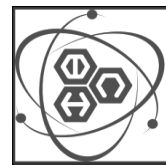


*Sustainable Development Goals (SDGs). Therefore, they have been the subject of scientific research in recent years. Using a survey and other methods, researchers establish the general recognizability of the area and analyze visitors' opinions about tourist use of the park's territory. According to the results of the study, despite the existing problems, the Golden Sands Nature Park has the potential for the protection and management of natural processes and, in parallel, the opportunity for the development of sustainable tourism and the implementation of environmental, educational and tourist programs. Further research could combine more innovative and mixed methodologies to broaden the research interest. The results of this study can guide the park's tourism activities towards sustainable practices.*

***Keywords: natural parks, natural environment, sustainable development goals, tourism, ecosystem services***



XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО  
УЧАСТИЕ "ПРИРОДНИ НАУКИ '2025"



# Постери



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



### Вдъхнови за промяна! Здраве, традиции и технологии в хармония с природата

Йорданка Енева

СНЦ „Мога, знам, творя“, Ж.К. „Владислав Варненчик“, бл. 403, 9023 Варна, България  
Медицински университет „Проф. д-р Параскев Стоянов“, ул. „Професор Марин Дринов“ 55,  
9002 Варна, България  
E-mail: yordanka.eneva@mu-varna.bg

#### Въведение

Значителна част от младите хора прекарват над 6–8 часа дневно в дигитална среда, според редица проучвания. По данни на СЗО 80% от подрастващите спортуват по-малко от 60 минути дневно и имат желание, но нямат възможност за активно включване и опознаване на културното наследство.

#### Проблем

Според наше изследване с ученици от ПГИ „Д-р Иван Богоров“ под 20% се опитват да се хранят здравословно, останалите хапват нещо набързо, на крак, любители са на нездравословното хранене, предпочитат чипс и сладкиши. Много тревожен е факта, че 60% от анкетираните, употребяват алкохол, над 68% предпочитат газирани напитки, над 20% са активни пушачи и над 35% не обичат да спортуват. Тези данни сочат че съществува нарастваща нужда от програми, които съчетават здраве, екология, култура и технологии в интегриран модел. Съвременната динамична и фрагментирана среда ги откъсва от природата, ограничава физическата активност и реалното общуване помежду им. Прекомерната дигитална ангажираност води до емоционална преумора, стрес и загуба на устойчиви ценности. Културните традиции се подценяват, а духовната и екологичната култура отслабва.

#### Основна цел

Да създадем вдъхновители сред младите хора, апелиращи към цялостна положителна промяна чрез изграждане на здравословни навици, засилване на връзката с природата и българските традиции, и развиване на умения за смислено използване на технологиите (Фиг. 1). Избрали сме следните направления:

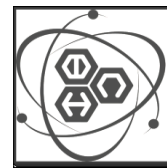


Фигура 1. Лого на проекта

1. Здраве и активност – да насърчим младите хора към повече движение, спорт и здравословно хранене чрез походи, спортни дейности и кулинарни работилници.
2. Природа и екология – да развием екологична култура и отговорност чрез еко-работилници, инициативи за опазване на природата и екопрактики.
3. Традиции и култура – да укрепим връзката на младите хора с българските традиции, обичаи и фолклор чрез междупоколенчески дейности и творчески изяви.
4. Дигитални умения – да подобрим уменията на младите за създаване и популяризиране на дигитално съдържание, свързано с култура, здраве и екология.
5. Общност и споделяне – да изградим активна мрежа от „млади вдъхновители“, които ще бъдат посланици на здравословен, природошадящ и културно богат начин на живот.



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



### Партньорски организации

ПГИТ „Д-р Иван Богоров“ и Народно читалище „Елин Пелин 1977“, гр. Варна.

### Етапи на реализация

**1. Подготвителен.** Включва работно съвещание и обсъждане на задачите.

**2. Информационен.** Младежите събират информация, интерактивни, образователни материали, идеи и добри практики за здравословен и природоопазващ начин на живот. Изготвят проекти за банер, дигитални и флаери. Отразяват всички инициативи и дават информация за минали и предстоящи събития в различни дигитални платформи. Селектират снимково и дигитално съдържание.

**3. Обучителен и приложно-практически.** Създаване на следните клубове: „Здравен и екологичен компас“, „Приятели на фолклора“, „Спорт на открито“ и „С мъдростта на книгите“. В клубовете се използват неформални методи на обучение, като уоркшопове, работилници на открито, стимулиращи участниците за учене, промяна на мисленето и водене на здравословен и природосъобразен начин на живот (Фиг. 2). Създават се лидерски групи – вдъхновители за промяна и активни организатори на събития.

В проекта са предвидени две общи мероприятия за всички участници: „Щафетно бягане и спортни игри в морската градина“ и „Туристически поход“, целящи насърчаване на спортната активност сред младите хора.



Фигура 2. Снимки от дейности по проекта

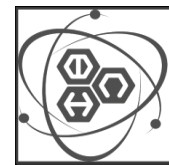
**4. Заключителен етап „Съвременна седянка“.** Клубовете отчитат своята работа по проекта и осъществяват междупоколенческа свързаност с гости, потомци на тракийски бежанци. Седянката обединява традиции, екология и общностен дух. Клубовете обменят информация за дейностите си постигнатите резултати.

### Финансиране

Проектът е финансиран по програма „Младежки дейности на община Варна“, Д25001618ВН/25.09.2025 г.



## XXIII НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ “ПРИРОДНИ НАУКИ '2025”



### Корени и маршрути – изучаване на устойчивост чрез природата

Стойна Илиева

СНЦ „Мога, знам, творя“, Ж.К. „Владислав Варненчик“, бл. 403, 9023 Варна, България  
E-mail: mogaznamtvorya@gmail.com

#### Въведение

С нарастването на дигитализацията и консуматорството наблюдаваме спад в екологичната отговорност и ангажираността и пряката връзка на хората с природната среда. Този процес е особено видим при групите в неравностойно положение, които често нямат достъп до практическо образование за устойчивост.

#### Мотивация и необходимост от промяна

В контекста на съвременните екологични и социални предизвикателства е необходимо преосмисляне на връзката между човека и природата. Нужен е нов модел на живот, основан на устойчивост, осъзнатост и приобщаване. Проектът „Корени и маршрути изучаване на устойчивост чрез природата“ (Фиг. 1) предлага именно такъв подход чрез учене сред природата, практически дейности и екологично образование, достъпно за всички.



Фигура 1. Лого на проекта

#### Основна цел и подцели

Проектът има за цел да създаде приобщаващи образователни практики, базирани на опита в природна среда. Поставени са следните подцели:

- Развитие на знания, умения и нагласи за устойчиво развитие;
- Осигуряване на достъп до екологично образование за хора в неравностойно положение;
- Насърчаване на социалното приобщаване и активното гражданство;
- Прилагане на иновативни дигитални решения в обучението за устойчивост.

#### Реализация

Проектът се реализира от сдружение „Мога, знам, творя“, което развива образователни и социални инициативи в областта на устойчивостта.

#### Партньорски организации

Академия „SEKDEV“ и Академия „Pixie“.

### Дейности

Проектът включва разнообразни дейности (Фиг. 2):

- Образователни курсове и практически обучения по устойчивост;
- Семинари и творчески работилници за еко осведоменост;
- Програми за дигитални умения и управление на отпадъците;
- Образователни практики чрез наблюдение (job shadowing).



Фигура 2. Снимки от дейности по проекта

### Очаквани резултати

Участниците ще могат да:

- Повишат знанията, увереността и ангажираността си по теми за устойчиво развитие;
- Развият практически умения в управление на отпадъците, устойчивост в опазването на биоразнообразието, действия в областта на климата, кръговата икономика;
- Станат местни лидери и застъпници за екологични практики;
- Споделят опита си с местни общности чрез обучения и публични събития.

### Финансиране

Проектът е финансиран по програма „Еразъм+“, ключова дейност 1 „Образователна мобилност за граждани“, сектор „Образование за възрастни“, проект № 2025-1-BG-01-KA-122-ADU-000314527.