

ИЗВЕСТИЯ

на Съюза на учените – Варна

Серия “ТЕХНИЧЕСКИ НАУКИ” - 1’2022



UNION
OF SCIENTISTS
VARNA

ISSN 1310-5833

ИЗВЕСТИЯ

на Съюза на учените – Варна

СЪДЪРЖАНИЕ

	Стр.
Елена Вълкова Екологично управление на производствените отпадъчни води в община Девня	3
Елена Вълкова Производство на електроенергия и топлоенергия от топлоелектрическа централа Девин.....	9
Жейно Жейнов Анализ на разпространението на светлината в клас оптични влакна с числени методи	15
Стоян Стоянов Приложение Метод на Стоянов за определяне и намиране на реалните корени на квадратно уравнение.....	23
Петранка Колева Онлайн или присъствена форма на обучение в училище.....	33
Невена Милева Анализ на енергийния потенциал на възобновяеми енергийни източници в Североизточен регион на България.....	38
Тодорка Георгиева, Доника Николова – Сотирова VoIP комутационен център за работа във виртуална среда, като система за повишаване нивото на качество в управлението.....	44
Якуб Олшевски Приложение на параметричния дизайн в процеса на оптимизиране на структурата на мембраната.....	48
Йордан Бояджиев Приложение на виброакустични методи за анализ на монети в обръщение	53
Надя Стаматова Визуализация и симулация на българските демонстрационни обекти за проекта БИМ-СПИЙД чрез виртуална и аугментирана реалност.....	57
Владимир Йорданов Влияние на пропульсивните параметри върху енергийната ефективност на сухотоварен кораб.....	62

РЕДАКЦИОНЕН СЪВЕТ

проф. д-р Виолета Йотова д.м.н.
 проф. д-р инж. Венцислав Вълчев
 проф. д-р инж. Розалина Димова
 доц. д-р инж. Иван Иванов
 доц. д-р инж. Любомир Камбуров
 гл.ас. д-р инж. Йордан Бояджиев

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ НА БРОЯ

доц. д-р инж. Иван Иванов
 доц. д-р инж. Любомир Камбуров
 гл.ас. д-р инж. Йордан Бояджиев

СЪЮЗ НА УЧЕНИТЕ – ВАРНА

Пощенски адрес: гр.Варна 9000,
 ул. “Васил Друмев” № 73
 Съюз на учените -Варна
 тел.:052/978576

Авторите носят отговорност за своите материали .
 Текстовете, които се представят в редакцията,
 следва да са във форма на MS Word.
 Ръкописи не се връщат.

Предпечатна подготовка

Съюз на учените - Варна

Координатор на СУ-Варна:

тел:052/978576

E-mail: su-varna@abv.bg

Банкова сметка: BG82 CECB 9790 1097 1239 00

BIC: CECBBSF

Банка: ЦКБ АД

Настоящото издание е
 посветено на
**Науката в служба на
 обществото**
 и се осъществява по
 проект, в рамките на
 присъщата на
**Технически
 Университет - Варна**
 научноизследователска
 дейност, финансирана
 целево от държавния
 бюджет.

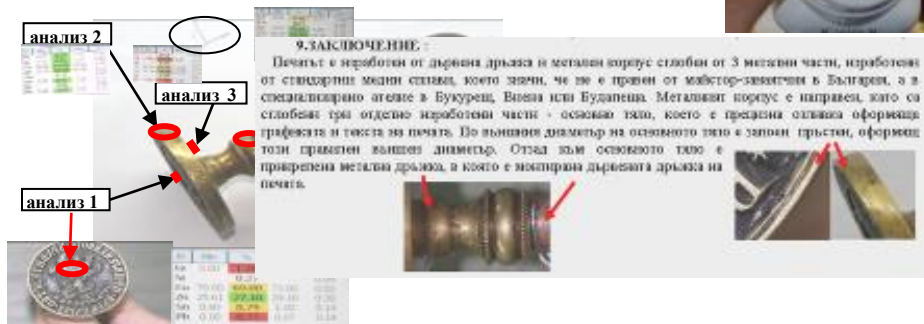
*обновена лаборатория на
 ТУ-ВАРНА по рентгенов
 спектрален анализ*

ДЕЙНОСТ

Изследване, изпитване и
 сертифициране на структурата,
 състава, механичните и физико-
 химичните свойства на
 инженерни метални и неметални
 материали; Безразрушително
 изследване на метални
 археологически находки

**СЕРИЯ
“ТЕХНИЧЕСКИ НАУКИ”**

1'2022

**КОНТАКТИ**

ВАРНА-9010, ул.Студентска-1,ТУ-Варна Тел.: 052/383 287

ЕКОЛОГИЧНО УПРАВЛЕНИЕ НА ПРОИЗВОДСТВЕНИТЕ ОТПАДЪЧНИ ВОДИ В ОБЩИНА ДЕВНЯ

Елена Вълкова

ECOLOGICAL MANAGEMENT OF INDUSTRIAL WASTEWATER IN DEVNYA MUNICIPALITY

Elena Valkova, Technical University of Varna

Резюме: Съвременните екологични проблеми непрекъснато се изострят заедно с нарастващия антропогенен натиск. Глобалните екологични проблеми изискват промяна на моделите на производство и потребление. Настоящото изследване се фокусира върху екологичното представяне на основните предприятия в Община Девня. Основна задача е постигането и поддържането на баланс между екологичната отговорност и икономическата ефективност в днешното глобализиращо се общество. Анализирани са внедрените системи за управление на околната среда в предприятията за десет годишен период.

Ключови думи: система за управление на околната среда, екологично представяне, рисков потенциал, промишлени отпадъчни води

Abstract: The present time ecological problems are constantly exacerbated along with increasing anthropogenic pressure. Global environmental problems require patterns change of production and consumption. Present research focuses on the ecological performance of main enterprises at Devnya Municipality. A primary task is achieving and maintaining the balance between environmental responsibility and economic efficiency in today's globalizing society. Analysis of implemented environmental management systems at enterprises is conducted for a ten-year period.

Key words: environmental management system, environmental performance, risk potential, industrial wastewater

I. Introduction

The intensive industry development, urbanization and increasing energy consumption combined with increasing anthropogenic pressure exacerbate the ecological problems. Patterns of production and consumption must be changed. The increasing standards and requirements for environmental protection and ensuring healthy working conditions, also for technological capacities renewal and improving the performance of enterprises have a good socio-ecological effect. According to the legal framework, enterprises are classified as “enterprises without risk potential”, “enterprises with low risk potential” or “enterprises with high risk potential”. Low or high risk potential enterprises have the greatest environment negative impact.

In Bulgaria, Devnya Municipality is among the municipalities with the highest enterprises concentration in the country. In Devnya industrial complex there is a high concentration of large enterprises from the sector of chemical industry, electricity production, enterprises for mining and processing of limestone. In a previous study, justifiably are selected for

analysis following enterprises from Municipality: Solvay Sodi AD, TPP Deven AD (in 2017 it merges into Solvay Sodi AD), Devnya Cement AD and Agropolychim AD. Those are low and high risk potential enterprises. For a good environmental performance of such enterprise of great importance are implementation of appropriate management systems and Best Available Techniques (BAT) using. Achievements from above mentioned are: successful control of the composition of emissions into the atmosphere; proper wastewater management (especially industrial wastewater); saving resources needed for production; generating smaller amounts of waste; increasing the quantities of recovered and neutralized waste. Therefore, present study monitors the environmental management systems effectiveness of these companies.

II. Methodology

The study is focuses on the water resources, although the enterprises impact affects all components of environment. In previous researches is analyzed Municipality' air quality (the most affected component).

Enterprises strive to maintain a balance between water used amount for production needs and water used amount in water circulation production processes. This is done in order to reduce discharge industrial wastewater in surface water bodies, but also mostly to minimize the water intakes compromise with pollutants.

Hydrobiological monitoring monitors the biological quality elements: macrozoobenthos, macrophytes, phytobenthos, phytoplankton and fish. The assessment is type-specific - classes boundaries between the individual conditions take into account water body type (very good, good, moderate, bad and very bad). However, this is not subject of the current study.

The main physico-chemical indicators that are monitored in terms of surface water quality are [9]: BOD₅, dissolved oxygen content; ammonium, nitrate and nitrite nitrogen, total nitrogen, total phosphorus and phosphates, pH. To determine performance in terms of industrial wastewater ecological management are needed quantitative and qualitative measures (listed indicators) examined for a long time period.

To assess the environmental management of the discharged industrial wastewater from the listed enterprises are analysis the following pollutants in the water intakes: Total nitrogen, Total phosphorus, Total organic carbon (TOC) (major water pollutants). The study object is the ecological management, which is applied in the selected enterprises. An analytical review of the existing condition of Municipality water bodies, which receive wastewater, as well as of the ecological management, which is applied in the enterprises, is performed.

For the purposes of the study are examined low and high risk potential enterprises from Devnya Industrial Complex. For their ecological performance is used data for a ten-year period (2011 – 2020 year) from the enterprises own environmental monitoring and from the Annual Environmental Reports. The water quality is most affected by the manufacturing activity of the above listed enterprises. Thus, wastewater pollutants: Total nitrogen, Total phosphorus, Total organic carbon (TOC) are observed by discharging enterprises. The effectiveness of ecological management of industrial wastewater is assessed and accordingly is determined the trend of each pollutant.

III. RESULTS AND DISCUSSIONS

A. *Natural water condition in Devnya Municipality*

Devnya Municipality, the Northeastern planning region of Bulgaria, has a great water wealth, in addition to being located near the Black Sea. The most significant natural reservoirs are part of Beloslav lake, Devnenska river and Provadiyska river. The Devnenska River flows into the Provadiyska River, which discharges into the lake. [4, 9, 12, 13]

Main part of Devnya River outflow is formed by the Devnya springs, which are the largest karst springs in Bulgaria and give rise to Devnya River. [9] The springs have been supplying Devnya industrial enterprises since 1954, but the enterprises themselves have been polluting Municipality surface water bodies.

The Provadiyska river flows through a precipitator into the Beloslav lake, and in the vicinity of it, as tributaries, it receives: a canal of the Padina Settling Basin and the Devnenska river. Provadiyska river bottom and its riversides are covered with a rare white carbonate sediment. Over Beloslav lake is exerted the strongest influence by the industrial runoff, which pollutes with compounds of inorganic origin (phosphates, nitrates, sulfates, calcium and magnesium compounds). Lake water area is eutrophicated. Water quality is strongly influenced by water transport, mainly needed by the industrial complex. Solvay Sodi (including TPP Deven from 2017) discharges industrial wastewater into the settling basin “Padina”, and it flows into Provadiyska river. Agropolychim discharges industrial wastewater into a corrected gorge “Byal canal” (White Canal), which flows into Beloslav lake. Other wastewater sources on Municipality territory are the municipal wastewater treatment plants (WWTP) - for domestic and fecal waters: WWTP-Devnya, WWTP-Beloslav and WWTP-Provadia. WWTP-Devnya wastewater discharges into Devnenska river. [9, 12, 13]

The area lithological construction creates conditions for presence of groundwater. Landshaft natural forms combined with the results of the construction contribute to the intensive infiltration of the surface polluted waters. It is possible Devnya springs to be polluted, which are also used for drinking water

supply. [4, 12, 13] The condition of Municipality waters is classified as: “very good”, “good” and/or “moderate”.

B. Main feature of enterprises in Devnya Industrial Complex

1) Devnya cement AD - Devnya cement AD is the largest cement producer in Bulgaria, up to the present time, since 1998. According to the Program for planned inspections for prevention of industrial pollution and the Program for planned inspections under the terms of the Complex Permits of the Regional Inspectorate of the Environment and Waters (RIEW) - Varna for 2020, Devnya cement AD is classified as high risk site. Devnya cement AD has installations for production of cement clinker and cement. Dry and wet clinker produce method is in use. [1, 2, 7] The water at Devnya Cement AD for production needs is included in water cycle and industrial wastewater is not discharged.

2) Solvay sodi AD - Solvay Sodi AD is the largest soda plant in Bulgaria and Europe for synthetic production of soda ash (light and heavy) and sodium bicarbonate (for food and technical purposes) as an accompanying product. [6] The method of Ernest Solvay (1861) is in use.

3) TPP Deven AD - The Thermal Power Plant Deven AD has been established in 1965 and since 2000 has been part of Solvay Bulgaria EAD. Currently TPP Deven AD merged with Solvay Sodi AD in June 2017. The main products are electric energy and thermal energy. The combustion plant is cogeneration. [5, 6] The electric and thermal energy produced by TPP Deven is consumed by Devnya industrial complex.

4) Agropolychim AD - Agropolychim AD (founded in 1974) produces nitrogen and phosphorus fertilizers (Ammonia 100%, Nitric acid 100%, Ammonia water 24%, Stabilized ammonium nitrate, Liquid nitrogen fertilizer, Phosphoric acid (100% P_2O_5), TSP (100% P_2O_5), MAP (54% P_2O_5), DAP (54% P_2O_5), NPK (54% P_2O_5)). The Nitrogen Fertilizer Plant ensures the production of “Stabilized Ammonium Nitrate” and “Liquid Nitrogen Fertilizer”. The phosphorous fertilizers production installation ensures the production of phosphoric acid, triple superphosphate and complex fertilizers [3]. Enterprises that are object of the study have different objects of activity [1, 2, 9]. Table I

presents their activity, industry type and object risk.

TABLE I. RISK POTENTIAL ENTERPRISES IN DEVNYA INDUSTRIAL COMPLEX [9]

Company name	Activity	Industry type	Object risk
Solvay Sodi AD, Devnya, Industrial Zone	Production of soda ash, including production of quicklime	chemical	low
TPP Deven AD, Devnya, Industrial Zone	Production of electric energy and thermal energy Biomass volume reduction mill	supply of electricity and thermal energy, gaseous fuels and water	low
Devnya cement AD, Devnya, Industrial Zone	Production of cement clinker Production of cement	construction industry	high
Agropolychim AD, Devnya, Industrial Zone	Production of nitrogen fertilizers - "Stabilized ammonium nitrate" and "Liquid nitrogen fertilizer" Production of phosphorus fertilizers	chemical	high

Table II presents their production capacity by production plants and installations. Table III presents enterprises, in which there are implemented certified systems for ecological management. [1, 2] Agropolychim AD performs systematic environmental management in accordance with requirements of its Complex Permit and meets requirements according to ISO 14001. In 2017 Solvay Sodi AD is recertified in accordance with ISO 14001:2015 requirements [6, 9]. Policies developed by the enterprises make smooth operation of management systems continuously reviewed and updated to ensure their effectiveness.

C. Discharged industrial wastewater condition

Devnya Municipality is an ecological “hot point” in ecological terms. Municipality natural waters are affected by industrial enterprises activities through industrial wastewater discharge. To a lesser extent, water pollution is a consequence of air pollutants migration emitted by enterprises. According to the Republic of Bulgaria legislation regarding the environmental monitoring [8, 10, 11, 14], the following indicators are obligatory for the purpose of the water quality assessing: Total nitrogen, Total phosphorus and TOC. Enterprises in Devnya - subject of the study, reports industrial wastewater discharged quantities and pollutants quantities in wastewater as part of their environmental performance.

TABLE II. ENTERPRISES' PRODUCTION CAPACITY BY PRODUCTION PLANTS AND INSTALLATIONS [9]

RPE	Product	Production plant / installation	Capacity
Solvay Sodi AD	Soda ash and quicklime	light soda	1550 thousand t/y
		heavy soda	1300 thousand t/y
		sodium bicarbonate	30 thousand t/y
		quicklime	3850 t/24h
TPP Deven AD	Electric and thermal energy	Combustion plant for thermal energy production, including: - SG CFB* №7; - SG № 3 (reserve); - SG CFB № 8; - SG № 6 (reserve); - SG № 2 (reserve);	485 MWh
		Combustion plant for thermal energy production - SG CFB № 7	6,25 t/h
		Biomass volume reduction mill	150 t/24h
Devnya Cement AD	Cement clinker and cement	Installation for the production of cement clinker - furnace 5, 6, 7	furnace № 5 – 70 t/h furnace № 6 – 70 t/h furnace № 7 – 192 t/h
		Installation for the production of cement - four horizontal ball mills 1-4	mill № 1 – 100 t/h mill № 2 – 100 t/h mill № 3 – 100 t/h mill № 4 – 100 t/h
Agropolychim AD	Nitrogen and phosphorus fertilizers	Ammonia 100%	207 900 t/y
		Nitric acid 100%	363 000 t/y
		Ammonia water 24%	64 000 t/y
		Stabilized ammonium nitrate	412 500 t/y
		Liquid nitrogen fertilizer	792 000 t/y
		Phosphoric acid (100% P ₂ O ₅)	205 000 t/y
		TSP (100% P ₂ O ₅)	164 000 t/y
		MAP (54% P ₂ O ₅)	270 600 t/y
		DAP (54% P ₂ O ₅)	293 700 t/y
		NPK (54% P ₂ O ₅)	363 000 t/y

*SG CFB - Steam generator with circulating fluidized bed

TABLE III. IMPLEMENTED CERTIFIED EMS [9]

Company name	Certified EMS	EMS certification year
Solvay Sodi AD	ISO 14001:2004	2006
TPP Deven AD	ISO 14001:2004	2006
Devnya cement AD	ISO 14001:2004	2004

With regard to wastewater, the following indicators are considered, which are conditionally divided into two groups:

First group - main indicators that are found in Solvay Sodi AD, TPP Deven AD and Agropolychim AD: Total nitrogen, Total phosphorus and TOC;

Second group - specific pollutants: at TPP Deven AD indicators Chromium (Cr), Copper (Cu), Zinc (Zn) and their compounds; Chlorides (residual chlorine) are observed; and in Agropolychim AD - Cadmium (Cd), Arsenic (As), Mercury (Hg), Lead (Pb) and Zinc (Zn) and their compounds; Fluorides (total F), Chlorides (total Cl).

Specific water pollutants issued by enterprises are not subject of this analysis. In addition, indicators need to be scrutinized over a long-time period.

The collected data from enterprises' Annual Reports about environment for the period are presented in Figures 1 - 7 by indicators and

enterprises [3, 5, 6, 7]. Limit value is presented by legislative regulations for each indicator. Thresholds for the observed indicators coincide. Regarding to the major pollutants for the period 2011 - 2020 the situation in the studied objects is the following:

- Solvay Sodi AD (Fig. 1 - 3) [6]: According to the indicator Total nitrogen emissions, during the entire analyzed period, an exceedance of the limit value (50 t/y) is registered, but despite this, a downward trend can be determined, because the values are decreasing: in 2011 year 897.55 t/y are recorded, and 2020 reached only 201.88 t/y, which is also the lowest reported value for the period.

According to the Total phosphorus emissions indicator, the limit value (5 t/y) is exceeded only in 2011 (13.06 t/y). In the following nine years (from 2012 to 2020), the reported values are below the norm specified in the Complex permit of Solvay sodi AD and do not even reach half of the maximum allowed level. The lowest value is

registered in 2016 - 0.81 t/y total phosphorus emissions. From then until 2020, values rise to 1.90 t/y. During the period 2011 - 2013, TOC emissions are 13 times above the limit value (50 t/y). There are no data for 2014. From 2015 to 2020, emissions according to this indicator sharply decreased: from 12.70 t/y (2015) to 4.29 t/y (2020) above the limit value. The trend is downward and it is expected that in 2021 TOC emissions will enter the norm.

- TPP Deven AD (Fig. 4) [5]: At TPP, from the group of the main pollutants in wastewater, only the TOC indicator is applicable, the reported levels of which (2020 - 0.21 t/y) during the analyzed period are far below the limit value (50 t/y).

- „Agropolychim AD (Fig. 5 - 7) [3]: The reported values during the analyzed period for the three main indicators vary greatly and it is very difficult to determine a trend. In general, Total nitrogen emissions are below the limit value (50 t/y) set by the Complex permit. But for the other two indicators (Total phosphorus emissions and TOC emissions) in most years of the analyzed period they are above the norms (respectively 5 t/y and 50 t/y).

In 2019, Total nitrogen emissions are slightly more than 3 times above the norm. In 2020, they are 4.51 t/y above the threshold amount. No exceedances were registered in all previous years.

For the period 2011 - 2015, Total phosphorus emissions are below the norm and show a downward trend. But in the next five-year period (2016 - 2020) they exceed the limit value, with a peak reported in 2018 - 8.81 t/y, which is 3.81 t/y more than allowed to Agropolychim AD, according to its CP. In 2019 and 2020, the registered values are decreasing, respectively 7.39 t/y and 6.89 t/y.

With regard to TOC emissions, the situation is very interesting, since 2011 a value of 32.75 t/y is reported, which is below the permitted value. 2012 had a peak of 73.18 t/y, and in the following three years it gradually decreased to slightly below the norm (2015 - 49.78 t/y). In the following three-year period, the values are again drastically above the set limit value, with a peak recorded in 2018 - 97.99 t/y, which is almost twice the norm.

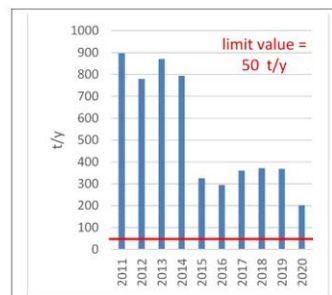


Figure 1. Solvay Sodi AD – Total nitrogen emissions

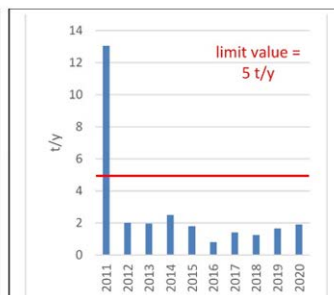


Figure 2. Solvay Sodi AD – Total phosphorus emissions

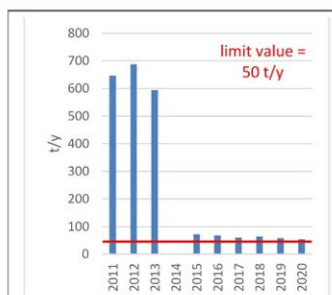


Figure 3. Solvay Sodi AD – TOC emissions

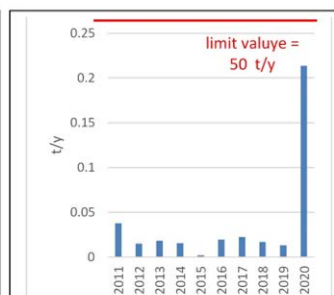


Figure 4. TPP Deven AD – TOC emissions

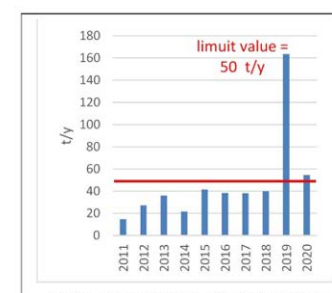


Figure 5. Agropolychim AD – Total nitrogen emissions

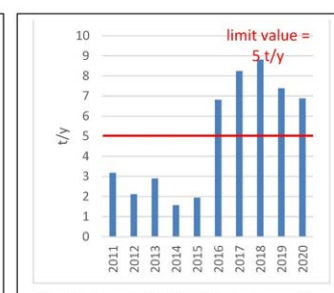


Figure 6. Agropolychim AD – Total phosphorus emissions

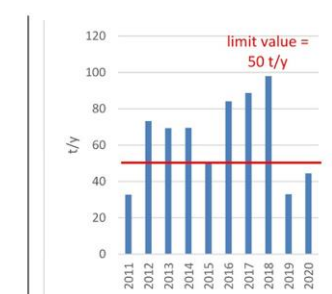


Figure 7. Agropolychim AD – TOC emissions

Since 2019, a drastic drop in TOC emissions has been reported - 32.99 t/y, which is about 17 t/y less than allowed, according to the operator's

Complex permit. In 2020, emissions are rising again, but below the limit value. It is interesting to track the values of this indicator over the next ten year period and whether it will be possible to determine a trend.

During the analyzed period most of the enterprises' installations worked with incomplete loading of production capacities.

In long term, the data analysis shows ecological management improvement of the industrial wastewater discharged by Devnya industrial complex enterprises into the surface water bodies. There is a tendency of pollution level

reduce, which is due to the proper ecological management of production processes and in particular the industrial wastewater treatment before discharge. In some respects, Agropolychim AD is an exception and should make more efforts. It is necessary all operators to periodically carry out reconstruction and modernization of purification facilities and stations.

IV.CONCLUSIONS

Enterprises industrial wastewater management is improving and becoming more environmentally friendly. Although there are still like violations in water protection field, excessive water bodies pollution and violation of permits conditions for water bodies use. The studied enterprises are set goals about environmental protection and they have proven the commitments to these goals. These enterprises are very important for the economy of Devnya Municipality and the Northeastern planning region of Bulgaria. Because of that RIEW is refraining of restrictive actions against above presented enterprises.

The increased pollutants content in surface and groundwater is also due to: pollutants infiltration, developed agriculture, animal husbandry, lack of protective screen at landfills, wastewater treatment plants, sewers; warehouses; mines and tailings; BB - pesticide cubes; contaminated sites from past activity. Beloslav lake water area is eutrophicated. The damage is gradually removed. By implementing projects for construction and/or reconstruction and modernization of purification stations and facilities; by changing the production methods in industrial sites; through collection, purification and reuse of wastewater in productions the water management policy goal is achieved - maintenance of good quantitative, chemical and ecological waters condition. So there is obvious need of further actions for pollutants reducing in the water and to improve water bodies quality.

REFERENCES

- [1] Kindzhakova E., Toneva D. Environmental performance of High Risk Potential enterprises in Devnya Municipality. Proceedings of the 1st International Conference "Applied Computer Technologies" ACT 2018, ISBN: 978-608-66225-0-3, p. 30-38, 2018.
- [2] Kindzhakova E., Toneva D. Integrated environmental management system in High Risk

Potential enterprises. Integrated environmental management system in High Risk Potential enterprises. Proceedings of the 1st International Conference "Applied Computer Technologies" ACT 2018, ISBN: 978-608-66225-0-3, p. 39-46, 2018.

- [3] Годишен доклад за изпълнение на дейностите, за които е предоставено Комплексно разрешително, Агрополихим АД, 2011–2020г.
- [4] Годишен доклад за наблюдението на изпълнението на Общински план за развитие на Община Девня за периода 2014-2020г. към 31.12.2018г., Община Девня, 2019г.
- [5] Годишен доклад по околна среда за дейностите по КР, Девен АД, 2011–2017г.
- [6] Годишен доклад по околна среда за дейностите по КР, Солвей Соди АД, 2011-2020г.
- [7] Годишен доклад по околна среда за изпълнение на дейностите, за които е издадено Комплексно разрешително, Девня цимент АД, 2011-2020г.
- [8] Закон за опазване на околната среда (Обн. ДВ. бр.91 от 25 Септември 2002г., изм. и доп. ДВ. бр.42 от 7 Юни 2022г.).
- [9] Кинджакова Е.М. „Интегрирана система за управление на околната среда в предприятия с висок рисков потенциал“. Дисертационен труд за получаване на образователна и научна степен „доктор“, Технически университет - Варна, Варна, 2018, 162 с.
- [10] Методика за реда и начина за контрол на комплексното разрешително и Образец на годишен доклад за изпълнение на дейностите, за които е предоставено комплексно разрешително, МОСВ, София, 2006г.
- [11] Наредба № 7 от 14.11.2000 г. за условията и реда за заустване на производствени отпадъчни води в канализационните системи на населените места
- [12] Общински план за развитие на Община Девня за 2005-2013г. Девня, 2004г.
- [13] Общински план за развитие на Община Девня за 2014-2020г. Девня, 2013г.
- [14] Програма за намаляване на нивата на замърсителите в атмосферния въздух и достигане на установените норми за вредни вещества (Актуализация). Девня, 2011г

За контакти:

Технически университет – Варна
гр. Варна, България, 9010,
ул. Студентска, № 1
ас. д-р инж. Елена Вълкова
elena.valkova@tu-varna.bg

ПРОИЗВОДСТВО НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЯ И ТОПЛОЕНЕРГИЯ ОТ ТОПЛОЕЛЕКТРИЧЕСКА ЦЕНТРАЛА ДЕВЕН

Елена Вълкова

ELECTRICITY AND HEAT ENERGY PRODUCTION FROM THERMAL POWER PLANT DEVEN

Elena Valkova, Technical University of Varna

Резюме: Всяко производство задължително изисква използване на електроенергия за нормалното протичане на производствения процес. Особено е положението в територии с голяма концентрация на производствени предприятия. Проучването анализира дейността на топлоелектрическа централа (ТЕЦ) Девен, която захранва индустриален комплекс, на територията на който работят световни предприятия от различни производствени сектори. Разгледани са екологичните показатели на предприятието чрез изследване на използваните суровини, спомагателни материали и горива, както и начините им на въздействие върху околната среда и осигуряване безопасността на работниците.

Ключови думи: електроенергия, топлоенергия, топлоелектрическа централа, екологично представяне

Abstract: Each production necessarily requires electricity use for the production process normal course. Special situation is in territories with a large concentration of manufacturing enterprises. Study analyses activity of Thermal power plant (TPP) Deven, which supplies an industrial complex, on the territory of which world enterprises from different production sectors operate. Enterprise' ecological performance is considered by studying the used raw materials, auxiliary materials and fuels, as well as their ways of impact on the environment and ensuring the safety of workers.

Keywords: electricity, heat energy, thermal power plant, ecological performance

I. Introduction

Each production requires the appropriate raw materials, auxiliary materials and fuels. The obligatory raw materials used in each production process are water and electricity. There are many productions that require also heat using. For territories with a large concentration of production enterprises - consumers of electricity, which have great economic importance, it is especially convenient to create a power plant to supply them with energy so that enterprises to not be affected by the increase in household energy consumption.

Losses of voltage, power and energy in the power supply system leads to production processes disruption. Unexpected interruption or disruption of electricity characteristics from electricity supply system would lead to disruption of industrial sites functioning. Such situation will disrupt the ongoing processes. As a result, in addition that an enterprise will bear financial losses, significant accidents or even disasters are possible, as enterprises are carriers of a significant risk to both the population and the environment, especially when they are classified with risk potential.

Nowadays, for each company, its environmental performance is extremely important, as good environmental performance further expands the markets in which it can operate. Low and high risk potential enterprises have the greatest negative environmental impact. Therefore, it is important to calculate the risks and to take all necessary measures to avoid any negative deviations in the production processes. Industrial sites provision with an independent electricity supply system stands out among the possible measures.

Devnya Municipality, which is placed at Northeastern planning region of Bulgaria is an industrial center [1, 6]. Some companies that operate in this area are global producers in various sectors and they cannot afford to disrupt their production processes because they will suffer huge economic losses. Therefore, paper presents an overview and analytical review of the existing Thermal power plant Deven in the Devnya industrial complex. Study is aimed at analyzing and determining the advantages of TPP Deven for industrial sites, human health and environment, as due to the large industrial production Devnya Municipality is defined as an ecological "hot point" in ecological terms [1,2,6].

II. Methodology

Study presents an overview and analytical review of electricity and heat energy production by cogeneration method by Thermal power plant Deven. Since TPP Deven AD (object of the study) establishment, it supplying electricity and heat energy to the enterprises in Devnya Industrial Complex. Since 2000 it is part from Solvay Sodi AD; and since 2017 it is merged into Solvay Sodi AD, so the thermal power plant is inextricably linked to the enterprises and participates in their production processes. TPP Deven AD is classified as a low risk potential enterprise. Production plant, used raw materials, auxiliary materials and fuels are considered. In addition, ways in which it affects environmental components are studied. As a production process to be defined as efficient, it is necessary to demonstrate that its impact on human health and environment is as minimal as possible. Collected and analyzed data is from Solvay Sodi AD own environmental monitoring and from the Annual Environmental Report for 2019 [5].

III. RESULTS AND DISCUSSIONS

A. Brief overview of the main features of TPP Deven

The Thermal power plant Deven at Solvay Sodi AD is a highly efficient cogeneration plant for the production of electricity and heat energy. It is consumed by production enterprises in Devnya industrial complex [5]. Thermal power plant carries out combined production of heat and electricity from steam turbines with teams, condensing turbines and backpressure turbines by separate combustion of imported coal, anthracite, petrocox and gas oil / diesel (for ignition). Installations for which complex permit [3] has been issued and the respective capacity are presented in Table I.

TABLE I. Installations and production capacity

Production plant / installation	Capacity, thousand t/y or MW
Installations within the scope of Annex № 4 of the Environmental Protection Act (EPA) [4]	
Combustion plant for thermal energy production, including: - steam generator №7 with circulating fluidized bed (SG CFB №7); - SG CFB №8; - SG №2 (spare); - SG №3 (spare); - SG №6 (spare)	485 MW
Combustion plant for thermal energy production - SG CFB №7	6,25 t/h
Biomass volume reduction mill	150 t/24h
Installations outside the scope of Annex № 4 of the EPA	
Pre-treatment activity (dewatering and shredding) in Auger system to SG №2, №3 and №6 of waste with code and name 10 01 01 - Cinder, slag and bottom ash from boilers (excluding boiler ash mentioned in 10 01 04)	41,76 t/24h

Brief overview about the installations and the technological scheme is presented below:

Collector technological scheme includes: main facilities (boilers and turbines) are connected to a common main steam collector (MSC); connections between the steam outlets and the backpressures of individual turbines by types of parameters; reservation with reducing devices.

Nominal production capacities of the equipment:

- Steam generators available on site: 2 units with a total installed capacity of 485 MW or 650 t/h steam with a pressure of 10 MPa, temperature 540°C and numbers: steam generator №7 with circulating fluidized bed (SG CFB №7) and SG CFB №8, burning solid fuels; and 3 spare steam generators - SG №2, SG №3 and SG №6, with installed total power 400 MW or 640 t/h steam with pressure 10 MPa, temperature 540°C, burning solid fuels;

- Turbogenerators: 8 units with a total electric power of 125 MW;

- Water treatment systems: 1 CWT-3 (Chemical water treatment sector (CWT-1,2,3)) - 1000 m³/h.

SG CFB №7 is included in the steam generation scheme, during 2009 and at the end of 2017 - the newly built SG CFB №8. Changes in the production capacity (nominal steam production and nominal heat output) of the installation are as follows:

Steam generator	Nominal steam production [t/h]	Nominal heat output [MW]
SG CFB №7	400	300
SG CFB №8	250	185
SG №2 (spare)	160	120
SG №3 (spare)	160	120
SG №6 (spare)	220	160
Total:	650	485

So, in 2019 the installation has installed actual total production capacity of 485 MW (corresponding to SG CFB №7 - 300 MW and SG CFB №8 - 185 MW) and installed backup capacity of 400 MW (corresponding to SG №2 - 120 MW, SG №3-120MW and SG №6-160 MW). Facilities and equipment for incoming raw materials and flows:

- Coal and coal supply - open coal warehouses (3 pieces for a total of 300 000 t) bunker unloading, feeders, rubber conveyor belts from №1 to №7, prepsills, crude coal bunkers (4 pieces - two for each of SG 7 and 8);

- Limestone and limestone supply - open warehouse (1 piece for a total of 150 000 t), bunker unloading, feeders, rubber conveyor belts from №1 to №7, prespills, limestone bunkers (2 pieces - one per each of SG 7 and 8);

- 2 tanks for industrial gas oil / diesel - 1x75 m³ and 1x350 m³;

- Natural gas and gas control point (GCP) - gas pipeline from gas distribution station (GDS) - Poveyanovo to GDS with underground and aboveground part with pressure from 1,0 to 1,2 MPa; gas pipeline from GCP to the gas-oil boilers with a pressure of 0,15 MPa, which is not operated;

- Raw water - Plumbing from Tsonevo derivation - 1300 m³/h; Plumbing from Ludetina derivation - 400 m³/h; Plumbing for heated water from Solvay-Sodi - 600 m³/h; own deep drilling - 216 m³/h.; Shafts raw water (SHRW) - 2 pieces with 3 pumps per each; 4 pumps to water-preparation installations.

Facilities for outgoing products and flows include outgoing steam mains and external consumers to the Main switchgear (MSG). Outgoing steam mains are: Steam mains 3,6 MPa: three to Solvay-Sodi and one to Agropolychim; Steam mains 1,7 MPa: per one to Solvay-Sodi and to Agropolychim; Steam mains 0,6 MPa: three to Solvay-Sodi and one to DZZ AD. External consumers to MSG are:

- 2 transformers for electricity export: transformers 101 и 102 to Substation Polymeri in Main lowering substation (MLS) of Polymeri for National Electric Company (NEC);

As a result of investment proposal implementation for “Construction and commissioning of a new open distribution system (ODS) 110 kV for connection of Deven AD and Solvay Sodi AD to electricity transmission network at 110 kV level”, Thermal power plant already exports directly electricity to NEC, without it passing through MLS Polymeri.

- two 20 kV outlets for electricity transmission to the soda ash installation of Solvay Sodi AD. Means for management, control and automation include two control shields and control-measuring devices and automation.

B. Ecological performance of TPP Deven according to used raw materials, auxiliary materials and fuels

Use of water: Processes and equipment related to the highest water consumption for production needs and for cooling of steam generators in the combustion plant for heat energy production are defined. Separate devices for measuring water amount for production, drinking-household and other needs of drilling wells R-154x and R-156x are installed. Annual efficiency rates of fresh water for production needs (including cooling) for 2019 for combustion plant for heat energy production are presented in Table II - expressed as annual water consumption for the production per unit of product.

TABLE II. ANNUAL RATES OF EFFICIENCY OF FRESH WATER FOR PRODUCTION NEEDS (INCLUDING COOLING) PER UNIT OF PRODUCT

Water source	Annual rate of efficiency in the water use, m ³ /unit of product and m ³ /MWh, according to Complex Permit (CP)	
	Combustion plant for heat energy production:	
Water from Napotelnii sistemi EAD (water from Tsonevo Dam)	4,7 m ³ /MWh	1,86 m ³ /MWh
Water from Solvay Sodi		
Water from drilling well P 156x		

Use of energy: Operation and maintenance of heat exchange and electric conversion parts of technological equipment (smoke fans, air fans, solid fuel mills, feed and circulation pumps) are main consumers of electricity for the combustion plant for heat energy production. Consumed electricity and heat energy quantities are reported by measuring devices. Table III presents annual efficiency rates in terms of energy consumption for 2019 in the operation of combustion plant for energy production with a nominal heat output of 485 MW.

TABLE III. ENERGY CONSUMPTION DURING OPERATION OF COMBUSTION PLANT FOR ENERGY PRODUCTION

Electricity / Heat energy, MWh/MWh	Annual rate of efficiency in the electricity / heat energy use, according to CP	Annual rate of efficiency in the electricity / heat energy use for 2019
Electricity for a combustion plant for production of heat energy per unit of product	0,05 MWh/MWh	0,027 MWh/MWh
Electricity for biomass volume reduction mill per unit of product	0,013 MWh/MWh	0 MWh/MWh
Heat energy for a combustion plant for heat energy production per unit of product	0,25 MWh/MWh	0,132 MWh/MWh

Use of raw materials, auxiliary materials and fuels: Auxiliary materials used are a coagulant and various types of reagents for production of chemical water treatment and one reagent for nitrogen oxides reduction in waste gases. Fuels used for SG CFB №7 and №8 operation are petrocox, anthracite and coke screenings, medium / low volatile bituminous coal, and for spear steam generators - coal. Annual efficiency rates for the used quantities of raw materials, auxiliary materials and fuels with the determined in the Complex Permit are given

in Tables IV and V. Coal and limestone storage for daily stock for steam generators with circulating fluidized bed is carried out in two silos, each with 650 m³ volume, and for the limestone in a silo with 400 m³ volume. Auxiliary materials and fuels storage, which are used in the combustion plant for heat energy production is carried out only on separate sites.

TABLE IV. AUXILIARY MATERIALS USED IN OPERATION OF COMBUSTION PLANT FOR HEAT ENERGY PRODUCTION

Auxiliary materials	Annual rate of efficiency [t/MWh heat energy], according to CP	Annual rate of efficiency [t/MWh heat energy]
Coagulant	0,000001	0,0000005
Reagent for production of CWT (<i>trisodium phosphate</i>)	0,000004	0,0000007
Reagent for production of CWT (<i>sodium hydroxide</i>)	0,0005	0,00014
Reagent for production of CWT (<i>lime milk</i>)	0,00059	0,00056
Reagent for production of CWT (<i>hydrochloric acid</i>)	0,0009	0,00034
Reagent for nitrogen oxides reduction in waste gases and for production of CWT (<i>ammonia water</i>)	0,001	0,00001

TABLE V. FUELS USED IN OPERATION OF COMBUSTION PLANT FOR HEAT ENERGY PRODUCTION

Fuels	Annual rate of efficiency [t/MWh heat energy], according to CP	Annual rate of efficiency [t/MWh heat energy]
SG №2, SG №3 and SG №6		
Coal	0,05	0,01
SG CFB №7 and SG CFB №8		
Petrocox	0,15	0,10
Anthracite and coke screenings	0,05	0,0
Medium / low volatile bituminous coal	0,18	0,02

In order to ensure normal operation and prevent spills of lubricants, liquid fuels and reagents, a visual inspection of fuel facilities, warehouses and sites for storage of fuels, auxiliary materials and their associated systems is performed during each work shift. Inspections are intended to establish, whether there is presence of leaks and / or spills from tanks and their adjacent communications; what is the condition of the insulation, the adjacent stairs and landings and the embanked areas. If there is leaks from pipelines and / or flanges, fittings, pumps, the necessary actions are taken: liquid materials or fuels supply to that part of pipeline in which a leak is detected shall be stopped immediately; rapid measures are taken to locate the leak; contaminated area is cleaned in a timely manner; management of generated waste as a result of the performed cleaning is carried out according to “Waste management” requirements.

C. Ecological performance of TPP Deven according to emissions of harmful substances and waste generation

The following treatment facilities for atmosphere emissions are operated at TPP Deven: bag filter to SG №2, to emitting device (ED) №1 (185m); electrostatic precipitator to SG №3, to ED №1 (185m); electrostatic precipitator to SG №6, to ED №1 (185m); electrostatic precipitator to SG

CFB №7, to ED №2 (180m); per one SNCR for waste gas treatment from NO_x to SG CFB №7 and 8, to ED №2 (180m); bag filter to SG CFB №8, to ED №2 (180m); six bag filters to aspiration system (AS) from №1 to №6.

Aspiration systems to a combustion plant for heat energy production are equipped with purification facilities type “bag filter”. For the open warehouses for fuel and limestone storage, all necessary measures are taken to reduce particulate matter emissions. Harmful substances emissions in waste gases emitted by emitting devices №1 and 2, are measured by continuous emission measurement systems (SCM). Sampling points are built to the emitting devices of aspiration systems from №1 to №6 - ventilation outlets after each of bag filters, providing air dedusting system from prespills, dust bunkers, auger and repair hatches of coal bunkers for solid fuels. Regarding the relocation of the gas duct of SG №7 from emitting device №1 to device №2, a new sampling point is built to emission source SG CFB №7 - ventilation outlet after treatment facility “bag filter” of a steam generator with circulating fluidized bed №7.

Results of conformity assessment of measured values of controlled indicators with the emission norm specified in the Complex permit, the identified reasons for the non-compliance, as well as the taken corrective actions are documented and stored.

Emitted pollutants according to EPEBB and PRTR from TPP at Solvay Sodi AD in the ambient air are: CO, CO₂, NO_x/NO₂, SO_x/SO₂, Fine Particulate Matter <10µm (PM₁₀).

Treatment facilities that protect water bodies from pollution are two neutralization basins and a sludge trap.

Neutralization station (two neutralization basins): Continuous pH measurement at the outlet of the neutralization basins is provided. The neutralization station is a local treatment plant, which receives mainly two wastewater streams - water from acid and alkaline regeneration of ion-exchange filters and water from lime decarbonization.

Technology used in the “Water Treatment” sector of TPP fully corresponds to the recommended technology described in the Reference Document on Best Available Techniques for Large Combustion Plant - July 2006.

The first stream of waste liquids is generated periodically at the moments when acidic or alkaline regeneration of the filters takes place. The pH value of this stream is relatively neutral due to the fact that sequential regeneration of the cationic and anionic filters is performed in a short time period. The lime decarbonization flow is constant over time and alkaline. This is what determines the high value of the pH indicator at neutralization station outlet.

A project for transit supply of wastewater transporting, which transport waste from solid fuel combustion and wastewater from water demineralization to the sludge pump compartment of Solvay Sodi AD is realized, in order to optimize and reduce water and electricity consumption for waste streams transportation from thermal power plants in the settling basin “Padina”.

Wastewater use from Deven AD is allowed - wastewater from “Chemical water treatment” sector, railway unloading for reagents and reagent farm, only for neutralization and cooling of wastewater from electrostatic precipitators to lime kilns.

A sludge trap: Periodic inspections and cleaning of the sludge trap outlet, which is after the auto fleet, are performed. Oil products concentration at the sludge trap outlet is monitored. In case of water presence in the outlet channel after the facility, a sample is taken and a laboratory analysis to determine petroleum products concentration is performed.

Own groundwater monitoring is performed at the following sampling points: measuring point (MP) 1, MP 2, MP 3 and MP 4. Observed indicators are: Water level, Active reaction, Electrical conductivity, Total hardness, Permanganate oxidizability, Ammonium ion, Sulfates, Chlorides, Phosphates, Zinc, Lead, Chromium, Iron, Mercury, Cadmium, Copper, Arsenic, Polycyclic aromatic hydrocarbons, Petroleum products. Discharged pollutants according to EPEBB and PRTR from Thermal power plant in the water intakes are: Chromium (Cr), Copper (Cu), Zinc (Zn) and their compounds; Total organic carbon (TOC) and Chlorides (residual chlorine). There are no pollutants discharges with regard to soils.

Generated industrial waste during the operation of a combustion plant for heat energy production

are: 10 01 01 Cinder, slag and bottom ash from boilers; 10 01 02 Entrained fly ash from burning coal; 10 01 05 Solid wastes from calcium-based reactions from desulphurisation of waste gases; 10 01 24 Sands of combustion in a fluidized bed; 19 09 05 Saturated or spent ion-exchange resins. This waste are handed over for disposal in the Non-Hazardous Waste Landfill of Solvay Sodi AD.

Allowed for acceptance waste on the TPP site territory are: 03 01 01 Cork and wooden barks waste; 03 01 05 Bran, shavings, cuttings, chips, timber, particle board and veneers, other than those mentioned in 03 01 04; 03 03 01 waste barks and wood. Waste is accepted for purpose of carrying out recovery activities marked with code R 1 (use of waste mainly as fuel or other means of obtaining energy) in combustion plant for heat energy production: SG CFB №7.

TPP performs recovery activities, marked with codes: R 12 (Waste exchange for any of the activities with codes R 1 - R 11 pre-treatment - milling) in Biomass volume reduction mill; R 13 (Waste storage until performance of any of the activities with codes R 1 and R 12); R 1 (Use of waste mainly as fuel or other means of obtaining energy), in SG CFB № 7 of the following wastes with codes: 03 01 01, 03 01 05, 03 03 01.

TPP performs recovery activity, marked with code: R 12, in Auger system to SG № 2, № 3 and № 6 of waste with code 10 01 01 - Cinder, slag and bottom ash from boilers (excluding boiler ash, mentioned in 10 01 04).

Recovery activities marked with code R 10 (Land treatment resulting in benefit to agriculture or to environment - their use in partial technical reclamation of the indentation between the 5th and 6th stages of settling basin “Padina” upgrading, as well as other disturbed terrains) of the following wastes are permitted: 10 01 01; 10 01 02; 10 01 05; 10 01 24.

In 2017 Solvay Sodi AD is recertified in accordance with ISO 14001:2015 requirements, TPP Deven also, because it is part of Solvay.

IV. Conclusions

Presented overview of the operating installations in Thermal power plant Deven shows that it has sufficient capacity to supply all consumers of electricity and heat energy from Deven industrial complex. In this way, production enter-prises

guarantee their security in terms of smooth running production processes.

In addition, electricity and heat production in TPP Devnya is organized so as to use natural resources sparingly, to use largest possible percentage of capacity of produced heat, to not burden environmental components with large pollutants amounts and to not disturb the natural habitats with generated waste amounts. In addition, waste management system is organized so as to utilize part of wastes in combustion plants, and another part - in strengthening activities and reclamation of disturbed terrains. Utilization of wastes accepted by other companies is also permitted.

Furthermore, the used cogeneration method for energy production proves its effectiveness in terms of the good environmental performance of the plant, but also in terms of ensuring the safety of workers and employees and the nearby population. As a part of Solvay Sodi AD, TPP has integrated environmental management system, which is certified according to the requirements of ISO 14001:2015, ISO 9000, OHSAS 18000 and ISO 45001:2018.

За контакти:

Технически университет – Варна
гр. Варна, България, 9010,
ул. Студентска, № 1
ас. д-р инж. Елена Вълкова
elena.valkova@tu-varna.bg

References

- [1] E. Kindzhakova, D. Toneva, “Environmental performance of High Risk Potential enterprises in Devnya Municipality”, Proceedings of the 1st International Conference "Applied Computer Technologies" ACT 2018, p. 30-38, 2018. ISBN: 978-608-66225-0-3
- [2] E. Kindzhakova, D. Toneva, “Integrated environmental management system in High Risk Potential enterprises”, Proceedings of the 1st International Conference "Applied Computer Technologies" ACT 2018, p. 39-46, 2018. ISBN: 978-608-66225-0-3
- [3] Energy Act (publ. SN issue 107 of 9 December 2003, ch. and add. SN issue 21 of 12 March 2021) (in Bulgarian)
- [4] Environmental Protection Act (publ. SN issue 91 of 25 September 2002, ch. SN issue 21 of 12 March 2021) (in Bulgarian)
- [5] Annual Environmental Report for 2019 of Solvay Sodi AD, Solvay Sodi AD, 2019 (in Bulgarian)
- [6] Municipal Development Plan of Devnya Municipality for 2014-2020, Devnya, 2013 (in Bulgarian)

АНАЛИЗ НА РАЗПРОСТРАНЕНИЕТО НА СВЕТЛИНАТА В КЛАС ОПТИЧНИ ВЛАКНА С ЧИСЛЕНИ МЕТОДИ

Жейно Ив. Жейнов

MUSICAL STAIRCASE ANALYSIS OF LIGHT PROPAGATION IN A CLASS OF OPTICAL FIBERS BY NUMERICAL METHODS

Zhejno I. Zhejnov

Резюме: В статията се прави обзор на някои числени методи за описание на разпространението на светлината в оптични вълноводи. Сравняват се аналитичните и числените методи за анализ на различни типове оптични влакна с техните предимства и недостатъци. Дава се накратко методологията на анализа и някои резултати. Разглеждат се изцяло вълновите методи за анализ на електромагнитното поле. Показва се използването на вариационните принципи и тегловните остатъчни методи. Обяснява се формирането на глобалната мрежа и елементите на матриците. Разглежда се векторния метод на крайните елементи за получаване на модите във фотонно-кристални влакна.

Ключови думи: Оптичен вълновод, числени методи, разпространение на светлината, моди, метод на крайните елементи, фотонно кристално влакно.

Abstract: In the article some numerical methods for describing the propagation of light in optical waveguides are discussed. Analytical and numerical methods for the analysis of different types of optical fibers are compared with their advantages and disadvantages. The methodology of the analysis and some results are briefly given. Wave methods of electromagnetic field analysis are fully considered. The use of variational principles and weighted residual methods is demonstrated. The forming of the Global mesh and matrix elements are explained. The vector finite element method for obtaining the modes in Photonic Crystal Fibers, is considered.

Keywords: Optical waveguide, numerical methods, light propagating, modes, finite element method, Photonic Crystal Fiber.

Оптичното влакно е изработено във формата на тънък цилиндър. В него се въвежда светлина, която взаимодейства с материала. Оптичните влакна служат за измерване на различни параметри, за усилване на сигнали, пренасяне на информация, за изработване на лазери. Използват се широко в телекомуникациите като среда за прехвърляне на информация между две точки, като трансокеански кабели и кабели до дома, което позволява прехвърляне на данни с висока скорост. Те работят като оптични сензори за измерване на физически величини: температура, въртене, акустични и други величини, като могат да се използват в екстремни среди с висока температура и високо напрежение. Освен това оптичните влакна могат да се ползват за усилване на сигнала, за прехвърляне на енергия, предаване на изображения и много други цели.

Технологията за оптични влакна се изследва активно от физици и инженери.

Вложени са огромни ресурси и средства за подобряване на свойствата на оптичните влакна и изследване на нови видове влакна за различни цели като медицина, спектроскопия, сензори и телекомуникации, които са основни приложения на оптичните влакна.

Анализът на оптичните влакна и устройства изисква провеждането на експериментални или числени изследвания. Експериментът отнема време и изисква големи физически ресурси. Теоретичното изследване се основава на числени симулации. Ползват се адаптирани аналитични или числени методи в зависимост от изследваното влакно. Целта е да се разбере как промяната на различните физически параметри на влакното и дизайна влияе върху оптичните му свойства. С анализ на представените систематични изследвания може да се реализира дизайн с желаните свойства на оптичното влакно.

Конвенционалните технологии за оптични влакна със стъклена (силициева)

сърцевина са усъвършенствувани значително от първото успешно създадено стъклоно влакно през 1957 г.. През 1970 г. беше произведено оптично влакно с ниски загуби – под 20dB/km. Разработването на легиран с ербий усилвател за оптично влакно през 80-те години на миналия век намали цената на комуникацията на дълги разстояния, тъй като оптичният сигнал може да се усилва директно, без да се преобразува в електрически. Така намалява броят на повторителите по оптичната линия.

Днес оптичните влакна са една от най-добрите комуникационни среди за комуникации на дълги разстояния. Те имат много ниски загуби, устойчиви са на електромагнитни смущения и имат широка честотна лента, като осигуряват най-високи скорости на предаване на данни. Оптичните влакна се използват в подводни интернет кабели, които осигуряват надежден високоскоростен интернет. В оптичните телекомуникации спектъра на дължината на вълната е разделен на три прозореца, съответно на дължини на вълните 850nm, 1300nm и 1550nm. Оптичните влакна и интегрираните оптични вълноводи намират широко приложение и в други области.

Оптичното влакно представлява цилиндричен диелектричен вълновод - фиг. 1.

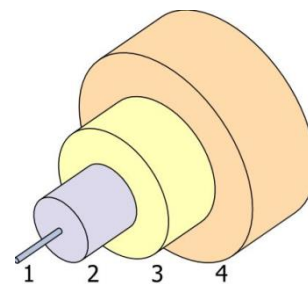
Идеята да се превърне стълбището на сграда в гигантска клавиатура на пиано не е нова. Целта е децата да играят с него, а минавачите да бъдат насърчени да спортуват, докато се забавляват да свирят прости мелодии, движейки се по стъпалата на музикалното стълбище. В представената разработка се използват 11 стъпала за клавиши, което позволява свирене на едногласни мелодии с диапазон 1 октава.

Микрокомпютър тип “Arduino” се използва за генериране на тон /звук с точно определена честота/ и при определяне мястото на човека, задействащ клавиша, който го свири Към 11 цифрови входа на микрокомпютъра са свързани изходите на датчици. На един цифров изход на микрокомпютъра се получава генерирано напрежение с честотата на свирената нота. То се подава на нискочестотен усилвател. Усиленият тон се възпроизвежда от звукова колона.

Софтуерът, който е написан за целта, първо задава функциите на използваните изводи на микрокомпютърната платка. После се изпълнява непрекъснат цикъл, в тялото на който се проверяват последователно състоянията на цифровите входове /т.е. дали има обекти по съответните стъпала/. Ако някой от датчиците е сработил, се изсвирва нота със съответната височина.

Устройството е монтирано в затворена пластмасова кутия. В нея са поставени следните блокове: микрокомпютър “Arduino Uno” с платка допълнителна електроника; два импулсни захранващи блока – 9V/1A, който захранва микрокомпютърната платка и 12V/1A, който захранва датчиците; конектор за свързване към нормално отворените контакти на релетата на датчиците и конектор за свързване към входа на нискочестотния усилвател.

Принципна електрическа схема на устройството е показана на фиг. 1.



Фиг. 1. Типична структура на силициево оптично влакно.

1 - сърцевина, 2 – обвивка, 3 - буфер, 4 - защитно покритие.

То е изградено от сърцевина с висок индекс на пречупване, в която се разпространява светлината. Сърцевината е заобиколена от обвивка, с малко по-нисък индекс на пречупване от сърцевината и покрития, които осигуряват механична защита на влакното от физическо увреждане и предпазват стъклената повърхност от влага и прахови частици.

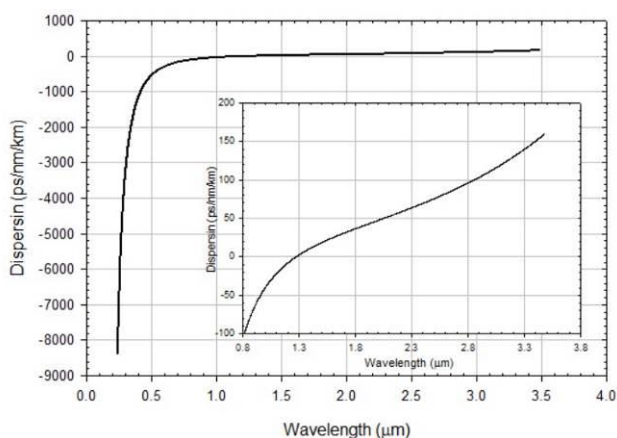
Размерът на сърцевината и разликата в индекса на пречупване между сърцевината и обвивката играят основна роля при определяне на свойствата на влакното. Важен оптичен параметър на всяка прозрачна среда е индексът на пречупване n , който се определя като отношение на скоростта на светлината в

материала v и скоростта на светлината във вакуум c . $n = \frac{v}{c}$ (1)

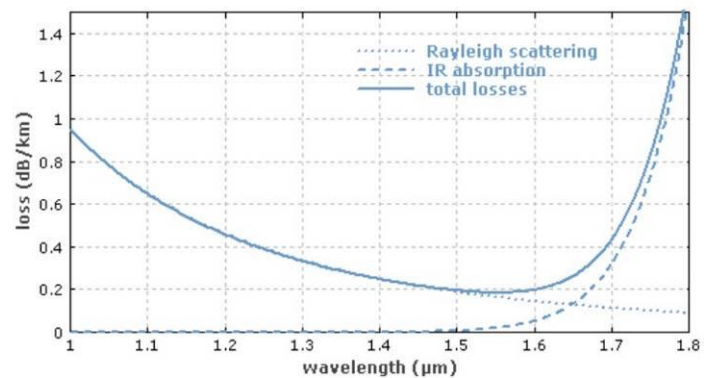
Промяната на индекса на пречупване с дължината на вълната води до разширяването на продължителността на импулса (по време) и дължина (пространствено). Индексът на пречупване на разтопения силициев диоксид силно зависи от дължината на вълната. Промяната в индекса на пречупване при по-ниски дължини на вълната е много рязка, което води до висока стойност на дисперсията.

Разпространението на светлината в оптично влакно може да бъде обяснено чрез закона на Снелиус. Част от светлинните лъчи, пътуващи от сърцевината към обвивката, достигат повърхността ядро/обвивка под ъгъл, по-голям от критичния. Това предизвиква пълно вътрешно отражение. Тези лъчи се отразяват обратно в сърцевината и не преминават в обвивката. Така се удържа светлината в сърцевината на влакното. Всички други лъчи се пречупват и излизат от ядрото.

В оптичните системи две основни свойства ограничават възможностите за предаване: затихването (загуба на мощност) и дисперсията (разширението на импулса). И двете могат да имат вредно въздействие върху телекомуникациите. Техните стойности трябва да бъдат малки или нулеви, така че ефектът им да е поносим. Дисперсията на силициев материал е показана на фиг. 2, а вътрешните загуби - на фиг. 3 [1].



Фиг. 2. Дисперсия на материал разтопен силиций.



Фиг. 3. Вътрешни загуби на материал разтопен силиций.

Някои приложения изискват различна от нула или по-голяма стойност на дисперсията. Такъв е случаят с нелинейните ефекти, при които е необходима ненулева дисперсия, за да има значително въздействие върху сигнала. Големи стойности на дисперсията са необходими в специално проектираните с дисперсия влакна, за да се компенсира дисперсията на конвенционалните телекомуникационни оптични влакна. Дисперсията трябва да се контролира, за да отговаря на необходимото приложение. Независимо от начина на производство има два вида оптични влакна: едномодови влакна (Single Mode Fiber) и многомодови влакна (MultiMode Fiber).

Радиусът на ядрото на SMF е много по-малък отколкото при MMF. В SMF само основната мода може да се разпространява през ядрото, докато броят на модите в MMF е приблизително $(V^2/2)$, където V параметърът е [2]:

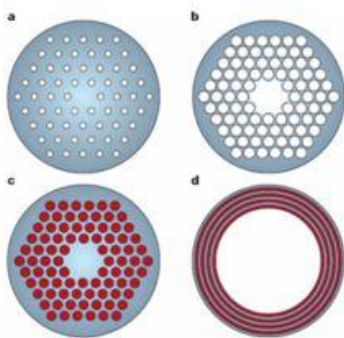
$$V = \frac{2\pi a}{\lambda} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad (2)$$

В (2) a е радиусът на сърцевината на влакното, λ е дължината на светлинната вълна, n_1 е коефициентът на пречупване на сърцевината, а n_2 - коефициентът на пречупване на обвивката на влакното.

MMF изпитват междумодова дисперсия. Едномодовите влакна имат по-ниски загуби и по-ниска дисперсия от MMF. MMF имат по-висока ефективност при свързване от SMF. SMF са по-скъпи от MMF при производството, но те са предпочитани за комуникации на дълги разстояния. SMF поддържа само основната мода, поради което

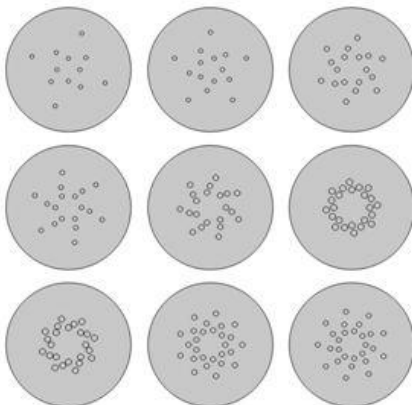
загубите и дисперсията са по-ниски. Това изисква по-малко стъпала за регенерация на сигнала и по-ниска обща цена.

Дизайнът на PCF е различен от конвенционалните силициеви влакна. PCF могат да бъдат изработени от един материал с двуизмерни фотонни кристали или периодични решетки от въздушни отвори, успоредни на оста на влакното, за да се получи форма на обвивка и сърцевина [3]. Няколко вида PCF са показани на фиг. 4: (a) влакно със сърцевина от чист Si и въздушни отвори в обвивката; (b) влакно с въздушни тръби в сърцевината, където светлината се удържа заради ефекта на лентата на пропускане; (c) сърцевината е направена от чист силициев диоксид, а дупките в обвивката са пълни с течност с висок индекс на пречупване и (d) кухи цилиндрични многослойни влакна с изцяло масивна обвивка- влакна на Bragg.

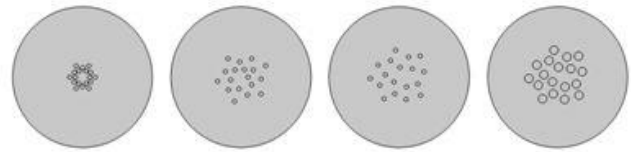


Фиг. 4. PCF влакна с различен дизайн.

На фиг. 5 и фиг. 6 са показани напречните сечения на спирални PCF влакна с въздушни тръби в обвивката с различна структура:



Фиг. 5. Различно разположение на дупките в напречното сечение на ES-PCF влакно



Фиг. 6. Напречно сечение на ES-PCF, AS-PCF и две FS-PCF влакна с различни видове спирали и параметри на спиралата.

Основните фактори в PCF, които контролират разпространението и свойствата на светлината, са позицията и размера на отворите в напречното сечение на влакното. Тези форми имат различни математически представяния. Целта е да се разбере как промяната на различните физически параметри на влакното влияе върху оптичните му свойства. С анализ на представените систематични изследвания може да се реализира дизайн с желаните свойства на оптичното влакно.

Фотонните кристални влакна могат да бъдат класифицирани според механизма на разпространение на светлината в две основни категории: влакна с висок индекс на пречупване на сърцевината, в които разпространението на светлината става по начин, подобен на конвенционалните влакна. Вторият тип PCF е направляващи влакна с нисък индекс на пречупване на сърцевината, известни като влакна с куха сърцевина /HC/. Ядрото на HC влакната е направен от материал с по-нисък индекс от обвивката и светлината се насочва или чрез PBG – фотонни забранени зони или антирезонансен ефект. HC влакната са допълнително подкласифицирани в HC-PBF, влакна на Bragg, влакна на Kagome и HC-NCF /Hollow-Core Negative Curvature Fiber/ - влакна с куха сърцевина с отрицателни кривини на границите на сърцевината, където светлината е ограничена в сърцевина с по-нисък индекс на пречупване от обвивката. HC-NCF влакната са създадени през 2010 г..

Броят на модите, поддържани от PCF, се определя подобно на конвенционалните оптични влакна с V параметъра. Формулата се манипулира леко, за да отговаря на PCF, тъй като няма добре дефинирана сърцевина или постоянна стойност на индекса на пречупване

за обвивката. Коефициентът на пречупване на обвивката е функция на дължината на вълната, която се променя в зависимост от взаимодействието на светлината с двата материала (сърцевина и въздух) на обвивката. При по-дълги вълни светлината се разпространява вътре в отворите и води до промяна на индекса на пречупване в зависимост от дизайна. Формулата за V_{PCF} е показана по-долу [4].

$$V_{PCF} = \frac{2\pi\Lambda}{\lambda} \sqrt{n_1^2 - n_{cl}^2(\lambda)} \quad (3)$$

където Λ е разстояние между отворите, а $n_{cl}(\lambda)$ е среден индекс на пречупване на обвивката на PCF.

В едномонов режим насочването на светлината зависи от индекса на пречупване на сърцевината и средния индекс на обвивката на фотонния кристал, който е функция на дължината на вълната. В конвенционалните оптични влакна има гранична честота, над която влакното вече не е едномоново. Областта за работа в едномонов режим в PCF се разширява, тъй като средният индекс на пречупване на фотонния кристал зависи от дължината на вълната. При по-къса дължина на вълната модовото поле е по-концентрирано в стъклени материал, тъй като дължината на вълната се увеличава, полето се разширява повече във въздушните отвори. Следователно при по-къси дължини на вълната средният индекс на обвивката е близък до индекса на материала. Това води до малка разлика в индекса между сърцевината и обвивката, така че стойността на V_{PCF} да е малка дори при по-къси дължини на вълните. Поради зависимостта на коефициента на пречупване от дължината на вълната, PCF може да бъде проектиран да бъде едномонов, когато е изпълнено условието:

$$V_{PCF} < \pi \quad (4)$$

Анализът на оптични устройства е сложен процес, който изисква огромно количество математически операции. Времето, необходимо за извършването им е голямо и е невъзможно да се работи без помощта на изчислителни ресурси. Поради това се използват интензивно както аналитични, така и числени методи.

Аналитичните методи се прилагат за решаване на електромагнитни проблеми при прости конструкции като плочи, вкопани и ребрени вълноводи. Аналитичните методи дават точни решения, но те са ограничени и неприложими за реални случаи, включващи сложни геометрии и нехомогенни области. Аналитичните методи бяха по-приложими преди навлизането на компютрите. Те имат важна роля в развитието на числените методи.

Има различни аналитични методи, използвани за получаване на решения за прости оптични вълноводи. Анализът за сложни оптични вълноводни структури с нехомогенност в пространствената област не е възможен. Тогава се правят приближения и предположения за проблеми, които трябва да бъдат решени с числени методи.

Апроксимационните или числените методи, както показва името, се основават на приближаване на решението чрез прилагане на числени или физични предположения към проблема, който представлява интерес. Това внася известна допустима грешка. Направените приближения ги класифицират в два основни класа. Първият клас са асимптотичните методи. Тези методи изискват фундаментално приближение в уравненията на Максвел. Апроксимацията във физиката ограничава използването на тези методи за общи случаи. Те обикновено се използват за големи метални и проводящи предмети, което е недостатък. Техните предимства са ниските изчислителни ресурси и високата ефективност [5]. Вторият клас числени методи са изцяло вълновите методи. При тези методи приближението се прави числено и няма първоначално физическо приближение. Тези методи се класифицират допълнително според използваната формула, интегрална или диференциална, според домейна, в който работят, по време или честота, като някои от методите могат да бъдат приложени в двете области. Те включват три основни стъпки за решаване на проблема. Първо проблемът трябва да бъде дефиниран чрез контролно уравнение, което се получава от уравненията на Максвел. Втората стъпка е дискретизация на домейна в неприпокриващи се поддомейни, за да се представят произволни нехомогенни

диелектрични вълноводи, така че всеки поддомейн или елемент да е хомогенен. Дискретизацията води до набор от уравнения, които са описани в матрична форма. Последната стъпка изисква решение на матрицата от неизвестни с помощта на ефективни алгоритми. По-долу са описани накратко най-популярните изцяло вълнови методи. Методите на честотната област са подходящи за изследване на теснолентови приложения в стационарно състояние, докато методите на времевата област са подходящи за широколентови преходни приложения. Дискретизацията в интегралната формула включва важната повърхност на проблема, като по този начин се намаляват изчислителните ресурси. Това води обаче до лошо представяне на сложни структури и нехомогенни материали. Интегралната формула може да се използва за изследване на проблеми с разсейване и отворен домейн. В диференциалните формули дискретизацията включва пълния обем. Това изисква повече изчисления, но може ефективно да представи нехомогенни среди и сложни структури. Диференциалните формули могат да бъдат приложени в граничен проблем. Няма универсален избор на най-добър метод. Всеки метод има предимства и недостатъци и за всеки отделен случай се избира подходящия. Всеки метод обаче се различава в предварителната обработка на уравнението на Максвел за получаване на крайната формула. Често срещан аспект при изцяло вълновите методи е да се дискретизира системния домейн на поддомейни. Така решението става почти независимо от системата [6]. Търси се представяне на компонентите E и H на вълната, разпространяваща се по оста z като хармонична функция на времето:

$$E(x, y, z) = E_v(x, y) \exp(-j\beta_v z) \quad (5) \text{ и}$$

$$H(x, y, z) = H_v(x, y) \exp(-j\beta_v z) \quad (6)$$

където E е напрегнатостта на електрическото поле, а H е напрегнатостта на магнитното поле, v е индекс на съответната мода (тип вълна) [2].

При 2D анализ за апроксимация на разпределението на полето се използват триъгълни елементи и полиномиална апроксимация. Истинската вълнова функция

се апроксимира с линейна функция или с квадратна функция. Апроксимацията с полином от по-висок ред води до по-точни резултати, обаче усложнява анализа и изисква повече памет. Широко използвани са триъгълни елементи от първи ред с 3 възела - фиг. 7.

Векторната формулировка на FEM се използва, когато модите са хибридни и надлъжните и напречните компоненти на полето могат да са свързани. Тя може да бъде изведена по различни начини в зависимост от полевите компоненти, които се използват:

- компоненти на напречно електрическо поле;
- компоненти на напречно магнитно поле;
- двата напречни полев компонента;
- двата надлъжни полев компонента;
- всички шест полев компонента;
- всички компоненти на електрическото поле;
- всички компоненти на магнитното поле.

Последните два начина са по-ефективни от гледна точка на изчислителни ресурси. Формулировката на електрическото поле обаче изисква по-нататъшно интегриране, за да наложи граничните условия, когато материалът се промени на границата между двата елемента. Във формулировката на магнитното поле промяната в материала на границите не изисква налагане на гранично условие, тъй като и двата материала са немагнитни. Използването на шест компонента изисква повече изчислителни ресурси за съхранение и обработка. Процедурата на Rayleigh-Ritz се използва за получаване на матричното уравнение. Първо функционалът на формулата на магнитния полев вектор се дефинира като:

$$F = \iint_{\Omega} (\nabla \times \mathbf{H})^* ([\epsilon_r]^{-1} \nabla \times \mathbf{H}) d\Omega - \omega_0^2 \iint_{\Omega} \mathbf{H}^* \cdot \mathbf{H} d\Omega^* \quad (7)$$

Домейнът се разделя на малки елементи и се дефинира полето във всеки елемент като:

$$\mathbf{H} = \sum_{i=1}^m N_i H_i \quad (8)$$

където m е номерът на възела в елемента, H_i е магнитното поле на възел i , а N_i са базисните функции (функциите на формата). Уравнение (8) в матрична форма е:

$$\mathbf{H} = [\mathbf{N}]^T \{\mathbf{H}\}_e \quad (9)$$

където T означава транспониране, $[\mathbf{N}]^T$ е матрица на базисната функция а $\{\mathbf{H}\}_e$ е вектор колона на стойността на полето във възела.

Заместването на (9) в (7) и прилагайки вариационния принцип дава:

$$\iint_{\Omega} (\nabla \times [N]^T \{H\}_e^* [\varepsilon_r]^{-1} \nabla \times [N]^T \{H\}_e - \omega^2 [N]^T \{H\}_e^* [N]^T \{H\}_e) d\Omega = 0 \quad (10)$$

Записът му в матрична форма дава:

$$[A]\{H\} - \omega_0^2 [B]\{H\} = 0 \quad (11)$$

където ω_0^2 е главната стойност и $\{H\}$ е главния вектор. $[A]$ е комплексната Хермитова матрица и може да бъде редуцирана до реална симетрична в случая на диелектрици със загуби, а $[B]$ е реална симетрична матрица. Двете матрици се дефинират като:

$$[A] = \iint (\nabla \times \mathbf{H})^* \cdot \varepsilon^{-1} (\nabla \times \mathbf{H}) d\Omega \quad (12)$$

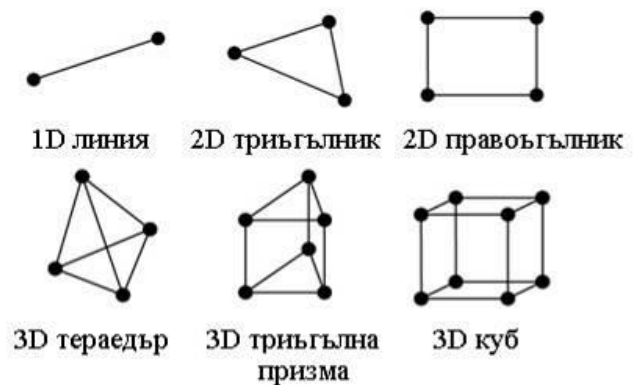
$$[B] = \iint \mathbf{H}^* \cdot \mu \cdot \mathbf{H} d\Omega \quad (13)$$

Някои решения на (11) може да са фалшиви, нефизични. Те се получават, защото някои математически решения на собствените стойности на уравнението не удовлетворяват условието за дивергенция ($\nabla \cdot \mathbf{H} = 0$) автоматично. Методът на наказателната функция се прилага за елиминиране или потискане на фалшивите решения. Целта на наказателната функция е да наложи ограничение без отклонение върху променливите на решението. Резултатът от използването на наказателната функция е допълнителен наказателен член (penalty term) α . Стойността му контролира броя на фалшивите решения. Колкото по-голяма е стойността на члена, толкова по-малко са фалшивите решения. Разумната стойност за α обаче е $1/\varepsilon$, където ε е диелектричната проницаемост на материала на сърцевината. Използването на наказателна функция води до промяна на $[A]$ матрицата, но не променя размера и. Времето за обработка нараства незначително. Изразът е:

$$\omega^2 = \frac{\iint (\nabla \times \mathbf{H})^* \cdot \varepsilon^{-1} (\nabla \times \mathbf{H}) d\Omega + \left(\frac{\alpha}{\varepsilon}\right) \int (\nabla \cdot \mathbf{H})^* (\nabla \cdot \mathbf{H}) d\Omega}{\iint \mathbf{H}^* \cdot \mu^{-1} \cdot \mathbf{H} d\Omega} \quad (14)$$

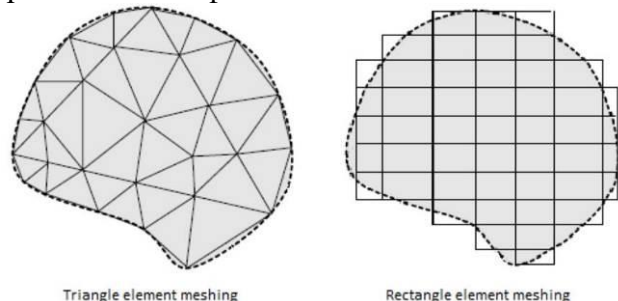
Формулата включва наказателния член във векторната формулировка, която се използва за намиране на модовите решения за вълноводите. Следващият проблем е дискретизирането на домейна на по-малки поддомейни. Дискретизацията на домейна или създаването на мрежата е критична стъпка в FEM, защото мрежата определя изчислителните изисквания като време за съхранение и обработка. Мрежата играе важна роля за точността на резултатите.

Процесът разделя домейна на малки подразделения (елементи). Елементите трябва да са съседни и без разстояние между тях, за да покрият целия домейн. Има различни видове елементи в зависимост от домейна, който трябва да се дискретизира. Основните крайни елементи за 1, 2 и 3D са показани на ф. 7.



Фиг. 7. Базови 1D, 2D, 3D крайни елементи

За 1D проблем се използва линеен елемент с две възлови точки, по една във всеки край на елемента. В 2D елементът е триъгълник или правоъгълник. Триъгълен елемент от първи ред има три възлови точки, а правоъгълен елемент има четири. Елементите от по-висок ред имат повече възлови точки в зависимост от степента на елемента, следователно те са по-точни. Въпреки това, елементи от по-висок ред водят до сложни формули, тъй като степента на интерполационната функция е свързана със степента на елемента. Триъгълниците могат да представляват сложни домейни по-точно от правоъгълници, тъй като произволните граници могат да се апроксимират по-точно с триъгълници – фиг. 8.



Фиг. 8. Сравнение на мрежи от триъгълници и правоъгълници.

Елементът е представен от интерполационна функция, която трябва да приближава полето в елемента по отношение на реалния физически проблем. Изисква се компенсиране на разликата между точността

и наличните/достъпни ресурси. Грешката трябва да е поносима и времето за обработка на компютъра трябва да е приемливо.

Най-често интерполационни функции за представяне на елементи са полиноми. Полиномът трябва да съдържа всички възможни членове. Полиномът е уникален и ориентацията на координатите не оказва влияние върху функцията на формата. Той трябва да има брой членове, еквивалентни на възловите точки. В триъгълния елемент от първи ред трябва да има три члена, които да образуват пълен полином.

Освен това се използва метода PML (Perfectly Matched Layers) за получаване на границите на домейна. PML позволява да се абсорбират нежелани нефизически отразени лъчения на границите. При PML се поставя изкуствена среда с диелектрична проницаемост, подобна на материала в основния домейн. Импедансът и на двете е идентичен, така че няма отражение на интерфейса. Границата на PML абсорбира вълни, пътуващи навън от основния домейн под всякакъв ъгъл и честота. Големината на вълната намалява експоненциално вътре в PML и няма обратно излъчване към домейна.

Методът на моментите (МоМ), известен като метод на граничния елемент, има предимство при проблеми, включващи отворени региони. Прилага се най-вече в честотната област. Това е най-широко използваният метод в антенния анализ. Математическата формулировка на електромагнитните полета се прави чрез дискретизиране на интегралното уравнение. МоМ е изчислително ефективен, но изисква по-сложна математика от други методи. Това е предпочитаният метод за разсейване на честотната област и проблеми с излъчването.

Методът на крайните разлики (FDM) е най-широко използваният метод при електромагнитни проблеми поради това, че е ясен и лесен за прилагане. Домейнът е разделен на мрежа и решението се намира за всяка точка от мрежата. Той прилага диференциалните уравнения на Максвел, за да изведе вълновото уравнение и да се намери решение за модите. Диференциалният оператор се заменя с оператори за разлика

чрез използване на формула за централна разлика.

Друг подобен метод със същата концепция е метод на крайната разлика във времевата област (FDTD) [8]. Използва се при анализа на проблеми във времевата област чрез директно дискретизиране на уравненията на Максвел. Двата метода са много ефективни, тъй като изискват малко операции върху всяка точка от мрежата [7]. Недостатъкът на FDM е, че мрежата трябва да бъде еднаква, за да може методът да работи добре.

FEM, FDM и MoM са основните числени методи, използвани в електромагнитния анализ. За анализ на модерни оптични влакна и вълноводи със сложна структура на сърцевината и обвивката се избира един от тези методи. При произволните граници на PCF структурите, FEM се предпочита, защото прави по-добро приближение на границите им.

Литература

- [1]. Снайдер А., Дж. Лав. Теория оптических волноводов. Превод от англ. Радио и связь, 1987.
- [2]. Kawano K., T. Kitoh. Introduction to optical waveguide analysis. John Wiley and Sons, Inc., 2001.
- [3]. Russell, P. St.J. Photonic crystal fibers. // Science, 2003, vol. 299, pp. 358–362.
- [4]. Quimby, R. S. Photonics and Lasers: An Introduction. John Wiley & Sons, 2006.
- [5]. Sheng, X., W. Song. Essentials of Computational Electromagnetics. Singapore: John Wiley & Sons, 2012.
- [6]. Garg, R. Analytical and Computational Methods in Electromagnetics. Norwood: Artech House, 2008.
- [7]. Rylander, T., P. Ingelström, A. Bondeson. Computational Electromagnetics. New York: Springer, 2013.
- [8]. Davidson, D. B. Computational Electromagnetics for RF and Microwave Engineering. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.

За контакти:

доц. д-р Жейно Ив. Жейнов
катедра „Компютърни науки
и технологии”

Технически Университет – гр. Варна
e-mail: zh_viv@tu-varna.bg

МЕТОД НА СТОЯНОВ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ И НАМИРАНЕ НА РЕАЛНИТЕ КОРЕНИ НА КВАДРАТНО УРАВНЕНИЕ

Стоян Стоянов

STOYANOV'S METHOD FOR DETERMINING AND FINDING THE REAL ROOTS OF QUADRATIC EQUATION

Stoyan Stoyanov

Резюме: „Теоремите с достатъчни условия даваме на хората по света.

Уравненията от втора до n-та степен да решават с лекота.“

Метода на Стоянов обединява начините за определяне и намиране на рационални и ирационални корени, формулата на Виет за ирационално спрегнатите корени и метода за разлагане на множители на квадратно уравнение. Разработката е **научно откритие** на основание на световно известните формули за връзка между корени и коефициенти на уравнение на френския математик Франсоа Виет, определението за определяне и теоремата за намиране на реалните корени. Това научно откритие е **иновация** в областта на алгебрата, което ще доведе до нов скок в развитието на математиката и другите науки свързани с нея, това което математиците през 18 век не са успели да направят. [4]

Ключови думи: Франсоа Виет, моделиране с квадратни уравнения

Abstract: Abstract. “We give the theorems with sufficient conditions to people around the world. They shall solve quadratic to n-th degree equations with ease.” Stoyanov's method combines the ways of determining and finding rational and irrational roots, Viète's formula for irrationally conjugated roots, and the method of expansion of multipliers of a quadratic equation.

The work is a **scientific discovery** based on the world-famous formulas for the relationship between roots and coefficients of an equation of the French mathematician Francois Viète, the definition of determination and the theorem for finding real roots. This scientific discovery is an **innovation** in the field of algebra, which will lead to a new leap in the development of mathematics and other sciences related to it, what the mathematicians in the 18th century failed to do. [4]

Key words: Francois Viète, Quadratic Equation Modeling

Увод

В новия метод на Стоянов, равенствата за връзката между корените и коефициентите на уравнението, се разглеждат като **алгебрични изрази**, а във формулите на Виет тези равенства се разглеждат като **аритметични изрази**.

Тази основна разлика, за двата изрази, **дава възможност** да се състави **нов метод**, **по един и същи начин** да се **решават всички уравнения**. Това не са открили математиците през 18 в. и до наши дни.

В новия метод на Стоянов, формулата на Виет за намиране на ирационално, комплексно и имагинерно спрегнатите корени, е изведена чрез формулата сбор по разлика. По този начин тази формула се прилага за всички уравнения ($n \geq 2$), които имат една двойка спрегнати корени, което е **иновация в областта на алгебрата**.

В новия метод, за да бъдат всички корените на уравнението множители на свободният коефициент, трябва уравнението да се раздели с коефициента пред втора

степен на променливата, когато е различен от единица.

Новият метод на Стоянов, за определяне корените на квадратно уравнение от определение 6, е **научно откритие и иновация на световно ниво в областта на алгебрата**. Определянето на рационални и ирационални корени на квадратно уравнение се намира от разлагането на свободния коефициент на два множителя, за които е вярно и равенство 1) $x_1 + x_2 = -\frac{a_1}{a_0}$ от формулите на Виет.

Научно откритие и иновация са двете системи от Теорема 1. на Стоянов, чрез които се намират корените на квадратното уравнение и корените за уравнение ($n \geq 2$), което може да има имагинерен множител.

В новия метод на Стоянов, **при моделирането с квадратни уравнения**, в първия етап се въвежда подходящо неизвестно и DM за корените на квадратното уравнение. Във втория етап се намират корените, които са решение на задачата от

условията за връзка между корените на уравнението.

Представянето на новия метод на Стоянов за определяне и намиране на реалните корени на уравнението се извършва по следния начин.

Нотация

За доказване на теоремата е въведена следната нотация:

a – реално число;

p – имагинерен множител на ирационално спрегнати числа, реално число, което не е корени на уравнението;

n – реална част на ирационално число на имагинерния множител;

m – ирационална част на ирационално число на имагинерния множител;

$\frac{a_1}{a_0}$ – коефициент пред първа степен на променливата на уравнението;

$\frac{a_2}{a_0}$ – свободен коефициент на уравнението;

g – сбор от абсолютните стойности на отрицателни рационални и ирационални числа, рационални и ирационални части на ирационалните числа, определени за корени на уравнението от множителите на свободния коефициент;

$-g$ – сбор на отрицателни рационални и ирационални числа, рационални и ирационални части на ирационалните числа, определени за корени на уравнението от множителите на свободния коефициент;

s – сбор на положителни рационални и ирационални числа, реални и ирационални части на ирационалните числа, определени за корени на уравнението от множителите на свободния коефициент;

t – сбор от абсолютните стойности на рационални числа, реални части на ирационалните числа, определени за корени на уравнението от множителите на свободния коефициент;

v – сбор от абсолютните стойности на ирационалните части на ирационалните числа, определени за корени на уравнението от множителите на свободния коефициент. [5]

Определения

За доказване на новата теория се използват шест определения, формули на Виет за връзката между корени и коефициенти на уравнението, формула на

Виет за корените на квадратно уравнение, изведена от формулата сбор по разлика и една теорема за намиране на корените на уравнение.

Всичките корени на уравнението са множители на свободния коефициент, когато разделим уравнението с коефициента пред втора степен на променливата.

Определение 1. Под алгебрично решение на уравнение от втора степен

$$(1) f(x) = x^2 + \frac{a_1}{a_0}x + \frac{a_2}{a_0} = 0 \text{ се разбира}$$

определянето на корените му посредством краен брой рационални действия и извличане на корените от коефициентите на уравнението над полето на реалните числа, където принадлежат и стойностите на корените, където $a_0 \neq 0$, $\frac{a_1}{a_0}$ е коефициент пред първа степен на променливата, $\frac{a_2}{a_0}$ е свободен коефициент. [5]

С второ определение се показва кога може да се определи възможния брой отрицателни рационални и ирационални корени.

Определение 2. От знака на реалното число или стойността на числовия израз на свободният коефициент, се определя възможния брой на отрицателните реални корени. [5]

С трето определение се показва как се определя възможния брой отрицателни реални корени.

Определение 3. При знак плюс, на свободният коефициент на уравнение от втора степен, възможният брой на отрицателните реални корени са нула или два. При знак минус, на свободния коефициент на уравнение от втора степен, възможният брой на отрицателните реални корени е един. [5]

С четвърто определение се показва начина за определяне корените на уравнението, когато свободният коефициент е равен на нула.

Определение 4. Уравнение от вида $x^2 + \frac{a_1}{a_0}x = 0$, където $a_0 \neq 0$, има един корен $x_1 = 0$.

От знака на коефициента $\frac{a_1}{a_0}$ определяме възможния брой отрицателни реални корени. Уравнението има един отрицателен реален корен, когато коефициентът $\frac{a_1}{a_0} > 0$.

Уравнението има нула отрицателни реални корени, когато коефициентът $\frac{a_1}{a_0} < 0$. Вторият корен на уравнението се намира от $x_2 = -\frac{a_1}{a_0}$. [5]

С пето определение се въвежда представяне на ирационално спрегнати числа. Ирационално, комплексно и имагинерно спрегнати числа се намират от формулата сбор по разлика. Те се различават само по знака между двете събираеми в произведението на съответните числа и се означават с имагинерен множител „р“, което е общо понятие за тях.

Определение 5. Произведение на две ирационално спрегнати числа се нарича ирационален множител и се означава с имагинерен множител „р“. Той се представя по два начина с формулата сбор по разлика:

(2) $x_1 \cdot x_2 = p = (n+m)(n-m)$ при еднакви знаци на рационалните части на имагинерния множител и $x_1 = n + m$, $x_2 = n - m$ или

(3) $x_1 \cdot x_2 = p = (m+n)(m-n)$ при еднакви знаци на ирационалните части на имагинерния множител и $x_1 = m + n$, $x_2 = m - n$, където x_1, x_2 са корени на уравнението; „р“ е имагинерен множител, който е реално число или реален израз; n е реална част на ирационално число на имагинерния множител; m е ирационална част на ирационално число на имагинерния множител.

Формули на Виет (1540-1603) за връзка между корените и коефициентите на уравнение от степен втора

За уравнението (1) $x^2 + \frac{a_1}{a_0}x + \frac{a_2}{a_0} = 0$, където $a_0 \neq 0$, в сила са равенствата за връзката между корените x_1, x_2 и коефициентите на уравнението:

$$1) x_1 + x_2 = -\frac{a_1}{a_0};$$

$$2) x_1 x_2 = \frac{a_2}{a_0};$$

където равенствата 1) и 2) са необходими и достатъчни условия за намиране корените на съответното уравнение [1, 2]. В новия метод на Стоянов равенства за връзката между корените и коефициентите на уравнението се разглеждат като алгебрични изрази. [5]

Формула на Виет за корените на квадратно уравнение, изведена чрез

формулата сбор по разлика. За уравнение от степен втора $ax^2 + bx + c = 0$, $a \neq 0$ в сила са корените:

$$(4) x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}.$$

Доказателство: Ще докажем, че двете представяния на имагинерния множител е формула на Виет за ирационално спрегнати корени. За първото представяне имаме $x_1 \cdot x_2 = p = (n+m)(n-m)$. Ще изразим m чрез n и „р“ от последното равенство, като първо разкрием скобите. Следва $n^2 - m^2 = p$. Тогава $m^2 = n^2 - p$. Получава се $m = \pm \sqrt{n^2 - p}$ и се получава формулата (5) $x_{1,2} = n \pm \sqrt{n^2 - p}$. С формула (5) ще се пресмятат корените на уравнението.

Реалната част n на имагинерния множител се пресмята от равенство 1) $x_1 + x_2 = n + m + n - m = -\frac{a_1}{a_0}$ от формулите на Виет. Получава се $n = -\frac{a_1}{2a_0}$. Като заместим $n = -\frac{a_1}{2a_0}$ във формула (5) $x_{1,2} = n \pm \sqrt{n^2 - p}$ се получава формулата (6)

$$x_{1,2} = -\frac{a_1}{2a_0} \pm \sqrt{\left(-\frac{a_1}{2a_0}\right)^2 - p}. \text{ Когато се замести } p = \frac{a_2}{a_0}, a_0 = a, a_1 = b, a_2 = c, \text{ в (6) се получава формулата на Виет (4) } x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}.$$

За второто представяне имаме $x_1 \cdot x_2 = p = (m+n)(m-n)$. Ще изразим n чрез m и „р“ от последното равенство, като първо разкрием скобите. Следва $m^2 - n^2 = p$. Тогава $n^2 = m^2 - p$. Получава се $n = \pm \sqrt{m^2 - p}$ и се получава формулата (7) $x_{1,2} = m \pm \sqrt{m^2 - p}$. С формула (7) ще се пресмятат корените на уравнението.

Ирационалната част m на имагинерния множител се пресмята от равенство 1) от формулите на Виет 1) $x_1 + x_2 = m + n + m - n = -\frac{a_1}{a_0}$. Получава се $m = -\frac{a_1}{2a_0}$. Като заместим $m = -\frac{a_1}{2a_0}$ във формула (7) $x_{1,2} = m \pm \sqrt{m^2 - p}$ се получава формула (8)

$$x_{1,2} = -\frac{a_1}{2a_0} \pm \sqrt{\left(-\frac{a_1}{2a_0}\right)^2 - p}. \text{ Когато се замести } p = \frac{a_2}{a_0}, a_0 = a, a_1 = b, a_2 = c \text{ в (8) се получава формулата на Виет (4) } x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}. [5]$$

С това доказахме, че ирационално спрегнатите числа се пресмятат чрез формулата на Виет.

Изводите за числата, получени от имагинерния множител $(n + m)(n - m)$, са:

1. В метода на Стоянов, формулата на Виет се прилага за намиране на една двойка ирационално, комплексно и имагинерно спрегнати числа за всички уравнения ($n \geq 2$).

2. Реалната част на имагинерния множител са реална и ирационална част на ирационално спрегнато число.

3. Ако $n^2 > p$ и $n^2 - p$ е точен квадрат, то числата са рационални. Те не са решение за ирационално спрегнати числа.

4. Ако $n^2 - p > 0$ и $n^2 - p$ не е точен квадрат, то числата са ирационално спрегнати. Те са решение за ирационално спрегнати числа.

5. Ако $n^2 - p = 0$, то числа са двойни рационални числа. Те не са решение за ирационално спрегнати числа.

6. Ако $n^2 - p < 0$ и $n^2 - p$ не е точен квадрат, то числата са имагинерно спрегнати. Те не са решение за ирационално спрегнати числа.

7. Ако $n^2 - p < 0$ и $n^2 - p$ е точен квадрат, то числата са комплексно спрегнати. Те не са решение за ирационално спрегнати числа.

8. Ако $n + m > 0$ и $n - m > 0$ са ирационално спрегнати числа, то произведението е положително число.

9. Ако $n + m > 0$ и $n - m < 0$ са ирационално спрегнати числа, то произведението е отрицателно число.

10. Ако $n + m < 0$ и $n - m < 0$ са ирационално спрегнатите числа, то произведението е положително число.

Изводите за числата, получени от имагинерния множител $(m + n)(m - n)$, са:

11. Ако $m^2 - p > 0$ и $m^2 - p$ е точен квадрат, то числата са ирационално спрегнати. Те са решение на ирационалните числа.

12. Ако $m^2 - p > 0$ и $m^2 - p$ не е точен квадрат, то числата са ирационално спрегнати. Те са решение за ирационално спрегнатите числа.

13. Ако $m^2 - p = 0$, то числата са двойни ирационални. Те не са решение за ирационално спрегнатите числа.

14. Ако $m^2 - p < 0$ и $n^2 - p$ не е точен квадрат, то числата са имагинерно спрегнати. Те не са решение за ирационално спрегнати числа.

15. Ако $n^2 - p < 0$ и $n^2 - p$ е точен квадрат, то числата са комплексно спрегнати. Те не са решение за ирационално спрегнати числа.

16. Ако $n + m > 0$ и $m - n > 0$ са ирационално спрегнати числа, то произведението е положително число.

17. Ако $n + m > 0$ и $m - n < 0$ са ирационално спрегнати числа, то произведението е отрицателно число.

18. Ако $n + m < 0$ и $m - n < 0$ са ирационално спрегнати числа, то произведението е положително число.

В шесто определение е записан методът на Стоянов за определяне корените на квадратно уравнение от свободния коефициент.

Определение 6. Абсолютната стойност на реалното число от свободния коефициент се разлага като произведение от прости множители или представяне на изрази от свободния коефициент като произведение от множители. Представянето на свободния коефициент като произведение от два множителя може да стане:

– чрез комбинирание на простите множители на реалното число;

– чрез комбинирание на множителите на изрази;

– когато единият от множителите е единица;

– с представяне на реалното число $a = \sqrt{a} \cdot \sqrt{a}$;

– когато от всичките произведения на двата множителя не може да се определят корените, тогава реалното число е имагинерен множител „р“.

Спрегнатия имагинерен множител се намират чрез равенствата (5) или (7) от формула на Виет за корените на квадратно уравнение, изведена чрез формулата сбор по разлика.

Двата множителя от свободния коефициент се определят за корени на

уравнението, когато алгебричният им сбор е равен на противоположния коефициент пред първа степен на променливата. [5]

Всичките етапи и множества за определяне корените на уравнението от метода на Стоянов за определяне на реалните корени на уравнението са.

Разлагаме реалното число на прости множители. Намираме всички делители чрез простите множители, без един от делителите на коефициента $\frac{a_2}{a_0}$ ($1, \frac{a_2}{a_0}$). Тези делители се представят като произведение от два множителя.. Ако за тях е изпълнено равенство 1) $x_1 + x_2 = -\frac{a_1}{a_0}$, тогава двата множителя определяме за корени на уравнението. Представяме последният делител на коефициента $\frac{a_2}{a_0}$ като произведение на $1, \frac{a_2}{a_0}$ и аналогично проверяваме дали е изпълнено равенството 1) $x_1 + x_2 = -\frac{a_1}{a_0}$. Множителите на израза от свободния коефициент се представят като произведение от два множителя. За тях аналогично проверяваме дали е изпълнено равенството 1) $x_1 + x_2 = -\frac{a_1}{a_0}$. Представяме свободния коефициент като произведение $a = \sqrt{a} \cdot \sqrt{a}$. Аналогично проверяваме дали е изпълнено равенството 1) $x_1 + x_2 = -\frac{a_1}{a_0}$. С тези решения намираме всички видове числа без ирационално спрегнати корени, които имат противоположни реални или ирационални части. Ирационално спрегнатите числа се намират чрез формулата на Виет. [5]

Метод на Стоянов за намиране на реалните корени на квадратно уравнение

С теорема 1. е доказан метода на Стоянов за намиране на реалните корени на уравнение от степен втора, с една променлива чрез две системи с две линейни уравнения за връзка между корени и коефициента пред първа степен на променливата.

Теорема 1. на Стоянов. Нека коефициентът пред втора степен е равен на едно и от знака на свободния коефициент са определени възможният брой отрицателни реални корени. Ако множителите на свободния коефициент са определени за корени на уравнението, тогава чрез съответната система

$$\text{А) } \begin{cases} r - s = \frac{a_1}{a_0} \\ r + s = t + v \end{cases}, \text{ ако } \frac{a_1}{a_0} \geq 0, \text{ или}$$

$$\text{Б) } \begin{cases} s - r = \frac{a_1}{a_0} \\ s + r = t + v \end{cases}, \text{ ако } \frac{a_1}{a_0} < 0,$$

се определят еднозначно знаците и корените на уравнението над полето на реалните числа. Коефициентите $\frac{a_1}{a_0}, \frac{a_2}{a_0}$ могат да бъдат зададени с параметри.

Доказателство: Нека е даден общият вид на уравнение от втора степен

(1) $f(x) = x^2 + \frac{a_1}{a_0}x + \frac{a_2}{a_0} = 0$, където $a_0 \neq 0$, за което съгласно формулите на Виет следва 1) $x_1 + x_2 = -\frac{a_1}{a_0}$. От направените означения за корените и от равенство 1) се получава равенство (9) $-r + s = -\frac{a_1}{a_0}$. За равенство (9) се разглеждат следните случаи:

а) При $r \geq s$ равенството (9) $-r + s = -\frac{a_1}{a_0}$ е вярно само тогава, когато коефициентът $\frac{a_1}{a_0} \geq 0$, което е равносилно на равенството (10) $r - s = \frac{a_1}{a_0}$.

Равенството (10) е еквивалентно на равенство 1), следователно е негова **иновация**.

б) При $r < s$ равенството (9) $-r + s = -\frac{a_1}{a_0}$ е вярно само тогава, когато коефициентът $\frac{a_1}{a_0} < 0$, което е равносилно на равенството $-r + s = -(-\frac{a_1}{a_0})$, а то е равносилно на равенството (11) $s - r = \frac{a_1}{a_0}$, където $\frac{a_1}{a_0} > 0$.

Равенство (11) е еквивалентно на равенството 1), следователно е негова **иновация**.

Десните страни на първите равенствата (10) и (11) в двете системи за коефициента $\frac{a_1}{a_0}$ може да са положително рационално число или ирационална част на ирационално число, алгебричен израз с рационална и ирационална част, алгебричен израз с ирационални части на ирационални числа.

в) За свободния коефициент $\frac{a_2}{a_0}$ и множителите му α_1, α_2 , определени за корени на уравнение от втора степен, е в сила равенството (12) $\frac{a_2}{a_0} = \alpha_1 \cdot \alpha_2$. Алгебричният им

сбор да е равен на противоположния коефициент пред първа степен на променливата. Следва равенството (13) $\alpha_1 + \alpha_2 = -\frac{a_1}{a_0}$.

От означенията за t , v и (13) следва равенството (14) $t + v = |\alpha_1| + |\alpha_2|$, на което дясната страна е винаги положително число..

От означенията за r , s и (13) следва равенството (15) $r + s = |\alpha_1| + |\alpha_2|$, на което дясната страна е винаги положително число.

От (14) и (15) следва равенство (16) $r + s = t + v$.

Равенство (16) е в сила едновременно за равенствата (10) и (11). Така се получават системите линейни уравнения от направеното **изследване за представяне на коефициента $\frac{a_1}{a_0}$** .

$$\begin{aligned} \text{А)} \quad & \begin{cases} r - s = \frac{a_1}{a_0} \\ r + s = t + v \end{cases}, \text{ ако } \frac{a_1}{a_0} \geq 0, \text{ или} \\ \text{Б)} \quad & \begin{cases} s - r = \frac{a_1}{a_0} \\ s + r = t + v \end{cases}, \text{ ако } \frac{a_1}{a_0} < 0. \end{aligned}$$

След направеното доказателство следва, че системите на теоремата са доказани като **иновация** на равенството за сбора на корените на уравнението.

Като извод за системите може да се отбележи, че:

19. Системите са от първа степен на две променливи, с противоположни коефициенти пред едната променлива. Системата може да се реши чрез събиране, заместване или изваждане.

20. Единствено допълнително се определя дясната страна на второто уравнение на системите, на основание на комбинативното логическо и математическо мислене, която е представено като сбор от положителни реални числа.

21. В първото уравнение на системите, алгебричният сбор на корените на уравнението е равен на положителния коефициент пред първа степен на уравнението.

22. След намиране на корените на квадратното уравнение от системата, се определят многократните му корени.

23. Ако рационалната част на $\frac{a_1}{a_0} > 0$, рационалната част на $\left| \frac{a_1}{a_0} \right| = t$, и ирационалните

корени са отрицателни числа, то реалните корени са отрицателни числа.

24. Ако рационалната част на $\frac{a_1}{a_0} < 0$, рационалната част на $\left| \frac{a_1}{a_0} \right| = t$ и ирационалните корени са положителни числа, то реалните корени са положителни числа.

25. Ако ирационалната част на $\frac{a_1}{a_0} > 0$, ирационалната част на $\left| \frac{a_1}{a_0} \right| = v$, и ирационалните корени са отрицателни числа, то реалните корени са отрицателни числа.

26. Ако ирационалната част на $\frac{a_1}{a_0} < 0$, ирационалната част на $\left| \frac{a_1}{a_0} \right| = v$ и ирационалните корени са положителни числа, то реалните корени са положителни числа. [5]

г) Когато имаме моделиране с квадратно уравнение, решението на задачата минава през два етапа. В първия етап се определя DM за корените на квадратно уравнение. Във вторият етап се намират корените, от условията за връзка между корените, които са решение на задачата.

Задачите се свеждат до намиране на корените на уравнението чрез дадена комбинация между произведение, сбор или разлика на две числа, DM или друга връзка между числата.

В първия етап се определя DM на корените на уравнението от условието на задачата за числата, които могат да се получат.

Втори етап. Когато коефициентът $\frac{a_1}{a_0}$ е зададен като параметър, като първо условие, тогава е дадено произведението на две числа, което е свободния коефициент и второ условие от вида на разликата или сбора на числата, DM или други връзки между корените.

Като извод от знака на коефициента $\frac{a_2}{a_0}$, знака на разликата на двете числа и представянето на корените, може да се отбележи, че:

27. Ако $\frac{a_2}{a_0} > 0$, $x_1 - x_2 > 0$, тогава разликата е между по-голямо и по-малко положително или отрицателно число, защото

уравнението може да има нула или два отрицателни реални корени.

28. Ако $\frac{a_2}{a_0} > 0$, $x_1 - x_2 < 0$, тогава разликата е между по-малко и по-голямо положително или отрицателно число, защото уравнението може да има нула или два отрицателни реални корени.

29. Ако $\frac{a_2}{a_0} < 0$, $x_1 - x_2 > 0$, тогава разликата е между положително и отрицателно число, защото уравнението има един отрицателен корен.

30. Ако $\frac{a_2}{a_0} < 0$, $x_1 - x_2 < 0$, тогава разликата е между отрицателно и положително число, защото уравнението има един отрицателен реален корен.

31. Ако има произведение и сбор на две числа, тогава намираме противоположното число на сбора, записваме уравнението и намираме корените на уравнението.

32. Ако коефициентите $\frac{a_1}{a_0}$ и $\frac{a_2}{a_0}$ са зададени като параметри, тогава трябва да имаме сбор и разлика за двата корена или други зависимости за намиране на корените на уравнението.

е) Всички уравнения от втора степен имат еднозначно единствено решение в полето на реалните числа. Ако корените не са от това поле, тогава то няма решение в полето на реалните числа [3]. С това теоремата е доказана.

Заклучение

Изводите за общата теория за уравнение от втора степен са:

33. Съставен е нов метод за определяне и намиране на реалните корени на уравнение от степен втора чрез намиране на рационални и ирационални корени.

34. За да бъдат всички корени на уравнението множители на свободният коефициент, трябва да се раздели уравнението с коефициента пред втора степен на променливата, ако е различен от едно.

35. Свободният коефициент на уравнението не се съкращава, за да не се премахне корен на уравнението.

36. Определя се възможния брой на отрицателните реални корени на уравнението за правилно определяне на корените.

37. Когато $\frac{a_2}{a_0} > 0$ и $\frac{a_1}{a_0} < 0$, тогава уравнението има нула отрицателни реални корени;

38. Когато $\frac{a_2}{a_0} > 0$ и $\frac{a_1}{a_0} > 0$, тогава уравнението има два отрицателни реалните корени;

39. Когато $\frac{a_1}{a_0} < 0$, тогава уравнението има един отрицателен реален корен;

40. Когато $\frac{a_1}{a_0} = 0$, тогава уравнението може да има противоположни реални корени.

41. Когато коефициента $\frac{a_1}{a_0} > 0$, тогава $s < r$;

42. Когато коефициента $\frac{a_1}{a_0} < 0$, тогава $s > r$;

43. Когато коефициентът $\frac{a_1}{a_0}$ е ирационално число и коефициентът $\frac{a_2}{a_0}$ е представен като ирационален множител, тогава ирационалните части на ирационалния множител са с еднакви знаци.

44. Когато коефициентът $\frac{a_1}{a_0}$ е представен като събираеми на рационално и ирационално число, тогава то може да е представено като сбор от рационален и ирационален корен.

45. Когато знакът на коефициента $\frac{a_1}{a_0}$ е минус и е представен като събираеми с различни знаци, тогава със знак плюс се представя по-голямото по абсолютна стойност положително число.

46. Когато знакът на коефициента $\frac{a_1}{a_0}$ е плюс и е представен като събираеми с различни знаци, тогава със знак плюс се представя по-голямото по абсолютна стойност отрицателно число.

47. Когато коефициентът $\frac{a_2}{a_0} = 0$, тогава корените са $x_1 = 0$ и $x_2 = -\frac{a_1}{a_0}$.

48. Въведено е определение за имагинерен множител и неговото представяне като произведение на сбор и разлика на ирационално спрегнати числа.

49. Имагинерният множител не е корен на уравнението.

50. Рационалните и ирационалните корени не трябва да се пресмятат чрез имагинерния множител „р“, защото се нарушава представянето на ирационално спрегнатите числа.

51. Свободният коефициент се разлага на прости множители. Чрез комбиниране на множителите на свободния коефициент в два множителя, се определят корените на уравнението така, че техният алгебричния сбор да е равен на противоположния коефициент пред първа степен на променливата.

52. Ако няма комбинация за представяне на свободния коефициент от два множителя, на които алгебричния сбор да е равен на противоположния коефициент пред първа степен, тогава корените са ирационално спрегнати числа.

53. Новата теория е приложима при моделиране с квадратни уравнения.

54. Корените на уравненията са в нормален вид.

55. При прилагането на новия метод се прилага комбинативното логическо и математическо мислене при решаване на задачите. Чрез този метод се решават уравнения от степен n ($n \geq 2$), което може да има един имагинерен множител. Това е достатъчно основание за въвеждането и изучаването на новия метод в училищния курс по математика.

Приложение на общата теория за решаване на квадратно уравнение

Да се намерят корените на квадратното уравнение.

$$1 \text{ зад. } x^2 - 31x + 240 = 0$$

Решение: От определение 2, определение 3, $\frac{a_2}{a_0} > 0$ и $\frac{a_1}{a_0} < 0$ следва, че квадратното уравнение има нула отрицателни реални корени.

От определение 6 следва $\frac{a_2}{a_0} = 240 = 2.2.2.2.3.5 = 15.16$.

От определение 6, формулите на Виет и 1) $x_1 + x_2 = -\frac{a_1}{a_0} = 15 + 16 = 31$ и $x_1 x_2 = 15.16$.

От теорема 1, $\frac{a_1}{a_0} < 0$ и Б) $\begin{cases} s - r = 31 \\ s + r = 31 \end{cases} \Leftrightarrow s = 31 \text{ и } r = 0$. От рационалната част на

$\frac{a_1}{a_0} < 0$ и рационалната част на $\left| \frac{a_1}{a_0} \right| = t = 31$, то реалните корени са положителни числа.

Корените на квадратното уравнение са:

$$x_1 = 15, x_2 = 16.$$

$$2 \text{ зад. } \frac{2}{3}x^2 - \frac{5}{6}x - \frac{3}{2} = 0$$

Решение: От определение 1 $\frac{2}{3}x^2 - \frac{5}{6}x - \frac{3}{2} = 0 \div \frac{6}{4}$ следва $x^2 - \frac{5}{4}x - \frac{9}{4} = 0$.

От определение 2, определение 3, $\frac{a_2}{a_0} < 0$ и $\frac{a_1}{a_0} \geq 0$ следва, че уравнението има един отрицателен реален корен и положителният корен по абсолютна стойност е по-голям.

От определение 6 следва $\frac{a_2}{a_0} = \frac{9}{4} = 1. \frac{9}{4}$.

От определение 6, формулите на Виет и

$$1) x_1 + x_2 = -\frac{a_1}{a_0} = -1 + \frac{9}{4} = \frac{5}{4} \text{ и } x_1 x_2 = -1. \frac{9}{4}.$$

$$\text{От теорема 1, } \frac{a_1}{a_0} < 0 \text{ и Б) } \begin{cases} s - r = \frac{5}{4} \\ s + r = \frac{13}{4} \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$s = \frac{9}{4} \text{ и } r = \frac{4}{4} = 1.$$

Корените на квадратното уравнение са:

$$x_1 = -1, x_2 = \frac{9}{4}.$$

$$3 \text{ зад. } x^2 - x - 1 = 0$$

Решение: От определение 2, определение 3, $\frac{a_2}{a_0} < 0$ и $\frac{a_1}{a_0} < 0$ следва, че квадратното уравнение има един отрицателен реален корен и положителният корен по абсолютна стойност е по-голям.

От определение 6 следва $\frac{a_2}{a_0} = -1 = (n+m)(n-m)$, където -1 е имагинерен множител. Нека $x_1 x_2 = p = -1$.

От определение 5, определение 6, формулите на Виет и 1) $x_1 + x_2 = -\frac{a_1}{a_0} \Leftrightarrow n+m+n-m = 1 \Leftrightarrow n = -\frac{a_1}{2a_0} = \frac{1}{2}$ и $p = -1$. Като заместим n и p във формулата на Виет (5)

$$x_{1,2} = n \pm \sqrt{n^2 - p} \Leftrightarrow x_{1,2} = \frac{1}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^2 + 1} \Leftrightarrow x_1 = \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{5}}{2}, x_2 = \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{5}}{2}.$$

Следва $x_1 + x_2 = -\frac{a_1}{a_0} = \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{5}}{2} + \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{5}}{2} = 1$ и $x_1 \cdot x_2 = \left(\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{5}}{2}\right)\left(\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{5}}{2}\right) = -1$. Отрицателният реален корен е $\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{5}}{2}$.

От теорема 1, $\frac{a_1}{a_0} < 0$ и система
 Б) $\begin{cases} s - r = 1 \\ s + r = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{5}}{2} + \frac{\sqrt{5}}{2} \end{cases}$ следва $s = 1 + \frac{\sqrt{5}}{2}$ и $r = \frac{\sqrt{5}}{2}$. Те са рационални и ирационални части на ирационалните числа.

Корените на квадратното уравнение са:
 $x_1 = \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{5}}{2}$, $x_2 = \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{5}}{2}$.

4 зад. $x^2 - 2\sqrt{2}x + 1 = 0$

Решение: От определение 2, определение 3, $\frac{a_2}{a_0} > 0$ и $\frac{a_1}{a_0} < 0$ следва, че квадратното уравнение има нула отрицателни реални корени.

От определение 5 и определение 6 следва $\frac{a_2}{a_0} = 1 = (m+n)(m-n)$, където 1 е имагинерен множител и $\frac{a_1}{a_0}$ е ирационално число. Нека $x_1 x_2 = p = 1$.

От определение 5, определение 6, формулите на Виет и 1) $x_1 + x_2 = -\frac{a_1}{a_0}$
 $\Leftrightarrow m + n + m - n = 2\sqrt{2}$. $\Leftrightarrow m = -\frac{a_1}{2a_0} = \frac{2\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2}$ и $p = 1$. Като заместим m и p във формулата на Виет (7)
 $x_{1,2} = m \pm \sqrt{m^2 - p} \Leftrightarrow x_{1,2} = \sqrt{2} \pm 1 \Leftrightarrow x_1 = \sqrt{2} + 1, x_2 = \sqrt{2} - 1$.

Следва $x_1 + x_2 = \sqrt{2} + 1 + \sqrt{2} - 1 = 2\sqrt{2}$ и $x_1 x_2 = (\sqrt{2} + 1)(\sqrt{2} - 1)$.

От теорема 1, $\frac{a_1}{a_0} < 0$ и система
 Б) $\begin{cases} s - r = 2\sqrt{2} \\ s + r = 2\sqrt{2} + 2 \end{cases} \Leftrightarrow s = 1 + 2\sqrt{2}$ и $r = 1$

Корените на квадратното уравнение са:
 $x_1 = -1 + \sqrt{2}$, $x_2 = 1 + \sqrt{2}$.

5 зад. Да се намерят естествени числа, които са корени на квадратното уравнение $x^2 + a_1 x + 7 = 0$ и да се намери уравнението.

Решение: Първи етап. ДМ: $x_1, x_2 \in \mathbb{N}$.

Втори етап. От определение 2, определение 3, $\frac{a_2}{a_0} > 0$ и от условието на задачата следва, че квадратното уравнение има нула отрицателни реални корени.

От определение 6 следва $\frac{a_2}{a_0} = 7 = 1.7$.

От условието на задачата за коефициента $\frac{a_2}{a_0} = 7$, корените са естествени числа, следва, че $a_0 = 1$. Възможният вариант

за корените от свободния коефициент е 1.7. Следва, че корените са $x_1 = 1$ и $x_2 = 7$.

От определение 6, формулите на Виет $x_1 + x_2 = -\frac{a_1}{a_0} = 1 + 7 = 8$ и $x_1 x_2 = \frac{a_2}{a_0} = 1.7$. Следва, че $\frac{a_1}{a_0} = -8$. Уравнението е $x^2 - 8x + 7 = 0$.

6 зад. Да се намерят корените и квадратното уравнение, ако разликата на корените е равна на 19, 3 е множител на по-малкия корен и тяхното произведение е равно на -90.

Решение: Първи етап. ДМ: $x_1, x_2 \in \mathbb{R}$.

Втори етап. От определение 2, определение 3 и $\frac{a_2}{a_0} < 0$ следва, че квадратното уравнение може да има един отрицателен реален корен.

От определение 6 следва $\frac{a_2}{a_0} = 90 = 2.3.3.5 = 9.10$

От условието на задачата имаме разлика на корени и тя е положително число, а от определение 2, определение 3 и $\frac{a_2}{a_0} < 0$ следва, че квадратното уравнение има един отрицателен реален корен. Тогава ще имаме разлика между положително и отрицателно число, за да бъде тя положително число. Това е изпълнено за числата 10; -9. Корените са 10 и -9. Тогава $x_1 - x_2 = 10 - (-9) = 19$. Следва, че корените са: $x_1 = 10$ и $x_2 = -9$.

От определение 6, формулите на Виет и 1) $x_1 + x_2 = -\frac{a_1}{a_0} = 10 - 9 = 1$ и $x_1 x_2 = \frac{a_2}{a_0} = 10 \cdot (-9)$ следва, че $\frac{a_1}{a_0} = -1$. Уравнението е: $x^2 - x - 90 = 0$.

Искам да изкажа голямо уважение и благодарност към другия съавтор на Теорията за алгебрично решение на уравнение от степен n ($n \geq 2$), с една променлива, който до последния си дъх участва в изграждането на новата теория. Йордан Стоянов (1938–2019 г.) беше уважаван математик.

ЛИТЕРАТУРА/LITERATURE

- [1] Михайлов, И., Н. Зяпков, Висша алгебра и теория на Галоа, Фабер, Велико Търново, 2004, с. 41, [Mihaylov, I., N. Ziapkov, Vissha algebra i teoriya na Galoa, FABER, V. Tŭrnovo, 2004, s. 41]
 [2] Обрешков, Н., Висша алгебра, Наука и изкуство, 1954, с. 154 [Obreshkov, N., Vissha algebra, Nauka i izkustvo, 1954, s. 154]

[3] Попов. А., П. Сидеров, К. Чакърян, „Теория на Галоа“, Веди, с. 74 – 77, [Popov, A., P. Siderov, K. Chakŭryan, „Teoriya na Galoa“, Vedi, s. 74 – 77]

[4] [АБДМОРСШЮ] В. Антропова, И. Башмакова, А. Дорофеева, Л. Майстанов, Е. Ожигова, Б. Розенфелд, Н. Симонов, О. Шейнин, А. Юшкевич, „ИСТОРИЯ НА МАТЕМАТИКАТА“, Наука и изкуство, 1975, [[ABDMORSSHYU] V. Antropova, I. Bashmakova, A. Dorofeeva, L. Maistorov, E. Ozhigova, B. Rosenfeld, N. Simonov, O. Sheinin, A. Yushkevich, "HISTORIA MATHEMATICA", SCIENTIARUM ET ARTIUM, 1975]

[5] Стоянов, С., Стоянов, Й., Обща теория за алгебрично решение на уравнение от степен n ($n \geq 2$), с една променлива, над всяко поле, без понижаване степента на уравнението, което може да има един и повече от един имагинерен множител, Доклади от V национална конференция „Педагогика на обучението по математика и информатика“ (2020), стр. 112-128, [Stoyanov, S., Stoyanov, I., Theoria generalis pro solutione algebraicae aequationis gradus n ($n \geq 2$), una variabilis, super quamlibet campum, sine diminutione gradus aequationis, quae unum et plus quam unum multiplicem imaginarium potest, Renuntiationes V National Conferentia "Pedagogia studiorum mathematica et informatica" (2020), pp 112-128].

За контакти:

Стоян Стоянов,
СУ „Св. Св. Кирил и Методий“,
гр. Две могили, обл. Русе,
e-mail: stoyanov_7150@abv.bg

ОНЛАЙН ИЛИ ПРИСЪСТВЕНА ФОРМА НА ОБУЧЕНИЕ В УЧИЛИЩЕ

Петранка Колева

Резюме: На 16ти Март 2020г. стартира дистанционното обучение в България. Учениците и учителите останаха в къщи пред електронните устройства. Образованието реагира бързо и влезе в нова фаза-изцяло дигитално преподаване. Онлайн обучението постави много неизвестни които се решаваха в движение-уточняваха се платформи, създаваха се акаунти, обучаваха се учители. Учебната 2020-2021г. завърши онлайн. Българското образование започна новата 2021-2022г.

Ключови думи: онлайн, @онлайн образование @присъствено обучени @учител @ученик @платформи за обучение

Abstract: On 16th March 2020 online education commenced. Teachers and students stayed at home in front of their electronic devices. Education system responded promptly and entered the new times of digital learning. Online education faced many challenges – new platforms were developed, lots of new accounts were created, teachers were trained of using the platforms etc. The 2020-2021 school year ended online and new 2021-2022 began online as well.

Keywords: online, @online education, @traditional education @teacher @student @educational platforms

От месец март 2020 година животът на хората по целия свят се промени. Настъпи период, в който учениците преминаха в дистанционна форма на обучение. Макар и трудно ученици и учители успяха да изградят това като навик и дните в изолация по-приятни. Присъствено или онлайн обучение?

Онлайн обучението постави много неизвестни, които се решаваха в движение. Българското образование не се беше изправяло пред виртуален вариант на преподаване. Уточняваха се платформи, създаваха се акаунти, обучаваха се учители. За учениците вариантът се оказа по-лек като преход, но имаше и проблеми. Ден след старта на онлайн обучението се оказа, че 5% от учениците нямат интернет свързаност и МОН договори с мобилните оператори да поставят Wi-Fi точки безплатно. Образователното министерство създаде 800000 профила на учители и ученици в платформата на Microsoft Teams, чрез които се работеше.

До месец април въпросът беше – „Онлайн или присъствено обучение?“, но връщане в клас нямаше. Учителите наваксваха учебния материал чрез преподаване на пропуснат материал, изпитване, тестове и оценяване.

Кандидат студентските изпити се проведеха само по биология и химия за „Медицина“, и

„Фармация“ и по математика. Оказа се, че балът за прием е паднал значително. С началото на учебната година много университети избраха хибриден начин на обучение. На 27 ноември държавата отново беше затворена, изпразниха се класните стаи. Решението беше до 21 декември. МОН удължи мерките до края на януари, а също и учебната година с две седмици. А въпросът е: „Дали наученото през тази учебна година остави трайни знания и умения?“ [1]

Резултатите показват, че учениците не са усвоили достатъчно материала.

Според проф. Тодор Танев при дистанционната форма на обучение усвояемостта на учебния материал е изключително ниска – 15%, а това е негативно. Необходимо е да се търсят и прилагат гъвкави форми на учебния процес. Златният учител на България, физикът Теодосий Теодосиев счита, че откъсването от училище може да бъде фатално и да доведе до неграмотност сред учениците. Който иска да спаси детето си, трябва да го кара да учи по 15 часа на ден. В къщи децата се чувстват самотни, а родителите констатираха, че те се чувстват по-уморени, по-неуверени в себе си при онлайн обучението.

Според социолози задържането на учениците в къщи затруднява родителите. От МОН също заявиха, че най-доброто образование е присъствено, но на този етап друга опция няма. Това е начинът да се спаси учебната година[2].

Заради корона вируса българското образование започна новата 2021 -2022 учебна година отново онлайн. Тъмни класни стаи, тъмни коридори-без ученици. Най-добрите резултати за благополучието на учениците е присъствената форма на обучение. Развитието на чувството за постижение е свързано с положителното въздействие и се дефинира като способност за лична преценка, за справяне с училищната дейност.

Ковид-19 има неблагоприятно въздействие върху благополучието на учениците. Те прекарват дълго време в къщи пред компютъра. Проучване на УНИЦЕФ, проведено в началото на пандемията – УНИЦЕФ -202, показва, че половината от учениците са изпитвали негативни чувства, поради ограничаване на социалните контакти, а 35% от родителите смятат, че психичното здраве на децата им се е влошило. Голям % от учениците през учебната 2020-2021 учебна година не са участвали ефективно в учебния процес при дистанционното обучение. Това увеличава риска от ниски постижения и отпадане от училище. Предизвикателствата остават – липса на ИТ устройства, по-ниска мотивация, интерес, умора и стрес.

Данните от международни и национални оценки от резултатите на учениците показват недостатъци на основните умения:

- Четене 47%
 - Математика 44%
 - Природни науки 46%
 - Изводът е : Трябва да се работи за намаляване до 25% по всички предмети т.е. трябва да се компенсират пропуските.
 - Процентът на заетост на завършилите професионално образование и Обучение-ПОО - е все още нисък, което е показател, че приложимостта им на пазара на труда остава предизвикателство.
- Навярно на учениците им харесва да си стоят въкъщи и едновременно да са на „училище“.

Многото часове пред компютъра не могат да заменят разговорите си с любимите си съученици. Те не могат да им дадат нужното училищно време, за което всички възрастни мечтаят да имат отново. Онлайн обучението не може да създаде всички спомени през в една любима сграда, наречена УЧИЛИЩЕ. А отговорът е : „Учениците предпочитат присъственото обучение“[3].

Предимствата на присъственото обучение са много, но ето едни от тях :

- Пряко физическо и емоционално взаимодействие между всички ученици в обучителния процес. Те са социални същества, учението, развитието и социалната им интелигентност е в непосредственото общуване помежду им.

- Дава възможност на учителя да вижда, да овладява, да влияе “тук и сега“ върху поведението и реакциите на учениците, разбирането и усвояването на преподавания материал.

- Дава възможност да се проследи индивидуалната работа на всеки ученик и способността му да използва наученото в практически задачи. Почти е невъзможно домашните работи, тестове, проектите да се правят от определен кръг ученици, които ги представят на другите.

- Обучението се извършва в различна от домашната среда, която респектира, предполага включване в друг ритъм на живот и мобилизира усилията на учениците, възпитава ги на отговорност.

- Предполага развиване на уменията за работа в екип, преживява се ентусиазъм от общата работа с постигане на общи цели в класа и училищната общност.

- Създава условия за междуличностни взаимоотношения и социална среда, които обогатяват и развиват учениците за по-голяма трайност в отношенията им.

- Минимизира използването на дигитални устройства, което е условие за поддържане на оптимална хигиена за здравословен живот.

На много ученици в началото им харесваше онлайн обучението, но в края на дистанционната учебна година, те жадуваха наесен отново да се върнат в клас и да бъдат „ЗАЕДНО“

Учениците имат нужда от своето Училище. Един първокласник тепърва има нужда от социални контакти, от обичта и уважението на своя учител и от престоя в училищна среда. При дистанционното обучение не може да се говори за практически, лабораторни и други упражнения. Това им липсва. Учениците, които в реален час по химия, физика правят лабораторни упражнения и за тях това е интересно създава им определени навици. За часовете по учебна практика в професионалните гимназии не може и да се говори. Не може онлайн ученикът да се научи да заварява, да работи на струг, да нарязва резба, да разглобява и сглобява части от дадена машина и много други примери. А учениците, които изучават танци, рисуване, пеене и други предмети в училищата по изкуства-онлайн обучението е невъзможно. Живият контакт е нещо удивително! Да усетиш помощта на другарчето си, да танцуваш, пееш, рисуваш заедно.

Световните изследвания доказват, че учениците, които се обучават онлайн показват по-добри резултати. Онлайн обучението е в една „традиционна класна стая“ с ученици и учител. Той преподава според годишното си разпределение дадения урок. Учениците имат различно ниво на усвояемост. Учителят е поставен пред труден избор: дали да повтори материала и да губи време или да продължи напред. Учениците трябва да участват пълноценно в процеса на учене, а за квалифицирания учител е важна обратната. Често темата на методичната единица предполага по-благоприятна обстановка за изучаване, като се дават повече примери от практиката. Така се осъществяват групови дискусии в реална среда. Ефективното онлайн обучение може да вземе най-доброто от традиционното обучение и дори да го надмине. Съвременните онлайн инструменти за обучение позволяват на учителите и учениците да създават, редактират и коментират всички включени в обучението материали. Това насърчава дискусията, а обучението и коментарите се запазват за изпусналите урока или за тези, които искат да си припомнят.

Всички ученици се нуждаят от оценка на знанията. Това е и неразделна част от

електронното обучение. Резултатите на всеки ученик се съхраняват нагледно в собствен профил, като платформата води всеки поотделно или до следващото ниво, или го подканва да повтори заданието, за да затвърди резултата си. Мощен стимул за всеки ученик да учи по-добре е концентрацията. Създаването на система за рейтинг, ефективно управлява груповата динамика и насърчава учениците да учат по-добре. Електронното обучение може да използва събраните данни с цел да се създават сравнителни оценки между двама ученика. Ролята на учителя е една от основните различия между традиционното и онлайн обучение. Платформата събира информация за успеваемостта на ученика. Целта и продължителността на обучението и дори лични интереси, като по този начин насочват обучението напълно индивидуално. Модерните системи използват различни графични инструменти за създаване на интерактивни упражнения, имитиращи реални събития в живота. Упражненията развиват не само теоретичните знания, но и карат ученика да прилага реално наученото, като по този начин се чувства уверен в себе си. Системата стриктно отчита напредъка и постиженията на При онлайн обучението ангажираността на учениците не е лесно, те се разсейват от много неща у дома, нямат възможност да работят в групи, нямат придобити навици за онлайн обучение, липсва социален контакт, прекарани дълги часове пред електронните устройства, липса на пряк контакт с учителя, проблем с очите, промяна на стойката на тялото. Отсъства взаимодействие в учебната среда -ученик-учител. Той имам физическо и емоционално място в живота на своите ученици. Обучението в училищна среда осигурява динамика на емоции. Асинхронното обучение дава възможност чрез определени материали, които могат да бъдат достъпни по всяко време на деня, без да е необходимо да живеят във виртуална класна стая. Учениците имат възможност да участват в електронното обучение, когато и където е възможно. Те могат да използват компютри в библиотеката или в дома на свой приятел. Някои ученици имат нужда от помощна ръка, независимо от методиката на преподаване.

Във физическата класна стая, учителят може да се разхожда из стаята, да помага на всеки ученик, който се нуждае от помощ. Във виртуалната класна стая това взаимно действие се усложнява от останалите ученици, които слушат.

Груповата работа не пряка в дистанционното обучение, но поставя акцент върху независимата самостоятелна работа, която е подготовка за отдалеченото бъдеще.

Без значение дали родители, учители и ученици са „за“ или „против“ онлайн обучение, то вече се налага в една или друга степен в образователния процес.

По рано, отколкото мислим. Към 2025 година около 70% от работната сила в САЩ ще работи дистанционно поне една седмица в месеца.

Съвременното училищно образование е на две степени:

-основно, което се осъществява от I клас до VII клас в два етапа

А/ начален етап от I до IV клас

Б/ прогимназиален етап от V до VII клас

Средното образование се осъществява от 8 до 12 клас в два етапа:

А/ първи гимназиален клас от VIII до X клас

Б/ втори гимназиален етап от XI до XII клас

Учебният материал е несъобразен с възрастовите възможности на учениците и мнозина от тях изпитват затруднения при усвояването му. Образователната система ежегодно се актуализира, но често пъти и Родителите се затрудняват от сложността на учебния материал. Да, България печели медали от олимпиади по математика и физика, но това се случва не благодарение на , а въпреки образователната система. На върха на пирамидата са единици блестящи таланти, но близо половината гимназисти са неграмотни. За качеството на образованието се съди по резултатите от НВО

Резултати от НВО за VII клас,

БЕЛ успеваемост

За Варна – 47,15%

За областта -52,65%

За страната -53,6%

Математика –успеваемост

За Варна -30%

За областта – 34%

За страната -33%

Обучението по БЕЛ е сложен и продължителен процес, свързан с нравственото и професионално развитие на личността. Започва се от най-елементарните форми - четене и писане, за да се достигне до най-сложните форми - връзка между и.език и мислене. Учениците трябва да развиват способността си да участват активно и успешно в ежедневната комуникация. Те трябва да притежават богата, културна реч – устна и писмена. Част от тази култура са усвоените знания и умения, а резултатът е НВО[4].

На 4.07.2022г. МОН обяви класация на училищата в България, според ДЗИ по БЕЛ.

27 училища имат среден успех чиста двойка – Слаб 2

Само две училища са с отлични резултати – над 5,50

31 училища са с Мн. Добър над 4,50

308 училища са резултат 3,00.

Според статистически данни от графиките проследяваме[5]

Емоционални състояния на ученика при онлайн обучение:

Раздразнителност 75%

Тревожност 45,8%

Самота13,3%

Тъга.....29,2%

Страх.....25%

Несигурност.....25%

Гняв.....25%

Нито едно от посочените 8,3%

Паника.....8,3%

Предимства на дистанционното обучение

Учениците не стават рано62,5%

Ученето в къщи позволява комбинирането на учене с игри или други дейности.....45,8%

Родителите имат по ясен поглед върху учебния процес.....41,5

Учениците имат възможност да се хранят по здравословно...41,5%

Имат възможност да учат където си искат.....41,7%

Имат възможност да получат съвет,помощ от учителя по всяко време25%

Учениците получават повече подкрепа и внимание от родителите.....20,85%

Намаляват случаите на насилие и тормоз сред учениците ..16,7%

Литература:

- 1.МОН-„Максимално присъствено обучение“
13.03.2021г.
- 2.МОН-„Онлайн обучение“23.03.2022г.
- 3.МОН“Присъствена форма на
обучение“14.09.2022г.-
- 4.“Въздействие на пандемията“-анализ
10.08.2022г.
- 5.“Образование“-06.07.2022г.
- 6.,„Съвет на Европейския съюз анализ“

За контакти:

инж. Петранка Николова Колева

e-mail:

o.o@dr.com ,

peri.n.belcheva@abv.bg

АНАЛИЗ НА ЕНЕРГИЙНИЯ ПОТЕНЦИАЛ НА ВЪЗОБНОВЯЕМИ ЕНЕРГИЙНИ ИЗТОЧНИЦИ В СЕВЕРОИЗТОЧЕН РЕГИОН НА БЪЛГАРИЯ

Невена Милева

ANALYSIS OF THE ENERGY POTENTIAL OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE NORTH-EAST REGION OF BULGARIA

Nevena Mileva

Резюме: В публикацията е направен анализ на енергийния потенциал на възобновяеми енергийни източници в Североизточен регион на България. Използването на възобновяеми енергийни източници става все по-необходимо, за да се постигнат промените, необходими за справяне с въздействието на глобалното затопляне. Анализът на новоизградените инсталации в Североизточния регион на Република България за периода 2019-2021г. показва тенденция към повишаване на инсталираната мощност.

Ключови думи: Североизточен регион, възобновяеми енергийни източници, глобално затопляне

Abstract: The publication analyzes the energy potential of renewable energy sources in the North-East region of Bulgaria. The use of renewable energy sources is becoming increasingly necessary to achieve the changes needed to address the effects of global warming. The analysis of the newly built installations in the North-East region of the Republic of Bulgaria for the period 2019-2021. shows an upward trend in installed power.

Keywords: North-East region, renewable energy, global warming

1. Въведение

През последните години в световен мащаб развитието на енергетиката е пряко засегнато от промените в климата и геополитическия натиск със съпътстващите го икономически сътресения и регулации на пазара.

Един от секторите с ключово значение за икономиката на Република България е енергетиката. Разнообразието от което е съставен енергийния сектор, както и трансграничните връзки със съседните страни, го правят конкурентен на енергийния пазар в Европа.

След 2019г. пандемията засяга сериозно доставките на природен газ и въглища в Европа. Неравномерното ѝ разпределение, както и бавното и трудно възстановяване от нея, в различните региони по света предразполага към преразпределяне на енергийните ресурси по света. Страните, които бързо и сигурно се възстановяват имат необходимостта от големи количества енергия, като от своя страна това „явление“ води до енергийна криза в Европейски съюз. Това налага необходимостта от оползотворяване на възобновяеми енергийни източници за задоволяване дори и на основните нужди на страните в Европа. Друг

фактор, предразполагащ незабавното въвеждане на нови инсталации за ВЕИ е вноса на природен газ от Русия. Политическият конфликт между Европа и Русия, наложените санкции и необходимостта от намиране на алтернативни пътища за доставка са основната причина за увеличаване на цената на газа. Високите цени на природния газ водят до намаляване на неговата употреба и съответно повишаване търсенето на алтернативни източници на енергия. Залежите, добивът и производството на конвенционалните горива не са повсеместно и равномерно разпределени. Ето защо тяхната употреба създава уязвимост в страните, които са лишени и силно зависими от техния внос [1].

През последните години в България се извършва преход от конвенционални към възобновяеми източници на енергия. Рационалната употреба на възобновяемите енергийни източници е важна за устойчиво развитие и енергийна сигурност. Освен това ВЕИ намаляват зависимостта от традиционни горива, подsigуряват икономическа стабилност на енергийния пазар и създават условия за нови работни места. България, като страна с относително малка територия,

разполага с добро географско разположение и разнообразни релеф и климат. Тези фактори са от съществена важност за формиране на запаси от възобновяеми енергийни източници. Страната има потенциал за оползотворяване на голяма част от възобновяемите енергийни източници. Най-често се реализират малки и локални инсталации [2-4].

В настоящата публикация е направен анализ на енергийния потенциал на възобновяемите енергийни източници в Североизточен регион на България. Разгледани са данните за нови инсталации за оползотворяване на ВЕИ в периода 2019-2021г.

2.Изложение

2.1.Енергийни ресурси от възобновяеми енергийни източници в България

България, като страна с относително малка територия, разполага с добро географско разположение и разнообразни релеф и климат. Тези фактори са от съществена важност за формиране на запаси от възобновяеми енергийни източници. Данните на НСИ за периода 2019-2021г. сочат, че първичната енергия в България е относително постоянна [5]. Първичната енергия представлява енергия, която не е била преобразувана и се съдържа в конвенционални и възобновяеми източници на енергия. Североизточен регион има добри възможности за осъществяване на нови инсталации, които да произвеждат топлинна и електрическа енергия от възобновяеми източници. Биомасата, като възобновяем енергиен ресурс, заема основна роля за задоволяване на енергийните нужди в района. Региона разполага с богати на биомаса горски, земеделски и животновъдни територии (близо 90% от територията на региона). Най-големи количества суровини се получават при дърводобива и дървопреработката, след това са отпадъците от селскостопанските и животновъдни дейности. Рационалната употреба на възобновяемите енергийни източници е важна за устойчиво развитие и енергийна сигурност. Освен това ВЕИ намаляват зависимостта от традиционни горива, подsigуряват икономическата стабилност на енергийния пазар и създават условия за нови работни места. Енергията от възобновяеми източници на

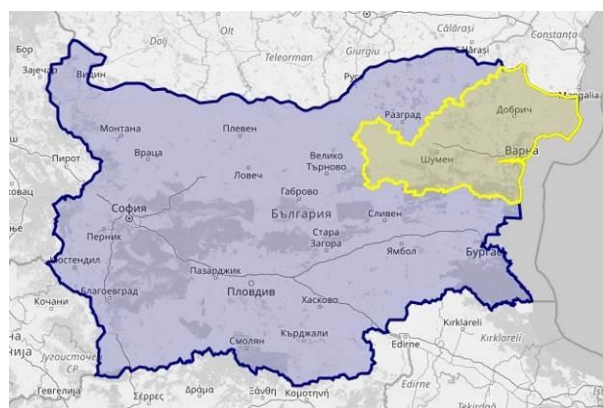
територията на България включва вятърна, аеротермална, слънчева фотоволтаична, слънчева топлинна, хидротермална и геотермална енергия, твърди и течни биогорива, биогазове и сметищен газ [5-6].



Фиг.1 Възобновяеми енергийни източници [7]

2.2.Енергийни ресурси от възобновяеми енергийни източници в Североизточен регион

Североизточен регион на България представлява около 13% от площта на страната и обхваща областите Варна, Добрич, Шумен и Търговище. Близо 60-70% от енергийните ресурси, които са необходими на страната се внасят, като голяма част от тях влизат именно през Североизточен регион. Това е основен фактор за доброто развитие на обособения в региона енергиен инфраструктурен коридор. Енергията от възобновяеми източници на територията на Североизточен регион в настоящата публикация включва биомаса, слънчева енергия и аеротермална енергия [5- 6],[8-11].



Фиг. 2 Североизточен регион на планиране [12]

3.Резултати и дискусия

Възобновяемите енергийни източници са ресурс, който на местно ниво може да намали зависимостта от внос на енергоносители, да подобри

енергоснабдяването, както и да спомогне за опазването на околната среда. Тези ресурси са все още непостоянно и недостатъчно използвани.

3.1. Анализ на производството на енергия от ВЕИ през 2019г.

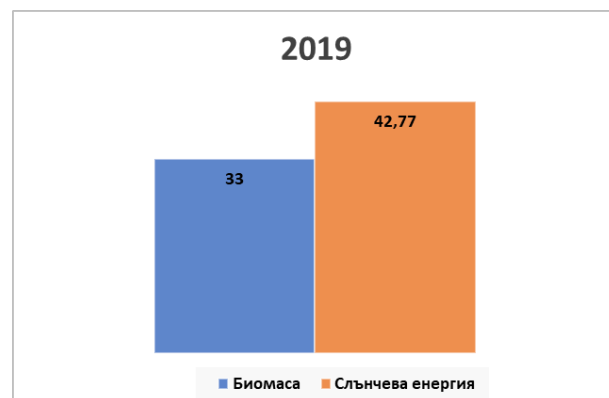
През 2019г., в региона са осъществени 6 нови инсталации за производство на топлинна енергия от възобновяеми източници. Те са реализирани в съответствие с краткосрочни и дългосрочни общински и държавни програми, както и в съответствие с действащото законодателство [5-6][8]. Въздействието от прилагането в експлоатация на тези инсталации е представено в Таблица 1, а на фигурите по-долу (фиг. 3, фиг. 4, фиг. 5) са обобщени графично резултатите от изпълнението на инсталациите за производство на енергия от ВЕИ в Североизточния регион на България. Според данните за периода инсталираната мощност (ИМ) на инсталациите за биомаса (128 kW) е приблизително два пъти по-голяма от тази на инсталациите за слънчева енергия (87,5 kW). Спестените горива и енергия (СГЕ) и спестените емисии (СЕ) CO₂ при инсталациите за слънчева енергия са повече.

Таблица 1. Оценка на ефекта от новите инсталации през 2019г.

Вид източник	Вид енергия	Брой инсталации	ИМ	СГЕ	СЕ CO ₂
			kW	MWh/y	t/y
Слънчева енергия	топлинна	3	87,5	42,77	11,52
Биомаса	топлинна	3	128	33	6,63
Общо		6	213,7	75,77	18,15

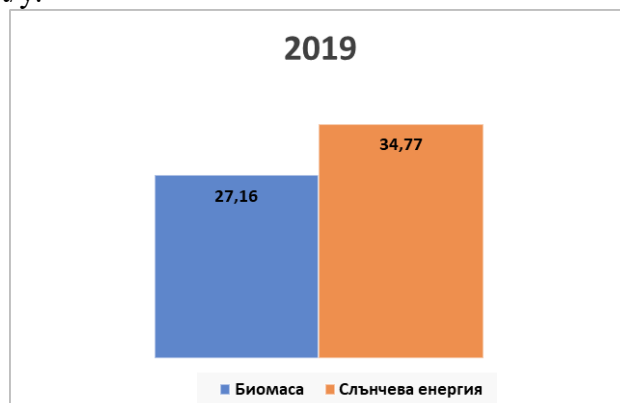


Фиг.3 Инсталирана мощност, според вида на ВЕИ, kW



Фиг.4 Спестени горива и енергия, спрямо вида на ВЕИ, MWh/y

При реализирането на нови инсталации, общата инсталирана мощност на новоизградените инсталации е в размер на 213,7 kW. Годишно спестените електрическа и топлинна енергия са в размер на 75,77 MWh/y, а спестените емисии на CO₂ са 61,93 t/y.



Фиг.5 Спестени емисии CO₂, спрямо вида на ВЕИ, t/y

3.2. Анализ на производството на енергия от ВЕИ през 2020г.

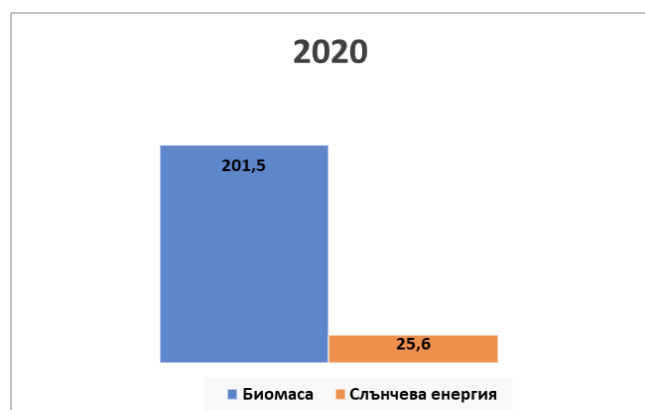
През 2020г., в региона са осъществени 8 нови инсталации за производство на топлинна енергия от възобновяеми източници. Те са реализирани в съответствие с краткосрочни и дългосрочни държавни и общински програми, както и в съответствие с действащото законодателство [5-6][9].

Въздействието от прилагането на тези инсталации е представено в Таблица 2, а на фигурите по-долу (фиг. 6, фиг. 7, фиг. 8) са обобщени графично резултатите от изпълнението на инсталациите за производство на енергия от ВЕИ в Североизточен регион на България.

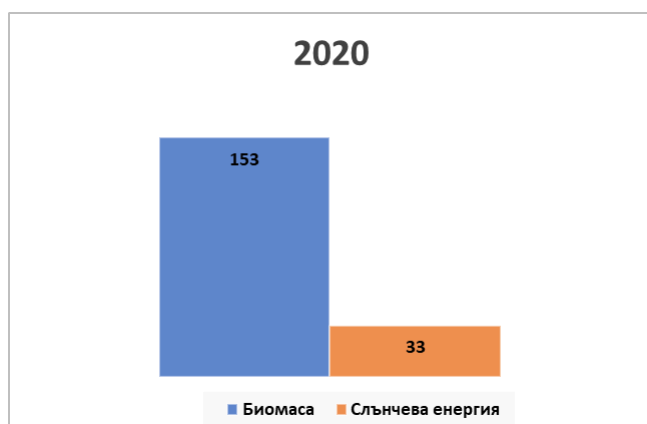
Според данните за периода приноса на биомасата както за инсталираната мощност, така и за спестените горива и енергия и емисии CO₂ е няколко пъти по-голям от този на слънчевата енергия. Това показва положителна тенденция в усвояването на ресурсите на биомаса в региона.

Таблица 2. Оценка на ефекта от новите инсталации през 2020г.

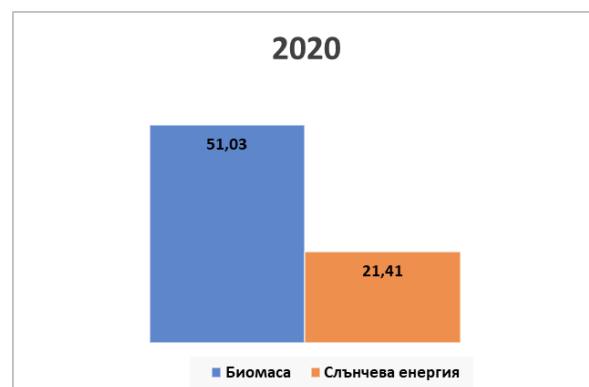
Вид източник	Вид енергия	Брой инсталации	ИМ	СТЕ	СЕ CO ₂
			kW	MWh/y	t/y
Слънчева енергия	топлинна	3	25,6	33	21,41
Биомаса	топлинна	5	201,5	153	51,03
Общо		8	227,1	186	72,44



Фиг.6 Инсталирана мощност, според вида на ВЕИ, kW



Фиг.7 Спестени горива и енергия, спрямо вида на ВЕИ, MWh/y



Фиг.8 Спестени емисии CO₂, спрямо вида на ВЕИ, t/y

При реализирането на нови инсталации общата инсталирана мощност на новоизградените инсталации е в размер на 227,1kW. Годишно спестените електрическа и топлинна енергия са в размер на 186 MWh/y, а спестените емисии на CO₂ са 72,44 t/y.

3.3. Анализ на производството на енергия от ВЕИ през 2021г.

През 2021г., в региона са осъществени общо 5 нови инсталации за производство на електрическа и топлинна енергия от възобновяеми енергийни източници. Те са реализирани в съответствие с краткосрочни и дългосрочни общински и държавни програми, както и в съответствие с действащото законодателство [5-6][10].

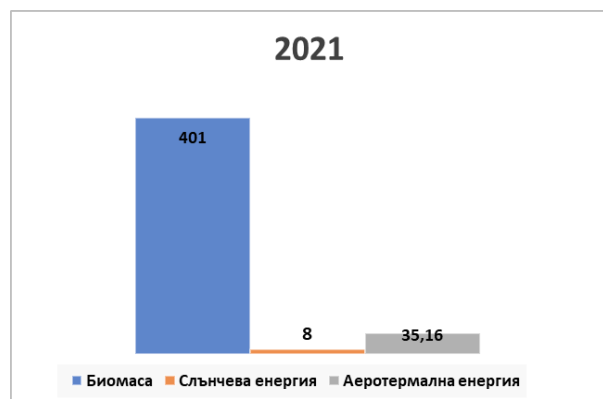
Въздействието от прилагането в експлоатация на тези инсталации е представено в Таблица 3, а на фигурите подолу (фиг.9, фиг.10, фиг. 11) са обобщени графично резултатите от изпълнението на инсталациите за производство на енергия от ВЕИ в Североизточен регион на България.

Според данните за периода инсталираната мощност на инсталациите за биомаса (401 kW) е многократно над тази на инсталациите за слънчева (8 kW) и аеротермална (35,6 kW) енергия. Спестените горива и енергия, както и спестените емисии CO₂ са приблизително еднакви.

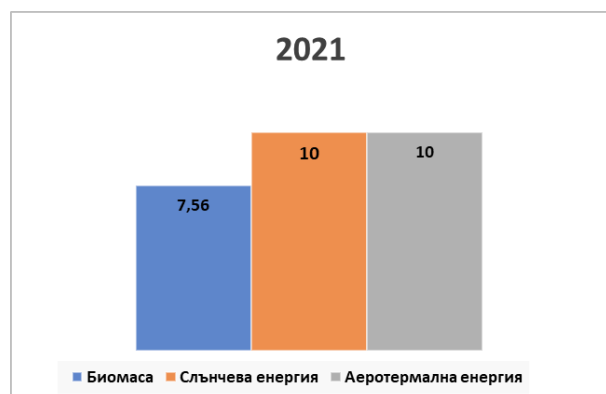
При реализирането на нови инсталации, общата инсталирана мощност на новоизградените инсталации е 444,6 kW. Годишно спестените електрическа и топлинна енергия са в размер на 27,56 MWh/y, а спестените емисии на CO₂ са 22,88 t/y.

Таблица 3. Оценка на ефекта от новите инсталации за 2021г.

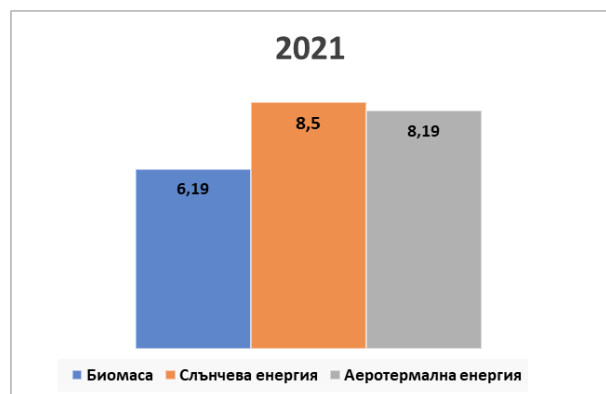
Вид източник	Вид енергия	Брой инсталации	ИМ	СГЕ	СЕ CO ₂
			kW	MWh/y	t/y
Слънчева енергия	ел.енергия	1	8	10	8,5
Аеротермална енергия	топлинна	1	35,6	10	8,19
Биомаса	топлинна	3	401	7,56	6,19
Общо		5	444,6	27,56	22,88



Фиг.9 Инсталирана мощност, според вида на ВЕИ, kW



Фиг.10 Спестени горива и енергия, спрямо вида на ВЕИ, MWh/y

Фиг.11 Спестени емисии CO₂, спрямо вида на ВЕИ, t/y

4.Изводи и заключение

През разглеждания период най-високата инсталирана мощност за новите инсталации е отчетена през 2021г., където има изградени общо 5 инсталации, 3 от които за производство на енергия от биомаса с общо 401 kW. Най-ниската инсталирана мощност за периода е през 2019г. – 213,7 kW. Най-много спестени горива и енергия, както и спестени емисии CO₂ са отчетени през 2020г. (186 MWh/y), като това се дължи на 5-те реализирани инсталации за биомаса. Най – малко спестени горива и енергия има през 2021г. – 27,56 MWh/y, а най-малко спестени емисии CO₂ през 2019г. – 18,15 t/y. Анализът на новоизградените инсталации за производство на енергия от възобновяеми източници в Североизточния регион на Република България за периода 2019-2021г. показва тенденция към повишаване на инсталираната мощност, което се дължи на първо място на биомасата с обща инсталирана мощност за периода в размер на 730,5 kW. Следващо място заема слънчевата енергия със 121,1 kW и на последно място е аеротермалната енергия с 35,16 kW. Общо за периода инсталираната мощност е 885,4kW, спестените горива и енергии са 289,33MWh/y, а спестените емисии CO₂ – 157,25 t/y. В заключение може да се каже, че при запазване на тенденцията и правилна и рационална употреба на ресурсите на биомасата и други видове възобновяеми енергийни източници в Североизточен регион има възможност да се обезпечат собствените енергийни нужди.

Литература:

- 1.Манолова М. ВЕИ подпомагат енергийната независимост и по-ниските цени на енергията, 2022 (www.climateka.bg)
- 2.Стоянова М., Такева Л., Развитие на възобновяемите енергийни технологии в България, Управление и устойчиво развитие 3-4, 2006
- 3.Институт за енергиен мениджмънт (EMI), 2022 (<https://www.emi-bg.com/>)

4.Министерство на енергетиката,Министерство на околната среда и водите, Интегриран план в областта на енергетиката и климата на Република България 2021-2030г.

5.НСИ - Национален статистически институт, 2022. (<https://nsi.bg/bg>)

6.Информационна система ИНФОСТАТ на НСИ , 2022 (<https://infostat.nsi.bg>)

7.Програма за насърчаване използването на възобновяеми източници и биогорива в община Велики Преслав за периода 2016-2026г. <https://shortest.link/8WEx>

8.АУЕР - Агенция за устойчиво енергийно развитие, Анализ на изпълнението на общинските краткосрочни и дългосрочни програми за насърчаване използването на енергия от възобновяеми източници и биогорива през 2019 година по региони за икономическо планиране в България, 2020

9.АУЕР, Анализ на изпълнението на общинските краткосрочни и дългосрочни програми за насърчаване използването на енергия от възобновяеми източници и биогорива през 2020 година по региони за икономическо планиране в България, 2021

10.АУЕР - Агенция за устойчиво енергийно развитие, Анализ на изпълнението на общинските краткосрочни и дългосрочни програми за насърчаване използването на енергия от възобновяеми източници и биогорива през 2021 година по региони за икономическо планиране в България, 2022

11.Министерство на енергетиката - Закон за енергията от възобновяеми енергийни източници Обн., ДВ бр.35/3.05.2011г. , последно допълнение 07.06.2022

12.Североизточен регион на планиране, 2022 (<https://shortest.link/8WBS>)

За контакти:

Технически университет Варна
Катедра „Топлотехника“

Маг. инж. , докторант
Невена Милева -
e-mail: nev40@abv.bg

VoIP КОМУТАЦИОНЕН ЦЕНТЪР ЗА РАБОТА ВЪВ ВИРТУАЛНА СРЕДА, КАТО СИСТЕМА ЗА ПОВИШАВАНЕ НИВОТО НА КАЧЕСТВО В УПРАВЛЕНИЕТО

Тодорка Георгиева, Доника Николова – Сотирова

VoIP SWITCHING CENTER FOR WORKING IN A VIRTUAL ENVIRONMENT AS A SYSTEM FOR RAISING THE LEVEL OF QUALITY IN MANAGEMENT

Todorka Georgieva, Donika Nikolova – Sotirova

Резюме: Висшето образование се счита за публична услуга, независимо дали институцията е държавна или частна. Като такава, независимо от етапа на развитие на страната, тя е изправена пред постоянното предизвикателство, да осигури качествена образователна система. За постигането и повишаването на качеството могат да бъдат приложени методи, базирани на международни стандарти за качество в управлението. От основно значение е все по-масираната употреба на средства за обучение във виртуална среда. Цел на разработката е да се представи модел за изграждане и администриране на софтуерен комутационен център във виртуална среда. Идеята е да се покаже надеждната и устойчива от техническа гледна точка комбинация от иновативни технологии, както и икономическите предимства на този вид архитектура на мрежата.

Ключови думи: виртуалност, мрежа, VoIP, качество, висше образование, EFQM

Abstract: Higher education is considered a public service, regardless of whether the institution is public or private. As such, regardless of the country's stage of development, it faces the constant challenge of providing a quality education system. To achieve and increase quality, methods based on international quality management standards can be applied. Of fundamental importance is the increasingly massive use of learning tools in a virtual environment. The aim of the development is to present a model for building and administering a software switching center in a virtual environment. The idea is to show the reliable and technically sustainable combination of innovative technologies as well as the economic advantages of this kind of network architecture.

Keywords: network, VoIP, virtual, quality, higher education, EFQM

I. Принципи на непрекъснато подобряване на организации, ориентиран към сферата на образованието

1.1. Моделът EFQM (the European Foundation for Quality Management) е перфектен модел за прилагане на принципа за непрекъснато подобряване на организацията [6], цялостен инструмент за подобряване на организацията, базиран на принципите на управление на качеството, модерна концепция за усилие, ориентирано към непрекъснато подобряване на организацията в всички аспекти, области и ефектите от неговите операции [6].

Въз основа на литературата за съществуващи модели за измерване на качеството на висшето образование, поставяне фокусира върху модела EFQM за измерване на качеството, където са използвани количествени методи за постигане на целите. Идеята за разглеждането на образователната сфера от гледната точка на бизнес организация, предполага и

възможностите за адаптиране на модели и методи за повишаване на качеството, разработени и функциониращи на управленско ниво в бизнес сектора.

Стратегическият характер на модела EFQM, съчетан с фокуса му върху оперативните резултати и ориентацията към тях, го прави идеалната рамка за тестване на съгласуваността на амбициите на организациите за бъдещето, съпоставени с нейните настоящи начини на работа и начин на отговор на предизвикателства и чувствителни точки.

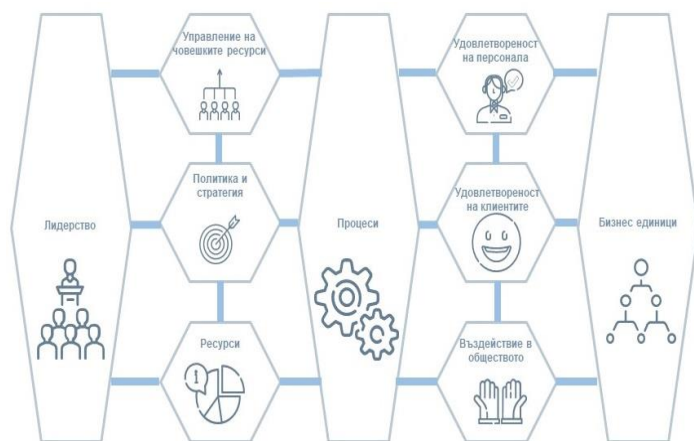
Всяка организация, използваща модела EFQM:

- *Признава, че не работи в условията на вакуум.* Съществува разбирането, че е част от по-голяма, сложна екосистема, в която други организации, известни и непознати, могат да помогнат или възпрепятстват нейния напредък и че е в неин интерес да се ангажира и да увеличи максимално възможността да се

учи от добрите практики и да се резвива в рамките на нейната екосистема;

- *Приема възможността да действа като лидер в своята сфера на влияние, като се държи като вдъхновение за другите и демонстрира какво може да се постигне в полза на околните, както и на себе си;*

- *Разбира, че ще се сблъсква с непрекъснато нарастващи скорости и обеми на промени и е необходимо да бъде подготвена да предвижда, адресира и реагира по подходящ начин, приемайки предизвикателството на управлението за днес и в същото време, прогнозирайки бъдещето и гарантирайки, че е подготвена за него.*



Фиг. 1 Елементи на Европейската награда за качество

Структурата на модела EFQM (фиг. 2.) се основава на простата, но мощна логика на задаване на три въпроса:

- „Защо“ съществува тази организация? Каква цел изпълнява? Защо точно тази стратегия? (Direction);
- „Как“ възнамерява да изпълни своята цел и стратегия? (Execution);
- „Какво“ всъщност е постигнало на t дата? „Какво“ възнамерява да постигне утре? (Results).

Централно място в обосновката на модела EFQM, „red thread“ (червена нишка), е връзката между целта и стратегията на една организация и как това се използва, за да й помогне да създаде устойчива стойност за най-важните си заинтересовани страни и да постигне изключителни резултати.



фиг. 2 Структура на EFQM

1.2. Total Quality Management (TQM) е още един метод за повишаване на качеството в организацията. TQM може да се обобщи като система за управление на организация, фокусирана върху клиента, която включва всички служители в непрекъснато подобрене. Той използва стратегия, данни и ефективни комуникации, за да интегрира дисциплината за качество в културата и дейностите на организацията. Много от тези концепции присъстват в съвременните системи за управление на качеството, наследници на TQM. 8-те принципа на Total Quality Management са [фиг.3]:

1. Фокус върху клиента: Клиентът определя нивото на качество;
2. Пълно участие на служителите: Всички служители участват в дейностите за постигане на общи цели;
3. Концентрираност върху процеса: Основна част от TQM е фокусът върху процесното мислене. Процесът е поредица от стъпки, които приемат входни данни от доставчици (вътрешни или външни) и ги трансформират в изходяща продукция, която се доставя на клиенти (вътрешни или външни);
4. Интегрирана система: Въпреки че една организация може да се състои от много различни функционални специалности, често организирани във вертикално структурирани отдели, хоризонталните процеси, свързващи тези функции, са фокусът на TQM;
5. Стратегически и систематичен подход: Този процес, наречен стратегическо планиране или стратегическо управление, включва формулирането на стратегически

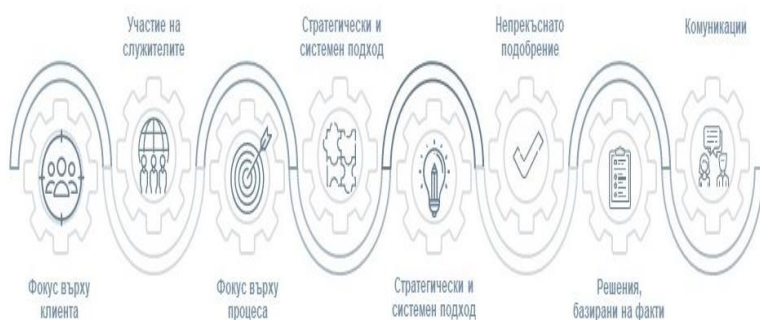
план, който интегрира качеството като основен компонент;

6. Непрекъснато подобрение;

7. Вземане на решения, базирани на факти;

8. Комуникации: По време на организационни промени, както и като част от ежедневната работа, ефективните комуникации играят голяма роля в поддържането на морала и в мотивирането на служителите на всички нива. Комуникациите включват стратегии, методи и навременност.

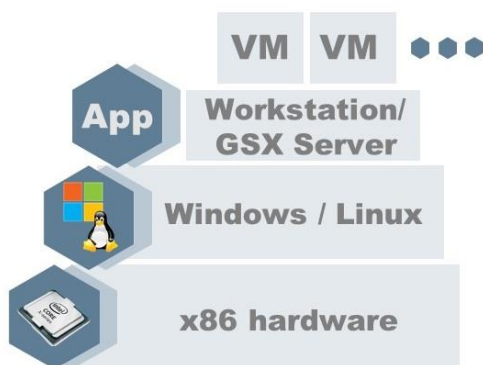
фиг. 3 Елементи на TQM



II. VoIP комутационен център за работа във виртуална среда

Настоящата разработка предлага създаването на модел на софтуерна телефонна централа за работа във виртуална среда. За осъществяване на комуникацията между отделните виртуални компоненти са въведени в експлоатация софтуерен виртуален маршрутизатор и сървър, поддържащи софтуера, необходим за осъществяване на реални разговори във виртуална среда.

2.1. Виртуалната инфраструктура е виртуално копие на реалната такава, представена на ф. 4.



фиг. 4 Модел на виртуална инфраструктура

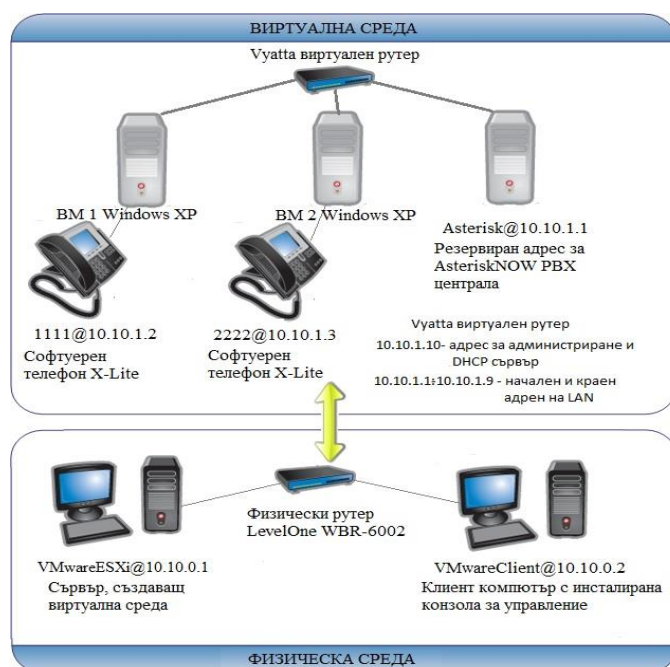
2.2. Архитектура на мрежата

2.2.1. AsteriskNOW PBX- софтуерна телефонна централа

AsteriskNOW представлява платформа за софтуерно реализиране на VoIP комуникация, даваща възможност за web администриране, осигуряваща качество на обслужване и мониторинг на системата.

2.2.2. Симулационен модел на IP телефонна централа за работа във виртуална среда

Моделът включва две хардуерни компютърни системи с VMware ESXi® и клиентско приложение за администриране на сървъра. Физическата връзка между тях се осъществява от маршрутизатора LevelOne WBR- (фиг. 5) [4].

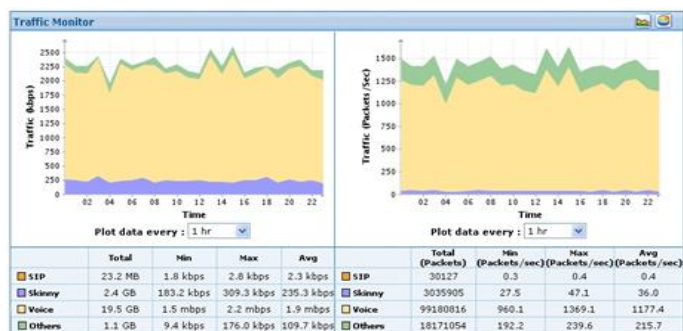


Фиг. 5 Компоненти на мрежата

В изследването са включени виртуалната и реалната среди, като във виртуалната са представени създадените виртуални машини и софтуерни телефони с техните адреси в мрежата.

2.2.3. Мониторинг на мрежата

За пълен анализ на качеството на обслужване (QoS) се следят софтуерно изпратените пакети по мрежата и техният размер. Представени са резултати от едnodневно наблюдение на работоспособността на централата (фиг. 6).



Фиг. 6 Мониторинг на мрежата

Регистрирани са повиквания с различно качество на връзката, повиквания с грешки и средната продължителност на проведените разговори.

III ИЗВОДИ

Разработеният модел предоставя възможност за провеждане на комуникации на абонати във виртуална среда, като по този начин се повишава сигурността и устойчивостта на връзките. Чрез улеснената администрация се създава един надежден модел на корпоративна мрежа, съдържащата виртуални компоненти, аналози на реалните, и осигуряващи производителността на много отделни компютърни системи. От икономическа гледна точка се осигурява свиване на разходите за изграждане и администриране.

Въз основа на събраната информация от изследванията е направен анализ на процесите, протичащи при осъществяването на разговор във виртуална среда и е гарантирано необходимото качество на обслужване (QoS).

Предимства на модела:

- Централизирано администриране;
- Минимална загуба на пакети;
- Намаляване на разходи за хардуер и опазване на околната среда;
- Използване на реална компютърна мрежа;

Може да се заключи, че с напредването на технологиите се увеличават възможностите на компютърните системи и се оптимизира използването на хардуерните им ресурси.

От гледна точка на системите за повишаване на качеството в управлението на организации – публични и бизнес, внедряването на

системи и модели, свързани с облачни технологии и тяхното активно приложение, са основополагащи за постигането на нови нива на съвършенство в организациите. Повишаването на ефективността на комуникационните процеси са сред основните измерители, влияещи върху цялостните управленски процеси на всички нива.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] “The Book of VMware: The Complete Guide to VMware Workstation”, Brian Ward, 2002
- [2] “Mastering VMware vSphere 4”, Scott Lowe, 2009
- [3] “Asterisk™: The Definitive Guide” , Leif Madsen, Jim Van Meggelen, Russell Bryant, 2011
- [4] “Building Telephony System with Asterisk”, David Gomillion, Barrie Dempster, PACKT Publishing, 2006.
- [5] Henry Sinnreich, Alan B. Johnston, "Internet Communications Using SIP", Wiley Press, 2006.
- [6] Rosak-Szyrocka, J., & Roszak, M. T. (2019, 09 13). The role of the EFQM model in precepting quality in Polish enterprises. Multidisciplinary Aspects of Production Engineering, 2(1), 399 - 406. doi:10.2478/mape-2019-0040
- [7] EFQM, European Foundation for Quality Management, <https://efqm.org/>;
- [8] EFQM. (2010) “EFQM Transition Guide: How to upgrade to the EFQM Excellence Model 2010”, EFQM Publications;
- [9] Juran, J. M., De Feo, J.A. “Juran’s Quality Handbook” – Sixth Edition.

За контакти:

1. ТУ – Варна
Доцент, доктор, инженер
Тодорка Георгиева
e-mail: tedi_ng@mail.bg

2. ТУ – Варна
Докторант
Доника Николова – Сотирова
e-mail: dony.nikolova@gmail.com

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ПАРАМЕТРИЧНИЯ ДИЗАЙН В ПРОЦЕСА НА ОПТИМИЗИРАНЕ НА СТРУКТУРАТА НА МЕМБРАНАТА

Якуб Олшевски

APPLICATION OF PARAMETRIC DESIGN IN THE PROCESS OF OPTIMIZING THE STRUCTURE OF THE MEMBRANE

Jakub Olszewski

Abstract: The publication presents the process of creating the optimal shape of the membrane, taking into account the software used in parametric design. The optimized shape of the diaphragm is designed taking into account factors such as tension and ergonomics of use. The publication focuses on shaping the architectural form, curves tension and stabilization of the membrane shape based on algorithmization of parameters defining the research object. The aim of the publication is to show the influence of the parameterization of the design process on the optimization of the architectural form and its creation of aesthetic values using an algorithm. Ultimately, the searched and tested form of the membrane can be used in seasonal constructions that act as an exhibition pavilion, a tool in the promotion-marketing process or an example of creating a sculpture-manifesto of technology symbiosis with art. Presented publication is also an example of a structural of the elements that can be obtained as a result of the 3D printing process.

Keywords: tensile membrane structure, parametric design, design algorithm, design optimization, modern art, architecture

Idea i koncept projektu i badan

The idea of making a membrane as an element of the exhibition pavilion structure was born from numerous observations of the heritage of modernist architecture in Varna and establishing cooperation with the Bulgarian office ARCHITECTURAL SPIES, dealing not only with architecture, but also with the implementation of AV and VR technology. Taking into account the rich heritage of broadly understood modernist and postmodern architecture in Varna, it is worth taking care of its promotion. This is especially true of Varna's cultural heritage, taking into account modern times, especially in the interwar period and the communist era. Among them you can find such interesting examples as the Combined Heat and Power Plant "Thermal Plant - YANKO KOSTOV" in the south Varna zone "ТЕЦ", the central hygienic bath known as "Mushroom" (Централната хигиенна баня - "Гъбата", or the building "Technopro" Технопро near the railway station.



Централната хигиенна баня - "Гъбата"



Технопро в близост до жп гарата



"Топлоцентрала – „ЯНКО КОСТОВ" на юг
Варненска зона "ТЕЦ",

Form concept

The membrane of the discussed object is a special element creating the architectural and aesthetic dimension of the form, which is why it is the main element of the considerations in this presentation. Therefore, at the current stage of optimization, aspects of structural elements, i.e. columns or brackets, have been omitted. In the optimization process, however, the necessary tensile forces of the membrane, which shape the form of the material, were taken into account.

The shape of the membrane refers to the modernist shape, which refers to the previously mentioned heritage of modernist and postmodern architecture of Varna. In addition, the inspiration in creating the form of the membrane referred to the inseparable connection of Varna with the Black Sea, which is why it was decided to use a wavy shape referring to the movement of water waves and black color, which directly refers to the Black Sea.

Methodology of creating the form of the membrane

Due to the specificity of the material and the way of creating the architectural form, it was decided to use the environment

Grasshopper 3D, which is a parametric modeling tool that works with Rhino. Applying design by dragging components onto the canvas, combining them allows for faster and easier modification of complex elements. Another argument in favor of using Grasshopper 3D is also the possibility of preliminary analysis and output optimization allows for faster and easier components, which allows you to better understand their

functioning. Undoubtedly, an important element of the environment used in this presentation is also creative freedom, which, combined with the possibilities of analysis, allows for a balance of artistic form with rationalization of the economics of the project.

Methodology of creating the form of the membrane

It was assumed that the designed membrane will be made of a stretched material, which is able to transfer significant tensile forces and voltages. The initial object was a rectangle of the material (with an undefined weave of fabric), to which an algorithm was connected taking into account the gravitational gravity (Figure 1).

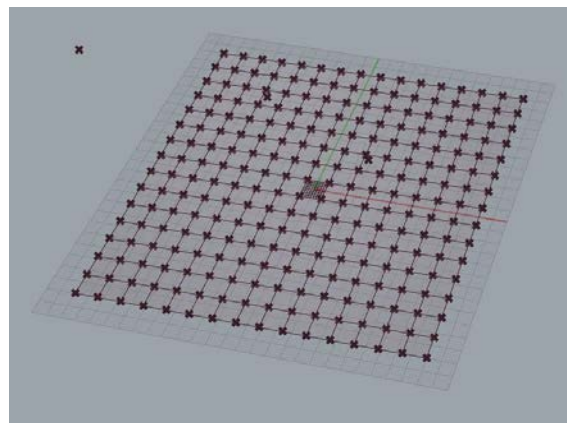


Fig. nr 1

Methodology of creating the form of the membrane

Next, the points that correspond to the points of contact with the ground (points defining the edges of the base rectangle of the material) are defined. In addition, the degree of bending of the edges of the material is also defined (Fig. No. 2).

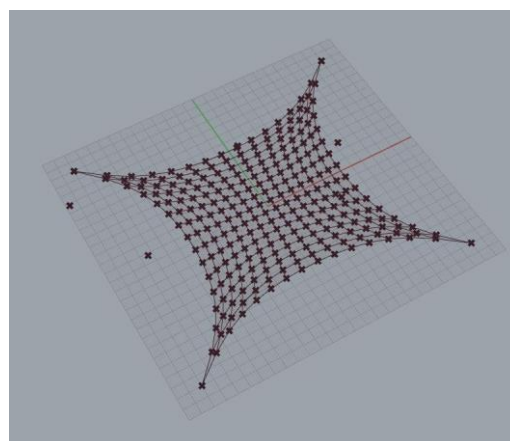


Fig. nr 2

Methodology of creating the form of the membrane

The next stage was to define the suspension points (height, distance, and tensile force), which allows you to shape the body in 3D. (Fig. No. 3)

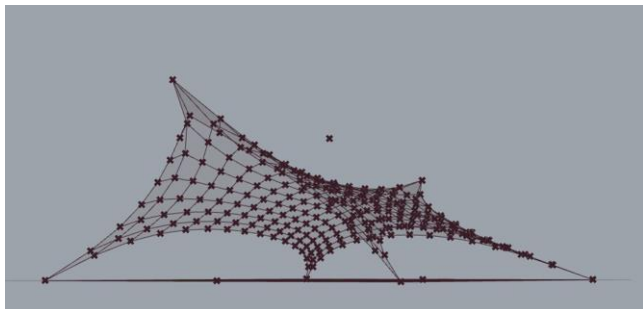


Fig. nr 3

Methodology of creating the form of the membrane

At this stage, the basic form of the membrane was defined taking into account the basic gravitational forces and stretching of the membrane in the direction of the Z axis. Figure 4 presents the arrangement of functions necessary to achieve this stage. It is worth emphasizing that an important final element of this system is the so-called Kangaroo "Solver" that allows you to translate all the preceding functions into derivations based on their graphic form.

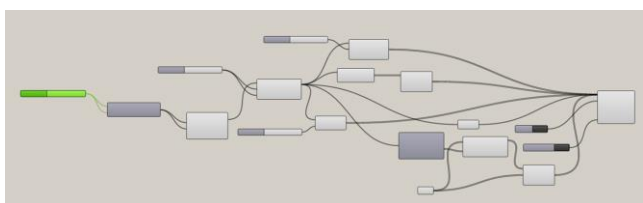


Fig. nr 4

Membrane form optimization methodology

Form optimization began with the definition of the structure of the material (membrane fibers). With the help of the implemented parameters, it is possible to determine the fibrousness of the membrane and the concentration of fiber thickness depending on the tensile voltage. Figures 5,6,7 show the process of strengthening the membrane fibers and optimizing the form of the object.

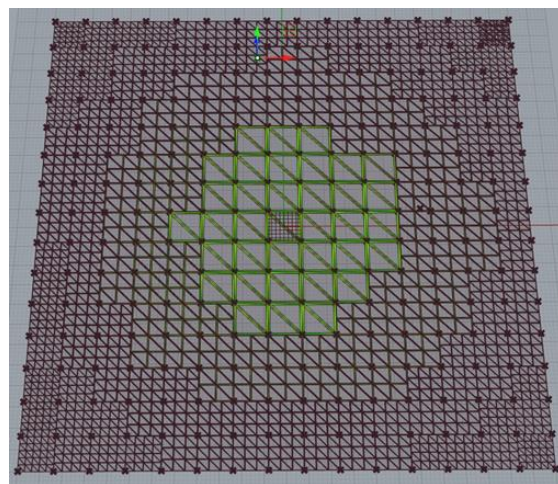


Fig. nr 5

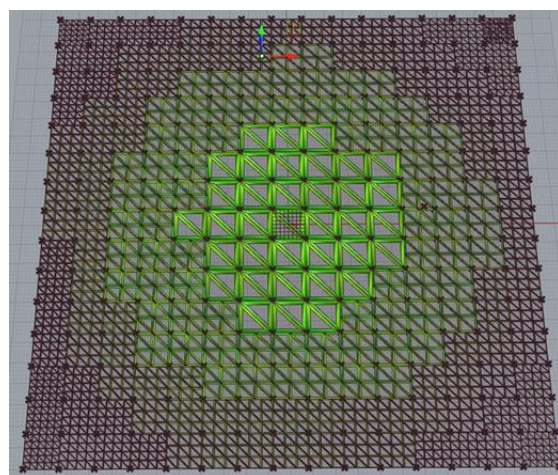


Fig. nr 6

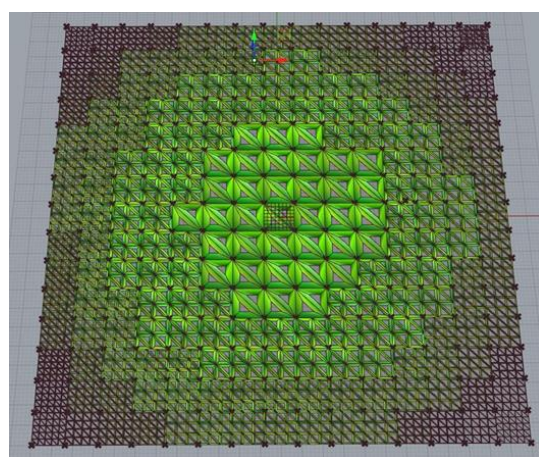


Fig. nr 7

Membrane form optimization methodology

In the optimization process, a point is also defined that determines how the membrane is stretched, which helps to pre-determine the moment of loosening and tension of the

material fibers. Figures 8,9,10 show the process of determining the moment of membrane tension.

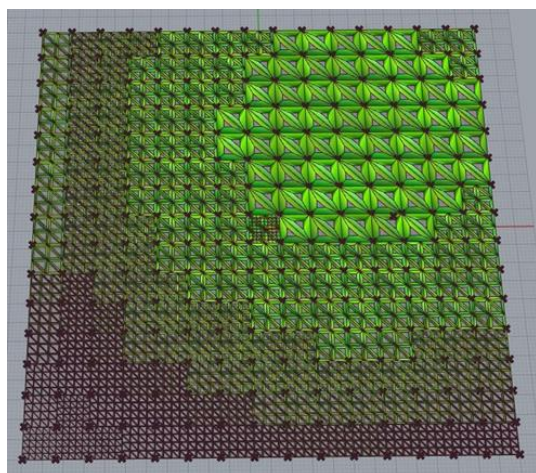


Fig. nr 8

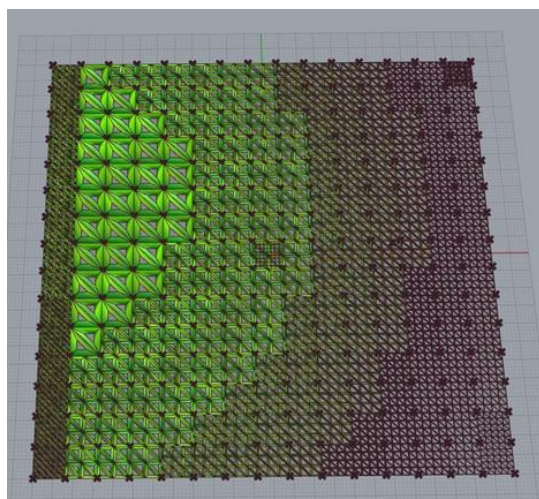


Fig. nr 9

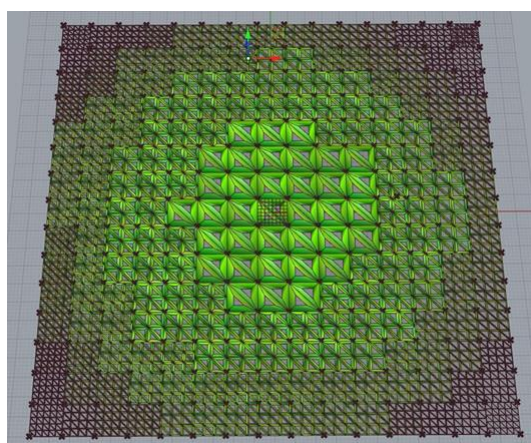


Fig. nr 10

Membrane form optimization methodology

The membrane with specific voltage points of the material was again stretched in the Z axis, adding a gradient illustrating the work of the membrane. This allows preliminary determination of the critical points of the membrane's operation (Figure 11, 12). This process is also helpful in shaping the form of the object due to the color emphasis of the composition.

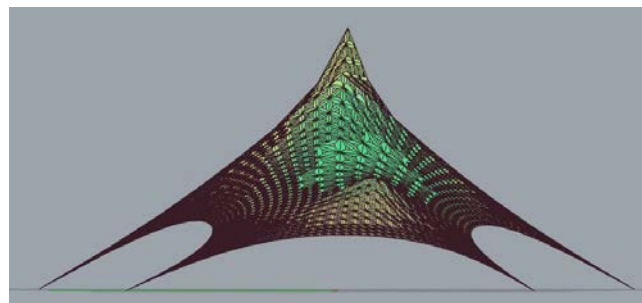


Fig. nr 11

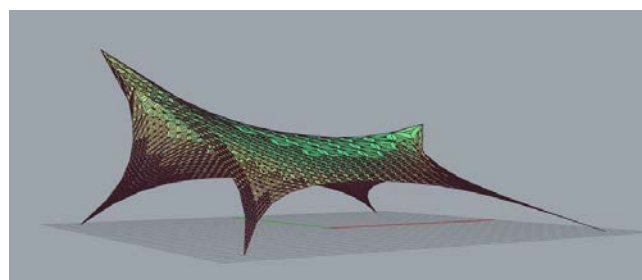


Fig. nr 12

Conclusions

The presented design process, in which parametric optimization of the form was used, allows for a significant reduction in design time, especially in the search for and definition of more golden forms of objects such as membranes. The presented methods of modeling and studying the form in this presentation are only basic methods of modeling using Grasshopper algorithms.

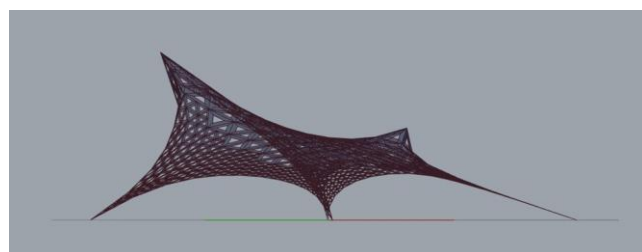


Fig. nr 13

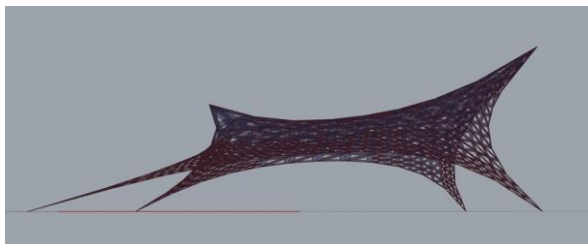


Fig. nr 14

Conclusions

This presentation aimed to indicate the methods and benefits of parametric design. The process shown can have a very practical application in composing membrane shapes using 3D printing (Figure No. 14, 15). This also shows a significant improvement in the formation of temporary structures, such as exhibition pavilions, used for purposes such as the cultural heritage mentioned earlier in the introduction.



Fig. nr 14

LCD's VULCAN Awarded Guinness World Record for Largest 3D Printed Structure, https://www.archdaily.com/776169/lcds-vulcan-awarded-guinness-world-record-for-largest-3d-printed-structure?ad_medium=gallery



Fig. nr 15

<http://www.shapeways.com/>

За контакти:

архитект Якуб Олшевски
 M.Arch. (Master of Architecture)
 Jakub Olszewski
 тел. 48 510 690 769,
 E-mail: olszewskijakubmailbox@gmail.com
 Адрес: VAMED (VE) / Austria

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ВИБРОАКУСТИЧНИТЕ МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА МОНЕТИ В ОБРЪЩЕНИЕ

Йордан Бояджиев

Резюме: В доклада се разглеждат теоретичните и практическите основи на виброакустичната диагностика на монети. Анализира се влиянието на геометрията на монетите на виброакустичните сигнали. Основно внимание е отделено на анализа на параметрите на виброакустичния сигнал. Материалът е предназначен за специалисти изучаващи дисциплините "Автоматизирани системи за контрол и диагностика на качеството", "Методи за техническа диагностика", "Вибрационен контрол". Може да бъде полезен и за специалисти в областта на безразрушителния контрол, които използват метода за диагностика на вибрациите за диагностика на състоянието на монетите.

Ключови думи: виброакустика, методи за анализ, виброакустичен сигнал, монети.

Таблица 1. Параметри на изследваните монети

монети	Българска народна банка технически параметри						конкретна изследвана монета		
	емисия	метал	тегло	диаметър	гурт	цвят	тегло	Ø	h
20 ст.	1999 г.	сплав, CuNiZn	4 г.	20,5 мм	рифелован	сребристобял	3,95 г.	20,55 мм.	1,7 мм
50 ст.	1999 г.	сплав, CuNiZn	5 г.	22,5 мм	рифелован	сребристобял	4,95 г.	22,55 мм.	1,9 мм
1 лев	2002 г.	външен пръстен от жълта сплав и вътрешен кръг от бяла сплав	7 г.	24,5 мм	назъбен на сектори	външен пръстен от жълта сплав и вътрешен кръг от бяла сплав	6,97 г.	24,5 мм	2,0 мм
2 лева	2015 г.	двукомпонентна монета; вътрешен кръг от сплав със златист цвят - CuNiZn, външен	9 г.	26,5 мм	редуващи се назъбени и гладки сектори	двукомпонентна монета; вътрешен кръг от сплав със златист цвят - CuNiZn, външен	8,97 г.	26,6 мм	2,4 мм

Монетата е парче метал с определено тегло, подписано от законното правителство. Всички монети са създадени с определени технически характеристики. Освен химичния състав на сплавта, те трябва да отговарят на определено тегло, диаметър и дебелина. [1].



Фиг. 1. Българска народна банка - 20 стотинки, 1999 г.

На обратната страна на монетата в центъра е изобразен Мадарският конник - скален релеф от VIII век, а в горната част по периферната окръжност - текстът „България”- фиг.1.



Фиг. 2. Българска народна банка - 50 стотинки, 1999 г.

Основен мотив на лицевата страна на монетата е цифрата на номинала и годината на емисията „1999”. В долната част на монетата е изписан текстът „стотинки”. В горната част по периферията са изобразени 12-те звезди на Европейския съюз.

Основен мотив на лицевата страна на монетата е цифрата на номинала и годината на емисията „1999”. В долната част на монетите е изписан текстът „стотинки”. В горната част по периферията са изобразени 12-те звезди на Европейския

съюз. На обратната страна на монетата в центъра е изобразен Мадарският конник - скален релеф от VIII век, а в горната част по периферната окръжност - текстът „България” - Фиг. 2.



Фиг. 3. Българска народна банка – 1 лев, 2002 г.

На страната с номиналната стойност на монетата е цифрата „1”, думата „ЛЕВ”, годината на емисия – 2002 и са изобразени два графични елемента от пресечени линии.

На другата страна на монетата е образът на Св. Иван Рилски и надписите „Св. Иван Рилски” и „България” - фиг. 3.



Фиг. 4. Българска народна банка – 2 лева, 2015 г.

На лицевата страна на монетата в центъра на вътрешния кръг е обозначена номиналната стойност с цифрата „2”, набраздена с линии. По периферията са изобразени графични елементи от пресечени линии, разположени и във вътрешния кръг, и по външния пръстен. В долната част на монетата е изписан текстът „ЛЕВА”. Буквите започват от външния пръстен и навлизат във вътрешния кръг. Годината на емисията, „2015”, е разположена върху външния пръстен, вдясно от текста „ЛЕВА”.

На обратната страна на монетата във вътрешния кръг е разположен стилизиран образ на Паисий Хилендарски и са изписани годините „1722 – 1773”. Върху външния пръстен – текстовете „ПАИСИЙ ХИЛЕНДАРСКИ” и „БЪЛГАРИЯ” - фиг. 4.

Монетата може да се класифицира като тънка плоча плоча с кръгла форма - „диск”. Модалният анализ представлява определяне на собствените форми на трептене и съответните им честоти. Най-общо собствените честоти на една еластична система се оценяват като отношение на

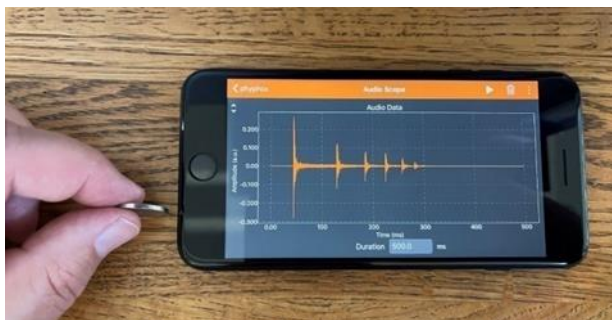
коравината и масата. При еднаква форма и размери на изследваните обекти коравината зависи от еластичните характеристики (модул на еластичност E , коефициент на Поасон ν), а масата от плътността на материала ρ [2].

За настоящия експеримент са използвани монети в обръщение. Монетите са едноцветни (20 ст. и 50 ст.) и двуцветни (1 и 2 лева), близки по състав, размер и тегло, табл.1. Жълтият външен пръстен е изработен от меден месинг, легиран с Ni. За да се определят собствените честоти, монетите се поставят върху еластични нишки и се удрят с импулсен чук. Звуковият сигнал, записан с помощта на микрофон, се обработва от компютър и се представя като амплитудно-честотен спектър. Получават се собствени честоти на монетите. На базата на тези резултати се изчисляват средната стойност и стандартното отклонение. Съгласно общото правило, че собствените честоти се определят от съотношението твърдост към маса, може да се потвърди, че монетата с най-голяма дебелина има най-висок набор от собствени честоти-което е установено от подобни изследвания[3].

При изследване на монети стои въпроса дали са автентични. Както анализът на геометрията, надписите, теглото, размерите, така и химическия състав - при съвременното ниво на техники на фалшифициране - не могат да бъдат изцяло точни критерии за автентичност. Когато се прави с цел продажба като фалшификат на монета, обикновено и грамажа и материала са идентични[4]. И тук много могат да се приложат виброакустичните методи.

Как влияят материала и геометрията на детайла на виброакустичния сигнал? Естествената честота на даден обект е уникална за всеки обект, както пръстовият отпечатък за човек. Анализирането на твърди вещества чрез измерване на честота или резонанс на акустични вълни може да тества и проверява автентичността на обекти с висока стойност чрез оценка на техните естествени честоти и валидирането им спрямо предварително съхранени референтни данни [5]. Основните моменти са каква апаратура да се използва и създаване на база данни чрез която да се оценяват изследваните обекти.

На фиг. 5 е показана схемата на опитната установка, използвани за виброакустичен анализ на материала на монетите (по [6]).

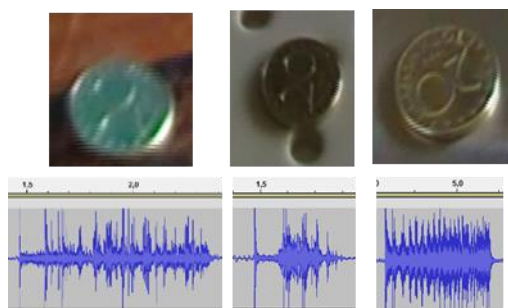


Фиг.5. Опитна установка, използвана за измерване на резонансните акустични честоти на монети [6]

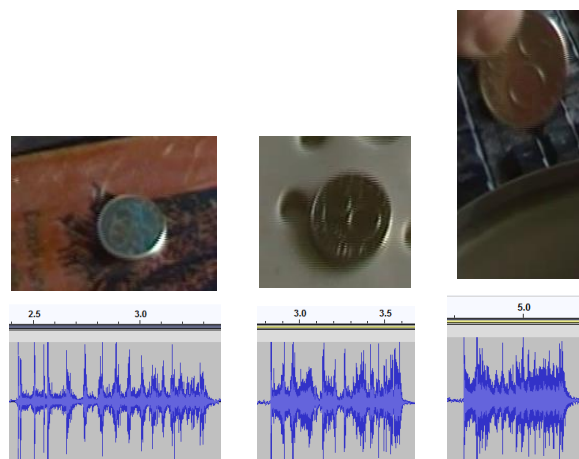
Как влияе геометрията на обекта върху на виброакустичния сигнал? Дори и при симетрични обекти, каквито са монетите, има такова влияние. Промяна на позицията на монетата при анализ-завъртане на 45 градуса (фиг. 6) предизвикват и промяна в честотата между 5 и 30 Hz [7].



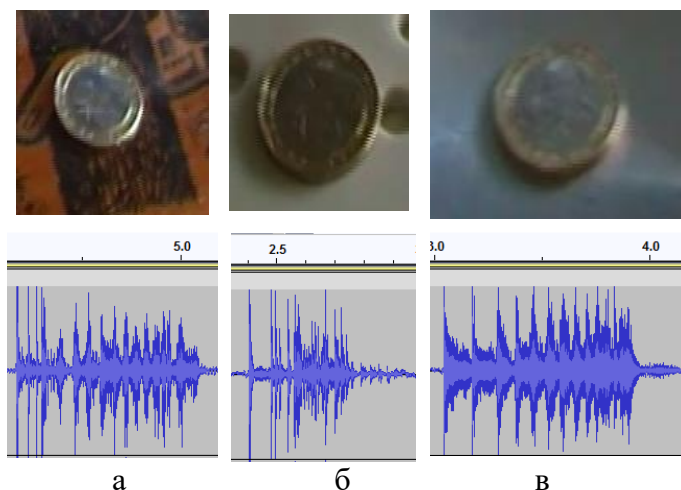
Фиг. 6. Позиция на монетата при анализа: условни 0^0 ; и на 45^0 завъртане [7]



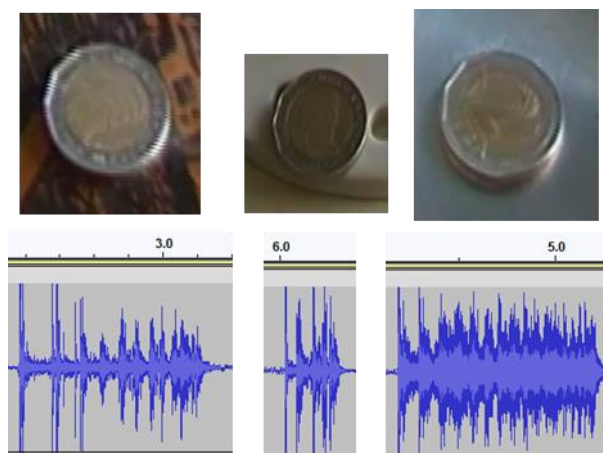
а б в
фиг.7. Звук върху дървена основа (а), керамика(б) и метал(в) на монета от 20 ст.



а б в
фиг.8. Звук върху дървена основа (а) , керамика(б) и метал(в) на монета от 50 ст.



а б в
фиг.9. Звук върху дървена основа (а) , керамика(б) и метал(в) на монета от 1 лев.



а б в
фиг.10. Звук върху дървена основа (а) , керамика(б) и метал(в) на монета от 2 лева.

Както се вижда от показаните записи на виброакустиката на изследваните монети (фиг.7, фиг.8, фиг.9 и фиг.10) от голямо значение е и вида на основата на провежданите измервания – което е необходимо по подробно да се изследва.

В заключение можем да обобщим, че ако искаме да направим оценка за автентичност на монети, трябва да се стимулират естествените честоти на тестваните монети и след това да се сравняват с референтен набор от данни, за да се потвърди тяхната автентичност.

Литература:

1. MacKay J. (2007), Coins & Coin Collecting (The Complete Illustrated Guide to), Hermes House, 256 pages, ISBN-10: 0681459522

2. Димитров Д.М. и др. 2013 , Възможности за диагностика на предмети от благородни метали чрез анализ на собствените честоти на трептене – София: списание „Научни известия на НТСМ”, брой 2, 229 – 232 с.

3. Dimitrov Diyan M. et al. , POSSIBILITIES TO USE THE EIGENFREQUENCIES TO IDENTIFY COINS- Eastern Academic Journal, ISSN: 2367-7384, Issue 2, pp. 69-75, June, 2016.

4. Бояджиев Й, ПЪРВИ СЪПКИ И ИЗПОЛЗВАНИ МЕТОДИ ПРИ АНАЛИЗ НА АРТЕФАКТИ, в: списанието Известия на Съюз на учените – Варна, СЕРИЯ “ТЕХНИЧЕСКИ НАУКИ” - ISSN 1310-5833, 2021 г.-стр.13-21.

5. Бояджиев Й, ВЪЗМОЖНОСТИ НА ВИБРОАКУСТИЧНИТЕ МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ НА МАТЕРИАЛИ И КОНКРЕТНИ ДЕТАЙЛИ; доклад, представен в: Дни на Механиката във Варна, 8-10 септември 2022. Национална конференция.

6. Rakestraw et al. 2021 , Resonant Acoustic Characterization of Coins: An Inquiry-Based Learning Activity for Everyone with a Smartphone – LAWRENCE LIVERMORE NATIONAL LABORATORY , November 10, 2021.

https://st.llnl.gov/sites/default/files/inline-files/Mechanical_Waves_Sound_TechReport_1.pdf

7. Manas 2015 , The Music of Gold: Can gold counterfeited coins be detected by ear? – European Journal of Physics. https://www.researchgate.net/publication/276297204_The_music_of_gold_Can_gold_counterfeited_coins_be_detected_by_ear

За контакти:

Йордан БОЯДЖИЕВ
j_boyadjiev@tu-varna.bg
катедра ММЕ,
ТУ-Варна,
9010,
БЪЛГАРИЯ

VISUALIZATION AND SIMULATION OF THE BULGARIAN DEMONSTRATION SITES FOR THE PROJECT BIM-SPEED VIA VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY

Nadya Stamatova

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ И СИМУЛАЦИЯ НА БЪЛГАРСКИТЕ ДЕМОНСТРАЦИОННИ ОБЕКТИ ЗА ПРОЕКТА БИМ-СПИЙД ЧРЕЗ ВИРТУАЛНА И АУГМЕНТИРАНА РЕАЛНОСТ

Надя Стаматова

Abstract: The presented publication unveils the work of the Bulgarian partner Architectural Spies EOOD in the HORIZON2020 project BIM-SPEED at visualizations and simulations of the Bulgarian demonstration sites via the technologies of the Virtual Reality and Augmented Reality (incl. Mixed Reality).

Keywords: Extended Reality, Augmented Reality, Mixed Reality, Virtual Reality, XR, AR, MR, VR, Building Information Model, BIM, Photogrammetric model, Thermo-photogrammetric model, Mobile AR, Off-site MR simulation, On-site MR simulation, Oculus Quest 2, Microsoft HoloLens 2, image recognition, 3D objects recognition, 3D targets recognition

Резюме: Представената публикация разкрива работата на българския партньор Архитекчъръл спайс ЕООД в проекта по ХОРИЗОНТ2020 БИМ-СПИЙД по визуализацията и симулацията на българските демонстрационни обекти посредством технологиите за виртуална реалност и допълнена реалност (вкл. смесена реалност).

Ключови думи: разширена реалност, аугментирана реалност, допълнена реалност, насложена реалност, смесена реалност, виртуална реалност, XR, AR, MR, VR, цифров сграден модел, BIM, фотограметричен модел, термо-фотограметричен модел, мобилна AR, отдалечена MR симулация, MR симулация на място, Oculus Quest 2, Microsoft HoloLens 2, разпознаване на изображения, разпознаване на тримерни обекти

The presented publication unveils the work of the Bulgarian partner Architectural Spies EOOD [1] in the HORIZON 2020 project BIM-SPEED [2] at the visualizations and simulations of the Bulgarian demonstration sites via the technologies of the Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR), incl. the technology of the Mixed Reality (MR). The local demonstraton sites were:

1. DEMO VARNA: demonstration site in the city of Varna, a cultural heritage 2 storey building at the north-east corner of the crossroad of the streets Dragoman and Bdin, address 28, Dragoman str. / 13, Bdin str., built in the years following 1912 (Fig.1) [3], [4].
2. DEMO MALKO TARNOVO: demonstration site in the town of Malko Tarnovo, the so called building "Baza Veleka", a 3 storey municipal dormitory, built with prefabricated reinforced concrete elements in 1982 (Fig.2, Fig.3) [3], [5].



Fig.1 Comparison of the facades of the building before and after renovation (cultural heritage project nomination 2019)



Fig.2 Dormitory in M.Tarnovo – S/E view



Fig.3 Dormitory in M.Tarnovo – S/W view

Information about the specifics of different kinds of the Extended Reality technologies (VR, AR, MR) used in the project BIM-SPEED could be obtained from our previous publication [4], as well from the video [6] from the workshop organized by the Architects' Council of Europe (ACE) for the Chamber of Architects in Greece in the frames of the project BIM-SPEED. In the emerging of the XR technologies the MR was considered as a separate type of XR but recently the worldwide community of the XR creators considers it as a high-level AR.

There were developed the following XR solutions for the Bulgarian demonstration sites:

I. AR/MR DEMONSTRATIONS:

1. On-site mobile AR application for demo site Malko Tarnovo (Fig.4) [7];
2. Mobile AR demonstration of the past condition of a renovated house - cultural heritage. Presentation of on-site surveys before and after renovation, demo site Varna (Fig.5) [8];



Fig.4 Mobile AR at demo site M.Tarnovo [7]

Fig.5 Mobile AR at demo site Varna [8]

3. MR application with dual use (on-site and off-site) for renovation scenarios simulations via holographic twinning (Fig.6) [9];



Fig.6 MR off-site simulation with HoloLens2[9]



4. MR simulations of building renovation scenarios for demo Malko Tarnovo via small-scale holograms and scale 1:1 photogrammetric model of the interior before renovation (Fig.7)[10];
5. Off-site MR application for demo Varna via small-scale holograms of the thermal, photogrammetric and BIM models and in scale 1:1 of the interior before renovation (Fig.8) [11];



Fig.7 MR demo site Malko Tarnovo small to real scale with HoloLens 2 [10]



Fig.8 MR demo site Varna small to real scale with HoloLens 2 [11]

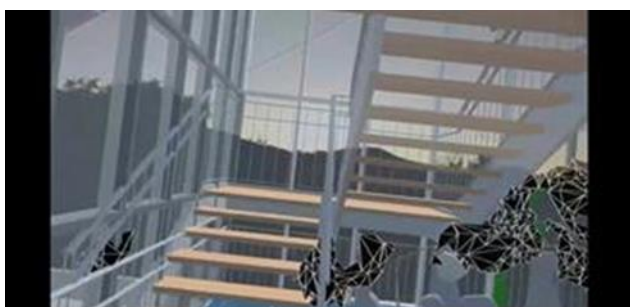


Fig.9 MR walkthrough with HoloLens 2, demo site Malko Tarnovo [12]

6. On-site MR application with a target recognition of demo Malko Tarnovo, presenting in a real scale 1:1 the project for renovation (Fig.9) [12];

7. Desktop AR demonstration of BIM, photogrammetric and thermal models of demo site Varna with anaglyph glasses (Fig.13);

II. VR DEMONSTRATIONS:

1.VR application for the project for renovation for demo site Malko Tarnovo via device Oculus Quest 2 with hand tracking (Fig.10) [13];

2. VR application for the project for renovation for demo site Malko Tarnovo via device Oculus Quest 2 with controllers (Fig.14);

3. VR application for demonstration of the demo site Varna via device Oculus Quest 2 with handtracking (Fig.11) [14]

4. Application for VR Box + smartphone for demo Varna (Fig.12) [15];

5. Web VR application, universal viewer for demo site Varna (Fig.15) [16];

6. Web VR application, universal viewer for demo site Malko Tarnovo.

Fig.10 VR with Oculus Quest 2 with hand tracking, demosite Malko Tarnovo [13]



Fig.11 VR with Oculus Quest 2 with handtracking, demosite Varna [14]

Fig.12 VR Box+smarthpone, demo Varna [15]



Fig.13 Desktop AR with anaglyph glasses, demo Varna



Fig.14 VR with Oculus Quest 2 with controllers, demo Malko Tarnovo

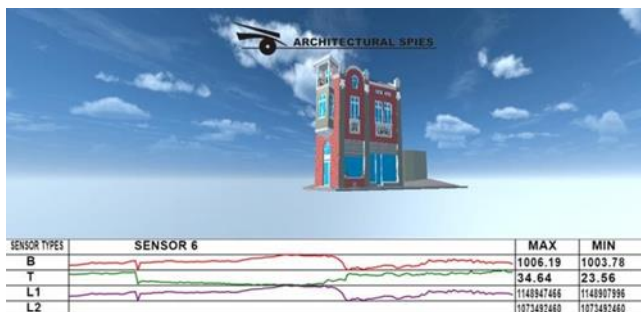


Fig.15 Universal 3D viewer, used for visualization of sensors' data [16]

In the years following the work on the project BIM-SPEED, Architectural Spies contemplates its efforts rather to a low-cost and user-friendly mobile AR applications and high-level MR solutions than VR. The reason for the first conclusion is the enormous spread of mobile devices worldwide and the relative simplicity of the production of this type of applications. The second solutions is based on the conclusion that due to the project BIM-SPEED the company has already positioned itself among the leaders in developing MR applications for the AEC industry [17].

The work on the visualization and simulation of the Bulgarian demonstration sites via Extended Reality technology could be considered an authentic approach in the frames of the project Harmonised Building Information Speedway for Energy-Efficient Renovation BIM-SPEED [2]. This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No.820553.

REFERENCES:

1. <http://architecturalspies.com>, Intrenet site of Architectural Spies EOOD, 2022
2. <https://www.bim-speed.eu/en>, Internet site of the project BIM-SPEED, 2022
3. <https://www.bim-speed.eu/en/demonstration-cases#2>, Page for the demonstratio sites of the project BIM-SPEED, Demonstration sites, 2022
4. Stamatova N., Angelov A., Immersive Presentation Technologies XR (AR,VR,MR) of Cultural Heritage in the City of Varna, Bulgaria, conference Cultural Heritage of Varna and Black Sea Region, Union of Scientists Varna, , September 30, 2021, Varna Union of Scientists ИЗВЕСТИЯ на Съюза на учените – Варна. Серия Културното наследство на Варна., Izvestiâ na S"ûza na učenite - Varna. Kulturnoto nasledstvo na Varna i Černomorskiâ region, ISSN 2738-7372 (Print) ISSN 2738-7380 (Online)
5. Stamatova N., Case Study: Demonstration of a Real Scale Hologram of a Remote Large Scale Object at the Space of Another Large Scale Object via Mixed Reality, Application by Device Microsoft HoloLens 2 ИЗВЕСТИЯ на Съюза на учените – Варна. Серия Технически науки 1'2021 (Izvestiâ na S"ûza na učenite - Varna. Seriâ Tehničeski nauki) ISSN 1310-5833

6. https://www.youtube.com/watch?v=S4CX_2Y0IMk&t=226s , BIM-SPEED Extended Reality Tools Presentation, Workshop 20th October 2021 Architectural Spies Ltd. / BIM-SPEED Project / ACE / Chamber of Architects in Greece, 2022
7. <https://youtu.be/7OnDPSTVtXc>, Video "Mobile AR application, demosite Malko Tarnovo", Youtube channel of Architectural Spies Ltd., AR playlist, 2022
8. <https://youtu.be/40842FPKMJk>, Video "AR at demonstration site Varna", Youtube channel of Architectural Spies Ltd., AR playlist, 2022
9. <https://youtu.be/M1U4m0BGvWM>, Video "MR off-site simulation with HoloLens 2", demonstrated demo Malko Tarnovo in scale 1:1 in the headquarters of Architectural Spies Ltd., Youtube channel of Architectural Spies Ltd., MR playlist, 2022
10. <https://youtu.be/0Nithjvj220>, Video "MR demo site Malko Tarnovo small to real scale with HoloLens 2", Youtube channel of Architectural Spies Ltd., MR playlist, 2022
11. <https://youtu.be/aKBu4NBXfeg>, Video "Demo site Varna small to real scale with HoloLens 2", Youtube channel of Architectural Spies Ltd., MR playlist, 2022
12. <https://youtu.be/cKe-GegjIPo>, Video "MR walkthrough with HoloLens 2, demo site Malko Tarnovo", Youtube channel of Architectural Spies Ltd., MR playlist, 2022
13. <https://youtu.be/Q29mv3IMltQ>, Video "VR with Oculus Quest 2 with handtracking, demosite Malko Tarnovo", Youtube channel of Architectural Spies Ltd., VR playlist, 2022
14. <https://youtu.be/BMwEYyADZ6A>, Video "VR with Oculus Quest 2 with handtracking, demosite Varna", Youtube channel of Architectural Spies Ltd., VR playlist, 2022
15. <https://youtu.be/CSE-aiKJ3OQ>, Video "VR Box application, demosite Varna", Youtube channel of Architectural Spies Ltd., VR playlist, 2022
16. Angelov A., Perfanov O., Yazici S., Visualization and Analysis of Environmental Data via Sensors Installed on the Bulgarian Demonstration Sites for the Project BIM-SPEED, Annual Conference of the Union of Scientists Varna, Section: Technical Sciences, 31 October 2022, Varna
17. <https://vrarchicago.com/the-next-evolution-of-aec/> Immersive Technology in Architecture, Engineering, and Construction, event of the Chicago branch of the VR/AR Association in the cycle The Next Evolution of AEC, 7 April 2022

For Contacts:

Nadya Stamatova, Ph.D., M.Arch.
Architectural Spies EOOD – Director
e-mail: nadya.stamatova@gmail.com
mobile: +359 8894 318113

За контакти:

д-р арх. Надя Стаматова
Архитекчъръл Спайс ЕООД – Директор
ел. поща: nadya.stamatova@gmail.com
тел. +359 8894 318113

ВЛИЯНИЕ НА ПРОПУЛСИВНИТЕ ПАРАМЕТРИ ВЪРХУ ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ НА СУХОТОВАРЕН КОРАБ

В.А.Йорданов

INFLUENCE OF PROPULSION PARAMETERS ON THE ENERGY EFFICIENCY OF A BULK CARRIER

V. A.Yordanov

Резюме: В доклада се разглежда енергийната ефективност на сухотоварен кораб чрез конструктивния индекс EEDI (Energy Efficiency Design Index) и влиянието на пропульсивните параметри върху EEDI.

Ключови думи: кораб, енергийна ефективност, пропульсивни параметри.

Abstract: This paper deals with energy efficiency of a bulk carrier through the index EEDI (Energy Efficiency Design Index) and the influence of propulsion parameters on EEDI.

Keywords: bulk carrier, energy efficiency, propulsion parameters

1. Въведение

При проектиране на енергетичната уредба на корабите се определя и конструктивния индекс за енергийна ефективност на кораба - EEDI (Energy Efficiency Design Index). Индексът за енергийна ефективност EEDI е въведен от международната морска организация (IMO) от 1 януари 2013г. за нормиране на емисиите на произвежданите парникови газове за новите кораби над 400GT. Индексът дава оценка на енергийната ефективност на кораба, като отношение между произведените от кораба емисии CO₂ към съответно извършената транспортна работа [1, 2] от кораба при 75% натоварване на главния двигател (ГД) по мощност, g-CO₂/(t.nm):

$$(1) \quad EEDI = \frac{(CO_2 \text{ Emission})}{T_{transport} Work}$$

Изчисленият за кораба индекс (Attained EEDI) трябва да бъде по-малък или равен на максимално допустимата стойност (Required EEDI) за определения тип и размер конкретен кораб. В общия случай емисиите CO₂ включват генерираните от главните и спомагателните двигатели емисии намалени с евентуално използвани иновативни технологии за редуциране на пропульсивните и електрически мощности на кораба. Основните генерирани емисии на CO₂ са емисиите от главния двигател (main engine – ME) и съответния индекс EEDI се определя както следва:

$$(2) \quad EEDI = \frac{(P_{ME} C_{FME} SFC_{ME})}{f_i \cdot f_j \cdot Capacity \cdot v_{ref} \cdot f_w}$$

където:

- P_{ME}=0,75. NMP - мощност на ГД при 75% от мощността NMP;

- SFCME , g/(kW.h) – специфичен разход на гориво /СРГ/ на ГД при 75% NMP ;
- CF - коефициент на генериране на CO₂ от ГД (t-CO₂)/(t-Fuel), който за различните видове горива е:

гориво	C _F [ton CO ₂ /ton гориво]
дизелово гориво	3,15104
тежко гориво	3,1144
природен газ	2,7500

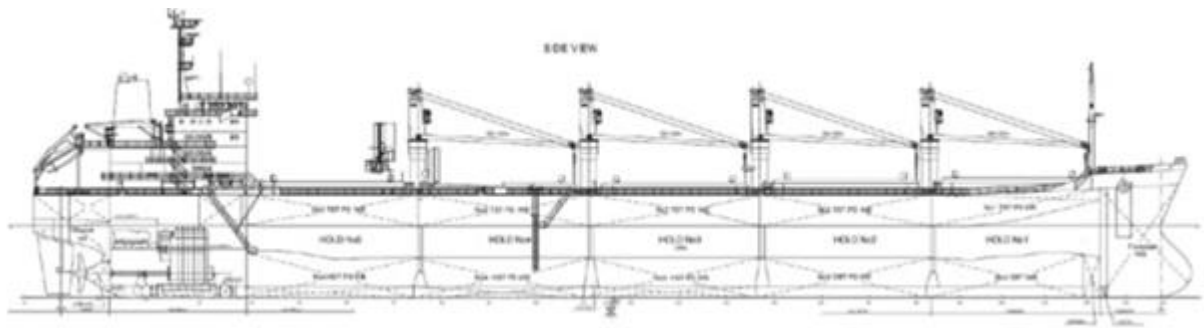
Табл.1. Стойности на C_F за различните видове горива

- Capacity [t] - проектен дедует (DWT) на кораба, освен пътническите;
- f_i - Capacity коефициент, отчитащ технически и регулаторни ограничения на товароподемността на кораба;
- f_j - коригиращ коефициент, отчитащ специфични елементи от проекта на кораба;

- f_w - безразмерен коефициент, отчитащ намаляването на скоростта в морски условия (относно височина и честота на вълните и скорост на вятъра);
- v_{ref} - проектна скорост на кораба при 75% от мощността NMP и при газене, съответстващо на проектния дедует Capacity.
- V_{ref} - проектна скорост на кораба при PME и при газене, съответстващо на Capacity.

2. Параметри на сухотоварния кораб и пропульсивната уредба

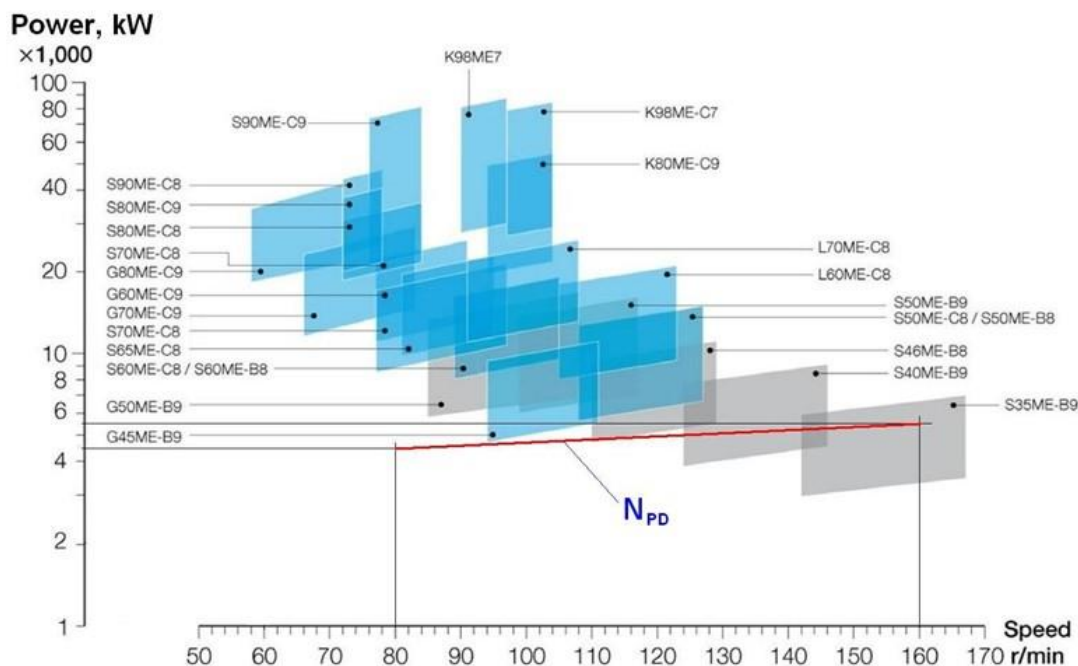
Сухотоварният кораб е с дедует 44000 т (фиг.1.), двупалубен, едновинтов, има винт с фиксирана крачка, с ют и бак, булбообразен нос, транцева кърма с 5 товарни трюма за превоз на генерални, тежки и насипни товари. Жилищните помещения, ходовият мостик и машинното отделение са разположени в кърмовата част. алубен, едновинтов с пет товарни трюма. Основните параметри на кораба са показани в табл.2.



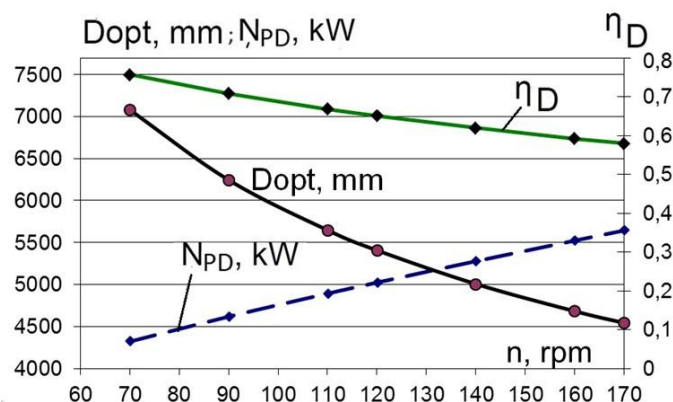
Фиг.1. Общ вид на 44000 tdw сухотоварен кораб

Параметър	Стойност
1. Максимална дължина:	L _{max} = 186,45 m
2. Дължина по водолинията:	L _{wl} = 181,4 m
3. Дължина между перпендикулярите:	L _{⊥⊥} = 177 m
4. Широчина:	B = 30 m
5. Височина на борда:	H _{борда} = 16,20 m
6. Газене:	T = 11,79 m
7. Коефициент на обща пълнота:	C _b (б) = 0,802
8. Скорост на кораба:	V _s = 13 kn
9. Дедует:	DW = 44000 tdw
10. Далечина на плаване:	L _{пл} = 12000 мили

Табл.2. Основни параметри на сухотоварния кораб



Фиг.2. Контрактни мощностни полета на главни двигатели MAN Diesel и зависимостта на N_{PD} от оборотите



Фиг.3. Зависимост на N_{PD} , диаметра на винта (D_{opt}) и пропульсивния к.п.д. (η_D) от оборотите

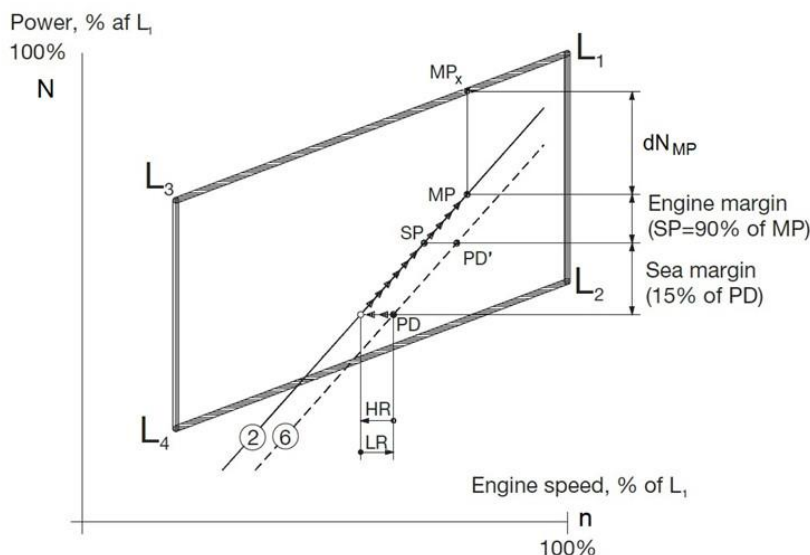
Вариант	№1	№2	№3
Тип на ГД	5G45ME-C9.5	5S46ME-B9.5	6S40ME-C9.5
N_{PD} , kW	4756,96	5023,28	5277,31
n , r/min	100	120	140

Величина	Размерност	Вар.№1 5G45ME-C9.5	Вар.№2 5S46ME-B8.5	Вар.№3 6S40ME-C9.5
N_{MP}	Kw	6078,34	6418,63	6743,23
$N_{MP\%}$	%	87,4582	93,023	99,019
n_{MP}	r/min	102,64	123,21	143,99
$n_{MP\%}$	%	92,47	95,517	98,628

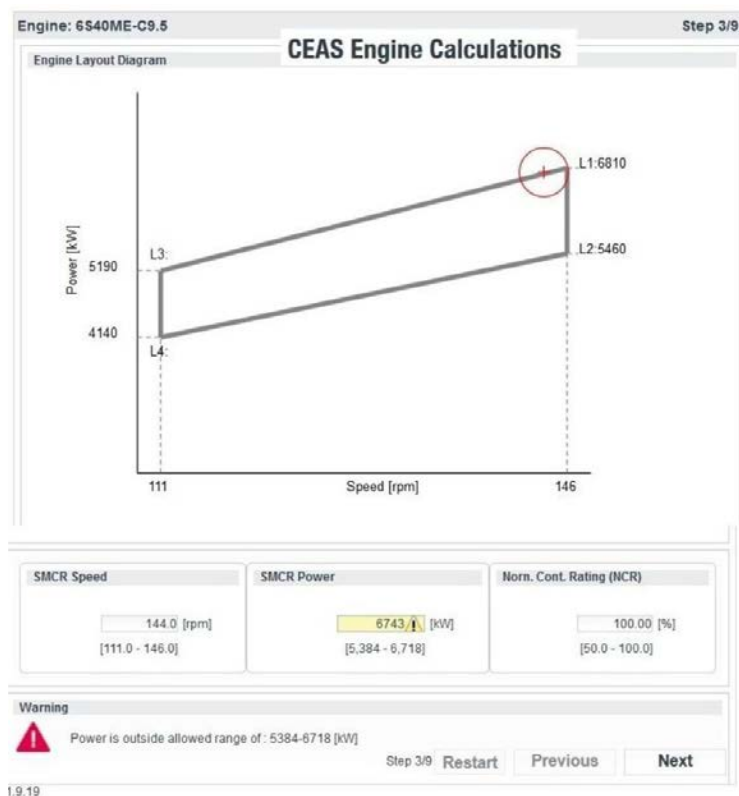
Табл.3. Параметри на вариантите ГД MAN Diesel

Необходимата потребна мощност (NPD) на гребния винт за преодоляване на съпротивлението ($R=489 \text{ kN}$) на кораба в зависимост от оборотите на ГД е показана на фиг.2 и фиг.3.

Съответните възможни варианти ГД MAN Diesel са приведени в табл. 3, като параметрите им са определени съгласно процедурата от фиг.4 [3, 4, 5].



Фиг.4. Процедура за определяне на контрактната т.МР за ГД MAN Diesel



Фиг.5. Определяне на N_{MP} за вариант 3 чрез CEAS Engine Calculations.

Означенията на фиг.4 са следните: 2 - обрасъл корпус и лошо време; 6 - лека винтова характеристика – при грапав, винтова характеристика – при

чист корпус и тихо време; PD - проектна точка на гребния винт; PD' - алтернативна проектна точка на ГВ; HR – Heavy Running или т.н. запас по обороти (3 – 7%) ; LR – Light Running или олекотяване на винтовата характеристика; SP - Continuous service rating for propulsion или експлоатационна точка; MP - Specified MCR for propulsion или контрактна точка ; engine margin - двигателен запас ; sea margin - морски запас; N, n - мощност и обороти на ГД в логаритмичен мащаб; MPx – точка на граничната линия L1-L3 при оборотите в т.МР; dN_{MP} – запас на мощността N_{MP} до граничната линия L1-L3 (dN_{MP}≥0) [4,5]. Прилагайки програмата на MAN Diesel CEAS Engine Calculations за определяне на параметрите на точка МР се установява, че за вариант 3 (фиг. 1) точка МР е извън диаграмата, поради което вариант 3 отпада от последващо разглеждане.

3. Определяне на индекса за енергийна ефективност на кораба

Индексът EEDI за енергийна ефективност на кораба, определяме като отношение между произведените емисии CO₂ от ГД (при 75% натоварване) към съответно извършената транспортна работа от кораба.

Определянето на EEDI (g-CO₂)/(t.nm) извършваме при двата варианта на комплектация на ГД - вариант №1 и №2:

$$(3) \ EEDI_{var1} = \frac{(P_{ME1} C_{FME} SFC_{ME1})}{f_i \cdot f_j \cdot Capacity \cdot v_{ref} \cdot f_w}$$

$$(4) \ EEDI_{var2} = \frac{(P_{ME2} C_{FME} SFC_{ME2})}{f_i \cdot f_j \cdot Capacity \cdot v_{ref} \cdot f_w}$$

, където:

P_{ME1} и P_{ME2} - мощност на ГД при 75% натоварване за варианти №1 и №2 (гл. табл.4);

SFC_{ME1} и SFC_{ME2} - съответният специфичен разход на гориво за ГД за варианти №1 и №2 (гл. табл.4);

C_{FME}=3,1144 (t-CO₂)/(t-Fuel) - коефициент на генериране на CO₂ от ГД за тежко гориво;

v_{ref}=13 knot - проектна скорост на кораба при 75% от мощността N_{MP};

f_i, f_j, f_w коригиращи коефициенти равни на единица.

VARIANT №1 с ГД 5G45ME-B9.5					
ISO ambient conditions (ambient air: 25 °C, scavenge air coolant: 25 °C)					
Load % SMCR	Power kW	Speed r/min	SFOC g/kWh	Exh. gas kg/s	Exh. gas ¹ °C
100	6,078	102.0	169.0	12.7	245
95	5,774	100.3	167.7	12.3	238
90	5,470	98.5	166.7	11.9	232
85	5,166	96.6	165.8	11.4	228
80	4,862	94.7	165.2	10.9	225
75	4,559	92.7	164.8	10.4	224
P _{ME1} = 4559 kW SFC _{ME1} = 164,8 g/kWh					

VARIANT №2 с ГД 5S46ME-B8.5					
ISO ambient conditions (ambient air: 25 °C, scavenge air coolant: 25 °C)					
Load % SMCR	Power kW	Speed r/min	SFOC g/kWh	Exh. gas kg/s	Exh. gas ¹ °C
100	6,419	123.0	170.0	14.8	242
95	6,098	120.9	168.7	14.3	235
90	5,777	118.8	167.8	13.8	229
85	5,456	116.5	167.1	13.3	225
80	5,135	114.2	166.9	12.7	222
75	4,814	111.8	166.8	12.1	221
P _{ME2} = 4814 kW SFC _{ME2} = 166,8 g/kWh					

Табл.4. Параметри на вариантите ГД в зависимост от натоварването

Получените резултати за изчисления конструктивен индекс за енергийна

ефективност на кораба – EEDI, (g-CO₂)/(t.nm) са следните:

$$(5) \quad EEDI_{var1} = 4,0906$$

$$(6) \quad EEDI_{var2} = 4,3720$$

Изискваната допустима стойност на EEDI (Required EEDI) за новите кораби се определя както следва [1,2, 6]:

$$(7) \quad Required\ EEDI = (1 - X/100).a.b^{-c}$$

, където : X=20 - редуциращ фактор съгласно таблица 5; a,b, c – параметри на референтните криви, определени чрез регресионен анализ за отделните типове кораби съгласно таблица 6 (a=961,79, b=DWT, c=0,477).

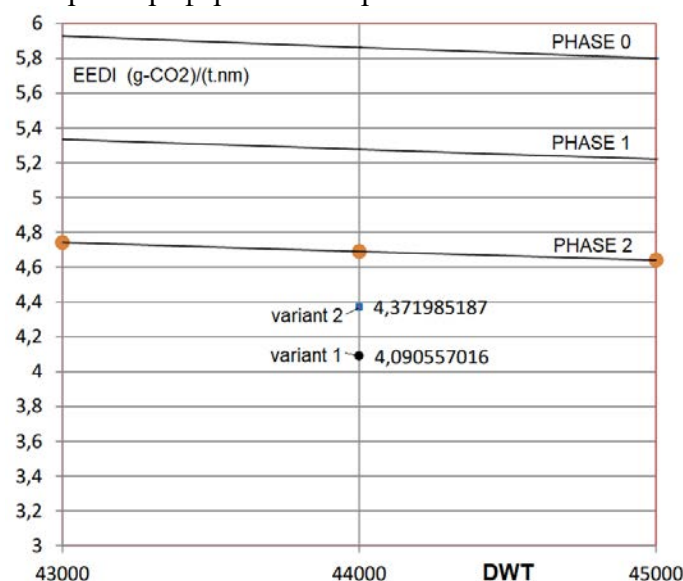
Applicable Ship Types and Reduction Factors (in %)

Ship Type	Size	Phase 0 1 Jan 2013 – 31 Dec 2014	Phase 1 1 Jan 2015 – 31 Dec 2019	Phase 2 1 Jan 2020 – 31 Dec 2024	Phase 3 1 Jan 2025 and onwards
Bulk Carrier	20,000 DWT and above	0	10	20	30
	10,000 – 20,000 DWT	n/a	0-10*	0-20*	0-30*
Gas Carrier	10,000 DWT and above	0	10	20	30
	2,000 – 10,000 DWT	n/a	0-10*	0-20*	0-30*
Tanker	20,000 DWT and above	0	10	20	30
	4,000 – 20,000 DWT	n/a	0-10*	0-20*	0-30*
Container Ship	15,000 DWT and above	0	10	20	30
	10,000 – 15,000 DWT	n/a	0-10*	0-20*	0-30*

Табл.5. Стойности на коефициента на редукция X в зависимост на типа на кораба

Ship type	a	b	c
Bulk carrier	961.79	DWT of the ship	0.477
Gas carrier	1120.00	DWT of the ship	0.456
Tanker	1218.80	DWT of the ship	0.488
Container ship	174.22	DWT of the ship	0.201
General cargo ship	107.48	DWT of the ship	0.216
Refrigerated cargo carrier	227.01	DWT of the ship	0.244
Combination carrier	1219.00	DWT of the ship	0.488
Ro-ro cargo ship	1405.15	DWT of the ship	0.498
Ro-ro passenger ship	752.16	DWT of the ship	0.381
LNG carrier	2253.7	DWT of the ship	0.474

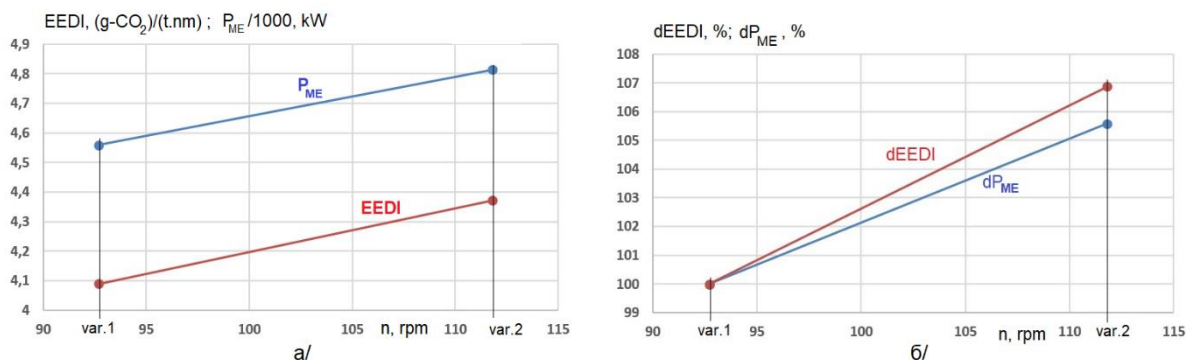
Табл.6. Параметри на референтните криви в зависимост от типа на кораба



Фиг.6. Резултати за изчисления индекс EEDI и изискваната допустима стойност при различни фази

Phase	Phase 0 1 Jan 2013 – 31 Dec 2014	Phase 1 1 Jan 2015 – 31 Dec 2019	Phase 2 1 Jan 2020 – 31 Dec 2024	Phase 3 След 1 Jan 2025
Required EEDI	5,86345	5,27711	4,69080	4,10442

Табл.7. Стойности на Required EEDI (REEDI) за кораба при различните фази



Фиг.7. Влияние на пропульсивните параметри върху индекса за енергийна ефективност EEDI

Получените резултати за изчисления конструктивен индекс за енергийна ефективност на кораба EEDI и референтните криви за изискваната допустима стойност (Required EEDI) при различните фази са показани на фиг.6. Конкретните стойности на Required EEDI за различните фази са приведени в табл. 7. Влиянието на пропульсивните параметри (мощността-Р и оборотите-*n*) върху индекса за енергийна ефективност EEDI е показано на фиг.7., където означените относителни параметри са определени както следва:

$$(3) \quad dEEDI = \frac{(100 \cdot EEDI_{var2})}{EEDI_{var1}}$$

$$(4) \quad dP_{ME} = \frac{(100 \cdot P_{ME2})}{P_{ME1}}$$

4. Изводи

4.1.Получените изчислени стойности на конструктивния индекс за енергийна ефективност EEDI за двата варианта удовлетворяват изискванията на конвенцията MARPOL Annex VI до 31 декември 2024г., а за вариант №1 и след 1 януари 2025г.

$$EEDI_{var1} = 4,09 < REEDI = 4,69$$

4.2.Влиянието на пропульсивните параметри върху индекса за енергийна ефективност EEDI при сравнението на двата варианта (фиг.7.б) е около 6,9% редуциране на индекса, при намаляване на мощността на ГД (var. №1) с 5,6% до мощността на ГД (var. №2).

Литература:

- 1.Implementing Energy Efficiency Design Index (EEDI).Indian Register of shipping, 2017.
2. Module 2 – Ship Energy Efficiency Regulations and Related Guidelines, International Maritime Organisation, London, January 2016.
- 3.Marine Engine IMO Tier II and Tier III Programme 2016, MAN Diesel & Turbo, 2016.
4. В.А. Йорданов. Оптимизиране положението на пропульсивните точки в мощностното поле на корабен двигател при проектиране на пропульсивната уредба. Морски научен форум, ВВМУ „Н.Й. Вапцаров”, Варна, 2003 .
5. Yordanov V., Danilovskiy A., Htet Paing Aung. Layout and location of the power plant equipment and general ship’s systems equipment of transport ships. Fifteenth International Online Conference on Marine Sciences and Technologies, Black Sea 2020, Varna, p.231-237.
- 6.Zabi Bazari, MARPOL Annex VI, Chapter 4 – Energy Efficiency Regulations.National Workshop on Ratification and Effective Implementation of MARPOL Annex VI for Egypt, November 2020.

За контакти:

д-р Владимир Йорданов,
ТУ – Варна, катедра „Корабостроене,
корабни машини и механизми ”
e-mail: v_jord2@abv.bg