

Revista Română de Inginerie Civilă

Indexată în bazele de date internationale (BDI)

ProQuest, INSPEC, EBSCO

INDEX COPERNICUS, ULRICH'S și JOURNALSEEK

Volumul 5 (2014), Numărul 2

ISSN 2068-3987

Heron's fountain demonstrator

87-94

Andrei-Mugur Georgescu, Sanda-Carmen Georgescu, Liviu Stroia

The impact of road transport on the environment

95-102

Elena Otilia Pîrlea, Alina Burlacu

About a method of improving lighting systems for roundabouts

103-109

Elena Otilia Pîrlea, Gabriel Ispas

Integrated System for the Decontamination of Out of Service Vehicles

110-117

Cătălin Zaharia

Determinarea duratei de reverberație într-o sală de învățământ și propunerea unor soluții tehnice de remediere

118-125

Mariana Stan, Luminița Anghel

A new approach to teach mathematics for engineers (1).Numerical sets

126-157

Rodica-Mihaela Dăneț, Marian-Valentin Popescu, Iuliana Popescu, Nicoleta Popescu

Captatoare solare plane cu absorbție. Aspecte energetice

158-170

Florin Iordache

COP un indicator energetic pentru instalațiile utilizând energia solară

171-177

Florin Iordache

Îmbunătățirea calității apei în stațiile de tratare cu captare din sursele de suprafață

178-190

Ion Oprea

Strategii economice ale sistemului firmă de construcții

191-202

Florentina-Andreea Condurache

Strategii și concepte noi în educarea și formarea adulților

203-213

Nicolae Postăvaru

COLEGIUL EDITORIAL

Prof.dr.ing. Ioan BOIAN, *Universitatea Transilvania Brașov*
Prof.dr.ing. Alexandru CĂTĂRIG, *Universitatea Tehnică Cluj Napoca*
Conf.dr.ing. Victoria COTOROBALI, *Universitatea Tehnică Gh. Asachi Iași*
Prof. dr. mat. Rodica DĂNET, *Universitatea Tehnică de Construcții București*
Prof.dr.ing. Carlos Infante FERREIRA, *Delft University of Technology, The Netherlands*
Prof.dr.ing. Dragoș HERA, *Universitatea Tehnică de Construcții București – redactor șef*
Prof.dr.ing. Ovidiu IANCULESCU, *director editorial*
Prof.dr.ing. Gheorghe Constantin IONESCU, *Universitatea Oradea*
Prof.dr.ing. Florin IORDACHE, *Universitatea Tehnică de Construcții București*
Prof.dr.ing. Carmen Elena MAFTEI, *Universitatea Ovidius Constanța*
Prof.dr.ing. Ion MIREL, *Universitatea Politehnica Timișoara*
Prof.dr.ing. Dan GEORGESCU, *Universitatea Tehnică de Construcții București*
Prof.dr.ing. Mircea PETRINA, *Universitatea Tehnică Cluj Napoca*
Conf.dr.ing. Dorel PLĂTICĂ, *Universitatea Tehnică Gh. Asachi Iași*
Prof.dr.ing. Nicolae POSTĂVARU, *Universitatea Tehnică de Construcții București-redactor șef*
Prof.dr.ing. Daniela PREDA, *Universitatea Tehnică de Construcții București*
Prof.dr.ing. Ioan SÎRBU, *Universitatea Politehnica Timișoara*
Prof.dr.ing. Ioan TUNS, *Universitatea Transilvania Brașov*

ISSN 2068-3987

MATRIX ROM
OP CHIAJNA CP 2
077040 – ILFOV
Tel. 021 4113617 Fax. 021 4114280
e-mail: office@matrixrom.ro
www.matrixrom.ro

Heron's fountain demonstrator*

Andrei-Mugur Georgescu¹, Sanda-Carmen Georgescu², Liviu Stroia³

¹Technical University of Civil Engineering Bucharest
B-dul. Lacul Tei 124, sect. 2, 020396 Bucharest, Romania.
E-mail: andreig@utcbr.ro

²University Politehnica of Bucharest
Splaiul Independentei 313, sect. 6, 060042 Bucharest, Romania.
E-mail: carmen.georgescu@upb.ro

³Sangari Engineering Services
Str. Emil Racovita 35-39, Complex Azur 1, vila AP08, 077191 Voluntari, Ilfov, Romania.
E-mail: liviu.stroia@sangari.ro

Abstract. Heron's fountain has been described by Heron of Alexandria in his treatise "The Pneumatics". In antiquity, scientists didn't state physical principles governing fluid motion as we do now, but they understood how things worked. We found similarities between Heron's fountain and some modern systems. Heron's original design was modified to make those similarities more obvious, and allow a more continuous use of the fountain. In this paper, we will focus on an experimental setup, which exemplifies the principles of non-isothermal flow in central heating systems.

Key words: Heron's fountain, non-isothermal flow, central heating system

1. Introduction

Physical principles governing the motion of fluids are unchanged since the creation of the Universe. In Ancient times, scientists didn't state those principles as we use to do now, and it is often hard for us to understand what they were thinking about one thing or another. This doesn't mean they didn't understand how things worked.

Nowadays, when new technologies, as well as computational fluid dynamics software are fully available in one mouse click, a major challenge in teaching a general Hydraulics course to engineers is to keep them focused on the physical principles that lay behind the studied phenomenon. To achieve such a goal, one has to use the oldest tricks in the book (a Hydraulics book of course). In this paper, the book in question is *The Pneumatics* by Heron of Alexandria [1], and the "trick" is *Heron's Fountain*.

For the modern reader, the title of the above cited treatise may seem unrelated to liquids, the modern meaning of the word being "the use of compressed gases to affect mechanical motion". In Antiquity, the term was given various technical meanings by medical writers, philosophers, mathematicians, or engineers. When reading Heron's treatise, we notice that from the 78 sections included, only one deals

* Lucrare inclusă în programul conferinței EENVIRO 2013

exclusively with air flow. The other 77 sections deal with liquids (mostly water, but sometimes also wine), or both liquids and air.

We used the term “trick” for Heron’s Fountain only because there are no known practical applications of this device in Antiquity, except (perhaps) for rich people to “show off” before their guests, with a fountain that works (for some time) without any external intervention.

In this paper, we will focus on an experimental setup, derived from Heron’s Fountain, that we successfully used to familiarize students with the principles of non-isothermal flow in central heating systems.

2. Heron’s Fountain

Here is the reminder of Heron’s description of the fountain (see Figure 1), extracted from *The Pneumatics* by Heron of Alexandria [1, Section 36]:

“Construct on a pedestal the figure of a Satyr holding in his hands a wine-skin: place near a washing-basin, and into this let some liquid be poured until it is full; water shall be made to flow into the basin without running over, until all the water in the skin is exhausted. The following is the construction. Let A B (Fig. 1), be a perfectly airtight pedestal, either cylindrical or octagonal in shape, as may seem more elegant, and divided into two chambers by the partition C D, through which the tube E F fitting closely into the partition, extends upwards nearly to the roof of the pedestal. Through the roof insert the tube G H, projecting slightly above the vessel, and lying exactly under the basin, while, below, it reaches to the bottom except that room must be left for the passage of water: this tube must be soldered into the roof of the pedestal and the partition. Another tube, K L M, must also be inserted through the roof, reaching not quite so low as the partition, soldered into the roof and carrying its stream into the basin, which lies above the tube G H and communicates with it. Now let the vessel A D be filled with water through an orifice N, which must be afterwards closed. If water is poured into the basin, it will pass through the tube G H into the vessel B C; and the air in B C, passing through the tube E F and into the vessel A D, will force the liquid in A D through K L M into the basin; and this being carried again into B C will force out the contained air as before, which, again, will force the water in the vessel A D into the basin: and this will go on until the water in A D is exhausted. The tube K L M must pass through the mouth of the skin and be particularly fine, that the display may last a considerable time.”

Nowadays, this description seems not that technical and rather simple. In fact, it’s all one needs to build such a fountain. Basically, there are 3 tanks positioned one above the other (see Figure 2). The upper tank is opened to the atmosphere, while the other two tanks are under pressure. At the start, the mid closed tank is filled with water, and the other tanks are empty (i.e. filled with air). Some water poured in the upper opened tank flows to the lower closed tank, and begins to fill it from the bottom, thus chasing the air it contained towards the top of the mid tank. As air gets into the mid tank, it chases the water it contained towards the upper opened tank, forming a rising jet. The jet returns to the opened tank, so water continues to flow towards the

Heron's fountain demonstrator

lower tank. The flow stops when the lower tank gets filled with water, while the mid tank is only filled with air, not being able to feed in water the upper opened tank. The problem is that the fountain works on its own, without the use of any apparent source of energy to generate the flow, but only for a limited amount of time. After the flow has stopped, in order to restart it, one must refill with water the mid tank and fill with air the lower tank.

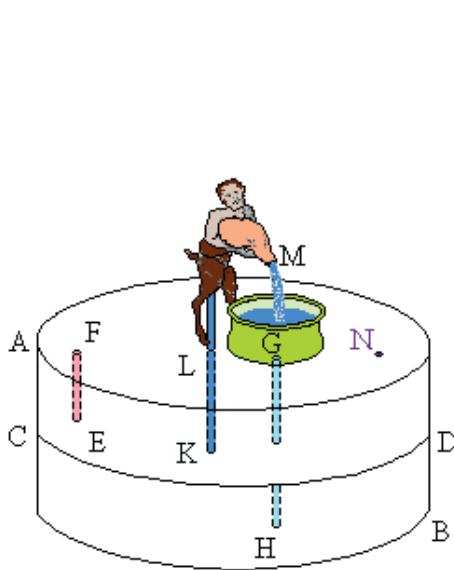


Fig. 1. Heron's Fountain, based on the original drawing presented in [1, Section 36].

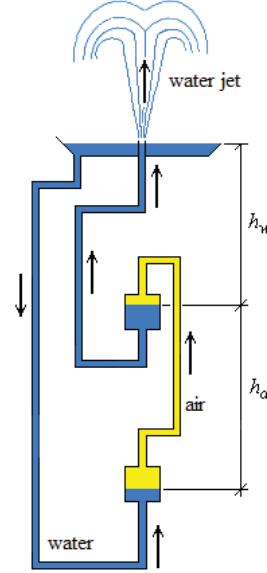


Fig. 2. Hydraulic circuit of Heron's Fountain.

The flow is assured by the difference in pressure existing between the left column $p_{left} = \rho_w g(h_w + h_a)$, and the right column $p_{right} = g(\rho_w h_w + \rho_a h_a)$, as:

$$\Delta p = (\rho_w - \rho_a)gh_a \quad (1)$$

where ρ_w is the density of water, ρ_a is the density of air, and h_a is the height of the air column between the two closed tanks, as in Figure 2. This pressure difference is a function of the height between the two sealed tanks. The level at which the opened tank is positioned has no relevance whatsoever in the pressure difference.

3. Binary hydraulic networks

Binary hydraulic networks are looped networks without active consumers (none of the flowing fluids being actually consumed), i.e. networks in which fluid is used to transport a different physical quantity (usually heat), from a network area, to another [2]. In terms of Hydraulics, the calculations of binary networks are somehow different from usual looped networks [3]. Primarily, due to variations in temperature (T), the fluid can no longer be considered in all respects incompressible, and secondly, values of flow rates and flow directions are imposed in the network by heat exchange considerations.

Temperature variations along the network induce physical variations of liquid parameters: the density $\rho = \rho(T)$ and the dynamic viscosity $\mu = \mu(T)$.

If we consider a closed loop of the network (which is the case of all heating systems using water), i.e. the inlet cross-section is the same as the outlet cross-section ($i \equiv e$), the energy equation simplifies to: $\oint \rho g dz = M_G Q_G^2$, where g is the gravity, z is the elevation, M_G is the gravimetric resistance modulus of the pipe (computed for the average value of the temperature), and Q_G is the gravimetric flow rate (for the full demonstration see [2] or [3]). Thus, the gravimetric flow rate can be computed as:

$$Q_G = \sqrt{\oint \rho g dz / M_G} \quad (2)$$

The relation (2) shows that, in a looped pipe network, there can be a flow rate $Q_G \neq 0$ provided that $\oint \rho g dz \neq 0$ [3]. By examining the closed curve integral, one can see that to realize the above condition, we must have simultaneously: $\rho \neq \text{const}$ and $dz \neq 0$. This means that for a vertically developed looped network, containing a fluid with variable density along the circuit (due for instance to different temperatures at different points of the network), there exists a flow rate through the pipes, even if there is no hydraulic machinery along the circuit. Obviously, in all central heating systems using water, the density of water is considered to be variable along the system. In the practical case of such heating systems, the flow rate generated by the difference in density is taken into account in the design phase only if: i) the system works only based on this particular flow rate (no hydraulic machineries are used in order to circulate the fluid); ii) the system is high enough to make the difference in density important when pressure is computed at the base of the system. Typically, the height of the system must be over 15 m.

Usually, in order to simplify the calculation, for central heating system using water, the density is considered to have one constant value ρ_t on the outgoing pipes (with higher temperature) from the boiler to the radiators, and another constant value ρ_r on the incoming pipes (with lower temperature) from the radiators to the boiler [4]. For a system vertically developed on a height h . The gravimetric flow rate is considered to be generated by a pressure difference Δp , which is ensured by the difference between the temperatures of the outgoing and incoming pipes, as $Q_G = \sqrt{\Delta p / M_G}$, where

$$\Delta p = (\rho_r - \rho_t) gh \quad (3)$$

This relation is basically the same as the one of the pressure difference (1) derived for the functioning of Heron's fountain. Of course, in the fountain case, we do not have a single fluid flowing with different densities, but two fluids with different densities. Nevertheless, the pressure difference is given by the difference in densities.

In the following section, we will present Heron's fountain demonstrator and explain the differences with the original design of Heron.

4. Heron's Fountain demonstrator

The idea that we had was that the “fountain” could also work if it consisted only of the two closed tanks linked together, top to top and bottom to bottom (with the lower tank containing air, and the upper tank containing water). In this case the setup would look very much like a closed loop of a central heating system with the boiler represented by the lower tank (that generates the lower density fluid at its top, by heating it), and the topmost radiator represented by the upper closed tank (that generates at its bottom the higher density fluid, by cooling it).

Of course, sincerely speaking, such a setup with only two closed tanks, would look rather boring to students or to any other person to which it would be presented. The original fountain working on its own seems much more appealing for a presentation. As our purpose was to make a eye-catching presentation of the subject, we needed to adapt the setup in order to keep both functionalities available (the original fountain as a *captatio benevolentiae*, and the closed loop between the tanks as an appropriate example). This could be achieved by connecting the 3 tanks with rubber hoses and adding to the system, basically, two pipe tees with corresponding valves (see Figure 3).

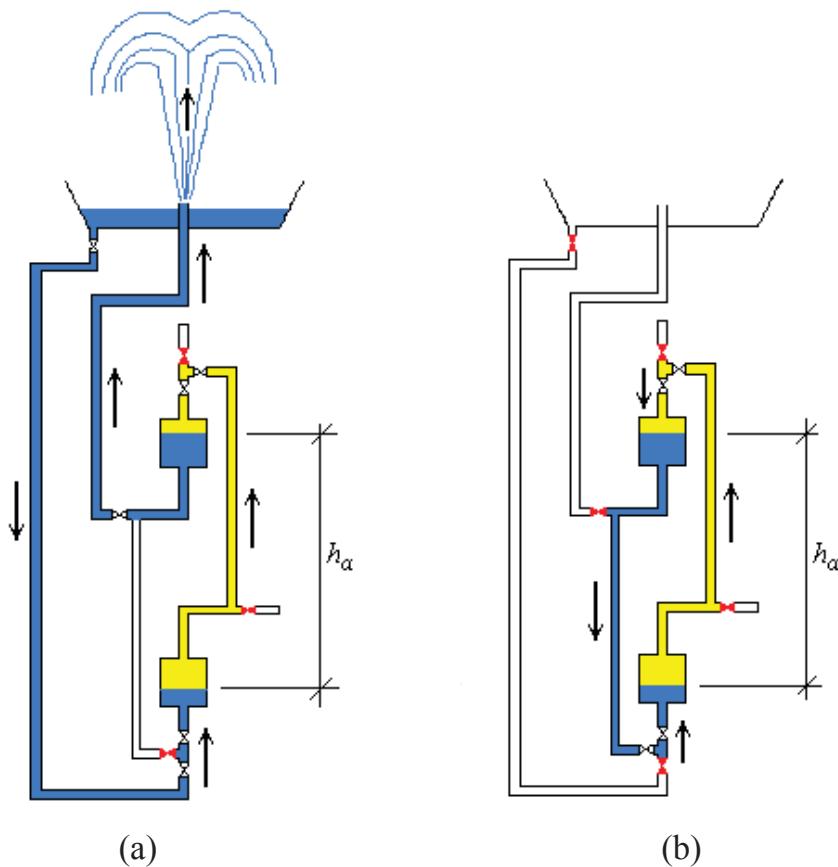


Fig. 3. Experimental setup: (a) working like Heron's Fountain; (b) working in a closed loop. Closed valves are coloured in red, while hoses where there is no water flow are left blank, although they may be filled with water.

Yet another improvement could be made in order to be able to measure something with the closed loop setup (Figure 3b). We could make the height between the two closed tanks adjustable and so, show experimentally that the flow rate is only a function of the difference in density and this said height, denoted h_a .

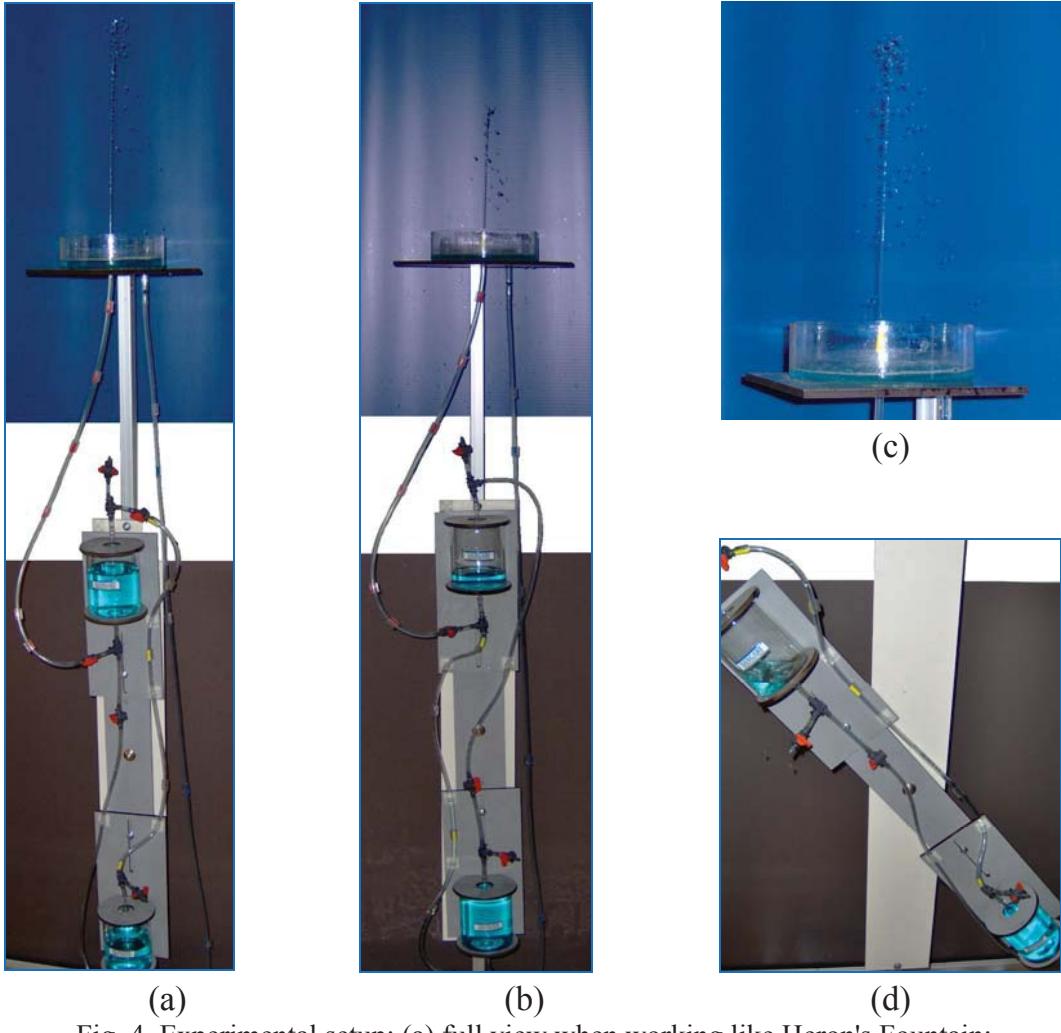


Fig. 4. Experimental setup: (a) full view when working like Heron's Fountain; (b) full view when working like Heron's Fountain, at a moment prior to the end of the process, when the jet falls suddenly; (c) detail of the upper opened tank and rising liquid jet; (d) detail of the rotation axis and sliding plates.

There was only one problem left. The fountain (Fig. 3a), or the closed loop (Fig. 3b), works only up to the moment when water fills the lower closed tank. If we wanted to show the students at least both the fountain, and then the closed loop, we would have to refill with water the mid closed tank and with air the lower tank in each of the cases. This would normally take some time and diminish the quality of the presentation. Due to the symmetries of the setup between the two closed tanks, we placed them on a vertical rotating plate with the rotation axis at the mid distance between the two closed tanks. This way, all we have to do to restart the flow is: close the valves; disconnect the two rubber hoses linking the closed tanks to the opened one; turn the vertical plate by 180° ; link the rubber hoses to the new corresponding taps;

and reopen the valves to assure functioning as fountain, or in a closed loop. Of course, additional valves and pipe tees are needed to perform such an operation, but it only takes less than a minute or so to restart the flow.

The experimental setup obtained is shown in Figure 4, where one can notice the rotation axis and the sliding plates (Fig. 4d) used to modify the distance between the two closed tanks. When working like Heron's Fountain, the liquid flow rate dependency on the pressure difference is visible by the height of the rising jet, which preserves an almost constant value over the whole process. Towards the end of the process, when the lower closed tank fills with water, the jet decays suddenly (Fig. 4b). The initial value of the pressure difference (1) can be modified by changing the initial value of the height h_a .

5. Experiment

The measurements we performed using the experimental set-up aimed at the demonstrating the validity of the relation between the flow rate and the difference in pressure given by (1). The average flow rate can be measured (knowing the volume of the pressurised tanks) by timing the duration of the phenomenon. The average height between water levels in the two tanks can be simply measured with a measuring tape. Knowing the densities of both water and air, the average difference of pressures can be computed according to equation (1). By performing several measurements for the maximal height between the two tanks, a dependency $Q_G = Q_G(\Delta p)$ was established as: $Q_G = c\sqrt{\Delta p}$, with the constant c representing $c = 1/\sqrt{M_G}$.

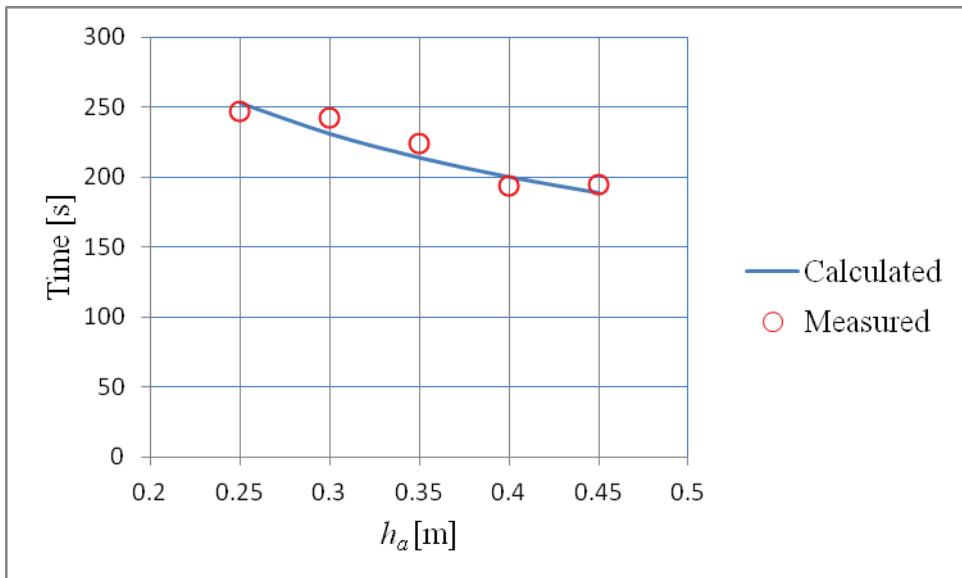


Fig. 5. Calculated and measured values for the duration of the phenomenon when working like Heron's Fountain at different heights between the two closed tanks.

The value of the constant was then used to compute the flow rate and consequently the duration of the phenomenon for smaller heights. Measurements of

the duration of the phenomenon at different heights where then performed and the results were compared with the calculated values. (see Fig. 5). The match between calculated and measured values is very good.

6. Conclusions

After testing the demonstrator several times under different conditions, we consider it's functioning satisfactory. Working as the original fountain (Heron's fountain) is particularly eye-catching. We believe that such a demonstration of the principle of non-isothermal flow in looped pipe networks can be of great use to teachers on their quest to keep the mind of their students focused on a physical principle and its different (and sometimes apparently unrelated) applications.

Acknowledgements

The authors gratefully acknowledge Sangari Engineering Services – Romania for their help in manufacturing the demonstrator.

References

- [1] *Heron*, The Pneumatics of Hero of Alexandria, Translated from the original Greek and edited by B. Woodcroft, Taylor Walton and Maberly, London, 1851, online: Steam Engine Library, University of Rochester, USA, <http://www.history.rochester.edu/steam/hero/>
- [2] *C. Iamandi, V. Petrescu, R. Damian, L. Sandu and A. Anton*, Hidraulica instalațiilor, **vol. II**, Editura Tehnică, Bucharest, 2002
- [3] *A.-M. Georgescu and Sanda-Carmen Georgescu*, Hidraulica rețelelor de conducte și mașini hidraulice, Ed. Printech, Bucharest, 2007
- [4] *H. Rietschel and W. Raiss*, Tehnica încălzirii și ventilației, Editura Tehnică, Bucharest, 1967.

The impact of road transport on the environment*

Elena Otilia Pîrlea¹, Alina Burlacu²

¹Technical University of Civil Engineering Bucharest, The Faculty of Railways Roads and Bridges
Lacul Tei Blvd. no. 122-124, code 020396, sector 2, Romania

E-mail: otiliapirlea@yahoo.com

²Technical University of Civil Engineering Bucharest, The Faculty of Railways Roads and Bridges
Lacul Tei Blvd. no. 122-124, code 020396, sector 2, Romania

E-mail: burlacu_alina@yahoo.com

Abstract. *Transports play an essential function for the socio-economic development of a region or country. The transport not only provides access to jobs or leisure, housing, goods and services to residents, but it also facilitates relations between countries. The impact of the road transport on the environment is highlighted on the level of all environmental factors through: traffic congestion and accidents; air pollution; noise and vibrations – at the major intersections along roads, near transport nodes; soil and water pollution; occupation of land in urban areas for parking areas; changing eco-urban landscape; production of solid waste (tires, accumulators etc.).*

Key words: air quality, environment, road transportation

1. Introduction

This paper describes few steps in achieving an urban and regional development strategy, starting from the analysis of existing infrastructure. It will monitor the traffic that connects arteries, such as road intersections or major street network. It will analyze how traffic connections are made, given by the need of regional integration and taking into account European standards.

Pantelimon town has been formed in an area without a functional infrastructure to support its town life. As long as the population of an urbanized area grows, the city's infrastructure must grow with it, or else shortages will develop, typically in housing, education, transportation, clean water and waste removal services, or other services such as law enforcement. The urban and traffic interventions have the ultimate goal for continuing decreasing air pollution in a small town like Pantelimon town.

Pantelimon town is located east from Bucharest, at short distance. Pantelimon town covers an area of nearly 135 square kilometers and has a stable population of 18.898 inhabitants, of which 9253 are men and 9645 are women. The town is crossed by two county roads (DJ 100 A, DJ 301) and a national road (DN 3), road leading to Black Sea.

* Lucrare inclusă în programul conferinței EENVIRO 2013

Location of Pantelimon town can be considered a metropolitan area of Bucharest because it includes not only the urban area, but also satellite cities plus intervening rural land that is socio-economically connected to the city.

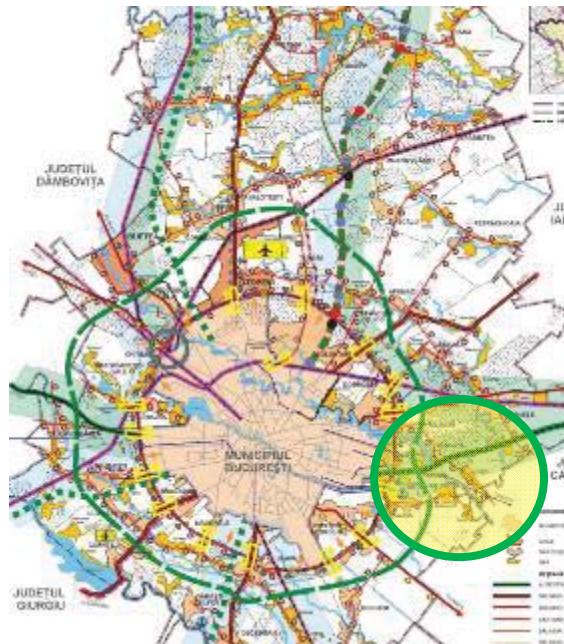


Figure 1: The map of the Pantelimon town in relation to the city of Bucharest

Pantelimon town has been formed in an area without a functional infrastructure to support its town life. As long as the population of an urbanized area grows, the city's infrastructure must grow with it, or else shortages will develop, typically in housing, education, transportation, clean water and waste removal services, or other services such as law enforcement.

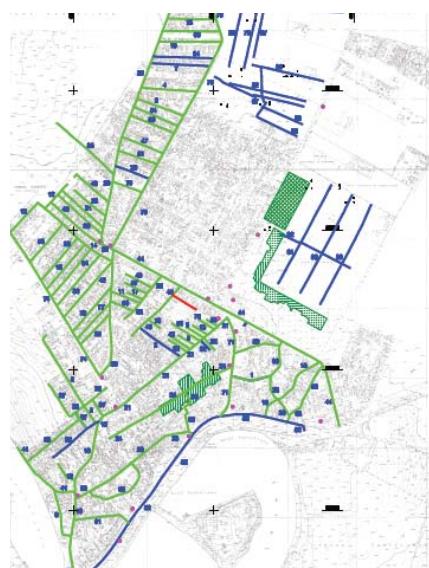


Figure 2: Road network and the location of individual components of the Integrated Project for Pantelimon town

2. The impact of road transport on the environment

The law 104/2011 concerning ambient air quality, which implements the regulation 2008/50/EC of the European Parliament and of the European Council on ambient air quality and cleaner air for Europe, is the governing law when conducting ambient air quality evaluations.

The considered air pollutants in evaluating ambient air quality are:

- sulphur dioxide (SO_2)
- nitrogen dioxide (NO_2)
- nitrogen oxides (NO_x)
- suspended particulate matter (PM10 and PM2, 5)
- lead (P_b)
- benzene ($C_6\text{H}_6$)
- carbon monoxide (CO)
- ozone (O_3)
- arsenic (As)
- cadmium (Cd)
- nickel (Ni)
- polycyclic aromatic hydrocarbons / Benzo (a) pyrene (BaP)
- mercury (Hg)

Transports play an essential function for the socio-economic development of a region or country. The transport not only provides access to jobs or leisure, housing, goods and services to residents, but it also facilitates relations between countries.

Among all transport types in Romania I will refer to the road transport only, since it has the greatest impact on the environment.

The impact of this type of transport on the environment is highlighted on the level of all environmental factors through:

- traffic congestion and accidents;
- air pollution, as a result of emissions;
- noise and vibrations – at the major intersections along roads, near transport nodes
- soil and water pollution;
- occupation of land in urban areas for parking areas;
- changing eco-urban landscape;
- production of solid waste (tires, accumulators etc.).

One of the most significant consequences that transportation has on human health, is connected to harmful exhaust gases containing NO_x , CO, SO_2 , CO_2 , volatile organic compounds, heavy metal particles (lead, cadmium, copper, chromium, nickel, selenium, zinc), pollutants combined with particles generated from the road. All these can cause acute and chronic respiratory problems or might even worsen other diseases. Heavy traffic generates high levels of noise and vibrations, which causes stress conditions, sometimes with major implications on health.

In terms of environmental impact, there is a wide range of factors that influence the increase of CO₂ emissions resulted from road transport, such as supply and demand for cars, individual mobility needs, availability / non-availability of alternative public transport services and associated costs of a personal car.

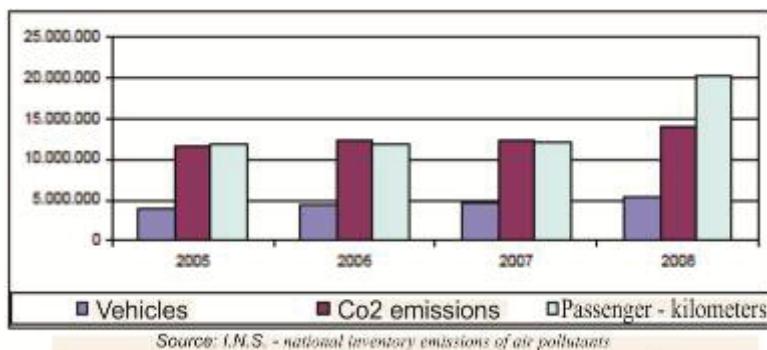


Figure 3: CO₂ emission trends depending on the vehicles fleet and the number of passengers – kilometric

In this context I should mentioned some of the priorities set and other public policy documents and institutional commitments (sectorial strategies, national development plans as well as other development programs):

- modernization and development of transport infrastructure in order to improve service and environmental quality, traffic safety and security as well as to ensure interoperability of the transport system
- strengthening of social and territorial cohesion at national and regional level by providing connections between cities and increasing population's accessibility to the public transportation, including areas with low population density and / or dispersed centers
- increasing competitiveness in the transportation sector and the liberalization of the domestic transportation market
- improving transport behaviour in relation to the environment, reducing the global impacts of the transport (climate change) and reduce degradation of environmental quality in natural and urban environment.

Considering the regional development, Region 1 North - East has the highest length of public roads whereas the Region 8 Bucharest - Ilfov, has the lowest value of the length of public roads, a situation highlighted in Figure 4.

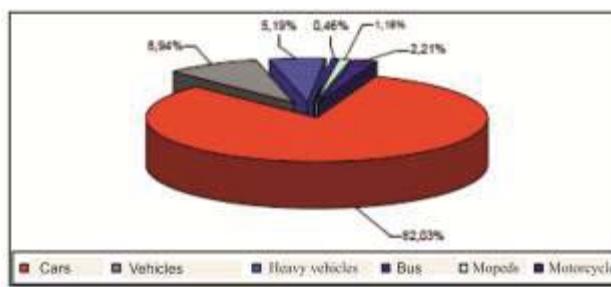


Figure 4: Vehicles fleet structure in 2009

The connection intercity - city transportation is essential for achieving sustainable transport. A great part of the demand but also of the negative effects of transportation is concentrated in the cities. Goals such as improving efficiency and quality of transport services, strengthening social and territorial cohesion, reducing greenhouse gas emissions can be achieved only if a proactive strategy in the urban areas it's adopted.

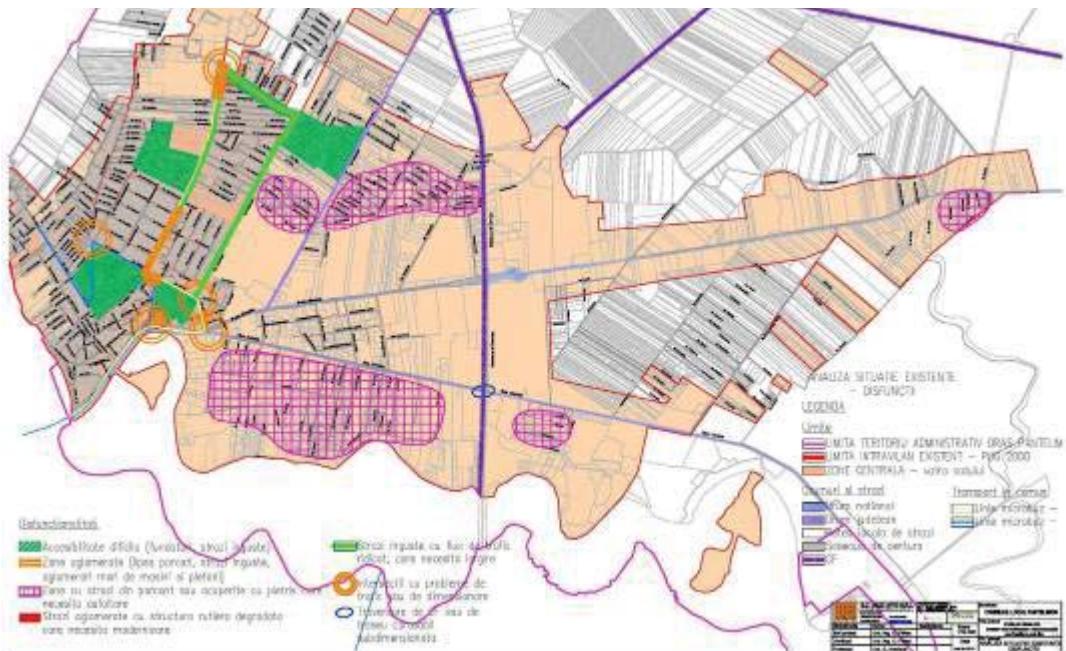


Figure 5: Part of the draft traffic strategy for the Pantelimon town, analyzing the existing situation

3. Considerations regarding the current situation on the transport-environmental factors relation

Air

The road transport impact on the air quality has increased because of the growing number of private owned and new public vehicles and also due to the increased mobility of passengers and goods, both in the national and international transport area. The most significant emissions produced by the transport sector are: nitrogen oxides, sulphur oxides, suspended particulate matter (PM), VOCs and heavy metals (eg lead). The air pollution in Romania's cities is largely due to transport, but there is no data to make a comparison between pollution caused by private transport and public transport or other means of transportation could causing pollution.

Water

Transportation is not the main factor contributing to the water pollution, though it affects surface water quality and indirectly groundwater due to soil pollution.

Soil

Soil pollution generated in the transport sector is largely caused by air emissions through direct discharges (oil, fuel and chemicals) and leakage on road surfaces that are then washed by rain. Soil pollution in Romania that it is caused by traffic occurs generally only locally, and it appears through the indirect effect on the quality of surface water and groundwater. Anti-freeze substances used in winter roadway surfaces are also a potential source of pollution.

Climate changes

According of the 3rd National Communication concerning the candidate country, in 2001, 11% of greenhouse gases emissions in Romania were due to the transport sector. The total net emissions of greenhouse gases fell by about 50% in 2002 compared to the reference year 1989. This decrease was mainly due to significant decrease of industrial production (by lowering energy consumption and closing some old industry branches) and economic restructuring in transition to the free market economy, but not due to specific measures and policies to reduce emissions. Contrary to the achieved reduction of greenhouse gases emissions generated by the industry, stands the increasing share of greenhouse gas emissions produced by the transport sector, a tendency noted also in the EEA TERM report 2005 Report (No.3/2006).

«Natura» Ecological Network 2000

In Romania has 5 of the 11 European bio-geographical regions, which is the largest number of biogeographical regions owned by a single EU country. «Natura 2000» is still in the process of development and should be completed by the end of this year. 190 SPA (Special Protection Avifaunistical areas) has been identified, representing approximately 27% of Romania's territory, and also other 370 SCI (Sites of Community Importance), representing approximately 14% of the Romanian territory. There are areas where anthropogenic activities have had negative effects on wildlife conservation. Constructions of roads and transport corridors have a direct and usually irreversible impact on ecosystems and biodiversity. At this time, Romania has one of the lowest levels of fragmentation of habitats, which represents a great when it comes to nature conservation.

Nature and cultural heritage

Transportation and transport infrastructure have a direct impact on the natural landscape of the country. The construction of highways is a desiderable goal for Romania, and this changes the natural landscape rapidly. Land is under continuous pressure resulted from the new transport infrastructure. Roads are the largest consumer of land, followed by railways.

Transport and environment users

Responsible behavior towards the environment experienced by transport users suffered heavily due to lack of investment in public transport system and due to its development's neglection in Romania of the last decade. Transport users turned to

purchase/ use personal cars, so they increased investments in this area. This practice has increased with the recent evolution of economic development. Alternative means of transport such as cycling and walking, were not promoted in Romania, thus damaging environmental factors (especially increasing air pollution in urban areas) disadvantaged a sustained support in promoting such measures.

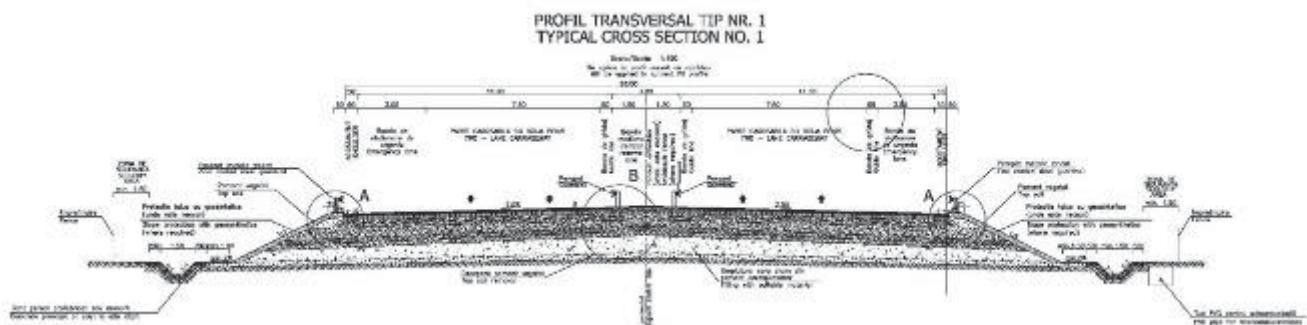
In addition, there is no easy access for the elderly or disabled to public transport because the appropriate infrastructure is generally missing. So far, few measures have been taken to promote and raise awareness regarding environmental responsibility in connection with transportation.

5. Conclusion

The urban and traffic interventions have the ultimate goal for continuing decreasing air pollution in a small town like Pantelimon town.

Main proposals and the role traffic regulations to reduce air pollution consist:

- Build a road of Bucharest on the territory of the town Pantelimon for transit traffic with the roadway 15.00 m (2-lane), assimilated to the category "highway" (design speed 100 km / h).



- The ring road is proposed to two lanes.
- General improvement of the state of pavements by applying viability of clothing, mainly of paving, where the support is from the earth.
- Development of road infrastructure in older areas of housing, to balance the functional areas of the city and increase comfort.
- New routes that include a pedestrian bicycle lanes.
- Construction of a road bridge over the belt.
- Establishment of pedestrian crossings.
- Green corridors for road infrastructure safety
- Many green areas in the city and suburbs

The ring road upgrading has an essential contribution not only to the traffic safety, by decreasing traffic disruptions within cities, but they also have an important impact on the environment by reducing pollution inside the cities.

All these proposals will bring further advantages such as diminishing the negative environmental impact through drastically reduction of pollutant emissions in accordance with the transport policies applied by the European Union.



Figure 6: Part of the draft traffic strategy for the Pantelimon town, proposal

References

- [1] ANPM, Environmental Protection Agency Bucuresti (2011), Annual Report- Air Quality in Romania 2011
- [2] ADR Bucureşti-IIfov, Regional Development Agency Bucharest-IIfov (2004), Regional Development Plan 2007-2013 Bucharest-IIfov prepared in accordance with Law 315/2004 and Government Decision 1115/2004, page 49
- [3] City Hall Pantelimon (2007) Integrated urban development plan 200-2013
- [4] Dufek, J., Kotek, Z., (2000) Traffic simulations, Transport Research Centre, Czech Republic
- [5] Primacons Group, Search Corporation (2010), Traffic study, traffic analysis and forecast, City Hall Bucharest, Romania.

About a method of improving lighting systems for roundabouts*

Elena Otilia Pîrlea¹, Gabriel Ispas²

¹Universitatea Tehnică de Construcții București
Bd. Lacul Tei nr. 122-124, cod 020396, sector 2, Romania

E-mail: otiliapirlea@yahoo.com

²Universitatea Tehnică de Construcții București
Bd. Pache Protopopescu nr. 66, cod 021414, sector 2, Romania
E-mail: isgagh@gmail.com

Abstract. In the introductory chapter are presented the norms and rules that form the basis of lighting systems design for roundabouts, both conventional and based on the concept of “ecoluminance”. In the second chapter are described the underlying methods used in the theoretical study based on Dialux 4.11.0.2 lighting software, whose running results are discussed in the third chapter.

Finally, the appropriate conclusions are mentioned.

Key words: lighting, roundabout, ecoluminance, conventional

1. Introduction

In recent years, in order to accomplish safer traffic conditions on public roads, engineers look for roundabouts instead of conventional crossroads, whenever possible.

Due to the fact that these crossroads represent traffic conflict areas, suitable lighting systems must be provided during the night.

The design for such areas have to be done in accordance with the Romanian norm **NP 062-2002 – Normativ pentru proiectarea sistemelor de iluminat rutier și pietonal** and the European norm **CIE 115: 2010 Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic**.

The lighting system for a roundabout (fig. 1) must be done, conventionally, as follows: [1], [2]

- for roundabouts characterized by central island of small dimensions – like in the present case study – the lighting poles positioning is done outside the roundabout, preferably on the green spaces, in order to achieve a correct visual guidance; the roundabout must be provided by one access only, due to safety road requirements;
- for roundabouts characterized by central island of large dimensions, as well as for wider roads, an inside positioning of lighting poles is allowed.

* Lucrare inclusă în programul conferinței EENVIRO 2013

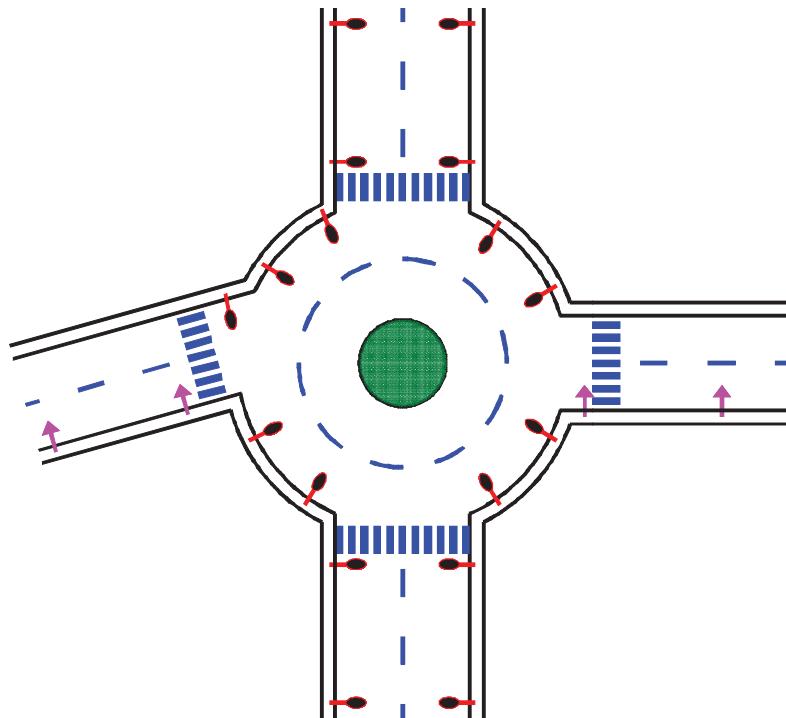


Fig. 1. Lighting system for a roundabout

No matter the roundabout type, the lighting system for such a road intersection has to meet the following requirements:

- to warn in good time the driver about the roundabout presence and, at the same time, to get a correct visual guidance, able to allow the driver to perceive any car approaching the crossroad from another direction, as well as to detect the various geometries (roundabout or any other object related to it).
- to mark properly the traffic signs.

However, problems referring to design lighting systems for such traffic conflict areas are superficially dealt by the decision - making factors, even if lighting engineers, road engineers and urbanist proposed solutions are technically and estetically accurate.

Thus, during the night, especially when traffic values are high and weather conditions are inappropriate, taking also in account violation of traffic rules (running faster than normal), the risk of accidents is significantly increased.

Figure 2 presents an incorrect lighting system for a roundabout (it can be noted that only one luminaire in the top of a lighting pole is present in that crossroad), so the visual guidance doesn't exist and consequently, although reduced, the risk of accident persists particularly during evening and night or if bad weather conditions occur.



Fig. 2. Incorrect lighting system for a roundabout, situated at DN7 to DN71 crossroad

The formerly presented lighting systems are based on utilization of road luminaires equipped with metal vapors (sodium or mercury) at high pressure discharge lamps, illuminance being kept at the same levels all evening and night long, no possibility of dimming being taken into consideration and therefore without considering a saving energy method.

The purpose of this paper is to apply “**ecoluminance**” concept in order to optimize the lighting system for a new designed roundabout.

This concept was developed by an American scientific team from Rensselaer Polytechnic Institute and takes into consideration the following four elements: [3]

- the vegetation from interesting areas (especially the vegetation situated in the central island, mainly in front of the vehicle entrances);
- retroreflective traffic signs;
- the architectural lighting system, based on saving – energy luminaires and characterized by low levels of illuminance and luminance;
- pedestrian lighting system (if applicable), also based on saving – energy luminaires (LED luminaires).

The endpoint is to prove that by applying the “**ecoluminance**” concept in designing lighting systems for roundabouts, a lot of advantages will be obtained in contrast with lighting systems based on conventional method of design:

- a superior aesthetics, by improving the surrounding vegetation;
- an enhanced functionality, by obtaining a better visual guidance;
- important electrical energy savings.

2. Method

In order to accomplish the purpose of the experiment, on one hand, and on the other hand taking into account the difficulty of lighting calculation, an adequate free software, named **Dialux Professional 4.11.0.2**, will be used.

By using it, the designer can simulate all the architectural shapes of the roundabout (roadways, pavements, central islands and green areas). Besides, it can allow the designer to provide vegetation (grass, bushes, trees of various heights) especially for central island, retroreflective traffic signs and, of course, the desired lighting system, which can be later improved.

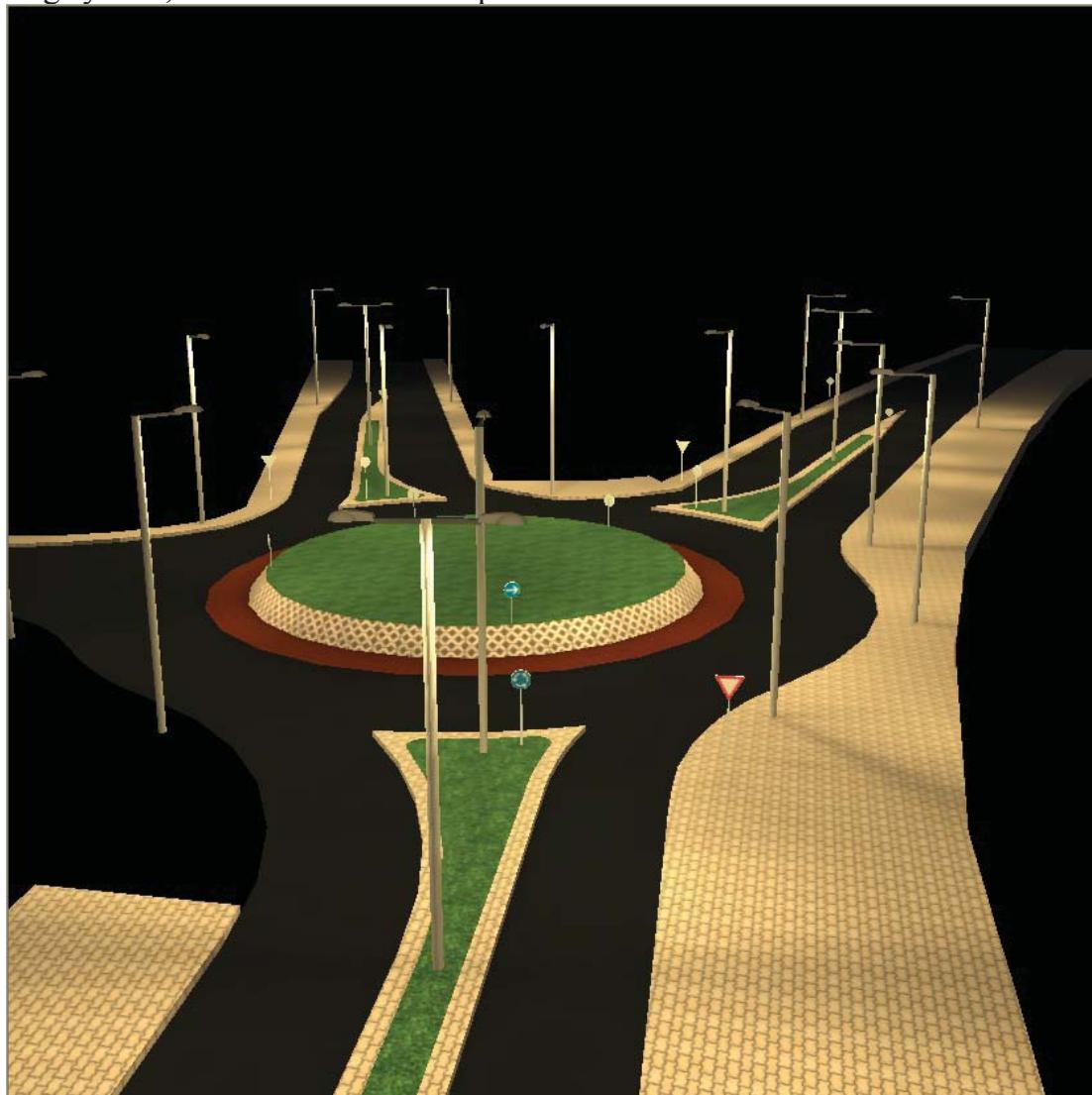


Fig. 3. Dialux simulation of a conventional lighting system for a roundabout

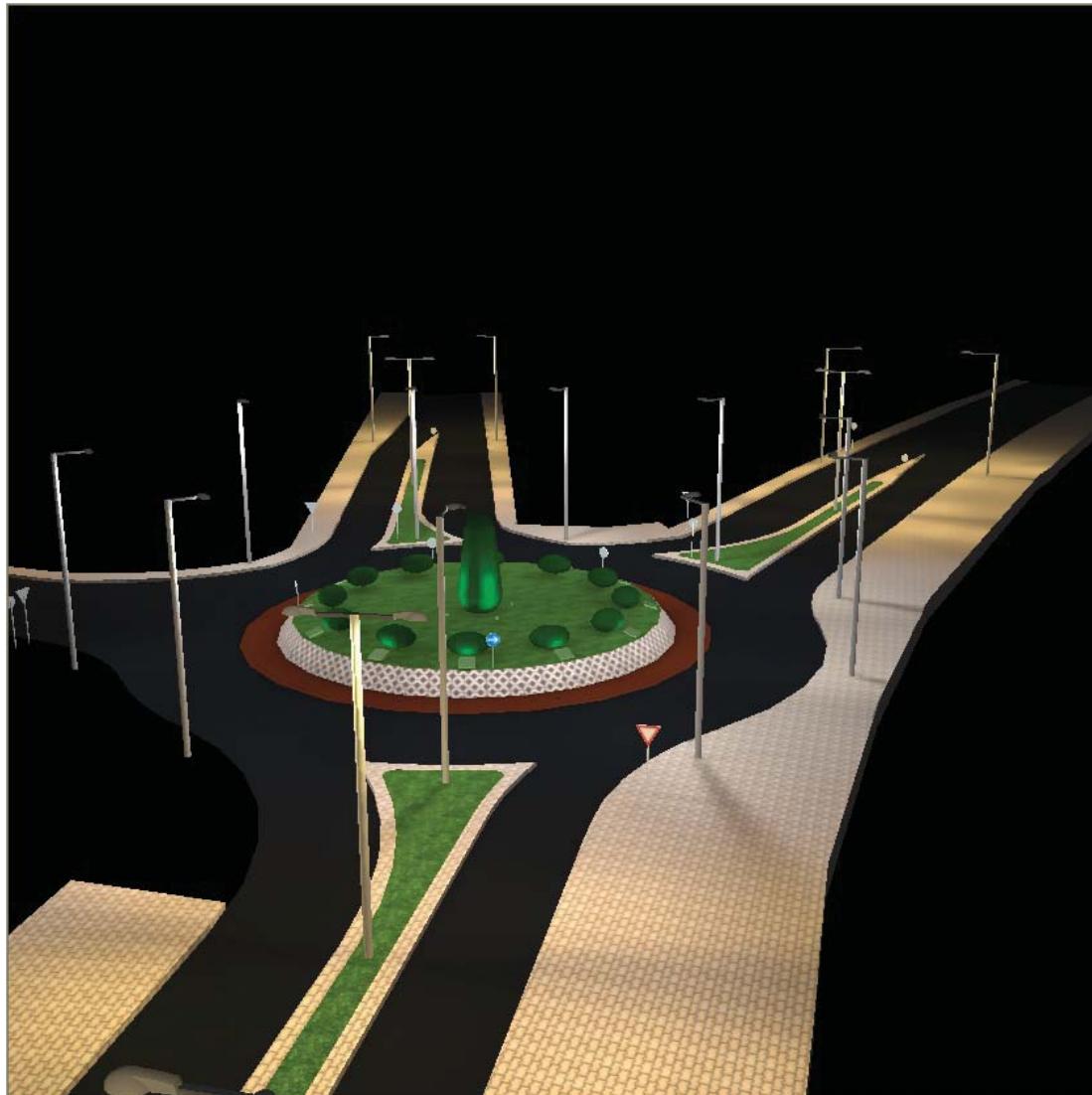


Fig. 4. Dialux simulation of a roundabout lighting system based on “ecoluminance” concept

It will be considered the two formerly described situations, noting that in this project there is no pedestrian crossing within the roundabout, hence there is no specific pedestrian lighting system around the crossroad:

A. Conventional lighting system (fig. 3);

B. Lighting system based on “ecoluminance” concept (fig. 4).

Concerning the conventional lighting system, a minimal configuration of vegetation is used (grass for central island and other green areas) and the road luminaires will be equipped with sodium high pressure discharge lamps of 150 W power (type **PHILIPS Idman 611HGV FG 1xSON-T150W TP P25X**), 10 meters height. Strictly for roundabout lighting system, a number of 10 of such road luminaires are used.

Concerning the lighting system based on “**ecoluminance**” concept, the vegetation elements will be supplemented as follows (bushes and trees included in Dialux database):

- shrubs with oval crown (bushes covered with rich foliage), round (circular) placed at a distance of about 2 m between their centers and the central island circumference, the distance between the centers of two bushes being of about 4 m; shrub dimensions – maximum length 2,25 m, maximum width 1,5 m and maximum height 2,125 m.

- a central positioned tree, with a truncated crown, of dimensions: maximum length 2,25 m, maximum width 2,25 m and maximum height 6 m.

The luminaires that form these lighting systems are type **ELBA Wall Washer LED 15x1 W arh. ext.** for circular placement shrubs (one luminaire per bush), **ELBA RONDO-01-35W striation glass** for central positioned tree (4 pcs.) [4] and 10 road luminaires type **PHILIPS BGP340 1xLED110S/640 DM**, equipped with LED 110S/640/-, that replace the 10 road luminaires type **PHILIPS Idman 611HGV FG 1xSON-T150W TP P25X** used by the conventional solution.

3. Results and discussion

Several of the most important results obtained after running **Dialux Professional 4.11.0.2** are presented in table 1.

Table 1

Results obtained after running Dialux Profesional 4.11.0.2

| Physical quantity and interesting area | Conventional lighting system | Lighting system based on „ecoluminance” concept |
|--|------------------------------|---|
| Average roadway illuminance, E_{mcar} (lx) | 19 | 17 |
| Maximum roadway illuminance, E_{maxcar} (lx) | 66 | 53 |
| Average sidewalk illuminance, E_{mtr} (lx) | 9...17 | 8...16 |
| Maximum sidewalk illuminance, E_{maxtr} (lx) | 47...62 | 47...53 |
| Average roadway luminance, L_{mcar} (cd/m ²) | 0,3 | 0,26 |
| Maximum roadway luminance, L_{maxcar} (cd/m ²) | 1,05 | 0,84 |
| Average sidewalk luminance, L_{mtr} (cd/m ²) | 1,55...3,23 | 1,49...3,02 |
| Maximum sideway luminance, L_{maxtr} (cd/m ²) | 8,76...12 | 7,93...9,99 |
| Total electrical power for the roundabout lighing system only W) | 1690 | 1372 |

As a general rule, in order to obtain values similar or close – in both cases – for illuminance and luminance levels, the lighting system based on „**ecoluminance**” concept is more „saving – energy” than the conventional one (about 20%).

But a further improvement of the lighting system based on „**ecoluminance**” is also possible, so greater energy savings are expected.

All these results must be, obviously, confirmed by measurements, but this will become feasible only at the moment of the first practical implementation of a lighting system based on the “**ecoluminance**” concept.

Some areas of interest couldn’t be verified by the software – especially bushes and trees that form the vegetation.

Another problem consists in using real species of plants. Dialux does not contain complex shapes of vegetation, but these plants can be imported through various file types. Among them, the most used is 3D Studio Max (*.3ds) type.

Unfortunately, Dialux has problems when trying to import *.3ds files. Only a very limited quantity of electronic information can be imported and this operation needs a very long time in order to be carried out, even using multicore CPUs.

Briefly, at this moment of software development, Dialux is not able to use realistic vegetation.

4. Conclusion

Using “**ecoluminance**” concept in solving the lighting systems for roundabouts represents a step ahead of both improving traffic safety and saving energy.

Besides road and lighting engineering contributions to create better conventional lighting systems for roundabouts, using “**ecoluminance**” involves also the urbanist in an attempt to get better traffic conditions and a more beautiful town.

Authors consider that the approach based on the “**ecoluminance**” concept will gain ground and that solving lighting systems for roundabouts in this way will have positive effects – in terms of functionality, aesthetics and economy.

However, the “**ecoluminance**” does not represent, for the time being, a concept to be used for lighting systems in Romania.

References

- [1] **** „Normativ pentru proiectarea sistemelor de iluminat rutier și pietonal, indicativ NP-062-2002”
- [2] C. Bianchi, N. Mira, D. Moraldo, H. Moraldo, G. Ispas s.a, „Enciclopedia tehnică de instalații electrice”, ed. a II-a, Editura Artecno, București, 2010
- [3] J. D. Bullough, M.S. Rea, J. D. Snyder, N. P. Skinner, R. Capó, P. Rizzo, U. Besenecker „Demonstration of roundabout lighting based on the eoluminance approach”, The Lighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute, 21 Union Street, Troy, NY 12180, 2012.
- [4] S.C. ELBA Timișoara S.A.- “Lighting solutions, systems and fixtures”, Timișoara, 2011

Integrated System for the Decontamination of Out of Service Vehicles*

Sistem integrat pentru depoluarea vehiculelor scoase din funcțiune

Cătălin Zaharia¹

¹Research Institute for Construction Equipment and Technology - ICECON SA Bucharest
București, Șos. Pantelimon 266, sector 2, 021652, ROMÂNIA
E-mail: catalin.zaharia@icecon.ro

Abstract. It is proposed to achieve an integrated storage and processing of ELVs and treat decontaminated material from them. The system involves removing parts from vehicles for recycling or reuse and recovery of fluids especially polluting a disabled vehicle can contain (cooling liquid, breaking fluid, gasoline, diesel, motor oil, oil gearbox and differential). The theme aims to improve the quality of life with the rules and regulations and the EEC on operational safety, protection of health and life, environmental protection built ambient and industrial recovery It shows the component in percent of various materials in a car, that can be recycled.

Key words: End of life vehicles (ELVs), recycling, life quality

Rezumat. Se propune realizarea unui sistem integrat mediului prin neutralizarea, stocarea și procesarea vehiculelor scoase din uz, precum și tratarea materialelor rezultate din depoluarea acestora. Sistemul presupune extragerea de piese de la autovehicule în vederea reciclării sau refolosirii acestora și recuperarea fluidelor poluanți pe care un autovehicul scos din uz le poate conține (lichid de răcire, lichid de frână, combustibil, ulei de motor, ulei de cutie de viteze și diferențial, etc.). Tema urmărește îmbunătățirea calității vieții locuitorilor, cu respectarea normelor naționale și ale CEE, privind siguranța în funcționare, protecția sănătății și a vieții, protecția mediului construit și ambient.

Cuvinte cheie: Vehicule scoase din uz (VSU), reciclare, calitatea vieții

1. Introduction

To depollute used vehicles consist in extraction of polluted and pollutant fluids that an obsolete motor vehicle may contain (coolant, brake fluid, gasoline, diesel fuel, motor oil, gear oil and differential, etc.) from the vehicle body before it is dismantled. This process is conducted on a well-defined and reserved area for this sole purpose, using equipment designed and built especially for extracting fluids from ELVs, storing them for recycling, respecting the protection and safety standards for workers, as well as those of environmental protection. The integrated system is intended to meet European Parliament and Council Directive 2000/53/EC of regulating

* Lucrare inclusă în programul conferinței EENVIRO 2013

this area in the EU [1]. The Directive set targets for the recovery of ELVs to horizon 2006 - 2015: 2006 - 80% reuses and recycling; 2015 - 85% reuses and recycling.

Material nature has evolved a lot in the development of automobile construction. If we consider a 15 year old vehicle that weighs on average 1000 kg, we see that it is made mainly of steel (710 kg) - which is relatively easily quantifiable - and other materials according to the following table:

Table 1

The main material composition of vehicle components

| Components | Quantity [% from total weight] |
|-------------------------|----------------------------------|
| Steel | 71,0 |
| Rubber | 9,0 |
| Plastic | 6,0 |
| Glass | 3,0 |
| Aluminium | 2,2 |
| Lead | 1,0 |
| Copper and brass | 0,6 |
| Zinc | 0,5 |
| Other non ferous metals | 1,1 |
| Others | 5,6 |

Average weight of a vehicle is currently of 800 kg, because of the use of more and more plastic materials (about 4,000 kinds of synthetic materials).

To know composition of wrecks vehicles are used the following strategies:

- Upstream indirect strategy (identify components used by manufacturers of vehicles);
- Downstream indirect strategy (analysis of residues from grinding vehicles and parts recovered).

The first identification strategy is not applicable yet because manufacturers do not always know the composition of the various parts, often made by specialized companies or do not reveal the composition because of competition reasons. However, this situation tends to change as a result of the agreement signed between the French and German environmental minister, which provides that all vehicles become 100% recyclable. This constraint motivated the vehicle manufacturers to seek solutions, in Germany, for example, plastics manufacturers and car manufacturers have launched a project on the marking, dismantling and recycling of plastic parts, which facilitate automatic identification and selection of different materials used.

Several companies have built factories for dismantle vehicles, to modify the design of new models and emphasized the following:

- Establish automatic procedures for the selection of materials and especially plastics;
- The possibility of recovery of various materials;
- Use of an accurate identification of the components;
- Standardization of materials;
- Develop projects to facilitate dismantling;
- Improving opportunities for energy recovery from waste incineration (in an incineration plant in the cement industry or in a foundry).

The second strategy for the identification, even if it is not very accurate, is currently used. The term “residue”, resulting from the operation of grinding of a car - defines a set of components from the grinding of a car in a shredder. Other terms, such as sterile waste, shredder residue, fluff, define the same type of waste. Ideally, removal is practiced by a recovery or a shredder operator and shall include the following steps:

- Removing the battery and acid recovery;
- Drain the engine oil;
- Recovery of brake fluid (special oils);
- Remove the tire in order to exploit them;
- Removing modules and parts that are apparently in good condition; they are recovered, refurbished and reintroduced onto the market;
- Removing catalysts; these contains rare metals, platinum and rhodium are recovered more than 90% and 80% by specialized companies;
- Removing non metal parties - chairs, synthetic part of the dashboard, etc.

In practice, removing not always run because of the high cost of labor, which greatly influences the composition of residues from grinding. Residues from milling are about 25% by weight of an ELVs.

2. The thesis

Using an integrated processing and remediation ELVs provides great flexibility in terms of functional adaptation in the recycling of vehicles and their components. Direct identification strategy has a drawback ELVs waste: materials that are not used to manufacture vehicles are in their mill residues, this due to the fact that shredder operators feed these plants and other types of waste, such as used appliances and other waste from the collection of bulky waste.

The following data shows the average composition by weight of materials for new vehicles (1995) and the average composition ELV ground in 1995, that the vehicles were manufactured in the 80s. It is noted the decrease in the amount of ferrous of from 70% to 64% due to the use of non-ferrous metals, in particular aluminum, and plastic materials, which currently account for 13% of the total weight of the vehicle. Regarding the composition of grinding residue after extraction of ferrous metals, it is presented in the following table:

Composition of grinding residues - light and heavy

| Light waste | % | Heavy waste | % |
|---------------------------|---------|---------------|----|
| Foams | 4-5 | Foams | <1 |
| Plastic / rubber | 5-6 | rubber | 60 |
| Plastic coating / textile | 5-15 | Plastic | 10 |
| Fibrous materials | 2-4 | Metals | 5 |
| Non-ferrous metals | 2-3 | Wood | 2 |
| Cardboard | 2-3 | Glass | 2 |
| Wood | Aprox.1 | Fine fraction | 20 |
| Glass / Paper | Aprox.1 | | |
| Fine fraction (<10mm) | 40-60 | | |

Light fraction of grinding residue may contain traces of PCBs and heavy metals - for which a reduction must be made by adopted regulations.

In 1995 were reviewed in 15 countries U.E. about 15 million vehicles in circulation. Each year, 5% - 6% of the fleet is eliminated as a result of accidents or aging.

Currently, the vehicles are crushed in shredder plants, and the resulting metal is recovered in steel plants (electric oven). As a result of the grinding process, significant quantities of waste are generated, which are removed mainly by controlled containment.

One of the obstacles to recovery grinding residue is that ELV is not decontaminated prior to milling. Thus the presence of waste oil, of containing PCB capacitors, of liquid and particles of various heavy metals reduce the potential for recovery of such wastes.

Adoption of European ELVs Directive introduces the concept of producer of new vehicles responsibility, which must arrange their disposal at end of life, and the goals to be reached by 2015, on the recovery and disposal of ELVs - 85% material recovery, 10% energy recovery and 5% final disposal.

ELVs management includes prevention, collection, recovery and disposal. Regarding prevention, producers will have to reduce the presence of unrecoverable materials in vehicle on the market, so as to achieve the recovery and disposal objectives. Manufacturers are thus responsible for:

- Easy and clear identification of items recovered, unrecoverable or dangerous;
- Defining the procedure for removal of these items;
- Inform all operators involved in the management of ELV on stripping operations - depollution.

Based on the economic analysis of environmental considerations and the experience of Swiss companies operating in the area, a center of remediation - scrapping ELV should have a capacity of at least 10,000 ELVs / year. ELVs are collected and dismantled to recover parts second - hand, then they must be depolluted (extracting liquids and hazardous substances), and the metal parts are oriented to metallurgy. Oils, which represent the largest amount of recovered liquids are decontaminated and for recovery (fuel). Heavy non-contaminated fraction resulting from grinding is recovered in the cement industry. The destination of light residues resulting from the grinding that are contaminated with heavy metals is controlled storage of hazardous waste and heavy fraction less contaminated is stored in non-hazardous waste landfill.

To improve recovery of ELVs, manufacturers will have to build vehicles with those materials that have a higher recovery potential and integrate into existing vehicle design becoming an amount greater than parts made from recycled materials. The removal should be limited to non-hazardous waste and final (for which there is no recovery method).

Alternatives for ELVs management:

- Development of selective removal;

Integrated System for the Decontamination of Out of Service Vehicles

- Improved separation technologies (hydrocyclonage, flotation) for light debris resulting from crushing to their recovery;

- Recovery of residues from grinding in the cement industry;
- Harnessing the pyrolysis residues from grinding.

European Directive requires the creation of a financial system for the operations of collecting and managing ELVs, so as to ensure free disposal of the last holder of ELVs.

Highlights are ELVs treatment [2]:

- Pollution
- Dismantling
- Crumbling
- Treatment of shredded products

The following figure schematically these phases.

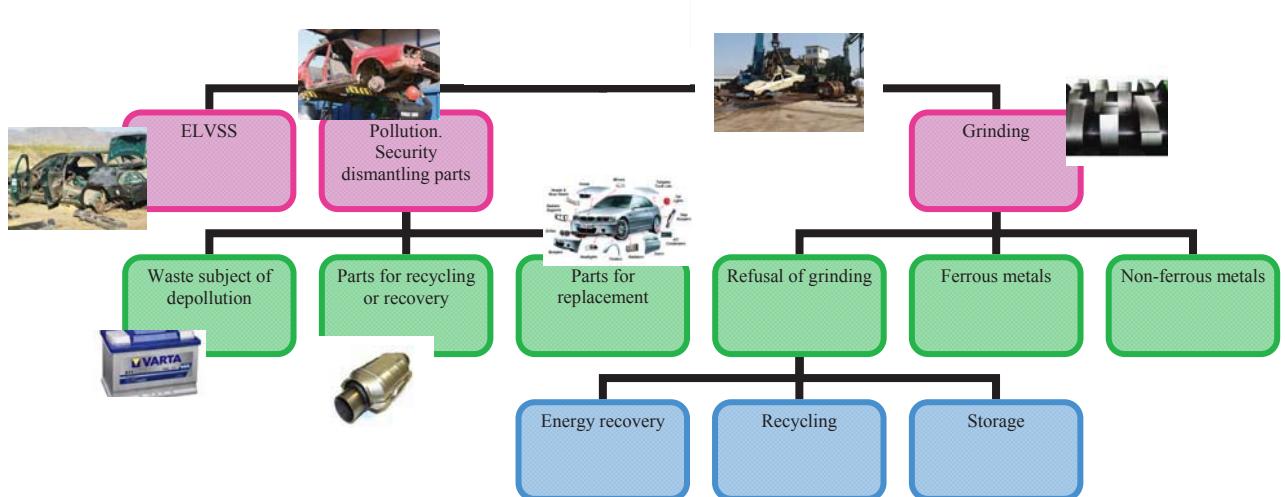
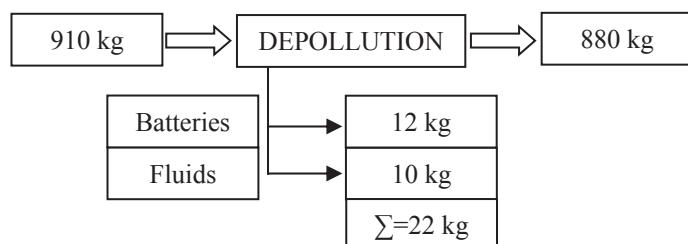


Fig.1 ELV treatment phases

By **depollution** (removal of fluids and batteries battery from ELVs), according to [2], we get a rate of reuse - recycle of about 1,9%, and by re-capitalization, a rate of approx. 2.45%.

Fig.2 shows the quantities of ELVs extracted by depollution.



| Reuse | | Recycling | | Energy recovery | |
|--------|------------|-----------|------------|-----------------|------------|
| Metals | Non-metals | Metals | Non-metals | Metals | Non-metals |
| 0 | 0 | 7,5 | 5,1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 4,7 | 0 | 5,0 |
| 0 | 0 | 7,5 | 9,8 | 0 | 5,0 |

Fig. 2 Remediation contribution to the rates of reuse, recycling and recovery of ELVs

Removing shows the contribution to the reuse rates, recycling and recovery of ELVs as shown in Figure 3. Rates of reuse - recycle and reuse - recovery are both around 27%.

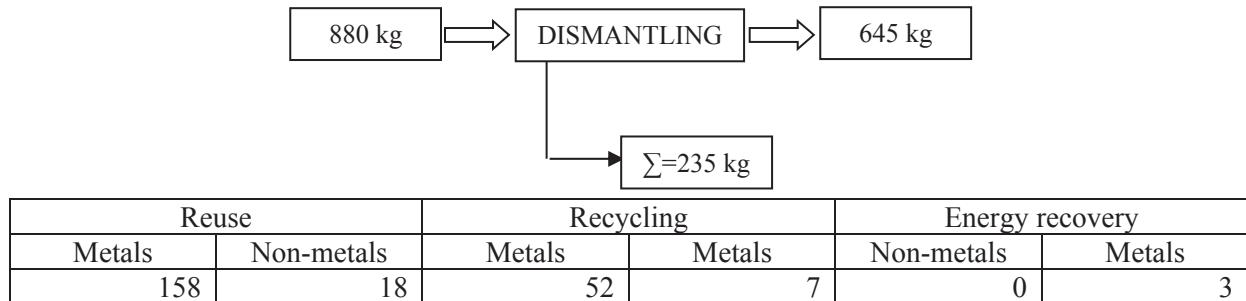


Fig.3 Removal contribution to the rates of reuse, recycling and recovery of ELVs

According to data provided by the manufacturers, removed parts for reuse containing metal 90% by weight, the remaining 10% consisting of non metallic materials (plastic, rubber, etc...). In addition to removing the metal parts (consisting mainly of non-ferrous metals), removal contribute to recycling (tires, parts and bumpers polypropylene). Weight of main parts extracted for reuse is:

- Motor, for a total mass of disassembled for reuse engines representing 5% by weight;
- Gearbox (1.31% by weight of ELV);
- Front and rear doors (1.30% by weight of ELV);
- Rims (1.11%);
- Tires (0.9%);
- Train (front or rear, 0.86%);
- Fenders (0.78%);
- Gimbals (0.66%).

Grinding is the technological operation by which the ELVs, free of re-usable and recyclable materials is fed into a special device, which converts the rest of the vehicle in small particles (50-100 mm). Rates of reuse - recycle and reuse - recovery are both around 50%.

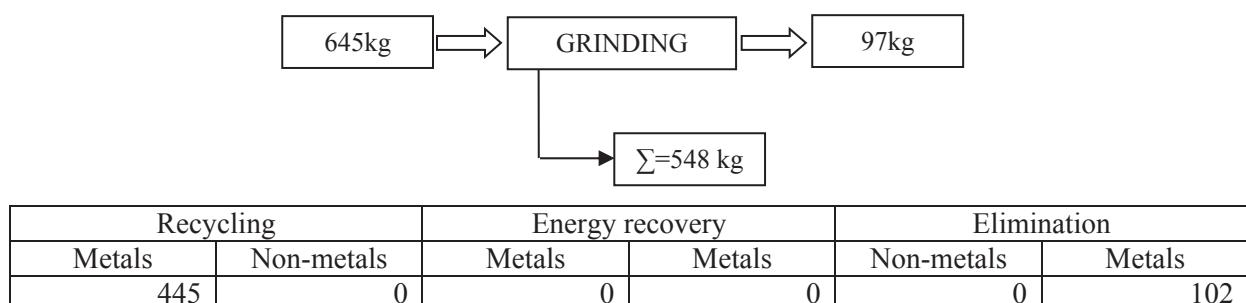
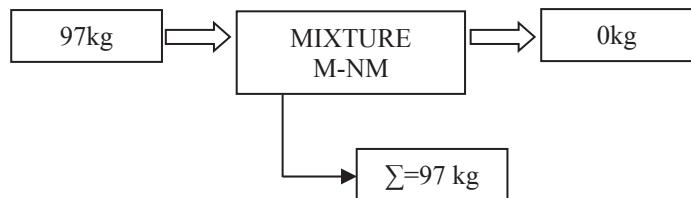


Fig.4 Grinding contribution to the rates of reuse, recycling and recovery of ELVs

Integrated System for the Decontamination of Out of Service Vehicles

The treating of the grinding product refers to a mixture of metallic and non-metallic components, which leaves the grinding device and can not be separated. Rates of reuse - recycle and reuse - recovery are 2% and 4% respectively.



| Recycling | | Energy recovery | | Elimination | |
|-----------|------------|-----------------|--------|-------------|--------|
| Metals | Non-metals | Metals | Metals | Non-metals | Metals |
| 20 | 0 | 0 | 15 | 0 | 62 |

Fig.5 Residues contribution to the rates of reuse, recycling and recovery of ELVs

Summary of results

Reuse and recovery rate: 81.86%

Reuse and recycling rate: 79.31%

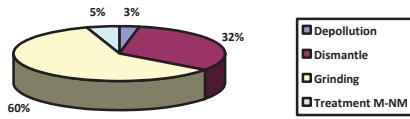


Fig.6

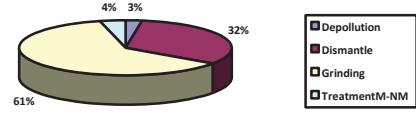


Fig.7

ELVs management includes prevention, collection, recovery and disposal. Regarding prevention, producers will have to reduce the presence of non-recoverable materials in vehicle on the market, so as to achieve the recovery and disposal objectives. Manufacturers are thus responsible for:

- Easy and clear identification of items recovered, non-recoverable or dangerous;
- Defining the procedure for removal of these items;
- Inform all operators involved in the management of ELVs on stripping operations - pollution.

Fig. 8 is a schematic diagram of a stand (equipment) for the depollution of ELVs. The equipment can be mounted both above ground and underground, in the latter case, access is ensured by descent of steps carved.

The stand will have on one side with scaffolding with an access ladder and a work platform to access to the top of the vehicle.

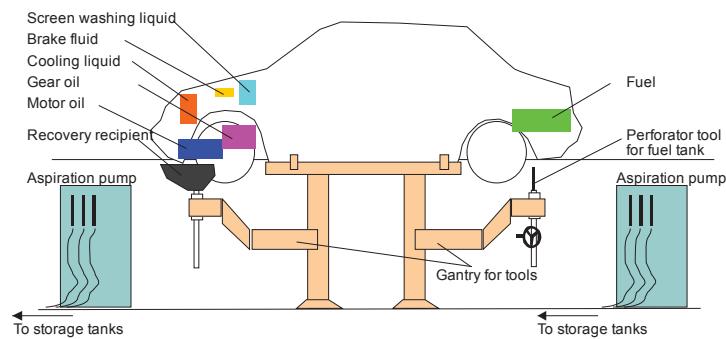


Fig.8

3. Conclusions

Integrated system wants to come to meet the Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council concerning the regulations for this domain in the EU. Using an integrated processing and remediation of ELVs, provides great flexibility in terms of functional adaptation in the recycling process of vehicles and their components. Adoption of complex equipment for depollution, disassembly, shown in Figure 8 contribute to achieving remarkable results in the treatment ELVs in Romania

4. References

- [1] Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council from September 18 2000 concerning End of Life Vehicles
- [2] Eric LECOINTRE, Taux de valorisation des DEEE et des VSU :Où en sommes-nous aujourd'hui ? Les VSU, ADEME - Direction Déchets et Sols - Département Organisation des Filières et Recyclage, Le colloque des professionnels sur les produits en fin de vie, 2008
- [3] Pascal BEAUFILS, Préparer la fin de vie du véhicule Automobile dès sa conception chez PSA Peugeot-Citroën, 10^{èmes} Entretiens Européens de la Technologie Paris - 21 & 22 novembre 2001

Determinarea duratei de reverberație într-o sală de învățământ și propunerea unor soluții tehnice de remediere

Determination of the reverberation time in an educational room and proposal of some corrective technical solutions

Mariana Stan¹, Luminița Anghel²

¹Facultatea de Arhitectură, Universitatea Spiru Haret - București
Str. Ion Ghica nr.13, Romania
E-mail: sonobel_ms3@yahoo.co.uk

²Universitatea Tehnică de Construcții București
Bdul Lacul Tei 122 - 124, sect.2, București, Romania
E-mail: luminitanghel@gmail.com

Rezumat. Unul dintre parametrii care trebuie respectați într-o sală de clasă este durata de reverberație.

Lucrarea prezintă procedura de măsurare a duratei de reverberație și rezultatetele obținute într-o sală de clasă de la Facultatea de Ingineria Instalațiilor, București. În același timp, lucrarea evidențiază importanța materialelor fonoabsorbante într-o sală de învățământ, pentru obținerea unei durate de reverberație adecvate, în scopul de a crea un climat acustic favorabil pentru buna înțelegere a discursului profesorului.

Cuvinte cheie: durată de reverberație, materiale fonoabsorbante

Abstract. One of the parameters that must be met to achieve the educational rooms is reverberation time.

This paper presents the procedure of measuring reverberation time in a classroom of the Faculty of Building Services and obtained results.

In the same time, the paper highlights the importance of sound absorbing materials into an educational room, to obtain an adequate reverberation time, in order to create a favorable acoustic climate for the best understanding of the professor's discourse.

Key words: reverberation time, sound absorbing materials

1. Introducere

Acustica deficitară în sălile de învățământ este un factor de stress și influențează negativ capacitatea de concentrare, atât pentru cursanți cât și pentru cei care predau.

Potrivit studiilor realizate în acest domeniu, o acustică deficitară poate cauza:

- oboseală;
- dureri de cap;
- pierderi de memorie;
- absenteism;
- agresivitate;
- depresii.

Valorile duratei de reverberație T variază atât în funcție de volumul sălilor cât și de natura surselor sonore. De exemplu: pentru producțiile sonore vorbite, durata de reverberație medie trebuie să fie $T_m \leq 1,0$ s; pentru producțiile sonore muzicale, T_m va fi de $1,0 - 2,0$ s, în funcție de tipul de muzică .[1]

Tratarea încăperilor cu materiale fonoabsorbante duce la reducerea duratei de reverberație, îmbunătățind inteligența, dar reducând în același timp nivelul sonor al conversației.

În consecință, o prea mare cantitate de materiale fonoabsorbante poate duce, pe de o parte la creșterea confortului acustic (prin reducerea duratei de reverberație), dar, pe de altă parte la scăderea nivelului sonor – deci a inteligenței.

Pentru a menține niveluri sonore adecvate ale conversației este necesară o durată de reverberație optimă, fără reflexii sonore excesive.

2. Analiza răspunsului acustic în săli existente

Descrierea sălii analizate

Laboratorul de fizică al Facultății de Ingineria Instalațiilor din Universitatea Tehnică de Construcții București, are forma unui paralelipiped dreptunghic, cu dimensiuni în plan de $9,50 \times 6,25$ m și o înălțime de 3,50 m.

Volumul sălii este **207,80 m³**.

În sală sunt 28 scaune pentru studenți și 2 scaune pentru cadrele didactice.

Reglementări tehnice de referință

1. C 125 – 2005 „Normativ privind proiectarea și executarea măsurilor de izolare fonică și a tratamentelor acustice în clădiri”;
2. P 123 – 89 „Instrucțiuni tehnice privind proiectarea și execuția sălilor de audiție publică din punct de vedere acustic” ;
3. STAS 9783/0 – 84 „Acustica în construcții. Parametri pentru proiectarea și verificarea acustică a sălilor de audiție publică. Clasificare și limite admisibile”.

Stabilirea limitelor admisibile

Durata de reverberație optimă pentru sălile cu volum de cca. 210 m^3 , ce sunt utilizate ca săli de audiții pentru producții vorbite este : $T_{opt} = 0,9 \text{ s}$ [2]

Determinarea duratei de reverberație într-o sală de învățământ și propunerea soluțiilor tehnice de remediere

Valorile maxime și minime ale duratei de reverberație acceptate, conform standardului STAS 9783/0 – 84, sunt prezentate în Tabelul 1:

Tabel 1
Valorile maxime și minime ale duratei de reverberație

| T (s) | Frecvența (Hz) | | | | | |
|-------|----------------|------|------|------|------|------|
| | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
| T max | 1,27 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 |
| Tmin | 0,72 | 0,72 | 0,72 | 0,72 | 0,72 | 0,72 |

Rezultate obținute prin măsurări

Descrierea măsurărilor

Măsurările pentru verificarea duratei de reverberație au fost efectuate cu utilizarea unui semnal de tip impuls (generat prin spargerea baloanelor), în două poziții ale sursei (la locul cadrului didactic și în centrul sălii) și în două poziții ale receptorului (în primul și în al treilea rând de mese).

Rezultate obținute

Rezultatele obținute pentru durata de reverberare T 30 sunt prezentate în Tabelul 2.

Tabel 2
Valori ale duratei de reverberație “T 30” în sala fără auditoriu

| Nr. crt. | Pozitia microfonului | Pozitia sursei | T 30 (s) |
|---------------------|----------------------|----------------|---------------|
| 1 | 1 | S I | 1,9 |
| 2 | 2 | | 2,1 |
| 3 | 1 | S II | 2,4 |
| 4 | 2 | | 2,3 |
| T mediu sală | | | 2,17 s |

În standardul menționat sunt specificate abateri admise de $\pm 20\%$. Rezultă că durata medie admisă în sala analizată este:

$$\mathbf{Tm = 0,72... 1,08 s}$$

Rezultate obținute prin calcul

Calculul duratei de reverberație la fiecare frecvență din domeniul 125...4000 Hz se face cu relația lui Sabine [2] :

$$T(f) = 0,163 \frac{V}{A(f)} \text{ [s]} \quad (1)$$

în care :

V – volumul sălii [m^3];

$A(f)$ – aria de absorbție acustică echivalentă la frecvența "f" [m^2UA].

Aria de absorbție acustică echivalentă $A(f)$ se calculează cu relația:

$$A(f) = \sum \alpha_i(f) S_i \text{ [m}^2\text{UA}] \quad (2)$$

în care:

$\Sigma_i(f)$ – coeficient de absorbție acustică a materialului "i", la frecvența „f” [-]

$S(i)$ – suprafața geometrică pe care este dispus materialul "i" [m^2].

Calculul ariilor de absorbție acustică și al duratelor de reverberație s-a efectuat cu ajutorul programului **MS 3**, în două variante:

Sala fără tratament acustic (tabel 3);

Sala cu tratament acustic (tabel 4).

Descrierea soluțiilor propuse

Din analiza rezultatelor obținute prin măsurări (tabelul 2) și prin calcul (tabelul 3), pentru sala fără tratament acustic, se constată că durata de reverberație depășește limitele admisibile precizate în tabelul 1.

În consecință, calculul a fost reluat (tabelul 4), cu introducerea unei suprafete de **43,37 mp** material absorbant (plăci gips-carton perforat RIGITONE 8/18)

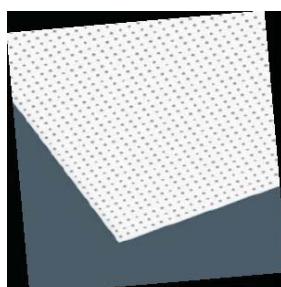


Fig. 1. Placă gips-carton RIGITONE 8/18

La proiectarea acustică a sălilor de clasă trebuie respectate unele principii de bază, în ceea ce privește alcătuirea și distribuția tratamentelor acustice, dintre care cel mai important este alegerea unor materiale ai căror coeficienți de absorbție acustică să permită realizarea unor dure de reverberație cât mai uniforme, în domeniul de frecvențe 125...4000 Hz .

Ținând seama de forma și volumul sălii și de principiile privind amplasarea optimă a materialelor fonoabsorbante într-o sală de clasă, prezentate anterior, pentru asigurarea scopurilor propuse (nîncadrarea duratelor de reverberație în valorile admisibile, precizate de legislația tehnică în vigoare și reducerea nivelului sonor prin absorbție acustică) s-a optat pentru amplasarea **43,37 mp** de material fonoabsorbant, astfel:

Determinarea duratei de reverberație într-o sală de învățământ și propunerea soluțiilor tehnice de remediere

- **8,87** mp pe peretele din fundul sălii (de la înălțimea de 1,50 m în sus);
- **28,50** mp pe pereții laterală (o bandă cu înălțime de 1,50 m, în partea de sus);
- **6,00** mp pe peretele din față (o bandă cu înălțime de 1,0 m, în partea de sus).

Prin aplicarea tratamentelor propuse, duratele de reverberație ale sălii (tabel 4) se încadrează în limitele admisibile, menționate.

În figura2 sunt prezentate câteva imagini din sala în care s-au făcut măsurările duratei de reverberație T30.



Fig. 2. Imagini din Laboratorul de Fizică

6. Concluzii

6.1 Lucrarea pune în evidență importanța amplasării materialelor fonoabsorbante în sălile de clasă, în vederea obținerii unei durate de reverberație corespunzătoare, pentru realizarea unui climat acustic propice bunei înțelegeri a discursului profesorului.

6.2. În vederea optimizării confortului acustic din sălile de curs, trebuie parcurse următoarele etape :

- a) Evaluarea configurației geometrice a sălilor cu detalierea suprafețelor și volumelor;
- b) Evaluarea prin măsurări a duratelor de reverberație în diverse grade de ocupare a încăperii cu persoane și/sau mobilier;
- c) Alegerea materialelor și structurilor pentru tratamentele acustice;
- d) Calculul duratei de reverberație pentru diverse variante de combinații între materialele și structurile alese și, în funcție de rezultatele obținute, alegerea variantei optime;

- e) Distribuția materialelor și structurilor, conform principiilor de proiectare acustică a sălilor de audiere publică;
- f) Atestarea experimentală a tratamentelor acustice aplicate.

Referințe

- [1] *Alexandru Radu STAN* – Importanța studierii acusticii muzicale pentru formarea profesorilor de educație muzicală, (lucrare de dizertație) – USH, 2010
- [2] STAS 9783/0 “Acustica în construcții. Parametri pentru proiectarea și verificarea acustică a sălilor de audiere publică”
- [3] *Mariana Cristina STAN* – Acustica pentru arhitecți – Ed. Fundației “România de mâine” – București , 2007

Tabel 3

| Laborator fără tratament absorbant | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------|--------|-----------|-------|-------|--------|----------|-------|-----------|---------------|-------|
| Material absorbant | Tip | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | Nume/Cod | Mozaic | Absorbant | Ușи | Geam | Refl | Persoane | Covor | Gol acces | Mobilier lemn | Nimic |
| | 125 | 0,01 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,02 | 0,3 | 0,08 | 1 | 0,02 | 0 |
| | 250 | 0,01 | 0,7 | 0,2 | 0,1 | 0,02 | 0,4 | 0,09 | 1 | 0,02 | 0 |
| Coefficienți de absorbție la frecvența: | 500 | 0,02 | 0,8 | 0,15 | 0,05 | 0,03 | 0,35 | 0,1 | 1 | 0,03 | 0 |
| | 1000 | 0,02 | 0,9 | 0,1 | 0,03 | 0,03 | 0,45 | 0,2 | 1 | 0,04 | 0 |
| | 2000 | 0,03 | 0,9 | 0,07 | 0,02 | 0,04 | 0,5 | 0,25 | 1 | 0,04 | 0 |
| | 4000 | 0,03 | 0,8 | 0,04 | 0,02 | 0,05 | 0,5 | 0,3 | 1 | 0,05 | 0 |
| Volum [m ³] | 207,8 | | | | | | | | | | |
| Materiale absorbante utilizate | | | | | | | | | | | |
| | Tip | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | Nume/Cod | Mozaic | Absorbant | Uși | Geam | Refl | Persoane | Covor | Gol acces | Mobilier lemn | Nimic |
| | Arie [m ²] | 30,07 | 0 | 3,2 | 8,1 | 157,45 | 2 | 12 | 6 | 17,4 | 0 |
| | 125 | 0,3007 | 0 | 0,96 | 1,62 | 3,149 | 0,6 | 0,96 | 6 | 0,348 | 0 |
| | 250 | 0,3007 | 0 | 0,64 | 0,81 | 3,149 | 0,8 | 1,08 | 6 | 0,348 | 0 |
| Suprafața echivalentă de absorbție la frecvența: | 500 | 0,6014 | 0 | 0,48 | 0,405 | 4,7235 | 0,7 | 1,2 | 6 | 0,522 | 0 |
| | 1000 | 0,6014 | 0 | 0,32 | 0,243 | 4,7235 | 0,9 | 2,4 | 6 | 0,696 | 0 |
| | 2000 | 0,9021 | 0 | 0,224 | 0,162 | 6,298 | 1 | 3 | 6 | 0,696 | 0 |
| | 4000 | 0,9021 | 0 | 0,128 | 0,162 | 7,8725 | 1 | 3,6 | 6 | 0,87 | 0 |

T med = 2,15 secunde

Tabel 4

Laborator cu tratament fonoabsorbant

| Material absorbant | Tip Nume/Cod | 1 Mozaic | 2 Absorbant | 3 Uși | 4 G-eam | 5 Refl | 6 Persoane | 7 Covor | 8 Gol acces | 9 Mobilier lemn | 10 Nimic |
|---|----------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------|-------------------------------|-------------|
| Coefficienți de absorbiție la frecvența : | 125 250 500 1000 2000 4000 | 0,01 0,01 0,02 0,02 0,03 0,03 | 0,3 0,5 0,7 0,6 0,55 0,45 | 0,3 0,2 0,1 0,1 0,07 0,04 | 0,2 0,1 0,05 0,03 0,02 0,02 | 0,02 0,02 0,03 0,03 0,04 0,05 | 0,3 0,4 0,35 0,45 0,5 0,5 | 0,08 0,09 0,1 0,2 0,25 0,3 | 1 1 1 1 1 1 | 0,02 0,02 0,03 0,04 0,04 0,05 | 0 0 0 0 0 0 |

Volum [m³]

207,8

| Material absorbant | Tip Nume/Cod | 1 Mozaic | 2 Absorbant | 3 Uși | 4 G-eam | 5 Refl | 6 Persoane | 7 Covor | 8 Gol acces | 9 Mobilier lemn | 10 Nimic |
|---|---|---|--|--|--|-----------------------------------|------------------------------|------------------|--|--------------------|---|
| Suprafața echivalentă de absorbiție la frecvența: | Arie [m ²] 125 250 500 1000 2000 4000 | 30,07 43,37 13,011 21,685 30,359 26,022 23,8535 19,5165 | 0,96 1,62 0,64 0,81 0,48 0,405 0,243 0,162 | 3,2 1,62 0,64 0,81 0,48 0,405 0,32 0,224 | 8,1 2,2816 2,2816 0,8 0,7 3,4224 3,4224 4,5632 | 114,08 0,6 0,8 1,08 0,7 1,2 2,4 3 | 2 0,96 0,8 1,2 0,9 1,2 2,4 3 | 12 6 6 6 6 6 6 6 | 6 0,348 0,348 0,522 0,696 0,696 0,87 0 | 17,4 0 0 0 0 0 0 0 | 26,0813 1,30 33,9453 1,00 43,6898 0,77 40,6048 0,83 40,4008 0,84 37,8826 0,89 |

T med = 0,93 secunde

A new approach to teach mathematics for engineers (1). **Numerical sets**

Rodica-Mihaela Dănet¹, Marian-Valentin Popescu², Iuliana Popescu³,
Nicoleta Popescu⁴

^{1,2,3} Technical University of Civil Engineering of Bucharest
124, Lacul Tei Blvd., 020396 Bucharest, Romania

E-mail: rodica.danet@gmail.com, popescu.marianvalentin@gmail.com, iulianapopescu1@gmail.com

⁴ University of Agronomic Science and Veterinary Medicine of Bucharest, Romania
59, Mărăști Blvd., 011464 Bucharest, Romania
E-mail: ion.snicoleta@gmail.com

Abstract. This paper is the first in a series in which the authors propose to change the face of teaching mathematics in a technical university, especially for first year students who are preparing to become civil engineers. The paper refers to the teaching of concepts related to some sets of real numbers. The main idea is that the exposure rigorous, technique, specific to teach mathematics in a college math is completed by an informal exposure. Thus the authors add historical information, find motivations of the subject discussed, present some applications, mainly in engineering, and states open problems of the field. So, exposure becomes more accessible. Another idea is that even the exposure technique is not usual, the authors preferring gradual exposure, instead of traditional. Also the authors present some computer programs related to the subject and an application in engineering.

Key words: real number, irrational number, transcendental number, perfect number, countable set, uncountable set, bounded set, unbounded set, sampling, signal processing.

1. Introduction

The authors of this paper are mathematicians and work in several areas of mathematical research. But at the same time three of them teach mathematics in a technical university. That is why they are interested in finding new approaches to teaching mathematics.

The main idea is that the *exposure rigorous, technique*, specific to teach mathematics in a college math is completed by an *informal exposure*. Thus the authors add *historical information*, find *motivations* of the subject discussed, present some *applications* in engineering, and states *open problems* of the field. So exposure

becomes more accessible. And, in his turn, each student can choose part what attracts him, according to his interest in knowledge and his academic ambition.

Another idea is that *even exposure technique is not the usual*, the authors preferring *gradual exposure*, instead of the traditional.

What is the gradual method?

This means that the exposure is constructed in several steps:

1). *Definitions and examples* - containing all fundamental concepts representing topic dictionary and examples intended to facilitate understanding of these concepts;

2). *Classical results* - that is some known results meant to establish fundamental properties of concepts of dictionary, the connections between these concepts and some algorithms;

3). *Proofs* - in the role of theoretical exercises, proofs of some of these results in particular those that manipulate notions of subject dictionary;

4). *Examples and solved exercises* - examples of applications of these results and solved exercises, exploring traditional types of applications;

5). *Questionnaire* - as a recap and to fix the main notions and the fundamental algorithms follows a series of questions to which answering students can compose their own summary of the course;

6). *Proposed exercises* - a large number of proposed exercises, accompanied by indications and answers.

What is the advantage of gradual method?

Each step traveled by the student to initiate, for example, in Calculus, is an important step in understanding and deepening the course. Thus, for each topic discussed, students may be limited to knowledge dictionary, or add, successively, knowledge of examples and results, or can develop computing techniques, and solving adequate exercises, modeled on those already solved.

If the subject allows, *some applications in engineering or/and in economics* are given. What to say especially for those who are not mathematicians is that some topics not directly applicable to engineering can not be omitted from the curriculum, because they are necessary for mathematical construction.

Next we present briefly how we can teach in a **gradual manner** several topics related to *sets of real numbers*, an issue which is at the foundation of the Calculus.

2. Description of a classic course taught in a gradual manner

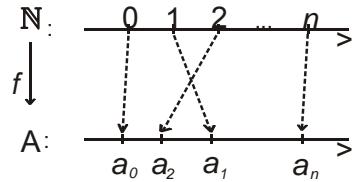
2.1. Definitions and examples

In this paper all sets will be nonempty. In the following, "D." stands for "Dictionary".

D. Usual numerical sets: $\mathbb{N} \subset \mathbb{Z} \subset \mathbb{Q} \subset \mathbb{R}$; $\mathbb{R} = \mathbb{Q} \cup (\mathbb{R} \setminus \mathbb{Q})$.

D. Countable set: a set A which can be put in one-to-one correspondence with \mathbb{N} , so what is such that there exists a bijective function $f: \mathbb{N} \rightarrow A$. By denoting $f(n) = a_n$ ($n \in \mathbb{N}$), it follows that $A = (a_n)_{n \in \mathbb{N}}$, that is the elements of the set A can be „listed”.

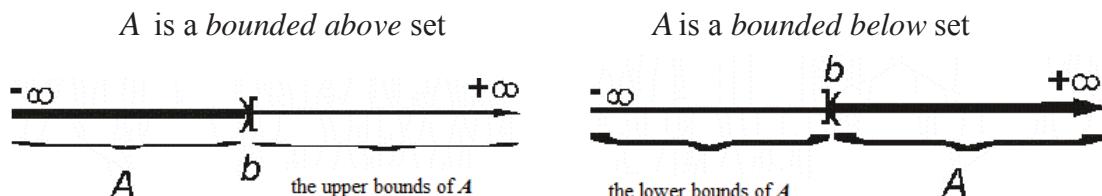
| <u>Examples of countable sets</u> |
|--|
| $\mathbb{N}, \mathbb{Z}, \mathbb{Z}_-, \mathbb{Q}_+, \mathbb{Q}_-$ |
| $\mathbb{Q}, 2\mathbb{Z} (\{2k k \in \mathbb{Z}\})$ |



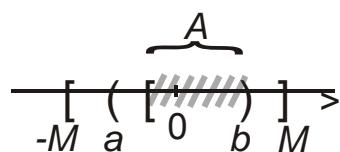
D. Uncountable set: Any set that is not a countable set.

| <u>Examples of uncountable sets</u> |
|--|
| $\mathbb{R}, \mathbb{R}_+, \mathbb{R}_-, \mathbb{R} \setminus \mathbb{Q}, (a, b), [a, b), (a, b], [a, b] (\text{with } a, b \in \mathbb{R}, a \leq b)$ |

D. Bounded above set (respectively *bounded below set*): a set $A \subset \mathbb{R}$ such that there exists $b \in \mathbb{R}$ with $x \leq b$ ($x \geq b$, respectively) $\forall x \in A$. The element b is called an *upper bound* (respectively a *lower bound*) for A .



D. Bounded set: a set $A \subset \mathbb{R}$, that is both a bounded above set and a bounded below set, that is $\exists a, b \in \mathbb{R}$, with $a \leq x \leq b, \forall x \in A \Leftrightarrow \exists M \in \mathbb{R}_+$, with $|x| \leq M, \forall x \in A$.



A set which is not a *bounded set* is called an *unbounded set*.

| Examples of unbounded sets: | Examples of bounded sets: |
|--|--|
| The intervals $(-\infty, a), (-\infty, a], [a, +\infty)$, with $a \in \mathbb{R}$; the interval $(-\infty, +\infty)$. | The intervals $(a; b), [a; b), (a; b]$ and $[a; b]$, with $a \leq b, a, b \in \mathbb{R}$. |

D. *The supremum of a bounded above set $A \subset \mathbb{R}$:* the real number, denoted by $\sup(A)$ which is the least upper bound of the set A , that is the least real number that is greater than or equal to all elements of A . (We can show that $\sup(A)$ exists and it is unique, for any nonempty and bounded above set $A \subset \mathbb{R}$.)

D. *The infimum of a bounded below set $A \subset \mathbb{R}$:* the real number, denoted by $\inf(A)$ which is the greatest lower bound of the set A , that is the greatest real number that is less than or equal to all elements of A . (We can show that $\inf(A)$ exists and it is unique, for any nonempty and bounded below set $A \subset \mathbb{R}$.)

2.2. Axioms

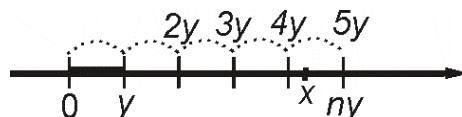
Axiom of Archimedes

Classic enunciation: (i) $\forall x, y \in \mathbb{R}, y > 0 \Rightarrow \exists n \in \mathbb{N}^*$ such that $ny > x$.



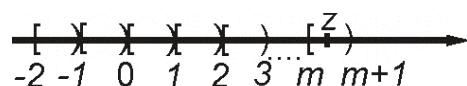
“Here, we can choose $n = 1$ ”

“Also, we can choose $n = 1$ ”



„Here, the minimum value for n is 5”

Equivalent enunciation: (ii) $\forall z \in \mathbb{R}, \exists !$ (that is *there exists a unique*) $m \in \mathbb{R}$ so that $m \leq z < m+1$. Note $m = [z]$ (read the *entire part* of z).



Axiom of Cantor

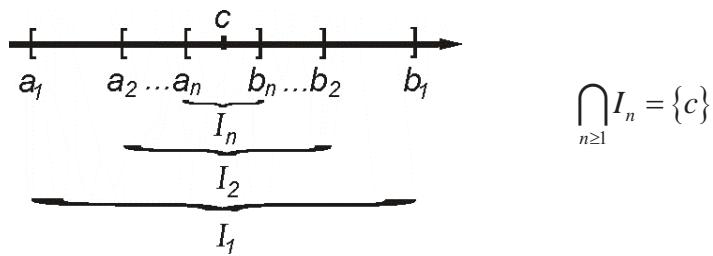
Classic enunciation: (i) $\forall (a_n)_{n \in \mathbb{N}} \subset \mathbb{Q}$ and $(b_n)_{n \in \mathbb{N}} \subset \mathbb{Q}$ such that:

$a_0 \leq a_1 \leq \dots \leq a_n \leq \dots \leq b_n \leq \dots \leq b_1 \leq b_0$, and

$\exists \lim_n (b_n - a_n)$ and $\lim_n (b_n - a_n) = 0$

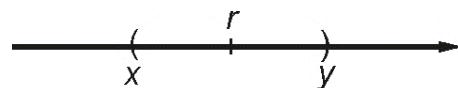
$\Rightarrow \exists ! c \in \mathbb{R}$ so that $a_n \leq c \leq b_n, \forall n \in \mathbb{N}$.

Equivalent enunciation: (ii) Any decreasing sequence of closed intervals $(I_n)_{n \geq 1}$ (here “decreasing” meaning that $I_{n+1} \subseteq I_n, \forall n \geq 1$), with the extremities of intervals in \mathbb{Q} and having the sequence of lengths converging to 0, has the intersection $\bigcap_{n \geq 1} I_n$ reduced to a point.

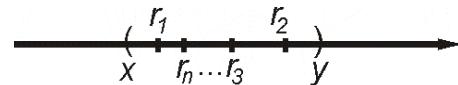


2.3. Classical results: Propositions ("P."), Theorems ("T."), Corollaries ("C.")

P1. (Density of \mathbb{Q} in \mathbb{R}): $\forall x, y \in \mathbb{R}$, with $x < y \Rightarrow \exists r \in \mathbb{Q}$, such that $x < r < y$ (that is between any two real numbers there exists at least one rational number).



C2. $\forall x, y \in \mathbb{R}$, with $x < y \Rightarrow$ there are an infinity of rational numbers $(r_n)_{n \geq 1}$ so that: $x < r_n < y, \forall n \in \mathbb{N}$.



P3. A finite union of countable sets is a countable set. (More general, even a countable union of countable sets is countable.)

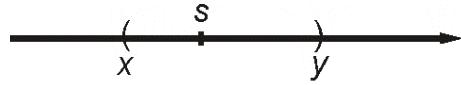
P4. \mathbb{Q} is a countable set.

Note that in 4) of section "6." we will highlight this result which can be solved by the so called "Cantor's enumeration of a countable collection of countable sets", and we will give a computer program, too.

P5. The interval $[0;1] = \{x \in \mathbb{R} \mid 0 \leq x \leq 1\}$ is an uncountable set.

C6. The interval $[a;b]$ (with $a < b$ in \mathbb{R}) is an uncountable set.

C7. (Density of $\mathbb{R} \setminus \mathbb{Q}$ in \mathbb{R}) $\forall x, y \in \mathbb{R}$, with $x < y \Rightarrow \exists s \in \mathbb{R} \setminus \mathbb{Q}$, so that $x < s < y$ (that is between any two real numbers there is at least one irrational number).



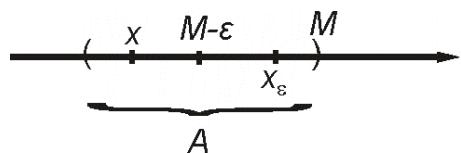
T8. (*Nested intervals Theorem*):

$$\left. \begin{array}{l} \forall (a_n)_{n \geq 1} \subset \mathbb{R}, (b_n)_{n \geq 1} \subset \mathbb{R} \text{ such that :} \\ 1) a_1 \leq a_2 \leq \dots \leq a_n \leq \dots \leq b_n \leq \dots \leq b_2 \leq b_1 \\ 2) \exists \lim_n (b_n - a_n) \text{ and } \lim_n (b_n - a_n) = 0 \end{array} \right\} \Rightarrow \exists! c \in \mathbb{R} \text{ such that } a_n \leq c \leq b_n \ \forall n \geq 1$$

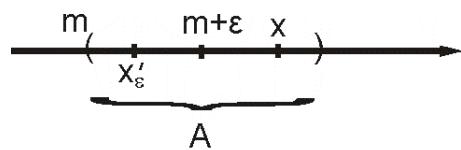
T9. Any nonempty bounded above set (bounded below set, respectively) $A \subset \mathbb{R}$, has a supremum (respectively an infimum).

P10. If $A \subset \mathbb{R}$ and $M \in \mathbb{R}$, then:

$$M = \sup(A) \Leftrightarrow \forall x \in A, x \leq M, \text{ and } \forall \varepsilon > 0, \exists x_\varepsilon \in A \text{ such that } M - \varepsilon < x_\varepsilon.$$



$$m = \inf(A) \Leftrightarrow \forall x \in A, x \geq m, \text{ and } \forall \varepsilon > 0, \exists x'_\varepsilon \in A \text{ such that } m + \varepsilon < x'_\varepsilon.$$



For the *proofs* of above results, see for example [2]. (In this book there are also many *examples*, *solved* and *proposed problems*, which manipulate the notions introduced in the dictionary of the subject and the related results.)

To **summarize** the lesson content and indicate what are the **most important items** a minimal number of *questions* are formulated in the following

2.4. Questionnaire (*Numerical sets*)

- 1). What are the usual *numerical sets*? How can they be described?
- 2). What were the *goals* of the following *extensions*: $\mathbb{N} \subset \mathbb{Z}$ (that is, from set of *natural numbers* to the set of *integers*), $\mathbb{Z} \subset \mathbb{Q}, \mathbb{Q} \subset \mathbb{R}$?

3). How can define the (usual) *order relation* " \leq " on the set \mathbb{R} ? (Note: " \leq " must have the following properties: (R) *reflexivity*, (AS) *antisymmetry* , (T) *transitivity*, where:

(R) $x \leq x, \forall x \in \mathbb{R}$; (AS) $x \leq y$ and $y \leq x \Rightarrow x = y$; (T) $x \leq y$ and $y \leq z \Rightarrow x \leq z$.

4). What is a *totally ordered commutative algebraic field*? (recall what means algebraic "field" and note that "total ordered" means that any two elements x, y are comparable in this field endowed with " \leq ", that is we have or $x \leq y$, or $y \leq x$).

5). Stated in words the previously *axioms* and results from the section 2.3.

6). What are the *properties* of the sequences $(a_n)_n$ and $(b_n)_n$ from *Cantor's axiom*?

7). State the *Cantor's axiom* by using the notion of *intervals*.

8). Show that \mathbb{N} and \mathbb{Z} are *countable*, but \mathbb{R} is *not countable*.

3. Motivation

3.1. Motivation to introduce the *usual numerical sets*

It is well known that the *usual numerical sets* (namely the sets of *natural numbers*, and respectively of *integers*, of *rational numbers*, of *real numbers* and of *complex numbers*) were gradually extended, starting with the set of natural numbers:

$$\mathbb{N} \subset \mathbb{Z} \subset \mathbb{Q} \subset \mathbb{R} \subset \mathbb{C}. \quad (1)$$

So, starting from the set \mathbb{N} of all *natural numbers* (whose introduction has resulted in the counting) reached the set \mathbb{Z} of *integer numbers*, due to the impossibility to resolve in \mathbb{N} some algebraic equations with the coefficients in \mathbb{N} . For example, the equation $x+1=0$ ($\Leftrightarrow x=-1$) has no solution in \mathbb{N} .

Now, starting from the set \mathbb{Z} reached the set \mathbb{Q} of *rational numbers*, due to the impossibility to solve in \mathbb{Z} some algebraic equations with coefficients in \mathbb{Z} . For example, the equation $2x+1=0$ ($\Leftrightarrow x=-\frac{1}{2}$) has no solution in \mathbb{Z} .

Then, starting from the set \mathbb{Q} reached the set \mathbb{R} of *real numbers*, due to the impossibility to solve in \mathbb{Q} some algebraic equations with coefficients in \mathbb{Q} . For example, the equation $x^2-2=0$ ($\Leftrightarrow x=\pm\sqrt{2}$) has no solution in \mathbb{Q} .

(The notion of *real number* is the central notion in mathematics. Can we get real numbers, namely *positive* numbers, and if we measure the length of segments arranged on an axis.)

Finally, starting from the set \mathbb{R} reached the set \mathbb{C} of *complex numbers*, due to the impossibility to solve in \mathbb{R} some algebraic equations with coefficients in \mathbb{R} . For example, the equation $x^2+1=0$ ($\Leftrightarrow x=\pm i$, where $i=\sqrt{-1}$ is the *imaginary unit*) has no solution in \mathbb{R} .

Remarks. In the decimal floating-point representation, positive rational numbers have the decimals (the *fractional part*) in one of the following cases: 1). all decimals are equal to zero (that is the decimal fraction represents an integer); 2). there is only a finite number of nonzero decimals, that is the rational number has a finite decimal expansion; 3). the fractional part is infinite but a part of the decimal expansion is repeating , that is the rational number has a recurring decimal expansion.

A rational number in the situation „3)” is called a *recurring decimal* or a *repeating decimal* and can be so that:

3a) it becomes periodic just after the decimal point

$$(\text{examples: } 0,121212\dots = 0,(12) = \frac{12}{99}, \text{ and } 0,325325325\dots = 0,(325) = \frac{325}{999});$$

3b) its decimal representation becomes periodic not immediately after the decimal point

$$(\text{examples: } 0,1(45) = 0,1454545\dots = \frac{145-1}{990}, \text{ and}$$

$$0,42(0923) = 0,4209230923\dots = \frac{420923-42}{999900}).$$

The main extension in the „chain” (1) of sets is from \mathbb{Q} to \mathbb{R} , the numbers added to the rational numbers, being the *irrational numbers*, that is all numbers in $\mathbb{R} \setminus \mathbb{Q}$.

Remark that the irrational numbers are all real numbers that can not be written as ordinal fractions, that is all real numbers that are not as $\frac{a}{b}$ with $a, b \in \mathbb{Z}$, $b \neq 0$.

In decimal representation, the irrational numbers have an infinite decimal expansion, but there is no part that repeats. Perhaps, the most known irrational numbers are π (= the rate between the length of a cercle and its diameter.), e , and $\sqrt{2}$.

3.2. Motivation for introducing the concepts of *equipotent sets*, *countable sets* and *uncountable sets*

We know that the *set theory* plays a central role in mathematics. When we talk about *finite* sets, things are very clear. Thus for a finite set A , the number of its elements (or its *cardinal number*, denoted by $\text{card } A$) is finite. But if we are talking about *infinite* sets, things become less accessible because our finite minds put limits in our thinking. For example, it is little difficult to understand that the (*infinite*) set of *natural numbers* can be put in one-to-one correspondence (that is element by element) with an own subset that does not contain all natural numbers, for example with the set $2\mathbb{N} = \{2k \mid k \in \mathbb{N}\}$ of even numbers. (Note that $2\mathbb{N} \subset \mathbb{N}$, hence $2\mathbb{N} \neq \mathbb{N}$.)

This has been observed for the first time, it seems, by *Galileo Galilei*. Indeed we can define the function

$f : \mathbb{N} \rightarrow 2\mathbb{N}$ by $f(n) = 2n$, for any $n \in \mathbb{N}$;

of course, this function is *bijection*, that is *injective* ($f(n) = f(m) \Rightarrow n = m$) and *surjective* ($f(\mathbb{N}) = 2\mathbb{N}$, where $f(\mathbb{N}) = \{f(n) | n \in \mathbb{N}\}$). For *finite sets*, this is not possible, that there is no finite set A to be put in one-to-one correspondence with its own subset, B , different than it (that is $B \subset A$, hence $B \neq A$).

(*Galileo Galilei*, 1564–1642, was an *Italian physicist, mathematician, astronomer, and philosopher* who played a major role in the Scientific Revolution – that is the emergence of modern science during the early modern period, when developments in *mathematics, physics, astronomy, biology, medicine, and chemistry* transformed views of society and nature. His achievements include improvements to the telescope and consequent astronomical observations. *Galileo* has been called the "Father of Modern Observational Astronomy", the "Father of Modern Physics", the "Father of Science", and "the Father of Modern Science".)

Georg Cantor was the one who introduced the notion of *equipotent sets*, as being two sets C and D such that there is a bijective function $f : C \rightarrow D$ (which is denoted by $C \sim D$). So we remark that $\mathbb{N} \sim 2\mathbb{N}$, although apparently $2\mathbb{N}$ has fewer elements than \mathbb{N} (because, obviously, $2\mathbb{N} \subset \mathbb{N}$ – indeed, for example, $1 \in \mathbb{N}$ but $1 \notin 2\mathbb{N}$), that is these two sets (\mathbb{N} and $2\mathbb{N}$) can be put in one-to-one correspondence.

(*Georg Ferdinand Ludwig Philipp Cantor*, 1845–1918, was a *German mathematician*, best known as the inventor of *set theory*, which has become a fundamental theory in mathematics; *Cantor* established the importance of *one-to-one correspondence between the members of two sets*, defined *infinite* and proved that the *real numbers* are "more numerous" than the *natural numbers*)

Already know from previous ones, that the sets which can be put in an one-to-one correspondence with \mathbb{N} (for example, $2\mathbb{N}$) are called *countable sets*. It is natural to ask whether "All infinite sets of real numbers are countable?". The answer is "NO!". Hence there are infinite sets which are not countable. For example any interval $((a,b), [a,b), (a,b], [a,b])$ of real numbers, and even the set \mathbb{R} of all real numbers.

Another example illustrating the limits of our finite thinking is related to what is called "the *density of \mathbb{Q}* (set of rational numbers) in \mathbb{R} " (see **P1.** in Introduction). This means that for any real number, there are rational numbers, no matter how close to him. In consequence, representing numbers of \mathbb{R} and those of \mathbb{Q} by points on an axis, we see no difference: "holes" absence due to irrational numbers (that is numbers of $\mathbb{R} \setminus \mathbb{Q}$), like $\sqrt{2}$, do not notice because rational numbers closer together.

3.3. Motivation for the notions of *maximum, minimum, supremum and infimum*

Firstly, we add to the definitions of supremum and infimum (see 2.1.), two other definitions. We recall that any *bounded above* (*bounded below*, respectively) subset of the set of all real numbers has supremum (respectively, *infimum*).

D. If A is a bounded above set, containing its supremum ($\sup(A)$), then this supremum is the *maximum* of A , denoted by $\max(A)$.

D. If A is a bounded below set, containing its infimum ($\inf(A)$), then this infimum is the *minimum* of A , denoted by $\min(A)$.

The idea of motivation that follows was suggested in [5].

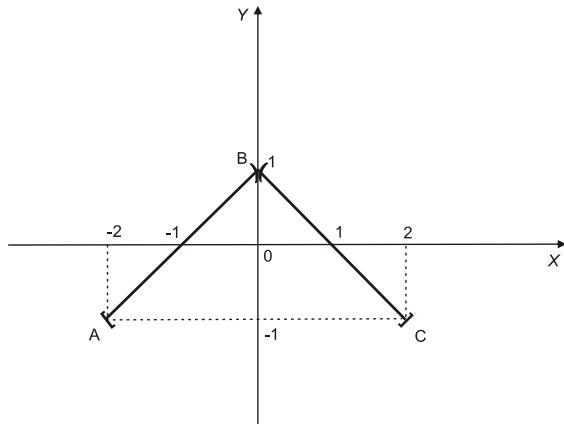
Now we ask what is the *maximum of the function* $f : D \rightarrow \mathbb{R}$, defined by the

$$\text{following formula: } f(x) = \begin{cases} \frac{x^2 + x}{x}, & -2 \leq x < 0 \\ \frac{x}{x}, & 0 < x \leq 2 \end{cases}, \text{ where } D = [-2, 2] \setminus \{0\}$$

or, equivalent, what is the *maximum of the set* $A = \{f(x) | x \in D\}$, of all values of function f , that is the highest value of the set A (if this value exists, in $\mathbb{R}!$).

Observe that :

$$f(x) = \begin{cases} x + 1, & -2 \leq x < 0 \\ -x + 1, & 0 < x \leq 2 \end{cases}$$



Graphical representation of the function f .

The *graph* is composed of segments $[AB)$ and $[CB)$. Observing the graph of above function is obvious that $f(x) \leq 1$ (is true even the strict inequality, that is $f(x) < 1$), for any $x \in D$. In addition, 1 is the smallest number greater than all values $f(x)$ (belonging to the set A).

We could even say that 1 is “the maxim value” of function f . Note however that 1 is not value of this function (because there is no number x in the domain of f , with $f(x) = 1$).

In this case, use the word “supremum” instead of “maximum”. Denote the maximum of the set $A = \{f(x) | x \in [-2, 0) \cup (0, 2]\}$ by $\max(A) = M$ and the supremum of this set by $\sup(A) = s$.

Similarly we can speak about the “minimum” and the “infimum” of the set A (if these elements exist in \mathbb{R}), noting them by $\min(A)=m$, and $\inf(A)=i$, respectively.

It follows: M does not exist, but $s=1$, $m=-1$ and $i=-1$. (The element “ s ” is not reached on the domain of f .)

We observe also that $i \leq s$ (actually $i < s$). Moreover this inequality is because the set A is nonempty.

Remark. Unlike the situation when the set $A \subset \mathbb{R}$ not admits the supremum and/or infimum in $\mathbb{R} = (-\infty, +\infty)$, every nonempty set $A \subseteq \mathbb{R}$ has supremum, s , and infimum, i , in $\mathbb{R} = [-\infty, +\infty]$, with $s \leq +\infty$ and $i \geq -\infty$; hence, possibly, $s = +\infty$ (if the set A is not bounded above in \mathbb{R}) and/or $i = -\infty$ (if the set A is not bounded below in \mathbb{R}). It shows that the set A has supremum and infimum in $\mathbb{R} = (-\infty, +\infty)$, if and only if it is (nonempty and) bounded, that is bounded above and bounded below.

4. Historical Notes

Note that we have found the knowledge for this section, consulting [1], [3], [4], [6], [7], [8], [1'], [7'] and [8'].

Firstly we remember something about *real numbers*, *complex numbers*, *algebraic numbers* and *transcendental numbers*.

A *real number* is a value that represents a quantity along a continuous line. The real numbers include all the *rational numbers*, such as the integer -7 and the fraction $\frac{9}{5}$, and all the *irrational numbers* (such as $\sqrt{2}=1.41421356\dots$, an *irrational algebraic number*, but also, for example, $\pi=3.14159265\dots$, a *transcendental number*). Real numbers can be thought of as points on an infinitely long line called the *number line* or *real line*, where the points corresponding to *integers* are equally spaced. Any real number can be determined by a possibly infinite *decimal representation* such as that of 9.03675 , where each consecutive digit is measured in units one tenth the size of the previous one. The *real line* can be thought of as a part of the *complex plane* and correspondingly, *complex numbers* include real numbers as a special case.

These descriptions of the real numbers are not sufficiently rigorous by the modern standards of pure mathematics. The discovery of a suitably rigorous definition of the real numbers, including the realization that a better definition was needed, was one of the most important developments of 19th century mathematics.

A *complex number* is a number that can be put in the form $a+bi$, where a and b are *real numbers* and i is called the *imaginary unit* ($i^2 = -1$). In this expression, a is called the *real part* and b the *imaginary part* of the complex number. Complex numbers extend the idea of the one-dimensional *number line* to the two-dimensional *complex plane* by using the horizontal axis for the real part and the vertical axis for the imaginary part. The complex number $a+bi$ can be identified with the point (a,b) in the complex plane. A complex number whose real part is zero is said to be *purely*

imaginary, whereas a complex number whose imaginary part is zero is a *real number*. In this way the complex numbers contain the ordinary real numbers while extending them in order to solve problems that cannot be solved with real numbers alone.

An *algebraic number* is a number that is a *root* of a non-zero *polynomial* in one variable with *rational coefficients* (or equivalently, by bringing rational coefficients to the same denominator and then eliminating it, with *integer coefficients*). Numbers (such as π) that are not algebraic are said to be *transcendental*; "almost all" real and complex numbers are transcendental. (Here "almost all" has the sense "all but except a countable set".)

A *transcendental number* is a (possibly *complex*) number that is not algebraic. The most prominent examples of transcendental numbers are π and e . Though only a few classes of transcendental numbers are known (in part because *it can be extremely difficult to show that a given number is transcendental*), transcendental numbers are not rare. Indeed, "almost all" real and complex numbers are transcendental, since the *set of algebraic numbers is countable* while the sets of real and complex numbers are both *uncountable*. All real transcendental numbers are *irrational*, since all rational numbers are algebraic. The converse is not true: not all irrational numbers are transcendental; for example the square root of 2 is irrational but not a transcendental number, since it is a solution of the polynomial equation $x^2 - 2 = 0$.

In the sequel of this section we mention something about history of *real numbers*.

4.1. In Antiquity and pre-Antiquity

Early use of rational numbers in ancient Egypt

Ordinary fractions, that is fractions whose numerators and denominators are integers (for example $\frac{1}{2}, -\frac{3}{4}, -\frac{9}{2}$) were used by the *Egyptians* around the year 1000 BC.

Consideration of the concept of irrational numbers in ancient India

During the ancient scriptures of *Hindu* the geometric manuscript entitled "*Rules of chords*" ("*Sulba Sutras*", around the year 600 BC) includes what may be the first use of *irrational numbers* (numbers that cannot be written in the form of ordinary fractions). The concept of irrationality was implicitly accepted by *Indian* mathematicians in the early period, starting with *Manava* (author of the manuscript "*Sulba Sutras*", 750-690 BC). It is believed that these mathematicians realized that the square root of certain numbers such as 2 and 61 can not be exactly determined. However, *Carl B. Boyer* (1968-see [1]) believed that such statements are unlikely to be true and even that they are not true.

Consideration of the concept of irrational numbers in ancient Greece

Around the year 500 BC, *Greek* mathematicians led by *Pythagoras of Samos* (*Greek* mathematician and philosopher of ionic origin, 570-495 BC, founder of the religious movement, esoteric and metaphysical, known as Pythagoreanism, cult which was considerably influenced by mathematics) realized the need to introduce irrational numbers in mathematics, such as $\sqrt{2}$.

In ancient Greece occurred the first demonstration of the existence of irrational numbers as background reports of two incommensurable segments (two segments which "have" no common extent). This demonstration, erroneously attributed to Pythagoras, is due to *Hippasus of Metapontum* (fifth century BC), pythagorean philosopher who lived about a century after Pythagoras.

At that time Hippasus' ideas were not very well received because they denied the hypothesis that rational numbers and geometry are inseparable, which was later held by *Euclid* (also known as *Euclid of Alexandria*, *Greek* mathematician, often regarded as the "Father of Geometry", lived around 300 BC). We mention that the most important treatise written by Euclid, called *Euclid's Elements*, consisting of 13 books and containing definitions, postulates (axioms), propositions (theorems and constructions) and demonstrations of sentences, is one of the most influential works in the history of mathematics and it has served as the main textbook to teach mathematics (especially geometry), from the time of publication until the end of the nineteenth century and even early twentieth century.

The discovery of the existence of incommensurable segments was related to the passage in time from *discreet* to *continuous*. This is another problem in ancient Greek mathematics. *Zeno of Elea* (*Greek* philosopher, lived in southern Italy, 490-430 BC) was the first to identify contradictions in mathematical thinking time and has formulated four famous paradoxes.

Another step towards awareness of the concept of *irrational number* was made by *Eudoxus of Cnidus* (*Greek* astronomer and mathematician, 410 or 408-355 or 347 BC), who considered both *reports* of *commensurable* and *incommensurable* segments. He was the first to consider the notion of *proportion*.

4.2. In the Middle Ages

The number zero, the negative integers, the rational and the irrational numbers at the Indians, the Chinese and the Arabs

Middle Ages (5th-15th centuries) brought the acceptance of the existence of the *number zero*, *negative numbers* and the concepts of *integer* and *rational number* (also called *fractional number*), first by *Indian* and *the Chinese* mathematicians (in China, mathematics was established as an independent science from the eleventh century).

In addition to these, the *Arab* mathematicians who lived in *Islamic* civilization, roughly between the years 662 and 1600, first treated *rational numbers* as *algebraic*

objects, which was made possible by the development of *algebra*, as a branch of mathematics that uses letters and symbols to represent variables and relations between them (for example equations or inequalities checked by them).

Arabic mathematicians merged the concepts of "number" and "magnitude" (the size of a mathematical object) in a more general concept, that of *real numbers*. *Abū Kamil Shuja ibn Aslam ibn Muhammad Ibn Shujā* (latinized as the Auoquamel, Egyptian Muslim mathematician, c.850-930) was the first to consider *irrational numbers* as solutions of equations of the second degree or the values of the coefficients of such equations, called *radicals* of the second, third or fourth ordinal form.

Muslim mathematicians have also extended the concept of *rational number*, criticizing the ideas of Euclid on reports that compare the sizes of the same type only (for example *lengths* with *lengths* instead of *lengths* with *surfaces*).

In his comments on book 10 of "Elements" of Euclid, in the second half of the ninth century Persian mathematician *Al-Māhāni* examined and classified *quadratic* and *cubic irrational numbers*. (To specify what it means, for example, *quadratic irrational numbers*, we mention that they are the solutions of second degree algebraic equations with rational coefficients, that are like as $\frac{a+b\sqrt{c}}{d}$, where a, b, c and $d \neq 0$ are integers).

In the 9th century, the *Iraqi* mathematician and astronomer, *Ali ibn Sulayman al-Hashimi* (850-900) gave algebraic proofs for the *existence of irrational numbers*, replacing the geometric justifications before. Many of these concepts and many more related to *rational* and *irrational numbers* were accepted by mathematicians in Europe during the twelfth century, when the "great translation" of books written by Arab mathematicians occurred. Such translations and takeovers also took place later, for example, in the thirteenth century, when *Leonardo Fibonacci* took over the *horizontal bar in the fractional notation* used in the twelfth century in the Islamic inheritance jurisprudence. (*Leonardo Pisano Bigollo*, probably 1170-1250, also known as *Leonardo of Pisa*, *Leonardo Pisano*, *Leonardo Bonacci*, *Leonardo Fibonacci*, or, most commonly, simply *Fibonacci*, was an *Italian* mathematician, considered by some "the most talented western European mathematician who lived in the Middle Ages. ").

In 14th, 15th and 16th centuries, the *Kerala school* of astronomy and mathematics in India, discovered infinite series whose *number amounts* are some *irrational numbers* (as π) and some *irrational values* of trigonometric functions.

4.3. In modern times (the sixteenth, the seventeenth and eighteenth centuries)

Modern decimal notation

In the sixteenth century, *Simon Stevin* (Flemish mathematician and military engineer, 1548-1620), who acted in many scientific and engineering domains both theoretical and practical, created the basis for the modern *decimal notation*, insisting

that from this point of view there is no difference between rational and irrational numbers.

The terminology of "real numbers"

In the 17th century, *René Descartes* (latinized *Renatus Cartesius*, philosopher, mathematician and *French* writer, called the Father of Modern Philosophy, 1596-1650) introduced the terminology of "real numbers" to describe the roots of a polynomial, which are different from other numbers that are "imaginary".

4.4. In the eighteenth and nineteenth century

Irrational numbers. Transcendental numbers

In the eighteenth century and nineteenth century there was much work on *irrational numbers* and *transcendental numbers* (the latter being those numbers that are not *algebraic*, that is not roots of a polynomial, non-identically zero, with coefficients in \mathbb{Q} , the set of rational numbers, or equivalent - Why? - with coefficients in the set \mathbb{Z} of integers). *Johann Heinrich Lambert* (Swiss mathematician, physicist, philosopher and astronomer, 1728-1777), was the first who in 1761 gave a demonstration (unfortunately wrong) that the number π can not be rationally (and that e^n and π^n can not be rational, if $n \neq 0$ is a rational number). *Adrien-Marie Legendre* (*French* mathematician with numerous contributions in mathematics, 1752-1833) completed this demonstration in 1794 and showed that there is no rational (positive) number r with $\pi = \sqrt[r]{r}$. The first number to be proven *transcendental* without having been specifically constructed for the purpose was e , by *Charles Hermite* in 1873. (*Charles Hermite*, a *French* mathematician who did research on number theory, quadratic forms, invariant theory, orthogonal polynomials, elliptic functions, and algebra, 1822-1901).

The name "transcendental" comes from *Leibniz, Gottfried Wilhelm von Leibniz* (a *German* mathematician and philosopher, 1646-1716), who in his work of 1682 proved that $\sin x$ is not an *algebraic function* of x .

(An *algebraic function* is a function that can be expressed using a finite number of terms, involving only the algebraic operations, namely addition, subtraction, multiplication, division, and raising to a fractional power; an *algebraic function in one variable* x is a function $y = f(x)$ that satisfies a polynomial equation $a_n(x)y^n + a_{n-1}(x)y^{n-1} + \dots + a_0(x) = 0$ where the coefficients $a_i(x)$ are polynomial functions of x . A function that is not algebraic is called a *transcendental function*).

Euler (a *Swiss* pioneering mathematician and physicist, 1707-1783) was probably the first person who defined *transcendental numbers* in the modern sense.

Joseph Liouville (a French mathematician, 1809–1882) first proved the existence of *transcendental numbers* in 1844, and in 1851 gave the first decimal examples such as the *Liouville constant*

in which the n th digit after the decimal point is 1 if n is equal to $k!$ (k factorial) for some k and 0 otherwise. Liouville showed that this number is what we now call a *Liouville number*; this essentially means that it can be more closely approximated by rational numbers than can any irrational algebraic number. Liouville showed that all Liouville numbers are *transcendental*.

In 1874, *Georg Ferdinand Ludwig Philipp Cantor* (a German mathematician, 1845–1918) proved that the set of *algebraic numbers* is countable and the *real numbers* is uncountable. He also gave a new method for constructing transcendental numbers. In 1878, Cantor published a construction that proves there are as many transcendental numbers as there are real numbers. Cantor's work established the ubiquity of transcendental numbers.

In 1882, *Carl Louis Ferdinand von Lindemann* (a German mathematician, 1852–1939), published a proof that the number π is transcendental. He first showed that e to any nonzero algebraic power is transcendental, and since $e^{i\pi} = -1$ is algebraic (see *Euler's identity*), $i\pi$ and therefore π must be *transcendental*. This approach was generalized by *Karl Theodor Wilhelm Weierstrass* (German mathematician, who is often cited as the "Father of Modern Analysis", 1815 –1897). The transcendence of π allowed the proof of the impossibility of several ancient geometric constructions involving compass and straightedge, including the most famous one, squaring the circle; this is a problem proposed by ancient geometers. (It is the challenge of constructing a square with the same area as a given circle by using only a finite number of steps with compass and straightedge.)

In 1900, *David Hilbert*, (a *German* mathematician, recognized as one of the most influential and universal mathematicians of the 19th and early 20th centuries 1862–1943) posed an influential question about transcendental numbers, *Hilbert's seventh problem*: If a is an algebraic number, that is not zero or one, and b is an irrational algebraic number, is a^b necessarily transcendental? The affirmative answer was provided in 1934 by the *Gelfond–Schneider theorem* (see section 5.2. below). This work was extended by *Alan Baker* (born in 1939, an *English* mathematician) in the 1960s in his work on lower bounds for linear forms in any number of logarithms (of algebraic numbers).

Abel's impossibility theorem

Paolo Ruffini (Italian mathematician and philosopher, 1765-1822), in 1799 and *Niels Henrik Abel* (Norwegian mathematician, 1802-1829), in 1842 gave both, *Abel-Ruffini theorem* demonstrations, also known as the *Abel's impossibility theorem*. This result shows that a polynomial equation of degree greater than or equal to 5 can not be

solved by a general formula which uses only arithmetic operations and root extractions in terms of the coefficients. This unlike the equations of degree 2,3,4; for example, for the quadratic equation $ax^2 + bx + c = 0$, with $a \neq 0$, the roots are $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$.

4.5. In the nineteenth century and twentieth century

Galois theory, a new domain of algebra

Évariste Galois (French mathematician, 1811-1932) developed techniques that can determine when a given equation could be solved by radicals. At only 21 years old, in 1832, he found a *criterion* (that is a *necessary and sufficient condition*) for this problem, opening a new *domain of algebra*, called later *Galois theory*, which provides a connection between *field theory* and *group theory*; certain problems in field theory can be reduced to *group theory*, which is in some sense simpler and better understood.

There exists transcendental numbers

In 1840, *Joseph Liouville* (French mathematician, 1809-1882) showed that the numbers e and e^2 can not be roots of a quadratic equation with coefficients in \mathbb{Z} .

He then established the *existence of transcendental numbers*, the proof was later partially modified (in 1873) by *Georg Philipp Ludwig Ferdinand Cantor* (German mathematician, considered the creator of the *modern theory of sets*, 1845-1918).

In 1873, *Charles Hermite* (French mathematician, 1822-1901) first proved that the number e is transcendental, and *Ferdinand von Lindemann* (German mathematician, 1852-1939) showed in 1882, that π is a transcendental number, too.

The demonstration was much simplified by *Wilhelm Karl Theodor Weierstrass* (German mathematician, 1815-1897, considered the Father of Mathematical Analysis) and still further simplified in 1893 by *David Hilbert* (German mathematician, recognized as one of most influential and universal mathematicians of the nineteenth century and early twentieth century, 1862-1943).

Finally, the same demonstration (the fact that π is transcendental number) became elementary, due to the contribution of *Adolf Hurwitz* (German mathematician, 1837-1912).

Real numbers set - uncountable. Algebraic numbers set - countable

In the eighteenth century, the development of *differential calculus* used the whole *set of real numbers* without this set clearly defined. The first rigorous definition was given in 1871 by *Georg Ferdinand Ludwig Philipp Cantor* (1845-1918, German mathematician, best known for having invented *set theory*, which has become a fundamental theory in mathematics).

In 1874, he showed that the set \mathbb{R} of *real numbers* is *infinite and uncountable*, (that is it can not be put in bijective correspondence with the set of natural numbers \mathbb{N} or, equivalently, its elements can not be enumerated). Also, *Cantor* showed that the set of *algebraic numbers* (numbers that are roots of a non-identically zero polynomial equation, with rational coefficients) is *infinite* and *countable* (that is it can be put in bijective correspondence with \mathbb{N}).

5. Open problems concerning the real numbers

Motivation of considering the issue "Open problems concerning the real numbers" and some *conjectures* comes from the fact that solving these problems may take hundreds of years and even millenia, leading mathematicians go further and leading to the development of mathematics.

In this section, the references are [3], [5], [6], [7], [8], [3'], [7'] and [8'].

5.1. Open problems concerning *perfect numbers*

The oldest (apparently) famous unsolved problems come from number theory and refer to *perfect numbers* (*J.R. Goldman*, 1998-see [5]).

A natural number n is called a *perfect number* if the sum $\sigma(n)$ of all its divisors except n is equal to n , that is $\sigma(n)=n$.

Examples of perfect numbers:

6, 28, 496, 8128, 33550336, 8589869056, 137438691328.

(Indeed, for example, $6 = 2 \cdot 3$ and all its divisors except 6 are 1, 2 and 3, their sum being even 6: $1 + 2 + 3 = 6$).

The numbers listed above are the first 7 perfect numbers. These numbers grow fast enough. Ranked number 12 has 77 digits!

It is noted that the first 12 perfect numbers are all even numbers. The question naturally is: "Are there any odd perfect numbers?"

Question has not yet received a response and is apparently the *oldest known unsolved problem* in mathematics.

Another unsolved problem requires an answer to another question: "There are an infinite number of perfect numbers?".

Now we refer to:

A short history of perfect numbers

It seems that it is not known exactly who first studied perfect numbers, but it certainly happened in ancient times once the idea of "number" aroused curiosity. Thus, perfect numbers were known by *Pythagoras* and his followers. However the name "perfect" due to these mathematicians and was chosen because of the mystical properties of such a number. So the name *perfect numbers* has religious or astrological origins. Thus, the first two perfect numbers are 6 and 28, and the earth was "created"

in six days and Moon needs 28 days to surround the Earth. Perfect numbers have been studied by the ancient Hebrew. *Rabbi Joseph ben Jekuda Ankin* in the twelfth century, recommends the study of perfect numbers in his book "Healing Souls"

Greek mathematician *Euclid of Alexandria* (300-275 BC) noted that if the number $2p-1$ is prime, then $2^{p-1}(2^p - 1)$ is a perfect number. It took 2000 years to show that all even perfect numbers are of this form. Around the year 100 (AD), *Nicomachus of Gerasa* (60–120, an important mathematician in the ancient world), in his book "Introduction to Arithmetic", gave a classification of numbers based on the concept of perfect number. He also pointed to the first 4 perfect numbers. Nicomachus introduced also *superabundant numbers*, or *numbers deficits* that are the numbers n with $\sigma(n) > n$, respectively $\sigma(n) < n$.

Greek philosopher *Theon of Smyrna* (70-135) around the year 130, also classified natural numbers in: *perfect, superabundant and deficits*.

In the second millennium, many mathematicians have studied perfect numbers. Among them:

1) *René Descartes* (1596-1660, latinized, *Renatus Cartesius*, French philosopher, mathematician and writer; he is considered the Father of *Modern Philosophy* and *Analytic Geometry*, which is a mathematical discipline that studies the geometry with algebra methods);

2) *Leonhard Euler* (1707-1783, Swiss mathematician and physicist, considered to be the dominant force of mathematics of the eighteenth century and one of the most distinguished mathematicians and scientists of all time);

3) *James Joseph Sylvester* (1814-1897, English mathematician with special contributions in *matrix theory*, *number theory* and *combinatorics*, regarded as the leader of American mathematics in the later half of the nineteenth century).

Note that in "1)" of section "6." we will give a script file for find perfect numbers.

5.2. Open problems concerning some *irrationals numbers*

Firstly we ask the following question: *Are there irrational numbers $a, b \in \mathbb{R} \setminus \mathbb{Q}$ such that a^b is a rational number?*

The answer of this question is „Yes!”. To justify this take $a = b = \sqrt{2}$. If $a^b = (\sqrt{2})^{\sqrt{2}}$ would be rational, then the above answer is justified. If $(\sqrt{2})^{\sqrt{2}}$ would be irrational, then taking $a = (\sqrt{2})^{\sqrt{2}}$ and $b = \sqrt{2}$ it follows that $a^b = ((\sqrt{2})^{\sqrt{2}})^{\sqrt{2}} = \sqrt{2}^2 = 2$.

Remark. Although the solution above can not decide between the two cases, Gelfond-Schneider's theorem shows that $(\sqrt{2})^{\sqrt{2}}$ is transcendental, hence irrational.

The statement of *Gelfond-Schneider theorem* is the following: *If a and b are algebraic numbers, $a \neq 0$, $a \neq 1$ and b is not a rational number then a^b is a transcendental number.*

It is known that the real numbers: $3\pi + 2$, $\pi + \sqrt{2}$, $e\sqrt{3}$ are irrational numbers even transcendental numbers, also it is known that the number e^π is irrational.

The following problems are open problems.

1) It is not known if the numbers $\pi + e$ and $\pi - e$ are or not irrationale numbers. More generally, there is no pair of nonzero integers (m,n) which to know whether $m\pi + ne$ is or not irrational.

2) It is also not known whether or not πe , $\frac{\pi}{e}$, 2^e , π^e , $\pi^{\sqrt{2}}$, π^π , e^{π^2} , 2^e , e^e , $\ln \pi$

and the number $\gamma = \text{constant}_\text{Euler-Mascheroni}$ are or not irrationale numbers. *Euler's constant* (also called the *Euler-Mascheroni's constant*) is a mathematical constant recurring in analysis and number theory, usually denoted by the Greek letter γ .

It is defined as the limiting difference between the harmonic series and the natural logarithm:

$$\gamma = \lim_n \left(\sum_{k=1}^n \frac{1}{k} - \ln n \right).$$

Note that in "3)" of section "6." we give a *computer program* that will find rational approximations to the numbers listed above.

6. Computer programs related to numerical sets

Now we will present some computer programs related to our subject. All these computer programs use Scilab (see [2']).

Scilab is free and open source software for numerical computation providing a powerful computing environment for engineering and scientific applications. It is available under GNU/Linux, Mac OS X and Windows XP/Vista/7. Scilab includes hundreds of mathematical functions. It has a high level programming language allowing access to advanced data structures, 2-D and 3-D graphical functions. We could define a script file (may contain only Scilab executable statements or both executable statements and function definitions) or a function file (*function* opens a function definition, *endfunction* closes a function definition).

1) Here is presented a way to find *perfect numbers* by using a script file. The idea to use the square root of n is key to its speed, because when we get to searching for perfect numbers that have magnitude of around 10000, this will cut out 99% of the search time (i.e., we would only be searching over candidate divisors between 2 and 100, instead of between 2 and 10000).

```
n_max = 10000; // Limit search range for perfect numbers
n = 1; // Initialize perfect number candidate
```

```

c = 0; // Perfect number counter is set to 0
while ((c <= n_max) & (n < n_max))
    n = n + 1;
    d1 = 1; // I is always a divisor
    d2 = [1]; // I is always in the list of low divisors
    d3 = []; /The list of high divisors starts out empty
    d4 = 2 : floor(sqrt(n));
    for d = d4
        if pmodulo(n,d) == 0 // Two divisors of n have been found:d and n / d.
        d5 = n / d;
        d1 = d1 + d + d5;
        d2 = [d2, d];
        d3 = [d5, d3];
    end
end
if d1 == n
    disp(n)
    disp(['It has these divisors:'])
    disp([d2 d3])
    disp(' ')
    c = c + 1;// Perfect number count increases by 1
end
end

```

The results are shown in the following table.

| Perfect numbers | |
|---------------------|---|
| Perfect numbers n | d |
| 6 | 1,2,3 |
| 28 | 1,2,4,7,14 |
| 496 | 1,2,4,8,16,31,62,124,248 |
| 8128 | 1,2,4,8,16,32,64,127,254,508,1016,2032, |

Note. d is an arbitrary divisor of n , $d \neq n$, that is, $d \in \sigma(n)$.

2) In the following we will talk about the notion of *computable numbers* (see [5']) which are the real numbers that can be computed to within any desired precision by a finite, terminating algorithm. The computable numbers include *real numbers* which appear in practice, as well as e , π , and many other transcendental numbers. For example, to compute π , you could use one of the known *approximation algorithms*. The calculator will try to calculate π with an accuracy of increasingly higher and this implies more digits to the screen, thing is only possible if we had an unlimited amount of memory.

But exist numbers that are non-computable. A *number* is *non-computable* if there is no program that prints its infinite decimal expansion (adding trailing zeros if a finite expansion is possible). Irrational numbers, with an infinite number of decimal places that can not be displayed by a computer program, are non-computable numbers. Question was raised as proving the existence of non-computable numbers, and the key to this thing is that there are more real numbers than computer programs. It is quite surprising considering that the set of real numbers and the set of computer programs are both infinite sets. The set computer programs that can display computable numbers is poorer than non-computable set of numbers.

The set *all possible computer programs* is an unusual example of a countable set. The argument for this is that every computer program is a finite sequence of symbols from a finite set of symbols. So the set S_n of all computer programs with a length n is finite. After reunion of all sets S_n of this type we obtain the set of all computer programs $S = \bigcup_{n \geq 0} S_n$.

The set of all computer programs is countable, then we can assign a different integer for each program. For example, depending on length, we denote the shortest schedule 1, next 2, etc. If there are several programs of the same length, we sort lexicographically programs and we assign integers, in that order.

Unlike computer programs set, real numbers set is not countable. Georg Cantor was the one who showed in various ways that there is no way to assign a real number to a natural number.

There exists numbers that cannot be computed by any computer program.

3) It is sometimes desirable to *approximate irrational numbers* by simple rational numbers, which are fractions whose numerator and denominator are integers.

The following *computer program*, which uses a function type file, returns two integers n the "numerator" and d the "denominator", and the output argument "approx" returns the fraction n/d , in this way we can find "simple" rational approximations of an irrational number.

```

function[approx,d,n]=approxfrac
(r, precision)
a = floor(r);
r = r - a;
p1 = 0; q1 = 1;
p2 = 1; q2 = 1;
b = p1+p2;
d = q1+q2;
while abs(r-b/d) > precision,
    if r>b/d,
        p1 = b; q1 = d;
        else
            p2 = b; q2 = d;
        end
        b = p1+p2;
        d = q1+q2;
        n=a*d+b;
        approx=n/d;
    end
endfunction

```

Using this program we have determined integers whose fraction gives an approximation with an error of 0.000001 of the numbers who are the subject of the open problem described earlier (see 5.2.). The results are shown in the following table.

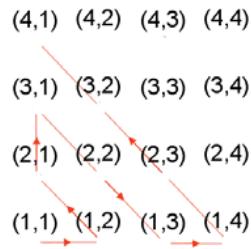
| Irrational numbers | | | |
|--------------------|-----------|-------------|------------------------------|
| Numbers | Numerator | Denominator | Approximate fraction numbers |
| π | 355 | 113 | 3.141592 |
| πe | 2579 | 302 | 8.539734 |
| π/e | 7325 | 6338 | 1.155727 |
| γ | 13221 | 2009 | 6.580886 |
| π^{γ} | 44267 | 1971 | 22.459157 |
| $\pi^{\sqrt{5}}$ | 13815 | 2737 | 5.047497 |
| π^{γ} | 36124 | 991 | 36.462159 |
| $e^{\pi^{\gamma}}$ | 72191995 | 3734 | 19333.689073 |
| e^e | 11199 | 739 | 15.154263 |
| $\ln \pi$ | 1922 | 1679 | 1.144729 |
| C | 228 | 395 | 0.5772152 |

4) In the following we highlight that the set \mathbb{Q} of *rational numbers* is *countable*. This property of \mathbb{Q} allows us to say that although the set \mathbb{Q} is dense in \mathbb{R} - see P1. in 2.3. - however it is quite sparse according, for example, to [6']. Indeed the set of real numbers and the set of irrational numbers are not countable. There is no way to assign a different integer to each real number or irrational number. Below is an intuitive diagram that should tell us how to do this counting for the set of rational numbers, the method known under the name of Cantor's enumeration of a countable collection of countable sets.

$$\begin{array}{ccccccc}
 & \frac{1}{1} \rightarrow \frac{1}{2} & \frac{1}{3} \rightarrow \frac{1}{4} \dots \frac{1}{n} \dots & & & & \\
 & \swarrow & \nearrow & \searrow & & & \\
 & \frac{2}{1} & \left(\frac{2}{2} \quad \frac{2}{3} \quad \frac{2}{4} \dots \frac{2}{n} \dots \right) & & & & \\
 & \downarrow & \nearrow & \swarrow & & & (\alpha) \\
 & \frac{3}{1} & \frac{3}{2} & \frac{3}{3} & \frac{3}{4} \dots \frac{3}{n} \dots & & \\
 & & \swarrow & & & & \\
 & \frac{4}{1} & \frac{4}{2} & \frac{4}{3} & \frac{4}{4} \dots \frac{4}{n} \dots & &
 \end{array}$$

We remark that the rational $\frac{a}{b}$ numbers in (α) related by arrows and situated on the same "diagonal" are exactly those such that $a+b=p$ with $p=3, 4, 5\dots$

Also, we will identify the fraction $\frac{a}{b}$ with the couple (a,b) (ordered pair). In this way we have put every point (a,b) in one-to-one correspondence with the set of natural numbers. The diagram below illustrates this process of counting.



We will give a *computer program* that counts a number of fractions selected by us. Fractions having not *numerators* and *denominators* as *coprime numbers* between them will be identified using *Euclid's algorithm* and will be eliminated from the count. (Recall that two integers n, d are said to be *coprime*, or *relative prime*, if the only positive integer that divides both of them is 1. Also, we mention that *Euclid's algorithm*, or *Euclidean algorithm*, is an efficient method for computing the greatest common divisor of two integers. It is named after the *Greek* mathematician *Euclid* ~300 BC. This algorithm starts with a pair of positive integers and forms a new pair that consists of the smaller number and the difference between the larger and smaller numbers. The process repeats until the obtained numbers are equal. The number then is the *greatest common divisor* of the original pair.)

```

function [x]=frac(n, d)
    x = (n*%o)/(d*%o);
endfunction
function [n1]=euclid(n1, n2)
    // n1 and n2 are positive integers
    if n2 > n1
        tem = n2; n2 = n1; n1 = tem; // to ensure n1>=n2
    end
    r = pmodulo(n1, n2); // remainder when n2 divides n1
    n1 = n2; n2 = r;
    while r ~= 0
        r = pmodulo(n1, n2);
        n1 = n2; n2 = r;
    end
endfunction
write(%io(2),"");
write(%io(2),'Define the set of fractions.');
write(%io(2),'The maximum value for the numerator: ','(a)');

```

```

a=read(%io(1),1,1);
write(%io(2),' The maximum value for the denominator: ','(a)');
b=read(%io(1),1,1);
write(%io(2),"");
write(%io(2),'Define the fraction of the set.');
write(%io(2),'Numerator: ','(a)');
count_a=read(%io(1),1,1);
write(%io(2),'Denominator: ','(a)');
count_b=read(%io(1),1,1);
write(%io(2),"");
count=0
found=0
if (count_a~==count_b) then
    y=euclid(count_a,count_b);
    if (y~==1) then
        count_a=count_a/y;
        count_b=count_b/y;
    end
end
for i=1:a
    for j=1:b
        x=euclid(i,j);
        if (i==j)|(x==1) then
//            current_frac = frac(i, j);
//            disp(current_frac);
            count=count+1;
            if (i==count_a)&(j==count_b) then
                write(%io(2),'Fraction has index: ','(a)');
                write(%io(2),count,'(f10.0)');
                found=1
            end
        end
    end
end
if (found==0) then
    write(%io(2),'Fraction does not belong to the set defined above. ','(a)');
end

```

Applying this program for fractions having numerators and denominators smaller or equal to 10 were returned the following results, which appear in the table below. Near to each fraction is writing its ordering number.

Indexing fractions

| $\frac{1}{1} \rightarrow 1$ | $\frac{1}{2} \rightarrow 2$ | $\frac{1}{3} \rightarrow 3$ | $\frac{1}{4} \rightarrow 4$ | $\frac{1}{5} \rightarrow 5$ | $\frac{1}{6} \rightarrow 6$ | $\frac{1}{7} \rightarrow 7$ | $\frac{1}{8} \rightarrow 8$ | $\frac{1}{9} \rightarrow 9$ | $\frac{1}{10} \rightarrow 1$ |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| $\frac{2}{1} \rightarrow 11$ | $\frac{2}{2} \rightarrow 1$ | $\frac{2}{3} \rightarrow 13$ | $\frac{2}{4} \rightarrow 2$ | $\frac{2}{5} \rightarrow 14$ | $\frac{2}{6} \rightarrow 3$ | $\frac{2}{7} \rightarrow 15$ | $\frac{2}{8} \rightarrow 4$ | $\frac{2}{9} \rightarrow 16$ | $\frac{2}{10} \rightarrow 5$ |
| $\frac{3}{1} \rightarrow 17$ | $\frac{3}{2} \rightarrow 18$ | $\frac{3}{3} \rightarrow 1$ | $\frac{3}{4} \rightarrow 20$ | $\frac{3}{5} \rightarrow 21$ | $\frac{3}{6} \rightarrow 2$ | $\frac{3}{7} \rightarrow 22$ | $\frac{3}{8} \rightarrow 23$ | $\frac{3}{9} \rightarrow 3$ | $\frac{3}{10} \rightarrow 24$ |
| $\frac{4}{1} \rightarrow 25$ | $\frac{4}{2} \rightarrow 11$ | $\frac{4}{3} \rightarrow 26$ | $\frac{4}{4} \rightarrow 1$ | $\frac{4}{5} \rightarrow 28$ | $\frac{4}{6} \rightarrow 13$ | $\frac{4}{7} \rightarrow 29$ | $\frac{4}{8} \rightarrow 2$ | $\frac{4}{9} \rightarrow 30$ | $\frac{4}{10} \rightarrow 14$ |
| $\frac{5}{1} \rightarrow 31$ | $\frac{5}{2} \rightarrow 32$ | $\frac{5}{3} \rightarrow 33$ | $\frac{5}{4} \rightarrow 34$ | $\frac{5}{5} \rightarrow 1$ | $\frac{5}{6} \rightarrow 36$ | $\frac{5}{7} \rightarrow 37$ | $\frac{5}{8} \rightarrow 38$ | $\frac{5}{9} \rightarrow 39$ | $\frac{5}{10} \rightarrow 2$ |
| $\frac{6}{1} \rightarrow 40$ | $\frac{6}{2} \rightarrow 17$ | $\frac{6}{3} \rightarrow 11$ | $\frac{6}{4} \rightarrow 18$ | $\frac{6}{5} \rightarrow 41$ | $\frac{6}{6} \rightarrow 1$ | $\frac{6}{7} \rightarrow 43$ | $\frac{6}{8} \rightarrow 20$ | $\frac{6}{9} \rightarrow 13$ | $\frac{6}{10} \rightarrow 21$ |
| $\frac{7}{1} \rightarrow 44$ | $\frac{7}{2} \rightarrow 45$ | $\frac{7}{3} \rightarrow 46$ | $\frac{7}{4} \rightarrow 47$ | $\frac{7}{5} \rightarrow 48$ | $\frac{7}{6} \rightarrow 49$ | $\frac{7}{7} \rightarrow 1$ | $\frac{7}{8} \rightarrow 51$ | $\frac{7}{9} \rightarrow 52$ | $\frac{7}{10} \rightarrow 53$ |
| $\frac{8}{1} \rightarrow 54$ | $\frac{8}{2} \rightarrow 25$ | $\frac{8}{3} \rightarrow 55$ | $\frac{8}{4} \rightarrow 11$ | $\frac{8}{5} \rightarrow 56$ | $\frac{8}{6} \rightarrow 26$ | $\frac{8}{7} \rightarrow 57$ | $\frac{8}{8} \rightarrow 1$ | $\frac{8}{9} \rightarrow 59$ | $\frac{8}{10} \rightarrow 28$ |
| $\frac{9}{1} \rightarrow 60$ | $\frac{9}{2} \rightarrow 61$ | $\frac{9}{3} \rightarrow 17$ | $\frac{9}{4} \rightarrow 62$ | $\frac{9}{5} \rightarrow 63$ | $\frac{9}{6} \rightarrow 18$ | $\frac{9}{7} \rightarrow 64$ | $\frac{9}{8} \rightarrow 65$ | $\frac{9}{9} \rightarrow 1$ | $\frac{9}{10} \rightarrow 67$ |
| $\frac{10}{1} \rightarrow 68$ | $\frac{10}{2} \rightarrow 31$ | $\frac{10}{3} \rightarrow 69$ | $\frac{10}{4} \rightarrow 32$ | $\frac{10}{5} \rightarrow 11$ | $\frac{10}{6} \rightarrow 33$ | $\frac{10}{7} \rightarrow 70$ | $\frac{10}{8} \rightarrow 3$ | $\frac{10}{9} \rightarrow 71$ | $\frac{10}{10} \rightarrow 1$ |

7. An application in engineering with a computer program

The main application of the concept of a *countable set* in engineering is in *electrical engineering*, namely the conversion from analog to digital (A/D conversion) of a *signal*. In fact, this conversion is the reduction of a continuous signal to a discrete signal, what is known as *sampling*.

Actually, *sampling* appears in *signal processing*, which is an area of systems engineering, electrical engineering and applied mathematics that deals with operations on or analysis of signals, or measurements of time-varying or spatially-varying physical quantities. (Signals of interest can include *sound*, *electromagnetic radiation*,

images, and sensor data, for example biological data such as electrocardiograms, control system signals, telecommunication transmission signals, and many others.) For example, it is known that digital signal is required for storage and/or transmission of a signal.

A common example of sampling is the conversion of a *sound wave* (a continuous signal) to a set of *samples* (a discrete-time signal). A *sample* refers to a value or set of values at a point in time and/or space. A *sampler* is a subsystem or operation that extracts samples from a continuous signal.

A theoretical *ideal sampler* produces samples equivalent to the instantaneous values of the continuous signal at the desired points.

To be more clearly, in electrical engineering, a (continuous) function like $f(t) = \cos t$, where t is the time in seconds, is referred to as an *analog signal*. To *digitize* the signal, we sample $f(t)$ every Δt seconds (Δt being called the *sampling interval*), to form a **countable set**:

$$D = \{f(\Delta t), f(2 \Delta t), f(3 \Delta t), \dots, f(n \Delta t), \dots\}.$$

(It is obviously that the set D is countable, because we can easily determined an one-to-one correspondence between \mathbb{N} and D , namely the function g which maps each nonzero natural number n in $f(n \Delta t)$).

For example, sampling $f(t) = \cos t$, of every $\Delta t = 0.1$ seconds produces the set:

$$\left\{ \cos \frac{1}{10}, \cos \frac{2}{10}, \cos \frac{3}{10}, \dots, \cos \frac{n}{10} \right\}.$$

A computer program for an ideal sampler

In the following examples we will give the first 38 terms of a sampling of a signal every Δt seconds and the graphs of respective functions represented by using the values obtained by sampling.

We can write a mathematical expression for the *voltage signal* as a function of *time* denoted for example by $f(t)$. If the signal is sinusoidal, a general form of the $f(t)$ is the following

$$f(t) = A \sin(\omega t + \varphi).$$

The signal has three parameters: the *amplitude* A , the *angular frequency* ω and the *phase angle* φ .

Amplitude (in volts) of a sinusoidal signal is the largest value it takes (the sine function has the values in the interval $[-1, 1]$ so that $f(t)$ takes its values in the interval $[-|A|, |A|]$).

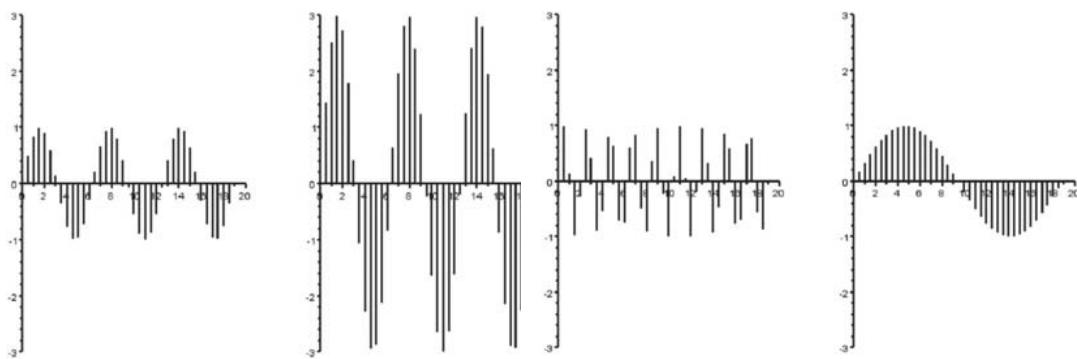
Angular frequency (in hertz or cycles/s) is a parameter that determines how often the sinusoidal signal goes through a cycle.

Phase angle (in radians) is the initial angle of a sinusoidal function at its origin.

The following four images represent in the "usual manner" some first terms of a sampling of the signals respectively modeled by the following functions:

- I) a) $f(t) = \sin t$, $\Delta t = 0.5$ ($A = 1$, $\omega = 1$, $\varphi = 0$); b) $f(t) = 3 \sin t$, $\Delta t = 0.5$ ($A = 3$, $\omega = 1$, $\varphi = 0$);
 c) $f(t) = \sin 3t$, $\Delta t = 0.5$ ($A = 1$, $\omega = 3$, $\varphi = 0$); d) $f(t) = \sin\left(\frac{t}{3}\right)$, $\Delta t = 0.5$ ($A = 1$, $\omega = \frac{1}{3}$, $\varphi = 0$).

The *usual manner* to plot the sampling of these signals is *by vertical bars*, corresponding of all magnitudes of f in the points $n \cdot \Delta t$. (The maximum of these magnitudes is the *amplitude* of this signal.)



$\sin(t)$

$3\sin(t)$

$\sin(3t)$

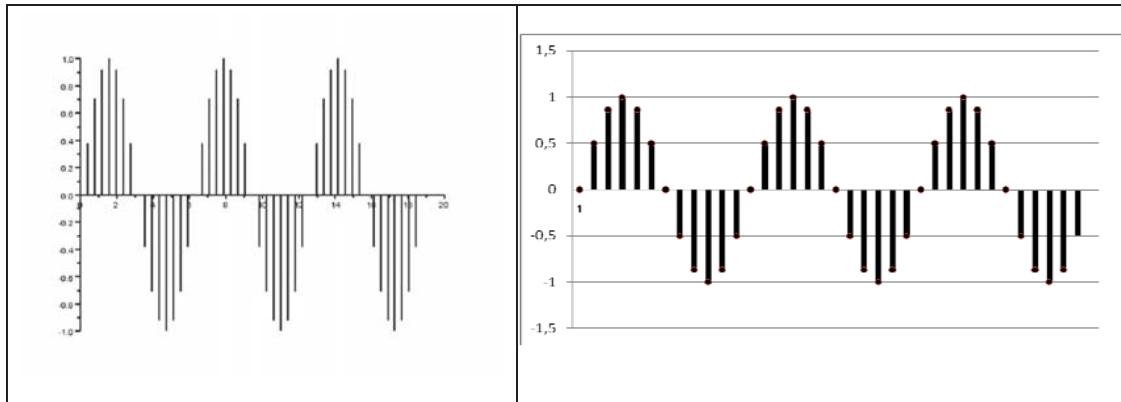
$\sin\left(\frac{t}{3}\right)$

Graphical Representation of Sinusoidal Signals

```
t=0:0.5:6*pi;
x=sin(t);y=sin(3*t);z=3*sin(t);u
=sin(t/3)
subplot(2,2,1)
a=gca()
a.thickness=2;
a.x_location = "origin";
a.y_location = "origin";
a.data_bounds=[0,-3;20,3]
plot2d3('gnn',t,x)
subplot(2,2,2)
a=gca()
a.thickness=2;
a.x_location = "origin";
a.y_location = "origin";
a.data_bounds=[0,-3;20,3]
plot2d3('gnn',t,y)
subplot(2,2,3)
a=gca()
a.thickness=2;
a.x_location = "origin";
a.y_location = "origin";
a.data_bounds=[0,-3;20,3]
plot2d3('gnn',t,z)
subplot(2,2,4)
a=gca()
a.thickness=2;
a.x_location = "origin";
a.y_location = "origin";
a.data_bounds=[0,-3;20,3]
plot2d3('gnn',t,u)
```

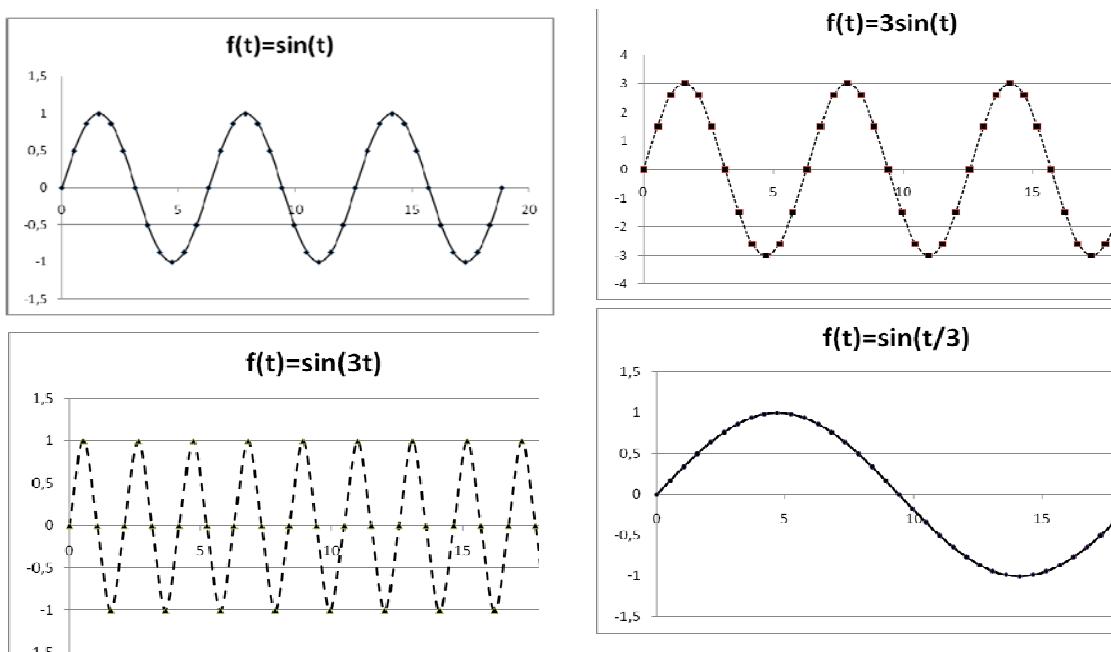
A new approach to teach mathematics for engineers (1). *Numerical sets*

Now we consider the first sampling for $f(t) = \sin t$ and figure the points at extremities of vertical bars, extremities which are not on the horizontal axis. These points that appear in this illustration form a subset of a *countable set*.



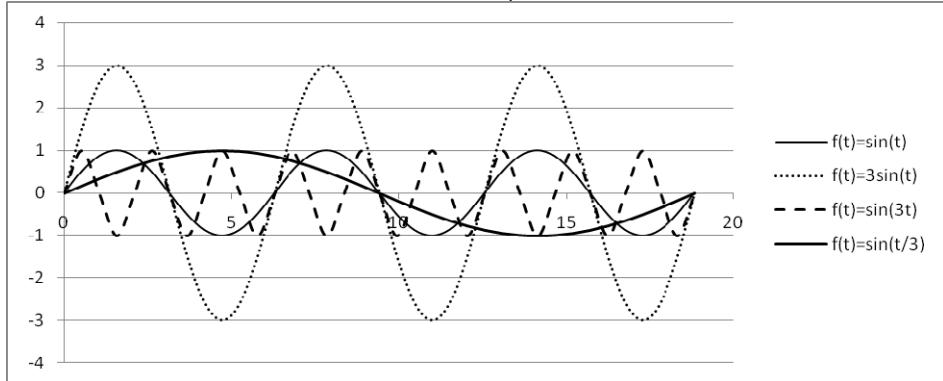
Graphical Representation of $\sin t$

Next, we retain only points figured in the last illustration and we figure curve that is found, that is the graph of the function $\sin t$. Do the same with other signals that is $3\sin t$, $\sin 3t$, $\sin\left(\frac{t}{3}\right)$, respectively.



In the following image are represented all four original sinusoidal signals not sampled. It is easy to see that are the *amplitudes* and the *angular frequencies* of these signals. Remark that all these signals are *periodic*. Their *fundamental periods* are related to their angular frequencies; indeed, is well known that the fundamental period

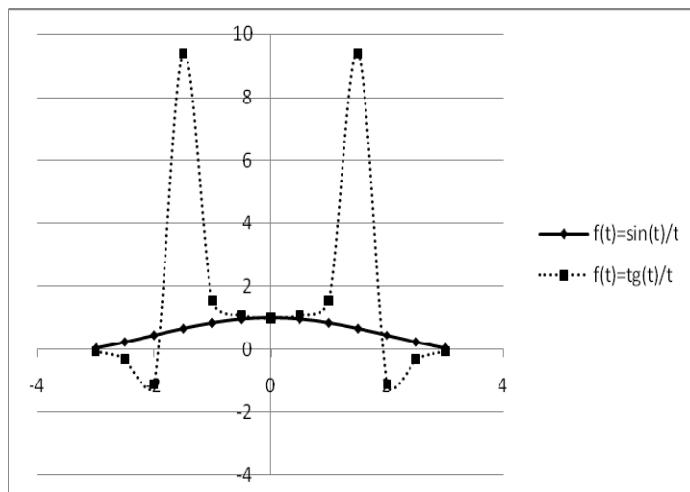
of the sinusoid $f(t) = A \sin(\omega t + \phi)$ is $\frac{2\pi}{\omega}$. So the fundamental periods for $\sin t$, $3\sin t$, $\sin 3t$, $\sin \frac{t}{3}$ are 2π , 2π , $\frac{2\pi}{3}$ and $\frac{2\pi}{\frac{1}{3}} = 6\pi$ respectively.



II) a) $f(t) = \frac{\sin t}{t}$, $\Delta t = 0.5$; b) $f(t) = \frac{\tan t}{t}$, $\Delta t = 0.5$;

If the sinusoidal signals above are periodic signals, that is they repeat in time, in the sequel we have some *not periodic signals* (sinusoidal signals aren't always the most interesting kind of signals). The next two signals are modeled as $\frac{\sin t}{t}$ and $\frac{\tan t}{t}$.

The points marked on these graphs are sampling of the corresponding signals. In fact for each signal these points form a subset of a *countable set*. Remark that $\lim_{t \rightarrow 0} \frac{\sin t}{t} = 1 = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{\tan t}{t}$ (known in mathematical analysis as "fundamental limits").



III) a) $f(t) = t^2$, $\Delta t = 0.5$; b) $f(t) = (t+2)^2$, $\Delta t = 0.5$; c) $f(t) = (t-2)^2$, $\Delta t = 0.5$;
d) $f(t) = t^2 + 2$, $\Delta t = 0.5$; e) $f(t) = t^2 - 2$, $\Delta t = 0.5$.

The following image is for five *second-order polinomial signals*. These functions are represented in the same reference axes. Note that the graphs of these signals (in their original forms, that is not sampled) can be obtained by *translating* the graph of the function $f(t) = t^2$. Indeed, we can obtain $(t+2)^2$, $(t-2)^2$, $t^2 + 2$, $t^2 - 2$ by translating $f(t)$ with two units to the *left*, to the *right*, *up* and *down*, respectively.

8. Conclusion

This paper proves that *teaching mathematics in a technical university* can sometimes be quite *difficult*. This is because the classical exposure, just technique is not enough. *Without sacrificing rigor*, we can increase *availability* and *attractiveness* of exposure adding some *informal* parties. And is not easy, for example, that notions that appear in these parties have themselves an *informal description* as to be understood by persons who are not specialists in the field of pure or applied mathematics.

But the *biggest challenge* of teaching mathematics for engineers is that of finding a *common language* between mathematics and engineering disciplines. Therefore, step by step, persons who teach mathematics should indentify *punctual applications* in technical disciplines. Our paper illustrates *how we can do* this for one of concepts presented, namely the notion of *countable set*.

Some graphical representations accompanied by a computer program performs a *suggestive application* for what means a "countable set", namely *samplings* of some (not necessarily periodic) *signals*. We can also "see" that two of the fundamental limits of the elementary mathematical analysis, namely $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x}$ and $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\operatorname{tg} x}{x}$ have value 1.

The subject also gives us the opportunity to suggest what the geometric transformation called *translation* can be applied to generate a class of graphics from a *fundamental* one. Three main reasons led us to the need to consider the *approximation* of some well-known real (irrational) numbers by rationals:

- 1) Real numbers underlying mathematics.

2) We can not talk today about engineering design without the use of computers

3) Irrational numbers are represented approximately in a computer and running programs uses sometimes these approximations (although some irrationals can be manipulated to obtain often "exact" results).

And, because the set of *rational numbers* (who serve as material of these approximations) is a beautiful *example* of a *countable set*, a computer program transcribes the most common proof of this. (This proof is based on *Cantor's enumeration of a countable collection of countable sets*.)

As a *final conclusion*, the construction of our work follows some connected ideas: using *mathematics* and *computer science* in *engineering*, sets of *real numbers* and the *representation* of reals in a *computer*, the *approximation* of irrational numbers by *rationals*, the *countability* of the set of *rationals* and of the set of *computer programs*; and, in consequence, our choice to find an application of the concept of *countable set*, in *engineering*.

References

- [1] C.B. Boyer, "A History of Mathematics", New York, Wiley 1968; second ed. rev. by Uta C. Merzbach, New York, Wiley , 1989.
- [2] R.-M. Dăneț, F. Voicu, S.V., Dilimoț-Niță, I. Popescu, M.-V. Popescu, "Modern Course of Mathematical Analysis" (Curs modern de analiză matematică), Editura Matrix Rom, București, 2009.
- [3] C.H. Edwards, "The historical development of the calculus", Springer, 1982.
- [4] A.O. Gelfand, "Transcendental and algebraic numbers", Dover Phoenix editions (1952, 1960), New York, Dover Publications, ISBN 978-0-486-49526-2, MR 0057921.
- [5] J. R. Goldman, "The Queen of Mathematics, a hystorically motivated guide to number theory", A. K. Peters, Wellesley, Massachusetts, 1998.
- [6] V.J. Katz, "Ideas of Calculus in Islam and India", Mathematics Magazine (Mathematical Association of America) 68 (3), 163-174, 1982.
- [7] M. Kline, "Mathematical Thought from Ancient to Modern Times", vol.1, New York, Oxford University Press, 1972.
- [8] G. Matvievskaya, "The Theory of Quadratic Irrationals in Medieval Oriental Mathematics", Annals of the New York Academy of Sciences 500, 253-277.
- [9] R.S. Strichartz, "The Way of Analysis", Jones and Barlett Publishers, Canada West, Toronto, Barb House, London U.K., 2000, ISBN 0-7637-1497-6.

Internet sources

- [1'] E.W. Weisstein, "Pi", "ρ", "Transcedental Number", from Mathworld
- [2'] www.scilab.org/scilab/about
- [3'] www.stackoverflow.com/questions/9866196
- [4'] www.math.purdue.edu/academic/files/courses/2007_fall/MA301/Ma301Ch6.pdf
- [5'] www.igoro.com/archive/numbers-that-cannot-be-computed/
- [6'] F. E. Su, et al. "Rationals Dense but Sparse", Math. Fun Facts <www.math.hmc.edu/funfacts>
- [7'] Bibliographical references that are free, to biographical articles and articles defining some notions, from Wikipedia, the free encyclopedia.
- [8'] Bibliographical references that are free, to biographical articles and articles defining some notions, from Wolfram Mathworld

Captatoare solare plane cu absorbtie. Aspecte energetice

Solar collectors flat absorption. Energy issues

Florin Iordache

Universitatea Tehnică de Construcții București – Facultatea de Inginerie a Instalațiilor
Bd-ul Pache Protopopescu Nr. 66, sector 2, București, Romania
E-mail: fliord@yahoo.com

Abstract: This paper presents the global thermal balance for flat solar collector absorber to establish temperatures the key components collector (absorber plate and transparent elements). It aims to establish the influence which the various elements of the physical parameters of the gas board and transparent and transparent elements have on capture efficiency and finally the absorption performance flat collectors. The results are presented both numerically and graphically.

Keywords: solar collector, thermal balance

Rezumat: In lucrare se prezinta bilanturile termice globale aferente captatoarelor solare plane cu absorbtie in vederea stabilirii temperaturilor componentelor reprezentative ale captatorului (placa absorbanta si elemente transparente). Se urmarestabilirea influentei pe care diversii parametrii fizici ai elementelor transparente si gazului dintre placa si elementele transparente o au asupra randamentului de captare si in final asupra performantelor captatoarelor plane cu absorbtie. Rezultatele obtinute sunt prezentate atat numeric cat si grafic.

Cuvinte cheie: captator solar, bilant termic

1. Introducere

Captatoarele solare plane cu absorbtie reprezinta componenta principala a instalatiilor neconventionale de preparare a apei calde de consum care utilizeaza

energia solară, ele fiind sursa de energie termică regenerabilă. Este important în consecința sa să se acorde o atenție sporită în vederea realizării unor randamente ridicate. Lucrarea noastră se axează pe cîteva aspecte de tehnologie aferente acestor echipamente, cum ar fi coeficientii de absorbtie și reflexie a suprafetelor placii captatorului și elementului transparent și importanța numărului de elemente transparente. Pe baza bilanțurilor termice în regim stational aferente elementelor constructive menționate se stabilesc temperaturile acestora și în continuare fluxurile termice incidente, utile și disipate în diferite variante constructiv-funcționale ale acestor echipamente. Pe baza bilanțurilor termice aferente elementelor componente s-a stabilit modelul matematic care permite prin rezolvarea să urmărească comportamentul termic aferent captatorului. S-au elaborat 3 programe de simulare a comportamentului termic aferent captatoarelor solare cu absorbtie, care permit și evaluarea indicatorilor energetici reprezentativi și s-au reprezentat grafic rezultatele obținute.

2. Procese de transfer termic aferente captatoarelor solare cu absorbtie

O prima structură de captator solar analizată a fost cea cu un singur element transparent. În prima fază s-a considerat că prin captatorul solar este vehiculat un debit de agent termic, fig. 2.1.

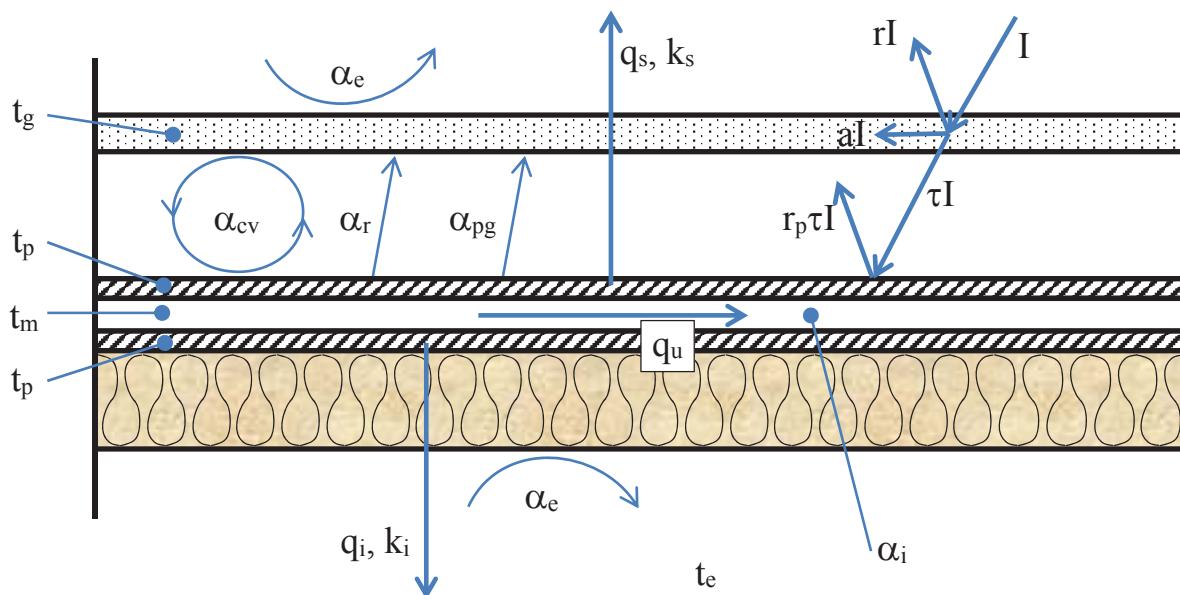


Fig. 2.1 - Schema fonomenologică a fluxurilor de caldura la un captator solar cu circulație de agent termic

Bilanturile termice in regim stationar aferente elementelor componente principale ale captatorului solar.

- Bilantul termic in regim stationar al elementului transparent :

$$\alpha_{pg} \cdot (t_p - t_g) + \alpha_e \cdot (t_e - t_g) + \alpha_{ag} \cdot I = 0 \quad (2.1)$$

- Bilantul termic in regim stationar al placii captatoare :

$$\alpha_{pg} \cdot (t_g - t_p) + k_i \cdot (t_e - t_p) + \alpha_i \cdot (t_m - t_p) + \alpha_{ap} \cdot \tau \cdot I = 0 \quad (2.2)$$

Temperatura medie a agentului termic in interiorul captatorului va fi in cazul de fata o valoare parametrica functie de care performantele captatorului depinde. In relatiile (2.1) si (2.2) este necesar sa precizam expresiile a doi coeficienti de transfer termic derivati si anume :

α_{pg} – coeficient de transfer termic global (convectie+radiatie) intre placa si geam ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$). Are expresia : $\alpha_{pg} = \frac{1}{2} \cdot \alpha_{cv} + \alpha_r$ (2.3)

k_i – coeficient global de transfer termic la partea inferioara a captatorului solar ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$). Are expresia : $k_i = \left(\frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}} + \frac{1}{\alpha_e} \right)^{-1}$ (2.4)

τ - coeficientul de transparenta al geamului (-). Are expresia :

$$\tau = 1 - \alpha_{ag} - \alpha_{rg} \quad (2.5)$$

Se observa ca relatiile (2.1) si (2.2) formeaza un sistem de ecuatii cu 2 necunoscute acestea fiind t_p si t_g . Prelucrand relatiile (2.1) si (2.2) se obtine sistemul de ecuatii algebrice :

$$\begin{aligned} -\alpha_{pg} \cdot t_p + (\alpha_{pg} + \alpha_e) \cdot t_g &= \alpha_e \cdot t_e + \alpha_{ag} \cdot I \\ (\alpha_{pg} + k_i + \alpha_i) \cdot t_p - \alpha_{pg} \cdot t_g &= k_i \cdot t_e + \alpha_i \cdot t_m + \alpha_{ap} \cdot \tau \cdot I \end{aligned} \quad (2.6)$$

Sau vectorial :

$$\begin{pmatrix} -\alpha_{pg} & (\alpha_{pg} + \alpha_e) \\ (\alpha_{pg} + k_i + \alpha_i) & -\alpha_{pg} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} t_p \\ t_g \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_e \cdot t_e + \alpha_{ag} \cdot I \\ k_i \cdot t_e + \alpha_i \cdot t_m + \alpha_{ap} \cdot \tau \cdot I \end{pmatrix} \quad (2.7)$$

Rezulta :

$$\begin{pmatrix} t_p \\ t_g \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\alpha_{pg} & (\alpha_{pg} + \alpha_e) \\ (\alpha_{pg} + k_i + \alpha_i) & -\alpha_{pg} \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} \alpha_e \cdot t_e + \alpha_{ag} \cdot I \\ k_i \cdot t_e + \alpha_i \cdot t_m + \alpha_{ap} \cdot \tau \cdot I \end{pmatrix} \quad (2.8)$$

Tot in cadrul acestui tip constructiv de captator solar s-a mai analizat separat si situatia in care debitul de agent termic vehiculat prin captator este nul (nu circula agent termic prin captatorul solar). In aceasta situatie desigur si energia termica utila este nula si placa captatoare se va incalzi la o astfel de temperatura incat pierderile termice sa fie egale cu energia incidenta si absorbita pe placa. Nivelul temperaturii realizeate in aceasta situatie pe placa captatoare si coeficientul global de transfer termic sunt in aceasta situatie indicatorii de performanta energetica.

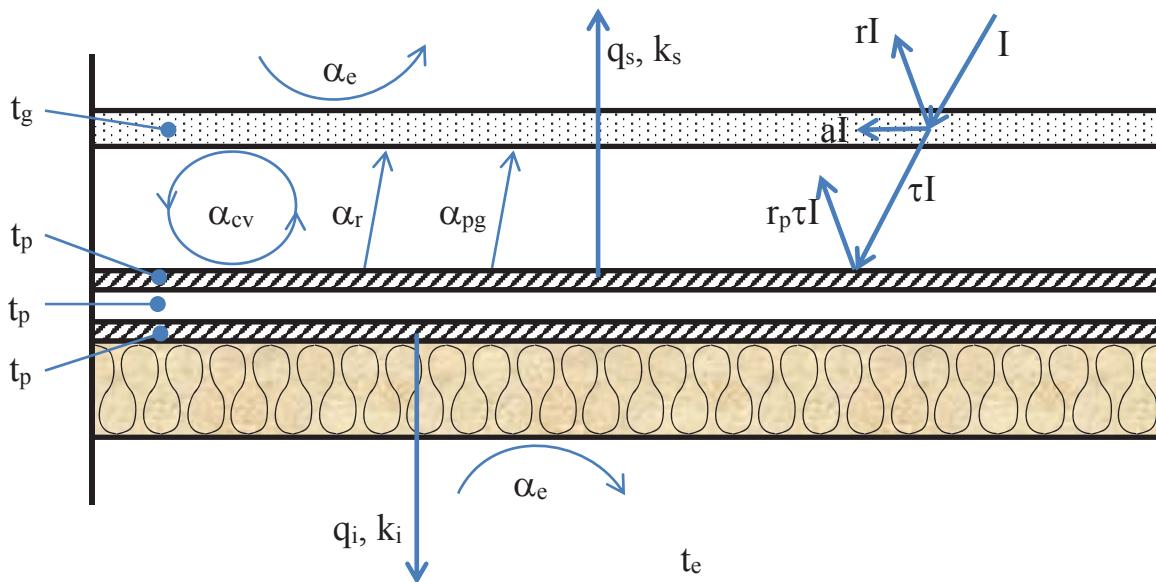


Fig. 2.2 - Schema fonomenologica a fluxurilor de caldura la un captator solar fara circulatie de agent termic

Ecuatiile de bilant termic ale celor doua componente componente sunt :

- Bilantul termic in regim stationar al elementului transparent :

$$\alpha_{pg} \cdot (t_p - t_g) + \alpha_e \cdot (t_e - t_g) + \alpha_{ag} \cdot I = 0 \quad (2.9)$$

- Bilantul termic in regim stationar al placii captatoare :

$$\alpha_{pg} \cdot (t_g - t_p) + k_i \cdot (t_e - t_p) + \alpha_{ap} \cdot \tau \cdot I = 0 \quad (2.10)$$

Prelucrand relatiile (2.9) si (2.10) se obtine sistemul de ecuatii algebrice :

$$\begin{aligned} -\alpha_{pg} \cdot t_p + (\alpha_{pg} + \alpha_e) \cdot t_g &= \alpha_e \cdot t_e + \alpha_{ag} \cdot I \\ (\alpha_{pg} + k_i) \cdot t_p - \alpha_{pg} \cdot t_g &= k_i \cdot t_e + \alpha_{ap} \cdot \tau \cdot I \end{aligned} \quad (2.11)$$

Sau vectorial :

$$\begin{pmatrix} -\alpha_{pg} & (\alpha_{pg} + \alpha_e) \\ (\alpha_{pg} + k_i) & -\alpha_{pg} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} t_p \\ t_g \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_e \cdot t_e + \alpha_{ag} \cdot I \\ k_i \cdot t_e + \alpha_{ap} \cdot \tau \cdot I \end{pmatrix} \quad (2.12)$$

Si ultimul caz analizat a fost cel al captatorului solar plan cu absorbtie cu doua elemente transparente

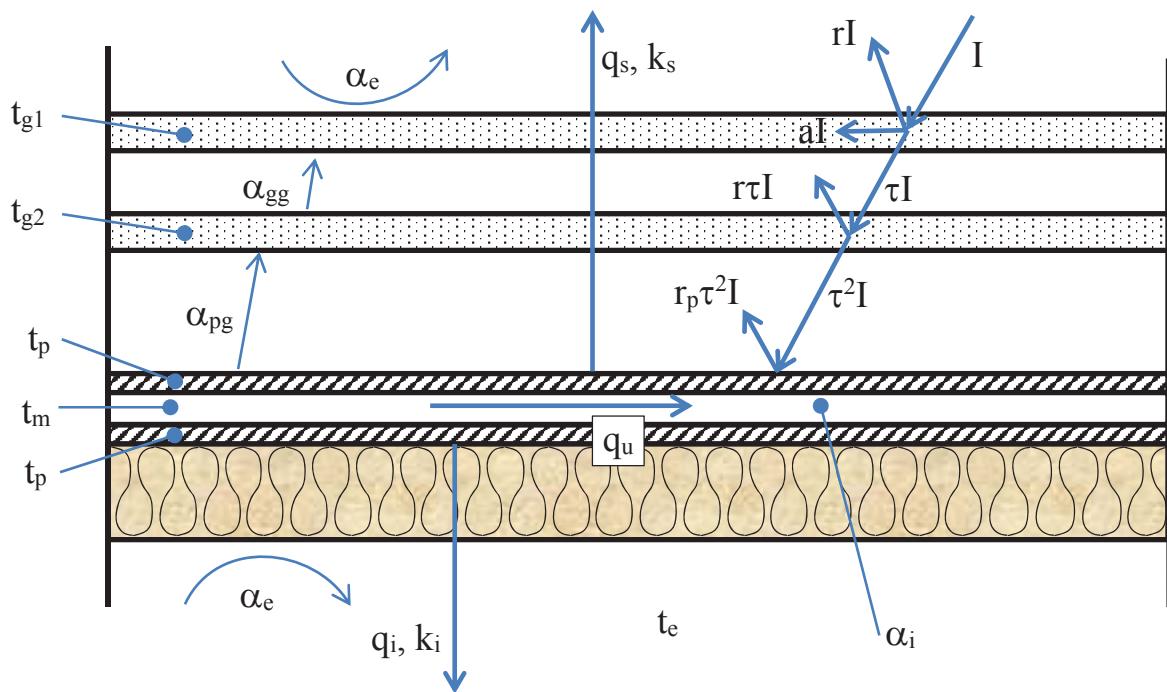


Fig. 2.3 - Schema fonomenologica a fluxurilor de caldura la un captator solar cu double glazing, cu circulatie de agent termic

La fel ca si in celelalte situatii se porneste de scrierea ecuatiilor de bilant termic in regim stationar pentru fiecare din cele 3 elemente caracterizate de temperaturi diferite ale acestui sistem : cele doua elemente transparente si placă absorbanta. Astfel :

Bilantul termic in regim stationar al geamului exterior :

$$\alpha_{gg} \cdot (t_{g2} - t_{g1}) + \alpha_e \cdot (t_e - t_{g1}) + \alpha_{ag1} \cdot I = 0 \quad (2.13)$$

Bilantul termic in regim stationar al geamului interior :

$$\alpha_{gg} \cdot (t_{g2} - t_{g2}) + \alpha_{pg} \cdot (t_p - t_{g2}) + \alpha_{ag2} \cdot \tau \cdot I = 0 \quad (2.14)$$

Bilantul termic in regim stationar al placii absorbante :

$$\alpha_{pg} \cdot (t_{g2} - t_p) + \alpha_i \cdot (t_m - t_p) + k_i \cdot (t_e - t_p) + \alpha_{ap} \cdot \tau^2 \cdot I = 0 \quad (2.15)$$

Prelucrand ecuatiile de bilant termic se obtine sistemul de 3 ecuatii algebrice cu 3 necunoscute :

$$\begin{aligned} (\alpha_e + \alpha_{gg}) \cdot t_{g1} - \alpha_{gg} \cdot t_{g2} &= \alpha_e \cdot t_e + \alpha_{ag1} \cdot I \\ -\alpha_{gg} \cdot t_{g1} + (\alpha_{gg} + \alpha_{pg}) \cdot t_{g2} - \alpha_{pg} \cdot t_p &= \alpha_{ag2} \cdot \tau \cdot I \\ -\alpha_{pg} \cdot t_{g2} + (\alpha_{pg} + \alpha_i + k_i) \cdot t_p &= k_i \cdot t_e + \alpha_i \cdot t_m + \alpha_{ap} \cdot \tau^2 \cdot I \end{aligned} \quad (2.16)$$

Care vectorial se scrie sub forma :

$$\begin{pmatrix} (\alpha_e + \alpha_{gg}) & -\alpha_{gg} & 0 \\ -\alpha_{gg} & (\alpha_{gg} + \alpha_{pg}) & -\alpha_{pg} \\ 0 & -\alpha_{pg} & (\alpha_{pg} + \alpha_i + k_i) \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} t_{g1} \\ t_{g2} \\ t_p \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_e \cdot t_e + \alpha_{ag1} \cdot I \\ \alpha_{ag2} \cdot \tau \cdot I \\ k_i \cdot t_e + \alpha_i \cdot t_m + \alpha_{ap} \cdot \tau^2 \cdot I \end{pmatrix} \quad (2.17)$$

Se poate si in acest caz analiza situatia regimului static (fara circulatie de agent termic prin captator) insa in aceasta faza nu s-a considerat necesar.

3. Randamente aferente captatoarelor solare cu absorbtie

Relatia (2.8) este relatia de baza pe care s-a construit primul instrument operativ de calcul care a permis si evaluarea performantelor energetice ale acestui tip de captator solar. S-au analizat urmatoarele variante constructive.

Varianta 1 :

Placa :

Coeficient absorbtie radiatie luminoasa : 0.6;

Coeficient emisivitate in infraroșu : 0.2;

Glazing :

Coeficient absorbtie radiatie luminoasa : 0.002;

Coeficient reflexie radiatie luminoasa : 0.22;

Coeficient emisivitate in infrarosu : 0.7;

Varianta 2 :

Placa :

Coeficient absorbtie radiatie luminoasa : 0.92;

Coeficient emisivitate in infrarosu : 0.2;

Glazing :

Coeficient absorbtie radiatie luminoasa : 0.002;

Coeficient reflexie radiatie luminoasa : 0.22;

Coeficient emisivitate in infrarosu : 0.7;

In ceea ce priveste tehnologia tinta, aceasta are cativa parametrii imbunatatiti, astfel :

Varianta 3 :

Placa :

Coeficient absorbtie radiatie luminoasa : 0.92;

Coeficient emisivitate in infrarosu : 0.1;

Glazing :

Coeficient absorbtie radiatie luminoasa : 0.002;

Coeficient reflexie radiatie luminoasa : 0.02;

Coeficient emisivitate in infrarosu : 0.1;

Rezultatele energetice asociate acestor variante descrise sunt prezentate in tabelul si figura de mai jos :

Tabel 3.1 : Randamente captator solar

| Varianta Tehnologie | Placa | Agent termic | | |
|------------------------|--------|--------------|---------|---------|
| | | tm=30°C | tm=50°C | tm=70°C |
| V1 | 0,4668 | 0,4463 | 0,3554 | 0,2513 |
| V2 | 0,7158 | 0,6922 | 0,6007 | 0,4961 |
| V3 | 0,8998 | 0,8813 | 0,8136 | 0,7372 |

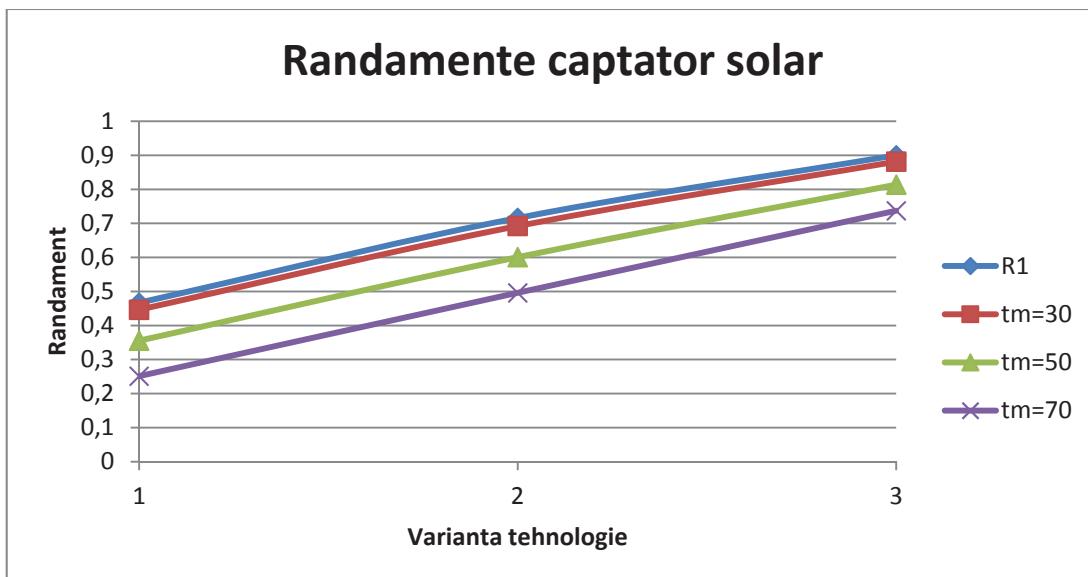


Fig. 3.1

Cum trebuie citit tabelul si figura de mai sus. De exemplu in cazul variantei tehnologice 1 se va retine 47% din energia luminoasa incidenta placa absorbanta a captatorului solar si se transforma in energie termica (restul de 53% reintorcandu-se in mediul exterior tot sub forma de energie luminoasa). In continuare, se observa ca daca temperatura medie a agentului termic este de 30 °C, 2% se pierde catre mediul exterior sub forma de energie termica si 45% se capteaza la nivelul agentului termic. Daca temperatura medie a agentului termic este de 50 °C, 11% se pierde catre mediul exterior sub forma de energie termica si 36% se capteaza la nivelul agentului termic, iar daca temperatura medie a agentului termic este de 70 °C, 22% se pierde catre mediul exterior sub forma de energie termica si 25% se capteaza la nivelul agentului termic. Se observa ca in cazul variantei 3 se va retine 90% din energia luminoasa incidenta pe placa absorbanta a captatorului solar si se transforma in energie termica (restul de 10% reintorcandu-se in mediul exterior tot sub forma de energie luminoasa). In continuare, se observa ca daca temperatura medie a agentului termic este de 30 °C, 2% se pierde catre mediul exterior sub forma de energie termica si 88% se capteaza la nivelul agentului termic. Daca temperatura medie a agentului termic este de 50 °C, 9% se pierde catre mediul exterior sub forma de energie termica si 81% se capteaza la nivelul agentului termic, iar daca temperatura medie a agentului termic este de 70 °C, 16% se pierde catre mediul exterior sub forma de energie termica si 74% se capteaza la nivelul agentului termic. Concluzia este ca o tehnologie performanta de realizare se justifica prin performantele energetice obtinute.

In situatia captatorului solar cu un element transparent insa fara circulatie de agent termic rezultatele obtinute in cele 3 variante prezentate sunt :

Tabelul 3.2 : Performantele captatorului solar in regim static

| Parametru | Varianta 1 | Varianta 2 | Varianta 3 |
|-------------|------------|------------|------------|
| epsp (-) | 0,2 | 0,2 | 0,1 |
| aap (-) | 0,6 | 0,92 | 0,92 |
| epsg (-) | 0,7 | 0,7 | 0,1 |
| aag (-) | 0,002 | 0,002 | 0,002 |
| arg (-) | 0,22 | 0,22 | 0,02 |
| tE (oC) | 115 | 145,9 | 219,8 |
| kc (W/mp.K) | 3,27 | 3,58 | 2,78 |
| q (W/mp) | 280 | 429 | 539 |

Se observa ca varianta 1 este cea mai slaba ei corespunzandu-i temperatura echivalenta cea mai scazuta, o valoare a coeficientului global de transfer de caldura ceva mai ridicat si un flux termic disipat corespunzator, mai scazut, in timp ce in cazul variantei 3, temperatura echivalenta are o valoare ridicata, coeficientul global de transfer de caldura mai scazut si un flux termic disipat ridicat.

Trecand in continuare la cel de al treilea model analizat si anume la captatorul solar cu doua elemente transparente, aici s-au analizat numai rezultatele variantelor 1 si 3, rezultate care sunt prezentate in tabelul de mai jos :

Tabelul 3.3 – Performantele captatorului solar doubleglazing

| Param | u.m. | V1 | V1 | V1 | V3 | V3 | V3 |
|-----------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| tm | (°C) | 30 | 50 | 70 | 30 | 50 | 70 |
| t _E | (°C) | 145,6 | 133 | 125,5 | 413 | 368 | 348 |
| k _c | (W/m ² .K) | 1,82 | 2,04 | 2,19 | 1,15 | 1,3 | 1,38 |
| t _p | (°C) | 30,21 | 50,2 | 70,12 | 30,44 | 50,41 | 70,38 |
| t _{g2} | (°C) | 27,75 | 35,8 | 44,5 | 28,92 | 39,25 | 49,94 |
| t _{g1} | (°C) | 26,41 | 28,2 | 30,3 | 26,23 | 27 | 27,94 |
| q _u | (W/m ²) | 210,6 | 169 | 121,8 | 441 | 414 | 384 |
| q _p | (W/m ²) | 7,7 | 49,4 | 96,6 | 5 | 31,8 | 61,3 |
| q _a | (W/m ²) | 218,3 | 218,3 | 218,3 | 446 | 446 | 446 |
| q _s | (W/m ²) | 4,47 | 31,06 | 63,1 | 1,73 | 13,25 | 27,6 |
| q _i | (W/m ²) | 3,2 | 18,35 | 33,5 | 3,37 | 18,54 | 33,71 |
| R ₁ | (-) | 0,36 | 0,36 | 0,36 | 0,74 | 0,74 | 0,74 |
| R ₂ | (-) | 0,97 | 0,77 | 0,56 | 0,99 | 0,93 | 0,86 |
| R ₃ | (-) | 0,35 | 0,28 | 0,20 | 0,73 | 0,69 | 0,64 |

Se observa in mod clar aportul calitatii parametrilor aferenti placii captatoare si al elementelor transparente

4. Importanta coeficientilor de reflexie ai radiatiei luminoase ale glazingului si ale placii

Trebuie sa facem mentiunea ca in ceea ce priveste suprafata transparenta se pot evidenția doi coeficienți de reflexie ai radiatiei luminoase și anume unul aferent suprafetei superioare (exterioare), r_{gs} , și unul aferent suprafetei inferioare, r_{gi} . Coeficientul superior r_{gs} (în care putem îngloaga și absorbtia radiatiei solare) determină transparenta glazingului, și anume :

$$\tau = 1 - r_{gs} \quad (4.1)$$

Iar coeficientul de reflexie al placii absorbante determină coeficientul de absorbtie al acesteia, a_p .

Fluxul termic unitar captat la nivelul placii absorbante este dacă tinem seama de reflexiile multiple între placa absorbantă și glazing :

$$\begin{aligned} q_a &= a_p \cdot \tau \cdot I + r_p \cdot r_{gi} \cdot a_p \cdot \tau \cdot I + r_p^2 \cdot r_{gi}^2 \cdot a_p \cdot \tau \cdot I + \dots = \\ &= (1 + r_p \cdot r_{gi} + r_p^2 \cdot r_{gi}^2 + \dots) \cdot a_p \cdot \tau \cdot I = \frac{1}{1 - r_p \cdot r_{gi}} \cdot a_p \cdot \tau \cdot I = \\ &= \frac{1}{1 - (1 - a_p) \cdot r_{gi}} \cdot a_p \cdot \tau \cdot I \end{aligned} \quad (4.2)$$

O tratare mai simplă conduce la evaluarea fluxului termic unitar captat la nivelul placii absorbante, ca fiind :

$$q_{ar} = a_p \cdot \tau \cdot I \quad (4.3)$$

Rezulta că între cele două valori relația de legătură este :

$$q_a = \frac{1}{1 - (1 - a_p) \cdot r_{gi}} \cdot q_{ar} \quad (4.4)$$

Din forma relației (4.4) se observă că cu cat raportul din relația (4.4) are o valoare mai mare cu atât tratarea simplă (redusa), aproximează mai slab valoarea reală a fluxului absorbit. Raportul din relația (4.4) are o valoare mai mare cu cat numitorul sau este mai subunitar adică cu cat coeficientul de absorbtie al placii captatoare (a_p) are

o valoare mai mica si cu cat coeficientul de reflexie al fetei inferioare a glazingului (r_{gi}) are o valoare mai mare. Daca, invers, absorbtia suprafetei placii absorbante este mare si reflexia fetei inferioare a glazingului este mica atunci aplicarea relatiei reduse pentru evaluarea fluxului termic unitar este pe deplin acceptabila.

5. Concluzii

Obiectivul urmarit a fost legat de componentelete de captare a energiei solare : placa absorbanta, glazing. S-au definit doua categorii de randamente de captare si s-a urmarit dependenta acestora de : coeficientul de absorbtie al radiatiei solare de catre placa absorbanta, coeficientul de emisie al radiatiei infrarosii al placii absorbante, de coeficientul de reflexie al radiatiei solare al glazing-ului si de coeficientul de emisie al radiatiei infrarosii al fetei interioare a glazing-ului. Rezultatele sunt concretizate in tabelul 3.1 si figura 3.1. Rezolvarea s-a facut pe baza scrierii bilanturilor termice pentru placa captatoare si pentru glazing, astfel incat evaluare celor doua categorii de randamente s-a facut numeric. Tendintele ce trebuie urmarite sunt :

- valoare cat mai ridicata a coeficientului de absorbtie a radiatiei solare;
- valori cat mai scazute a coeficientilor de emisie a radiatiei in infrarosu a placii si glazing-ului;

Mai concret, aici s-au analizat doua situatii distincte si anume :

- situatia in care captatorul solar se gaseste in regim de captare (de functionare);
- situatia in care captatorul solar este oprit si placa captatoare se incalzeste excesiv fiind doar expusa radiatiei solare si neracite de agentu termic;

In prima situatie mentionata s-au putut defini doua categorii de randamente : randamentul de captare la nivelul placii captatoare care este de fapt factorul optic al captatorului si randamentul de captare la nivelul agentului termic vehiculat. Cel de al doilea randament este de fapt cel esential insa el depinde direct de primul. Valorile celor doua categorii de randamente sunt indicatorii energetici care permit analiza parametrilor mentionati.

In a doua situatie indicatorii energetici sunt reprezentati de temperatura echivalenta si coeficientul global de transfer termic al captatorului. Primul indicator trebuie sa fie cat mai mare iar al doilea cat mai mic. Din aceasta insa a doua situatie nu se poate pune in evidenta randamentul de captare propriu-zis.

In capitolul 4 se analizeaza structura relatiei de evaluare a fluxului termic captat la nivelul placii absorbante. Se remarcă faptul că cu cat coeficientul de absorbtie al placii captatoare (a_p) are o valoare mai mica si cu cat coeficientul de reflexie al fetei inferioare a glazingului (r_{gi}) are o valoare mai mare. Daca, invers, absorbtia suprafetei placii absorbante este mare si reflexia fetei inferioare a glazingului este mica atunci aplicarea relatiei reduse pentru evaluarea fluxului termic unitar este acceptabila.

Lista de notatii

t_m – temperatura medie a agentului termic pe captator, °C;

t_e – temperatura exterioara, °C;

I – intensitatea globala a radiatiei soare, W/mp;

α, a_p - coeficient de absorbtie in vizibil al placii absorbante, -;

τ - transparenta glazingului, -;

α_i – coeficient de transfer termic convectiv la curgerea fortata a agentului termic prin teava, W/mp.K;

α_e – coeficientul de transfer termic convectiv la exteriorul captatorului solar, W/mp.K;

k_i – coeficientul global de transfer termic inferior al captatorului, W/mp.K;

k_s - coeficientul global de transfer termic superior al captatorului, W/mp.K;

q_s – fluxul termic unitar disipat la partea superioara a captatorului, W/m²;

q_i – fluxul termic unitar disipat la partea inferioara a captatorului, W/m²;

r, r_{gs} – coeficientul de reflexie la fata superioara a glazingului, -;

r_{gi} – coeficientul de reflexie la fata inferioara a glazingului, -;

t_g – temperatura glazing, °C;

t_p – temperatura placa absorbanta, °C;

t_{g1} – temperatura glazing exterior, °C;

t_{g2} – temperatura glazing intermediar, °C;

α_{cv} – coeficient de transfer termic convectiv intre placa si geam, W/m².K;

α_r – coeficient de transfer termic radiant intre placa si geam, W/m².K;

α_{pg} – coeficient de transfer termic convectiv-radiant intre placa si geam, W/m².K;

q_a, q_{ar} – fluxul termic unitar captat la nivelul placii absorbante, W/m²;

Bibliografie

1. Florin Iordache – Energetica echipamentelor si sistemelor termice din instalatii – ed. Conspres – 2010;
2. Florin Iordache – Termotehnica Constructiilor - ed. Matrix Rom, editia III-a – 2010;
3. Frank Kreith, et al. - Heat and mass transfer – ed. Frank Kreith, 1999;
4. Holman J.P. – Heat Transfer – McGraw-Hill – 2010;
5. John A. Duffie, William A. Beckman – Solar Engineering of Thermal Processes – John Wiley & Sons, 1980;
6. Yunus A. Cengel – Heat Transfer – 2nd edition;

COP un indicator energetic pentru instalatiile utilizand energia solară

COP indicator for plants using solar energy

Florin Iordache

Universitatea Tehnica de Constructii Bucuresti

Facultatea de Inginerie a Instalatiilor

Bdul. Pache Protopopescu, 66, Romania

fliord@yahoo.com

Rezumat: *Lucrarea de fata are ca obiectiv definirea unui indicator energetic pentru instalatiile utilizand energia solara in cladiri. Sistemul concret la care se face referire este cel de preparare a apei calde pentru un consumator residential. Indicatorul de performanta energetica care este definit aici este coeficientul de performanta (COP) al sistemului de preparare si alimentare cu apa calda al consumatorului, indicator curent intalnit in teoria pompelor de caldura si al instalatiilor frigorifice. In lucrare se defineste teoretic acest indicator si se exemplifica distributia anuala a acestui indicator pe perioada unui an in cazul unui consumator concret.*

Abstract: *The paper objectiv is to defining an energy indicator for plants using solar energy in buildings. It is a system for the preparation and supply of hot water for residential consumers. Energy performance indicator that is defined here is the coefficient of performance (COP) of the system of preparation and hot water supply, energy indicator that is found in the theory of heat pumps and refrigerating. This paper defines this indicator theory and exemplifies annual distribution of this indicator during a year when a residential consumer.*

Introducere

Lucrarea de fata are ca obiectiv definirea unui indicator energetic pentru instalatiile utilizand energia solara in cladiri. Sistemul concret la care se face referire este cel de preparare a apei calde pentru un consumator residential. Indicatorul de performanta energetica care este definit aici este coeficientul de performanta (COP) al sistemului de preparare si alimentare cu apa calda al consumatorului, indicator curent intalnit in teoria pompelor de caldura si al instalatiilor frigorifice. In lucrare se defineste teoretic acest indicator si se exemplifica distributia anuala a acestui indicator pe perioada unui an in cazul unui consumator concret.

1. Coeficientul de performanta al unui sistem de alimentare cu apa calda, utilizand energia solara

Idea definirii unui astfel de indicator este preluata din teoria pompelor de caldura unde coeficientul de performanta (COP) sau eficienta este definit ca raportul intre puterea termica livrata la condensator si puterea electrica absorbita de compresorul pompei de caldura. Si in cazul unui sistem de alimentare cu apa calda a unui consumator in care este utilizata energia solara (prin dotarea bineintele a sistemului cu componente specific) se poate defini un astfel de coefficient de performanta (COP) prin raportarea puterii termice livrate de sistem consumatorului la puterea termica produsa de catre sectiunea clasica a sistemului.

Acest aspect care face o legatura intre energia necesara a consumatorului si puterea livrata de sectiunea solara (neconventionala) este deja utilizat in cadrul acestor sisteme si poarta denumirea de grad de acoperire si il vom nota aici cu g_A .

$$g_A = \frac{\phi_s}{\phi_c} \quad (2.1)$$

Un alt doilea indicator energetic utilizat in cadrul acestor aplicatii este randamentul de captare al sectiunii solare, definita ca raportul dintre puterea termica captata de sistem si puterea termica incidenta :

$$\eta_s = \frac{\phi_I}{\phi_I} \quad (2.2)$$

Se poate defini in continuare un nou indicator pe care il denumim randament brut al sectiunii solare ca fiind raportul dintre puterea termica incidenta si puterea termica aferenta consumatorului :

$$\eta_B = \frac{\phi_I}{\phi_C} \quad (2.3)$$

Se observa ca raportand relatia (1) la relatia (2) se obtine tocmai relatia (3) :

$$\eta_B = \frac{g_A}{\eta_s} \quad (2.4)$$

Sau :

$$g_A = \eta_B \cdot \eta_s \quad (2.5)$$

Coeficientul de performanta al sistemului de alimentare cu apa calda al consumatorului il definim ca fiind :

$$COP = \frac{\phi_C}{\phi_h} \quad (2.6)$$

Se observa ca :

$$(2.7)$$

Dupa cum se stie randamentul sectiunii solare, η_s , este subunitar si deasemenea si gradul de acoperire energetica oferit de catre sectiunea solara g_A , este tot subunitar. Din relatia (2.7) se observa ca atat g_A , cat si η_s , sunt in corelatie cu noul indicator COP al sistemului. In primul rand daca cei doi indicatori cunoscuti sunt subunitari, se observa ca COP rezulta supraunitar. Un grad de acoperire energetica mai mare este asociat cu un coefficient de performanta mai mare si acest lucru s-ar putea spune si in ceea ce priveste randamentul sectiunii solare. Lucrurile insa nu stau asa, deoarece randamentul sectiunii solare si gradul de acoperire sunt marimi adimensionale care variaza in sensuri diferite. Acest lucru il vom prezenta mai in detaliu in cele ce urmeaza pe baza unui

COP un indicator energetic pentru instalatiile utilizand energia solara studiu de caz efectuat pe o instalatie de preparare si livrare a apei calde dotata cu o sectiune de captare a energiei solare.

2. Analiza coeficientului de performanta COP

Sectiunea solara a instalatiei de preparare si livrare a apei calde de consum o definim de regula prin suprafata specifica de captare (suprafata de captare raportata la numarul de persone deservite) si volumul specific de acumulare (volumul de acumulare raportat la suprafata de captare). Din acest punct de vedere vom considera o instalatie in care sectiunea solara este caracterizata de o suprafata specifica de captare de 1 mp/pers si un volum specific de acumulare de 50 l/mp. Captatoarele solare considerate sunt cu placa plana absorbanta si o foaie de element transparent caracterizate de un coeficient global de transfer termic de cca. 3.5 W/m².K si un factor optic de cca. 0.85. Analiza energetica pe care o vom prezenta in continuare se bazeaza pe simularea functionarii sistemului de preparare si livrare a apei calde de consum dotat cu sectiunea neconventionala solara in conditiile medii aferente unei localitati din zona municipiului Bucuresti. Sintetizand la nivel lunar datele de intrare acestea se prezinta conform tabelului 3.1.

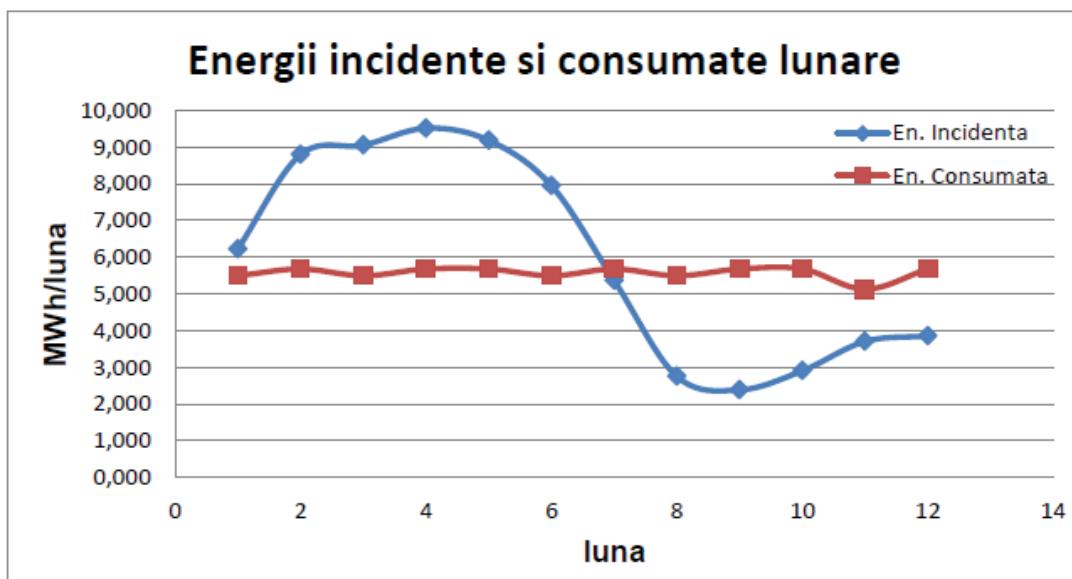


Fig. 3.1.

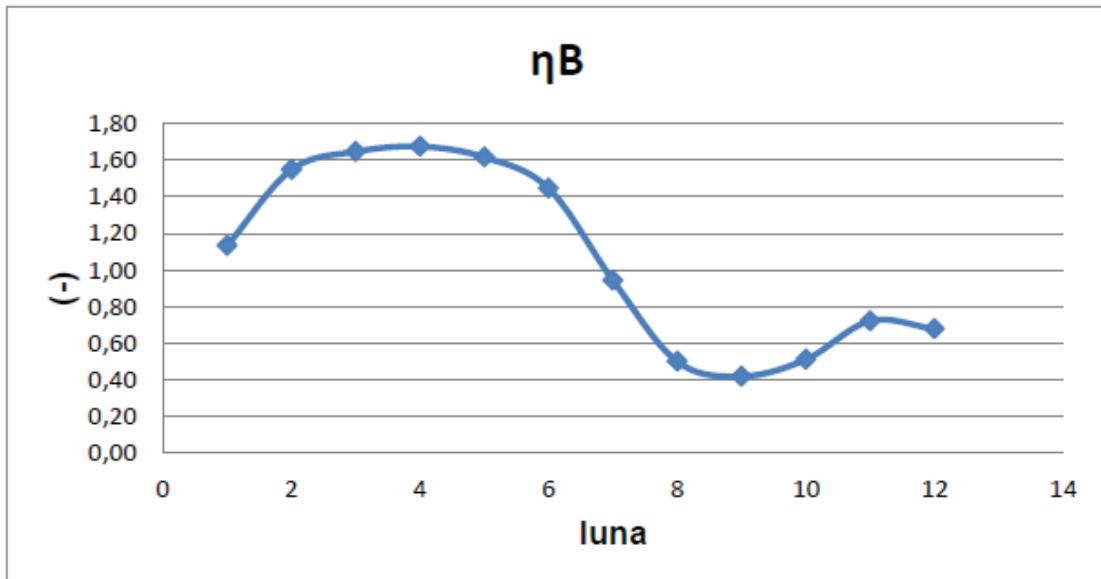


Fig. 3.2

Tabel 3.1

| Luna | (MWh/luna) En. Incidenta | (MWh/luna) En. Consumata | (-) ηB |
|------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|
| Aprilie | 6,228 | 5,495 | 1,13 |
| Mai | 8,790 | 5,678 | 1,55 |
| Iunie | 9,050 | 5,495 | 1,65 |
| Iulie | 9,511 | 5,678 | 1,67 |
| August | 9,180 | 5,678 | 1,62 |
| Septembrie | 7,946 | 5,495 | 1,45 |
| Octombrie | 5,364 | 5,678 | 0,94 |
| Noiembrie | 2,754 | 5,495 | 0,50 |
| Decembrie | 2,386 | 5,678 | 0,42 |
| Ianuarie | 2,906 | 5,678 | 0,51 |
| Februarie | 3,704 | 5,129 | 0,72 |
| Martie | 3,857 | 5,678 | 0,68 |
| AN | 71,677 | 66,858 | 1,07 |

Din tabelul 3.1 se observa ca marimea aleasa a suprafetei de captare conduce la o energie incidenta anuala aproximativ egala cu valoarea anuala a consumului de energie. Sigur ca, dat fiind faptul ca repartitia lunara a consumului este relative uniforma rezulta ca in perioada lunilor de vara energia solara incidenta depaseste consumul pana cu aproape 70%, iar in timpul iernii energia solara incidenta scade pana la cca. 40% din consum. Oscilatia energiei lunare incidente in jurul valorilor relative uniforme ale energiilor lunare consummate este pusa in evidenta si de randamentul brut (ηB). In

COP un indicator energetic pentru instalatiile utilizand energia solara

figura 3.1 se prezinta variatiile anuale ale energiilor incidente si consumate lunare, iar in figura 3.2 se prezinta variatia anuala a randamentului brut al sectiunii solare a sistemului, randament care nu face decat sa prezinte comparative cele doua categorii de energii mentionate.

Sintetizand rezultatele energetice obtinute din simularea functionarii instalatiei se obtin valorile randamentului de captare a sectiunii solare (ηS) si valorile gradului de acoperire energetica oferit consumatorului (gA). Valorile efectiv obtinute sunt prezentate in tabelul 3.2 si in figura 3.3

Tabel 3.2

| Luna | (%) Gr. Acop. | (%) Randam. | (-) COP |
|------------|------------------|----------------|------------|
| Aprilie | 48,950 | 43,189 | 1,959 |
| Mai | 73,054 | 47,190 | 3,711 |
| Iunie | 78,279 | 47,529 | 4,604 |
| Iulie | 80,780 | 48,229 | 5,203 |
| August | 78,947 | 48,834 | 4,750 |
| Septembrie | 68,965 | 47,692 | 3,222 |
| Octombrie | 40,904 | 43,299 | 1,692 |
| Noiembrie | 14,078 | 28,085 | 1,164 |
| Decembrie | 11,027 | 26,243 | 1,124 |
| Ianuarie | 13,372 | 26,133 | 1,154 |
| Februarie | 20,524 | 28,417 | 1,258 |
| Martie | 22,229 | 32,728 | 1,286 |

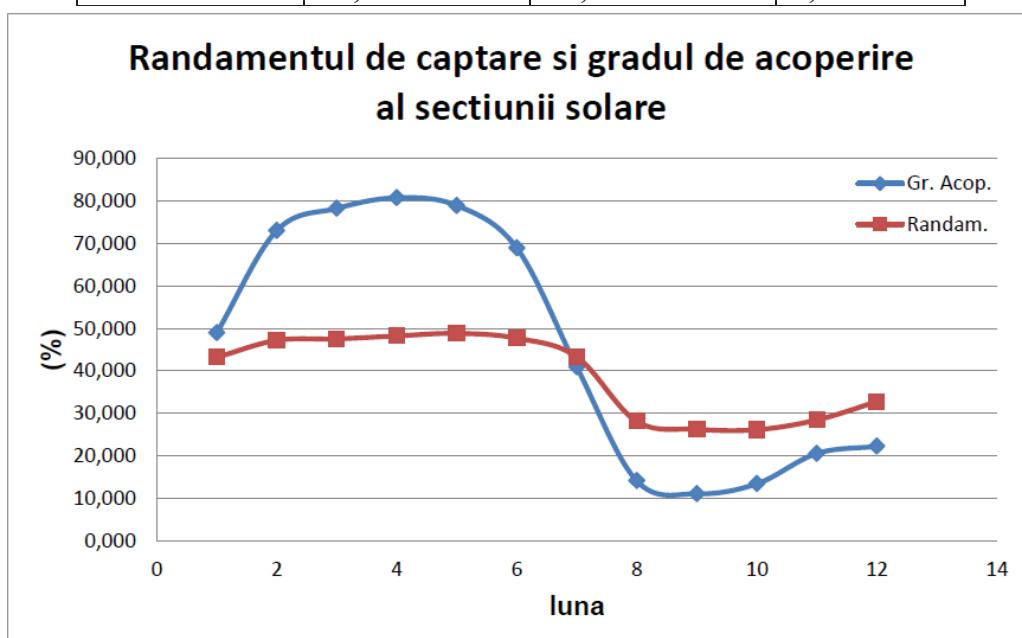


Fig. 3.3

Avand aceste elemente stabilite se poate trece în continuare la evaluarea coeficientului de performanță a sistemului, tinând seama de relația (2.7). Rezultatele obținute sunt prezentate tot în tabelul 3.2. O imagine mai clară asupra coeficientului de performanță al instalației de preparare și livrare a apelor calde dotat cu secțiune solară îl obținem prezentarea grafică a variației anuale a valorilor COP lunare care se găsesc în tabelul 3.2.

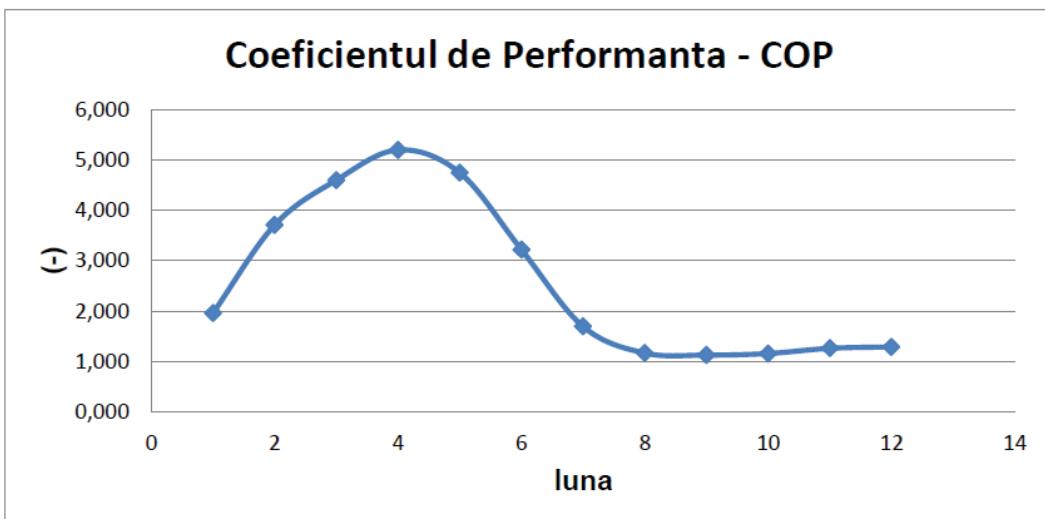


Fig. 3.4

Se observă că în perioada lunilor de vară valoarea coeficientului de performanță atinge valori ridicate 4-5, în perioadele de primavera și toamna valori de cca. 2-3, iar în perioada lunilor de iarnă 1-1.4. Desigur că se poate vorbi și de o valoare medie anuală care în cazul de față a rezultat 2.6.

3. Concluzii

Așa cum s-a menționat și în capitolul introductiv obiectivul principal al lucrării a fost cel de a defini un nou indicator de performanță energetică util în cazul unei instalații care alimentează cu apă caldă un consumator și conține o secțiune neconvențională de captare a energiei solare. De fapt indicatorul de tip COP este aplicabil în orice sistem utilizând sisteme neconvenționale de utilizare a surselor regenerabile alături de sursa clasică.

În cazul specific al unei instalații de preparare și livrare a apelor calde către un consumator domeniul rezultat pentru COP a fost 1-5, valorile mari fiind asociate lunilor de vară iar valorile mici asociate lunilor de iarnă.

COP un indicator energetic pentru instalatiile utilizand energia solara

In general in cazul sistemelor hibride utilizand atat surse clasice cat si regenerabile (eventual pompe de caldura) se poate define un indicator COP aferent intregului sistem, COP care inglobeaza in structura sa si COP-ul propriu al pompei de caldura.

In capitolul 2 al lucrarii s-au definit randamentele, gradul de acoperire si COP-ul ca valori instantanee, iar in capitolul 3 in cazul exemplificarii pe o situatie concreta s-au utilizat valorile medii lunare.

Lista de Notatii

φ_S – fluxul termic captat din energia solara incidenta, W;

φ_C – fluxul termic livrat consumatorului, W;

φ_I – fluxul termic incident pe suprafata de captare, W;

φ_H – fluxul termic livrat de sursa clasica pe baza de hidrocarburi, W;

g_A – gradul de acoperire afferent sectiunii solare, -;

η_S – randamentul de captare al sectiunii soalre, -;

η_B – randamentul brut al sectiunii soalre, -;

COP – coeficientul de performanta sau eficiența sistemului, -;

Bibliografie

1. Florin Iordache, Iulian Clita – Utilizarea energiei solare in cladirile rezidentiale. Aspecte energetice si economice – Conferinta Auditorul Energetic Profesionist in Slujba Eficientei Energetice a Cladirilor – 28 mai 2009, Bucuresti;
2. Florin Iordache – Energetica echipamentelor si sistemelor termice din instalatii – ed. Conspress – 2010;
3. John A. Duffie, William A. Beckman – Solar Engineering of Thermal Processes – John Wiley & Sons, 1980;

Îmbunătățirea calității apei în stațiile de tratare cu captare din sursele de suprafață

Improving water quality in water treatment plants with surface water sources

Ion Oprea

Universitatea „Ovidius” din Constanța
B-dul Mamaia, Nr. 124, Aleea Universitatii, Nr. 1, Romania
opr_ion@yahoo.com

Rezumat. Calitatea apei din sursele de suprafață difera de calitatea impusa apei potabile, motivele fiind numarul microorganismelor dăunătoare sănătății (bacterii, virusuri), turbiditatea, etc. Apa bruta trebuie tratata astfel încât să corespunda din punct de vedere organoleptic, fizico-chimic și bacteriologic.

Probele de apă recoltate au fost analizate în cadrul unor cercetări experimentale (4 cicluri experimentale) efectuate pe instalația pilot, în vederea stabilirii eficiențelor de reducere a indicatorilor urmăriți: turbiditate, carbon organic total, substantive organice, pH. Astfel, la intervale de 1 ora, s-au efectuat analize pentru urmatoarele tipuri de apă: apa decantată, apa filtrată rapid pe nisip, apa filtrată pe carbune activ granular.

Cuvinte cheie: apă, tratare, flux tehnologic, statie pilot, coagulare, flokulare, filtrare, dezinfecție, calitate

Abstract. The quality of water from surface sources is different from the imposed quality on drinking water, the reasons being the number of harmful microorganisms (bacteria, viruses), turbidity, etc. The raw water is treated to correspond from the organoleptic, physico-chemical and bacteriological point of view.

Water samples were analyzed in the context of experimental research (four experimental cycles) performed on the pilot plant in order to establish the reduction efficiency of the targeted indicators: turbidity, total organic carbon, organic matter, pH. Thus, every hour, analyses were performed for the following types of water: settled water, water filtered through rapid sand, granular activated carbon filtered water.

Key words: water, treatment, technological flow, pilot plant, coagulation, flocculation, filtration, disinfection, quality

1. Introducere – Probleme generale de tratare a apelor de suprafață

Preocupările în domeniul proceselor de corectare a calității apei sunt de mare actualitate, cu un impact semnificativ asupra unei părți importante a populației din

România. Cercetarea științifică a proceselor de corectare a calității apei este foarte puternică în condițiile în care pe de o parte, calitatea surselor de apă de suprafață destinate potabilizării s-a deteriorat în sensul creșterii încărcării cu materii de natură organică, iar pe de altă parte a crescut exigența consumatorilor, reflectată în indicatorii tot mai severi impuși în legislația în vigoare. [1], [2]

Existente într-un număr relativ mare pe teritoriul României, stațiile de tratare a apei, trebuie adaptate la tehnicele, conceptele și normele Uniunii Europene. Ca urmare, reabilitarea, retehnologizarea și optimizarea proceselor de corectare a calității apei constituie o oportunitate în cercetarea științifică și tehnica actuală, pentru creșterea calității apei cu costuri de producție rezonabile. Privind pe plan social oportunitatea creșterii calității apei potabile produse, cu costuri de producție rezonabile constituie prioritatea numărul unu pentru asigurarea unui trai decent în condiții sanitare decente. [1], [2]

În ceea ce privește exploatarea unui sistem de alimentare cu apă, se ridică probleme deosebit de complexe, începând de la captarea apei și terminând cu distribuirea ei. Din multiplele părți componente ale sistemului de alimentare cu apă, se consideră că stației de tratare trebuie să i se acorde o atenție deosebită, deoarece aspectele de asigurare cantitativă și calitativă a apei impun personalului de exploatare cunoștințe și profesionalism de cel mai înalt nivel. [1], [2]

Performanțele obținute de stația de tratare, calitatea apei livrate consumatorilor, înscrierea instalațiilor componente în parametrii tehnico-economi preconizați prin proiect, toate sunt strict dependente de modul cum este exploataată stația de tratare în ansamblu și fiecare treaptă de tratare în particular. [1], [2]

Exploatarea stației de tratare trebuie facută astfel încât, în condițiile în care apa de la sursă prezintă o variație foarte importantă (uneori de la ora la ora) a indicatorilor de calitate, efluentul stației, deci apa livrata consumatorilor, să corespunda limitelor de calitate impuse, unele deosebit de severe. [1], [2]

Între procesele unitare prin care se realizează tratarea apei naturale pentru obținerea apei potabile și cele de epurare a apelor uzate nu există deosebiri esențiale, diferența constând în natura apei brute supuse tratării și în calitatea efluentului final care trebuie obținută. În ambele cazuri, substanțele nedorite sunt îndepărtate din apă și transformate în substanțe acceptabile. Există totuși unele procese unitare care din considerente economice sau tehnologice, își găsesc aplicare curentă numai în tratarea apei sau numai în epurarea apei.

Produsul unei stații de tratare este o apă de calitate superioară care corespunde cerințelor unei folosințe.

Cele mai multe procese de tratare a apelor aduc schimbări ale concentrațiilor unor substanțe care sunt fie scoase, fie introduse în apă, intervenind astfel un transfer de fază între cele trei faze existente : gazoasă, lichidă, solidă.

Etapele de tratare pentru potabilizarea apei sunt:

Apa brută

- Apa de mare
- Apa de suprafață din lacuri sau râuri
- Ape freatici și apa de izvor

Îmbunătățirea calității apei în stațiile de tratare cu captare din sursele de suprafață

Tratarea apei pentru a fi potabilă

- Floculare
- Precipitatore
- Filtrare și adsorbție
- Îndepărțarea fierului, manganului și arsenicului
- Înmuiere și stabilizare
- Microfiltrare și ultrafiltrare
- Desalinizare
- Durificare
- Neutralizarea și ajustarea pH-ului
- Oxidare
- Dezinfecție

2. Soluții moderne de tratare a apei de suprafață

Sistemul de alimentare cu apă este alcătuit din totalitatea construcțiilor și instalațiilor necesare pentru satisfacerea cerințelor de apă ale tuturor folosințelor din centrele populate și industriale. [3], [4]

Stația (uzina) de tratare este o componentă a sistemului de alimentare cu apă și poate fi definită ca fiind totalitatea construcțiilor și instalațiilor în care se desfășoară procesele prin care se asigură corectarea apei sursei, pentru a corespunde cerințelor de calitate impuse de consumator. [3], [5], [9]

Calitatea apei din sursele de suprafață (râuri, lacuri) nu corespunde cerințelor de calitate impuse apei potabile, datorită lipsei de limpezime, conținutului de bacterii sau substanțe dizolvate dăunătoare sănătății. Aceasta va trebui prelucrată astfel încât să fie lăptăuă la gust, fără miros și să corespundă normelor de calitate din punct de vedere biologic și bacteriologic. [3], [5], [9]

În numeroase situații, tratarea se impune și pentru apele subterane, datorită mineralizării acestora, conținutului de compuși de calciu și de magneziu, fier și mangan, gaze dizolvate, care o fac practic imposibil de utilizat, atât ca apă de alimentare, cât și ca apă industrială. [3], [5], [9]

Complexitatea și dezvoltarea proceselor din stațiile de tratare rezultă din:

- comparația caracteristicilor organoleptice, fizice, chimice, biologice și bacteriologice, pentru apa sursei, cu cerințele de calitate impuse de consumator; aceasta se efectuează pe baza studiilor hidrochimice asupra apei sursei, pentru perioade caracteristice (ape limpezi în perioada vară – iarnă, ape tulburi etc.) de 1 ÷ 2 ani;

- tehnologiile de care se dispune în etapa dezvoltării proiectului și previziunile de modificare a calității apei sursei, în timp (pentru o perioadă de minimum 10 ani);

- elemente tehnico-economice impuse de configurația terenului, condițiile materiale, energia consumată și siguranța în exploatare;

- elemente sociale determinate de lipsa surselor, tradiție și asigurarea sănătății oamenilor. [3], [5], [9]

Rolul stației de tratare este de a corecta calitatea apei brute până la atingerea cerințelor utilizatorului. Există o multitudine de procese de tratare care se utilizează în practică, însă schema generală a unei stații de tratare (Figura 1) cuprinde:

- pre-oxidarea este un proces permanent care trebuie să asigure funcționarea optimă a proceselor ulterioare;
- procesele de limpezire a apei care constau în:
 - coagularea-flocularea este un proces independent în cadrul filierei; în acest proces alegerea coagulantului compatibil este esențială pentru obținerea performanței;
 - decantarea apei pentru reținerea suspensiilor coagulate; reținerea marii majorități (90÷95 %) a suspensiilor din apă, prin procedeul de staționare relativă, după faza de coagulare – floculare;
 - filtrarea pe strat de nisip pentru finalizarea procesului de limpezire;
 - afânarea apei, constituită din oxidare cu ozon urmată de adsorbție pe cărbune activ granular (CAG) cu scopul îndepărțării anumitor compuși chimici toxici;
 - dezinfecția apei, pentru îndepărțarea totală a virusurilor, bacteriilor și altor micro-organisme din apă, treapta obligatorie în România, conform Legii privind Calitatea Apei Potabile, nr. 458/2002. [3], [6], [7], [8]

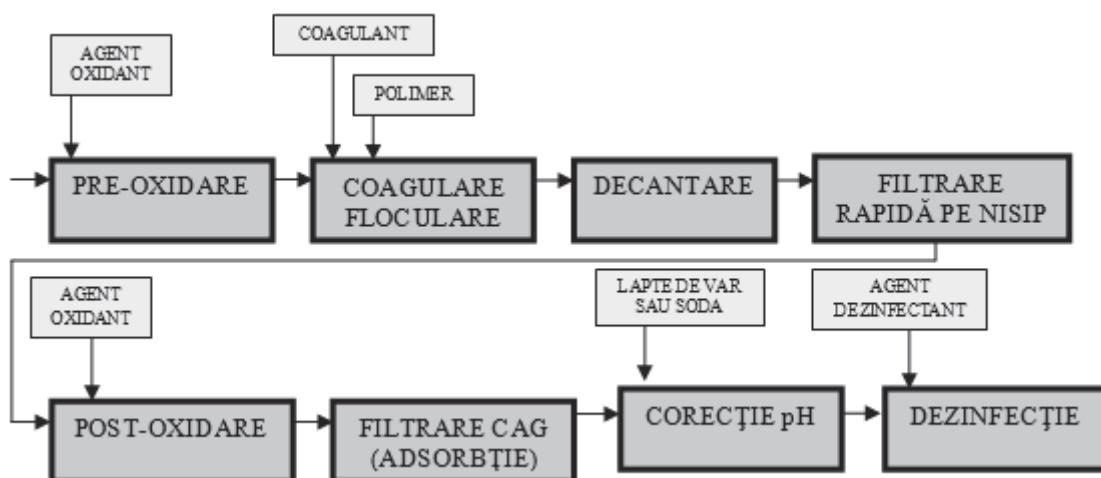


Figura 1. Schema generală a unei stații de tratare a apei [3], [7], [8]

Pentru îndepărțarea anumitor parametri din apa brută schemele de tratare sunt particularizate și cuprind segmente specifice. Astfel în procesele de defezizare și demanganizare se utilizează de obicei o schemă de oxidare urmată de reținere prin filtrare rapidă pe strat de nisip. În anumite situații se poate intercală o treaptă de decantare însă nu întotdeauna aceasta este necesară. [7]

Pentru eliminarea durității apei se pot adopta scheme cu schimbători de ioni sau cu reactivi chimici (var și sodă), în funcție de tipul durității (temporară sau permanentă). [7]

Orice stație de tratare este deservită de anumite facilități pentru întreținerea proprie. Printre acestea se menționează:

Îmbunătățirea calității apei în stațiile de tratare cu captare din sursele de suprafață

- stația de reactivi chimici, cu rolul de a stoca, prepara și doza reactivii necesari procesului de tratare (coagulanți, floculanți, agenți dezinfectanți, corecție pH);
- sisteme de spălare filtre rapide constituite din stații de pompare și suflante;
- laborator, pentru a determina corectitudinea procesului de tratare dar și calitatea apei produse;
- alte facilități printre care se menționează sisteme de recuperare a apei de la spălare filtre și a nămolului din decantoare. [7]

3. Cercetări experimentale efectuate pe instalație pilot

Cercetările experimentale s-au efectuat în cadrul unui contract de cercetare prin Programul Operational de Mediu 2007-2013. [10]

Cercetarea a fost efectuată de un colectiv de cercetare în care a fost cooptat și autorul articolului.

Instalația experimentală a Catedrei de Inginerie Sanitară și Protecția Apelor din cadrul Facultății de Hidrotehnica a Universității Tehnice de Constructii București a fost concepută să asigure o flexibilitate ridicată, pentru un debit nominal $Q = 0.36 \div 0.72 \text{ m}^3/\text{h}$ și este constituită din următoarele obiecte tehnologice:

- bazin de pre-oxidare, cu înaltimea coloanei de apă de 4 m, care asigură un timp de contact $8 \div 15 \text{ min.}$; se pot utiliza ca agenți de oxidare ozonul, clorul, hipocloritul de sodiu;
- treapta de decantare asigurată cu două tehnologii alternative:
 - decantor cu viteză ascensională variabilă cu modul lamelar în curent ascendent;
 - decantor cu camere de reacție rapidă și lenta și cu modul lamelar tip " Δ ";
- filtru rapid pe nisip, cu o înaltime de strat $H=1.2 \text{ m}$;
- bazin de contact post-oxidare, cu caracteristici similare bazinului de contact pre-oxidare;
- filtre de carbune activ granular (2 unități) cu înaltime activă de strat $H = 2 \times 1.2 \text{ m}$, cu posibilitatea de montaj în serie sau în paralel, care asigură un timp de contact de $15 \div 30 \text{ min.}$;
- generator de ozon din oxigen;
- instalații de dozare reactivi care cuprind pompe dozatoare și bazine de stocare reactivi;
- instalații de dozare clor cu vacuum, care cuprind butelii de clor, pompa de circulație, injector și dozatorul propriu-zis;
- instalații de repompare cu rezervor și pompa submersibilă;
- instalație de apă spălare filtre constituită din rezervor cu volumul $V=300 \text{ dm}^3$ și pompa apă spălare;
- compresor aer spălare filtre;
- rezervor stocare apă bruta cu pompe de recirculare și de alimentare;

- instalatie de ultrafiltrare complet automatizata;
- aparatura de laborator si de proces.

Instalatia pilot a fost conceputa si dotata cu legaturi multiple astfel incat:

- asigura by-passul fiecarui proces;
- permite functionarea in serie a unor procese;
- asigura un domeniu larg de parametrii tehnologici: incarcari, timpi de reactie, debite, spalari;
- sunt prevazute dotari pentru recoltarea probelor atat in fazele finale ale proceselor cat si in fazele intermediare. [11], [12], [17], [18]
- Determinarile experimentale au fost efectuate in 4 cicluri experimentale. Apa prelevata din sursa Galesu a fost transportata la sediul U.T.C.B. pe timpul noptii pentru a nu se denatura calitatea acesteia. In incinta in care este amplasata statia pilot s-a asigurat o temperatura medie de 23°C. [11], [12], [17], [18]

- Ciclul experimental nr. 1:
 - preoxidare cu hipoclorit de sodiu;
 - coagulare – flokulare cu sulfat de aluminiu;
 - decantare;
 - filtrare rapida pe nisip;
 - post-oxidare cu ozon;
 - adsorbție pe carbune activ granular. [11], [12], [17], [18]
- Ciclul experimental nr. 2:
 - preoxidare cu hipoclorit de sodiu;
 - coagulare – flokulare cu sulfat de aluminiu si polielectrolit AN 910 PWG;
 - filtrare rapida pe nisip;
 - post-oxidare cu ozon;
 - adsorbție pe carbune activ granular. [11], [12], [17], [18]
- Ciclul experimental nr. 3:
 - preoxidare cu hipoclorit de sodiu;
 - reducere pH la 6;
 - coagulare – flokulare cu sulfat de aluminiu;
 - filtrare rapida pe nisip;
 - post-oxidare cu ozon;
 - adsorbție pe carbune activ granular. [11], [12], [17], [18]
- Ciclul experimental nr. 4:
 - preoxidare cu hipoclorit de sodiu;

Îmbunătățirea calității apei în stațiile de tratare cu captare din sursele de suprafață

- coagulare – floculare cu sulfat de aluminiu și polielectrolit AN 910 PWG;
- decantare;
- filtrare rapidă pe nisip;
- post-oxidare cu ozon;
- adsorbție pe carbune activ granular. [11], [12], [17], [18]

Au fost recoltate probe de apă pe filierele de tratare în vederea stabilirii eficientelor de reducere a indicatorilor urmăriți: turbiditate, carbon organic total, substante organice, pH. Astfel, s-au efectuat analize la intervale de 1 ora pentru urmatoarele tipuri de apă: apă decantată, apă filtrată rapid pe nisip, apă filtrată pe carbune activ granular. [11], [12], [17], [18]

Ciclul experimental nr. 1

Apa bruta a avut o turbiditate de 7.67 NTU și o încarcare în materii organice de 7.06 mg C/l, respectiv 3.79 mg O₂/l – concentrația de substante organice determinate prin metoda cu permanganat de potasiu.

Analiza calitativa a componentei fitoplanctonice a evidențiat predominanta clorofitelor oligosaprobe și betamezosaprobe ca și diatomee oligo – betamezosaprobe. Cantitativ, clorofitele au înregistrat cel mai mare procent atât în abundența numerică (85%), cât și biomasa (98%).

În raport cu prevederile Ordinului 161/2006 [14] apă se încadrează în categoria de calitate oligosaproba, apă cu impurificare scăzută, cu conținut ridicat de oxigen dizolvat, fără forme polisaprobe, cu conținut redus de bacterii și număr ridicat de insecte și larve de insecte, iar valoarea determinată pentru indexul saprobic corespunde stării ecologice "foarte buna".

Concentrația de clorofila "a" de 7.77 µg/l încadrează proba de apă în clasa I de calitate care corespunde stării ecologice "foarte buna".

Determinările cantitative pentru *Dreissena Polymorpha* indică prezenta acestei specii în stadiul de larva veligera în proba de apă.

Din punct de vedere microbiologic, apă bruta se încadrează în Categoriea de calitate A1 conform NTPA 013/2006 [13].

Rezultatele obținute reprezintă media a 10 determinări.

Reducerea turbiditatii a fost nesemnificativa după etapa de decantare (de la 7.66 NTU pentru apă bruta la 6.89 NTU pentru apă decantată). Se poate afirma că decantorul practic nu a functionat datorită turbiditatii reduse a apei brute. După treapta de filtrare turbiditatea apei a scăzut semnificativ, la valori de 0.58 NTU, iar după treapta de adsorbție pe carbune activ granular la 0.1 NTU.

Concentrația de substante organice oxidabile cu permanganat de potasiu s-a redus de la 14.89 mg KMnO₄/l pentru apă bruta, la 11.55 mg KMnO₄/l pentru apă decantată, respectiv la 9.2 mg KMnO₄/l pentru apă filtrată pe nisip (eficiența de reducere fata de apă bruta 38%). După treapta de afinare (post-oxidare cu ozon și adsorbție pe carbune activ granular) concentrația de substante organice s-a redus

semnificativ ajungand la 1.19 mg KMnO₄/l (eficienta de reducere fata de apa bruta a fost de 92 %).

Concentratia de carbon organic total s-a redus de la 7.96 mg/l pentru apa bruta, la 7.1 mg/l pentru apa decantata si respectiv 5.92 mg/l pentru apa filtrata pe nisip (eficienta de reducere 25 %). Dupa treapta de afinare, concentratia de carbon organic total a fost de 2.46 mg/l (eficienta de reducere 69.1%).

S-au efectuat determinari de carbon organic dizolvat biodegradabil (BDOC) pentru apa bruta, apa filtrata rapid pe nisip si apa filtrata pe carbune activ granular.

Rezultatele obtinute au condus la o reducere pentru apa bruta a valorii concentratiei BDOC de la 7.96 mg C/l la 2.67 mg C/l concentratia de carbon organic total (33.6%); pentru apa filtrata pe nisip concentratia BDOC a fost 1.8 mg C/l fata de 5.92 mg C/l concentratia de carbon organic total (30.4%); pentru apa filtrata pe carbune activ concentratia de BDOC a fost de 2.21 mg C/l fata de 2.46 mg C/l concentratia de carbon organic total (89.8%).

S-a constatat ca post-oxidarea cu ozon a condus la cresterea biodegradabilitatii substantelor organice. [11], [12], [17], [18]

Ciclul experimental nr. 2

Apa bruta s-a incadrat in categoria de calitate "apa oligosaproba" cu impurificare redusa.

Concentratia de clorofila "a", de asemenea incadreaza apa in categoria de calitate I care corespunde starii ecologice "foarte buna" conform Ordinului nr.161/2006. [14]

Specia *Dreissena polymorpha* exista in proba de apa analizata in stadiul de larva veligera cu o densitate numerica de 4000 exemplare/l si o biomasa remanenta de 3.11 mg/l.

Rezultatele obtinute in cadrul testelor pe instalatia pilot reprezinta media a 9 determinari.

Turbiditatea apei s-a redus la valori de 0.16 NTU pentru apa filtrata pe nisip, fata de 7.63 NTU pentru apa bruta.

Incarcarea organica a apei evaluata prin consumul de permanganat de potasiu s-a redus la 8.33 mg KMnO₄/l dupa coagulare-floculare si filtrare rapida pe nisip (eficienta de reducere 50.27%), respectiv la 0.71 KMnO₄/l dupa treapta de post-oxidare cu ozon si adsorbtie pe carbune activ granular (eficienta de reducere fata de apa bruta 95.76%).

Concentratia de carbon organic total s-a redus de la valori de 9.57 mg C/l pentru apa bruta la valori de 4.86 mg C/l pentru apa filtrata (eficienta de retinere de 49.22%), respectiv la valori de 1.68 mg C/l dupa treapta de post-oxidare cu ozon si adsorbtie pe carbune activ granular (eficienta de reducere de 82.45 %).

Testele de biodegradabilitate au pus in evidenta urmatoarele:

- concentratia de BDOC pentru apa bruta a fost de 2.67 mg C/l fata de 9.57 mg C/l concentratia de carbon organic total;

Îmbunătățirea calității apei în stațiile de tratare cu captare din sursele de suprafață

- pentru apa filtrata pe nisip concentratia de BDOC a fost de 2.26 mg C/l fata de 4.86 mg C/l concentratia de carbon organic total;
- pentru apa postoxidata cu ozon si filtrata pe carbune activ granular concentratia BDOC a fost de 1.05 mg C/l fata de 1.68 mg C/l concentratia de carbon organic total;
- daca pentru apa filtrata pe nisip concentratia de carbon organic biodegradabil a fost cca. 46.5 % din concentratia de carbon organic total, pentru apa postoxidata cu ozon si filtrata pe carbune activ concentratia de carbon organic biodegradabil a fost de 62.5%. Post-oxidarea cu ozon conduce la marirea biodegradabilitatii substanelor organice. [11], [12], [17], [18]

Ciclul experimental nr. 3

Ca urmare a necesitatii de reducere a materiilor organice naturale in filierele de tratare a apei in vederea potabilizarii, data fiind dependenta potentialului de formare a THM de concentratia de carbon organic total, a aparut procesul cunoscut sub denumirea de coagulare avansata.

Reglementarea privind dezinfectantii/subprodusii de dezinfectie a Agentiei de Protectia Mediului din SUA solicita implementarea coagularii avansate ca strategie de eliminare a MON, considerand-o, alaturi de adsorbția pe carbune activ ca "cea mai buna tehnologie pentru controlul precursorilor de formare a THM".

Determinarile biologice au incadrat apa in categoria de calitate oligosaproba, apa cu impurificare redusa, iar valoarea determinata pentru indexul saprobic corespunde starii ecologice foarte bune.

Valoarea concentratiei de clorofila "a" de 3.79 µg/l incadreaza apa in clasa de calitate I care corespunde starii ecologice "foarte buna". Au fost identificate, de asemenea larve ale speciei *Dreissena polymorpha* in stare veligera. [14]

Injectarea acidului sulfuric pentru reducerea pH-ului s-a realizat in camera de reactie rapida, iar injectarea sulfatului de aluminiu in camera de reactie lenta.

Reducerea pH-ului la 6.5 – 6.7 s-a realizat cu acid sulfuric de concentratie 6%. Doza necesara determinata prin titrare potentiometrica a fost de 140 mg/l. Valoarea medie rezultata a pH-ului a fost 6.6 fata de 8.2, valoarea pH-ului pentru apa bruta.

Din punct de vedere al turbiditatii, procesele de coagulare-floculare si filtrare rapida pe nisip au condus la reducerea acesteia pana la valori de 0.06 NTU fata de 2.81 NTU turbiditatea apei brute (eficienta de reducere de 97.86%).

Concentratia de substante organice evaluata prin consumul de permanganat de potasiu s-a redus de la 11.69 mg KMnO₄/l pentru apa bruta, la 6.36 mg KMnO₄/l pentru apa filtrata pe nisip (eficienta de retinere de 45.59%), respectiv la 0.36 mg KMnO₄/l pentru apa filtrata pe carbune activ granular (eficiente de reducere de peste 95%).

In cazul concentratiei de carbon organic total s-a constatat o reducere de 56% dupa treapta de filtrare rapida pe nisip (de la 5.67 mg C/l pentru apa bruta, la 2.48 mg C/l pentru apa filtrata pe nisip), respectiv de 94.71% dupa postoxidare si adsorbție pe

carbune activ granular. Concentratia TOC in apa filtrata pe carbune activ granular a fost de 0.3 mg C/l.

S-a observat ca eficientele de reducere a incarcarii organice au fost de peste 95 % atat pentru consumul de permanganat, cat si pentru carbonul organic total.

Ca si in ciclurile anterioare, post-oxidarea cu ozon conduce la cresterea biodegradabilitatii materiilor organice. Pentru neutralizarea acidului sulfuric adaugat pentru reducerea pH-ului inainte de coagulare, s-a determinat prin titrare potentiometrica doza de var necesara echilibrarii apei. Aceasta a fost de 110 mg Ca(OH)₂/l. [11], [12], [17], [18]

Ciclul experimental nr. 4

Ciclul experimental nr. 4 a urmarit influenta adaosului de polimer in eficienta proceselor de tratare. In acest sens s-a reluat schema tehnologica din ciclul experimental nr. 1 si s-au adaugat 0.1 mg/l polielectrolit AN 910 PWG.

S-a constatat reducerea turbiditatii dupa treapta de decantare pana la valori de 0,5 – 0,6 NTU fata de 3.53 NTU pentru apa bruta. Spre deosebire de coagularea cu sulfat de aluminiu fara polimer care a condus la eficiente de reducere a turbiditatii de 10%, adaosul de polimer a condus la eficiente de reducere a turbiditatii dupa treapta de decantare de 82%.

Din punct de vedere al incarcarii organice evaluata prin consumul de permanganat, s-a constatat o reducere de cca. 35% dupa treapta de decantare (de la 11.69 mg KMnO₄/l pentru apa bruta, la 7.58 mg KMnO₄/l pentru apa decantata). Treapta de filtrare nu a condus la reducerea suplimentara a incarcarii organice, insa dupa post-oxidarea cu ozon si adsorbtia pe carbune activ granular, eficienta de retinere a incarcarii organice a ajuns la 89.65% (1.21 mg KMnO₄/l pentru efluentul filtrului de carbune activ).

Concentratia de carbon organic total a prezentat o variatie similara consumului de permanganat cu eficienta de reducere de 37% dupa treapta de decantare, respectiv 91.71% dupa post-oxidarea cu ozon si adsorbtie pe carbune activ. Efluentul filtrului de carbune activ a avut o concentratie de carbon organic total de 0.47 mg C/l, in timp ce efluentul filtrului de nisip de 3.13 mg C/l.

S-a remarcat cresterea brusca a eficientelor de retinere a incarcarii organice dupa post-oxidarea cu ozon si adsorbtie pe carbune activ granular.

Testele de biodegradabilitate au aratat o concentratie foarte redusa de carbon organic dizolvat biodegradabil in apa filtrata pe carbune activ granular.

Adaosul de polimer in doze de 0.1 mg/l a condus la cresterea eficientei procesului de coagulare–floculare atat in ceea ce priveste reducerea turbiditatii, cat si din punct de vedere al reducerii incarcarii organice. [11], [12], [17], [18]

In tabelul 1 sunt prezentate avantajele si dezavantajele schemelor tehnologice experimentate.

Îmbunătățirea calității apei în stațiile de tratare cu captare din sursele de suprafață

Tabel 1

Avantaje si dezavantaje ale schemelor tehnologice experimentate [12], [17], [18]

| Nr. crt. | Descriere succinta schema tehnologica | Avantaje | Dezavantaje |
|----------|--|--|--|
| 1 | Ciclul I: <ul style="list-style-type: none">• preoxidare cu clor;• coagulare – floculare cu sulfat de aluminiu;• decantare in decantor tip Pulsator;• filtrare rapida pe nisip;• post-oxidare cu ozon;• adsorbtie pe carbune activ granular. | <ul style="list-style-type: none">• eficienta ridicata de reducere a incarcarii organice dupa post-oxidare si adsorbtie pe carbune activ granular; | <ul style="list-style-type: none">• functionare defectuoasa a decantorului datorita turbiditatii reduse a apei brute si a imposibilitatii de formare a stratului suspensional;• colmatarea frecventa a filtrelor; |
| 2 | Ciclul II: <ul style="list-style-type: none">• preoxidare cu clor;• coagulare – floculare cu sulfat de aluminiu si AN 910 in camere de reactie rapida si lenta;• filtrare directa rapida pe nisip;• post-oxidare cu ozon;• adsorbtie pe carbune activ granular. | <ul style="list-style-type: none">• reducerea turbiditatii cu eficienta ridicata;• eficienta ridicata de reducere a incarcarii organice dupa post-oxidare si adsorbtie pe carbune activ granular; | <ul style="list-style-type: none">• colmatarea mai rapida a filtrului in cazul utilizarii polimerului;• consum de energie ridicat datorita spalarii dese a filtrelor; |
| 3 | Ciclul III: <ul style="list-style-type: none">• preoxidare cu clor;• reducere pH la 6.7 cu acid sulfuric;• coagulare – floculare cu sulfat de aluminiu;• filtrare rapida pe nisip;• post-oxidare cu ozon;• adsorbtie pe carbune activ granular. | <ul style="list-style-type: none">• eficienta ridicata de reducere a incarcarii organice inca din faza de coagulare-floculare si filtrare pe nisip;• cea mai buna eficienta de reducere a incarcarii organice pentru apa tratata; | <ul style="list-style-type: none">• consum ridicat de acid sulfuric pentru reducerea pH – ului (140 mg/l);• apa tratata are pH redus si tendinta de coroziune;• necesita echilibrarea pH-ului cu var la finalul filierei de tratare;• consum ridicat de var (110 mg/l). |
| 4 | Ciclul IV: <ul style="list-style-type: none">• preoxidare cu clor;• coagulare – floculare cu sulfat de aluminiu si AN 910;• decantare in decantor tip Pulsator;• filtrare rapida pe nisip;• post-oxidare cu ozon;• adsorbtie pe carbune activ granular. | <ul style="list-style-type: none">• retinerea namolului in decantor;• colmatare redusa a filtrelor;• eficienta ridicata de reducere a incarcarii organice dupa post-oxidare si adsorbtie pe carbune activ granular; | <ul style="list-style-type: none">• functionare defectuoasa a decantorului datorita turbiditatii reduse a apei brute si a imposibilitatii de formare a stratului suspensional;• consum de polimer; |

6. Concluzii

Rezultatele ciclurilor experimentale realizate pe instalatia pilot au pus in evidenta urmatoarele:

- necesitatea realizarii procesului de pre-oxidare cu un timp de contact de min. 1 ora, astfel incat sa se asigure inactivarea speciilor de *Dreissena Polymorpha* si sa se evite patrunderea in statia de tratare Palas a acestora; [15]
- necesitatea realizarii procesului de coagulare cu eficienta cat mai ridicata, in vederea reducerii turbiditatii pe de o parte, cat si reducerii incarcarii organice;
- datorita turbiditatii scazute a apei brute, treapta de decantare nu conduce la eficientele dorite; utilizarea polielectrolitilor conduce la o imbunatatire a procesului de coagulare-floculare;
- din punct de vedere al eficientei de reducere a turbiditatii, ciclurile cu filtrare directa au condus la rezultatele cele mai bune (cyclurile II si III);
- din punct de vedere al incarcarii organice, eficientele cele mai ridicate s-au obtinut in cazul coagularii avansate (56 % eficienta de reducere a TOC dupa filtrare pe nisip, respectiv 95 % dupa post-oxidare cu ozon si adsorbtie pe CAG);
- se observa ca pentru toate cele 4 cicluri experimentale, eficiente de peste 90 % in retinerea incarcarii organice s-au obtinut numai dupa post-oxidare cu ozon si adsorbtie pe CAG. Concentratii de carbon organic total mai mici de 2 mg C/l pentru o apa biostabila se pot obtine prin post-oxidare si adsorbtie CAG. [12], [17], [18]

Referințe

- [1] Rojanschi V., Ocnean T. – „Cartea operatorului din statii de tratare si epurare a apelor”. Edit. Tehnica, Bucuresti 1989.
- [2] Ecoterra – „Journal of Environmental – Research and Protection”, 2012, no. 32.(Toma P.D., 2012 Consideratii privind exploatarea statiilor de tratare a apei. Ecoterra 32:27-34).
- [3] Ecoterra – „Journal of Environmental – Research and Protection”, 2012, no. 32.(Toma P.D., 2012 Consideratii privind exploatarea statiilor de tratare a apei. Ecoterra 32:27-34).
- [4] Ionescu Gh. – „Instalatii de alimentare cu apa”. Edit. Matrix Rom, Bucuresti, 2004.
- [5] Mănescu A., Sandu M., Ianculescu O. – „Alimentări cu apă”, 1994, Editura Didactică și Pedagogică, București.
- [6] Legea 458/2002 M.O. Nr. 552/29 iulie 2002 – „Legea privind calitatea apei potabile”.
- [7] M. Sandu, G. Racoviteanu – „Manual pentru inspectia sanitara si monitorizarea calitatii apei in sistemele de alimentare cu apa” – Editura Conspress Bucuresti, 2006, ISBN 973-7797-78-7.
- [8] Vulpasu E. – „Tratarea apei, coagularea-flocularea suspensiilor din apa”. Edit. Conspress, Bucuresti, 2008.
- [9] Manescu A., Sandu M., Ianculescu O. – „Alimentari cu apa”. Edit. Conspress, Bucuresti, 2009.
- [10] Ministerul Mediului si Gospodaririi Apelor – ”Plan operational sectorial de mediu 2007 – 2013”, Bucuresti 2007.

Îmbunătățirea calității apei în stațiile de tratare cu captare din sursele de suprafață

- [11] *Vulpasu, E., Sandu, M., Racoviteanu, G., Dinet, E.* – „Studii si cercetari pentru asigurarea unei ape potabile lipsita de risc pentru consumator”, revista ROMAQUA, nr.5/2008, vol.59.
- [12] *Oprea I.* – ”Contributii la studiul proceselor hidrodinamice in statiile de tratare” – Referat de doctorat nr. 4, Constanta 2013.
- [13] *NTPA 013/2006* – „Normă de calitate pe care trebuie să o îndeplinească apele de suprafață utilizate pentru potabilizare”.
- [14] *Ordinul nr. 161/16.02.2006* - pentru aprobarea Normativului privind clasificarea calitatii apelor de suprafata in vederea stabilirii starii ecologice a corpurilor de apa.
- [15] *Statie de tratare Palas Constanta* - „Reabilitare linie noua statie de tratare - localitatea Constanta”.
- [16] *Oprea I.* – ”Studiu bibliografic si concluzii”, Referat de doctorat nr. 3, Constanta 2013.
- [17] *U.T.C.B.* - ”Studiu de tratabilitate Statia de tratare Palas Constanta”.
- [18] *Vulpasu, E., Racoviteanu, G.* – „Cercetari la scara pilot pentru optimizarea schemei de tratare a Statiei Palas Constanta”, revista ROMAQUA, XVIII, nr.5/2012, vol.83, pag. 6-25.

Strategii economice ale sistemului firmă de construcții

Management system of construction company

Florentina-Andreea Condurache

dr. ing. Universitatea Tehnică de Construcții București
(PhD, Technical University of Civil Engineering),
Bulevardul Lacul Tei 124, București, Romania
conduracheandreea@yahoo.com

Rezumat: În cazul unor schimbări profunde, se impune reformularea misiunii existente a firmei de construcții.

Scopul activității firmei de construcții evidențiază ceea ce intenționează să realizeze prin activitatea sa, sub raportul satisfacerii clientilor prin ofertele destinate lor.

Orizontul competițional în care va opera firma de construcții precizează aspectele privind funcționarea acesteia și contextul ei concurențial.

Strategia firmei de construcții se stabilește pe baza reunirii opțiunilor strategice ale diverselor activități din portofoliul acesteia, în condițiile impuse de realizarea obiectelor și respectarea restricțiilor stabilite la nivelul întregului sistem de construcții.

Cuvinte cheie: strategii economice, risc operațional, concepție strategică, misiune, diagnosticare strategică

Abstract: In case of profound change is necessary to reformulate existing mission of construction company.

Scope of work construction company highlights what it intends to achieve through his work in terms of customer satisfaction with dealer for them.

Competitive horizon that will operate construction company specifies aspects of its operation and its competitive context.

The company's strategy is determined by special reunion strategic options of various activities in its portfolio, the conditions imposed by the objectives of and the restrictions set out in the whole building system.

Keywords: economic strategies, operational risk, strategic design, mission, strategic diagnosis

1. Introducere

Prezentul articol abordează mediul economic actual în care firmele de construcții își desfașoară activitatea, propunându-se abordarea strategică și elaborarea de strategii economice.

Abordarea firmei de construcții în concepție strategică, are în vedere obținerea unui avantaj competitiv durabil, în raport cu misiunea firmei de construcții, cu evoluțiile contextuale ale potențialului ei și ale mediului său concurențial.

Strategia economică, în contextul mai larg al abordării, respectiv într-o concepție strategică generală a firmei de construcții, este considerată fundament metodologic pentru procesele de durată privind planificarea și managementul acesteia.

Strategia economică se concretizează într-un ansamblu de criterii și reguli decizionale, care ghidează comportamentul firmei de construcții pe întreaga perioadă strategică.

2. Către un nou tip de întreprindere operațională de construcții

În mediul economic modern se remarcă apariția unor aspecte care reprezintă premise pentru apariția unui nou tip de firmă de construcții, având în vedere următoarele:

- *Factorii externi* cu impact asupra firmei de construcții cunosc o dezvoltare din ce în ce mai rapidă (noi dependențe, modificări de comportament pentru reacții adecvate);
- *Competitivitatea* devine un concept construit gradual;
- *Proiectarea firmei de construcții în viitor* se face prin anticipare;
- *Se trece de la complicat la complex;*
- *Poibilitatea de acțiune și cea de interacțiune a angajaților* arată mutații semnificative.

În managementul firmelor de construcții evoluția structurilor organizatorice este sistematizată în tabelul 1.

Tabelul 1
Evoluția structurilor organizatorice

| Nr. crt. | Evoluțiile | Observații |
|----------|--|--|
| 1. | CENTRALIZAREA | A creat birocrația |
| 2. | DESCENTRALIZAREA | A dus la „divizionare” |
| 3. | COMPLEXITATEA | Generează structuri matriceale |
| 4. | GLOBALIZAREA | Face să apară întreprinderea de construcții în rețea |
| 5. | PARTENERIALE CLIENT-FURNIZOR ȘI ALIANȚELE | Duce la firma de construcții extinsă |
| 6. | ALIANȚELE, CO-OPERĂRILE, CO-EVOLUȚIILE | Sunt orientate spre clausterizarea firmelor de construcții |

Caracteristicile modelului de firmă de construcții cu management operațional preponderent sunt: orientarea către beneficiar; preocuparea pentru veghe economică și pentru *bench-marking* sau etalonajul competitiv; pro-activitatea (capacitatea de a-și provoca viitorul, „devenirea”) și agilitatea (capacitatea de a acționa mai rapid decât concurenții); inițierea de proiecte de firme de construcții, capabile să reunească

inițiativele ansamblului angajaților; utilizarea rețelelor inteligente cooperative de construcții, care să mobilizeze inteligențele atât umane cât și artificiale; virtualizarea firmei de construcții cu ajutorul tehnologiilor Internet și de telecomunicare modernă.

3. Firma operațională de construcții reconsiderată ca organizație productiv-economică a viitorului

Sistematizarea schimbărilor previzibile care vor afecta firma operațională de construcții, în principal, la:

- ❖ Caracteristica esențială, dominantă, a secolului XXI este schimbarea, care accentuează reînnoirea, dar și incertitudinea și riscul.
- ❖ Reînnoirea, comprimarea incertitudinii și gestiunea riscului se pot face prin amplificarea cunoașterii.
- ❖ Firma de construcții trebuie să creeze și să stimuleze instalarea unui sentiment de urgență pentru inovație, pentru a crește randamentele talentelor de care dispune.
- ❖ Nu trebuie reconfigurată o firmă de construcții ideală, ci una modelată după scopuri, oameni și culturi. Este nevoie însă de o firmă de construcții reconfigurabilă, care poate trece, continuu, de la o strategie la alta.
- ❖ Schimbarea în firmele mari de construcții trebuie să pornească de sus în jos; ca atare rolul managementului schimbării este esențial. Schimbarea are ca obstacole inerția, conservatorismul, comoditatea, automulțumirea și.a.
- ❖ Schimbarea este temperată, sau eșuează din cauza neînțelegerei sensului ei și a riscului. Pentru a reuși, este nevoie de schimbarea culturii în firma de construcții, astfel încât, fiecare să-și găsească locul în firma de construcții a viitorului. Trebuie dezvoltată o cultură organizațională centrată pe valorile cunoașterii și comunicării.

Schimbarea vizează toate organizațiile, indiferent de tipologia lor, deci și organizațiile guvernamentale, neguvernamentale, instituțiile publice, firmele de construcții etc. Toate sunt sisteme în schimbare, iar autoreglarea lor se face prin management.

Obiectivele esențiale ale schimbării sunt: punerea cunoștințelor la lucru asupra uneltelor, produselor, proceselor, proiectării muncii și a cunoștințelor însăși; cultură organizațională care să asimileze rapid și benefic schimbarea; un nou tip de management, capabil să anticipeze, oportun, cerințele schimbării, să conștientizeze colaboratorii de necesitatea ei și să o operaționalizeze rapid și cu rezultate maxime, la condițiile existente; obținerea avantajului strategic în construcții; orientarea către client; trecerea de la organizarea activităților de construcții pe operații la organizarea pe procese de afaceri de construcții.

Firma de construcții tradițională era creată să reziste permanent, în viitor. Noile relații sunt însă temporare. În acest context, este mai profitabil să se cumpere capacitați de producție de construcții, decât să fie edificate, configurate incipient.

Firmele de construcții mici trebuie conduse și ele în noua viziune, ca afaceri transnaționale, chiar dacă piețele sunt încă locale sau regionale, întrucât concurența la care trebuie să facă față este globală.

Strategiile lor trebuie să fie globale cel puțin în ceea ce privesc tehnologiile, finanțele, produsele și piețele de construcții.

4. Riscul operațional sau de exploatare în firma de construcții

Analiza riscului de exploatare se bazează pe structurarea cheltuielilor de exploatare în cheltuieli variabile și cheltuieli fixe:

$$Ce = Cv + Cf \quad (1)$$

unde: Ce – cheltuieli de exploatare; Cv – cheltuieli variabile; Cf – cheltuieli fixe

În firmele de construcții există riscul nerecuperării în totalitate a cheltuielilor efectuate, datorită neadaptării acestora la exigențele economice concurențiale. Riscul de exploatare reprezintă variația aleatoare a cifrei de afaceri CA (fără TVA) care afectează previziunile ce se referă la diferite criterii de gestiune: rezultatul exploatarii; rentabilitatea economică; rentabilitatea financiară. Pentru evitarea riscului de exploatare, trebuie ca volumul efectiv de activitate de construcții să fie mai mare decât volumul de activitate de construcții corespunzător punctului critic sau pragului de rentabilitate.

5. Abordarea strategică a funcționării firmelor de construcții

- *Aspecte de bază*

Abordarea strategică a firmei de construcții este privită în strânsă legătură cu caracteristicile specifice producției de construcții și a concepțiilor privind funcționarea firmei: a) cea *sistemnică* și b) cea *logistică*.

Concepția strategică de abordare a firmei de construcții se concretizează în aspecte definitorii precum:

- aplicarea strategiilor economice și a planurilor strategice (adoptarea unui sistem performant de management strategic);
- desfășurarea activității firmei de construcții pe baza unor strategii economice cu un grad de fundamentare, aprofundare și formalizare adaptat condițiilor concrete de funcționare a acesteia;

Strategii economice ale sistemului firmă de construcții

- previzionarea activității firmei de construcții cu ajutorul unui proces sistemic de planificare strategică, materializat în elaborarea unor planuri strategice, prin care se realizează detalierea și concretizarea strategiilor economice.

- *Abordarea strategică a firmei de construcții*

Abordarea firmei de construcții în concepție strategică:

a) are în vedere obținerea unui avantaj competitiv durabil, în raport cu misiunea firmei de construcții, cu evoluțiile contextuale ale potențialului ei și ale mediului său concurențial;

b) urmărește formalizarea unui comportament concurențial consolidat, în funcție de caracteristicile mediului de competiție al firmei de construcții și pozițiile concurențiale ocupate în cadrul lui de către diferitele activități din portofoliul acesteia;

c) favorizează desfășurarea unui proces adecvat de învățare organizațională;

d) se bazează pe principiul echi-finalității; conform acestuia realizarea obiectivelor de construcții fixate se poate asigura prin combinații posibile de resurse și modalități de acțiune. În aceste condiții, se impune fundamentarea unor opțiuni strategice, adaptate cerințelor și posibilităților concrete ale firmei de construcții în perioada considerată;

e) urmărește realizarea misiunii pe care și-a asumat-o firma de construcții, în contextul respectării principiilor de politică generală prestabilită;

f) se referă la evoluția în viitor, pe termen lung sau mediu a activității firmei de construcții, ceea ce implică un grad relativ mare de risc și incertitudine;

- *Tipuri de abordare strategică a firmei de construcții*

Se identifică următoarea tipologie de abordare, conform tabelului 2.

Tabelul 2
Tipuri de abordare strategică a firmei de construcții

| Nr. crt. | Tipul de abordare | Observații |
|----------|---|--|
| 1. | <i>Abordarea strategică de tip planificat</i> | Se întâlnește în sistemele manageriale ale firmelor de construcții de dimensiuni mari, care își desfășoară activitatea în sectoare dinamice sau supuse unor acțiuni inovaționale intense. |
| 2. | <i>Abordarea strategică de tip antreprenorial</i> | Aceasta se întâlnește în firmele de construcții mici și mijlocii (mai ales în cele aflate în etapa de demarare a unor noi afaceri), când procesele specifice ei se realizează în cadrul general al întocmirii planurilor de afaceri. |
| 3. | <i>Abordarea strategică de tip adaptiv</i> | Este specifică firmelor de construcții mici și mijlocii, care funcționează în sectoare economice relativ stabile. |

6. Strategiile economice ale firmei de construcții

Strategia economică reprezintă ansamblul obiectivelor majore, a modalităților esențiale de realizare a acestora și de alocare a resurselor necesare, cu termenele calendaristice aferente, prin care se prefigurează evoluția unei entități economice de construcții pe intervalul de timp prestabilit, în vederea amplificării performanțelor sale într-un context concurențial specific.

Strategia economică, în contextul mai larg al abordării, respectiv într-o concepție strategică generală a firmei de construcții, este considerată fondament metodologic pentru procesele de durată privind planificarea și managementul acesteia.

Strategia economică se concretizează într-un ansamblu de criterii și reguli decizionale, care ghidează comportamentul firmei de construcții pe întreaga perioadă strategică.

Elemente strategiei economice în construcții sunt:

1) *Obiectivele strategice care evidențiază ţintele propuse.* Obiectivele strategice vizează orizonturi de timp mai îndepărtate, fiind stabilite pe termene lungi (de 3-5 ani), uneori chiar până la 10 ani.

Principalele cerințe ale obiectivelor strategice sunt: a) *să fie măsurabile*; b) *să fie realiste*; c) *să fie ierarhizabile*; d) *să fie compatibile*; e) *să fie formulate precis*, clar și concis, pe înțelesul tuturor salariaților implicați în realizarea lor; f) *să fie cunoscute de toți factorii interni și externi* care își vor aduce contribuția la îndeplinirea lor; g) *să fie motivante* pentru toți cei care au un anumit rol în aplicarea lor.

2) *Orientările strategice.* Acestea vizează ansamblul modalităților de acțiune adoptate pentru realizarea obiectivelor fixate în cadrul unei strategii economice. Ele se stabilesc pe baza opțiunilor strategice ale factorilor de decizie împăterniciți. Orientările strategice mai sunt prezentate sub denumirea sugestivă de “vectori de creștere”.

3) *Resursele strategice.* Cuprind totalitatea mijloacelor tehnologice, materiale, energetice, umane și financiare necesare pentru realizarea obiectivelor și orientărilor strategiei, urmând să fie alocate în acest scop.

4) *Termenele strategice.* Acestea schițează calendarul realizării strategiei economice pe ansamblul perioadei strategice și pe diferitele etape ale acesteia.

♦ *În funcție de nivelul organizatoric* pentru care se elaborează, se întâlnesc următoarele categorii de strategii economice:

Strategii economice ale sistemului firmă de construcții

- a) *Strategii la nivelul unei reuniuni de firme* de construcții, numite în literatura de specialitate și strategii de corporație. Ele se referă la evoluția activităților din cadrul unei organizații complexe de construcții de dimensiuni mari;
- b) *Strategii la nivelul unei firme* de construcții, prezentate sub denumirea de strategii de firmă de construcții. Acestea se elaborează pentru o firmă de construcții constituită ca entitate organizatorică distinctă, sau care fac parte dintr-o anumită reuniune de firme de construcții;
- c) *Strategii la nivelul unei activități (afaceri)* de construcții din portofoliul firmei de construcții cunoscute și sub numele de strategii de unitate strategică de activitate (afaceri).

♦ *În funcție de sfera activităților* la care se referă se delimitizează următoarele categorii de strategii economice:

- a) *Strategii globale*; au un grad ridicat de complexitate, referindu-se la ansamblul activităților efectuate în reuniunea de întreprinderi, firme sau unități strategice de construcții, de afaceri pentru care se elaborează;
- b) *Strategii funcționale*; cuprind în obiectul lor activitățile și funcțiunile specifice nivelului organizatoric de abordare;
- c) *Strategiile parțiale*; se elaborează pe activități individuale realizate la un anumit nivel de organizare;
- d) *Strategii specifice*; includ în sfera lor activitățile de construcții particulare referitoare la segmente de piață, piețe, categorii de clienți, zone geografice, linii de produse, și.a.

♦ *În raport cu dinamica obiectivelor strategice* pot fi evidențiate următoarele strategii economice de construcții:

- a) *Strategii de dezvoltare*. În această categorie se încadrează cele mai multe strategii economice. Ele se bazează pe obiective cantitative și calitative de construcții, superioare celor din perioadele strategice anterioare. Se evidențiază caracterul reprezentativ al acestor strategii pentru procesul general de abordare strategică a organizațiilor de construcții;
- b) *Strategii de redresare*. Prin intermediul acestora se stabilesc obiective cantitative de construcții la nivelul celor realizate cu mai mulți ani în urmă, dar superioare față de cele înregistrate în perioada strategică imediat anterioară.

c) *Strategii de consolidare.* Se caracterizează prin stabilirea unor obiective cantitative de construcții identice cu cele realizate în perioada strategică anterioară, urmărindu-se perfecționarea unor aspecte calitative ale activităților economice abordate.

♦ “*Tipologia Mintzberg*” în privința strategiilor motivaționale arată că acestea sunt diferențiate în funcție de rațiunile care au stat la baza elaborării lor, determinându-le gradul de fundamentare, formalizare și explicitare.

În context, sunt evidențiate două mari categorii de strategii economice de construcții: - *strategii deliberate*, bazate pe fundamentare, raționalitate și logică, (presupun un grad ridicat de formalizare și un proces aprofundat de coordonare a acțiunilor impuse); - *strategii emergente*, bazate pe adaptare la mediu, intuiție managerială și experiență practică (presupun o flexibilitate sporită și un proces continuu de învățare organizațională).

a. *Strategii planificate*, care rezultă din procesul complex de planificare strategică. Ele sunt deliberate la un nivel ridicat, ca urmare a fundamentării lor detaliate prin analize, studii și prognoze aprofundate.

b. *Strategii "ideologice"*, provenite din ideile, concepțiile și convingerile comune ale unor grupuri manageriale sau colective organizatorice din cadrul firmei de construcții.

c. *Strategii procesuale*, orientate spre modalitățile de organizare procesuală a diverselor activități din cadrul firmei de construcții. Strategiile procesuale de construcții sunt deliberat-emergente.

d. *Strategii tip "umbrelă"*, care își au originea în diferite restricții interne sau generate de mediul concurențial. Au caracter deliberat și emergent.

e. *Strategii antreprenoriale*, formulate pe baza concepției individuale a unui lider a organizației de construcții sau a studiilor efectuate de o firmă de construcții specializată de consultanță. Sunt deliberate, dar în anumite cazuri pot avea și un caracter emergent.

f. *Strategii consensuale*, au proveniența în condensul unor grupuri decizionale din cadrul organizației de construcții și se bazează pe structurarea comportamentului membrilor acesteia. Ele sunt emergente sau deliberate.

g. *Strategii deconectate*, de enclavă, sunt formulate de anumite grupuri restrânsse cu o poziție determinantă în masa membrilor unor colective de firme de construcții. Au caracter emergent pentru autorii și executanții strategiilor, acestea pot fi deliberate sau emergente.

h. *Strategiile impuse*, sunt elaborate pentru adaptarea firmei de construcții la schimbările survenite în cadrul mediului concurențial. Strategiile de acest tip pot căpăta un caracter deliberat.

♦ *Sub raportul scopului abordării strategice*, se distinge o gamă variată de strategii economice de construcții. Dintre acestea, se amintesc strategiile produse/obiective edilitare/industriale-piețe.

În funcție de dinamica pieței, se disting strategii de construcții *a)* de creștere, *b)* de menținere și *c)* de restrângere.

În raport cu structura pieței, pot fi identificate *a)* strategii de construcții nediferențiate, *b)* diferențiate și *c)* concentrate.

Pe baza schimbărilor pieței, strategiile de construcții sunt *a)* active, *b)* adaptive și *c)* pasive.

În funcție de exigențele pieței, există strategii de *a)* exigență ridicată, *b)* medie sau *c)* redusă.

Nivelul competiției economice separă strategiile de construcții în *a)* ofensive și *b)* defensive.

♦ În raport cu *natura dezvoltării*, se evidențiază *a)* strategii de construcții de dezvoltare intensivă, bazate pe opțiunea de expansiune și *b)* strategii de construcții de dezvoltare extensivă, bazate pe opțiunea de diversificare, și.a.

Elaborarea unei strategii economice de construcții se bazează pe cunoașterea caracteristicilor fundamentale ale activității de ansamblu a firmei de construcții, concretizate în misiunea și politica generală ale acesteia.

Etapele elaborării strategiei economice de construcții:

1. *Fundamentarea strategiei economice* de construcții
2. *Stabilirea strategiei economice* de construcții
3. *Implementarea strategiei economice adoptate*
4. *Monitorizarea și evaluarea strategiei* economice de construcții în procesul de aplicare a acesteia

Când se constată abateri de la programul de aplicare stabilit, sau neconcordanțe față de condițiile mediului și cerințele de performanță ale activității firmei, se impun decizii

de revizuire a politicilor manageriale folosite în procesul de implementare a strategiei, sau chiar a unor elemente strategice.

7. Alternative și opțiuni strategice ale firmei de construcții

În contextul competitivității generalizate în economia modernă, firmele de construcții pot avea opțiuni strategice.

a) *Strategia de dezvoltare intensivă*, pe aliniament intern sau prin expansiune. Se folosește ca alternativă “grila de dezvoltare obiective de construcții-piețe”.

b)

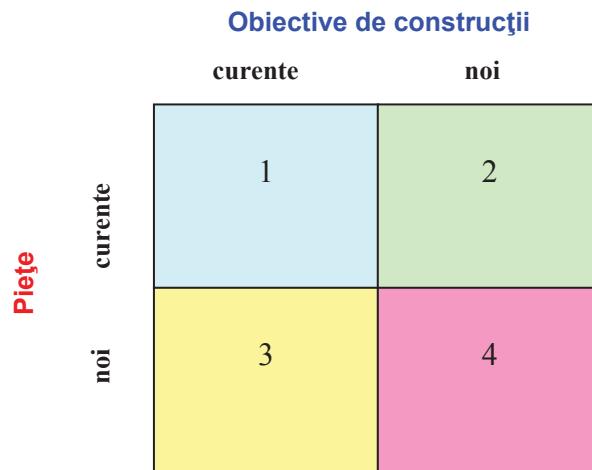


Figura 1. Grila de dezvoltare obiective de construcții-piețe

În primele trei cadre se definesc strategiile de dezvoltare intensivă (internă sau prin expansiune), iar *cadranul 4* caracterizează strategiile de dezvoltare extensivă (externă) ale firmei de construcții. Strategia de penetrare a piețelor firmei de construcții, este specifică *cadranului 1* și se materializează în identificarea unor modalități de mărire a cotei de piață pentru obiectivele (cladiri, spații, hale, birouri s.a.) curente comercializate pe piețele existente ale firmei de construcții. Strategia de dezvoltare a obiectivelor de construcții este specifică pentru *cadranul 2*. Ea presupune identificarea posibilităților de asimilare a unor proiecte noi, cu caracteristici funcționale și estetice diferite sau pentru a căror fabricare se apelează la o alternativă tehnologică. Strategia de dezvoltare a piețelor, specifică *cadranului 3* se concretizează în identificarea unor posibilități de extindere a sferei consumatorilor pe piețe noi, ale căror nevoi pot fi satisfăcute de ofertele curente ale firmei de construcții.

b) *Strategia de specializare*. Este caracteristică firmelor de construcții cu o tradiție în sectorul de activitate de construcții. Strategia specializării presupune realizarea permanentă a unui sortiment restrâns de proiecte de construcții, prin concentrarea resurselor de producție asupra unui singur domeniu de activitate ușor de dominat.

c) *Strategia de integrare pe verticală.* Strategiile de dezvoltare extensivă prin integrare se materializează în identificarea posibilităților de creare sau achiziționare a unor activități noi de construcții, conexe cu cele existente în firma de construcții.

Se pot prezenta sub trei forme:

- Strategia de dezvoltare extensivă prin integrare pe verticală *în amonte*, (constă în crearea sau achiziționarea unor activități de construcții, de furnizare a resurselor materiale necesare producției de construcții);
- Strategia de dezvoltare extensivă prin integrare pe verticală *în aval*, (presupune crearea sau achiziționarea unor activități de construcții referitoare la distribuirea și comercializarea proiectelor de construcții executate);
- Strategia de dezvoltare extensivă prin integrare *pe orizontală*, (constă în achiziționarea uneia sau mai multora dintre firmele de construcții concurente ori în fuzionarea cu acestea).

Integrarea pe verticală poate fi adoptată de firmele specializate de construcții, în scopul ameliorării profitabilității lor și a asigurării controlului asupra anumitor stadii ale procesului de producție de construcții.

d) *Strategia de diversificare.* Este caracteristică firmelor de construcții care își desfășoară activitatea în domeniile de vârf ale construcțiilor, definite printr-un ritm rapid al progresului etnic. Aceasta presupune lărgirea gamei sortimentale a proiectelor de construcții executate pentru satisfacerea cerințelor și exigențelor individuale ale unui număr cât mai mare de clienți. Se întâlnesc trei categorii de strategii de dezvoltare de construcții prin diversificare:

- Strategia de dezvoltare prin *diversificare concentrică* (presupune abordarea unor domenii noi de activitate prin care se execută produse care au legături tehnologice, de distribuție și marketing cu proiectele de construcții existente, fiind destinate acelorași categorii de consumatori, unor noi grupuri de clienți);
- Strategia de dezvoltare prin *diversificare orizontală* (se abordează noi domenii de activitate prin care se obțin produse destinate acelorași categorii de clienți, dar care nu au legături tehnologice, de distribuție, de marketing, privind competențele de gestiune cu proiectele de construcții curente);
- Strategia de dezvoltare prin *diversificare de tip conglomerat* (se concretizează în crearea sau achiziționarea unor domenii de activitate de construcții noi, care nu au nici o legătură cu cele existente).

8. Concluzii

Noua firmă operațională de construcții este „întreprinderea virtuală”, care ia naștere dintr-o triplă interdeterminare (cea temporală, spațială și de acțiune), dar în același timp, dintr-o triplă determinare și interdependență (a structurii organizatorice, a utilizării și a punerii în comun a inteligenței angajaților săi).

Firma de construcții trebuie să-și orienteze activitatea către client - aceasta fiind una dintre mutațiile majore ale secolului XXI. Ca urmare, vom asista la organizarea firmei de construcții în jurul clientilor. Dictatura executantului, însă, nu trebuie înlocuită cu dictatura beneficiarului. Părțile, trebuie să se întâlnească pe o platformă de colaborare pe care să câștige performanța pentru toți, în condițiile date ale perioadei. Toate acestea impun nu reproiectarea firmei de construcții, ci reinventarea ei, utilizând și experiențele de durată, perene, ale trecutului.

Organizația de construcții a viitorului se caracterizează prin responsabilitate, autonomie, risc și incertitudine. Se va lucra într-o firmă de construcții care învață, trecându-se de la firma de tip ceasornic, la organizația continuă, reconfigurabilă, cu strategii continui, întrucât ritmul schimbării scurtează ciclul de viață al acestora.

În firmele moderne de construcții trebuie să primeze rezultatele, nu eforturile. Rezultatele se obțin prin exploatarea ocaziilor, nu prin rezolvarea problemelor. Ca urmare, resursele trebuie să fie alocate ocaziilor, nu problemelor.

Bibliografie:

- [1]. Gâf-Deac, M.: “Managementul general”, Ed. Fundației România de Mâine, București, 2007
- [2]. Gâf-Deac, M.: “Managementul modelării structurilor tehnologice”, Ed. Infomin, Deva, 2002
- [3]. Serbănoiu, I.: “Management operațional în construcții”, Ed. Societății Academice “Matei – Teiu Botez”, Iași, 2003
- [4]. Nicolescu, O., Verboncu, I.: “Management”, Ed. Economică, București, 1999
- [5]. Nicolescu, O., Verboncu, I.: “Managementul pe baza centrelor de profit”, Tribuna Economică, București, 1998
- [6]. Nicolescu, O., Plumb, I., Vasilescu, I., Verboncu, I. (coordonatori): “Abordări moderne în managementul și economia organizației”, Ed. Economică, București, 2004
- [7]. Stancu, D.: “Contabilitate și finanțe pentru ingineri”, Ed. Economică, București, 2004

Strategii si concepte noi in educarea si formarea adulților

Strategies and concepts in adult education and training

Nicolae Postăvaru

Autoritatea Națională pentru Calificări, Romania

P-ta. Valter Maracineanu nr. 1-3, Intrarea B, etaj 2, cam. 164-166, Sector 1, 010155 Bucuresti
npostavaru@gmail.com

Rezumat: *Totul pleacă de la câteva probleme sociale care trebuie să nu devină acute fiindcă nu se știe cum mai pot fi ținute în frâu dacă se depășește masa critică;*

- 1. Europa nu mai are producție pentru toți locuitorii săi, la care se adaugă îmbătrânierea populației și creșterea cheltuielilor sociale;*
- 2. Europa are un nivel de șomaj care era de neconceput în anii 90', adică peste 10 % chiar 12 %.*

Avem o rată a șomajului:

- în rândul tinerilor mai mare de 20%; Spania 50%, Grecia 30%, Italia 20%;*

Avem locuri de muncă neocupate:

- peste 2 milioane dintre care peste 500 000 în IT.*

De aici schimbarea paradigmă din "Școala comandă" în „Piața comandă,. Cine va înțelege această schimbare va face față viitorului apropiat, vorbim din punct de vedere politic.

A da alegătorilor tăi un loc de muncă va fi deviza anilor '20.

Cuvinte cheie: școala, educație, concepte

Summary: *It starts from some social problems should not become acute because no one knows what can be kept in check if it exceeds the critical mass;*

- 1. European production does not have all its inhabitants, plus an aging population and increasing social spending;*
- 2. Has a high unemployment Europe that was unimaginable in the 90's, over 10% even 12%.*

We have an unemployment rate:

- Youth greater than 20%; 50% Spain, Greece, 30%, 20% Italy;*

We have jobs available:

- More than 2 million of which over 500 000 IT.*

Hence changing the paradigm of "control school" to "market order". Who will understand this change will face near future, the political talk.

To give your job the voters will be the motto of the '20s.

Key words: school, education, concepts

Partea I

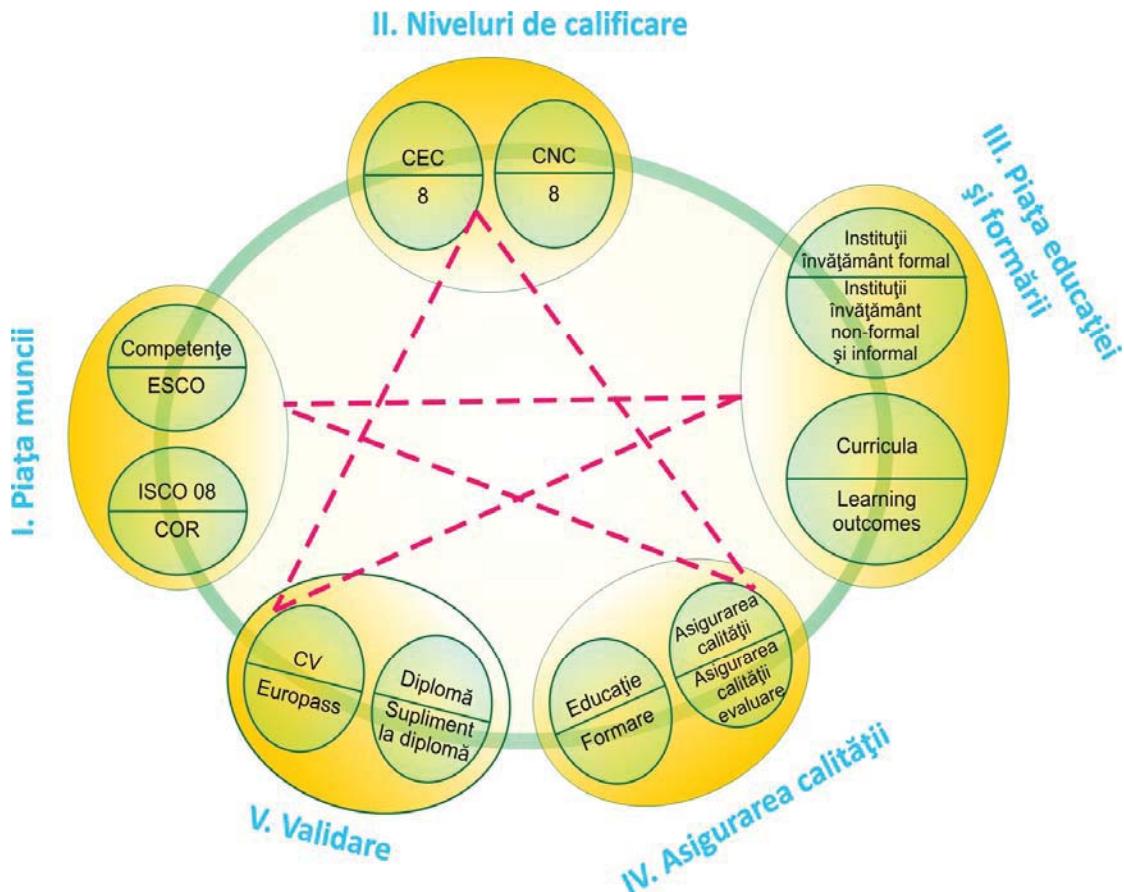
De ce această schimbare ?

- Nu avem în rândul absolvenților competențele necesare solicitate la angajare;
- Școala produce mult însă nu se pliază pe nevoile pieței muncii;
- Piața muncii devine selectivă, dictează ce se cere: vrea competențe practice bazate pe rezultate ale învățării – ce știi să faci - și nu pe învățare – ce știi;
- Un nou sistem profesional apare în era globalizării și a capitalismului avansat;
- Marile companii nu vor să mai piardă bani cu pregătirea tinerilor. Acestea doresc ca tinerii să fie deja formați pe specificul activității pe care o desfășoară, iar perfecționarea să se petreacă numai „in house”;
- Piața muncii este foarte activă și în permanentă mișcare, flexibilă: peste 50% dintre ocupațiile anului 2030 nu se cunosc iar anul 2050 va schimba în proporție de 80% din ceea ce se știe în prezent; multi din cei ce predau azi și decid nu vor mai fi în 2030 iar în 2050 vor mai fi numai studentii și tinerii de azi, la ei trebuie să ne gandim ;
- Școala este conservatoare, oprește progresul, nu ține pasul cu realitatea pieței;
- Secolul al XXI-lea este rapid, al vitezei, al informatizarii, dacă nu ții pasul te pierzi. Școala la distanță se apropie, adevaratul invatamant pe elev –pe ce vrea el să facă este viitorul ;
- Cursuri pe internet, evaluări la distanță, programe la alegere, competențe pe card, recunoașterea experienței de viață, nonformal și informal, calitate recunoscută, ESCO, circulația liberă a individului format de-a lungul vietii – acesta este strategia pe termen lung .

Pregătirea viitorului, în ultimii 15 ani a însemnat următoarele proiecte implementate: Bologna și VET; ISCO 08; CAEN; ISCED 2011; EQF; EUROPASS; ESCO; QAHE; ECVET și altele. 2014 încheie o fază a procesului care are ca țintă 2030 și mai departe.

Am trecut în faza a două – 2015 - 2020/25 care înseamnă: asamblarea lor într-un mare proiect despre care vrem acum să dăm câteva date.

Acest proiect este prezentat mai jos și leagă piața muncii de educație, calitate și validare precum și de independența individului pentru libera circulație în spațiul European.



Schema relației Educație - Piața muncii

Cum citim acest proiect:

- I - Competențele pe ocupății sunt date de piața muncii, ocupățiile fiind cele internaționale recunoscute prin ISCO 08;
- II - Nivelurile de calificare ale fiecărei ocupății sunt date de EQF/Cadrul European /Național al Calificărilor;
- III - Sistemul de educație și formare trebuie să se adapteze la aceste competențe prin noi curricule și evaluare prin metoda/instrumente care au la baza rezultatele învățării – „ce știi să faci?”-aici va fi lupta pentru educatie ;
- IV - Orice furnizor de educație și formare trebuie să-și acredeze instituția din punct de vedere al calității, printr-o instituție recunoscută european, altfel, diploma eliberată de acesta nu va fi recunoscută pe piața muncii europene, poate doar la nivel local;
 - Se va trece la ierarhizări europene și finanțări corespunzătoare calificării; nu toți vor putea elibera diplome recunoscute la nivel european ,vor ramane la nivel național ,regional ,local
 - V - Diplomele, certificate recunoscute din punct de vedere al calității se vor inscripționa, competențele vor fi scrise pe suplimentul de diplomă, acesta va fi electronic și va reprezenta o condiție minimă de acces pe piața calificată muncii ;

În aceste condiții :

- Independența statului va ramane numai pentru învățământul obligatoriu;
- Independența universitară va însemna:
 - O adaptare sau nu la noile condiții;
 - Accesul specialiștilor din producție, ca și lectori, la cursuri;
 - Acceptarea sistemului de calitate și condițiilor lui sau nu .
 - Legatura directă cu piata muncii: angajatori, competente, standarde ocupationale .
 - Parteneriate întreprinderi –institutii de educatie/cercetare –furnizori de formare
 - Furnizorii de formare vor trebui să accepte aceleași condiții ca și mediul educațional/universitar;
 - Piața educației și formării intră în perioada de concurență și competiție în care, asemenea pieței economice, numai grupurile de instituții de educație/universități/furnizori de formare/intreprinderi vor avea succes pe termen lung.
 - Decada 2020-2030 va însemna selecția pieței prin condiția de calitate și recunoaștere. De aceea, această condiție impune, pentru cei care vor să fie recunoscuți european, să se unească în mai multe centre universitare/de formare și de cercetare aplicată.

Acesta este viitorul invatamantului superior –centre universitare puternice capabile sa faca fata celor din Europa si din lume care se organizeaza deja in acest mod.

Pentru România:

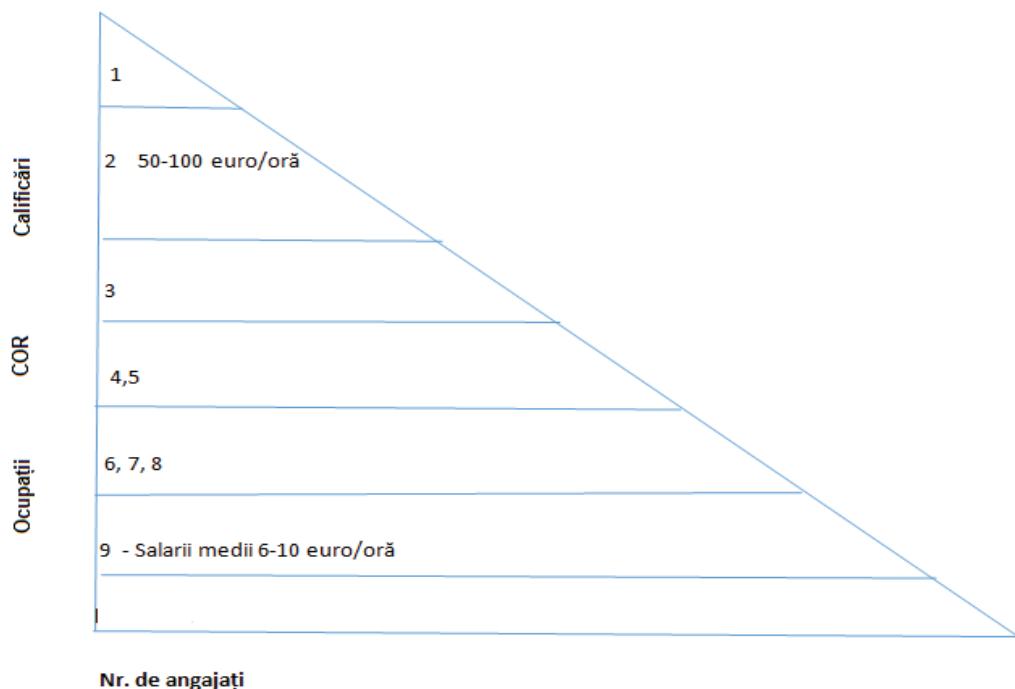
- Avem 2 milioane de lucrători plecați din țară. 95% dintre aceștia lucrează ca necalificați fiindcă echivalarea diplomelor este ori un proces greoi, ori presupune costuri ridicate;
- Sistemul universitar/de formare este greoi și se adaptează lent la competențele aplicate;
- Nu se înțelege relația: calificare – calitate și nici cea a creditelor transferabile;
- Există Codul Ocupațiilor din România (COR) incomplet, în curs de adaptare în 2014, care vrea să fie național, fără a ține cont de ISCO 08; ne lipsesc multe ocupări din Europa.
- ISCED (standardul international pentru educatie)2011 încă se crede că este o joacă (v. Domeniile de educație) nu intelegem ca lumea aceasta funcționează cu standarde și proceduri ;
- Avem, din noiembrie 2013 Cadrul Național al Calificărilor (CNC) conform normei europene, un prim succes al ultimului an de guvernare, însă ne lipsește legătura dintre CNC și COR adică Registrul Național al Calificărilor (RNC). Realizarea RNC-ului reprezintă una dintre cele mai importante sarcini pentru anul 2014 în formarea profesională ;

- Avem sistem de asigurare a calității universitare dar bazat pe principii vechi în care se numără săli și cadre didactice și nu se analizează competențe, curricule și rezultatele învățării;
- În formarea profesională a adulților, sistemul de asigurare a calității lipsește și este greu de implementat la cei circa 3000 de furnizori. Acest sistem va trebui însă creat, ca urmare, o Hotărâre de Guvern va fi publicată în 2014 pentru a clarifica această problemă; lipsa acestui sistem conduce la imposibilitatea recunoașterii diplomelor în afara țării.
- Cadrele didactice sunt legate de scoala și le numără ARACIS-ul la vizitele de monitorizare deși ar trebui să fie ca persoanele fizice autorizate și să poată preda oricund și oricât dacă sunt solicitate, cel puțin titlurile superioare: conferențiar, profesor, care ar trebui aleși și angajați pe baza de CV cu contracte de prestări servicii.
- În decembrie 2013, printr-o Ordonanță de Urgență a Guvernului României, s-a acceptat din nou ca specialiștii din producție să vină să lucreze în mediul universitar ca și cadre didactice asociate – este un alt succes al ultimului an;
- Invatamantul profesional și tehnic (VET) funcționează pe lângă CNDIPT (Centrul Național pentru Dezvoltare a Învățământului Profesional și Tehnic) datorită oamenilor dar nu este ajutat, sprijinit la justă valoare și necesități;
- EUROPASS funcționează tot datorită oamenilor care au pus umărul la el;
- Nu se înțelege ESCO (sistemul european pentru competențe și ocupări) și legătura/ relația/ sistemul prezentat mai sus: piața muncii-intreprinderi-organizare/ocupării-competențe-calificări-educație/ formare-calitate-recunoaștere-ocupării-piața muncii, pentru că încă nu se percep transferul formării profesionale din sfera muncii în cea educațională.
- Nu se înțeleg strategiile europene și ca atare batem pasul pe loc cu discuții inutile.

Noua strategie înseamnă un sistem în care „piata cere și educația/ formarea oferă”.

RISURI

Ce se întâmplă dacă batem pasul pe loc și continuăm să pierdem timpul cu certuri inutile?

Fig.2 Relația calificare - salarii

- În piramida locurilor de muncă, pe nivele de calificare și salarizare, compatrioții noștri riscă să rămână la bază, adică la salarii mici și autonomie redusă la locul de muncă;

- Lumea va fie condusă de cei care dă oameni pentru nivelele 1-2;
- Veniturile celor slab calificați care lucrează vor fi reduse, la fel ca și bugetul colectat de la aceștia;
- Piața națională se va adapta la cea europeană, după 2030 ,adica va pierde bani;
- Multe universități vor deveni: fie locale/regionale, fie vor deveni furnizori de formare profesională continuă a adulților, fie vor dispărea;
- Să rămânem fărâmițați în loc să ne unim în mari grupuri universitare/de educație/ de formare regionale, în zonele cu tradiție universitară. Probabil că 8-10 asemenea centre universitare ar putea să aibă recunoaștere și diploma europeană. Altfel, va trebui să ne formăm specialiști în universități din Europa, ca în secolele al XVII-lea și al XIX-lea;

Asta înseamnă orgolii mai mici, dar dacă s-au unit cele mai mari bănci sau trusturi în piață ca să supraviețuască, poate vor ajunge și rectorii să înțeleagă că altfel nu se poate supraviețui. Strategic înseamnă mari centre universitare (min 40.000 de studenți): București cu 3 centre (dintre care unul ar fi pentru universitățile „militare,” din țară), Cluj-1, Iași-1, Brașov-Sibiu-Tg.Mureș-1, Timișoara-1, Craiova-1, Constanța-Galați-1, Ploiești-Pitești-1. Sunt 10 asemenea grupuri, care înseamnă mai puțină administrație și strategii comune.

Un exemplu clar este Politehnica din care, acum 60 de ani, s-au rupt cinci actuale universități. Acestea ar trebui să revină în universitatea mamă, alături de altele.

Inca nu invatam din economie ca faramaitarea nu rezista ,nu conduce la forta si recunostere.

- Furnizorii de formare profesională care nu cresc din punct de vedere calitativ vor fi înlocuiți de cei străini.
- Posturile de conducere vor fi ocupate și de persoane străine de țară, limba nemaiputând să reprezinte o barieră în 2030.

Riscul major: disparația ca nație după 2050, ca urmare a disparației educației și formării profesionale din motive de standarde de calitate (v întreprinderile desființate după 90' in 20 de ani). Educatia,munca si cultura te tin in viata restul te sustin iar distractia te „omoara”.

- Reîntoarcerea la acum 200 de ani, când se năștea sistemul universitar românesc și renașterea lui pe alte principii, altcândva ,nu stiu cand si daca .
- Dacă în 20 de ani s-a distrus o economie de 100 de ani, care ținea o țară, în 40 de ani se va distrugе o educație care este de 200 ani și a format o țară.

Soluția: Trebuie să ne adaptăm cerințelor și să uităm de orgolii, să avem o mândrie națională pozitivă, să fim constructivi, pozitivi, să înțelegem lumea înconjurătoare și cum funcționează ea.

Partea II

Pe această linie câteva priorități ale actorilor de pe piața educației și formării:

Rolul Autorității Nationale pentru Calificări

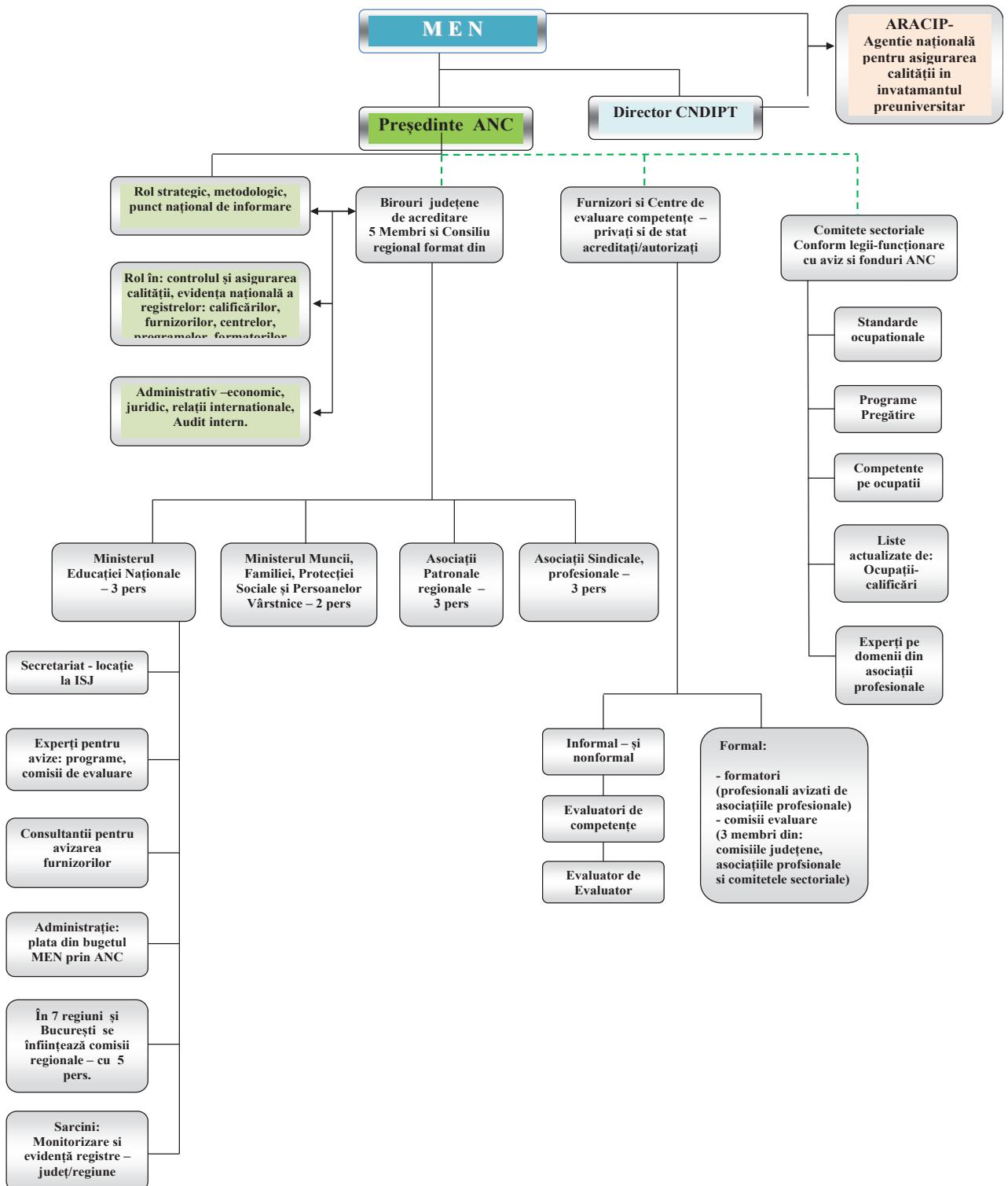
- Să țină legătura cu piața muncii;
- Să sprijine apariția unui nou Cod al Ocupațiilor din România, conform lui ISCO 08;
- Să sprijine, prin intermediul Comitetelor Sectoriale, realizarea competențelor ocupaționale;
- Să contribuie, prin intermediul unei Hotărâri de Guvern, la asigurarea calității în Formarea Profesională Continuă a Adulților, ajutând astfel adevărații furnizori de formare;
- Să contribuie la refacerea, pe noi principii, a Standardelor Ocupaționale și a programelor cadru;
- Să realizeze Registrul Național al Calificărilor;
- Să asigure calitatea autorizării și acreditării furnizorilor de formare profesională continuă a adulților;
- Să asigure controlul și monitorizarea sistemului de formare profesională;
- Să sprijine sistemul universitar/de formare în reorganizarea învățării pe bază de rezultate ale învățării și implementarea educației pentru piața muncii;
- Să asigure transparența sistemului și legătura cu instituțiile europene;
- Să răspundă cerințelor publicului privind funcționarea sistemului de Formarea Profesională Continuă a Adulților prin reorganizarea sistemului de autorizare a furnizorilor și centrelor de evaluare a competențelor.

In acest sens in fig 1 se propune o noua structura a sistemului actual ,care ar trebui promovata prin lege .In noua structura autorizarea urmeaza sa se realizeze la nivel de regiune prin birouri specializate ,in subordinea ANC . Aceste birouri trebuie ajutate de comitete regionale in care sunt reprezentati ;sindicalele ,angajatori ,scoala ,ministerul muncii,asociatiile profesionale.Numai astfel putem profesionaliza sistemul de autorizare si ca urmare sa avem incredere in el .

In prezent este un sistem criticat si pe buna dreptate avand conducerea la ministerul muncii si finantarea la ministerul educatie .Aceste autorizari ca si comisile judetene sunt veriga slaba a sistemului de formare profesionala .

Ca o nautate noile birouri regionale ar prelua si autorizarea centrelor de evaluare a competențelor iar ocupatia de evaluator de competente ,de evaluatori, ar trebui sa fie efectuata de catre experti dupa modelul ARACIS /ARACIP adica dupa o metodologie clara si simplu de utilizat de catre oricine are experienta in educatie si formare .

Strategii și concepe noi în educarea și formarea adulților



Partenerii sociali – Comitetele Sectoriale

- Să se înființeze noi Comitete Sectoriale pentru a putea acoperi toate sectoarele de activitate, conform Clasificării Activităților din Economia Națională (CAEN);
 - Să-și înființeze departamente pentru calificări – ocupații - competențe - programe și control în domeniile de activitate pe care le reprezintă;
 - Să participe activ la realizarea noilor standarde ocupaționale-programe cadre aferente ;
 - Să participe la asigurarea calității în sistemul de Formarea Profesională Continuă a Adulților;
 - Să păstreze evidența firmelor din sectorul de activitate, a formatorilor, a cursurilor de formare, perfecționare, calificare, a certificatelor eliberate;
 - Să fie o relație reală între sistemul de educație –formare și piața muncii.

Universitățile

- Să-și adapteze programele educaționale la noile competențe și cerințe bazate pe rezultate ale învățării;
 - Evaluarea studenților să fie bazată pe lucrări, proiecte, analize, materiale rezultate ca urmare a procesului de învățare și nu pe memorarea de cursuri. Un absolvent va putea demonstra astfel ce știe să facă la finalizarea unui curs.
 - Să-și dezvolte departamente de asigurare a calității pentru a coordona procesul de educare-formare și furnizorii de formare afiliati ;
 - Departamentele de asigurare a calității să poată asigura calitatea formării și pentru cursurile de calificare desfășurate în parteneriat cu furnizorii de Formare Profesională Continuă a Adulților, inclusiv evaluarea acestora astfel încât aceste diplome să fie recunoscute pe viață de către angajatori și parteneri externi;
 - Să pună accentul pe crearea de aplicații desfășurate de specialiști veniți din piața muncii;
 - Să aibă în Consiliul de Administrație reprezentanți ai mediului de afaceri;
 - Să promoveze parteneriatele cu furnizorii de Formare Profesională Continuă a Adulților și mediul de afaceri, cu alte Comitete Sectoriale.

Furnizorii de Formare Profesională Continuă a Adulților

- Să asigure formarea profesională la nivelurile legale, singuri sau în parteneriat;
- Să asigure cursuri pentru domenii de nișă;
- Să asigure cursuri pentru dobândirea de competențe specifice unor ocupații;
- Să asigure cursuri de perfecționare;
- Să asigure, prin parteneriate sau prin acreditare, calitatea formării;

Strategii și concepte noi în educarea și formarea adulților

- Să transmită, către Autoritatea Națională pentru Calificări, toate informațiile privind cursurile desfășurate astfel încât acestea, odată înregistrate, să fie utile pe termen lung absolvantului.

Ministerul Muncii, Familiei, Protecției Sociale și Persoanelor Vârstnice

- Să înțeleagă că formarea este parte a procesului de educare de-a lungul vieții;
- Să înțeleagă că rolul esențial al ministerului, în domeniul formării, este reprezentat de realizarea unui COR cât mai corect și apropiat de ISCO 08 și să-l actualizeze ;
 - Sa introduca în COR ocupării pe baza unei analize și proceuri simplificate
 - Să sprijine realizarea Registrului Național al Calificărilor;
 - Să sprijine întocmirea competențelor specifice pentru fiecare ocupație din COR;
 - Să țină legătura Digi employment pentru actualizările din domeniu;
 - Să participe activ în Consiliul Autorității Naționale pentru Calificări;
 - Să fie o puncte între muncă și educație.

Misiunea Educației Naționale

- Să promoveze, cu maximă promptitudine, actele din domeniu;
- Să asigure controlul în sistemul de formare profesională a adulților alături de Ministerul Muncii, Familiei, Protecției Sociale și Persoanelor Vârstnice;
- Să-și înțeleagă rolul crescut, prin introducerea formării profesionale în cadrul educației, și să creeze un sistem aferent în care să fie inclusă și Formare Profesională Continuă a Adulților, printr-un departament specific, la nivelul Inspectoratelor Școlare Județene.
 - Să sprijine activ noul sistem de educare și formare, ca un tot unitar, în procesul de formare de-a lungul vieții fiecărui individ.
 - Să aibă o legătură permanentă și transparentă cu instituțiile europene în folosul educației naționale.

MULTUMESC