

ANUL 45 Revista INGINERIA INSTALATIILOR

NR. 11/2023
ANUL III/XLV



ÎNCĂLZIRE • RĂCIRE • VENTILARE • CLIMATIZARE • SANITARE • PROTECȚIE ACTIVĂ LA FOC ȘI DESFUMARE • GAZE • SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ ȘI CANALIZARE • ILUMINAT • ELECTRICE • AUTOMATIZĂRI • DETECTARE, SEMNALIZARE ȘI AVERTIZARE INCENDIU BMS ȘI TEHNOLOGII DE COMUNICARE ȘI INFORMARE • SURSE NOI DE ENERGIE • GESTIONAREA DEȘEURILOR • PROTECȚIA MEDIULUI



Universitatea
Tehnică de Construcții
București



Universitatea
Tehnică
Cluj-Napoca



Universitatea
Tehnică
"Gheorghe Asachi"
Iași



Universitatea
Transilvania
din Brașov

CN AIIR - Ediția 58

CONFERINȚA NAȚIONALĂ a INGINERILOR de INSTALAȚII din ROMÂNIA

12-13 Octombrie 2023
Brașov, România

TEMATICILE GENERALE ALE
CONFERINȚEI

- Decarbonizarea și sustenabilitatea mediului construit
- Pregătirea profesională în domeniile ingineriei civile și instalațiilor pentru construcții
- Digitalizarea și Inteligența Artificială în domeniile ingineriei civile și instalațiilor pentru construcții

aiiro.ro
+4021.252.42.95
office@aiiro.ro
presedinte@aiiro.ro



Instalațiile dau viață clădirilor



Dr.ing.
Ioan Silviu DOBOȘI
PREȘEDINTE

ASOCIAȚIA INGINERILOR DE INSTALAȚII DIN ROMÂNIA

MEMBRII CONSILIULUI DIRECTOR
MANDAT 2020 - 2024



Conf.univ.dr.ing.
Cătălin LUNGU

PRIM VICEPREȘEDINTE
Președinte
Filiala AIIR Valahia



Prof.univ.dr.ing.
Ioan AȘCHILEAN

VICEPREȘEDINTE
Președinte
Filiala AIIR Transilvania
Cluj-Napoca



Conf.univ.dr.ing.
Vasilică CIOCAN

VICEPREȘEDINTE
Președinte
Filiala AIIR Moldova
Iași



Dr.ing.
Ștefan DUNĂ

VICEPREȘEDINTE
Președinte
Filiala AIIR Banat
Timișoara



Conf.univ.dr.ing.
Nicolae IORDAN

VICEPREȘEDINTE
Președinte
Filiala AIIR Transilvania
Brașov



Prof.univ.dr.ing.
Rodica FRUNZULICĂ

VICEPREȘEDINTE



Conf.univ.dr.ing.
Dana TEODORESCU

VICEPREȘEDINTE



Conf.univ.dr.ing.
Cătălin POPOVICI

VICEPREȘEDINTE



Conf.univ.dr.ing.
Silvana BRATA

VICEPREȘEDINTE



Șl.dr.ing.
Andrei BOLBOACĂ

VICEPREȘEDINTE



Șl.dr.ing.
Gheorghe DRĂGOMIR

VICEPREȘEDINTE



Șl.dr.ing.
Anagabriela DEAC

VICEPREȘEDINTE



Dr.ing.
Remus Retezan

VICEPREȘEDINTE



Ing.
Radu ROMAN

VICEPREȘEDINTE



Ing.
Adrian TÎGHICI

VICEPREȘEDINTE



Prof.univ.dr.ing.
Liviu DRUGHEAN

DIRECTOR EXECUTIV

ASOCIAȚIA INGINERILOR DE INSTALAȚII DIN ROMÂNIA

Bd. Pache Protopopescu nr. 66
email: office@aiiro.ro

Biroul Executiv al AIIR

Ioan Silviu Doboși
Președinte

Cătălin Lungu

Prim Vicepreședinte AIIR
Președinte Filiala AIIR Valahia

Ioan Așchilean

Vicepreședinte AIIR
Președinte Filiala AIIR Transilvania Cluj-Napoca

Vasilică Ciocan

Vicepreședinte AIIR
Președinte Filiala AIIR Moldova Iași

Ștefan Dună

Vicepreședinte AIIR
Președinte Filiala AIIR Banat Timișoara

Nicolae Iordan

Vicepreședinte AIIR
Președinte Filiala AIIR Transilvania Brașov

Comisia AIIR pentru relații publice, media și publicații

Marius Adam

AIIR Filiala Banat Timișoara

Ana Diana Ancaș

AIIR Filiala Moldova Iași

Carmen Maria Mârza

AIIR Filiala Transilvania Cluj

Redactor șef
Tiberiu Catalina

Recenzori științifici

Prof.univ.em.dr.ing. Gheorghe Badea

Prof.univ.em.dr.ing. Iolanda Colda

Prof.univ.em.dr.ing. Adrian Retezan

Comitet editorial

Cristian Cherecheș

Veronica Gagea

Adriana Tokar

Grafică și tehnoredactare

Sorin Lipoveanu

Editura Matrixrom

Director Iancu Ilie

021.411.36.17, 0733.882.137

www.matrixrom.ro

ISSN: 2810-5303

ISSN-L: 2810-5303



Bine ați venit la cel mai recent număr al nostru, în care pătrundem în lumea interesantă a instalațiilor pentru clădiri, cu accent pe eficiența energetică și sistemele durabile. Pe măsură ce ne confruntăm cu

nevoia urgentă de a avea un viitor durabil am plăcerea de a vă prezenta o selecție de articole tehnice și de cercetare de mare interes, dar și soluții informatice adaptate meseriei noastre.

Primul articol are ca subiect recuperarea căldurii din procesele de răcire industrială. Este un studiu foarte interesant, care prezintă o abordare inovatoare de optimizare a puterii termice a schimbătorului de căldură, minimizând în același timp impactul asupra mediului. Această lucrare evidențiază potențialul adesea trecut cu vederea al recuperării căldurii reziduale în procesele industriale, demonstrând modul în care putem maximiza eficiența energetică și ne putem îndrepta către industrii mai ecologice.

Cel de-al doilea material se referă la MagiCAD, o soluție de top pentru modelarea informațiilor pentru construcții (BIM). Complet integrat în platformele Autodesk Revit și AutoCAD, MagiCAD oferă funcții de modelare robuste pentru fiecare disciplină MEP și suportă calcule integrate ale sistemului. MagiCAD acceptă numeroase standarde și simboluri locale, poziționându-se ca o soluție cu adevărat internațională dar cel mai bine vă invit să descoperiți mai multe informații în cadrul articolului complet.

Cel de-al treilea material relatează despre cea de-a 15-a ediție a Conferinței Internaționale privind Performanța Energetică a Clădirilor, organizată de Ordinul Auditorilor Energetici din România (OAER), Asociația Inginerilor de Instalații din România (AIIR) și Universitatea Tehnică de Construcții București (UTCB), cu sprijinul EU-CONEXUS. Evenimentul, cu tema "Roadmaps for NZEBs and ZEBs – Between Obligations and Possibilities", a avut loc în zilele de 8 și 9 iunie 2023, la Biblioteca Națională a României.

Conferința a atras o gamă variată de participanți, inclusiv autorități publice, auditori energetici, arhitecți, studenți, cadre universitare, cercetători, dezvoltatori imobiliari, companii de servicii, producători de materiale de construcții și de echipamente de instalare. Peste 50 de vorbitori din 12 țări au contribuit la calitatea științifică și profesională a evenimentului. Unul dintre punctele culminante ale conferinței a fost prezentarea celor mai importante două programe

informatice din România, care sunt în concordanță cu metodologia Mc001/2022: ENER+ și Doset-PEC. ENER+ este dezvoltat de OAER și se adresează auditorilor energetici, arhitecților și evaluatorilor de clădiri verzi. Doset-PEC, dezvoltat de Dosetimpex SRL, Timișoara - departamentul IT, este conceput pentru a asista auditorii energetici atestați în realizarea auditurilor energetice și întocmirea certificatului energetic al unei clădiri/apartament. În cadrul evenimentului a avut loc și o competiție studentescă la care au participat 8 echipe de la mai multe universități. Câștigătorul a fost IOSIF ILIEȘ de la UTCB iar evenimentul s-a încheiat cu un spectacol artistic susținut de elevii de la Colegiul "Dinu Lipatti" dar și cu un spectacol de inedit realizat de "Cuibul Artiștilor".

Lucrarea câștigătoare din cadrul concursului este prezentă în revistă fiind o lucrare care merită atenția dumneavoastră și are ca scop analiza unui sistem de pompă de căldură geotermală cu două puncte de foraj, instalat într-o clădire rezidențială. Utilizând intervale de temperatură specifice pentru București, cerințele termice pentru sezoanele de încălzire și răcire au fost calculate cu ajutorul metodei ASHRAE Retscreen. Cele două foraje au fost proiectate dimensional din punct de vedere termic și hidraulic cu ajutorul software-ului Earth Energy Designer. A fost realizat un studiu NZEB (Nearly Zero Energy Building) al clădirii și a fost creată o diagramă Sankey pentru bilanțul energetic la nivelul clădirii și al energiei primare. Se subliniază în articol faptul că pompele de căldură geotermale oferă beneficii considerabile pentru clădirile rezidențiale care se străduiesc să îndeplinească criteriile NZEB și să se alinieze la obiectivele de sustenabilitate ale societății moderne.

Cel de-al cincilea articol pe care vă încurajez să îl parcurgeți analizează tendința tot mai mare de instalare a sistemelor fotovoltaice. Studiul analizează aspectele legate de scăderea performanțelor sistemelor fotovoltaice din cauza umbririi modulelor fotovoltaice, în funcție de orientarea panourilor (Sud și, respectiv, Est-Vest). Articolul, utilizând programul de calcul Polysun SPTX Constructor, analizează producția de energie pentru stabilirea sistemului fotovoltaic în condiții reale de funcționare pentru clădirea ASPC a Facultății de Construcții din Timișoara.

Acest număr pune în lumină nenumăratele provocări și oportunități în căutarea noastră pentru sustenabilitate energetică. De la mediile industriale la cele rezidențiale, de la centrele de date la sistemele de energie regenerabilă, drumul către eficiență energetică este una cu multiple fațete. Nu este vorba doar de explorarea unor tehnologii mai ecologice, ci și de înțelegerea și luarea în considerare a impactului de mediu, social și economic. Vă urez lectură plăcută !

Conf.univ.dr.ing. Tiberiu Catalina
Redactor șef
tiberiu.catalina@utcb.ro

Cuprins

Building Management System in an Energy Positive House Case study: EFdeN House from Solar Decathlon.....	4
MAN & MACHINE - MagiCAD – Soluția BIM numărul unu în lume pentru proiectarea instalațiilor din clădiri.....	12
RCEPB 2023 Review.....	14
Implementarea unei surse geotermale de energie pentru o clădire rezidențială și dimensionarea utilizând softuri computaționale avansate.....	20
HEXONIC - Schimbătoare de căldură tubulare – abordări ale unui concept clasic.....	28
Aspecte privind influența umbririi panourilor fotovoltaice asupra producției de energie electrică. Studiu de caz.....	30
ATREA și aer proaspăt în școli: linia Inter special creată pentru unități școlare.....	38

Building Management System in an Energy Positive House

Case study: EFdeN House from Solar Decathlon



Tiberiu Catalina¹



Andrei Bejan²



Traian Munteanu³



Cătălin Lungu¹

¹Technical University of Civil Engineering Bucharest

²PhD Engineer, Romstal Academy

³Software engineer, Hardware & Software Solutions SRL

Abstract

The present paper presents the active and passive strategies implemented in the EFdeN project, a house which represented Romania at Solar Decathlon Europe 2014. The study focuses on the BMS system logic presentation which integrates all the systems implemented in the project and correlates all the active and passive strategies in order to achieve the optimum IEQ with minimum energy consumption. Using experimental measurements of sound pressure levels, air temperature, CO₂ levels, relative humidity and energy consumption a clear view on the advantages of these strategies was possible. The implementation of all the passive & active strategies combined with the BMS control prove to be an excellent combo for achieving perfect indoor environmental quality parameters (IEQ) with minimum of energy spent. Moreover, the energy production using PV panels exceeded the energy use thus the EFdeN house can be classified as an energy positive building.

1. Introduction

After COP21, one of the most important United Nations Climate Change Conference in the history of human beings^[1], the member countries decided to do what it takes to limit the world average temperature increase below the value of 1.5 °C above the values registered during the preindustrial period. WMO (acronym for World Meteorological Organization)^[2] highlights that in 2015 the critical threshold of 1 °C above the pre-industrial level was reached, the last four years represented the hottest period in history and 2019 became the 2nd warmest year on record. Finally, according to the European Commission climate and energy framework^[3], until 2030 all the European Union member states must achieve at least: 40% cuts in greenhouse gas emissions, 27% share for renewable energy and a 27% improvement in energy efficiency.

Moreover, DEPB (acronym for Directive 2010/31/EU of the Energy Performance of Buildings)^[4], mentions that beginning with this year, 2020, all the new buildings constructed must achieve the nZEB standard (nearly zero energy building).

Considering all these alarm signals and arguments, in order to achieve these goals and to prevent the global warming devastating impact, it is mandatory to build energy-efficient sustainable buildings with highly efficient and performant materials^[8].

Moreover, in order to reduce energy consumptions for heating, cooling and ventilation which are the most important consumers in a household it is important to implement intelligent systems which are using renewable energy sources.



Fig.1. EFdeN House currently built in the courtyard of Faculty of Building Services Engineering in Bucharest, Romania



The current study was conducted on the EFdeN prototype (Fig.1.), a project realized by a team of Romanian students from several universities from Bucharest which has represented Romania at Solar Decathlon Europe 2014.

The energy-efficiency strategies of the building and the systems were implemented by the students of the Technical University of Civil Engineering under the coordination of their professor. This team conceived, designed, analyzed and effectively built the prototype which now became a Research Center for Comfort Conditions and a study HUB for students within our campus.

The EFdeN prototype is currently built by students in the courtyard of the faculty, where we are testing and monitoring the comfort conditions (Fig.2.). The building consists of two floors – ground floor and first floor, with 2.5 m floor height, with the following destinations: residential building and exhibition pavilion.

Furthermore, the house is open to public for social awareness, for promoting the reduction of energy consumption in buildings and lower CO₂ emissions, also for the promotion of green and NZEB buildings in Romania, after all, having a strong socio-economic impact.

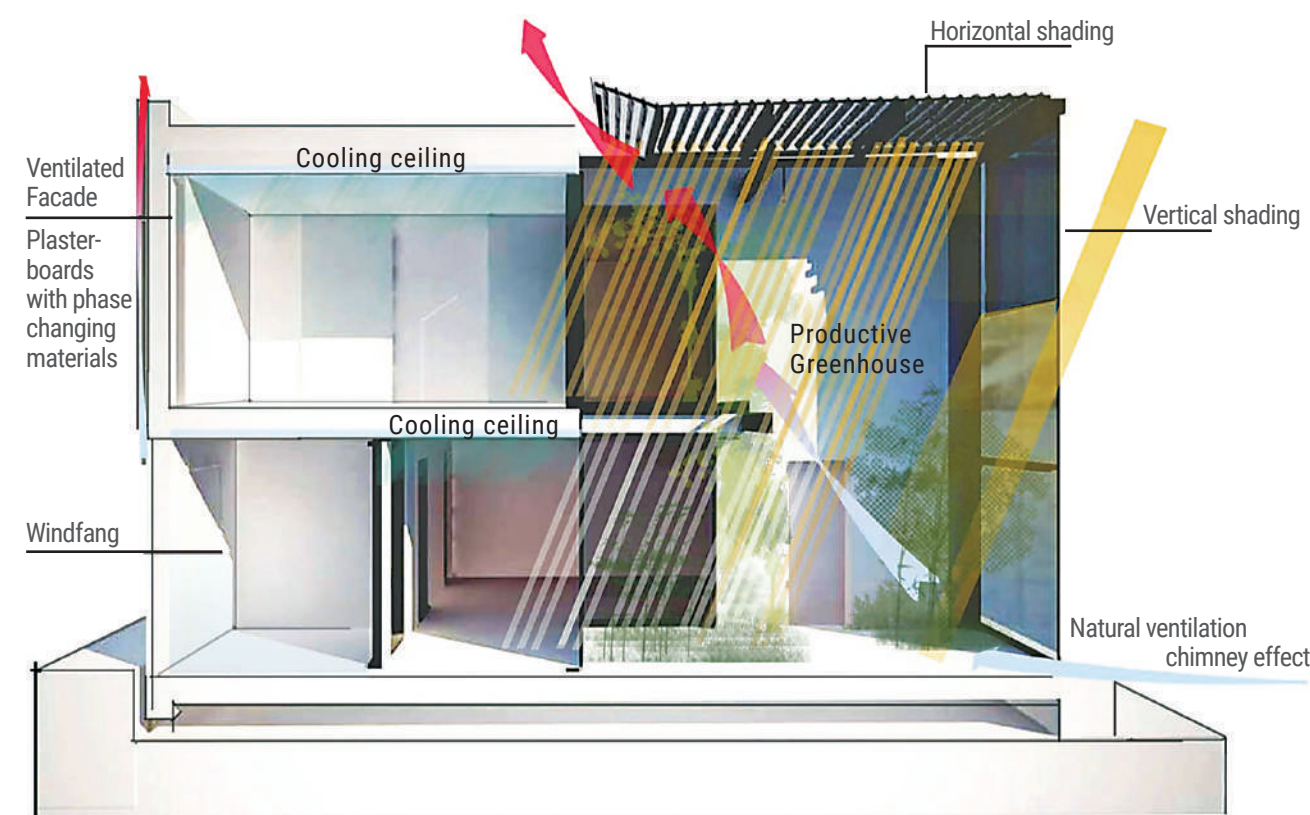


Fig.3. Overview of the passive strategies implemented within the house prototype

Moreover, the project is perfectly suited to the European directives promoting energy performance of buildings and transposes them perfectly, even transcending them. In the current context of high energy consumption in the buildings and the EU's 20-20-20 target, it is imperative to implement energy efficient solutions and to use the right materials in order to reduce energy consumption, subject treated in this article.

The building consists of two floors – ground floor and first floor (Fig. 9), with floor height of 2.5 m, with the following destinations: residential building and exhibition pavilion. The house has a total footprint of 96 m², a 170 m² built surface area, 118 m² heated area and 400 m³ total volume. In order to achieve this goal, we have implemented a lot of active strategies and passive strategies.

The active strategies used in order to reduce energy consumption are: air to water heat pump (HP) with maximum COP of 4.02 for heating, cooling and domestic hot water, vacuum tube collectors (VTC) for domestic hot water and heating, cold water tank, domestic hot water

tank, heating tank, radiant panels in walls and ceilings, heat recovery unit (HRU) with maximum efficiency of 94%, LED lamps, shading system, photovoltaic system (PV) with 5.5 kW installed power, water cleaning system for photovoltaic panels, electronic taps used in order to reduce water consumption and a building management system (BMS) that integrates all the strategies and assures the communication between all the systems implemented.

The passive strategies (figure 3) used in order to reduce energy consumption without operational costs are: the house form (cubic), orientation (generous glass areas on the southern facades), natural and night ventilation, taking preheated fresh air from the greenhouse (especially in the transition periods), the use of thermal mass surfaces (granite located in areas where sun radiation penetrates the building), thermal buffers (room that are positioned strategically), ventilated ceramic facade, shadings and the use of phase changing materials.

The house also presents excellent insulation as it can be seen from table 1.

Table 1. Construction elements and their properties

Name of the construction element	Main layers	U [W/m ² K]
Exterior wall	Ceramic panels 3 mm, Air layer 6 cm (ventilated façade), OSB panel 12 mm, Mineral wool 25 cm, OSB panel 12 mm, Mineral Wool 10 cm, Gypsum plasterboard / PCM/ Radiant panel	10-20
Interior wall	Gypsum plasterboard / PCM/ Radiant panel, Mineral Wool 15 cm, Gypsum plasterboard / PCM/ Radiant panel	20-30
Terrace	Waterproof layer 3 mm, Stone wool 5-15 cm, OSB panel 12 mm, Mineral wool 25 cm, Gypsum plasterboard / PCM/ Radiant panel	X
Floor above ground	OSB panel 12 mm, Mineral wool 25 cm, OSB panel 12 mm, Parquet + Cork/Granite 3 cm	✓
Exterior windows	Triple glazing low-E	✓
Interior windows between the house and the greenhouse	Triple glazing low-E	X
Exterior windows between greenhouse and exterior	Double glazing low-E	✓

The present paper, "Building Management System in an Energy Positive House. Case study: EFdeN House from Solar Decathlon", focuses on the BMS system logic presentation which integrates all the systems implemented in the project and correlates all the active and passive strategies in order to achieve the optimum IEQ with minimum energy consumption.

1. Self-learning Building Management System for enhanced energy efficiency

The BMS is the system implemented to make the inhabitant's life easier, more comfortable, it helps to optimize consumption and, of course, helps us monitoring the house. By putting together a large variety of sensors such as temperature, CO₂, humidity, light level and presence detection for both monitoring the comfort parameters and learning the

The present study objectives are to:

1. design and monitor a self-learning building management system for maintaining a high level of thermal comfort
2. monitor the indoor environmental quality (thermal, visual, acoustic, air quality) using experimental campaigns.

users behavior; actuators and the central control unit, the BMS is able to monitor many parameters at short intervals of time, synthesize all incoming data, take decisions according to algorithms and user-defined parameters and actuate different household elements in order to make the most comfortable environment possible with the least amount

of energy, making sure almost none is wasted. The BMS system has a link with the other house systems with the help of analogue and digital inputs and outputs. The KNX network was the perfect solution that allowed us to integrate all equipment and

systems from various manufacturers, having the flexibility to adapt the BMS to the situations that we faced. We integrated subsystems with remote user interface, in a single decentralized system, stable and extendable (Fig.4.).



Fig.4. Equipment's integrated in the BMS system and monitoring interface

The light intensity in the environment is monitored by light intensity sensors and gives feedback to dimming ballasts, in order to maintain a constant light level throughout the day. Also the light level can be controlled from the push-buttons and remotely, from the user interface.

For switching light control we used switching actuators, presence sensors and push-buttons, this type of control being used for the greenhouse, exterior, technical rooms, lobbies and bathrooms lighting.

Human movement sensors are used to detect presence in a certain area in order to command the lightings to turn on and off and are also used to learn the behavior of the occupants. We integrate the TV and audio systems to control them remotely via the KNX network from the user interface due to IR to KNX gateway.

An important feature of the electrical system is the automatic shutdown. In case a fire breaks out, a differential temperature detector will trigger the

emergency and immediately the central control unit shuts down electrical power to the stove and oven, while to the user is given a message to be made aware of the situation.

High air quality is maintained by the house ventilation control system, which is linked to temperature, CO₂ and humidity KNX sensors. The fresh air (taken either from outside or from the greenhouse) is heated/cooled using the HRU equipped with a heating battery (the thermal fluid comes from a buffer tank linked to VTC, HP).

The air is introduced in each room via air dampers, controlled individually by KNX actuators. The temperature comfort is assured by radiant panels controlled by zone. KNX heating actuators controls by set point each valve's zone. The thermal agent comes from the same buffer tanks.

The human machine interface is compatible with many mobile devices and operating systems, such as tablets, smartphones and pc. The web based visualization can be accessed via internet from all over the world. We have floor plans and system diagrams (photovoltaic, metering, heating, cooling,

ventilation, sensors) both as overview and detailed screens. Trends can show overview regarding thing like energy consumption or comfort parameters evolution. Through the homeLYnk webserver we can access and control elements of the KNX system. We can monitor sensor values (temperature, CO₂, humidity, brightness, wind) or equipment status (air dumpers, heating actuators, pumps or energy meter). It is possible to control the lighting, the shading systems, the HVAC equipment's and water pumps and all these through the web interface.

Multiple energy meters are used to be able to break down energy consumption. We have meters for consumed energy, produced energy, stored energy, lighting, sockets, electrical vehicle charging, BMS, laptop/TV, plumbing, HVAC.

All these meters are connected to the KNX system and can be used to interact with a smart grid. Having these data, we can do the electrical energy balance during certain periods, and after a numerical campaign the results showed us that the house produces 36% more than it consumes per year (6844 kWh produce and only 4330 kWh consumed).

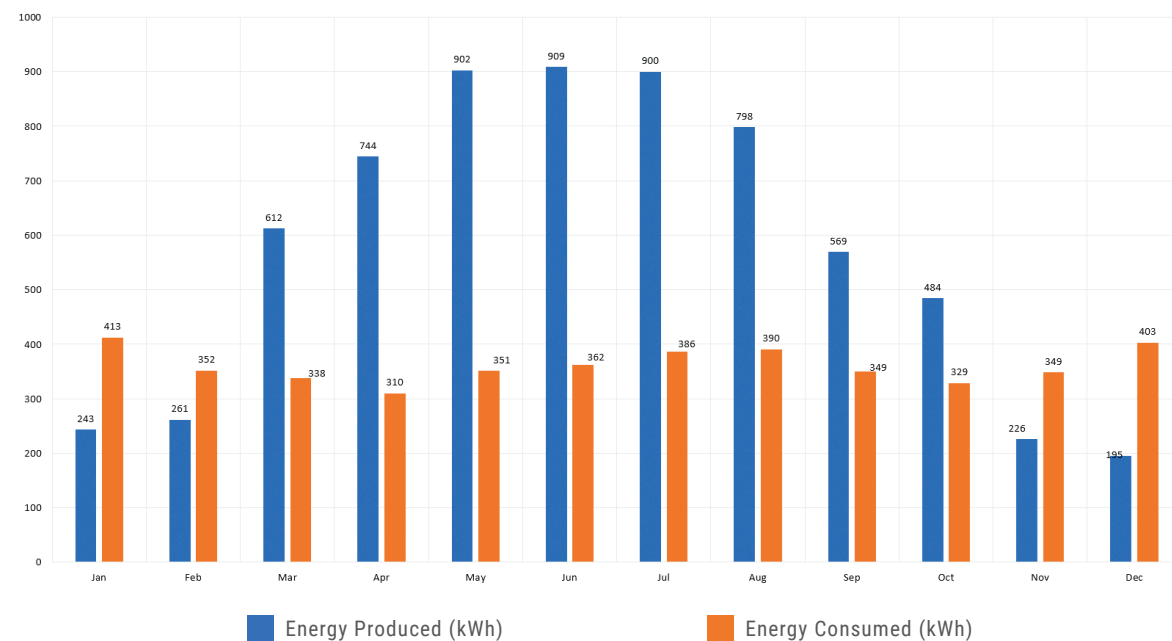


Fig.5. Monthly energy balance of the building

2. Noise measurements results

In order to assess the interior environmental quality an extensive experimental study was necessary. The team measured the sound pressure level in all the rooms of the house in the case when all the systems are working at maximum capacity (heat recovery unit, circulation pumps, heat pump etc.).

Several microphones were placed in all the rooms of the house (technical room, bedroom, master bedroom, living room and kitchen and dining room) – see Figure 6. The results were compared with the reference values

normed by the STAS 6156:1986 Romanian Standard and EN 15251:2007 [5] (under 35 dB for bedrooms and under 40 dB for living room) for all the frequencies (125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz and 4000 Hz). For the evaluation of the sound pressure levels the following equipment's were used: Bruel&Kjaer 2270 sound level meter class 1 precision, Bruel&Kjaer type 3050 6-channel input module in order to collect the data from the microphones and the Bruel&Kjaer Software Pulse Labshop v. 15.1.0 in order to collect and analyze the results [7].

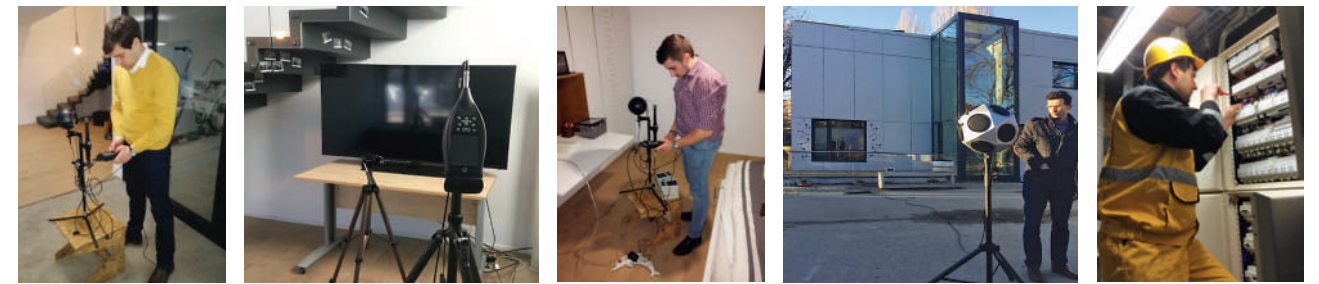


Fig.6. Pictures during the measurements conducted by our team [6]

As it can be observed from the graphic above, the sound pressure level in all the rooms is below the maximum allowable values required by the Romanian and European Standards. This is due to the high acoustic insulation of the interior walls and sound-proof of the technical room.

Indoor air temperature, CO₂ level and relative humidity are also important parameters describing the

indoor environmental comfort according to the national standard and international standards like EN 15251:2007 [5]. The data presented in the figures below were collected during the experimental studies conducted in the EFdeN prototype during one week from one winter month (more exactly 8th - 14th February 2016). The set point for all the parameters is controlled and adjusted by the BMS or by users via a web based interfaced.

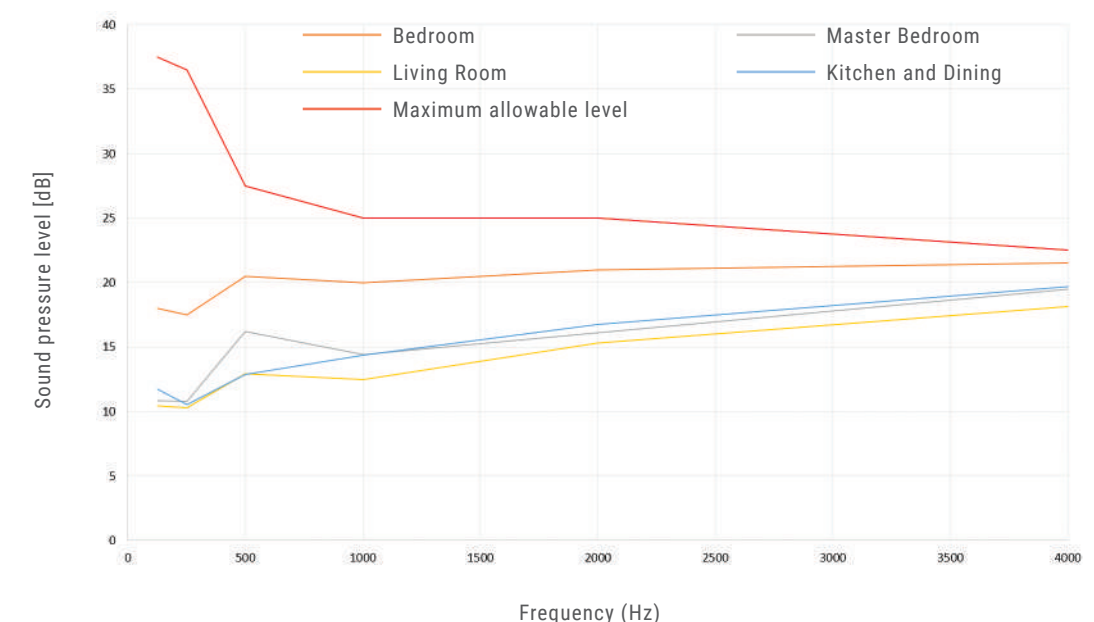


Fig.7. Sound pressure level measurement in multiple rooms

3. Air temperature measurements results

Fig.8. emphasize the measurements of indoor temperature in the living room, indoor temperature in the bedroom and outdoor temperature (which are highly correlated). Moreover, on the graphic we can observe the energy consumptions for heating during the seven days studied.

Even if the outdoor temperature variation is between 4.2 °C and 20.3 °C, the indoor temperature variation is between 20 °C (which is the temperature set point in both rooms) and 24 °C in the bedroom, respectively 23.6 °C in the living room.

The amplitude variation is 16.1 °C for the outdoor ambient air, while inside we obtain only up to 4 °C

amplitude variation. During the week studied we could observe that the heating system started during day 2 and day 3 (Tuesday and Wednesday) when indoor temperature values reached the set point. Furthermore, during this week the heating system consumed only 38 kWh during the 37 hours of functioning.

Also, it can be observed that the variation of the interior temperatures, unlike the exterior temperature, is more uniform due to the thermal inertia added by using PCMs and special concrete. Thermal mass elements are crucial in case of low inertia buildings in order to store energy during the sunny periods when solar radiation is available.

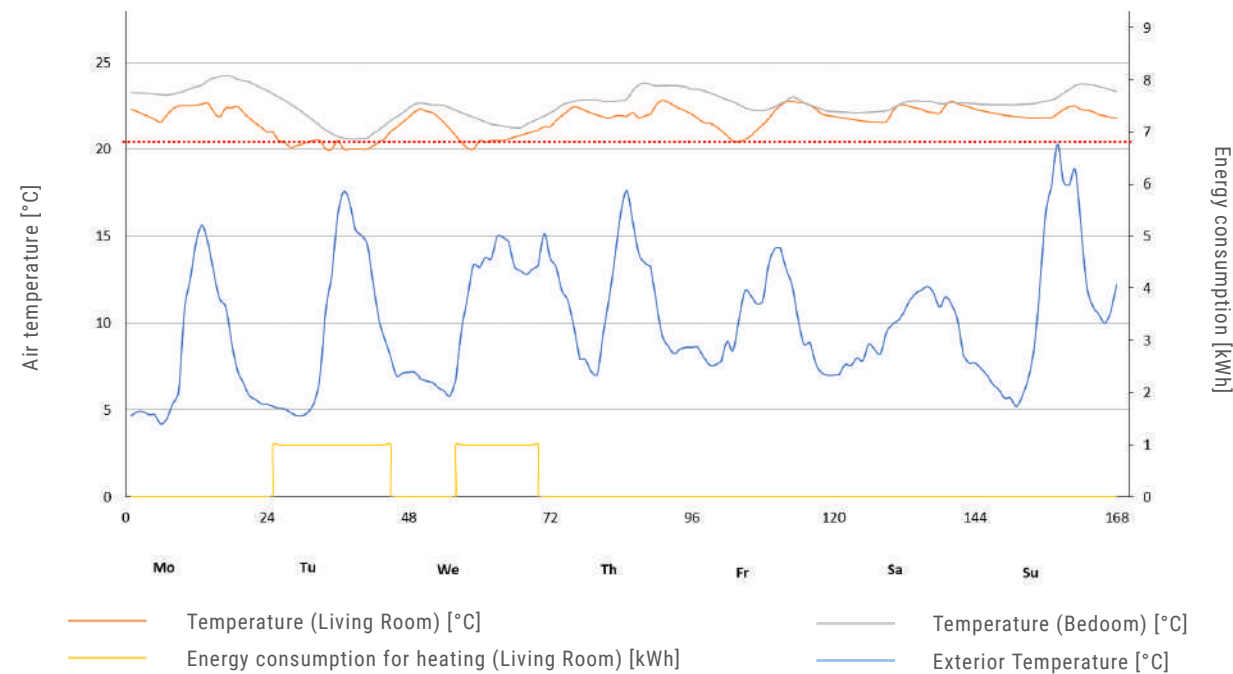


Fig.8. Temperature and energy consumption for heating during one week from a winter month

4. CO₂ level measurements results

CO₂ levels measurements were also conducted during the same seven days analyzed. Figure 9 presents the CO₂ level variation in the two rooms studied: living room and bedroom. Moreover, the variations are related to the rotary heat recovery unit (HRU) energy consumption, equipment which starts when the indoor values reach the set point of 800 ppm. EFdeN prototype is not only a house, a prototype, but became also a Research Center and study HUB for students, so many meetings are scheduled every day, but the ventilation system was designed for a normal family occupation.

This is why we can notice some peak values of CO₂ concentrations especially during four days of the

experimental measurements: Wednesday, Thursday, Friday and Saturday. In order to keep the CO₂ levels below target, HRU worked for about 55 hours during one week, thus consuming only 10 kWh electrical energy. The European Standard EN 15251 mentions a limit of 800 ppm for category 1 of comfort and a limit of 1200 ppm for category 3 of comfort. During the seven days analyzed the values measured are in the limits of category 1 more than 85% of the time and in the limits of category 3 100% of the period.

A good strategy in order to limit the values reached during meetings is to start the HRU with certain time before the start of them, or to lower the set point to 750 ppm, thus determining higher energy consumption.

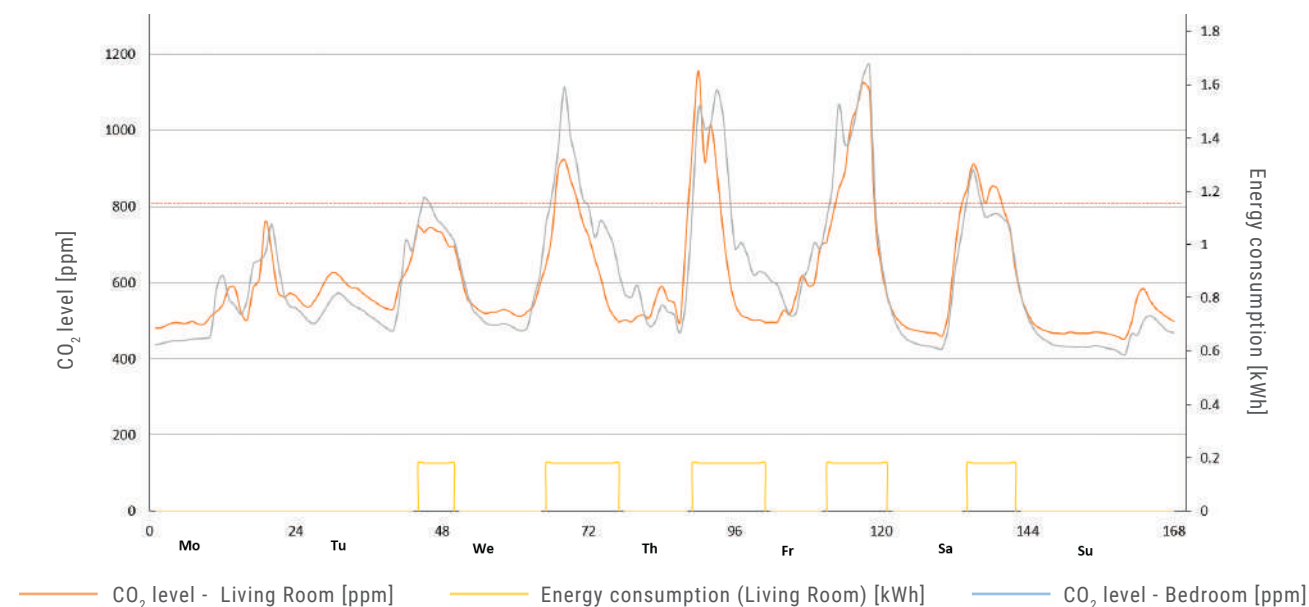


Fig.9. CO₂ level and energy consumption for HRU during one week from a winter month

5. Relative humidity measurements results

The following graphic highlights the relative humidity levels for the week studied. As it can be observed the values are within normal limits, except some short periods correlated with the meetings above mentioned which determined increased humidity and CO₂ levels.

The values measured for the two rooms are between 34% and 51.5% in the bedroom case, respectively between 34% and 55% in the living case where the occupation level was higher also. The relative humidity was also controlled by the HRU used in order to reduce CO₂ levels inside the house.



Fig.10. Relative humidity variation during one week from a winter month

According to the EN 15251 Standard, a relative humidity ratio between 30% and 50% corresponds to category 1 comfort level, while a ratio between 25% and 60% corresponds to category 2 comfort level. By taking this into account, in more than 86% of the time, the relative humidity values are in the range proposed for category 1, while in 100% of the period studied, the values are in the range proposed by the standard for category 1 of comfort.

The greenhouse's effect as thermal buffer was a key point of the energy reduction strategy while the BMS "decided" in many cases to use the preheated air from the greenhouse instead of radiant panels to heat the building. In conclusion, all the passive and active strategies implemented in this building were correctly designed to achieve optimum values for indoor comfort and energy consumption.

6. Conclusions and perspectives

Following the experimental studies conducted it can be concluded that the passive and active strategies designed and implemented in the EFdeN energy-efficient building were complementary and well combined in order to achieve the indoor environmental quality with minimum energy consumption. The main element of the house, the BMS system, was found to be the necessary asset in linking these strategies.

Other conclusions are mentioned:

- the indoor air temperature variation is uniform during the entire period;
- the sound pressure levels were below the

maximum acceptable limits thus the indoor acoustic comfort is considered very good;

- the CO₂ levels were in the limits proposed by EN Standards in almost 85% of the time and classified in very low polluting;
- the relative humidity levels were also in the good accordance with the standards with 86% of the time classified in category 1;
- the energy consumed in order to maintain IEQ was exceeded by the energy produced by the photovoltaic panels therefore the building can be mentioned as an energy-positive house.

References

- [1] http://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris/index_en.htm
- [2] <http://public.wmo.int/en/media/news/southern-hemisphere-breaches-co2-milestone>
- [3] http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030/index_en.htm
- [4] European Parliament and the Council of the European Union, Directive 2010/31/EU of the European parliament and of the council on the energy performance of buildings, 19 May 2010
- [5] EN 15251:2007 – Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings-addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics
- [6] Andrei-Stelian Bejan, Tiberiu Catalina, Adrian Traian Munteanu, Indoor Environmental Quality Experimental Studies in an Energy-efficient Building. Case study: EFdeN Project, Energy Procedia, Volume 112, March 2017, Pages 269-276
- [7] Vlad Iordache, Tiberiu Catalina, Experimental investigation on the sound pressure level for a high thermal capacity burner during a running cycle, Applied Acoustics, Volume 74, Issue 5, May 2013, Pages 708-717
- [8] Vlad Iordache, Catalin Teodosiu, Raluca Teodosiu, Tiberiu Catalina, Permeability Measurements of a Passive House During Two Construction Stages, Energy Procedia, Vol. 85, January 2016, Pages 279-287

man machine

CAD as CAD can

MagiCAD este soluția BIM numărul unu pentru proiectarea instalațiilor mecanice, electrice și sanitare utilizată de mii de companii din peste 80 de țări din întreaga lume.

MagiCAD face proiectarea modelelor BIM în instalații mai ușoară, mai rapidă și mai precisă. Complet integrat în platformele Autodesk Revit și AutoCAD, MagiCAD oferă un set de funcții de modelare puternice pentru fiecare disciplină MEP și permite calcule integrate ale sistemelor. Cu MagiCAD proiectați cu peste 1.000.000 de obiecte BIM inteligente și verificate de la cei mai importanți producători MEP. În plus, MagiCAD acceptă multe standarde și simboluri locale fiind o soluție unică și cu adevărat internațională.



bim  ready™



MagiCAD – Soluția BIM numărul unu în lume pentru proiectarea instalațiilor din clădiri

Soluția BIM MagiCAD pentru proiectarea instalațiilor termice, sanitare, ventilație, electrice și incendii este alcătuită din mai multe module independente, dintre care amintim:

- **MagiCAD Ventilation** – pentru proiectarea instalațiilor de ventilație și aer condiționat
- **MagiCAD Heating & Piping** – pentru proiectarea și calculul instalațiilor termice și sanitare
- **MagiCAD Electrical** – pentru proiectarea instalațiilor electrice
- **MagiCAD Sprinkler Designer** – pentru proiectarea și calculul instalațiilor de stingere a incendiilor
- **MagiCAD Supports & Hangers** – pentru proiectarea sistemelor de suport pentru conducte, țevi și rețele de cabluri
- **MagiCAD Schematics** – pentru proiectarea circuitelor, cât și pentru conectarea și sincronizarea elementelor între schemele bloc și familiile din model, ceea ce permite schimbul de date bidirecțional.

Instrumente avansate de coordonare

MagiCAD permite clash-detection în timp real și la cerere. Lucrările de construcții pot fi generate

automat pe baza cerințelor de spațiu în jurul și între conducte, țevi, paturi de cabluri, clapete antifoc etc., inclusiv izolație. În plus, aplicația oferă instrumente integrate pentru producerea unei liste de materiale (BOM – Bill of Materials), având ca rezultat un management eficient al costurilor și un proces de comandă simplificat. MagiCAD este, de asemenea, pe deplin compatibil cu cel mai recent standard IFC, permițând utilizatorilor să exporte modele de proiecte în format IFC unul câte unul sau într-un lot, cu toate seturile de proprietăți selectate definite.

Instrumente de productivitate care economisesc timp

MagiCAD include un set de funcții inteligente și eficiente de productivitate, disponibile în toate modulele. Acestea includ un instrument de segmentare divizată utilizat pentru tăierea conductelor, țevilor sau paturilor de cabluri în lungimi standard; un instrument „Running Index Tool” pentru numerotarea componentelor și a echipamentelor cu formate unice de numerotare configurabile; un instrument „Find and Replace” pentru înlocuirea oricărui tip de produs cu altul similar și altele. Oferă o gamă largă de plugin-uri pentru conectarea aplicației, configurarea și dimensionarea produselor proprii ale producătorilor direct în MagiCAD. Atunci când un produs, cum ar fi o

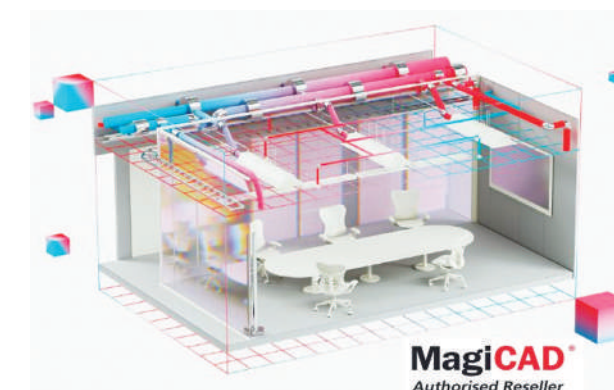
unitate de tratare a aerului, este configurat folosind un plugin, acesta poate fi importat în proiect în format .RFI împreună cu dimensiunile, simbolurile, punctele de conectare și datele tehnice ale acestuia.

MagiCAD Group este compania finlandeză care dezvoltă soluția BIM MagiCAD pentru proiectarea instalațiilor termice, sanitare, ventilație, electrice și incendii (MEP). În plus, compania dezvoltă aplicații software personalizate pentru producătorii de componente și dispozitive din industria construcțiilor. Fondată în anul 1983, a dobândit în domeniul său o vastă expertiză și a dezvoltat o listă reprezentativă de referințe. Cu peste 15.000 de licențe instalate în 160 de țări, MagiCAD conține o bibliotecă de peste un milion de modele BIM ale produselor celor mai importanți producători.

Man and Machine RO este unicul Reseller Autorizat MagiCAD în România, Partener Platinum Autodesk cât și partener Elite pentru soluțiile Autodesk Construction Cloud, având competențe extinse în digitalizarea proceselor de business ale companiilor din industria construcțiilor. Man and Machine România este subsidiară locală a grupului german Mensch

und Maschine Software SE, unul dintre cei mai importanți furnizori europeni de soluții de digitalizare în domeniile Building Information Modeling/Management (BIM), Computer Aided Design, Manufacturing and Engineering (CAD/CAM/CAE) și Product Data Management (PDM).

Cu aproximativ 75 de locații în toată Europa, Asia și America, grupul M+M deservește comunitatea de arhitecți și ingineri cu soluții software multidisciplinare și servicii de consultanță și training de cea mai înaltă calitate.



Conferința Internațională Performanța Energetică a Clădirilor



Conferința Internațională Performanța Energetică a Clădirilor, organizată de OAER (Ordinul Auditorilor Energetici din România), AIIR (Asociația Inginerilor de Instalații din România) și UTCB (Universitatea Tehnică de Construcții București) cu sprijinul EU-CONEXUS a avut loc pe 8 și 9 iunie 2023, la Biblioteca Națională a României. Evenimentul din acest an a avut ca temă "Roadmaps for NZEBs and ZEBs – Between Obligations and Possibilities" și a reunit reprezentanți ai autorităților publice, auditori energetici, arhitecți, proiectanți, studenți, reprezentanți din mediul academic și din cercetare, dezvoltatori imobiliari, companii de service și punere în funcțiune și producători și distribuitori de materiale de construcții, echipamente de instalații și aparate de măsură.



A 15-a ediție a RCEPB s-a bucurat de un mare succes atât în rândul celor prezenți la Biblioteca Națională a României, cât și în rândul celor care ne-au urmărit online. Peste 50 de speakeri din 12 țări au contribuit la calitatea științifică și profesională ridicată a evenimentului.

CĂTĂLIN LUNGU, Președinte REHVA & OAER, organizatorul principal al evenimentului, a spus: "Mulțumim tuturor celor care au contribuit activ sau pasiv la reușita conferinței. Am adus pentru dumneavoastră, pe scena RCEPB, pe unii dintre cei mai apreciați specialiști europeni și naționali din domeniul EPB. Companiile-sponsor care au susținut financiar evenimentul sunt coloși în aria lor de activitate. Suntem mândri că împreună am pus umărul la organizarea unui „spectacol” în care am îmbinat utilul cu plăcutul."

Prima sesiune a conferinței a fost rezervată reprezentanților autorităților publice. **OANA ÖZMEN**, deputat în Parlamentul României, **ORSOLYA KÖVÉR** – Consilier - MDLPA, **ANCA GINAVAR**, Director General al Direcției Generale de Dezvoltare Teritorială din cadrul MDLPA, **LIVIU MUȘAT**, Director general - ADR-Sud-Muntenia, **DAN NICULA**, Director general - ADR-București-Ilfov și **ALEXANDRU SĂRARU**, Consilier parlamentar au vorbit despre strategia de viitor și oportunitățile care sunt oferite tuturor celor implicați în realizarea unui mediu construit sustenabil. **CRISTIAN ERBAȘU** a moderat această sesiune fiind secondat de **CĂTĂLIN LUNGU**.



Speakerii internaționali, **JAREK KURNITSKY** - REHVA TRC Chair, **JOHANN ZIRNGIBL** – Vicepreședinte REHVA, **PEDRO VICENTE-QUILES** – Vicepreședinte REHVA, **CHRISTIAN INARD** Decan - La Rochelle Université, **JAAP HOGELING** - CEN/TC371 Chair, **PARIS FOKAIDES** Conferențiar universitar - Frederick University, **LIVIO MAZZARELLA** – Profesor universitar - Politecnico di Milano & Vicepreședinte REHVA, **SYLVIAN COURTEY** – Președinte - Eurovent Certita Certification, **JANA BENDŽALOVÁ** – Director executiv – ENBEE, **ILHEM BORCHENI** – Director al Departamentului de Inginerie Civilă – IIT, **NIKOS MPOUZIANAS** – Cercetător asociat – CETH, alături de cei români, **RADU VĂCĂREANU** - Rector UTCB, **SIMONA MUNTEANU** – Prorector UAUIM, **IOAN-SILVIU DOBOȘI** – Președinte AIIR & Manager General - DOSET IMPEX, **LIVIU DRUGHEAN** – Director executiv AIIR & Președinte APCR, **IULIANA CHILEA** – Manager General ASRO, **CRISTIAN ERBAȘU** – Președinte FPSC & TEC & proprietar al celei mai mari companii de construcții din România, "Cristian Erbașu", **TIBERIU CATALINA** – Vicepreședinte AIIR-FV, **RALUCA TEODOSIU** – Expert în eficiență energetică - TUD Group, **ANCUȚA MĂGUREAN** - Expert al Comisiei Europene în cadrul Research Executive Agency și **HORIA PETRAN** - Președinte Cluster pro-nZEB, au adus în atenția participanților problemele generate de încălzirea globală și au propus soluții pentru reducerea utilizării combustibililor fosili până la renunțarea completă a folosirii acestora.



În sesiunea a VII-a au fost prezentate în paralel, cele mai importante programe pentru calculator de pe piața din România, conforme cu metodologia Mc001/2022. Este vorba de **ENERG+**, dezvoltat de **OAER** (Ordinul auditorilor energetici din România), un soft destinat auditorilor energetici, arhitecților inginerilor proiectanți și evaluatorilor „Green Buildings” pentru clădiri verzi și **Doset-PEC**, dezvoltat de **Firma Dosetimpex SRL**, Timișoara - departamentul IT, în scopul ușurării sarcinilor ce

revin auditorilor ener-getici atestați pentru întocmirea auditului energetic și elaborarea certificatului energetic al unei clădiri/apartament.

Despre calitățile, dar și despre părțile care urmează a fi optimizate, au vorbit cei direct implicați, Conferențiar universitar **TIBERIU CATALINA** și Profesorul **IOAN BISTRAN**, alături de auditori cu experiență, care deja utilizează aceste programe.



Concursul studențesc desfășurat în cadrul RCEPB 2023 a adunat 8 echipe de la mai multe universități din țară. Premiile totale au depășit suma de 3000 de euro, iar câștigătorul a fost **IOSIF ILIEȘ** de la UTCB. Locul 2 a fost ocupat de echipa Pozitive Energy

District de la UTCN, formată din **Gabriel Timotei Ilieș** și **Denis Simoniak**, iar locul 3 de **Andrei Ștefan Măgureanu**, tot de la UTCN. Premiul „Best Poster” a fost obținut de echipa Eco Gen de la UTCB, formată din **GABRIELA PÂRVU** și **EDUARD THEODOROVICIU**.



Conferința din acest an a fost organizată cu suportul financiar al **TEXCO** - sponsorul principal al evenimentului, reprezentat de **LARS KNACKE** - Manager de dezvoltare a afacerilor și **RADU STĂNICĂ-SELZER** - Manager General. **TEXCO** este distribuitor de sisteme de umidificare și dehumidificare și oferă o gamă largă de tehnologii de umidificare și dehumidificare avansate, inclusiv umidificatoare cu abur, sisteme de

pulverizare fină, umidificatoare evaporative și multe altele.

RCEPB 2023 s-a desfășurat și cu sprijinul: **NIKOOS MAX COMPANY INTERNATIONAL** (sponsorul concursului studențesc), **CELCO**, **ATREA**, **MAN&MACHINE**, **HEXONIC**, **DAIKIN**, **DANFOSS**, **TESTO**, **VITASTAL CONSULTING**, **WEBER ENGINEERING**, **VELUX** și **BOLOBOC**.



Lars Knacke Radu Stănică-Selzer Cătălin Lungu

Moderatorii care au asigurat dinamismul discuțiilor pe toată durata evenimentului au fost: **CĂTĂLIN LUNGU** - Președinte REHVA & OAER, **CRISTIAN ERBAȘU** - Președinte FPSC & TEC, **FLORIN BĂLTĂREȚU** - Prorector UTCB, **ILINCA NĂSTASE** - TRC Co-chair REHVA & Director al Școlii Doctorale a UTCB, **ANDREI DAMIAN** - Conferențiar universitar UTCB, **ANCUȚA MĂGUREAN**

- Expert al Comisiei Europene în cadrul Research Executive Agency, **GRĂȚIELA ȚÂRLEA** - Președinte AGFR, **NICOLAE ANTONESCU** - Conferențiar universitar UTCB, **CRISTIANA CROITORU** - Conferențiar universitar UTCB, **TIBERIU CATALINA** - Conferențiar universitar UTCB, **ANDREI BURLACU** - Profesor universitar TUIAȘ și **ANAGABRIELA DEAC** - Șef lucrări UTCN.



Ilinca Năstase Livio Mazzarella Ioan-Silviu Doboși



Tiberiu Catalina Mihai Vieru Liviu Băjenaru Cristiana Croitoru

Programul științific al RCEPB 2023 a fost completat și de un program artistic susținut de elevi de la Colegiul „Dinu Lipatti” care au propus participanților un recital care a inclus prelucrări moderne și folclorice. „Cuibul

Artiștilor” a încheiat ediția din acest an a Conferinței Internaționale Performanța Energetică a Clădirilor cu un spectacol inedit, plin de suspans, bazat pe antrenarea simțurilor.



Odată cu încheierea celei de-a 15-a ediții a RCEPB spunem că scopul nostru de a promova folosirea surselor de energie regenerabile, de găsire a noi alternative la utilizarea combustibililor fosili și de a crea legături strânse între toți actorii din domeniul performanței energetice a clădirilor a fost atins.

Mulțumim încă odată tuturor celor care au fost alături de noi și cu promisiunea unui eveniment cel puțin de nivelul celui care tocmai s-a încheiat, vă așteptăm pe toți la următoarea ediție internațională a RCEPB (Romanian Conference - Energy Performance of Buildings), în mai 2025!

FOR BETTER HEALTH, INDOOR CLIMATE QUALITY AND ENERGY PERFORMANCE IN ALL BUILDINGS AND COMMUNITIES

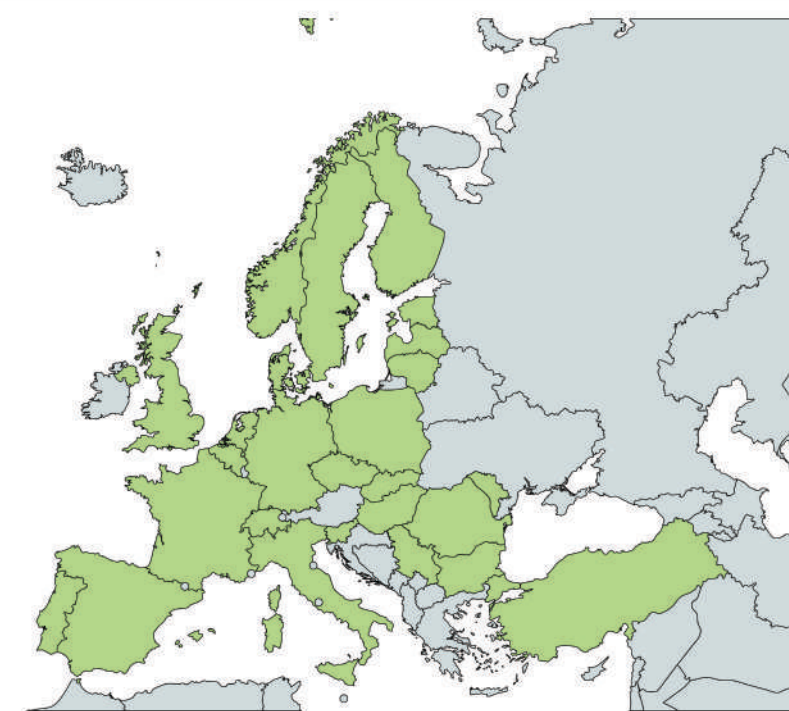


REHVA is The Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning associations founded in 1963.

We are an umbrella organization that represent over 120,000 HVAC designers, building services engineers, technicians, and experts across 26 European Countries.



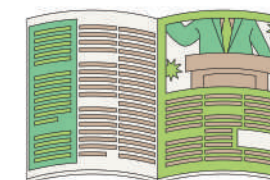
MORE INFORMATION
ON REHVA.EU



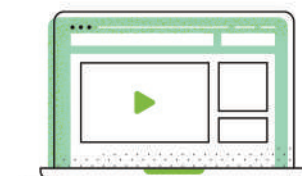
REHVA SHARES KNOWLEDGE THROUGH MULTIPLE PLATFORMS:



GUIDEBOOKS



REHVA JOURNAL



KNOWLEDGE
CENTER



MONTHLY
MAILINGS



From now on, you will regularly receive information about the activities of REHVA. You can also sign up for the REHVA Newsletter or read the REHVA Journal online for free.





Implementarea unei surse geotermale de energie pentru o clădire rezidențială și dimensionarea utilizând softuri computaționale avansate



Iosif Ilieș¹

IOSIF ILIEȘ, cu acest proiect, a fost câștigătorul Concursului studențesc desfășurat în cadrul RCEPB 2023 la care au participat 8 echipe de la mai multe universități din țară, iar premiile totale au depășit suma de 3000 de euro.



Tiberiu Catalina¹

¹Universitatea Tehnică de Construcții București

Rezumat

În cadrul acestui proiect, s-a dimensionat un sistem de pompă de căldură geotermală cu două foraje pentru o clădire rezidențială cu regimul de înălțime P+1E. Pompa de căldură furnizează apă caldă sau rece ventiloconvec-toarelor, în calitate de consumatori termici, acționând ca o soluție de încălzire și răcire pe tot parcursul anului. Folosind bin-urile de temperatură specifice Bucureștiului, au fost calculate necesarile termice pentru sezoanele de încălzire și răcire utilizând metoda Retscreen ASHRAE. Pentru echilibrul hidraulic, cele două foraje sunt racordate printr-o buclă Tichelmann. Sistemul geotermal este format din 2 circuite termice (bucla de foraj și bucla pompă de căldură – VCV-uri) și un circuit frigorific înăuntrul unității interioare a pompei de căldură. Cu ajutorul softului Earth Energy Designer, au fost dimensionate cele două foraje din punct de vedere termotehnic și hidraulic. S-a realizat și un studiu NZEB al clădirii și s-a realizat o diagramă Sankey pentru bilanțul energetic la nivelul clădirii și la nivel de energie primară. Proiectul respectă reglementările naționale aflate în vigoare la momentul realizării proiectului: C107/2005, 15/2010, 19/2011 și Mc 001/2022.



1. Introducere

Resursele geotermale din România sunt promițătoare în sectorul energiei regenerabile. Clădirile NZEB contribuie în mare măsură la realizarea obiectivelor de dezvoltare durabilă, datorită reducerii necesarului de energie și a ampretei de carbon, dar și a fracției de utilizare a energiilor regenerabile din înreg tabloul de energii consumate la nivelul clădirii. Aceste structuri sunt proiectate pentru a minimiza impactul asupra mediului prin utilizarea la maximum a energiei regenerabile. Scopul acestui studiu este de a examina fezabilitatea utilizării energiei geotermale pentru o clădire rezidențială care respectă standardele NZEB în vigoare la data realizării proiectului și de a analiza performanțele de încălzire și răcire. Sistemele de încălzire, răcire și ventilație ale unei clădiri pot avea o amprentă de carbon mai mică și o mai mare independență energetică dacă sunt capabile să profite de resursa energetică naturală a Pământului.

Din cauza utilizării ineficiente a energiei, sectorul clădirilor a produs creșterea emisiilor de carbon în ultimii ani. Uniunea Europeană (UE) a recunoscut consecințele acestei poluări și a stabilit obiective pe termen scurt în materie de durabilitate și eficiență energetică. Directiva EPBD 2018/844/UE este cea mai recentă legislație adoptată de UE pentru a limita emisiile de carbon și a promova sustenabilitatea energetică. Această directivă subliniază importanța indicilor de calitate a aerului interior (IAQ), a gestionării inteligente a sistemului de ventilație și a eficienței energetice globale în clădiri.

Înainte de acest ordin, tehnicile de ventilație igno-
rau frecvent criteriile privind calitatea aerului inter-
rior. Ca urmare, a fost realizat un studiu pentru a
evalua eficacitatea unui sistem de ventilație care
se ajustează automat pentru a îndeplini standardele
IAQ, utilizând în același timp sisteme de energie
geotermală durabilă. Studiul a fost realizat în clădirea
LUCIA, deținută de Universitatea din Valladolid, Spa-
nia.

Această structură este considerată ca fiind una dintre
cele mai ecologice din lume, cu sisteme energetice
de ultimă generație care nu emit dioxid de carbon.

Cercetătorii au analizat viteza aerului, entalpia, fluxul
de aer, temperatura, umiditatea și datele meteorolo-
gice pentru a îmbunătăți utilizarea energiei în siste-
mele cuplate. Constatările au fost promițătoare, ară-
tând că, prin respectarea valorilor IAQ stabilite în
directiva EPBD 2018/844/UE, gestionarea eficientă a
ventilației cuplate cu sisteme de energie geotermală
poate atinge nivelurile acceptabile de IAQ, fără a
emite carbon.

În general, această cercetare sugerează că imple-
mentarea unui management inteligent al ventilației
și utilizarea surselor de energie durabilă, cum ar fi
energia geotermală, poate ajuta la atingerea nive-
lurilor de IAQ necesare, descrise în directivele UE,
contribuind astfel la obiectivul de reducere a emisi-
ilor de carbon în sectorul construcțiilor. [1]



2. Metodologie

Această casă unifamilială, cu regimul de înălțime P+1E, este situată în satul Ostratu din comuna Corbeanca. Ea servește drept model exemplar de arhitectură contemporană și funcțională. Cu o suprafață totală a terenului de 411,6 metri pătrați, proprietatea oferă spațiu din abundență pentru relaxare și activități în aer liber.

Date arhitecturale ale clădirii :

Suprafața construită: 128,89 m²
Volum încălzit: 639 m³
Fracția suprafeței vitrate: 7,8%
Perimetrul clădirii: 42,7 m

În ceea ce privește sistemul prin care clădirea este alimentată cu energie (iarna și vara), există 3 circuite principale:

- Bucla de foraj: agentul termic este apa (fără adaos de glicoli din cauza reglementărilor românești). Aceasta trece prin foraje, schimbă căldura cu solul și merge la schimbătorul de căldură din pompa de căldură;
- Bucla de agent frigorific: buclă de agent frigorific comună în interiorul pompei de căldură. De la primul schimbător de căldură din pompa de căldură, agentul frigorific urmează procesul de refrigerare și schimbă



Fig.1. Poză virtuală a clădirii

căldura în cel de-al doilea schimbător de căldură unde este conectată bucla de apă. Bucla de apă: de la cel de-al doilea schimbător de căldură, există o buclă de apă de la pompa de căldură la serpentinele ventilatorului care asigură căldura sau răcirea în interiorul clădirii.

Procesul poate fi urmărit în figura 2.

În cadrul studiului, sarcina termică de vară și de iarnă a fost calculată în conformitate cu reglementările în vigoare la momentul realizării proiectului (și anume C107/2005 cu modificările aduse de Ordinul 2513/2010).

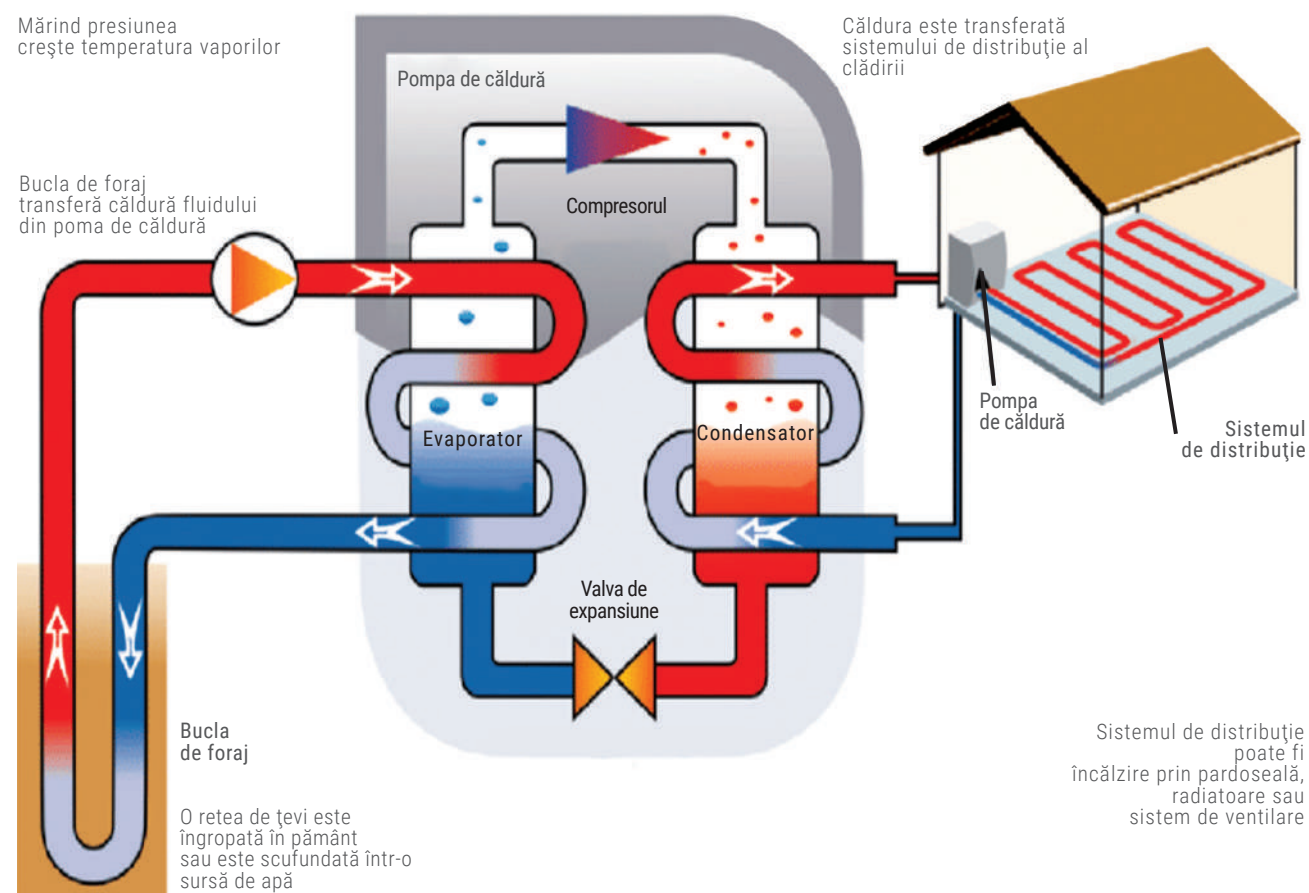


Fig.2. Cele 3 circuite principale ale sistemului pompă de căldură geotermală, cu ventiloconvectoarele fiind consumatorii termici. (referință: Research Gate.net)

Utilizând bin-urile de temperaturi din București și metoda ASHRAE Retscreen, a fost reprezentată grafic variația sarcinii termice în timpul sezonelor de încălzire și răcire, iar necesarul de energie în timpul sezonelor de încălzire și răcire a fost calculată prin înmulțirea fiecărei sarcini termice corespunzătoare unei temperaturi exterioare cu durata de apariție a acestei temperaturi exterioare.

Intervalele de temperatură au fost luate în pași de 2,5°C. Rezultatul poate fi văzut în graficul de mai jos.

Fiecare temperatură corespunde unei sarcini termice în kW.

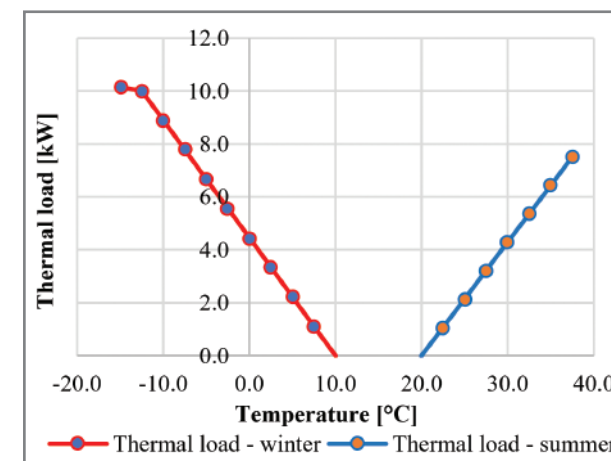


Fig.3. Sarcinile maxime de încălzire și răcire pentru fiecare temperatură exterioară

Următorul grafic prezintă necesarul de energie pentru încălzire și răcire pentru fiecare bin de temperatură.

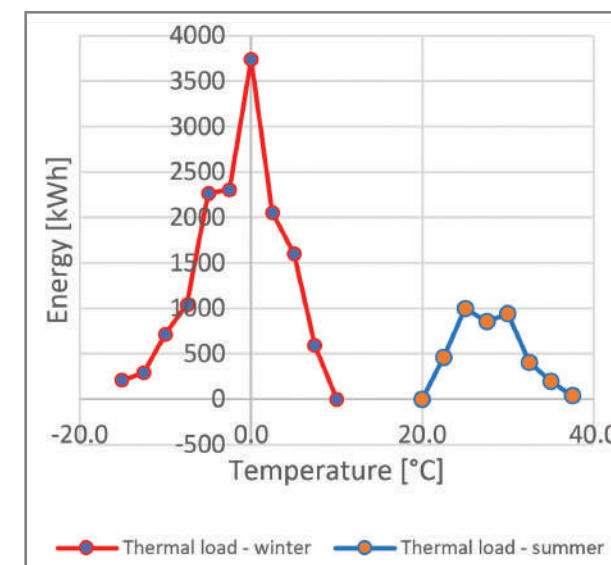


Fig.4. Necesari de încălzire și de răcire

Suma energiei consumate pentru încălzire, răcire, apă caldă și iluminat reprezintă energia finală a clădirii. Pentru a o converti în energie primară și apoi în emisii de CO₂, aplicăm factori de conversie în conformitate cu metodologia de calcul Mc001/2022 pentru clădirile NZEB. Astfel, clădirea studiată va avea o valoare energetică finală egală cu 28,07 kWh/

Implementarea unei surse geotermale

m²/an. Energia primară este de 70,17 kWh/m²/an, iar emisiile de CO₂ sunt de 7,51 kgCO₂/m²/an. Mai jos sunt prezentate consumul de energie primară și emisiile de CO₂.

Consumurile de energie primară		
Încălzire	38,69	kWh/m ² /an
ACM	8,82	kWh/m ² /an
Răcire	10,16	kWh/m ² /an
Ventilare	0,00	kWh/m ² /an
Iluminat	12,50	kWh/m ² /an
Total	70,17	kWh/m ² /an

Echivalent emisii de CO ₂		
Încălzire	38,69	kWh/m ² /an
ACM	8,82	kWh/m ² /an
Răcire	10,16	kWh/m ² /an
Ventilare	0,00	kWh/m ² /an
Iluminat	12,50	kWh/m ² /an
Total	70,17	kWh/m ² /an

NZEB	DA
------	----

Fig.5. Analiza energetică și a emisiilor de CO₂ a clădirii

Conform metodologiei de calcul Mc001/2022, această clădire este NZEB deoarece energia primară anuală consumată este sub pragul maxim admis, emisiile de CO₂ sunt, de asemenea, sub pragul maxim admis, iar sursele de energie regenerabilă (pompa de căldură geotermală) produc energie în proporție mai mare de 30% din energia totală primară. Mai jos este prezentată o diagramă Sankey a acestor proceduri de calcul al energiei primare:

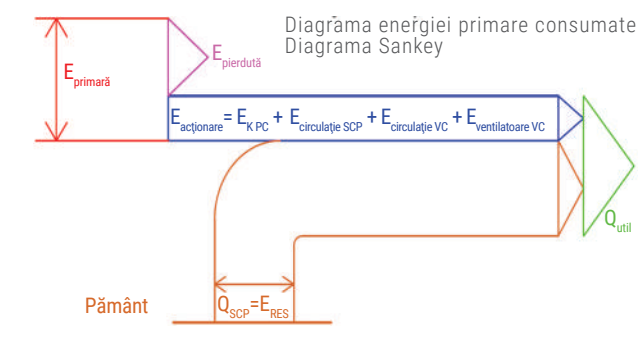


Fig.6. Diagrama Sankey pentru analiza consumului de energie

Pompele de căldură geotermală (GHP) au apărut ca o soluție promițătoare pentru îndeplinirea criteriilor NZEB în clădirile rezidențiale. Având în vedere nevoia crescută de locuințe durabile și eficiente din punct de vedere energetic, implementarea pompelor de căldură geotermale oferă beneficii energetice care se aliniază cu metodologia Mc 001/2022. Această lucrare științifică investighează avantajele acestora, utilizând concluziile studiilor EPB (European Performance of Buildings).

Pompele de căldură geotermale utilizează temperatura constantă a Pământului pentru a furniza atât încălzire, cât și răcire pentru structuri. Acestea pot atinge niveluri ridicate de eficiență energetică prin exploatarea energiei termice a Pământului, reducând dependența de sistemele tradiționale de încălzire și răcire, care emit semnificativ unități echivalente de carbon. Conform unui studiu realizat de EPB [2], s-a demonstrat că pompele de căldură reduc dramatic consumul de energie și emisiile de CO₂ în clădirile rezidențiale, în comparație cu sistemele HVAC convenționale.

Metodologia MC 001/2022 subliniază necesitatea utilizării surselor de energie regenerabilă și a reducerii impactului clădirilor asupra mediului. Pompele de căldură geotermale sunt perfect alinate la aceste idealuri, deoarece captează căldura din pământ, o resursă regenerabilă și disponibilă pe scară largă, fără a produce în același timp emisii directe de gaze cu efect de seră. Acest lucru este în concordanță cu constatările EPB [3], care subliniază beneficiile de mediu ale acestora în ceea ce privește reducerea amprente de carbon și o mai mare sustenabilitate.

Promovarea tehnologiilor și sistemelor eficiente din punct de vedere energetic este o altă parte a metodologiei Mc001/2022. Pompele de căldură geotermale excelează în acest domeniu datorită coeficientului lor ridicat de performanță (COP), care calculează raportul dintre producția de căldură și energia electrică consumată.

Conform studiului EPB, pompele de căldură geotermale au valori COP mai mari de 4, ceea ce sugerează că pentru fiecare unitate de energie electrică necesară, sunt produse mai mult de patru unități de energie termică. Acestea sunt o alegere atractivă pentru atingerea și conformarea NZEB datorită eficienței lor mari, care se traduce prin economii semnificative de energie.

În plus, prin reglarea eficientă a ventilației, pompele de căldură geotermale contribuie la îmbunătățirea calității aerului interior (IAQ). Conform studiului EPB [2], acestea pot interacționa cu sistemele de ventilație inteligente, asigurând un aport constant de aer proaspăt, eliminând în același timp cu succes contaminanții. Acest lucru este în concordanță cu metodologia Mc 001/2022, care subliniază necesitatea de a menține un mediu interior sănătos și confortabil.

În ceea ce privește fezabilitatea și aplicabilitatea, cercetarea EPB [1] a demonstrat că pompele de căldură geotermale pot fi implementate cu succes într-o varietate de regiuni geografice din Europa. Pompele de căldură geotermale sunt o alternativă potrivită pentru construcțiile rezidențiale care încearcă să respecte reglementările NZEB datorită adaptabilității lor la condiții de sol și climă variate. În plus, acestea au o durată de viață lungă și necesită puțină întreținere, ceea ce duce la costuri mai mici pe durata ciclului de viață.

În cele din urmă, utilizarea pompelor de căldură geotermale în structurile rezidențiale oferă o abordare convingătoare pentru atingerea criteriilor NZEB folosind metodologia Mc 001/2022. Acestea se corelează cu idealurile de utilizare a energiei regenerabile și de eficiență energetică deoarece capacitatea acestora este de a furniza căldură, frig și ventilație eficientă, minimizând în același timp efectul asupra mediului. Pompele de căldură geotermale au realizat economii semnificative de energie, au redus emisiile de carbon și au îmbunătățit calitatea aerului interior, după cum reiese din studiile EPB. Integrarea acestora în clădirile rezidențiale ar trebui explorată cu fermitate, pe măsură ce se intensifică căutarea de locuințe durabile și eficiente din punct de vedere energetic, contribuind la tranziția generală către un viitor mai verde și mai durabil.

Softul Earth Energy Designer a fost utilizat pentru a dimensiona cele două puțuri forate. Au fost introduse caracteristicile arhitecturale ale clădirii (suprafața utilă, volumul încălzit etc.), necesarul de energie calculate cu ajutorul metodei de calcul Retscreen și puterea care urmează să fie furnizată de pompa de căldură. Acest software a dimensionat o adâncime de forare de 150 m cu o distanță între ele de 6 m.

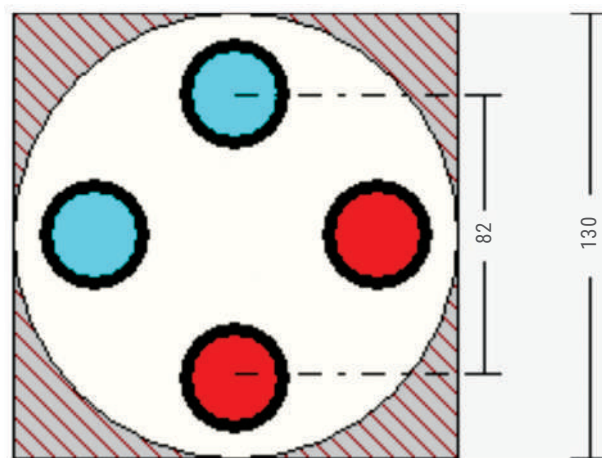


Fig.7. Date geometrice ale puțurilor forate

Cu ajutorul softului EED, putem vedea distribuția lunară a sarcinii de bază pentru căldură, apă caldă și apă rece pe tot parcursul anului. De exemplu, în luna mai, putem vedea că avem nevoie de căldură și de răcire pe parcursul lunii. Acest lucru poate fi văzut în diagramele de mai jos:

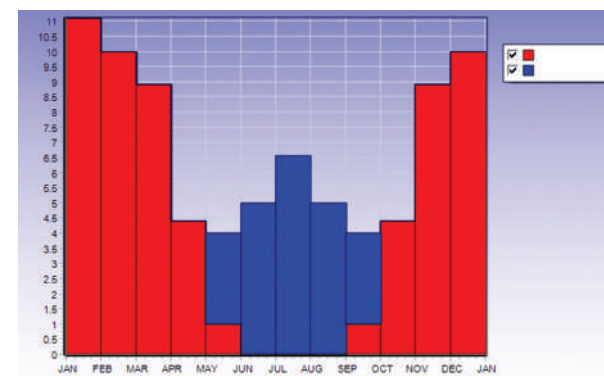
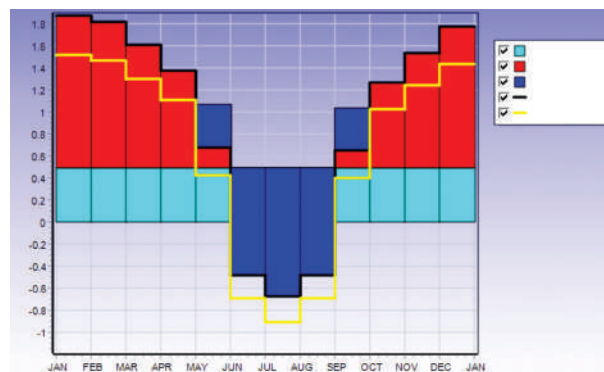


Fig.8. Necesarul termic de bază (kWh) și Sarcina de vârf (kW) ale clădirii

În Earth Energy Designer, am introdus o mulțime de parametri energetici și de refrigerare, cum ar fi vârfurile de

sarcină pentru căldură și răcire, debitul masic al agentului frigorific în interiorul pompei de căldură, temperaturile agentului frigorific la vaporizator și condensator iarna și vara, coeficientul de transfer de căldură pentru vaporizator și condensator și alți parametri. Cu toți parametrii putem prezice comportamentul termic al solului, temperaturile apei și ale agentului frigorific la schimbătoarele de căldură.

În primul rând, avem procesul de refrigerare din interiorul pompei de căldură. Avem procesul de evaporare, procesul de supraîncălzire înainte de compresor, procesul de desupraîncălzire și răcire în interiorul condensatorului și procesul de laminare în interiorul valvei Joule-Thomson. Aceste procese sunt realizate pentru situațiile de iarnă și de vară și sunt desenate pe curba de răcire a agentului frigorific R410a, așa cum putem vedea în figurile următoare:

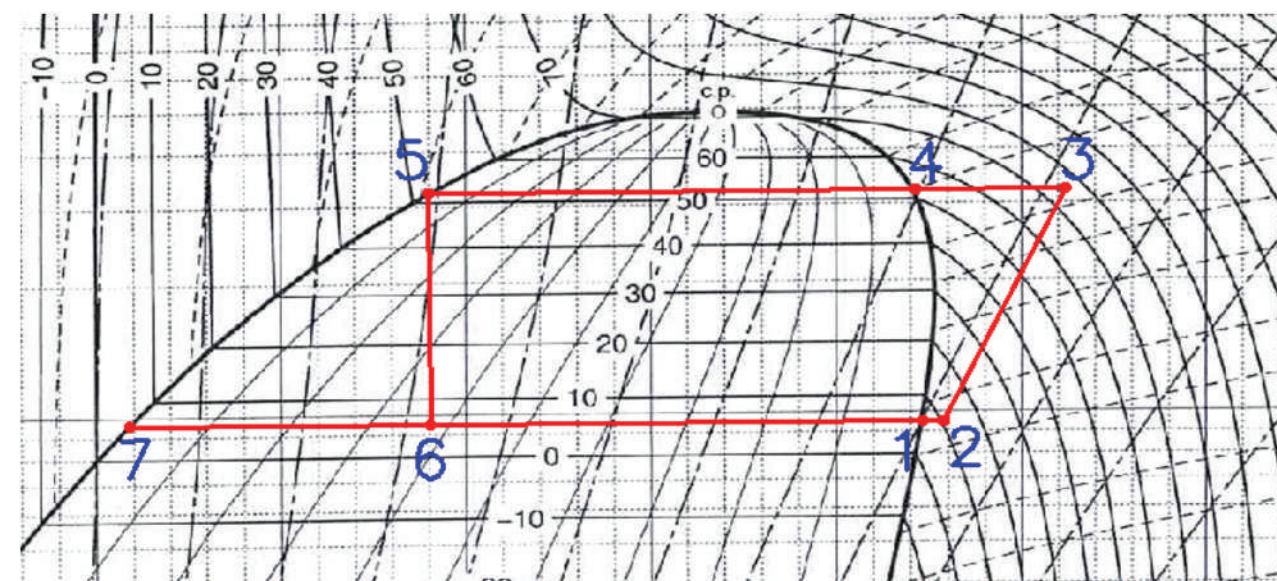


Fig.9. Situația de iarnă

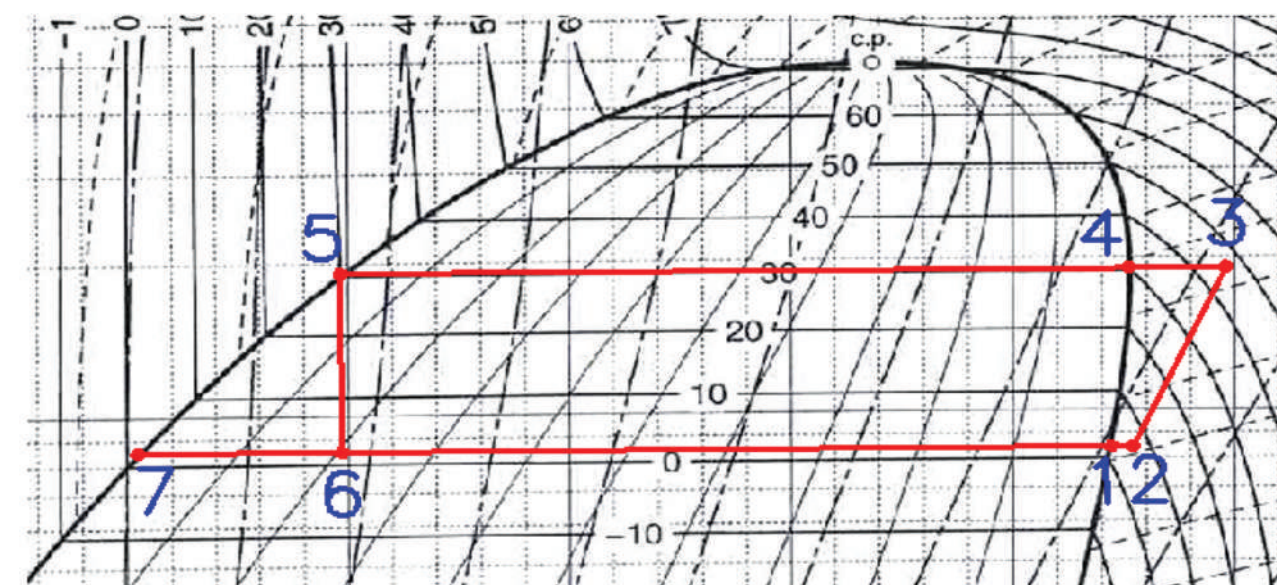


Fig.10. Situația de vară

În diagramele de iarnă și de vară, luăm procesele din interiorul schimbătoarelor de căldură (unul în pompa de căldură și unul

în ventiloconvectoarele) pentru a vedea cum se transferă căldura. Acest lucru este prezentat în figura de mai jos:

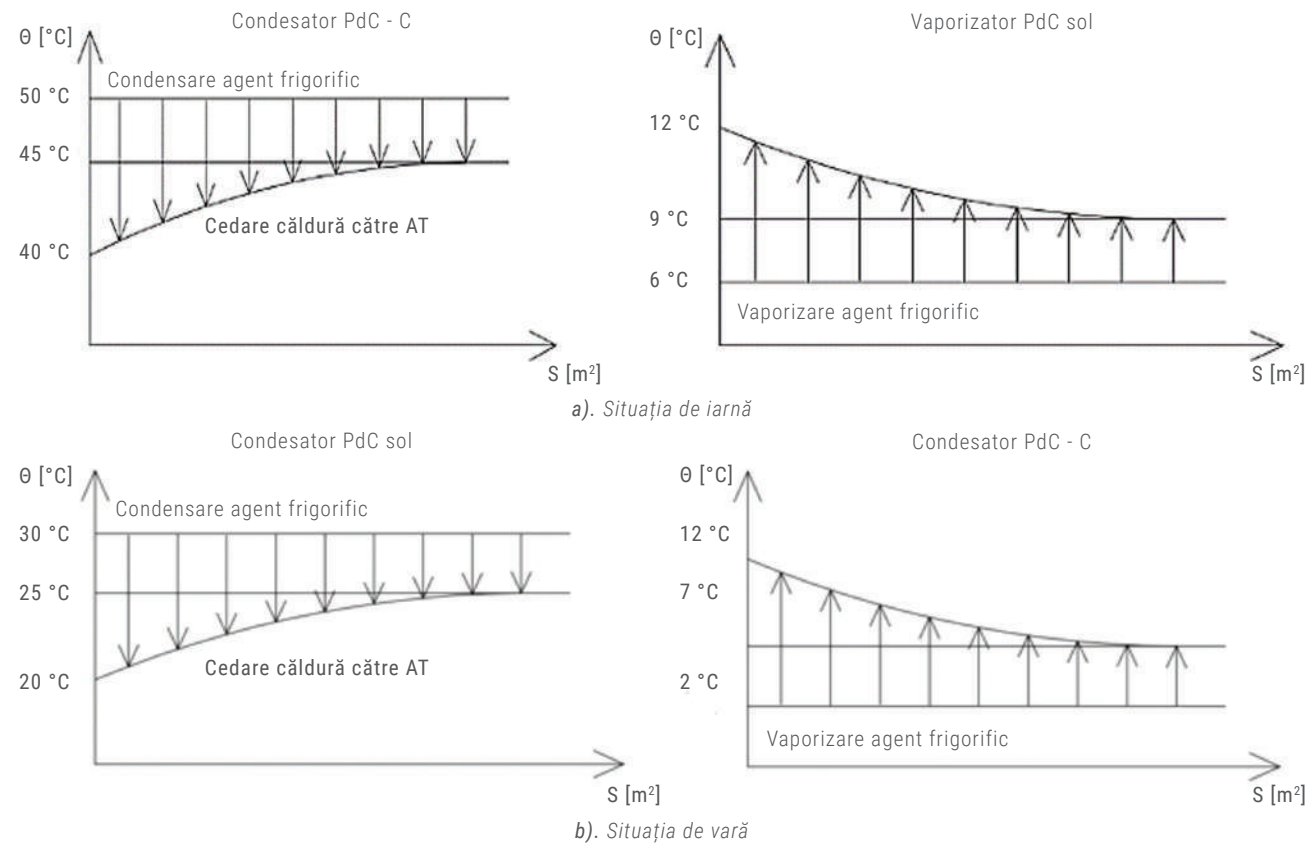


Fig. 11. Procesele din interiorul schimbătoarelor de căldură (pompa de căldură și ventiloconvectoarele din interiorul clădirii)

După cum se poate observa, după 15 ani de utilizare a pompei de căldură geotermală, temperaturile agentului frigorific s-au îndepărtat ușor de punctul din primul an de utilizare, fără a afecta foarte mult utilizarea pompei de căldură.

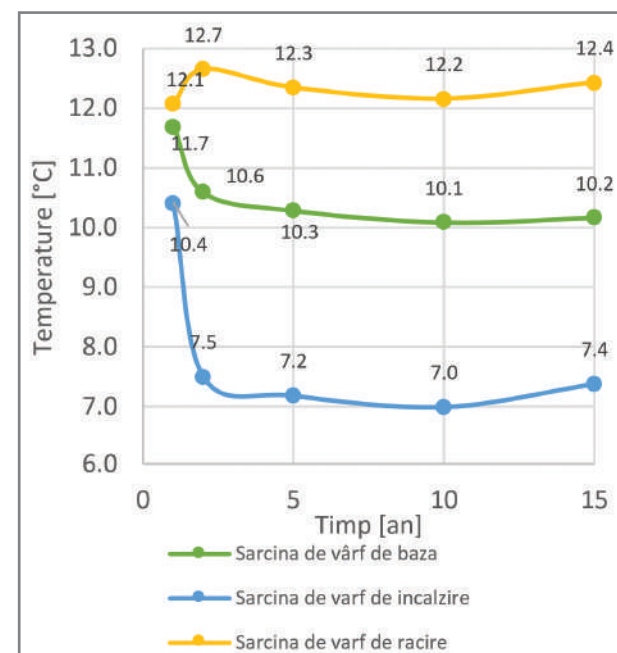


Fig. 12. Temperaturi ale agentului frigorific pentru vârful de sarcină de iarnă, de vară și de căldură medie

3. Concluzie

În cele din urmă, pompele de căldură geotermală oferă beneficii considerabile pentru clădirile rezidențiale care încearcă să atingă criteriile NZEB și să fie în acord cu obiectivele de sustenabilitate ale societății actuale. În contextul eficienței energetice, al utilizării energiei din surse regenerabile și al atenuării impactului asupra mediului, pompele de căldură geotermale s-au dovedit a fi o soluție extrem de relevantă și eficientă.

Pompele de căldură îndeplinesc standardele NZEB prin utilizarea energiei termice a Pământului pentru a furniza încălzire, răcire și ventilație eficiente. Implementarea lor răspunde cererii tot mai mari de soluții de locuințe eficiente din punct de vedere energetic care reduc emisiile de gaze cu efect de seră. Acestea contribuie la tranziția către o societate cu emisii reduse de carbon prin utilizarea unei surse de energie regenerabilă.

Pompele de căldură geotermale sunt relevante în prezent datorită capacității lor de a respecta standardele NZEB, care pun accentul pe utilizarea surselor de energie regenerabilă și pe minimizarea efectului asupra mediului. Acestea îndeplinesc cu ușurință criteriile prin utilizarea temperaturii stabile a Pământului, care rămâne constantă pe tot parcursul anului. Prin urmare, pompele de căldură geotermale oferă o soluție fiabilă și pe termen lung, care diminuează dependența de combustibilii fosili și reduce amprenta de carbon.



Lucrarea de licență a ing. Iosif Ilieș a fost realizată sub coordonarea dl. Prof. univ. dr. eng. Robert Gavriluc în anul 2022. El va rămâne în amintirea noastră prin contribuția remarcabilă adusă școlii românești de ingineria instalațiilor, în special în domeniul pompelor de căldură și al energiei geotermale, fiind un membru marcant al comunității academice din domeniul Termodinamicii Inginerești.

Prof. univ. dr. eng. Robert Gavriluc
(1959-2022)

Bibliografie

- [1] IAQ Improvement by Smart Ventilation Combined with Geothermal Renewable Energy at nZEB (by Javier M. Rey-Hernández, Ana Tejero-González, Eloy Velasco-Gómez, Julio F. San José-Alonso, Francisco J. Rey-Martínez and Paula M. Esquivias)
- [2] EPB Study: "The Impact of Geothermal Heat Pumps on Energy Consumption in Residential Buildings."
- [3] EPB Research: "Assessment of Environmental Performance of Geothermal Heat Pumps in European Buildings."
- [4] IS/2010 – Normativul de Ventilare și Climatizare
- [5] MC 001/2022 – Metodologie de calcul a performanțelor energetice ale clădirilor
- [6] IS/2010 – Normativ privind proiectarea, execuția și exploatarea instalațiilor sanitare aferente clădirilor

mce
mostra convegno
expocomfort

Built by
RX In the business of
building businesses

mce

BEYOND COMFORT

12-15.03.2024 fieramilano
43^ MOSTRA CONVEGNO EXPOCOMFORT

in collaborazione con
in cooperation with

CA
RR
AICARR

ANGAISA

ANIMA
CONFERENZA
MECCANICA ARIA

SSISTAL

Hexonic

HEAT EXCHANGERS

Schimbătoare de căldură tubulare – abordări ale unui concept clasic

Schimbul de căldură reprezintă un aspect important în cadrul proceselor tehnologice. Odata ce am reușit să-l controlăm de-a lungul timpului, eficiența industrială a crescut.

Variantele tubulare, ce au început să fie folosite pe scară largă în instalațiile de prelucrare a petrolului spre sfârșitul secolului 19, au reprezentat arhitectura cea mai utilizată când vorbim de schimbătoare de căldură. Fasciculul tubular într-o manta formează un sistem simplu și robust ce realizează transferul termic între două fluide, putând lucra cu o gamă largă de temperaturi și presiuni.

În general pentru optimizarea schimbătoarelor de căldură căutăm o combinație între o suprafață de transfer termic cât mai mare și un transfer termic cât mai eficient. Pentru schimbătoarele cu plăci suprafața de transfer termic se poate mări pur și simplu adăugând mai multe plăci, acest lucru neinfluențând semnificativ dimensiunile echipamentului. La schimbătoarele tubulare este o cu totul altă poveste – dublarea numărului de țevi poate duce la creșteri semnificative în dimensiuni, iar dublarea lungimii țevelor în multe cazuri nu e practică. Prin urmare producătorii au început să regândească conceptul de shell & tube. Așa au apărut schimbătoarele tubulare cu fascicul în U sau cu mai multe treceri și au apărut modelele cu țevile înfășurate în spirală. Fiecare are avantaje și dezavantaje în funcție de aplicațiile în care sunt folosite și de fluidele vehiculate.

În 1988 Hexonic prezintă pieței interpretarea sa de schimbător de căldură tubular cu fascicul în spirală. Schimbătorul JAD a fost gândit inițial ca o soluție compactă, fiabilă și eficientă pentru aplicațiile cu abur, dovedindu-se de fiecare dată un excelent condensator în lucrul cu abur de joasă presiune. Ulterior și-a demonstrat versatilitatea în mult mai multe aplicații, industriale sau de HVAC.

Fiind mult mai eficient decât un schimbător de căldură tubular clasic, JAD a putut să înlocuiască în multe proiecte schimbătoarele cu plăci. A fost instalat să încălzească piscine olimpice, a început să fie folosit cu precădere în instalațiile CIP din industria alimentară sau chimică, iar

proiectanții au început să-l includă în sistemele pompă de căldură sol-apă pentru a elimina separarea circuitelor.

În cazurile în care schimbătorul lucrează cu fluide la temperaturi ridicate, fasciculul în spirală preia sarcina unui compensator de dilatare. Astfel echipamentul este mai avantajos din punct de vedere comercial și în același timp mai fiabil în timp.

JAD a fost gândit să lucreze cu fluidul cald pe traseul de țevi. În aceste cazuri mulțumită conexiunilor în X condensatul de pe traseul cald va putea fi golit complet din schimbător, fără a fi nevoie de racorduri adiționale.



Beneficii:

- Suprafață de transfer termic mai mare decât cea a unui schimbător tubular clasic la aceleași dimensiuni exterioare.
- Posibilitatea de a fi prevăzută cu tuburi corugate pentru o eficiență crescută a transferului termic. Corugațiile induc un puternic efect de autocurățare a tuburilor.
- Dimensiuni compacte.
- Construcție complet sudată pentru o fiabilitate mai mare.
- Costuri de întreținere minime.

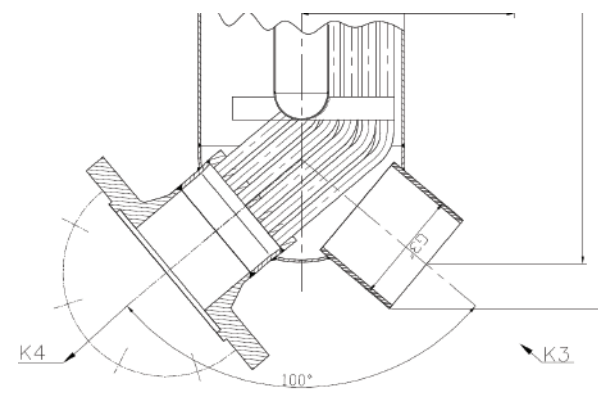


Fig.1. Schemă JAD

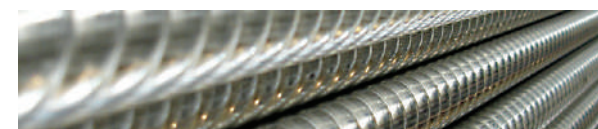


Fig.2. JAD Tuburi corugate

În 2003 este lansată prima generație de schimbătoare de căldură DNA, noua generație de schimbătoare tubulare Hexonic. JAD rămâne în continuare un condensator foarte performant pentru volume mici și medii de abur, DNA urmând să completeze gama pentru aplicațiile cu debite mai mari.

Una dintre provocările principale în lucrul cu debite mari o reprezintă vitezele interne mari ale fluidului. Vitezele mari printr-un schimbător induc în general o uzură prematură a echipamentului, durată scurtă de viață și performanțe nesatisfăcătoare de-a lungul timpului. Prin urmare, de data aceasta, inginerii Hexonic au gândit schimbătorul să lucreze cu aburul pe traseul de manta pentru a coborî viteza fluidului la nivele acceptabile. Fasciculul tubular nu va mai fi unul în spirală, ci va avea o geometrie inedită brevetată, inspirată de arhitectura de helix a ADN-ului.



Fig.3. Desen DNA

Advertorial

Fasciculul tubular DNA prezintă mai multe avantaje, printre care:

- Curgere turbulentă prin tuburi – forma de helix induce în interiorul tuburilor efectul de vârtej în timpul curgerii. Acest lucru duce la un transfer termic îmbunătățit între trasee, menținând în același timp pierderi de presiune scăzute. Tocmai de aceea arhitectura DNA este folosită cu succes în recuperatoarele industriale de căldură DNA ECO.
- Autoportanță – fasciculul nu are nevoie de elemente de susținere. Tuburile au multiple puncte comune de contact ceea ce face fasciculul un sistem ce se autosusține fără ajutor exterior.
- Lungimea dublă a tuburilor în comparație cu un schimbător tubular clasic de dimensiuni similare. Acest lucru implică o suprafață de transfer termic mai mare decât cea a schimbătoarelor uzuale.
- Flexibilitatea tuburilor și a fascicului îi permit să compenseze cu ușurință dilatațiile termice survenite în timpul utilizării.

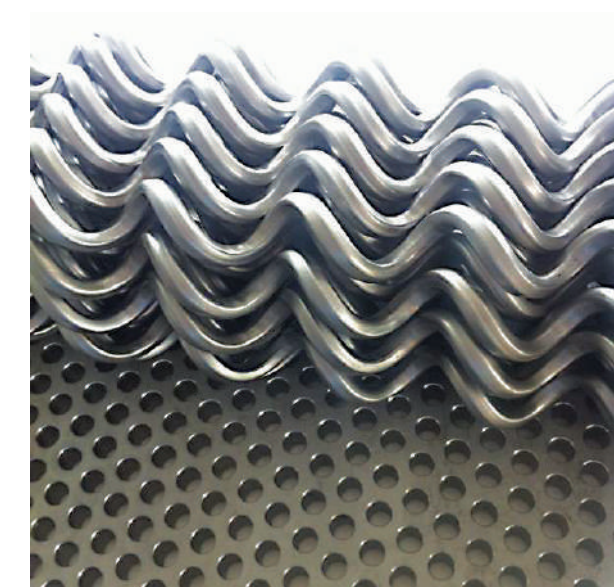
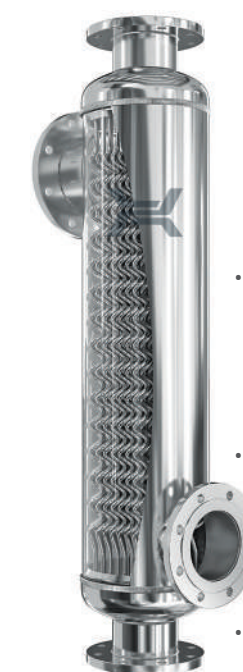


Fig.4. Detaliu DNA

Mulțumită tuturor acestor caracteristici, gama DNA poate fi folosită în mult mai multe aplicații decât cele pentru care a fost gândită inițial. Geometria tuburilor ajută mult în lucrul cu fluide vâscoase, iar arhitectura per ansamblu aduce o eficiență ridicată în lucrul cu fluidele gazoase.

Toate aceste iterații (inclusiv cele viitoare) atestă angajamentul Hexonic de a fi printre cei mai inovativi și flexibili producători de schimbătoare de căldură din piață.

Promisiunea noastră către parteneri rămâne în continuare aceea de a proiecta cele mai eficiente soluții de transfer termic. Cu fiecare gamă de echipamente încercăm să punem în aplicare principiile noastre.



Aspecte privind influența umbririi panourilor fotovoltaice asupra producției de energie electrică. Studiu de caz



Dănuț Tokar¹



Daniel Muntean¹



Adriana Tokar¹

¹Universitatea Politehnica Timișoara, Facultatea de Construcții, Traian Lalescu 2, 300223, Timișoara, Romania

Abstract

Instalarea sistemelor fotovoltaice a avut în ultima perioadă un trend crescător datorat contextului energetic actual. În acest sens, articolul prezintă un studiu al problemelor referitoare la scăderea performanțelor sistemelor fotovoltaice generate de umbrirea modulelor fotovoltaice (PV), în funcție de orientarea panourilor (Sud și respectiv Est-Vest). Cu ajutorul programului de calcul Polysun SPTX Constructor, articolul face o analiză a producției de energie pentru stabilirea sistemului fotovoltaic în condiții reale de funcționare pentru clădirea ASPC a Facultății de Construcții din Timișoara. Rezultatele arată că în cazul umbririi produse de atic, orientarea Est-Vest a panourilor este mai eficientă comparativ cu orientarea Sud, din punct de vedere al producției de energie. Acest fapt se datorează și numărului de panouri care pot fi instalate în condiții de evitare a umbririi. Chiar dacă în unele luni ale anului (Primăvară-Iarnă) orientarea Sud este ușor mai eficientă, raportat la întreaga perioadă a anului, orientarea Est-Vest este simțitor mai eficientă pentru studiul de caz considerat. Prin urmare, luarea în considerare a tuturor factorilor care pot influența performanțele unui sistem fotovoltaic este deosebit de importantă.



1. Introducere

Contextul energetic actual și creșterea prețului gazelor naturale combustibile a pus presiune pe implementarea sistemelor regenerabile și în special asupra sistemelor solare fotovoltaice. Măsurile actuale trasate în Uniunea Europeană au la bază obiectivele, deja stabilite, referitoare la creșterea eficienței energetice de la 9 la 13%, dar și includerea obiectivului de reducere a cererii de gaze cu 15% pentru toate statele membre până la sfârșitul lunii martie 2023 [1-3].

Sistemele solare fotovoltaice, sunt eficiente dacă sunt instalate în zonele cu resurse solare adecvate și care dispun de terenuri vaste. În ultima perioadă, și în special la prosumatori, sistemele solare fotovoltaice sunt instalate pe acoperișul clădirilor și chiar pe fațade. Din acest punct de vedere, umbrirea panourilor fotovoltaice (PV) reprezintă o problemă [4].

În mediul urban, aglomerarea de clădiri de diferite înălțimi, stâlpii de susținere a diferitelor rețele, aticurile acoperișurilor de tip terasă, etc, vor genera umbriri ale suprafețelor PV, cu impact semnificativ asupra eficienței acestora.

Umbrirea parțială sau distribuția neuniformă a intensității luminii poate genera apariția unor puncte fierbinți (Hot-Spot) pe modulele fotovoltaice (datorită efectului de curent invers al celulelor umbrite) cu efecte negative considerabile asupra performanțelor sistemelor PV, dar și asupra integrității modulelor PV [4-9].

Scăderea iradierii solare incidente pe o singură celulă a unui panou fotovoltaic duce la scăderea considerabilă a puterii generate de sistem (aproximativ 1/3 în cazul unei celule complet umbrite) [10-14].

2. Efectele umbririi asupra performanțelor sistemelor PV

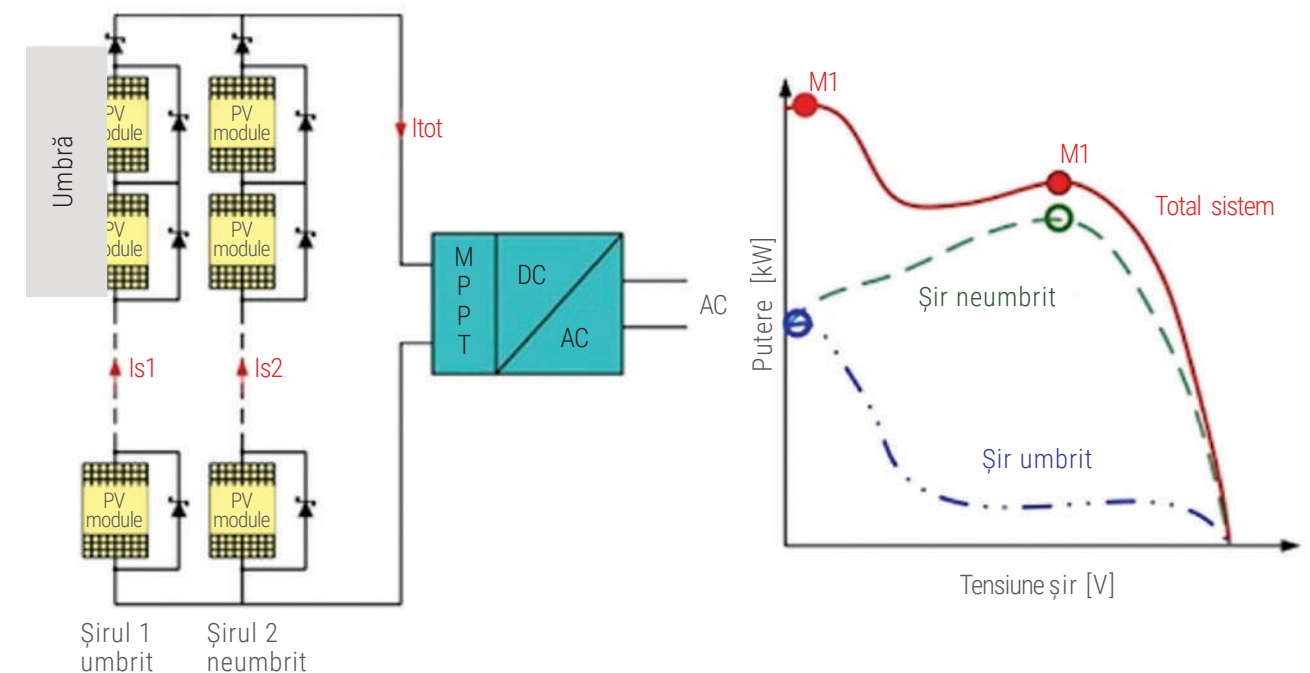


Fig.1. Efectele umbririi modulelor PV [17]

Umbrirea panourilor solare reduce cantitatea de lumină solară care ajunge pe suprafața acestora, afectând puterea de ieșire. În cazul umbririi, fiecare celulă fotovoltaică din șirul de celule trebuie să funcționeze la curentul impus de celula umbrită. Prin urmare, această limitare împiedică celulele neumbrite să funcționeze la performanță maximă.

Fiecare celulă solară este ca o verigă dintr-un lanț, celula umbrită fiind „cea mai slabă verigă”, reducând disponibilitatea de putere a tuturor celorlalte celule. Astfel, chiar și o umbrire parțială poate avea un efect semnificativ asupra puterii totale de ieșire a unui sistem solar fotovoltaic. Acest principiu se

aplică și modulelor fotovoltaice conectate între ele [15-16]. Modulele conectate în serie formează șiruri, iar șirurile se conectează în paralel la un invertor. Intensitatea curentului electric prin toate modulele unui șir și tensiunea șirurilor paralele trebuie să fie aceleași la o intrare a unui invertor. Umbrirea unui modul dintr-un șir poate reduce semnificativ puterea de ieșire a șirului, dar nu reduce puterea de ieșire a unui șir paralel.

Fig. 1 evidențiază diferența de ieșire de la panoul solar umbrît și respectiv neumbrit, iar Fig. 2 indică variația tensiunii U [V] și intensitatea I [A] în funcție de gradul de umbrire (0, 20, 50, 75, 100 %) a modulelor PV [17].

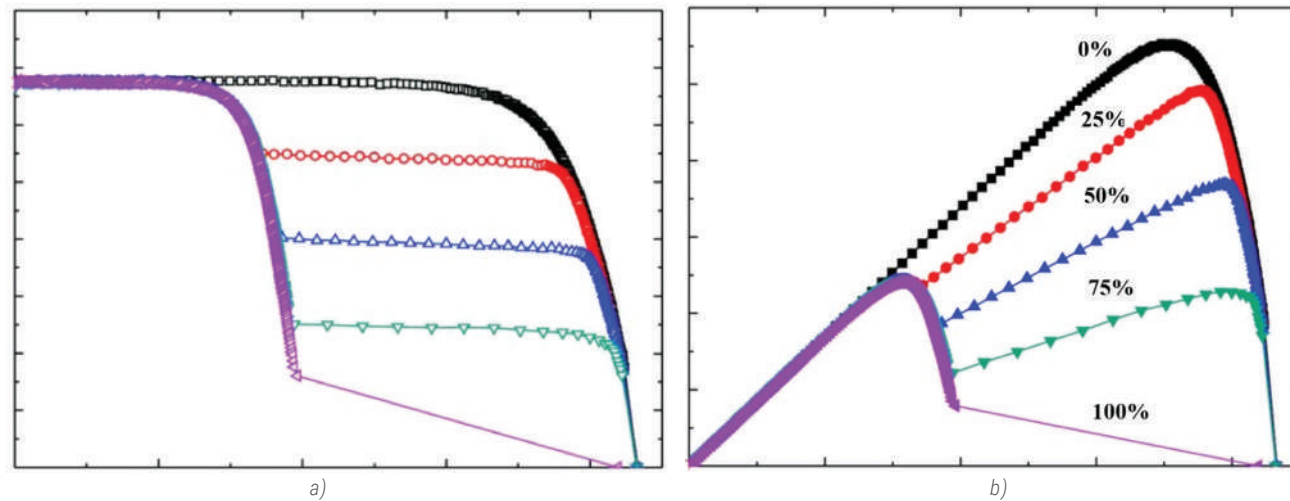


Fig. 2. Efectele gradului de umbrire asupra performanțelor modulelor PV [17] a) $I=f(U)$, b) $P=f(U)$

Din acest motiv, gruparea modulelor umbrite în șiruri separate, este posibil să maximizeze puterea totală a sistemului PV. Principalii factori care cauzează umbrirea și care sunt luați, de regulă, în considerare sunt norii, clădirile, autoumbrirea dată de alte panouri/șiruri de panouri, murdărirea, praful, etc [4, 15-16].

Impactul umbririi asupra întregului sistem depinde de modul în care panourile sunt conectate împreună. Prin urmare, analiza umbririi este unul dintre pașii esențiali în proiectarea sistemelor solare fotovoltaice pentru a evalua eventualele și potențialele obstacole, inclusiv copacii sau clădirile predispuse la blocarea razelor solare.

3. Simularea sistemului fotovoltaic pentru clădirea ASPC. Studiu de caz

Folosind programul de simulare Polysun SPTX Constructor [18], s-a efectuat un studiu comparativ privind performanța sistemului fotovoltaic în diferite condiții de umbrire generate de orientarea modulelor PV.

Amplasarea sistemului PV s-a realizat pe acoperișul de tip terasă al clădirii ASPC, a Facultății de Construcții din Timișoara, clădire în care se desfășoară activități didactice.

a modulelor PV, din considerentul umbririi acestora, au fost luate în considerare cele două zone de interferență generate de gurile de aerisire a clădirii cu înălțimea de 50 cm și suprafețele de 1,5 m² respectiv 3 m² (Fig. 3b).

Consumul anual de electricitate aproximativ este de 60 MWh. Simularea s-a efectuat utilizând module PV de tipul EvoCells 400 MIB, cu o putere maximă de producție de 400 Wp.

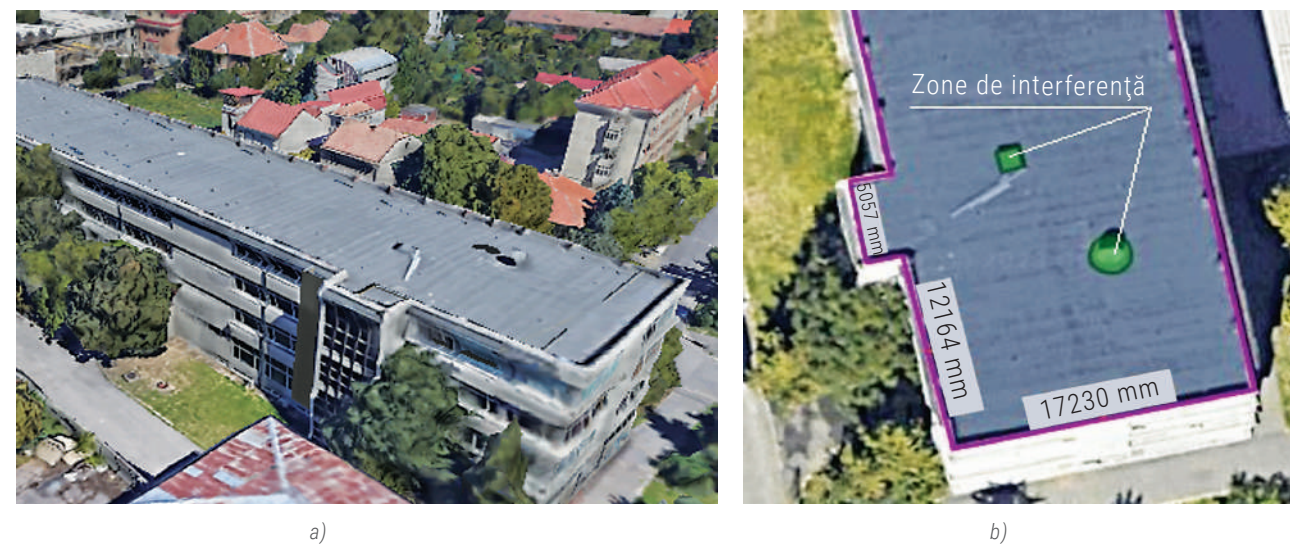
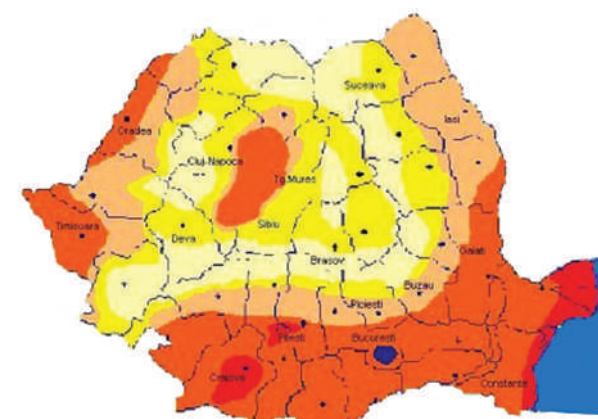


Fig. 3. Clădirea ASPC a Facultății de Construcții din Timișoara [18]

Clădirea studiată are o înălțime de 13m (P+3E), iar acoperișul este de tip terasă cu un atic perimetral de 50 cm înălțime și 30 cm lățime (Fig. 3a). Având în vedere faptul că s-a urmărit cea mai eficientă orientare

Din punct de vedere al iradierii solare medii anuale, Timișoara dispune de un potențial solar de 1300-1350 (kWh/m²/an), încadrându-se în zona de radiație solară II (Fig. 4).



Zona de radiație solară	Intensitatea radiației solare [kWh/m ² /an]
I	>1350
II	1300-1350
III	1250-1300
IV	1200-1250
V	<1200

Sursa: ICPE, ANM, ICEMENREG, 2006

Fig. 4. Harta solară a României [18]

De asemenea, au fost luate în considerare și aspectele climatice ale zonei: încărcarea din zăpadă 1,2 [kN/m²] corespunzătoare zonei 1 pe harta climatică (Fig. 5a) conform SR EN 1991-1-3:2005/NA:2017 și respectiv acțiunea vântului 0,614 [kN/m²] dată de viteza vântului de 27 m/s, conform SR EN 1991-1-4:2006 (Fig. 5b).



Fig. 5. Hărți - acțiuni climatice asupra structurilor [18] a) zăpadă, b) vânt

Prima variantă de amplasare a modulelor PV consideră orientarea Est și Vest rezultând un total de 486 de module cu o putere totală instalată de 194,4 MWp (Fig. 6).

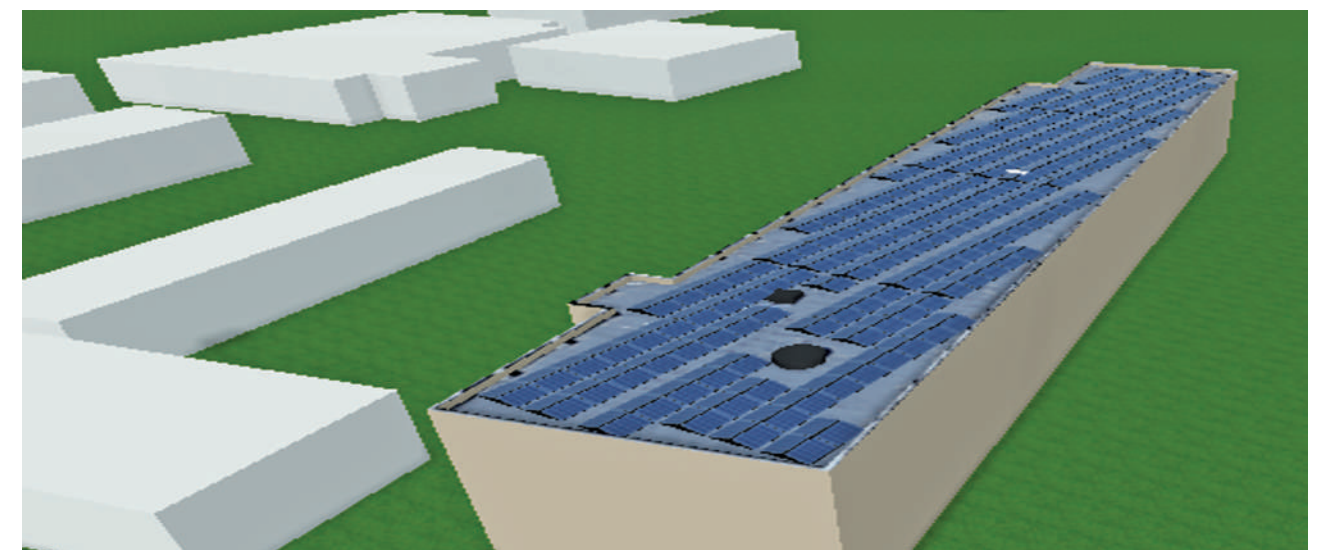


Fig. 6. Amplasare sistem PV - orientarea Est și Vest [18]

Setarea distanței dintre șiruri este esențială pentru etapa de proiectare a sistemului PV. Polysun SPTX Constructor ia în considerare o distanță între șiruri de 18,3 cm pentru orientarea modulelor PV pe Est și Vest. Totodată, se asigură un culoar de trecere de 40 cm pentru un grup de 10-12 șiruri. În urma simulării efectuate, s-a realizat și calculul de umbră al modulelor PV evidențiindu-se scăderea procentuală a eficienței acestora, după cum se poate observa în Fig. 7.

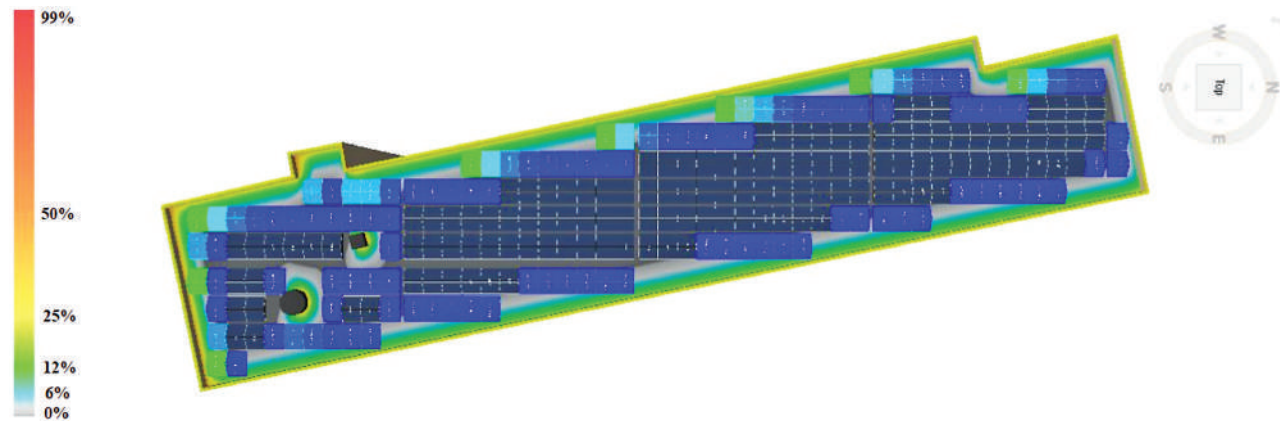


Fig. 7. Evidențierea eficienței amplasării modulelor PV cu orientarea Est și Vest [18]

În a doua variantă de amplasare a modulelor PV s-a ales orientarea Sud poziționându-se un total de 350 de module PV, rezultând astfel o putere totală instalată de 140 MWp (Fig. 8).

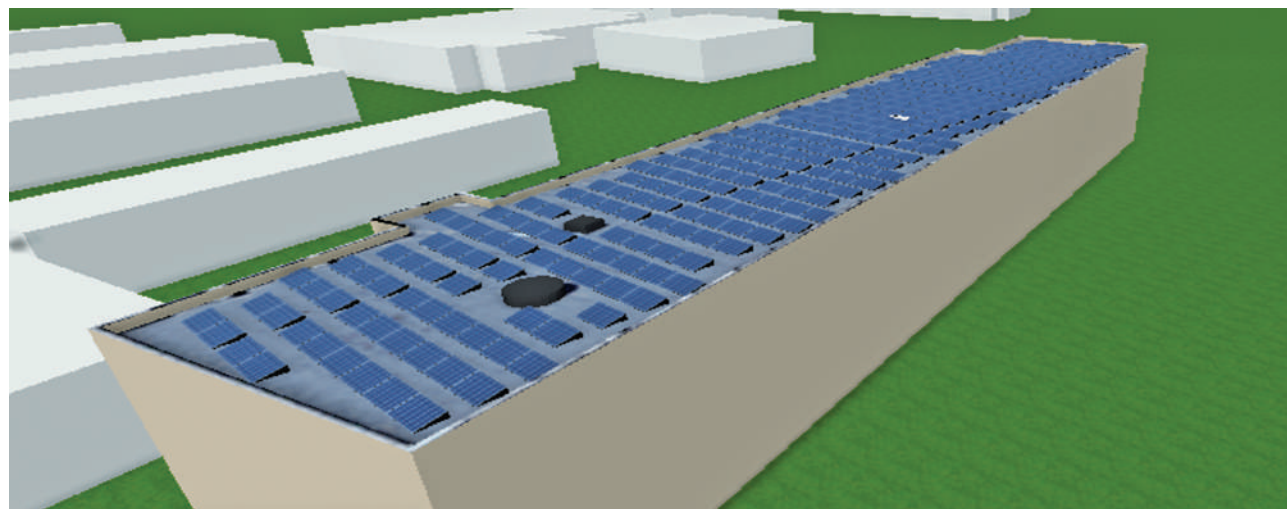


Fig. 8. Amplasare sistem PV - orientarea Sud [18]

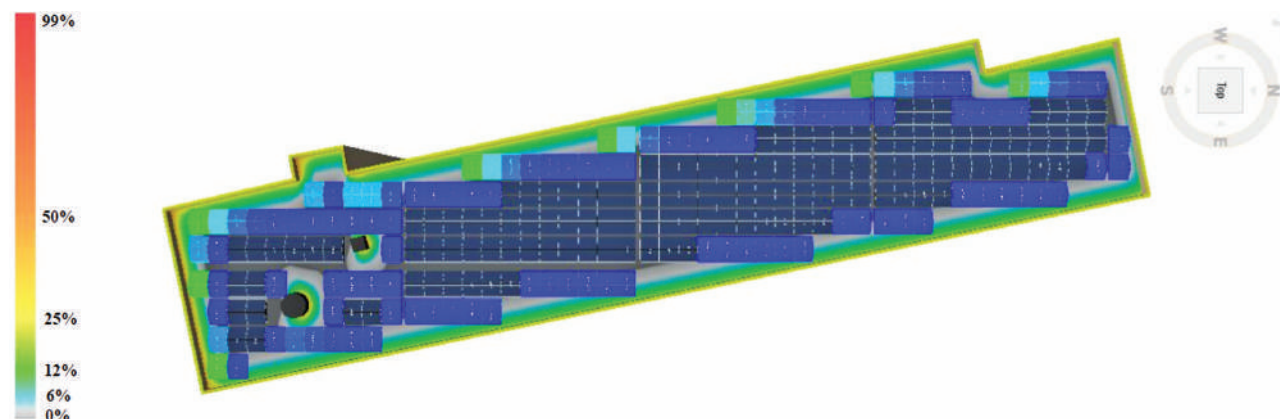


Fig. 9. Evidențierea eficienței amplasării cu orientarea Sud [18]

4. Rezultate și discuții

În urma simulărilor realizate pentru cele două variante de orientare a modulelor PV studiate, se poate

observa comparativ, în Fig. 10 și respectiv în Tabelul 1, producția lunară de energie electrică.

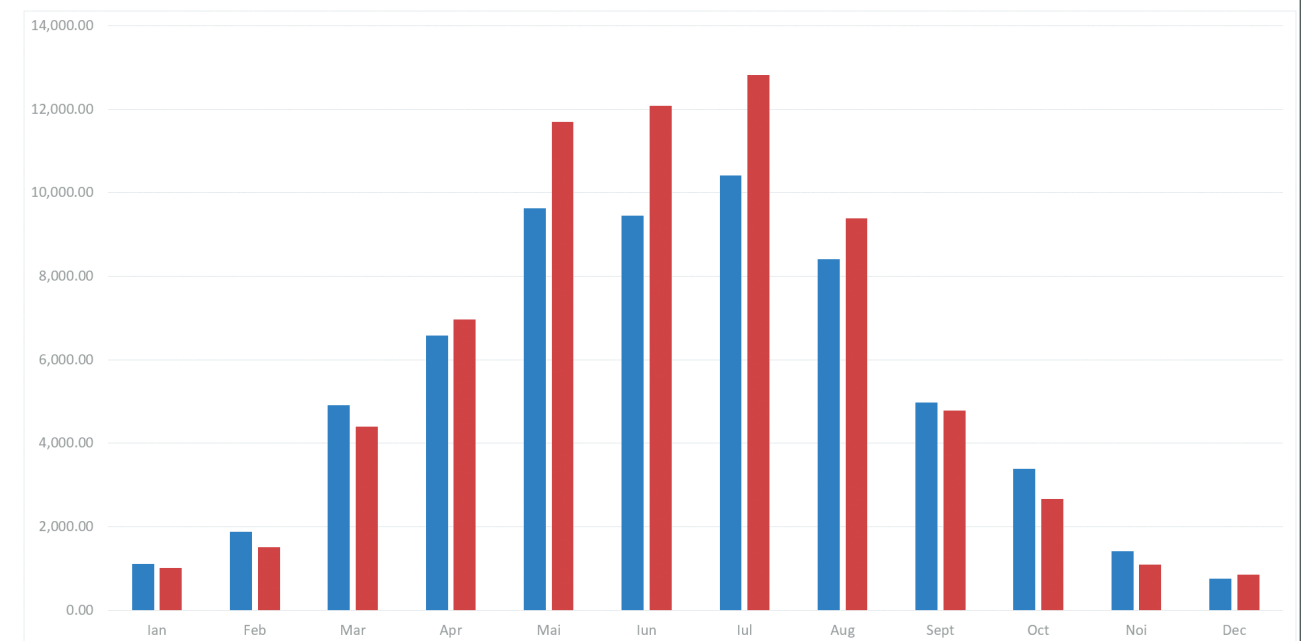


Fig. 10. Grafic comparativ al producției de energie electrică pentru cele două variante de sisteme PV (Sud și respectiv Est-Vest)

Tabelul 1 Producția lunară de energie electrică pentru orientările Sud și respectiv Est-Vest

Producție lunară de energie sistem PV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Anual
Orientare Sud [MWh]	1,11	1,88	4,91	6,58	9,63	9,45	10,42	8,41	4,97	3,39	1,41	0,76	33,56
Orientare Est-Vest [MWh]	1,02	1,52	4,40	6,96	11,70	12,08	12,81	9,38	4,79	2,66	1,10	0,85	37,67

Se observă că pentru sistemul solar analizat gruparea modulele umbrite de atic, în șiruri separate este favorizată de orientarea acestora pe direcția Est-Vest.

manțe inferioare - nereușind să furnizeze energia, economiile și reducerea emisiilor de carbon, care de fapt sunt avantajele așteptate de la aceste sisteme.

În acest fel, șirurile neumbrite pot genera o putere mai mare. Acest lucru este semnificativ deoarece curentul printr-un întreg șir de module poate fi redus semnificativ dacă chiar și un singur modul este umbrit. Ca rezultat, întregul sistem fotovoltaic ar avea perfor-

Fig. 11 prezintă o diagramă comparativă de bilanț energetic între cele două variante analizate. Se observă că pentru studiul de caz, din punct de vedere al intrărilor și ieșirilor energetice din sistemul fotovoltaic, varianta de orientare Est-Vest este cea mai eficientă.

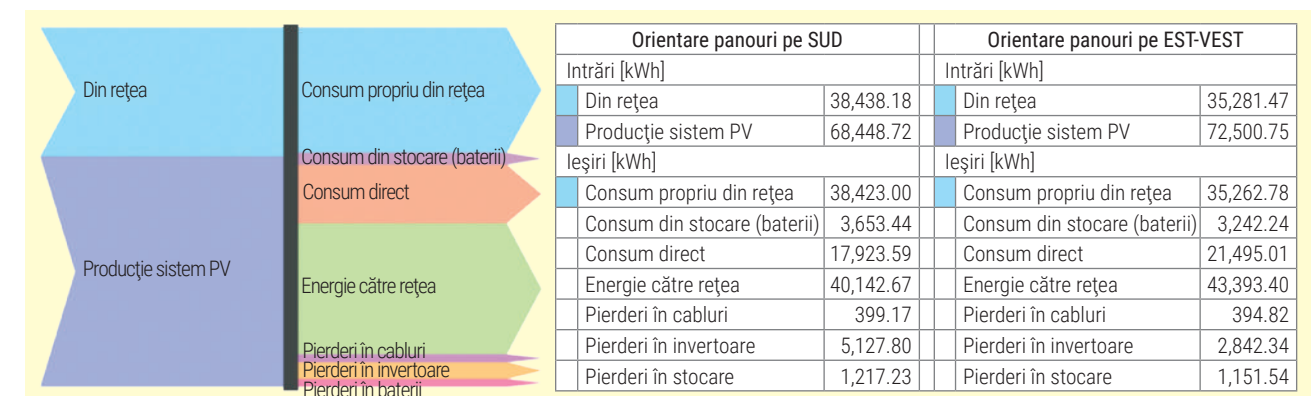


Fig. 11. Diagrama comparativă de bilanț energetic pentru variantele analizate [18]

5. Concluzii

Astfel pentru situația considerată, prin instalarea unui sistem fotovoltaic pe direcția Est-Vest, se poate înregistra un consum de energie electrică din SEN, cu 3,15 MWh mai mic decât dacă s-ar instala un sistem fotovoltaic cu orientarea Sud.

Totodată, din punct de vedere al producției de energie, a sistemul PV cu orientare Est-Vest, se

observă o creștere cu 5,58 % față de sistemul PV cu orientare Sud și respectiv o scădere a consumului de energie din rețea cu 8,2%.

În concluzie, pentru sistemul PV analizat, chiar dacă teoretic orientarea Sud este cea recomandată, s-a constatat că efectele umbririi fac ca orientarea Est-Vest să fie cea mai bună soluție.



Bibliografie

1. E. Rynska, Review of PV Solar Energy Development 2011–2021 in Central European Countries, *Energies*, Vol. 15, ID article 8307, pp. 1-18, 2022.
2. Comisia Europeană, Comunicare a comisiei către parlamentul european, consiliul european, consiliu, comitetul economic și social european și comitetul regiunilor - REPowerEU Plan, COM/2022/230, Bruxelles, May 2022.
3. I. Kougias, N. Taylor, G. Kakoulaki, A. Jäger-Waldau, The role of photovoltaics for the European Green Deal and the recovery plan, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 144, pp. 108–121, 2021.
4. D. Tokar, D. Negoșescu, A. Tokar, A. Negoșescu, Causes regarding the efficiency reduction of the solar systems with photovoltaic PV panels, *Materials Science and Engineering*, Vol. 393, No. 012079, pp. 1-8, 2018.
5. D. Uchida, K. Otani, K. Kurokawa, Evaluation of effective shading factor by fitting a clear-day pattern obtained from hourly maximum irradiance data, *Solar Energy Materials and Solar Cells*, vol. 67, no. 1–4, pp. 519–528, 2001.
6. M. A. Hassan, N. Bailek, et al, Evaluation of energy extraction of PV systems affected by environmental factors under real outdoor conditions, *Theoretical and Applied Climatology*, Vol. 150, pp.715–729, 2022.
7. J. Appelbaum and J. Bany, Shadow effect of adjacent solarcollectors in large scale systems, *Solar Energy*, vol. 23, no. 6, pp.497–507, 1979.
8. J. Munoz, E. Lorenzo, et al, An investigation into hot-spots in two large grid-connected PV plants, *Progress in Photovoltaics*, vol. 16, No. 8, pp. 693–701, 2008.
9. J. Woyte, Nijls, R. Belmans, Partial shadowing of photovoltaic arrays with different system configurations: literature review and field test results, *Solar Energy*, vol. 74, No. 3, pp. 217–233, 2003.
10. P. Sathyanarayana, B. Rajkiran, P. S. Lakshmi Sagar, K. Girish, Effect of Shading on the Performance of Solar PV Panel, *Energy and Power*, Vol 5(1A), pages 4, 2015.
11. A. Gharbi, H. Hamdi, R. Gharbi, Shading effect on the performance of a photovoltaic panel, 2nd IEEE International Conference on Signal, Control and Communication, pages 6, 2021.
12. D. Uchida, K. Otani, K. Kurokawa, Evaluation of effective shading factor by fitting a clear-day pattern obtained from hourly maximum irradiance data, *Solar Energy Materials and Solar Cells*, Volume 67, Issues 1–4, pp. 519-528, 2001.
13. Y. Sun, X. Li, R. Hong, H. Shen, Analysis on the Effect of Shading on the Characteristics of Large-scale on-grid PV System in China, *Energy and Power Engineering*, Vol.5 No. 4B, pp. 215-218, 2013.
14. A. H. Muhammed, N. Bailek, K. Bouchouicha, A. I., Basharat Jamil, A. Kuriqi, S. Chukwujindu Nwokolo, El-Sayed M. El-kenawy, Evaluation of energy extraction of PV systems affected by environmental factors under real outdoor conditions, *Theoretical and Applied Climatology*, Vol. 150, pp.715–729, 2022.
15. A. Tokar, D. Tokar, F. Stoian, D. Muntean, Experimental Research on the Influence of Factors on the Electricity Production of Thin-Film Photovoltaic Panels, *Hidraulica magazine*, No. 1, pp. 46-52, 2022.
16. D. Tokar, A. Tokar, D. Muntean, A. Visan, The Impact of Environmental Conditions on the Performance of Polycrystalline Photovoltaic Panels, 7th International Conference World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium (WMCAUS), IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering- Proceedings, 11 pages, 2022.
17. S. Yunlin, S. Chen, L. Xie, R. Hong, H. Shen, Investigating the Impact of Shading Effect on the Characteristics of a Large-Scale Grid-Connected PV Power Plant in Northwest China, *International Journal of Photoenergy*, Article ID 763106, 9 pages, 2014.
18. Polysun SPTX Constructor software from Vela Solaris.



REHVA PUBLISHED GUIDELINES ON HEALTH-BASED TARGET VENTILATION RATES AND DESIGN



Health-based target ventilation rates and design method for reducing exposure to airborne respiratory infectious diseases

READ THE REHVA PROPOSAL FOR POST-COVID TARGET VENTILATION RATES

In the COVID-19 pandemic, it became clear that adequate ventilation is the key engineering measure to reduce the spread of respiratory viruses.

REHVA experts have now collected available evidence and developed a health-based ventilation design method to mitigate the infection risk in indoor spaces.

The current ventilation design based on the existing indoor climate standards EN 16798-1:2019 and ISO 17772-1:2017 has been limited to the use of ventilation criteria based on the perceived air quality (odours) or specific pollutants and has not considered respiratory disease transmission.



ATREA și aer proaspăt în școli: linia Inter special creată pentru unități școlare



În 98% din școlile din România aerul curat pentru copii este asigurat de tradiționalul "deschidem geamul în pauză". Din păcate, aceste 10-15 minute nu sunt suficiente pentru a garanta că elevii se bucură de aer curat și proaspăt pentru următoarea oră. Adăugăm aici și faptul că iarna se evită deschiderea ferestrelor din cauza pierderii de căldură din interior.

Rezultatul? Într-o sală de clasă folosită timp de 60 de minute de 25 de copii nivelul de CO₂ este de 1.600 părți per milion. Limita maximă aprobată este de 900 de părți per milion.

De aceea, elevii devin apatici, suferă din cauza lipsei de atenție, iar procesul educațional este îngreunat. De asemenea, crește incidența bolilor și alergiilor care se dezvoltă mai propice în aerul stătut și viciat.

Aici intră în scenă ATREA – lider de piață în sisteme mecanice de ventilație și furnizor de soluții inteligente de ventilație pentru mediul educațional.

Linia Duplex Inter: aer curat și proaspăt pentru elevi și cadre didactice.

Pentru a veni în întâmpinarea administratorilor de școli și personalului pedagogic, ATREA a creat linia Duplex Inter, special proiectată pentru creșe, grădinițe, școli și licee.

Asigurând o ventilație echilibrată în sălile de clasă, unitățile Duplex Inter oferă mai multe avantaje încă din faza de montaj.

- **temperatură constantă** în clasă indiferent de sezon.
- **nivel de zgomot:** 32 dB – un zgomot de fond care nu perturbă procesul educațional și nu distrage elevii.
- **unitate "Plug & Play":** instalare în maxim o oră – nu este nevoie de tubulatură, găuri



Cum funcționează soluțiile ATREA pentru ventilație în școli?

Unitatea Duplex Inter este instalată în spațiul de lângă fereastră sau perete.

Carcasa poate fi personalizată în funcție de decorul prezent în clasă datorită foilor autocolante, iar acestea i se pot atașa diferite accesorii care facilitează procesul de ventilație – **termostat, panou cu touchscreen, senzor prezență persoane, etc.** – care eficientizează și mai mult crearea unui flux permanent de aer proaspăt și curat prin principiul recuperării de căldură.

Prin acest principiu unitatea:

- extrage aerul viciat din clasă (extracția depinde de indicatorul de CO₂)
- preia sarcina pozitivă a aerului extras (temperatura)

Ce urmează?

Colaborând atât cu proiecte ONG ("Școli sănătoase", proiect demarat de Tiberiu Catalina cadru didactic la Universitatea Tehnică de Construcții București și cercetător științific), cât și direct cu cei care se ocupă de administrarea școlilor, **echipa ATREA România a integrat centrala Duplex Inter în aproape 400 de spații.**

Obiectivul companiei este de a continua acest proces de implementare în cât mai multe unități educaționale la nivel național, profitând de creșterea importanței standardelor în construcții și de versatilitatea unităților.

suplimentare sau renovări ale spațiului – mai multe unități pot fi instalate pe parcursul unui weekend sau unei vacanțe și în clădiri tip monument istoric fără a afecta integritatea arhitecturală.

- **senzor de CO₂** pentru **reglarea automată a ciclului de filtrare:** senzorii automați permit reglarea ciclului în funcție de numărul de ocupanți – unitatea poate fi oprită dacă nu există activitate în sala respectivă.
- **reducerea facturilor la curent și căldură:** suma economisită într-un an poate ajunge la aproximativ 210.000 lei pentru o școală sau 4.158 de lei per clasă în care este implementată unitatea Duplex Inter.

- elimină aerul viciat în exterior
- introduce aer proaspăt din exterior
- încălzește aerul introdus cu sarcina pozitivă
- ventilează fără a spori costurile de căldură – temperatura rămâne constantă indiferent de sezon.

Pe lângă avantajatul recuperării căldurii Duplex Inter utilizează **filtre speciale pentru a elimina particulele nocive din aerul exterior** – astfel unitatea garantează că aerul introdus este atât proaspăt, cât și curat.

Fiecare unitate Duplex Inter este dotată cu automatizare de ultimă generație ce permite integrarea tuturor unităților dintr-o școală într-un singur sistem de comandă centralizat. Fiecare aparat are un IP dedicat și astfel se pot identifica și remedia rapid unitățile care pot provoca probleme.



Din seria **SIGURANȚA LA FOC A CONSTRUCȚIILOR**

O selecție din cărțile publicate:



Modelarea și simularea incendiilor în construcții
ISBN: 978-606-25-0766-4
Preț: **106 lei**



Curgerea apei prin conducte și accesorii pentru stingerea incendiilor. Pierderi de sarcină
ISBN: 978-606-25-0428-1
Preț: **40 lei**



Proiectarea construcțiilor. Instalații pentru securitatea la incendiu. Ghid proiect tehnic ed. revizuită cf. ord. 6025/2018 și 6026/2018
ISBN: 978-606-25-0324-6
Preț: **71 lei**



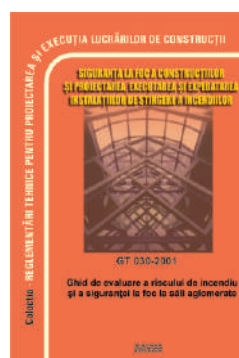
Transfer de căldură. Noțiuni teoretice și aplicații pentru evaluarea securității la incendiu
ISBN: 978-606-25-0631-5
Preț: **61 lei**



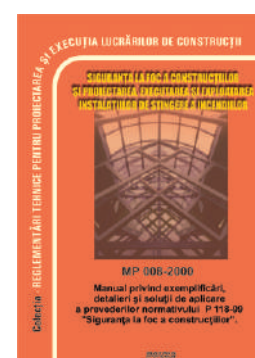
Bazele termodinamicii tehnice pentru pompieri
ISBN: 978-606-25-0519-6
Preț: **101 lei**



GT 049-2002: Ghid de evaluare a riscului de incendiu și a siguranței la foc pentru clădiri în domeniul sănătății
Preț: **29 lei**



GT 030-2001: Ghid de evaluare a riscului de incendiu și a siguranței la foc la săli aglomerate
Preț: **31 lei**



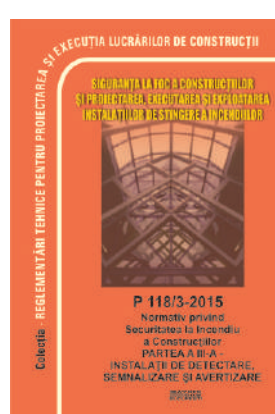
MP 008-2000: Manual exemplificări, detalieri și soluții de aplicare a prevederilor normativului de siguranță la foc P 118-1999
Preț: **52 lei**



P 118-1999: Normativ privind securitatea la incendiu a construcțiilor (considerat partea I)
Preț: **109 lei**



P 118/2-2013: Normativ privind securitatea la incendiu a construcțiilor - Partea II - Instalații de stingere - include modificările prevăzute de Ordinul 6026/2018
Preț: **175 lei**



P 118/3-2015: Normativ securitatea la incendiu a construcțiilor. Partea a III-a - instalații de detectare, semnalizare și alarmare - include modificările prevăzute de Ordinul 6025/2018
Preț: **62 lei**

Pentru oferta completă și achiziții accesați
www.matrixrom.ro

