

**URBAN**  
**INCD**  
**INCERC**

INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE  
ÎN CONSTRUCȚII, URBANISM ȘI DEZVOLTARE TERITORIALĂ DURABILĂ "URBAN-INCERC"

# **LUCRARILE CONFERINTEI DE CERCETARE**



**ÎN CONSTRUCȚII.  
ECONOMIA CONSTRUCȚIILOR  
URBANISM. AMENAJAREA TERITORIULUI**

**VOLUMUL 16  
2019**

Lucrările conferinței de cercetare în construcții, economia construcțiilor, urbanism și amenajarea teritoriului

Ediția a XVI-a

**Orașul inteligent: sinergii între urbanism, arhitectură și construcții**

București, 24 octombrie 2019

Parteneri  
media:



**ECONOMISTUL**



Publicație editată de:  
**Institutul Național de Cercetare – Dezvoltare în Construcții, Urbanism și Dezvoltare Teritorială Durabilă URBAN-INCERC**

Distribuită sub licență:



Publicație indexată în bazele de date internaționale CiteFactor, ProQuest, Sherpa / RoMEO și Ulrich's Web

*Adresă* Șos. Pantelimon nr. 266, sector 2, București, România, cod 021652  
*Telefon* 0040.21-255.22.50  
*Fax* 0040.21-255.00.62  
*E-mail* urban-incerc@incd.ro  
*Internet* www.incd.ro  
*Editori* Conf. univ./CSI dr. ecol., dr. geogr., habil. urb. Alexandru-Ionuț Petrișor  
CSI/conf. univ. dr. arh., habil. urb. Vasile Meșină  
*Coperta, editare, layout* Alexandru-Ionuț Petrișor  
*Tehnoredactare* Alexandru-Ionuț Petrișor  
*Tipar* Editura INC D URBAN-INCERC

**Comitetul de organizare**

**Președinte**

Dr. arh., habil. urb. Vasile MEȘINĂ

**Membri**

Mihaela SANDU  
Carmen Elena ȚIGĂRAN

Iulian Cristian BANCIU

Nela ZORILESCU  
Compartimentul Administrativ

**Comitetul științific / de program**

**Președinte**

Dr. ing. Claudiu Lucian MATEI

**Membri**

Dr. ing. Ioana Mihaela ALEXE  
Dr. ing. Cornelia BAERĂ  
Dr. ing. Aurelia BRADU  
Dr. ing. Monica Lilioara CHERECHEȘ  
Dr. ing. Adrian Alexandru CIOBANU  
Dr. ing. Iolanda Gabriela CRAIFALEANU  
Ing. Carmen Silvia DICO  
Ing. Alina DIMA  
Dr. ing. Daniela DOBRE  
Dr. ing. Cornelia Florentina DOBRESCU  
Dr. ing. Claudiu Sorin DRAGOMIR  
Dr. ing. Felicia ENACHE  
Dr. ing. Emil-Sever GEORGESCU  
Ing. Aurelian GRUIN

Dr. ing. Florin-Radu HARIĞA  
Dr. ing. Andrea HEGYI  
Dr. ing. Avram JURCA  
Ing. Silviu LAMBACHE  
Dr. arh., habil. urb. Vasile MEȘINĂ  
Dr. ing. Constantin MIRON  
Dr. ing. Cristian PETCU  
Dr. ing. Horia Alexandru PETRAN  
Dr. ing. Irina POPA  
Dr. ing. Adrian SIMION  
Dr. ing. Henriette SZILAGYI  
Ing. Vasilica VASLE  
Dr. ing. Marta Cristina ZAHARIA

**Colaboratori**

Dr. ing. Johann NEUNER  
Dr. ing. Cristian PAVEL  
Dr. ing. Pietro ELISEI  
Dr. arh. Ana-Maria DABIJA  
Dr. arh. Mircea GRIGOR OVȘCHI  
Dr. ing. Adrian Mircea IOANI  
Dr. ing. Gălin MIRCEA  
Dr. ing. Cristina Mihaela CĂMPIAN  
Dr. chim. Ion SANDU  
Dr. ing. Mircea BEJAN  
Dr. ing. Virginia-Graziela GUSLICOV  
Dr. ing. Gheorghe BADEA  
Dr. geogr. Ioan IANOȘ  
Dr. ec. Florin Marian BUHOIU  
Lt. col. dr. ing. Florin NEAȘA  
Dr. ecol., dr. geogr., habil. urb. Alexandru-Ionuț PETRIȘOR  
Arh. Liliانا Elza PETRIȘOR  
Dr. ing. Silviu-Mihai PETRIȘOR  
Gl. bg. dr. ing. Ghiță BĂRSAN  
Col. dr. ing. Manuel ȘERBAN  
Dr. ing. Anghel ION

A. GRUIN  
E.-S. GEORGESCU

**Referenți**

C. L. MATEI  
V. MEȘINĂ  
A. A. CIOBANU

H. SZILAGYI  
V. VASILE

ISSN 2393-3208

# CUPRINS

CUPRINS		
<b>SBI – TEST "CHEIE" ÎN DETERMINAREA PERFORMANȚEI DE REACȚIE LA FOC A PRODUSELOR PENTRU CONSTRUCȚII</b>	Daniela STOICA, Adrian SIMION, Horațiu Gabriel DRAGNE	<b>5</b>
<b>SIGNIFICANT NATURAL AND CULTURAL LANDSCAPES ALONG THE DANUBE FROM THE SPRINGS TO THE SEA</b>	Maria BOSTENARU DAN	<b>11</b>
<b>ESSENTIAL ASPECTS CONCERNING FIRE RESISTANCE OF CONSTRUCTION ELEMENTS INTENDED FOR PERSON TRANSPORT</b>	Horațiu Gabriel DRAGNE, Claudiu MATEI	<b>21</b>
<b>ORAȘUL INTELIGENT – PROCES COLABORATIV DE ADAPTARE ȘI INOVARE</b>	Florina FILIP, Adrian Alexandru CIOBANU, Monica CHERECHEȘ	<b>29</b>
<b>ANALIZA STRUCTURALĂ ȘI PROPUȘIUNI DE CONSOLIDARE A BISERICII FRANCISCANE DIN CETATEA ARADULUI</b>	Alexandru ION, Marius MOȘOARCA, Constantin ION	<b>39</b>



# SBI – TEST "CHEIE" ÎN DETERMINAREA PERFORMANȚEI DE REAȚIE LA FOC A PRODUSELOR PENTRU CONSTRUCȚII

**Daniela STOICA**

Ing., INCD "URBAN-INCERC", Sucursala INCERC  
București, e-mail: danastoiica.stoica@gmail.com

**Adrian SIMION**

Dr. eng., NIRD URBAN-INCERC, INCERC Bucharest  
Branch, Romania, e-mail: simion\_i\_adrian@yahoo.com

**Horațiu Gabriel DRAGNE**

Eng., NIRD URBAN-INCERC, INCERC Bucharest Branch,  
Romania, e-mail: horatiudragne@yahoo.com

## Abstract

*In order for Romania to join the European single market, the harmonized Euroclass system for assessing the fire reaction performance of construction products was adopted at national level, in accordance with the Decision 94/611 / EC implementing Article 20 of Directive 89 / 106 / EEC on construction products in the field of fire safety. The aim of this harmonization is to facilitate trade of construction products between EU member countries by eliminating trade barriers created by the differences between test methods and classification systems. Thus, to determine the fire behaviour of construction products that are sold in Europe, the test method "Single Burning Item (SBI)" is used, according to the test method in standard EN 13823. The performance classes regarding the reaction to fire of the construction products, with the exception of the floors and of the thermal insulation products for the linear pipe, defined by the test with the SBI equipment, are: A2, B, C, and D, followed by the indications s1, s2 or s3 (for smoke emission), respectively d0, d1 or d2 (for droplets or burning particles).*

**Key words.** SBI, reaction to fire, test method, FIGRA, smoke, classification.

## 1. Context

În vederea prevenirii introducerii pe piața europeană a produselor de construcție neconforme cu legislația în vigoare privind securitatea la incendiu, mare parte din aceste produse trebuie testate cu metoda de testare „Single Burning Item (SBI)”, conform standardului european armonizat SR EN 13823+A1 (ASRO, 2014). Încadrarea în clase de reacție la foc a produselor pentru construcții pe plan european, este prevăzută ca o condiție obligatorie pentru îndeplinirea cerinței fundamentale securitatea la incendiu, conform Regulamentului (UE) nr. 305/2011 de stabilire a unor condiții armonizate în vederea comercializării produselor pentru construcții (UE, 2011). România, ca și majoritatea țărilor din Comunitatea Europeană, a adoptat sistemul armonizat de stabilire a claselor de performanță de reacție la foc a produselor de construcții, sistem bazat pe Decizia 94/611/CE a Comisiei de punere în aplicare a articolului 20 din Directiva 89/106/CEE privind produsele pentru construcții (CE, 1994) în domeniul siguranței la incendiu. În acest sens, Comisia Europeană a definit criteriile pentru evaluarea produselor de construcție în clase de reacție la foc de la A la F. Cu toate că sunt necesare și alte metode complementare de testare la reacția la foc, testul cu echipamentul SBI iese în evidență ca fiind testul "cheie" pentru clasificarea produselor de construcții în clasele de reacție la foc A2, B, C și D. În principiu, metoda de testare cu echipamentul SBI, se bazează pe evaluarea performanței la foc a produselor de construcție, după scenariul aprinderii și dezvoltării focului în colțul unei camere. Performanța de reacție la foc a unui produs pentru construcții vizează contribuția acestuia la inițierea și propagarea incendiului și fumului în camera focarului sau în zona înconjurătoare. Reacția la foc a unui produs de construcție definește comportarea unui material care, prin propria sa descompunere

alimentează focul la care este expus, în condiții specifice (MTCT, 2005).

Clasificarea reacției la foc a unui produs de construcție care este identificat în condiții de utilizare finală, conform încercării cu un singur obiect arzând (SBI), este prezentată în Tabelul 1.

**Tabelul 1.** Clasificarea reacției la foc a unui produs de construcție.

Clase de reacție la foc	Exemple de produse
A2	Tencuială decorativă
B	Panouri din spumă poliizocianurat (PIR) cu fețe din folie de aluminiu, sisteme ETICS
C	Plăci de polistiren extrudat, Lambriuri PVC
D	Lemn

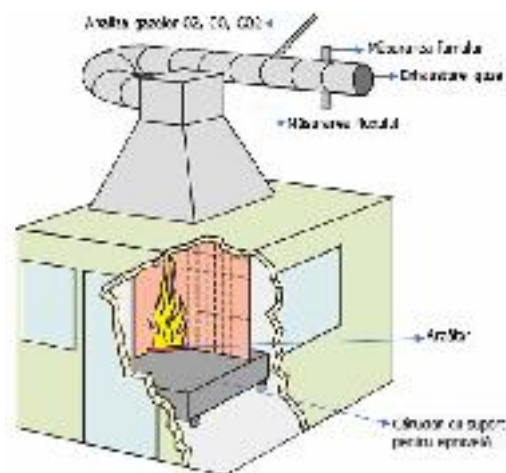
## 2. Metoda de testare

Încercarea cu un singur obiect arzând (SBI), reprezintă o metodă relativ nouă de testare la foc care a fost dezvoltată de către specialiștii din domeniul de cercetare aplicată a comportării la foc a materialelor de construcție, pentru a răspunde nevoii de încadrare a acestora în clase de performanțe la reacție la foc conform SR EN 13501-1+A1 (ASRO, 2010). Principiul de testare constă în determinarea performanței de reacție la foc a produselor de construcție (cu excepția pardoselilor) atunci când acestea sunt expuse la acțiunea termică generată de un singur element de ardere (un arzător cu propan așezat pe o cutie de nisip). În acest fel este simulat un incendiu inițiat într-o cameră, care poate crește și ajunge în cele din urmă la flashover (Lehner, 2005).

În conformitate cu standardul de metodă de încercare SR EN 13823+A1 (ASRO, 2014), principalele componente ale echipamentului SBI sunt alcătuite din:

- Încăperi cu dimensiunile de 3 m lungime x 3 m lățime x 2,4 m înălțime în care este dispusă aparatura de încercare (Fig. 1);

- Echipamentul de măsurare a degajării de căldură - termocupluri, analizor gaze O<sub>2</sub> și CO<sub>2</sub>, sistem de atenuare a luminii (Fig. 2);
- Sistemul de achiziție a datelor rezultate în urma testului (data logger);
- Sistemul de exhaustare al fumului – hotă, colector, tubulatură și ventilator care au rolul de captare și evacuare a gazelor arse;
- Două arzătoare identice (principal și secundar), țevițe cu nisip, cutie de comandă a gazului propan (Fig. 3 și Fig. 4);
- Software de achiziție și analiză a datelor (Fig. 5);
- Cărucior destinat pentru montarea și testarea la foc a epruvetei;
- Butelii de calibrare (N<sub>2</sub> și CO<sub>2</sub>).



**Fig. 1.** Camera de încercare.



**Fig. 2.** Rack cu echipament de măsurare și calibrare.



Fig. 3. Cutie comandă gaz propan.



Fig. 4. Sistem de distribuție a gazului propan.

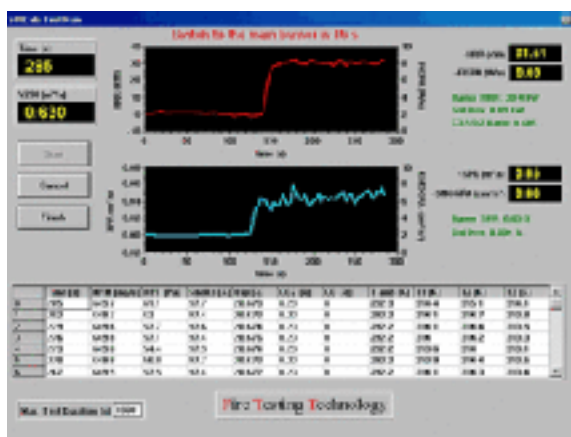


Fig. 5. Înregistrare date.

În vederea determinării reacției la foc a produsului dorit a fi testat și a simulării în condiții cât mai apropiate de realitate, atunci când se pregătește epruveta pentru testare, trebuie să se ia în considerare următoarele:

- tipul de substrat utilizat pentru produsul de testat;
- tipul de fixare a produsului;
- tipul de utilizare finală specifică (substratul poate fi aer);

- poziționarea oricărei îmbinări horizontale sau verticale (dacă există rosturi în practică, în produs sau materialul de sprijin, acestea se încorporează în epruveta de testare).

Epruveta este formată din două aripi verticale îmbinate în unghi drept și este montată pe un cărucior, dedesubtul unui sistem de evacuare a gazelor.

Dimensiunile epruvetei testate sunt următoarele (Fig. 6-7):

- aripa scurtă:  $l=(495\pm 5)$  mm  $\times$   $L=(1500\pm 5)$  mm;
- aripa lungă:  $l=(1000\pm 5)$  mm  $\times$   $L=(1500\pm 5)$  mm;
- grosime maximă  $d\leq 200$  mm.

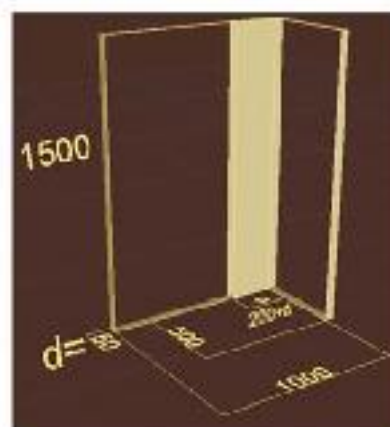


Fig. 6. Schiță de montare a epruvetei.



Fig. 7. Exemplu de epruvetă testată.

Performanța la foc a epruvetei este evaluată pe o perioadă de expunere de 20 de minute la flacăra arzătorului de ≈ 30 kw. Reacția la foc a epruvetei sub acțiunea flăcării arzătorului, este monitorizată instrumental și vizual. Parametrii de performanță la reacție la foc FIGRA,  $THR_{600s}$ , SMOGRA,  $TSP_{600s}$ , sunt măsurați instrumental, iar caracteristicile fizice sunt evaluate în timpul testului prin observarea directă a producerii de picături și particule arzânde; a propagării laterale a flăcării pe aripa lungă; a apariției unei inflamări pe suprafața epruvetei; a desprinderii unor părți din epruvetă; a formării unei deschideri în colț precum și apariția unor deformări sau chiar colapsul epruvetei.

Parametrii care descriu reacția la foc a produselor de construcție, conform metodei de încercare SR EN 13823+A1 (ASRO, 2014) și conform standardului european de clasificare în clase de reacție la foc, SR EN 13501-1+A1 (ASRO, 2010), sunt enumerați în Tabelul 2.

**Tabelul 2.** Parametrii care descriu reacția la foc a produselor de construcție.

Criteriu de performanță	Simbol	Unitate de măsură
Viteza de dezvoltare a focului	FIGRA	[W/s]
Căldura totală degajată	$THR_{600s}$	[MJ]
Propagarea laterală a flăcărilor	LFS	[m]
Viteza de emisie a fumului	SMOGRA	[m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> ]
Emisia totală de fum	$TSP_{600s}$	[m <sup>2</sup> ]

Metoda de testare la reacție la foc cu un singur obiect arzând (SBI) conform SR EN 13823+A1 (ASRO, 2014), se utilizează pentru clasificarea materialelor de construcție în Eurodasele A2, B, C și D. Această metodă, este complementară următoarelor metode de testare a reacției la foc: metoda de testare cu o singură flăcăre conform SR EN ISO 11925-2 (ASRO, 2011), determinarea

căldurii de ardere superioară conform SR EN ISO 1716 (ASRO, 2018), determinarea incombustibilității conform SR EN ISO 1182 (ASRO, 2010).

Pentru încercarea cu un singur obiect arzând (SBI), se au în vedere următoarele cerințe de clasificare a materialelor de construcție în clase de reacție la foc, inclusiv clasificările suplimentare date de emisia de fum și de apariția picăturilor/particulelor arzânde (Tabelele 3, 4 și 5).

**Tabelul 3.** Parametrii care descriu reacția la foc a produselor de construcție.

	A2	B	C	D
FIGRA, W/s	≤120	≤120	≤250	≤750
LFS	< marginea epruvetei	< marginea epruvetei	< marginea epruvetei	-
$THR_{600s}$ , MJ	≤7,5	≤7,5	≤15	-

**Tabelul 4.** Clasificare suplimentară pentru criteriile de fum.

	s1	s2	s3
SMOGRA, m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	≤30	≤180	nici s1 sau s2
$TSP_{600s}$ , m <sup>2</sup>	≤50	≤200	nici s1 sau s2

**Tabelul 5.** Clasificare suplimentară pentru picături/particule arzânde.

d0	d1	d2
Fără picături/particule arzânde înainte de 600 s	Fără picături/particule arzânde care persistă mai mult de 10 s în 600 s	Nici d0 nici d1

Criteriul de performanță FIGRA, conform deciziei comisiei europene, stă la baza clasificării europene pentru produsele pentru construcții și are un rol esențial în determinarea timpului de producere a flashoverului.

Clasificările europene după indicele FIGRA, pentru produsele utilizate în domeniul construcțiilor, sunt redate în Tabelul 6.

**Tabelul 6. Clasificări europene după indicele FIGRA.**

Clasa	FIGRA (kW/s)	Timp de producere flashover
A1	mai puțin de 0,15	nu produce
A2	mai puțin de 0,15	nu produce
B	mai puțin de 0,5	nu produce
C	mai puțin de 1,5	după 10 minute
D	mai puțin de 7,5	după 2 – 10 minute
E	mai mult de 7,5	în mai puțin de 2 minute
F	fără performanță determinată	

### 3. Concluzii

Prin metoda de testare „Single Burning Item (SBI)” se determină clasele de performanță a reacției la foc pentru produsele utilizate în domeniul construcțiilor. Acestea sunt clase ale cerinței esențiale „securitatea la incendiu” iar prin intermediul lor, se exprimă nivelurile cerințelor de performanță pentru produsele de construcții, din punct de vedere al securității la incendiu a construcțiilor.

### BIBLIOGRAFIE

- CE (1994), *Decizia 94/611/CE a Comisiei din 9 septembrie 1994 de punere în aplicare a articolului 20 din Directiva 89/106/CEE privind produsele pentru construcții*, Jurnalul Oficial al Uniunii Europene **L 241**: 25.
- Lehner S. (2005), *European fire classification of construction products, new test method “SBI”, and introduction of the european classification system into german building regulations*, Otto-Graf-Journal **16**: 151-166.
- MTCT (2005), *Ordin nr. 1.822/394 din 2004 al ministrului transporturilor, construcțiilor și turismului și al ministrului de stat, ministrul administrației și internelor, pentru aprobarea Regulamentului privind clasificarea și încadrarea produselor pentru construcții pe baza performanțelor de comportare la foc*, Monitorul Oficial al României **90**: 1-8.
- ASRO (2010), *SR EN 13501-1+A1:2010, Clasificare la foc a produselor și elementelor de construcție. Partea 1: Clasificare folosind rezultatele încercărilor de reacție la foc*, Asociația de Standardizare din România, București, România.
- ASRO (2010), *SR EN ISO 1182:2010, Încercări de reacție la foc ale produselor. Încercarea de incombustibilitate*, Asociația de Standardizare din România, București, România.
- ASRO (2011), *SR EN ISO 11925-2:2011, Încercări de reacție la foc. Aprinzibilitatea produselor care vin în contact direct cu flacăra. Partea 2: Încercare cu sursă cu o singură flacără*, Asociația de Standardizare din România, București, România.
- ASRO (2014), *SR EN 13823+A1:2014, Încercări de reacție la foc ale produselor pentru construcții. Produse pentru construcții, cu excepția îmbrăcămintei de pardoseală, expuse acțiunii termice a unui singur obiect arzând*, Asociația de Standardizare din România, București, România.
- ASRO (2018), *SR EN ISO 1716:2018, Încercări de reacție la foc ale produselor. Determinarea căldurii de ardere superioare (valoare*

*calorifică), Asociația de Standardizare din România, București, România.*

UE (2011), *Regulamentul (UE) nr. 305/2011 al Parlamentului European și al Consiliului din 9 martie 2011 de stabilire a unor*

*condiții armonizate pentru comercializarea produselor pentru construcții și de abrogare a Directivei 89/106/CEE a Consiliului, Jurnalul Oficial al Uniunii Europene L 88: 5-43.*

# SIGNIFICANT NATURAL AND CULTURAL LANDSCAPES ALONG THE DANUBE FROM THE SPRINGS TO THE SEA

Maria BOSTENARU DAN

“Ion Mincu” University of Architecture and Urbanism

## Abstract

*This paper presents a guided tour of significant natural and cultural landscapes along the Danube from springs to the sea, including those in Germany, Austria, Slovakia, Hungary, Romania and Bulgaria. A cross view to Serbia is provided. Methods included field work and photographic survey, literature research not only in technical papers but also in works of art. The paper highlights which are the UNESCO World Heritage Sites and which is otherwise the protection status of the landscapes. In conclusion a variety of landscape typologies were analysed and set in the context of the definition of the term..*

**Key words.** *Water, tour, Europe, protection, photography.*

## 1. Context

2017-2019 the INTERREG Danube Transnational Programme project “DANUrB – A regional network building through tourism and education to strengthen the “Danube” cultural identity and solidarity” (<https://www.danurb.eu/#/>) was funded. The goal of the project was to create a Danube Urban Brand, by exploring less known heritage of the Danube. Within this paper I try to put in context of the broader research of the project my own research, that on the natural landscape in Romania with the larger Danube landscape. Water is at the same time heritage and danger, and a witness of this are floods. However, exactly in the vicinity of Giurgiu, at the twin cities Giurgiu and Ruse, bound through the friendship bridge, at Brashlen on the Bulgarian

side, an innovative approach was followed, by using floodplains as flood protection (Bostenaru and Gheorghe, 2019). Floodplains are explored as natural heritage also in other cities along the Danube, sometimes building major natural parks. As shown in Kristianova et al (2019), literature and songs were dedicated to the Danube, some of them considering also the flood dimension (as in Mór Jokai’s novels). In this paper we try to create a guided tour of landscapes along the Danube, somehow related to guided tours to cities or regions which were created in the DANUrB project on the web and on Pocketguide (2019).

## 2. Materials and Methods

The research involved field work to experience the landscape, including photographic recording. The landscape was mapped. Literature review was performed to see the protection status of the natural and cultural landscape. The landscape types have been classified according to their geographic typology. The term landscape refers to both natural landscape and cultural landscape. For the cultural landscape I considered both significant urban areas (ex. UNESCO) or significant buildings. For the natural landscape I considered the geomorphology (mountains, floodplain etc.). The term landscape was introduced by Alexander von Humboldt (Ellenberg, 1990) and then reached geography, from where also today’s landscape architecture developed. The definition of landscape in geography went hand in hand with landscape painting in the time of the Romantic style (first half of the 19<sup>th</sup> century). Also the term “cultural landscape” was shaped by a German (Otto Schlüter) in geography (James and Martin, 1981) and later on UNESCO differentiated cultural landscapes. In the DANUrB strategy, landscape is classified into: “intact natural landscape without human interventions, cultivated natural landscape without built element, cultivated natural landscape with built elements, cultivated built landscape dominated by natural elements, cultivated built landscape dominated by built elements, cultivated built

landscape without natural elements (except the Danube)” (Szabó *et al*, 2019).

### 3. Results and Discussion

An interactive map of the areas contained in the tour presented in this paper can be seen here <https://arcg.is/9Tvm>. The Danube springs are situated in Donaueschingen, Germany (Fig. 1). Brigach and Breg meet there. The spring of the larger between them, the Breg, in Furtwangen, is also counted as such in a discussion where the Danube springs. In Donaueschingen is the spring under the earth surface of the Danube.

Natural park “Upper Danube”, between Immedingen and Ertingen, Germany. The landscape is attractive through breaking through stones. Fig. 2 shows how the castle of Sigmaringen, from where Romanian King Carol I came, is built on these stones on the Danube shore. This is one of the significant buildings on the Danube shore in the course through Germany.

Not only the Romanian king came from Germany to Romania. 300 years ago the city of Ulm was starting point for the Swabians to settle in Banat and in Sathmar. They came along the Danube with so-called Ulmer Schachtel (a kind of boat). Fig. 3 shows the monument of the emigrants, on the Danube Swabian shore, where also remembrance plates are put as well as such a boat in front of the Danube Swabian museum. In Ulm another significant building on the Danube shore is met, the Ulm Münster (cathedral).

Since 2006 Regensburg with its water heritage belongs to UNESCO world heritage including its old city. Fig. 4 shows the Danube seen from the tower of the cathedral. Apart of the significance of Regensburg as a whole, also individual buildings, such as the cathedral or the old bridge are significant. A landscape architecture object, a park, has been also surveyed for the DANUrB database. In 1995 a

Cross School Project has been held between the FH Regensburg and the “Ion Mincu” University to design a passage between the cathedral and the Danube (Fig. 4).

Natural protection zone Donauleiten (NSG-00277.01) between Passau and Jochenstein, on the northern part (Fig. 5), at the frontier between Germany and Austria. Passau has been strongly affected by the floods in 2013 (Blöschl *et al*, 2013), watermarks being present in the city.

Bratislava is a city laying at the three country corner of Slovakia with Austria and Hungary, and this is marked by a museum on the waters of the Danube. Fig. 6 shows a Danube bridge in the city in 1984. The region of Bratislava is subject of a DANUrB pocketguide tour by the partners.

National park Donau-Auen (since 1996), one of the largest floodplains in central Europe. The park starts on the area of Vienna (Lobau, Fig. 7) up to where March is reaching the Danube in Austria, towards Slovakia. In Vienna in this area, apart of leisure, a wind mill area is built. The landscape was saved 1983/84 by citizen initiatives from building a dam.

Duna-Ipoly Nemzeti Park (national park Danube-Ipoly) including the Visegrád mountains (from where the image in Fig. 8 is taken towards the Danube) is situated in Hungary. To this national park belongs the Szentendre island, a place for leisure for Budapest. In this area the Danube changes direction. DANUrB partners investigated the Danube Bend area, including Budapest (Kósa, 2019). The Danube separates Budapest in the two former cities which gave birth to the capital of Hungary: Buda and Pest. The water as heritage here, like in Regensburg, gives added value to the UNESCO world heritage historical city Buda castle district with Danube panorama since 1987. The panorama in Fig. 9 is from the Gellért mountain in Buda and a view from the Danube towards Pest.

Crossing the Carpathians there are two natural parks, one in Serbia (Đerdap, in the vicinity of Golubac) and the corresponding one the Iron Gate natural park in Romania (Fig. 9). It is nature protection area in Romania since 2000, with national importance and since 2007 protection area category V of IUCN. Since 2011 it enjoys international importance through the Ramsar Konvention. Both regions should be connected as biosphere reserve of the Euroregion Danube. A workshop of the partners has been held in the region in frame of the DANUrB project (Djukic et al, 2019). The region is turistically valorified, there are circuits in the natural park valorifying also the heritage of the Swabians who settled here (on the Romanian side the mountain part corresponds to the Mountainous Banat). This is also the place described by Mór Jókai in „The golden man” novel and sung by „Danube waves” Walzer by Iosif Ivanovici from the Banat region. The region is also subject of a DANUrB pocketguide tour by the partners.

Giurgiu and Ruse, investigated in the DANUrB project (Stan *et al*, 2019), also in frame of student projects (Stan and Opris, 2019) are twin cities situated on the Danube on the Romanian and respectively Bulgarian side (Fig. 10). While heritage protection is stronger in Ruse, none of the cities really uses the Danube as heritage as seen in Regensburg and Budapest, mainly due to the frontier status. On the Bulgarian shore recently endeavours were met to re-ecologise the shore (Bostenaru and Gheorghe, 2015) at Brashlen. Also for Giurgiu and Ruse a cycling tour on pocket guide is available from the DANUrB partners.

Apart of the major natural parks shown in this article, there are smaller protected areas, such as „Balta Brăilei” (the pond of Brăila) on the Brăila large island, and the protected area as wetland in the Vth category (national interest, since 2001) of the small pond of Brăila (on the small island). Fig. 11 shows a view from Brăila towards this natural area. Although not extensively investigated in frame of the DANUrB project, Brăila built the case study for several other European projects of the „Ion

Mincu” University, such as the Culture 2007 project „Eau comme patrimoine” and the EEA grants project „Laborator Brăila”. An urban plan for the city and region has been elaborated (Crăciun, 2014).

The biosphere reserve Danube Delta in Romania (Fig. 12) is protected by UNESCO since 1991 as World Heritage. It is the largest protected area in Europe, and after the Wolga the largest delta in Europe. The Delta is also subject of a pocketguide guided tour by the partners.

#### 4. Conclusions

The Danube crosses 10 countries and displays a variety of natural and cultural landscapes from the springs to the sea. Some of these have been recognized with outstanding importance, while there are also minor landscapes which should be integrated in the main circuit.

The main landscape feature of all those analysed is the presence of the Danube as a river. As a typology there is plain (Giurgiu and Ruse), mountain (Budapest)/mountain range (Donaueschingen, Visegrád), cliff (Sigmaringen), shrubland (Budapest), forest (Passau), woodland (Visegrád), floodplain (Vienna), delta, wetland (Brăila). In the DANUrB project several guided tours are available for protected areas on pocketguide App developed by the partners: in Hungary (Esztergom walking tour, Ráckeve walking tour, Komarno-Komárom, Dunaújváros, Baja), in Austria (Dürnstein-Melk cycling tour - Wachau valley), The Danube around Bratislava in a 3 countries corner (Hungary, Austria and Slovakia), on the Serbian-Croatian border (Backa Palanka and Ilok), on the Serbian-Romanian border (Iron Gates region), on the Romanian-Bulgarian border (Vidin and Calafat, Giurgiu and Ruse) and in Romania with borders to Moldavia and Ukraine (Danube Delta). Other important national parks were not visited. Among these are the natural park Kopački rit in Croatia and the special natural reserve Deliblatska peščara in Serbia. In Bulgaria the biosphere reserve

Srebarna was not visited. Apart of the natural landscape of major importance which were noted not to have been visited, those in Moldova and the Ukraine weren't either. The work is to be continued within future projects.

The work presented both sides of water, hazard and heritage, if we think of the flood marks in Passau or the description in Mór Jokai novels. However, the accent was on heritage. Also on the side of heritage, the endangering of species is to be highlighted, and this is why the natural landscapes enjoy protection today. Waterscapes are vulnerable from water and from anthropic hazards. This duality was in line with the research focus of the author. Water is also a source of energy as we have seen, and the connection between waterscapes renewable energy and landscape has been analysed by photographic means and discussed. If in Vienna we've seen the windmills, they are present also in Dobrogea on the way from Brăila to the Danube Delta and also at the Iron Gates in the region of Golubac as documented in the DANURB workshop. At the Iron Gates water is sources of renewable energy also as hydropower, which caused also loss of cultural landscapes (Osaci-Costache and Armaș, 2016).

#### 4. Acknowledgements

Travel to the sites take place over numerous years. Although the Danube days on the 29<sup>th</sup> of June were usually celebrated by the project in Esztergom and Sturovo, the author chose the Danube spring in 2018 to celebrate. The visit to

Sigmaringen was done in frame of a POSDRU postdoc in geography at the University of Bucharest in August 2015. The Hungarian Academy of Sciences funded in the 2018-2019 academic year, first half, a scholarship of the author to do research on the origins of the Sathmar Swabians, some of the Danube Swabians, in Romania. A preceeding visit to Ulm was done in frame of archive research in Karlsruhe, funded by UEFISCDI mobility projects in February 2018. In 2019 in frame of a seminar for Germany alumni a cruise has been organized on the river in the Donauleiten area. In frame of the COST RELY „Renewable energy and landscape quality” participation at the annual general assembly of the European Geosciences Union in 2018 was funded, and the Donau-Auen landscape investigated. A photo with the windmill and the flyer of the COST action was also winner of the respective photo competition. The Danube landscape in Budapest was experienced in frame of a DOMUS scholarship in Hungary in 2014 at the Corvinus University researching landscape. In 2008 the author visited the Iron Gates region in frame of a workshop of the Romanian Ministry of Culture. In a further work it is planned to see Chilia on the ucrainean frontier, from where a resort has been included in an exhibition curated by the author on pioneer Romanian woman architects.

Research on the landscape typologies along the Danube was done in frame of the DANURB project and was also incorporated in the article in the DANURB book and it is possible to make here references to partner's work.



**Fig. 1.** Donaueschingen: the spring under the earth surface (left), the spring reaching the Breg (middle), the Breg meeting the Brigach (right). Photos: M. Bostenaru.



**Fig. 2.** The Hohenzollern-Sigmaringen castle on the Danube shore. Photo: M. Bostenaru.



**Fig. 3.** Ulm and Danube Swabians (top) and the Münster (bottom). Photos: M. Bostenaru.



**Fig. 4.** Regensburg on the Danube: view (left) and passage project of M. Bostenaru, 1995 (right). Photo: M. Bostenaru.



*Fig. 5. Passau: Donauleiten natural park (up left) and meeting of Danube, Inn and Ilz in the three rivers city (up right), flood marks in Passau on the Danube shore (bottom). Photos: M. Bostenaru.*



*Fig. 6. Bratislava bridge. Photo: Dumitru Bostenaru, used by permission.*



*Fig. 7. Vienna: the Lobau (left) with wind mills, and the cherry trees on the Danube island (right), the later belonging to Vienna green belt (Stadt Wien, 2005). Photos: M. Bostenaru.*



*Fig. 8. Visegrád (left) and Budapest (right). Photos: M. Bostenaru.*



*Fig. 9. Danube at the Iron Gate: Bazaiaș (left) and view from Romania to Serbia (right). Photos: M. Bostenaru.*



*Fig. 10. Giurgiu (left) and Ruse (right) sister cities. Photo: M. Bostenaru.*



*Fig. 11. Brăila Danube shore. Photo: M. Bostenaru*





Fig. 12. Danube Delta fauna and flora. Photos: M. Bostenaru.

## REFERENCES

- Balizs D., Kissfazekas K., Pálffy S., Varga I., Kósa E. (2019), *D 4.1.1 - Research report on regions Danube Bend (Dunakanyar) microregion*  
[http://www.urb.bme.hu/danurb2019/02\\_municipal\\_reports/Danurb\\_Dunakanyar\\_Regional\\_Report.pdf](http://www.urb.bme.hu/danurb2019/02_municipal_reports/Danurb_Dunakanyar_Regional_Report.pdf)
- Blöschl, G., Nester, T., Komma, J., Parajka, J., and Perdigão, R. A. P. (2013), *The June 2013 flood in the Upper Danube Basin, and comparisons with the 2002, 1954 and 1899 floods*, *Hydrology and Earth System Sciences* **17(12)**: 5197–5212.
- Bostenaru Dan M., Gheorghe D. (2015), *Workshop summary: "Floods, state, dams and dykes in modern times: Ecological and socio-economic transformations of the rural world"*, *Web Ecology* **15(1)**: 29–31.
- Crăciun C. (2014), *The Vulnerability of Fragile Landscape and Complex Hazards*, in: Bostenaru Dan M., Armas I., Goretti A. (Editors), *Earthquake Hazard Impact and Urban Planning*, Springer, Dordrecht, pp. 67-81.
- DANURB (2019), *DANURB Platform/Tours/PocketGuide Travel Guide*  
[http://www.interreg-danube.eu/uploads/media/approved\\_project\\_output/0001/35/44786eb6d757075072cb38fe716856396dad6245.pdf](http://www.interreg-danube.eu/uploads/media/approved_project_output/0001/35/44786eb6d757075072cb38fe716856396dad6245.pdf)
- Djukic A., Antonic B. (Editors) (2019), *D 5.5.1: Plans at the municipal/intermunicipal level for the spatial organisation of cultural heritage. Golubac & the Iron Gates*  
[http://www.urb.bme.hu/danurb2019/01\\_strategy/D\\_03-Golubac\\_Iron\\_Gates.pdf](http://www.urb.bme.hu/danurb2019/01_strategy/D_03-Golubac_Iron_Gates.pdf)
- Ellenberg H. (1990), *Bauernhaus und Landschaft - in ökologischer und historischer Sicht*. Ulmer, Stuttgart, p. 12.
- James P.E., Martin G. (1981), *All Possible Worlds: A History of Geographical Ideas*. John Wiley & Sons., New York, p.177.
- Kósa E. (2019), *Report: workshops on the development of tourism at the Danube Bend Micro-Region*  
[http://www.urb.bme.hu/danurb2019/01\\_strategy/D\\_02-Dunakanyar.pdf](http://www.urb.bme.hu/danurb2019/01_strategy/D_02-Dunakanyar.pdf)
- Kristianova K., Kaisheva M., Bostenaru Dan M. (2019), *1-2 Natural landscapes*, in: Benko M., Pavel G., Vitkova L., Gasset N. (Editors), *Book on the Unexplored Cultural Heritage in Communities by the Danube*, Prague, pp. 24-31.
- Osaci-Costache G., Armaș I. (2016), *Lost Landscapes: In Search of Cartographic Evidence*, in: Bostenaru Dan M., Crăciun C. (Editors), *Space and Time Visualisation*. Springer, Cham, pp. 35-62.

Stan A. and the UAUIM DANUrB team (2019), *D 5.5.1: plans at the municipal/intermunicipal level for the spatial organization of cultural heritage. Spatial planning strategy for heritage development intermunicipal level* Giurgiu - Ruse [http://www.urb.bme.hu/danurb2019/01\\_strategy/D\\_05-Giurgiu\\_Ruse.pdf](http://www.urb.bme.hu/danurb2019/01_strategy/D_05-Giurgiu_Ruse.pdf)

Stan A., Opriș A. (Editors) (2019), *Catalogue of Student Works – Ion Mincu University*

*of Architecture and Urbanism*, „Ion Mincu” University Publishing House, Bucharest.

Stadt Wien (2005), *www.05 100 Jahre Winer Wald- und Wiesengürtel, 1905-2005*, Vienna.

Szabó Á., Kádár B., Orbán A., Puczkó L. and partners (2019), *DANUrB – Strategy: Bridgeheads of identity* [http://www.urb.bme.hu/danurb2019/01\\_strategy/DANURrB\\_STRATEGY.pdf](http://www.urb.bme.hu/danurb2019/01_strategy/DANURrB_STRATEGY.pdf)

# ESSENTIAL ASPECTS CONCERNING FIRE RESISTANCE OF CONSTRUCTION ELEMENTS INTENDED FOR PERSON TRANSPORT

**Horățiu Gabriel DRAGNE**

Eng. CS, NIRD "URBAN-INCERC", INCERC Bucharest,  
Laboratory "INCERC" of Applied Research and  
Construction Tests, e-mail: horatiudragne@yahoo.com

**Claudiu MATEI**

Dr. Eng., CS II, NIRD "URBAN-INCERC", INCERC  
Bucharest, Laboratory "INCERC" of Applied Research and  
Construction Tests— e-mail:  
matei\_daudiu2004@yahoo.com

## Abstract

Understanding the fire behavior of different construction products was the aim of fire researchers since the beginning of this research in all areas. Person transport has been developing in the last years because of the technological progress made in this area. The fire safety of those must continue to develop with those technological advancements. Fire resistance tests are intended to assess the performance of elements of construction for their load-bearing or fire separating properties, usually termed their fire resistance, for their regulated use in buildings. The other main requirement for fire resistance is in mass transportation, where typically each industry has its own suite of tests. The determination was made in accordance with SR EN 45545-3: 2013 "Fire protection of vehicles on rails", with SR EN 4554-3: 2013 "Railway applications. Fire protection in railway vehicles. Part 3: Fire resistance requirements of fire barriers ", with SR EN 1363-1: 2012" Fire resistance tests. Part 1: General conditions ", with SR EN 1634-1: 2014 "Fire resistance and smoke

tightness tests for doors, shutters, windows and fittings" and with SR EN 1364-1: 2015 "Resistance tests at fire of the unimportant elements. Part 1: Walls".

**Key words.** fire resistance, person transport, train cabin fire, railway applications.

## 1. Context

Understanding the fire behavior of different construction products was the aim of fire researchers since the beginning of this research in all areas. Person transport has been developing in the last years because of the technological progress made in this area. The fire safety of those must continue to develop with those technological advancements.

To ensure fire safety, construction works must be designed and executed such that in case of fire:

- the structure preserves its load-bearing capacity for a certain period of time;
- the evolution and propagation of fire and smoke within the site is constrained;
- the propagation of fire to neighbouring sites is constrained;
- inhabitants can leave the site or can be rescued in another way;
- there are measures for ensuring the safety of rescue teams;
- there are measures for protecting third-party properties.

In order for all those requirements to be met, different construction elements must be evaluated according to national and international regulations. The fire behavior of the construction elements that are used for a unit design to transport persons must meet all requirements that are presented above.

The mass transport system must be constructed so that people feel safe and secure when travelling. A lack of confidence in the system is devastating for both society and mass transport companies. Knowledge of the

consequences of a fire incident in this kind of system is therefore of utmost importance. There is a great need to improve the knowledge in many different fields of fire safety and security in mass transportation systems.

## 2. Materials and methods

Fire resistance tests are intended to assess the performance of elements of construction for their load-bearing or fire separating properties, usually termed their fire resistance, for their regulated use in buildings (Simion et al, 2018), Fire resistance of beams (Egle et al, 2017), columns, doors, wall sections, etc., is determined by their performance in large furnaces (capable of holding specimens of 3 m long or of area 3 m × 3 m) against a standard temperature-time curve, typically rising from ambient to 850 °C, over 20 minutes (Xin and Khan, 2007). These tests are designed for concrete, brick or steel (protected) elements and fire resistance is usually measured in terms of ½, 1, 2, 4, 8 hours integrity (Drysdale, 1998). Since fire resistance is mostly required in static structures such as buildings, which are regulated by local jurisdictions, and in many cases also by local building practices, there are a large number of test specifications, and little international agreement (Lalu et al, 2016). The other main requirement for fire resistance is in mass transportation, where typically each industry has its own suite of tests. In the aerospace industry, where metal is gradually being replaced by polymer composites, new test methods are required, dealing with both structural integrity and flammability. For trains the focus has been on fire properties of materials inside the compartments.

In this paper, design fires for trains, buses and similar vehicles have been studied. The focus has been on pre-flashover design fires which are used for design of egress capacities and fire protection. Different methods for determining design fires were employed. In

order to develop, validate and compare the different methods, a full scale experiment was performed on a train compartment which was used as a test case and reference scenario. In addition, extensive small scale experiments were performed in order to obtain material properties needed by the methods for determining design fire. Those small scale reaction experiments are not the objective of this paper.

There is a broad range of fire resistance tests, many of which are designed to simulate particular fire threats on structures (Hao and Wei (2017)). Widely used examples are pool fire tests, burner tests, and furnace tests. Taking the furnace test as a particular example, structural samples are tested in the form of panels, the side within the furnace being subjected to a temperature profile that follows one of the fire curves known in literature (Babrauskas and Parker, 1987). The fire resistance is measured by the time taken for the cool face of the panels to reach a temperature of 140°C. The form of fire curve chosen is intended to represent the characteristics of the fire threat in question, while acknowledging that there is considerable variability between fires.

In this test, the fire curve chosen was the Standard ISO 834 curve, which is used for all internal building fire applications. To those specimens, fire might come from the exterior, while high inflammability materials might burn in applications that use oil base fuels. This test subject is powered by electricity and those curves are not needed in this determination.

The determination was made in accordance with SR EN 45545-3: 2013 "Fire protection of vehicles on rails", with SR EN 4554-3: 2013 "Railway applications. Fire protection in railway vehicles. Part 3: Fire resistance requirements of fire barriers ", with SR EN 1363-1: 2012" Fire resistance tests. Part 1: General conditions ", with SR EN 1634-1: 2014 "Fire resistance and smoke tightness tests for

doors, shutters, windows and fittings" and with SR EN 1364-1: 2015 "Resistance tests at fire of the unimportant elements. Part 1: Walls".

The locomotive type wall system, ready for testing, had an overall size of 2993 (L) x 1973 (H) mm and was integrated inside a 3273(L) x 2990 (H) mm exterior steel wall. According to the technical documentation provided by the manufacturer, the wall has a non-homogeneous structure, being provided with 2 access doors with fire protection glass and intumescent gaskets according to the manufacturer's certificate. The wall has several spaces for different functions, it has different thicknesses throughout its length. These are integrated into the metal structure of the exterior wall by hot mechanical connection. The constructive details of the product are presented in the test report. The test specimen was prepared using 30 thermocouples to determine the unexposed temperature according to Fig. 1.

### 3. Results and discussions

During the fire test, in the early minutes (since minute 2), smoke started to appear from the doors because of the intumescent gaskets. The smoke continued to appear and disappear in the first 30 minutes from various regions of the doors as it can be seen in Fig. 2.

Overall the test specimen was unaffected by fire on the unexposed side, except some small regions where burning droplets appeared.

The windows of the doors started to change their colors from red into grey as time passed, from minute 10 till minute 35 (Fig. 3 a,b). After, the grey started to become a more intense red which implies that the window material was getting more and more destroyed by the burn.

During the test, the researchers also observed the temperature with a thermal camera,

which was lower than 100 °C during the first 20 minutes, but it started to grow fast on some areas of the test specimen after 30 minutes. As expected, some other areas where very cold because of the specific structure of the test specimen which is non-homogeneous (Fig. 4). Therefore the difficulty in determining the isolation criteria (I) of the specimen. However, the overall spread on all surfaces, especially the good spread for the doors showed that the thermocouples were positioned in good spots.

An unexpected evolution of the temperature in the last minutes of the test (since minute 40) showed that the windows of the doors were becoming very affected by the internal fire. Even if many thermocouples dropped because of the high temperature that determined a low adhesion to the surface, the ones that remained were critical and registered temperatures higher than 150 °C on both doors in the last 5 minutes of the test (Fig. 5 and 6). Checking the last thermal vision photos, the researchers saw an increase of temperature of 250 °C on the windows and the additional gaskets dropped. Because of the high risk involved by the fire the test was stopped in minute 42.

After the fire, the test subject was removed from the fire chamber and damage have been evaluated on the fire side (Fig. 7). It can be seen how fire affected different surfaces.

The fire affected all the surface of the doors, but because of the good materials and manufacture, the doors did not lose their integrity on hinges and on the doorknob (Fig. 8 a,b). However one layer of metal dropped on the door on the, but the window on that door resisted better, which was registered by the equipments. The door on the left, resisted better overall, and that layer of metal was still on the test subject on the lower part. But the fire affected this door window more than the other door, which can be seen in Fig. 8b.



*Fig. 1. Test specimen before the test.*



*Fig. 2. Test specimen during the test.*

The fire affected the metal surface as expected, most of the fire protection applied on the test specimen exfoliated and dropped, but some remained and can be

seen in Fig. 9. Also, in Fig. 9 it can be seen some cracks on the metal surface which was less protected by this fire protection layer of paint.



Fig. 3a, b. Door window under fire action.



Fig. 4. Thermal vision during the test.

#### 4. Conclusions

This test conducted by the fire researchers gave a lot of results that can be analyzed by the manufacturer to increase the fire protection of the test specimen. As expected, the non-homogeneous structure of the specimen offered various fire behavior. The fire protection used, was essential for the results obtained, as well as the good manufacture of the entire test specimen, especially the joint points which hold the

entire test. In this kind of tests, it is necessary for the entire product to have a good quality, not just to use parts that are fire resistant.

The test specimen resisted for more than 40 minutes on the action to fire simulated by the internal fire curve ISO 834, which was enough to conclude that this product is fire resistant in normal operating conditions according to EI 30 class. The materials used, were also analyzed from the point of view of reaction to fire and the results were those expected.

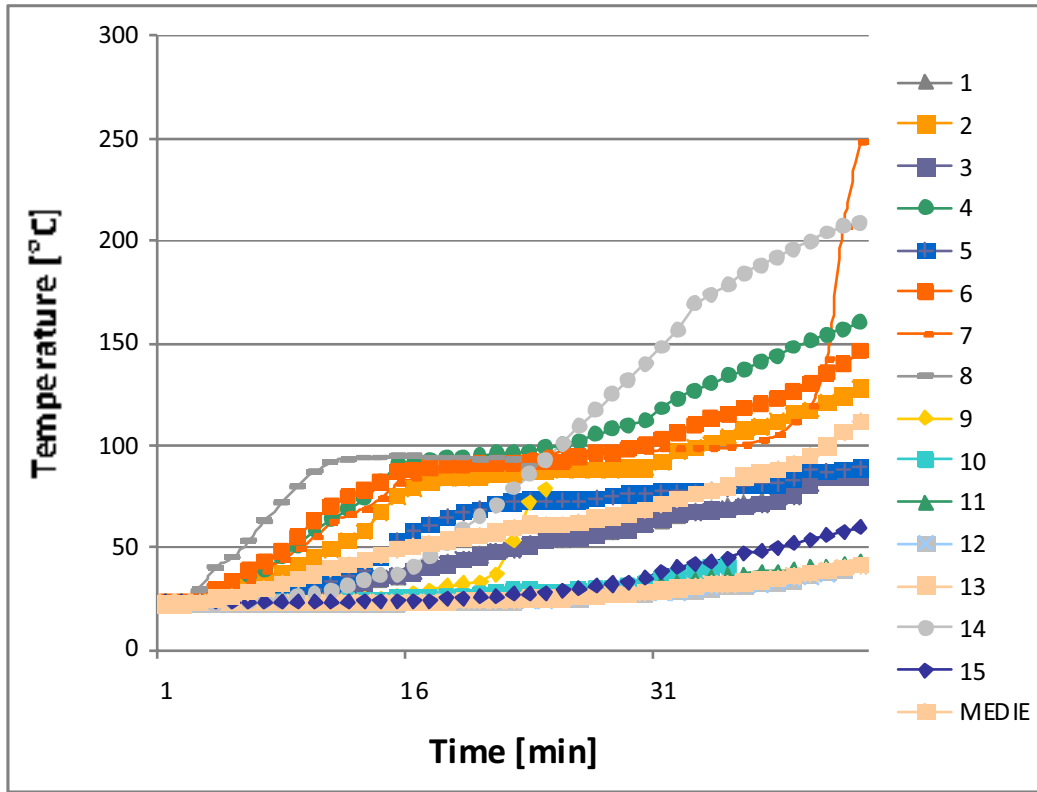


Fig. 5. Temperatures recorded during the test on the left side.

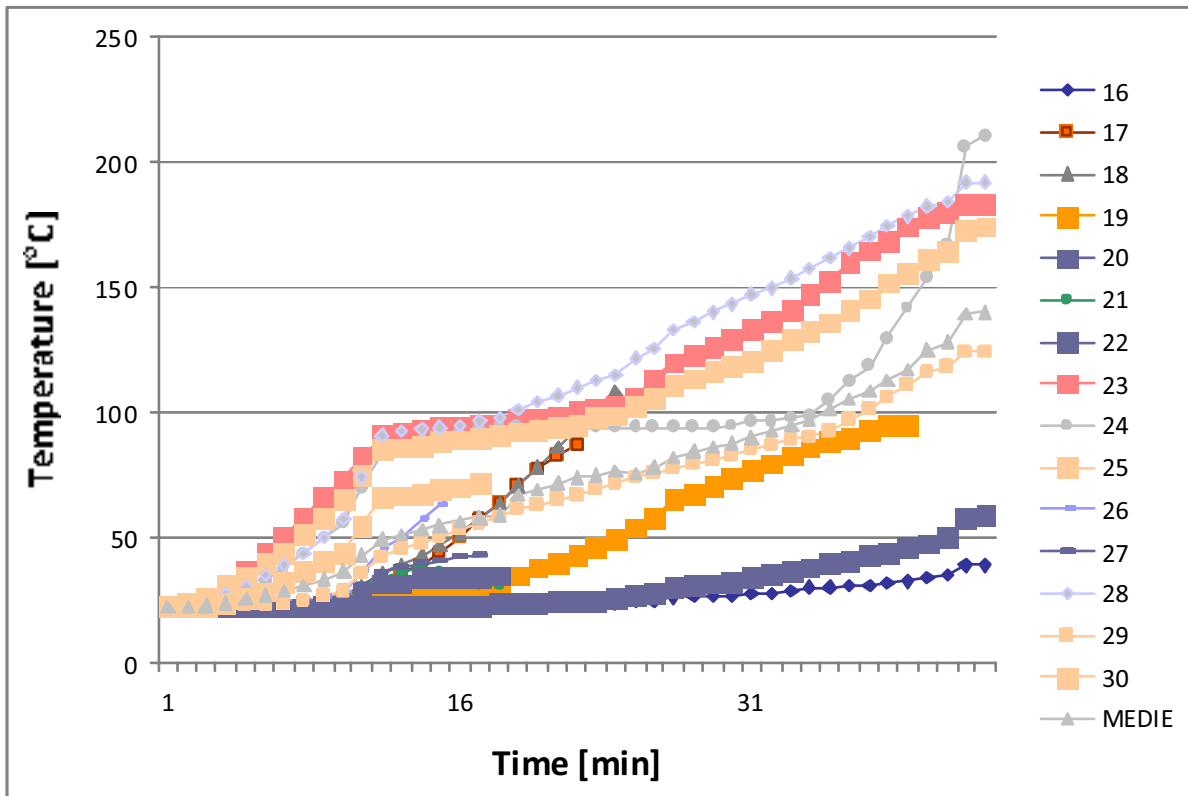


Fig. 6. Temperatures recorded during the test on the right side.



*Fig. 7. Test specimen after the test (exposed side).*



*Fig. 8. Doors after the test (exposed side).*



**Fig. 8.** Burning detail after the test (exposed side).

The quality of the specimens used for person transport must be at least the same as the one in this test to offer safety in case of disasters.

#### REFERENCES

- Babrauskas V, Parker W (1987), *Ignitability measurements with the cone calorimeter*, Fire Mater, SUA.
- Drysdale D. (1998), *An introduction to fire dynamics*, Wiley and Sons, New York, SUA.
- Egle R., Panagiotis K., Guillermo R. (2017), *Structural response of a steel-frame building to horizontal and vertical travelling fires in multiple floors*, Fire Safety Journal **91**: 542–552.
- Hao X., Wei H. (2017), *Simulation training module design of building fire*, 8th International Conference on Fire Science and Fire Protection Engineering **211**: 1131-1140.
- Lalu O, Anghel I, Șerban M (2016), *Experimental researches on determining the fire action response of improved exterior cladding systems provided with incombustible barriers*, Energy Procedia **112**: 287-295.
- Simion A, Dragne H, Stoica D, Anghel I (2018), *Simulation of propagation of compartment fire on building facades*, Euroinvent ICIR **374(1)**: 012082.
- Xin Y, Khan M (2007), *Flammability of combustible materials in reduced oxygen environment*, Fire Safety Journal **48**: 536-547.

# ORAȘUL INTELIGENT – PROCES COLABORATIV DE ADAPTARE ȘI INOVARE

*Florina FILIP*

*INCD URBAN INCERC, Sucursala Iași*

*Adrian Alexandru COBANU*

*INCD URBAN INCERC, Sucursala Iași*

*Monica CHERECHEȘ*

*INCD URBAN INCERC, Sucursala Iași*

## Abstract

*The engine of urban transformation involves different cycles of unitary innovation and engineering that have objectives, resources, deadlines and priorities. The actors most often involved are: local administrations - which set priorities, challenges for competitiveness, sustainability and social inclusion, elaborate and implement urban development policies and make urban planning plans; research institutes and companies in the technological field that can offer technological solutions and facilities for testing and experimenting social innovations. The technological dimension, representing a space with multiple opportunities and within an urban innovation ecosystem, requires innovation environments, communities and stakeholders within the urban value system, who will play various roles. There is an obvious need for cooperation with citizen groups, local government, technology providers and other actors to develop, make prototypes, validate solutions that are truly in the interest of citizens and the city. Particularly important are the public-private partnerships for the development of*

*projects aimed at urban development, for example in the field of social innovation, job creation, environmental problems, transport optimization, and many others. Therefore, the discussion on the development of the city should not be limited to immediate solutions related to infrastructure, social services or prosperity, but should pay greater attention to its built heritage, its conservation and upgrading.*

**Key words.** *urban challenges, smart city implementation, stakeholder's visions.*

## 1. Context

În ultimii ani, numeroase inițiative au fost dezvoltate sub eticheta "Smart City" în scopul de a oferi un răspuns la provocările moderne (calitatea scăzută a aerului, congestiunea traficului, schimbările demografice. etc.) cu care se confruntă orașele de astăzi. Ele implică, în primul rând, un ansamblu de balanțe de interese a căror echilibrare nu se poate realiza decât prin punerea în valoare a modului de funcționare a individualității complexe a orașului respectiv. În acest context, admitând faptul că fiecare porțiune de teritoriu deține o individualitate complexă, adaptarea procesului nu se poate face decât prin ponderarea balanțelor de interese. Cu toate acestea, competența actuală a acestor administrații teritoriale se rezumă la o coordonare prin norme generale, care se aplică în mod uniform și în orice moment. O asemenea reprezentare este actualmente falsă și cu aplicabilitate redusă deoarece fiecare porțiune de teritoriu este unică într-un anumit cadru temporal al existenței sale, având caracteristici diferite în funcție de momentele de evoluție a acesteia, utilizând anumite resurse și determinând impacte proprii. Fiecare competență trebuie să poată fi exercitată cu oarecare libertate, pentru ca ea să se poate adapta în funcție de interesele date de tendințele de evoluție

demografică sau oportunități economice. (Minea, 2007).

Inițiativele plasate la nivelul proiectului, oferă astfel catalizatorul pentru ca diferitele comunități urbane să ofere eficiențe economice, mobilitate mai inteligentă, facilități de educație, de mediu, cercetare, securitate publică sporită, activitate economică nouă și locuri de muncă în secolul XXI. De asemenea, s-au dezvoltat și alte studii care se concentrează pe căutarea unor eventuali șoferi care să potențeze această transformare. Principalele cercetări pe acest subiect pot fi grupate în studii de tehnologie și guvernare, aceste două abordări fiind prezente în majoritatea articolelor consultate.

Abordările legate de tehnologie, pe scurt, vizează îmbunătățirea eficienței serviciilor și infrastructurii (de exemplu, comunicare, transport, acces digital, etc.), în principal legate de tehnologiile informației și comunicațiilor (TIC). Pe de altă parte, abordările legate de guvernare se concentrează pe management și interacțiunile dintre diferitele părți interesate din oraș, conectând și dezvoltând interacțiuni socio-economice și productive între rețelele de actori urbane (Dincă *et al.*, 2015).

Prin urmare, capacitatea inițiativelor Smart City de a oferi un răspuns integrat și sistematic la provocările urbane este încă pusă sub semnul întrebării. Această concluzie reiese din faptul că, deși au fost elaborate în prezent ghiduri și strategii de unificare a procesului în sine, acestea constituie un material deschis ce poate fi modificat și completat ulterior, cu participarea societății civile, mediului de afaceri și al reprezentanților administrației publice, toate acestea luând în considerare nevoile și cerințele caracteristice fiecărei porțiuni de teritoriu. Utilizarea pe scară largă a noilor abordări în domeniul dezvoltării urbane și inovării au rolul de a

stimula participarea cetățenilor în astfel de inițiative. Acest fapt poate accelera experimentarea și utilizarea rețelelor sociale, a aplicațiilor din diverse domenii ale vieții economice, sociale, culturale și politice. Provocarea pentru comunitate este aceea de a se autodetermina ca un sistem flexibil, care poate absorbi șocurile și se poate adapta la noile oportunități.

## 2. Proces dinamic multidimensional

Deși subiectul "Smart City" este acoperit pe larg și sunt disponibile numeroase articole sintetice, dar suficient de relevante ca și conținut, și includ astfel de acțiuni de planificare urbană, se poate afirma însă faptul că acțiunea de adaptare și aplicare a acestuia se află astăzi încă în dificultate practică, instituțională, procedurală și materială. Concluzia firească este aceea a apariției necesității unei coordonări instituționale care se lovește adesea de dificultăți legate de fragmentarea ansamblului teritorial între diverse colectivități, fiecare cu anumite competențe și, respectiv, fiecare competentă, cu segmente specifice de atribuții; conform aserțiunilor lui Moor (2006), ea poate viza:

- *Colaborarea colectivităților aparținând aceluiași nivel* ⇒ acțiuni de colaborare în procesul aplicării politicilor spațiale (localizarea, construirea și exploatarea unei stații de epurare a apelor sau a unui punct de tratare a deșeurilor, pentru exploatarea unei rețele de transport public)
- *Raporturile dintre colectivitățile de nivele diferite* ⇒ o bună sincronizare a celor două nivele, se realizează prin participarea reprezentanților statului la elaborarea planurilor colectivităților inferioare atât pentru a se asigura că acestea respectă obiectivele sale, cât și pentru a cunoaște mai bine problemele colectivității;
- *Colaborarea și coordonarea protagoniștilor aparținând sectoarelor*

publice și private ⇒ un cadru ce integrează interese complementare și eforturi comune ale sectorului public și sectorului privat cu scopul de a aborda probleme ce afectează comunitățile, de reducere a izolării în care lucrează fiecare din sectoare și îndeplinirea obiectivelor publice și private divergente, și au ca finalitate dezvoltarea orașului.

La o primă analiză, s-ar putea afirma despre coordonare că ar consta în facilitarea și perfecționarea mecanismului de transmitere a informațiilor, de comunicare între diverșii actori ai vieții publice care ar urma să-și adapteze și să-și armonizeze comportamentele pe domeniul planificării urbane inteligente și, respectiv, al realizării obiectivelor de interes comun. În realitate, însă, fiecare parte interesată își păzește atent și prudent autonomia, neputându-se exclude posibilitatea identificării unui comportament comun a celor care au aceeași sferă de interes. O asemenea concepție ar putea induce o problemă organizațională importantă: interesele în joc nu ar converge spre implementarea proiectului însuși în condițiile în care fiecare dintre actori și-ar promova propriul interes – potrivit propriei strategii – care ar fi, fără îndoială, aceea a instituției sau structurii economice căreia îi aparține (Bibri, 2018).

Cu toate acestea coordonarea reprezintă mult mai mult decât o simplă circulație a informației: ea reprezintă o activitate complexă care presupune o adaptare, din mai multe perspective, a modului de înțelegere a realității actuale în domeniul amenajării teritoriului și urbanismului, o înțelegere de factură nouă a modului în care trebuie să funcționeze administrațiile publice, centrale și locale. Se poate vorbi despre un demers de structurare a modalității de desfășurare a activităților publice: planificarea este o țintă socialistă, un exercițiu al puterii politice, iar noi trăim în orașe unde exercițiul puterii este supus

dreptului. Așa cum s-a prezentat anterior, tehnicile care încearcă să limiteze efectele defavorabile și neintenționate ale managementului dezvoltării urbane presupun întotdeauna o echilibrare atentă și foarte dificilă a unor nevoi și scopuri divergente.

În acest scop se pot identifica acțiuni integrate ce guvernează setarea noilor obiective cu privire la adaptabilitatea și menținerea unei sinergii reale între resursele orașului, și oportunitățile din mediul înconjurător al acestuia precum (Filip, 2019):

- pregătirea de cadre de specialitate și cooperarea dintre experții din diferite domenii (care să utilizeze cadrul legislativ existent și să își desfășoare activitatea, având drept scop implementarea măsurilor); transformarea directă a cunoștințelor într-o resursă de producție;
- participarea în proces a tuturor părților implicate (administrația publică locală, proiectanții, constructorii) inclusiv a populației;
- stabilirea unei legături solide între cercetare și practica în domeniul urbanismului și al amenajării teritoriului;
- coordonarea acțiunilor sectorului privat cu cele ale sectorului de stat în domeniul urbanismului și a amenajării teritoriului.
- dezvoltare inteligentă cu orientarea investițiilor cu prioritate către inovare, cercetare și educație;
- crearea de locuri de muncă și reducerea sărăciei.

Nivelul inovării în domeniu va crește dacă este susținut, încurajat, recunoscut și recompensat de către organizațiile publice. Inovarea se poate dezvolta numai în contextul unei culturi care încurajează, recunoaște și recompensează noile idei și oferă autoritate pentru a transpune aceste idei în practică (Caragliu și Chiara, 2019).

### 3. Planificarea urbană inteligentă între coerența unității și gestionarea diferențelor

Preocupările în domeniul configurării spațiului urban s-au cristalizat într-o activitate nouă, complexă, care se constituie într-o direcție de studii și abordări – teoretice și practice – de o deosebită importanță, actualitate și amploare, peste tot în lume. Activitatea legată de planificarea urbană modernă se desfășoară într-un stadiu de dezvoltare a omeniilor în care scopul planificării nu mai este acela de a impune ordinea umană naturii, ci de a impune – de o manieră continuă și coerentă – ordine orașului însuși.

Obiectivul major al planificării inteligente este identificarea unui cadru comun de referință pentru cetățeni, autorități locale, ecologiști, investitori, antreprize de construcții etc, prin raportare la care acești actori să identifice moduri în care dezvoltarea viitoare a centrelor urbane și a periferiei lor să fie posibilă (Nilssen, 2019).

În esență, această definiție, deși generală, aduce în discuție nevoia de consens între actorii relevanți și propune integrarea a trei dimensiuni aparent diferite ale procesului de planificare și dezvoltare: cea economică, cea legată de mediul înconjurător și cea socială. Actualul model de organizare urbană - costisitor din punct de vedere al spațiului, echipamentelor publice și al energiei, nu mai este posibil. De asemenea, clădirile trebuie să fie din ce în ce mai inteligente cu scopul de a facilita și de a îmbunătăți gestiunea energiei în direcția reducerii consumului. Pornind de la această idee, procesul de adaptare și inovare a orașelor inteligente are incendențe în următoarele domenii principale de activitate:

1. *Cladiri construite inteligente.* Se poate spune că sectorul construcțiilor este unul

dintre domeniile prioritare de acțiune pentru realizarea unei creșteri inteligente și o tranziție către o economie eficientă din punctul de vedere al utilizării resurselor.

Clădirile inteligente sau proiectate inteligent nu reprezintă doar o tendință, ci o necesitate reală de a utiliza toate resursele disponibile, pentru a îmbunătăți standardele de viață și a contribui la crearea și menținerea unui loc durabil pentru a trăi. (Săvulescu, 2015).

Ridicarea de clădiri în mod necontrolat, fără respectarea unor reguli de conformare, de economie eficientă, și verificări riguroase, reprezintă în prezent una dintre cele mai evidente probleme pe care le remarcăm în mediul urban românesc. Lipsa unor criterii și a unor studii amănunțite realizate în timpul procesului de proiectare conduc la rezultate defavorabile din punctul de vedere al imaginii urbane. De altfel, controlul asupra mediului construit este o acțiune care poate porni în primul rând de la arhitect, înainte de a fi impus de autorități. Atâta timp cât proiectantul dezvoltă o anumită capacitate de înțelegere a proiectului și reușește să realizeze o analiză detaliată a acestuia, el va descoperi care sunt funcțiunile necesare, dar și forma finală pe care construcția va trebui să o aibă. Arhitecții proiectează viitorul în condițiile actuale de rapidă și continuă dezvoltare, de aceea, *adaptabilitatea și versatilitatea* sunt vitale atât pentru arhitecți, cât și pentru proiectanți, iar aceste abilități se formează dintr-o combinație între experiență profesională și gândire inovativă, aceasta ar putea fi modalitatea prin care se creează o arhitectură inovativă și progresivă, pornind de la triunghiul - profesioniști - tehnologii - materiale sau cunoaștere - învățământ - inovare. Arhitectura inovativă, împreună cu urbanismul inovativ, completează cu succes conceptul de oraș inteligent. În contextul actual al civilizației contemporane și al schimbărilor ce au loc cu o rapiditate uimitoare, inovația joacă, poate, rolul cel

mai important. Alături de creativitate, inovația reprezintă un factor important și esențial în obținerea succesului unui demers arhitectural contemporan. În domeniul arhitecturii, noile tehnologii de construire, materialele cu performanțe ce răspund mai multor cerințe deodată – estetice, structurale, eficiență energetică și nu numai – imprimă un ritm alert de adaptare la condițiile actualelor schimbări climatice, atât din punct de vedere conceptual cât și ca realizare practică (Cruțescu, 2017).

Domeniul eficienței energetice, impune o abordare holistică alături de o echipă pluridisciplinară mult mai cuprinzătoare decât cea clasică. Protejarea mediului, reducerea amprentei de carbon a spațiului construit, asigurarea unui confort optim și nu în ultimul rând factorul economic, stau la baza standardelor actuale de construire. A înțelege unde și cum se poate aplica în mod adecvat și creator inovația, este mai mult ca oricând, o parte vitală și integrată a procesului de proiectare și educație arhitecturală ce impune depășirea barierelor și adaptarea la o gândire inovativă.

Forțele motrice pentru clădirile inovative și inteligente sunt astfel, economia, energia și tehnologia. Economia, reprezintă ansamblul activităților umane desfășurate în sfera producției, distribuției și consumului bunurilor materiale și serviciilor. Aceasta consumă considerabil mai puține resurse materiale, drept care avem de-a face cu o dematerializare a producției și serviciilor, ceea ce conduce la crearea unei economii ușoare care crește sustenabilitatea ecologică.

În ceea ce privește aspectul eficienței energetice, asigurarea necesarului în creștere permanentă de energie a populației într-un mod durabil este un punct slab pentru orașe. Conceptul de casă inteligentă apare ca răspuns la progresul tehnologic al surselor mici de energie și la progresul din domeniului tehnologiei

informației și telecomunicațiilor, astfel încât, printr-un management eficient, consumatorii pot contribui la eficientizarea utilizării energiei electrice. Utilizarea unor sisteme de management al energiei în casa inteligentă va permite consumatorului să folosească eficient energia electrică sau termică la cost redus (Eremia și Toma, 2012).

În domeniul energiei, orașele trebuie să își consolideze acțiunile în materie de eficacitate energetică (dezvoltarea iluminatului public cu consum redus) și trebuie să implementeze sisteme de producere locală de energie (panouri solare, producerea de electricitate pornind de la deșeurile etc.). Există în acest domeniu, un cadru legislativ în proiectarea și implementarea de proiecte de eficiență energetică, și strategii adecvate care să monitorizeze performanța acestora. ISO are peste 200 de standarde legate de eficiența energetică și de sursele regenerabile de energie. ISO 17742, Standard de eficiență energetică și economică și calculul pentru țări, regiuni și orașe, oferă indicatori bazați și măsurați prin metode de calculare a energiei. Alt standard relevant este ISO 50001. ISO 50001 este un standard voluntar internațional care oferă organizațiilor de orice mărime o modalitate de a optimiza sistematic performanța energetică în toate procesele sale și de a promova un management mai eficient al energiei, și ISO 50006, care oferă îndrumări cu privire la modul de stabilire, utilizarea și menținerea performanței energetice prin indicatori (EnPI) și energie (EnB) ca parte a procesului de măsurare a performanței energetice.

*2. Infrastructură inteligentă și inovativă -* Când vorbim despre o infrastructură inovativă și aplicabilă pentru țara noastră, trebuie luate în calcul toate elementele legate de: infrastructura rutieră, infrastructura de utilități, de dezvoltare

economică a zonei, de aspectele terenului, de calitatea acestuia și a mediului. Multe din necesitățile țărilor în curs de dezvoltare se concentrează asupra furnizării și întreținerii unei infrastructuri moderne care trebuie să includă toate aceste elemente (ex. drumuri, centrale electrice, stații de tratare a apei, sisteme de canalizare, sisteme de tranzit). Deoarece acest mediu construit durează mult timp, obținerea infrastructurii potrivite, formează un oraș timp de decenii. Toate aceste schimbări au marcat trecerea la o nouă etapă de înțelegere a procesului de planificare: ceea ce fusese în trecut o chestiune de costuri cât mai mici și o atragere de subvenții devine un proces sofisticat și profesional de planificare cu valoare adăugată (Minea, 2007).

Apare și aici conceptul de “planificare strategică” – ca și instrument al managementului urban – care se definește ca fiind procesul managerial care are ca scop dezvoltarea și menținerea unei corespondențe reale între obiectivele, resursele orașului și oportunitățile din mediul înconjurător al acestuia. Sistemul adaptiv din acest cadru îl reprezintă investiția într-o infrastructură fluidă, în aeroport, autostrăzi, piste de biciclete, dar mai important, încurajarea mobilității cetățenilor săi, atât economic-financiară, cât și geografică. În construirea cadrului de dezvoltare al orașelor inteligente, planificarea unui oraș cu o infrastructură inteligentă (transport și mobilitate inteligentă) constă în integrarea diferitelor modalități de transport - șine, auto, biciclete și mers pe jos - într-un singur sistem care să fie în același timp eficient, ușor accesibil, abordabil, sigur și ecologic. Această integrare permite o amprentă redusă asupra mediului înconjurător, optimizează utilizarea spațiului urban și oferă cetățenilor o gamă variată de soluții de mobilitate, răspunzând tuturor nevoilor acestora. Pe de altă parte, orașul de mâine va trebui să implementeze ultimele

tehnologii de transport în comun și de mobilitate electrică.

Există și în acest domeniu un punct de plecare pentru planificarea unei infrastructuri moderne inteligente. Acesta este alcătuit dintr-un cadru legislativ, având drept bază de referință standardul ISO/TS 37151, care tratează principiile și cerințele infrastructurii urbane pentru a măsura performanța iar ISO/TS 37152 definește conceptul de rețea comună de dezvoltare și operare a unei infrastructuri de oraș inteligent.

*3. Mediul și resursele naturale.* A treia componentă a unui oraș inteligent ideal, și probabil cea mai puțin apreciată în spațiul românesc este o ecologie inteligentă. Noi ca și populație, după revoluția industrială, am trait într-o economie lineară (resursele sunt abundente, disponibile, ușor accesibile și ieftin de eliminat), în care resursele înglobate în materii prime și produsele finite sunt aruncate, mai devreme sau mai târziu, afectând tot mai mult mediul înconjurător. Ceea ce rămâne după folosirea acestora este considerat deșeu. Resursele naturale sunt epuizate într-un ritm alarmant. Exploatarea stocurilor de petrol rămase înseamnă că dioxidul de carbon și alte gaze cu efect de seră vor continua să fie pompate în atmosferă. Deteriorarea atmosferei pământului pe care aceste emisii le provoacă a fost demonstrată de volatilitatea crescândă a modelelor meteorologice care provoacă secetă, inundații, schimbări de temperatură și variații mari ale vitezei vântului.

O modalitate de a răspunde acestor provocări presupune, responsabilizarea factorilor implicați ca o condiție a principiului „poluatorul plătește” și are ca scop schimbarea responsabilității față de mediu a unui produs pe durata ciclului de viață complet, reîntorcându-se înapoi către producător. Designul ecologic se bazează pe integrarea aspectelor de mediu în dezvoltarea produsului (fig.1), luând în

calcul cantitatea de energie consumată pe durata vieții de către acesta sau modul de recidare după utilizare (Arpi, 2015).

Dezvoltarea urbană durabilă a orașelor inteligente poate fi abordată ținând cont de două direcții principale (Fig. 1).

Pe de altă parte, putem spune că, deșeurile și energia se transformă într-o veritabilă obligație de rezultat într-un timp foarte scurt. Orașele vor avea drept misiune reducerea, respectiv evitarea producerii de deșeurii și implementarea unor sisteme eficiente de recuperare și de valorificare a deșeurilor (*procedeu prin care un deșeu material sau un produs inutil se transformă într-un nou material sau produs de o calitate sau de o utilitate superioare*). În domeniul energiei, orașele trebuie să își consolideze acțiunile în materie de eficacitate energetică (dezvoltarea iluminatului public cu consum redus) și trebuie să implementeze sisteme de producere locală de energie (panouri solare amplasate pe acoperișurile clădirilor, producerea de electricitate pornind de la deșeurii etc.).

Este în sarcina tuturor celor care lucrează în mediul construit să oprească această spirală a epuizării resurselor și a producției de deșeurii și să înceapă să repare unele daune. Printre acțiunile cheie incluse în direcțiile principale de dezvoltare ecologică, se numără (Miedzinski, *et al.*, 2012):

- Acțiuni pentru reducerea de deșeurii alimentare, inclusiv o metodologie comună de măsurare, și instrumente pentru a satisface obiectivul global de dezvoltare durabilă, astfel încât să înjumătățească deșeurile alimentare până în 2030;
- Dezvoltarea standardelor de calitate pentru materiale secundare brute pentru a spori încrederea agenților în cadrul pieței unice;
- Măsuri în cadrul proiectării ecologice a planului de lucru pentru 2020-2022 pentru a promova reparabilitatea, durabilitatea și reciclarea produselor, în plus față de eficiența energetică;
- Un regulament revizuit pentru îngrijirea, pentru a facilita recunoașterea îngrijimintelor organice pe bază de deșeurii în piața unică și a sprijini rolul bio-nutritivelor;
- O strategie a materialelor plastice în economia circulară, abordarea problemelor de reciclare, biodegradabilitate, prezența substanțelor periculoase în materialele plastice și obiectivele de dezvoltare durabilă țintă pentru a reduce în mod semnificativ deșeurile marine.
- Proiectarea clădirilor și cartierelor care consumă mai puține resurse sau reutilizarea/reciclarea produselor secundare de căldură și reciclarea apei;
- Introducerea surselor regenerabile de energie (folosind tehnologia inteligentă pentru a crea clădiri eficiente energetic).

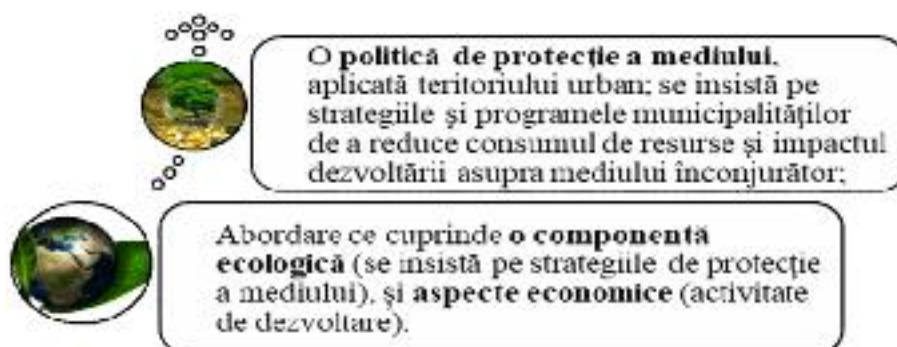


Fig. 1. Direcții de acțiune în vederea controlului mediului construit și natural.

În contextul țării noastre, punctul de pornire a unei ecologii inteligente este curățenia în spațiul public, ocrotirea pădurilor și amenajarea spațiilor verzi publice. Cu toate acestea, economia ecologică sau circulară prezintă foarte multe oportunități de afaceri și finanțarea europeană este generoasă în acest domeniu. O altă abordare mai durabilă pot fi realizate prin adoptarea dezvoltării într-o manieră mai consecventă. O astfel de inițiativă intitulată "Mean Lean Green" își propune să producă evoluții care reduc cererea de resurse, să ofere structuri eficiente și să implementeze tehnologii inovatoare. Pentru a fi pe deplin eficient, orice astfel de abordare necesită mai multă muncă într-o serie de domenii-cheie care să funcționeze în cadrul acestuia. Mean - reducerea cererii de materiale, energie, apă și alte resurse, prin crearea de linii directe pentru designerii clădirilor pentru a asigura că cererea este scăzută încă de la început prin utilizarea unor măsuri pasive, cum ar fi încălzirea naturală, iluminatul, ventilația și umbrirea exterioară. Lean - asigurarea faptului de reducere a pierderilor de distribuție a energiei (sau a apei) între generare și utilizare (Horman, 2004).

Acest lucru ar putea implica furnizarea de căldură, răcire, energie și apă de la o sursă la fața locului. Green - furnizarea oricăror cerințe rămase din surse regenerabile pentru a minimiza emisiile reziduale de carbon (ex. energia solară sau recoltarea apei de ploaie).

*4. Societatea și comunitatea.* Construirea unui oraș inteligent face o planificare și o colaborare atentă cu numeroase părți interesate, inclusiv cu publicul larg. Trebuie să existe un scop care să încadreze fiecare tehnologie și program, iar acest scop ar trebui să aibă legătură cu obiective specifice. Pe măsură ce orașele inteligente sunt un fenomen nou, vor exista provocări și greșeli. Șoferul principal pentru această

"urbanizare" este oportunitatea economică, însă există și alți factori, printre care:

- Dotarea cu dispozitive digitale ale populației;
- Accesibilitate digitală;
- Competențe digitale ale cetățenilor;
- Competențele digitale ale aparatului administrației locale și altor unități implicate în orașul inteligent;
- O mai mare siguranță comunală.

Orașele trebuie să aspire la extinderea accesului la stilurile de viață care oferă un nivel comun de educație, formare și ocupare a forței de muncă, pentru a îmbunătăți calitatea mediului și a îmbunătăți astfel sănătatea și bunăstarea și pentru a asigura siguranța și securitatea (Văduvă, 2018).

De asemenea, este important să se profite de beneficiile vieții urbane, în care dimensiunea și densitatea ar trebui să faciliteze progresul inteligent, bazat pe tehnologie și să le împartă cu comunități izolate. În domeniul educației, programele gratuite în format open source și tutorialele gratuite online oferă deja o predare de calitate mai largă a accesului și oferă standarde mai înalte. Toate schimbările din oraș ar trebui inițiate de către locuitorii care, cu condiția să beneficieze de sprijin tehnic adecvat, pot preveni consumul excesiv de energie și poluarea și încercarea de a-și îmbunătăți calitatea vieții.

### 3. Concluzii

Scopul lucrării a fost atât de creare a unui model conceptual integrativ și cuprinzător pentru orașele inteligente, cât și să propună o metodologie de analiză a implementării orașelor inteligente pentru extragerea de orientări pentru validarea inițiativelor în domeniu. Modelul conceptual, care își are partea

fundamentată încă din prima parte a studiului, s-a dovedit a fi util pentru a arăta starea actuală de punere în aplicare și opiniile / evaluările părților interesate ale strategiei orașului inteligent. Acesta reușește să reprezinte părțile interesate din inițiativă și percepțiile pe care le implică dar reușește să evidențiază și lipsa de corespondență între prioritizarea egală a provocărilor și dezvoltarea dezechilibrată a dimensiunilor.

În sfârșit, ar trebui să subliniem că aceste concluzii trebuie să fie susținute de date analitico-statistice. Cercetările viitoare ar trebui să se concentreze pe sistematizarea conexiunii dintre modelul conceptual și analiza datelor pentru a permite utilizarea lui pe scară largă. Departe de a se impune ca reguli fixe, care nu admit conflicte între ele, valabile pretutindeni, independente unele de altele, modelele conceptuale trebuie înțelese mai mult ca un ansamblu de maxime directe, a căror efectivitate nu poate fi cuantificată decât în situații concrete, echilibrând balanța intereselor puse în joc. De asemenea, strategiile de dezvoltare urbană trebuie să fie fundamentate pe inovare în domenii multiple, care să vizeze atât serviciile și tehnologia, cât și inovarea socială și instituțională, astfel încât orașele de mâine să fie diverse, coezive și atractive. Potențialul socio-economic și cel cultural, trebuie exploatate la întreaga capacitate, ca o sursă de inovare, pentru dezvoltarea unor orașe ecologice și sănătoase cu o economie puternică și incluzivă și beneficiind în tot acest demers de ajutorul actorilor principali ce își pun în valoare capacitățile creatoare, necesare acestei transformări.

## BIBLIOGRAFIE

- Minea, E. M. (2005), *Politici urbane: rolul complex al proiectantului în planificarea urbană*, Revista Transilvană de Științe Administrative **15(3)**: 68-71.
- Dincă D., Vrabie C., Dumitrică C. (2015), Sesiunea de comunicări științifice „Orașul inteligent”, Editura Economică, București, România.
- Moor P. (2006), *La coordination: la solution des problèmes et les problèmes de la solution*, raport de sinteză, Asociația Internațională de Drept al Urbanismului (AIDRU), Geneva-Lausanne, Elveția.
- Bibri S.-B. (2018), *Smart Sustainable Cities of the Future*, Springer International Publishing, New York, USA.
- Filip F. (2019), *Conceptul “Smart City” ca premisă a dezvoltării durabile coordonate și coerente*, Lucrările conferinței de cercetare în construcții, economia construcțiilor, urbanism și amenajarea teritoriului **15**: 83-90.
- Caragliu A., Chiara F. (2019), *Smart innovative cities: The impact of Smart City policies on urban innovation*, Technological Forecasting and Social Change **142**: 373-383.
- Nilssen M. (2019), *To the smart city and beyond? Developing a typology of smart urban innovation*, Technological Forecasting and Social Change **142**: 98-104.
- Ștefulescu C., Antonovici C.-G. (2015), *Orașul inteligent – ecosistem de inovare și adaptare*, Sesiunea de comunicări științifice, Editura Economică, București, România.
- Cruțescu R. (2017), *Arhitectură inovativă pentru orașe inteligente*, Buletinul AGIR (**1**): 226-232.
- Eremia M., Toma L. (2012), *Către orașele inteligente ale viitorului – „smart cities*, în *Lucrările celei de-a VII-a ediții a Conferinței anuale a ASTR*, București, România.

- Arpin M.-L. (2015), *Circular Economy: A Critical Literature Review of Concepts*, raport de cercetare, International Reference Centre for the Life Cycle of Products, Processes and Services (CIRAIG), Montreal, Canada.
- Miedzinski M., Griniece E., Reid A. (2012), *Connecting Smart and Sustainable Growth through Smart Specialisation*, raport de sinteză, Regional and urban Policy, Tallinn, Estonia.
- Horman, M.J., Riley, D., Pulaski, M.H. (2004). "Lean and Green: Integrating Sustainability and Lean Construction", CIB World Building Congress, Toronto, Canada.
- Văduvă S. (2018), *Se poate un oraș inteligent fără o populație tehnologizată*, <https://www.todaysoftmag.ro/article/2506/se-poate-un-oras-inteligent-fara-o-populatie-tehnologizata>

# ANALIZA STRUCTURALĂ ȘI PROPUNERI DE CONSOLIDARE A BISERICII FRANCISCANE DIN CETATEA ARADULUI

Alexandru ION

INCD URBAN-INCERC Sucursala Timișoara

Marius MOȘOARĂ

Facultatea de Arhitectură Universitatea Politehnică  
Timișoara

Constantin ION

Inspectoratul Județean în Construcții Timiș

## Abstract

*This article aims to present the results of a study carried out in the field of determining the bearing capacity of a historic Church type building, restored with reversible materials, technologies and consolidation methods. The Franciscan Monastery in Arad fortress is an historical building. The poor maintenance of this building led to the severe degradation of its structural resistance over the years. A nonlinear analysis was made on the structure and it showed that the building would have severe structural degradation after an earthquake. Some consolidation methods have been proposed for the walls, arches, vaults, pillars, towers and foundations. After a second nonlinear analysis with the consolidation methods the structure shows a 23% increase of its bearing capacity.*

**Key words.** masonry, consolidation, church, monument, restoration.

## 1. Context

Acest articol dorește să prezinte rezultatele unui studiu realizat în domeniul determinării capacității portante a unei clădiri istorice tip Biserică, restaurate cu materiale, tehnologii și metode de consolidare reversibile, efectuat în cadrul lucrării de disertație cu titlul “Soluții

moderne de analiză structurală și consolidare a Bisericii Franciscane din cetatea Aradului” pentru finalizarea studiilor de master de la secția de “Restaurare și regenerare patrimonială” din cadrul Facultății de Arhitectură de la Universitatea Politehnică din Timișoara. Au fost luate în considerare studiile efectuate asupra soluției de arhitectură a Mănăstirii Franciscane (Dinu, 2018) și privind istoricul cetății și Mănăstirii Franciscane (Roșu, 2018). De asemenea s-au studiat și articole din literatura de specialitate, Modena et al., 2015, Moșoarcă și Gioncu, 2013, privind studii cu caracter similar.

## 2. Descrierea structurii și de gradărilor acesteia

Structura de rezistență a Mănăstirii Franciscane (Fig. 1) este alcătuită din zidărie de cărămidă care are ca liant mortar din var-ciment. Clădirea este alcătuită din trei corpuri: biserica mănăstirii, care este separată prin rosturi de tasare de celelate două corpuri secundare, construite mai târziu și care au găzduit chiliile călugărilor franciscani.

Biserica Franciscană are structura de rezistență formată din pereți structurali, stâlpi, arce și bolți din zidărie de cărămidă. Arcele împreună cu pereții portanți din zidărie lucrează ca un element structural în cadre. Suprafața totală a bisericii este de aproximativ 450m<sup>2</sup> iar înălțimea totală a bisericii la vârful turnurilor este de 28m.

Din cauza neîntreținerii acestui monument istoric, structura de rezistență a acestuia a fost grav afectată de două cauze majore: 1) tasarea fundațiilor, care a cauzat fisuri verticale (Fig. 2) în arce și bolți, fisuri îndinate la colțurile clădirii și 2) infiltrații de apă, care au produs degradarea zidăriei, degradarea și cedarea bolților (Fig. 3), desprinderea tencuiei, coroziunea betonului și a armăturilor (Fig. 4, Fig. 5). De asemenea, din cauza lipsei lucrărilor de mentenanță adecvată, șarpanta (Fig. 6) și învelitoarea Bisericii sunt distruse aproape în întregime.



Fig. 1. Vedere fațadă prină pală a Mănăstirii Franciscane.



Fig. 2. Fisură verticală la mijlocul arcului.



Fig. 3. Cedarea bolților de zidărie.



Fig. 4. Coroziunea betonului și a armăturilor la arcul de beton armat.



Fig. 5. Coroziune betonului la stâlpii de susținere a arcului de beton armat.



Fig. 6. Șarpantă și învelitoare degradată.



Fig. 7. Altar secundar degradat și creare.



Fig. 8. Perete de zidărie cu elemente de gol de ușă neautorizat de beton armat.

De asemenea, în vizita efectuată la fața locului, s-a observat că au fost făcute și intervenții neautorizate la structură, sub formă de goluri de ușă (Fig. 7) și a unui perete de zidărie cu elemente de beton armat (Fig. 8).

### 3. Analiza spațială a structurii neconsolidate

Asupra structurii de rezistență a Bisericii Franciscane s-a efectuat o analiză neliniară de tip push over cu ajutorul programului

TreMuri, pentru a determina eforturile maxime ale structurii. Modelul 3D a structurii este prezentat în Fig. 9.

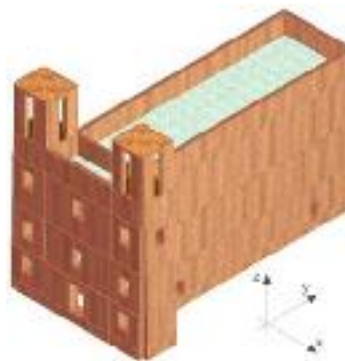


Fig. 9. Modelul 3D al Bisericii.

În urma analizei neliniare a structurii Bisericii Franciscane au rezultat modurile proprii de vibrație și rezultatele structurii la acțiunea seismică, atât pe axa x a structurii cât și pe axa y. Accelerația seismică pentru orașul Arad este de 0.20g, parametru considerat în analiza efectuată.

Primele trei moduri de vibrație ale structurii sunt prezentate în Fig. 10, 11 și 12. Modurile de vibrație indică o solicitare predominantă la torsiune, fapt defavorabil pentru structură.

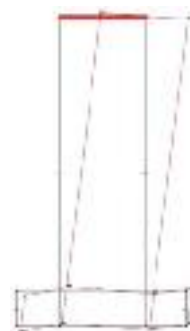


Fig. 10. Modul 1: Torsiune.  $T_s=0.424\text{sec}$ .

Pe axa transversală x a structurii Bisericii Franciscane, după cum se observă din diagrama forță-deplasare (Fig. 13) deplasarea maximă a turnului este de 5,16cm și forța tăietoare totală la bază este de 9401kN.

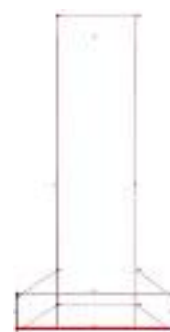


Fig. 11. Modul 2: Translație.  $T_s=0.321\text{sec}$ .

În Fig. 14 și Fig. 15 sunt prezentate degradările structurale suferite de către biserică în ipoteza în care forța seismică acționează pe axa x a structurii. Pe fațada principală se pot observa fisuri diagonale de întindere-compresiune pe întreaga suprafață, iar pe fațada laterală, aceste fisuri pot fi observate doar la partea superioară.

Pe axa longitudinală y a structurii Bisericii Franciscane, după cum se observă din diagrama forță-deplasare prezentată în Fig. 16, deplasarea maximă a turnului este de 2,49cm și forța tăietoare totală la bază este de 6461kN.



Fig. 12. Modul 3: Torsiune.  $T_s=0.355\text{sec}$ .

În Fig. 17 și Fig. 18 sunt prezentate degradările structurale suferite de către biserică când forța seismică acționează pe axa y a structurii. Pe fațada principală se pot observa cedări ductile la buiandrugii și parapetii de la geamuri. Fațada laterală prezintă la partea superioară cedări casante, iar buiandrugul de la intrare este afectat de o cedare ductilă.

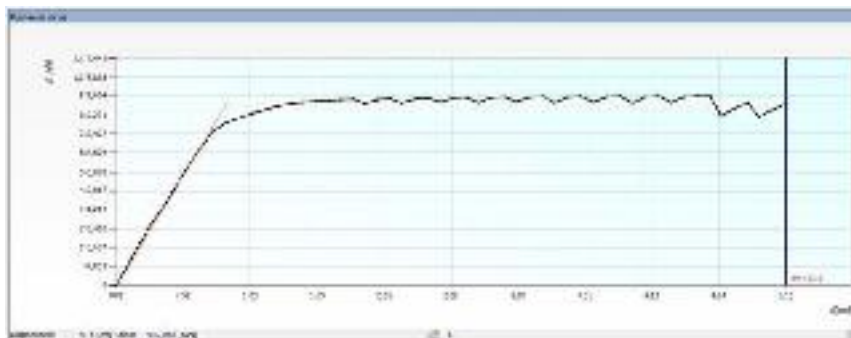


Fig. 13. Diagrama forță-deplasare, considerând forța seismică acționând pe axa transversală x a structurii.

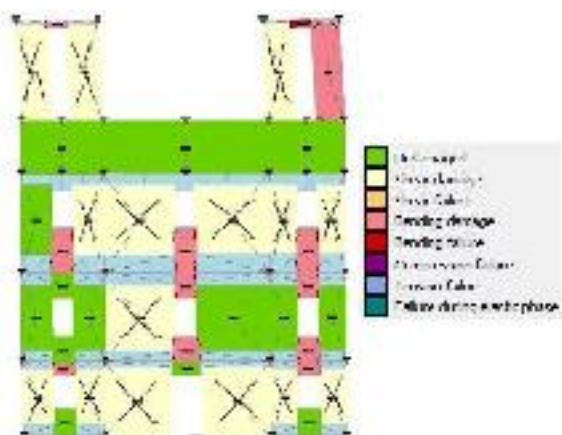


Fig. 14. Degradări fațadă principală pe axa x.



Fig. 15. Degradări fațadă laterală pe axa x.

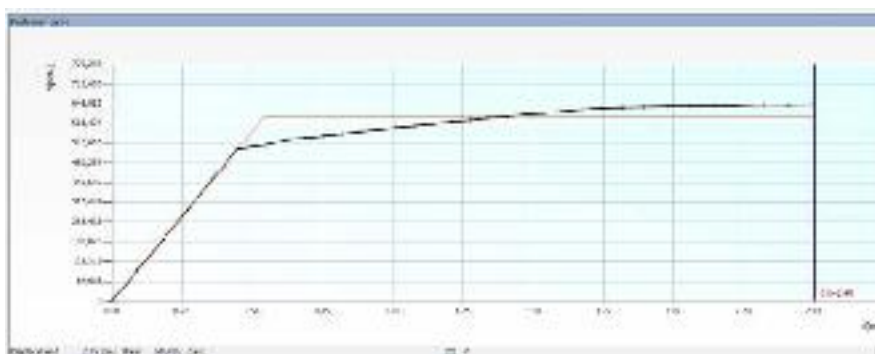


Fig. 16. Diagrama forță-deplasare considerând forța seismică acționând pe axa longitudinală y a structurii.

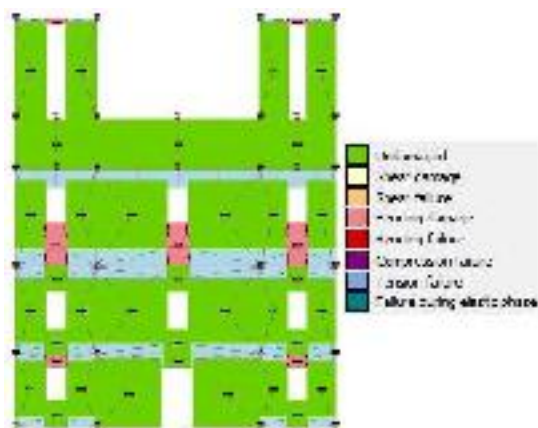


Fig. 14. Degradări fațadă principală pe axa y.

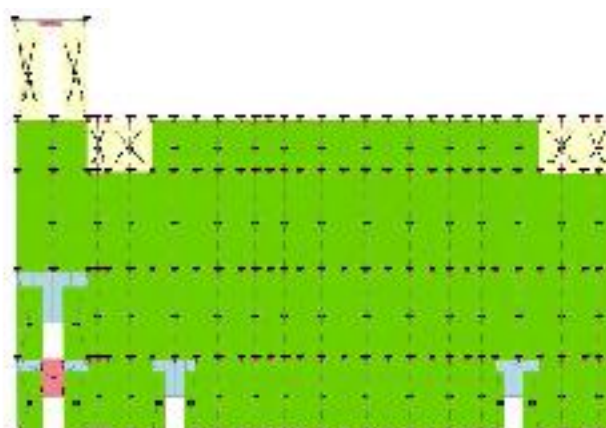


Fig. 15. Degradări fațadă laterală pe axa y.

#### 4. Metode de consolidare propuse

După ce s-au interpretat rezultatele analizei neliniare și după ce s-au identificat degradările efective în cadrul vizitei efectuate la mănăstire, au fost propuse metode de consolidare pentru diferitele elemente ale structurii de rezistență.

Pentru arce (Fig. 19) s-a propus consolidarea pe intrados cu plase din oțel galvanizat, mortar pe bază de var hidraulic și conectori.

La bolți (Fig. 20) metoda propusă este consolidarea cu rețea de grinzi metalice pe extradossul bolților. Bolțile vor fi prinse de rețeaua de grinzi metalice prin tije filetate de inox. Această rețea de grinzi are rolul de a prelua încărcările de la șarpantă și de la bolți și a le transmite pereților de zidărie portantă pe care reazemă.

Consolidarea altarelor (Fig. 21) și a absidei altarului se va face punctual cu plase din oțel galvanizat și mortar pe bază de var hidraulic și conectori.

Pentru arcul de beton armat (Fig. 22) și stâlpii de beton armat (Fig. 23) pe care reazemă arcul, s-a ales consolidarea cu plase din oțel galvanizat, conectori și mortar pe bază de var hidraulic.

Turnurile (Fig. 24) se vor consolida pe interiorul acestora cu plase din oțel hidraulic, mortar pe bază de var hidraulic și conectori.

Fundațiile (Fig. 25) se vor subzidi pentru a opri tasarea acestora și fisurarea structurii.

În ceea ce privește intervențiile neautorizate, s-a optat pentru demolarea pretelui din zidărie cu elemente de beton armat, care desparte sala principală de absida altarului, și rezidirea golurilor de ușă,

care au fost făcute în pereții laterali ai bisericii, pentru a se reface rezistența structurală a bisericii și autenticitatea acesteia.

Acoperișul și șarpanta fiind aproape complet distruse, s-a decis reconstruirea unor elemente noi, identice cu cele originale, cu utilizarea a cât mai multor elemente originale sau materiale echivalente ca proprietăți.

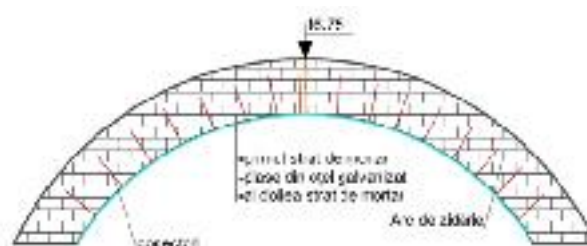


Fig. 19. Consolidarea pe intrados a arcului.

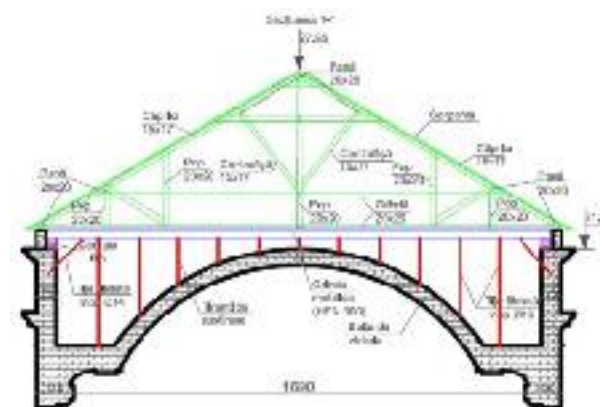


Fig. 20. Consolidare bolți cu rețea de grinzi metalice pe extradossul secțiune.

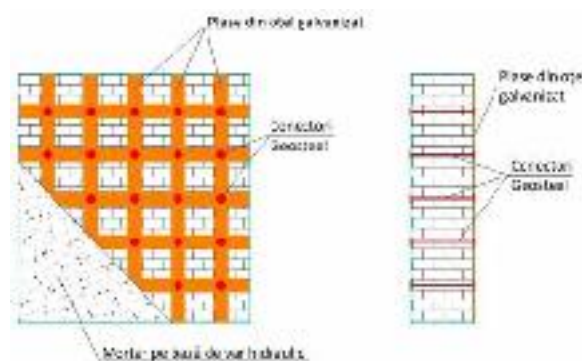


Fig. 21. Consolidare altare.

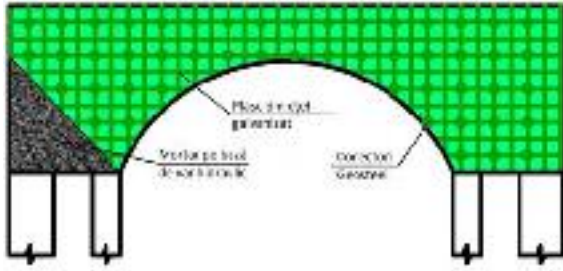


Fig. 22. Consolidarea arcului din beton armat.

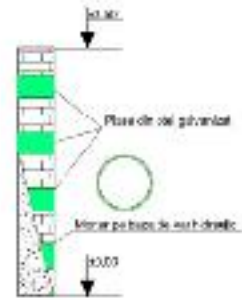


Fig. 23. Consolidarea stâlpilor din beton armat.

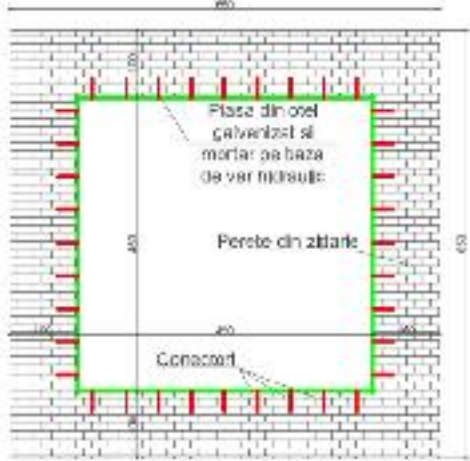


Fig. 24. Consolidarea turnurilor.

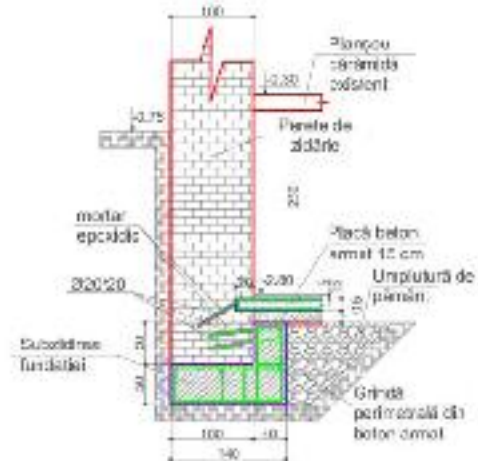


Fig. 25. Subzidire fundației.

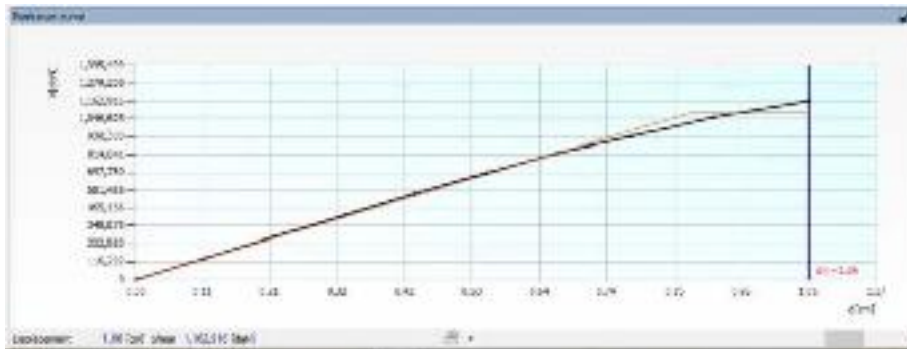


Fig. 26. Diagrama forță-deplasare considerând forța seismică acționând pe axa longitudinală x a structurii consolidate.



Fig. 27. Degradări fațadă principală pe axa x după consolidare.

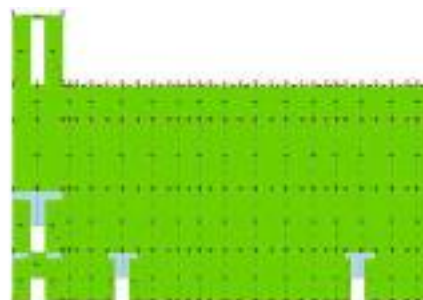


Fig. 28. Degradări fațadă laterală pe axa x după consolidare.

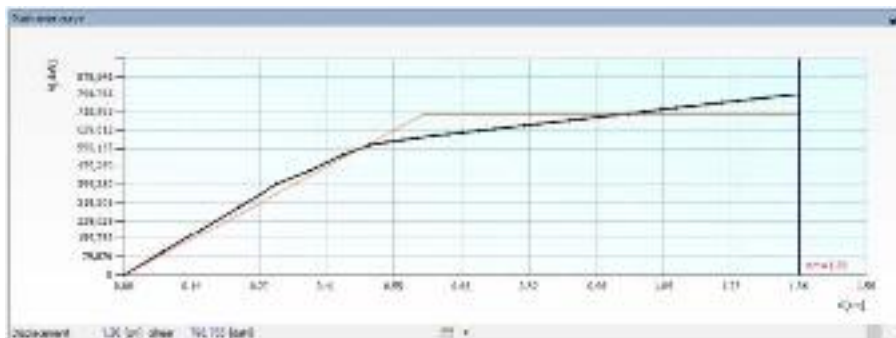


Fig. 29. Diagrama forță-deplasare considerând forța seismică acționând pe axa longitudinală y a structurii consolidate.

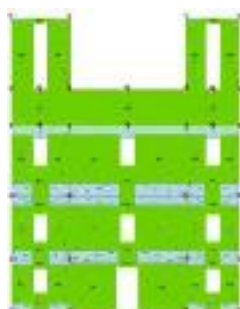


Fig. 27. Degraderi fațadă principală pe axa y după consolidare.

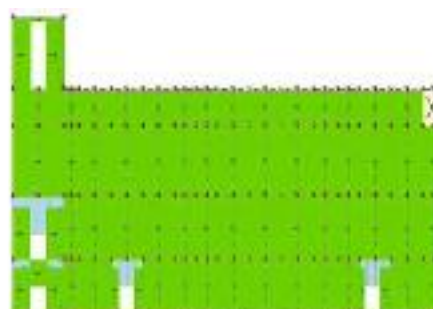


Fig. 28. Degraderi fațadă laterală pe axa y după consolidare.

Tabelul 1. Tabel comparativ între rezultatele structurii consolidate și neconsolidate.

Axa	Forța tăietoare de bază înainte de consolidare [KN]	Forța tăietoare de bază după consolidare [KN]	Creșterea comparativă forțe tăietoare de bază [%]	Deplasarea maximă înainte de consolidare [cm]	Deplasarea maximă după consolidare [cm]	Creșterea comparativă deplasare maximă [%]
Transversală x	9401	11630	23,68	5,16	1,06	79,46
Longitudinală y	6461	7988	23,63	2,49	1,36	45,38

### 5. Determinarea eficienței soluțiilor de consolidare

Pentru determinarea eficienței soluțiilor de consolidare s-a efectuat o a doua analiză neliniară a structurii în programul TreMuri, pentru structura consolidată cu metodele enumerate mai sus.

După cum se poate observa din imaginile următoare, rezistențele structurii pe ambele direcții x și y s-au mărit. De asemenea, majoritatea degradărilor structurii au dispărut după consolidarea acesteia.

Pe axa transversală x diagrama de rigiditate (Fig. 26) indică faptul că structura rezistă la o forță tăietoare de baza mai mare, respectiv 11630KN, iar deplasarea la vârf a turnului scade la 1,06cm.

Pe fațada principală (Fig. 27) dispăre majoritatea degradărilor structurale, se mai pot observa fisuri diagonale doar la buiandrugii și parapetii de la goluri. Pentru fațada laterală (Fig. 28) degradările dispar complet.

Pe axa longitudinală y diagrama de rigiditate (Fig. 29) indică faptul că structura rezistă la o

forță tăietore de baza mai mare, 7988 KN, iar deplasarea la vârf a turnului scade la 1,36cm.

Pe fațada principală (Fig. 30) a clădirii nu mai apar fisuri, iar pe fațada laterală (Fig. 31) a clădirii mai apare o singură fisură, la partea superioară a peretelui.

Tabelul 1 reprezintă un studiu comparativ între rezultatele structurii neconsolidate și rezultatele structurii consolidate, obținute din programul de calcul TreMuri.

### 5. Concluzii

Biserica Franciscană este parte a ansamblului arhitectural Cetatea Aradului nominalizat în lista Monumentelor Istorice de importanță națională. Sănătatea structurală a construcțiilor din acest ansamblu arhitectural, întreținerea și utilizarea corectă, fac posibilă acțiunea de reinserție socială a țesutului urban istoric. Analizele dinamice moderne utilizate la diagnosticarea Bisericii Franciscane au permis: identificarea capacității portante a clădirii înainte și după consolidare și identificarea soluțiilor de consolidare care permit restaurarea suprafețelor istorice de arhitectură. Prima analiză neliniară în programul TreMuri a indicat faptul că structura poate să sufere avarii structurale semnificative după un cutremur care are accelerația seismică cu valoarea de 0.20g și necesită consolidări structurale. Consolidările structurale se fac cu tehnologii moderne, reversibile, care nu afectează valoarea istorică a clădirii. Intervențiile neautorizate trebuie eliminate pentru a restabili rezistența structurală și autenticitatea clădirii. A doua analiză neliniară indică faptul că rezistența structurală a clădirii consolidate a crescut cu aproximativ 23% față de varianta neconsolidată. De asemenea a doua analiză

neliniară ne indică faptul că ariile zonelor vulnerabile au fost reduse și numărul mecanismelor de cedare casante ale zidărilor au fost reduse. Studiile trebuie continuate prin realizarea unor încercări in situ, pentru a determina caracteristicile fizico-mecanice ale elementelor din zidăria portantă.

### BIBLIOGRAFIE

- Dinu R. (2018), *Estetica Mănăstirii Franciscane din Cetatea Aradului*, Disertație Master Restaurare și Regenerare Patrimonială, Universitatea Politehnică Timișoara, Timișoara, România.
- Ion A. (2019), *Soluții moderne de analiză structurală și consolidare a Bisericii Franciscane din cetatea Aradului*, Disertație Master Restaurare și Regenerare Patrimonială, Universitatea Politehnică Timișoara, Timișoara, România..
- Mosoarca M., Gioncu V. (2013), *Failure mechanisms for historical religious buildings in Romania seismic areas*, Journal of Cultural Heritage **3S**: e65–e72.
- Roșu L. (2018), *Repertoriul decorativ al Bisericii Mănăstirii Franciscane din Arad și propuneri de restaurare*, Disertație Master Restaurare și Regenerare Patrimonială, Universitatea Politehnică Timișoara, Timișoara, România..
- S.T.A. DATA srl. (2019), *TreMuri User Manual Release 10.9.0*, [http://www.3muri.com/documenti/brochure/en/3Muri10.9.0\\_ENG.pdf](http://www.3muri.com/documenti/brochure/en/3Muri10.9.0_ENG.pdf).
- Valluzzi M. R., Binda L., Modena C. (2015), *Mechanical behaviour of historic masonry structures strengthened by bed joints structural repointing*, Construction and Building Materials **19**: 63-73.