

ASPECTE ECONOMICE ALE MITIGĂRII RISCULUI SEISMIC ÎN STRUCTURA URBANĂ ȘI CONSTRUCTIVĂ / *ECONOMICAL ASPECTS OF THE SEISMIC RISK MITIGATION IN THE URBAN AND CONSTRUCTIVE STRUCTURE*

Maria BOȘTENARU DAN

Cercetător dr. arh. / *Researcher PhD arch.*

Diana ALDEA MENDES

Assist. Prof. PhD

maria.boștenaru@iaim.ro

diana.mendes@iscte.pt

Rezumat

În acest articol am realizat o recenzie a stadiului cercetării în domeniu, inclusive cercetarea noastră de până acum, în ce privește organizarea informației unei clădiri care să permit analiza multicriterială cu accent asupra aspectelor economice. În acest sens, am lucrat cu abordări atât la scara clădirii cât și la scara urbană. Am pus accentul pe suportul computerizat al organizării informației, de la analiza adecvării teoriei jocurilor pentru jocuri pe calculator, până la elaborarea de ontologii și de transpunere a semanticii asupra modelelor tridimensionale specifice acestor scări. Propunem alternative abordării costurilor prin devize abordarea bazată pe suprafețe funcționale, care corespund spațiului, într-o abordare container-conținut. În acest context sunt importante relațiile topologice și tipologice dintre spații, iar diferitele metode care stau la baza abordării computerizate intră în dialog prin conceptul nostru.

Cuvinte cheie: ontologie, costuri, analiză multicriterială, partiu arhitectural

Abstract

In this paper we made a review of the research in the field, including our own research up to now, in what regards the organization of information on a building which should permit the multi-criteria analysis with accent on economic aspects. In this sense we worked on approaches on the scale of the building as well as on urban scale. We put the accent on the software support of the organization of information, from the analysis of the suitability of game theory for computer games, up to the work on ontology and on the transposition of semantics to 3D models characteristic for these scales. We propose alternatively to the approach to costs through devices the approach based on functional surfaces, which correspond to the space, in a container-contents approach. In this context both the topological and typological relationships between spaces are important, and the different methods which stay at the basis of the computer based approach enter a dialog through our concept.

Keywords: ontology, costs, multi-criteria analysis, architectural layout

1. Recenzia bibliografiei privind abordarea multicriterială a eficienței economice a consolidării preventive

În demararea cercetării am realizat o trecere în revistă a bibliografiei privind reabilitarea centrelor istorice. Cercetări în acest sens au fost întreprinse de Terje Nypan (2003), Xavier Greffe (1990) și Donovan Rypkema (2005). De asemenea, există platforme europene de promovare a cercetării și practicii de acest tip, cum ar fi *The Economic Value of Cultural Heritage* (EVoCH) sau ICOMOS ISCEC (Comitetul Științific Internațional al ICOMOS pentru economia conservării).

Un alt palier pe care s-a realizat trecerea în revistă a bibliografiei este cel privind metodele de analiză multicriterială. În afară de arhitect/specialist în conservare și investitor (economist), dorim să includem și alți actori, cum ar fi specialiști în seisme (inginer, seismolog) și persoanele afectate, printr-o abordare participativă. Față de metodele clasice cu arbore decizional sau cele de balansare a criteriilor (*analytical hierarchy building*) am analizat noi teorii în analiza multicriterială. O direcție nouă și promițătoare pentru cercetarea în cadrul rețelei COST este teoria jocurilor. Am analizat jocuri ce se încadrează în categoria de management de construcții, dar la scară urbană, așa numitele *city building games*, pornind de la *SimCity*. Aceste jocuri, implementate pe calculator, își au corespondentul în jocuri de societate. În cazul jocurilor de societate am luat în considerare jocuri ce prevedeau spre deosebire de construirea unui oraș cea a unui obiect de arhitectură de mari dimensiuni, și anume catedrala din romanele lui Ken Follett despre Evul Mediu. Am privit transpunerea problemei de management de construcție în roman, în transpunerea în film și în joc. Este o metodă de transpunere a narativului, o metodă din științele umaniste. Jocurile bazate pe romanele lui Ken Follett sunt jocuri coope-

1. Literature review regarding the multi-criteria analysis of the economic efficiency of preventive retrofit

In starting this research we considered an overview of literature regarding the rehabilitation of historical centres. Research in this field has been done by Terje Nypan (2003), Xavier Greffe (1990) and Donovan Rypkema (2005). Also, there are European platforms for promoting research and practice in this sense, such as The Economic Value of Cultural Heritage (EVoCH) or ICOMOS ISCEC (The International Scientific Committee for Economics of Conservation of ICOMOS).

Another layer on which we made the overview of literature was the one regarding multi-criteria analysis methods. Except of the architect/conservator-preservationist and the investor (economist) we wish to include also other actors, such as the experts in earthquakes (engineer, seismologist) as well as the affected people. Compared to the classical methods with decision tree or with those of balancing (analytical hierarchy building) of criteria, we analysed new theories in multi-criteria analysis. A new and promising direction for the research in frame of the COST action is game theory. We analysed games which can be included in the category of construction management, but at urban scale, the so-called „city building games”, starting at SimCity. These games, implemented in a computer environment have their correspondents in board games. In case of board games we considered games which foresaw, other than the building of the city, that of an architectural object of significant dimensions, namely the cathedral in the novels of Ken Follett about the Middle Ages. We looked at the translation of the construction management in the novel, in the film and in the game. It is a method of translating the narrative, a method in the humanities. Games based on the novels of Ken Follett are cooperative games, where the players build together the cathe-

rative, unde jucătorii construiesc împreună catedrala, fiind premiat cel cu contribuția cea mai semnificativă. În afară de aceasta, există jocurile bazate pe conflict, din care am luat în considerare jocul Habitat, în care echipa de demolatori o concurează pe cea de restauratori. În ambele jocuri aspectul financiar joacă un rol cheie în deciderea participantului care câștigă jocul. În științele economice teoria jocurilor urmează tot aceste modele (conflict sau cooperativ), și se aplică și pentru măsuri de prevenire a dezastrelor (ex. construcția unui dig), dar într-un mod simplificat, în care accentul cade asupra metodelor matematice. Noi am optat în cercetare pentru aceste jocuri mai complexe și simularea actorilor din analiza multicriterială în joc. Fiecare criteriu din analiză poate fi reprezentat de un actor în joc. Revenind la jocurile pe calculator, proiectul european SIREN a dezvoltat jocuri pentru situația de conflict. Partea de element participativ, de includere a populației afectate este un alt punct de legătură a cercetării cu proiectul COST, și anume privind politicile publice (populațiile Markov - Canbolat, 2013). Un pas următor în cercetare îl constituie proiectarea unui nou joc care să transpună actorii considerați de noi (cei 4) în cadrul problemei consolidării clădirilor pentru protecție preventivă. Cercetarea noastră economică furnizează date privind resursele de reabilitare necesare (materiale și oameni) care pot fi transpuse cu ușurință într-un astfel de tip de joc, urmând modelul din joc al extinderii unei clădiri publice existente pentru a permite deservirea unei populații mai ample.

Tot din domeniul analizei multicriteriale face parte analiza aplicabilității teoriei dramei. În locul balansării criteriilor luăm în considerare această metodă de rezolvare a unei situații de conflict (ne aflăm deci în partea de joc de conflict). Există un program de calculator pentru a facilita astfel de decizii în cazul schimbării climei, numit *confrontation manager*, și această

dral, the prize being awarded to that with the most significant contribution. Other than that there are the conflict based games, from which we considered Habitat, in which the team of demolishers competes with the one of restorers. In both games the financial aspect plays a key role in deciding the participant which wins the game. In economic sciences game theory follows also these models (conflict or cooperation) and is being implemented for disaster prevention measures (ex. the construction of a dam) but in a more simplified way, in which the accent falls on the mathematical models. We opted in research for these more complex games, and to stimulate the actors from the multi-criteria analysis in the game. Each criterion from the analysis can be represented by an actor in the game. Returning to the computer games, the European project SIREN developed games for the conflict situation. And the participative element part, of including the affected people, is another link of the research with the COST action, namely public policies (Markov populations – Canbolat, 2013). A next step in research will be the design of a new game to transpose the actors we considered (the 4) and the problem of retrofitting building for preventive protection. Our economic research delivers data about the needed rehabilitation resources (materials and people) which can be transposed easily into such a type of game following the game model of extension of an existing public building to permit serving a growing population in a game.

Also from the field of multi-criteria analysis is the analysis of applicability of drama theory. Instead of balancing (pair wise comparison) of criteria we consider this method of solution to a conflict situation (so we are in the conflict game part). There is a computer software to facilitate such decisions in case of climate change, called confrontation manager, and this problem has to be transposed to the repair after earthquake pair wise compared to retrofit before earthquake.

problemă trebuie transpusă în procesul de comparare al reparației de după cutremur cu consolidarea dinainte de cutremur.

Abordări similare cu abordarea noastră, pe care o vom prezenta în secțiunea următoare au fost realizate de un grup de cercetători de la Napoli (Caterino et al, 2009). Acestea au în vedere tot crearea unui abordări decizionale de selectare a celor mai adecvate metode de consolidare într-o analiză multicriterială, accentul căzând pe aspectele structurale.

Cea mai mare parte a cercetării noastre a fost realizată la scara unei clădiri, pentru care am avut simulări structurale și calcule de costuri. Dar atât proiectul mai amplu COST în cadrul căruia se înscrie cercetarea, cât și comparația cu modelele noastre cer o abordare la scară urbană. Întrucât tipologia adoptată este cea a clădirilor interbelice din beton armat, am ales ca studiu de caz bulevardul Magheru, caracterizat printr-o mare densitate a clădirilor cu valoare culturală de acest tip, deci relevante pentru punerea problemei.

1.1. Cercetarea noastră anterioară privind actori și criterii

Într-o primă abordare am creat arborele decizional al criteriilor actorilor considerați (așa numita *utility-value* – valoarea de utilitate) (Fig. 1). A doua abordare este de fapt adaptată din abordarea la scară urbană, a lui Strassert (1995), privind decizii în amenajarea teritoriului. Prezentăm în tabelul 1 balansarea pentru cei 4 actori.

Clădirile interbelice din beton armat s-au dovedit a fi cele mai vulnerabile la cutremur, dar după o analiză a tipologiilor istorice (ante 1989) din București. Pentru aceasta am întocmit fișe ale acestor tipologii, urmând chestionarul propus de *World Housing Encyclopedia*¹. Într-o analiză ulterioară am aplicat criteriul actorilor

Similar approaches to that of ours, which we will present in the following section, were performed by a research group in Napoli (Caterino et al, 2009). These take into account also the creation of decisional approaches to select the most suitable retrofit methods in a multi-criteria analysis, the focus being on structural aspects. The major part of our research has been performed at the scale of the building, for which we conducted structural simulations and cost computations. But the COST's action at large in the frame of which we do this research, as well as the comparison of our models, require an approach at urban scale. Since the adopted typology is that of interwar buildings with reinforced concrete structure we chose as case study the Magheru Boulevard, which features a high density of buildings with cultural value of this type, so relevant for the way the problem is posed.

1.1. Our previous research regarding actors and criteria

In a first approach we created a decision tree of the criteria of the considered actors (so-called utility-value) (Fig. 1). The second approach is in fact adapted from the urban scale approach of Strassert (1995), regarding decisions in regional planning. We present in Table 1. the pair wise comparison for the 4 actors.

Interwar buildings with reinforced concrete structure proved to be most vulnerable for earthquakes, but following an analysis of historical typologies (before 1989) in Bucharest. For this reason we filled forms for all these typologies, following the questionnaire of the World Housing Encyclopedia¹. In a subsequent analysis we applied the criterion of the actors in the classification considered in the WHE, taking into account the same actors. Fig. 3 shows how these criteria are fulfilled by an interwar building.

¹ <http://www.world-housing.net>

¹ <http://www.world-housing.net>

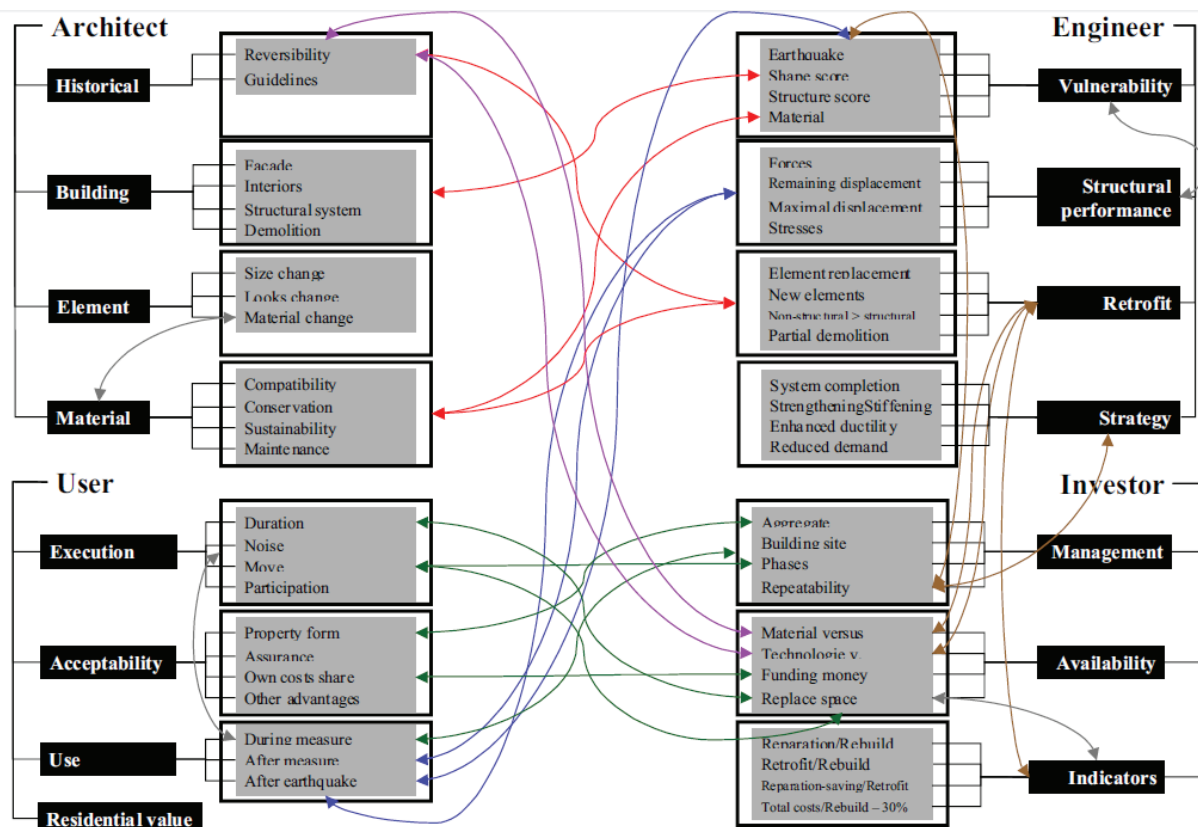
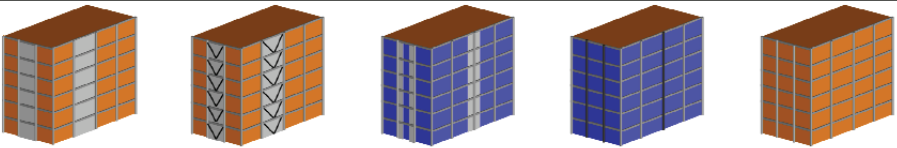


Fig. 1.

Legătura dintre criterii și subcriterii ale actorilor considerați, criterii care se susțin conducând la mărirea problemelor și a oportunităților în caz de (ne)satisfacere /

Connection between criteria and sub-criteria of the considered actors, criteria which sustain each other leading so to the raise of problems as well as of opportunities in case of (not)fulfilment.
(Boștenaru, 2004, creative commons)

Options					
	S1	S2	S3	S4	Zero-Option
Criteria					
K1 Costs (€)	103622	87624	102960	55152	0
K2 Equivalent Elements (Number)	$\frac{345950}{2000}$	$\frac{353700}{2000}$	$\frac{411170}{2000}$	$\frac{273885}{2000}$	$\frac{376411}{2000}$
K3 Architecture (Rank)	E	C	D	B	A
K4 Project Management (Rank)	V	II	IV	III	I

Tabel 1 / Table 1.

Balansarea criteriilor principale corespunzând actorilor considerați /

Pair wise comparison of main criteria corresponding to the actors taken into account (Boștenaru, 2004, creative commons)

în clasificarea criteriilor considerate de WHE, considerând aceiași actori. Fig. 3 arată în ce mod aceste criterii sunt satisfăcute pentru o clădire interbelică.

În cadrul Global Earthquake Model a fost modelată și ontologia structurii conform criteriilor WHE. Vom dedica o parte importantă a cercetării noastre acestui sistem de traducere pentru programe de calculator, al cărui prim pas este crearea modelului relațional al ontologiei. Ea ajută și la identificarea elementelor pentru jocul de calculator.

A treia etapă în sistematizarea criteriilor o reprezintă transpunerea acestora într-un sistem apt de a fi tradus într-un program de calculator. Am creat o ontologie pentru criteriile actorilor în cazul unei probleme de consolidare a unei clădiri istorice. Modul de transformare a criteriilor în unități de măsură pentru metoda *utility-value* poate fi aplicat în acest caz pentru a desemna proprietățile datelor din ontologie și tipul acestora. Ontologia permite însă și utilizarea unui alt tip de date decât „numărul”.

In frame of the Global Earthquake Model initiative the ontology of structure was also modelled in conformity with the WHE criteria. We will dedicate an important part of our research to this system of translation for computer software, the first step of which is the creation of the relational model of ontology. This also helps in identifying the elements for the computer game.

The third phase in systematisation of the criteria is their translation in a system which can be understood by computer software. Namely we created ontology for the criteria of the actors in case of a retrofit problem of a historical building. The way the criteria are transformed in units of measure for the utility-value method can be applied in this case to name the features of the data in the ontology and their type. The ontology allows also the employment of another type of data than the „number”. All our studies reviewed so far have been published, and the publications themselves analysed from the point of view how far they reflect economic vulnerability, as part of social vulnerability. The way in which publications are

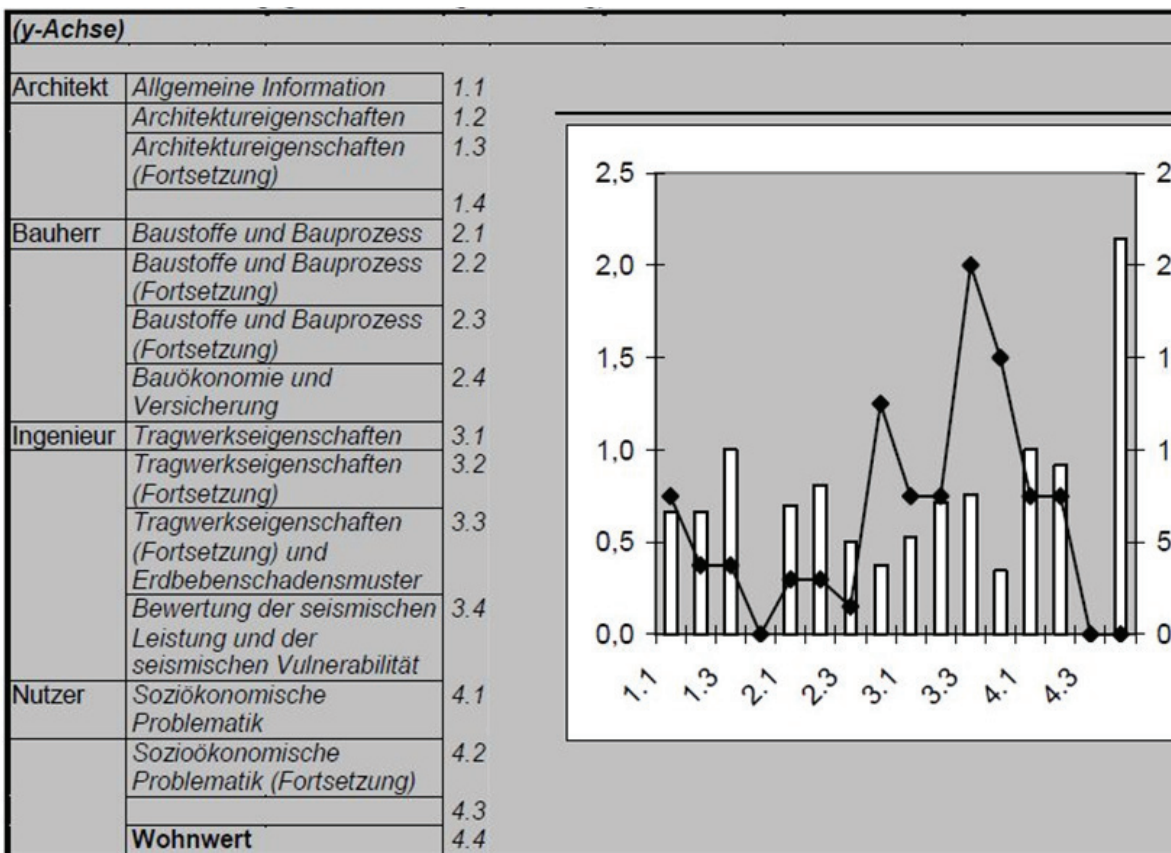


Fig. 2

Clasificarea criteriilor din WHE pentru cei 4 actori pe care i-am asumat și îndeplinirea criteriilor pentru o clădire interbelică (după un grafic în Boștenaru, 2006) /

Classification of the WHE criteria for the 4 assumed actors and the fulfilment of criteria for an interwar building (after a graphic in Boștenaru, 2006).

Toate studiile proprii enumerate au fost publicate iar publicațiile sunt analizate din punctul de vedere al vulnerabilității economice, parte a vulnerabilității sociale. Modul în care publicațiile sunt clasificate reiese prin introducerea lor în baza de date VUWIKI², parte integrantă a proiectului Global Earthquake Model³, care include și dezvoltarea taxonomiei pe baza WHE.

1.2. Programe de calculator utile pentru analiza funcțiunii și relației acesteia cu costurile

Un următor pas al recenziei a fost analizarea măsurii în care metodele analizate sunt susținute prin programe de calculator, programul larg din care face parte cercetarea având o componentă ICT. Crearea de ontologii pentru programe viitoare sau ideea unui nou joc pot fi astfel mai bine puse în context.

Un program deja amintit este *Confrontation manager*, care folosește abordarea „what if” – o abordare cibernetică, comună celei a lui Christopher Alexander et al (1977) în *pattern language*. Această abordare este potrivită și pentru jocuri.

Într-un proiect anterior, PIANO („Innovation in the current floor plan”) propuneam, similar ontologiei deciziei, o ontologie a zonificării. În acest fel, informația spațială a unei clădiri putea fi sistematizată într-un mod relaționat la sistemele de *Building Information Modelling*. Propunem un dialog între informația conectată la „linie”, reprezentată de elemente solide precum pereții, și informația conectată la „poligon”, reprezentată de goluri definite de aceste elemente solide, care sunt camerele. Analizând modul în care sunt realizate modelele 3D, se poate observa o diferență între cityGML, care vede separat cele două fețe ale peretelui și le leagă de spațiu, și BIM, care vede cele două fețe legate de elementul solid și spațiul

classified is clear in how they are introduced in the VU-WIKI database², integral part of the Global Earthquake Model initiative³ which includes also the development of a WHE based taxonomy.

1.2. Computer software useful for the analysis of the function and its relationship with costs

The next step of review has been how far the analysed methods are sustained by computer software, the large context of the COST action to which this research belongs having an ICT component. The creation of ontology for future software, or the idea of a new game, can be better put in context.

The already mentioned software is Confrontation manager which proposes the „what if” cybernetic approach, common to the one of Christopher Alexander et al (1977) in „a pattern language”. This approach is suitable for games too.

In a former project, PIANO (“The innovation in the plan of the current floor: Zoning in blocks of flats for the middle class in the first half of the 20th century”) we proposed similarly to the ontology of decision ontology of zoning. This way the spatial information of a building could be systemised in a way related to the Building Information Modelling systems. We propose a dialogue between the information connected to the „line”, represented by solid elements such as walls, as well as the information connected to „polygons”, represented by holes defined by these solid elements, which are the rooms. Analysing the way in which 3D models are made there is a difference between cityGML which sees separately the two faces of the wall and connects them to the space and BIM which sees the two faces connected to the solid element and the space independently. The way in which the ontology of zoning can be translated in

2 <http://www.vuwiki.org/>

3 <http://www.globalquakemodel.org>

2 <http://www.vuwiki.org>

3 <http://www.globalquakemodel.org>

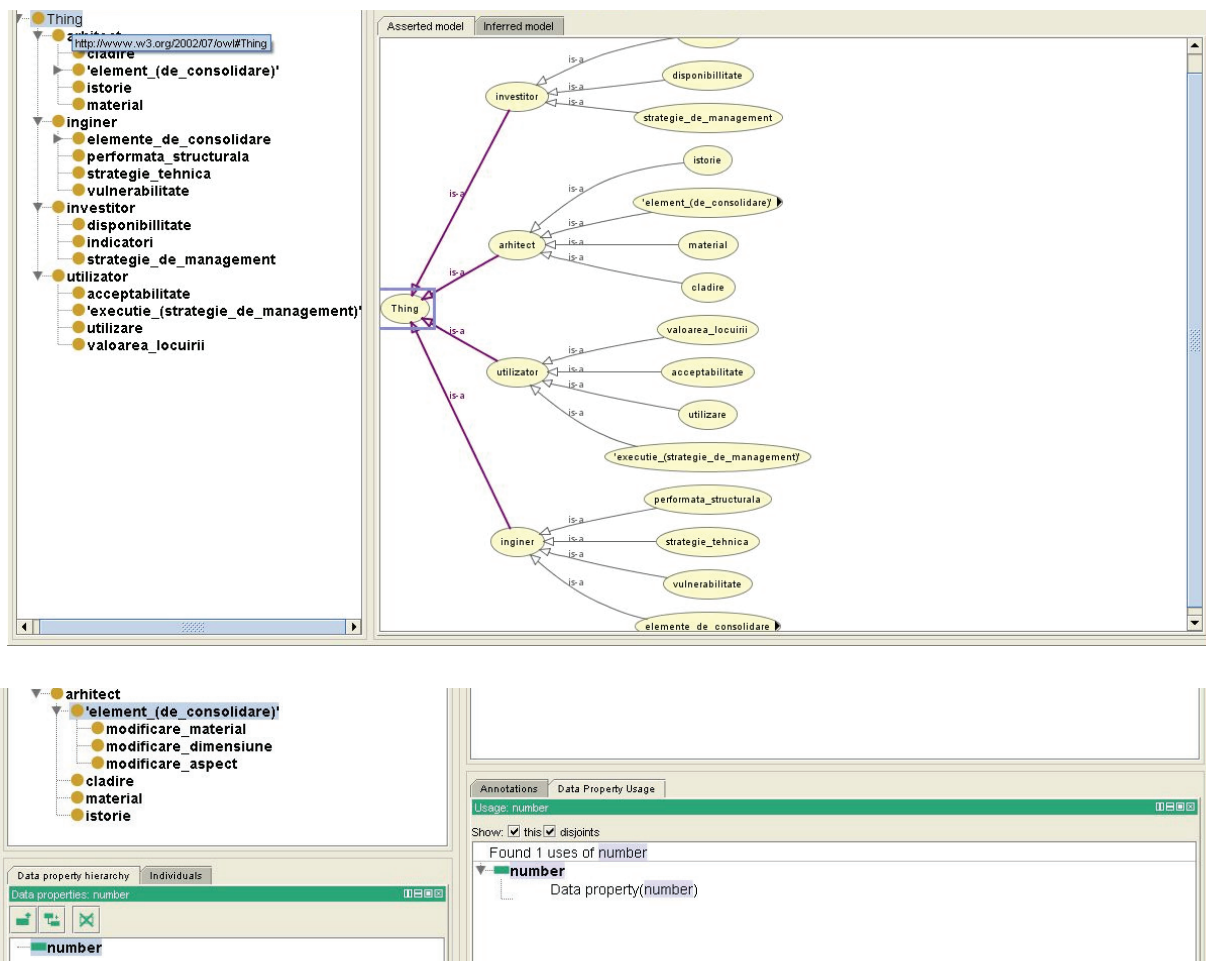


Fig. 3 a. b.

Ontologie pentru criteriile și subcriteriile actorilor – o bază de date relațională pentru transpunerea într-un program de calculator. (după Boștenaru, 2013) /

Ontology for the criteria and sub-criteria of the actors – a relational database for the transposition in a computer software (after Boștenaru, 2013).

independent. Modul în care ontologia zonificării se poate traduce în semn (Eco, 1997) și semantică reprezintă un mod exploatabil de transpunere a rezultatelor acestei cercetări. Conectarea spațiului cu funcțiunea este un mod de îmbogățire semantică a modelului 3D, dar și de transpunere a ideilor avangardei privind Raumplan și conformarea dependentă de funcțiune. Salvatore Liotta⁴ propune un alt mod de citire a semanticii, legat de scara urbană: limbajul din conformarea spațiilor (exprimat prin trama stradală și a spațiilor libere) este adaptat limbajului uman, fiind diferit în Asia și Europa. Cercetători japonezi susțin această idee (prezentare Masayuki Kurokawa la RoCAD 2013), conform căreia și limbajul arhitectural al casei denotă această diferență în modul în care elementele solide închid spațiul sau nu. Vom reveni asupra acestei relații în paragraful următor privind SpaceSyntax. Această ontologie a zonificării poate fi aplicată în domenii precum *facility management*. Alți cercetători care au abordat problema, de ex. James O Donnel et al (2013), au propus așa numitele *linked data*, tot un mod de transpunere a semanticii în domeniul tridimensional. În acest caz, spre deosebire de analiza precedentă, se impune trecerea de la abordarea la scară urbană la cea la scara clădirii. Îmbogățirea semantică a modelelor 3D urbane a fost tema unor proiecte de cercetare, îmbogățirea semantică a modelelor clădirilor poate beneficia pe viitor de dialogul dintre științele geo și *Building Information Modelling*. În cercetarea lui O'Donnel (2013), consumul de energie depinde de funcțiune. Pentru cercetarea noastră este relevantă dependența costurilor de funcțiune, având în vedere că în determinarea costurilor clădirii noi/reconstruite am considerat metoda germană prescrisă de HOAI. Această metodă presupune studierea unor obiecte realizate similare și luarea în consi-

sign (Eco, 1997) and the semantics build an exploitable foreground of the results of the research in the project PIANO. The connection of the space with the function is a way of semantic enrichment of the 3D model, but also of transposition of the ideas of the AvantGarde regarding Raumplan and the shape depending on function. This ontology of zoning can be applied in fields such as facility management. Other researchers which approached the problems O'Donnel et al (2013) proposed the so-called Linked data, also a way of transposing semantics in the 3D model. Salvator-John Liotta⁴ proposes another way of reading semantics, namely connected to the urban scale: the language from the shaping of spaces (expressed in the street grid and the free spaces) is adapted to the human language, being different in Asia and in Europe. Japanese researchers sustain this idea (Masayuki Kurokawa presentation at RoCAD 2013) according to which also the architectural language of the house expresses this difference in the way in which solid elements close the space or not. We will return to this relationship in the next paragraph, regarding SpaceSyntax. In this case, different from the former analysis, the problem is how to go over from the urban scale to the scale of the building. The semantic enrichment of urban 3D models was the topic of some research projects, the semantic enrichment of building models can benefit of the dialog between the geo sciences and Building Information Modelling in the future. In the research of O'Donnel (2013) the energy consumption depends on the function. For our research it is relevant the fact that the costs depend on the function, and this because in the determination of the costs of new buildings/reconstructed buildings we considered a German method prescribed by HOAI. This method foresees the investigation of similar realised objects and consideration of the mean of the costs of five such objects depending on the

4 <http://prezi.com/efevuhwbegsm/untitled-prezi>

4 <http://prezi.com/efevuhwbegsm/untitled-prezi>

derare a mediei costurilor a cinci astfel de obiecte în funcție de tipul de suprafață utilizată. Metoda a fost extinsă și pentru reabilitarea clădirilor. Totuși, baza rămâne calcularea de devize, deci legată de elementele solide, transpusă și pentru restaurare în *Building Information Modelling* în programe precum archiCAD. Fig. 4 și 5 prezintă acest mod de calcul conform HOAI cu ajutorul unor măști Excel (fig. 4 pentru introducerea datelor, fig. 5 pentru analiza rezultatelor). Pentru a realiza transpunerea modelului la un studiu de caz din România am efectuat cercetare de arhivă privind modul de calcul al reconstrucției după catastrofă în cazul satului Corbeni, după inundațiile pe râul Argeș din 1940. Calculele lui Richard Bordenache urmau o schemă a devizului, pe care o vom analiza ulterior.

În cazul cercetării noastre, calculul pe bază de deviz este posibil pentru elementele de consolidare. Date privind numărul și dimensiunea sunt furnizate de programul de calcul al solicitării structurii la seism, iar devizele au fost întocmite în funcție de metoda de consolidare sau de gradul de avariere (Fig. 6).

Un alt mod de analiză considerat și care continuă cercetarea noastră de ontologia zonificării este abordarea *SpaceSyntax* dezvoltată la University College London și care propune o gramatică de relaționare a spațiilor, considerate cuvinte în limbajul arhitectural (în locul elementelor constructive din limbajul clasic). Acest program poate fi văzut în relație și cu abordarea cibernetică a lui Christopher Alexander et al (1977), al cărui limbaj se baza însă pe *patterns*, pe situații spațio-constructive. În cazul *SpaceSyntax*, relația dintre spații este topografică și nu relațională ca la Christopher Alexander. În cercetarea noastră am considerat relația topografică pentru comunicarea costurilor, dar și relația tipologică ca la Alexander et al (1977), ambele derivate din modul în care am construit ontologia zonificării (a se vedea în continuare).

type of used surface. The method has been extended also for the rehabilitation of buildings. Still, the base remains the computation of devices, and as such connected to the solid elements, translated also for restoration in Building Information Modelling in software like archiCAD. Fig. 4 and 5 represent this computation way according to HOAI employing an Excel mask (Fig. 4 for the introduction of data, Fig. 5 for their analysis). To analyse the translation of the model for a case study in Romania we performed archive research regarding the computation of the reconstruction after catastrophe for the village of Corbeni after the flooding of river Argeș in 1940. The computations of Richard Bordenache followed a scheme of the device, which will be later analysed.

In the case of our research the basis computation based on devices is possible for retrofit elements. Data regarding the number and the dimension are provided by the software to compute the structural performance in earthquakes, and the devices were done according to the retrofit methods or the damage degree (Fig. 6).

Another way of analysis we considered and which continues our research of the ontology of zoning is the approach by SpaceSyntax, developed at the University College London, which proposes a grammar of the relationships between spaces, considered as words in the architectural language (instead of the building elements in the classical architectural language). It can be seen in relationship also with the cybernetic approach of Christopher Alexander et al (1977), the language of whom was however based on „patterns”, on spatial-constructive situations. In case of SpaceSyntax the relationship between the spaces is topographical, not relational, as in case of Christopher Alexander et al (1977). In our research we considered the topographic relationship, and not the relational, as for Christopher Alexander et al (1977). In our research we considered the topographical relationship to communicate costs, but also the typological relationship as at Alexander, both derived from the way we constructed the ontology of zoning, as we will see.

- und Raumerfassung										Raumlage und Bemerkungen									
Trakt	Straße	Mihai Eminescu																	
	PLZ Ort	Bucuresti																	
Fläche	Bez.	„Eminescu“																	
Fläche [m²]	sfaktor	Länge [m]	Tiefe [m]	Höhe [m]	Volumen [m³]	Kopf [m²]	Typ	Schlüssel [m²]	ID [m²]	ID Nr.	Zone	Raum	Raumgr.	Ebene	Bereich	Abschnitt	Objekt	ID Projekt	Raum-Beziehungen links oben unten
27,7 €	0,95 x	5,40 x	5,40 x	2,88 =	79,792	4		7830 a	U1					1 UG				HEIZUNG	Wärmepumpe
140,2 €	0,95 x	6,00 x	24,60 x	2,88 =	403,534	4		4110 a	U2					1 UG				LAGER	Lagerhalle
352,3 €	0,95 x	6,00 x	61,80 x	2,88 =	1,014,50	4		7410 a	U3					1 UG				PARKEN	Kraftfahrzeugparkfläche
20,5 €	0,95 x	6,00 x	3,60 x	2,88 =	59,098	4		9240 a	U4					1 UG				TREPPE	
3,1 €	0,95 x	1,80 x	1,80 x	2,88 =	8,865	4		9310 a	U5					1 UG				AUFZUG	Schächte für Personenaufzüge
13,7 €	0,95 x	6,00 x	2,40 x	2,88 =	39,398	1		8200 a	U6					1 UG				WASSER	Wasserzuleitung
146,7 €	0,95 x	7,80 x	19,80 x	2,88 =	422,54	1 12		4520 a	U7					1 UG				LADEN	
41,0 €	0,95 x	12,00 x	3,60 x	2,88 =	118,19	2		7410 a	E1					1 UG				PARKEN	Kraftfahrzeugparkfläche
205,2 €	0,95 x	18,00 x	12,00 x	2,88 =	590,97	4			E2					1 UG				TERRASSE	
27,4 €	0,95 x	6,00 x	4,80 x	2,88 =	78,797	4		9110 a	E3					1 UG				FLUR	
34,2 €	0,95 x	6,00 x	6,00 x	2,88 =	98,496	1		4520 a	E4					1 EG				LADEN	
13,7 €	0,95 x	6,00 x	2,40 x	2,88 =	39,398	1		4110 a	E5			Fahrräder		1 EG				LAGER 1	Lagerhalle
20,5 €	0,95 x	6,00 x	3,60 x	2,88 =	59,098	1		4110 a	E6			Müll		1 EG				LAGER 2	Lagerhalle
34,2 €	0,95 x	6,00 x	6,00 x	2,88 =	98,496	13		2160 a	E7					1 EG				BÜRO	Büro
136,8 €	0,95 x	6,00 x	24,00 x	2,88 =	393,98	3 13		2160 a	E8					1 EG				BÜROS	Büro
20,5 €	0,95 x	6,00 x	3,60 x	2,88 =	59,098	5		9240 a	E9					1 EG				TREPPE	
90,3 €	0,95 x	14,40 x	6,60 x	2,88 =	260,02	5		9310 a	E10					1 EG				AUFZUG	Schächte für Personenaufzüge
102,6 €	4,75 x	6,00 x	3,60 x	2,88 =	295,48	1		9240 a	1 01					1 EG				TREPPE	
15,4 €	4,75 x	1,80 x	1,80 x	2,88 =	44,323	1		9310 a	1 02					1 EG				AUFZUG	Schächte für Personenaufzüge
57,5 €	0,95 x	8,40 x	7,20 x	2,88 =	165,47	4		1140 a	1 03					1 EG				ENZIMMERWOHNUNG	
143,6 €	0,95 x	12,00 x	12,60 x	2,88 =	413,68	2 13		1111 a	1 04			zur Strasse		1 EG				MEHRZIMMERWOHNUNG 1	
136,8 €	0,95 x	12,00 x	12,00 x	2,88 =	393,98	1		1111 a	1 05			zum Hof		1 EG				MEHRZIMMERWOHNUNG 2	
102,6 €	4,75 x	6,00 x	3,60 x	2,88 =	295,48	1		9240 a	2 01					1 EG				TREPPE	
15,4 €	4,75 x	1,80 x	1,80 x	2,88 =	44,323	1		9310 a	2 02					1 EG				AUFZUG	Schächte für Personenaufzüge
57,5 €	0,95 x	8,40 x	7,20 x	2,88 =	165,47	4		1140 a	2 03					1 EG				ENZIMMERWOHNUNG	
143,6 €	0,95 x	12,00 x	12,60 x	2,88 =	413,68	2		1111 a	2 04			zur Strasse		1 EG				MEHRZIMMERWOHNUNG 1	
136,8 €	0,95 x	12,00 x	12,00 x	2,88 =	393,98	1		1111 a	2 05			zum Hof		1 EG				MEHRZIMMERWOHNUNG 2	
102,6 €	4,75 x	6,00 x	3,60 x	2,88 =	295,48	1		9240 a	3 01					1 EG				TREPPE	
15,4 €	4,75 x	1,80 x	1,80 x	2,88 =	44,323	1		9310 a	3 02					1 EG				AUFZUG	Schächte für Personenaufzüge
57,5 €	0,95 x	8,40 x	7,20 x	2,88 =	165,47	4		1140 a	3 03					1 EG				ENZIMMERWOHNUNG	
143,6 €	0,95 x	12,00 x	12,60 x	2,88 =	413,68	2		1111 a	3 04			zur Strasse		1 EG				MEHRZIMMERWOHNUNG 1	
136,8 €	0,95 x	12,00 x	12,00 x	2,88 =	393,98	1		1111 a	3 05			zum Hof		1 EG				MEHRZIMMERWOHNUNG 2	
20,5 €	0,95 x	6,00 x	3,60 x	2,88 =	59,098	2		9240 a	4 01					1 2 0 G				TREPPE	
3,1 €	0,95 x	1,80 x	1,80 x	2,88 =	8,865	2		9310 a	4 02					1 2 0 G				AUFZUG	Schächte für Personenaufzüge
85,5 €	0,95 x	12,00 x	7,50 x	2,88 =	246,24	1		4210 a	4 03					1 2 0 G				TERRASSE	
266,8 €	1,42 x	16,60 x	12,00 x	2,88 =	768,26	5		1111 a	4 04			zur Strasse		1 2 0 G				MEHRZIMMERWOHNUNG 1	
95,8 €	0,95 x	12,00 x	8,40 x	2,88 =	275,78	1		1111 a	4 05			zum Hof		1 2 0 G				MEHRZIMMERWOHNUNG 2	
3,1 €	0,95 x	1,80 x	1,80 x	2,88 =	8,865	1		9310 a	5 01					1 2 0 G				AUFZUG	Schächte für Personenaufzüge
20,5 €	0,95 x	6,00 x	3,60 x	2,88 =	59,098	1		9240 a	5 02					1 2 0 G				TREPPE	
75,2 €	0,95 x	12,00 x	6,60 x	2,88 =	216,88	1		1111 a	5 03			zum Hof		1 2 0 G				MEHRZIMMERWOHNUNG	

Fig. 4.

Calculul suprafețelor spațiilor, bază a calculului costului de construcție a unei clădiri noi. Cheia o reprezintă funcțiunea.

Grila de calcul ia în considerare și relația cu alte spații și funcțiunea acestora (după Boștenaru, 2006) /

The computation of the surfaces of spaces, basis of the computation of the construction cost of a new building.

The key is the function. The computation grid considers also the relationship with other spaces and what function these have (after a graphic in Boștenaru, 2006).

FBK, Teil 1, Ausgabe: 2.88	? BKK[DM]	SBK[DM/m ²]	Ber. a [m ²]	? SBK [DM]	[%]	[%]
		seitl. um schlossen	räum l. um schlossen		Anteil BKK	SBK
+ Wohnen u. Aufenthalt	1.291.800,51	2.393,0 *	693,0 =	1.658.376,72	78	80
+ Büroarbeit	0,00		0,0 =	0,00	0	0
+ Produktion, Hand- u. Maschinen...	215.300,09	2.393,0 *	115,5 =	276.396,12	78	13
+ Lagern, Verteilen, Verkaufen	107.650,04	2.393,0 *	57,8 =	138.198,06	78	7
+ Bildung, Unterricht und Kultur	0,00		0,0 =	0,00	0	0
+ Heilen und Pflegen	0,00		0,0 =	0,00	0	0
= Hauptnutzfläche	HNF	2.393,0 *	866,3 =	2.072.970,90		
+ Sonstige Nutzungen (NINF)	NINF 0,00		0,0 =	0,00	0	0
= Nutzfläche	NF 1.614.750,64	2.393,0 *	866,3 =	2.072.970,90		
+ Betriebstechnische Anlagen	FF	Kostenmäßig in anderen Flächen erfaßt				
+ Verkehrsersch. u. -sicherung	VF	Kostenmäßig in anderen Flächen erfaßt				
Nicht erfaßte Flächen	0,00	2.393,0	0,0 =	0,00	70	0
		Ø [DM/m ²] gewählt				
Zuschläge	0,00			0,00	70	0
Kostenschätzung	BKK (KGR. 300)	TKK (KGR. 400)	SBK (KGR. 300+400)			
Bruttokosten	1.614.750,64	468.220,26	2.072.970,90		incl. MWST.	

Fig. 5.

Calculul costului de construcție a unei clădiri noi în funcție de funcțiunea clădirii (după Boștenaru, 2006) /
The computation of construction cost of a new building depending on the function in it (after a graphic in Boștenaru, 2006).

SpaceSyntax propune o analiză a fluxurilor de circulație, în mod evident determinată de funcțiunea spațiilor, mai precis de relațiile dintre spații determinate de elemente (de ex. ușile). Ca și în cazul îmbogățirii semantice a modelelor 3D, și analiza de tip *SpaceSyntax* pornește de la scara urbană. Cele mai multe modele *SpaceSyntax* analizează fluxurile din piețe publice, din clădiri publice precum muzeele sau legate de structura stradală. Totuși, unele abordări s-au referit și la analiza evoluției partiului arhitectural al unor clădiri interbelice (Vilard and Bafna, 2009). O astfel de analiză se leagă de analiza zonificării funcționale propuse de noi. Partea de analiză a sistemului străzilor propusă de *Space Syntax* intră în dialog cu un alt sistem asistat de calculator pe care l-am analizat, *agent based modelling*. Acesta se aplică la analiza performanței rețelei stradale în caz de intervenție după o catastrofă, cum este cazul analizei noastre, dar este utilă și pentru modelarea resurselor. Nu ne este însă de ajutor pentru analiza performanței consolidării preventive, întrucât presupune o acțiune lineară pentru care se face evaluarea. Particul arhitectural poate fi însă modificat prin intervenția arhitecturală de modificare a funcțiunii pentru reducerea vulnerabilității, în acest caz aplicându-se ambele analize.

Ontologia zonificării (Fig. 7) presupune legarea spațiilor între ele în funcție de legăturile lor funcționale (exprimate și în circulații, conform *Space Syntax*) și reprezentarea spațiilor ca o entitate tip poligon, în vreme ce legăturile funcționale sunt reprezentate de linii pe care sunt listate tipurile de legătură (de ex. un spațiu deservește alt spațiu: bucătăria și locul de luat masa, baia dormitorul etc.). Este un tip de relație care poate fi cartat și prin calculator cu programul COMOB⁵ care permite adăugarea la fotografii specifice care vor fi localizate în spațiu a unui text care le leagă de

SpaceSyntax proposes an analysis of the circulation fluxes, evidently determined by the function of spaces, more precisely by the relationships between spaces determined by elements such as doors. As in the case of semantic enrichment of 3D city models, also the *SpaceSyntax* type of analysis starts at urban scale. Most *SpaceSyntax* models analyse the flux in public places or in public buildings such as museums, or connected to the street grid. Still, some of the approaches referred also to the analysis of the evolution of the architectural layout of interwar buildings (Vilard and Bafna, 2009). Such an analysis is connected to the analysis of zoning we are proposing. The analysis part of the street system proposed by *SpaceSyntax* enters in a dialogue with another computer aided system we analysed, namely *agent based modelling*. This last system is applicable for the analysis of the performance of the street network in case of intervention after a catastrophe, as in case of our analysis. But it is useful to model resources. It is however not useful for the analysis of the performance of preventive retrofit since it suppose a linear action for which evaluation is done. The architectural layout can be modified through the architectural intervention of modification of the function to reduce vulnerability, and in this case both analyses can be applied.

The ontology of zoning (Fig. 7) supposes the connection of spaces between them according to their functional relationships (expressed in circulations, according to *SpaceSyntax*), and the representation of spaces as polygon type entity, while the functional relationships are represented as lines on which types of connection are listed (ex. a space serves another space: the kitchen the dining room, the bathroom the bedroom etc.). It is a type of relationship which can also be mapped on the computer, with help of the software COMOB⁵, which allows the adding to typical photos which can be localised

5 <http://www.comob.org.uk>

5 <http://www.comob.org.uk>

Optpt No:	73	Time= 9,3360,	spalling reached.	Elem:	C2031a.	Unc Conc Strain =	-0.002173 - G.p.(b)
Optpt No:	73	Time= 9,3360,	spalling reached.	Elem:	C2031a.	Unc Conc Strain =	-0.002116 - G.p.(b)
Optpt No:	73	Time= 9,3360,	spalling reached.	Elem:	C2031a.	Unc Conc Strain =	-0.002195 - G.p.(b)
Optpt No:	73	Time= 9,3360,	yield reached.	Elem:	C110b.	Steel Strain =	0.002905 - G.p.(a)
Optpt No:	73	Time= 9,3360,	yield reached.	Elem:	C2011a.	Steel Strain =	0.002853 - G.p.(b)
Optpt No:	73	Time= 9,3360,	fracture reached.	Elem:	C2011b.	Steel Strain =	0.008955 - G.p.(a)
Optpt No:	73	Time= 9,3360,	fracture reached.	Elem:	C2011b.	Steel Strain =	0.009095 - G.p.(b)
Optpt No:	73	Time= 9,3360,	crush reached.	Elem:	C2011b.	Conf Conc Strain =	-0.007241 - G.p.(a)
Optpt No:	73	Time= 9,3360,	crush reached.	Elem:	C2011b.	Conf Conc Strain =	-0.04781 - G.p.(b)
Optpt No:	73	Time= 9,3360,	yield reached.	Elem:	C2011b.	Steel Strain =	0.005749 - G.p.(a)

Typical log-file output

ID	Opt No:	Time:	reached	Elem:	Mat1	Mat2	Strain =	Gauss point
1		10.1500,	crack_cover	bms3412	Unc	Conc	0.000107	G.p.(a)
2		10.1500,	crack_core	bms3911	Conf	Conc	0.000101	G.p.(a)
3		10.1500,	crack_core	bms3911	Unc	Conc	0.000113	G.p.(a)
4		10.1500,	crack_core	bms3912	Conf	Conc	0.000103	G.p.(a)
5		10.1500,	crack_core	bms3912	Unc	Conc	0.000122	G.p.(a)
6		10.1500,	crack_core	bms4411	Unc	Conc	0.000101	G.p.(a)
7		10.1500,	crack_core	bms4412	Unc	Conc	0.000109	G.p.(a)
8		10.1500,	crack_core	bms3911	Conf	Conc	0.000104	G.p.(a)
9		10.1500,	crack_core	bms3911	Unc	Conc	0.000116	G.p.(a)
10		10.1500,	crack_core	bms3912	Conf	Conc	0.000111	G.p.(a)

Log-file imported in MS Access

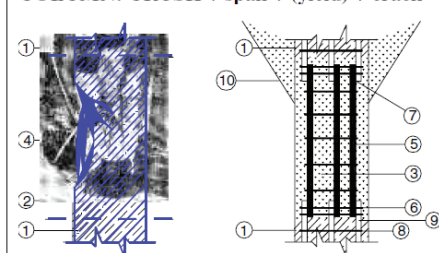
Optpt No	Time	reached	Elem	Mat1	Mat2	Strain =	Gauss point
10.1500,	crack_cover	bms3412	Unc	Conc	0.000107	G.p.(a)	
10.1500,	crack_core	bms3911	Conf	Conc	0.000101	G.p.(a)	
10.1500,	crack_core	bms3911	Unc	Conc	0.000113	G.p.(a)	
10.1500,	crack_core	bms3912	Conf	Conc	0.000103	G.p.(a)	
10.1500,	crack_core	bms3912	Unc	Conc	0.000122	G.p.(a)	
10.1500,	crack_core	bms4411	Unc	Conc	0.000101	G.p.(a)	
10.1500,	crack_core	bms4412	Unc	Conc	0.000109	G.p.(a)	
10.1500,	crack_core	bms3911	Conf	Conc	0.000104	G.p.(a)	
10.1500,	crack_core	bms3911	Unc	Conc	0.000116	G.p.(a)	
10.1500,	crack_core	bms3912	Conf	Conc	0.000111	G.p.(a)	

Log-file output imported in MS Excell

Gauss summe ven ID	yield	crush	spall	crack_core	crack_cover	element
15	4	1	2	4	4	4 bms121
14	4	1	2	4	4	4 bms122
14	4	2	2	4	4	4 bms133
14	4	2	2	4	4	4 bms141
14	4	2	2	4	4	4 bms142
10	2			4	4	4 bms152
10	2			4	4	4 bms153
10	2			4	4	4 bms154
8				4	4	4 bms161
8				4	4	4 bms162

MS Access query

COLUMN: CRUSH + spall + (yield) + crack



1. old concrete, 2. damaged old concrete, 3. new concrete,
4. buckled reinforcement, 5. new reinforcement, 6. new stirrups,
7. welded joint, 8. old stirrups, 9. old reinforcement, 10. formwork

Image of damage

Concrete is damaged until the middle of the column, reinforcement is buckled, but not yet fractured.

Reparation measure:

Replace concrete and reinforcement in the damaged zone.

No.	Work	Price (€)
1.	Breaking up masonry near column	52.41
2.	Unloading the column (bolts)	108
3.	Breaking up concrete with chipping hammer	900
4.	Cleaning up the broken concrete	19
5.	Cutting damaged zones of the reinforcement	12
6.	Laying new reinforcement	149.6
7.	Air blasting of concrete and reinforcement	46.08
8.	New stirrups and their fixing	147.4
9.	Anchoring of the stirrups to the reinforcement bars	90
10.	Roughening and air blasting of the concrete surface	72
11.	Setting up formwork	72
	Formwork and support (scantling)	98.75/4
12.	Casting concrete	136
13.	Removing formwork	72
14.	Plastering (outside and inside)	225
	PRICE	2126.18 (~2000)

Fig. 6.

Calculul costului elementelor de consolidare /
The computation of the costs of retrofit elements.

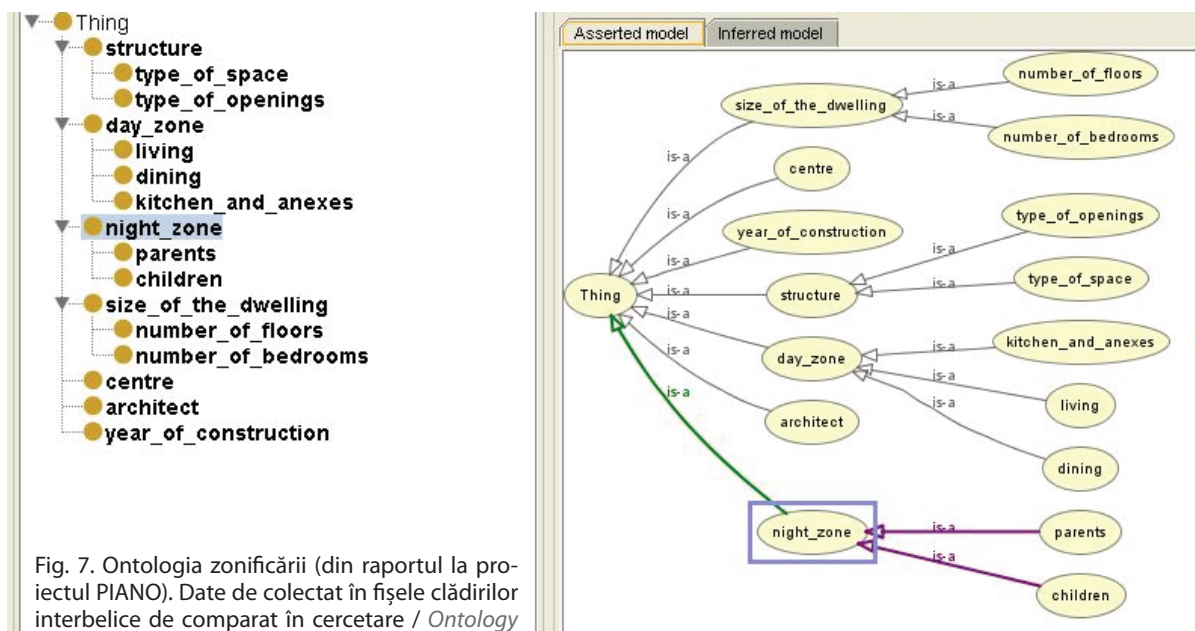


Fig. 7. Ontologia zonificării (din raportul la proiectul PIANO). Date de colectat în fișele clădirilor interbelice de comparat în cercetare / *Ontology of zoning (from the report of the project PIANO). Data to be collected in the forms of interwar buildings to be compared by means of research*

punctul central. Astfel ia naștere un alt tip de relevu. Legând metodologia de cea de proiectare a clădirilor noi, putem spune că poligonul dedicat spațiului poate lua orice formă adecvată funcțiunii (precum și în realitate în Raumplan), sugerându-se astfel care este mai adecvat, cel rectangular sau cel liber, precum și o indicație privind dimensiunea. Astfel, o organizare a informației pentru proiectare poate fi tradusă vizual pentru implementarea în programe de calculator.

Topologia este introdusă, așa cum am arătat, în programul de costuri. De remarcat faptul că precum în BIM, schimbările în timp sunt luate în considerare, precum și relația container-conținut și rolul circulației

in the space of a text which connects them to the central point. This way another type of building survey is born. However, connecting the method to the design method of new buildings which can tell that the polygon dedicated to the space can take any shape which should be suitable to the function (as in reality in the Raumplan) suggesting so if the rectangular or the free one are more suitable, as well as an indication regarding the dimension. This way an organisation of the information for design can be visually translated for the implementation in computer software.

The topology is introduced, as we have shown, in the costs software. It is remarkable that like in BIM modifications in time are considered, as well as the relation-

ilor. Acestea, deși pot fi reprezentate legând spațiile, sunt considerate și ca element separat, fiind un factor de cost și de proiectare.

Ontologia zonificării leagă cercetarea spațială de una privind tipologiile, care poate fi efectuată prin metoda *Historical Network Research*. Există un program de calculator ORA care permite compararea obiectelor sau imaginilor de arhitectură în funcție de autor, an, resursă, locație și alte criterii nenumerice pentru a crea o rețea de similitudini. Clădirile obiect al cercetării pot fi astfel comparate între ele luând în considerare similitudini între criteriile exprimate în ontologia zonificării. În acest mod, se stabilește o similitudine controlată a obiectelor de comparație luate în considerare pentru calculele de cost, independent de datele numerice privind suprafețele afectate diferitelor funcțiuni principale și secundare considerate în programul Excel.

Prin modurile de organizare a informației propuse legăm relevul de managementul de proiect în care intervin specialiștii și de calculul costurilor. Elementele de bază îmbogățite semantic în faza de relevu, container și conținut, sunt elementele luate ca unitate în managementul de proiect și sunt cele asupra cărora se fac calculele. Este vorba de o metodă de proiectare integrată. Deși la începutul cercetării noastre am propus elementele de consolidare (Boștenaru, 2006) în baza cărora se face devizul ca fiind aceste module care leagă modul de organizare a informației a diverșilor specialiști și constituie astfel baza analizei multicriteriale, cercetarea de față propune ca alternativă spațiul și funcțiunea (conținutul structurii create de elementele de consolidare). În afară de clădirile interbelice cu structură din beton armat am analizat zonificarea partiului și exprimarea funcțiunii în organizarea spațiului, deseori ca Raumplan în proiectarea de construcții noi, post 1989, de tip vilă, din București. Dacă la începutul abordării se consideră relevul, pentru

ship between container and contents as well as the role of circulation. These, although they can be represented connecting the spaces, are considered a separate element, being a cost and design factor.

The ontology of zoning connects the spatial research to one regarding typologies, which can be done by means of Historical Network Research. A software called ORA permits comparison of architecture objects or images by means of the author, year, resource, location and other non numerical criteria in order to create a network of similarities. The buildings object of the research can be thus compared among them taking into account similarities between the criteria expressed in the ontology of zoning. This way a controlled similarity of the comparison objects considered for costs computations can be done, independently of the numerical data regarding the surfaces dedicated to each principal and secondary function considered by the Excel software.

Through the ways proposed for the organisation of information we connect the building survey to project management, in which experts interact, and to the computation of costs. The basic elements which are semantically enriched in the building survey phase, container and contents, are the elements taken as management unit for the project and are those on which the computations are done. It is about an integrated project method. Although at the begin of our research we proposed the retrofit elements (Boștenaru, 2006), on the bases of which the device is being done, as being those modules which connect the way of organising information of different experts and thus basis for the multi-criteria analysis, the current research proposes the space and the function (the content of the structure created by the retrofit elements) as alternative.

Apart of the interwar buildings with reinforced concrete structure we analysed the zoning of a floor plan and the expression of the function in organising the space, often as Raumplan, in the design of new buildings, post 1989,

acestea din urmă putem lua în considerare planurile de autorizație de construcție, propunând o nouă abordare ca punct de plecare a studiului, cercetarea de arhivă. Este ceea ce am făcut pentru clădirile din satul Corbeni, unde putem studia, în paralel cu costurile, tipologiile construcțiilor interbelice propuse.

2. Analize comparative ca bază de discuție

Am realizat analize comparative între metodele prezentate în recenzia anterioară:

Agent based modelling – abordarea noastră multicriterială – abordări noi (*drama theory* și *game theory* privind conflictul)

Teoria noastră, sprijinită pe BIM, este mai adecvată pentru cutremur, în vreme ce GIS și celelalte teorii sunt pentru acțiuni liniare (de ex. inundație, tsunami, noroi roșu, pentru care avem studii de caz). În același timp, acest lucru reflectă scara la care am lucrat, a clădirii în loc de cea urbană.

În prezent, culegem informații despre cazuri reale de aplicare a metodelor de consolidare (o parte, pentru clădirile din piatră, deja publicate, cele despre clădirile din beton armat vor fi culese) pentru a putea efectua o analiză *Monte-Carlo* de calibrare.

3. Concluzii pentru o modelare viitoare

Cercetarea pentru modelare fiind efectuată la Lisabona, am ales acest studiu de caz pe care l-am detaliat în alte publicații. Cercetarea trebuie să fie utilă pentru a trage concluzii pentru situri centrale din București în zone protejate (bdul Magheru, centrul istoric, zona Palatului Parlamentului).

Cercetarea prin îndrumarea studenților a condus la lucrări interesante în care dezastrul este văzut ca ocazie a unei (re)construcții, spațiul netezit de dezastru

of villa type, in Bucharest. If first we considered the building survey, for the later we can consider the construction authorisation, proposing thus a new approach, that of archive research, as starting point of the study. It is what we have done for the buildings in Corbeni village, where we can study the typologies of the proposed interwar buildings parallel to their costs.

2. Comparative analysis as a discussion basis

We performed comparative analyses between the methods presented in the previous review:

Agent based modelling – our multi-criteria analysis – new approaches (drama theory and game theory regarding conflict)

Our theory, supported by BIM, is more suitable in case of the study of earthquake impact, while for the other theories linear actions (ex. flood, tsunami, red slum, for which we have case studies). In the same time this reflects the scale we worked at, of the building instead of the urban one.

Currently we collect information about real cases of implementation of retrofit methods (a part, for the stone buildings, already published, and in course of investigation that regarding the reinforced concrete buildings) in order to perform a Monte-Carlo calibration analysis.

3. Conclusions for future modelling

For modelling, since the research was performed in Lisbon, we selected this case study, which we detailed in other publications. The research can be useful in order to draw conclusions for central sites in Bucharest in protected zones (Magheru Boulevard, historical centre, the zone of the Parliament Palace).

Research through advising students has led to interesting works in which the disaster is seen as occasion for a

putând fi din nou striat, dacă luăm în considerare metafora lui Deleuze (1980). Prin aceasta ne întoarcem la scara orașului și avem nevoie de modelul 3D urban. Între scara clădirii și scara urbană trebuie realizată o regresie.

În cadrul unei școli de vară am lucrat la realizarea unei ontologii a reacției la cutremur la nivel urban, pentru a pune bazele modelului urban 3D cu îmbogățire semantică (Fig. 8).

Ontologia deciziei trebuie adaptată de la modelarea aspectelor de facility management/energie (în cercetări preliminare de ontologie și în cele archiCAD BIM) la cele structurale. În acest sens, poate fi utilă modelarea ontologiei structurii din WHE, dar trebuie să avem în vedere că aceasta consideră containerul, elementele solide, și nu spațiul, conținutul. Am avut în vedere întotdeauna acest dialog container-conținut, spațiu-structură, primul fiind asociat funcțiunii.

O cercetare viitoare se va referi la rolul spațiilor verzi în reconstrucție și aspectele economice ale unor astfel de intervenții. Spațiile verzi contribuie la spațiile de securitate, în cazul reconfigurării urbane considerând dezastrul ca ocazie de proiect. Woinaroschi (2011) a condus studii de arhivă privind aspectele economice ale prevederii de spații verzi (care pot juca și un astfel de rol, de spațiu pentru locuirea imediată de urgență) care constituie un model pentru noi, având în vedere studiile de arhivă pentru comuna Corbeni. Și modelul socio-economic al jocurilor ia în considerare acest aspect: spațiile verzi ridică valoarea economică a terenurilor învecinate și pot constitui o sursă de agricultură urbană când nu funcționează ca elemente de refugiu.

Un viitor joc ar putea cupla ideea construcției bisericii cu cea a satului din perioada medievală în reconstrucția de azi, la Corbeni în Argeș sau după noroiul roșu de la catastrofa chimică din Ajka, Ungaria.

(re)construction, the space smoothed by the disaster can be striated again, if we consider the metaphor of Deleuze (1980). Through this we return to the scale of the city and we need the urban 3D model. Between the scale of the building and the urban scale a regression shall be done. In frame of a training school we worked on doing the ontology of the reaction at urban level to an earthquake in order to set the basis of a semantically enriched 3D city model (Fig. 8).

The ontology of decision has to be adapted from the modelling of the issues related to facility management/energy (in preliminary research linked to ontology and to archiCAD BIM) to the structural ones. In this regard the modelling of the ontology of the structure in the WHE can be useful, but we have to keep in mind that this one considers the container, the solid elements, and not the space, the contents. We have always considered this container-contents dialogue, space-structure, the first being associated to the function.

A future research will approach the role of the green spaces in reconstruction and the economic aspects connected to such an intervention. Green spaces contribute to the creation of security spaces in case of urban reconfiguration considering the disaster as project occasion. Woinaroschi (2011) did archive studies regarding the economical aspects of foreseeing green spaces (which can play also such a role, of space for the immediate emergency housing) which are model for us considering the archive studies for the village of Corbeni. But also the socio-economic model in games takes this aspect into account: green spaces increase the economic value of neighbouring land, and can be a source for urban agriculture when they do not work as shelter.

A future game could connect the idea of the construction of the church with that of the village in the Middle Ages, with reconstruction today, in Corbeni, Argeș or after the red slum after the chemical catastrophe in Ajka, Hungary.

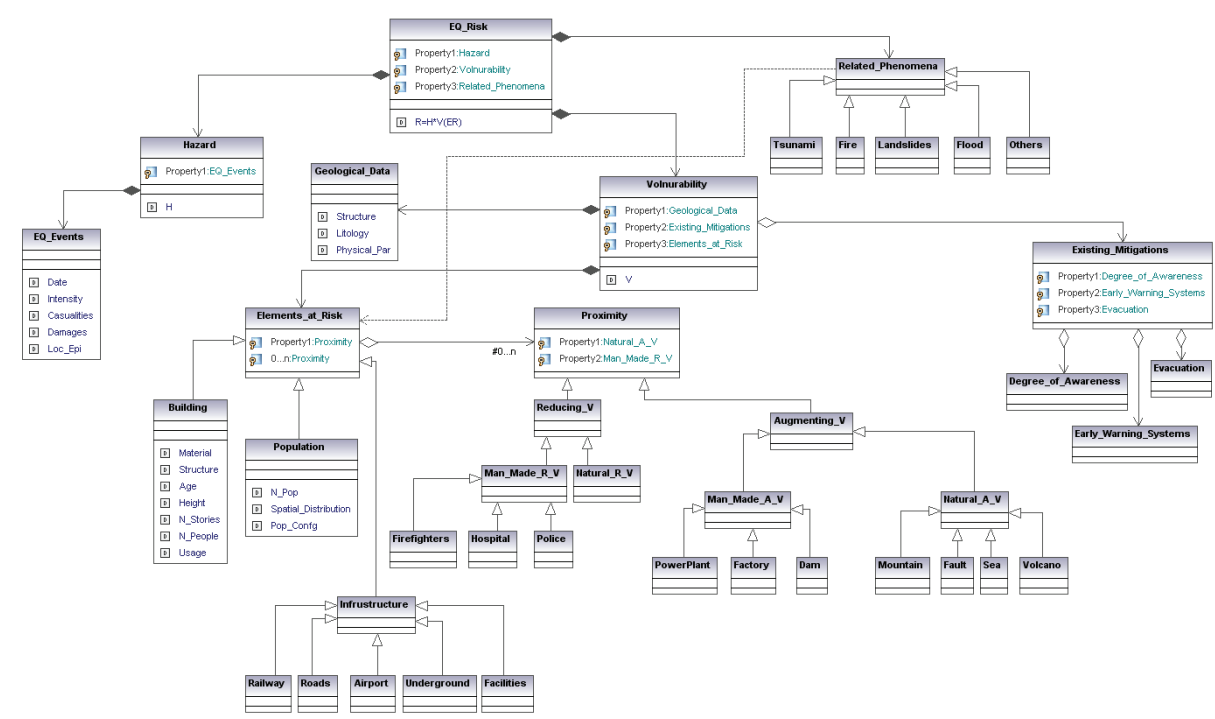


Fig. 8.
 Ontologia cutremurului / *Ontology of the earthquake at urban scale.*
 Grup / *Group*: Franca Disabato, Maria Boștenaru Dan, Milos Marjanovic, Paolo Fogliaroni,
 Federico Vladimir Gutierrez Corea, Giorgio De Felice, Farid Karimipour

Spațiile verzi pot juca un rol și pentru spațiul interior al locuinței, proiecte ale noastre incluzând pereți verzi, propuse pentru reconstrucție, putând fi comparate, prin mijloacele propuse, cu vilele contemporane pe care le-am analizat. În cadrul cercetării acestea au fost depuse la concursul „Locuința sustenabilă II” pentru calculul estimativ al costurilor de construcție, un criteriu de selecție.

Mulțumiri

Această cercetare a fost finanțată în cadrul COST Action IS1105 printr-o STSM la ISCTE-IUL, Lisabona, Portugalia, martie-aprilie 2013. Dezvoltările de BIM pentru eficiență economică au fost dezvoltate ulterior și se încadrează în obiectul 3 al bursei postdoctorale finanțate din contractul POSDRU/159/1.5/S/133391, proiect strategic “Programe doctorale și post-doctorale de excelență pentru formarea de resurse umane înalt calificate pentru cercetare în domeniile Științele Vieții, Mediului și Pământului”, cofinanțat din Fondul Social European, prin Programul Operațional Sectorial pentru Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013.

Green spaces can play a role also for the interior space of the house, our projects including green walls, proposed for reconstruction, which can be compared, through the proposed means, with the contemporary villas we analysed. In frame of the research these were submitted to the competition „Sustainable housing II” for the computation of the estimation of construction costs, a competition criterion.

Acknowledgements

This research was funded in frame of the COST Action IS1105 through an STSM at ISCTE-IUL, Lisbon, Portugal, March-April 2013. The BIM developments for economic efficiency were later developed as part of objective 3 of the postdoctoral grant supported by the strategic grant POSDRU/159/1.5/S/133391, Project “Doctoral and Post-doctoral programs of excellence for highly qualified human resources training for research in the field of Life sciences, Environment and Earth Science” cofinanced by the European Social Found within the Sectorial Operational Program Human Resources Development 2007 – 2013”.

Bibliografie / Bibliography

- ALEXANDER, Ch., ISHIKAWA S., SILVERSTEIN, M., *A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction*, Oxford University Press, USA, 1977
- BOȘTENARU Dan, M., Multi-criteria decision model for retrofitting existing buildings , în *Natural Hazards and Earth System Sciences* 4: 485–499., 2004
- BOȘTENARU Dan, M., *Wirtschaftlichkeit und Umsetzbarkeit von Gebäudeverstärkungsmaßnahmen zur Erdbebenertüchtigung*. Shaker Verlag, Aachen, 2006
- BOȘTENARU Dan, M., *Interwar architecture with reinforced concrete structure exposed to multihazard in European context. Intervention in the Romanian and Italian context*, LIT Verlag, Münster, 2013
- CANBOLAT, P.G., Optimal halting policies in Markov population decision chains with constant risk posture, în *Ann Oper Res*, DOI 10.1007/s10479-012-1302-3, 2013
- CATERINO, N., IERVOLINO, I., MANFREDI, G., COSENZA, E., Comparative Analysis of Multi-Criteria Decision-Making Methods for Seismic Structural Retrofitting, în *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering* 24, 432–445., 2009
- DELEUZE, G., *Mille Plateaux*, Minuit, Paris, 592-625, 1980
- ECO, U., Function and sign: The semiotics of architecture, in Neil Leach (ed.): *Rethinking architecture. A reader in cultural theory*, Routledge, London and New York, p. 182-202, 1997
- GREFFE, X., *La valeur économique du patrimoine: La demande et l'offre de monuments*, Diffusion, Economica, 1990
- NYPAN, T., Cultural Heritage Monuments and Historic Buildings as Generators in a Post-Industrial Economy. In *Culture: New Jobs and Working Conditions through New Information Technology, proceedings of the vertikult workshop at the annual MEDICI conference. 13-14 November, 2003, Milan, Italy*, 2003
- O'DONNELL, J., CORRY, E., HASAN, S., KEANE, M., CURRY E., Building performance optimization using cross-domain scenario modeling, linked data, and complex event processing, *Building and Environment* 62: 102-111, 2013
- RYPKEMA, D.D., *The Economics of Historic Preservation: A Community Leader's Guide*, Washington DC: National Trust for Historic Preservation, 2005
- STRASSET, G., *Das Abwägungsproblem bei multikriteriellen Entscheidungen*. Peter Lang, Frankfurt am Main, 1995
- VIALARD, A., BAFNA, S., Syntax of Change in the Mid-twentieth Century American House, in Koch D, Marcus L and Steen J: *Proceedings of the 7th International Space Syntax Symposium*, KTH, Stockholm, Ref 130, 130:1, 2009
- WOINAROSCHI, C., *București, evoluție urbanistică și arhitecturală în context european – studiu de caz: lotizarea și parcul Ioanid* (in Romanian), PhD thesis, "Ion Mincu" University of Architecture and Urbanism, Bucharest, Romania, 2011