



*Universitatea din București*

---

**Facultatea de Geografie**

**Structuri spatiale si temporale de vulnerabilitate  
urbana la nivelul orasului Bucuresti**

Director,  
Prof.dr. Iuliana Armas

Raport de etapa 2014

Bucuresti

<b>SE APROBA,</b>
<b>REPREZENTANT AUTORIZAT,</b>
<b>UNIVERSITATEA DIN BUCUREȘTI</b>
<b>RECTOR</b>
<b>Prof.univ.dr. Mircea Dumitru</b>

### **Etapă 2014:**

## **Evaluarea vulnerabilității urbane în diferite scenarii de risc**

### **Lista membrilor echipei de cercetare 2014:**

Armas Iuliana

Popovici (Gheorghe) Diana

Dragos Toma

Alexandru Gavris

Bostenaru Dan Maria

Gherasim Cezar

Osaci Gabriela

Cioiu Vladescu (Ormuz) Monica

# CUPRINS

<b>1. Obiective generale si specifice etapei 2014 .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Evaluari multicriteriale .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Evaluari statistice spatiale .....</b>	<b>20</b>
<b>4. Diseminare .....</b>	<b>25</b>
<b>Bibliografie .....</b>	<b>28</b>

## 1. Obiective generale si specifice etapei 2014

Obiectivul etapei se refera la evaluarea vulnerabilitatii urbane in diferite scenarii de cutremure. Vulnerabilitatea reprezintă posibilitatea ca un element expus unui hazard, in cazul acesta cutremurele de pamant, să sufere pagube în urma producerii unui seism. Vulnerabilitatea este elementul care poate micșora efectele unui risc, iar cunoașterea temeinică a vulnerabilității unui spațiu – indiferent de scara de analiza: oraș, cartier sau clădire, sau indiferent de tipul elementului analizat – de mediu, al fondului construit sau vulnerabilitatea socială, reprezintă premisa minimizării riscului. Acest aspect este cu atât mai important cu cât hazardul seismic, prin specificul sau, prezinta o minima capacitate de predictie. In cadrul etapei 2014 a proiectului, ca urmare a reducerii drastice a fondurilor alocate cercetarii, prin actul aditional 2014, obiectivele s-au restrans la evaluarea vulnerabilitatii fondului construit si a celei socio-economice. Aceste obiective au fost indeplinite in totalitate pe baza datelor de recensamant 1992, 2002 si 2012. Un aspect important a fost achizitia si prelucrarea datelor de Recensamant 2012, procedura demarata in aprilie 2014 si finalizata abia in noiembrie 2014.

Aspectele inovatoare pe care le aduce etapa 2014 a proiectului se refera la aplicatiile multicriteriale implementate in analizele spatiale de vulnerabilitate a fondului construit prin metode analitice, bazate pe softul SELENA. Analizele spatiale complexe sunt inca slab reprezentate chiar la nivel international, unde se mentine inca un puternic caracter tehnic in abordari unilaterale. Pentru aplicatiile multicriteriale la nivelul fondului construit, s-a inceput o noua colaborare doctorala cu Dragos Toma-Danila, cercetator la Institutul National de Fizica Pamantului, in cadrul Laboratorului de Inginerie Seismica.

Un alt aspect de noutate al etapei 2014 se refera la analize spatiale multicriteriale si decizionale, aplicate in cadrul tezei de doctorat a doamnei Popovici (Gheorghe) Diana, pe baza datelor de Recensamant 2002. Finalizarea tezei de doctorat in cadrul proiectului a fost unul din obiectivele principale ale acestei etape, lucrarea fiind prezentata public in decembrie 2014. Etapa vine si cu rezultate inedite pe baza

procesarii datelor ultimului recensamant. Un deziderat major al etapei a fost evaluarea trendului dinamic in vulnerabilitatea orasului, pe baza analizelor comparative oferite de recensamintele ultimelor decenii. Pentru a proteja drepturile de autor, aceste rezultate vor fi redate doar sintetic in raport, ele fiind in curs de publicare.

## **2. Evaluari multicriteriale**

### **2.1. Estimarea vulnerabilitatii clădirilor cu ajutorul metodelor analitice (Analize pe baza datelor de Recensamant 2012)**

#### **2.1.1. Metode utilizate**

Metoda analitică utilizată în cadrul proiectului pentru estimarea probabilității de afectabilitate a clădirilor este Improved Displacement-Coefficient Method (I-DCM). Aceasta a fost aleasă ca urmare a rezultatelor bune demonstrate anterior în aplicarea ei pentru București (Toma-Dănilă et al., 2014) și, de asemenea, ca urmare a faptului că este o metodă recentă, apreciată la nivel internațional (Lang et al., 2012) și utilizată în cadrul Sistemului de Evaluare în timp real a Pagubelor generate de un cutremur pe teritoriul României, instalat în cadrul Institutului Național pentru Fizica Pământului (Toma-Dănilă et al., 2014(2)).

Avantajul principal al I-DCM este că aceasta metoda încearcă să exprime efectul mișcării seismice asupra structurii în sine, prin modelarea directă a comportamentului clădirii, transpusă într-un sistem fizic. Ideea pe care se bazează metoda este că orice clădire este avariata structural în urma deplasării spectrale (și nu accelerației în sine). Pentru fiecare clădire (transpusă într-un model cu un singur grad de libertate – SDOF în literatură), deplasarea este privită ca o funcție a forțelor laterale aplicate, și poate fi determinată analitic și convertită în curbe de capacitate ale întregii clădiri, bazate de puncte de randament și de limită (Erduran et al., 2012).

Față de metode analitice precum CSM sau MADRS, I-DCM presupune modificarea curbei deplasărilor pentru SDOF-ul echivalent, prin multiplicarea ei cu o serie de

coeficienți, în vederea obținerii unei deplasări maxime pentru un oscilator neliniar echivalent (fig. 1).

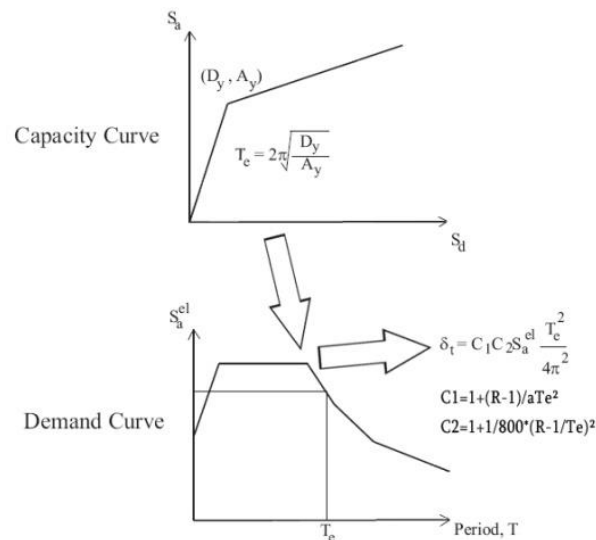


Fig. 1: Schema generală de calcul pentru metoda analitică I-DCM (sursa: Molina et al., 2010)

Curbele de fragilitate sunt dezvoltate ca distribuții logaritmice normale ale probabilității de avariere determinate cu ajutorul curbelor de capacitate sau constatărilor din teren. Estimarea probabilității de avariere a unui tip de clădire dintr-o regiune anume se obține prin reprezentarea valorii de deplasare spectrală a punctului de intersecție (de performanță) dintre o curba de capacitate și inputul seismic convertit în spectru inelastic (fig. 2).

În vederea analizei riscului seismic în baza metodei I-DCM a fost utilizat software-ul open-source SELINA (SEismic Loss EstimatioN using a logic tree Approach), dezvoltat de către Institutul Norsar din Norvegia.

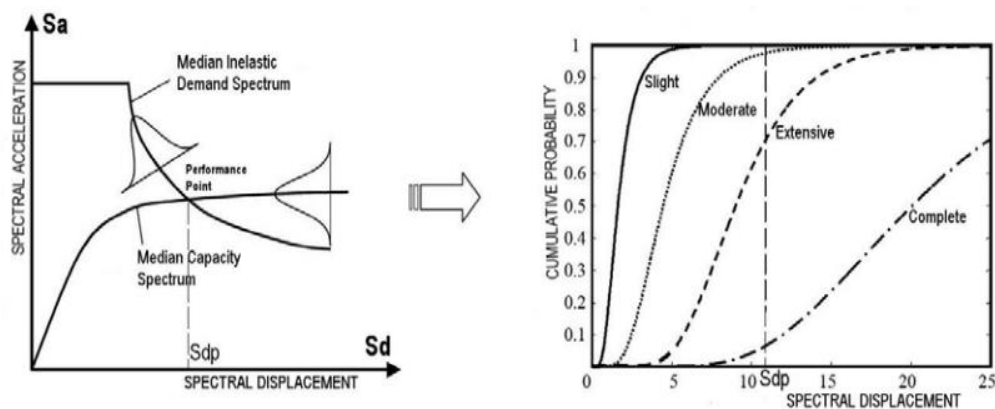


Fig. 2: Schemă simplificată a metodei analitice capacitate-spectru, pentru obținerea probabilităților de avariere a unei clădiri, datorită acțiunii seismice (sursa: Molina et al., 2010)

## 2.1.2. Date de intrare

### 2.1.2.1 Scenarii pentru cutremurul din 4 martie 1977

Până în prezent, singura înregistrare seismică de tip free field din București atribuită unui cutremur vrâncean major (cu magnitudine locală mai mare de 7) este cea de la stația INC (INCERC – zona Pantelimon), din timpul cutremurului din 4 martie 1977. Acest cutremur rămâne cel mai devastator din perioada recentă a Bucureștiului, provocând pagube considerabile: ~1424 morți; ~7598 răniți; 33 clădiri înalte prăbușite (Georgescu et al., 2012). Înregistrarea seismică, pe 2 componente orizontale și una verticală, stă la baza codurilor de proiectare a clădirilor ridicate ulterior – P100. De mare interes pentru societatea actuală este răspunsul la întrebarea: cât de mari ar fi pagubele seismice în București dacă ar avea loc azi un cutremur similar?

Pentru a răspunde pertinent la această întrebare, am ținut să utilizăm în cadrul acestui studiu înregistrarea seismică a cutremurului din 1977, ca și caracterizare a hazardului seismic maxim așteptat, pentru o perioadă de recurență scurtă. Deși este normal și demonstrat (Bala, 2013) că datorită factorilor locali de amplificare din diferite zone ale orașului, caracteristicile mișcărilor seismice pot varia (nu atât de mult ca frecvență cât în amplitudine), nu există deocamdată studii de microzonare pentru situația cutremurului din 1977. În aceasta cercetare a trebuit să ne limităm la

următoarele scenarii aplicate la nivelul întregului oraș, pentru fiecare unitate de analiză (circumscripție de recensământ) considerată:

Tabelul 1: Valori utilizate pentru scenariile cutremurului din 1977, bazate pe înregistrările reale de la stația INC

Scenariu al cutremurului din 1977	PGA (Peak Ground Acceleration)	SA (Spectral Acceleration) la 0.3 s	SA (Spectral Acceleration) la 1 s
Scenariu cu valori maxime ale înregistrării INC	0.198844662	0.371615383	0.574021302
Scenariu cu valori minime ale înregistrării INC	0.165194027	0.315720047	0.3520503943829

Prin alegerea valorilor minime ale înregistrării seismice am căutat să obținem și un prag inferior al pagubelor posibile, pentru zone din București unde factorii de amplificare par a fi considerați inferiori celor din zona Pantelimon, așa cum demonstrează și harta din figura 3. Prin alegerea valorilor de SA la 0.3 și 1 secundă și astfel a recomandărilor IBC2006 (ceva mai apropiate de P100, care încă nu este integrat în softul SELENA) am căutat să ne îndepărtăm de recomandările de calcul a spectrului elastic conform EuroCode8, deoarece s-a demonstrat - deocamdată - inadaptabilitatea acestui spectru la caracteristicile cutremurelor vrâncene de adâncime intermediară (fig. 4).

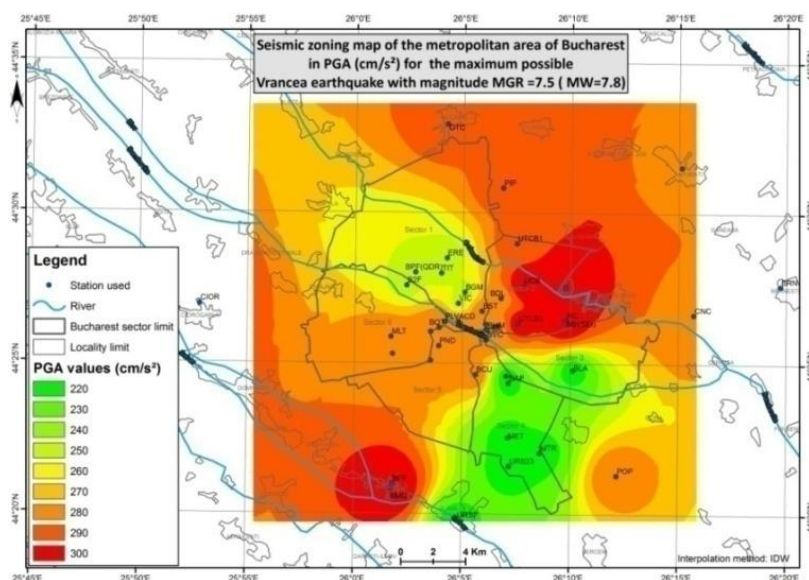


Fig. 3: Harta de microzonare a Bucureștiului, pentru un cutremur vrâncen maxim posibil (Mw 7.8, depth 150 km). (sursa: Mărmureanu et al., 2010)



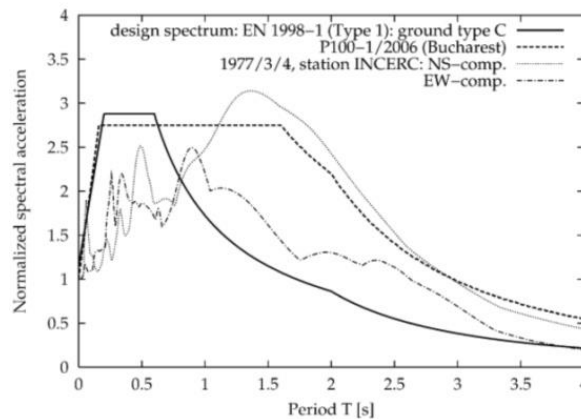


Fig. 4: Spectru elastic de design normalizat pentru București, ținând cont de recomandările EC8 pentru tipul de sol C și de recomandările P100-1/2006, alături de spectrul de răspuns pentru cele două componente orizontale ale cutremurului din 1977, înregistrate la stația INC. (sursa: Lang et al., 2012)

### 2.1.2.2 Date de vulnerabilitate pentru clădiri

Pentru definirea caracteristicilor vulnerabilității clădirilor au fost folosite două surse principale de date pentru București:

- Date colectate la recensământul din 2011-2012 - la nivel de circumscripție – 128 în total.
- Date complexe la nivelul anului 1999, aranjate pentru SELENA și utilizate în cadrul Sistemului de Evaluare în timp real a Pagubelor generate de un cutremur pe teritoriul României – la nivel de sector – 6 în total.

Prin faptul că structura făcută disponibilă de către Institutul de Statistică pentru datele de la recensământul din 2012, deși de mare interes ca urmare a actualității și rezoluției mult îmbunătățite, este mult mai limitată față de structura setului de date din 1999 (așa cum se va vedea ulterior), a fost necesară găsirea unei metode de îmbinare a celor două. Acest lucru s-a realizat cu ajutorul calculului statistic al probabilităților, pentru diferite tipuri de clase ale clădirilor, cu scopul de a putea obține în premieră o estimare credibilă a riscului seismic la nivel de circumscripție de recensământ pentru București, pentru datele actuale.

Datele utilizate de la recensământul din 2011 au următoarele caracteristici, echivalate cu nomenclatorul datelor din 1999, deja aranjate pentru SELENA (prezentate în tabelul 4):

- a. Sunt clasificate în funcție de anul construcției și numărul de etaje, conform structurii din tabelul 2.

Tabelul 2: Clasificarea clădirilor de la recensământul din 2011, după anul de construcție și numărul de etaje

Anul construcției	Nr. de etaje	Echivalent în nomenclatura bd din 1999		Nr. de clădiri
Înainte de 1919	Parter + 1 etaj	PC	L	Pentru cele 128 de circumscripții de recensământ ale Bucureștiului
	2 – 4 etaje		M	
	5 – 7 etaje		M	
	8 - 10 etaje		H	
	Necunoscut		L	
1919 - 1945	Parter ...	PC	L ...	
1946 - 1960	Parter ...	PC	L ...	
1961 - 1989	Parter ...	1/2LC, 1/2MC	L ...	
1990 - 2002	Parter ...	HC	L ...	
2003 - 2011	Parter ...	HC	L ...	
Necunoscut	Parter ...	1/2LC, 1/2MC	L ...	

- b. Sunt clasificate în funcție de materialul de construcție, conform structurii din tabelul 3.

Tabelul 3: Clasificarea clădirilor de la recensământul din 2011, după materialul de construcție

Tip de material	Echivalent în nomenclatura bd din 1999	Nr. de clădiri
Beton armat	1/2RC2, 1/2RC3	Pentru cele 128 de circumscripții de recensământ ale Bucureștiului
Prefabricate	RC5	
Zidarie cu plansee din beton	M3_2, M4	
Zidarie cu plansee din lemn	M3_1	
Lemn	W	
Chirpici	M2	
Alte materiale		

Materiale mixte		
Necunoscut		

Tabelul 4: Structura bazei de date din anul 1999 pentru București, ilustrând și curbele de vulnerabilitate asociate, în vederea utilizării metodelor analitice

	Material de construcție	Cod pt materia l	Cod pt nr. etaje	Cod pt an construcție	Curbe de vulnerabilitate Surse: <sup>1</sup> HAZUS-MH FEMA (2003), <sup>2</sup> Cattari et al. (2004)
MAW	Chirpici sau paiantă	M2	L	PC, LC, MC, HC	URM-L-PC <sup>1</sup>
	Zidărie neconsolidată și podele flexibile	M3_1	L	PC, LC, MC	URM-L-PC <sup>1</sup>
	Zidărie neconsolidată și podele flexibile	M3_1	M, H	PC, LC, MC	URM-M-PC <sup>1</sup>
	Zidărie neconsolidată și podele rigide	M3_2	L	PC, LC, MC	URM-L-LC <sup>1</sup>
	Zidărie neconsolidată și podele rigide	M3_2	M, H	PC, LC, MC	URM-M-LC <sup>1</sup>
	Zidărie armată, reconsolidată sau întărită	M4	L, M, H	HC	M7-2, M7-4, M7-6 <sup>2</sup>
	Lemn	W	L	PC, LC, MC, HC	W1-PC(LC, MC, HC) <sup>1</sup>
RC	Beton armat	RC2	L, M, H	PC, LC, MC, HC	C2-L(M,H)-PC(LC,MC,HC) curbe de fragilitate <sup>1</sup> + curbe de capacitate modificate (de UTCB)
	Cadru de beton armat cu inserții de zidărie neconsolidată	RC3	L, M, H	PC, LC, MC, HC	C3-L(M,H)-PC(LC,MC,HC) curbe de fragilitate <sup>1</sup> + curbe de capacitate modificate (de UTCB)
	Prefabricate din beton armat	RC5	L, M, H	PC, LC, MC, HC	PC2-L(M,H)-PC(LC,MC,HC) <sup>1</sup>
Abrevieri pentru nr. de etaje:	L = Low - maxim 2 etaje		M = Medium - 3-5 etaje		H = High – minim 6 etaje
Abrevieri pt anul de construcție:	PC = PreCode – înainte de 1963		LC = LowCode - 1963-1977		
	MC = Moderate Code - 1978 - 1991		HC = High Code - 1991 - 1999		

Clasificările definite în tabelele anterioare arată în sine un profil de vulnerabilitate a orașului – deosebindu-se zone cu clădiri vechi sau noi, zone cu clădiri predominant din beton armat sau chirpici sau zone cu blocuri înalte și zone cu multe case (fig 5).

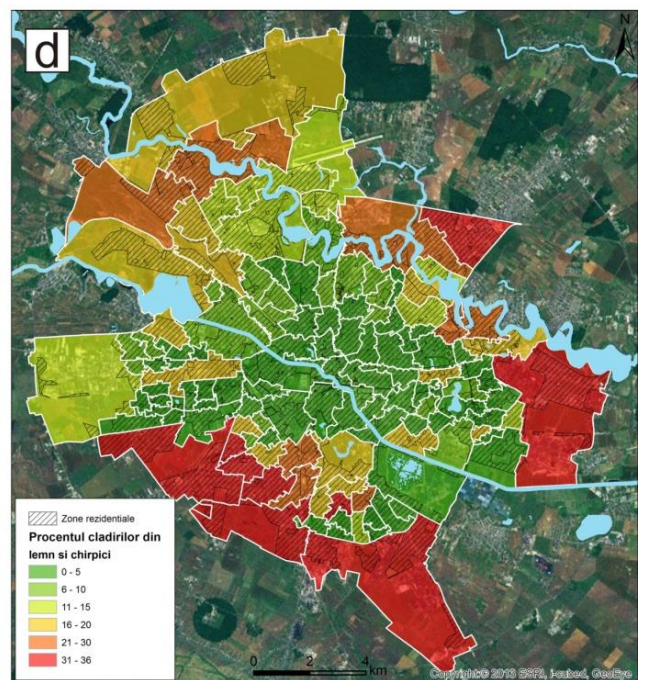
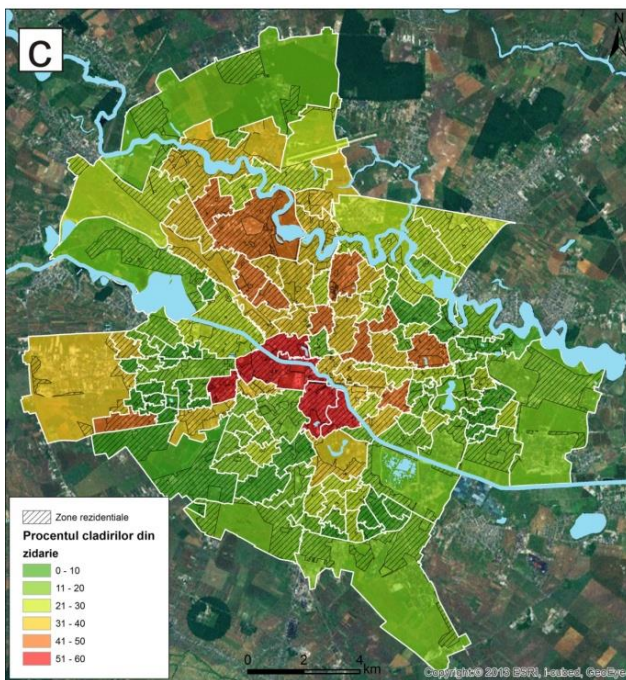
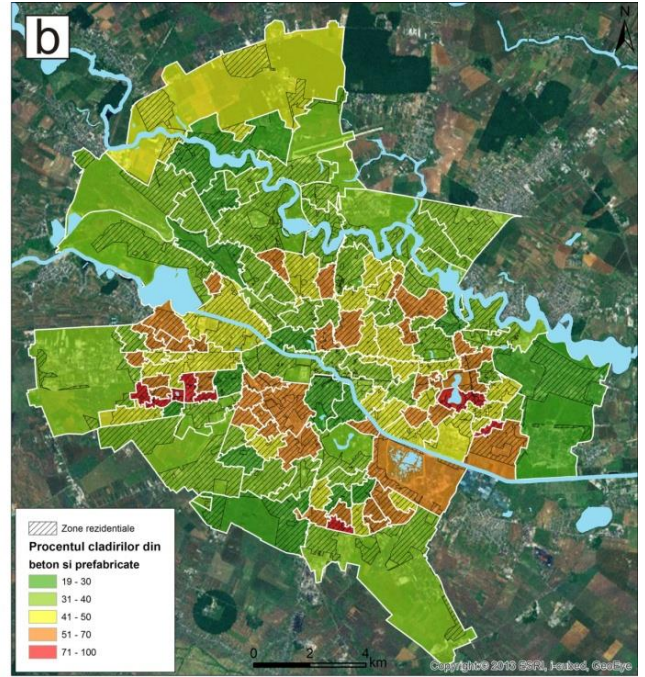
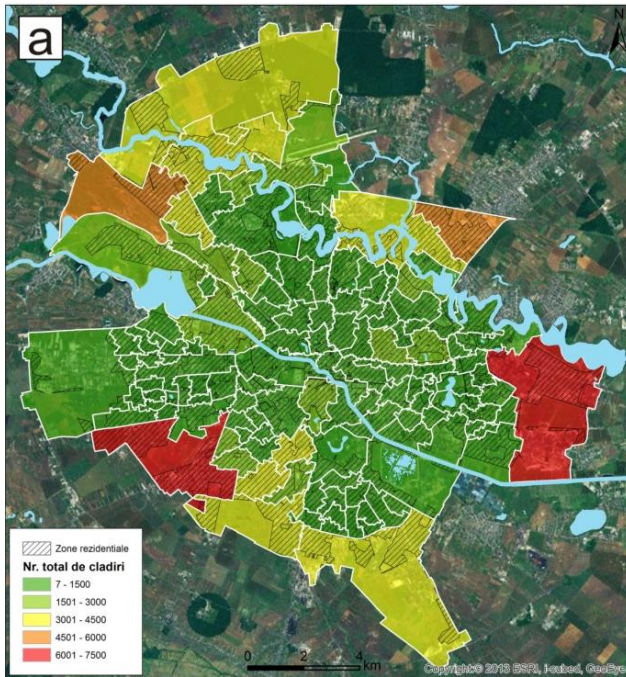


Fig. 5: Date de la recensământul din 2011, pentru clădirile din București la nivel de circumscripție. a) număr total; b) procentul clădirilor din beton și prefabricate (RC2, RC3, RC5); c) procentul clădirilor din zidărie (M3\_1, M3\_2, M4); d) procentul clădirilor din lemn și chirpici (W, M2)



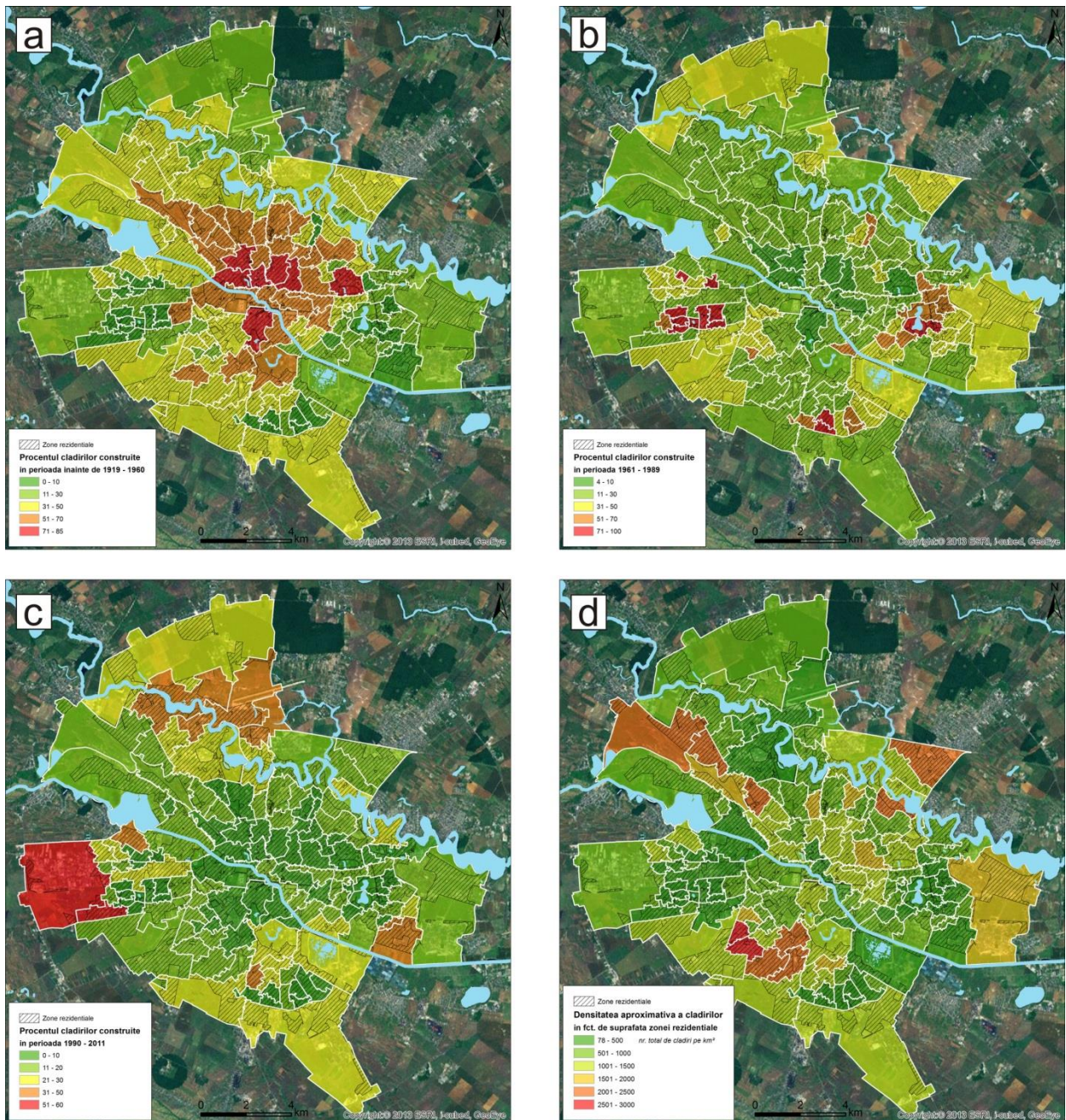


Fig. 6: Date de la recensământul din 2011, pentru clădirile din București la nivel de circumscripție. a) procentul clădirilor construite în perioada de dinainte de 1919 – 1960 (PC); b) procentul clădirilor construite în perioada 1961 – 1989 (LMC); c) procentul clădirilor construite în perioada 1990 – 2011 (HC); d) densitatea aproximativă a clădirilor în funcție de suprafața zonei rezidențiale (calculată cu ajutorul clasificării supervizate și straturilor specifice OpenStreetMap)



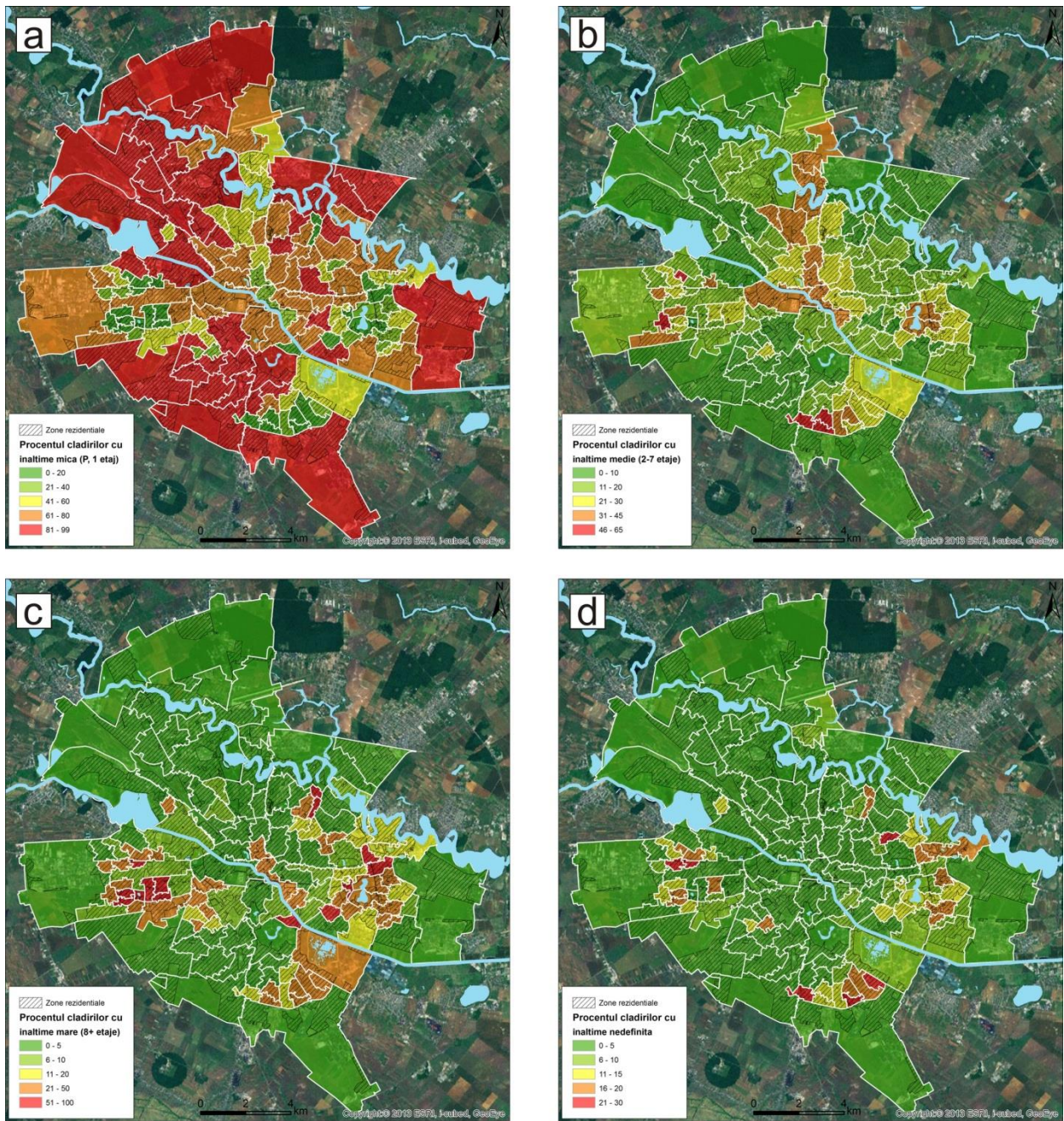


Fig. 7: Date de la recensământul din 2011, pentru clădirile din București la nivel de circumscripție. a) procentul clădirilor cu înălțime mică (L); b) procentul clădirilor cu înălțime medie (M); c) procentul clădirilor cu înălțime mare (H); d) procentul clădirilor cu înălțime nedefinită

În vederea corelării aproximative a informațiilor despre materialul de construcție cu cele despre anul și numărul de etaje al construcției a fost aplicat algoritmul prezentat în figura 8. Acesta folosește probabilitățile de avariere ce pot fi obținute pentru fiecare tipologie constructivă stabilită pentru baza de date din 1999 de la nivel de sector.

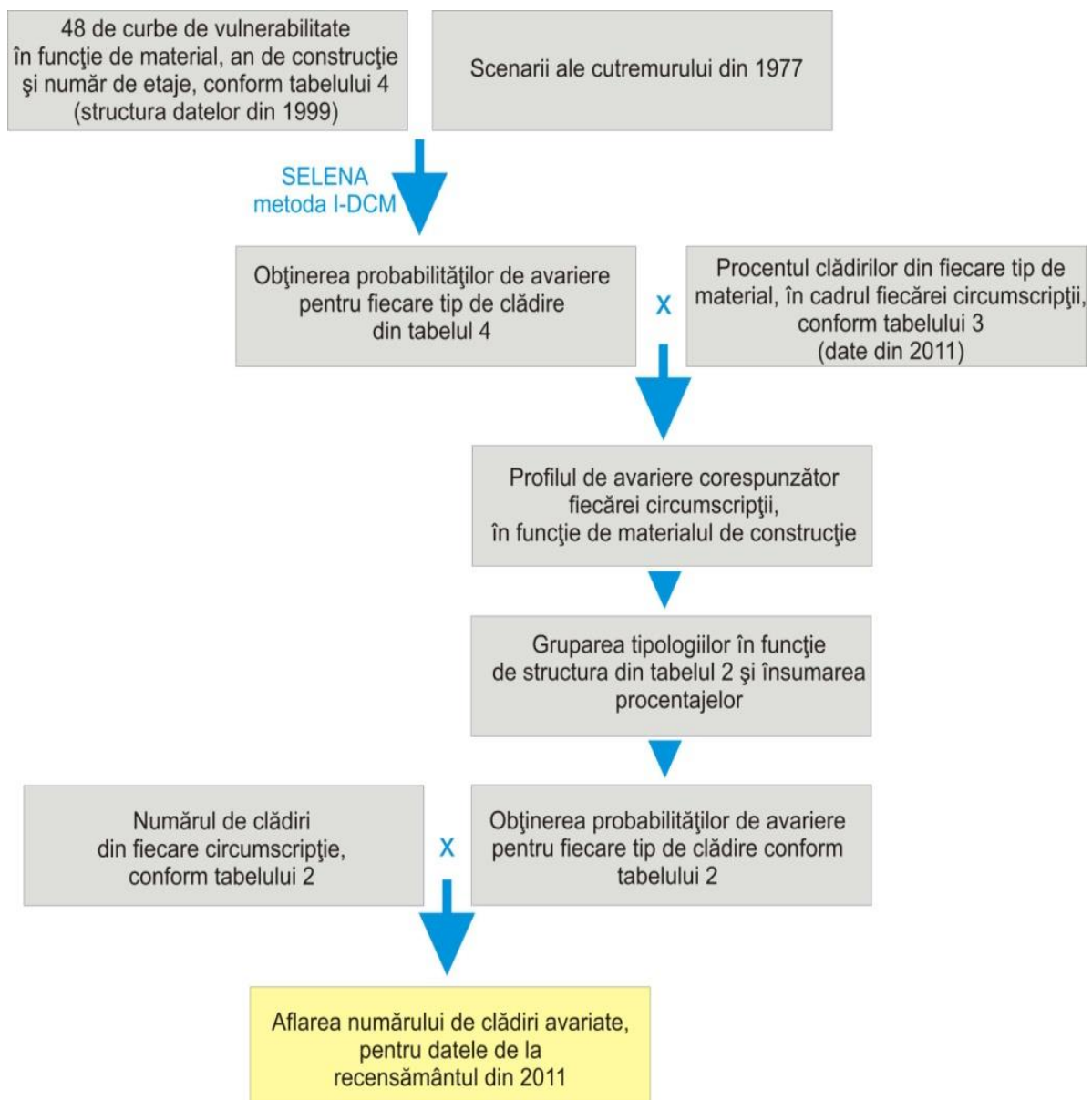


Fig. 8: Schema de calcul a numărului de clădiri avariate pentru datele de la recensământul din 2011, folosind clasificarea datelor din 1999 și SELENA

### 2.1.3. Rezultate

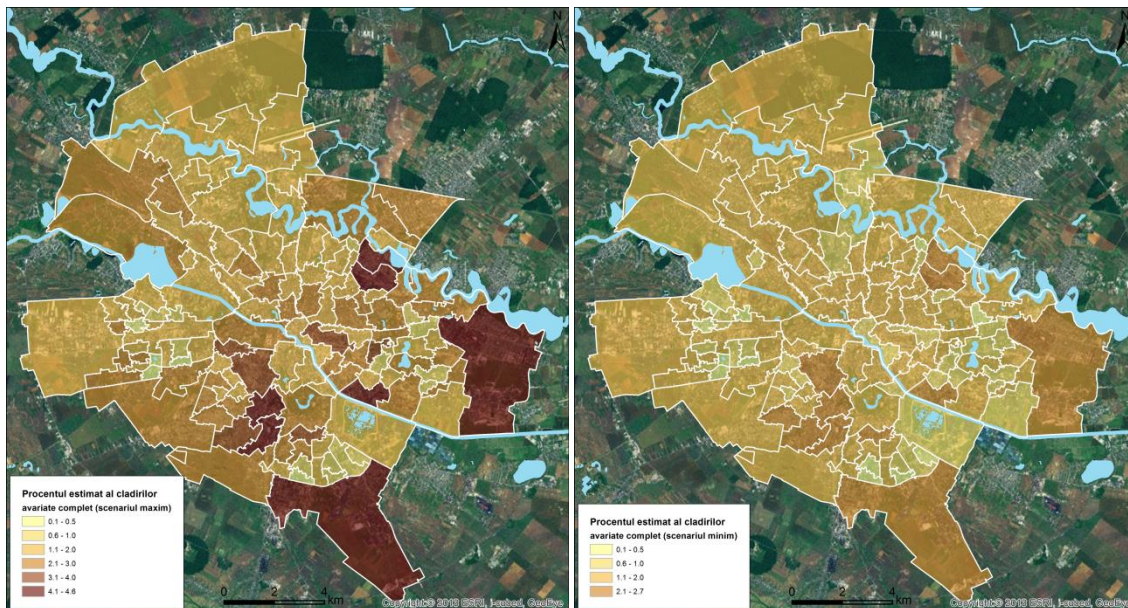
Pentru a permite o comparație elocventă între circumscripțiile de recensământ de mărimi diferite, pentru reprezentarea rezultatelor a fost ales ca parametru procentul estimat al clădirilor posibil complet avariate, atât pentru scenariul maxim cât și pentru cel minim. De asemenea, au fost păstrate aceleași culori pentru intervale, astfel observându-se comparativ diferențele între cele două scenarii.

Din figurile 9 și 10 reiese faptul că procentul cel mai mare al clădirilor avariate ar putea fi nu atât de mult în centrul Bucureștiului (deși procentele sunt însemnate și aici), cât în zone mai apropiate de periferie, cu un profil constructiv caracterizat printr-un număr mai mare de clădiri joase. Transformând procentele în număr de clădiri, obținem următoarele valori de avariere completă:

- Scenariul maxim: 2945 clădiri la nivel de București
- Scenariul minim: 2013 clădiri la nivel de București

Conform acestor cifre, comparând peste ani și cu situația de după cutremurul din 1977, putem spune că ne putem aștepta la pagube foarte apropiate de cele din trecut (lucru chiar foarte credibil, judecând și după faptul că peste 373 de clădiri expertizate individual dintr-un total de 2563 clădiri vechi sunt deja încadrate în clasa I de risc seismic – PMB, 2014). Faptul arată că deși au fost adoptate anumite măsuri de reducere a riscului, reflectate și în proiectarea noilor clădiri, fondul locativ rămâne în București vulnerabil și îmbătrânit. De menționat este și faptul că procentajele de avariere obținute în softul SELENA respectă comportamentul normal așteptat: clădirile foarte vechi au cea mai mare probabilitate de avariere, pe când cele mai noi prezintă o avariere mai mică.





## 2.2 Evaluari ale fondului construit la scara de detaliu a centrului istoric Lipscani si Bd. Magheru

În perioada de raportare s-a lucrat cu baza de date GIS pentru nucleul Lipscani si bulevardul Magheru. Această zonă este remarcabilă pentru densitatea de clădiri cotate categoria I de risc, clădiri cu schelet din beton armat fără măsuri antiseismice, din perioada anilor 1930, dar și cu valoare arhitecturală sau de monument.

Analizele facute pe nucleul Lipscani sunt prezentate in cadrul tezei de doctorat a doctorandei Popovici (Gheorghe) Diana, disponibila in biblioteca Facultatii de Geografie, UB. Pe langa analize multicriteriale si decizionale, in cadrul proiectului dr. arh. Bostenaru Maria a urmarit si analiza tramei stradale din perspectiva teoriei fractale. Rețeaua stradală este un spațiu fractal concav, determinat de inelele care închid blocurile construite. Studiul lui Chirvasie (1995) implică atractori pentru a defini fractal rețeaua. In proiect, dr. Bostenaru propune inasa ca acești atractori să fie identificați ca factori de atragere a aglomerației de oameni, cum ar fi hanurile, sau, potențiale noduri de securitate în caz de intervenție după seism.

Un alt aspect se referă la analiza hanurilor. În recenta reabilitare a centrului istoric s-au făcut cercetări arheologice pentru determinarea poziției hanurilor, multe din ele fiind sub actualele străzi și identificate ca atare în pavaj, temporar sau permanent. A fost studiata lucrarea lui Mortu (2011) privind amplasarea hanurilor pe planul

Boroczyn pentru a identifica unde poate fi slăbită substructura clădirilor de o astfel de înglobare.

Bulevardul Magheru este încadrat în Zona Construită Protejată ZCP 04 „bulevardul modernist”. Au fost consultate listele de clasare ca monumente, individuale și de grup. Metodologia pentru aceste clasificări a fost descrisă în articolul ADGEO raportat în 2013. În 2014, ne-am axat asupra suportului GIS pentru clasificarea acestei informații. Orice intervenție presupune un dialog între valoare și vulnerabilitate.

Informația privind valoarea culturală nu este încă inclusă în baza de date GIS. Informația privind clasa de risc seismic există. Informația privind materialul structural a fost extrasă, fiind folosită pentru a stabili alte vulnerabilități.

Pentru aceste clădiri s-au căutat planurile de arhivă, utile în a stabili deschiderea grinzilor (distanța dintre stâlpi). Informația despre înălțime, și ea cuprinsă în GIS, și această informație privind deschiderea sunt cele două ingrediente pentru metoda DBELA de estimare a vulnerabilității pe baza principiilor mecanicii structurale. Cu ajutorul lor s-au trasat curbe de vulnerabilitate, care, împreună cu curbele seismului din Vrancea din 1977, pot indica limita de înălțime de vulnerabilitate a acestei categorii structurale (6 etaje).

O altă metodă alternativă cu care s-a lucrat pe baza de date GIS este cea statistică. Baza de date cuprinde o serie de caracteristici ale clădirilor cărora li s-au atribuit factori de greutate pentru o analiză multicriterială de tip Saaty (comparație în pereche). Această metodă se bazează pe observații de la cutremurele anterioare.

A fost aplicată și o a treia metodă care urmărește să aducă în relație cele două metode anterioare, propunând modele pentru tipologii de clădiri caracteristice pentru perioada considerată. Anumite părți ale structurii clădirii sunt definite ca un tot unitar care manifestă un anumit patern de avarie în caz de cutremur. Metoda, promovată de Lagomarsino (Italia) poate fi pusă în dialog cu intensitatea macroseismică (Lagomarsino 1998). Pentru a aplica metoda în cazul bulevardului Magheru am luat în considerare clădirile care au suferit avarieri la elementele specifice, cum ar fi colțurile supraînălțate, cu retrageri. A fost studiat paternul de avarie. Având la

dispoziție planurile de arhivă sus menționate, a fost descrisa o tipologie simplificată a clădirilor, la care se pot aplica modificatori pentru a obține tipologii complexe. Acești modificatori sunt elementele macroseismice. Ele pot fi identificate și în catalogul furnizat de Schweier și Markus (2009) pentru avarii din cutremur, și astfel pot contribui la recunoașterea prin remote sensing, pe lângă cea a intensității seismice. Astfel de identificări pot fi și aplicate pentru imaginile din arhiva Canadian Centre for Architecture (CCA), amintite în raportul din 2012.

Pentru ambele zone s-au făcut studii de tramă stradală, utilizând programul Space Syntax. Studiile de tramă stradală servesc identificării unor rute de circulație preferențială, care se transpun în primul rând în rutele pietonale. În acest sens, dr.arhitect Bostenaru Maria a participat la seminarii naționale (masă rotundă) și internaționale (AESOP public space), privind intervenții pentru spațiul public, în special în zona Magheru. Studiul continuă cercetarile începute în cadrul COST 0801 și prezentate la conferința de la Riga din 2011 (mentionate în raportarea din 2011).

Pentru ambele zone s-a realizat un studiu „atunci și acum” pe imaginea cartografică. Trasarea bulevardului Magheru a dus la dispariția unei serii de elemente, printre care remarcăm grădinile, în vreme ce cutremurul a dus la dispariția unor clădiri emblematice.

## 3. Evaluari statistice spatiale

### 3.1. Aspecte generale

Evaluările statistice spațiale s-au axat mai ales pe analize de vulnerabilitate socio-demografică și economică din perspectiva datelor istorice și actuale de recensământ.

Transformările pe care spațiul bucurestean le-a înregistrat după anul 1989 arată o adâncire continuă a direcțiilor evolutive începute după Revoluție. Situația de la recensămintele realizate începând cu anul 1992 marchează schimbarea multor aspecte sociale care au condus la dezvoltarea unui profil social dinamic. Pe baza imaginii rezultate din datele ultimelor recensăminte s-au elaborat diferite politici și s-au întreprins varii acțiuni pentru rezolvarea problemelor sociale a căror situație pare a se degrada tot mai mult, mai ales la nivelul anumitor arii ale spațiului bucurestean. Pentru a vedea dacă aceste acțiuni au avut impact pozitiv, s-au folosit datele de la recensământul din 2011. Astfel s-a realizat o diagnoză preliminară a stării sociale, fără a o compara însă cu celelalte situații. Indicatorii folosiți au surprins starea populației, cea a educației și cea a locuirii. Pentru a se compara dinamica socio-economică a ultimelor decenii pe baza datelor de recensământ, în etapa 2015, de prelungire a proiectului, datele statistice se vor lega de clădirile existente în fiecare perioadă de recensare. Pentru aceasta, s-au cartat clădirile din 2002 și 2010, folosindu-se ortofotoplanuri de mare rezoluție.

În continuare vom reda succint rezultatele analizei bazei de date din ultimul Recensământ, pe metodologia și indicii expuși în Armas și Gavris, 2013 (și figurile din Plansa 1).

### 3.2. Situația demografică și socială

**Distributia teritoriala** evaluează puternica concentrare a populației la nivelul marilor ansambluri de locuințe. Astfel remarcăm că populația bucuresteană este aparent concentrată în zona marginală a orașului, dar care corespunde în mare parte cu zona urbană marcată de un profil rural specific locuințelor pavilionare din sectoarele 6, 5, 4, 3, 2. Raportându-ne însă la suprafața circumscripțiilor de recensământ, constatăm că densitatea ridicată este în fapt a spațiilor ocupate de

locuinte colective (blocuri). In acest sens, imaginea rezultata evidentieaza concentrarea puternica a populatiei din cartierele Berceni, Rahova, Drumul Taberei, Militari, Giulesti, Tei-Dna Ghica, Balta Alba etc. Distributia populatiei ramine asadar tributara marilor proiecte de locuire din perioada comunista (Figurile din Plansa 1). Cu toate acestea, presiunea economica asupra spatiilor libere si limitarea extinderii teritoriului bucurestean au facut ca ariile de locuinte colective sa fie suplimentate prin noile proiecte imobiliare de dupa 2000. Observatiile asupra hartii densitatii populatiei ne arata gradul ridicat de ocupare a teritoriului ceea ce, indirect, afecteaza starea de bine a populatiei. Valori de peste 40000 de locuitori pe kilometru patrat se inregistreaza in peste 20 de circumsriptii de recensamint.

Aceasta situatie arata cat de complicata este calitatea locuirii, in conditiile in care respectivele areale sunt marcate de numeroase lipsuri de infrastructura, impreuna ducand la o presiune asupra starii sociale.

**Populatia feminina** este distribuita predominant in sectorul 1, in apropierea zonei centrale, cu ramificatii spre sectorul 6, 2 si 3. In aceste arele, harta evidentiaza valori de peste 54% populatie femina din totalul populatiei. Este o situatie similara cu cea inregistrata in cazul vaduvelor, unde in mare parte zonele sunt corespondente, doar intensitatea valorilor maxime este mai redusa. Mai mult, ponderea populatiei feminine in totalul celei masculine indica o dominare covarsitoare a arealelor cu populatie feminine. Doar doua areale inregistreaza cazuri in care raportul este in favoarea barbatilor.

Radiografia facuta asupra populatiei feminine se schimba in momentul in care analizam nasterea de copii. Aici, harta indica puternica concentrare a femeilor care au nascut copii vii in zonele periferice, ceea ce corespunde din studiile anterioare cu gradul de educatie, prezenta etniei rrom si structura familiala. In afara de sectorul 1, in care nasterile sunt reduse, constatam valori reduse in ariile corespunzatoare zonelor in care in perioada comunista erau localizate elitele din educatie si cercetare. De altfel, continuând explorarea starii sociale prin imaginea reflectata de populatia feminina, avem o sustinere puternica a argumentului anterior legat de femeile care au nascut copii. Raportindu-ne la distributia teritoriala a femeilor care au nascut mai mult de 3 copii, surprindem puternica concentrare a arelor periferice in opozitie cu numarul redus inregistrat in zonele centrale. Bineinteles, situatia prezinta anumite particularitati, dar care momentan nu pot fi explorate, data fiind variabilitatea

circumscripțiilor de recensământ și absența momentană a comparabilității cu celelalte recensăminte.

**Populația activă** înregistrează o situație în care în ansamblul populației avem ca limite valori de 0,33%, respectiv 0,61%. Zonele cu populație activă sunt încă corespondente apropierei de fostele platforme industriale, dar schimbările economice au condus la reorientări în cazul anumitor areale. Imaginea spațială indică 3 areale în care ponderea populației active din total depășește -2,5 deviații standard. Interesant este că două dintre aceste areale sunt în sectorul 1, localizate în zona aparținând fostelor, respectiv actualelor, elite politice și economice.

În imaginea preliminară a stării sociale a populației, includem și numărul **populației somere** care este dependent de suprafața circumscripțiilor de recensământ și de raportul față de populația activă. În prima situație se constată densități ridicate ale somerilor în părțile interioare ale marilor ansambluri de locuințe, multe dintre ele aflate în vecinătatea platformelor industriale. Valorile mari sunt cele în care numărul somerilor depășește 1000. Situația cea mai complicată pare să o aibă sectoarele 4 și 5, unde densitatea somerilor înregistrează puțină variație către valori mici. Deosebită este situația din sectorul 1, unde sunt mai puțin de 500 de someri pe kilometrul pătrat în fiecare dintre circumscripțiile de recensământ.

Un alt element care ajută la formarea imaginii preliminare a stării sociale de la recensământul din 2011 este dat de **populația întreținută**. Cu o valoare maximă de peste 22000 persoane întreținute se detasează zona marcată de caminele studentesti din Grozavesti-Politehnica. Cea mai bună imagine o avem când ne raportăm la numărul de salariați din gospodărie. Astfel observăm deviații ridicate ale persoanelor întreținute în sectoarele 5 și 6. Zonele periferice din sectoarele 3 și 2 înregistrează și ele un raport ridicat.

**Populația îmbătrânită** caracterizează areale numeroase dacă privim situația din punct de vedere numeric. Raportându-ne la suprafața, observăm că densități ridicate cu populație varstnică sunt specifice marilor ansambluri de locuințe din sectorul 3, 4 și 6. Aceste areale creează aglomerări importante ale acestei variabile, ceea ce indică probleme ale stării sociale atunci când situația este corelată cu alte elementele. În

afara acestor concentrari, mentionam si cateva insertii in cadrul sectorului 2 si 5, dar care in ansamblu nu par sa evidentieze probleme, data fiind prezenta lor insulara in areale sub 4500 varstnici/km<sup>2</sup>.

In privinta distributiei **copiilor cu varste mai mici de 5 ani** la nivelul circumscriptiilor, exista putine areale cu densitati ridicate. Zone cu agregari importante se evidentieaza in Drumul Taberei si Militari.

### **3.3. Caracteristici ale locuirii**

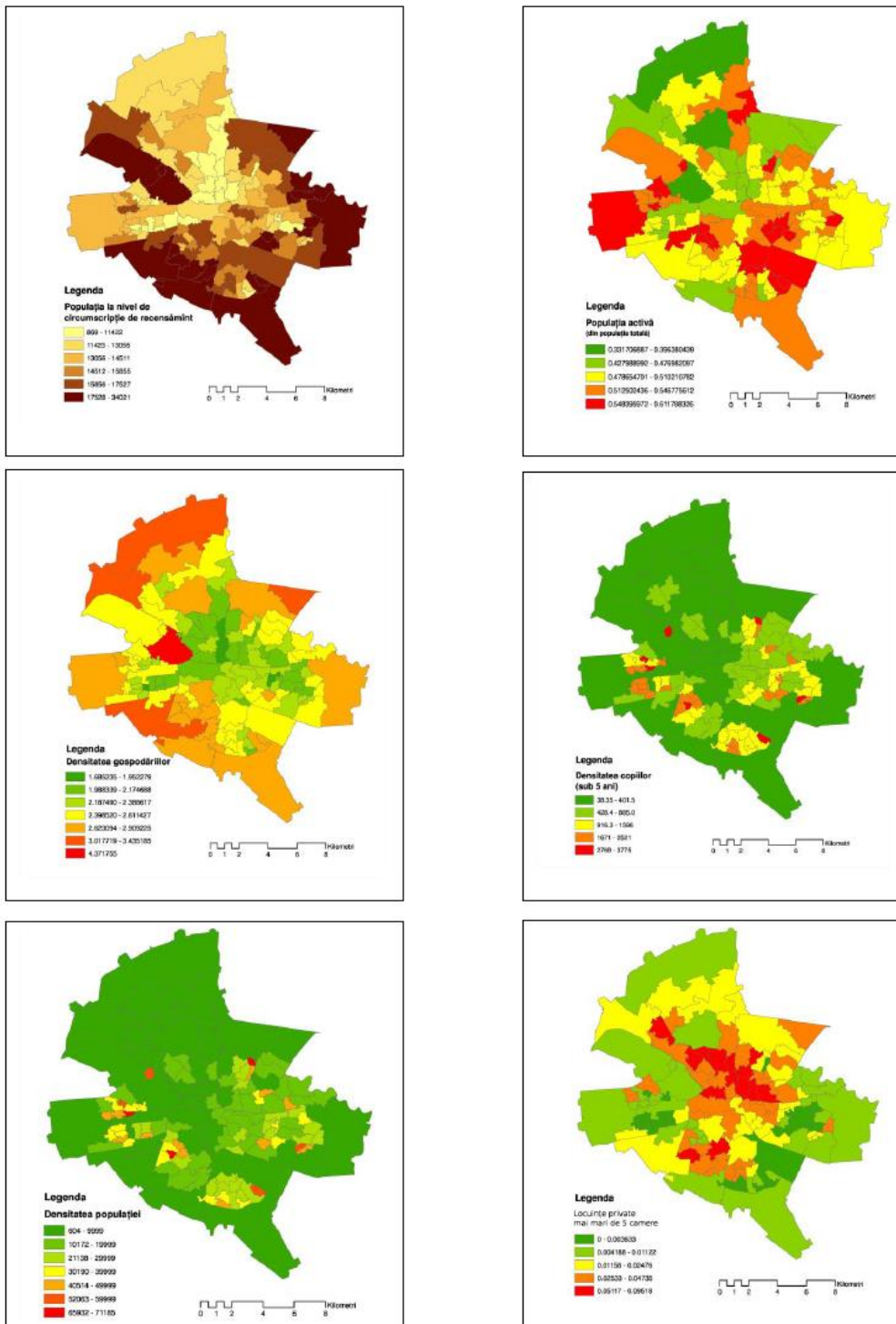
**Suprafata locuintelor** ramane redusa, in pofida construirii de noi asamabluri rezidentiale cu caracteristici imbunatatite ale spatiului locuibil (Figurile din Plansa 1). Media suprafetei locuintelor variaza intre 13 mp si 21 mp la nivelul circumscriptiilor de recensamint. O puternica concetrare a locuintelor cu suprafete reduse se inregistreza in zona marilor ansambluri de locuit, mai ales in sectoarele 6, 3, 2. Situatii cu valori imbunatatite sunt in zonele centrale si in cele periferice, unde cladirile sunt libere. Locuintele construite dupa 1990 in zonele de la marginea orasului au fost sub forma de vile, cu un numar mare de camera sau cu suprafata camerelor peste media perioadei comuniste. Oricum, situatia de ansamblu este problematica, media fiind de 16,9 mp.

In privinta **numarului de persoane la nivel de gospodarie** constatam o situatie pozitiva pentru zonele centrale si pentru cele apartinand zonei imediat urmatoare la nivelul sectoarelor 2 si 3. Zonele in care raportul este ridicat sunt evidentiate incepind cu zona 2, cea care incojoara centrul si continua ascendent catre periferie.

**Locuintele private cu mai mult de 5 camere** indica atat un venit ridicat al locuitorilor, cat si o calitate a locuirii sporita prin suprafata camerelor de locuit. Astfel situatia este usor de diagnosticat pentru zonele periferice ale majoritatii sectoarelor bucurestene. Se observa insa o valoare ridicata pentru zone in care calitatea locuirii este cunoscuta ca fiind problematica: Rahova, Alexandriei. Explicatiile pot fi date de numarul mare de proiecte imobiliare incepute in aceste parti ale Bucurestiului si prin

faptul ca locuintele vechi de tip pavilionar au in mod traditional multe camere, dar cu suprafata foarte mica.

**Suprafata medie a camerelor pe persoana** arata ca singura zona in care se poate vorbi de valori medii acceptabile este sectorul 1. Restul circumscriptiilor au valori sub 20mp/locuitor, situatie cu mult sub normele actuale de locuire.



Plansa 1 cu harti semnificative privind analiza spatiala a indicilor socio-demografici si economici pe baza datelor ultimului Recensamant



## 4. Diseminare

### 4.1. Finalizarea si prezentarea unei teze de doctorat

În cadrul proiectului s-a realizat și finalizat cu susținere publică în data de 12.12.2014 teza de doctorat a doamnei (Gheorghe) Popovici Diana, intitulată: **Analize multicriteriale de vulnerabilitate aplicate pe orașul București**

Teza are în centrul său vulnerabilitatea spațială a orașului București pe baza datelor de recensământ din 2002. Lucrarea reușește să ofere o perspectivă mai amplă față de riscul seismic, pe lângă componenta tehnică, inginerască (vulnerabilitatea fondului construit), centrându-se și pe vulnerabilitatea de mediu (vulnerabilitatea geomorfologică) și vulnerabilitatea socială.

Elementele de originalitate ale tezei se referă la:

- Încadrarea Bucureștiului în ceea ce privește riscul și vulnerabilitatea seismică – prezentarea surselor seismogene pentru București, caracterizarea succintă a sursei vrâncene
- Capitolul central este structurat în jurul vulnerabilității orașului București
  - o Aplicarea metodei multicriteriale asupra vulnerabilității urbane a orașului București.
  - o Introducerea vulnerabilității de mediu în studiul vulnerabilității urbane a Bucureștiului, reprezentată de vulnerabilitatea geomorfologică.
  - o Corelarea rezultatelor vulnerabilității geomorfologice cu documente istorice, pentru identificarea cauzelor ce au dus la modificări ale suprafeței topografice.
  - o .Cuantificarea vulnerabilității fizice pe baza datelor 2002
  - o Cuantificarea vulnerabilității sociale pe baza datelor 2002
- Aplicarea analizei decizionale în contextual vulnerabilității seismice a orașului, prin studiu de caz – centrul istoric al orașului

### 4.2. Publicatii BDI

Armas, I., Toma, D. & Gheorghe, D. (2015) *Quantitative earthquake risk assessment for buildings in the historical center of Bucharest*. Forum Geografic.(sub tipar)

Gheorghe, D., Armaş, I. (2015) *GIS based decision support system for seismic risk in Bucharest. Case study – the historical centre*. Journal of Engineering Studies and Research .(sub tipar)

Gheorghe, D., Armaş, I. (2015) *InSAR applications in environmental sciences în Geopolitics, History and International Relations*, 7 (1)

### 4.3. Simpozioane internationale

Membrii proiectului au participat, in cea mai mare parte prin fonduri personale sau co-sponsorizari, la 7 sesiuni internationale de renume, prezentand parte din rezultatele proiectului. Prezentarile sustinute la EGU si ICNAR au valorificat analizele diacronice si multicriteriale:

Armaş, I., Gheorghe, D. *Prioritization of information using decision support* European Geoscience Union – General Assembly Viena, 27.04 – 02.05.2014, Austria, <http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2014/posters/15648>

Gheorghe, D., Armas, I. *GIS based decision support system for seismic risk in Bucharest. Case study – the historical centre*, Second International Conference on Natural and Anthropic Risks ICNAR 2014, 04.06 – 07.06.2014, Bacău, România, <http://icnar.ub.ro/>

Armas, I., Toma, D., Gheorghe, D. *Quantitative earthquake risk assessment for buildings in the historical center of Bucharest*, Second International Conference on Natural and Anthropic Risks ICNAR 2014, 04.06 – 07.06.2014, Bacău, România, <http://icnar.ub.ro/>

În cadrul sesiunii regionale de geografie organizate de IGU, la Cracovia, 18-22.08.2014 <http://www.igu2014.org/>, Gavris Alexandru prezentat materialul intitulat "Geography production of tourism through blogging in the city of Bucharest, Romania". Scopul prezentării a fost de a testa modalități de minare a textului în contextul accesibil al datelor turistice pentru a le utiliza mai apoi în proiect. Minarea textului în contextul hazardurilor naturale permite analiza narațiunilor oficiale, dar și perspectiva bloggerilor interesați tot mai mult de starea mediului local.

Participarea la conferință a fost utilă și marcată de succes, parte din deplasare fiind sponsorizată printr-o bursă câștigată de Gavris Alexandru în cadrul IGU.

Bostenaru Dan, M. and Armaș, I. 2014: Die Einwirkung von Katastrophen in der Vergangenheit – Eine digitale Darstellung für die Spuren des 1977 Erdbebens auf das Magheru Boulevard in Bukarest und ihre Wechselwirkung mit Darstellungen für die Stadt Köln, Treffen des Arbeitskreises Naturgefahren/-risiken der Deutschen Gesellschaft für Geographie, 10./11.12.2014, Köln. Lucrarea prezintă rute ale elementelor pierdute în cazul orașului, având 3 elemente (programate în Adobe Director):

- un tur ghidat al reperelor pe harta contemporană, însoțit de text, imagine și sunet – pentru acest element propunem ca reperatele dispărute să fie identificate pe harta contemporană
- un joc de recunoaștere a amplasamentului noilor repere pe harta istorică, care sunt modelate prin metoda morfogenezei pe baza identificării macroelementelor,
- un time slide de modificări în timp a reperelor.

## **Bibliografie**

- Bala A. Modelling of Seismic Site Amplification based on in situ Geophysical Measurements in Bucharest, Romania. Rom Rep Phys. 2013; 65(2): 495-511.
- Chirvasie C. 1995: Orașul – sistem cibernetic – fuzzy – *fractal* (curs postuniversitar UAUIM)
- Erduran E., Lang D.H., Lindholm C.D., Toma-Danila D., Balan S.F., Ionescu C., Aldea A., Vacareanu R., Neagu C. Real Time Earthquake Damage Assessment in Romanian-Bulgarian Border. 15th World Conference on Earthquake Engineering; 2012 Sept. 24-28; Lisbon, Portugal.
- Georgescu E.S. and Pomonis A. Building damage vs. territorial casualty patterns during the Vrancea (Romania) earthquakes of 1940 and 1977. 15th World Conference on Earthquake Engineering; 2012 Sept. 24-28; Lisbon, Portugal.

- Lagomarsino S. 1998 „A new methodology for the post-earthquake investigation of ancient churches” 11th European Conference on Earthquake Engineering © Balkema, Rotterdam, ISBN 90 5410 982 3 1
- Lang D., Molina-Palacios S., Lindholm C., Balan S.F. Deterministic earthquake damage and loss assessment for the city of Bucharest, Romania. J of Seismol. 2012; 16: 67-88.
- Marmureanu G., Cioflan C.O., Marmureanu A. Researches on Local Seismic Hazard (Microzonation) for Metropolitan Bucharest Area. Tehnopress Ed. 2010. ISBN:978-973-702-809-9, 470 p.
- Molina S., Lang D.H., Lindholm C.D., Lingvall F. User Manual for the Earthquake Loss Estimation Tool: SELENA. 2010. Available from: <http://selena.sourceforge.net>.
- Mortu P. 2011 Arhitectura cu specific comercial. Hanuri (teză de doctorat UAUIM)
- PMB – Primăria Municipiului București [Internet]. Lista imobilelor expertizate tehnic, încadrate în clase de risc seismic [citat 30 July 2014]. Disponibil la: [http://www.pmb.ro/servicii/alte\\_informatii/lista\\_imobilelor\\_exp/docs/Lista\\_imobilelor\\_expertizate.pdf](http://www.pmb.ro/servicii/alte_informatii/lista_imobilelor_exp/docs/Lista_imobilelor_expertizate.pdf)
- Schweier C., Markus M. „Classification of Collapsed Buildings for Fast Damage and Loss Assessment” Bulletin of Earthquake Engineering, 2006, 4(2): 177-192
- Toma-Danila D., Cioflan C.O., Balan S.F., Manea E.F. (2014) - Characteristics and results of the near real-time system for estimating the seismic damage of Romania, Proceedings of The 5th National Conference of Earthquake Engineering and The 1st National Conference on Earthquake Engineering and Seismology (Bucharest, Romania, 2014), pp. 411-418
- Toma-Danila D., Manea E.F., Cioflan C.O. - Improved seismic risk estimation for Bucharest, based on multiple hazard scenarios, analytical methods and new techniques (prezentare orală), European Geosciences Union General Assembly (Vienna, Austria, 2014)