

Anexa nr. 9 la Contract nr. 21N/2016 Contractor: Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Pământului (INCDFP)
Cod fiscal : 5495458 (anexa la procesul verbal de avizare internă nr.)

De acord,
DIRECTOR GENERAL
Dr. Ing. Constantin Ionescu

Avizat,
DIRECTOR DE PROGRAM
Prof. Dr. Gheorghe Mărmureanu

RAPORT DE ACTIVITATE AL FAZEI

Contractul nr.: 21N/2016

Proiectul: Caracterizarea multidisciplinară a amplasamentelor stațiilor seismice românești pentru o mai bună evaluare a hazardului seismic (PN 16 35 01 01)

Faza I: Caracteristici de mediu în vestul României (Zona Seismogena Banat)

Termen: 07 Decembrie 2017

1. **Obiectivul proiectului:** *Caracterizarea detaliată, multidisciplinară și multiparametrică a amplasamentelor stațiilor aparținând Rețelei Seismice Naționale și standardizarea și integrarea informației într-o bază de date relatională care să fie în acord cu cerințele existente la nivel european.*
2. **Rezultate preconizate** pentru atingerea obiectivului: i) Se va realiza o clasificare a amplasamentelor stațiilor seismice aparținând Rețelei Seismice Naționale în acord cu prevederile codurilor de proiectare antiseismică naționale și internaționale ii) Se va dezvolta o bază de date în care se vor organiza și standardiza toate informațiile (tehnice, geologice, seismologice și geofizice) obținute pentru fiecare stație seismică.
3. **Obiectivul fazei:** *Caracteristici de mediu (factor de atenuare, Q, frecvențe de rezonanță, nivel de zgomot, efecte locale) estimate din înregistrările stațiilor seismice din Zona Seismogena Banat a României.*
4. **Rezultate preconizate** pentru atingerea obiectivului fazei: Se vor obține informații seismologice (nivel de zgomot, frecvențe de rezonanță, functii de amplificare), geofizice (factor de atenuare, Q) pentru stațiile seismice din Zona Seismogena Banat.

5. Rezumatul fazei:

Calitatea datelor obtinute de o retea seismica, indiferent de extinderea ei in spatiu (locala, regionala) depinde de 1) performanta aparaturii seismologice (digitizor, senzor seismic), 2) caracteristicile de mediu din amplasamentele statiilor seismice (zgomot seismic ambiental, atenuari, amplificari locale) si 3) configuratia geometrica a RSN (acoperirea azimutala cu statii seismice a zonelor monitorizate). Rețeaua Seismica Naționala (RSN) monitorizeaza activitatea seismică de pe teritoriul României asigurand baza de date necesara cercetărilor seismologice legate de sursa seismică, structura internă a Pământului, evaluarea efectelor locale si microzonare seismică, evaluarea hazardului seismic, etc.

In aceasta etapa a proiectului prevaleaza activitatile de cercetare prin care se urmareste obtinerea unor caracteristici de mediu care au un impact puternic asupra cercetarilor seismologice (exemplu: parametri de sursa, efecte locale si microzonare seismică, hazard seismic). Caracterizarea completa a statiilor seismice din Vestul tarii in ceea ce priveste parametri tehnici, profilele geologice ale amplasamentelor si particularitatile seismologice (nivel de zgomot, frecvențe de rezonanță, funcții de amplificare) a fost efectuata intr-o fază anterioara a proiectului. In aceasta etapa 1) se determină factorul de calitate Q al mediului si 2) se face o analiza a condițiilor de locație a statiei seismice Timisoara ale cărei înregistrări sunt critic afectate de zgomotul seismic ambiental în vederea gasirii unei soluții de îmbunătățire a performanțelor de monitorizare. Performantele statiilor seismice (detectabilitatea, raportul semnal zgomot si discriminarea semnalului seismic util pe seismograma, masuratori de amplitudini, analize spectrale) sunt puternic afectate de zgomotul seismic ambiental generat de surse locale de vibrații situate în proximitatea lor precum activitatile umane, traficul, conductele subterane, cladirile, inclusiv clădirea în care este amplasat senzorul, copaci/stalpii înalti sau orice alta construcție, instalatie. De asemenea, orice investigație privind caracteristicile de înregistrare (amplificari, frecvențe predominante datorate structurii geologice) este dificila din cauza surselor de zgomot seismic ambiental care introduc în trenul de unde semnale puternic perturbatoare ce alterează critice rezultatele.

In analiza si interpretarea rezultatelor de cercetare obtinute pe baza formelor de unda inregistrate fie la o anumita statie fie la o retea de statii seismice locale sau regionale o importanta aparte o are cunoasterea efectelor mediului de transfer a energiei seismice dintre sursa si sensorul seismic asupra continutului de frecvențe si a nivelului miscarii seismice finale. Variatia acestor parametri ai formelor de unda este datorata 1) modelului de radiatie a sursei, 2) efectelor mediului de transfer al energiei seismice si 3) efecte locale datorate geologiei de suprafata si topografiei. Mediul geologic heterogen fizic si compozitional produce atenuarea undelor seismice prin absorbtie, respectiv atenuarea intrinsecă (conversia energiei elastice in alte forme de energie) si prin imprimastiere geometrica (redistribuirea energiei in prezența heterogenitatilor litosferice). Fenomenul de atenuare este definit prin factorul de calitate Q, un parametru adimensional care creste cu frecventa miscarii seismice (Aki si Chouet, 1975, Cheng si Kennett, 2002).

5.1 *Caracteristici geologice si geotehnice*

Geologia Zonei Seismogene Banat (Figura 1) este relativ monotonă fiind dominată de formațiuni recente, Neogen-Cuaternare, care se suprapun peste un fundament cristalin complex din punct de vedere litologic și tectonic. Structurile de fondament sunt alcătuite din formațiuni metamorfice de varsta Proterozoic-Paleozoica care sunt străbatute de corpuri magmatische/vulcanice și sunt acoperite disconținuu de roci

sedimentare consolidate apartinand complexului post-tectogenetic (ex. calcare, marnocalcare de varsta Cretacic Superior – Paleogena). *Fundamentul cristalin* este alcătuit din succesiuni de formatiuni metamorfice (sisturi sericitoase, talcoase, cloritoase, amfibolite, micasisturi si gnais) care intra in alcătuirea panzelor de sariaj ale Dacidelor Interne, Transilvanidelor si Dacidelor Mediane (Sandulescu, 1984). Structurile metamorfice sunt strabatute de corpuri magmatice de varste diferite (banatite Cretacic-Paleogene, bazaltele Cuaternare de la Lucaret, la Nord de Buzias si de la Gataia, la Est de Banloc). *Cuvertura sedimentară* este alcătuita din sechete sedimentare miocene, panoniene si cuaternare. Depozitele de varsta Cuaternara acopera in continuitate de sedimentare toate formatiunile neogene si apartin Pleistocenului si Holocenului (Uruic, 2002). Pleistocenul Inferior este alcătuit din pietrisuri acoperite de o alternanta de nisipuri, pietrisuri, argile, argile nisipoase, marne, marne nisipoase apartinand teraselor vechi ale Pleistocenului mediu. Depozitele de terasa inalta, superioara si inferioara, de varsta Pleistocen Superior, contin aluviuni ruditice si arenitice urmate de argila rosie Cuaternare final. Holocenul este insular reprezentat de depozite aluvionare arenitice si ruditice. (Uruic, 2002). *Tectonica Zonei Seismogene Banat* este complexa fiind rezultatul unor tectogeneze succesive, caracterizate prin orogeneze, subsidente, falieri, rotiri si translatii de unitati structurale dezvoltate la scara regionala sau locala (grabene, horsturi, depresiuni intramontane, anticlinale si sinclinale, bazine pull-apart, intruziuni magmatice si vulcanice, etc.). Fundamental regiunii este puternic faliat si fragmentat in blocuri tectonice de dimensiuni variabile a caror deformatie este controlata de un camp de tensiuni active puternic heterogen si un regim tectonic care variaza pe distante scurte de la unul compresional cu falieri inverse pana la unul tensional cu falieri pur normale (Oros et al., 2017, Sandulescu, 1984). O serie de falii profunde, cele mai multe active seismic, au controlat evolutia regiunii analizate separand unitati geotectonice specifice Bazinului Carpato-Panonice: Dacide Interne, Transilvanide, Dacide Mediane, Dacide

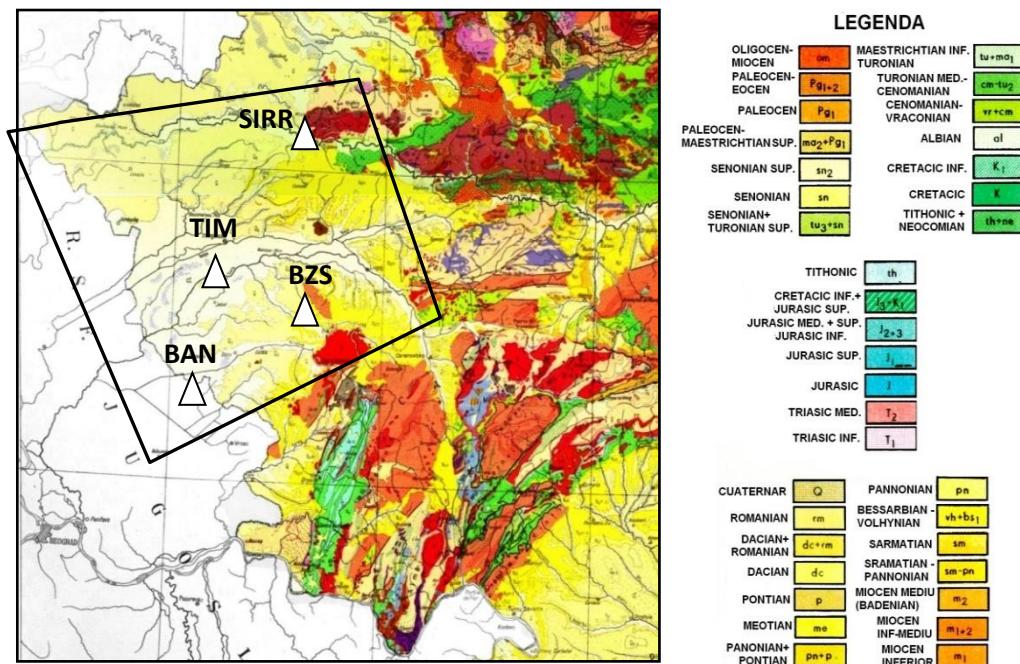


Figura 1. Harta geologica a partii de West-Sud Vest a Romaniei (scara 1:200.000) pe care sunt marcate statiile din Zona Seismogena Banat (TIM, BANR, BZS, SIRR) si este delimitata Zona Seismogena Banat.

Marginale si Dacide Externe segmentate prin structuri neotectonice (Sandulescu, 1984). Grosimea crustei este cuprinsa intre 25 km in Vest si putin peste 30 km in Est avand limita dintre crusta inferioara si cea superioara la 15 -20 km.

Amplasamentul statiei Timisoara este caracterizat prin depozite Cuaternare de cca 80-100 m ale D. Panonice a caror grosime creste spre West pana la cca 400 m (zona Sinnicoala Mare). Litologia Cuaternarului este specifica depozitelor aluvionare, avand formatiuni de varsta Holocen Inferior (depozitele teraselor inferioare alcătuite din pietrisuri, bolovanisuri si nisipuri) si Holocen Superior (aluvioni recente ale raului Bega alcătuite din pietrisuri, nisipuri si argile nisipoase). In baza Holocenului se dispun depozitele aluvionare Pleistocene cu pietrisuri si nisipuri depuse peste Pliocen (altenanta de gresii, nisipuri, conglomerate, marnocalacare, marne si gresii conglomeratice pe intervale de peste 1000 m grosime) si Miocen (strate de cateva zeci si sute de metri de conglomerate si brecii in baza urmante de marne, argile, calcare, nisipuri). In zona orasului Timisoara sedimentele Neogen-Cuaternare au o grosime de cca 1750 m (Uruioc, 2002) care creste de la Est spre Vest si NordVest. Cuaternarul in aria orasului Timisoara variaza intre 90 – 140 m (Mutihac si Ionesi, 1974, Uruioc, 2002). Râul Bega traversează orașul de la Est la Vest. Anastasescu și Gâdea (2000) au delimitat trei zone geotehnice dispuse pe o direcție aproximativ E-V, în lungul Râului Bega: (1) zona argiloasă în partea nordică a orașului; (2) zona nisipoasă în Sud; (3) zona de tranzitie în centrul orașului (argile nisipoase, nisipuri argiloase). Marin și Roman (2010) au evidențiat cel puțin două structuri geotehnice pe teritoriul orașului separate de raul Bega: i) o zonă sudica, în care predomină nisipurile fine și mijlocii saturate, cu o grosime maximă de 6 m și pe alocuri cu potențial de lichefiere și ii) o zonă nordica dominată de argile prăfoase cu grosimea minimă de 6-8 m. Nivelul pânzei freatice este foarte ridicat, dar variabil pe toată suprafața orașului (1-4 m) și este controlat de precipitații și de condițiile hidrologice ale Râului Bega, care alimentează stratele freatice de suprafață (Anastasescu și Gâdea, 2000). Principalele date geologice, seismologice și geofizice pentru orașul Timișoara au fost sintetizate de Balan et al. (2006) și sunt prezentate în Tabelul 1.

Tabelul 1 Succesiunea litologică medie pentru orașul Timișoara - caracteristici seismologice și geotehnice (după Bălan et al., 2006, cu completări).

Stratele	Adâncime (m)	Grosime (m)	VP (m/s)	VS (m/s)	ρ (g/cm ³)	Litologie
1	3	3	340	120	1,80	Stratul de alterație
2	18	15	650	250	1,80	Nisipuri (Holocen Sup.)
3	68	50	900	360	1,85	Pietriș, nisip, nisip argilos (Holocen Sup.)
4	128	60	1500	560	1,90	Pietriș, nisip (Holocen Inf.)
5	200	72	1800	680	2,00	Pietriș, nisip (Pleistocen)
6	700	500	2100	1120	2,20	Pietriș, Nisip cu intercalații de argilă (Pleistocen)
7	1100	400	2500	1300	2,20	Pietriș, Nisip cu intercalații de argilă (Pliocen)
8	1300	200	3000	1570	2,40	Conglomerate, grohotiș, argile (Cretacic Sup.)
9	2000	700	4500	2300	2,60	Calcar, argile, pietriș (Jurasic și Cretacic)

Vp și Vs=viteză undelor P și S; ρ=densitatea; CI=contrast de impedanță seismică

5.2 Factorul de calitate Q

Factorul de calitate care defineste atenuarea undelor seismice se exprima prin formula:

$$Q(f) = Q_0 f^n \quad (1)$$

unde Q_0 este Q la frecventa $f = 1$ Hz iar n este o constanta care exprima dependenta de frecventa a atenuarii (Kvamme si Havskov, 1989). Factorul Q s-a determinat cu metoda undelor coda (Aki, 1969; Aki si Chouet, 1975). Aceasta metoda a fost aplicata pentru regiunea Intra-Carpatica (Oros, (2017), rezultatele obtinute fiind analizate si folosite pentru descrierea zonei de interes in prezenta etapa a proiectului. Metoda folosita prezinta avantaje deoarece undele coda nu sunt afectate de modelul de radiatie al sursei pe distanta sursa – receptor, nu sunt necesare corectii de raza intrucat aceste unde sunt imprastiate in volumul crustal si, mai mult, pot fi folosite in cazul statiilor singulare (Aki, 1985, Singh et al., 2012). S-a calculat Q_c (Q -coda) pentru o serie de cutremure (Tabelul 2) folosind doar inregistrarile cu raportul semnal zgomot $S/N > 3.0$ obtinute la statiile BANR, BZS, TIM si SIRR din interiorul Zonei Seismogene Banat si, suplimentar, la statiile AMBH (Ungaria) si FRGS (Serbia) localizate in vecinatarea zonei analizate, in aceleasi conditii geologice si tectonice (Figura 1 si Figura 3). Au fost folosite ferestre de timp de min 20 secunde, in functie de calitatea inregistrarilor si magnitudinea cutremurilor pentru a se asigura stabilitatea solutiilor. Esantioanele selectate incep la momentul $t_{start} = 2t_s$, unde t_s este timpul de parcurs al undei S . t_{start} a

Tabelul 2

Cutremurile de pamant folosite pentru estimarea factorului de calitate Q -coda (Q_c)

An	Luna	Zi	Ora	Mit	Sec	Lat N	Long E	H (km)	Mc	ML	Mw
2005	4	21	16	40	4.9	45.689	21.724	22.3	3.3		
2006	6	28	17	24	58.9	44.583	21.746	4.6	3.9	3.7	2.9
2007	9	20	22	46	7.2	45.583	20.666	17.7	4	3.7	3.7
2008	2	7	16	45	31.2	45.871	20.787	9.6	3.6	3.5	3.5
2009	1	18	22	47	11.7	45.27	22.5	9.2	3.8	3.5	3.5
2009	9	21	7	54	53.8	45.294	20.821	9.4	3.6	2.9	3.1
2009	10	29	11	41	10.1	45.853	21.747	9.9		1.3	2.5
2011	1	19	18	8	0.5	45.736	21.672	10.4	2.5	1.4	2.1
2011	2	25	22	51	5.6	45.325	21.124	13.6	2	1.7	
2011	3	21	15	10	4.6	45.944	21.099	16.3	2.3	1.8	2.9
2011	3	24	11	2	25.2	45.599	22.857	12.6	3.6	2.7	3
2011	3	25	12	1	23.1	45.606	22.863	8.3	3.5	3.2	3.1
2011	3	25	15	12	24.9	45.606	22.83	6.7	4	3.2	3.3
2011	4	29	10	24	57.3	45.814	21.742	13.8	3.5	1.6	2.5
2012	1	9	5	43	24.7	45.697	21.154	9.9	3.8	3	3.1
2013	3	26	12	7	16.4	45.811	21.218	7.3	3.4	2.7	2.8
2013	4	1	20	20	52.7	45.71	21.315	16.3	2.9	1.9	2.2
2013	4	1	22	4	14.6	46.534	21.355	5.2		2.2	2.6
2013	4	3	0	30	34.9	45.831	21.081	16.6	2.2	1.7	2.1
2013	4	3	12	12	7.2	45.815	21.168	10.7	2.1	1.9	2.2
2013	4	13	16	14	5.9	45.824	21.147	8.7	2.7	2.1	2.4
2013	6	9	3	9	6.5	45.278	21.057	11.7	2.8	2.9	3
2013	10	31	6	10	50.3	45.573	22.814	9.8	3.8	3	2.9
2014	10	31	23	0	3.8	45.142	22.24	8.4	4.6	4.1	4
2014	12	23	13	12	2.8	45.513	21.00	12.3	4.4	3.6	3.5
2015	7	19	21	14	20.5	48.02	23.704	8.2		3	3
2016	3	18	21	58	19.5	45.85	21.27	7.4	3.5	2.9	2.9

fost astfel ales incat sa se evite contaminarea undelor coda cu undele S directe. Toate seismogrammele au fost filtrate trece - banda la frecvenete centrale cuprinse intre 1.5 – 10 Hz si cu o latime a benzii de 2-4 Hz (exemplu in Figura 2). Raportul semnal zgomot este calculat pentru un interval de 5 secunde inaintea undelor P. Valorile individuale obtinute pentru fiecare statie sunt prezентate in Figura 4. In Figura 5 este redată si distributia spatiala a valorilor mediate intr-o retea grila de 0.2 - 0.3 x 0.2 - 0.3 grade cu Nmin = 3 evenimente. Acoperirea medie a razelor statie - focar este buna pentru partea centrala a zonei investigate. Pentru validarea rezultatelor se impune insa extinderea analizei odata cu colectarea unui set de date care sa asigure o acoperire de calitate si pentru partea nordica si cea sudica a zonei. Pentru aplicatiile practice se impun adesea cunoasterea valorilor medii zonale sau regionale ale atenuarii. Valorile medii ale lui Q_o si n pentru Zona Seismogena Banat s-au calculat incluzand si valorile Q_c determinate pentru statiile AMBH (Ungaria) si FRGS (Serbia) pe care le-am folosit pentru a asigura o acoperire azimutala a zonei cat mai compacta (Figura 3).

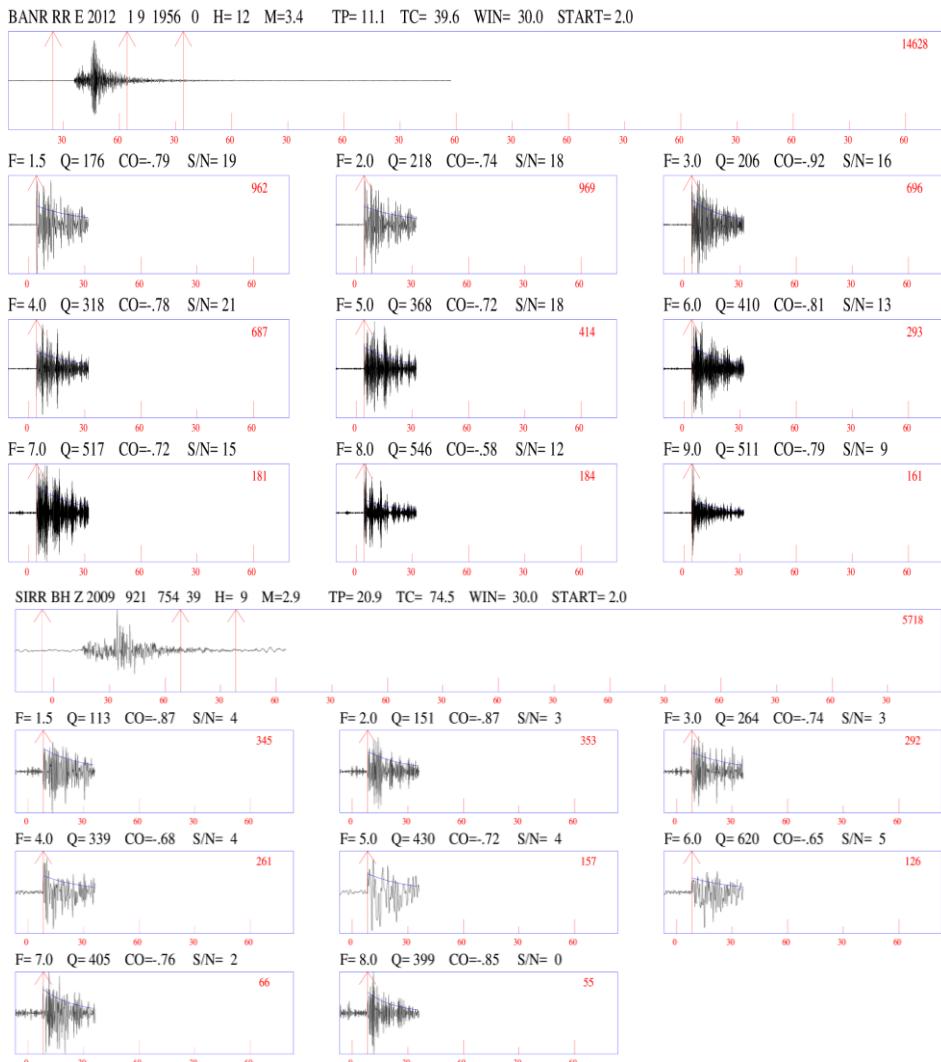


Figura 2 Exemple de esantioane de forme de unda folosite in estimarea Qc inregistrate la statiile BZS si SIRR: forma de unda originala (partea de sus a graficelor) si ferestrele cu undele coda filtrate.

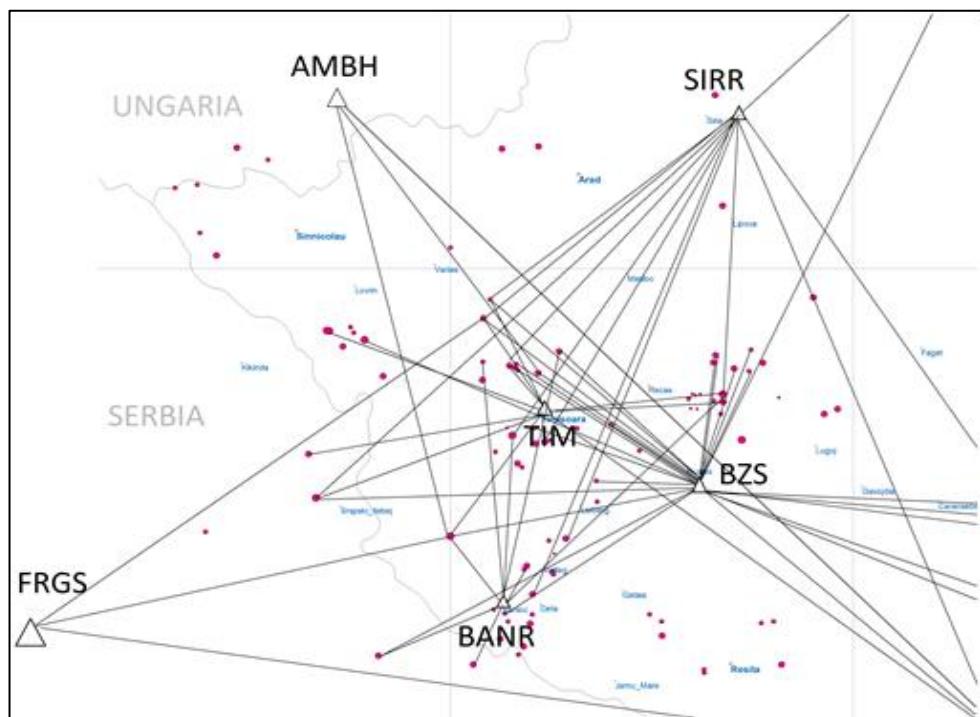


Figura 3 Cutremurele de pamant folosite pentru estimarea Qc

Acstea valori sunt: 1) $Qc = 112 f^{0.82}$ pentru statia AMBH si 2) $Qc = 182 f^{0.63}$ pentru statia FRGS. Valoarea medie pentru Zona Seismogena Banat este **$Qc = 132e\pm27 f^{0.65\pm014}$** valoare ce semnifica existenta un nivel ridicat al atenuarii in crusta zonei investigate.

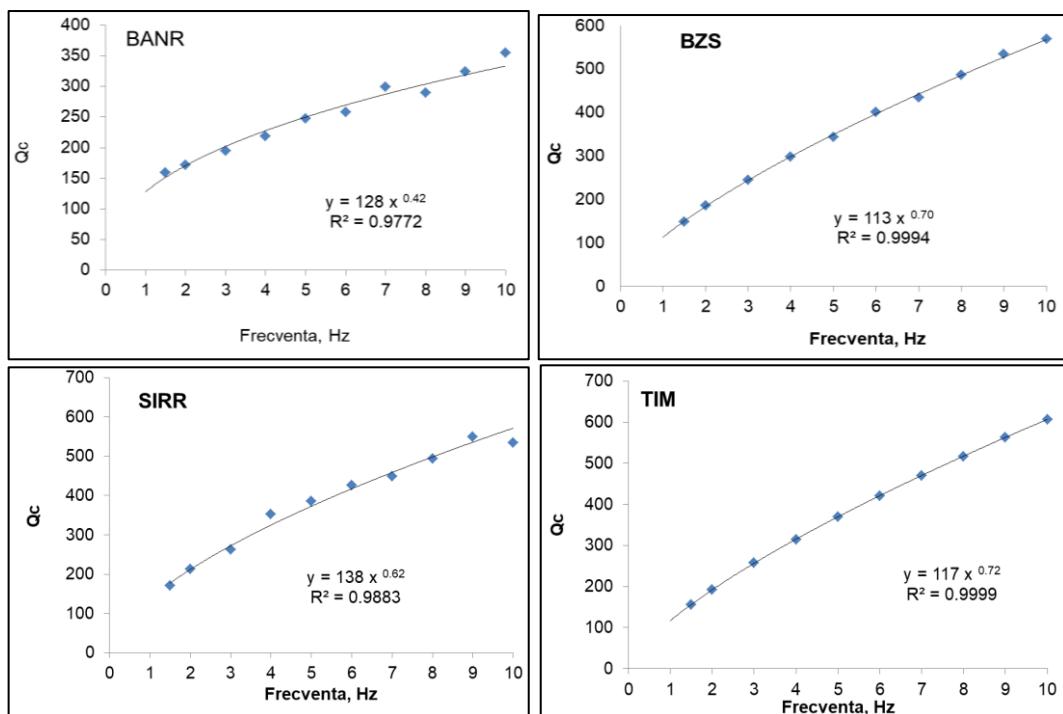


Figura 4 Variatia Qc cu frecventa la statiile BANR, BZS, SIRR si TIM

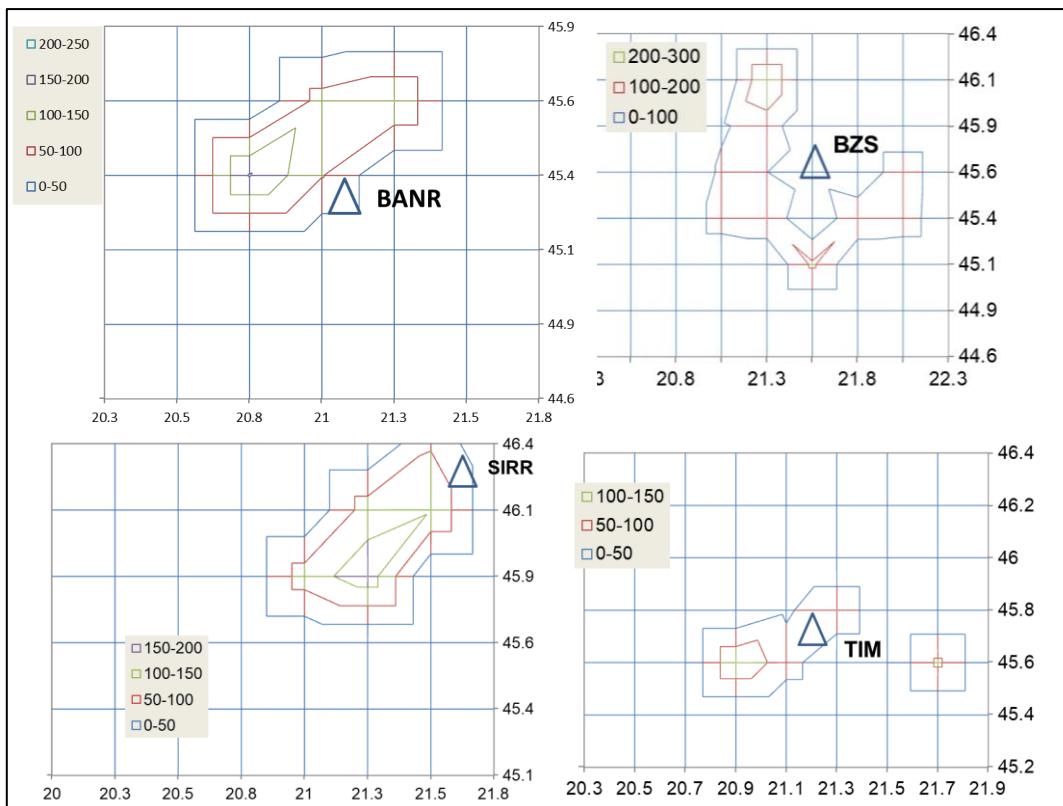


Figura 5 Variatia 2D a factorului de calitate Q_c

5.3 Zgomot seismic ambiental si functii de amplificare pentru zona Timisoara, efecte locale

Analizele PSD si ale rapoartelor H/V pentru statia TIM (Figura 6 si Figura 7) efectuate in faza anterioara au scos in evidenta nivelul foarte scazut al capacitatii de detectie si al calitatii inregistrarilor dat de 1) existenta unui foarte intens zgomot seismic ambiental reflectat in valorile PSD aflate la limita sau peste limita NHNM pe intervalul de frecventa $f > 1.0$ Hz util in monitorizarea microseismicitatii locale si 2) influenta puternica a conditiilor de locatie caracterizate prin constructii inalte, flexibile situate in imediata apropiere a statiei, influenta reflectata cu mare probabilitate in raportul H/V mare la frecvente joase ($f < 0.2$ Hz) si in graficul de polarizare care sugereaza o aparenta directivitate la nivelul varfului de rezonanta. In studiul efectelor locale in orasul Timisoara efectuat in cadrul proiectului Nucleu PN 09-01 06 (Oros, 2009) pe baza inregistrarilor de zgomot seismic ambiental obtinute direct pe sol au evidentiat existenta a patru tipuri de rapoarte spectrale (curbe de polarizare) corelabile cu structura geologica de suprafata si efectele macroseismice. Din aceste inregistrari la sol la statia Timisoara a fost identificat un varf de polarizare $H/V=1.4$ la frecventa de rezonanta $f=2.2$ Hz. Oros (2009) a gasit din studiul unor cutremure locale (Figura 8 dreapta) doua intervale de frecvente de rezonanta care se coreleaza cu datele geologice, similarile numerice ale lui Balan (2006) si cu rezultatele obtinute cu datele de zgomot seismic ambiental din acest proiect (Figura 8),

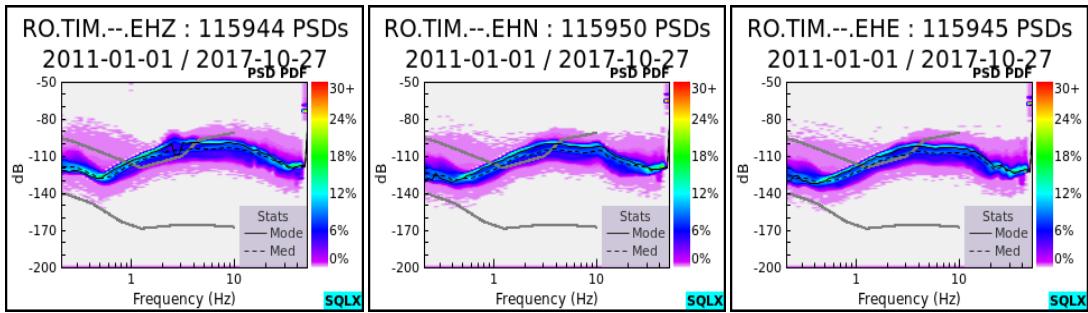


Figura 6 Nivelul general de zgomot dat de funcțiile densității de probabilitate pentru statia TIM) (conform cu rezultatele fazei anterioare a proiectului).

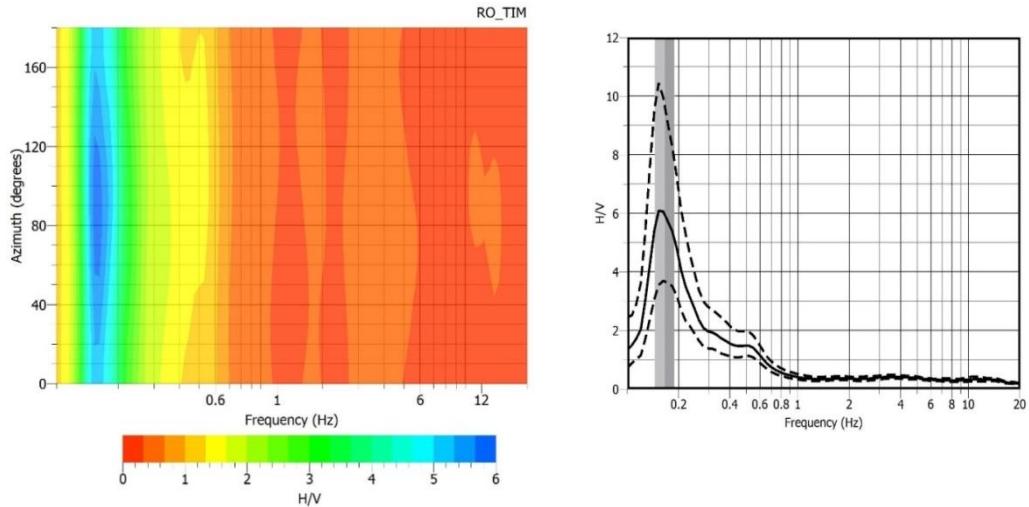


Figura 7 Rapoarte H/V (dreapta) și efectele directivității vârfurilor spectrale (stanga) pentru statia TIM (conform cu rezultatele fazei anterioare a proiectului). Inregistrările în apropierea cladirilor, copacilor, etc. pot influența puternic rezultatele H/V introducând în curbe frecvențe joase (SESAME WP12-Deliverable D23.12)

Tabelul 3 Lista cutremurelor folosite pentru determinarea amplificării locale la statia TIM prezentata in Figura 8 (stanga)

An	Luna	Zi	Ora	Min	Sec	LatN	LongE	H (km)	Mw
2000	7	22	7	51	3.4	45.733	21.445	12.2	3.2
2008	2	7	16	45	31.2	45.871	20.787	9.6	3.6
2009	1	18	22	47	11	45.27	22.5	9.2	3.5
2016	3	18	21	58	19	45.85	21.27	7.6	3.0
2014	11	22	19	14	17	45.8683	27.1517	41	5.4
2016	9	23	23	11	20	45.7141	26.6177	92	5.3

respectiv $f_1=0.6$ Hz (vizibil si in Figura 7 stanga) si $f_2=2.3$ Hz. In Figura 8 (stanga) este redată curba funcțiilor de amplificare pentru cutremurele din Tabelul 3 pe care sunt remarcate cele două frecvențe pentru varfurii secundare ale raportului H/V amintite mai sus, precum si un varf proeminent la $f > 0.2$ Hz, coreabil cu cel identificat pe curbele obținute din zgomotul seismic ambiental. Avand în vedere toate

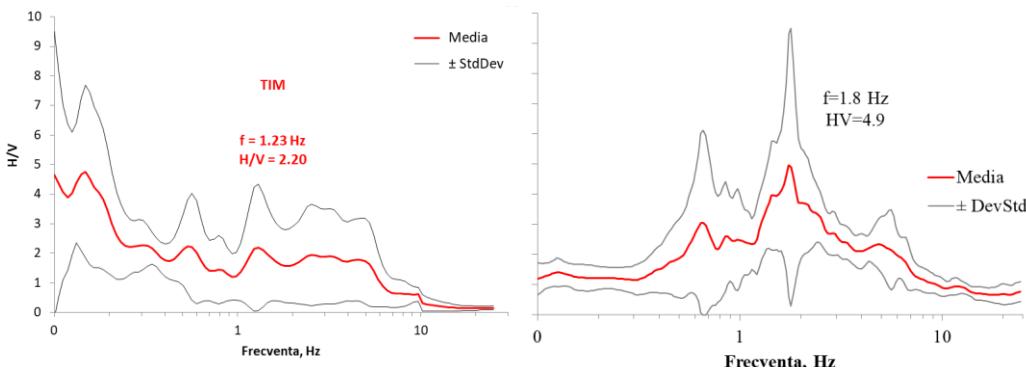


Figura 8. Funcții de amplificare locală obținute la statia TIM, calculate folosind cutremurile din Tabelul 3 (stanga) și mdiate după datele din Oros (2009) (drepta)

aceste aspecte se recomanda ca solutie de imbunatatire a performantelor de monitorizare a statiei TIM utilizarea senzorilor in gaura de sonda.

Bibliografie

1. Aki, K. (1980). Attenuation of shear-waves in the lithosphere for frequencies from 0.05 to 25 Hz: Phys. Earth Planet. Inter. 21, 50–60
2. Aki, K., and Chouet, B. (1975). Origin of coda waves: Source, attenuation and scattering effects: J. Geophys. Res. 80, 3322–3342
3. Aki, K. (1985). Theory of earthquake prediction with special reference to monitoring of the quality factor of lithosphere by the coda method, Earthquake Prediction Research, 3, 219-230
4. Anastasescu D, Gadea A. (2000). Antiseismic protection and the rehabilitating of the existing building in Timisoara. Buletin Agir, 4, 46-50
5. Balan S. F., Radulescu F., Cioflan C. O., Apostol F. B., Oros E. (2006). Modeling of the lithosphere seismic response of the Timisoara seismic active zone. Simpozionul "Geologia si Geofizica intre traditie si schimbare", Universitatea Bucuresti, 26-27 Mai 2006, Bucuresti
6. Cheng, H.-X., and B. L. N. Kennett (2002), Frequency dependence of seismic wave attenuation in the upper mantle beneath the Australian region, Geophys. J. Int., 150, 45 – 57.
7. Havskov, J; Ottemoller, L. (2003). SEISAN: The Earthquake analysis Softwares for Windows, Solaris and Linux, Version 8.0. Institute of Solid Earth Physics, University of Bergen, Norway.
8. Kvamme LB, Havskov J (1989) Q in Southern Norway. Bull Seismol Soc Am 79:1575–1588
9. Knopoff, L., K. Aki, C. B. Archambeau, A. Ben-Menahem, J. A. Hudson (1964). Attenuation of dispersed waves, J. Geophys. Res., 69(8), 1655–1657, doi:10.1029/JZ069i008p01655.
10. Marin M., Roman O. (2010). Hazardul seismic al Timișoarei. Bul. AGIR, 2-3/2010, 36-42.
11. Mutihac V., Ionesi L. (1974). Geologia României. Editura Tehnică, Bucureşti.
12. Oros E. (2009). Site effects investigation in the city of Timisoara using spectral ratio methods. Romanian Reports in Physics, Vol. 61, No. 2, P. 347-358, 2009
13. Oros (2017). Instrumental calibration of historical crustal earthquakes from Intra-Carpathian Region (Romania). (lucrare prezentata pentru publicare)

14. Roth, E. G., D. A. Wiens, L. M. Dorman, J. Hildebrand, S. C. Webb (1999), Seismic attenuation tomography of the Tonga-Fiji region using phase pair methods, *J. Geophys. Res.*, 104, 4795–4809.
15. Singh S, S.K. Basha M. Shekar R.K. Chadha (2012). Spatial variation of coda wave attenuation in the Southern Indian Shield and its implications. *Geologica Acta* , Vol. 10, №3, September 2012, 309-318,
16. Wilkie J, G. Gibson (1995). Estimation of seismic quality factor Q for Victoria, Australia. *AGSO Journal of Australian Geology & Geophysics*, 15(4), 511-517
17. Sandulescu M (1984). *Geotectonica Romaniei*. Ed. Tehnica, Bucuresti.
18. SESAME European Project WP12 – Deliverable D23.12. (2004). Guidelines for the implementation of the h/v spectral ratio technique on ambient vibrations measurements, processing and interpretation
19. Uruioc S. (2002). *Mineralogia si ovtrologia solurilor din zona central-nordica a Banatului*. Editura Presa UniversitaraRomana, Timisoara.

6. Rezultate, stadiul realizării obiectivului fazei, concluzii și propuneri pentru continuarea proiectului

Această etapă a avut urmatoarele obiective generale pe care le-a indeplinit în totalitate
 1) analiza amplasamentului stației TIM care prezintă un nivel foarte scăzut al performanțelor în scopul identificării unor caracteristici de mediu care să permită dezvoltarea unei strategii de îmbunătățire a condițiilor de monitorizare și 2) investigarea caracteristicilor de mediu care afectează atât calitatea formelor de undă cu impact major în studiile bazate pe aceste date (factorul de atenuare, Q).

Activitățile desfășurate în cadrul etapei s-au concretizat prin următoarele rezultate: i) valori ale factorului Q pentru stațiile din Zona Seismogenă Banat și valoarea medie zonala, ii) funcții de amplificare pentru stația TIM, iii) analiza nivelului de zgromot și a raportului H/V pentru stația TIM comparativ cu date privind efectele locale la nivelul orașului Timișoara.

În urma analizei rezultatelor obținute se recomandă dezvoltarea unei stații în gaura de sondă în locația TIM și introducerea unor corectii de stație impusă de valorile factorului de calitate necesare într-o serie de aplicații și studii seismologice.

Responsabil proiect

Grecu Bogdan