

Faza: II/2017, “Analiza deformațiilor uniaxiale calculate pe aliniamente de stații GPS, corelarea cu sistemul de falii active din zonă și seismicitatea asociată.”

Termen: 28.07.2017

Prezentul *Raport de Cercetare* este structurat în *Introducere, 3 capituloare, Rezultate și Concluzii, relații, figuri și tabele de valori.*

Introducerea realizează o succintă prezentare a încadrării zonei de lucru, respectiv zona Vrancea în ansamblul geotectonic al României. În fața zonei de curbură a Carpaților, corespunzătoare din punct de vedere geografic Depresiunii Focșani, cu o crustă foarte îngroșată, este amplasată *zona Vrancea*, responsabilă de producerea cutremurelor mari, subcrustale de pe teritoriul României și a circa 95% din energia seismică eliberată anual. O astfel de concentrare a epicentrelor cutremurelor într-un perimetru restrâns ca suprafață nu mai este întâlnită pe glob decât în regiunea himalayană Hindu Kush. Tot în introducere sunt expuse două dintre cele mai des folosite teorii în explicarea originii și particularităților seismelor subcrustale vrâncene, I - existența unei *subducții încă active* a unei dale de litosferă oceanică relictă, II - existența unei *delaminări a rădăcinii litosferice* îngroșate în regiunea de curbură a Carpaților.

Capitolul I, intitulat „*Caracterizare geotectonică*” pune accent în principal de sistemul de falii majore existent în zonă, cu caracterizarea lor aşa cum apare descrisă în majoritatea lucrărilor din domeniul geologic:

- *falia Peceneaga – Camena* care limitează la nord – est Platforma Moesică este dovedită a fi o faliere transcrustală care denivelează discontinuitatea Moho cu circa 10 km (de la 35 km la 45 km) cu compartimentul nordic coborât și care a suferit translații orizontale dextre. Considerată ca o fractură cu o istorie îndelungată de la finele Proterozoicului și până în Pliocen, pe prelungirea ei spre Avanfosa Carpatică sau o fostă faliere transformantă activă în timpul perioadei de distensiune și care se prelungea în cuprinsul marginilor continentale (**Săndulescu**, 1984) este considerată ca fiind încă activă;
- *falia Trotușului*, cu translație dextră, care delimită în colțul de NE Platforma Moesică și o separă de Platforma Scitică, fiind sub acest aspect comună mai multor unități ale vorlandului carpat;
- *falia Capidava – Ovidiu (Palazu)*, recunoscută cel puțin până la nivelul discontinuității Conrad, cu compartimentul sudic coborât, datează de la sfârșitul orogenezei baikaliene și a favorizat în perioadele de reactivare translații orizontale dextre;
- *falia Intramoesică* sau aliniamentul *Tinosu – Fierbinți – Urziceni – Călărași*, care separă compartimentul dobrogean al Platformei Moesice de cel valah – prebalcanic, are o importanță deosebită fiind o faliere transcrustală, cu extindere pe direcție foarte mare, de pe platforma continentală a Mării Negre (în sud – est) până sub pârza Getică (în nord – vest); aceasta are caracterul faliilor compozite, în lungul căreia fundamentalul paleozoic al platformei este denivelat cu o săritură de câteva sute de metri, săritură ce crește spre marginea epiplatformică a avanfosei lăsând un compartiment estic coborât; *falia Intramoesică* a suferit translații mai întâi dextre și apoi senestre.

Capitolul II, intitulat „*Seismicitate*”, aduce în discuție distribuția evenimentelor seismice pe teritoriul României, în funcție de sursele seismice care le generează, cu un accent deosebit pe *zona seismogenă Vrancea*, responsabilă de cvasitotalitatea cutremurelor

mari în România. Seismicitatea României este repartizată pe mai multe zone epicentrale: *Vrancea, Făgăraș - Câmpulung, Banat, Crișana, Maramureș și Dobrogea*. Zonele seismogene reprezintă arii de seismicitate grupată, unde activitatea seismică și orientarea câmpului tensiunilor sunt considerate a fi relativ uniforme. Zona studiată, *zona seismogenă Vrancea*, situată la contactul a 3 unități tectonice majore, placa Est – Europeana, subplăcile Intra – Alpină și Moesică (**Constantinescu et al.**, 1976), definită ca un segment al orogenului Carpathic și al vorlandului său în zona de maximă curbură a sa focalizează atenția geotectonicienilor, geofizicienilor și seismologilor atât prin structura deosebit de complicată cât și prin existența unei arii seismice relativ restrânse unde se produc cutremure intermediare puternice, ale căror epicentre se înscriu într-un perimetru de circa $90 \times 50 \text{ km}^2$, fapt ce singularizează această zonă în sistemul alpino – carpathic (**Martin M. et al.**, 2006). Situată între meridianele $26^{\circ},37 \text{ E}$ și $27^{\circ},50 \text{ E}$ zona estică a regiunii Vrancea (**Vrancea Est**), în zona externă a Avanfosei Carpatice, mult mai largă decât Vrancea subcrustală, circa 7000 km^2 , este caracterizată de prezența *cutremurelor crustale*, cu magnitudini nu mai mari de $5,1 - 5,6$. Seismicitatea crustală se distribuie difuz spre est față de Arcul Carpathic, într-o bandă delimitată de *falia Peceneaga – Camena* la nord, și de *falia Intra-Moesică* la sud (subplaca Mării Negre).

Capitolul III, intitulat „*Strain-uri*”, își propune să facă o descriere comprehensivă a ceea ce s-a realizat în materie de analiza deformațiilor crustale în rețeaua Vrancea extinsă (**Figura 22**) prin metoda elementului finit (**Zoran M. et al.**, 2008, **Mateciuc D.**, 2012), pentru a face posibilă tragerea unor concluzii importante în legătură cu corelarea rezultatelor prezentului Proiect cu rezultatele anterioare (**Figurile 23, 24**).

Ultima parte a Raportului, „*Rezultate și Concluzii*” prezintă rezultatele care s-au obținut în cele două faze ale proiectului (**Figurile 1 - 21 și Tabelul centralizator 1**) și trage o serie de concluzii asupra a ceea ce s-a obținut și arată modul cum astfel de măsurători pot constitui un element important în studiile de reducere a riscului seismic dintr-o zonă supusă analizei.

Softuri utilizate

Foi de calcul **EXCEL** create de autor pentru transformări unghiulare și de coordonate, soft specializat GIS tip **Surfer**, soft specializat de calcul **Strain Parameters**, creat de autor pentru calculul parametrilor strain-ului crucei într-o rețea de elemente finite și pe aliniamente de stații, soft-uri științifice de editare și prelucrare text și imagine.

PROGRAM NUCLEU 2016 - 2017

Tabel centralizator nr.1

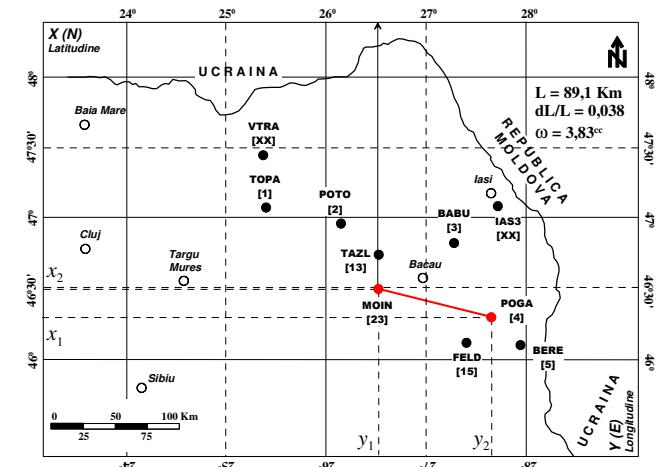
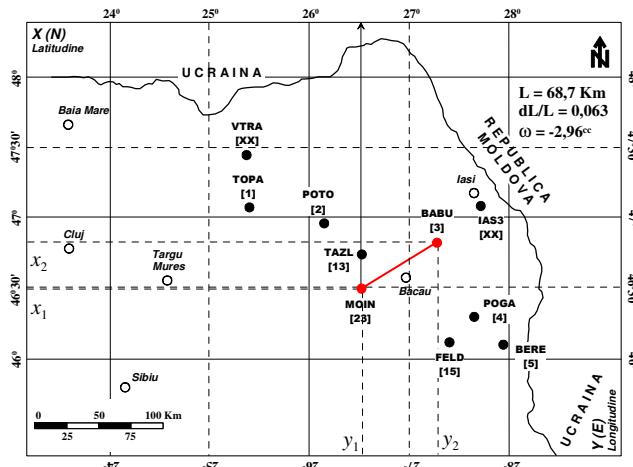
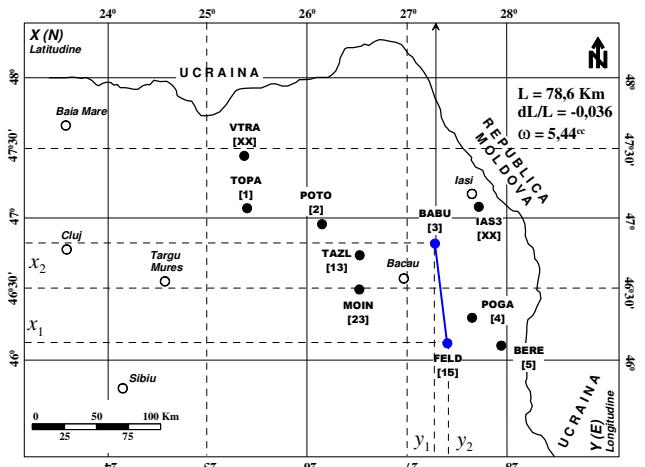
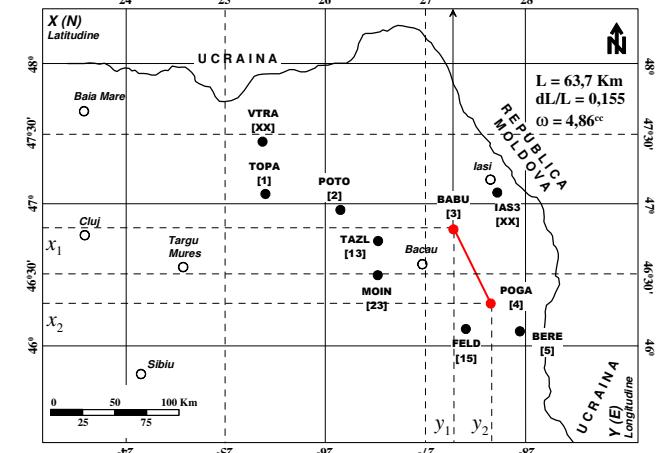
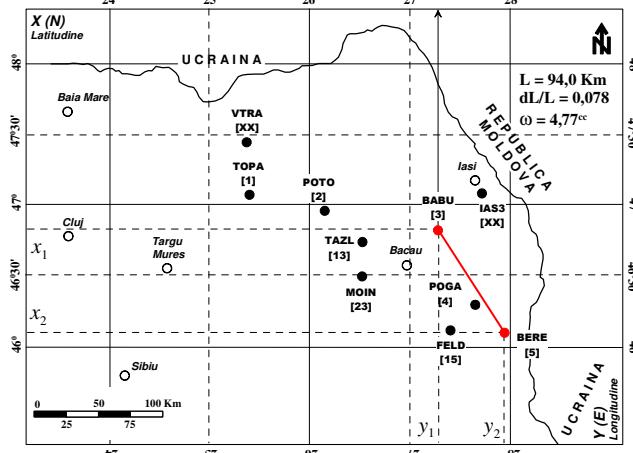
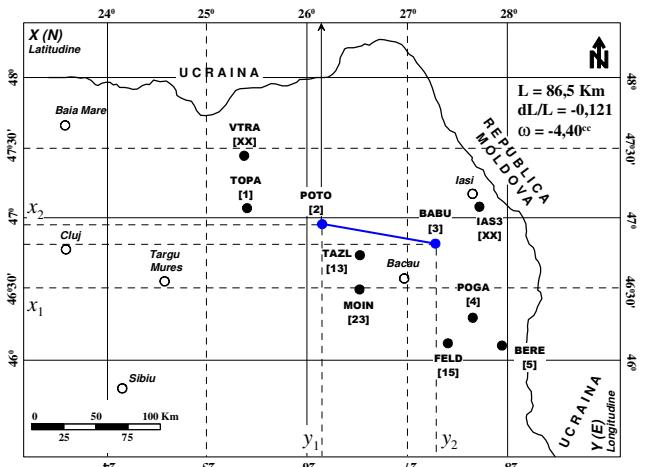
Nr. crt.	Linia	dL	dL/L ₁ x 10 ⁶	V ₁ (centesimal)			V ₂ (centesimal)			dV x10 ²	Nr. crt.	Linia	dL	dL/L ₁ x 10 ⁸	V ₁ (centesimal)			V ₂ (centesimal)			dV x100		
				cod (1)	Observatoare (2)	(mm) (3)	(μstrain) (4)	g (5)	c (6)	cc (7)			cod (1)	Observatoare (2)	(mm) (3)	(μstrain) (4)	g (5)	c (6)	cc (7)	g (8)	c (9)	cc (10)	
1	¹ l ₆₋₂₅	VOSL - FUND	-6.1	-4.363	214	62	34 565183	214	62	34 565967	0.08	25	V _N ¹ l ₂₋₃	POTO - BABU	-10.448	-0.121	-13	13	92 850543	-13	13	92 894470	-4.40
2	² l ₂₅₋₉	FUND - GURA	-10.2	-9.180	102	23	4 056448	102	23	4 0490178	-0.74	26	V _N ² l ₃₋₅	BABU - BERE	7.372	0.078	-63	99	89 151268	-63	99	89 103521	4.77
3	³ l ₉₋₂₀	GURA - MIHA	5.3	10.280	196	58	3 682517	196	58	3 657199	-2.53	27	V _N ³ l ₃₋₄	BABU - POGA	9.866	0.155	-70	84	25 802899	-70	84	25 754516	4.86
4	⁴ l ₂₀₋₂₄	MIHA - IAZU	-12.3	-19.800	120	7	6 000472	120	7	5 992053	-0.84	28	V _N ⁴ l ₃₋₁₅	BABU - FELD	-2.809	-0.036	-92	49	64 643229	-92	49	64 588480	5.44
5	⁵ l ₂₄₋₂₃	IAZU - MACI	1.0	1.241	51	9	54 560716	51	9	54 602733	4.20	29	V _N ⁵ l ₃₋₂₃	BABU - MOIN	4.335	0.063	35	34	00 673614	35	34	00 643693	-2.96
6	⁶ l ₂₃₋₁₈	MACI - FELD	21.1	18.200	360	63	55 534757	360	63	55 530261	-0.45	30	V _N ⁶ l ₂₃₋₄	MOIN - POGA	3.354	0.038	-15	10	38 771834	-15	10	38 733637	3.83
7	⁷ l ₆₋₁₈	VOSL - FELD	-22.5	-15.680	127	27	56 326139	127	27	56 312640	-1.35	31	V _N ⁷ l ₂₃₋₅	MOIN - BERE	1.843	0.016	-24	03	61 401131	-24	03	61 375666	2.53
8	⁸ l ₆₋₁₆	VOSL - VRAN	-9.5	-8.175	153	48	23 447364	153	48	23 459749	1.24	32	V _N ⁸ l ₃₋₃	TAZL - BABU	-3.724	-0.064	09	72	81 733725	09	72	81 638869	-9.48
9	⁹ l ₁₇₋₁	TUSN - GARO	1.6	1.446	128	29	4 479542	128	29	4 495982	1.64	33	V _S ⁹ l ₃₆₋₁₈	MAGU - MIHA	-10.813	-0.133	56	18	20 586760	56	18	20 656788	6.98
10	¹⁰ l ₁₇₋₂₅	TUSN - FUND	-2.2	-2.252	234	52	25 204943	234	52	25 183199	-2.17	34	V _S ¹⁰ l ₃₆₋₂₇	MAGU - ZABA	-14.776	-0.085	95	90	42 614439	95	90	42 628444	1.45
11	¹¹ l ₁₇₋₅	TUSN - ZABA	8.9	24.980	158	11	31 926662	158	11	31 905630	-2.10	35	V _S ¹¹ l ₃₆₋₁₉	MAGU - CHEI	1.267	0.010	-96	58	17 311335	-96	58	17 336163	-2.48
12	¹² l ₂₅₋₅	FUND - ZABA	-2.0	-2.192	59	10	14 635683	59	10	14 638198	0.25	36	V _S ¹² l ₃₆₋₁₆	MAGU - GARO	-19.047	-0.107	65	80	95 673746	65	80	95 685205	1.14
13	¹³ l ₅₋₉	ZABA - GURA	-9.9	-14.100	163	41	50 705499	163	41	50 719843	1.43	37	V _S ¹³ l ₃₆₋₂₆	MAGU - GURA	-10.632	-0.086	74	35	80 959591	74	35	80 949405	-1.02
14	¹⁴ l ₁₇₋₁₆	TUSN - VRAN	0.5	0.729	133	56	45 843104	133	56	45 865414	2.23	38	V _S ¹⁴ l ₁₈₋₁₆	MIHA - GARO	-6.473	-0.066	73	70	75 325585	73	70	75 294391	-3.10
15	¹⁵ l ₁₆₋₂₀	VRAN - MIHA	-1.8	-1.696	198	18	57 157472	198	18	57 139671	-1.78	39	V _S ¹⁵ l ₁₈₋₆	MIHA - INDE	-1.307	-0.013	41	56	85 855551	41	56	85 796345	-5.98

PROGRAM NUCLEU 2016 - 2017

Tabel centralizator nr.1 (continuare)

16	$^{16}l_{13-9}$	BALT - GURA	-1.5	-2.689	310	42	$\frac{47}{688048}$	310	42	$\frac{47}{676494}$	-1.16	40	$V_S^{16}l_{18-17}$	MIHA - BALT	-0.342	-0.005	43	71	$\frac{35}{425062}$	43	71	$\frac{35}{323840}$	-10.11
17	$^{17}l_{1-16}$	GARO - VRAN	1.5	3.450	319	7	$\frac{39}{857094}$	319	7	$\frac{39}{865377}$	0.83	41	$V_S^{17}l_{7-17}$	IAZU - BALT	1.509	0.024	-92	40	$\frac{14}{572253}$	-92	40	$\frac{14}{528963}$	4.31
18	$^{18}l_{20-12}$	MIHA - INDE	-1.3	-1.250	58	39	$\frac{19}{780073}$	58	39	$\frac{19}{758562}$	-2.15	42	$V_S^{18}l_{7-24}$	IAZU - MANA	-12.023	-0.072	-76	27	$\frac{99}{576597}$	-76	27	$\frac{99}{553043}$	2.31
19	$^{19}l_{23-20}$	MACI - MIHA	-1.2	-0.970	280	42	$\frac{40}{989354}$	280	42	$\frac{40}{996464}$	0.71	43	$V_S^{19}l_{7-6}$	IAZU - INDE	2.070	0.024	82	11	$\frac{89}{198750}$	82	11	$\frac{89}{224851}$	2.63
20	$^{20}l_{23-12}$	MACI - INDE	12.3	28.140	341	59	$\frac{28}{688228}$	341	59	$\frac{28}{711242}$	2.30	44	$V_S^{20}l_{28-6}$	TUSN - INDE	-3.158	-0.019	-30	49	$\frac{67}{855366}$	-30	49	$\frac{67}{862369}$	-0.68
21	$^{21}l_{12-1}$	INDE - GARO	-5.8	-11.370	334	59	$\frac{26}{599692}$	334	59	$\frac{26}{557797}$	-4.19	45	$V_S^{21}l_{25-14}$	VRAN - CLEJ	3.208	0.048	78	58	$\frac{28}{008344}$	78	58	$\frac{28}{038266}$	2.99
22	$^{22}l_{13-18}$	BALT - FELD	4.1	4.555	399	27	$\frac{37}{173268}$	399	27	$\frac{37}{155429}$	-1.78	46											
23	$^{23}l_{18-1}$	FELD - GARO	13.6	31.850	217	7	$\frac{61}{118916}$	217	7	$\frac{61}{060345}$	-5.86	47											
24	$^{24}l_{13-24}$	BALT - IAZU	1.5	2.427	192	10	$\frac{45}{230522}$	192	10	$\frac{45}{246038}$	1.55	48											

PROGRAM NUCLEU 2016 - 2017



PROGRAM NUCLEU 2016 - 2017

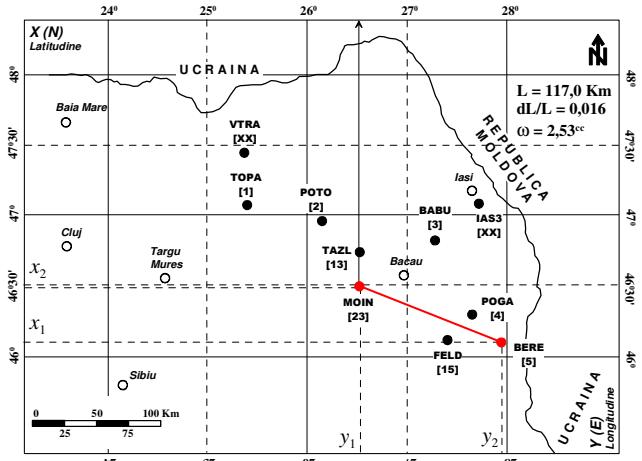


Figura 7. Vrancea Nord - aliniament MOIN [23] - BERE [5]

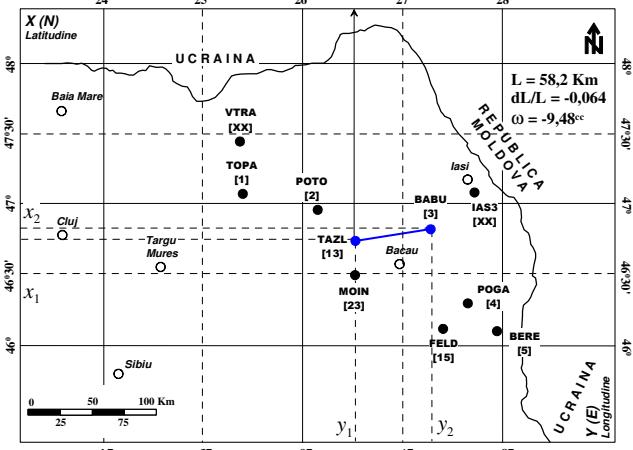


Figura 8. Vrancea Nord - aliniament BABU [3] - BERE [5]

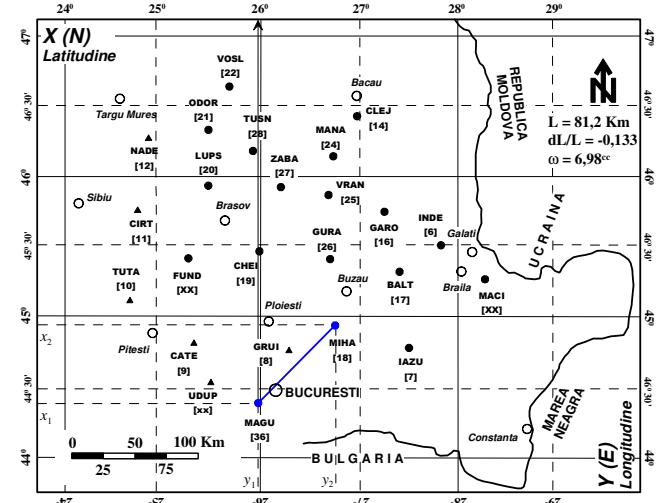


Figura 9. Vrancea Sud - aliniament MAGU [36] - MIHA [18]

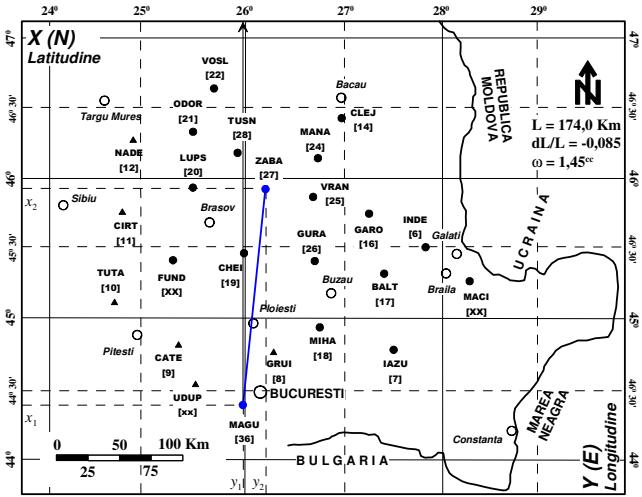


Figura 10. Vrancea Sud - aliniament MAGU [36] - ZABA [27]

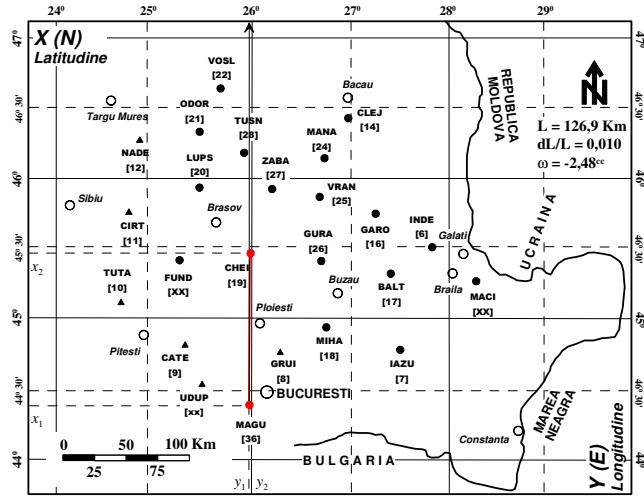


Figura 11. Vrancea Sud - aliniament MAGU [36] - CHEI [19]

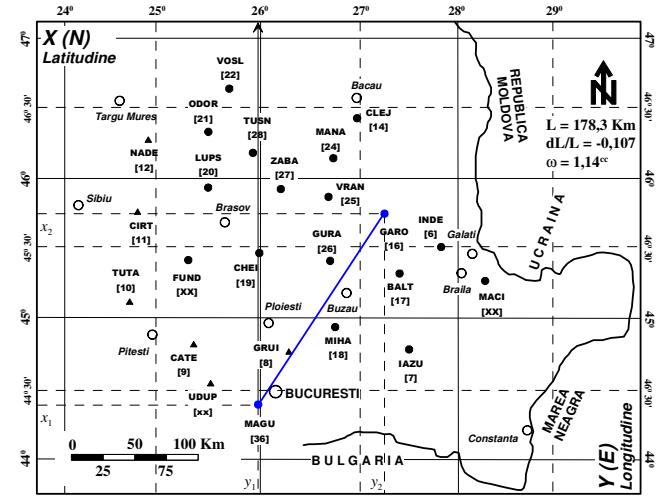
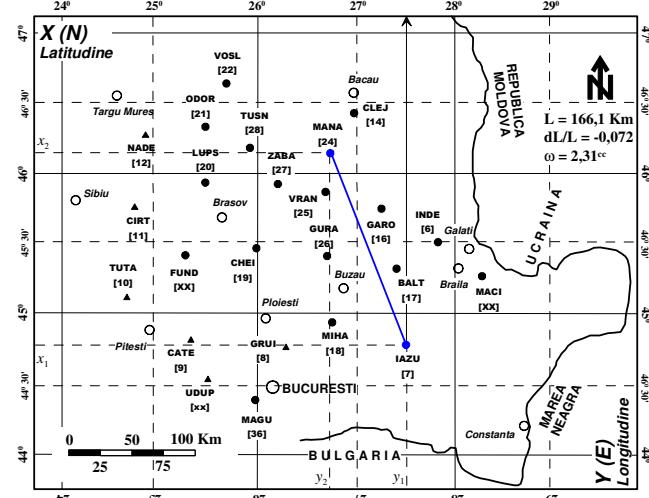
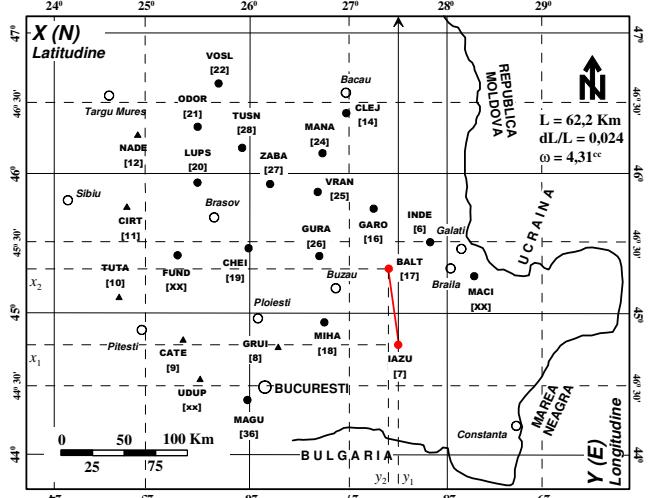
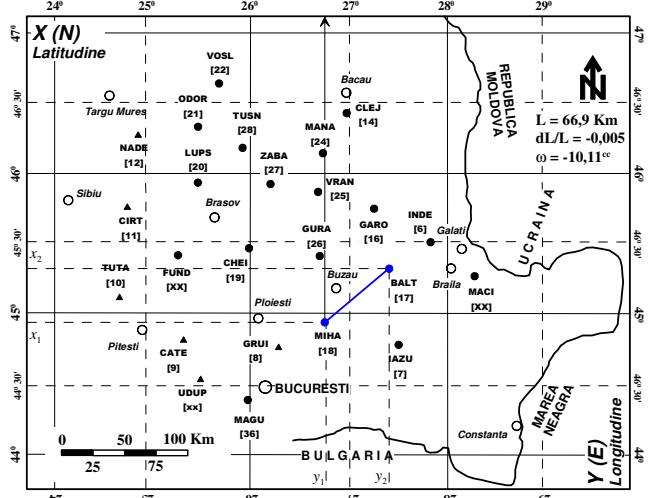
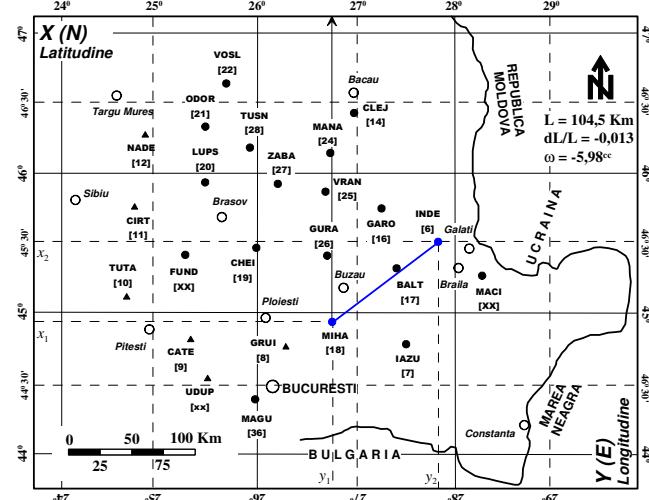
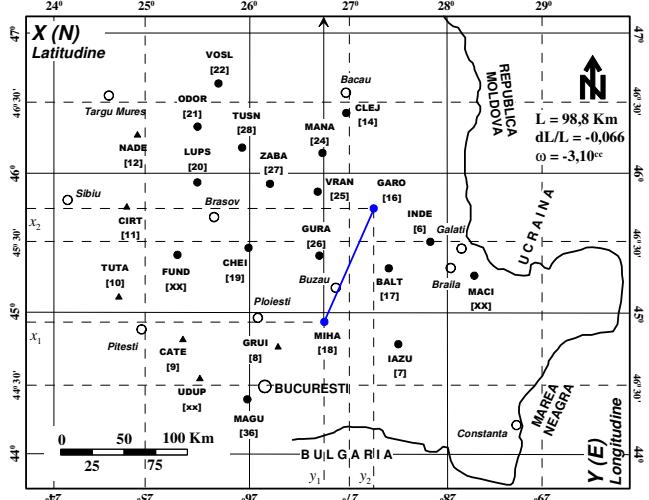
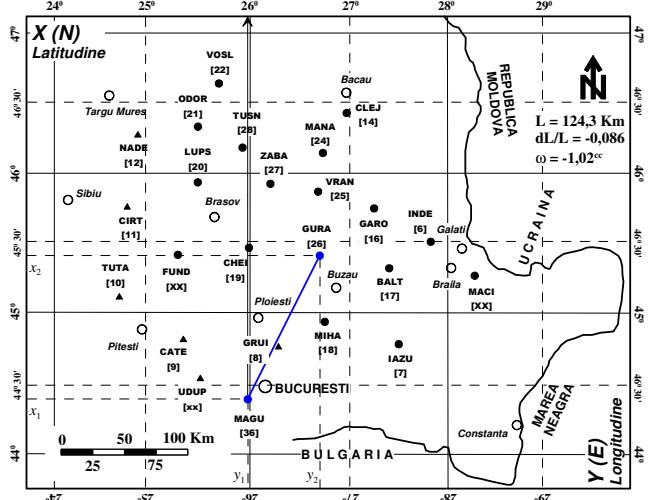


Figura 12. Vrancea Sud - aliniament MAGU [36] - GARO [16]

PROGRAM NUCLEU 2016 - 2017



PROGRAM NUCLEU 2016 - 2017

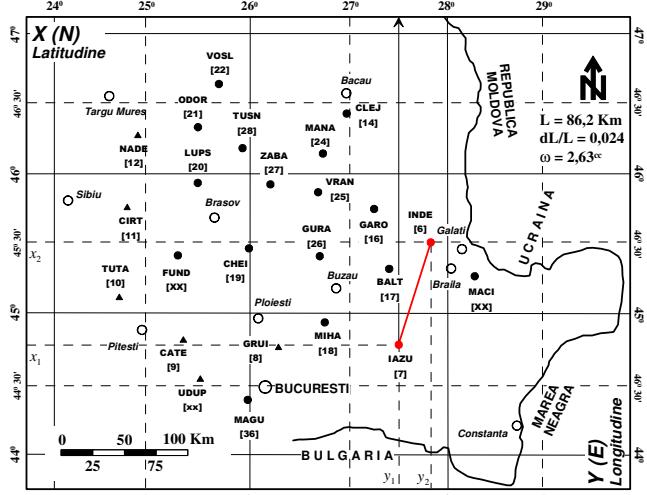


Figura 19. Vrancea Sud - aliniament IAZU [7] - INDE [6]

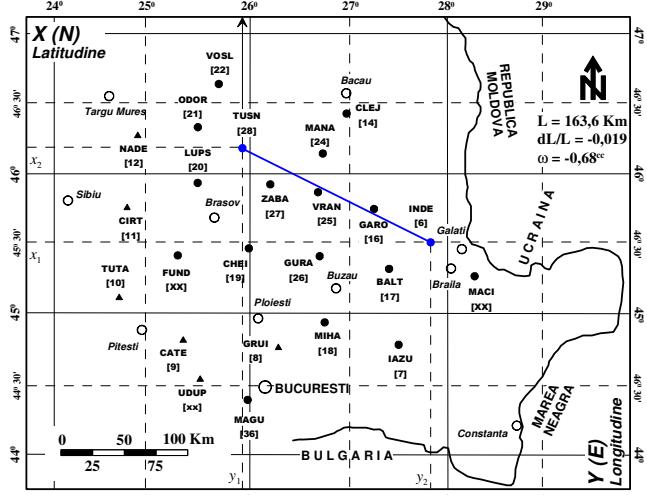


Figura 20. Vrancea Sud - aliniament TUSN [28] - INDE [6]

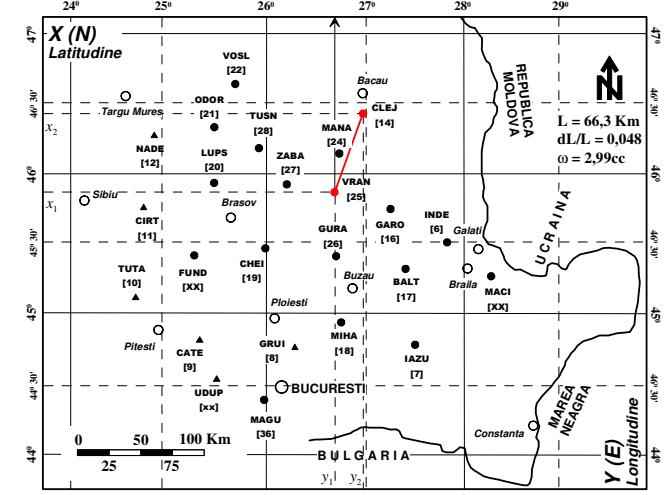


Figura 21. Vrancea Sud - aliniament VRAN [25] - CLEJ [14]

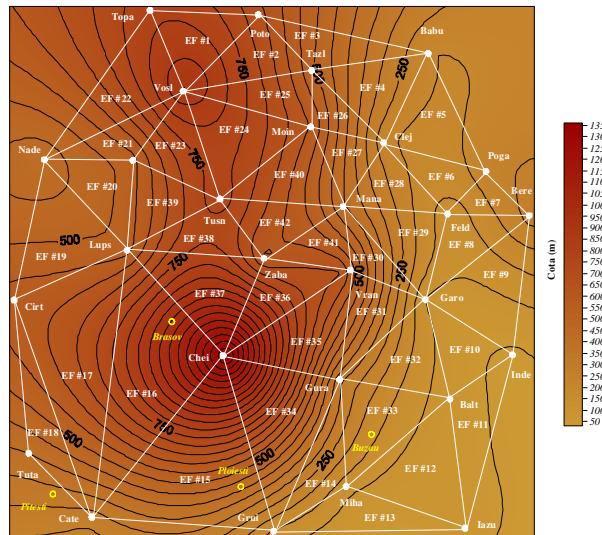


Figura 22. Rețeaua geodezică Vrancea extinsă pentru care s-au efectuat calculele în vederea deducerii acumulărilor de tensiuni în crusta terestră, ■ – observatoare GPS, ○ – localități.

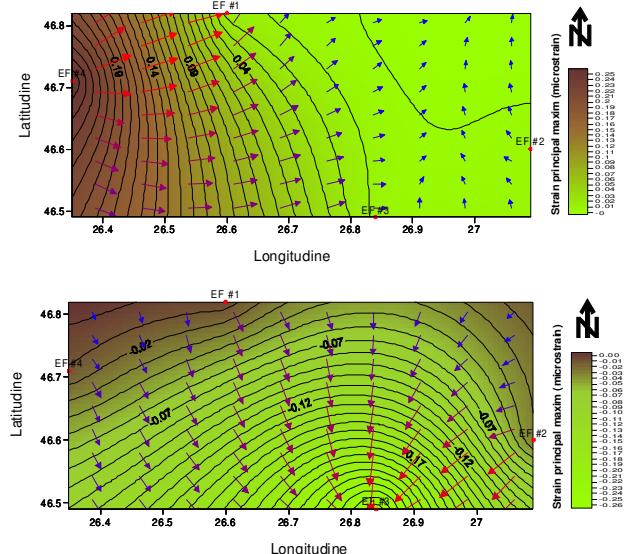


Figura 23. Subrețeaua Vrancea Nord, harta câmpului strain-ului principal maxim - sus, minim - jos (strain), → – vectorii ϵ_1 , ϵ_2 , ● – centrele de greutate ale EF #xx [1-21] – codificarea EF,

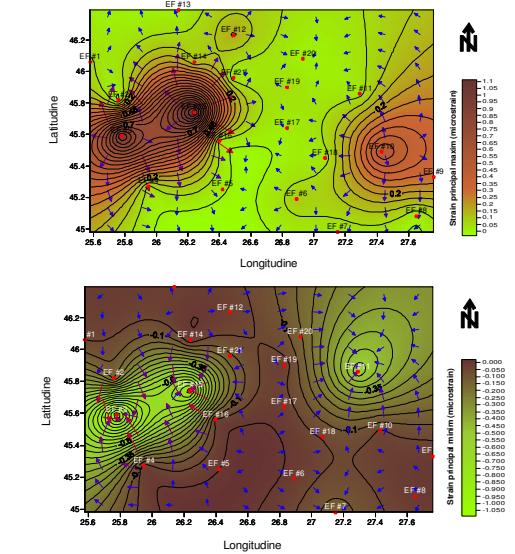
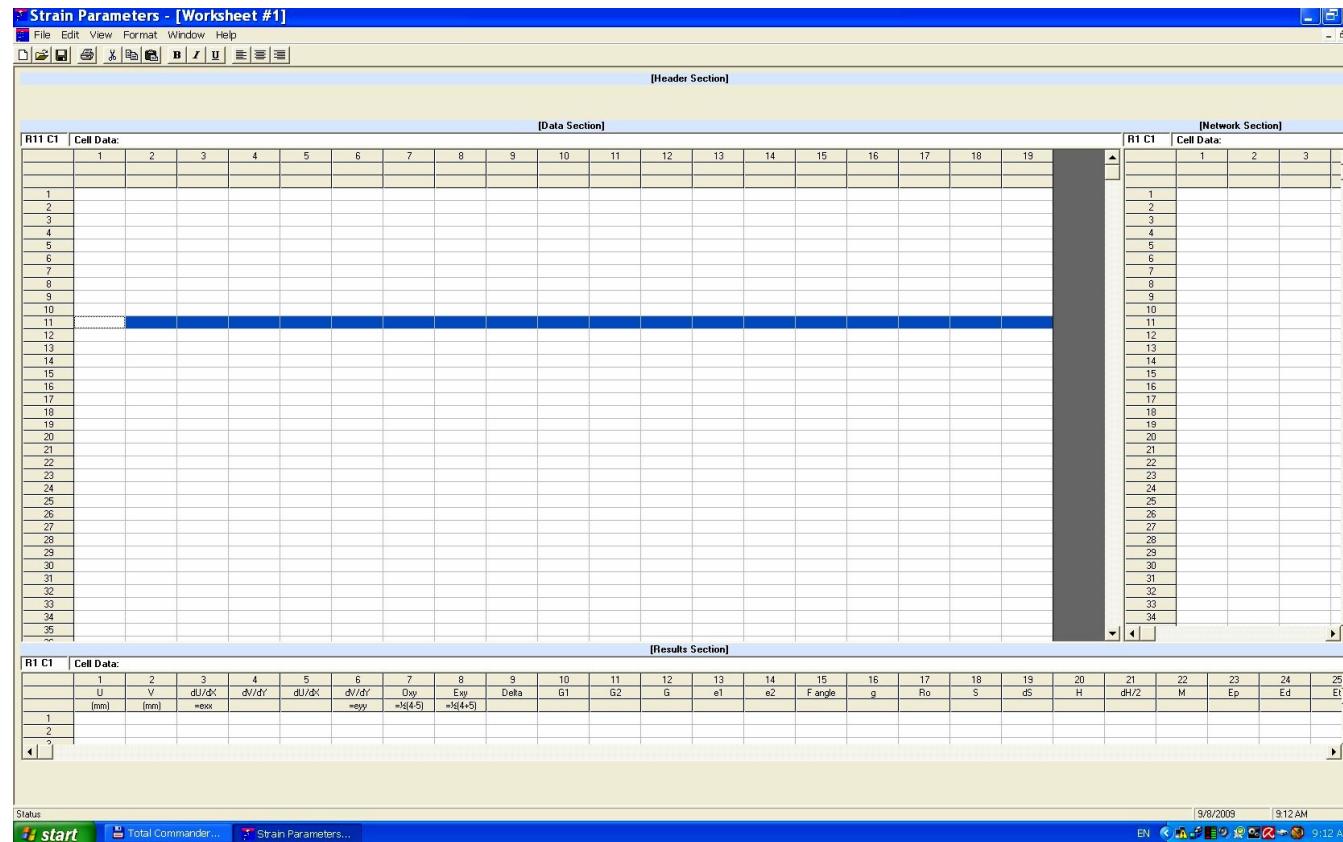
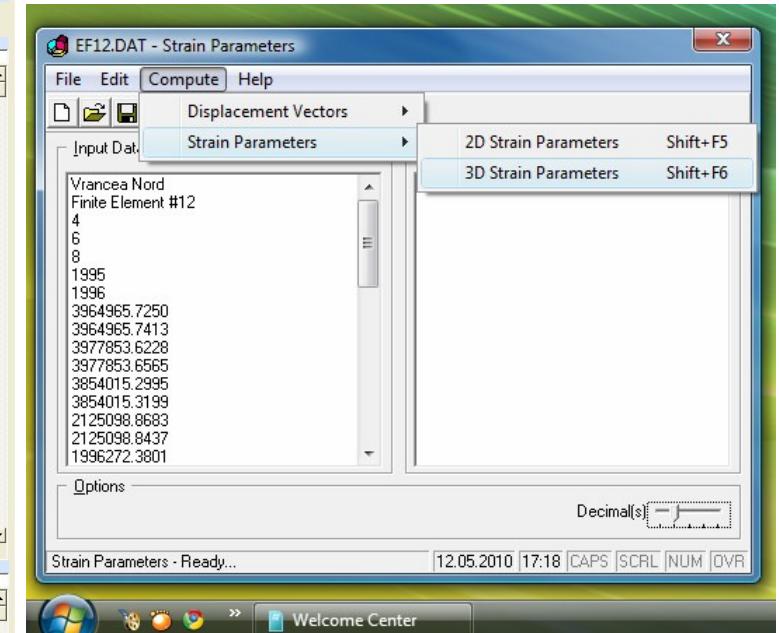


Figura 24. Subrețeaua Vrancea Sud, harta câmpului strain-ului principal maxim - sus, minim - jos (strain), → – vectorii ϵ_1 , ϵ_2 , ● – centrele de greutate ale EF #xx [1-21] – codificarea EF,

PROGRAM NUCLEU 2016 - 2017



Strain Parameters, soft original dezvoltat de autor și utilizat pentru calculul *parametrilor de strain* într-o rețea de elemente finite formată din observatoare GPS, screenshot al modulului de calcul SPC.



Strain Parameters, soft original dezvoltat de autor și utilizat pentru calculul *parametrilor de strain* într-o rețea de elemente finite formată din observatoare GPS, screenshot al modulului de calcul, SPCS.

PROGRAM NUCLEU 2016 - 2017

Bibliografie selectivă

1. **Mateciuc D.**, 2012, PN09 30 03 05, Faza III - *Estimarea acumulării de energie în crustă cu aplicabilitate în studiile extinse de reducere a riscului seismic în zona seismogenă Vrancea*.
2. **Zoran M., Mateciuc D., Neuner J., Ciucu C.**, 2008, *Tehnici Geospațiale de Investigare a Zonelor Seismice*, Ed. Conpress, Bucuresti, 230pp.
3. **Martin M., Ritter J. R.R., and the CALIXTO Working Group**, 2006, High-resolution teleseismic body wave tomography beneath SE-Romania – II. Imaging of a slab detachment scenario, *Geophys. J. Int.* **164**, 579 – 595.
4. **Săndulescu M.**, 1984, *Geotectonica României*, Ed. Tehnică, 336 pp.

Rezultate, stadiul realizării obiectivului fazei, concluzii și propuneri pentru continuarea proiectului (se vor preciza stadiul de implementare a proiectului, gradul de indeplinire a obiectivului cu referire la tintele stabilite și indicatorii asociati pentru monitorizare și evaluare).

Rezultatele fazei II /2017 a proiectului, așa cum au fost specificate în Rezumat și în acord cu obiectivele generale ale fazei:

- *tabele centralizatoare de rezultate,*
- *reprezentări grafice ale deformațiilor calculate pe fiecare aliniament separat, pentru cele două subrețele, Vrancea Nord și Vrancea Sud,*
- *reprezentări grafice, hărți de deformație pe aliniamente și pe elemente finite separat,*
- *posibile corelații cu seismicitatea crustală asociată din zonă.*

Stadiu realizării obiectivului fazei:

- *faza a fost realizată integral.*

Concluzii și propuneri pentru continuarea proiectului:

- *deformațiile crustale pe aliniamente în zona analizată au valori mici spre foarte mici, în concordanță cu rezultatele PN09 30 03 05,*
- *comportamentul geodinamic diferit al celor două subrețele, Vrancea Nord și Vrancea Sud, separate de falia Trotușului,*
- *aliniamentele analizate pentru subrețeaua Vrancea Nord nu prezintă nici o tendință generală în ce privesc alungirile calculate, din totalul de 8 aliniamente considerate 5 având alungiri pozitive iar 3 negative, dar pentru rețeaua Vrancea Sud comportamentul este iarași net diferit, dintre cele 13 aliniamente considerate 9 prezintă alungiri negative (cu modul negativ) și numai 4 pozitive, pe de altă parte alungirile pozitive sunt foarte mici comparativ cu cele negative,*
- *nu există o diferență netă în ceea ce privește comportamentul geodinamic al aliniamentelor care taie faliile majore din zonă, comparativ cu cele trasate pe un singur compartiment al faliilor.*

Având în vedere cele expuse succint mai sus ar fi recomandabilă continuarea investigațiilor în ceea ce privește regimul de deformații crustale din zona analizată, cu observația că astfel de cercetări pot constitui un aport informativ important în studiile de risc seismic dintr-o zonă cu potențial seismogen semnificativ, mai ales pe componenta seismicitatea crustală, astfel de studii realizate și pentru alte zone de interes din România, cum ar fi Banat sau Maramureș putând să-și dovedească utilitatea.

Responsabil proiect,

