

CONSILIUL JUDEȚEAN TELEORMAN

HOTĂRÂRE

privind: aprobarea documentației aferentă proiectului „Elaborarea hărților de risc natural pentru cutremure - Județul Teleorman”

Consiliul Județean Teleorman, întrunit în ședință ordinară, conform prevederilor art. 178 alin.(1) din Ordonanța de Urgență a Guvernului nr. 57/2019 privind Codul administrativ, cu modificările și completările ulterioare,

Având în vedere:

- referatul de aprobare nr. 21775 din 26.09.2023 al președintelui Consiliului Județean Teleorman, domnul Adrian-Ionuț Gâdea;
- raportul de specialitate nr. 26305 din 20.11.2023 al Direcției Urbanism și Amenajarea Teritoriului privind aprobarea documentației aferentă proiectului „Elaborarea hărților de risc natural pentru cutremure - Județul Teleorman”;
- avizul de legalitate nr. nr. 26130/III/A din 16.11.2023 al Direcției Juridice;
- avizele comisiilor de specialitate pe principalele domenii de activitate ale Consiliului Județean Teleorman;
- prevederile Contractului de servicii nr. 203/02.12.2021, încheiat între Județul Teleorman, prin Consiliul Județean Teleorman și S.C. FAD SMART TECHNOLOGY S.R.L. având ca obiect „Elaborare hărți: Lot 1- Elaborare hărți de risc natural pentru cutremure - Județul Teleorman”, cu modificările și completările ulterioare;
- adresa S.C. FAD SMART TECHNOLOGY S.R.L. nr. 1423/13.09.2023 înregistrată la consiliul județean cu nr. 21030/15.09.2023;
- prevederile Hotărârii Guvernului nr. 932/2007 pentru aprobarea Metodologiei privind finanțarea de la bugetul de stat a hărților de risc natural pentru cutremure și alunecări de teren;
- prevederile Legii nr. 575/2001 privind aprobarea Planului de amenajare a teritoriului național - Secțiunea a V-a – Zone de risc natural, cu modificările și completările ulterioare, Anexa nr. 3 - Unități Administrativ-Teritoriale Urbane amplasate în zone pentru care intensitatea seismică, echivalată pe baza parametrilor de calcul privind zonarea seismică a teritoriului României, este minimum VII (exprimată în grade MSK);
- prevederile art. 21 din Legea nr. 350/2001 privind amenajarea teritoriului și urbanismul cu modificările și completările ulterioare;
- prevederile Hotărârii Guvernului nr. 382/2003 pentru aprobarea Normelor metodologice privind exigențele minime de conținut ale documentațiilor de amenajare a teritoriului și de urbanism pentru zonele de riscuri naturale;
- prevederile art. 7 din Legea nr. 52/2003 privind transparența decizională în administrația publică, republicată cu modificările și completările ulterioare;

- prevederile art. 173 alin. (1) lit. f) din Ordonanța de Urgență a Guvernului nr. 57/2019 privind Codul administrativ, cu modificările și completările ulterioare;
- prevederile art. 22 alin. (1) lit.f) din Regulamentul de organizare și funcționare al Consiliului Județean Teleorman, aprobat prin Hotărârea Consiliului Județean Teleorman nr.134/26.08.2021.

În temeiul dispozițiilor art. 182 și 196 alin. (1) lit. a) din Ordonanța de Urgență a Guvernului nr. 57/2019 privind Codul administrativ, cu modificările și completările ulterioare,

HOTĂRĂȘTE:

Art. 1. Se aprobă documentația aferentă proiectului „Elaborarea hărților de risc natural pentru cutremure - Județul Teleorman”, conform anexei care face parte integrantă din prezenta hotărâre.

Art. 2. Președintele Consiliului Județean Teleorman, prin Direcția Urbanism și Amenajarea Teritoriului asigură punerea în aplicare a prevederilor prezentei hotărâri.

Art. 3. Secretarul General al județului, prin Compartimentul monitorizare proceduri administrative și relația cu consilierii județeni, va comunica actul administrativ Instituției Prefectului Județul Teleorman, Direcției Urbanism și Amenajarea Teritoriului și va fi adusă la cunoștința publică prin publicarea pe site-ul Consiliului Județean Teleorman, în termenul prevăzut de lege.

PREȘEDINTE,
Adrian-Ionuț Gâdea

CONTRASEMNEAZĂ
Secretar General al Județului,
Silvia Opreșcu

Nr. consilieri Județeni în funcție	Nr. consilieri Județeni prezenți	Nr. voturi „pentru”	Nr. voturi „împotrivă”	Nr. „abțineri”
31	31	32		

Alexandria,
Nr. 180 din 28 / 11, 2023

Anexa
la Hotărârea nr. 180
din 28.11.2023

**Elaborarea hărților de risc natural pentru cutremure -
Județul Teleorman**

PREȘEDINTE,

Adrian-Ionuț Gâdea

CONTRASEMNEAZĂ

Secretar General al Județului,

Silvia Oprescu



Executant: SC FAD SMART TECHNOLOGY SRL
Beneficiar: CONSILIUL JUDEȚEAN TELEORMAN
Proiect: Servicii de elaborare a hărților de risc
natural la cutremure
E-mail: felipe@fabricadecercetare.ro
Tel: 0745 326 544

CONSILIUL JUDEȚEAN TELEORMAN



1

Elaborare hărți de risc natural pentru cutremure

Lot 1



Executant: SC FAD SMART TECHNOLOGY SRL
Beneficiar: CONSILIUL JUDEȚEAN TELEORMAN
Proiect: Servicii de elaborare a hărților de risc natural la cutremure
E-mail: felipe@fabricadecercetare.ro
Tel: 0745 326 544

Lot 1- Elaborare hărți de risc natural pentru cutremure

FOAIE DE SEMNĂTURI

Verificat/Aprobat:

Director: Filip Florin
Specialist protecția mediului



Șef de proiect:

Ing. Samson Mirel
Specialist construcții civile și industriale
Ing. Rusu Emil

Întocmit:

Ing. Geolog Avram Ovidiu

Ing. Laurențiu-Ștefan Popescu

Ing. Daniela Pop-Coman

Ing. Carteș Cosmin
Specialist geodezie

Autoritatea contractantă: Consiliul Județean Teleorman

Executant: S.C. Fad Smart Technology S.R.L



CUPRINS

CUPRINS	3
1.CAPITOLUL 1	5
Analiza teritoriului studiat pentru crearea bazei de date, surse seismice care generează hazardul general și local al zonelor studiate.	5
1.1. Identificarea condițiilor geologice și seismo-tectonice locale și regionale	5
1.1.1 Geologia zonei.....	5
1.1.2 Tectonica zonei.....	10
1.1.3 Geofizica zonei	11
1.2. Inventarierea manifestațiilor locale seismice prin identificarea, definirea și geometria surselor seismice locale și regionale	13
1.3. Încadrarea seismologică a județului Teleorman după normativele actuale aflate în vigoare, cu identificarea faliilor active și estimarea potențialului seismic al acestora	26
1.4. Stabilirea relațiilor de atenuare a intensității, accelerației (aH, eV), vitezei (vH) și deplasării (dH) cu distanța, pentru fiecare sursă seismică locală sau regională. Alte relații de calcul pentru cutremurele locale.	30
1.5. Stabilirea relațiilor de calcul pentru cutremurele locale din zona județului și pentru cutremurele intermediare vrâncene.	40
1.6. Întocmirea cataloagelor cutremurelor crustale (normale) locale și regionale subcrustale (intermediare vrâncene) locale care s-au produs în județul Teleorman ținând cont de regiune, distanță, perioada și evaluarea acestora.....	41
1.7. Intensități maxime ale cutremurelor puternice intermediare vrâncene observate în localitățile județului și evaluarea acestora.	41
1.8. Întocmirea hărții cutremurelor locale și vrâncene la nivelul județului Teleorman.	43
2. CAPITOLUL 2	46
Analize seismice – determinarea efectelor seismice locale.	46
2.1. Analiza cutremurelor locale și regionale din județ, stabilirea magnitudinii, a intensității epicentrale și a intensităților maxim observate în fiecare localitate din județ	46
2.2. Estimarea potențialului seismic al faliilor active identificate – magnitudini maxim posibile.....	55
2.3. Calcule statistice și probabilistice pentru cutremurele locale (normale) și intermediare vrâncene (subcrustale), conform legislației în vigoare	59
2.4. Măsurători și interpretări seismice de refracție pe profile amplasate în orașele și localitățile importante din județ pentru determinări de distribuție a valorilor vitezelor undelor longitudinale și transversale „de forfecare,, a pachetelor de strate și adâncimea de 30m	61



3. CAPITOLUL 3	103
Estimarea hazardului seismic din județ datorat cutremurelor locale și intermediare vrâncene), elaborarea hărților de microzonare seismică.	103
3.1. Realizarea hărților de microzonare seismică cu distribuția valorilor vitezelor undelor elastice transversale (V_s) și a perioadei de vibrație T_g (în sec) a pachetelor de strate până la adâncimea de 30m, pentru orașele și localitățile importante din județ	103
3.2. Estimarea hazardului seismic din județ, respectiv a potențialului seismic al faliilor active identificate-magnitudini maxim posibile	161
3.3. Realizarea de accelerograme de calcul, spectre de răspuns și spectre de proiectare pentru cutremure locale și intermediare vrâncene din județ	167
4. CAPITOLUL 4	177
Întocmirea hărților de hazard seismic pentru intensități, accelerații, viteze și deplasări, pentru cutremure locale și intermediare ale județului și elaborarea hărților de risc seismic conform legislației în vigoare.	177
4.1 Elaborarea Hărților de Risc Seismic conform legislației în vigoare	189
5. CAPITOLUL 5	193
Evaluarea efectului cutremurelor locale și regionale asupra zonei Județului Teleorman.	193
5.1. Elaborarea scenariilor de producere a cutremurelor locale și intermediare pentru diferite clase de magnitudine și pentru diferite perioade de revenire	193
5.2. Determinarea efectului acestor cutremure asupra fondului construit în funcție de caracteristicile acestora (vechime, structuri, etc)	197
5.3. Estimarea pagubelor materiale și a pierderilor umane datorate acestor cutremure viitoare, la nivelul județului și a fiecărei unități administrativ teritoriale a acestuia. Lista cu obiectivele ce pot fi afectate.	206
5.4. Realizarea hărților de risc la seism la nivelul județului și la nivelul fiecărei unități teritoriale a acestuia	212
5.5. Întocmirea documentațiilor pentru avize și obținerea acestora, inclusiv susținerea la instituțiile avizatoare, precum și pentru aprobarea în cadrul Consiliului Județean	215
6. CAPITOLUL 6	215
Concluzii. Propuneri și soluții de reducere a riscului pe termen mediu și lung.	215
6.1. Propuneri și soluții de reducere a riscului pe termen mediu și lung	216
6.2. Recomandări privind modul de utilizare al terenurilor, amplasarea construcțiilor care urmează a fi cuprinse în planurile de urbanism și amenajarea teritoriului	221
7. Bibliografie	229
8. ANEXE	234



1.CAPITOLUL 1

Analiza teritoriului studiat pentru crearea bazei de date, surse seismice care generează hazardul general și local al zonelor studiate.

1.1. Identificarea condițiilor geologice și seismo-tectonice locale și regionale

Județul Teleorman se întinde în **Platforma Moesică** care este considerată un masiv vechi inclus în platforma epipaleozoică, cu soclul consolidat în Cadomian (Săndulescu, 1984; Visarion et al.,1988). Platforma este mărginită de-a lungul faliei Peceneaga-Camena de Orogenul Nord Dobrogean la NE, spre N se delimitează de aulacogenul caledono-hercinic dano-polono-predobrogean de-a lungul faliei Troțușului, este suprașariată de pânzele flișului și ale Subcarpaților din zona de curbură a Carpaților Orientali și vine în contact direct cu domeniul danubian al Carpaților Meridionali.

1.1.1 Geologia zonei

După constituția soclului, platforma este divizată în două sectoare distincte separate de falia Intramoesică. La nord și est de această falie se află compartimentul dobrogean al platformei, iar la sud compartimentul valah, sau valah-prebalcanic (Răileanu , 2009).

Sectorul dobrogean al Platformei Moesice este împărțit de către falia Capidava Ovidiu în două domenii structurale: Dobrogea centrală (delimitată de faliile Pecineaga-Camena la nord și Capidava-Ovidiu sau Palazu la sud) și Dobrogea de sud (flancată de faliile Capidava-Ovidiu și Intramoesică).

Județul Teleorman este localizat în **sectorul valah** al Platformei Moesice, situat la vest de falia Intramoesică, are un soclu diferit de acela al Dobrogei centrale și de sud, având formațiuni metamorfice mezozonale sau retrometamorfozate (Visarion et al., 1990), de vârstă probabil precambriană. Prezența unor intruziuni granitice,



granodioritice și gabroice, care sunt considerate ca aparținând fundamentului Platformei Moesice, constituie o particularitate a acestui sector (Răileanu, 2009).

Datarea radioactivă a acestor intruziuni a relevat o vârstă hercinică, contemporană cu o parte din cuvertura platformei. Prezența intruziunilor hercinice constituie un argument în favoarea unei mobilități mai ridicate a sectorului valah în timpul Paleozoicului, cu excepția ariei mai ridicate Craiova-Balș-Optași. Limita nordică sectorului valah al platformei este marcată de fractura sud-Călimănești - Târgu Jiu. La vest de Târgu Jiu fractura taie falia Timocului care a fost activă până în Neogen. Fractura Călimănești-Târgu Jiu separă la nivelul Paleozoicului formațiunile sedimentare de tip platformă de acelea deformate și metamorfozate din nord, aparținând elementelor cutate hercinice (Răileanu, 2009).

După cum se poate observa în Fig1 sectorul valah al platformei este tăiat de două sisteme de falii: un sistem orientat N-S care a compartimentat platforma în blocuri denivelate, și al doilea, orientat E-V, de-a lungul căruia platforma coboară spre avanfosă, Fig.6. Aici se remarcă grupul de falii care delimitează ridicarea Craiova-Balș-Optași, o structură de tip horst, cunoscută ca 'pragul oltean'. Soclul din această arie ridicată atinge adâncimi de 3-4 km. La nord, soclul coboară în două trepte majore, cea nordică atingând adâncimi de 10-12 km, conform sondajelor magneto-telurice. Această treaptă de afundare maximă ar corespunde unei avanfose hercinice care se presupune că s-ar extinde de-a lungul marginii externe a domeniului danubian și mai la est, în aria subșariată a Platformei Moesice din zona de curbură. În partea de sud a pragului oltean predomină elementele structurale cu orientări est-vest, cu excepția zonei Balș, unde se remarcă un bloc ridicat, cu o orientare NNE-SSV (Visarion et al., 1988).

O altă particularitate a sectorului valah al Platformei Moesice o constituie prezența unei depresiuni, depresiunea valahă, o depresiune a soclului cu o stivă foarte groasă de sedimente paleozoice și mezozoice. Aceasta este considerată ca o prelungire spre sud a zonei depresiunare mezozoice care vine din nord, depresiunea Miechow, și se extinde pe sub pânzele flișului Carpaților Orientali și a subasmentului depresiunii Focșani (Săndulescu, 1984).

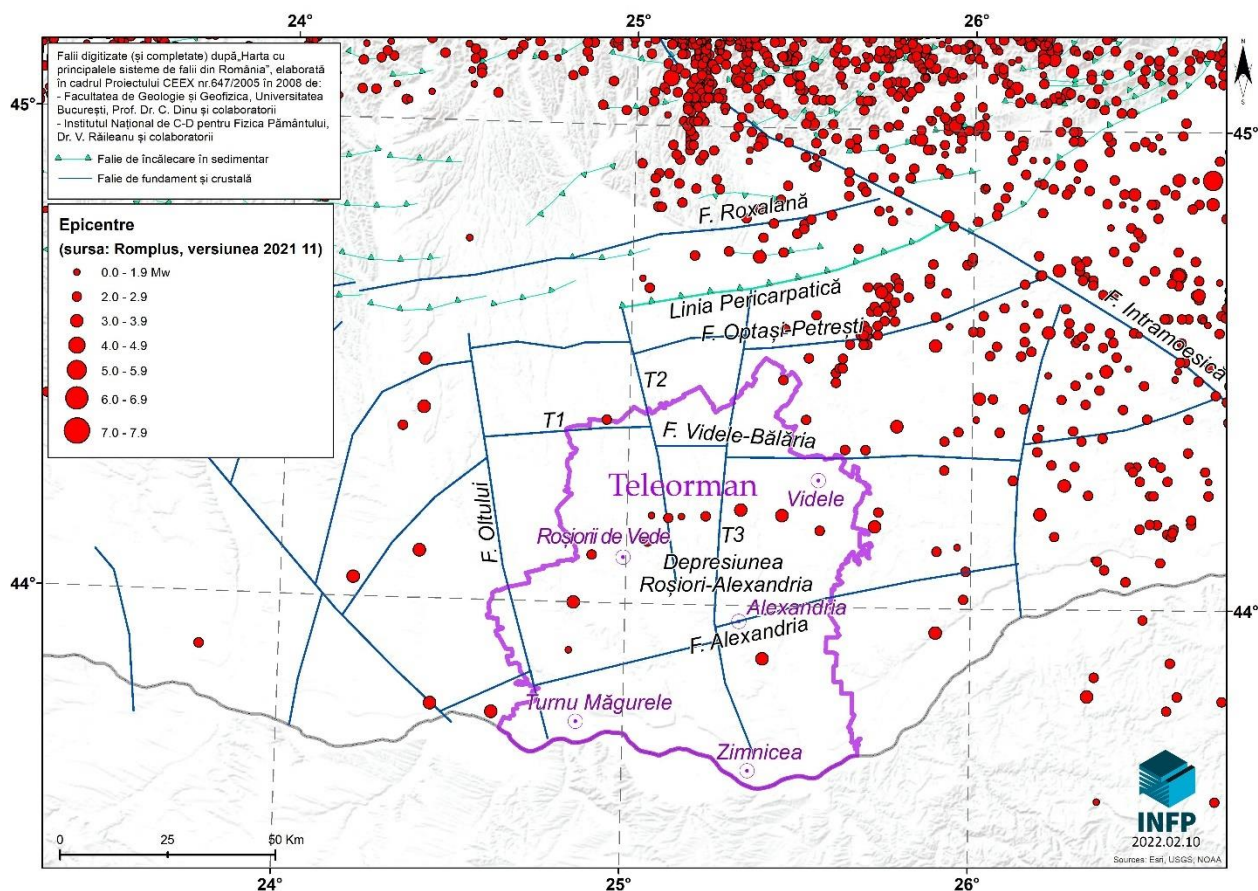


Fig.1-Încadrarea seismo-tectonică a județului Teleorman

Fracturarea Platformei Moesice s-a realizat de-a lungul mai multor momente de tectonică casantă (Visarion et al., 1988), care au diferențiat și delimitat perioadele sau zonele de sedimentare în care au avut loc importante schimbări, atât ca dispunerea areală cât și ca direcții preferențiale (Răileanu, 2009). Delimitată și traversată de câteva falii bine documentate, în cele ce urmează ne vom ocupa numai de cele care ar putea afecta teritoriul județului Teleorman.

Falia Intramoesiă este o falie crustală profundă, fapt sugerat de hipocentrele cutremurelor care marchează traseul faliei de la nord-vest, în Carpații Meridionali, până la sud-est, în zona platoului continental al Mării Negre (Visarion et al. 1990). Este o falie compozită, inițial cu translație dextră și apoi senestră, așa cum o găsim și în prezent. Falia marchează de asemenea schimbări importante ale regimului termic și configurației anomaliei magnetice în compartimentele separate de falie (Răileanu, 2009).



Falia Jiului traversează platforma pe direcția NV-SE și are compartimentul estic mai ridicat, având o translație probabil senestră. Fracturarea pronunțată a platformei a impus o adaptare oarecum plastică a cuverturii la tectonica în blocuri.

Aria județului este traversată de falii de mai mică importanță (puțin profunde, cu seismicitate slabă și difuză) marcate pe Fig. 1 care vor fi analizate în detaliu în etapa următoare, folosind toate înregistrările rețelei seismice naționale.

Litologic, cuvertura Platformei Moesice cuprinde formațiuni începând cu depozite detritice ordovicene sau cambriene și continuând cu o serie de lacune, până în Neogenul superior sau Pleistocen de-a lungul a patru cicluri de sedimentare (Săndulescu, 1984).

Ciclul Ordovician-Carbonifer a fost predominant detritic: grosier sau grosier mediu în perioada Ordovician-Devonian mediu; predominant pelitic în Silurian și Devonianul inferior; predominant carbonatic (dolomitic calcaros și cu evaporite) din Devonianul superior până în Namurian; detritic cu intercalații cărbunoase în restul Carboniferului (Răileanu, 2009).

Unele serii din acest ciclu depășesc una sau mai multe mii de metri grosime. Secvența carbonatică semnalează o reducere a subsidenței și instalarea unui regim depozițional de apă puțin adâncă. Deși grosimea depozitelor aparținând acestui ciclu este variabilă, subsidența maximă a fost înregistrată în depresiunile Alexandria și Călărași (Răileanu, 2009).

Ciclul Permian-Triasic cuprinde trei secvențe majore: cea inferioară și cea superioară sunt detritice, iar cea intermediară este carbonatică. Se cunosc de asemenea niveluri de evaporite anhidritice și salifere la nivelul Permianului, Triasicului inferior și superior. Caracteristic acestui ciclu sunt efuziunile acide și bazice găsite la diferite nivele, în Permo-Eotriasic, Triasic mediu și superior. Efuziunile legate de depozitele permo-triasice inferioare sunt localizate în structuri tafrogene (structuri precum grabenele, formate prin procese de extensie) orientate preponderent est-vest, iar cele triasice sunt pe direcții nord-sud. Originea magmatismului permo-triasic, subsecvent ciclului hercinic și contemporan molaselor acestui ciclu, este de natură tafrogenică și nu implică vreun proces de subducție, care la acea dată deja încetase (Săndulescu, 1984).



Ciclul Jurassic-Cretacic are caractere litofaciale variabile cu schimbări de facies izocrone. El este detritic în bază, preponderent carbonatic masiv din Jurasicul superior până în Barremian, și carbonatic marnos în Cretacicul superior. Formațiunile acestui ciclu sunt mai subțiri comparativ cu depozitele paleozoice și cele permo-triasice, datorită mai ales mediului de sedimentare predominant calcaros (neritic sau pelagic), uneori evaporitic. O discontinuitate la nivel pre-albian indică o ridicare a platformei care se corelează cu începutul tectogenezei mezocretacice. În decursul acestei tectogeneze Platforma Moesică a fost implicată în formarea unora dintre structurile primului paroxism getic (Răileanu, 2009).

Ciclul Terțiar (Badenian-Pleistocen) are în componența sa depozite predominant detritice, molasice. Doar în câteva locuri se cunosc depozite calcaroase eocene (depresiunea Lom și prelungirea ei la sud de Craiova). Depozitele neogene ale platformei și avanfosei sunt comune, ele diferențiindu-se doar prin grosimea apreciabilă a celor din avanfosă (Răileanu, 2009).

Structura cuverturii de platformă este consecința conlucrării a două procese: subsidența și eroziunea diferențială pe de o parte, și fracturarea și deformarea pe de altă parte.

În Paleozoic s-au remarcat două zone cu subsidență apreciabilă: depresiunea Călărași orientată aproximativ NV-SE și depresiunea Alexandria. În aceeași perioadă exista deja ridicarea olteană Craiova-Balș-Optași, iar la nord de aceasta s-a format un fel de avanfosă hercinică (Săndulescu, 1984) care se întindea de-a lungul marginii externe a domeniului danubian cu care vine în contact printr-o falie inversă (Răileanu, 2009).

Zonele de subsidență marcantă din Mezozoic sunt diferite atât de cele paleozoice, cât și între ele. Ridicarea olteană a constituit un factor important în Triasicul mediu și superior, pentru ariile de subsidență care s-au dezvoltat la sud și pe direcții paralele cu ea. Ariile de depresionare dezvoltate în Jurasic și Cretacicul inferior au avut direcții relativ transversale pe ridicarea olteană pe care au fragmentat-o substanțial. S-a remarcat o rotire a axei depresiunilor de la NV-SE în Jurasicul mediu, la NE-SV în Tithonic și Cretacic inferior (Răileanu, 2009).



Neogenul platformei a fost marcat în primul rând de subsidența accentuată din avanfosa externă, suprapusă vorlandului. Structura cuverturii neogene situate la sud de avanfosă este cu precădere tabulară.

1.1.2 Tectonica zonei

Așa cum s-a arătat mai înainte, fundamentul platformei Moesice este eterogen ca vârstă și compoziție. El este divizat în câteva zone majore de ridicare și afundare, care par a se fi individualizat încă din orogeneza baikaliană, când s-au consolidat ultimele catene de șisturi verzi din Dobrogea centrală. Cutările caledoniene, hercinice și alpine au avut o influență slabă asupra platformei sub aspect aplicativ, însă au marcat puternic evoluția platformei sub aspect disjunctiv (Paraschiv, 1975, 1979). Ridicările majore au avut un rol activ, amplitudinea lor diminuându-se până în Jurassic-Cretacic inferior. Principalele zone de ridicare sunt (Răileanu, 2009):

-ridicarea Strehaia-Vidin, care reprezintă curbura unui aliniament ce ar trebui să se continue și să aibă o direcție V-E pe sub avanfosa carpatică. A fost remarcată printr-o anomalie intensă de maxim gravimetric, cu fundament la 4,5-5 km adâncime acoperit cu depozite sedimentare de vârste de la Cambrian-Ordovician și Carbonifer superior până la Neogen și Cuaternar (Paraschiv D, 1975).

-ridicarea N Craiova-Balș-Optași-S Periș sau ridicarea Olteană se află în partea central vestică a platformei. Este conturată de o anomalie gravimetrică pozitivă, dublată de o anomalie magnetică. Apare ca un veritabil masiv cu fundament cristalin acoperit cu depozite paleozoic-inferioare, urmate de Permo-Triasic sau Jurassic. Acest masiv pare a se bifurca spre est: pe o direcție E-V spre Periș, și pe o direcție SE spre ridicarea Nord-Bulgară. Măsurătorile seismice au evidențiat ridicarea, ca pe un platou ridicat înconjurat la NV și NE de zone depresionare adânci. Sedimentarul are o grosime de ~2 km în partea centrală, în timp ce pe margini atinge ~3 km. Datele geologice, geofizice și de foraj au indicat și confirmat natura eruptivă a corpului care a penetrat crusta și a produs această ridicare. Vârsta corpului eruptiv este paleozoic-inferior, iar constituția lui este granitică, granodioritică și gabbroică. Unele datări radiometrice au arătat pentru granite o vârstă hercinică, ceea ce implică contemporaneitatea lor cu o



parte a cuverturii de platformă, precum și străpungerea acestora din urmă. Prezența unor astfel de intruziuni hercinice dovedește marea mobilitate a platformei, sau cel puțin a acestui sector din Platforma Moesică.

-ridicarea Videle-Vetrino (Nord-Bulgară) situată în SE platformei prezintă la nord de Dunăre o prelungire care se afundă spre NV. Este separată de depresiunea Roșiori-Alexandria de o falie pe direcția București-Giurgiu. Axul său trece prin localitatea Vetrino din Bulgaria unde fundamentul se ridică până la 2,5-3 km adâncime (Paraschiv, 1979).

Zonele de coborâre majoră ale platformei sunt reprezentate de depresiuni alungite, situate pe blocuri crustale care au suferit mișcări de subsidență. Depozitele acumulate cuprind succesiuni de sedimente mai groase și mai complete decât în zonele ridicate. Ele și-au păstrat caracterul structural major din Paleozoic, până în Cretacic și chiar Neogen (Paraschiv, 1975).

-Depresiunea Roșiori-Alexandria este plasată în zona central-sudică a platformei și separă masivul N Craiova-Balș-Optași în NV de ridicarea nord bulgară în SE (Ridicarea Videle-Vetrino). În Paleozoic și Triasic a reprezentat o zonă predominant de subsidență.

Ca falii avem în vestul județului Falia Oltului, în nord Falia Videle-Bălăria, iar în sud Falia Alexandriei, în est este situată Falia Videle -Vetrino care marchează o ridicare sinonimă.

1.1.3 Geofizica zonei

Datele gravimetrice din platformă arată două regimuri gravimetrice distincte: o zonă nordică cu izogale având valori descrescătoare spre nord și cu o orientare est-vest până la meridianul Urziceni, apoi orientate NE-SV, și o zonă sudică, cu izogale perturbate de anomalii puternice. Harta anomaliilor magnetice are un aspect neregulat datorită numeroaselor anomalii locale de amplitudini și orientări diferite (Răileanu, 2009).

Anomaliile gravimetrice și magnetice majore din cuprinsul Platformei Moesice evidențiază morfologia și constituția fundamentului urmărind destul de fidel ariile ridicate și depresiunile. Pe baza datelor gravimetrice și magnetice, s-au definit o serie



de linii structurale majore care separă arii tectonice cu fundament diferit sau denivelate. În Platforma Moesică a fost trasată o linie de contact care separă fundamentul arhaic-carelian la sud, de cel baikalian la nord, pe aliniamentul Plenița-Slatina-sud Costești-Fierbinți-Urziceni-Rasova-Eforie (Botezatu, 1982). Pe lângă această linie tectonică majoră, mai există alte linii tectonice subordonate, care reprezintă plane de dislocație de-a lungul cărora s-au produs ridicări sau scufundări ale unor blocuri de fundament. Fundamentul arhaic carelian este fragmentat de astfel de linii tectonice orientate în general pe direcția NV-SE acestea separând blocuri denivelate de dimensiuni mari. Enumerarea lor de la vest la est cuprinde: ridicarea Braniștea-Calafat, scufundarea Băilești-Caracal, ridicarea N. Craiova-Balș-Slatina-Corabia, scufundarea Turnu Măgurele-Roșiori-Alexandria-Zimnicea, ridicarea Giurgiu, scufundarea București-Oltenița, ridicarea Călărași-Mangalia și grabenul Dobrogei de sud. Structurile enumerate corespund în linii mari acelor citate mai sus, după Paraschiv (1975). Fundamentul carelian-arhaic a avut o evoluție activă de cratogeneză și în timpul orogenezei caledoniene când depozitele siluriene și devoniene din apropierea liniilor tectonice au suferit deranjamente structurale importante (Răileanu, 2009).

Fundamentul baikalian al părților de nord ale Munteniei și Olteniei este puternic scufundat și acoperit de depozite sedimentare groase. El a fost divizat în două sectoare: unul extern, care reprezintă suportul ariei externe a avanfosei carpatice, cu depozite de cuvertură necutate și cu fracturi care au produs scufundarea în trepte spre orogen, și al doilea, sectorul intern, cu sedimentar cutat, mai ales la etajele superioare, afectat de asemenea de fracturi. Se remarcă fracturile din zona de curbură a Carpaților Orientali de-a lungul cărora s-a produs căderea în trepte de la sud spre nord pe direcția Urlați-Calvini și cele de la nord spre sud, pe direcțiile Vălenii de Munte-Pătârlagele și Câmpina-Slănic-Nehoiășu-Varlam (Botezatu, 1982).

Studiile magneto-telurice realizate în aria Platformei Moesice au furnizat date asupra distribuției spațiale a principalelor discontinuități din litosferă, începând cu fundamentul cristalin și încheind cu vârful astenosferei. Un studiu aprofundat în aria dintre râurile Motru și Argeș, (Visarion et al., 1984), indică o adâncire a fundamentului dinspre platformă spre orogen cu un maximum de 10-12 km pe aliniamentul Târgu



Jiu-Govora. Mai la sud, fundamentul se ridică la 3-4 km în zona Balș-Potcoava, iar apoi coboară spre depresiunea Alexandriei. La sud de pragul Filiași-Drăgășani fundamentul este fragmentat în blocuri cu diferite poziții spațiale, dintre ele remarcând-se ridicarea Balș-Optași. Așezarea efuziunilor bazice permo-triasice pe blocurile ridicate și în vecinătate lor a sugerat că magmele din care au provenit au penetrat spre suprafață de-a lungul fracturilor dintre blocuri. Se remarcă fracturile de fundament ale Jiului și Motrului, ultima fiind foarte probabil crustală. La vest de râul Motru fundamentul conține corpuri granitice de dimensiuni mari. Separarea fundamentului de platformă de cel al unității danubiene are loc de-a lungul faliei Călimănești-Târgu Jiu, pentru sectorul nordic, iar pentru cel vestic, de-a lungul faliei Timocului (Răileanu, 2009).

Limitele Conrad și Moho variază de-a lungul unui profil de la est Novaci la Caracal între 18 și 24 km adâncime și respectiv 30-38 km. În zona sudică, apare un relief pronunțat al limitei Moho cu adâncimi de 30-35 km, mai mici în zona Balș, 30 km. Grosimea litosferei are valori de 100-120 km.

1.2. Inventarierea manifestațiilor locale seismice prin identificarea, definirea și geometria surselor seismice locale și regionale

1.2.1 Date seismologice

Date seismologice

Pe arealul județului Teleorman sunt evidențiate 12 cutremure cu magnitudine maximă de 3.2 (M_w) și adâncimi crustale, adâncimea maximă fiind 16.7 km. Faliile prezente pe areal deși au lungimi considerabile par a fi inactive nefiind însoțite de cutremure. Seismicitatea zonei este difuză cutremurele nefiind afiliate unor falii cunoscute din zonă. Detalii cu privire la stațiile rețelei seismice care supraveghează zona se găsesc în tabelul de mai jos:



Cod_statie	Data	Lat	Lon	Alt_km	Detalii_statie	Senzor_viteza	Senzor_viteză_instrument	Senzor_acelerație	Senzor_acelerație_instrument
COPA	2012	44.1343	25.2172	0.114	Copăceanca TR	ks2000	BB Seismometer /Basalt Linear Phase Composite	epi_2g	Episensor 200 Hz 10 Volt FS 2g/Basalt Linear Phase
TRISU	2012	43.9719	25.3296	0.87	ISU Teleorman TR	Nu	Nu	epi_2g	200Hz 2.5V FS 2g/ KMI Etna-2 Acausal
ZIMR	2008	43.6572	25.3652	0.088	Zimnicea TR	ks2000	BB Seismometer/ Quanterra 330 Linear Phase Composite	epi_2g	Episensor 200 Hz 10 Volt FS 2g/Quanterra 330 Linea Phase Composite

Roșiori de Vede

Relieful teritoriului pe care îl ocupă municipiul Roșiori de Vede, după harta hipsometrică a Atlasului geografic, este caracteristic părții de vest-centrală a Câmpiei Române despărțită aici, de valea râului Vedea, în două compartimente: Găvanul Burdea – la răsărit și Câmpia Boian – la apus. În zona Roșiori de Vede, pe malul drept al râului care completează numele orașului, relieful se încadrează în caracteristicile Câmpiei Boian.

Din punct de vedere geologic, teritoriul orașului se suprapune pe unitatea din fața Carpaților, denumită Platforma Moesică. La suprafață (Fig.2 și 3) întâlnim depozite cuaternare formate din aluviuni constituite din maluri, nisipuri și pietrișuri ce corespund holocenului. Urmează apoi, spre adâncime, depozite ale unui regim marnos (marne cu intercalații nisipoase, argile, nisipuri și pietrișuri) care s-au depus într-un regim lacustru din pleistocenul mijlociu. Aceste structuri se suprapun stratelor de Frătești – formațiune întâlnită pe întreg teritoriul județului Teleorman. Ele sunt constituite în partea superioară din nisipuri fine, iar la bază din pietriș.

Structural Roșiori de Vede este situat între ridicarea N. Craiova-Balș-Optași și depresiunea Roșiori-Alexandria.

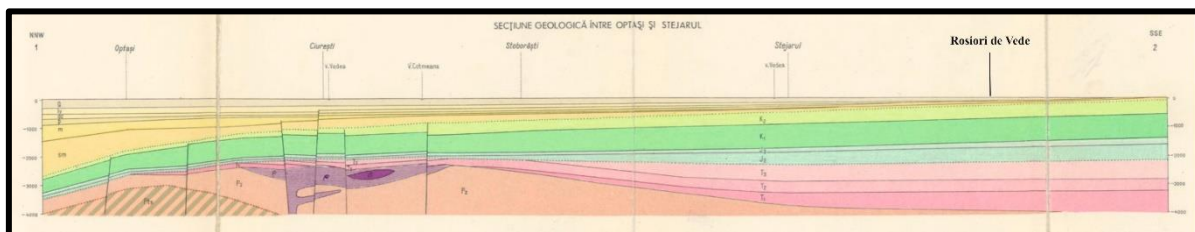


Fig.2 Secțiune geologică Roșiori de Vede

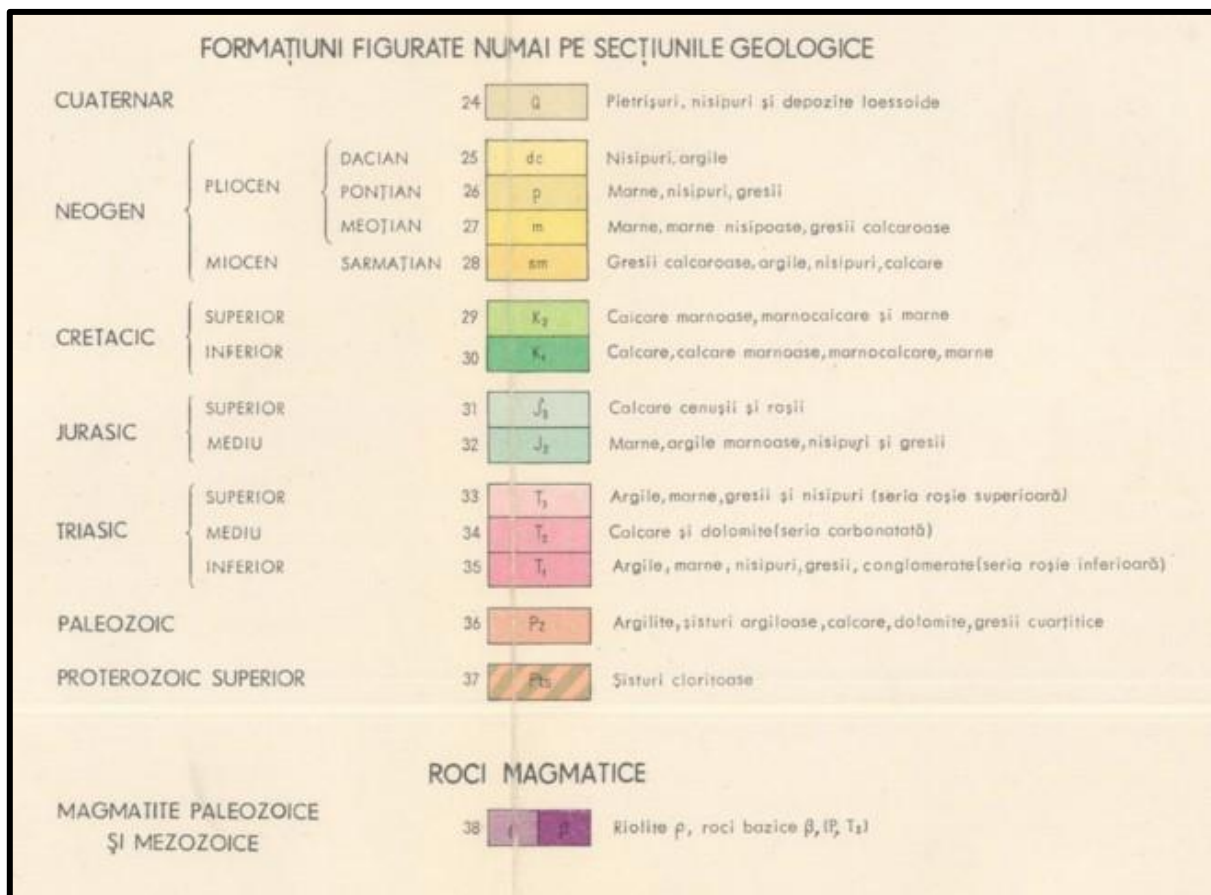


Fig. 3. Legenda formațiunilor pe secțiunea geologică.

Litologia zonei

Cuaternarul superior prezent pe o grosime de 100 m, cu depozite loessoide și argile nisipoase, nisipuri;



Pleistocenul mediu constituit din pietrișuri și nisipuri depozite loessoide suprapuse stratelor de Frătești și stratelor de Cândești (nisipuri, pietrișuri cu lentile de argile) pe o grosime de 50 metri;

Neogenul superior-Levantin marne, argile și nisipuri pe o grosime de 60 m;

Dacianul- nisipuri cu intercalații de argile cu o grosime de 40 m;

Ponțianul- marne cu intercalații de argile cu grosime de 10 m;

Sarmațianul- gresii calcaroase, argile, nisipuri, calcare pe o grosime de 15m;

Cretacicul superior – calcare marnoase, marno calcare și marne cu o grosime de 450 m;

Cretacicul inferior – calcare, calcare marnoase, marno calcare și marne grosimea acestora fiind de 800 m;

Jurasicul superior reprezentat de calcare cenușii și roșii pe o grosime de 100 metri;

Jurasicul mediu pe o grosime de 600 metri cu marne, argile, marnoase, nisipuri și gresii pe o grosime 200 metri;

Triasicul superior prin seria roșie superioară: argile, marne, gresii și nisipuri cu o grosime de 800 metri;

Triasicul mediu pe o grosime de 300 metri prin seria carbonată calcare și dolomitice;

Triasicul inferior grosime aproximativă 800 metri cu argile, marne, nisipuri, gresii, conglomerate (seria roșie inferioară).

Videle

Orașul Videle, se află situat, din punct de vedere fizico-geografic, în partea central-sudică a Câmpiei Române, în subunitatea Găvanu-Burdea. Este situat între ridicarea N. Craiova-Balș-Optași și depresiunea Roșiori – Alexandria. În dreptul orașului Videle, la est de Videle, se regăsește o derivație din ridicarea N. Craiova-Balș-Optași spre ridicarea Nord Bulgaria în dreptul localității Vetrino. Dispunerea straturilor geologice se poate observa în secțiunea din Fig.4.

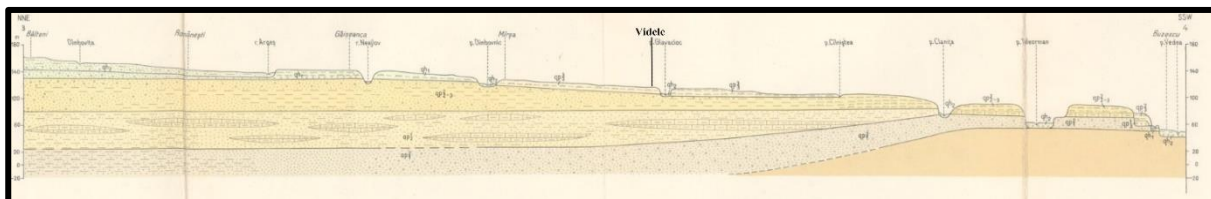


Fig.4.Sectiune geologică Videle

FORMAȚIUNI FIGURATE NUMAI PE SECȚIUNILE GEOLOGICE					
CUATERNAR	PLEISTOCEN	SUPERIOR	23	qp ₁	Pietrișuri, nisipuri
		NEOGEN	PLIOCEN	DACIAN	24
PONȚIAN	25	p		Marne, marne nisipoase	
MEOȚIAN	26	m		Argile nisipoase	
	MIOCEN	SARMAȚIAN	27	sm	Marne, argile, gresii
CRETACIC	SUPERIOR	ALBIAN	28	k ₂	Calcare marnoase, marnocalcare
			29	al	Marne, marnocalcare, calcarenite
	INFERIOR	30	ra+br	Calcare, calcarenite, marnocalcare	
JURASIC	SUPERIOR		31	J ₃	Calcare, dolomite
	MEDIU		32	J ₂	Gresii, nisipuri, șisturi argiloase
TRIASIC	SUPERIOR		33	T ₃	Argile, marne, nisipuri, gresii, anhidrite
	MEDIU		34	T ₂	Dolomite, calcare, marnocalcare
			35		Formațiuni precuaternare

Fig. 5. Formațiunile prezente pe secțiunea geologica din Fig.4

Litologia

Pe arealul orașului Videle și în zona înconjurătoare se regăsesc următoarele formațiuni geologice :

Holocenul inferior este reprezentat pe o grosime de 10 de metri de depozite loesseide;

Pleistocenul superior este prezent prin depozite loesseide cu o grosime de 40 de metri;

Pleistocenul mediu cu argile nisipuri si pietrișuri de Găvanu-Burdea cu grosimi de maxim 80 de metri;



Pleistocenul inferior cu pietrișuri și nisipuri și spre nord cu intercalații de argile Dacianul este prezent prin nisipuri și gresii cu intercalații de marne și subordonat intercalații cărbunoase pe o grosime de până la 500 de metri (Sonda 109 Videle);

Meoțian-Ponțian în continuitate de sedimentare cu marne, marne nisipoase și argile nisipoase pe o grosime de 200 de metri (Sonda 109 Videle);

Sarmațianul este prezent pe o grosime de 300 de metri cu marne nisipoase, argile nisipoase și gresii calcaroase;

Cretacicul mediu: Albian-Turonian prin Marne-marnocalacare, calcarenite nisipoase, calcare pe o grosime de 3000 metri până la talpa sondei 109 Videle.

Turnu Măgurele

Zona municipiului Turnu Măgurele face parte din marea unitate structurală „[Platforma Moesică](#)”. Terasa Dunării este cunoscută și sub numele de Terasa Turnu Măgurele. Structural este poziționată pe flancul sudic al depresiunii Roșiori Alexandria în apropierea Faliei Alexandria la nord și Falia Oltului la vest. Zona este lipsită de evenimente seismice.

Litologia zonei este constituită din :

Cuaternar superior cu nisipuri argiloase, nisipuri de dune, depozite;

Cuaternar inferior depozite loessoide;

Pliocen nisipuri, argile, pietrișuri gresii;

Miocen – marno-argile, nisipuri, calcare.

Alexandria

Alexandria este municipiul de reședință al județului Teleorman. Orașul este așezat în sudul Câmpiei Române pe partea dreaptă a râului Vedea, în zona de contact a Câmpiei Boianu cu Câmpia Găvanu-Burdea, la 41 de metri altitudine. **Câmpia Găvanu-Burdea** este o câmpie din Câmpia Română. Se găsește în Sectorul Olt-Argeș, delimitat de râul Olt în vest și de Argeș în est.

Câmpia Găvanu-Burdea este delimitată:

- la nord de aliniamentul comunelor Răscăeți (jud. Dâmbovița), Vișina și Stolnici (jud. Argeș), Ungheni, Recea, Negrași;



- la est de râul Argeș;
- la sud de aliniamentul comunelor Ghimpați (jud. Olt) și Vitănești (jud. Teleorman), Măgura, Drăgănești-Vlașca, Bujoru, dar și de văile râului Neajlov și ale afluentului său Câlniștea;
- la vest de râul Vedea și de comuna Cotmeana din județul Argeș.

Municipiul Alexandria se află situat în apropierea faliei Alexandria și pe depresiunea Roșiori-Alexandria care are o orientare V-E. Aceasta falie este inactivă nefiind cunoscut niciun cutremur situat pe sau în apropierea ei.

Litologic zona Alexandriei este caracterizată de (Fig.6 și 7) :

- prezența terenurilor loessoide pe toată durata **Pleistocenului** și a **Holocenului**, la nivelul Pliocenului (levantin) sunt prezente argilele nisipoase, nisipuri și calcare lacustre. Coloana stratigrafică a acestui etaj se desfășoară pe o lungime de 150 de metri;

- **Cretacicul superior** este reprezentat prin marne, calcare marnoase și cretă iar **cretacicul inferior** prin gresii , marne, calcarenite, calcare. Lungimea coloanei stratigrafice corespunzătoare Cretacicului are o lungime de 650 de metri;

- **Jurasicul** este prezent cu calcare dolomitice, pe o lungime de 300 de metri.

Zimnicea

Zimnicea se situează în partea de sud a **Câmpiei Boianului** (sau **Câmpia Călmățuiului**) care se regăsește în Sectorul Olt-Argeș, delimitat de râul Olt în vest și de Argeș în est, la 40 km de municipiul Alexandria, la granița cu Bulgaria. Dunărea trece la distanță de 2 km de centrul Zimnicei, pe partea stângă a unui vechi braț al fluviului. Structura geologică a terenului zimnicean este formată din „soluri de luncă și deltă” (Harta geologica a României, 1:200.000)), în care predomină cernoziomul,

format pe terase acoperite cu depozite leosoide (Fig.6).

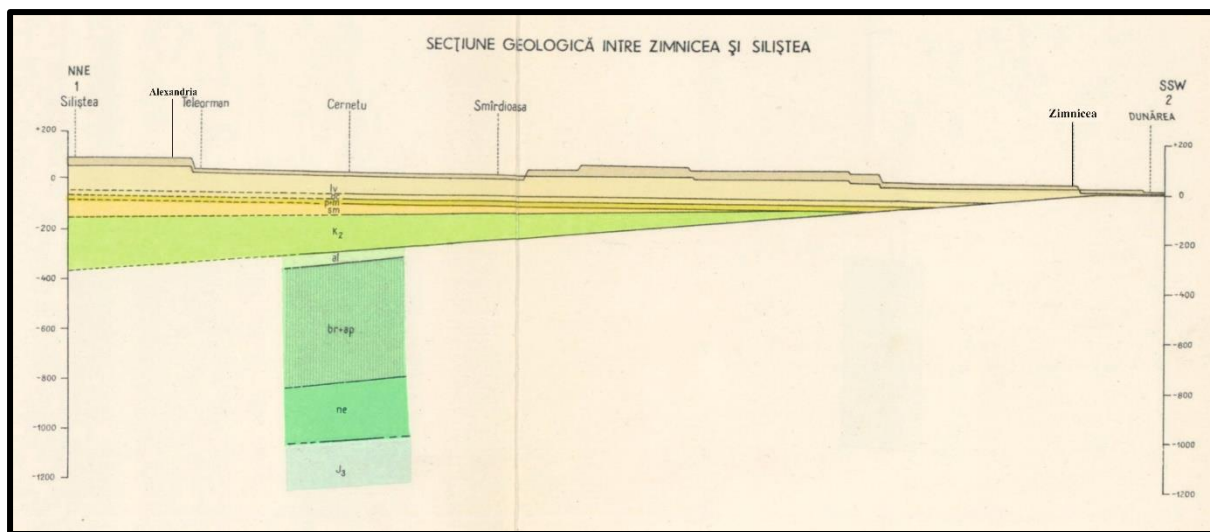


Fig.6. Secțiune geologică între Zimnicea și Alexandria. Harta geologică a României 1 :200.000

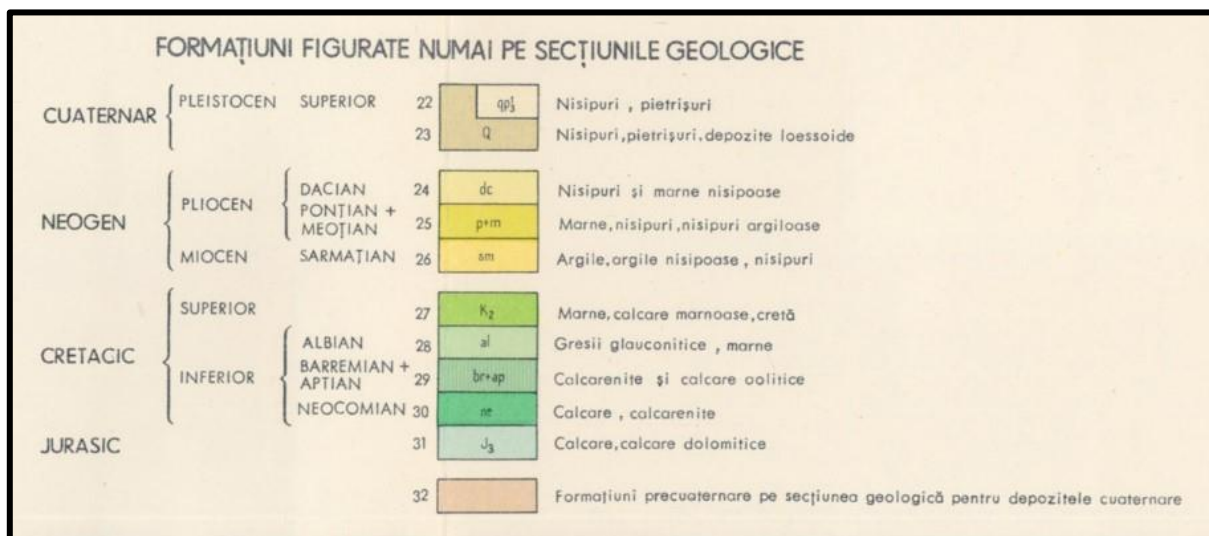


Fig.7. Legenda formațiunilor pe secțiunea geologică de mai sus

Stația seismică Zimnicea. Depozitele sedimentare cuaternare sunt relativ subțiri, cca 40 m. În schimb stiva de sedimente Mz+Pz este grosă, aproape 9000 m, datorită apropierii ei de depresiunea Alexandriei. Crusta are cca 29 km grosime (Răileanu V., 2009).



Adânc. km	Vp km/s	Vs km/s	Dens. g/cm ³	Coef. Poisson	Mod.Forf. GPa	Obser.
0.00	1.50	0.40	2.20	0.46	0.35	Sedim.
0.04	1.80	0.50	2.20	0.46	0.55	
0.04	3.50	1.90	2.40	0.29	8.66	
9.00	5.80	3.30	2.60	0.26	28.31	Sedim.
9.00	5.90	3.40	2.70	0.25	31.21	Fund.
18.00	6.20	3.70	2.70	0.24	36.96	
18.00	6.70	3.90	2.85	0.24	43.35	
29.00	7.00	4.00	2.85	0.25	45.60	Moho
29.00	7.90	4.40	3.25	0.27	62.92	

1.2.2 Definirea surselor seismice

Situat la granița de Sud a României, în Platforma Moesică, județul Teleorman este expus hazardului seismic generat atât de cutremure locale / superficiale (0-45km) cât și de cele de adâncime intermediară originare în regiunea Vrancea (60-150Km).

Configurația surselor seismice definite în mod special pentru analiza probabilistă de hazard seismic actualizată cu cele mai recente studii (în domeniu) ale INCDFP se poate observa în Fig.8. Ariile seismogene sunt definite pe baza tectonicii și a activității seismice înregistrată pe teritoriul țării și pe o zonă de 150-200 km în jurul granițelor, ținând cont de geometria faliilor cunoscute și a celor recent identificate (Răileanu et al., 2009).

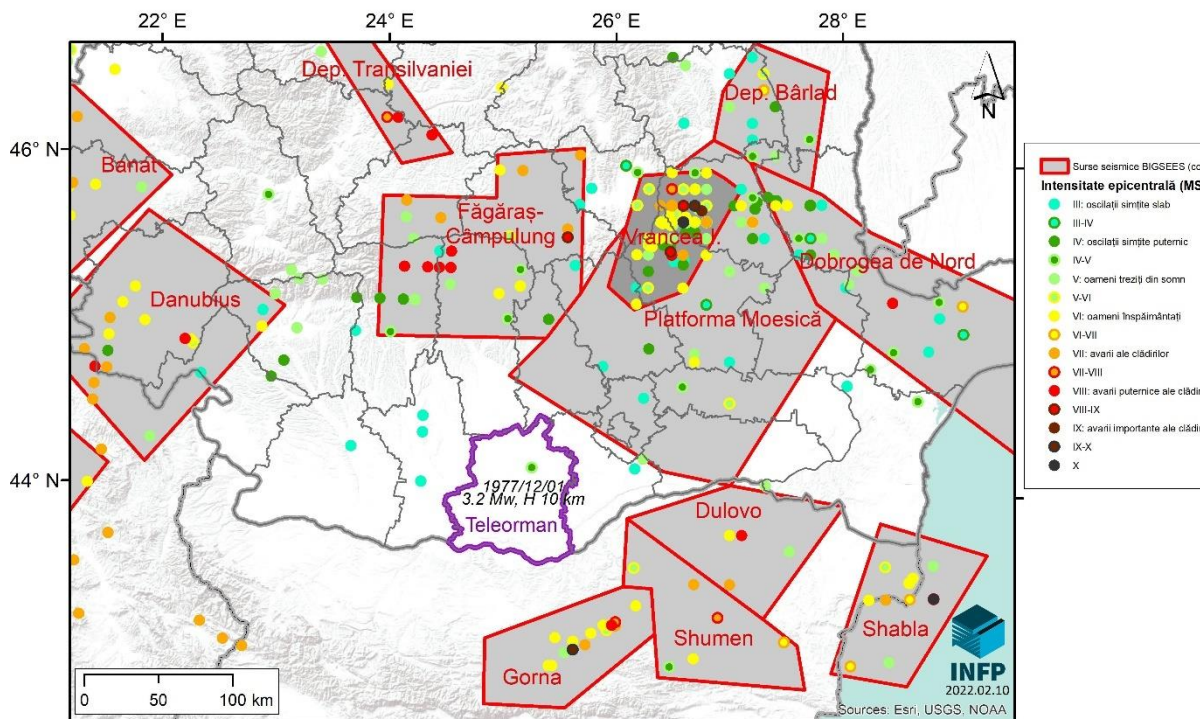


Fig.8. Sursele seismice de pe teritoriul țării și din zonele învecinate pe fondul activității seismice (specificată prin intensitățile epicentrale observate)

O zonă seismogenă este caracterizată prin rata medie de producere a cutremurelor cu magnitudini în intervale specificate, de magnitudinea maximă observată, magnitudinea maximă așteptată și de mecanismul focal specific. În vecinătatea județului Teleorman sunt situate zonele Danubiană, Făgăraș-Câmpulung, domeniile Vrancea Intermediar (VRI) și Vrancea crustal extins către Falia Intra-Moesică, Dulovo, Shumen, Gorna.

Zona seismică cea mai importantă de pe teritoriul României este zona Vrancea de adâncime intermediară (VRI), situată la curbura Arcului Carpat. Prin cutremurele puternice ($M_w > 7$) care se produc la adâncimi de 60-220km, VRI controlează practic hazardul seismic pe toată aria extracarpatică a României și în unele arii din țările învecinate (Rep. Bulgaria, Rep. Moldova, Ucraina, etc). Configurația zonei este retrasată în acord cu activitatea seismică înregistrată curent. Numărul mediu anual de cutremure cu magnitudinea mai mare ca 5 produse în Vrancea la adâncimi intermediare, pentru perioada modernă a catalogului (începând cu 1900) este $v_0 =$



1.58 cutremure/an. Magnitudinea maximă determinată instrumental este $M_w = 7.7$ (cutremurul din 10.11.1940) Magnitudinea maximă observată în zona Vrancea este $M_w = 7.9$, indicată pentru cutremurul din 1802 (catalogul Romplus varianta Oncescu et al., 1999).

Mecanismele focale ale cutremurelor vrâncene subcrustale indică predominant compresie pe orizontală și extensie pe verticală; (o prezentare sintetică este realizată de Radulian, 2014). Atât mecanismul focal, cât și efectele de directivitate datorate proceselor de rupere în sursă și neomogenitățile laterale ale structurii la nivelul mantalei sunt elemente esențiale în modelarea distribuției mișcării solului la cutremurele vrâncene.

În domeniul crustal, activitatea seismică a zonei Vrancea este mai difuză (răspândită pe o arie mai mare), sporadică în timp și semnificativ mai slabă comparativ cu focarul subcrustal. Aria acestei zone a fost redefinită conform studiilor celor mai recente (Radulian et al., 2018) și denumită generic în Fig.8 „Platforma Moesică”. Seismicitatea este răspândită în fața Arcului Carpat, cu o grupare semnificativă în vecinătatea zonei epicentrale a cutremurelor subcrustale, în zona de subsidență a bazinului Focșani; alte grupări de cutremure sunt observate de-a lungul faliilor Peceneaga-Camena și Intramoesică. Catalogul ROMPLUS conține pentru această zonă 26 de cutremure cu $M_w \geq 4$ din care 5 cu $M_w \geq 5$. Cel mai puternic cutremur observat este cel din 01.03.1894, cu magnitudine estimată $M_w = 5.9$ și care a produs efecte de grad VII MSK în aria epicentrală. În perioada instrumentală, cel mai puternic eveniment s-a produs în 01.10.1954 ($M_w = 5.6$). Printre mecanismele focale disponibile, există un singur caz de falie inversă, (mecanismul tipic pentru cutremurele din zona subcrustală): este vorba de evenimentul din 03.06.1952 celelalte mecanisme reprezintă falieri normale sau de decroșare (Radulian, 2014). Cel mai recent eveniment semnificativ din zonă s-a produs la 22.11.2014 în apropiere de Mărășești și a avut magnitudinea $M_w = 5.4$. Intensitatea epicentrală a fost VI pe scara Mercalli Modificată (MMI), iar în capitală seismul a fost resimțit ca IV MMI. Mecanismul focal indică o falie de decroșare cu o componentă normală, cu planul de falie orientat NV-SE.



Geometria și dimensiunile spațiale ale zonei seismice Făgăraș-Câmpulung, situată în partea estică a Carpaților Meridionali cuprind în această definiție și evenimente seismice situate în partea de nord a Făgărașului, înspre Depresiunea Transilvaniei. Aceste evenimente sunt considerate ca făcând parte din gruparea de est a zonei (aria denumită generic Câmpulung). Mecanismul de falieri care predomină în zona orogenică a Carpaților Meridionali este o combinație de falieri normală cu falieri cu alunecare în direcție și indică un regim extensional. Rata momentului seismic este de 4.7×10^{16} Nm/an, cea mai înaltă dintre zonele seismice crustale de pe teritoriul țării. Aici s-a produs pe 26.01.1916 cel mai puternic cutremur crustal din România, după anul 1900 ($M_w = 6.4$). Cutremurul a avut intensitatea epicentrală VIII-IX MSK și fost resimțit pe o arie extinsă.

Zona seismogenă danubiană (Danubius), ce cuprinde extremitatea vestică a unității orogenice a Carpaților Meridionali, a fost retrasată decuplat de zona Banatului și extinsă către NE pentru a include seismicitatea recent înregistrată în zona Tg Jiu și precum și o serie de evenimente istorice din această arie. Rata activității seismice este relativ înaltă, mai ales la granița cu Serbia, traversând Dunărea. Cel mai puternic eveniment înregistrat este cel din 18.07.1991, cu $M_w = 5.6$. Mecanismul acestui eveniment este o falieri normală, cu axa T orientată aproximativ N-S, în concordanță cu regimul extensional din Carpații Meridionali. Această zonă ar putea avea o influență neglijabilă în ceea ce privește hazardul seismic pe teritoriul județului vizat deoarece generează numai evenimente crustale, efectele acestora se atenuează rapid cu distanța.

Zonele seismice din afara granițelor (în Serbia și partea de nord a Bulgariei) sunt definite în conformitate cu proiectul SHARE -Stucchi et al.(2012) și analiza de hazard probabilist Simeonova et al. (2006), pe baza datelor privind distribuția faliilor și a seismicității din ariile respective. Dulovo, Shumen, Gorna și Shabla sunt zone seismogene sunt de tip crustal, cu seismicitate grupată în jurul unor falii proeminente sau sisteme de falii minore însă bine definite după cum sunt raportate în baze de date internaționale (INGV -link).

Dulovo-Magnitudinea maxima observată este $M_w = 6$ (cutremurul din 14 octombrie 1829).



Schumen-Magnitudinea maximă observată este $M_w = 5.4$ (cutremurul din 7 martie 1875). Cel mai recent eveniment important este cutremurul din 17 martie 1942 produs în apropierea orașului Razgrad, având magnitudinea locală de „numai” 5,1 a distrus o mare parte a orașului făcând 102 de victime omenești (BEF2021).

Gorna -Magnitudinea maximă observată este $M_w = 7.1$ (cutremurul din 14 iunie 1913). Acest cutremur a provocat pagube semnificative în Gorna Oryahovitsa, Veliko Tarnovo, Lyaskovets și Dolna Oryahovitsa. Prejudiciul estimat este de peste 12 milioane BGL (BEF2021). Multe biserici valoroase din aceste orașe au fost distruse, dar nu există date exacte despre victime.

Seismicitatea acestor zone este destul de slabă în timp (cutremure rare și de magnitudini $M_w < 3.5$) compensată de episoade cu mișcări bruște ale scoarței care generează evenimente puternice $M_w > 5$ însoțite de lungi secvențe de post-șocuri. Acest tip de cutremure produc efecte importante ($> VII$ MSK) în zona epicentrală, însă se atenuează foarte rapid cu distanța, cele mai puternice putând fi totuși resimțite la nord de Dunăre.

O zonă seismogenă importantă care contribuie la hazardul seismic al țării este Shabla, cu epicentre situate mai ales în NE Bulgariei și în Marea Neagră. În 31 martie 1901, evenimentul de $M_w = 7,2$ care s-a produs în largul capului Caliacra a avut o intensitate maximă de X pe scara MSK și a declanșat multiple efecte secundare, cum ar fi: alunecări de teren pe o suprafață litorală de câțiva km, subsidență de aproximativ 3 m și inundații provocate de un val seismic/tsunami cu o înălțime maximă de aproximativ 2,5 - 3 metri (Papadopoulos et al., 2011). În București, presa vremii semnaleză panica populației și daune minore. Din harta macroseismică a evenimentului respectiv (Shebalin, 1974) se poate estima o intensitate de maxim V MSK și IV MSK pentru teritoriul județului TR.

Sursa locală

Seismicitatea înregistrată pe teritoriul județului Teleorman (12 evenimente crustale $M_w \leq 3.2$) conf catalogului INCDFP <https://web.infp.ro/#/romplus> nu permite definirea unei „surse seismice locale” proprii ci se încadrează în fondul natural.

Județul Teleorman din punct de vedere al hazardului indus de sursele crustale se afla sub acțiunea zonelor seismogene Platforma Moesică (posibil și FC, se va verifica



în etapa următoare), Dulovo și Gorna dar un cutremur cu magnitudinea maxim posibilă, apropiat din sursa Dulovo (pe teritoriul bulgar, zona include și un sector încă activ al Faliei Intra Moesice) ar putea fi resimțit la nivelul VI pe scara MMI.

Cataloagele zonelor seismogene mai sus prezentate, inclusiv „sursa locală” și seismicitatea de fond din județele învecinate se livrează în această etapă sub forma electronică ([catalog_cutremure_pt_Teleorman.xlsx](#)).

1.3. Încadrarea seismologică a județului Teleorman după normativele actuale aflate în vigoare, cu identificarea faliilor active și estimarea potențialului seismic al acestora

România este una din țările cu hazard seismic semnificativ. Marile cutremure și pagubele produse de acestea în trecut au reprezentat lecții importante și au dus la o îmbunătățire continuă a practicilor de construcție și a reglementărilor în domeniul proiectării seismice. În vederea încadrării seismologice a județului, conform normativelor actuale aflate în vigoare, vor fi caracterizate principalele zone ale județului, iar pentru cele mai importante orașe vor fi prezentate valori în termeni de valoare de vârf a accelerației terenului pentru proiectare (a_g) și perioade de colț (T_C). Un moment cheie în evoluția codurilor de proiectare seismică din România a fost reprezentat de producerea cutremurului din 4 martie 1977 ($M_W = 7,4$), care a provocat decesul a 1578 de persoane din România (90% fiind în București) și a 11321 de răniți. În județul Teleorman au fost consemnate 16 de decese și 204 persoane rănite, printre care: în orașul Zimnicea 5 persoane decedate și 62 de persoane rănite, Turnu Măgurele: 4 persoane decedate și 70 de persoane rănite, Roșiori de Vede și Alexandria: 4, respectiv 3 persoane decedate și un număr necunoscut de persoane rănite (Georgescu și Pomoniș, 2012). Normativele de proiectare de după cutremur făceau referire la o nouă hartă de macrozonare seismică a teritoriului României, Standardul 11100/1-1977 (STAS 11100/1-1977, 1977). În această versiune, municipiului București îi este re-atribuită valoarea de intensitate VIII, iar orașelor care au suferit distrugerii mari în 1977 li s-au adăugat 0,5 grade MSK (printre care Zimnicea și Turnu Măgurele).

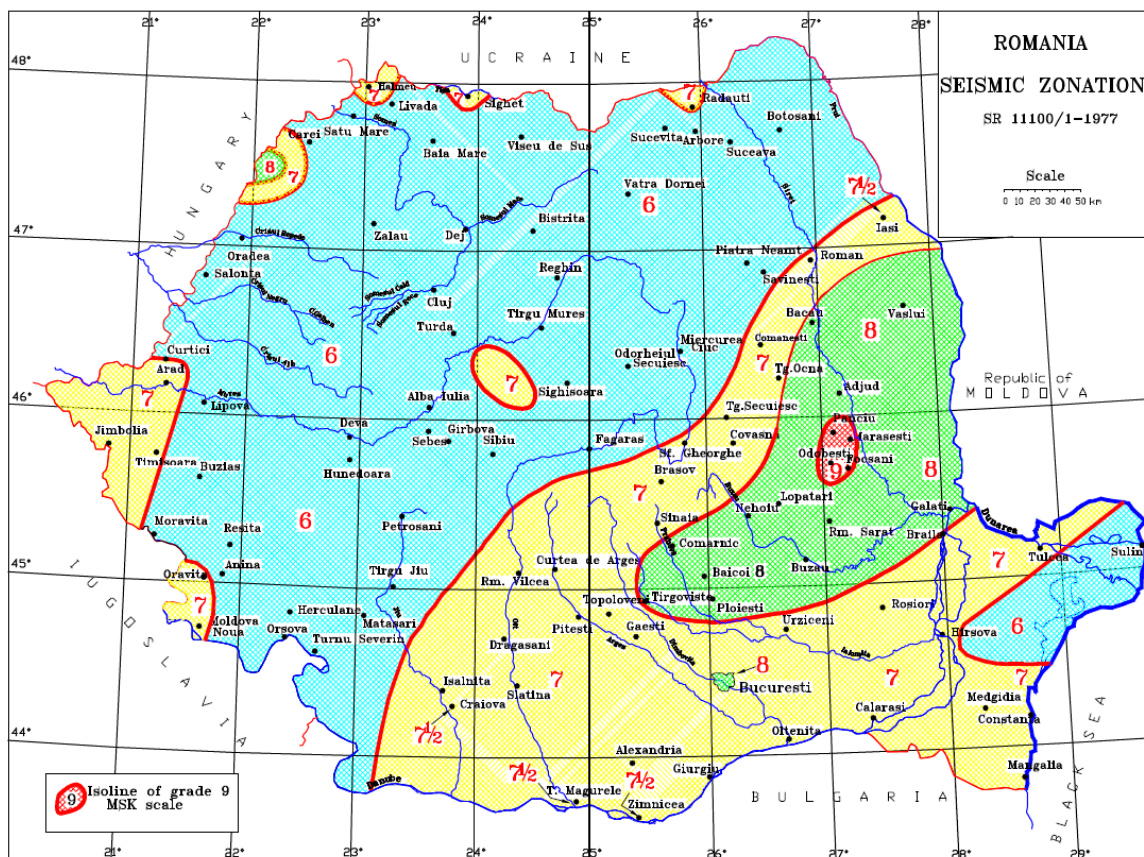


Fig.9. Harta de zonare seismică în valori de intensitate, conform SR 11100/1-1977

Codurile/Recomandările de proiectare antiseismică pentru clădiri se actualizează periodic pentru includerea efectelor și caracteristicilor evenimentelor seismice care se produc. În conformitate cu bunele practici observate la nivel internațional, în România s-a trecut de la folosirea zonării seismice în termeni de intensitate către cea în termeni de accelerație a terenului pentru proiectare a_g în Normativul P 100-92 sau 95.

În prezent, în România este în vigoare P100 - 1/2013 (MDRAP, 2013), un cod foarte avansat și detaliat, cu hărți proprii de zonare seismică în termeni valori de vârf ale accelerației terenului de proiectare, a_g (cu valori între 0,10 g și 0,40 g), și de perioada de control (colț), T_c (cu valori 0,7 s, 1,0 s și 1,6 s).

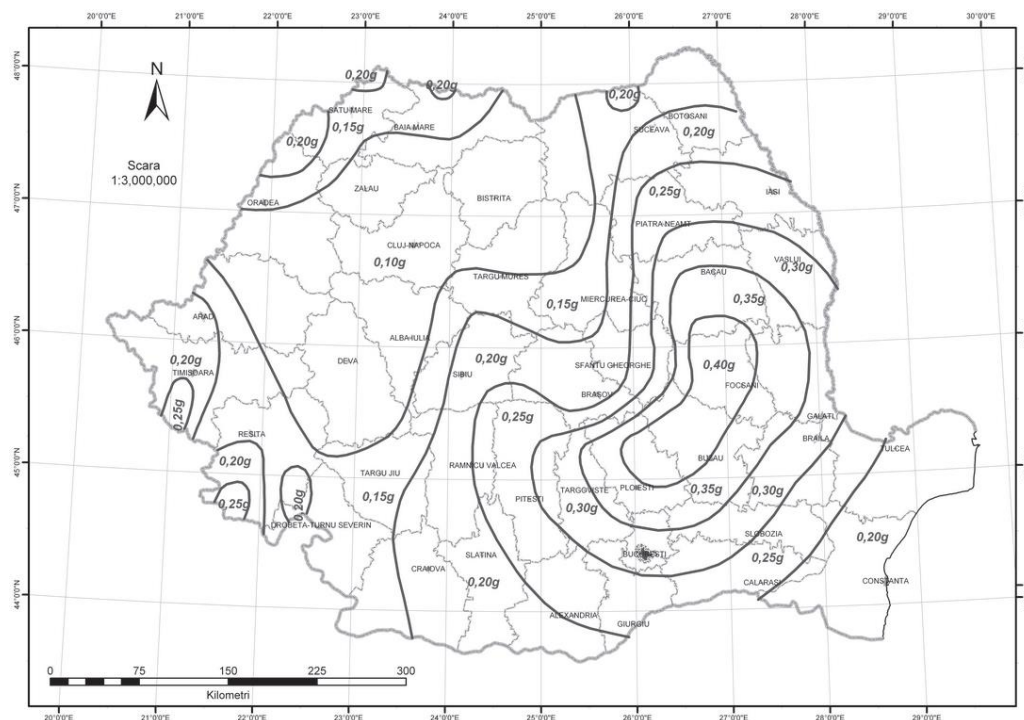


Fig.10. Zonarea valorilor de vârf ale accelerației terenului pentru proiectare a_g cu IMR = 225 ani și 20% probabilitate de depășire în 50 de ani (sursa : P100-1/2013 Figura 3.1)

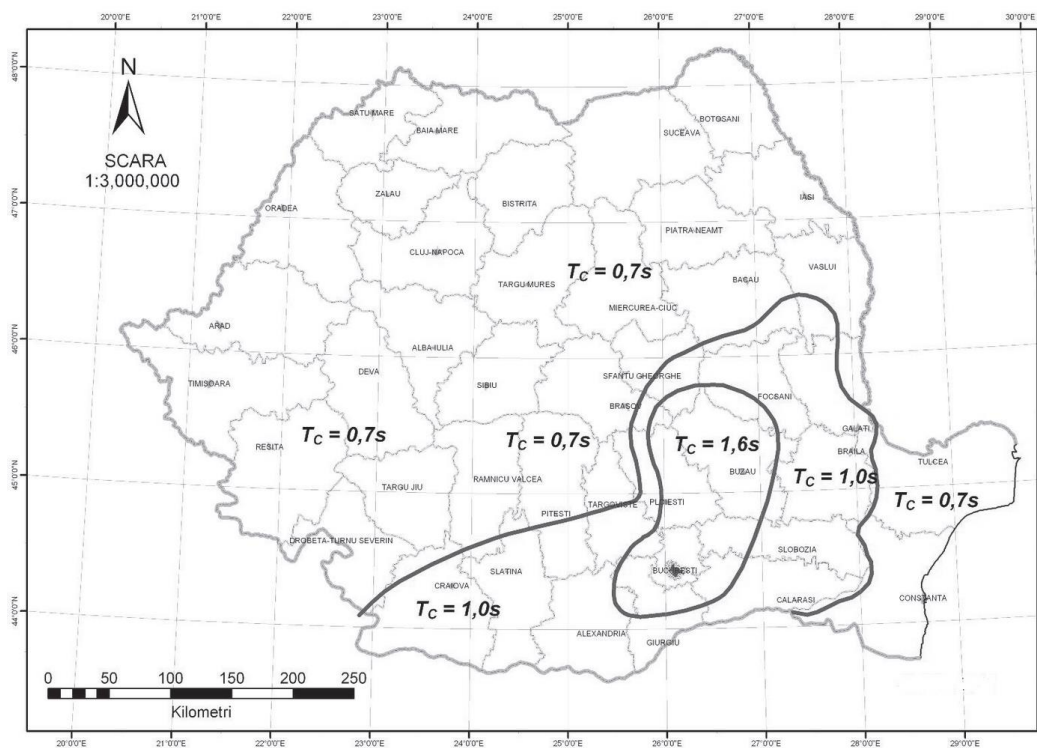


Fig. 11. Zonarea teritoriului României în termeni de perioada de control (colț), T_c a spectrului de răspuns) (sursa :P100-1/2013 Figura 3.2)



În această versiune a codului, intervalul mediu de recurență este de 225 de ani (probabilitate de depășire de 20% în 50 de ani), urmând ca viitorul cod să fie aliniat la nivel european, iar valorile a_g să corespundă unei probabilități de depășire de 10% în 50 de ani (perioadă de revenire de 475 de ani).

În acest cod, a_g corespunzător județului Teleorman are valori predominante de 0,2 g în jumătatea sudică și 0,25 g în jumătatea nordică, iar T_c are valoarea de o secundă (1,0 s) pe majoritatea teritoriului județului, exceptând o mică parte în zona de Nord-Est, pentru care valoarea este de 1.6 secunde (incluzând orașul Videle).

Toate aceste valori sunt rezumate în tabelul de mai jos și în Figura 12, pentru principalele orașe din județul Teleorman: Alexandria, Turnu Măgurele, Roșiori de Vede, Zimnicea, Videle.

Valorile parametrilor a_g și T_c pentru cele mai importante orașe din județul Teleorman, conform P100-1/2013

Localitate	Normativ	
	P100-2013	
	a_g (g)	T_c (s)
Alexandria	0,25	1,0
Turnu Măgurele	0,20	1,0
Roșiori de Vede	0,25	1,0
Zimnicea	0,20	1,0
Videle	0,25	1,6

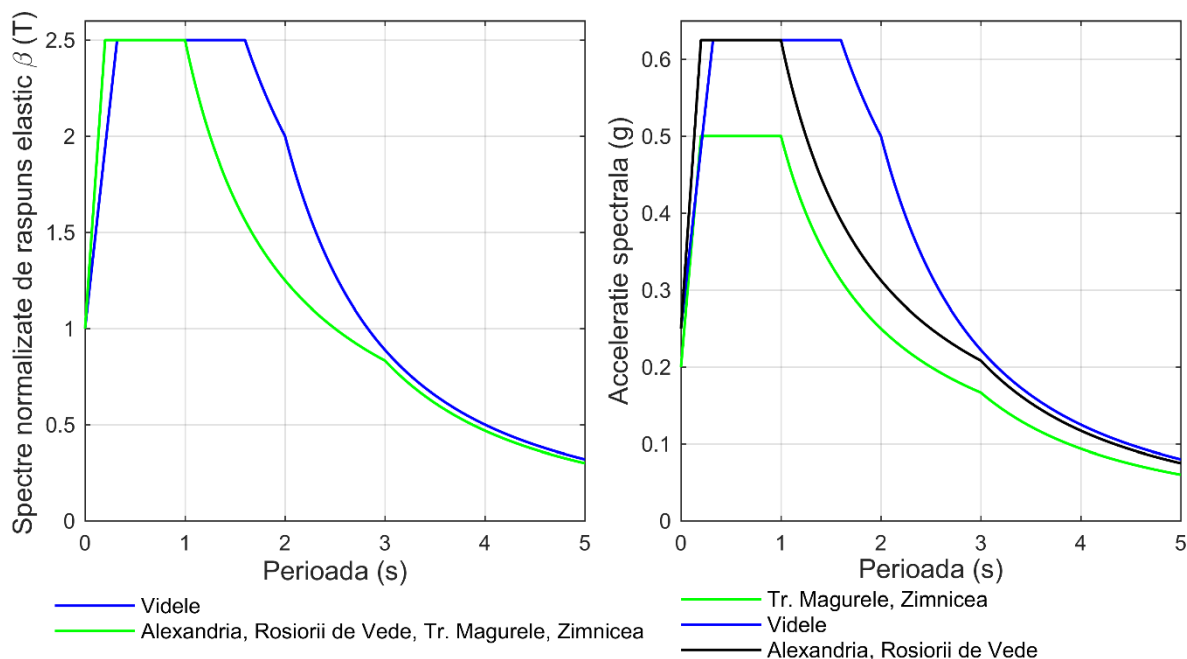


Figura 12. Spectrele normalizate de răspuns elastic $\beta(T)$, și valorile accelerațiilor spectrale, $SA(g)$, pentru cele mai importante orașe din județul Teleorman, conform P100-1/2013

În Figura 12 sunt prezentate spectrele normalizate de răspuns elastic, alături de spectrele de răspuns elastic al accelerațiilor absolute, pentru componentele orizontale ale mișcării terenului în cele mai importante orașe din județul Teleorman, așa cum sunt definite în codul de proiectare seismică în vigoare, pentru clădiri de tip curent (Clasa III de importanță-expunere).

1.4. Stabilirea relațiilor de atenuare a intensității, accelerației (a_H, eV), vitezei (v_H) și deplasării (d_H) cu distanța, pentru fiecare sursă seismică locală sau regională. Alte relații de calcul pentru cutremurele locale.

1.4.1 Selectarea din literatura de specialitate a legilor de atenuare pentru determinarea mișcării seismice a terenului în amplasament (în termeni de accelerații, viteze, deplasări și intensități macro seismice)

Efectul unui eveniment seismic, în termeni de diferiți parametri ai mișcării solului, este descris ca modele de atenuare care exprimă influența magnitudinii și a localizării unui cutremur asupra unor site-uri aflate la diferite distanțe epi-

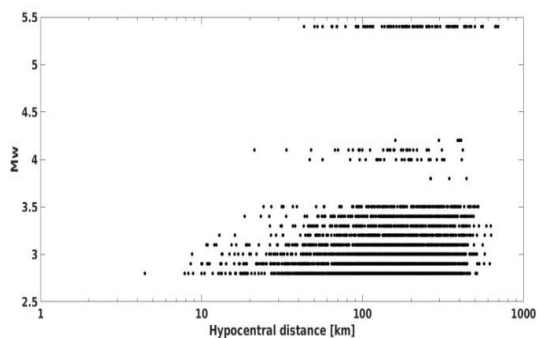


/hypocentrale, valorile calculate fiind comparate cu datele observate. Forma generală a unei asemenea relații (ecuații, „legi”) de atenuare este: $\log Y = a + bM = d \log[R + c(M)] + d'D + e$, unde Y este parametrul mișcării seismice în amplasament, M magnitudinea cutremurului, D este distanța epicentrală a amplasamentului, $c(M)$ este un termen care descrie comportamentul la distanțe epicentrale mici și magnitudini mari, e eroarea în determinare. Constantele a, b, c, d, d' se estimează prin compararea valorilor calculate ale parametrului Y , cu datele observate. Când $e=0$ relația de mai sus este o lege de atenuare deterministă care se poate folosi pentru estimarea parametrului ales. Relația de mai sus nu ia în considerare condițiile locale de teren. Pentru considerarea acestora (importante când avem de-a face cu regiuni în care geologia dar și structura topografică se schimbă brusc), în ecuație se introduc termeni suplimentari, care fac distincția între două sau mai multe tipuri de sol. Similar, se pot adăuga termeni prin care se iau în considerare efecte de sursă.

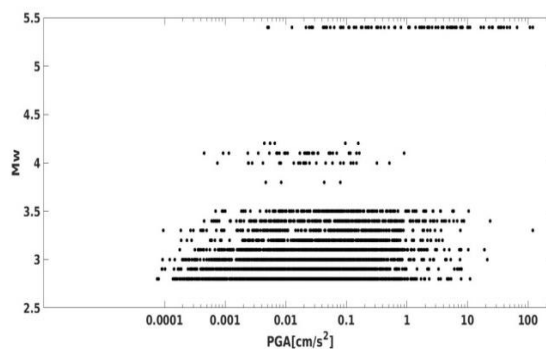
În funcție de densitatea și calitatea datelor disponibile se poate dezvolta un model de atenuare local sau se adoptă din literatura de specialitate unul sau mai multe modele („ground motion predictive equations”- GMPE) ponderate corespunzător unor criterii calitative și cantitative și care aproximează cel mai bine informația locală (I =intensități macroseismice observate, accelerații maxime PGA =peak ground acceleration, viteze maxime PGV -peak ground velocity etc).

În cadrul proiectului RO-RISK(2016), pe lângă o trecere în revistă a modelelor de atenuare folosite anterior în PSHA pentru Romania, s-a realizat și o verificare/validare a acestora pe seturi de date care nu au fost folosite în derivarea lor, date care au devenit disponibile ulterior.

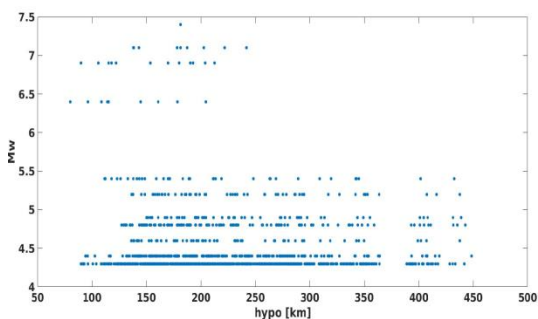
Datele folosite în aceasta etapă sunt sintetizate în Figurile 13 care prezintă caracteristicile bazei de date INCDFP pentru cutremurele crustale (sus) cât și pentru cutremurele intermediare (jos)



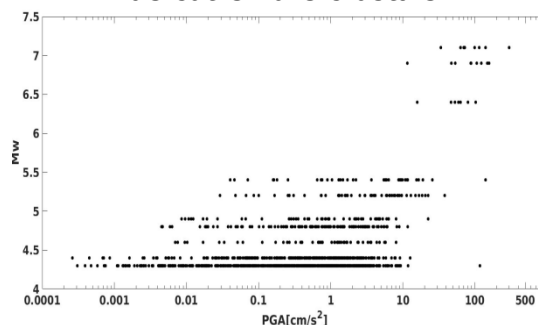
distribuția pe magnitudini și distanțe a înregistrărilor de cutremure superficiale



valorile maxime (acceleații)ale înregistrărilor de cutremure crustale



distribuția pe magnitudini și distanțe a înregistrărilor de cutremure vrâncene intermediare



acceleațiile maxime ale înregistrărilor de cutremure vrâncene intermediare

Fig.13. caracteristici ale seturilor de date folosite pentru verificarea/validarea legilor de atenuare

Dezvoltarea legilor de atenuare pentru folosirea în sens predictiv (ground motion prediction equations -GMPE) în analizele de hazard seismic nu este un simplu fit al datelor ci înseamnă construirea unui model (model funcțional, o formă analitică) pe baza datelor înregistrate, a datelor geotehnice deținute despre amplasamentul stațiilor completate cu modelări numerice.

Forma funcțională foarte complexă la care ajung uneori aceste GMPE este necesară pentru a se extrapola într-o manieră cât mai realistă valorile calculate în special la distanțe epicentrale mici și la magnitudini mari (>8), deoarece tipul acesta de date sunt foarte rar înregistrate. Bazele de date pe care se construiesc aceste ecuații conțin mii de înregistrări cu 3 componente provenind cel puțin câteva sute de evenimente seismice.

Pe lângă distanța epicentrală R_x , distanța hipocentrală R_{hypo} (de la focar până la amplasament), GMPE mai pot lua în considerare și distanța Joyner-Boore R_{JB} (distanța amplasament până la proiecția planului de rupere pe suprafața liberă), adâncimea până la planul de rupere Z_{TOR} , viteza medie a undelor secundare (de forfecare) pe ultimii 30 de m până la suprafața liberă în amplasament V_{s30} , alți factori care țin cont de mecanismul de producere al cutremurului (orientarea planului de falie exprimată prin unghiurile *strike*-azimutul, *dip*-inclinarea, *rake* sau *slip*-unghiul de alunecare pe falie), mărimi exemplificate în schițele din Fig.14.

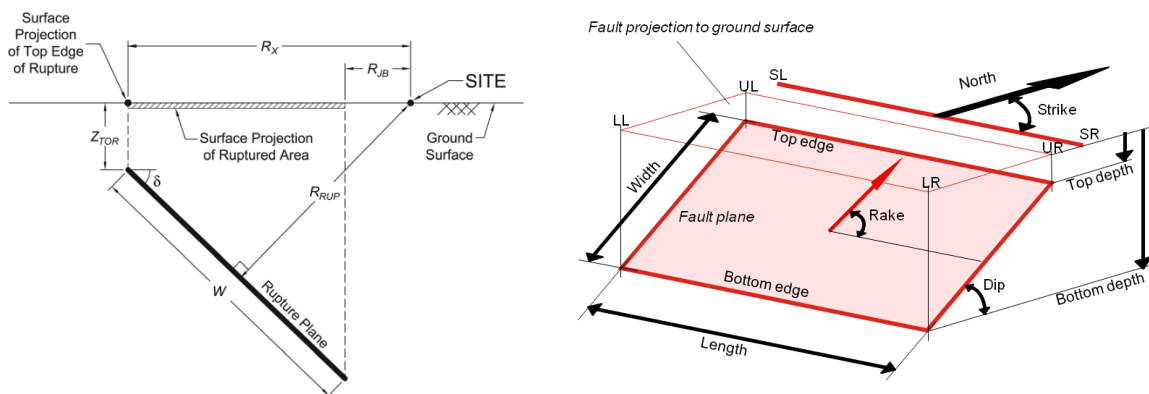


Fig.14 – geometria surselor seismice și parametrii folosiți în GMPE

Legi utilizate pentru cutremurele vrâncene de adâncime intermediară (în literatura de specialitate denumite zone de subducție „intraslab”).

a) Youngs Et Al 1997

Acest GMPE a fost dezvoltat de R.R Youngs, S-J, Chiou, W.J. Silva, J.R. Humphrey și publicat ca “Strong Ground Motion Attenuation Relationships for Subduction Zone Earthquakes” (Seismological Research Letters Volume 68, No. 1, pages 58-73, 1997). Modelul de mai jos ia în considerare magnitudinea M , adâncimea focarului H , rup distanța de la locul în care se înregistrează/calculează PGA, mediul tectonic în care apare cutremurul (prin valorile funcției Z_t) și condițiile geologice locale (prin valoarea coeficienților Z_{ss} shallow soils –depozite sedimentare superficiale, $Z_{\text{deep soil}}$ - depozite sedimentare cu grosimi mai mari de 20m -, Z_r -stații amplasate pe rocă).

Ecuția de predicție a mișcării seismice pentru stații amplasate pe sedimente:



$$\ln \text{PGA} = C_1^* + C_2 M + C_3^* \ln \left[r_{\text{rup}} + e^{C_4^* - \frac{C_2}{C_3^*} M} \right] + C_5 Z_t + C_9 H + C_{10} Z_{ss}$$

Ecuția de predicție a mișcării seismice pentru amplasamente pe rocă:

$$\ln \text{PGA} = C_1^* + C_2 M + C_3^* \ln \left[r_{\text{rup}} + e^{C_4^* - \frac{C_2}{C_3^*} M} \right] + C_5 Z_{ss} + C_8 Z_t + C_9 H$$

b) AtkinsonBoore2003

Acest GMPE a fost dezvoltat de G. M Atkinson și D. Boore și publicat ca "Empirical Ground-Motion Relations for Subduction-Zone Earthquakes and Their Application to Cascadia and Other Regions" (Bulletin of the Seismological Society of America, Volume 93, Number 4, pages 1703-1929, 2003).

$$\log Y = c_1 + c_2 M + c_3 h + c_4 R - g \log R + c_5 \text{sl} S_C + c_6 \text{sl} S_D + c_7 \text{sl} S_E$$

c) GarciaEtAl2005

- dezvoltat de Garcia, D., Singh, S. K., Harraiz, M, Ordaz, M., and Pacheco, J. F. pentru Mexic și publicat în Bulletin of the Seismological Society of America ca: "Inslab earthquakes of Central Mexico: Peak ground-motion parameters and response spectra", Vol. 95, No. 6, pp. 2272-2282."

$$\begin{aligned} \log Y &= c_1 + c_2 M_w + c_3 R - c_4 \log R + c_5 H \\ R &= \sqrt{R_{\text{cld}}^2 + \Delta^2} \\ \Delta &= 0.00750 \times 10^{0.507 M_w} \end{aligned}$$

unde Y este în cm/s², pentru PGA calculat pe componenta orizontală: c1 = 0.2, c2 = 0.59, c3 = 0.0039, c4 = 1, c5 = 0.008, σ = 0.27, σ_e = 0.10 și pentru PGA calculat pe componenta verticală: c1 = 0.4, c2 = 0.60, c3 = 0.0036, c4 = 1, c5 = 0.006, σ = 0.25 and σ_e = 0.11, unde ultimii doi coeficienți sunt deviațiile standard.

d) Mărmureau et al, 2006

Acest model a fost dezvoltat de Mărmureau, G., Androne, N., Radulian, M., Popescu, E., Cioflan, C.O., Placintă, A.O., Moldovan, I.A., Șerban, V. și publicat ca "Attenuation of the peak ground motion for the special case of Vrancea intermediate-



depth earthquakes and seismic hazard assessment at NPP Cernavodă.” În Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica 41, 433-440.

$\ln(\text{PGA}) = -2.8042 + 1.1804 * M_w - 1.4553 * \ln(R_h + 100)$ with $\sigma_{\ln \text{PGA}} = 0.463$

e) McVerry2006

Acest GMPE a fost dezvoltat de G. McVerry, J. Zhao, N.A. Abrahamson, P. Somerville pentru Noua Zeelandă și publicat ca “New Zealand Acceleration Response Spectrum Attenuation Relations for Crustal and Subduction Zone Earthquakes” in Bulletin of the New Zealand Society for Earthquake Engineering, v.39, no. 1, p. 1-58, March 2006 ([http://www.nzsee.org.nz/db/Bulletin/Archive/39\(1\)0001.pdf](http://www.nzsee.org.nz/db/Bulletin/Archive/39(1)0001.pdf))

$$\ln SA'_{A/B}(T) = C'_{11}(T) + \{C'_{12Y} + [C'_{15}(T) - C'_{17}(T)]C'_{19Y}\}(M - 6) \\ + C'_{13Y}(T)(10 - M)^3 + C'_{17}(T) \ln[r + C'_{18Y} \exp(C'_{19Y}M)] + C'_{20}(T)H_c \\ + C'_{24}(T)SI + C'_{46}(T)rVOL(1 - DS)$$

f) ZhaoEtAl2006

- dezvoltat de John X. Zhao et al. și a fost publicat ca “Attenuation Relations of Strong Ground Motion in Japan Using Site Classification Based on Predominant Period” (2006, Bulletin of the Seismological Society of America, Volume 96, No. 3, pages 898-913).

$$\log_e(y) = aM_w + bx - \log_e(r) + e(h - h_c)\delta_h + F_R + S_I + S_S + S_{SL} \log_e(x) + C_k$$

Unde $r = x + c \exp(M_w)$; y este cm/s^2 , $\delta_h = 1$ unde h este h_c sau 0 , $a = 1.101$, $b = 0.00564$, $c = 0.0055$, $d = 1.080$, $e = 0.01412$, $SR = 0.251$, $SI = 0.000$, $SS = 2.607$, $SSL = 176$

g) Lin& Lee2008

- dezvoltat și folosit în PSHA pentru Taiwan de către Po-Shen Lin and Chyi-Tyi Lee and published as “Ground-Motion Attenuation Relationships for Subduction-Zone Earthquakes in Northeastern Taiwan” (Bulletin of the Seismological Society of America, Volume 98, Number 1, pages 220-240, 2008).



$$\ln(y) = C_1 + C_2M + C_3 \ln(R + C_4e^{C_5M}) + C_6H + C_7Z_t$$

h) Sokolov et al., 2008

Forma funcțională a acestei GMPE este:

$$\ln(\text{PGA}) = a_1 + a_2 \ln M_w - (\exp(a_3 + a_4 \ln H)) * R + a_5 * H,$$

unde PGA cm/s², M_w este moment magnitudine, H este adâncimea (în km), R este distanța epicentrală (în km) și a_1 până la a_5 sunt coeficienții utilizați pentru fiecare zonă.

i) E. Popescu et al, 2008 au derivat două ecuații de atenuare pentru traseul Vrancea-București folosind înregistrările cutremurelor cu $M_w \geq 4$ și adâncimi hipocentrale $71 \leq h \leq 166$ km dintre anii 1997-2004 precum și înregistrările mai vechi ale celor mai puternice evenimente: 4 martie 1977, 30 august 1986, 30 și 31 mai 1990 din care s-a folosit ca parametru al mișcării seismice accelerația maximă orizontală, indiferent de componenta pe care s-a realizat acesta. Condițiile locale de teren în care s-au făcut înregistrările au fost luate în considerare prin factorul S care se aplică accelerațiilor înregistrate (notate mai departe cu A). Corecțiile au valorile $0.8 \leq S \leq 1$ pentru stațiile amplasate pe rocă dură, $0.7 \leq S \leq 0.8$ pentru cele amplasate pe depozite sedimentare subțiri și $0.65 \leq S \leq 0.7$ pentru stațiile amplasate pe straturi groase de sedimente, cum este cazul orașului București.

1) $\log A = (0.94 \pm 0.03)M_w - (2.16 \pm 0.19)\log R + 0.94$ pentru zona A+B, cutremure mari și moderate. Zona A cuprinde intervalul de adâncime 60-110 km. Zona B cuprinde intervalul de adâncime 110-200 km;

2) $\log A = (0.96 \pm 0.10)M_w - (1.96 \pm 0.46)\log R - 0.53$ pentru sectorul azimutal 210-250 grade (Craiova), pentru cutremure vrâncene mari și moderate;

3) $\log A = (0.79 \pm 0.05)M_w - (0.89 \pm 0.38)\log R - 1.43$ pentru direcția Vrancea-București, cutremure mari și moderate;

4) $\log A = (0.91 \pm 0.05)M_w - (1.07 \pm 0.37)\log R - 1.77$ direcția Vrancea-Bacău-Iași, cutremure vrâncene mari și moderate;



5) indiferent de azimut : $\log A = (0.80 \pm 0.05)M_w - (0.30 \pm 0.08)\log \Delta - 2.93$, cu $r=0.90$, $\sigma=0.314$ unde r este coeficientul de corelație, iar σ reprezintă deviația standard.

j) Văcăreau și colaboratorii (2015a) au dezvoltat un model de predicție a mișcării solului pentru Vrancea bazat pe înregistrările locale (344) a 9 evenimente cu $M_w \leq 7,4$ completate cu 360 de înregistrări de la 29 de cutremure de adâncime medie la nivel mondial ($M_w \leq 7,8$). Acest GMPE (aici „Vetal15”) ia în considerare efectele de propagare datorate contrastului dintre structura mantalei superioare a arcului anterior și a arcului din spate. Condițiile locale ale amplasamentului sunt contabilizate (pentru prin termeni dependenți de perioadă, luând în considerare fie „clase de sol” caracterizate conform EC8 (B și C la stațiile din România), fie „condițiile medii ale solului” pentru determinarea valorilor de hazard așteptate în reședințele de județ.

k) AbrahamsonEtAl2016

Model dezvoltat de Norman Abrahamson, Nicholas Gregor și Kofi Addo, și a fost publicat ca "BC Hydro Ground Motion Prediction Equations For Subduction Earthquakes (Earthquake Spectra, Volume 32, No. 1, pages 23–44, February 2016).

$$\ln(Sa_{slab}) = \theta_1 + \theta_4 \Delta C_1 + (\theta_2 + \theta_{14} F_{event} + \theta_3 (M - 7.8)) \ln(R_{hypo} + C_4 \exp(\theta_9 (M - 6))) \\ + \theta_6 R_{hypo} + \theta_{10} F_{event} + f_{mag}(M) + f_{depth}(Z_h) + f_{FABA}(R_{hypo}) + f_{site}(PGA_{1100, V_{330}})$$

Cunoscut sub numele de „BCHydro”, GMM dezvoltat de Abrahamson și colab., (2016) a fost folosit în analizele de hazard seismic (BCHydro2012) și adesea testat cu date la nivel mondial de la cutremure puternice ulterioare (cum ar fi Gregor și colab., 2012; Abrahamson și colab., 2014; Stewart și colab., 2015). Acest model global pentru cutremure/zonă de subducție are o formă funcțională cu termenul pătratic de scalare a magnitudinii ($M_{ref} 7.8$), ține cont de diferitele modele de atenuare pentru amplasamentele din spatele și din fața arcului muntos precum și de răspunsul neliniar al solului la seismice foarte puternice.

l) Cel mai recent model dezvoltat special pentru zona Vrancea intermediară este Manea et al., 2021 unde se folosește tehnica de efecte mixte neliniare (Pinheiro et al., 2018) pentru a deriva un GMPE bazat pe o nouă bază de date cuprinzătoare (~ 30000 de înregistrări). Noile caracteristici introduse de GMPE sunt factorii de scalare a distanței pentru siturile situate în spatele, de-a lungul și în fața Arcului Carpat și caracterizarea

răspunsului site-ului atât prin clase de sol cât și frecvența fundamentală de rezonanță extrasă din raporturile spectrale clasice orizontal-vertical (Nakamura, 1989).

Alegerea modelelor care oferă cea mai bună descriere a mișcării seismice la evenimente intermediare se face pe baza testelor efectuate cu modelele (GMPE) de atenuare menționate la punctele a)-l) prin metodologia descrisă în studiul Cioflan et al., 2020 (cu referințele aferente).

Analizând variația reziduurilor intra-event (valori negative înseamnă supraevaluare a valorilor calculate în raport cu cele înregistrate) cu distanțele coroborat cu valorile abaterilor medii pătratice în proiectul RO-RISK (Fig. 15 și 16) s-a evidențiat că modelele care descriu cel mai bine datele locale sunt Youngs et al, 1997, Atkinson & Boore 2003, Văcăreanu et al, 2015.

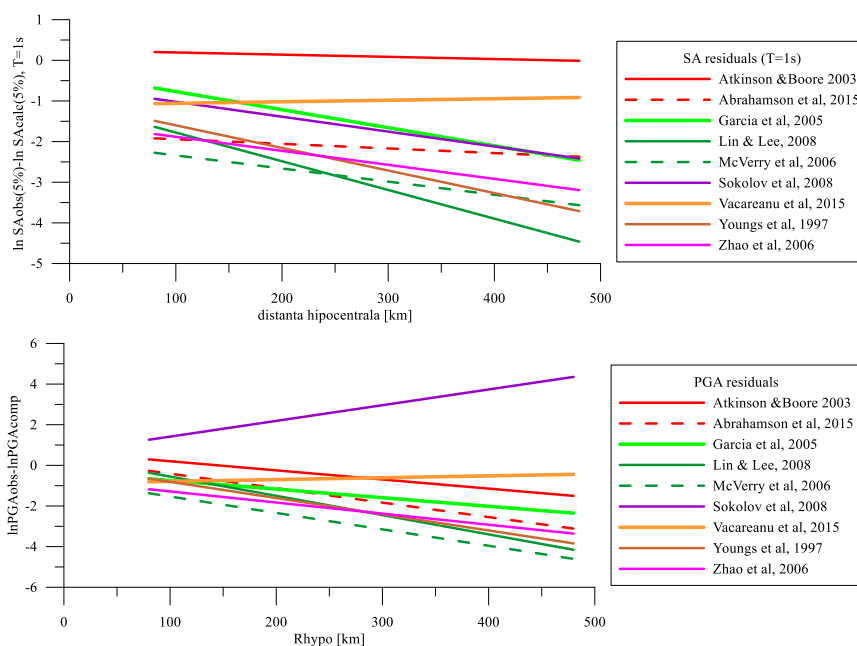


Fig.15. Variația cu distanța hipocentrală a reziduurilor accelerației spectrale (sus) și maxime (jos), pentru modele de atenuare pentru cutremure intermediare-sursă INCDFP, proiect RO-RISK

Deși cunoscute din relatările istorice și prezente în cataloagele seismice, evenimentele crustale în țara noastră au fost puțin instrumentate. Lipsa evenimentelor de acest tip în ultimii ani, mai ales a celor de magnitudine și efecte notabile a făcut imposibilă derivarea unor legi de atenuare locale, dezvoltate pentru o singură/anumită regiune seismogenă. Înregistrările seismice ale ultimilor ani provin de la cutremure de magnitudini relativ mici. În catalogul Romplus sunt înregistrate 989 de evenimente



Executant: SC FAD SMART TECHNOLOGY SRL
Beneficiar: CONSILIUL JUDEȚEAN TELEORMAN
Proiect: Servicii de elaborare a hărților de risc
natural la cutremure
E-mail: felipe@fabricadecercetare.ro
Tel: 0745 326 544

crustale, produse în diferite zone ale țării, cu magnitudini cuprinse între 6.5 și 2.8; dintre acestea, mai puțin de 200 de evenimente sunt înregistrate instrumental iar numai cele produse după anul 2000 sunt înregistrate la 3 sau mai multe stații. Pentru modelarea mișcării seismice așteptate la nivel național s-au efectuat teste cu 26 de modele-recente sau mai vechi, dar recomandate de analizele de hazard efectuate cu acestea-folosind 4292 înregistrări (2comp) din colecția Rețelei Seismice Naționale provenind de la 220 evenimente de adâncime superficială (crustale) cu $M_w=[2.8-5.4]$ cel mai puternic fiind și cel mai recent 22.11.2014 ($M_w=5.4$).

Modelele (GMPE) au fost selectate din literatura de specialitate (ex. Douglas , 2020 și referințele aferente) pe baza similitudinii tipului de evenimente, al tipului de falieri și al domeniului de adâncimi hipocentrale. Testele s-au efectuat numai pentru valorile de accelerații (maxime și spectrale); în cele ce urmează prezentăm numai funcțiile de filtrare ale reziduurilor valorilor medii ale accelerației orizontale ($\ln PGA_{obs}-\ln PGA_{calc}$) calculate pentru fiecare eveniment în parte și reziduurile valorilor medii ale accelerației spectrale orizontale ($\ln SA_{obs}-\ln SA_{calc}$) corespunzătoare perioadelor 0.3s.

Din Fig.16 se poate observa că formele funcționale care manifestă cel mai mic trend (reziduuri foarte apropiate de 0, valoarea calculată este aproximativ egală cu val. observată) cât și cea mai mică dispersie a datelor sunt Bindi et al 2014; Campbell & Bozorgnia 2014; Chiou & Youngs 2014; Akkar & Cagnan 2010 și Boore et al 2014.

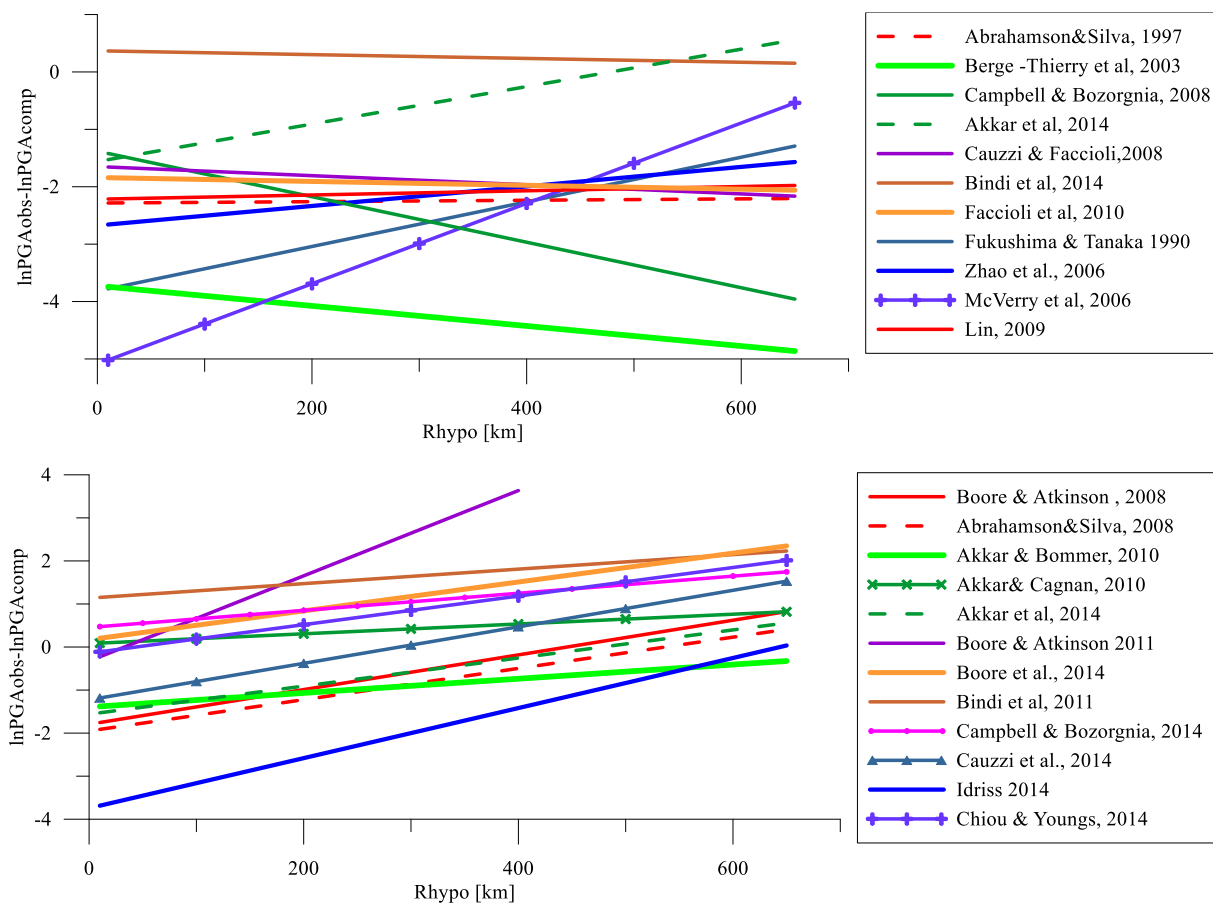


Fig.16-Variația reziduurilor cu distanța hipocentrală pentru modelele de atenuare a mișcării seismice produse de surse crustale -sursa INCDFP, proiect RO-RISK

1.5. Stabilirea relațiilor de calcul pentru cutremurele locale din zona județului și pentru cutremurele intermediare vrâncene.

În ceea ce privește relațiile de atenuare a intensităților macroseismice, în cadrul proiectului RO-RISK, echipa INCDFP a verificat 26 de relații de atenuare a intensităților macroseismice pentru cutremure normale și intermediare. Relațiile cele mai bune au dat diferențe mici între datele observate și cele calculate pentru 90% din punctele de intensitate, erorile fiind cuprinse între -1 și +1 grade. Relațiile recomandate pentru descrierea scenariilor care se vor executa în etapa următoare pentru județul Teleorman sunt:

-Pantea, 1994 – pentru cutremurele crustale din zona Vrancea (inclusă în Platforma Moesică);



- Pantea, Moldovan, 2000 – pentru cutremurele normale din zona FC (subzona Câmpulung);
- Moldovan, 2007 – pentru cutremure intermediare produse la adâncimi cuprinse între 60-100 Km și distanțe epicentrale mici;
- Sorensen et al.2010 – pentru cutremure intermediare produse la adâncimi mai mari de 100 Km și distanțe epicentrale mari;
- Văcăreau et al.2015b – pentru toate cutremurele intermediare la distanțe epicentrale mari.

Specificăm că în acest studiu, pentru cutremurele crustale folosim echivalența I - PGA, PGV, PGD „clasică” așa cum este descrisă de Lliboutry (2000), în timp ce pentru seismele de adâncime intermediară considerăm mai potrivite rezultatele recente din domeniu ca Ardeleanu et al., 2020 și Constantin et al., 2021.

Dezvoltarea GMPE este un domeniu de cercetare foarte dinamic; modele noi și/sau actualizate sunt publicate pe măsură ce mai multe date devin disponibile și metodele evoluează. Astfel, setul de modele propus în cadrul proiectului RO-RISK nu trebuie privit ca o recomandare pe termen lung, ci este necesar să fie reevaluat în mod regulat.

1.6. Întocmirea cataloagelor cutremurelor crustale (normale) locale și regionale subcrustale (intermediare vrâncene) locale care s-au produs în județul Teleorman ținând cont de regiune, distanță, perioada și evaluarea acestora.

Cataloagele zonelor seismogene mai sus prezentate, inclusiv „sursa locală” și seismicitatea de fond din județele învecinate se livrează sub forma electronică ([catalog_cutremure_pt_Teleorman.xlsx](#)).

1.7. Intensități maxime ale cutremurelor puternice intermediare vrâncene observate în localitățile județului și evaluarea acestora.



Valori mediate de intensitate pe scara MSK-64, înregistrate pentru cutremure de adâncime intermediară din zona Vrancea, în principalele unități administrative-teritoriale (UAT) din județul Teleorman.

Localitate	Intensitate MSK-64 la cutremurul din:								
	1893/ 05/01	1893/ 08/17	1893/ 09/10	1894/ 08/31	1940/ 11/10	1977/ 03/04	1986/ 08/31	1990/ 05/30	1990/ 05/31
	Conform Rogozea et al. (2017)				Conform Kronrod et al. (2013)				
Alexandria			III	IV	VIII	VII	VI		V
Roșiori de Vede	II-III	IV			VIII	VII		VI	
Turnu Măgurele	III	IV	III	IV	VIII	VII	VI		
Videle					VIII	VII	VI		
Zimnicea				IV	VII	VIII	VI	VII	

După cum se observă în tabelul de mai sus, cele mai mari intensități seismice înregistrate în orașele județului Teleorman au fost VIII, atât pentru cutremurul din 1940 cât și cel din 1977. Acestea indică faptul că multe clădiri au fost avariate de către aceste cutremure. Cazul orașului Zimnicea, în care gradul distrugerilor a fost declarat după cutremurul din 1977 ca fiind de 80% pentru fondul de locuințe vechi (Bălan et al., 1982) ridică încă semne de întrebare; dincolo de argumentul condițiilor locale deficitare și istoricul proiectării seismice la valori subdimensionate, completat de pagubele din orașul bulgăresc Svishtov aflat pe malul opus, numărul mic de persoane rănite și morți a dat impresia că procentul distrugerilor raportate a fost mărit artificial, existând suficiente dovezi scoase la iveală după 1989 cu privire la dărâmarea rapidă post-cutremur a multor locuințe ușor avariate.

1.8. Întocmirea hărții cutremurelor locale și vrâncene la nivelul județului Teleorman.

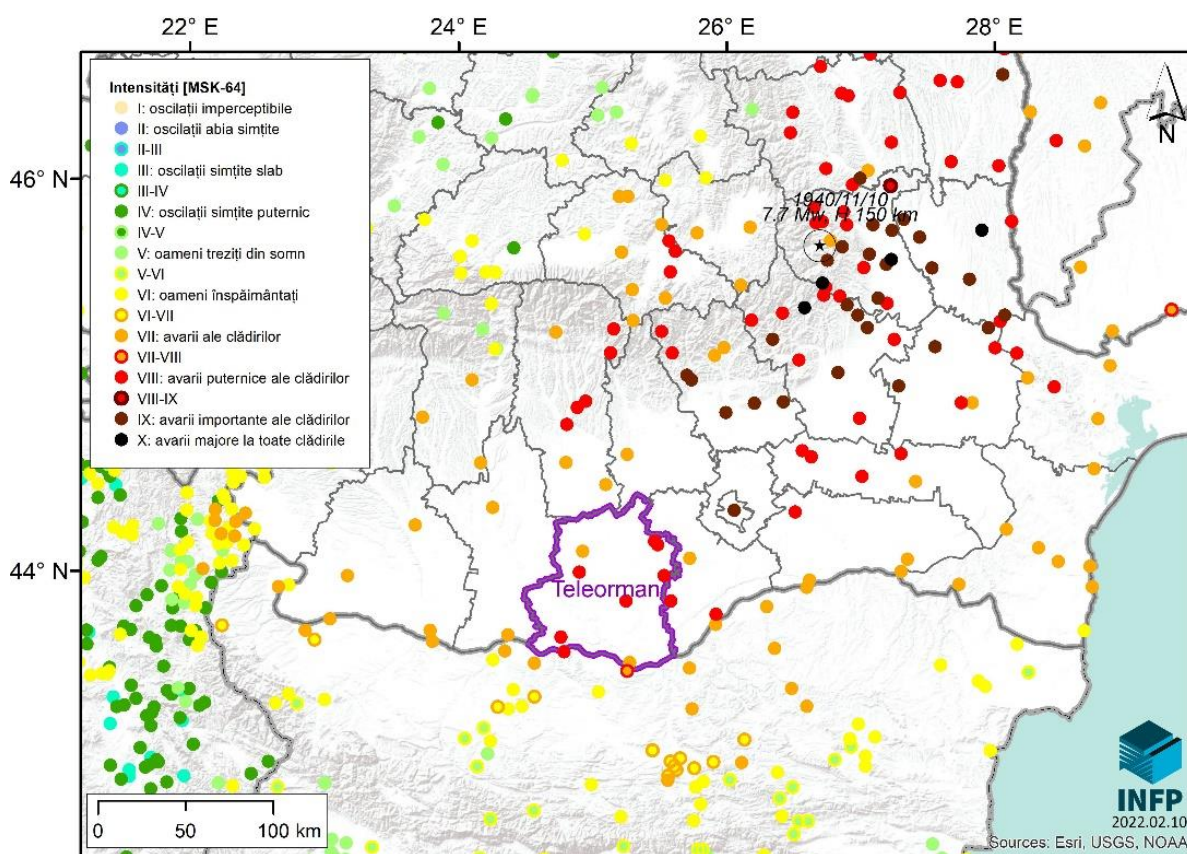


Figura 17. Distribuția intensităților seismice pentru cutremurul vrâncean din 10 noiembrie 1940 (sursa datelor: Kronrod et al., 2013)

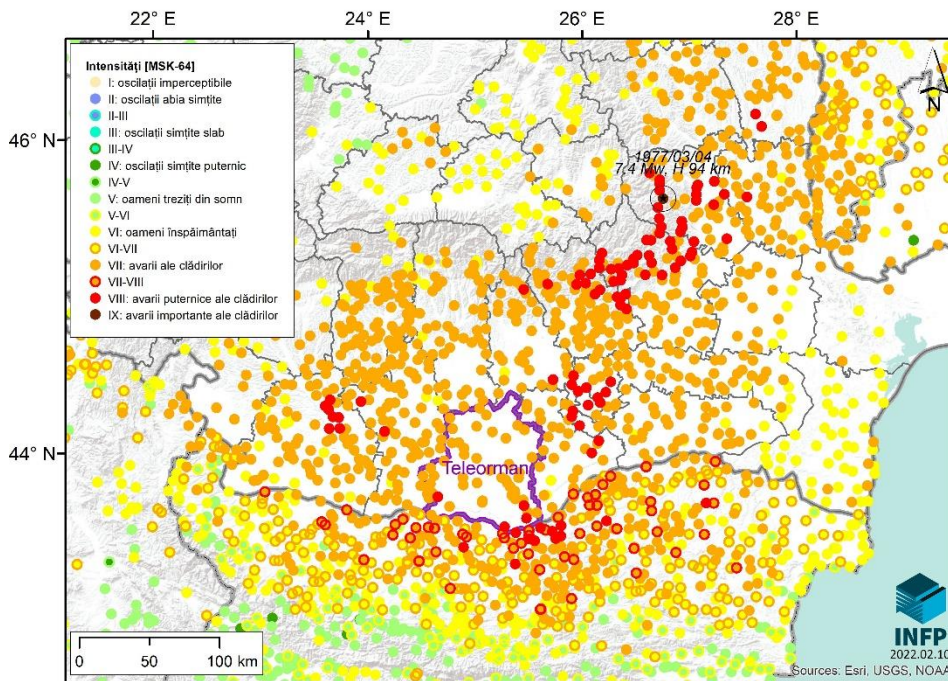


Figura 18. Distribuția intensităților seismice pentru cutremurul vrâncean din 4 martie 1977 (sursa datelor: Kronrod et al., 2013)

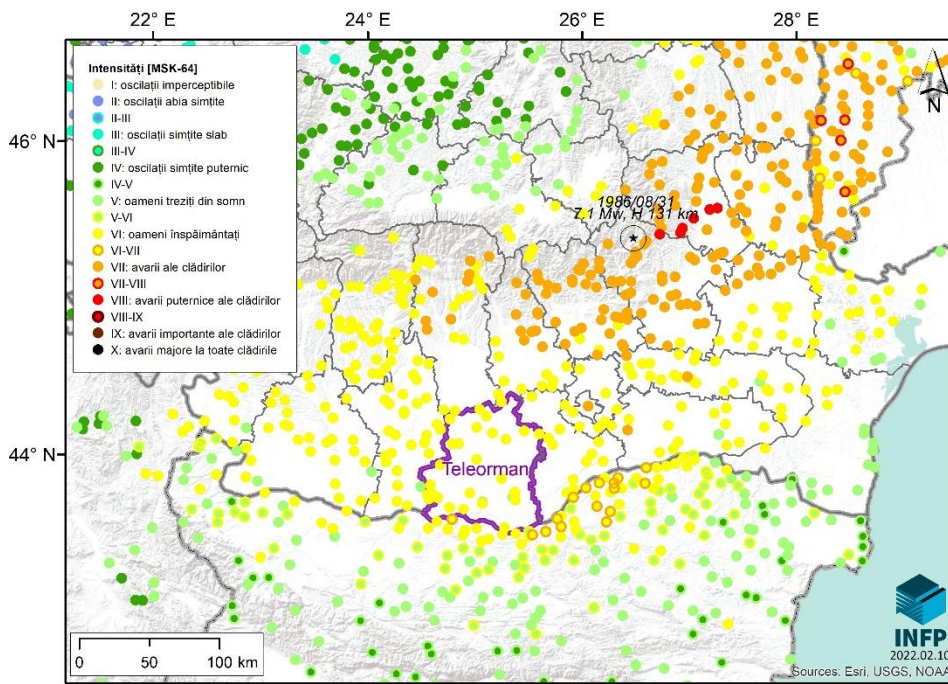


Figura 19. Distribuția intensităților seismice pentru cutremurul vrâncean din 31 august 1986 (sursa datelor: Kronrod et al., 2013)

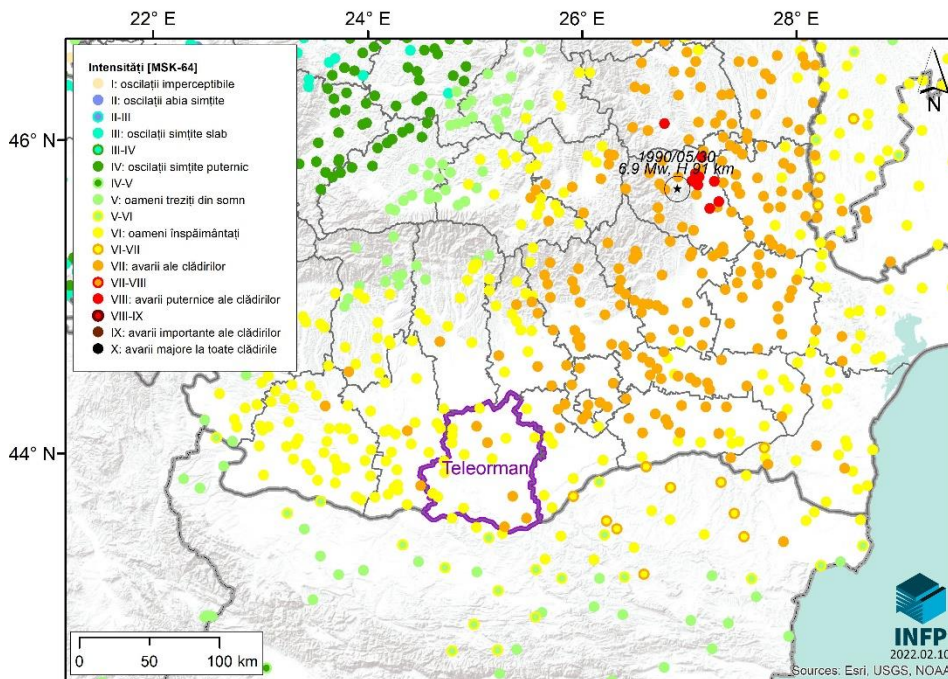


Figura 20. Distribuția intensităților seismice pentru cutremurul vrâncean din 30 mai 1990 (sursa datelor: Kronrod et al., 2013)

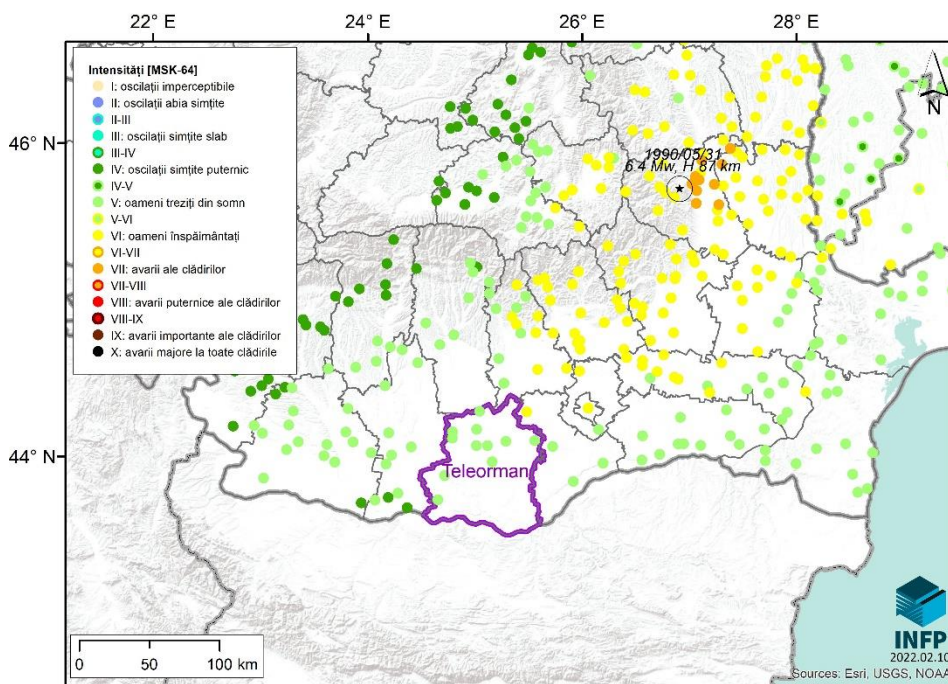


Figura 21. Distribuția intensităților seismice pentru cutremurul vrâncean din 31 mai 1990 (sursa datelor: Kronrod et al., 2013)



2. CAPITOLUL 2

Analize seismice – determinarea efectelor seismice locale.

2.1. Analiza cutremurelor locale și regionale din județ, stabilirea magnitudinii, a intensității epicentrale și a intensităților maxim observate în fiecare localitate din județ

Analiza efectelor cutremurelor locale și regionale se face în această etapă în termeni de intensități macroseismice observate/raportate în baza de date INCDFP. Pentru cutremurele majore care au afectat sau pot afecta județul, se aplică legi de atenuare ale intensităților macroseismice care descriu efectele posibile la nivelul mediului construit și al celui natural, precum și asupra (comportamentului) populației. Reamintim ca ultima hartă de macrozonare seismică a teritoriului României în termeni de intensitate macroseismică (SR 11100/1-1993) încadrează județul Teleorman la valoarea de intensitate VII, iar pentru orașele care au suferit distrugerii mari la evenimentul din 04.03.1977 s-au adăugat 0,5 grade MSK (Zimnicea și Turnu Măgurele).

Cutremure locale

Seismicitatea înregistrată pe teritoriul județului Teleorman (12 evenimente crustale $M_w \leq 3.2$) conf catalogului INCDFP ([link](#)) precum și pe o arie extinsă cu 50 km în jurul granițelor sale nu prezintă evenimente recente de interes ingineresc. Intensitățile epicentrale pot fi observate în Fig.1: un singur eveniment local resimțit cu I=III-IV MSK.

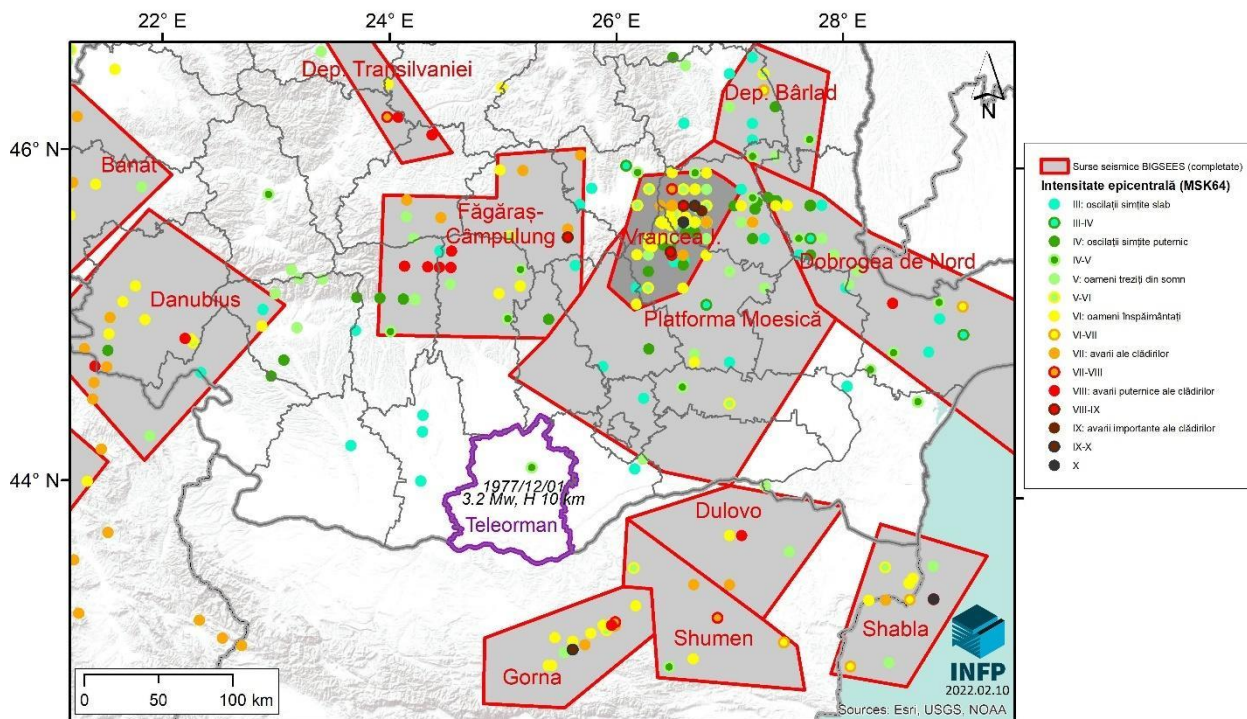


Fig. 22 Sursele seismice adiacente județului Teleorman și intensitățile epicentrale observate conform colecției BIGSEES (link)

Efectele produse de principalele cutremure vrâncene de adâncime intermediară observate în județul Teleorman sunt centralizate in tabelul de mai jos:

Localitate	Intensitate MSK-64 la cutremurul din:								
	1893/05/01;	1893/08/17;	1893/09/10;	1894/08/31;	1940/11/10;	1977/03/04;	1986/08/31;	1990/05/30;	1990/05/31;
Mw=6.	Mw=7.	Mw=6.	Mw=7.	Mw=7.	Mw=7.	Mw=7.	Mw=6.	Mw=6.	
2	1	5	1	7	4	1	9	4	
Conform Rogozea et al. (2017)					Conform Kronrod et al. (2013)				



Alexandria			III	IV	VIII	VII	VI		V
Roșiori de Vede	II-III	IV			VIII	VII		VI	
Turnu Măgurele	III	IV	III	IV	VIII	VII	VI		
Videle					VIII	VII	VI		
Zimnicea				IV	VII	VIII	VI	VII	

Județul Teleorman din punct de vedere al hazardului indus de sursele crustale se află sub acțiunea zonelor seismogene învecinate, dar un cutremur cu magnitudinea maxim posibilă, apropiat din sursa Shabla (pe teritoriul bulgar) care a demonstrat capacitatea de a produce evenimente majore (ex. 1901/03/31 Mw=7,2) ar putea fi resimțit.

În această etapă prezentăm efectele posibile ale celor mai puternice seisme crustale la nivel regional (scenarii) estimate folosind legi de atenuare ale intensităților macroseismice selectate conform sursei seismice și traseului de propagare către zona de interes. Pentru fiecare din sursele seismice regionale s-a simulat scenariul cel mai defavorabil (worst case scenario) pentru zona/județul de interes. Parametrii de simulare și cutremurele de referință se găsesc în tabelul de mai jos (scenariile au data 0/0/0).

Scenariu	yyyy	Mm	Dd	eq_lat	eq_lon	eq_h	Mw	Iepi
FC1	1969	4	12	45.25	25.02	8	5.2	6
FC2	1916	1	26	45.1	24.6	21	6.4	8
FC3	0	0	0	45	24.9	20	-	9
FC4	0	0	0	45.25	25.0	15	-	9
P.Moesică	1960	1	4	44.6	27	40	5.4	6
FIM1	0	0	0	44.6	27	40	-	7
FIM2	0	0	0	44.28	26.81	25	-	7
DUL	1892	10	14	43.8	27.1	0	6	8
DUL	0	0	0	43.8	27.1	20	6.3	9



SHU	1942	8	23	43.5	26.7	6	6	7
SHU1	0	0	0	43.5	26.7	15	6.3	8
SHU2	0	0	0	43.6	26.2	15	6.3	8
GOR	1913	6	14	43.1	25.7	14	7.1	9
GOR	0	0	0	43.3	25.4	10	7.4	9.5
SHA	1901	3	31	43.4	28.7	14	7.2	10
SHA	0	0	0	43.4	28.7	20	7.8	10.5
local TR	1977	12	1	44.2	25.33	10	3.2	4.5
local TR	0	0	0	44.2	25.33	10	-	7

FC – scenarii de cutremure tectonice în domeniul Făgăraș-Câmpulung; FC3 este localizat într-o zonă cu activitate importantă, pe falia Cozia de adâncimi superficiale, în vecinătatea epicentrului celui mai puternic eveniment al sursei ($M_w=6.4$, 1916). Ca și evenimentul său de referință (FC2) impactul potențial asupra zonei epicentrale este semnificativ, descrescând relativ rapid pe măsură ce ne îndepărtăm de epicentru. FC4 este un scenariu de cutremur care poate fi generat în domeniul Făgăraș-Câmpulung, aparține unei falii cu orientare NV-SE, falie cu activitate minoră recentă dar la care s-a putut determina mecanismul (strike-slip care are și o componentă normală) iar adâncimea aleasă este media evenimentelor minore învecinate (înregistrate). Intensitatea epicentrală a fiecărui scenariu este aleasă conform intensității maxim posibile avansată în studiul Ardeleanu et al, 2005 și folosită ulterior și în analiza probabilistă a hazardului Leydecker et al., 2008. Probabilitatea de apariție pentru ambele scenarii este de 10^{-3} .

FIM: scenarii alese în extremitatea vestică a zonei Platforma Moesică, în vecinătatea celei mai importante falii (Intra-Moesică) denumite generic FIM. FIM1 reprezintă un cutremur care ar aparține unei falii cu orientare Vest-Est situată în Estul Platformei Moesice la est de Falia Intarmoesică și are un caracter normal (compartimentul nordic are o mișcare descendentă) și o deplasare spre est. FIM2 este ales pe partea vestică a Faliei Intra-Moesice la o adâncime conformă cu cea cutremurelor minore înregistrate în zona (ex.2005/02/12). Intensitatea epicentrală atribuită ambelor scenarii este aleasă conform cu Leydecker et al., 2008. Probabilitatea de apariție pentru ambele scenarii este de 10^{-3} .



Conform testelor pentru atenuarea intensităților seismice efectuate de INCDFP în cadrul proiectului RO-RISK, pentru scenariile FC3, FC4, FIM1, FIM2 s-au ales relațiile de atenuare cu cele mai bune rezultate, respectiv Pantea,1994 și Pantea & Moldovan, 2000 care dezvoltă modele detaliate pe date locale pentru diversele zone seismogene ce contribuie la hazardul României. Toate modele alese folosesc forme funcționale cu coeficienți dependenți de azimut pentru a simula atenuarea direcțională diferită a efectelor observate, de ex.:

$\ln I = \ln I_0 + a - b \ln D$ (Pantea, 1994) și $I = I_0 + a_1 - b_1 \ln D - c_1 D$ (Pantea & Moldovan, 2000) cu coeficienții unde D reprezintă distanța hipocentrală a site-ului.

Azimut	a	b	Azimut	a	b	c
Pantea, 1994			Pantea & Moldovan, 2000			
0	0.664	0.337	0	2.1129	0.6732	0.0164
45	0.329	0.247	45	0.9005	0.2596	0.0253
90	0.298	0.229	90	5.3302	1.7452	0.0041
135	0.484	0.269	135	5.8888	1.9855	- 0.0006
180	0.455	0.275	180	5.1196	1.8218	0.0002
225	0.579	0.292	225	4.795	1.647	0.0037
270	0.579	0.292	270	3.7075	1.0212	0.008
315	0.593	0.303	315	3.327	1.0684	0.0081

DUL - un cutremur generat în partea centrală sudică a unei zone seismogene complexe care se întinde din partea de N-NE a Republicii Bulgare până în România. Zona se caracterizează prin seismicitate difuză dar constantă cu evenimente de magnitudini 3-6.5 (Mw). Adâncimea este conform evenimentului (minor) înregistrat în apropiere în mai 1994 dar intensitatea epicentrală este maximul posibil al zonei așa cum este indicat în analiza efectuată de Solakov et al., 201 pentru regiunea transfrontalieră. Probabilitate de apariție a acestui eveniment este 10^{-3} . Efectele estimate se încadrează între IV și V MSK (68 UAT-uri cu valoare medie).



SHU- scenarii de cutremure tectonice în Nordul Bulgariei, epicentrele similare cu ale celor mai puternice cutremure ale zonei (SH1- 1942/8/23 și SH2- 1982/8/27, $M_w=4.1$, $I_0=VI$ MSK) dar cu hipcentre la adâncimea cea mai frecventă a zonei, I_{0max} posibil conform Solakov et al., 2014 și probabilități de producere 10^{-3} . Efectele estimate se încadrează între IV-V și V-VI MSK pentru SHU1(4 UAT-uri cu val maximă) și între IV-V și VI MSK pentru SHU2 (12 UAT-uri cu val maximă cu posibil impact asupra construcțiilor).

GOR- Cutremur generat în Nordul Bulgariei, epicentru ales pe una din faliile zonei cu cea mai mare capacitate (Gorna-Orjahovitsa), în poziția cea mai defavorabilă, adâncimea hipocentrului cea mai probabilă/frecventă și probabilitatea de producere 10^{-3} ; cutremurul de referință (1913/6/14) a avut I epicentral observat de IX MSK, iar cel simulat IX-X conform maximului posibil al zonei estimat pentru analiza probabilistă de hazard seismic (PSHA) a regiunii transfrontaliere România-Bulgaria (Solakov et al., 201). Efectele estimate se încadrează între V (28 UAT-uri) și IV MSK, fără impact asupra construcțiilor și infrastructurii.

SHA - Cutremur tectonic generat în zona Shabla (NE Republicii Bulgare) pe un sistem de falii normale cu orientarea NE-SV. Epicentrul ales este asociat celui mai puternic eveniment cunoscut în zonă, 31.03.1901, având intensitatea epicentrală estimată la X MSK. Adâncimea hipocentrului este aleasă conform mediei din zona respectivă iar intensitatea epicentrală este cea maximă posibilă în zonă, conform estimărilor Simeonova et al, 2006 și Solakov et al., 2012. Chiar și de la o distanță medie de ~300km, un cutremur de acest tip ar fi resimțit în județ, în 60 UAT-uri intensitatea estimată fiind semnificativă: V-VI MSK. Probabilitate de apariție $<10^{-3}$.

Pentru simularea scenariilor provenind din sursele Dulovo, Shumen, Shabla și Gorna-Oryahovitsa am ales modelele de atenuare folosite în analiza probabilistică a hazardului seismic în spațiul transfrontalier România-Republica Bulgaria (Solakov et al., 2014 și referințele aferente). Ecuațiile de atenuare nu prezintă dependență azimutală, dar au coeficienți particularizați pentru fiecare zonă-sursă seismică. Efectele calculate pentru fiecare UAT la fiecare scenariu sunt centralizate în tabelul (scara MSK).



Executant: SC FAD SMART TECHNOLOGY SRL
 Beneficiar: CONSILIUL JUDEȚEAN TELEORMAN
 Proiect: Servicii de elaborare a hărților de risc
 natural la cutremure
 E-mail: felipe@fabricadecercetare.ro
 Tel: 0745 326 544

UAT	SIRUTA	FC3	FC4	FIM1	FIM2	Trlocal	GOR	SHA	SHU1	SHU2	DUL
TURNU MAGURELE	151683	3.5	3.5	1.8	2.2	4.6	4.5	5.3	4.5	5.2	4.5
CIUPERCENI	151709	3.5	3.5	1.8	2.3	4.7	4.5	5.3	4.5	5.3	4.5
ISLAZ	151736	3.5	3.5	1.6	2	4.3	4.5	5.2	4.5	5.0	4.5
LITA	151763	3.5	3.5	1.8	2.2	4.7	4.5	5.3	4.5	5.1	4.5
ALEXANDRIA	151790	3.8	3.9	2.4	3	6	5	5.5	5	5.6	5
NANOV	151816	3.8	3.9	2.3	2.8	5.7	4.5	5.4	5	5.5	4.5
POROSCHIA	151834	3.8	3.8	2.3	2.8	5.6	4.5	5.5	5	5.6	4.5
ROSIORI DE VEDE	151870	3.7	3.7	2	2.4	5.6	4.5	5.3	4.5	5.1	4.5
VIDELE	151905	4.1	4.1	2.9	3.4	5.9	5	5.5	5	5.4	5
CREVENICU	151932	4	4.1	2.9	3.4	6	5	5.5	5	5.5	5
ZIMNICEA	151978	3.6	3.7	2.1	2.7	4.7	5	5.5	5	5.9	5
BALACI	151996	4	4	2.1	2.2	5.5	4.5	5.2	4.5	4.9	4.5
BABAITA	152038	4	4	2.6	3.1	6.5	5	5.5	5	5.5	5
BLEJESTI	152083	4.1	4.1	2.8	3.1	6.1	4.5	5.5	5	5.3	4.5
BOGDANA	152127	3.8	3.8	2.1	2.5	5.4	4.5	5.4	4.5	5.3	4.5
BOTOROAGA	152172	3.9	4	2.8	3.4	6.2	5	5.5	5	5.6	5
BRAGADIRU	152234	3.7	3.7	2.4	3	4.8	5	5.6	5.5	6.1	5
BRANCENI	152252	3.7	3.8	2.3	2.9	5.4	5	5.5	5	5.7	5
BUJORENI	152270	3.9	3.9	2.9	3.6	5.8	5	5.6	5	5.7	5
BUJORU	152314	3.6	3.7	2.4	3	4.7	5	5.6	5.5	6.2	5
BUZESCU	152332	3.8	3.9	2.2	2.7	5.8	4.5	5.4	5	5.4	4.5
CALINESTI	152350	4	4	2.3	2.8	6.3	4.5	5.4	5	5.3	4.5
CALMATUIU	152412	3.6	3.7	1.9	2.3	5.1	4.5	5.3	4.5	5.1	4.5
CALMATUIU DE SUS	152467	3.7	3.7	1.9	2.3	5.2	4.5	5.3	4.5	5.0	4.5
CERVENIA	152500	3.7	3.7	2.5	3.1	5.2	5	5.6	5	6.0	5
CIOLANESTI	152528	4.2	4.3	2.3	2.4	6.1	4.5	5.3	4.5	5.0	4.5
CONTESTI	152564	3.7	3.7	2.5	3.1	5	5	5.6	5.5	6.1	5
COSMESTI	152582	4.1	4.2	2.7	2.9	6.2	4.5	5.4	4.5	5.2	4.5
CRANGENI	152617	3.7	3.7	1.8	2.2	5.1	4.5	5.3	4.5	5.0	4.5



Executant: SC FAD SMART TECHNOLOGY SRL
 Beneficiar: CONSILIUL JUDEȚEAN TELEORMAN
 Proiect: Servicii de elaborare a hărților de risc natural la cutremure
 E-mail: felipe@fabricadecercetare.ro
 Tel: 0745 326 544

UAT	SIRUTA	FC3	FC4	FIM1	FIM2	Trlocal	GOR	SHA	SHU1	SHU2	DUL
CRANGU	152662	3.8	3.8	2	2.5	5.2	4.5	5.4	5	5.3	4.5
DIDESTI	152724	3.8	3.9	2	2.4	5.7	4.5	5.3	4.5	4.9	4.5
DOBROTESTI	152760	3.9	4	2.1	2.2	5.6	4.5	5.3	4.5	4.9	4.5
DRACSENEI	152797	3.8	3.9	2.1	2.5	6	4.5	5.3	4.5	5.0	4.5
DRAGANESTI DE VEDE	152868	4	4	2.2	2.6	6	4.5	5.3	4.5	5.1	4.5
DRAGANESTI-VLASCA	152902	3.9	3.9	2.7	3.4	6	5	5.6	5	5.7	5
FURCULESTI	152948	3.8	3.8	2.1	2.6	5.3	4.5	5.4	5	5.5	4.5
FRUMOASA	152993	3.7	3.7	2.3	2.9	5	5	5.5	5	5.9	5
GALATENI	153026	4.1	4.1	2.6	3.1	6.4	4.5	5.4	5	5.3	4.5
GRATIA	153062	4.3	4.3	2.8	3	5.7	4.5	5.4	4.5	5.1	4.5
IZVOARELE	153106	3.7	3.7	2.3	2.8	5.2	5	5.5	5	5.8	5
LISA	153124	3.7	3.7	2	2.5	4.9	4.5	5.4	5	5.5	4.5
LUNCA	153151	3.5	3.6	1.7	2.1	4.7	4.5	5.3	4.5	5.0	4.5
MAVRODIN	153204	3.9	3.9	2.3	2.9	6.1	4.5	5.4	5	5.4	4.5
MAGURA	153240	3.9	3.9	2.6	3.1	6.2	5	5.5	5	5.6	5
MALDAENI	153277	3.7	3.8	2	2.4	5.5	4.5	5.3	4.5	5.0	4.5
MERENI	153295	4	4	3	3.6	5.8	5	5.6	5	5.6	5
MARZANESTI	153339	3.8	3.8	2.5	3.2	5.6	5	5.6	5	5.9	5
MOSTENI	153384	4	4	2.8	3.3	6.4	5	5.5	5	5.5	5
NASTURELU	153400	3.6	3.6	2.2	2.8	4.5	5	5.6	5	6.0	5
NECSESTI	153437	4.1	4.2	2.3	2.7	6.4	4.5	5.3	4.5	5.1	4.5
OLTENI	153473	4	4.1	2.5	3	6.6	4.5	5.4	5	5.3	4.5
ORBEASCA	153507	3.9	4	2.5	3	6.6	4.5	5.4	5	5.4	4.5
PERETU	153543	3.9	3.9	2.1	2.6	5.8	4.5	5.4	4.5	5.3	4.5
PIATRA	153561	3.7	3.8	2.1	2.7	5.2	4.5	5.4	5	5.6	4.5
PIETROSANI	153589	3.6	3.7	2.4	3.1	4.6	5	5.6	5.5	6.3	5
PLOSCA	153605	3.9	3.9	2.2	2.6	5.8	4.5	5.4	5	5.3	4.5
PLOPII-SLAVITESTI	153623	3.6	3.6	1.7	2.1	4.8	4	5.2	4.5	4.9	4
POENI	153696	4.3	4.3	2.7	2.8	5.8	4.5	5.4	4.5	5.1	4.5



Executant: SC FAD SMART TECHNOLOGY SRL
 Beneficiar: CONSILIUL JUDEȚEAN TELEORMAN
 Proiect: Servicii de elaborare a hărților de risc natural la cutremure
 E-mail: felipe@fabricadecercetare.ro
 Tel: 0745 326 544

UAT	SIRUTA	FC3	FC4	FIM1	FIM2	Trlocal	GOR	SHA	SHU1	SHU2	DUL
VITANESTI	153776	3.8	3.9	2.6	3.2	5.9	5	5.5	5	5.7	5
PUTINEIU	153829	3.6	3.6	1.9	2.4	5.2	4.5	5.3	4.5	5.2	4.5
RADOIESTI	153865	4	4	2.3	2.7	6.3	4.5	5.4	4.5	5.2	4.5
RASMIRESTI	153909	3.8	3.8	2.7	3.3	5.7	5	5.6	5	5.9	5
SALCIA	153936	3.6	3.6	1.9	2.3	5.2	4.5	5.3	4.5	5.1	4.5
SACENI	153972	4.1	4.1	2.2	2.6	6.2	4.5	5.3	4.5	5.1	4.5
SCRIOASTEA	154013	3.8	3.8	2.1	2.5	5.7	4.5	5.3	4.5	5.0	4.5
SCURTU MARE	154068	4.2	4.3	2.5	2.7	6.3	4.5	5.4	4.5	5.1	4.5
SEACA	154139	3.7	3.7	1.9	2.4	4.8	4.5	5.4	5	5.4	4.5
SFINTESTI	154166	4	4.1	2.3	2.7	6.2	4.5	5.3	4.5	5.2	4.5
SEGARCEA-VALE	154184	3.5	3.6	1.8	2.2	4.8	4.5	5.3	4.5	5.1	4.5
SILISTEA	154228	4.2	4.3	2.7	2.9	6	4.5	5.4	4.5	5.2	4.5
SILISTEA-GUMESTI	154282	4	4.3	2.2	2.3	5.8	4.5	5.3	4.5	4.9	4.5
SARBENI	154308	4.3	4.4	2.8	2.9	5.5	4.5	5.4	4.5	5.0	4.5
SLOBOZIA MANDRA	154344	3.6	3.6	1.7	2.1	4.7	4	5.2	4.5	4.9	⁵⁴ 4
SMARDIOASA	154380	3.7	3.7	2.3	2.9	5.2	5	5.5	5	5.8	5
STEJARU	154415	3.8	3.8	2	2.3	5.4	4.5	5.3	4.5	4.9	4.5
SUHAIA	154460	3.7	3.7	2.1	2.6	4.9	4.5	5.5	5	5.7	4.5
STOROBANEASA	154497	3.7	3.8	2.5	3.1	5.4	5	5.6	5	5.9	5
TALPA	154521	4.1	4.2	2.6	2.8	6.4	4.5	5.4	4.5	5.2	4.5
TATARASTII DE JOS	154585	4.2	4.3	2.4	2.6	6.2	4.5	5.3	4.5	5.0	4.5
TATARASTII DE SUS	154665	4.3	4.3	2.4	2.5	5.9	4.5	5.3	4.5	5.0	4.5
TRAIAN	154736	3.5	3.5	1.9	2.3	4.8	4.5	5.3	4.5	5.3	4.5
TRIVALEA-MOSTENI	154754	4.1	4.2	2.5	2.9	6.6	4.5	5.4	4.5	5.2	4.5
TROIANUL	154790	3.7	3.9	2.1	2.5	5.6	4.5	5.3	4.5	5.2	4.5
TIGANESTI	154834	3.8	3.8	2.3	2.9	5.5	5	5.5	5	5.7	4.5
VEDEA	154852	4	4	2.2	2.6	6	4.5	5.4	4.5	5.2	4.5
VIISOARA	154914	3.7	3.7	2.1	2.6	5	4.5	5.4	5	5.6	4.5
VARTOAPE	154932	4	4.1	2.4	2.8	6.4	4.5	5.4	4.5	5.2	4.5



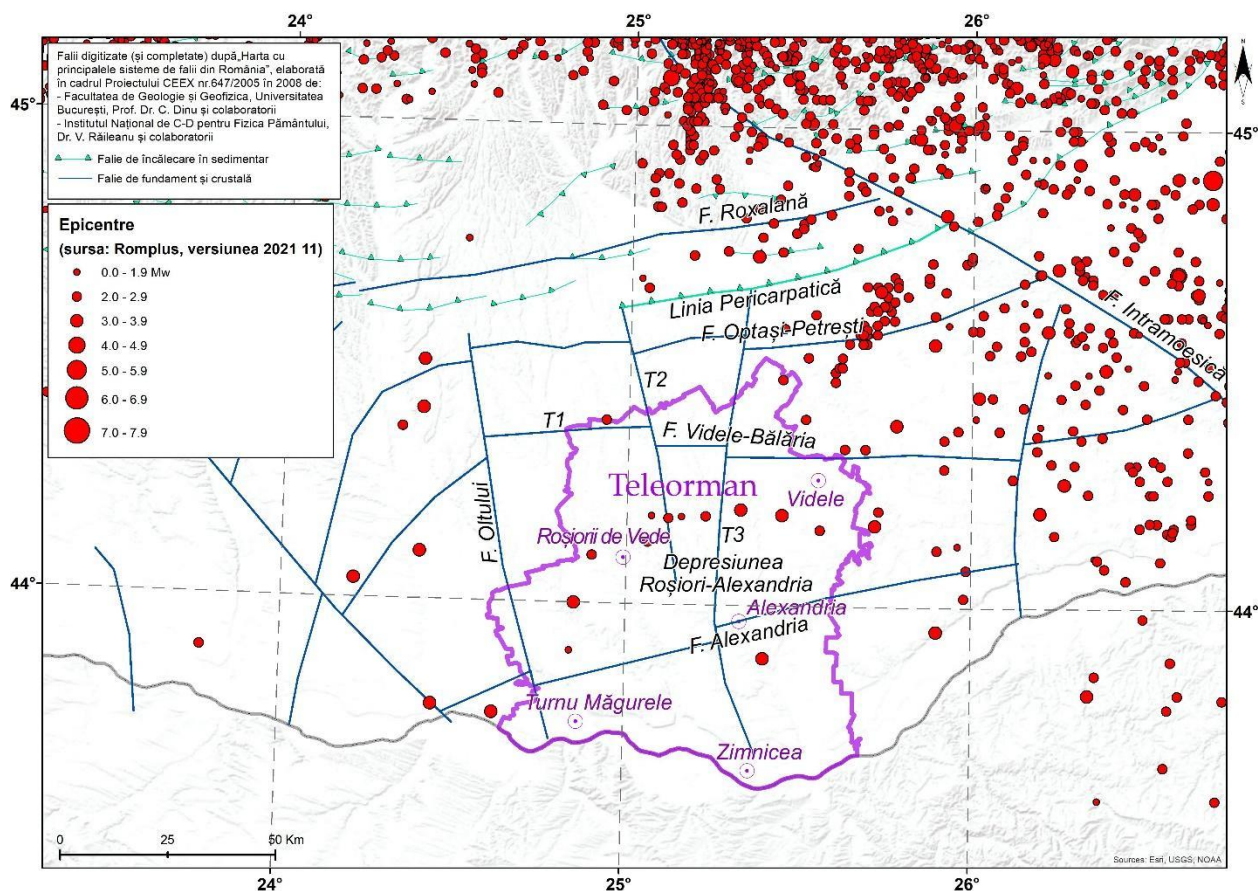
UAT	SIRUTA	FC3	FC4	FIM1	FIM2	Trlocal	GOR	SHA	SHU1	SHU2	DUL
ZAMBREASCA	154978	3.9	4.2	2.2	2.3	6	4.5	5.3	4.5	5.0	4.5
NENCIULESTI	154996	3.9	3.9	2.2	2.7	5.9	4.5	5.4	5	5.4	4.5
BECIU	155083	3.6	3.7	1.7	2.1	4.8	4	5.2	4.5	4.9	4
BEUCA	155092	3.9	3.9	2.1	2.5	5.9	4.5	5.3	4.5	5.0	4.5
DRACEA	155109	3.5	3.8	2	2.4	5.1	4.5	5.3	4.5	5.3	4.5
FANTANELE	155118	3.7	3.7	2.1	2.7	4.8	5	5.5	5	5.7	4.5
FRASINET	155127	4	4	2.6	3.1	6.7	5	5.5	5	5.4	5
PURANI	155136	4.2	4.2	2.8	3	6	4.5	5.4	4.5	5.2	4.5
SAELELE	155145	3.5	3.6	1.7	2.1	4.7	4.5	5.2	4.5	5.0	4.5
UDA-CLOCOCIOV	155154	3.6	3.6	1.7	2.1	4.7	4	5.2	4.5	5.0	4.5

2.2. Estimarea potențialului seismic al faliilor active identificate – magnitudini maxim posibile

Județul Teleorman este localizat în **sectorul valah** al Platformei Moesice, situat la vest de falia Intramoestică; în cele ce urmează ne vom ocupa numai de cele care ar putea afecta teritoriul județului.

Falia Intramoestică este o falie crustală profundă, fapt sugerat de hipocentrele cutremurelor care marchează traseul faliei de la nord-vest, în Carpații Meridionali, până la sud-est, în zona platoului continental al Mării Negre (Visarion et al. 1990). Este o falie compozită, inițial cu translație dextră și apoi senestră, așa cum o găsim și în prezent. Falia marchează de asemenea schimbări importante ale regimului termic și configurației anomaliei magnetice în compartimentele separate de falie (Răileanu, 2009) – vezi ce cutremur mai puternic are asociat).

Falia Jiului traversează platforma Moesică pe direcția NV-SE și are compartimentul estic mai ridicat, având o translație probabil senestră. Fracturarea pronunțată a platformei a impus o adaptare oarecum plastică a cuverturii la tectonica în blocuri. Aria județului este traversată de falii de mai mică importanță (puțin profunde, cu seismicitate slabă și difuză) marcate pe Fig. 23 au fost analizate în detaliu folosind toate înregistrările rețelei seismice naționale.



Figură 23 Încadrarea seismotectonică a județului Teleorman

Pentru calculul magnitudinii maxime posibile pentru o sursă seismică, în funcție de gradul de cunoaștere a zonei, se folosesc două metode. Pentru o zonă mai puțin cunoscută se aplica metoda incrementului seismic, iar pentru o zonă în care se cunoaște cel puțin un parametru din geometria faliiilor active se folosesc metodele empirice în care magnitudinea maximă posibilă este o funcție de lungimea ruperii faliei ori de aria ruperii (Coopersmith K.J. et al., 1989).

1. Metoda incrementului seismic.

În calculul magnitudinii maxime posibile se folosește magnitudinea maximă observată la care se aplică un increment. Pentru România valoarea incrementului este asumată a fi de 0.3, valoare bazată pe calculele lui Mârza



et al., 1991 și care acoperă toate erorile posibile în definirea magnitudinii pentru cutremurele din prima jumătate a secolului 20, până în anul 1934 (Ginsari V., 2008). Pentru perioada 1935-1977 valoarea incrementului este asumată a fi 0.2 iar pentru perioada 1977-2001 este asumată a fi 0.1 (Marza et al., 1991). O metodă similară adopta și Coopersmith et al., 1989. Kijo et al., (1998) pentru zona **Vrancea intermediar** estimează magnitudinea maximă admisă a fi **8.07 cu o eroare de +/- 0.23** față de cutremurul din 1802 creditată cu magnitudinea 7.9 (catalog Romplus).

Pentru **zona Vrancea crustal** - Magnitudinea maximă observată este de 5.9(M_w) pe data de 1 martie 1894 (catalog Romplus). Ținând cont de Marza et al., (1991) am adoptat un increment de 0.3 și astfel magnitudinea maximă posibilă este de **$M_{max,w} = 6.2$ cu o eroare de +/- 0.2**.

Făgăraș-Câmpulung - Magnitudinea maximă observată este de 6.4(M_w) în data de 26 ianuarie 1916 (Romplus). Ținând cont de Marza et al., (1991) am adoptat un increment de 0.3 și astfel magnitudinea maximă posibilă este de **$M_{max,w} = 6.7$ cu o eroare de +/- 0.2**. Mobs 6.5 in 1571apr10 (h=10Rom+) si 6.4 în 1916ian26 (h=21Rom+); $M_{max}=6.6$ la $h_{med}=15$ km.

Dulovo - Magnitudinea maximă observată este de 6 (M_w) în data de 14 octombrie 1829. Ținând cont de Solakov et al., (2012) am adoptat un increment de 0.3 și astfel magnitudinea maximă posibilă este de **$M_{max,w} = 6.3$ cu o eroare de +/- 0.2**.

Shabla - Magnitudinea maximă observată este de 7.5(M_w) în data de 10 noiembrie 1444 (Dacea). Ținând cont de Solakov et al., (2012) am adoptat un increment de 0.3 și astfel magnitudinea maximă posibilă este de **$M_{max,w} = 7.8$ cu o eroare de +/- 0.2**.

Schumen - Magnitudinea maximă observată este de 6(M_w) în data de 23 august 1942 (catalog Share). Ținând cont de Solakov et al., (2012) am adoptat un increment de 0.3 și astfel magnitudinea maximă posibilă este de **$M_{max,w} = 6.3$ cu o eroare de +/- 0.2**.

Gorna - Magnitudinea maximă observată este de 7.1(M_w) în data de 14 iunie 1913 (Share_V2). Ținând cont de Solakov et al., (2012) am adoptat un increment de



0.3 și astfel magnitudinea maximă posibilă este de $M_{\max,w} = 7.4$ cu o eroare de ± 0.2 .

2. Aplicarea formulelor empirice

Formulele Wells&Coopersmith(1994) – sunt derivate pe o bază de date internaționale și determină magnitudinea ca funcție de aria rupturii (A) produsă de un cutremur ori de lungimea ei (L) pentru fiecare mecanism de falie identificat. Astfel, Wells&Coopersmith derivă câte 3 forme funcționale $M \sim L$ și $M \sim A$ pentru faliile/fracturile produse predominant prin falie normală, inversă și/sau prin strike-slip (alunecare) precum și câte o formă funcțională pentru un mecanism de falie generalizat. Pentru faliile din acest județ am aplicat formula magnitudine funcție de lungime falie activă.

Falia T1 (probabil partea vestică a Faliei Videle -Bălăria) ar fi o lungime activă de 39 km și un caracter de falie normală, orientarea falie fiind W-E și inclinare nordică (Diaconescu, 2019).Aplicând formulele Wells&Coopersmith, 1994, rezultă că aceasta falie poate produce un cutremur cu M_{\max} de $7 M_w$. Cutremurul de pe această falie are $M_{\max \text{ obs}} = 2.2 M_w$

Pentru această falie s-a aplicat formula magnitudine funcție de lungime active pentru tipul de falie normală magnitudine este exprimată în magnitudine moment.

Falia T2 are orientare N-S și caracter de strike slip dextru (Diaconescu, 2019). Lungimea activă a faliei este de 65 de km. Aplicând formulele Wells&Coopersmith, 1994, rezultă că această falie poate produce un cutremur cu M_{\max} de $7.25 M_w$. Cutremurul de pe aceasta falie are $M_{\max \text{ obs}} = 2.6 M_w$.

Pentru această falie s-a aplicat formula magnitudine funcție de lungimea activă pentru tipul de falie strike slip, magnitudine este exprimată în magnitudine moment.



2.3. Calcule statistice și probabilitice pentru cutremurele locale (normale) și intermediare vrâncene (subcrustale), conform legislației în vigoare

Concepția statistică privitoare la cutremurele de Pământ se bazează pe faptul că astfel de evenimente seismice sunt produse de mișcarea materiei geologice în interiorul Pământului, și că, pe intervale de timp suficient de mari, și pe arii geografice suficient de largi, astfel de evenimente seismice constituie un ansamblu suficient de numeros pentru a fi distribuit în conformitate cu anumite regularități. Pe de altă parte însă, din considerente foarte generale, se poate spune că marile evenimente seismice nu par totuși a fi statistice, tocmai pentru că sunt foarte diferite de restul "ansamblului statistic", de asemenea că evenimentele seismice mici pot prezenta și cauze ne-statistice, iar ansamblul de evenimente seismice medii poate fi uneori destul de restrâns pentru a asigura o analiza și o predicție statistică cu un grad de certitudine util.

Seismicitatea se definește prin distribuțiile în timp, în spațiu și magnitudini ale cutremurelor. Catalogul de cutremure conține datele primare cu care se efectuează analiza seismicității pentru o sursă seismică dată. Pentru a fi tratat statistic, catalogul zonei trebuie să conțină un număr semnificativ de evenimente, să fie omogen în parametrii principali (ex. magnitudinea), să indice o activitate seismică relativ constantă și să fie exhaustiv.

Distribuția mărimii cutremurelor într-o perioadă de timp specificată este dată de legea de recurență a magnitudinii cutremurelor (Gutenberg și Richter, 1944): $\lg(\lambda_m) = a - b \cdot m$

; care se poate scrie în forma exponențială ca $\lambda_m = \exp(a \cdot \ln(10) - b \cdot \ln(10) \cdot m) = \exp(\alpha - \beta \cdot m)$

a și b sunt parametrii seismicității (coeficienți numerici ce depind de setul de date, deci de zonă), m este magnitudinea cutremurului și $\lambda_m = N_m/t$ este rata medie anuală a cutremurelor de magnitudine mai mare sau egală cu m . Valoarea inversă a ratei anuale λ_m este intervalul mediu de recurență a cutremurelor ce depășesc magnitudinea m . Coeficientul a descrie seismicitatea globală a sursei seismice, iar coeficientul b (panta dreptei) descrie activitatea sursei/zonă seismice, respectiv când valoarea b crește, numărul mediu anual al cutremurelor puternice descrește în

raport cu numărul cutremurelor cu magnitudine medie și mică. Parametrii seismicității α și β se determină prin metoda verosimilității maxime pe baza comparației dintre rata seismicității observate și cea determinată teoretic/analitic.

Pentru analiza recurenței cutremurelor, se consideră un prag inferior, m_{min} (care trebuie să fie totuși mai mare sau cel puțin egal cu magnitudinea de completitudine "Mc" a catalogului) și o magnitudine prag superior, m_{max} (pentru a include în analiză magnitudinea maximă posibilă a zonei/sursei seismice "Mmax"). Funcția de repartiție a evenimentelor m în intervalul pentru $m_{min} \leq m \leq m_{max}$ (McGuire, 2004) este:

$$F_M(m) = P[M \leq m \mid m_{min} \leq M \leq m_{max}] = \frac{P[M \leq m \mid M > m_{min}]}{P[M \leq m_{max}]} = \frac{1 - \exp[-\beta(m - m_{min})]}{1 - \exp[-\beta(m_{max} - m_{min})]}$$

Funcția complementară de repartiție a magnitudinilor trunchiată inferior și superior este (McGuire, 2004):

$$G_M(m) = 1 - k \cdot \{1 - \exp[-\beta(m - m_{min})]\} = \frac{1 - \exp[-\beta(m_{max} - m_{min})] - 1 + \exp[-\beta(m - m_{min})]}{1 - \exp[-\beta(m_{max} - m_{min})]} =$$

$$= \frac{\exp(\beta \cdot m_{min}) \cdot [\exp(-\beta \cdot m) - \exp(-\beta \cdot m_{max})]}{1 - \exp[-\beta(m_{max} - m_{min})]} =$$

$$= k \cdot \exp(\beta \cdot m_{min}) \cdot \exp(-\beta \cdot m) \cdot \{1 - \exp[-\beta(m_{max} - m)]\} =$$

$$= k \cdot \exp[-\beta \cdot (m - m_{min})] \cdot \{1 - \exp[-\beta(m_{max} - m)]\}, \text{ pentru } m_{min} \leq m \leq m_{max}$$

Unde s-a notat $k = \frac{1}{1 - \exp[-\beta(m_{max} - m_{min})]}$

Rata medie anuală a cutremurelor cu magnitudinea $m_{min} \leq m \leq m_{max}$ se exprimă folosind funcția complementară de repartiție a magnitudinilor (McGuire, 2004) ca :

$$\lambda_m = \lambda_{m_{min}} \cdot G_M(m) = \exp(\alpha - \beta \cdot m_{min}) \cdot k \cdot \exp[-\beta \cdot (m - m_{min})] \cdot \{1 - \exp[-\beta(m_{max} - m)]\} =$$

$$= \exp(\alpha - \beta \cdot m_{min} - \beta \cdot m + \beta \cdot m_{min}) \cdot k \cdot \{1 - \exp[-\beta(m_{max} - m)]\} =$$

$$= \exp(\alpha - \beta \cdot m) \cdot k \cdot \{1 - \exp[-\beta(m_{max} - m)]\} = \exp(\alpha - \beta \cdot m) \cdot \frac{1 - \exp[-\beta(m_{max} - m)]}{1 - \exp[-\beta(m_{max} - m_{min})]}$$

Iar intervalul mediu de recurență a unei valori de magnitudine cel puțin egală cu m se determină cu relația:



$$IMR(> m) = \frac{1}{\lambda_m} = \frac{1}{\lambda_{m_{\min}} \cdot G_M(m)} = \frac{1}{\lambda_{m_{\min}} \cdot [1 - F_M(m)]}$$

În tabelul de mai jos prezentăm rezultatele acestui tip de analiza numai pentru zonele implicate în hazardul seismic al județului Teleorman.

	Mc	Mmax	IMR10	IMR50	IMR100	IMR500	IMR1000
Vrancea intermediar	5.7	8.1	6.49	7.26	7.54	7.99	8.08
Gorna	4.1	7.4	5.07	6.02	6.38	7.03	7.18
Shumen	4.5	6.3	4.62	5.495	5.806	6.129	6.289
Shabla	4.5	7.8	4.73	5.58	5.94	6.73	7.03
P.Moesica (VRC extinsă)	3.9	6.2	4.53	5.27	5.55	6.05	6.2
Fagaras-Campulung	3.5	6.7	3.93	5.19	5.66	6.42	6.59
Dulovo	3.2	6.3	3.68	5.18	5.74	6.2	6.28

2.4. Măsurători și interpretări seismice de refracție pe profile amplasate în orașele și localitățile importante din județ pentru determinări de distribuție a a valorilor vitezelor undelor longitudinale și transversale „de forfecare,, a pachetelor de strate și adâncimea de 30m

Geofizica, în sensul strict al cuvântului, este știința care aplică legile fizicii (care stau la baza metodelor geofizice) pentru investigarea Pământului, interesul fiind direcționat către litosferă, partea solidă a Pământului. Spre deosebire de **geologie**, care studiază Pământul pe baza observațiilor directe asupra diferitelor tipuri de roci, în aflorimente sau pe baza carotelor obținute din foraje, **geofizica** se bazează pe măsurarea indirectă (de cele mai multe ori de la suprafața terenului) a proprietăților fizice (densitate, conductivitate/rezistivitate electrică, viteză de propagare a undelor



mecanice, radioactivitate etc.) ale diferitelor tipuri petrografice. În urma procesării și interpretării datelor se obține un model geofizic.

Geofizica de mică adâncime (Near Surface Geophysics) care, după cum sugerează și numele, se referă la aplicarea metodelor geofizice pentru evidențierea structurilor geologice și a anomaliilor geofizice localizate în apropierea suprafeței terestre mai puțin de 30m). Deși folosește aceleași principii fizice, se diferențiază de geofizica de explorare în primul rând prin natura corpurilor geologice (și/sau antropice) investigate, prin adâncimea zonei de investigare (adâncimi de ordinul zecilor de metri) și prin domeniul de aplicabilitate.

Chiar dacă a fost folosită încă de la începutul secolului XX concomitent cu geofizica de explorare, geofizica de mică adâncime s-a diferențiat ca o ramură de sine stătătoare abia de la începutul anilor '90 datorită creșterii interesului pentru protecția mediului înconjurător. Metodele geofizice au fost intens folosite în special pentru identificarea zonelor contaminate cu diferiți poluanți, în scopul remedierii acestor areale.

Primele utilizări ale metodele geofizice în inginerie (în special prin metode seismice) s-au folosit pentru investigarea amplasamentelor marilor baraje și a tunelurilor, în scopul determinării variației litologice și a gradului de fisurare ale masivelor de roci, iar mai apoi la monitorizarea acestora.

Primii specialiști care au activat în domeniul geofizicii de mică adâncime au fost inginerii geofizicieni care au profesat inițial în domeniul geofizicii de explorare, reorientându-se apoi spre probleme de mediu sau ingineresti. În anul 1992 a fost înființată asociația profesională internațională „The Environmental and Engineering Society” (EEGS). Metodele geofizice existente au fost adaptate pentru adâncimi de investigare reduse și pentru identificarea unor obiective de dimensiuni mici, cele mai importante modificări ale aparaturii și ale dispozitivelor de măsură fiind în scopul creșterii rezoluției spațiale și temporale.

Spre deosebire de tehnicile clasice de investigare bazate pe informații punctuale obținute din foraje (tehnică invazivă pentru mediul înconjurător), metodele geofizice



moderne se bazează pe tehnici non-invazive cu ajutorul cărora se obțin informații de pe o suprafață mult mai mare (de obicei în lungul unor profiluri de achiziție), într-un timp relativ scurt. Metodele moderne implică măsurări indirecte astfel că datele obținute în etapa de achiziție (valorile primare ale măsurărilor efectuate în teren) nu pot fi utilizate ca atare, respectiv trebuie procesate și apoi interpretate. Orice eroare care apare în primele două etape (achiziție și procesare) poate avea un caracter decisiv asupra corectitudinii modelului geofizic obținut, din acest motiv personalul care operează în acest domeniu trebuie să aibă o expertiză adecvată pentru aplicarea acestor metode.

Modelul geologic-geotehnic se obține prin interpretarea modelului geofizic (etapa a treia). Cele două modele sunt echivalente în foarte puține situații. Chiar și în cazul unei foarte bune achiziții și procesări a datelor înregistrate, trecerea de la modelul geofizic la cel geologic nu este una ușoară, deoarece mai multe modele geologice pot fi soluții corecte pentru interpretarea aceluiași model geofizic, fapt cunoscut ca „ambiguitatea în interpretarea datelor geofizice”. Modelele geologice rezultate sunt asemănătoare, dar lipsa de univocitate a soluției este uneori descurajatoare, mai ales pentru specialiștii obișnuiți doar cu datele exacte, obținute în urma măsurărilor directe. Calibrarea modelului geofizic cu datele obținute din foraje reduce ambiguitatea interpretării, folosirea combinată a metodelor geofizice împreună cu cele clasice ducând la obținerea unor modele geologice cu un grad mare de încredere. De cele mai multe ori abordarea modelării combinate de validare a modelului se dovedește a fi mai rapidă, mai economică și mult mai exactă față de folosirea exclusivă a unei singure tehnici de investigare.

Metodele seismice

Metodele seismice sunt cele mai utilizate metode de investigare ale geofizicii geotehnice, parametrii mășurați fiind vitezele de propagare ale undelor longitudinale și transversale prin diferitele strate (corpuri) geologice: valorile vitezelor de propagare ale undelor longitudinale și transversale depind de proprietățile fizico-mecanice ale rocilor constituente.

Energia de excitare a undelor seismică este generată în mod uzual cu ajutorul unei surse de impact, ciocan cu greutatea de cel puțin 10 kg care lovește o placă aflată în contact cu suprafața terenului, sau folosind mici cantități de dinamită detonată în foraje de mică adâncime (2-3 m). În ambele cazuri o cantitate mare de energie mecanică este eliberată punctual, aceasta propagându-se radial din zona de generare. La întâlnirea unui material cu impedanță acustică (produsul dintre viteză și densitate) diferită, o parte din energie se reflectă și se întoarce spre suprafața terenului iar o parte din energie se refractă, propagându-se în adâncime. Unda refractată poate da naștere unei noi reflexii la întâlnirea următorului strat cu impedanță acustică diferită. Energia care ajunge la suprafața terenului este înregistrată cu ajutorul geofoanelor verticale (cel mai des folosite) sau orizontale.

Energia mecanică generată de sursă se propagă sub forma mai multor tipuri de unde:

- unde de volum, care sunt alcătuite din undele principale (undele P) și undele secundare (undele S);
- unde de suprafață, alcătuite de undele Rayleigh și undele Love.

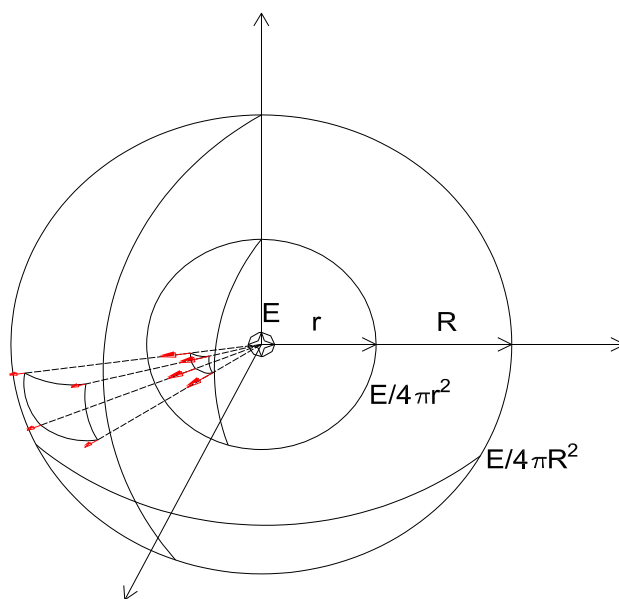


Fig. 24. Propagarea radială a energiei mecanice dintr-un punct sursă într-un mediu izotrop (După C. Ungureanu, 2015)



Undele primare (undele P) poartă această denumire deoarece au cea mai mare viteză de propagare, acestea ajungând primele de la sursă la receptor (geofon). Undele P se propagă prin comprimări și dilatări succesive ale mediului pe care îl traversează, aceste mici deformații se produc în lungul direcției de propagare a undei (undă longitudinală).

Undele secundare (undele S) sunt numite astfel deoarece au viteze mai mici de propagare față de undele primare (aproximativ 60% din viteza undelor primare), ele ajungând la receptor după sosirea undelor P. În cazul undelor secundare, propagarea energiei se face prin mici deformații pe direcție perpendiculară față de direcția de propagare (undă transversală). Față de undele principale care se pot propaga prin toate mediile (solid, lichid, gazos), undele secundare se propagă doar prin solide deoarece deformările sunt generate de forțe de forfecare.

Undele Love sunt foarte asemănătoare cu undele secundare fiind compuse în principal din mișcări de forfecare în plan orizontal care se propagă în apropierea suprafeței.

Undele Rayleigh au o propagare complexă (mișcare eliptică retrogradă) fiind asemănătoare cu mișcarea particulelor de apă antrenate de un val.

În studiile seismice de mică adâncime cea mai mare parte din energie se propagă sub forma undelor de suprafață. Datorită faptului că undele de suprafață au viteze de propagare mai mici decât undele de volum, acestea se pot diferenția foarte ușor pe înregistrările seismice, cu atât mai bine cu cât distanța dintre sursă și receptor crește.

Echipamentul necesar realizării unei investigații seismice de mică adâncime este compus dintr-o sursă de generare a undelor mecanice, un seismograf (unitate de achiziție) și mai mulți receptori (geofone). Sursa seismică poate fi explozibil, o armă de foc, un ciocan sau o greutate care cade liber pe o placă metalică, variind în funcție de adâncime de investigare dorită, caracteristicile terenului și nivelul de zgomot din amplasament. Pentru fiecare înregistrare poziția sursei se identifică cu poziția „punctului de pușcare”, chiar dacă sursa nu este de natură explozivă.

Concomitent cu generarea energiei în punctul de pușcare receptorii încep să înregistreze oscilațiile verticale sau orizontale ale punctelor în care sunt fixați, oscilații generate de diferitele unde seismice (unde refractate, unde reflectate și unde de suprafață), în urma fenomenelor de reflexie, refracție și dispersie (Fig. 25).

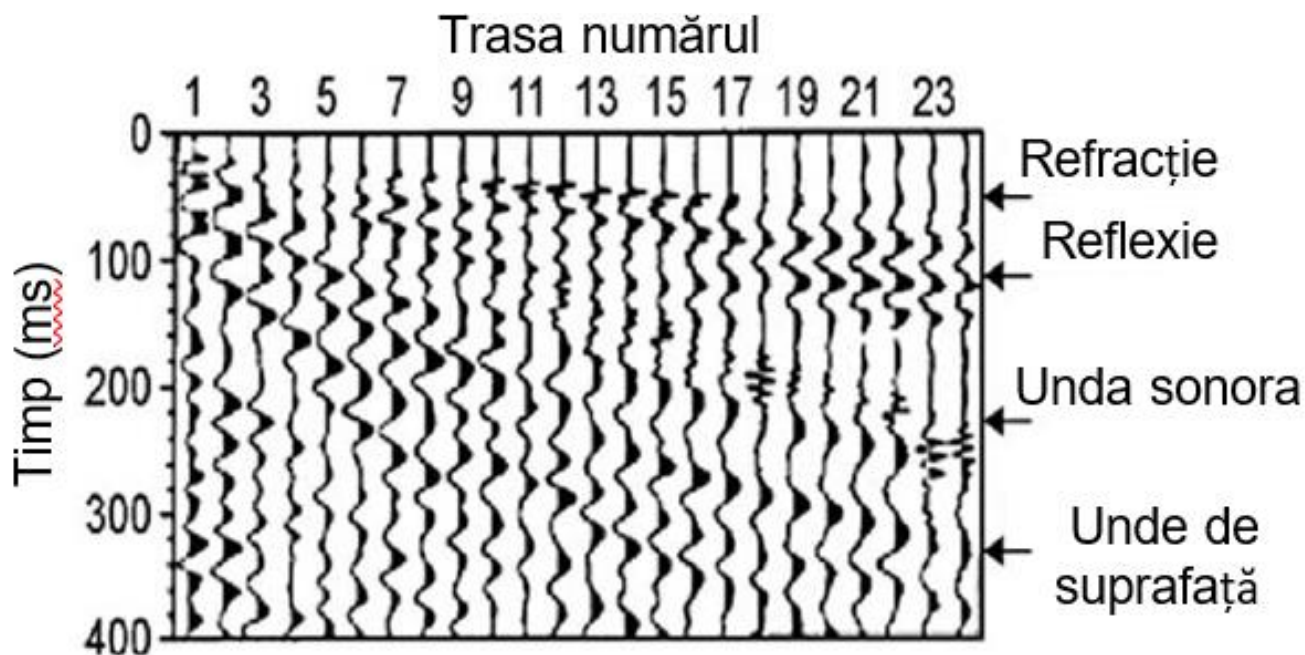


Fig. 25. Înregistrare seismică cu 24 de geofone (După C. Ungureanu, 2015)

În funcție de timpul de undă analizat și de tehnicile specifice de procesare a datelor, metodele seismice se împart în:

- seismică de reflexie;
- seismică de refracție;
- analiza undelor de suprafață.

Seismica de reflexie se bazează pe informația conținută de undele simplu reflectate.

Procesarea înregistrărilor seismice este foarte laborioasă și necesită programe de calcul computerizat specializate, acest tip de investigații fiind specifice explorării a zăcămintelor de hidrocarburi.

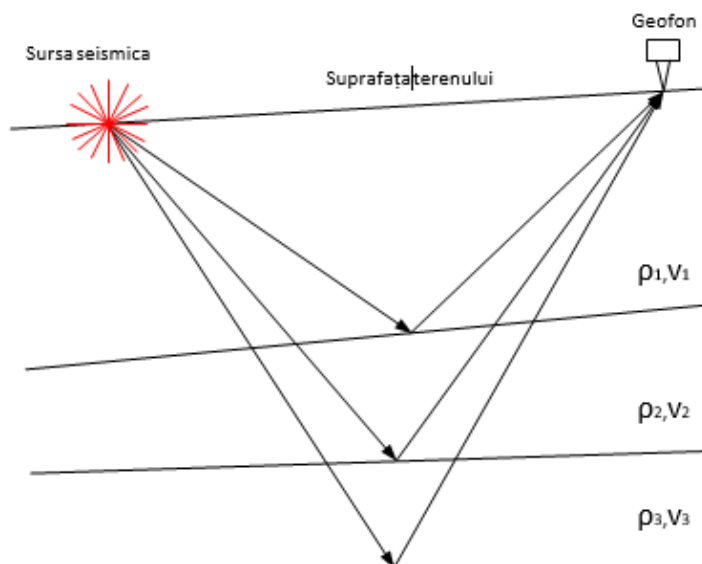


Fig. 26. Exemplu de unde simplu reflectate (După C. Ungureanu, 2015)

Seismica de refracție utilizează ca semnal util undele frontale rezultate în urma fenomenului de refracție critică.

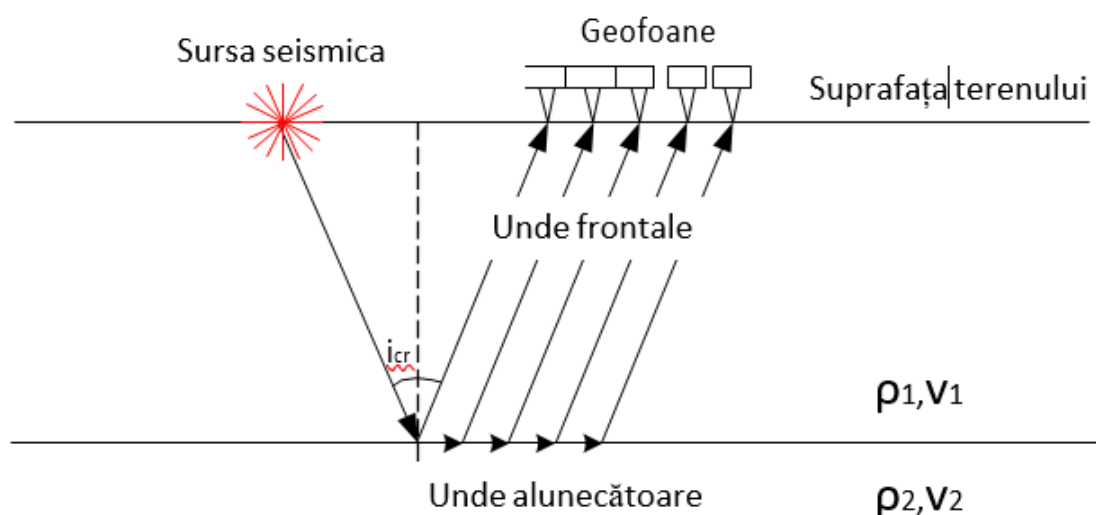


Fig. 27. Formarea undelor alunecătoare și frontale în cazul unghiului critic de incidență (După C. Ungureanu, 2015)

Procesarea înregistrărilor seismice este foarte simplă, analizându-se doar timpii corespunzători primei sosiri a unei seismice pentru fiecare geofon în parte. Se pot folosi programe specializate de calcul sau se poate recurge și la calculul manual în cazul unui cadru geologic nu foarte complicat.

Analiza spectrală a undelor de suprafață (multichannel analysis of surface waves – MASW) analizează undele de suprafață și caracterul dispersiv al acestora (unde de frecvențe diferite au adâncimi și viteze de propagare diferite).

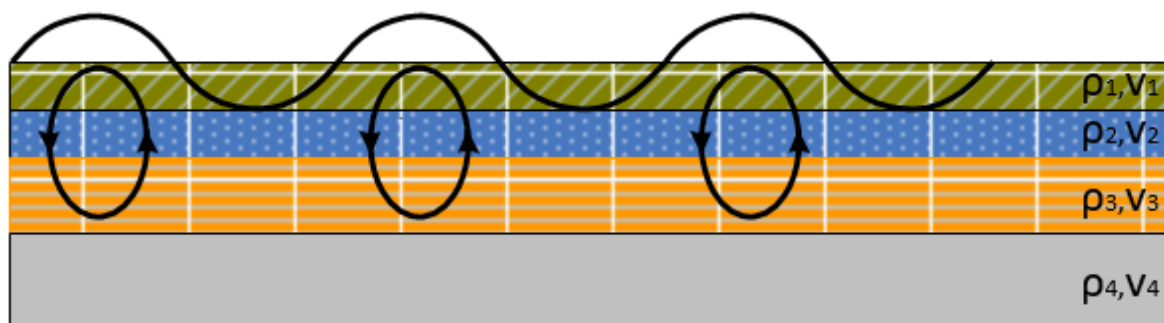


Fig. 28. Adâncimi de penetrare pentru unde Rayleigh cu frecvență redusă
 (După C. Ungureanu, 2015)

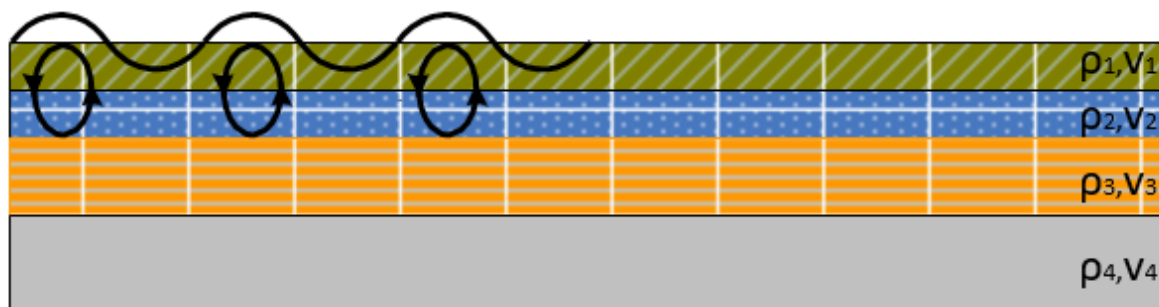


Fig. 29. Adâncimi de penetrare pentru unde Rayleigh cu frecvență medie
 (După C. Ungureanu, 2015)

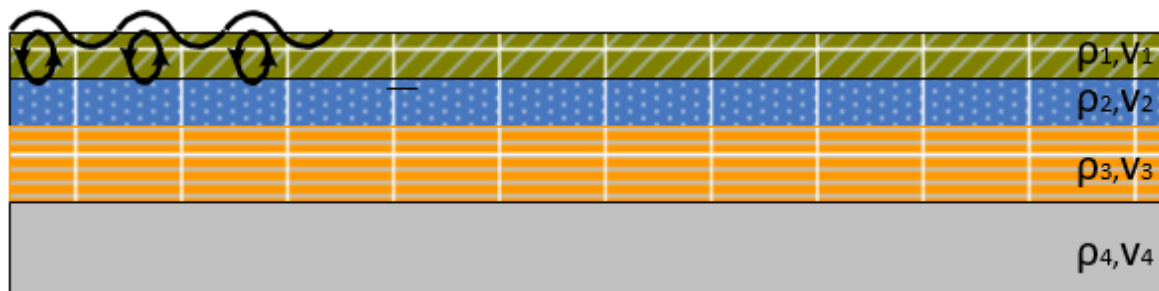


Fig. 30. Adâncimi de penetrare pentru unde Rayleigh cu frecvență mare
(După C. Ungureanu, 2015)

În aceste cazuri prelucrarea datelor se efectuează doar cu programe specializate în procesarea semnalului seismic.

Această metodă este frecvent folosită în ingineria geotehnică pentru a estima viteza undelor de forfecare pe primii zeci de metri ai terenului de fundare.

Adâncimea de investigare este de aproximativ o jumătate de lungime de undă, aceasta fiind direct proporțională cu viteza de propagare a undelor secundare (viteza medie ponderată a pachetului de strate prin care unda se propagă) și frecvența oscilației. Acest capitol este preluat din „Elemente de Geofizică Aplicată”, - Constantin Ungureanu.

69

Măsurători seismice în județul Teleorman

Mai jos sunt prezentate măsurătorile seismice efectuate pe raza județului Teleorman preluate din rețeaua de monitorizare națională a INFP.

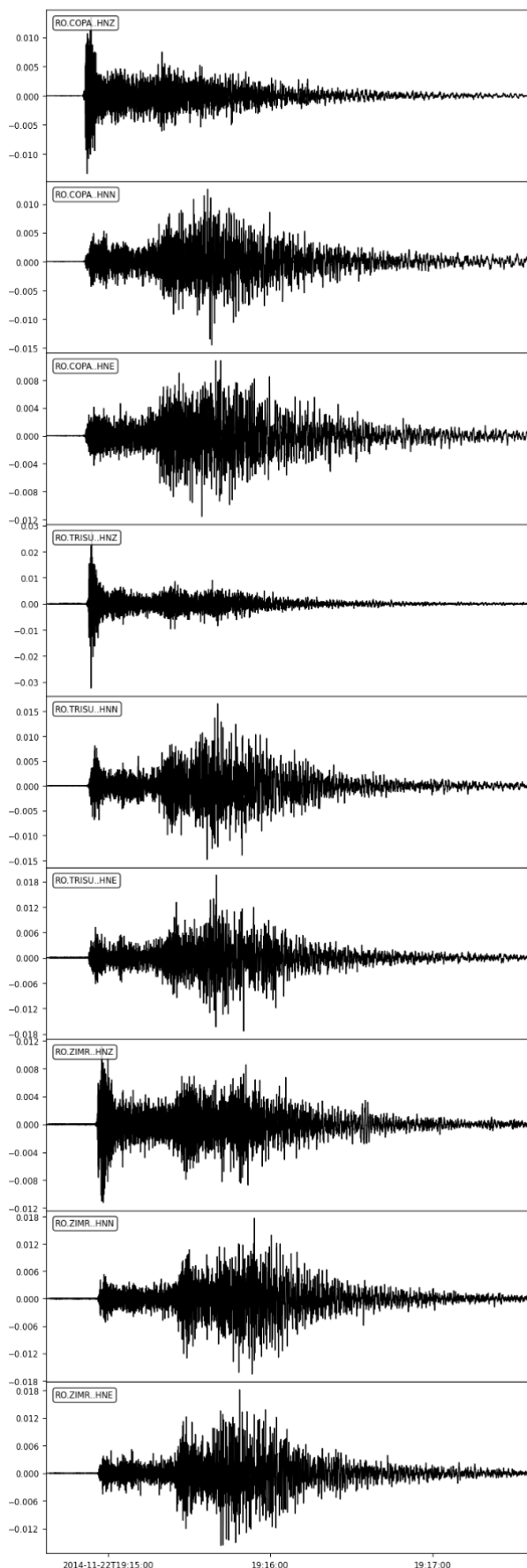
Măsurătorile înregistrate după cele mai recente cutremure ce s-au resimțit și pe teritoriul județului Teleorman la toate stațiile distribuite în principalele orașe din județ sunt prezentate pe accelerogramele de mai jos.

Deasemenea au fost efectuate măsurători seismice MASW (Analiza Multicanal a Undelor de Suprafață) în toate orașele din județ precum și în unele zone cu potențial de declanșare a unor alunecări de teren. Rezultatele sunt prezentate mai jos.



Executant: SC FAD SMART TECHNOLOGY SRL
Beneficiar: CONSILIUL JUDEȚEAN TELEORMAN
Proiect: Servicii de elaborare a hărților de risc natural la cutremure
E-mail: felipe@fabricadecercetare.ro
Tel: 0745 326 544

2014-11-22T19:14:36.998393 - 2014-11-22T19:17:37



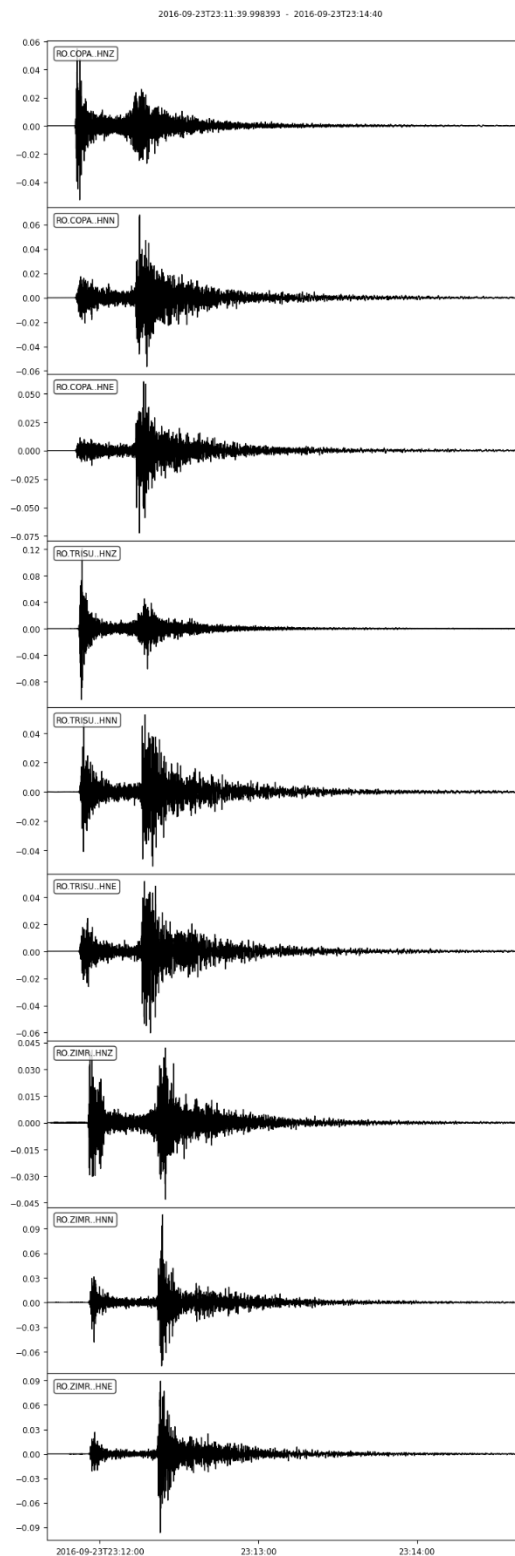


Fig. 31. Accelerograme înregistrate la stațiile din județul Teleorman (m/s^2), pe cele trei componente (N-S, E-V și vertical), pentru evenimentele seismice din 22.11.2014 și 23.09.2016

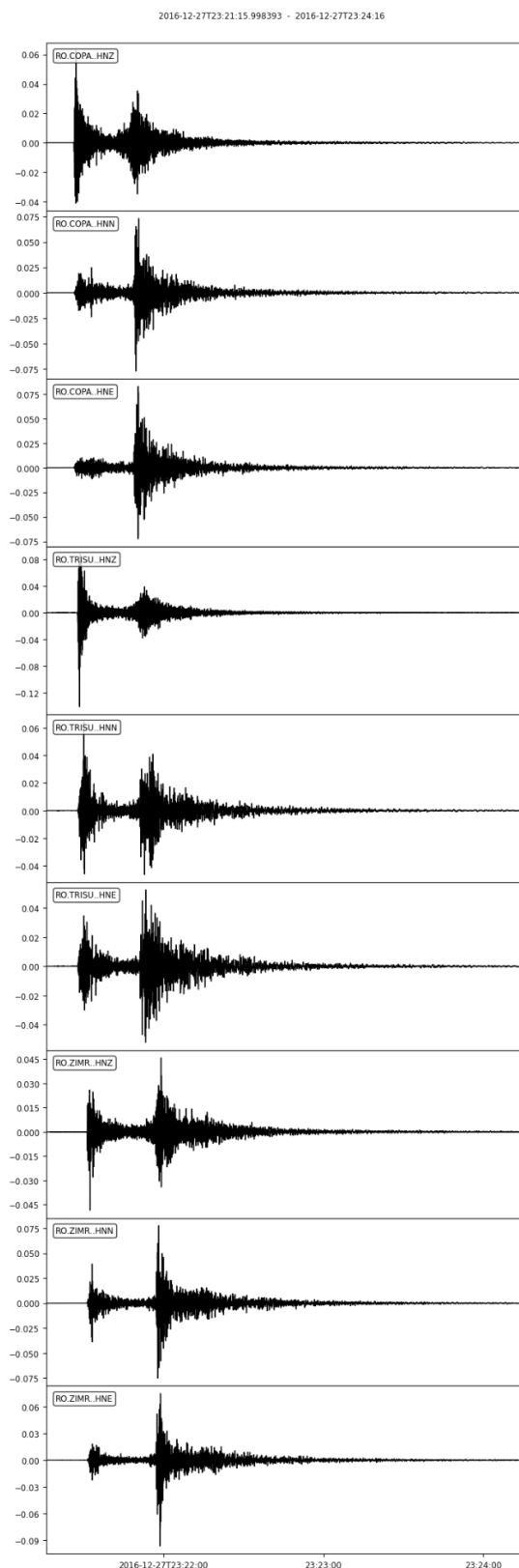
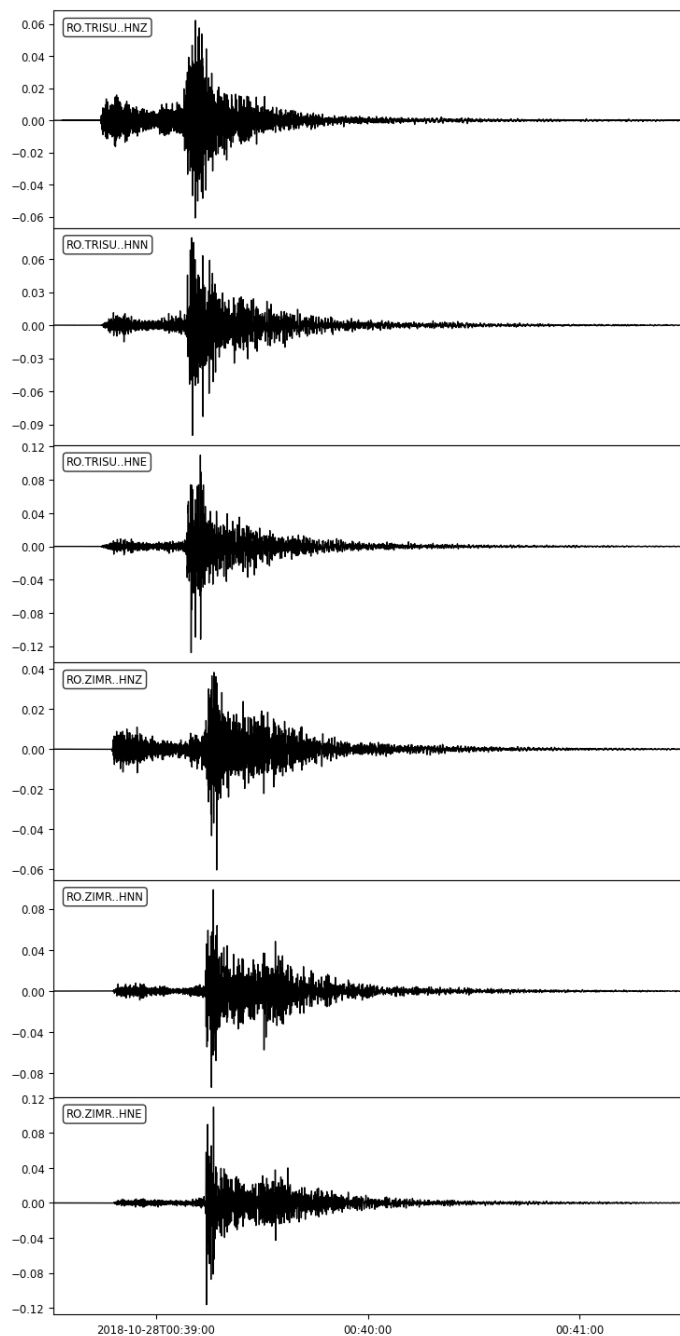


Fig. 32. Accelerograme înregistrate la stațiile din județul Teleorman (m/s^2), pe cele trei componente (N-S, E-V și vertical), pentru evenimentul seismic din 27.12.2016

2018-10-28T00:38:30.998393 - 2018-10-28T00:41:31



73

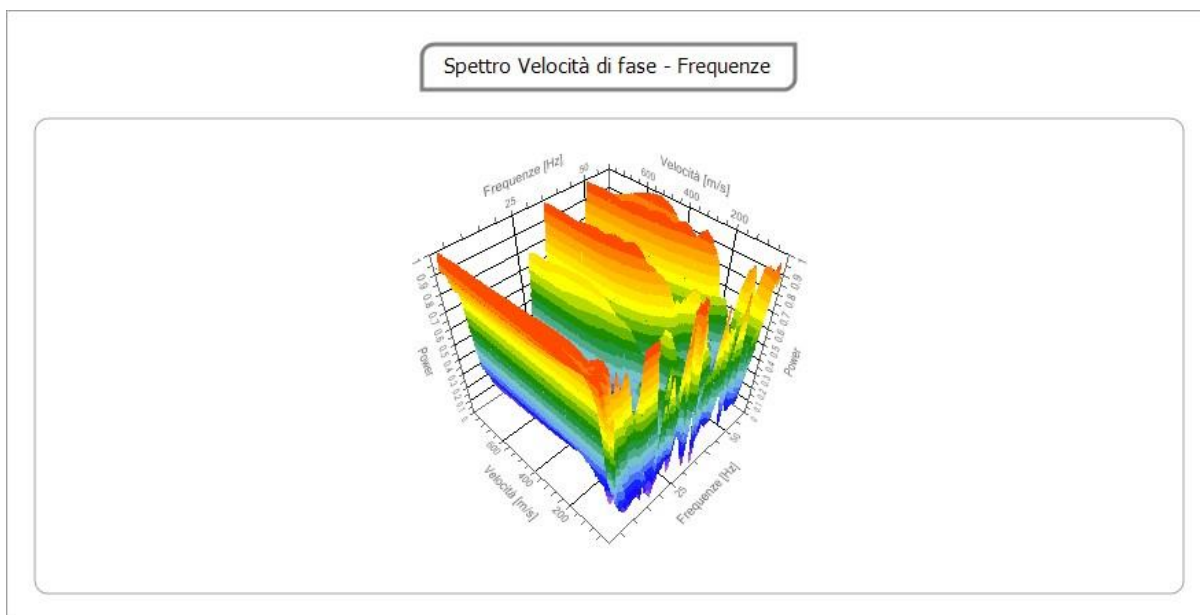
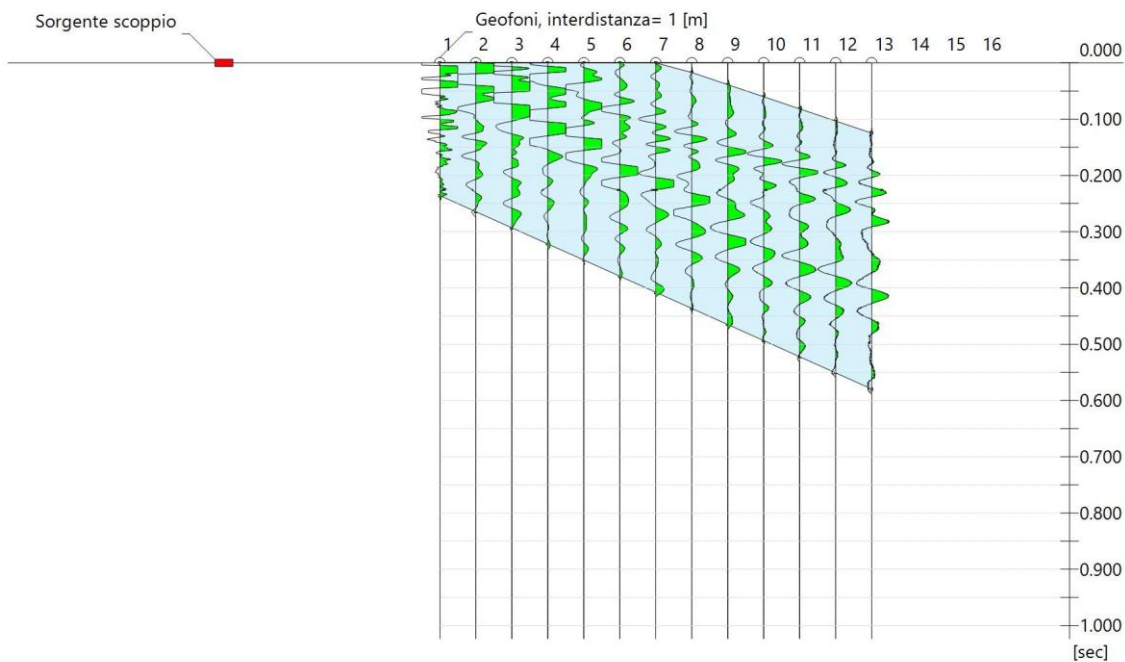
Fig. 33. Accelerograme înregistrate la stațiile din județul Teleorman (m/s^2), pe cele trei componente (N-S, E-V și vertical), pentru evenimentul seismic din 28.10.2018

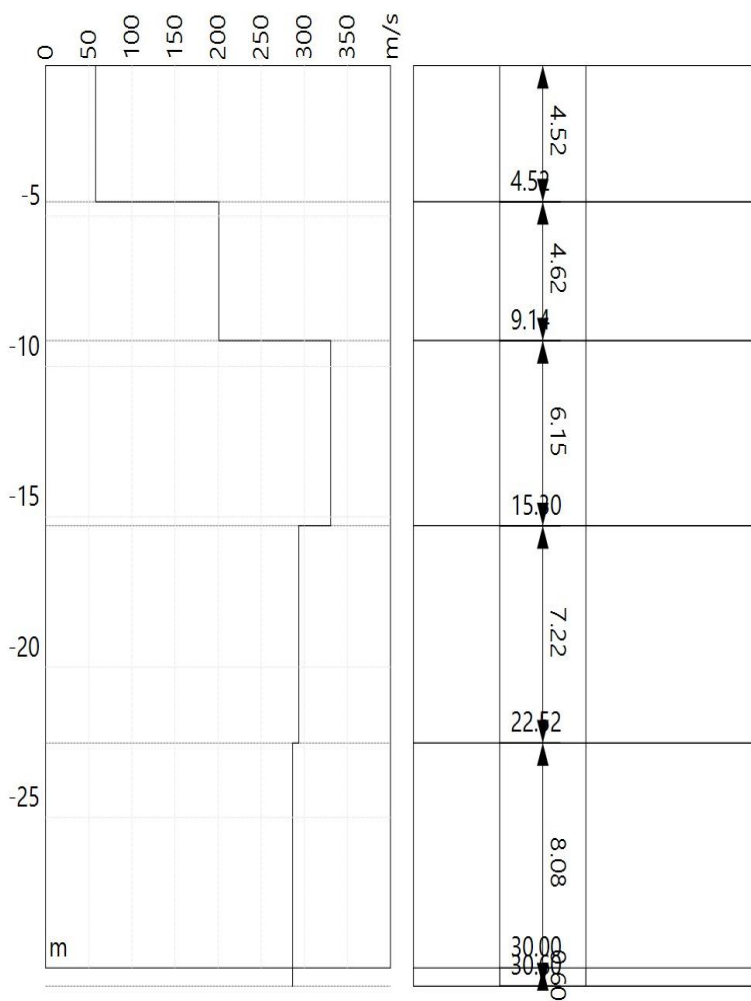
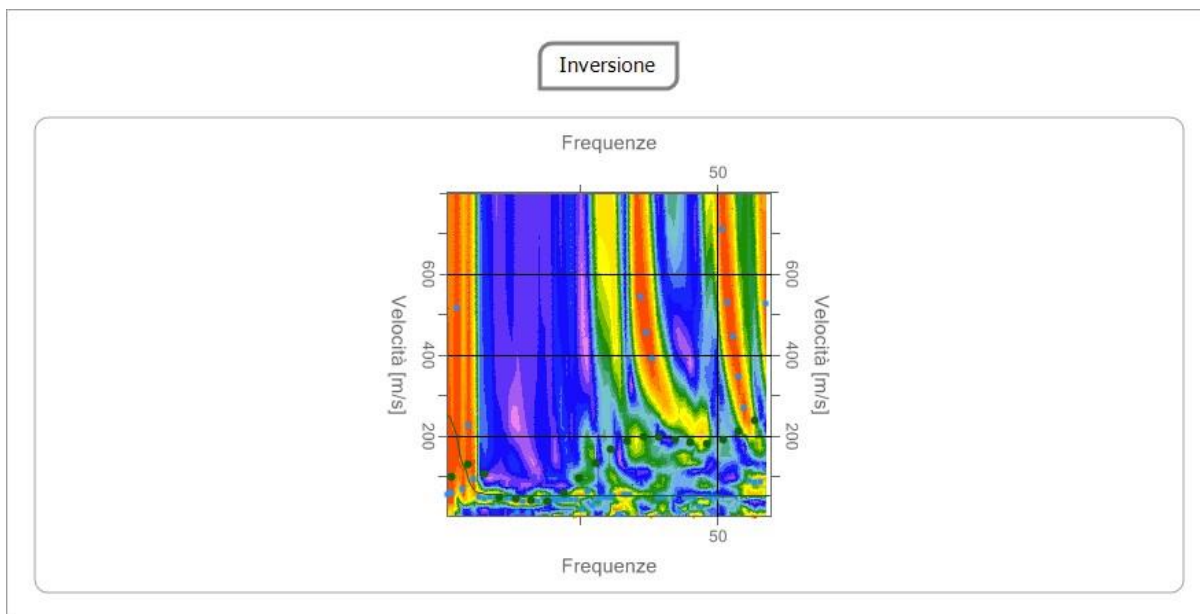
Au fost efectuate măsurători seismice MASW în orașele din județ. Rezultatele sunt prezentate mai jos. Dar din existența unui puternic zgomot de fond acestea nu sunt foarte concludente.

UAT ALEXANDRIA

Strada 1907, Nr.108

Trasa 16, Durata de chizitie 1024.0[msec], Distanța dintre geofoaane geofoni 1.0 [m], Perioada de prelevare 0.50 [msec]







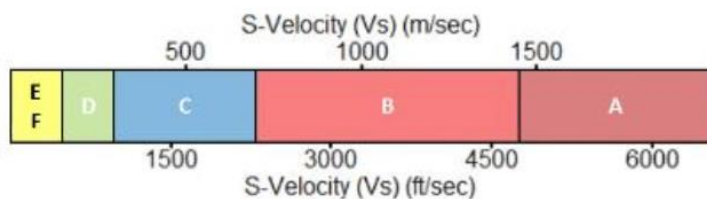
Executant: SC FAD SMART TECHNOLOGY SRL
 Beneficiar: CONSILIUL JUDEȚEAN TELEORMAN
 Proiect: Servicii de elaborare a hărților de risc natural la cutremure
 E-mail: felipe@fabricadecercetare.ro
 Tel: 0745 326 544

Nr.	Adancime [m]	Grosime [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densitate [kg/m c]	Coeficient Poiss on	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	4.52	4.52	58.07	94.83	1800.00	0.20	6.07	16.19	8.09	14.57	0	1.52
2	9.14	4.62	200.93	328.12	1800.00	0.20	72.67	193.79	96.89	174.41	59	778.40
3	15.30	6.15	330.69	540.02	1800.00	0.20	196.84	524.92	262.46	472.43	N/A	N/A
4	22.52	7.22	293.73	479.66	1800.00	0.20	155.30	414.14	207.07	372.72	N/A	N/A
5	30.60	8.08	286.54	467.91	1800.00	0.20	147.79	394.09	197.05	354.69	N/A	4631.89
6	00	00	286.41	467.71	1800.00	0.20	147.66	393.75	196.88	354.38	0	4621.75 76

G0: Modul de deformare a taierii; Ed: Modul edometric; M0: Modul de compresibilitate volumetrica; Ey: Modulul lui Young; Vs: viteza undelor de forfecare; Vp: viteza undelor de compresie; NSPT: numărul bătăilor pentru testul standard de penetrare (Standard Penetration Test); Qc: rezistența pe con la penetrare statică (CPT).

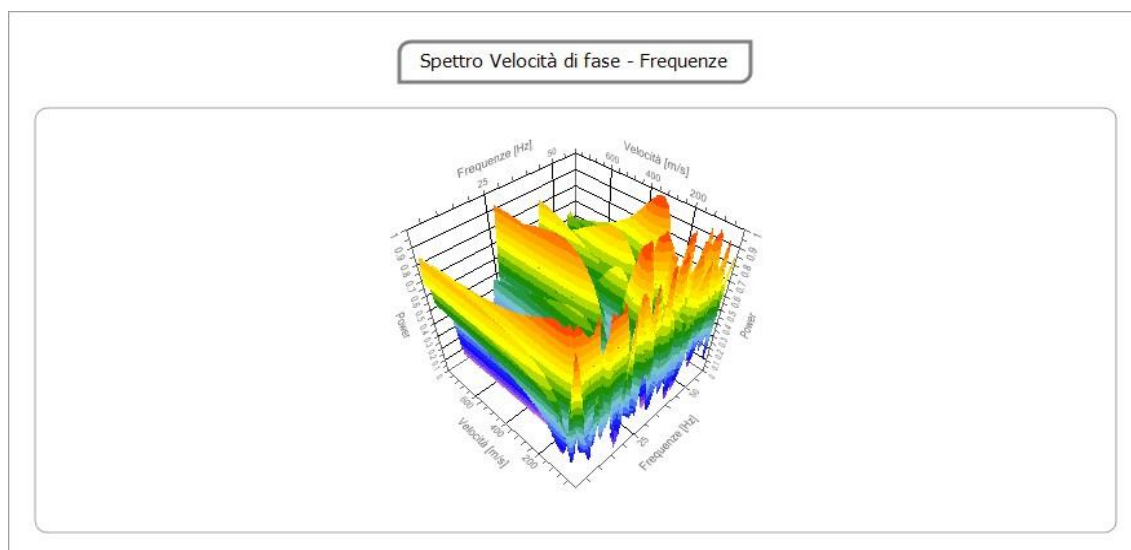
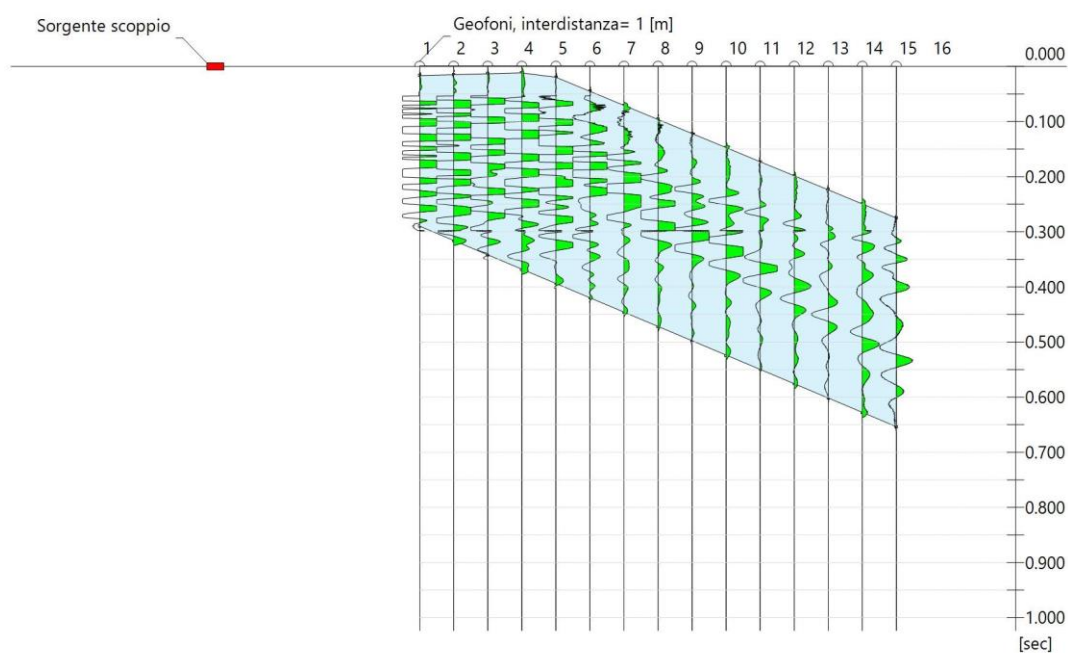
Tipul de sol D: Depozite de soluri cu granulație grosieră slab densificată sau soluri cu granulație fină slab consistente, cu adâncimi de substrat mai mari de 30 m, caracterizate printr-o îmbunătățire a proprietăților mecanice cu adâncime și prin valori echivalente de viteză cuprinse între 100 și 180 m. / s.

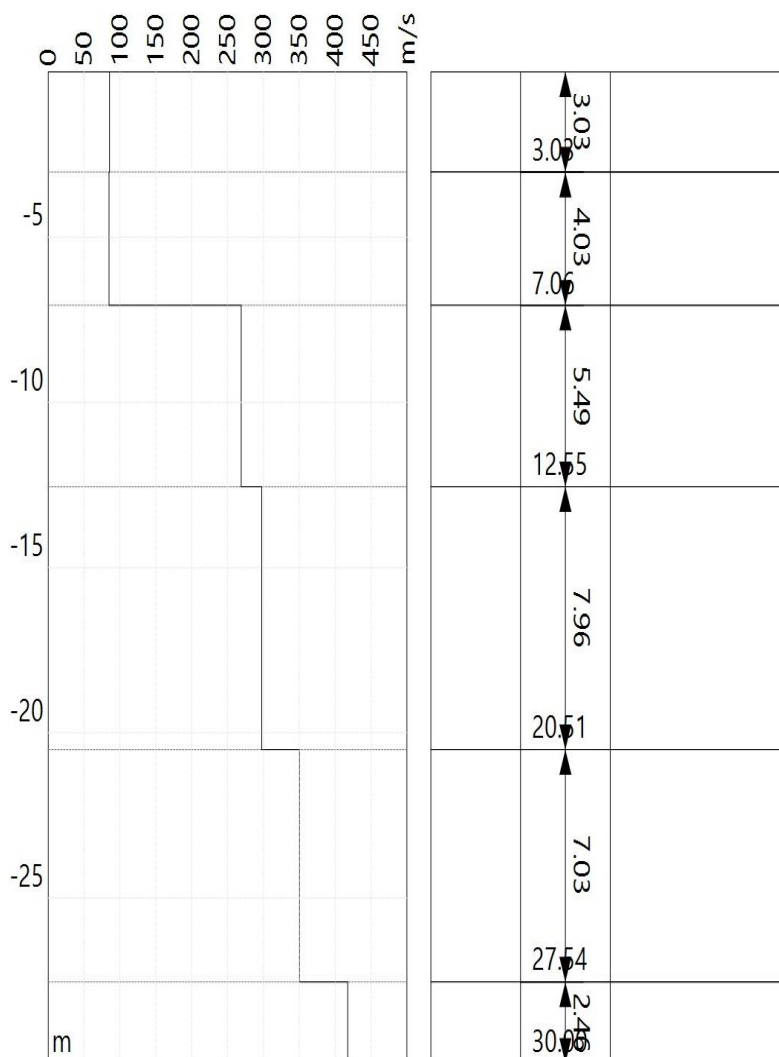
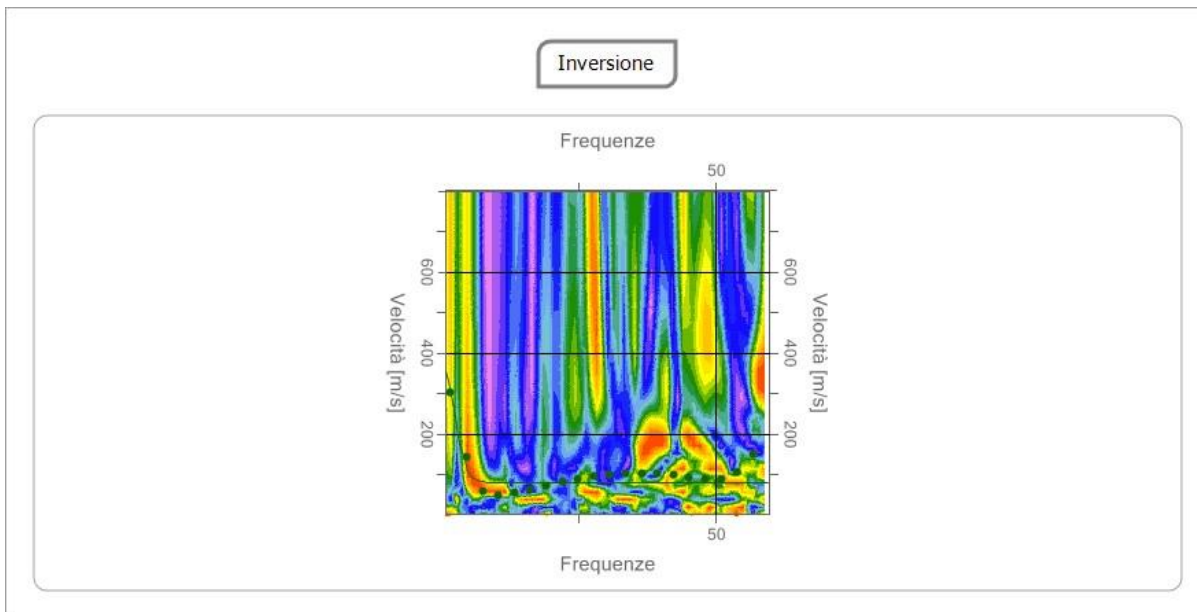
Seismic Site Classification (V_s^{30})



Parc central UAT Alexandria

**Trasa 16, Durata de achizitie 1024.0[msec], Distanța dintre geofone geofoni 1.0 [m],
 Perioada de prelevare 0.50 [msec]**



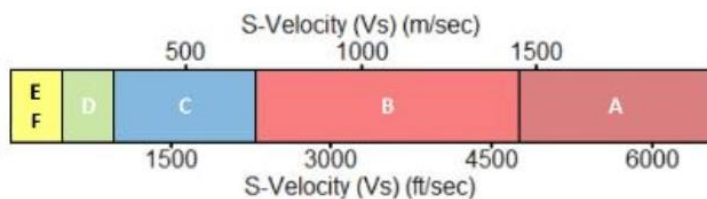


nr.	Adâncime [m]	Grosime [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densitate [kg/m ³]	Coeficient Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	3.03	3.03	85.41	139.47	1800.00	0.20	13.13	35.02	17.51	31.51	2	10.57
2	7.06	4.03	84.74	138.37	1800.00	0.20	12.92	34.46	17.23	31.02	1	10.16
3	12.55	5.49	268.90	439.11	1800.00	0.20	130.15	347.07	173.54	312.37	N/A	3366.04
4	20.51	7.96	297.52	485.85	1800.00	0.20	159.34	424.89	212.45	382.41	N/A	N/A
5	27.54	7.03	350.24	571.94	1800.00	0.20	220.80	588.81	294.41	529.93	N/A	N/A
6	00	00	417.42	681.64	1800.00	0.20	313.63	836.34	418.17	752.70	0	N/A

G0: Modul de deformare a tăierii; Ed: Modul edometric; M0: Modul de compresibilitate volumetrică; Ey: Modulul lui Young; Vs: viteza undelor de forfecare; Vp: viteza undelor de compresie; NSPT: numărul bătăilor pentru testul standard de penetrare (Standard Penetration Test); Qc: rezistența pe con la penetrare statică (CPT).

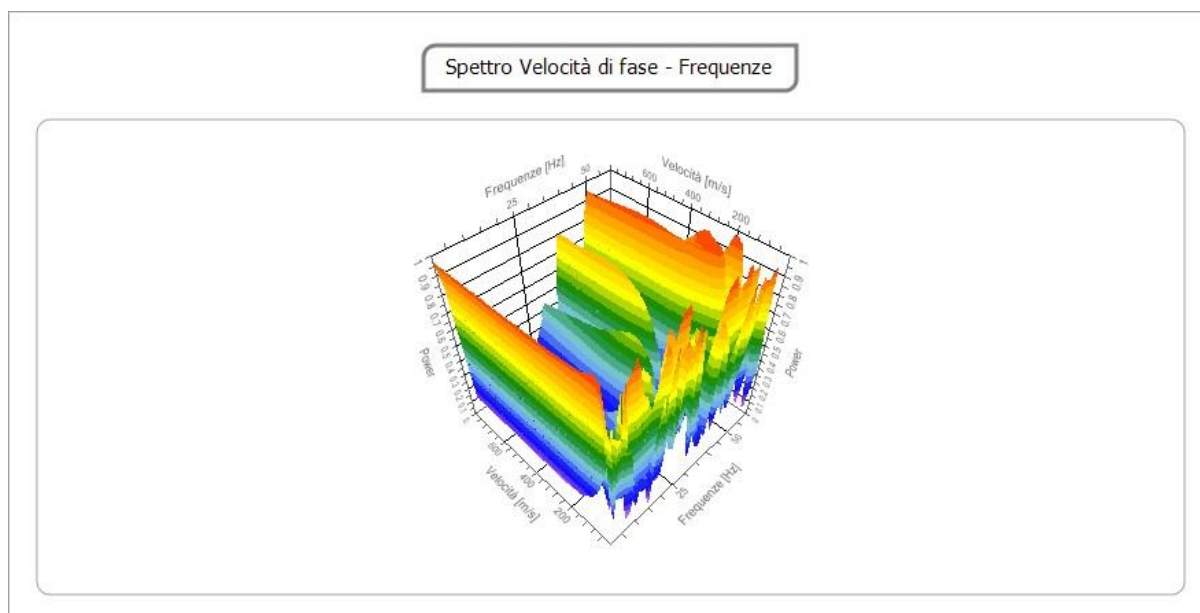
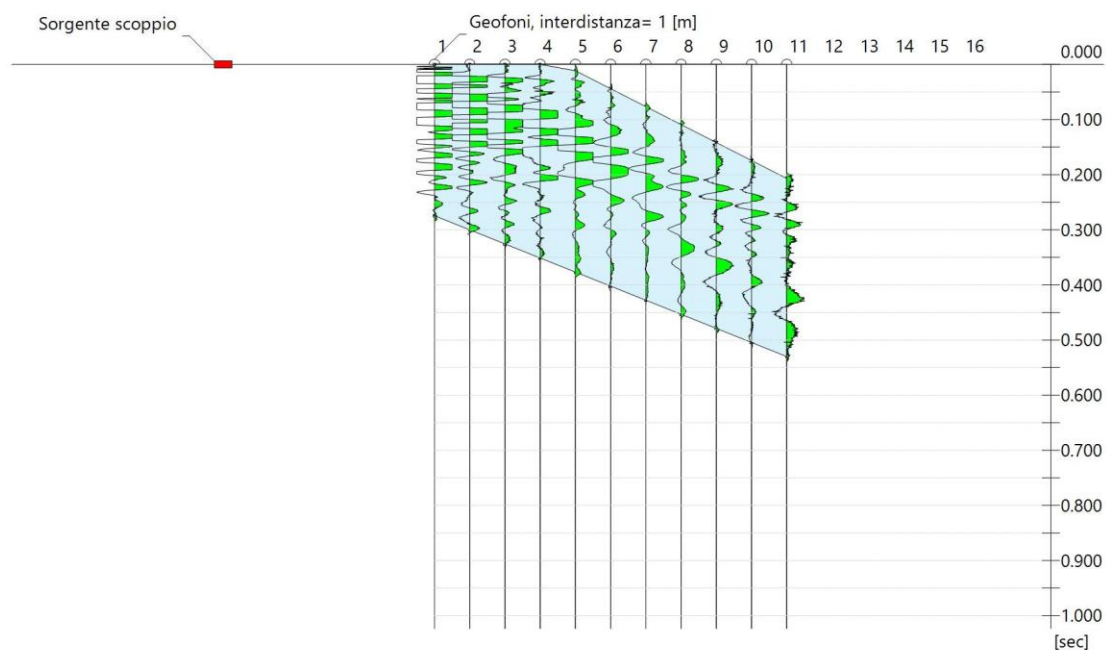
Tipul de sol C: Depuneri de soluri cu granulație grosieră medie sau de consistență medie, cu adâncimi a substratului mai mari de 30 m, caracterizate printr-o îmbunătățire a proprietăților mecanice cu adâncime și prin valori echivalente ale vitezei între 180 m/s și 360 m/s.

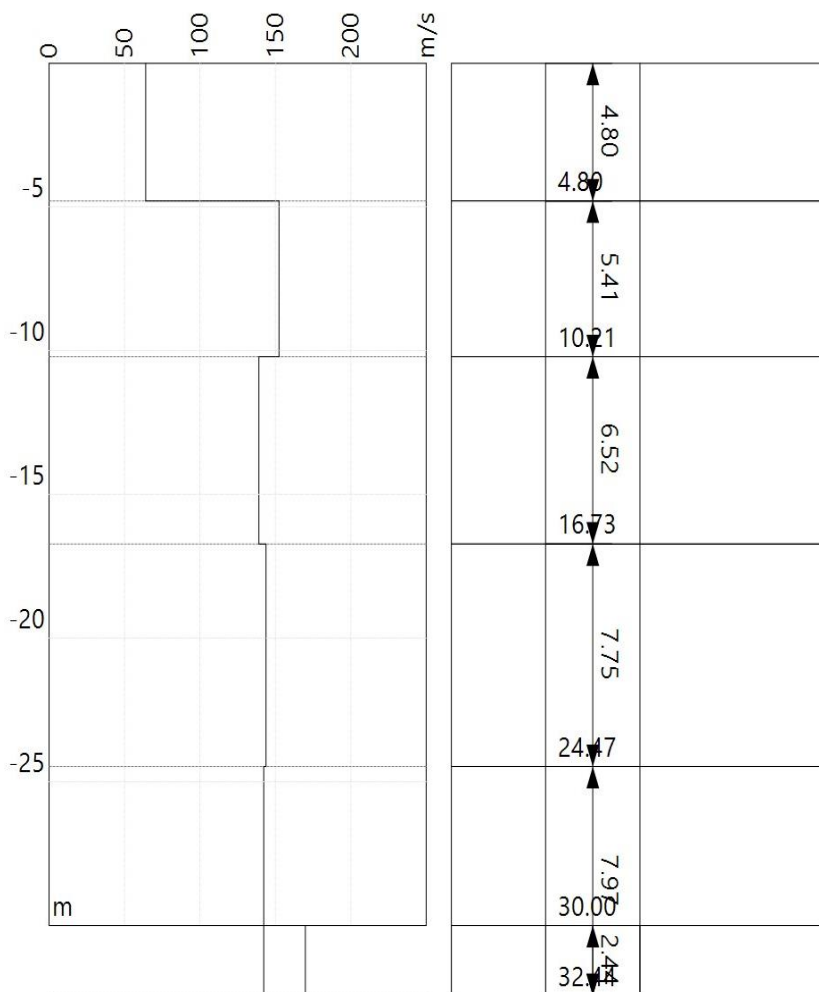
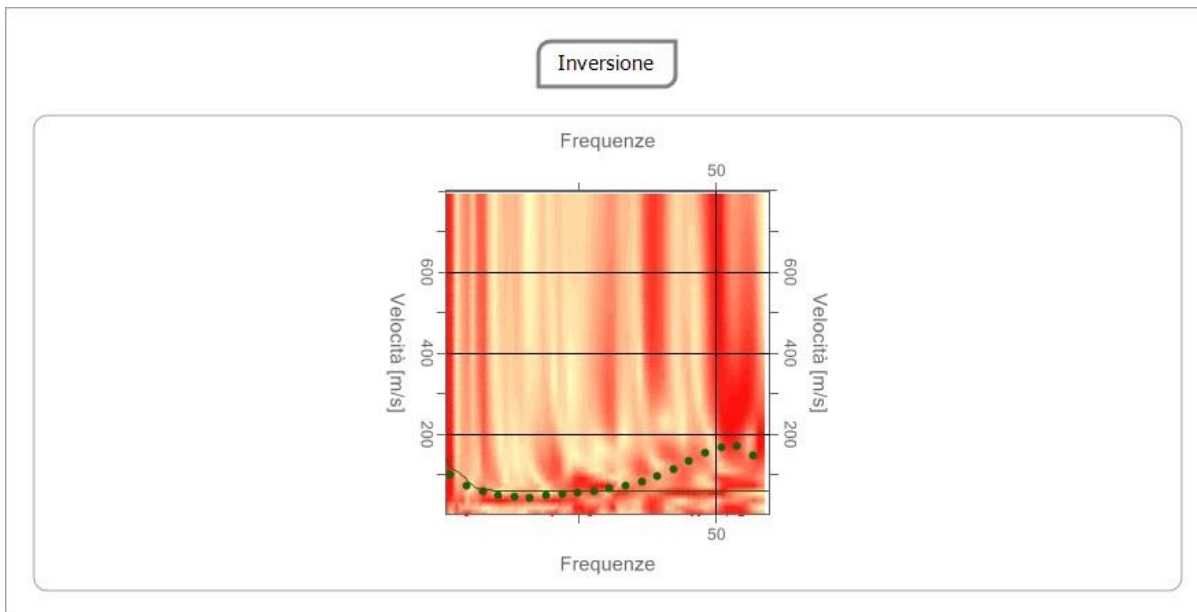
Seismic Site Classification (V_s^{30})



Parc central UAT Roșiori de Vede

Trasa 16, Durata de achiziție 1024.0[msec], Distanța dintre geofone geofoni 1.0 [m],
 Perioada de prelevare 0.50 [msec]





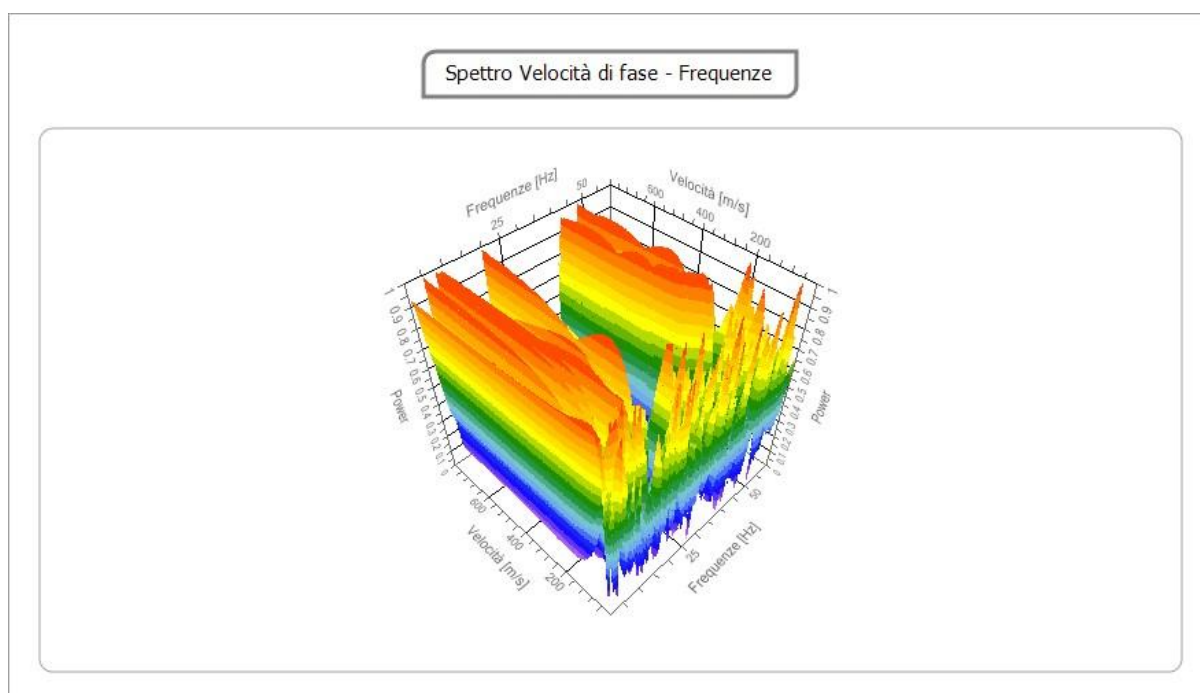
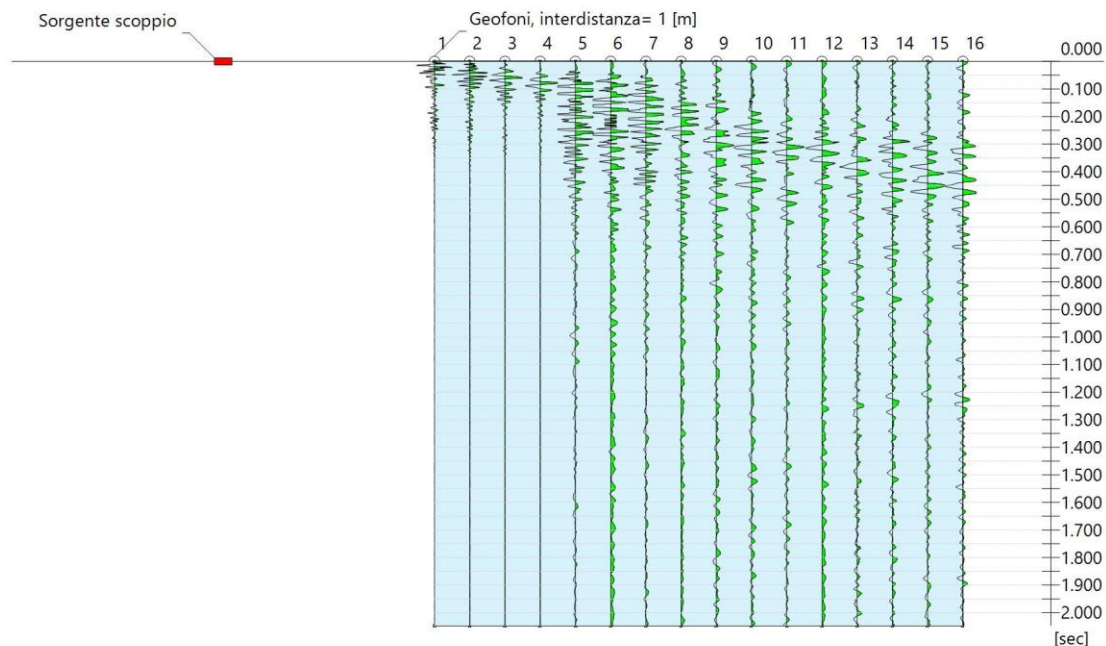


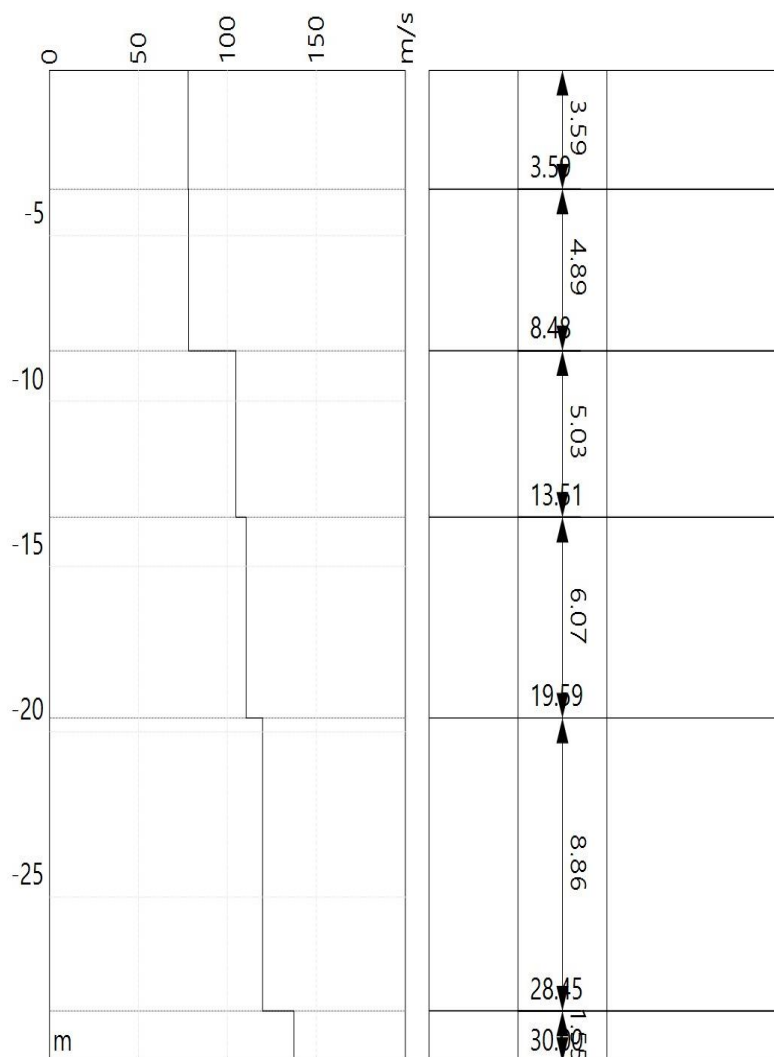
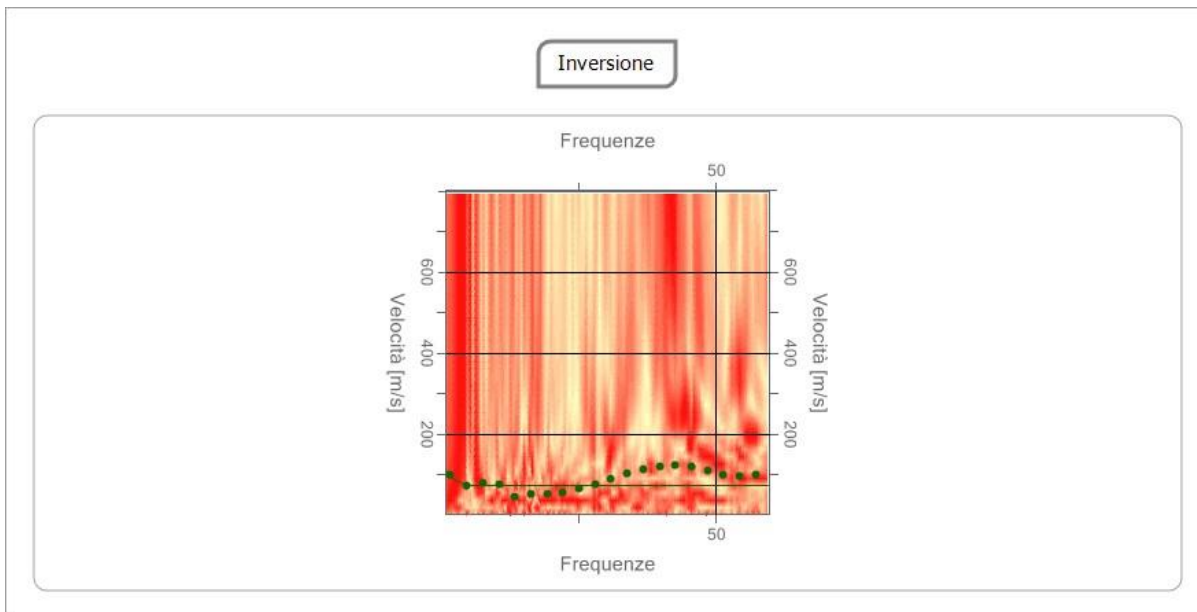
nr.	Adancime [m]	Grosime [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densitate [kg/m ³]	Coef. Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	4.80	4.80	64.06	104.61	1800.00						N/A	N/A
2	10.21	5.41	152.43	248.92	1800.00						N/A	N/A
3	16.73	6.52	139.08	227.12	1800.00						N/A	N/A
4	24.47	7.75	143.78	234.79	1800.00						N/A	N/A
5	32.44	7.97	142.30	232.38	1800.00						N/A	N/A
6	00	00	169.86	277.38	1800.00						N/A	N/A

G0: Modul de deformare a tăierii; Ed: Modul edometric; M0: Modul de compresibilitate volumetrică; Ey: Modulul lui Young; Vs: viteza undelor de forfecare; Vp: viteza undelor de compresie; NSPT: numărul bătăilor pentru testul standard de penetrare (Standard Penetration Test); Qc: rezistența pe con la penetrare statică (CPT).

Parc central UAT Zimnicea

Trasa 16, Durata de achizitie 1024.0[msec], Distanța dintre geofone geofoni 1.0 [m],
 Perioada de prelevare 0.50 [msec]





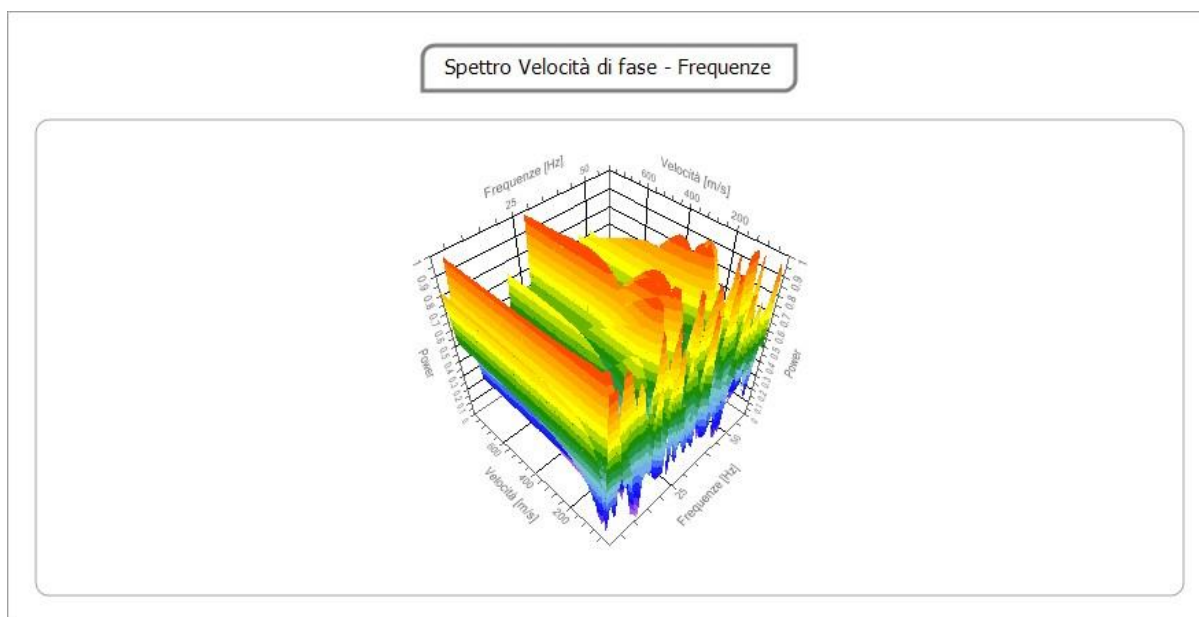
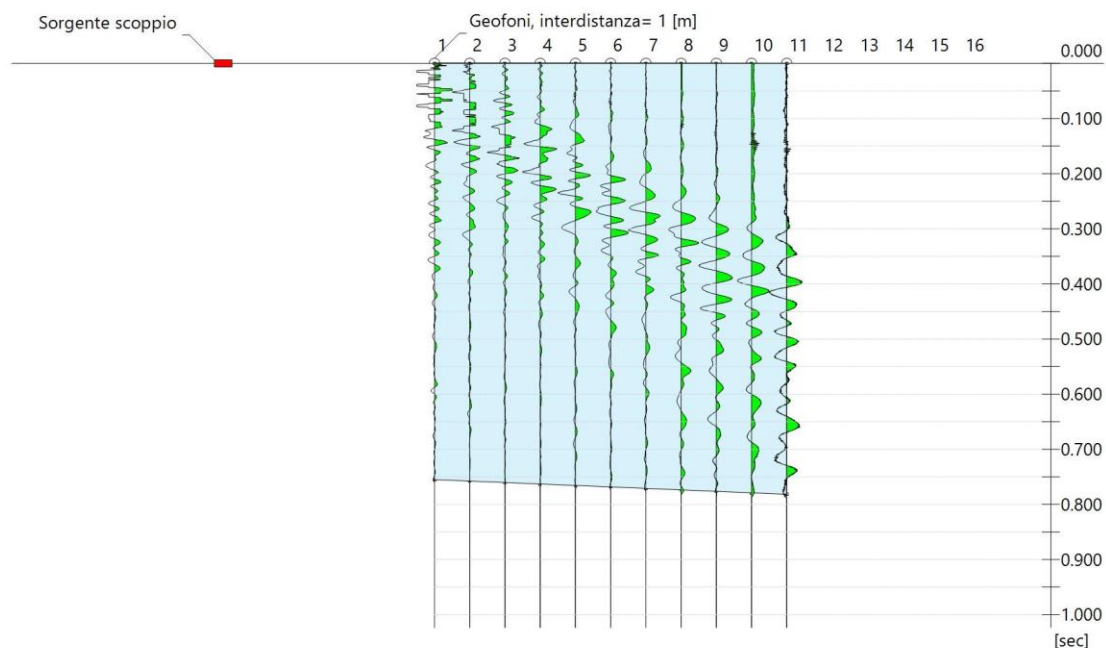


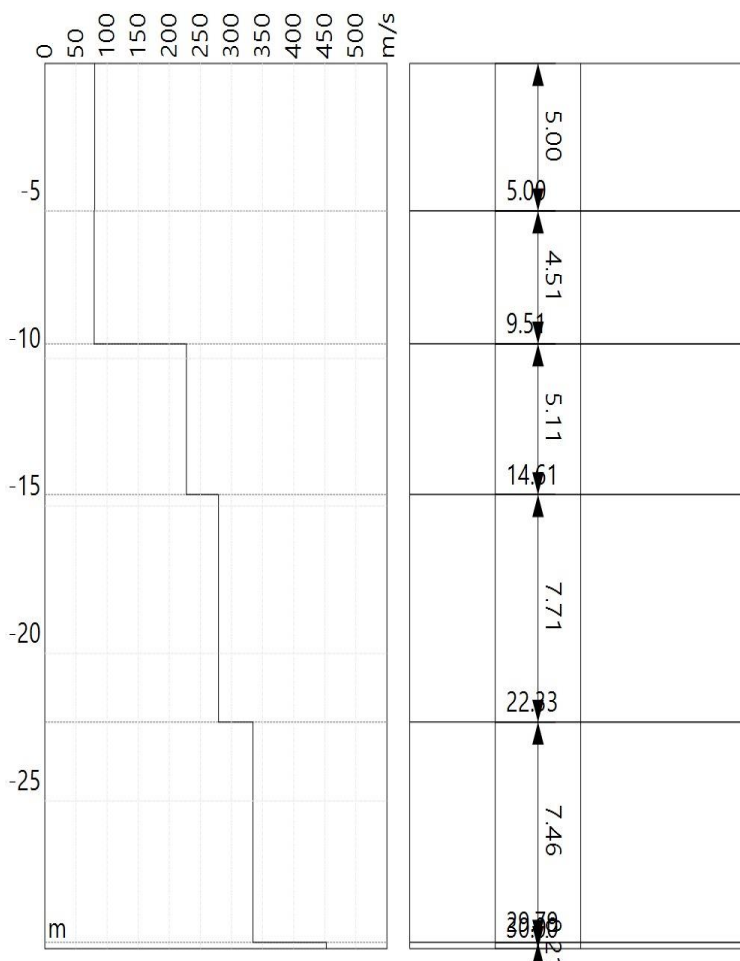
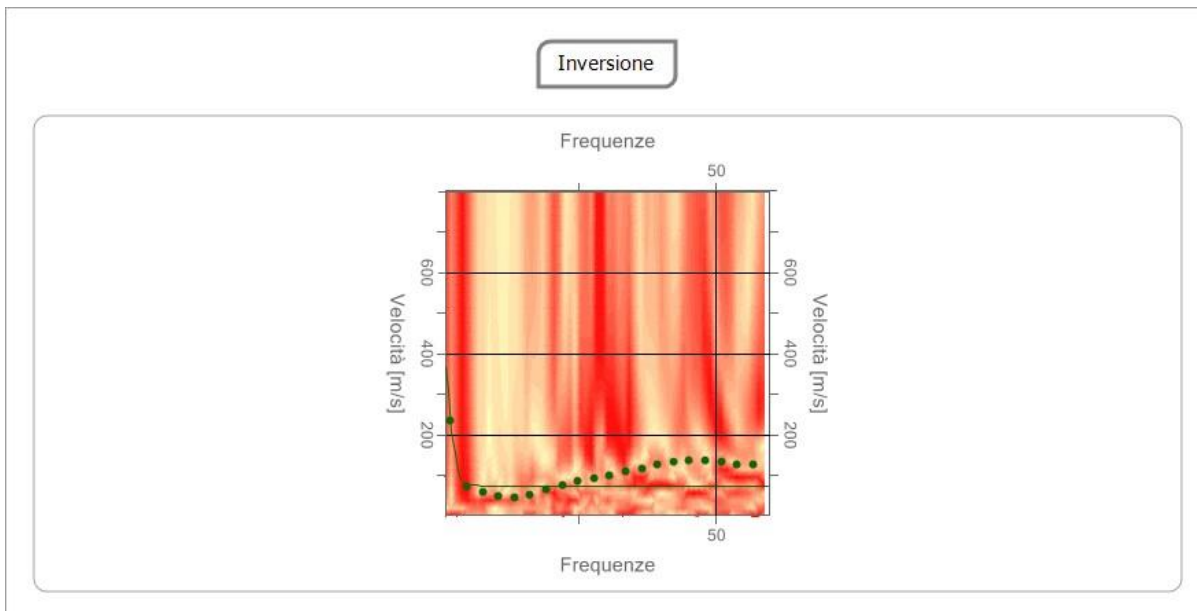
nr.	Adanci me [m]	Grosi me [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densitate [kg/m c]	Coef. Poiss on	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	3.59	3.59	77.93	127.2 5	1800. 00						N/A	N/A
2	8.48	4.89	78.22	127.7 3	1800. 00						N/A	N/A
3	13.51	5.03	104.7 6	171.0 6	1800. 00						N/A	N/A
4	19.59	6.07	110.5 3	180.5 0	1800. 00						N/A	N/A
5	28.45	8.86	119.7 8	195.6 0	1800. 00						N/A	N/A
6	00	00	137.3 5	224.2 9	1800. 00						N/A	N/A

G0: Modul de deformare a tăierii; Ed: Modul edometric; M0: Modul de compresibilitate volumetrică; Ey: Modulul lui Young; Vs: viteza undelor de forfecare; Vp: viteza undelor de compresie; NSPT: numărul băților pentru testul standard de penetrare (Standard Penetration Test); Qc: rezistența pe con la penetrare statică (CPT).

Strada Salcânilor UAT Turnu Măgurele

Trasa 16, Durata de achiziție 1024.0[msec], Distanța dintre geofone geofoni 1.0 [m],
 Perioada de prelevare 0.50 [msec]





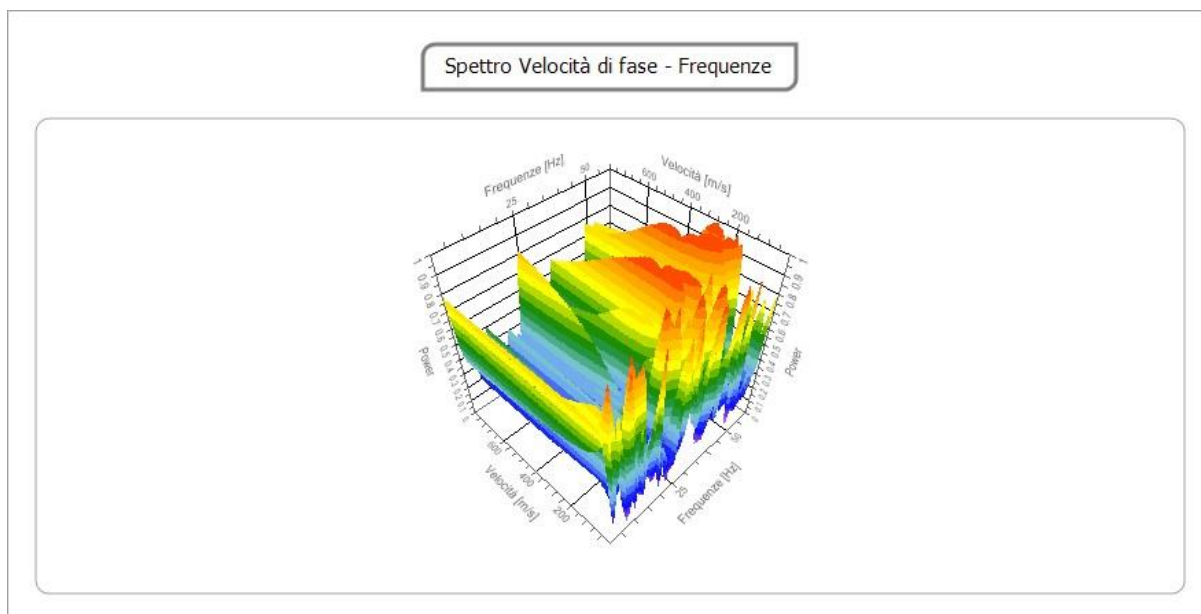
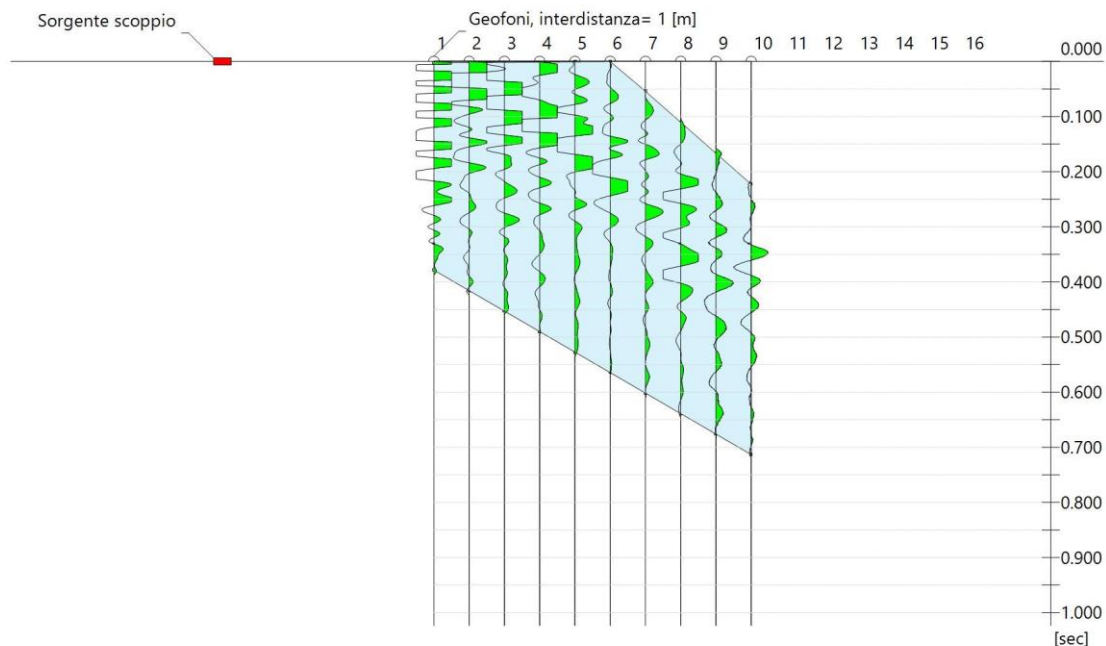


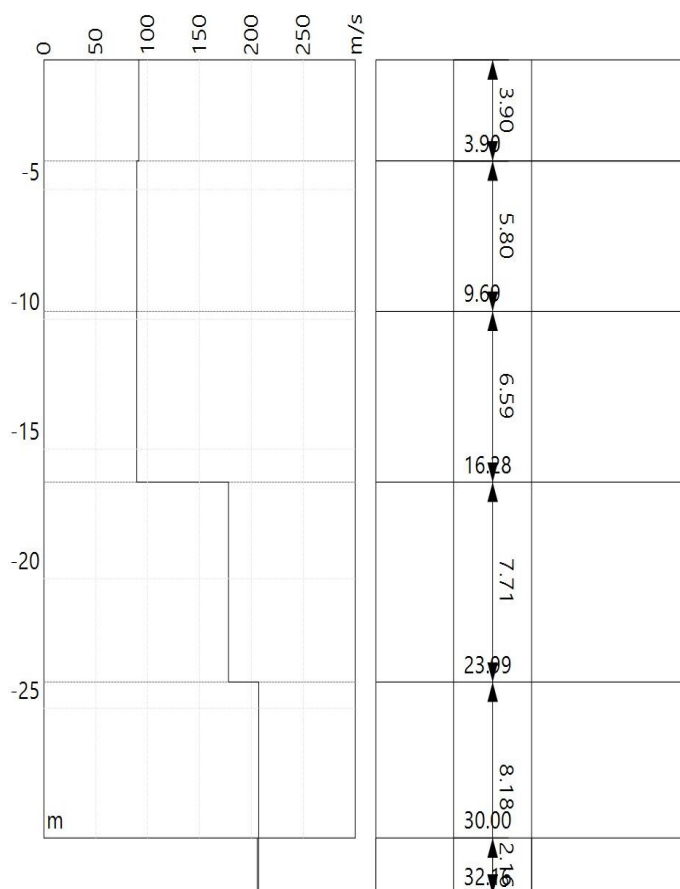
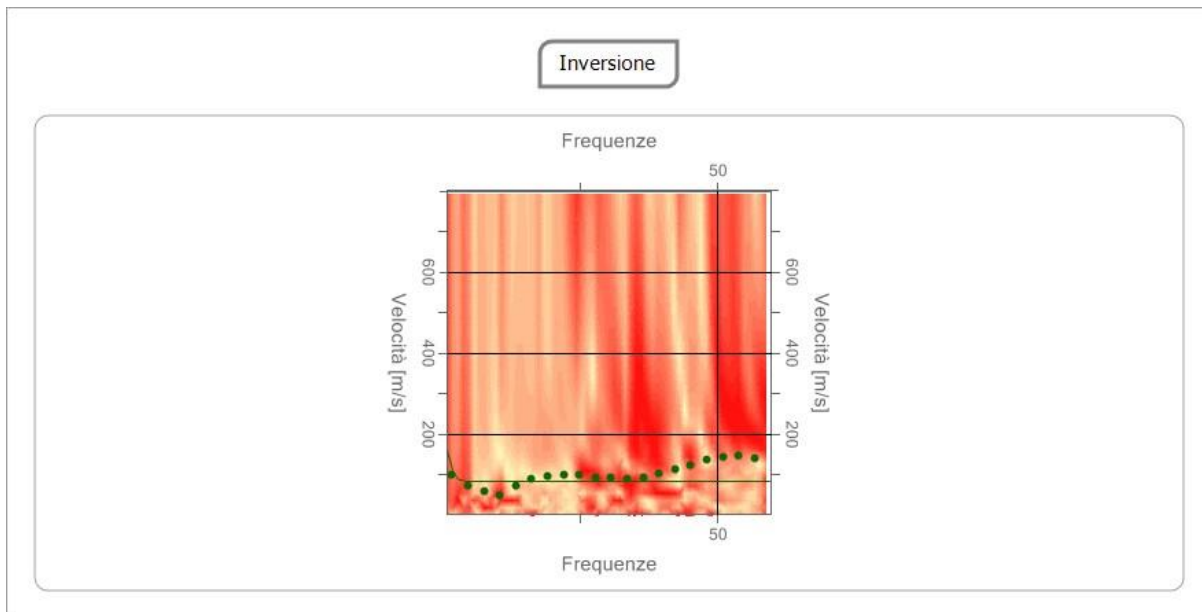
nr.	Adanci me [m]	Grosi me [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densitate [kg/m c]	Coef. Poiss on	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	5.00	5.00	80.13	130.8 5	1800. 00						N/A	N/A
2	9.51	4.51	79.18	129.2 9	1800. 00						N/A	N/A
3	14.61	5.11	227.6 3	371.7 1	1800. 00						N/A	N/A
4	22.33	7.71	279.1 4	455.8 3	1800. 00						N/A	N/A
5	29.79	7.46	334.5 5	546.3 2	1800. 00						N/A	N/A
6	00	00	452.4 3	738.8 2	1800. 00						N/A	N/A

G0: Modul de deformare a tăierii; Ed: Modul edometric; M0: Modul de compresibilitate volumetrică; Ey: Modulul lui Young; Vs: viteza undelor de forfecare; Vp: viteza undelor de compresie; NSPT: numărul bățiilor pentru testul standard de penetrare (Standard Penetration Test); Qc: rezistența pe con la penetrare statică (CPT).

Versant pe proprietate privată la Nr. 601, UAT Beciu

Trasa 16, Durata de achizitie 1024.0[msec], Distanța dintre geofone geofoni 1.0 [m],
 Perioada de prelevare 0.50 [msec]





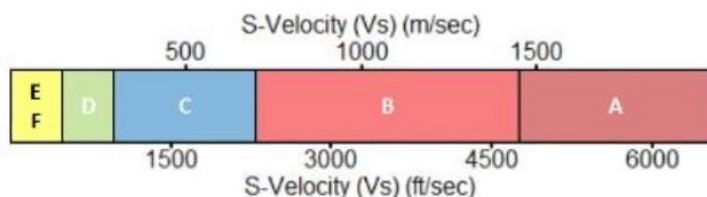


nr.	Adancime [m]	Grosime [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densitate [kg/m c]	Coeficient Poiss on	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	3.90	3.90	91.50	149.41	1800.00	0.20	15.07	40.18	20.09	36.17	3	14.94
2	9.69	5.80	89.62	146.35	1800.00	0.20	14.46	38.55	19.28	34.70	1	13.46
3	16.28	6.59	89.56	146.25	1800.00	0.20	14.44	38.50	19.25	34.65	0	13.42
4	23.99	7.71	178.00	290.67	1800.00	0.20	57.03	152.08	76.04	136.87	9	423.39
5	32.16	8.18	207.11	338.21	1800.00	0.20	77.21	205.89	102.94	185.30	15	906.36
6	00	00	205.55	335.67	1800.00	0.20	76.05	202.81	101.41	182.53	0	872.71

G0: Modul de deformare a tăierii; Ed: Modul edometric; M0: Modul de compresibilitate volumetrică; Ey: Modulul lui Young; Vs: viteza undelor de forfecare; Vp: viteza undelor de compresie; NSPT: numărul bătăilor pentru testul standard de penetrare (Standard Penetration Test); Qc: rezistența pe con la penetrare statică (CPT).

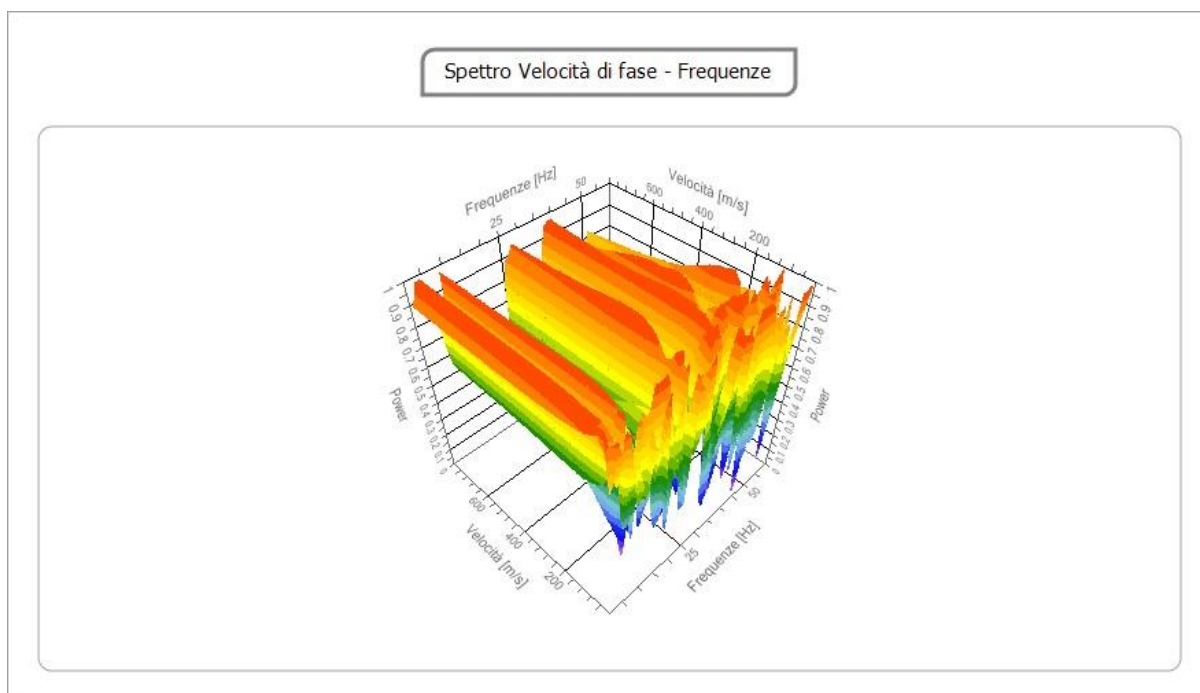
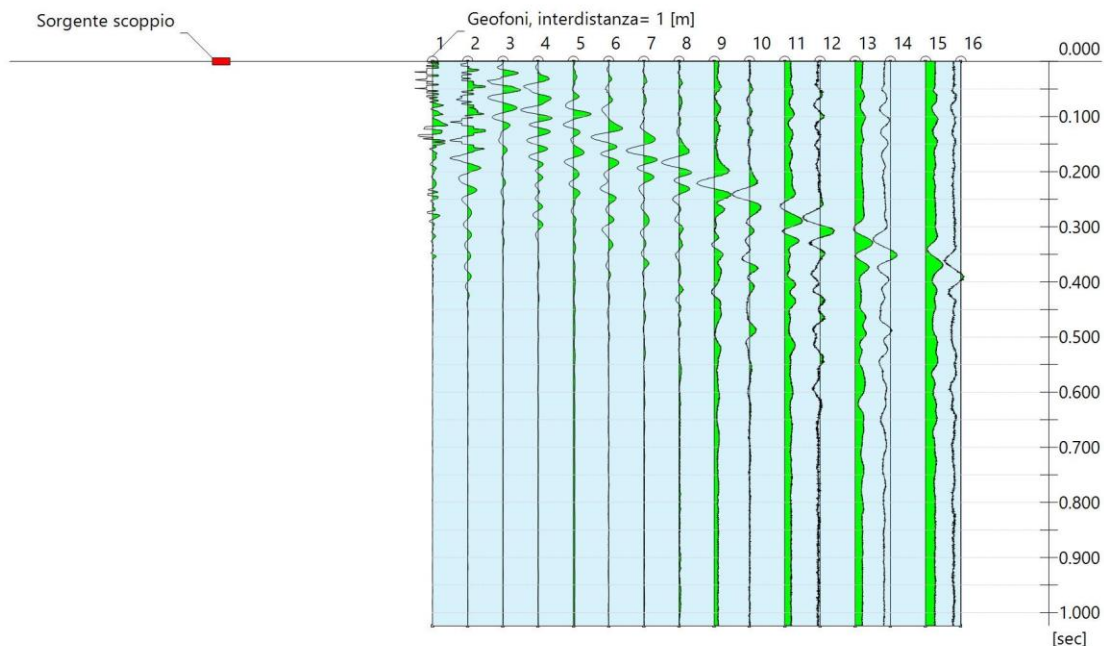
Tipul de sol D: Depozite de soluri cu granulație grosieră slab densificată sau soluri cu granulație fină slab consistente, cu adâncimi de substrat mai mari de 30 m, caracterizate printr-o îmbunătățire a proprietăților mecanice cu adâncime și prin valori echivalente de viteză cuprinse între 100 și 180 m. / s.

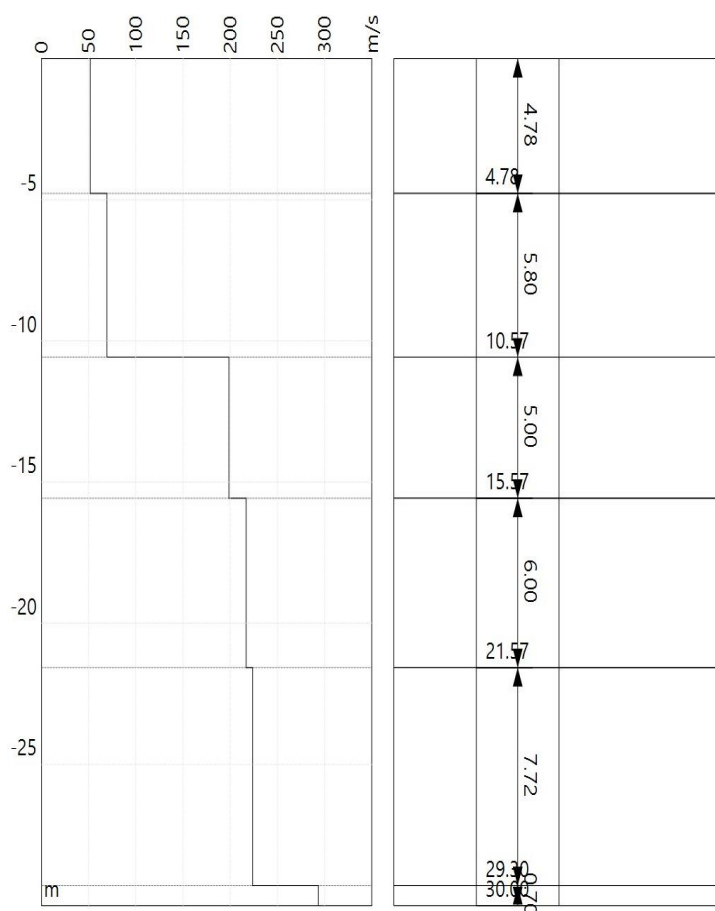
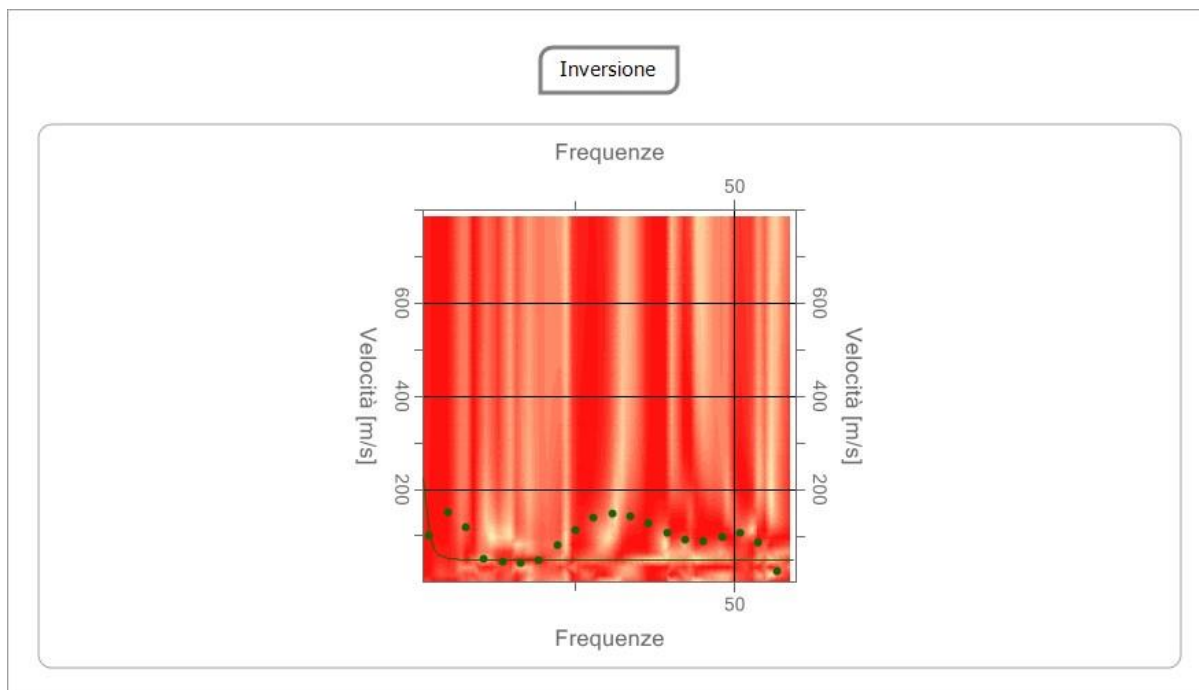
Seismic Site Classification (V_s^{30})



Versant Strada Viilor, UAT Lisa

Trasa 16, Durata de achizitie 1024.0[msec], Distanța dintre geofone geofoni 1.0 [m],
Perioada de prelevare 0.50 [msec]





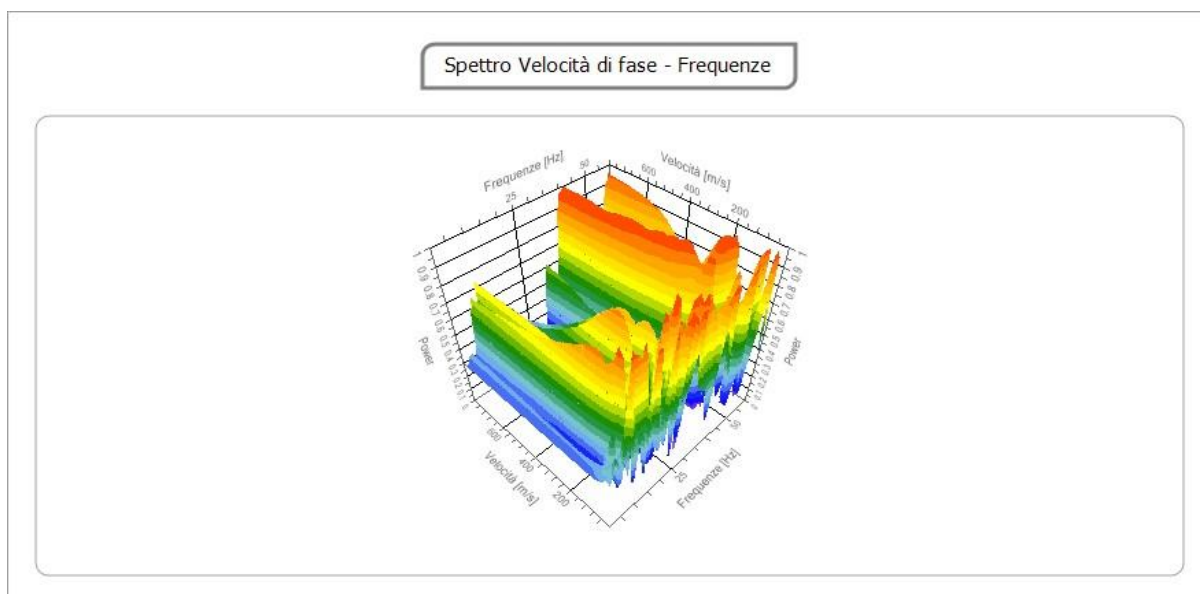
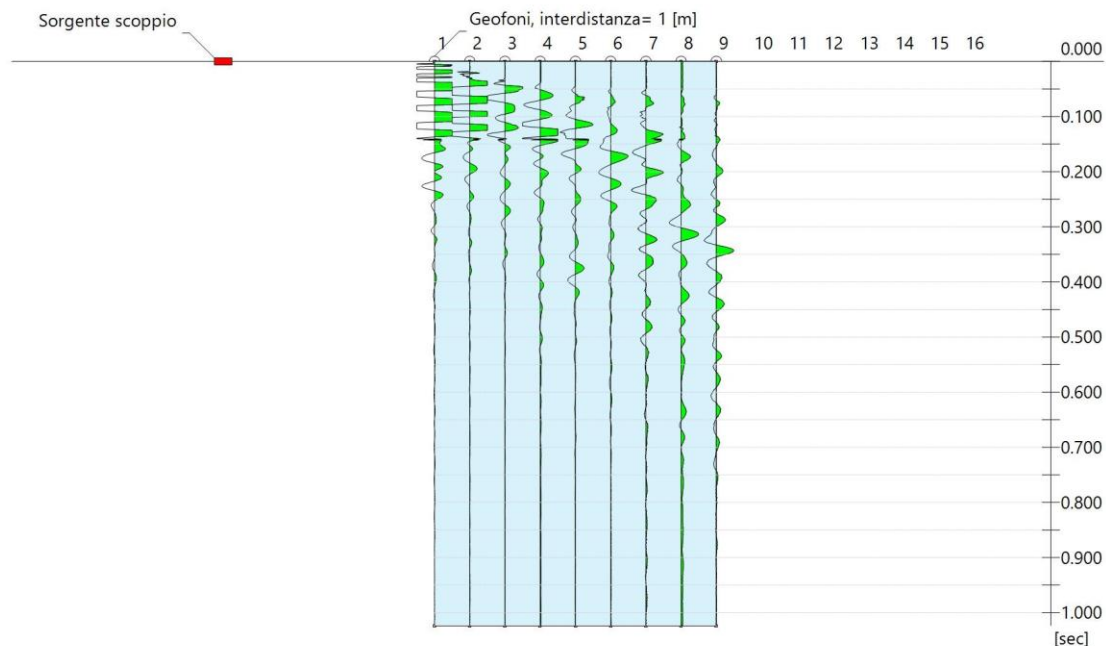


nr.	Adancime [m]	Grosime [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densitate [kg/m c]	Coef. Poiss on	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	4.78	4.78	51.76	84.53	1800.00						N/A	N/A
2	10.57	5.80	69.41	113.35	1800.00						N/A	N/A
3	15.57	5.00	198.64	324.37	1800.00						N/A	N/A
4	21.57	6.00	216.90	354.19	1800.00						N/A	N/A
5	29.30	7.72	223.67	365.25	1800.00						N/A	N/A
6	00	00	293.39	479.10	1800.00						N/A	N/A

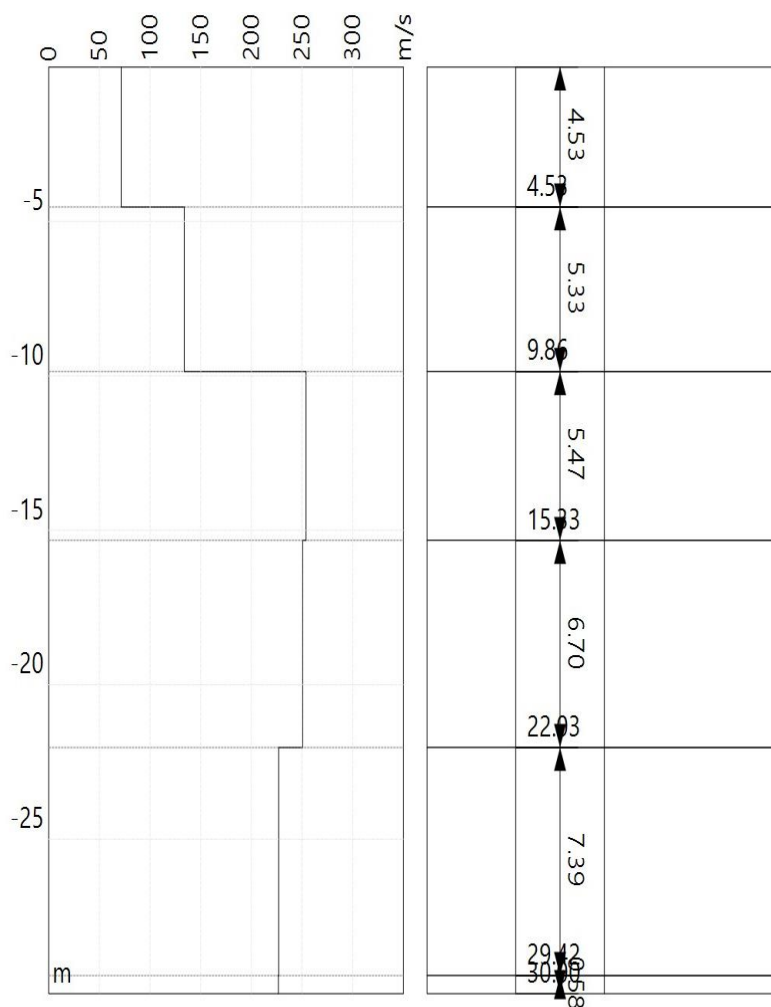
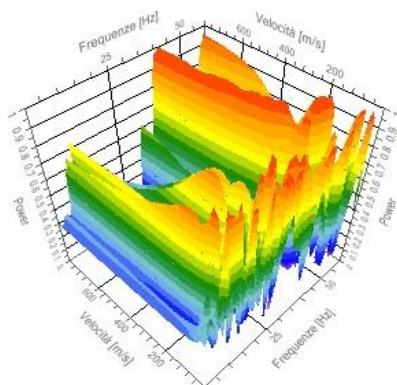
G0: Modul de deformare a tăierii; Ed: Modul edometric; M0: Modul de compresibilitate volumetrică; Ey: Modulul lui Young; Vs: viteza undelor de forfecare; Vp: viteza undelor de compresie; NSPT: numărul bătăilor pentru testul standard de penetrare (Standard Penetration Test); Qc: rezistența pe con la penetrare statică (CPT).

Versant zona NV, UAT Plopii-Slăvitești

Trasa 16, Durata de achiziție 1024.0[msec], Distanța dintre geofone geofoni 1.0 [m],
 Perioada de prelevare 0.50 [msec]



Spettro Velocità di fase - Frequenze

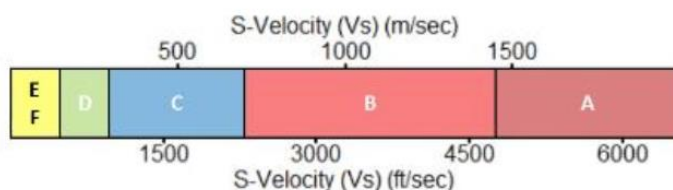


nr.	Adancime [m]	Grosime [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densitate [kg/m c]	Coef. Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	4.53	4.53	71.57	116.87	1800.00	0.20	9.22	24.58	12.29	22.13	1	4.35
2	9.86	5.33	133.75	218.42	1800.00	0.20	32.20	85.87	42.94	77.28	5	100.70
3	15.33	5.47	253.93	414.67	1800.00	0.20	116.06	309.51	154.75	278.56	N/A	2524.12
4	22.03	6.70	250.56	409.16	1800.00	0.20	113.00	301.35	150.67	271.21	69	2360.24
5	29.42	7.39	226.91	370.55	1800.00	0.20	92.68	247.15	123.57	222.43	27	1434.18
6	00	00	226.69	370.19	1800.00	0.20	92.50	246.67	123.34	222.00	0	1427.23

G0: Modul de deformare a tăierii; Ed: Modul edometric; M0: Modul de compresibilitate volumetrică; Ey: Modulul lui Young; Vs: viteza undelor de forfecare; Vp: viteza undelor de compresie; NSPT: numărul bătăilor pentru testul standard de penetrare (Standard Penetration Test); Qc: rezistența pe con la penetrare statică (CPT).

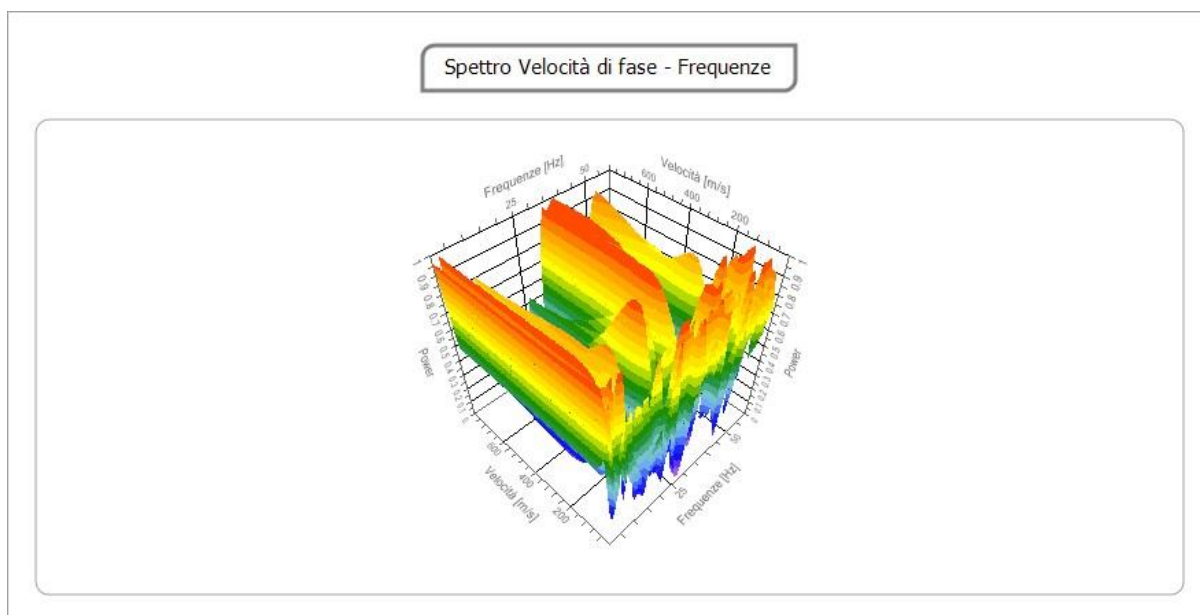
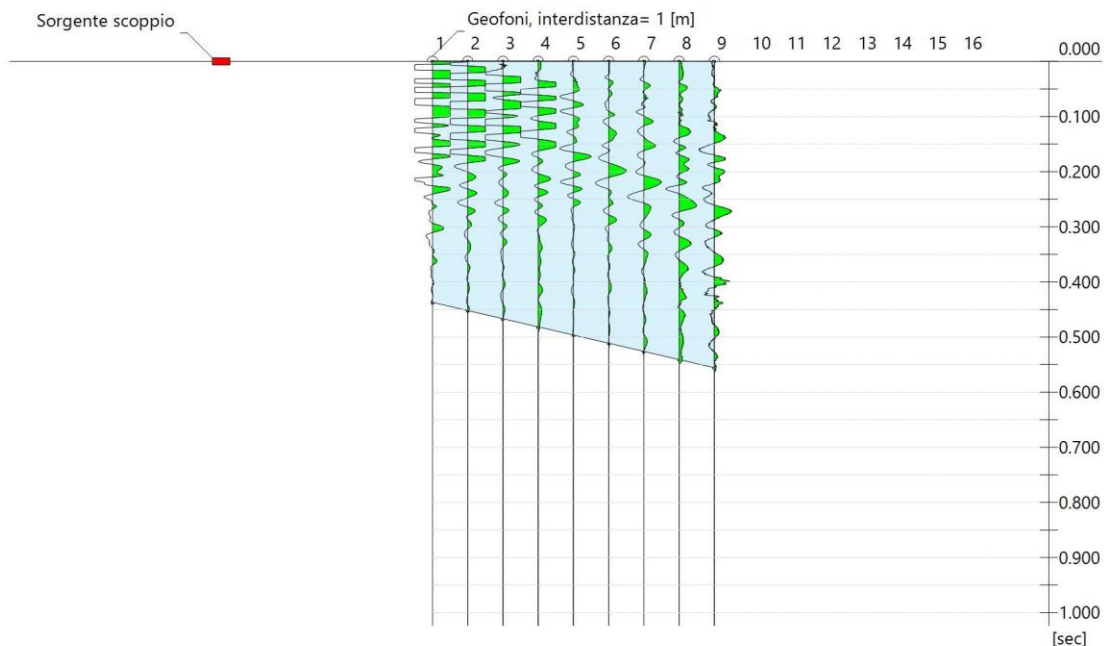
Tipul de sol D: Depozite de soluri cu granulație grosieră slab densificată sau soluri cu granulație fină slab consistente, cu adâncimi de substrat mai mari de 30 m, caracterizate printr-o îmbunătățire a proprietăților mecanice cu adâncime și prin valori echivalente de viteză cuprinse între 100 și 180 m. / s.

Seismic Site Classification (V_s^{30})



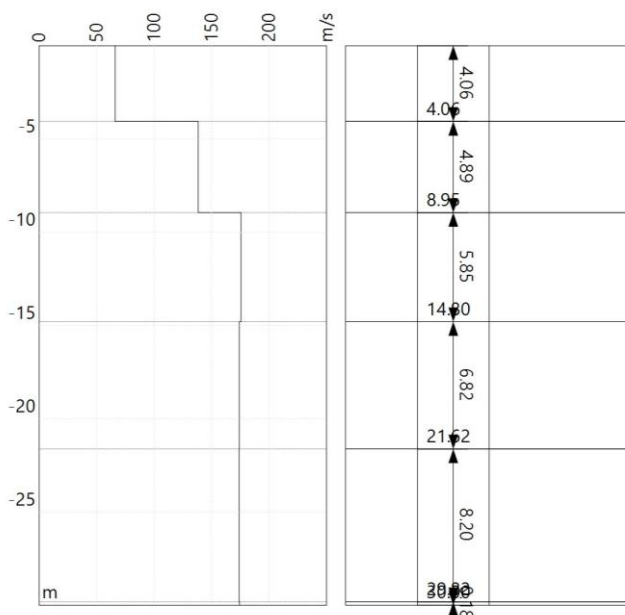
Versant zona NV, UAT Plopii-Slăvitești

Trasa 16, Durata de achizitie 1024.0[msec], Distanța dintre geofone geofoni 1.0 [m],
 Perioada de prelevare 0.50 [msec]



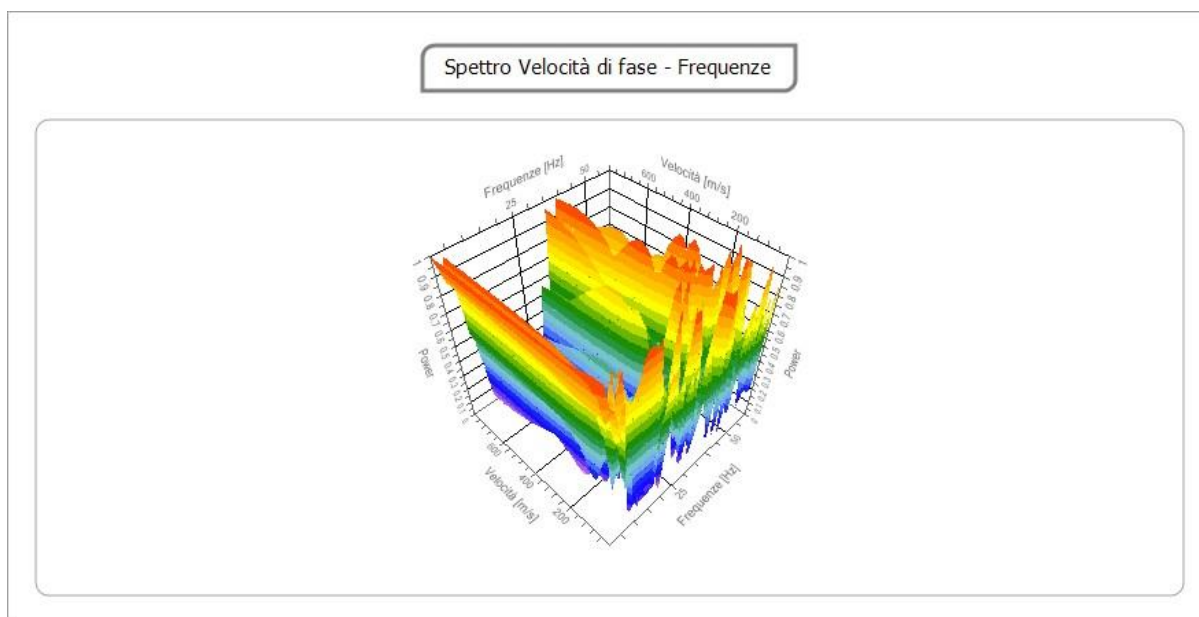
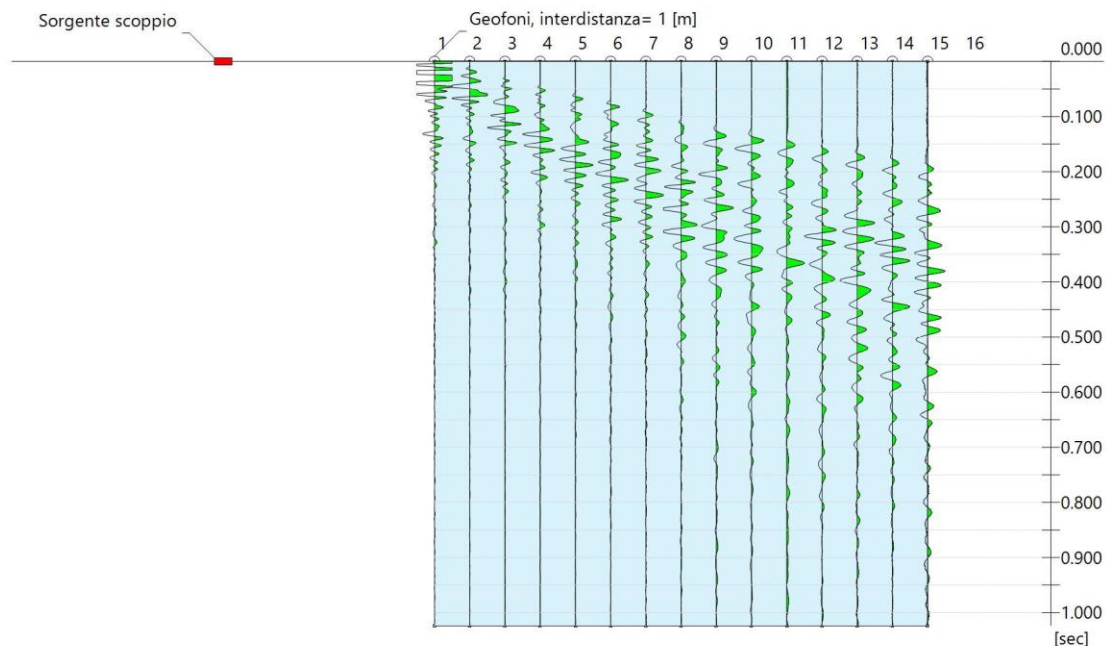
nr.	Adancime [m]	Grosime [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densitate [kg/m c]	Coef. Poiss on	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	4.06	4.06	66.07	107.88	1800.00						N/A	N/A
2	8.95	4.89	138.42	226.04	1800.00						N/A	N/A
3	14.80	5.85	175.50	286.58	1800.00						N/A	N/A
4	21.62	6.82	174.10	284.30	1800.00						N/A	N/A
5	29.82	8.20	173.87	283.94	1800.00						N/A	N/A
6	00	00	174.33	284.69	1800.00						N/A	N/A

G0: Modul de deformare a tăierii; Ed: Modul edometric; M0: Modul de compresibilitate volumetrică; Ey: Modulul lui Young; Vs: viteza undelor de forfecare; Vp: viteza undelor de compresie; NSPT: numărul bătăilor pentru testul standard de penetrare (Standard Penetration Test); Qc: rezistența pe con la penetrare statică (CPT).



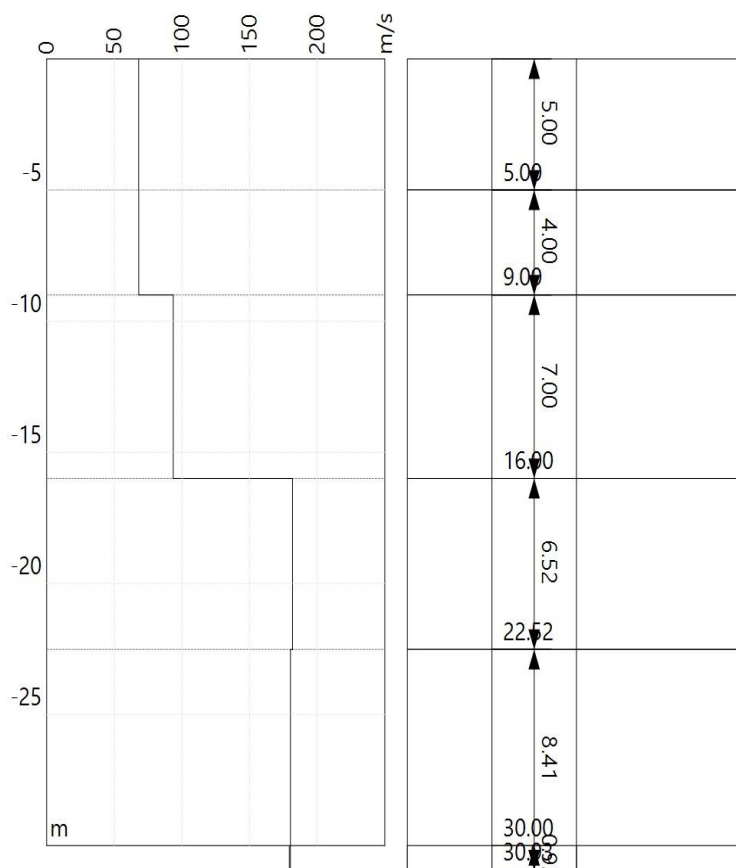
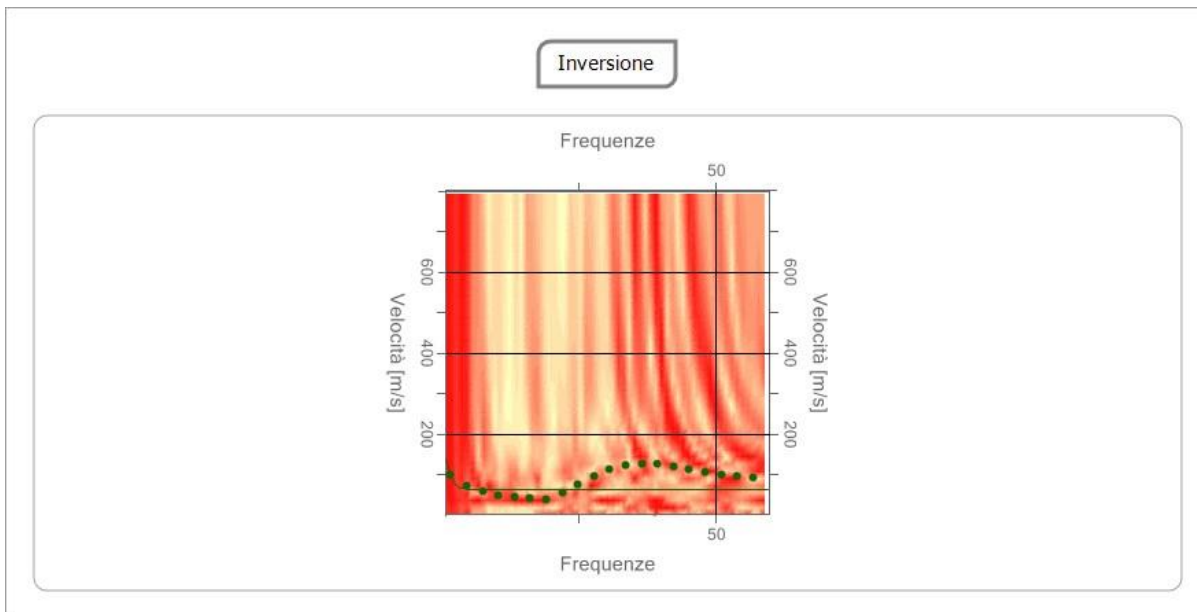
Strada Lămâiței, UAT Segarcea Vale

Trasa 16, Durata de achiziție 1024.0[msec], Distanța dintre geofone geofoni 1.0 [m],
 Perioada de prelevare 0.50 [msec]





Executant: SC FAD SMART TECHNOLOGY SRL
 Beneficiar: CONSILIUL JUDEȚEAN TELEORMAN
 Proiect: Servicii de elaborare a hărților de risc natural la cutremure
 E-mail: felipe@fabricadecercetare.ro
 Tel: 0745 326 544

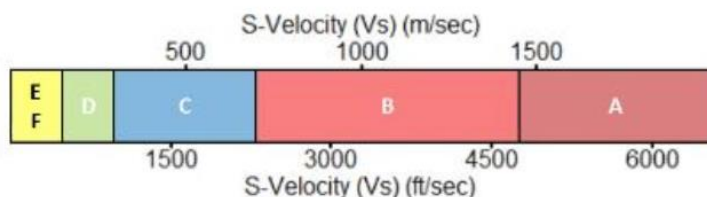


nr.	Adancime [m]	Grosime [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densitate [kg/m c]	Coef. Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	5.00	5.00	68.06	111.14	1800.00	0.20	8.34	22.23	11.12	20.01	0	3.38
2	9.00	4.00	68.08	111.17	1800.00	0.20	8.34	22.24	11.12	20.02	0	3.38
3	16.00	7.00	93.58	152.81	1800.00	0.20	15.76	42.03	21.02	37.83	0	16.73
4	22.52	6.52	181.83	296.92	1800.00	0.20	59.51	158.70	79.35	142.83	10	471.20
5	30.93	8.41	180.23	294.31	1800.00	0.20	58.47	155.92	77.96	140.32	7	450.73
6	00	00	179.37	292.91	1800.00	0.20	57.91	154.43	77.22	138.99	0	440.03

G0: Modul de deformare a tăierii; Ed: Modul edometric; M0: Modul de compresibilitate volumetrică; Ey: Modulul lui Young; Vs: viteza undelor de forfecare; Vp: viteza undelor de compresie; NSPT: numărul bătăilor pentru testul standard de penetrare (Standard Penetration Test); Qc: rezistența pe con la penetrare statică (CPT).

Tipul de sol D: Depozite de soluri cu granulație grosieră slab densificată sau soluri cu granulație fină slab consistente, cu adâncimi de substrat mai mari de 30 m, caracterizate printr-o îmbunătățire a proprietăților mecanice cu adâncime și prin valori echivalente de viteză cuprinse între 100 și 180 m. / s.

Seismic Site Classification (V_s^{30})





3. CAPITOLUL 3

Estimarea hazardului seismic din județ datorat cutremurelor locale și intermediare vrâncene), elaborarea hărților de microzonare seismică.

3.1. Realizarea hărților de microzonare seismică cu distribuția valorilor vitezelor undelor elastice transversale (V_s) și a perioadei de vibrație T_g (în sec) a pachetelor de strate până la adâncimea de 30m, pentru orașele și localitățile importante din județ

Microzonarea seismică a evaluat riscul seismic la scară locală, propunându-și să identifice suprafețele din teritoriu caracterizate printr-un comportament seismic omogen. Primul nivel de microzonare seismică are scopul de a defini proprietățile litologice și geometria unităților geologice care caracterizează aceste porțiuni ale teritoriului (microzone).

Observarea prejudiciului cauzat de un cutremur prezintă, de multe ori, variații la nivel local cauzate nu numai de structurile geologice, ci, de asemenea, de diferitele calități și tipuri de structuri construite, care au ca rezultat diferite pericole seismice.

Microzonarea seismică evaluează riscul seismic local, prin identificarea zonelor din teritoriu caracterizate prin comportament seismic omogen.

Pentru realizarea hărții de microzonare seismică nivel I au fost folosite date istorice înregistrate și centralizate de USGS (<https://earthquake.usgs.gov/data/vs30/>) ce au fost supuse unei analize în mediul GIS rezultând prima hartă de microzonare seismică V_s30 pentru județul Teleorman. S-a trecut apoi la generarea hărților pentru fiecare UAT în parte.

După această fază se vor procesa datele din forajele locale existente colaborate cu datele de monitorizare seismică de la echipamentele echipei Fabrica de Cercetare ce au fost instalate în județ și care vor fi mutate în fiecare oraș și localitate importantă

pentru o mai bună acoperire spațială. Datele înregistrate în timp real pentru monitorizare seismică în această perioadă vor fi colaborate cu cele înregistrate de rețeaua națională de monitorizare a cutremurelor INFP. Datele vor fi utilizate în ecuațiile de predicție a mișcării solului specifice zonei Vrancea (Văcăreanu et al.) pentru elaborarea hărților de microzonare seismică nivel II.

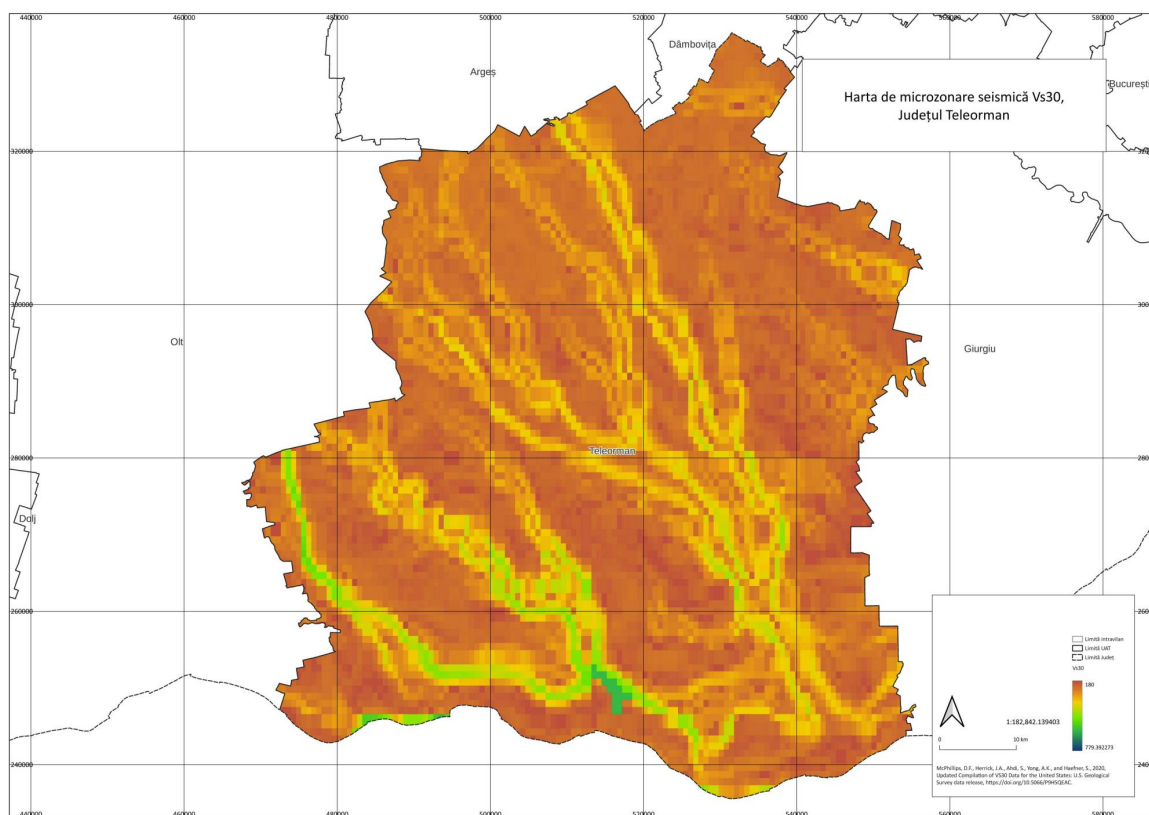


Fig.34. Harta de zonare seismică Vs30 pentru județul Teleorman

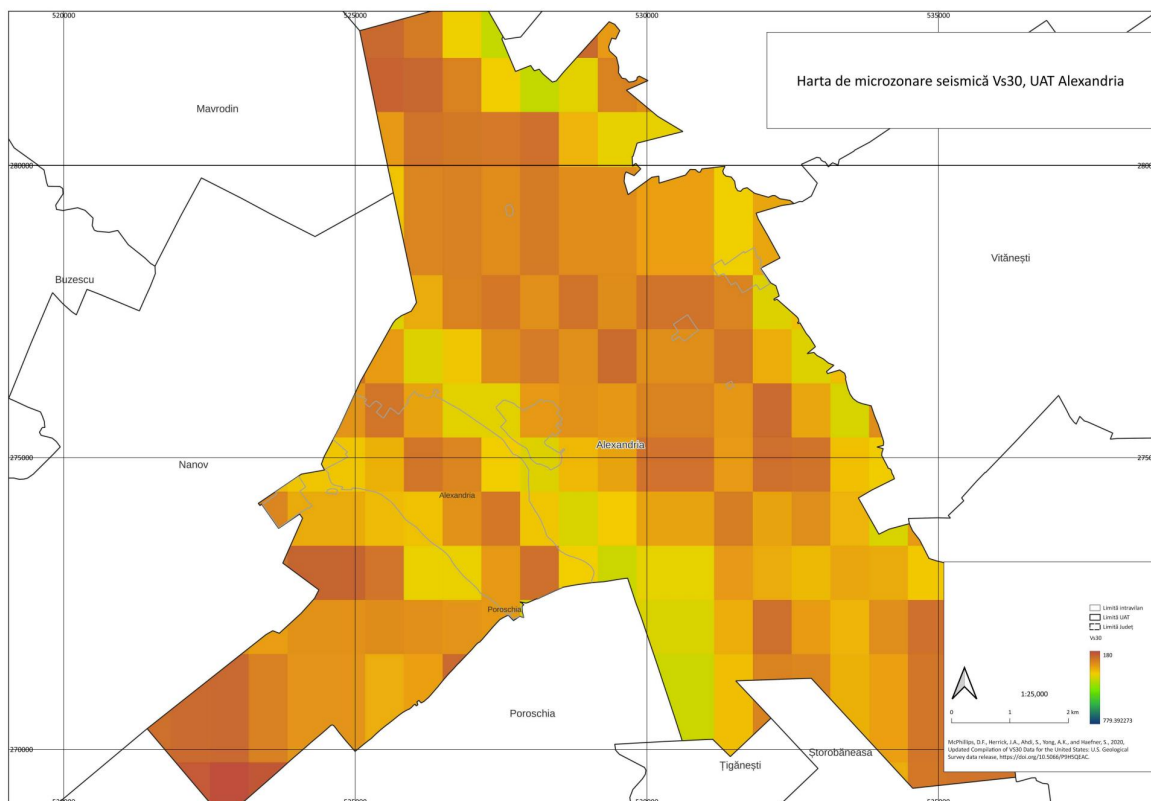


Fig. 35. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Alexandria

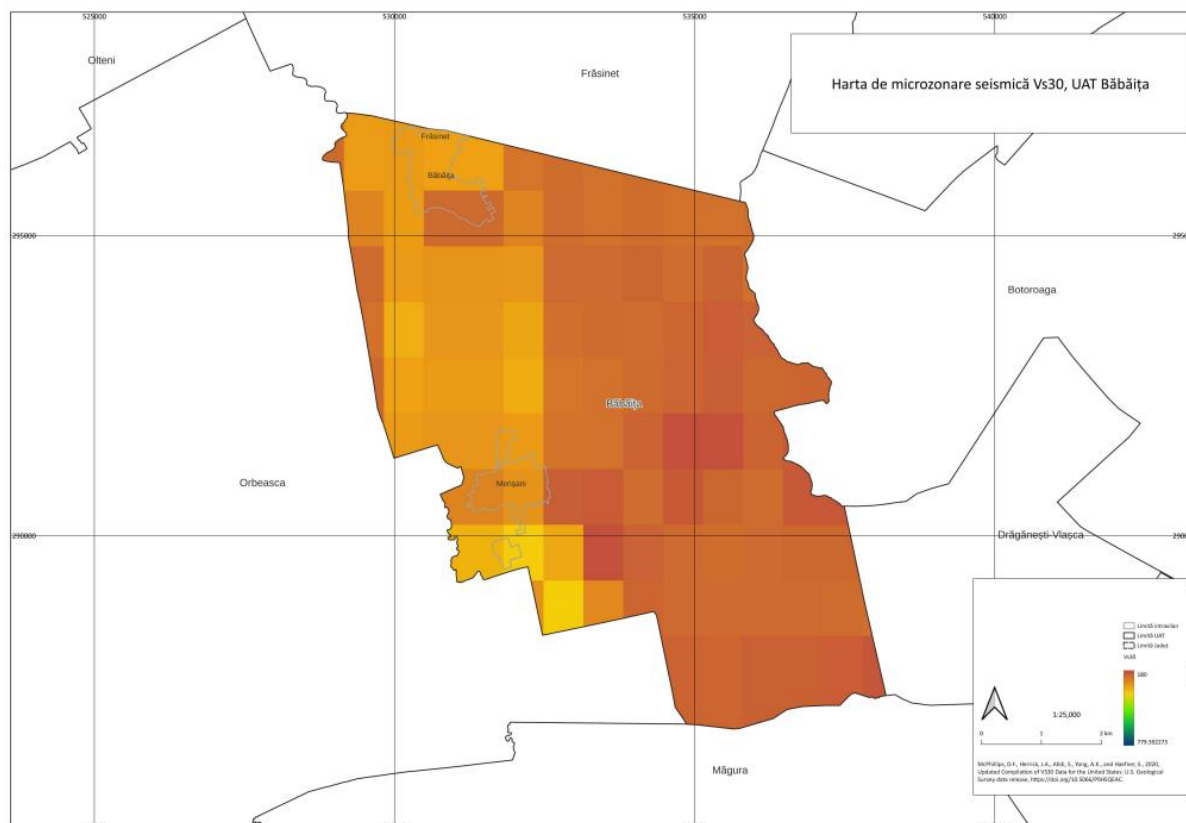


Fig. 36. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Băbăița

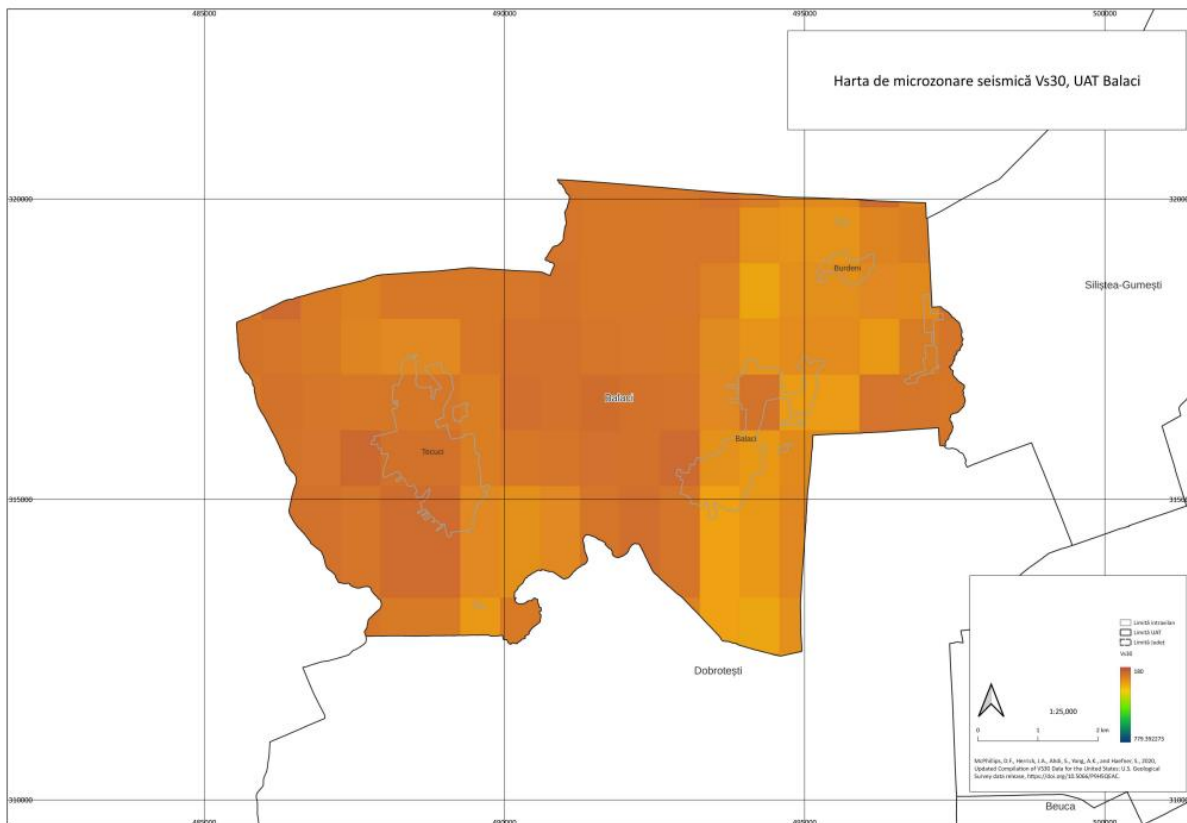


Fig. 37. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Balaci

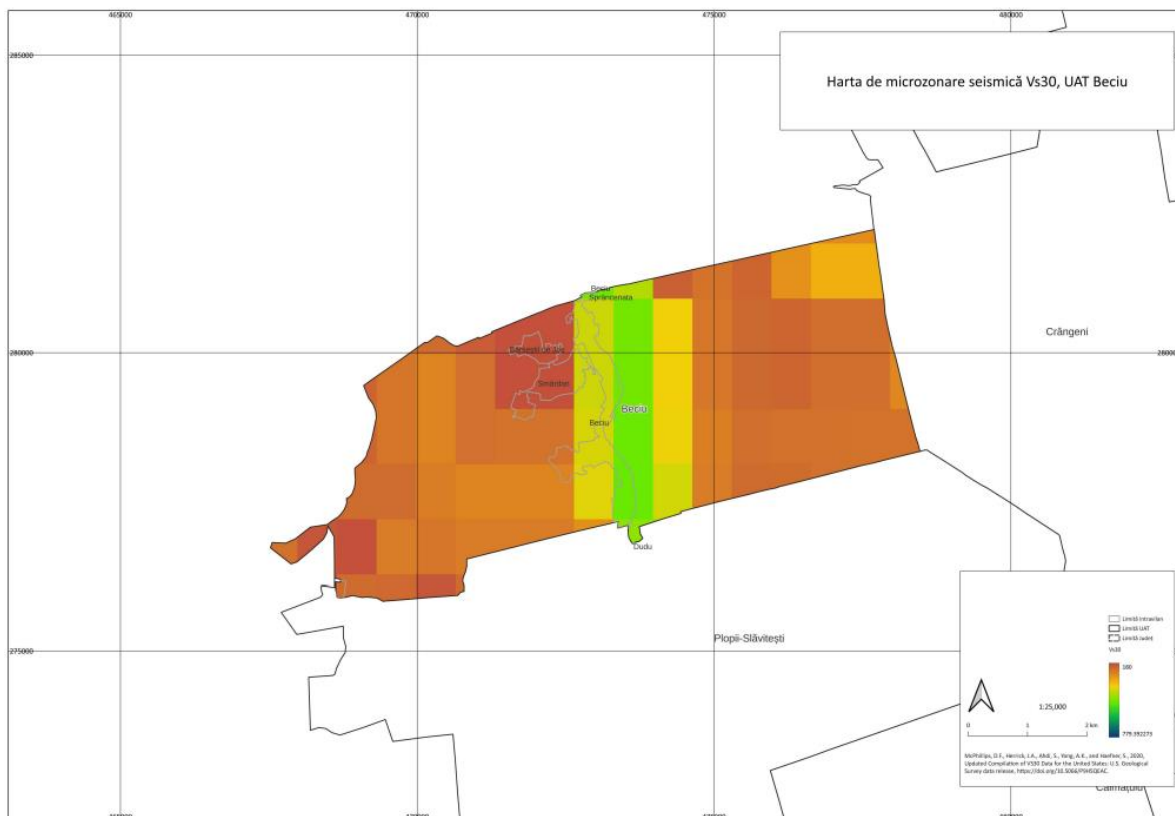


Fig. 38. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Beciu

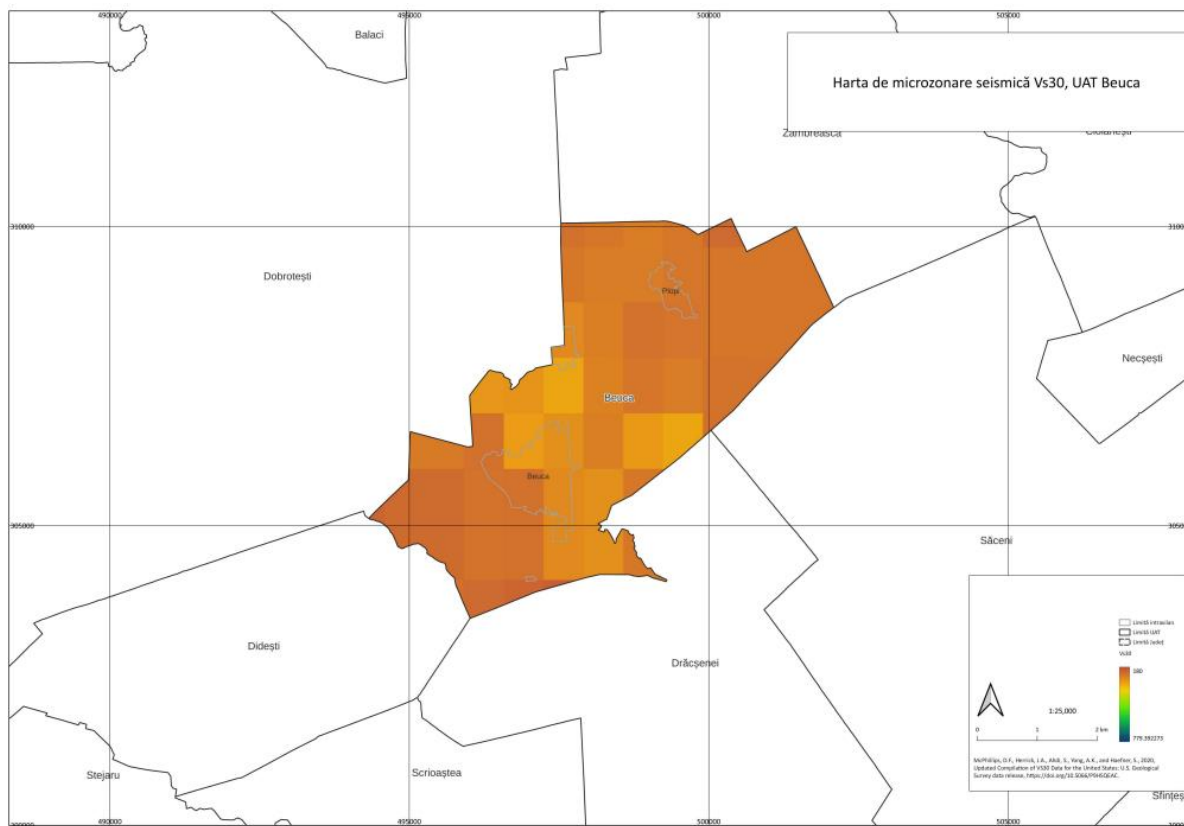


Fig. 39. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Beuca

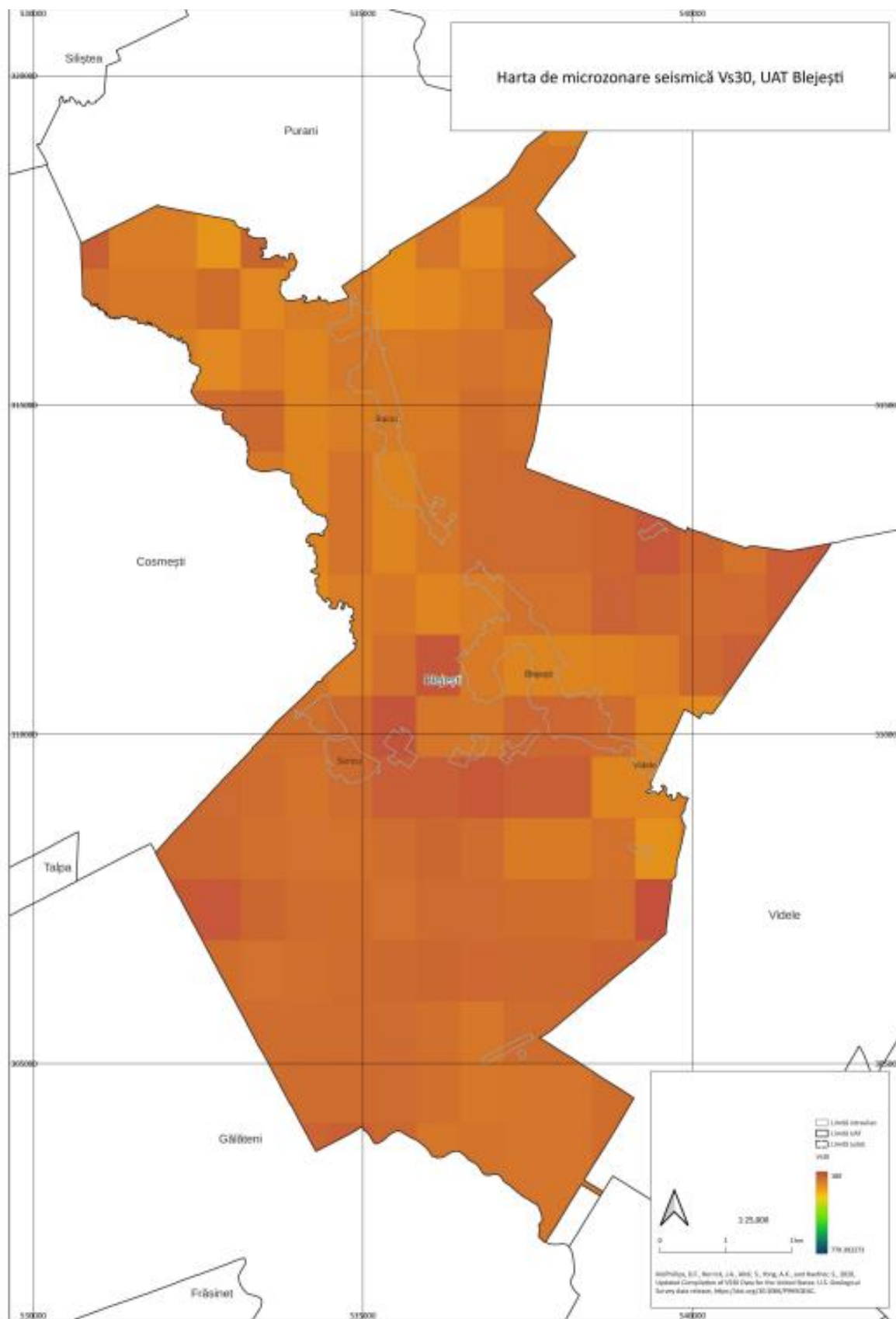


Fig.40. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Blejești



Fig. 41. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Bogdana

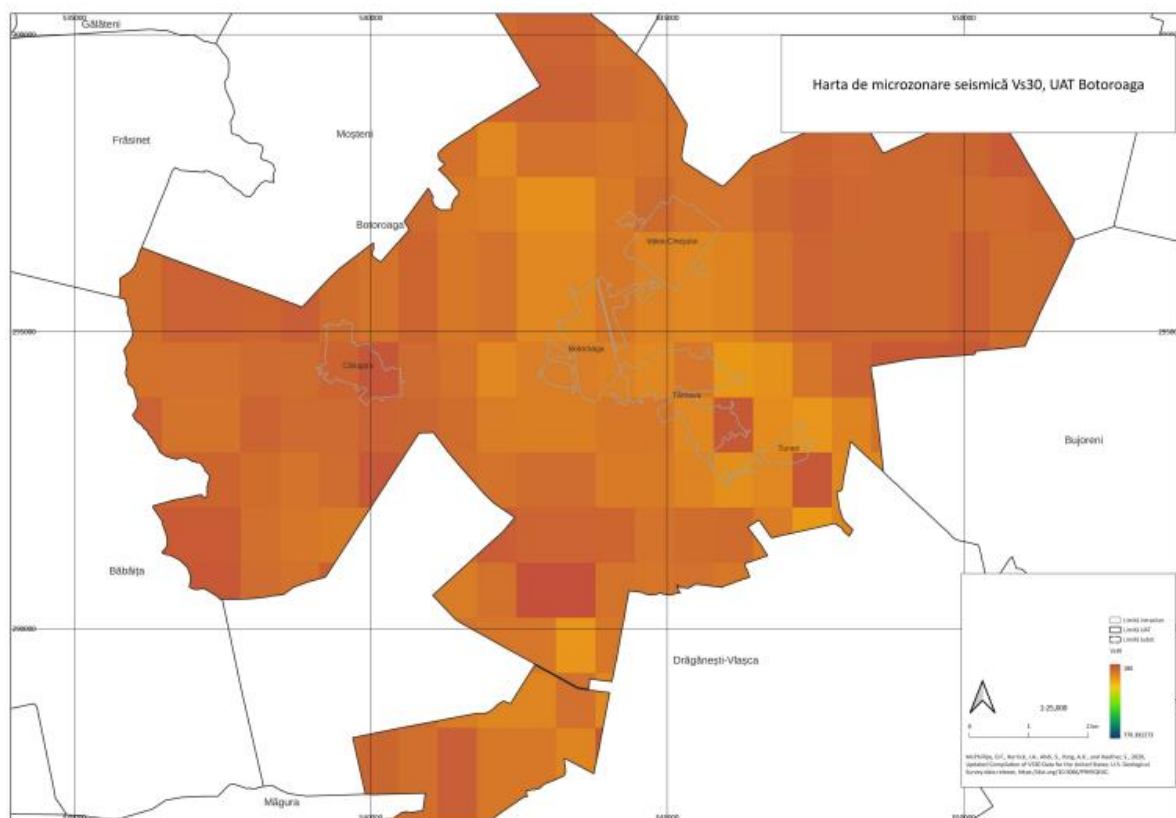


Fig. 42. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Botoroaga

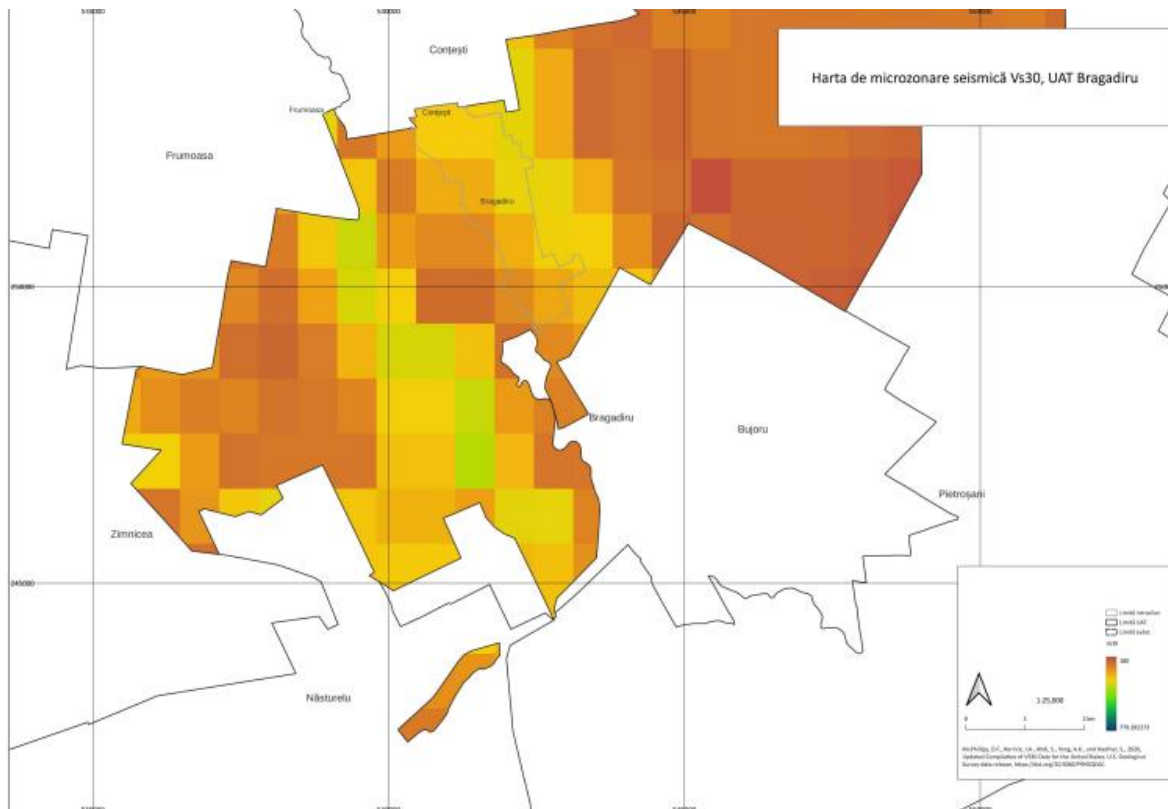


Fig. 43. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Bragadiru

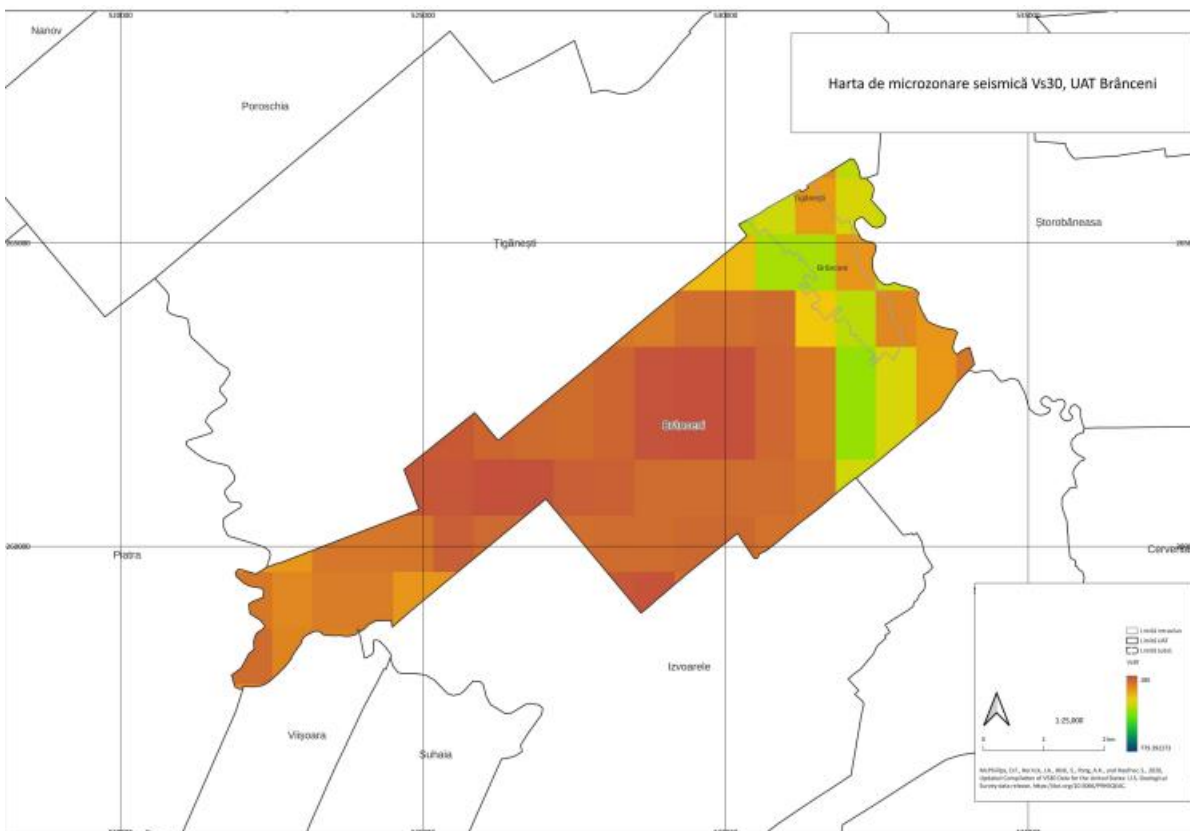


Fig. 44. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Brânceni

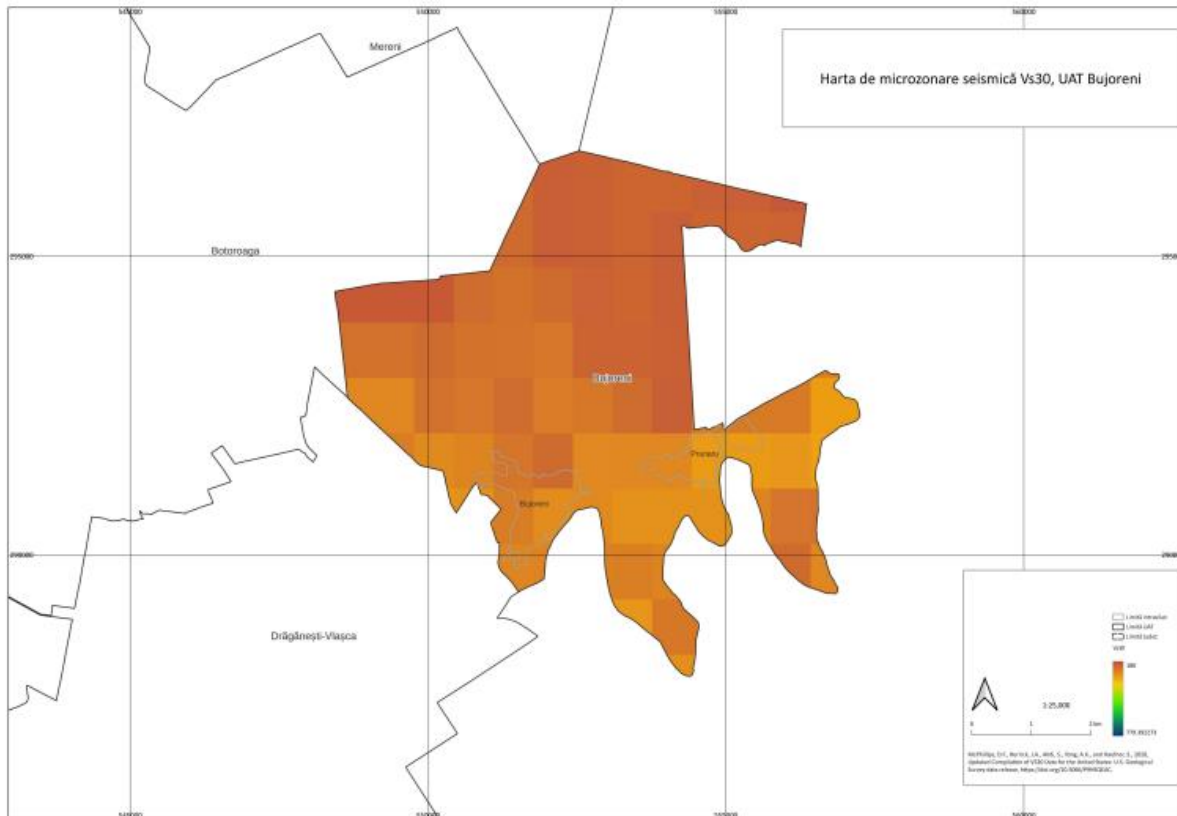


Fig. 45. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Bujoreni



Fig. 46. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Bujoru

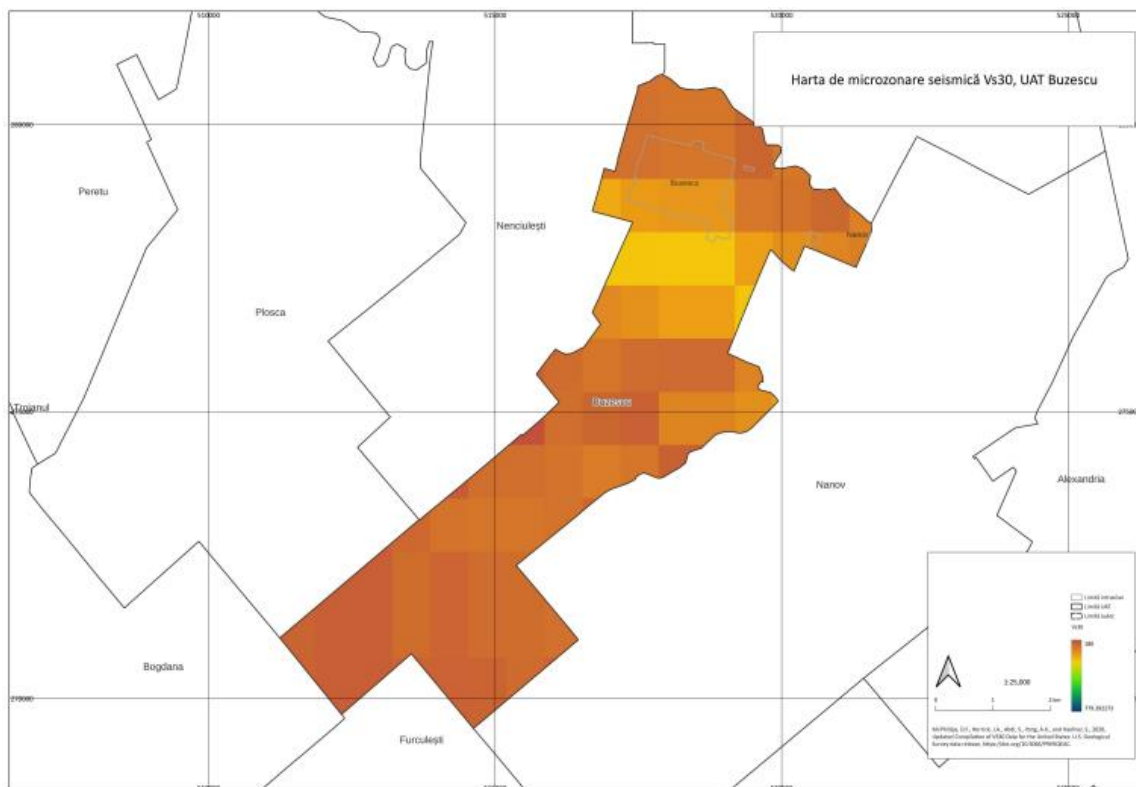


Fig. 47. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Buzescu



Fig. 48. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Călinești

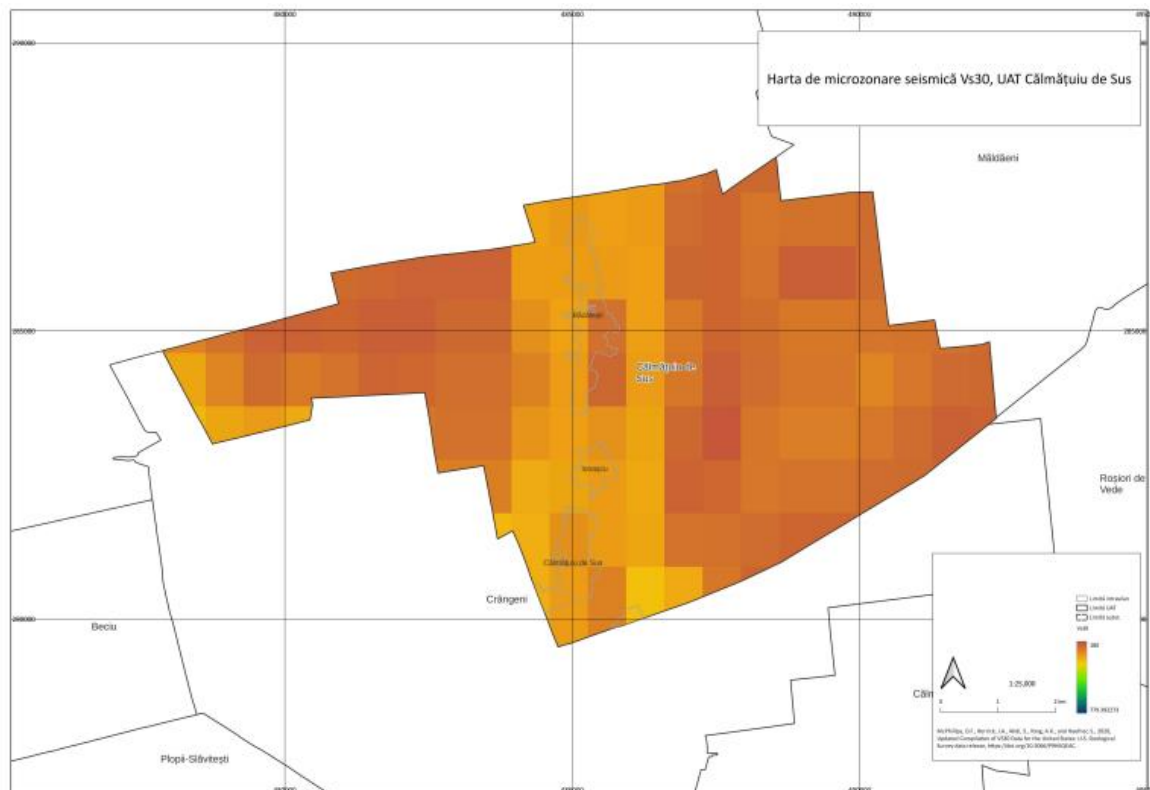


Fig. 49. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Călmățui de Sus



Fig. 50. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Călmățui

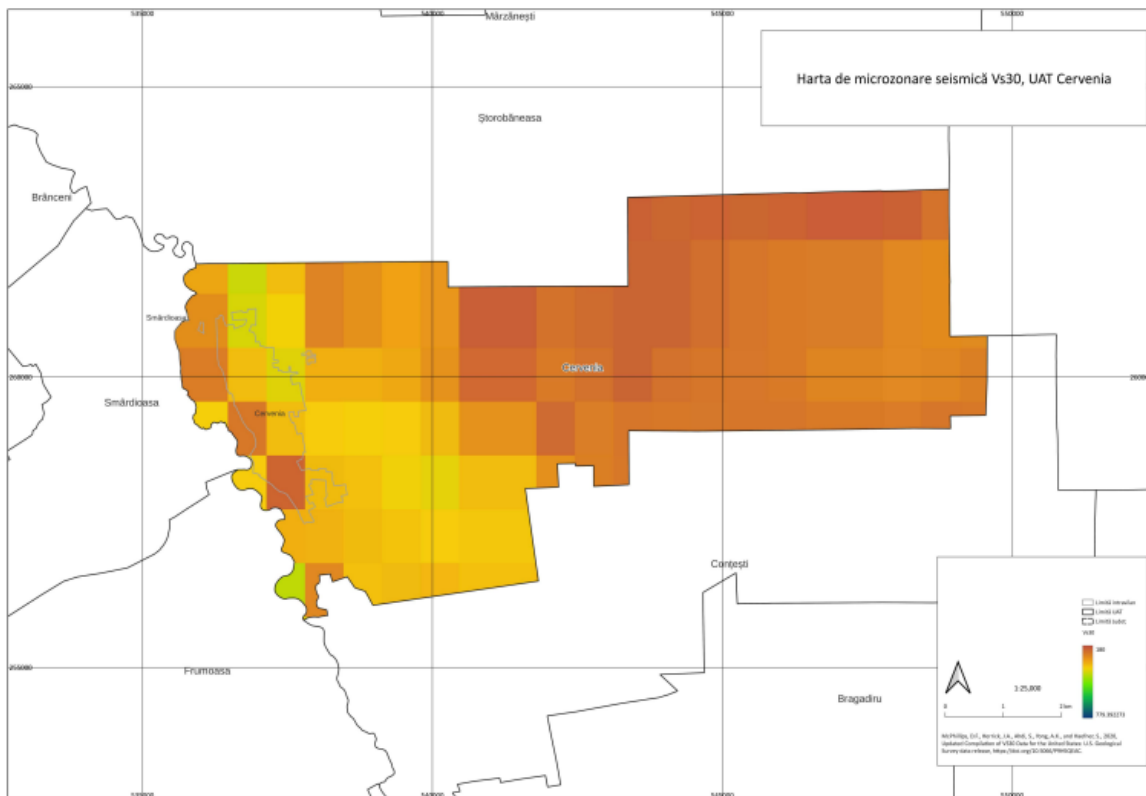


Fig. 51. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Cervenia

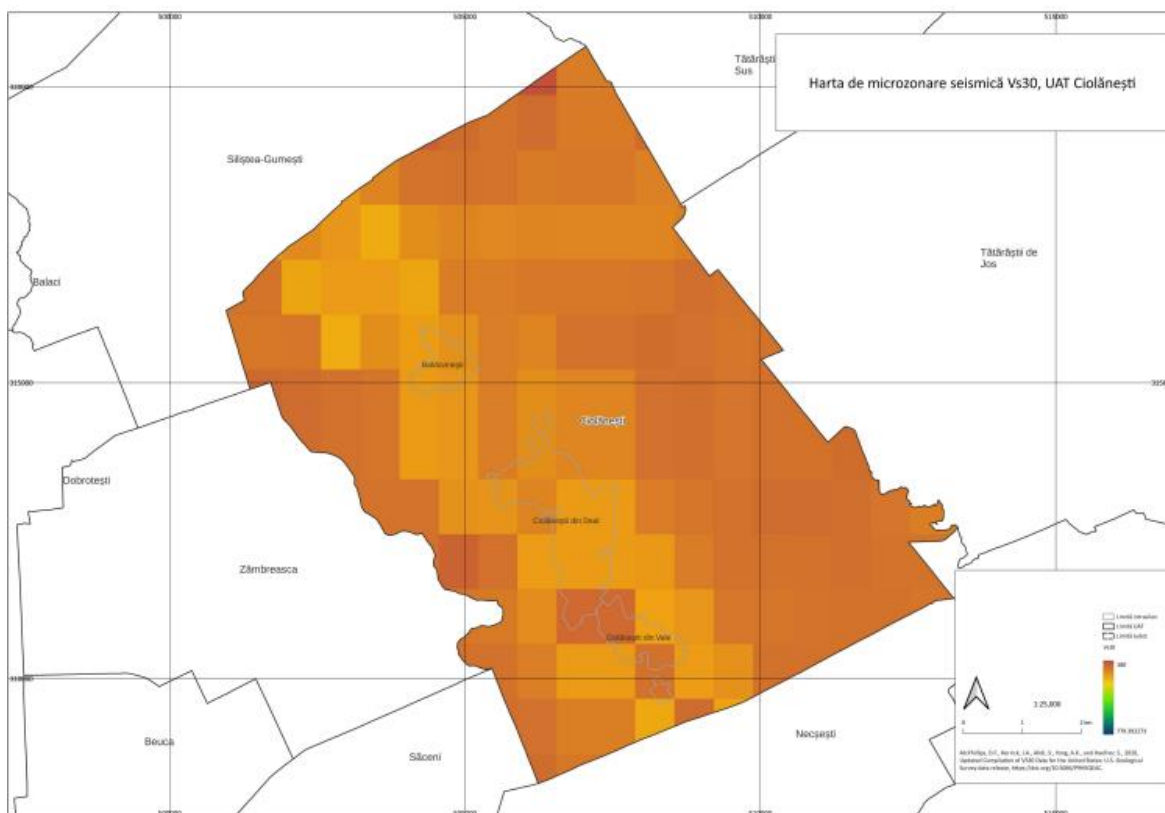


Fig. 52. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Ciolănești



Fig. 53. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Ciuperceni

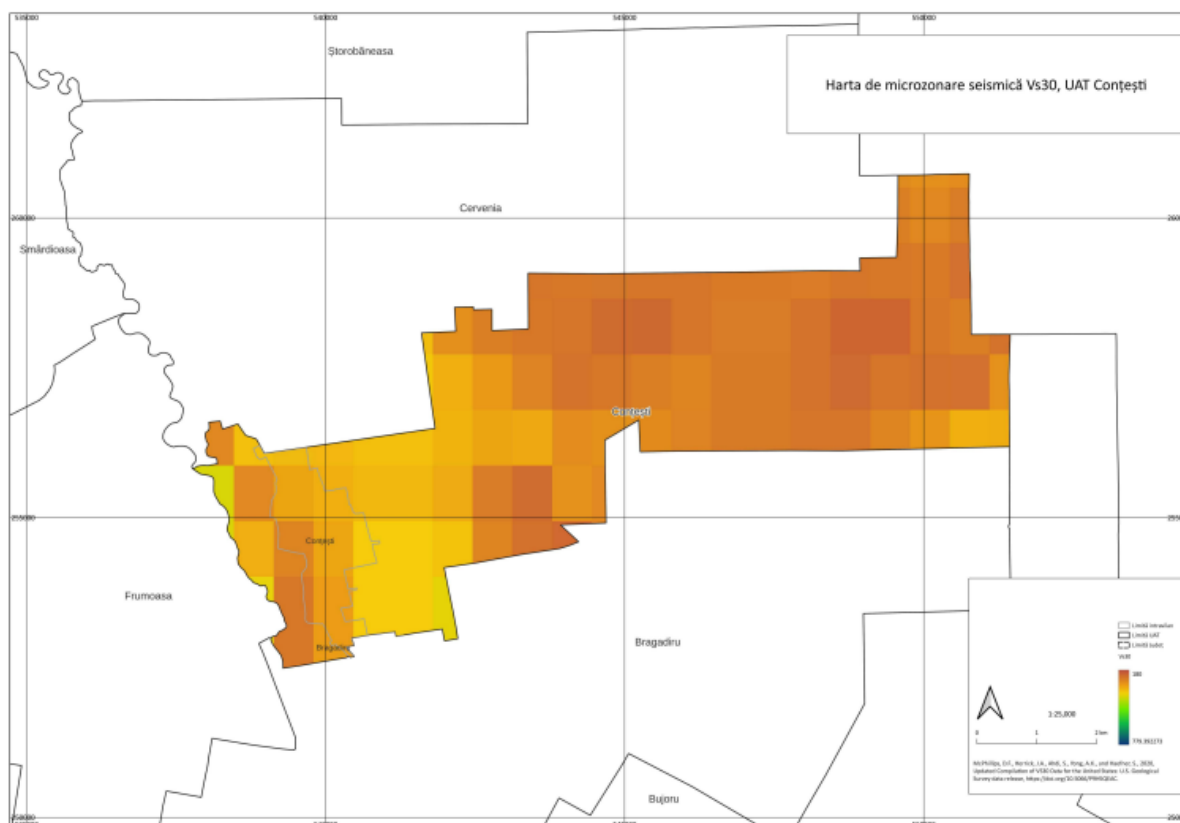


Fig. 54. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Conțești



Fig. 57. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Crângu



Fig. 58. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Crevenicu

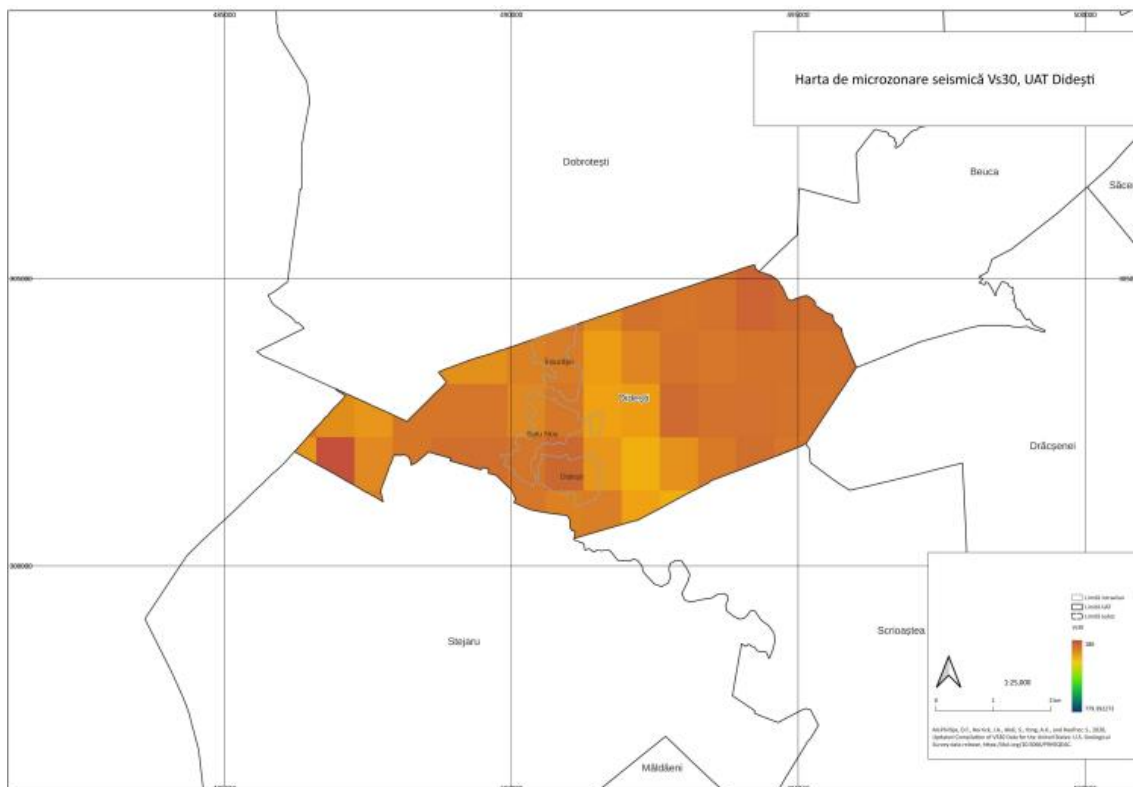


Fig. 59. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Didești

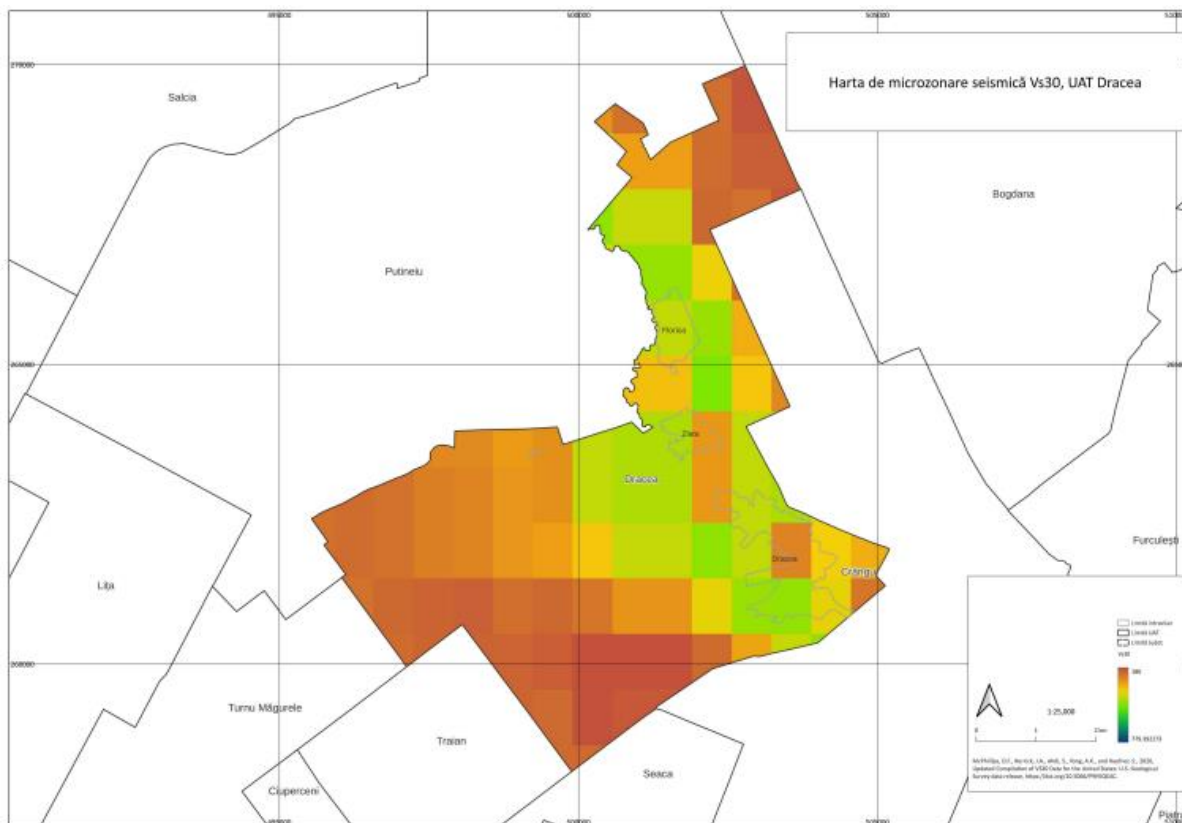


Fig. 60 Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Dracea

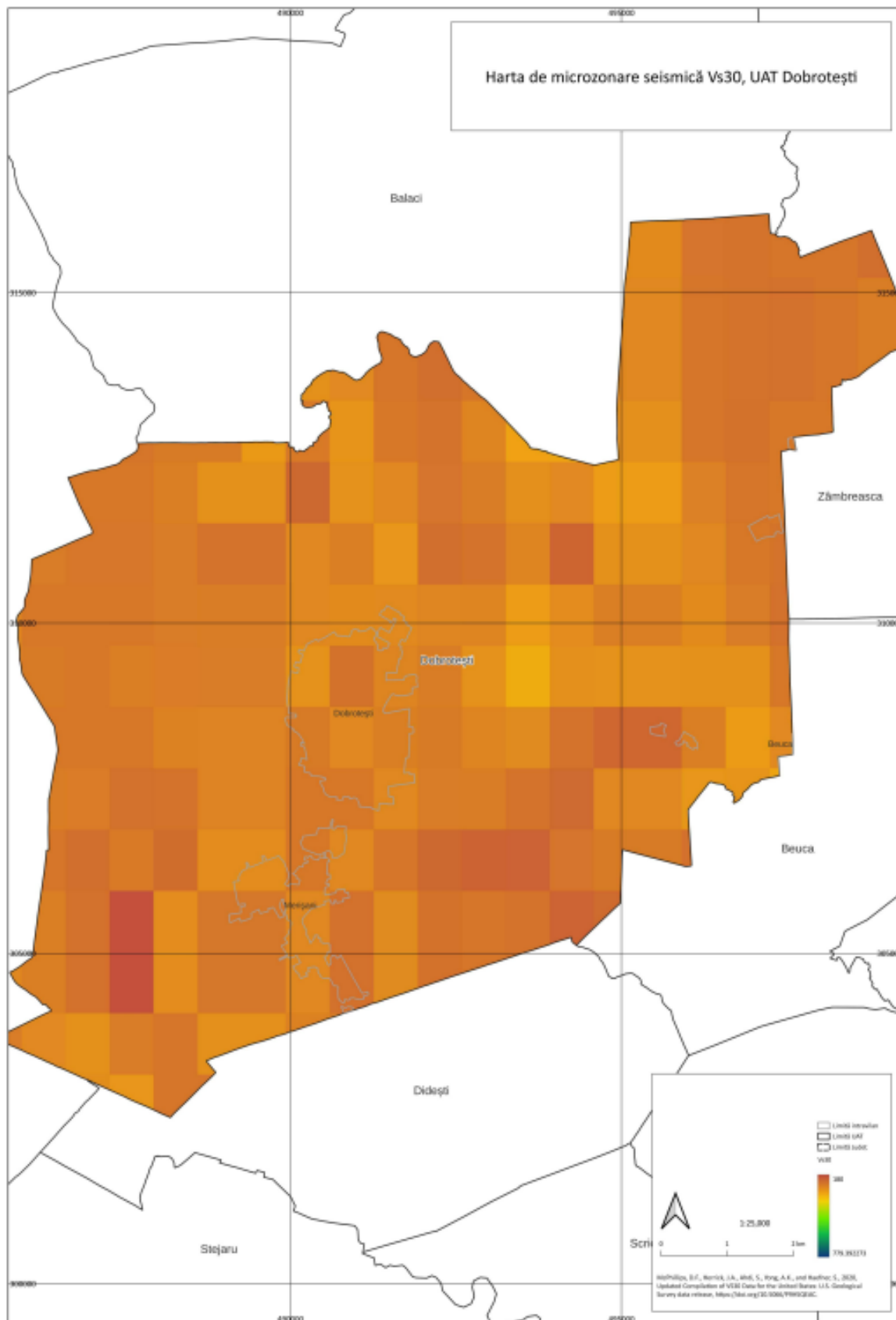


Fig. 61. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Dobrotești

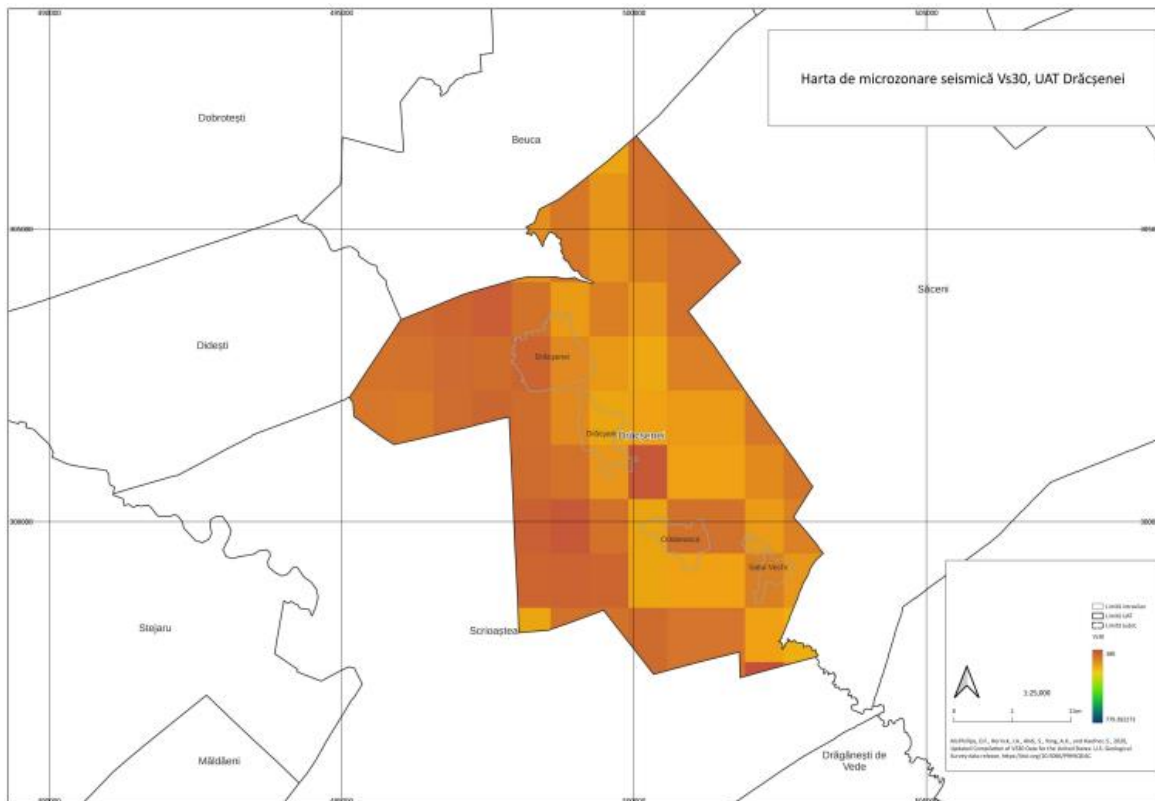


Fig. 62. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Drărcșenei

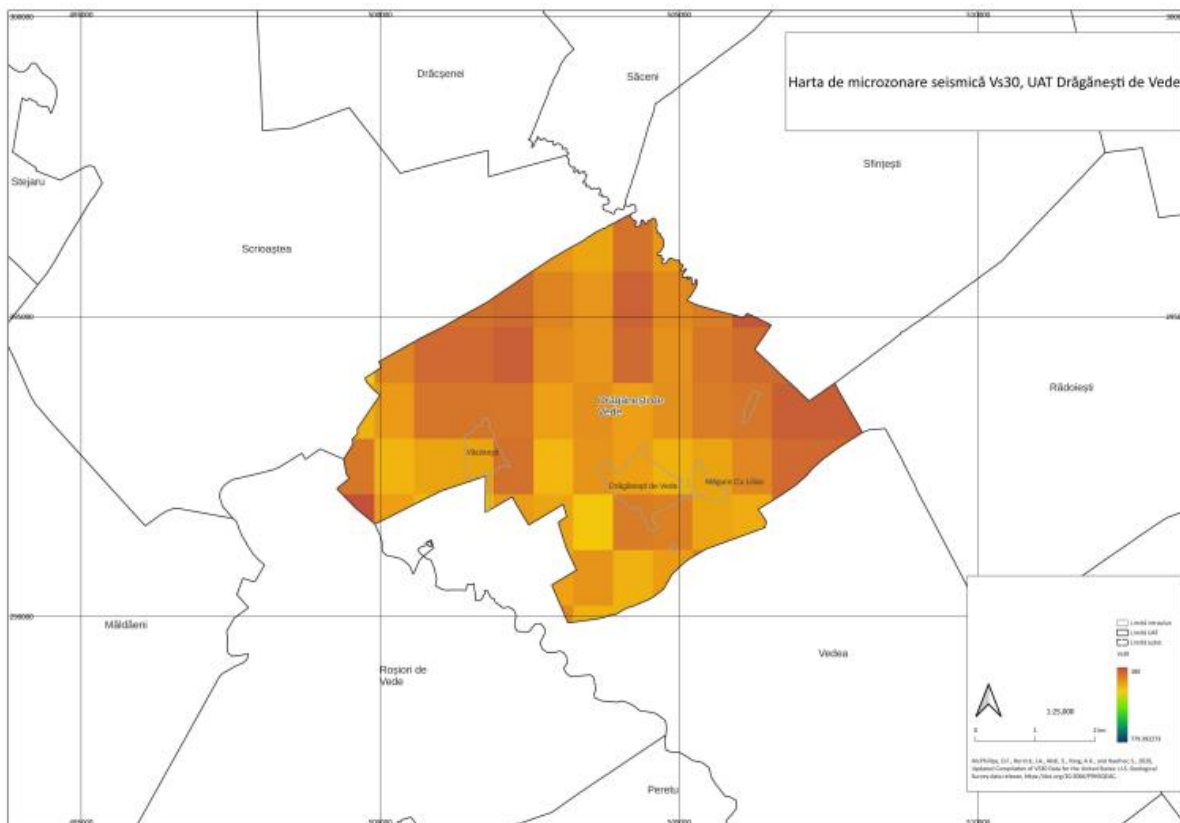


Fig. 63. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Drăgănești de Vede



Fig. 64. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Drăgănești Vlașca

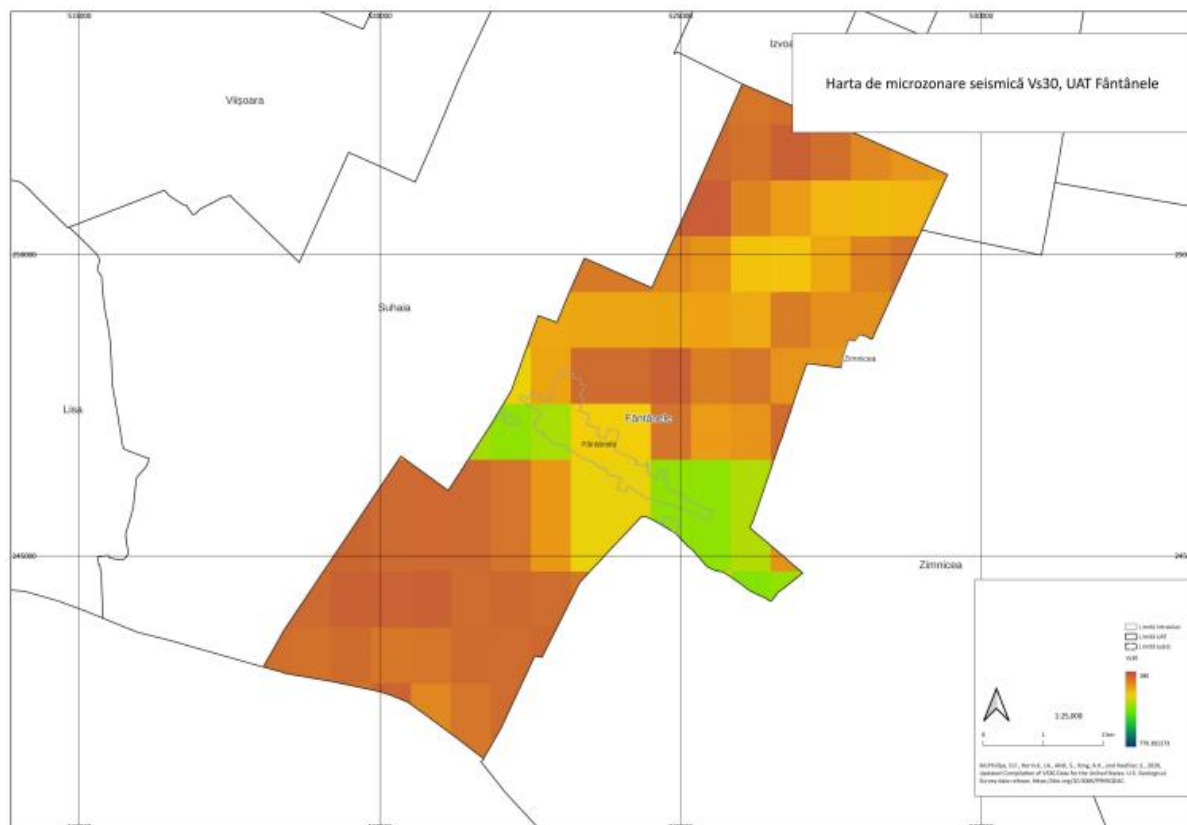


Fig. 65. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Fântânele

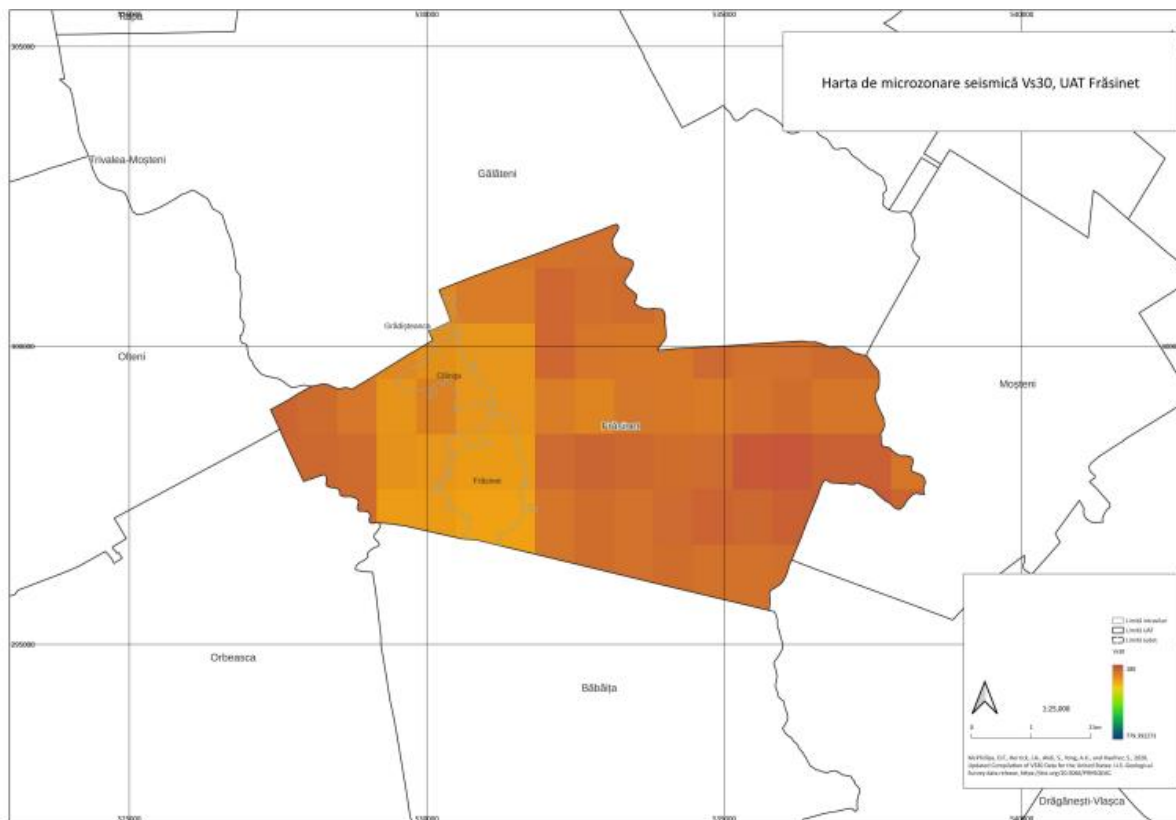


Fig. 66. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Frășinet

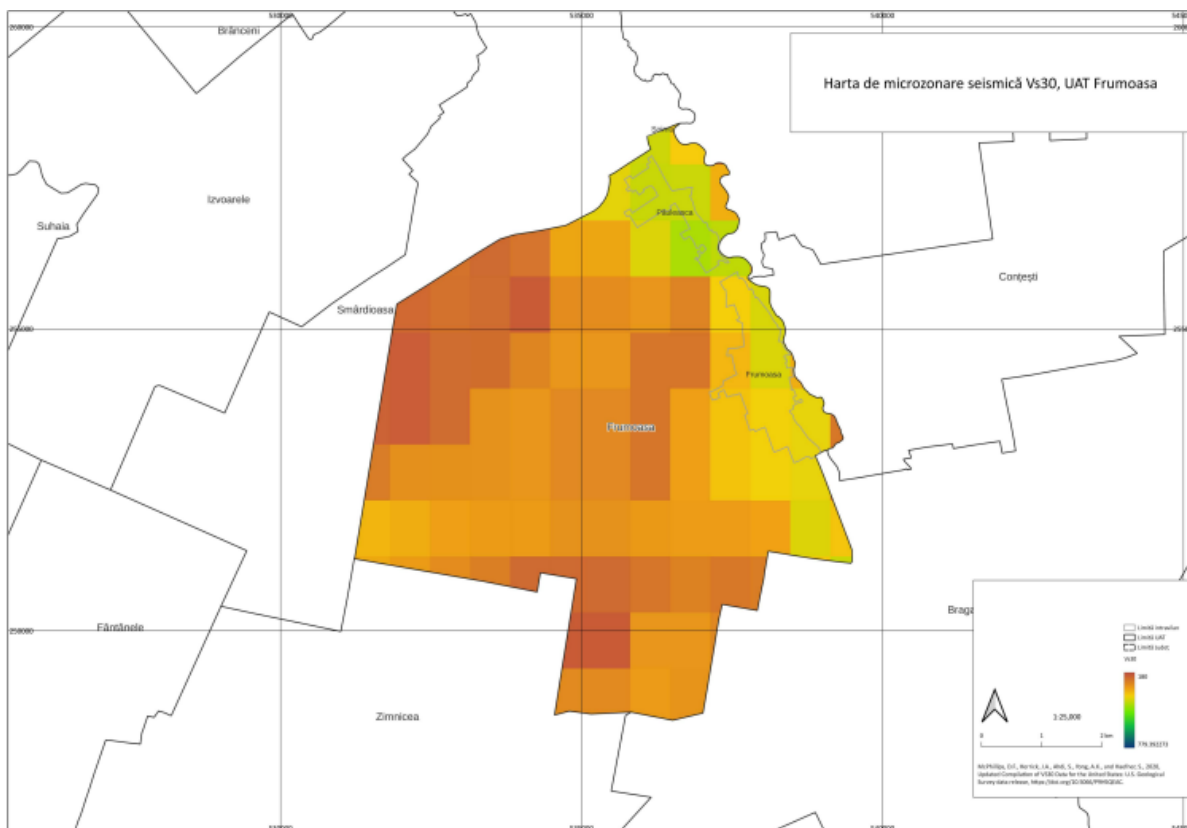


Fig. 67. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Frumoasa



Fig. 68. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Furculești

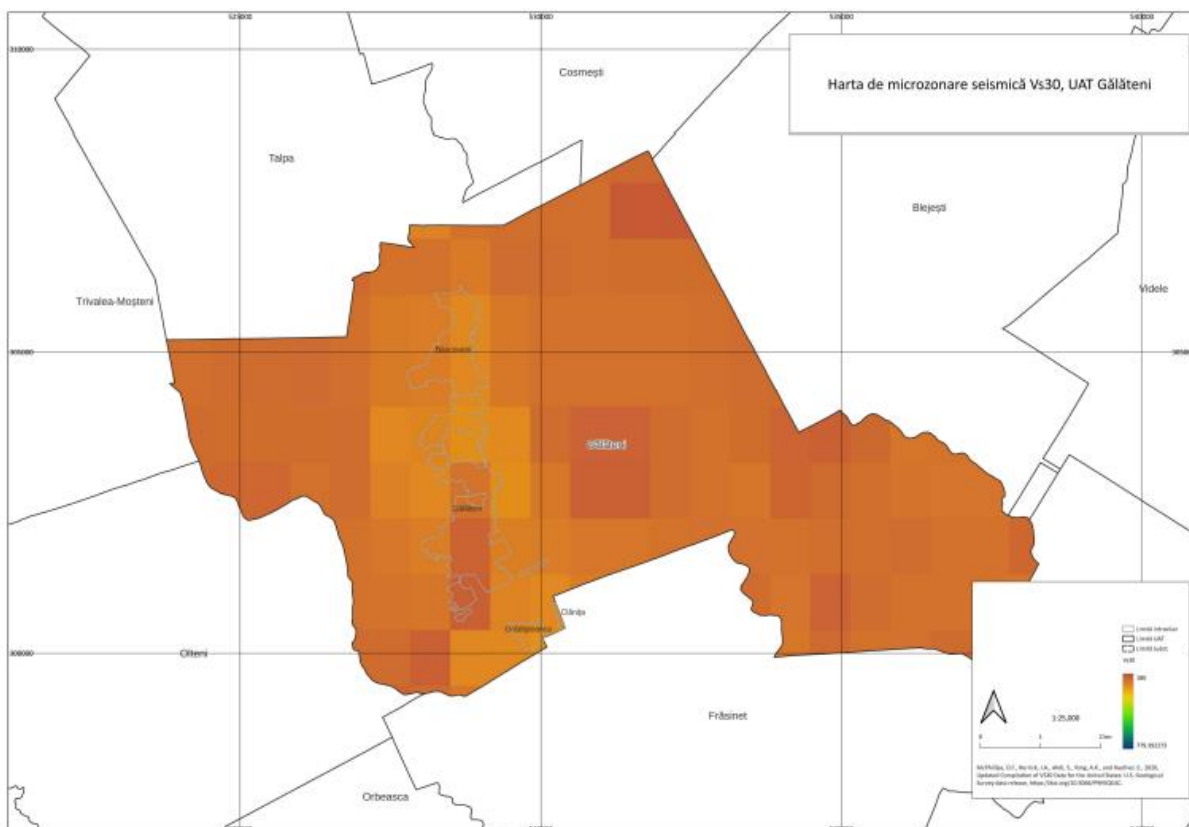


Fig. 69. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Gălățeni

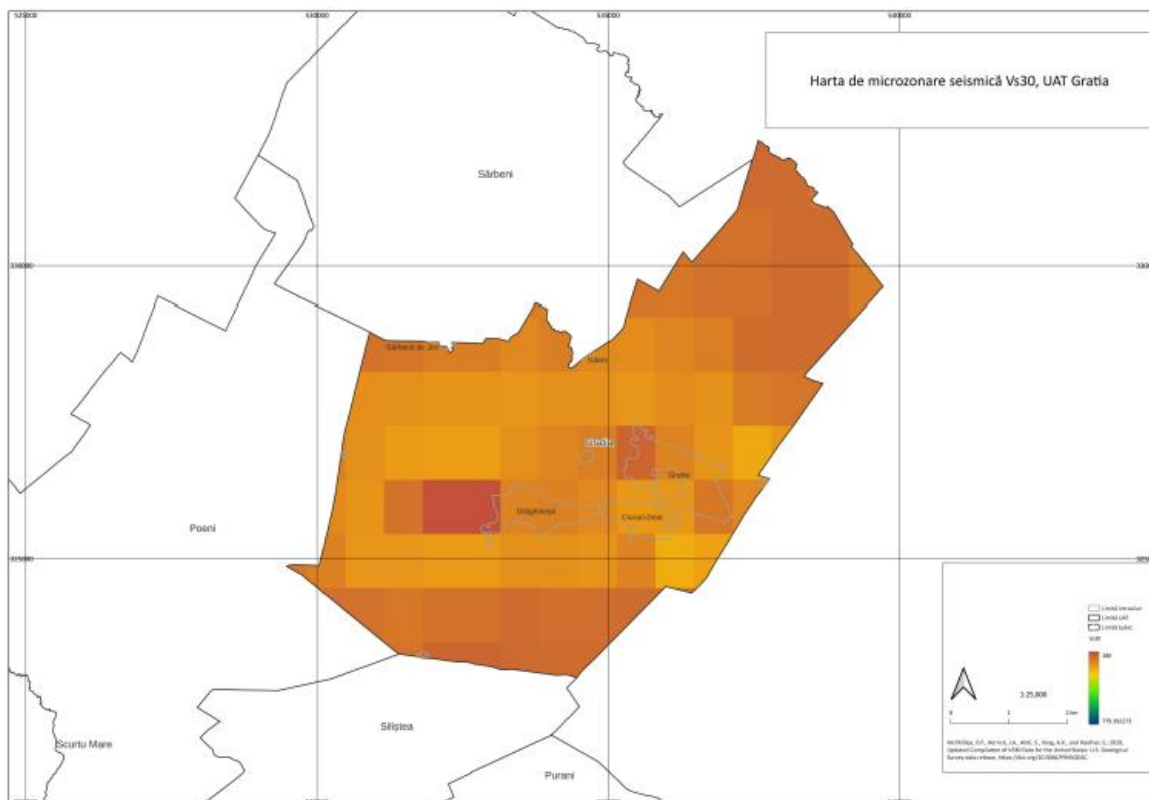


Fig. 70. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Gratia

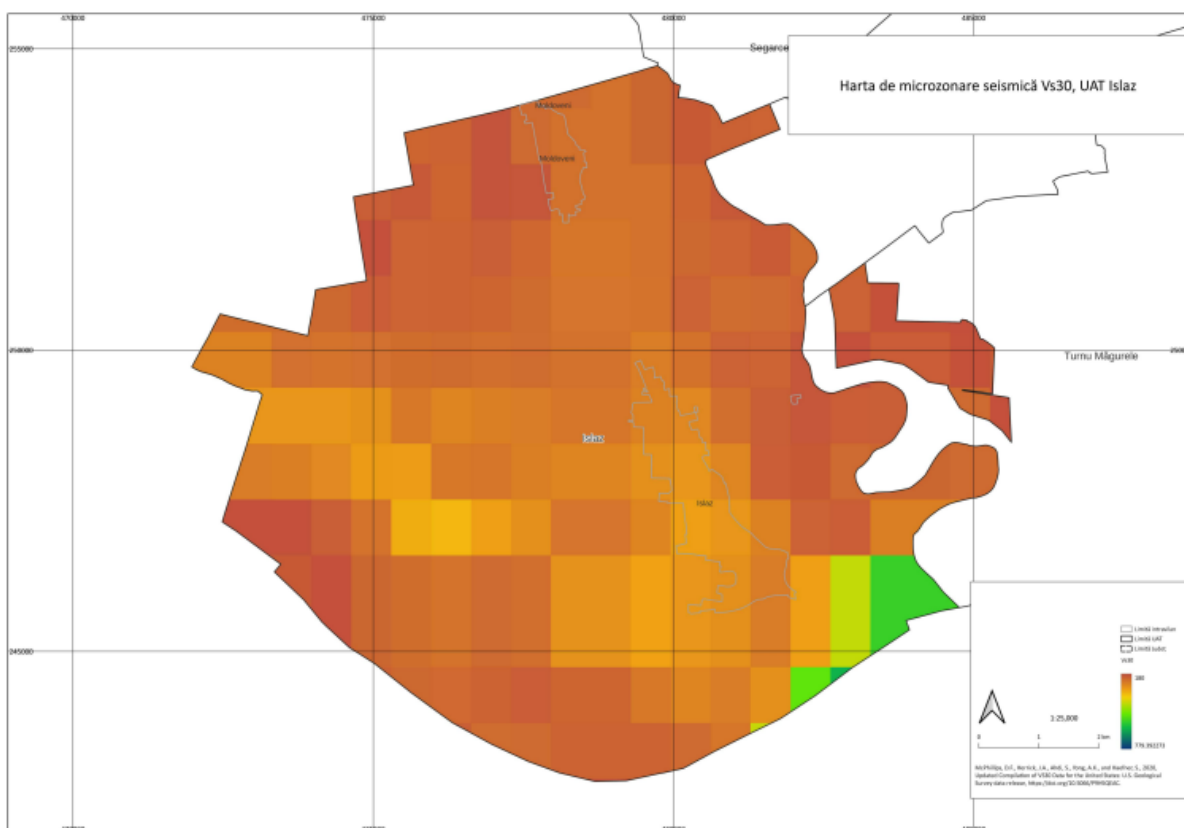


Fig. 71. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Islaz

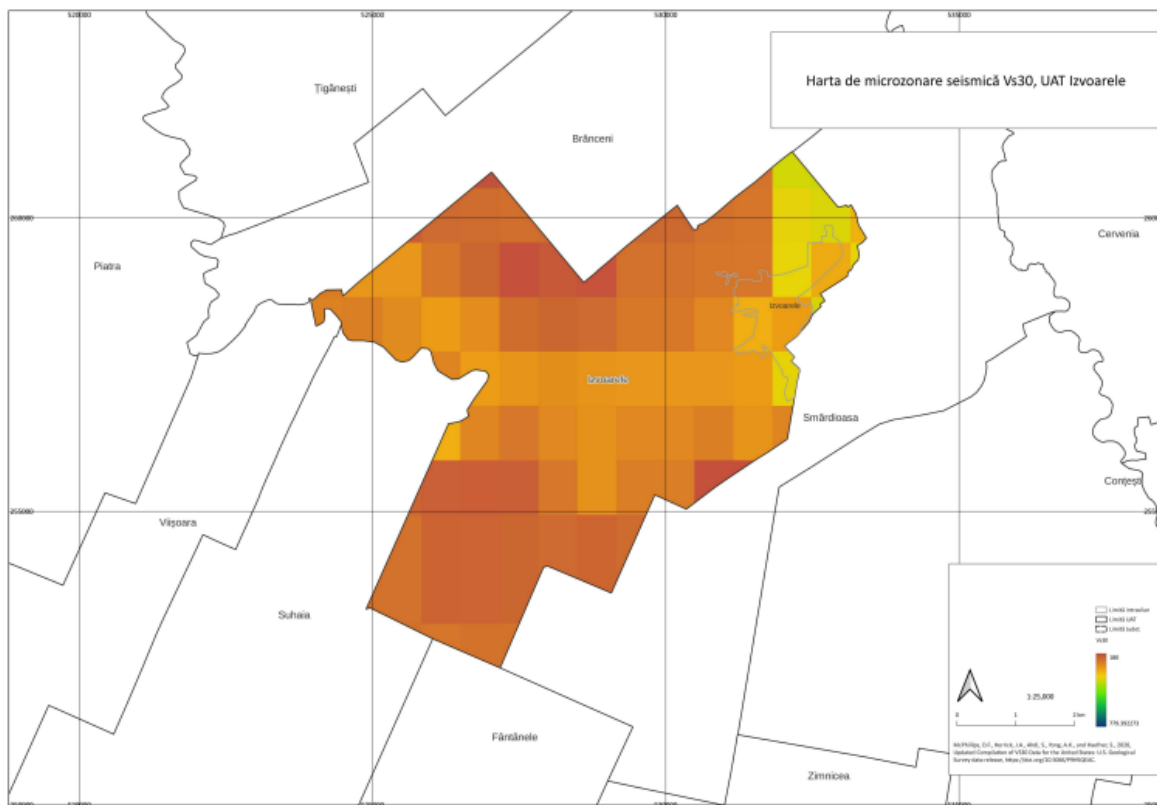


Fig. 72. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Izvoarele

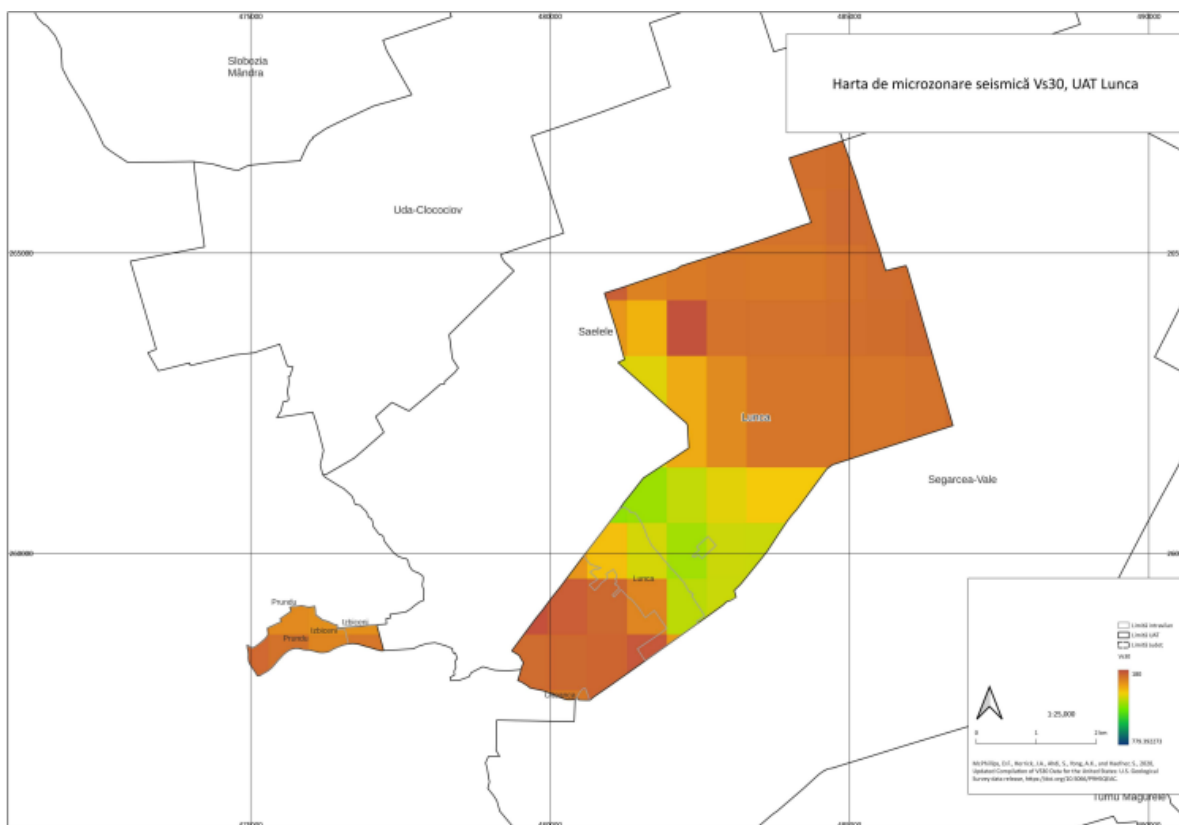


Fig. 73. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Lunca

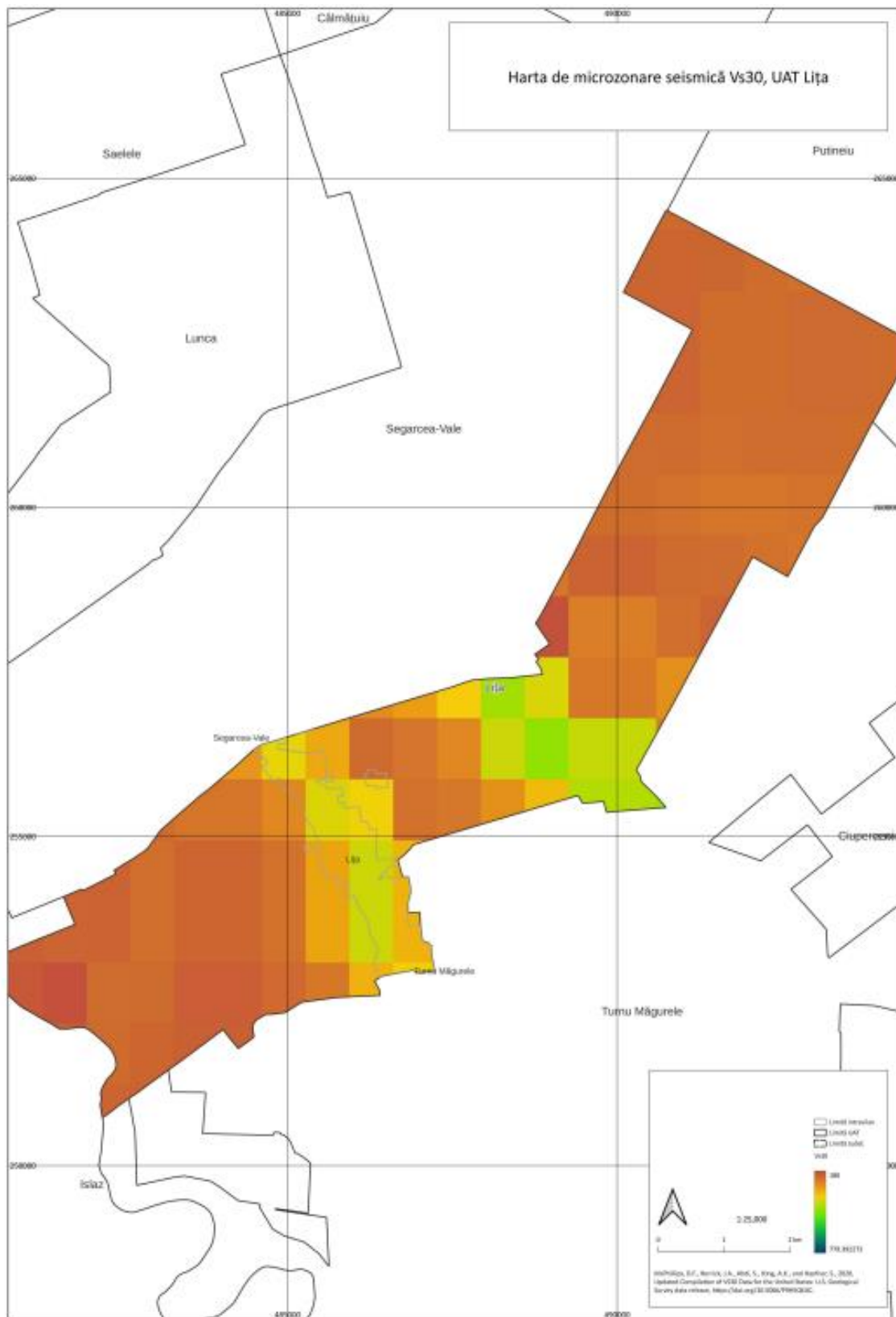


Fig. 74. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Lița

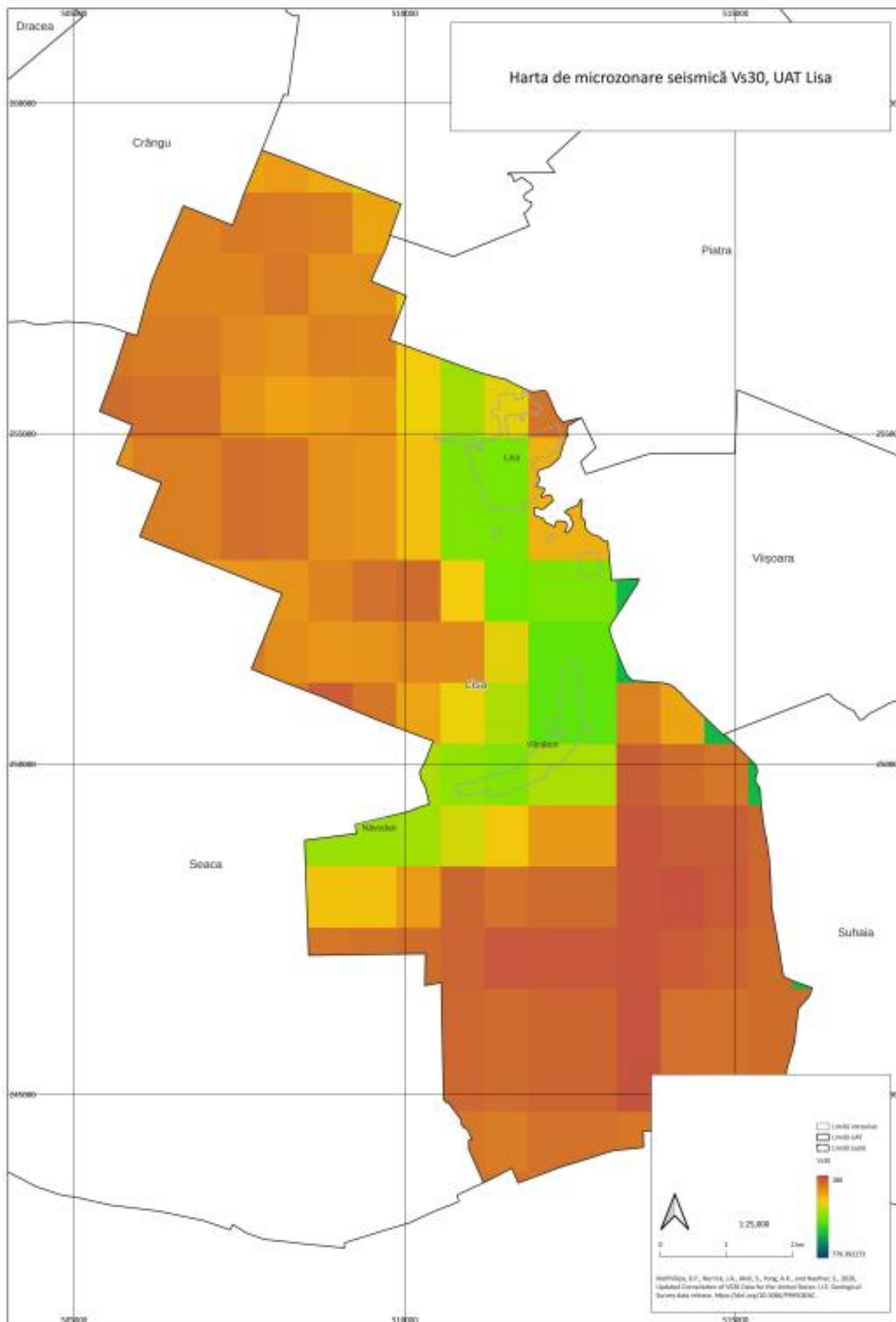


Fig. 75. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Lisa

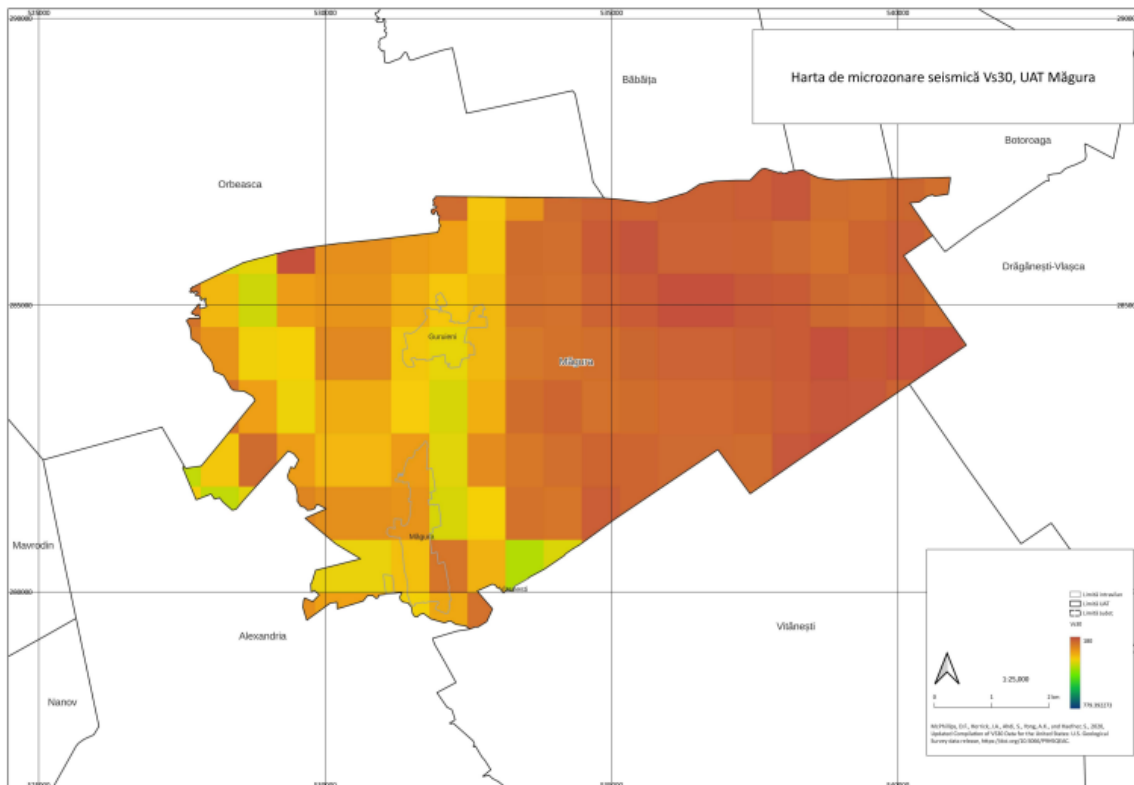


Fig. 76. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Măgura



Fig. 77. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Măldăeni

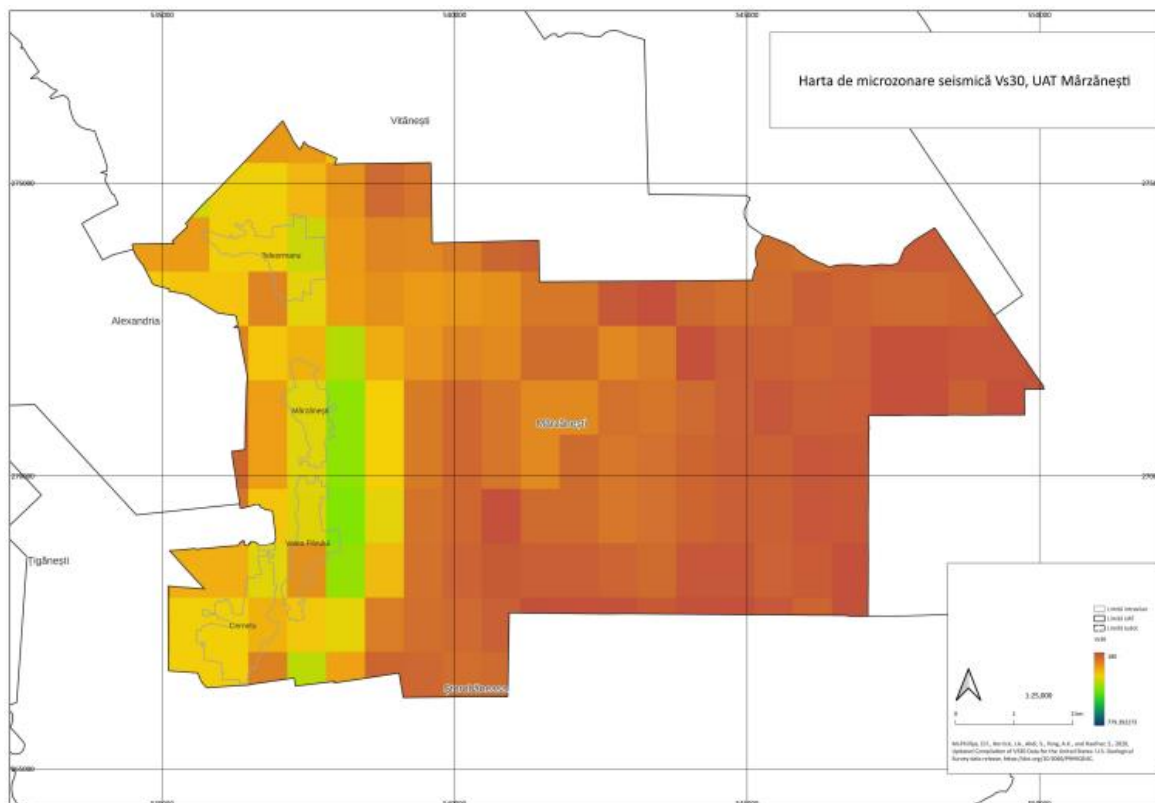


Fig. 78. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Mărzănești



Fig. 79. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Mavrodin



Fig. 80. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Mereni

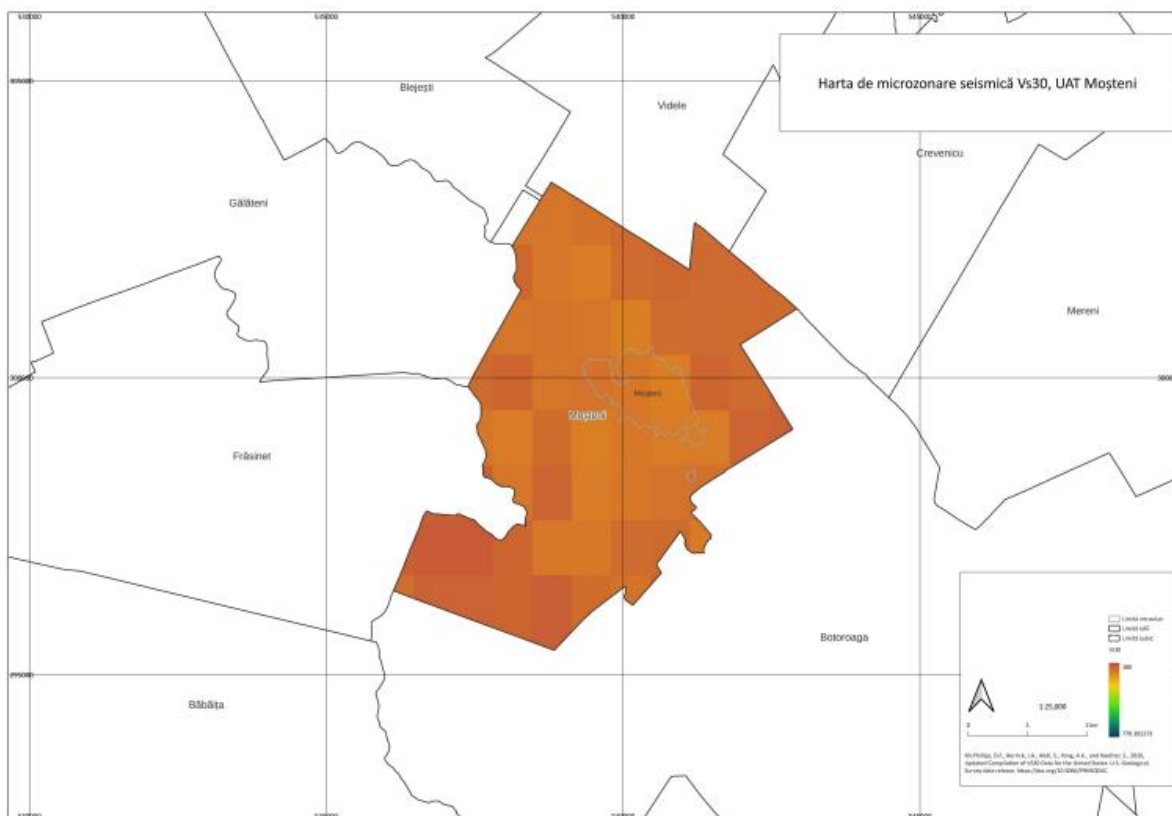


Fig. 81. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Moșteni

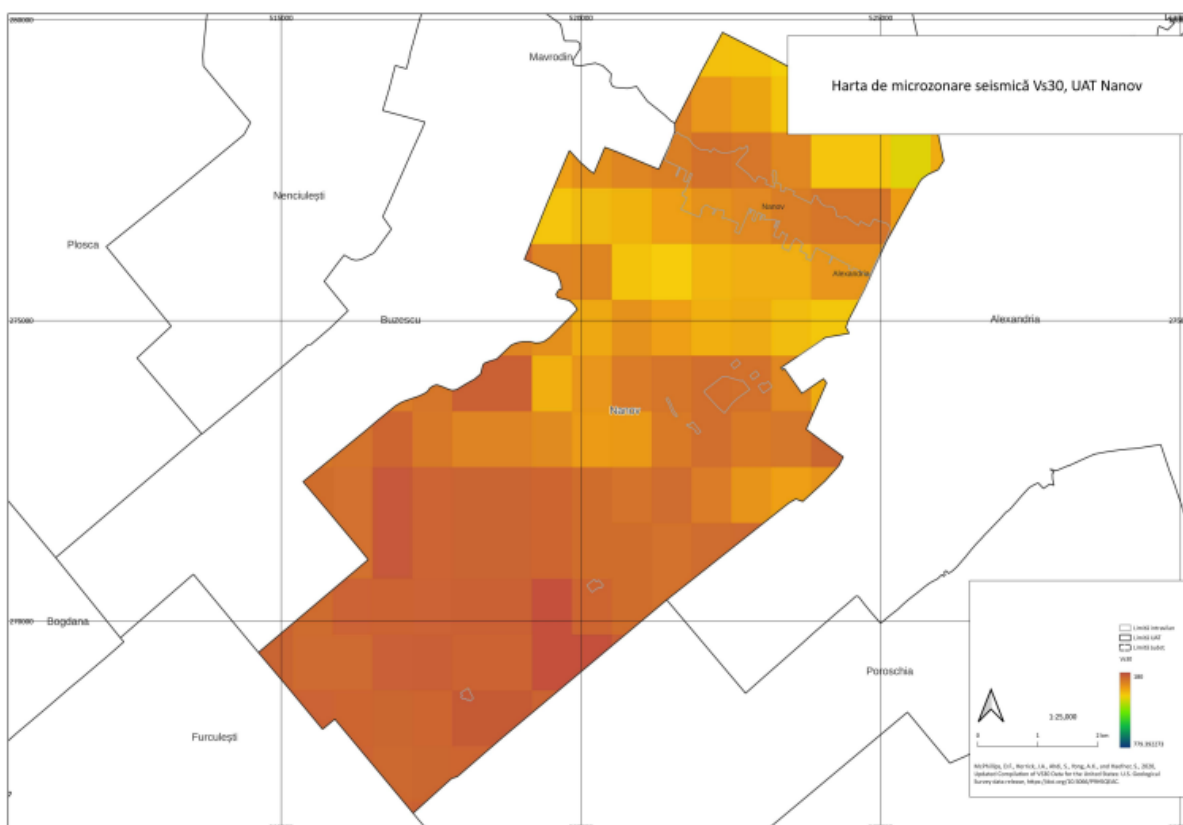


Fig. 82. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Nanov

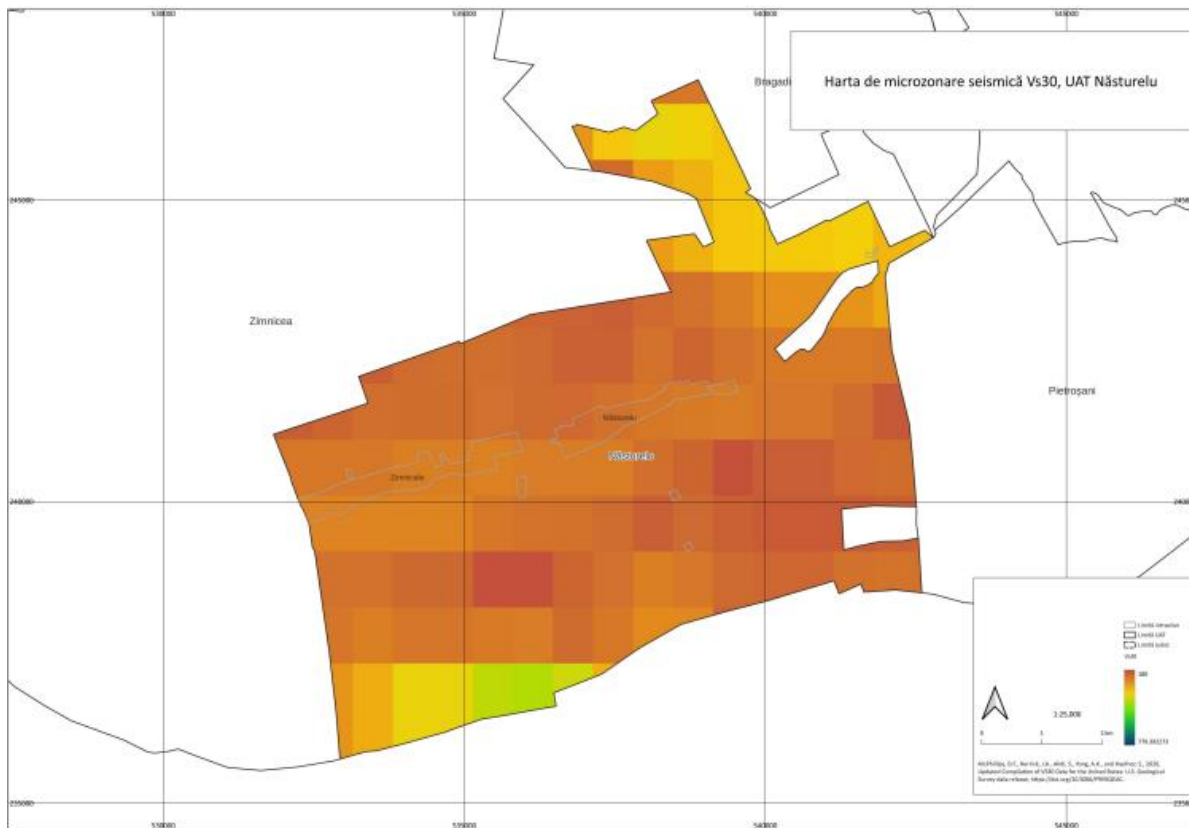


Fig. 83. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Năsturelu

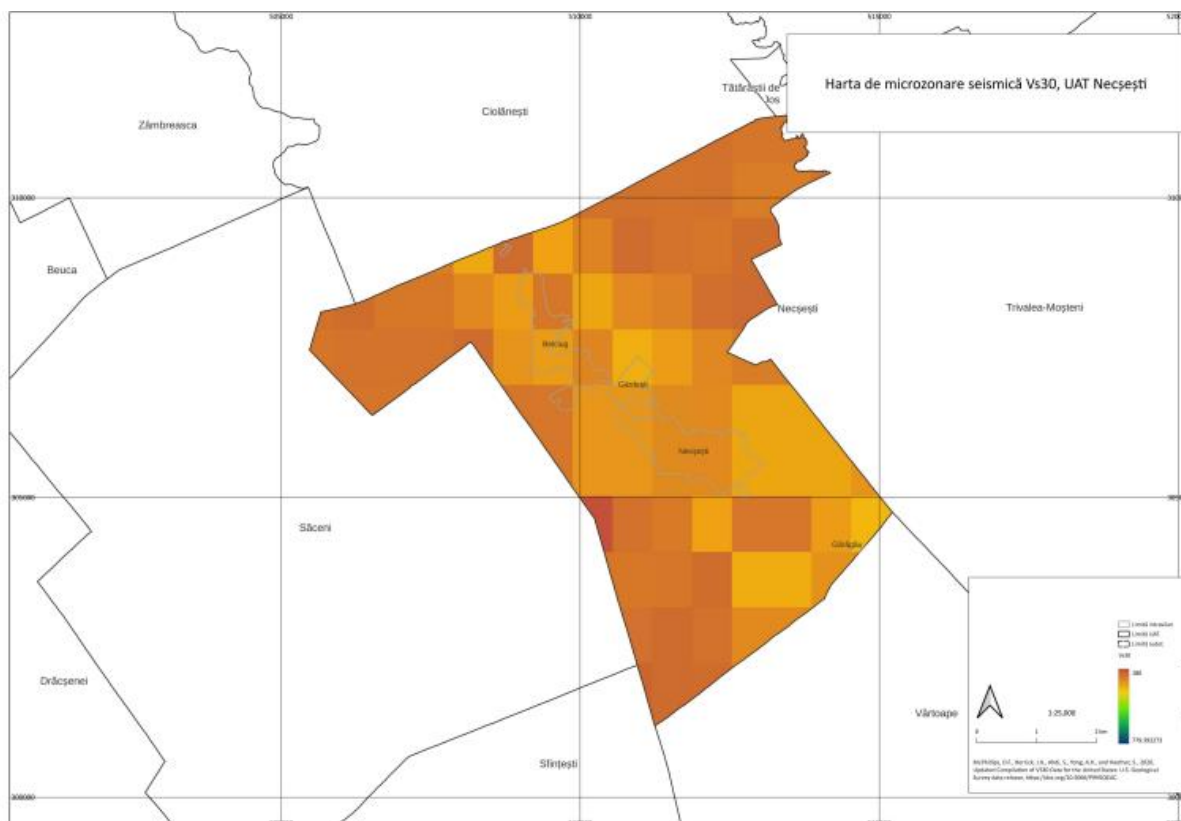


Fig. 84. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Necșești

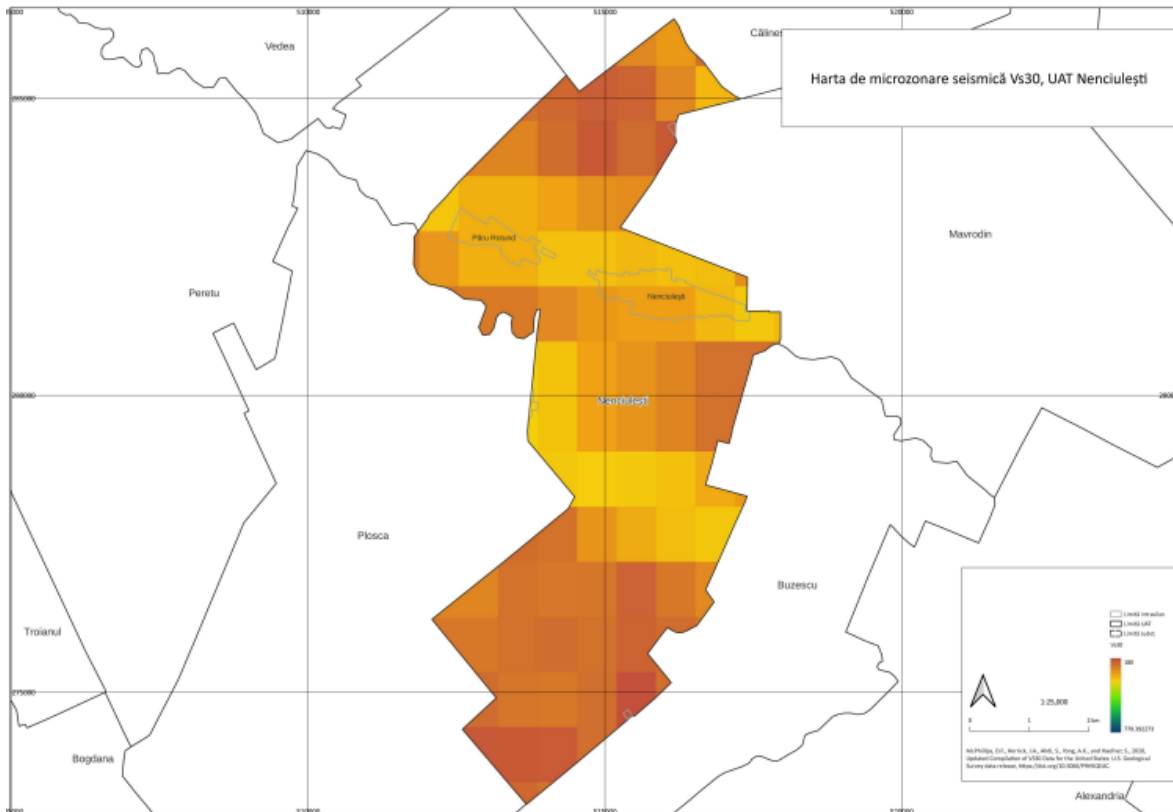


Fig. 85. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Nenciușești

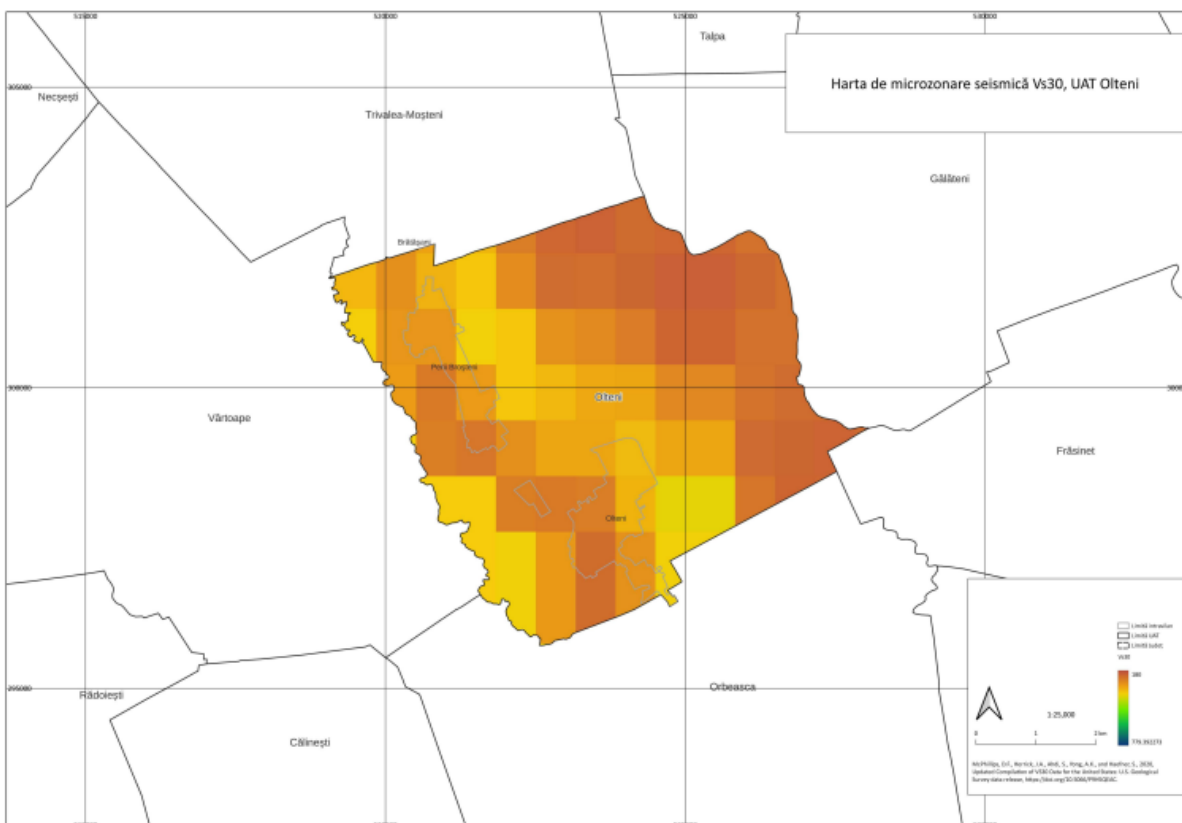


Fig. 86. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Olteni



Fig. 87. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Orbeasca



Fig. 88. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Peretu

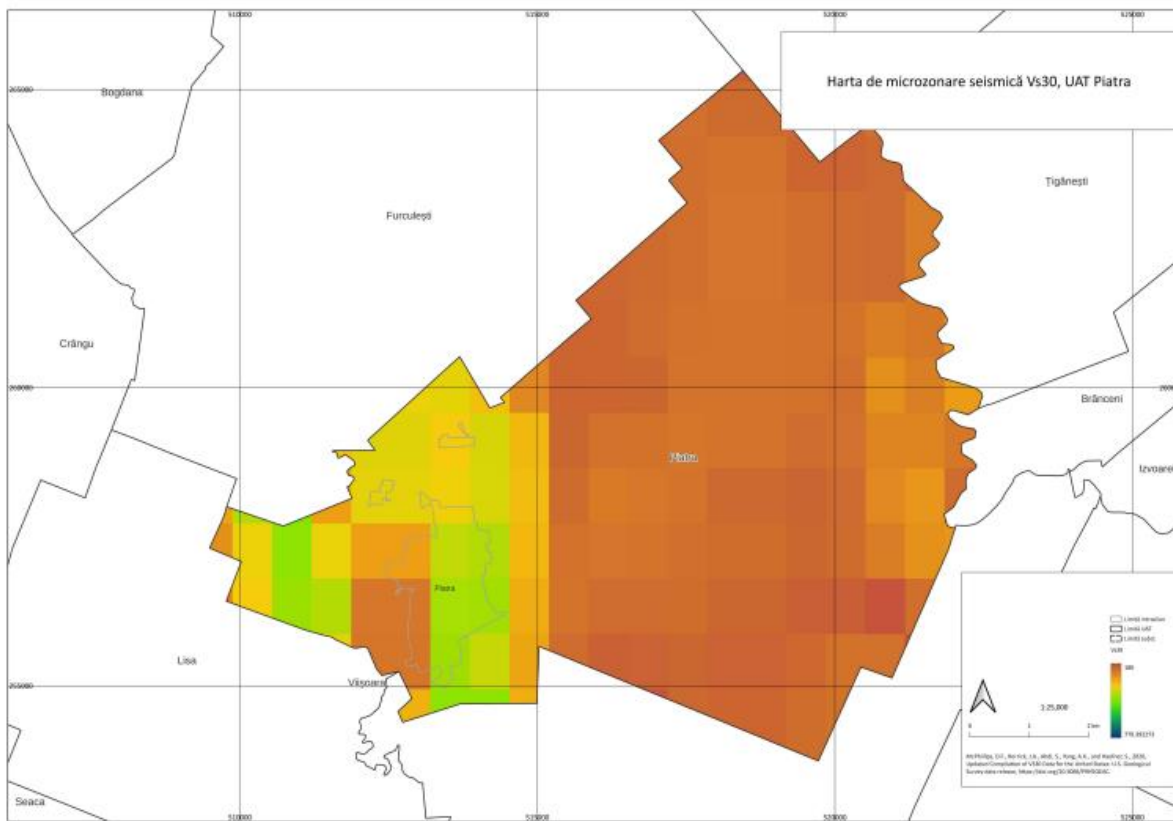


Fig. 89. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Piatra

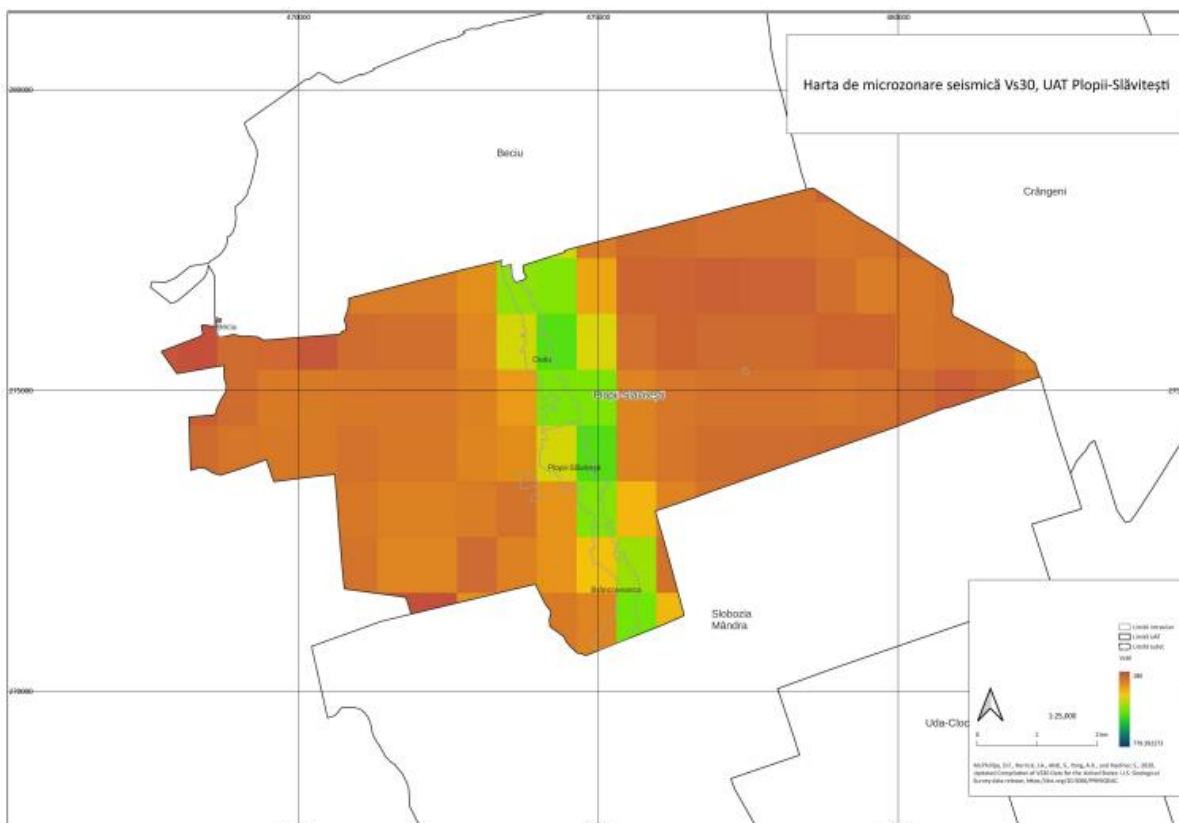


Fig. 90. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Plopii- Slăvițești

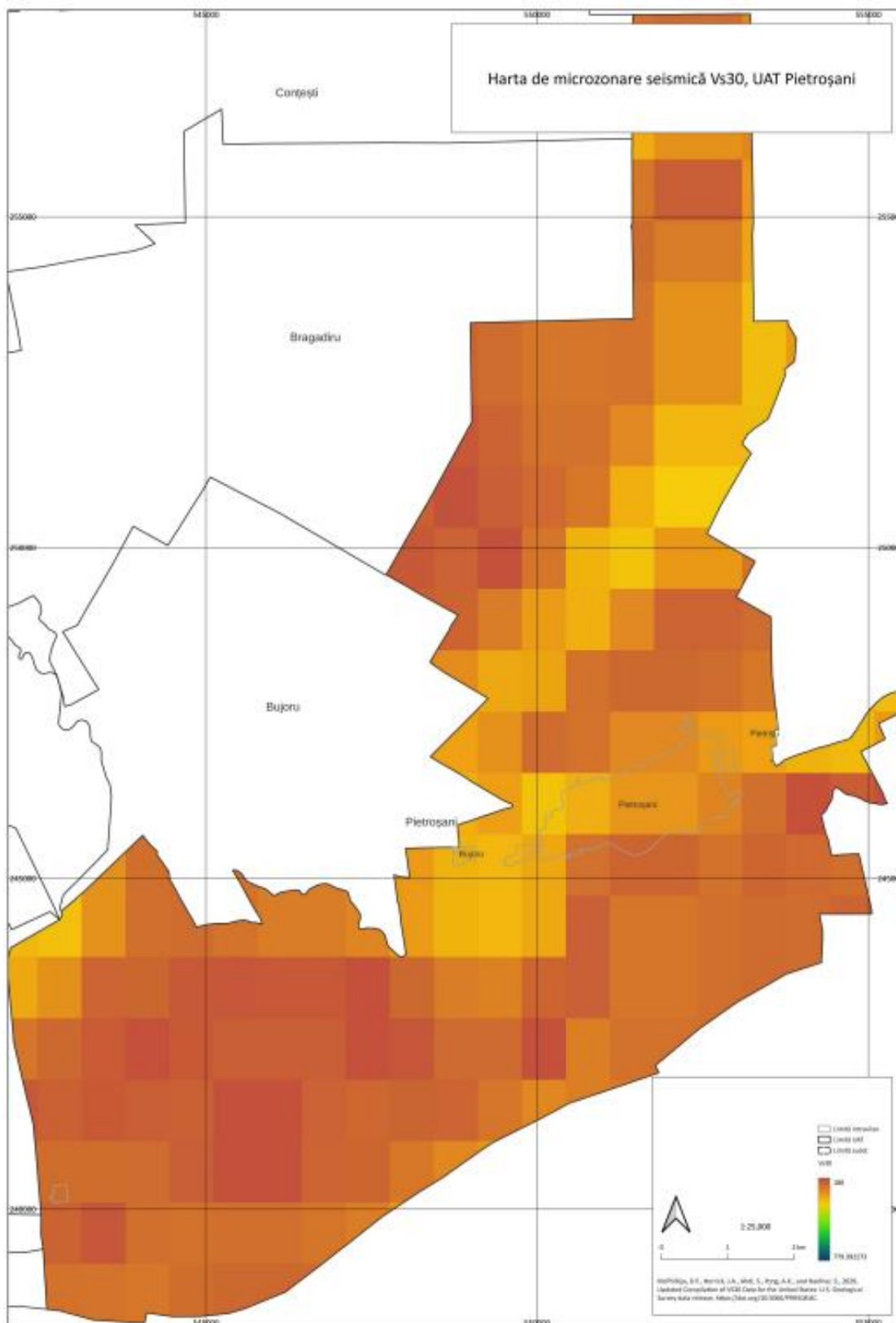


Fig. 91. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Pietroșani



Fig. 92. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Plosca

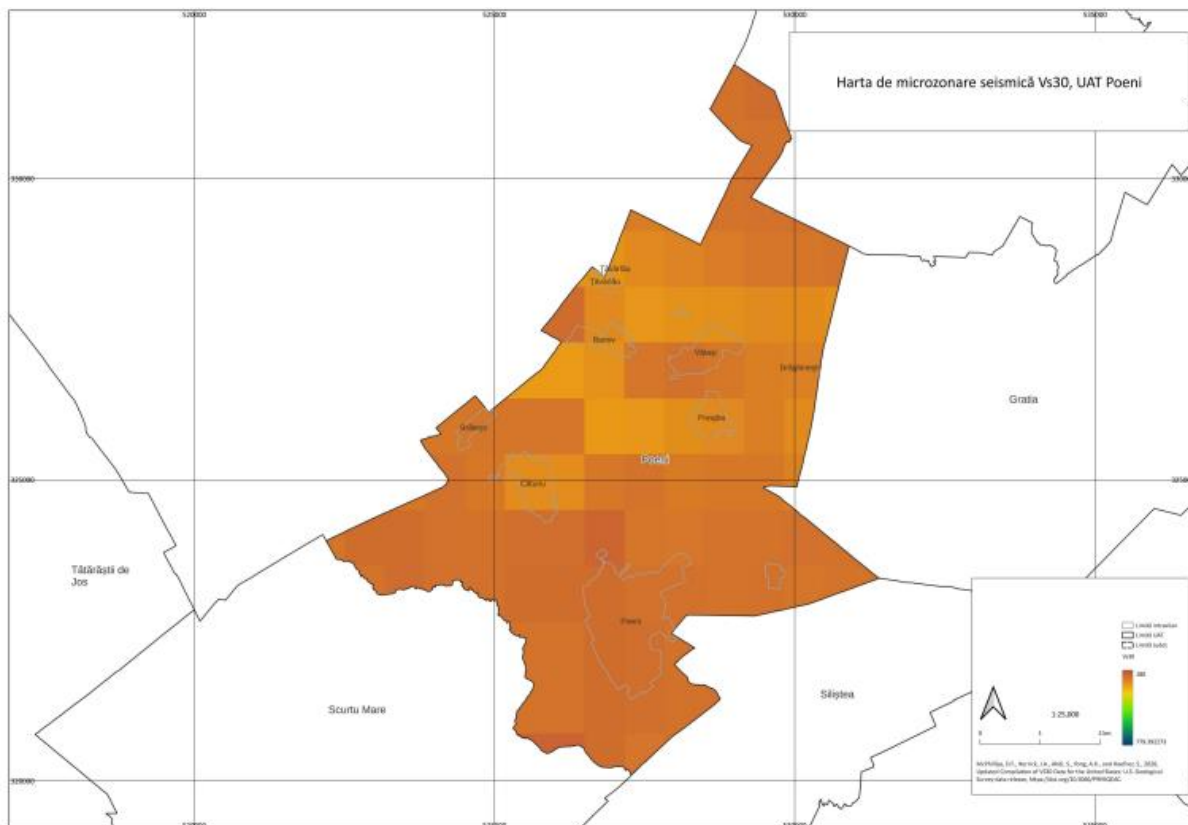


Fig. 93. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Poeni

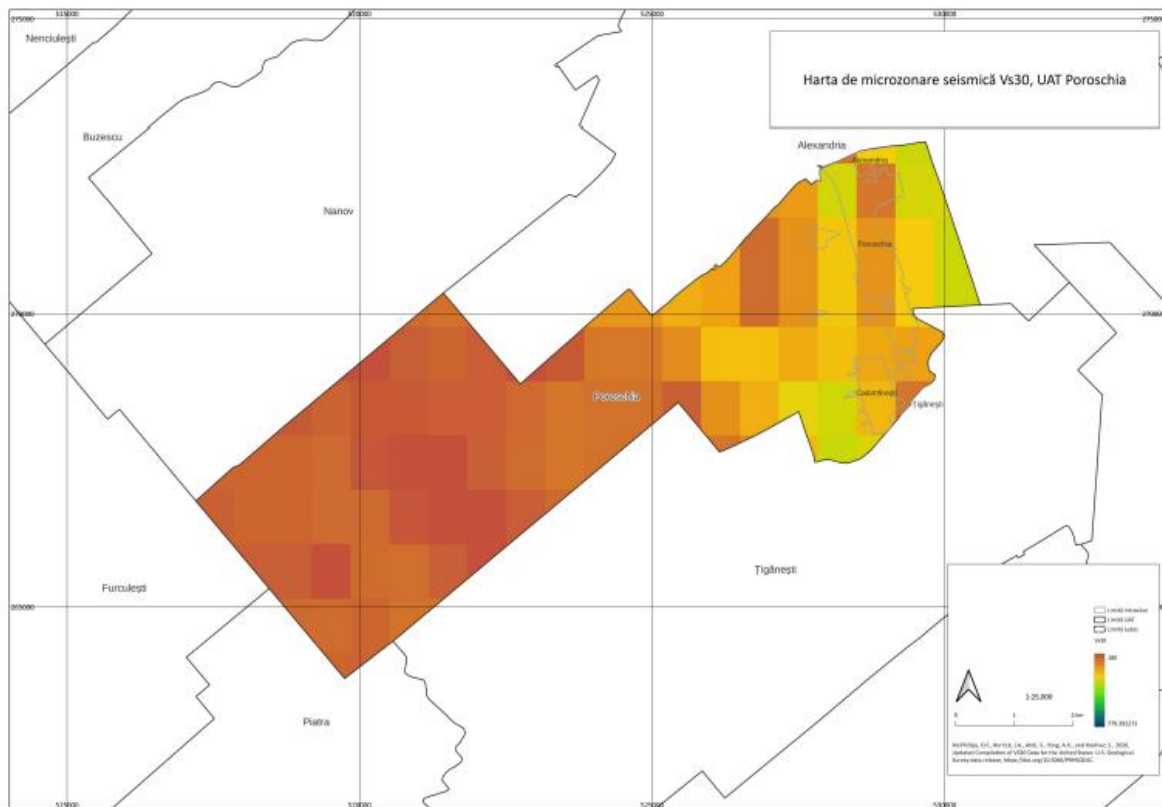


Fig. 94. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Poroschia

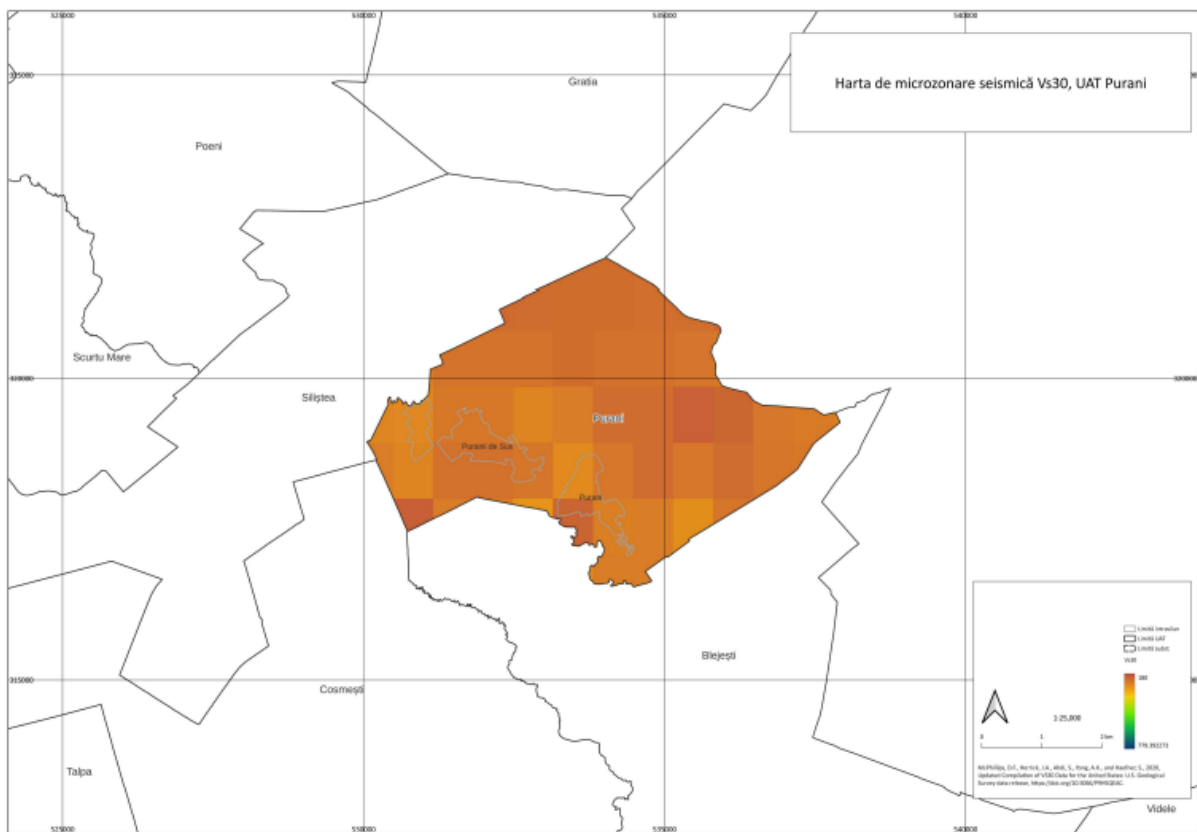


Fig. 95. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Purani



Fig. 96. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Putineiu



Fig. 97. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Rădoiștii



Fig. 98. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Răsmirești

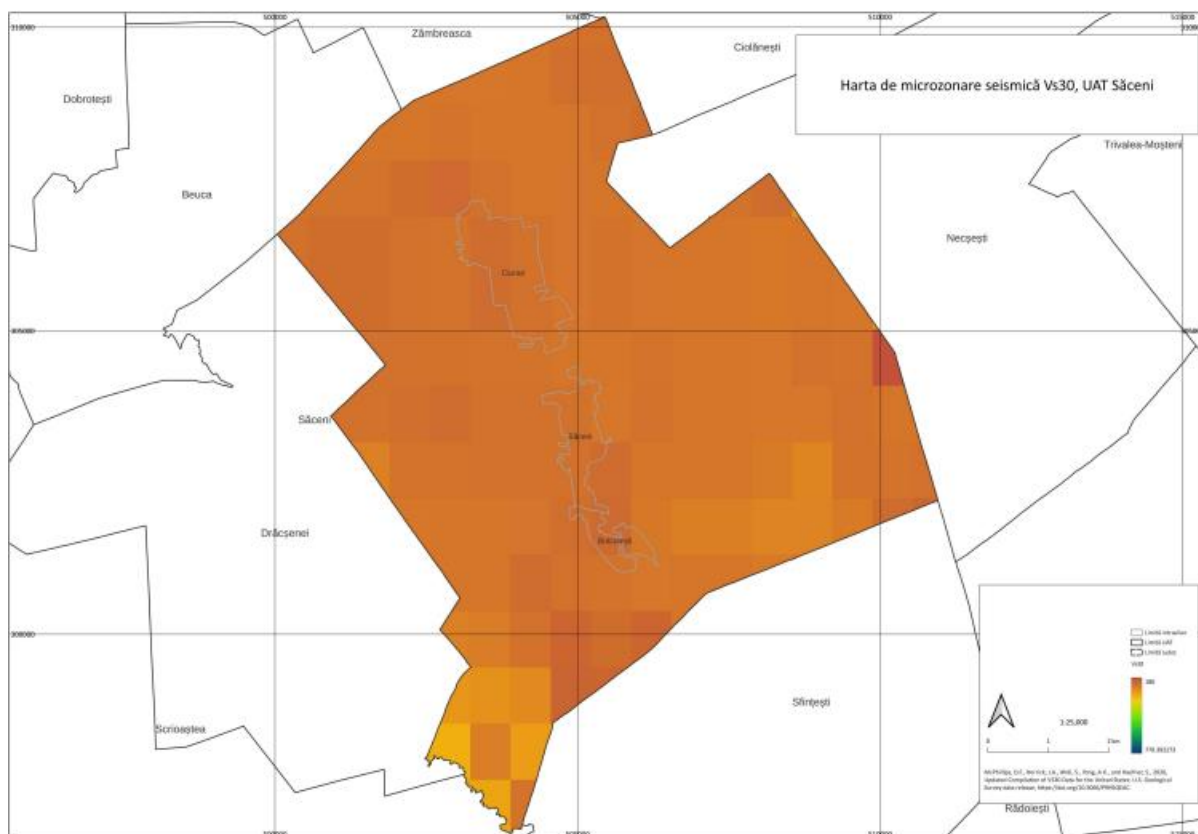


Fig. 99. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Săceni

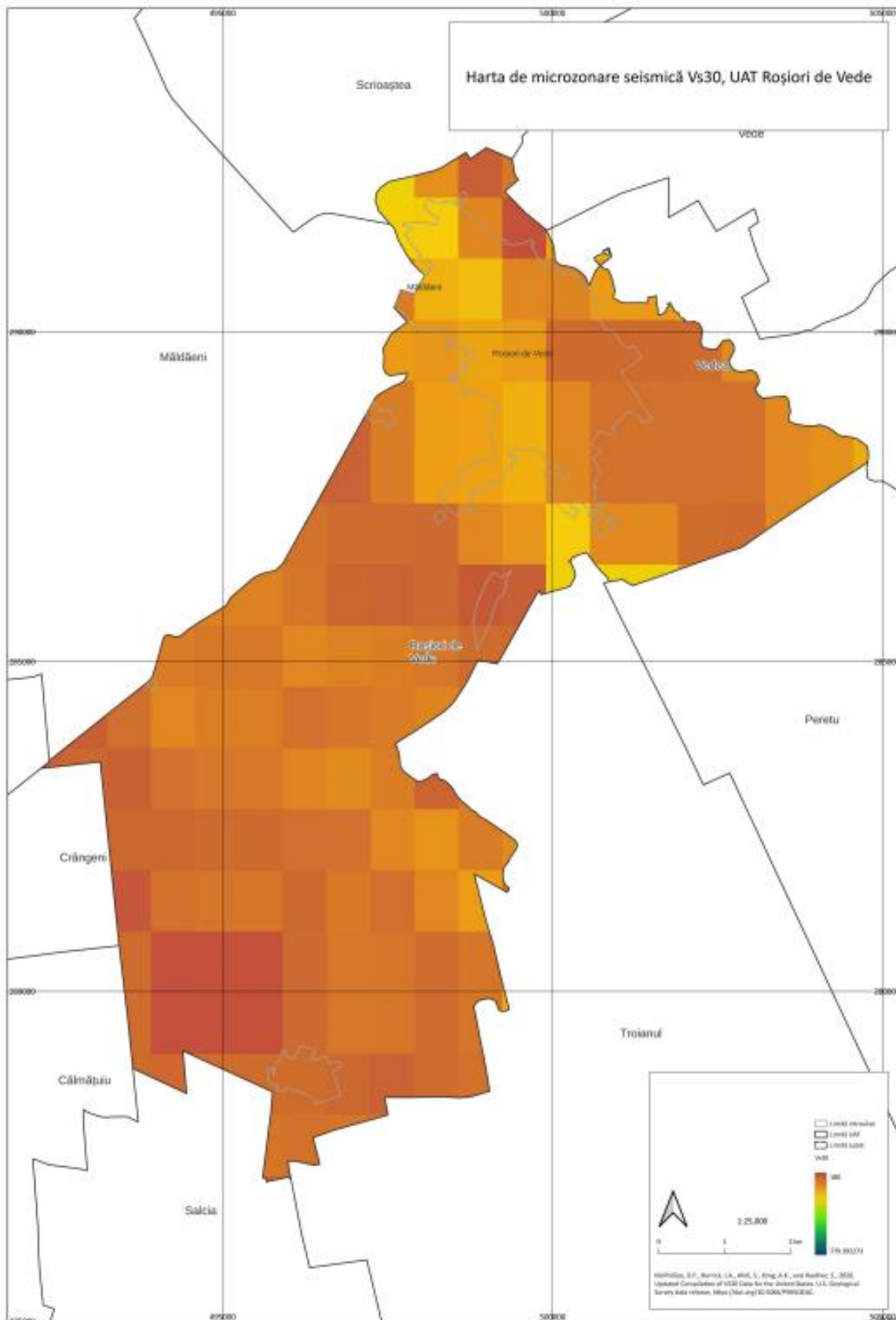


Fig. 100. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Roșiori de Vede

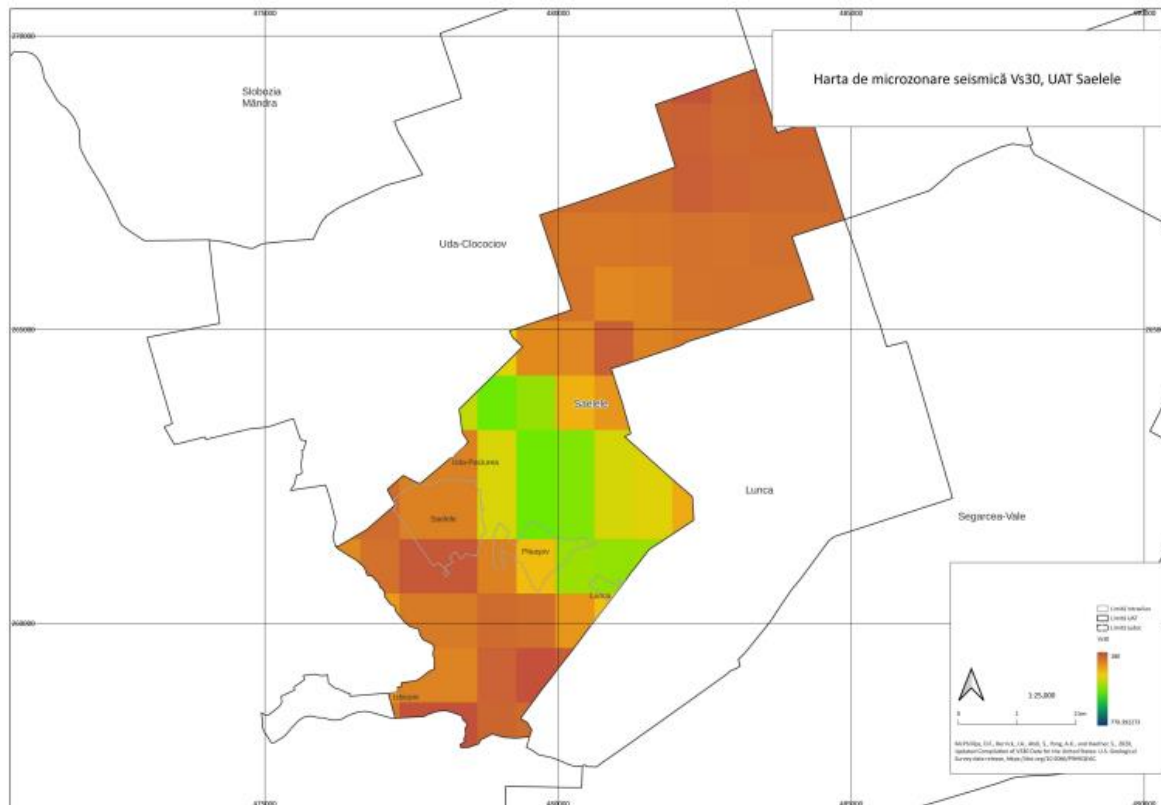


Fig. 101. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Saelele

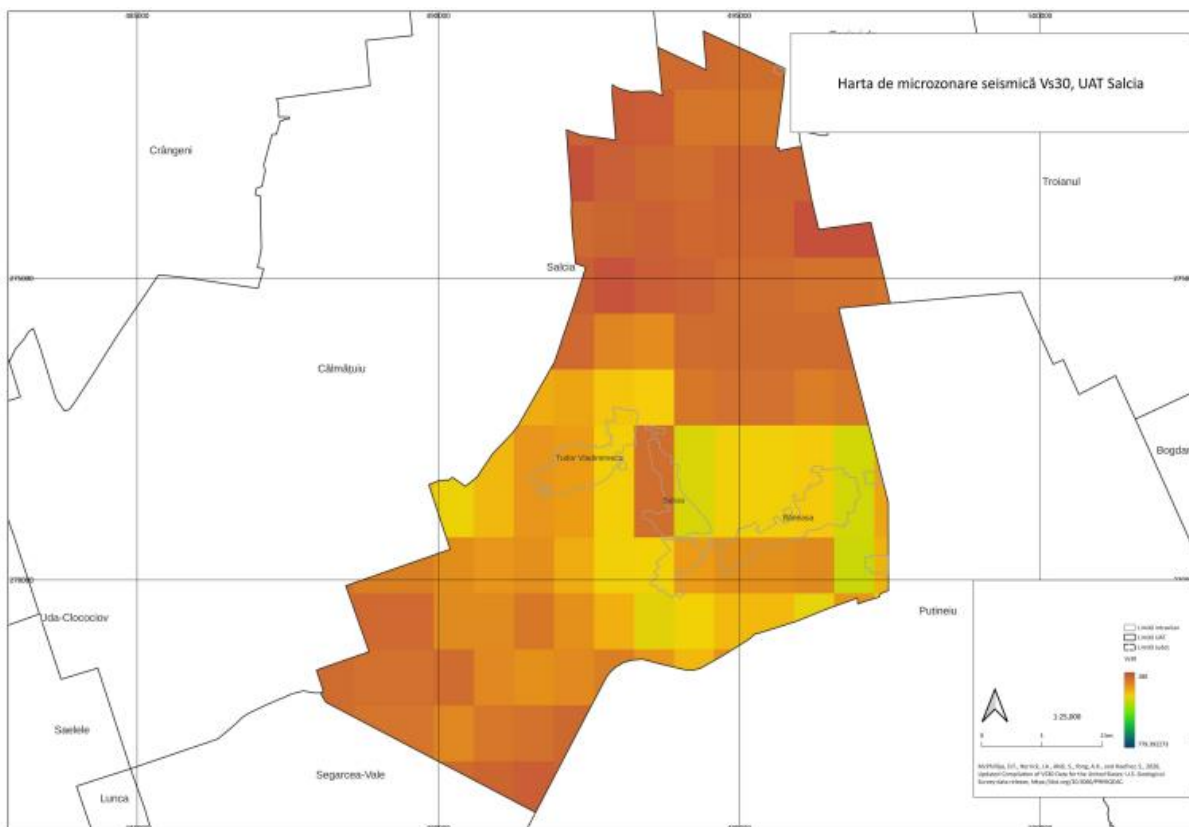


Fig. 102. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Salcia



Fig. 103. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Sârbeni

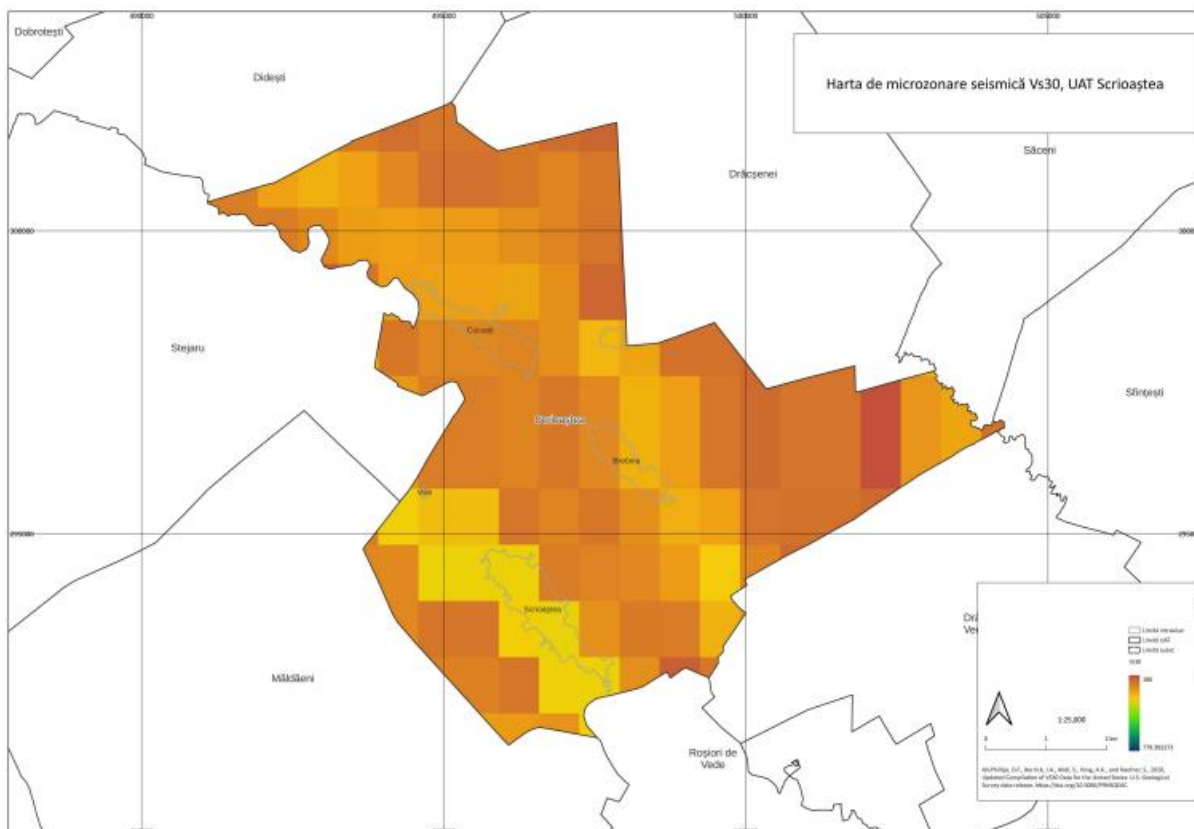


Fig. 104. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UA4 Scrioaștea

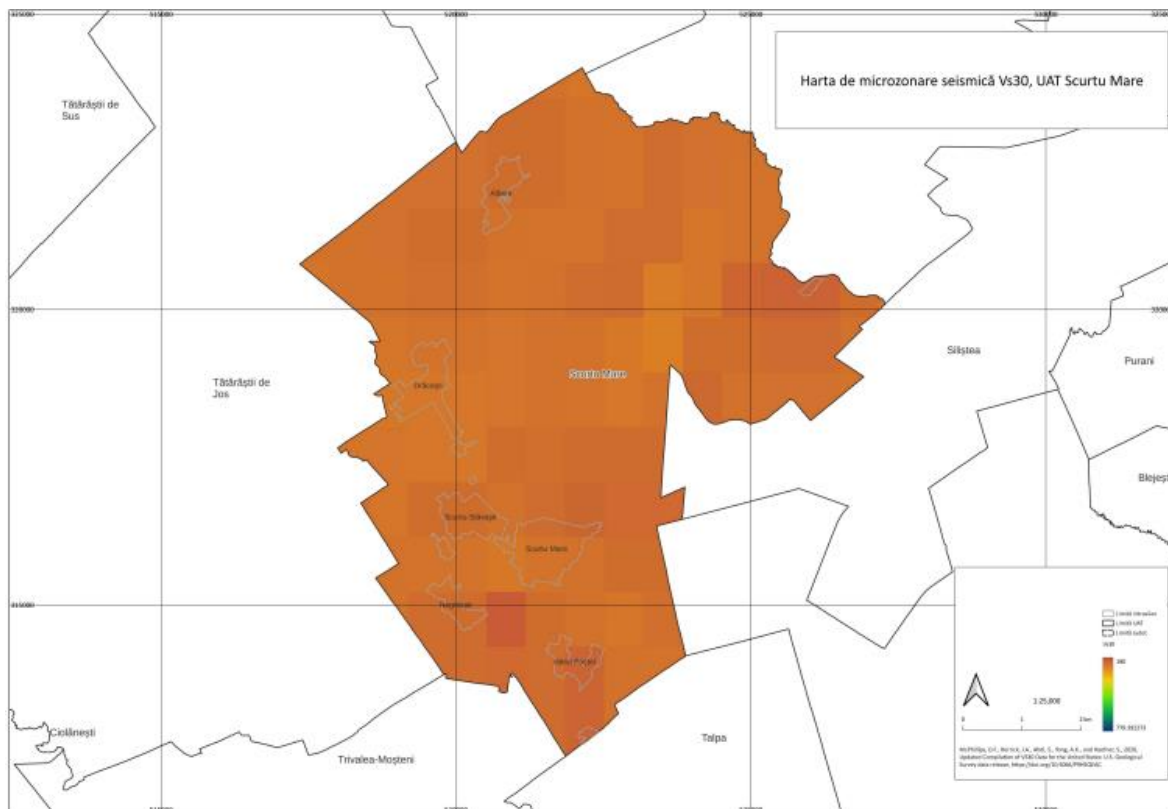


Fig. 105. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Scurtu Mare

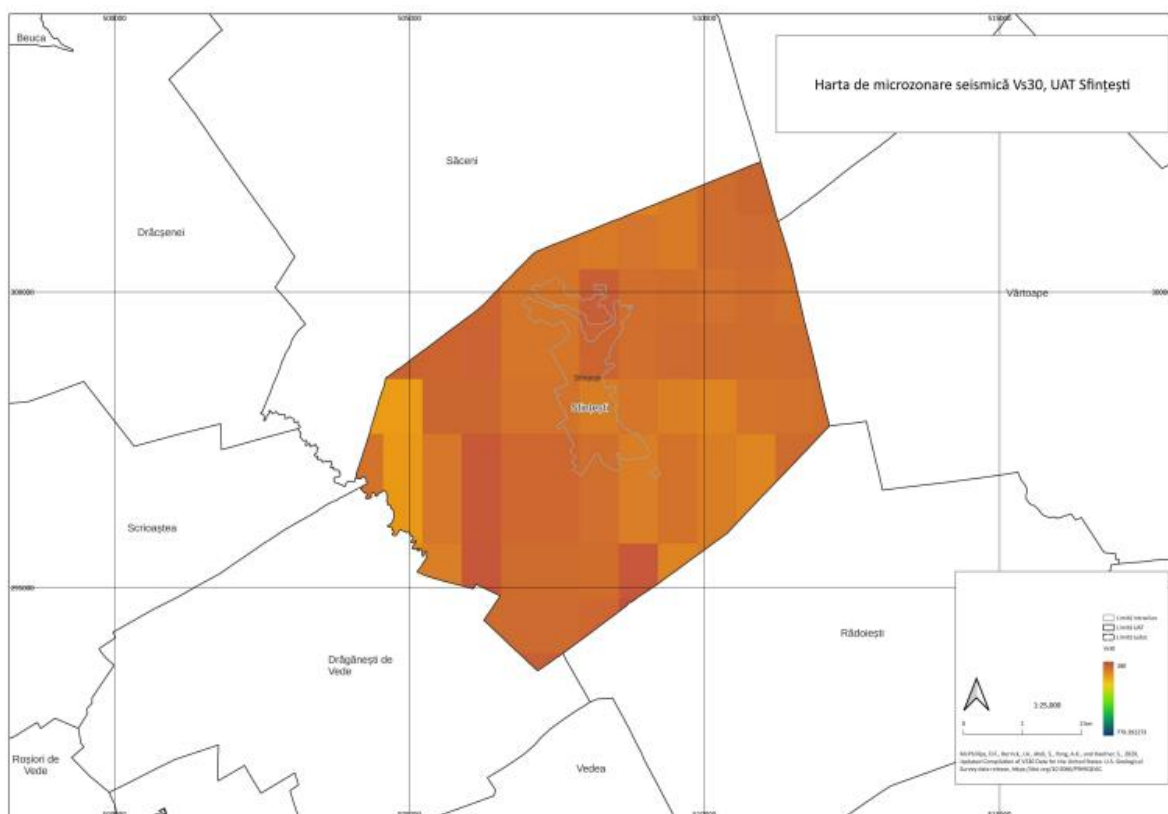


Fig. 106. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Sfîntești

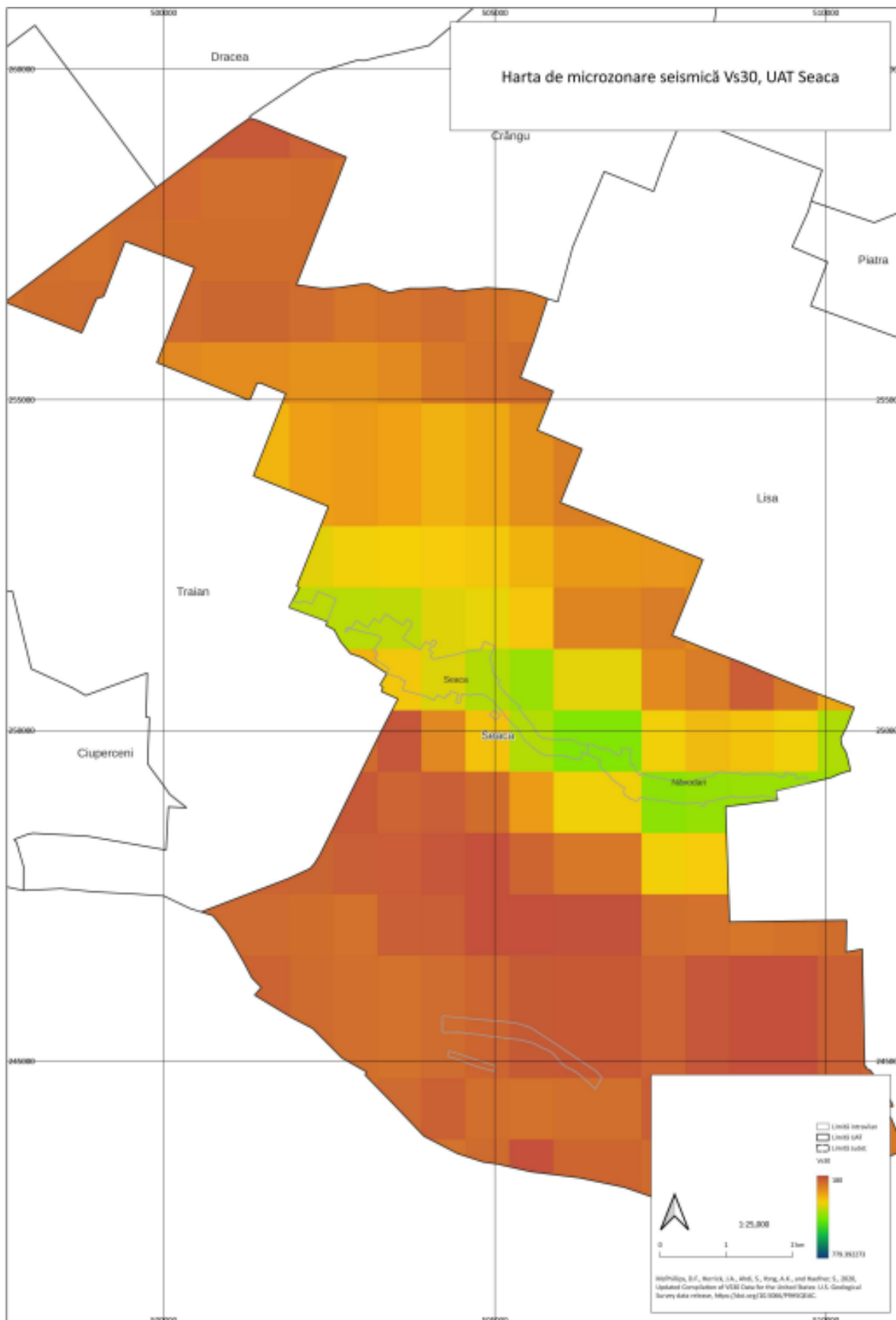


Fig. 107. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Seaca

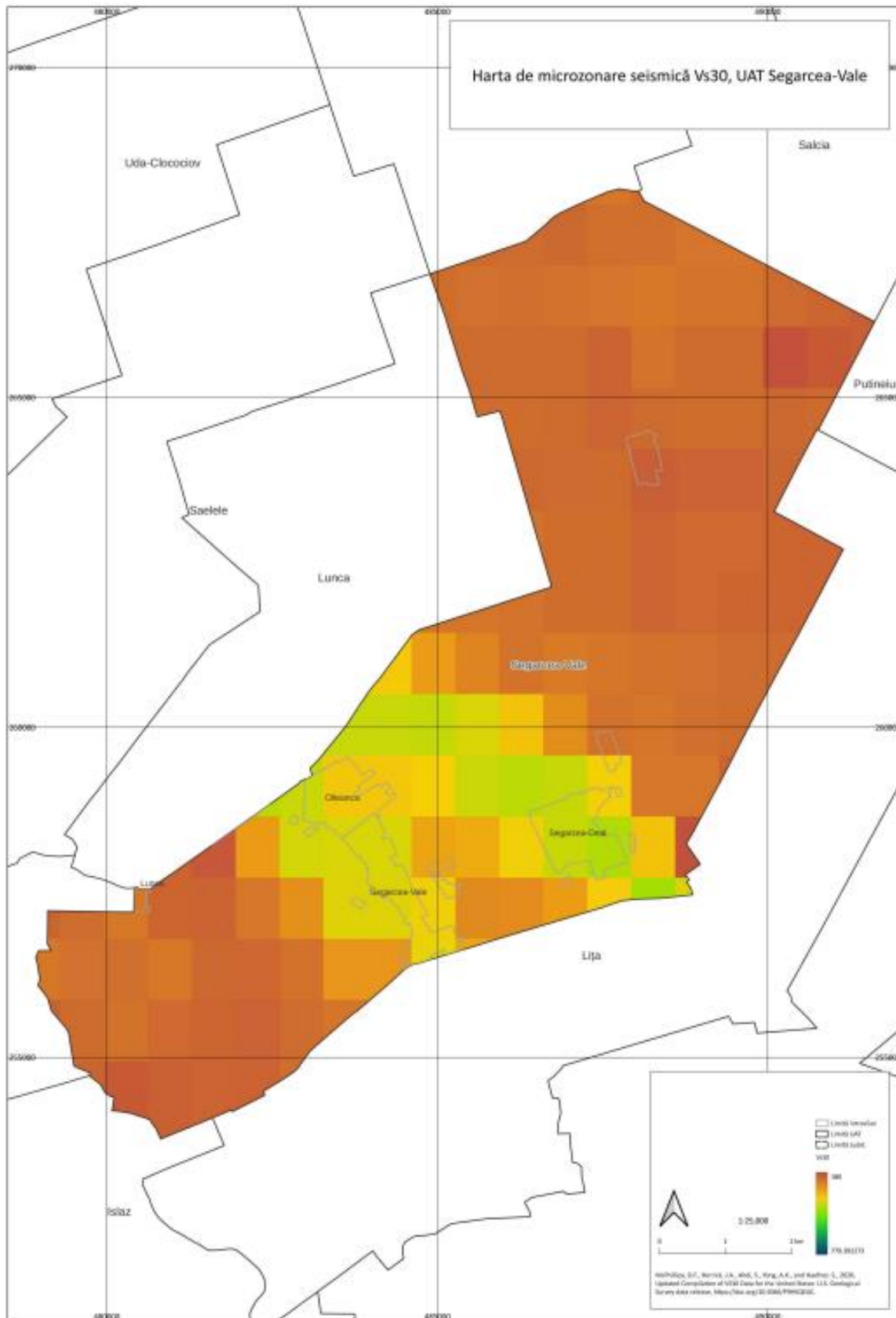


Fig. 108. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Segarcea Vale

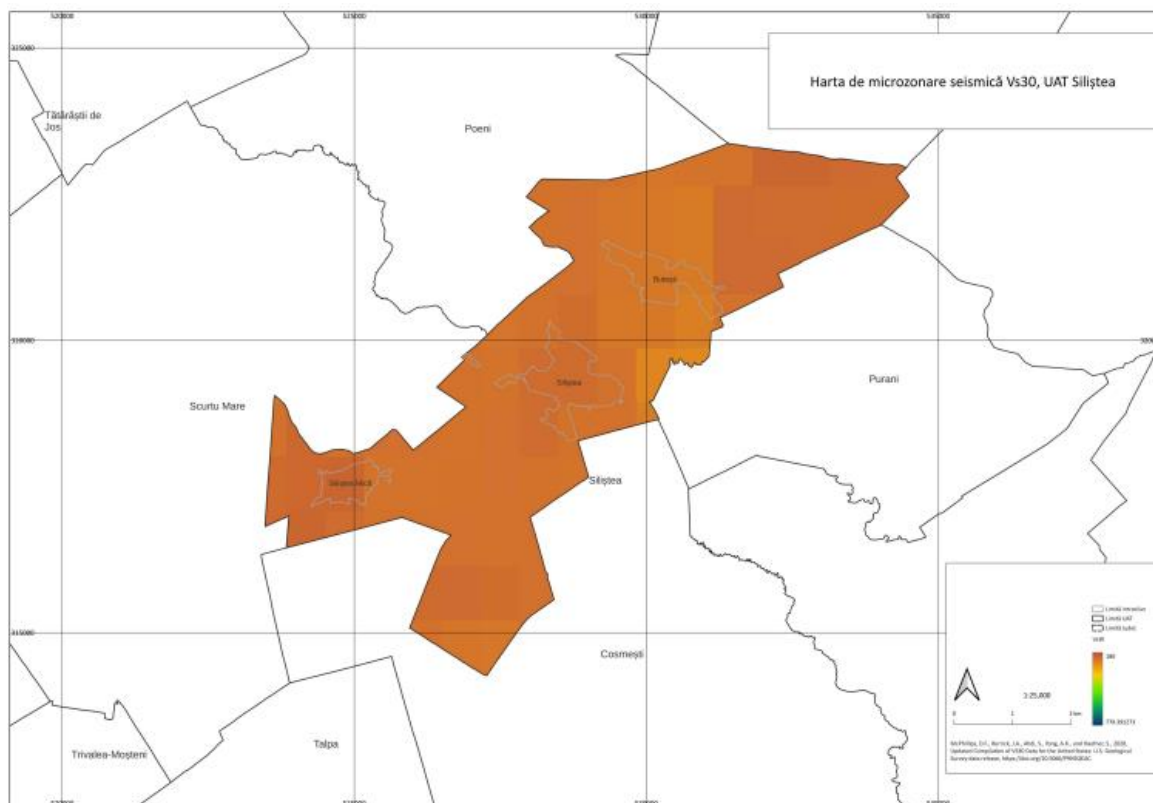


Fig. 109. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Siliștea

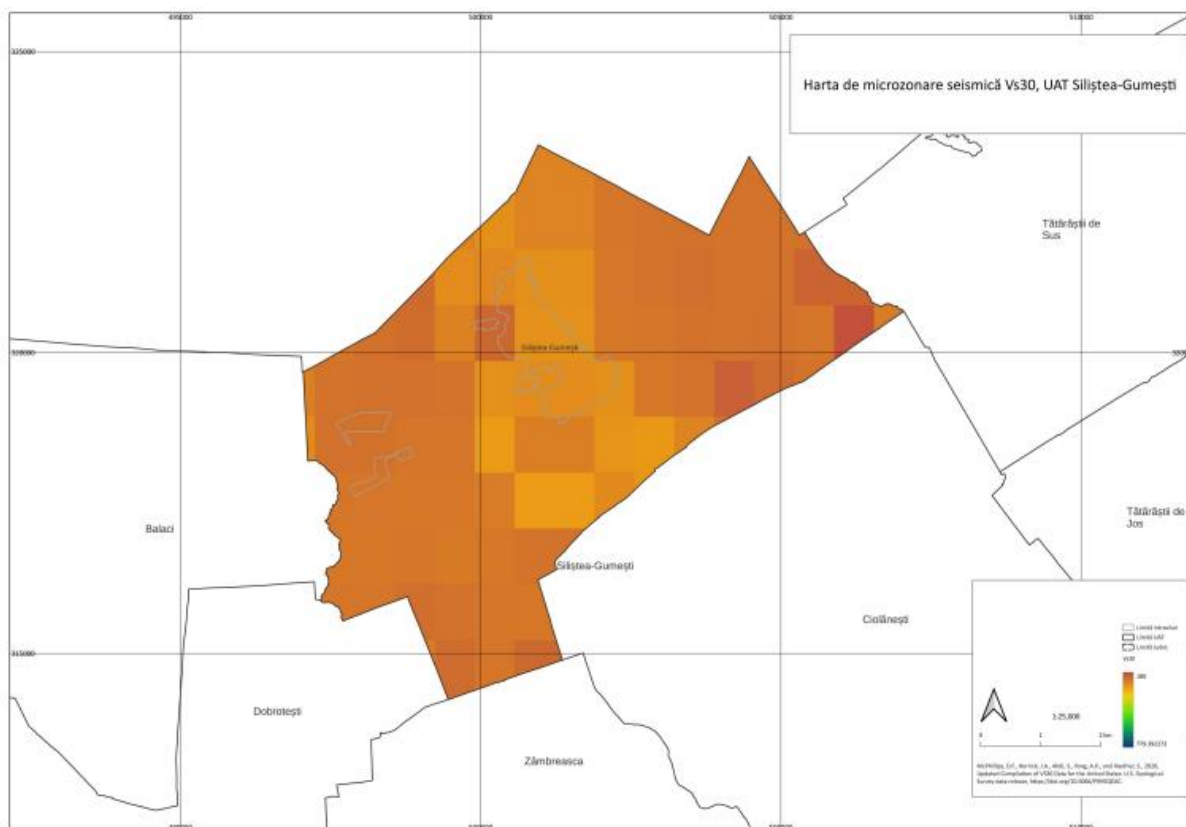


Fig. 110. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Siliștea Glumcești

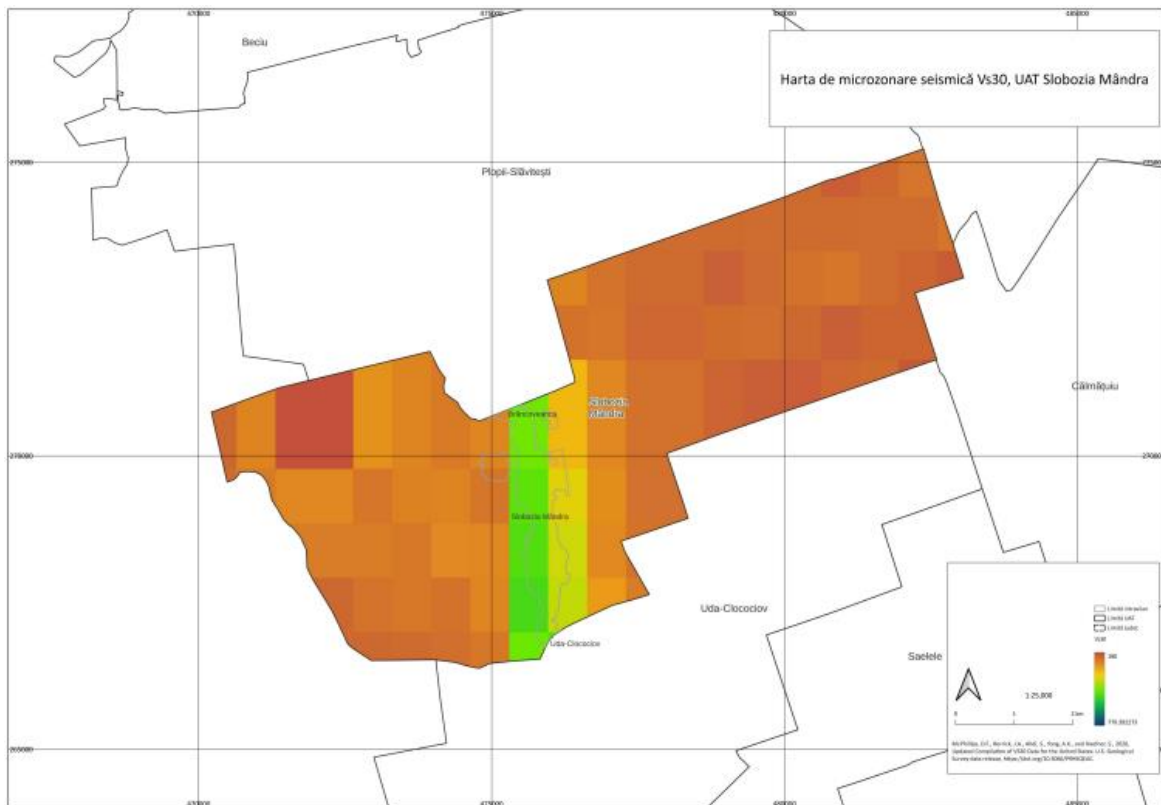


Fig. 111. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Slobozia Mândra

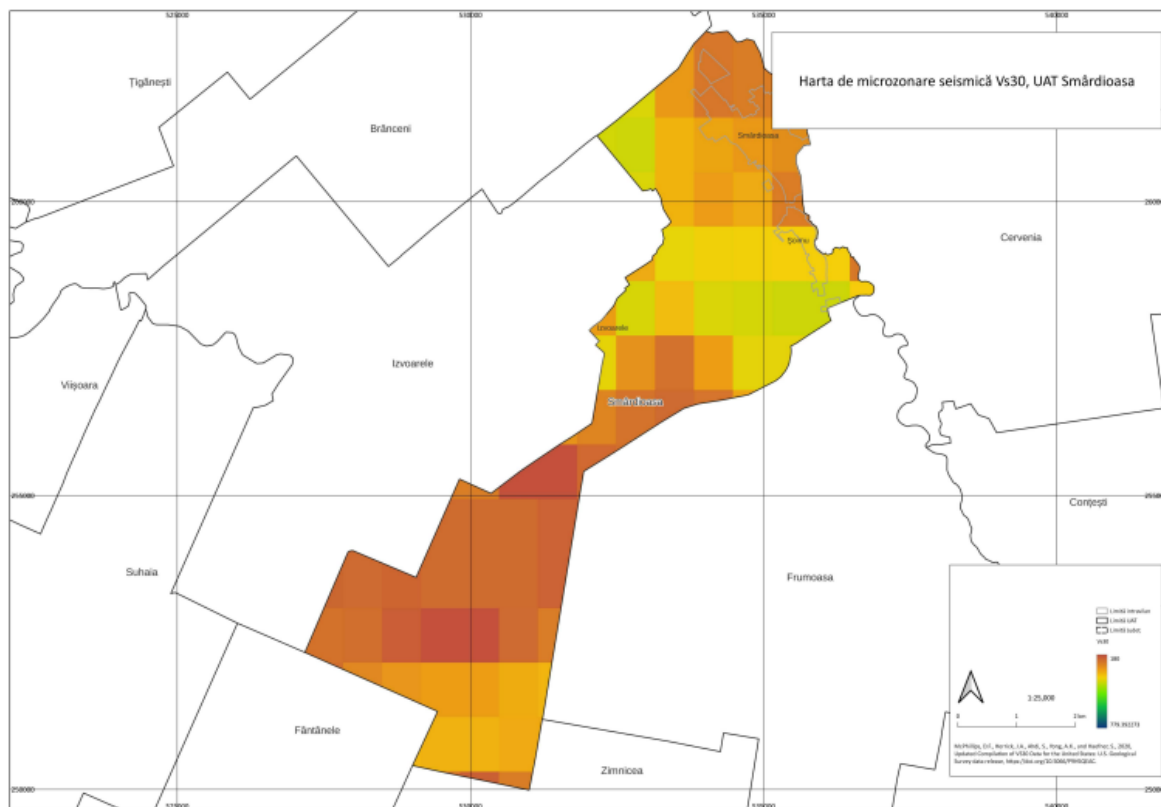


Fig. 112. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Smârdioasa



Fig. 113. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Stejaru

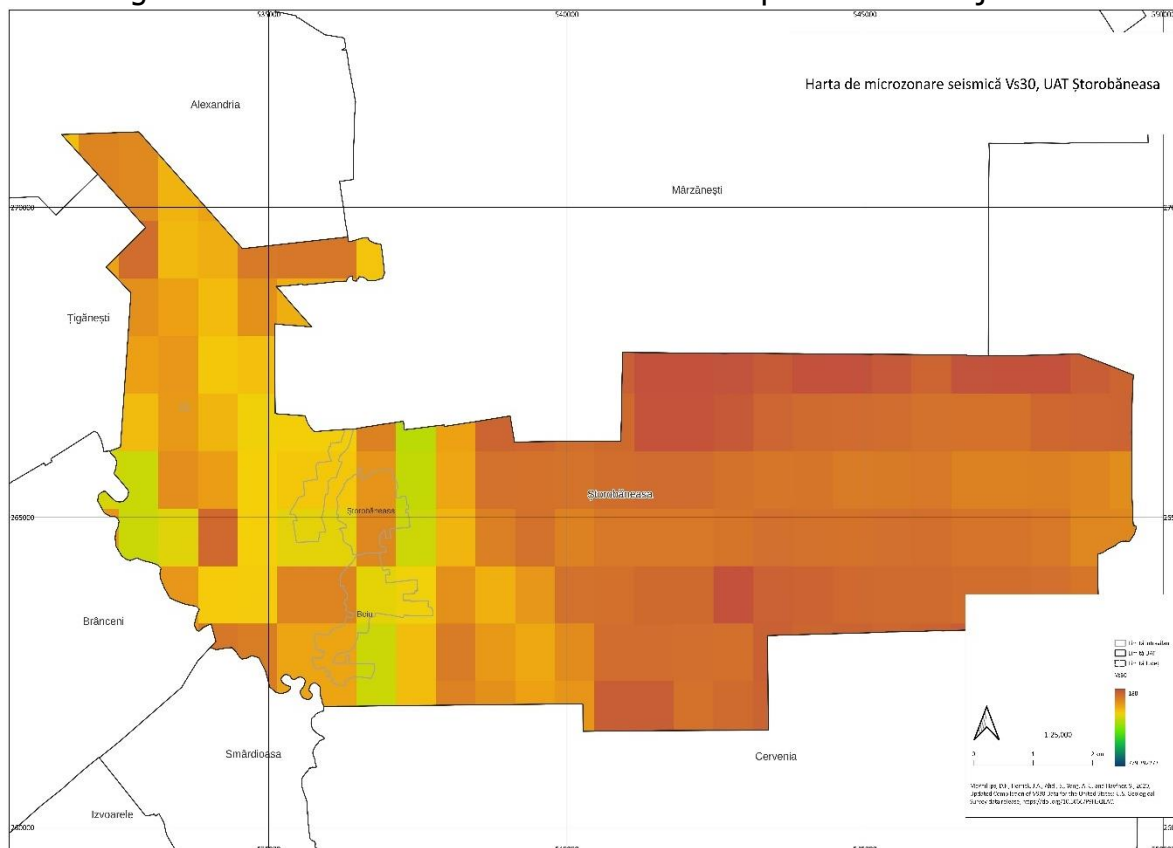


Fig. 114. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Ștorobăneasa

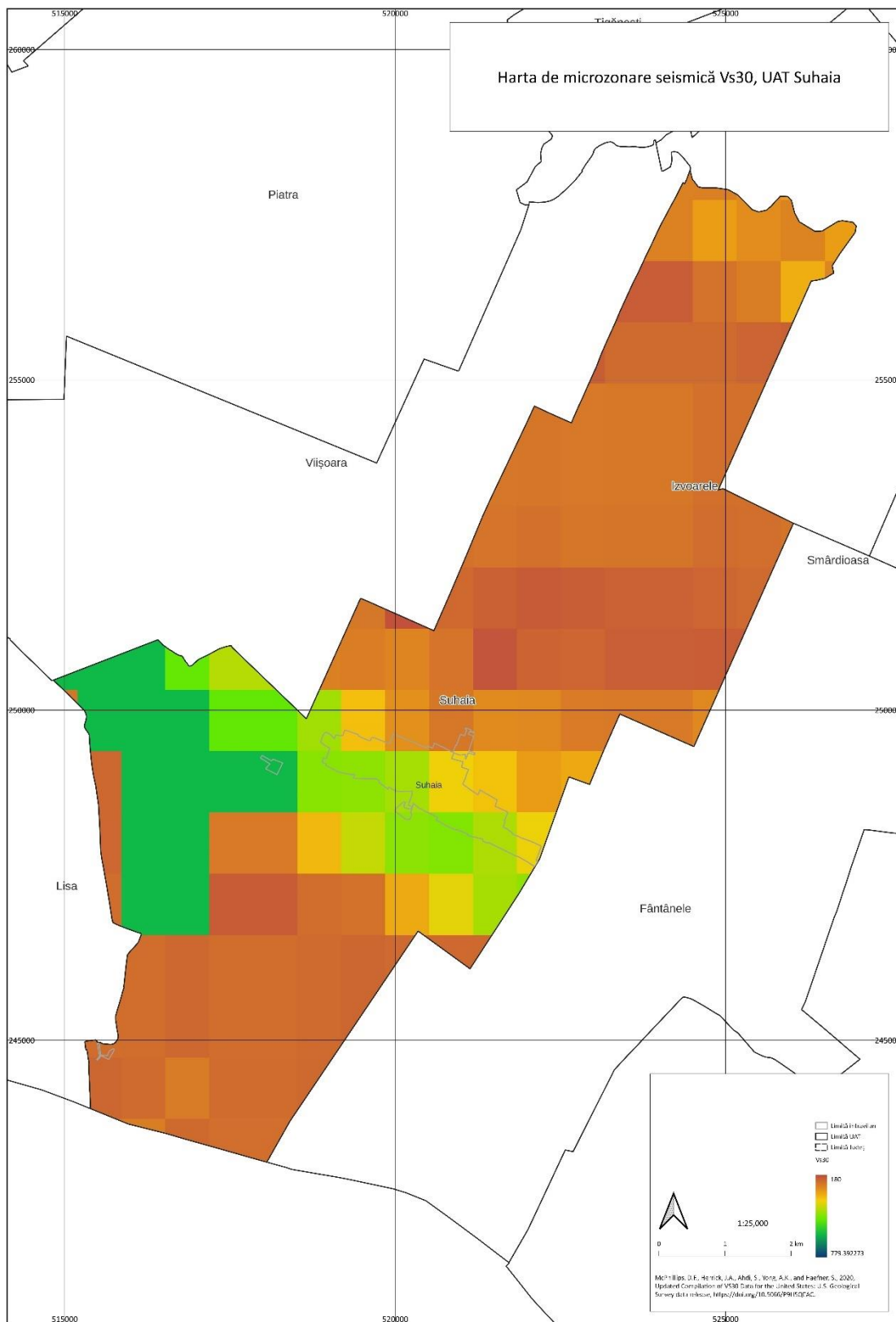


Fig. 115. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Suhaia

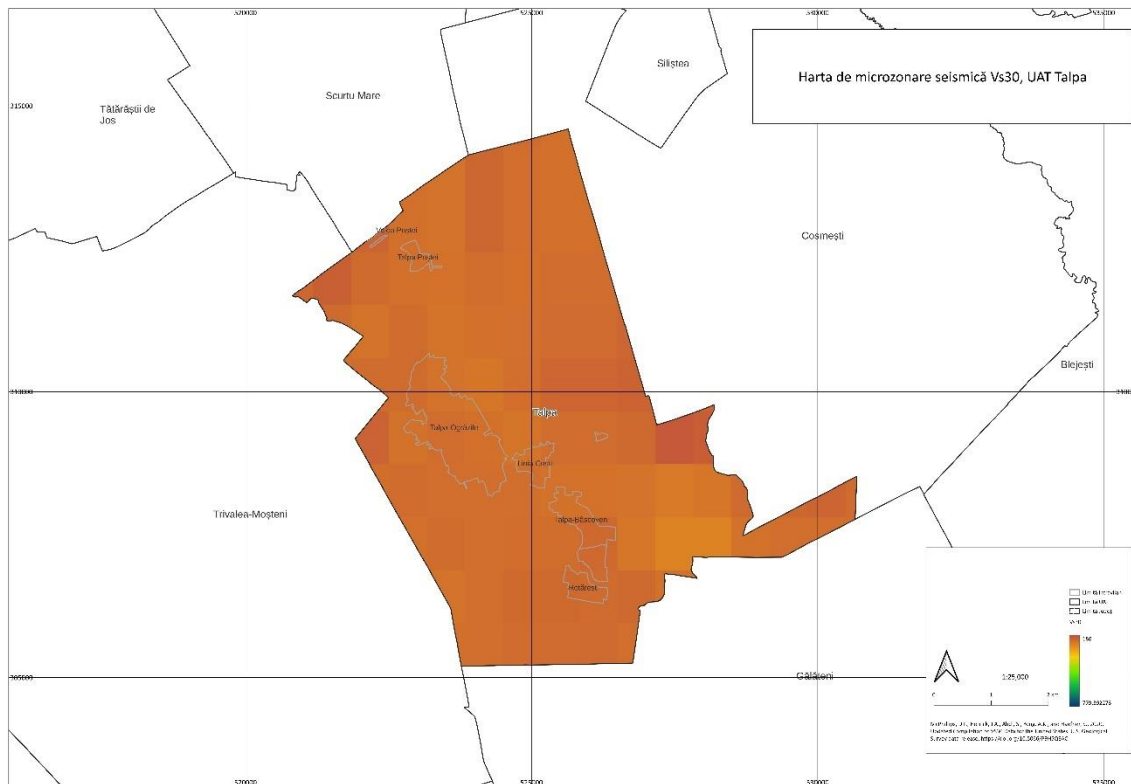


Fig. 116. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Talpa

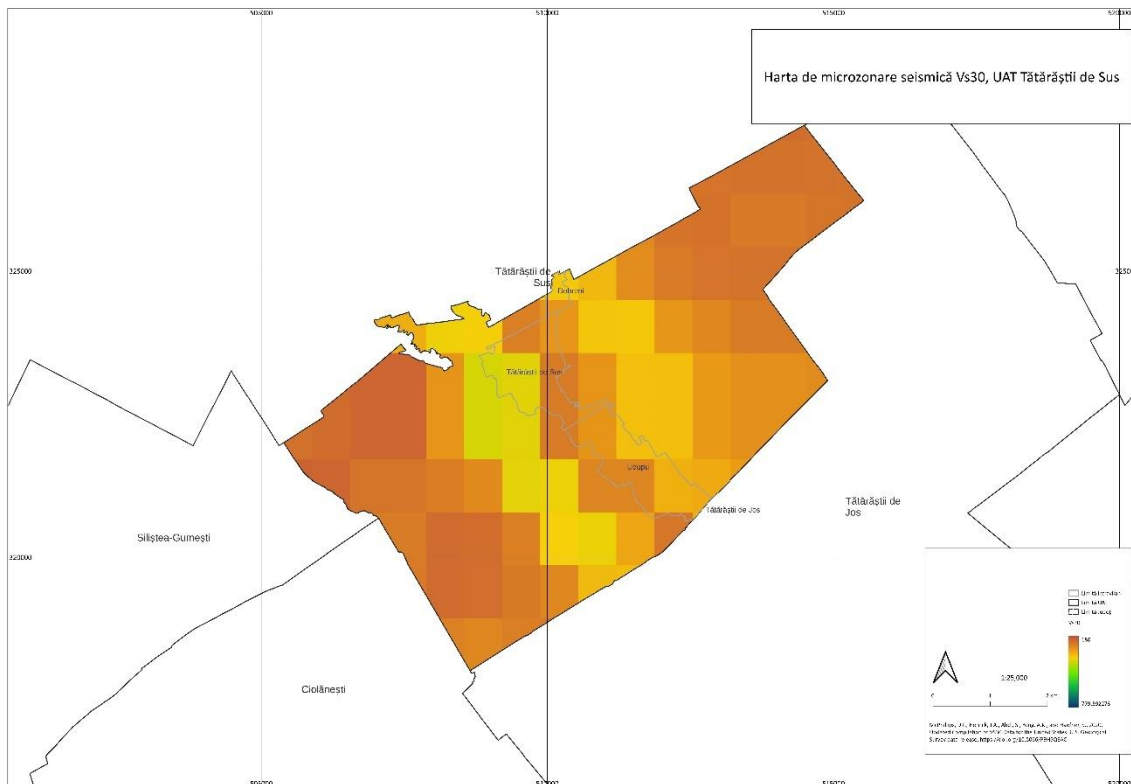


Fig. 117. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Tătăraștii de Sus

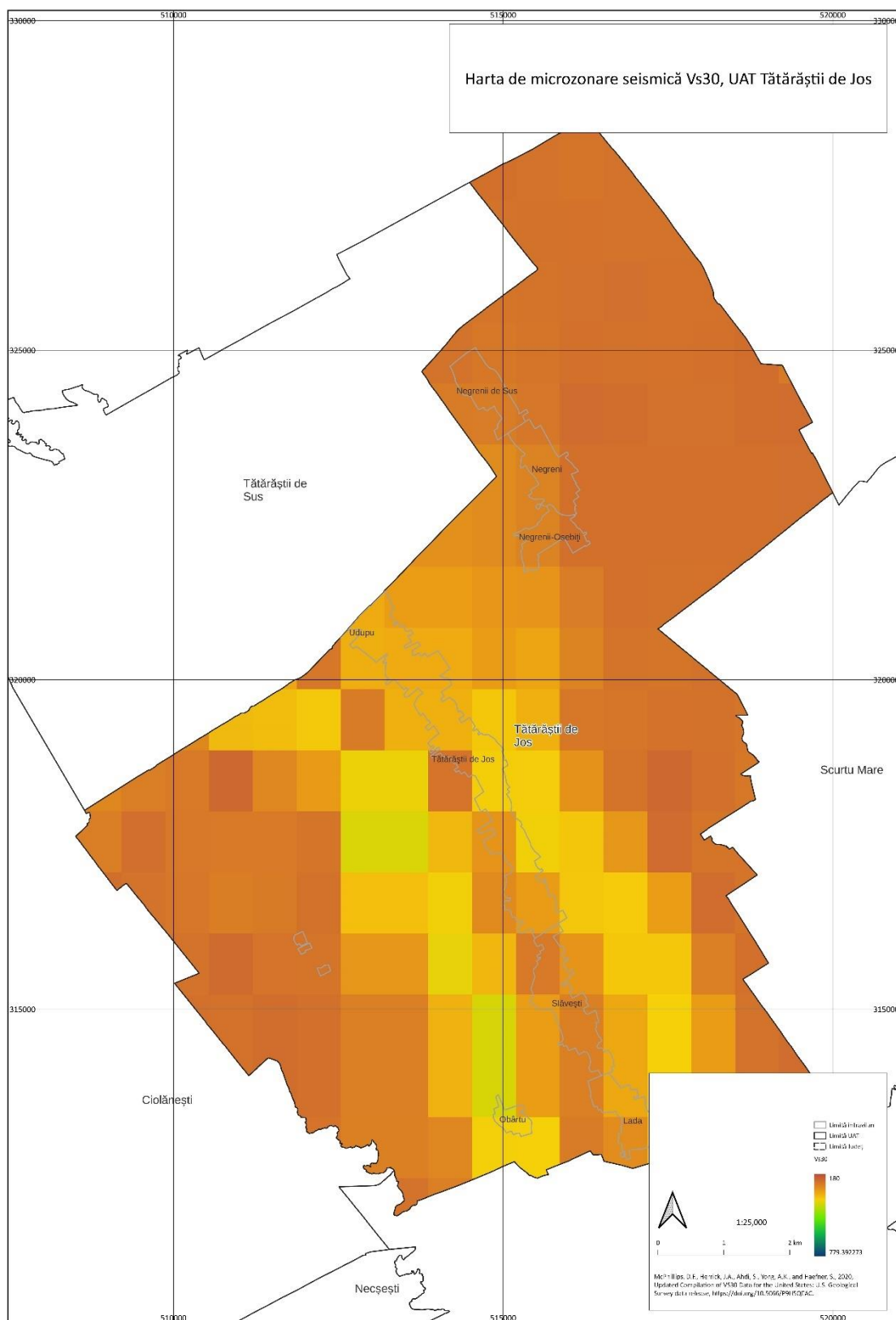


Fig. 118. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Tătăraștii de Jos

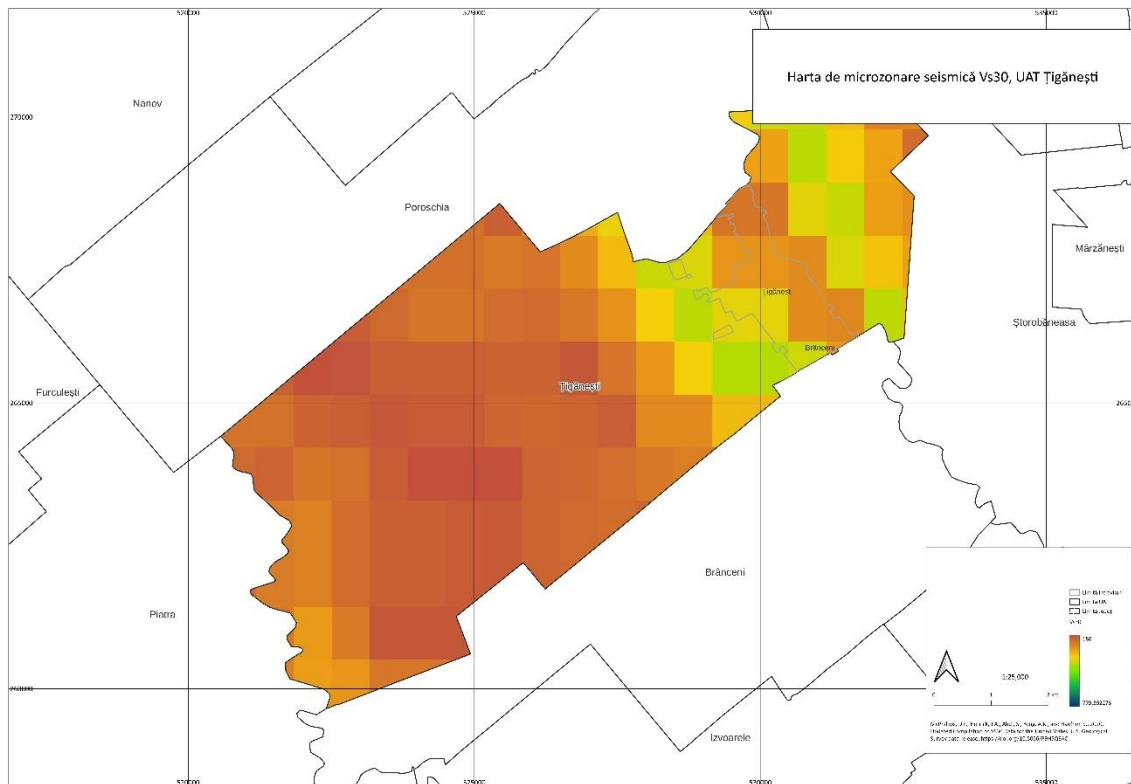


Fig. 119. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Țigănești

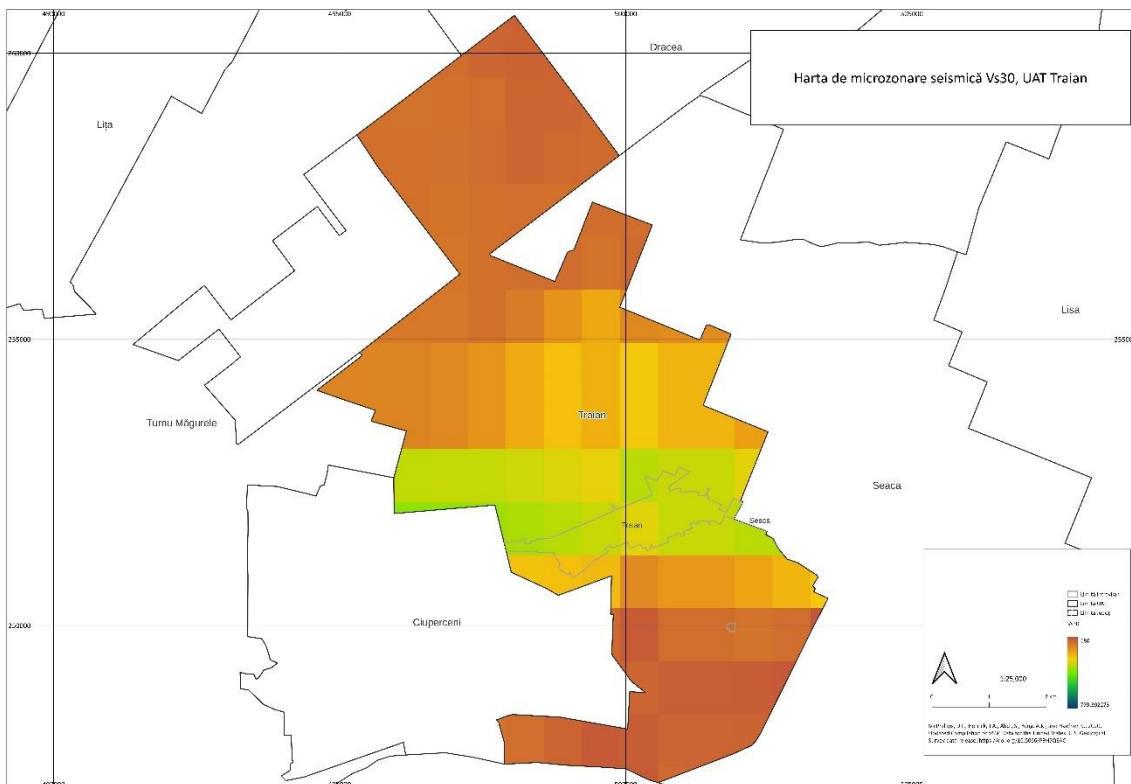


Fig. 120. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Traian



Fig. 121. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Trivalea-Moșteni

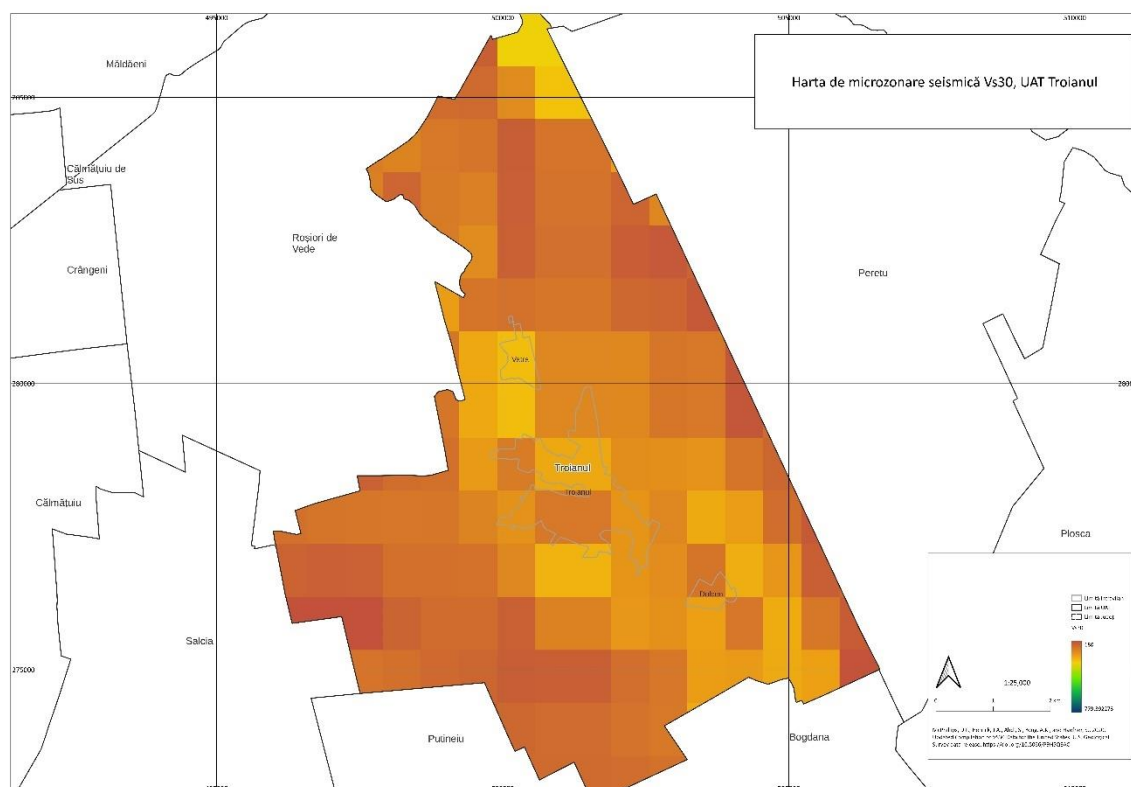


Fig. 122. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Troianul

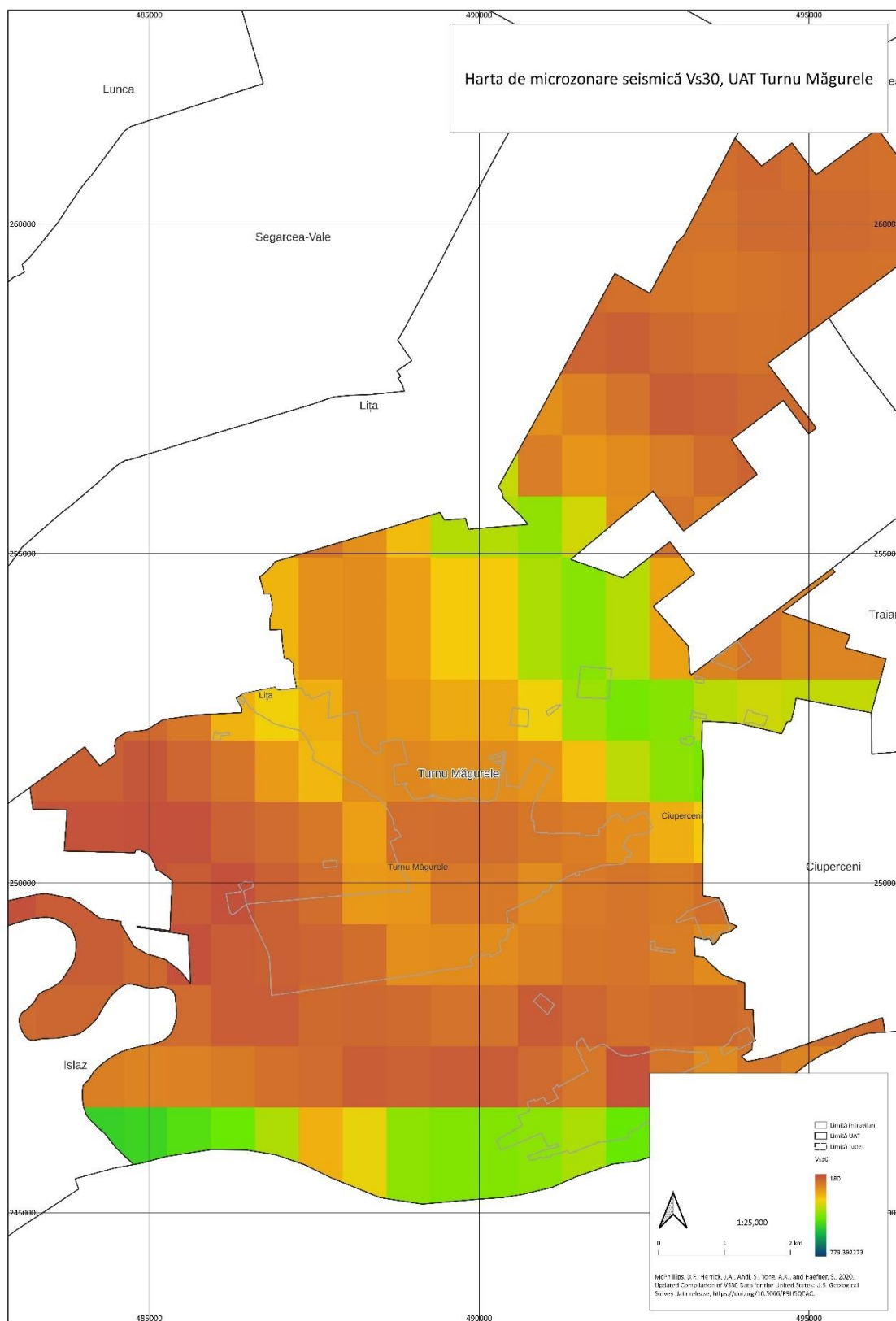


Fig. 123. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Turnu Măgurele

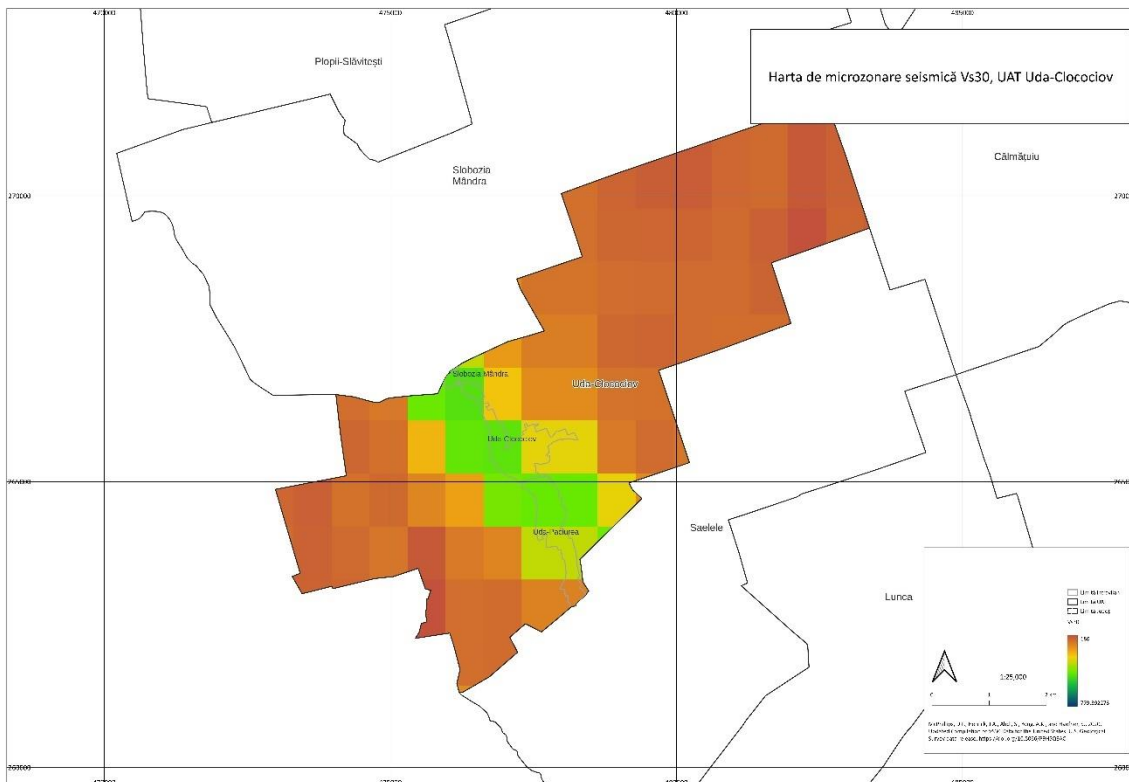


Fig. 124. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Uda-Clocociov

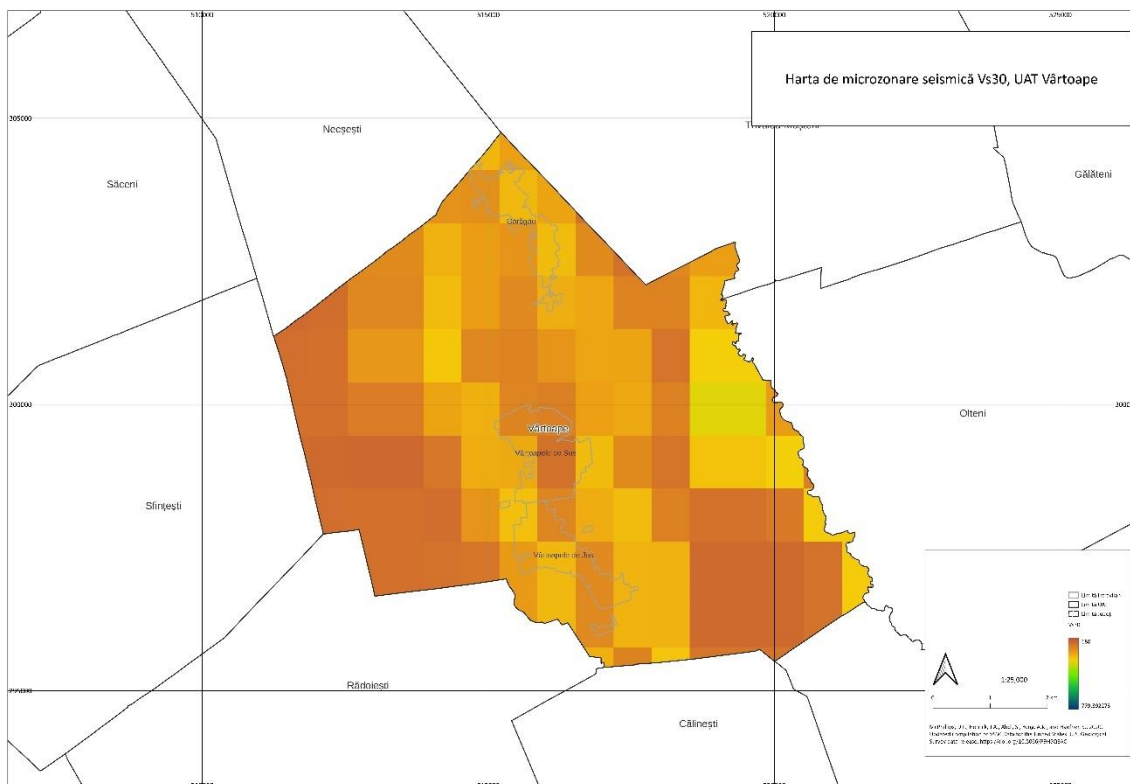


Fig. 125. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Vârtoape

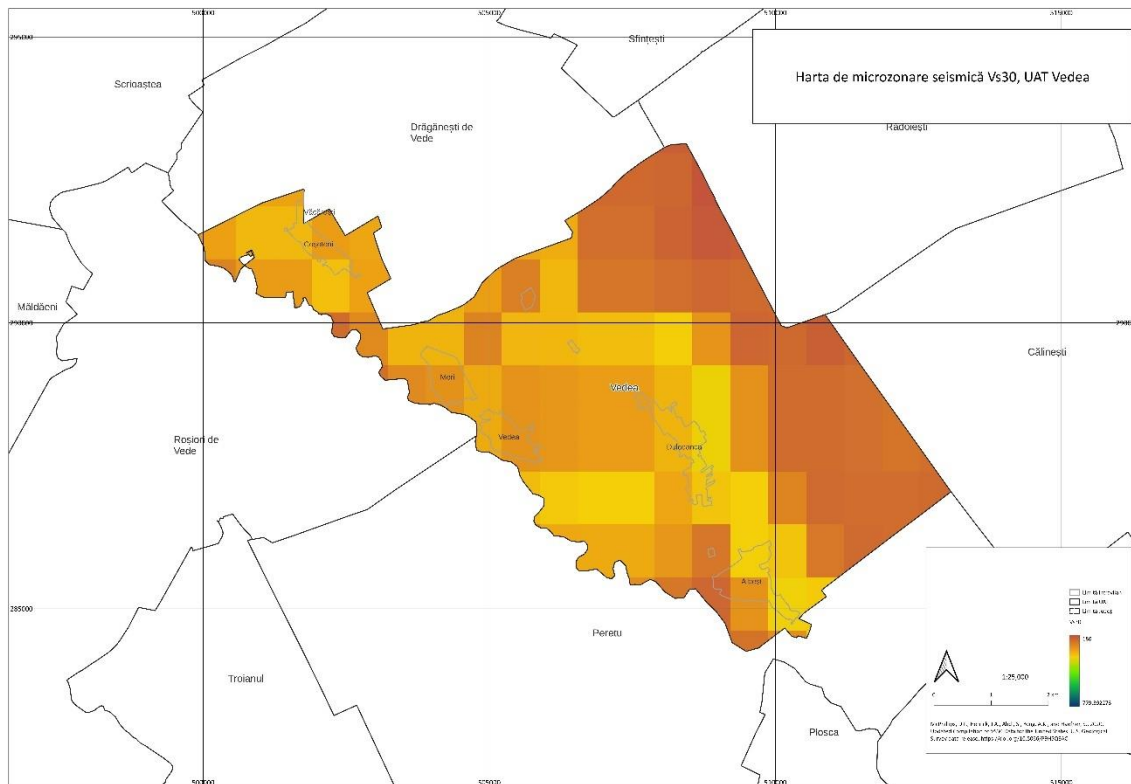


Fig. 126. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Vedeia

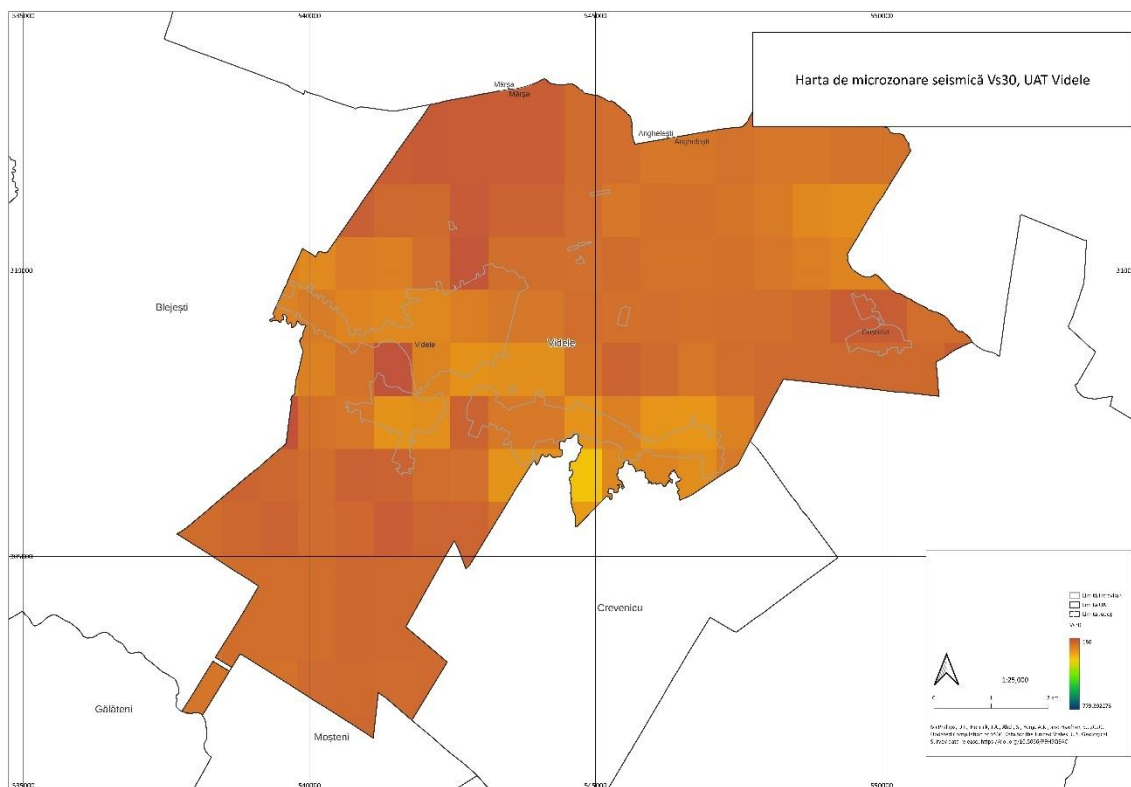


Fig. 127. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Videle

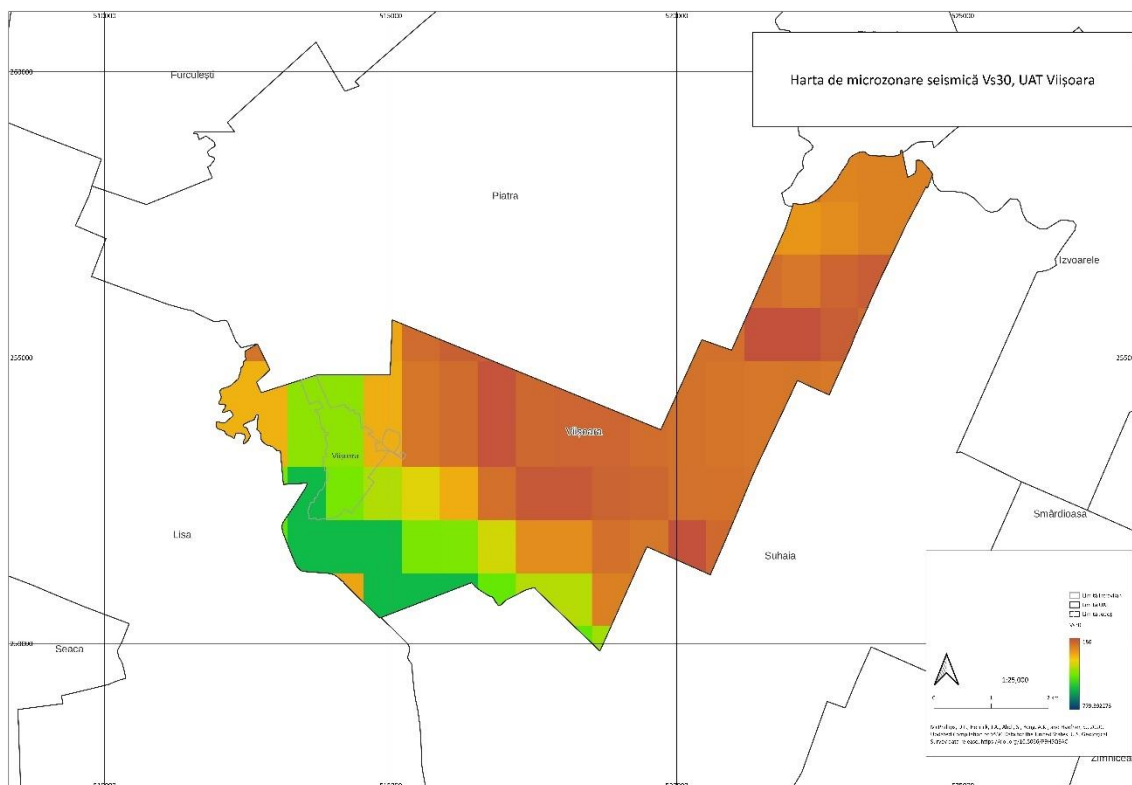


Fig. 128. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Vișoara

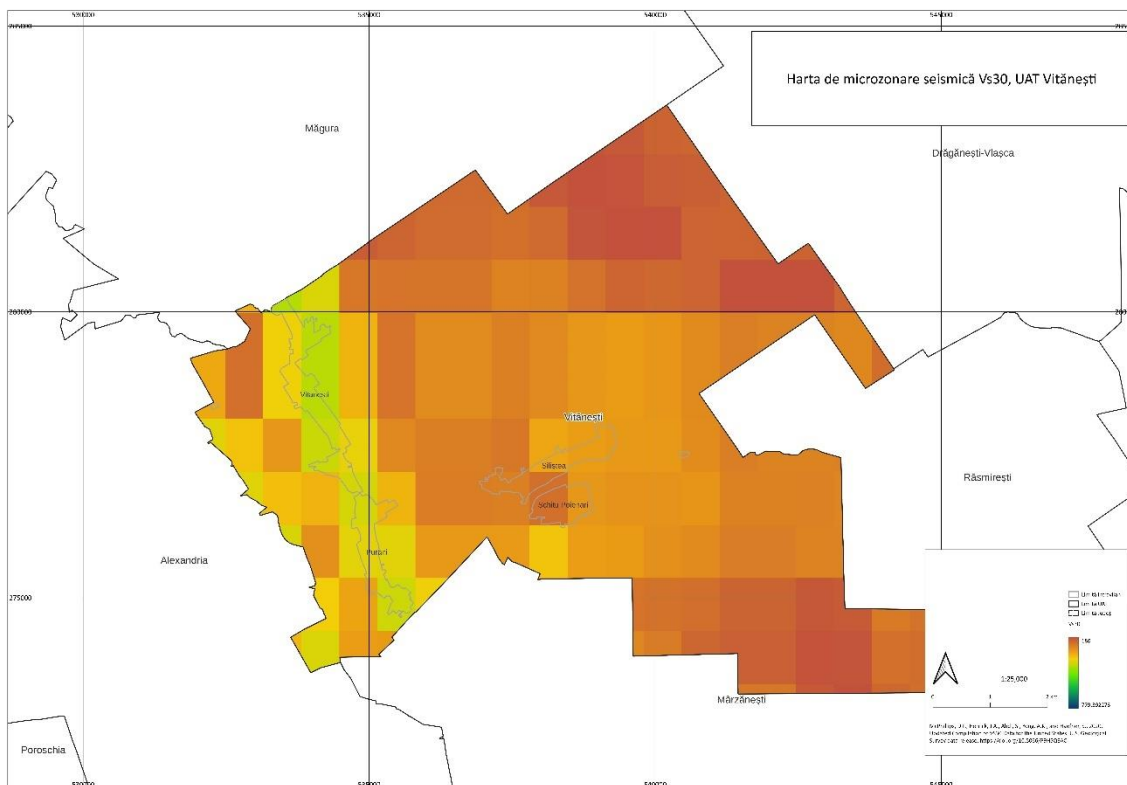


Fig. 129. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Vitănești

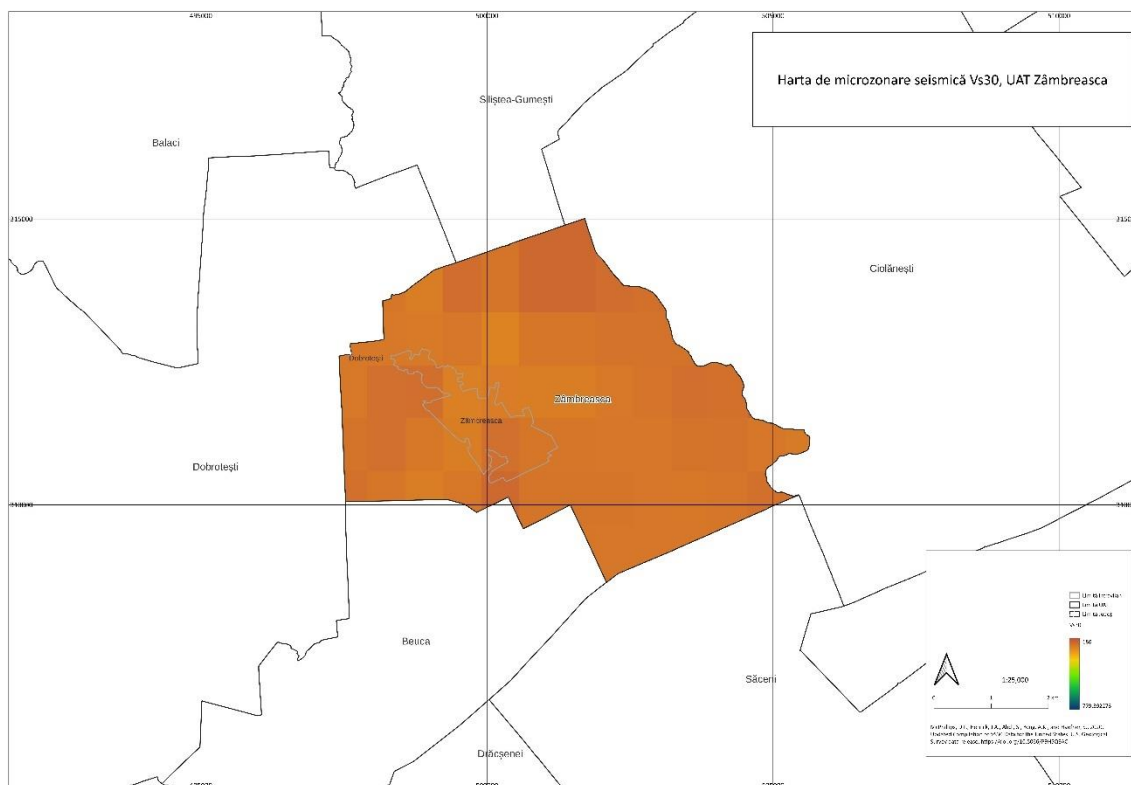


Fig. 130. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Zâmbreasca

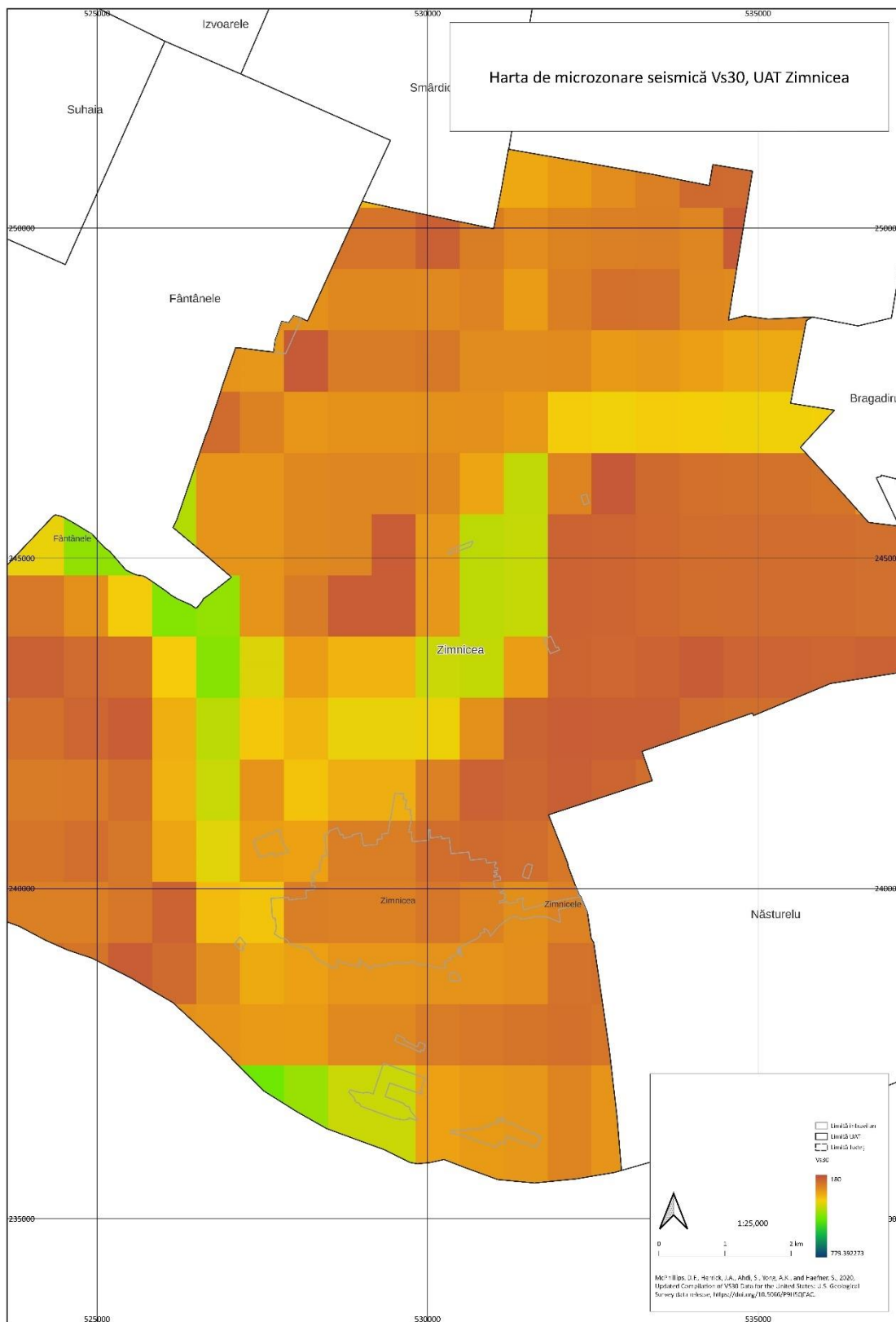


Fig. 131. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Zimnicea



3.2. Estimarea hazardului seismic din județ, respectiv a potențialului seismic al faliilor active identificate-magnitudini maxim posibile

În această etapă trecem în revistă rezultatele analizelor de hazard seismic la nivelul țării și particularizăm rezultatele pentru județul Teleorman. Analizele de hazard seismic se realizează în 2 abordări principale: probabilista și deterministă, fiecare din ele prezentând atât avantaje cât și dezavantaje. Cele două abordări sunt complementare: evenimentele deterministe pot fi verificate cu analize probabilistice, pentru a se dovedi caracterul lor rezonabil probabil, iar analizele probabilistice pot fi verificate cu evenimente deterministe, pentru a dovedi caracterul rațional și realist al ipotezelor incluse în analiză (McGuire, 2001).

Foarte general, metoda deterministă postulează evenimentul seismic maxim și calculează mișcarea maximă așteptată a terenului în amplasamentul de interes, fiind ideală pentru construirea **scenariilor seismice care stau la baza evaluărilor de risc**. Metoda probabilistică furnizează probabilitățile de producere a mișcărilor seismice în amplasament, luând în considerare toate evenimentele seismice posibile conform probabilităților de apariție ale acestora.

Abordarea probabilistă este folosită cea folosită de obicei în zona la nivel național și codurile/recomandările de construcție. Abordarea deterministă este esențială pentru întocmirea planurilor de pregătire a intervențiilor post-dezastru și a activităților de recuperare după producerea unui cutremur puternic.

Determinată pe baze probabilistice, zona seismică în termeni de accelerație de proiectare având 20% probabilitate de depășire în 50 ani ($IMR = 225$ ani) din codul de proiectare P100-1/2013, încadrează majoritatea teritoriului județului Teleorman în zona de valori maxime (de vârf) $0,25g$, iar partea Sud-Vestică în zona cu $0,2g$ (Fig.1).

Condițiile locale de teren sunt caracterizate din punct de vedere seismic în termeni de perioadă de colț (T_c) a spectrelor de răspuns ale înregistrărilor disponibile. Codul în vigoare la acest moment este P100-1/2019 însă aceasta variantă nu aduce modificări hărților la care ne referim. În Fig.2 observăm că în cea mai mare parte a

judetului Teleorman, condițiile de teren se încadrează în $T_c=1s$, în NE exista însă și o mică arie de terenuri "moi" (soluri sedimentare mai puțin consolidate) caracterizată prin $T_c=1,6s$.

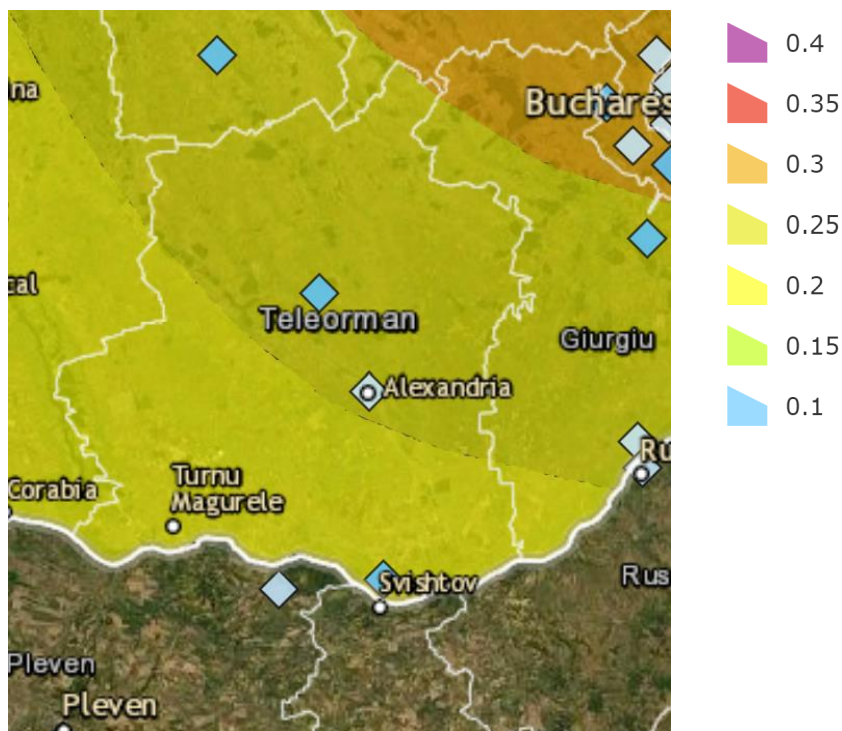


Fig.118 Extras pentru județul Teleorman din zona seismică în termeni de accelerație de proiectare la IMR 225 ani conform P100-1/2013; cu romburi stațiile Rețelei Seismice Naționale; scara de culori în unități de accelerație gravitațională



Fig.119 Extras pentru județul TELEORMAN din prevederile P100-1/2013 privind caracterizarea condițiilor de teren in termeni de perioada de colt (T_c) a spectrelor de răspuns ale înregistrărilor; scara de culori in secunde.

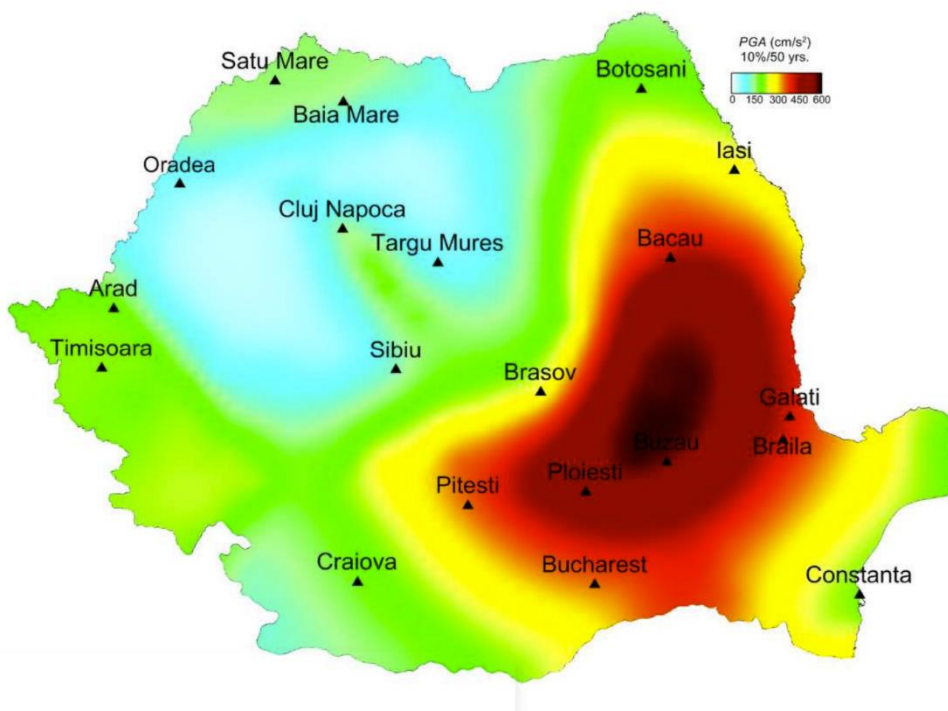


Fig.120 Valori de accelerație maximă orizontală (cm/s/s) cu probabilitate de depășire 10% in 50 de ani (Pavel et al., 2016)

Analiza probabilistă se hazard seismic la nivel național Pavel și colab., 2016 executată în cadrul proiect BIGSEES (<http://bigsees.infp.ro/Publications.html>) propune o hartă (upgraded) de hazard seismic în termeni de accelerații maxime ale terenului având probabilitate de depășire de 10% în 50 de ani (IMR 475 ani). Acest produs modernizat conform practicii internaționale a momentului (în privința abordării probabiliste) încadrează majoritatea teritoriului județului Teleorman în zona de valori maxime (PGA) 300cm/s/s, scăzând rapid tot către partea sud-vestică până la valori 200cm/s/s.

În cadrul proiectului RO-RISK (link IGSU) s-au executat analize de hazard probabiliste (3 hărți) și clasic deterministe (40 hărți), iar în etapa efectivă de evaluare a riscurilor au fost valorificate doar 5 scenarii, din care:

- 3 scenarii cu acoperire națională bazate pe analiza probabilistă a hazardului;
- 2 scenarii de detaliu, respectiv cutremurul vrâncean maxim posibil (VR1000) și cutremur de Mw=5.8 în zona Banat (BA100).

Scenariile cu acoperire națională, bazate pe analiza probabilistică a hazardului seismic pentru intervale medii de recurență (IMR) de 10 ani (IMR10), 100 ani (IMR100) și 1000 ani (IMR1000), au fost necesare pentru estimarea capacității de intervenție în caz de cutremur major pe teritoriul întregii țări, pe termen scurt, mediu și lung.

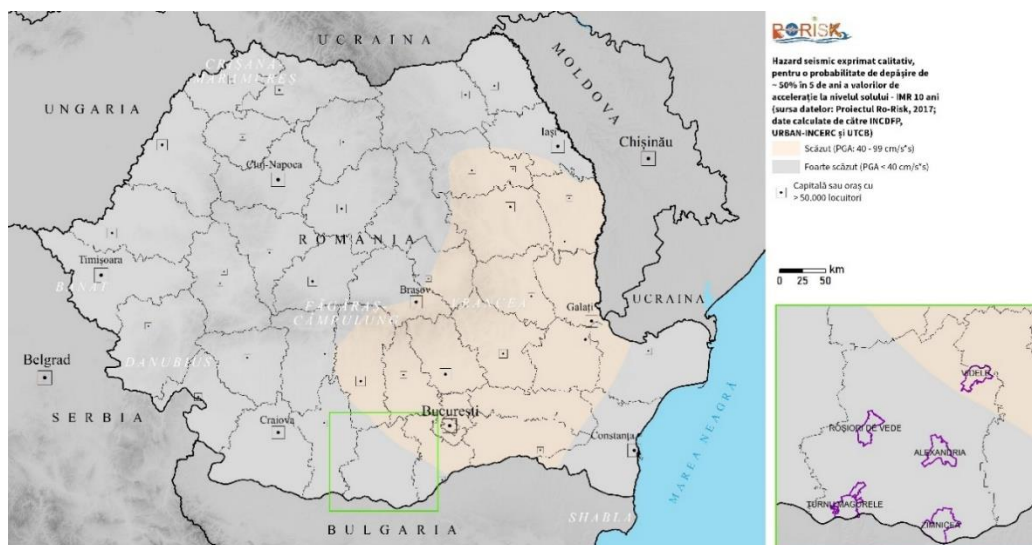


Fig.121 Hazard seismic pentru IMR10 ani – harta generată pe baza datelor RO-RISK

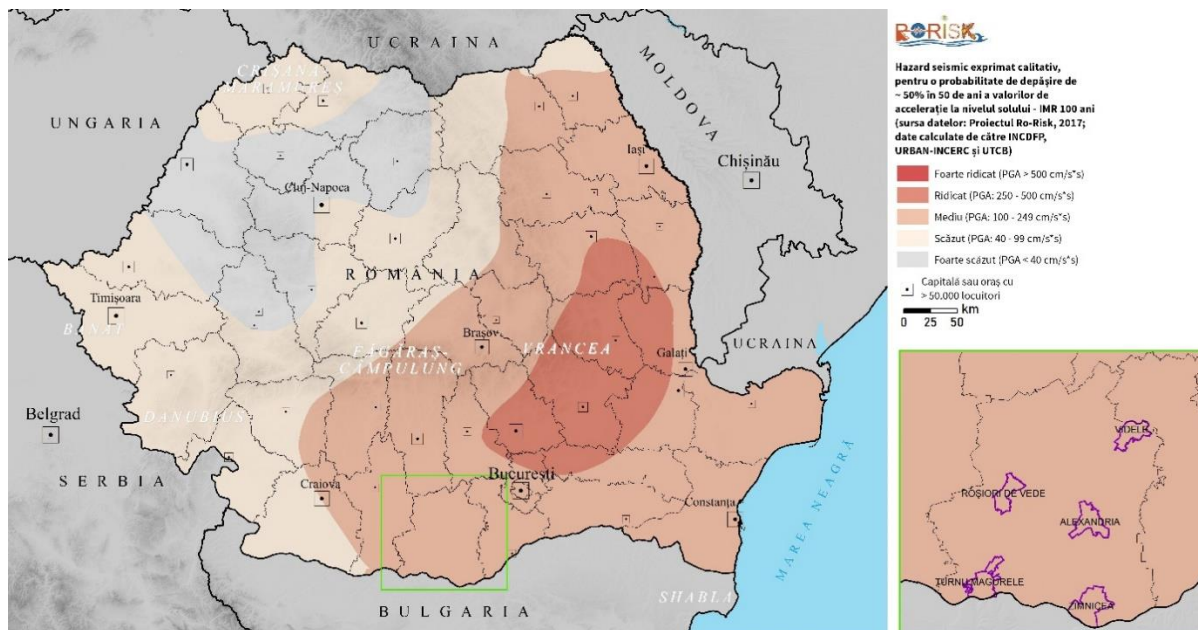


Fig.122 Hazard seismic pentru IMR100 ani – harta generată pe baza datelor RO-RISK

Accelerațiile estimate pentru cele 97 UAT-uri din județul Teleorman sunt în intervalul (26-48) cm/s/s pentru IMR10ani, (115-200)cm/s/s pentru IMR100ani și (261-432)cm/s/s pentru IMR1000ani.

Scenariile de detaliu au fost selectate din cele 40 generate prin analiza clasic-deterministă, fiind acelea la care s-a estimat cel mai mare impact fizic direct asupra elementelor expuse (populație, clădiri rezidențiale, școli, spitale, rețele de transport, mediu). Scenariul de Banat cu IMR100ani nu este resimțit decât de stațiile seismice la nivelul județului Teleorman. Scenariul vrâncean maxim posibil (VRI1000) produce pentru zona noastră de interes un impact important.

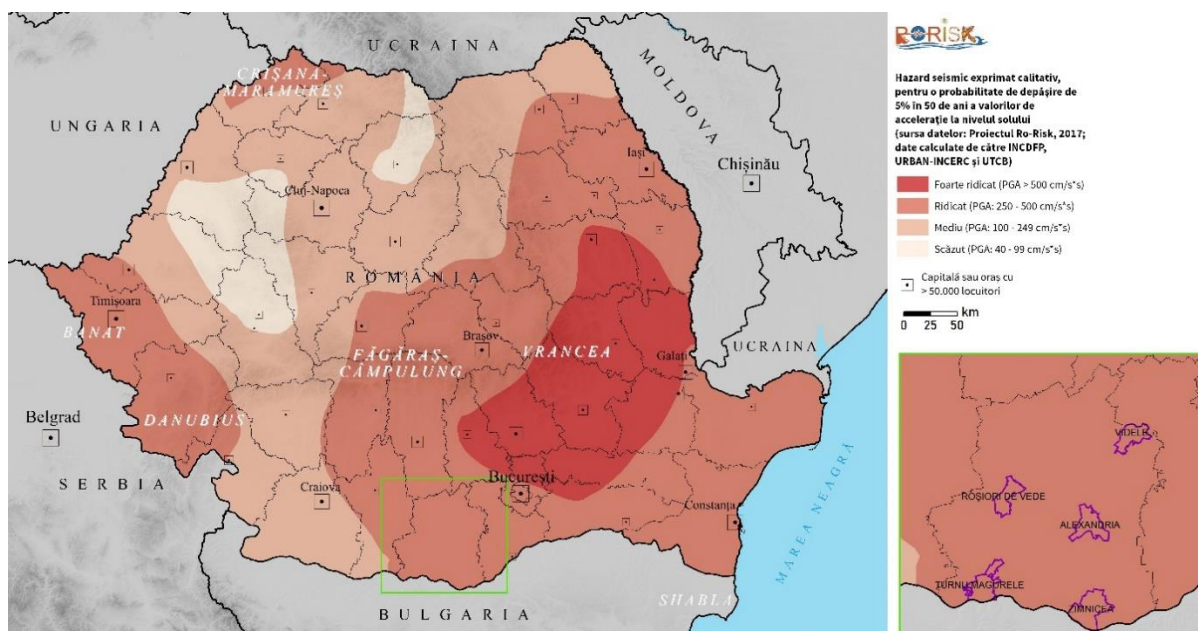


Fig.123 Hazard seismic pentru IMR1000 ani – harta generată pe baza datelor RO-RISK

Toate rezultatele proiectului RO-RISK (de ex. cele prezentate în Figurile 4-6) sunt disponibile prin platforma <https://www.ro-risk.ro/SitePages/Pornire.aspx> care totuși nu poate fi accesată curent de autorități și publicul larg. Platforma are rol informativ, rezultatele fiind prezentate sub forma unor hărți interactive în care pot fi efectuate selecțiile dorite de utilizatori.

Configurația zonelor seismogene și faliile prezente în județul Teleorman și zona înconjurătoare au fost deja prezentate în detaliu în etapa a-II-a. Prezentăm mai jos valorile magnitudinii maxim posibile calculate fie pe catalogul zonelor seismogene (metoda incrementului), fie pe faliile independente de aceste zone (metoda Wells&Coppersmith, 1994)

Vrancea intermediar - 8.1 ; maxim observat 7.9 (26.10.1802)

Vrancea crustal - 6.2 Magnitudinea maximă observată Mw 5.9 (01.03.1894)

Făgăraș Câmpulung - 6.7 Magnitudinea maximă observată Mw 6.4 (26.01. 1916)

Dulovo - $M_{max,w} = 6.3$ cea maximă observată este Mw 6 (14.10.1829)

Shabla - $M_{max,w} = 7.8$ Magnitudinea maximă observată este de 7.5 (10.11.1444)

Schumen - $M_{max,w} = 6.3$ cea maximă observată este Mw= 6 (23.08.1942)

Gorna - $M_{max,w} = 7.4$ Magnitudinea maximă observată Mw= 7.1(14.06.1913)



Sursa locala – $M_{\max,w} = 7$ calculat pentru faliile active T1 si T2 (Diaconescu, 2019) evenimentele observate având $M_{w_{\max \text{ obs}}} = 2.6$ si evenimentul cu cea mai mare magnitudine dar neatribuit vreunei falii cunoscute $M_w = 3.2$ (01.12.1977).

Cele 10 scenarii seismice descrise in termeni de intensități pentru județul Teleorman în etapa trecută precum și analiza comparativă a celor mai recente rezultate din analizele de hazard la nivel național ne permit să identificăm evenimentele care determina hazardul seismic la scara locala. Data fiind complexitatea mediului seismotectonic in care este localizata aria de interes vom folosi mai multe „cutremure de control” pentru analiza clasic determinista din etapa următoare.

Zona Vrancea de adâncime intermediara este cea care controlează hazardul seismic în zona noastră de interes, de aceea vom considera în hărțile de risc 2 evenimente/scenarii posibile de cutremure vrâncene , unul cu $M_w = 7.3$ (corespunzător $IMR = 50$ ani) si unul cu $M_w = 7.5$ (corespunzător $IMR = 100$ ani).Scenariile de $M_w 6.5$ ($IMR 10$ ani) nu ar trebui sa pună probleme clădirilor proiectate conform codurilor P100-1/2013 sau chiar conform codului din 2006 (de ex. PGA max orizontal < 100 cm/s/s calculat probabilist la $IMR 10$ ani, adică approx 50% din prevederile pentru accelerația de proiectare majoritar 0,2g in județul Teleorman prevăzută în P100-1/2006).

Hazardul seismic la scara locala este determinat de faliile locale pentru care vom considera un singur eveniment/scenariu pe baza celui mai puternic cutremur înregistrat în zona dar cu o magnitudine ridicata la $M_w = 6$.

Pentru hazardul seismic semnificativ generat de sursele seismice din sudul Dunării analiza rezultatelor simulărilor din etapa precedenta (1 scenariu ptr Gorna, 2 pentru Shumen, 1 Dulovo si 1 pentru Shabla) arata că în județul Teleorman se obțin efecte similare V-VI si VI la scenariile cele mai grave (worst case scenario) provenind din zonele-sursa Shumen si Shabla ; se va alege ca input pentru hărțile de risc un singur scenariu acoperitor pentru efectele din fiecare UAT.

3.3. Realizarea de accelerograme de calcul, spectre de răspuns și spectre de proiectare pentru cutremure locale și intermediare vrâncene din județ



Conform codului seismic în vigoare (P100-1/2013), punctul 3.1, alineatul (6), spectrul de răspuns elastic al accelerațiilor absolute pentru componentele orizontale ale mișcării terenului în amplasament, $S_e(T)$ (în m/s^2), este definit astfel:

$$S_e(T) = \gamma_{i,e} a_g \beta(T)$$

unde valoarea a_g este în m/s^2 , $\beta(T)$ este spectrul normalizat de răspuns elastic al accelerațiilor absolute și $\gamma_{i,e}$ este factorul de importanță și expunere la cutremur. Valorile accelerației terenului pentru proiectare a_g sunt indicate în Figura 3.1 a codului de proiectare (vezi Figura 2 din raportul corespunzător Etapei I).

Spectrele normalizate de răspuns elastic ale accelerațiilor absolute pentru componentele orizontale ale mișcării terenului $\beta(T)$, pentru valoarea convențională a fracțiunii din amortizarea critica $\xi = 5\%$ și în funcție de perioadele de control (colț) sunt date de următoarele relații:

$$\begin{aligned} 0 \leq T \leq T_B & \quad \beta(T) = 1 + \frac{(\beta_0 - 1)}{T_B} T \\ T_B < T \leq T_C & \quad \beta(T) = \beta_0 \\ T_C < T \leq T_D & \quad \beta(T) = \beta_0 \frac{T_C}{T} \\ T_C < T \leq 5 s & \quad \beta(T) = \beta_0 \frac{T_C T_D}{T^2} \end{aligned}$$

unde T este perioada de vibrație a unui sistem cu un grad de libertate dinamică și cu răspuns elastic, β_0 este factorul de factorul de amplificare dinamică maximă a accelerației orizontale a terenului de către un sistem cu un grad de libertate dinamică, a cărei valoare este $\beta_0 = 2,5$. T_B și T_C sunt limitele domeniului de perioade în care accelerația spectrală are valorile maxime și este modelată simplificat printr-un palier de valoare constantă.

Condițiile locale de teren sunt descrise simplificat prin valorile perioadei de control (colț) T_C a spectrului de răspuns, pentru zona amplasamentului considerat. Aceste valori caracterizează sintetic compoziția de frecvențe a mișcărilor seismice.

În condițiile seismice și de teren din România, pe baza datelor instrumentale existente, zonarea pentru proiectare a teritoriului în termeni de perioade de control

(colț), T_C , a spectrului de răspuns este prezentat în Figura 3.2 din codul de proiectare (vezi Figura 3 din raportul corespunzător Etapei I). Valorile perioadelor de control (colț), T_B , T_C și T_D sunt indicate în Tabelul 1.

Tabelul 1. Perioadele de control (colț) T_B , T_C , T_D ale spectrului de răspuns pentru componentele orizontale ale mișcării seismice

T_C	0,70 s	1,00 s	1,60 s
T_B	0,14 s	0,20 s	0,32 s
T_D	3,00 s	3,00 s	2,00 s

Spectrul de proiectare pentru componentele orizontale ale mișcării terenului $S_d(T)$ (ordonată în m/s^2) este spectrul de răspuns inelastic al accelerațiilor absolute definit cu relațiile de mai jos:

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_d(T) = a_g \left[1 + \frac{\frac{\beta_0}{q} - 1}{T_B} T \right]$$

$$T > T_B \quad S_d(T) = a_g \frac{\beta(T)}{q} \geq 0.2a_g$$

unde q este factorul de comportare al structurii denumit și factorul de modificare a răspunsului elastic în răspuns inelastic. Valorile factorului q se definesc în capitole specifice din cod, în funcție de materialul și tipul structurii și de capacitatea acesteia de disipare a energiei induse de mișcarea seismică.

Conform definiției de mai sus a spectrului de proiectare, acesta diferă în funcție de materialul și de tipul structurii, de capacitatea acesteia de disipare a energiei și, pentru valori ale lui $T > T_B$, este calculat prin reducerea spectrului elastic cu factorul de modificare a răspunsului elastic în răspuns inelastic, q . Este important de subliniat faptul că spectrul de proiectare este specific pentru fiecare structură individuală și că nu este utilizat pentru analize de hazard la nivel regional sau județean.

Prezentul raport se referă la clădiri din clasa de importanță-expunere III (conform Tabelului 4.2 din P100-1 / 2013), clădiri de tip curent, pentru care coeficientul $\gamma_{i,e} = 1,0$. Pentru clădirile din clasa I de importanță-expunere (clădiri



având funcțiuni esențiale, pentru care păstrarea integrității pe durata cutremurelor este vitală pentru protecția civilă) și clasa II de importanță-expunere (clădiri care prezintă un pericol major pentru siguranța publică în cazul prăbușirii sau avarierii grave), a căror perioada proprie de vibrație în modul fundamental se situează în intervalul $0.9 T_p \div 1.1 T_p$, centrat pe perioada predominantă de vibrație a terenului în amplasament T_p , se vor efectua studii specifice pentru caracterizarea seismică a condițiilor de teren în amplasament, conform Anexei A.3 din codul de proiectare seismică P100-1 / 2013.

Având la dispoziție spectrele de răspuns elastic ale accelerațiilor absolute în amplasament, acțiunea seismică poate fi descrisă și alternativ, prin utilizarea accelerogramelor artificiale sau înregistrate (conform Capitolului 3.1.2 din P100-1/2013). În calculul dinamic al structurilor mișcarea seismică a terenului este descrisă prin variația în timp a accelerației.

Accelerogramele artificiale sunt accelerogramele generate pe baza unui spectru de răspuns elastic al accelerațiilor absolute în amplasament, $S_e(T)$. Spectrul de răspuns elastic al accelerogramelor artificiale trebuie să fie apropiat de spectrul țintă de răspuns elastic al accelerațiilor absolute în amplasament. Astfel, pe baza spectrului de răspuns elastic al accelerațiilor absolute în amplasament $S_e(T)$ trebuie generat un set de accelerograme artificiale care să respecte următoarele condiții:

- a) Numărul minim de accelerograme să fie 3 (trei);
- b) Media aritmetică a valorilor accelerațiilor de vârf ale accelerogramelor generate să nu fie mai mică decât valoarea a_g pentru amplasamentul respectiv;
- c) Valorile spectrului mediu calculat prin medierea aritmetică a ordonatelor spectrelor elastice de răspuns ale accelerațiilor absolute corespunzând tuturor accelerogramelor artificiale generate trebuie să nu fie mai mici cu mai mult de 10% din valoarea corespunzătoare a spectrului elastic de răspuns în amplasament $S_e(T)$, pentru domeniul de perioade cuprins între $0,2 T_1$ și $2T_1$, unde T_1 este perioada fundamentală de vibrație a structurii definită la capitolul 4.

Accelerogramele înregistrate pot fi utilizate dacă au valori de vârf ale accelerației asemănătoare valorilor a_g pentru proiectarea în amplasament și dacă au un conținut

de frecvențe compatibil cu condițiile locale de teren și magnitudinea cutremurului. Vor fi utilizate cel puțin 3 (trei) accelerograme distincte. Ținând seama de mobilitatea cu magnitudinea a compoziției spectrale a mișcărilor seismice înregistrate în România se recomandă, în general, factori de scalare a accelerațiilor cu valori sub 2,0. Valorile spectrului mediu calculat prin medierea aritmetică a ordonatelor spectrelor elastice de răspuns al accelerațiilor absolute corespunzând accelerogramelor înregistrate trebuie să nu difere cu mai mult de 10% din valoarea corespunzătoare a spectrului elastic de răspuns în amplasament $S_e(T)$, pentru domeniul de perioade cuprins între $0,2 T_1$ și $2T_1$, unde T_1 este perioada fundamentală vibrațiilor structurii în direcția pe care este aplicată accelerograma.

Rezultate

Spectrele de răspuns elastic ale accelerațiilor absolute pentru componentele orizontale ale mișcării terenului în amplasament, pentru cele mai importante orașe din județul Teleorman, sunt prezentate în Figura 7.

171

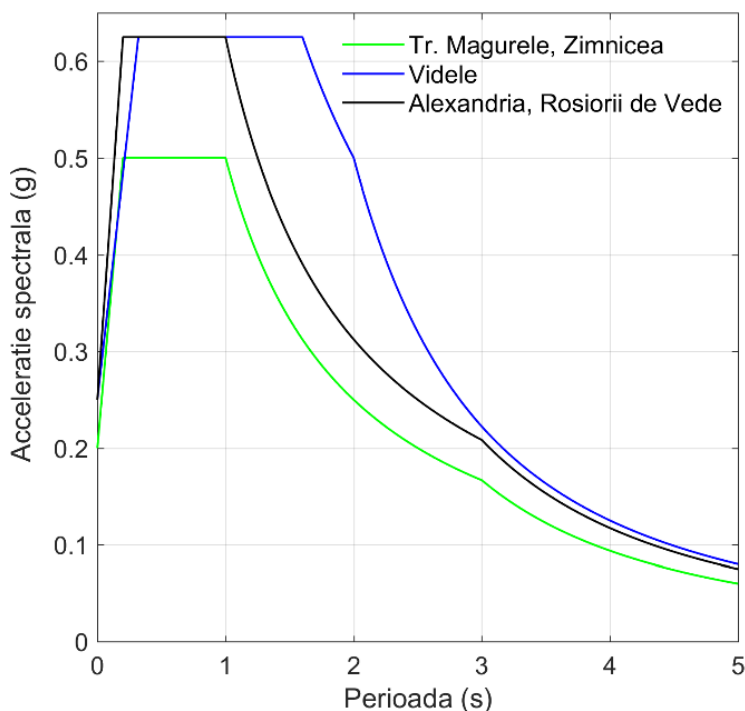


Figura 124. Valorile accelerațiilor spectrale, SA (g), pentru cele mai importante orașe din județul Teleorman, conform P100-1/2013



În prima fază au fost selectate și procesate datele seismice (accelerogramele) disponibile de la stațiile seismice din județul Teleorman, de la cutremurele importante. Evenimentele seismice pentru care există date disponibile sunt prezentate în Tabelul 2, conform catalogului de cutremure Romplus al INDFP.

Tabelul 2. Parametrii cutremurelor înregistrate și locațiile înregistrărilor

Data	Ora (UTC)	Adâncimea (km)	M _w	Înregistrări disponibile
30-Mai-1990	10:40:06	90.9	6.9	Turnu Măgurele
27-Oct-2004	20:34:36	105.4	6	Zimnicea
22-Noi-2014	19:14:17	40.9	5.4	Zimnicea, Copăceanca, Alexandria
23-Sep-2016	23:11:20	92	5.5	
27-Dec-2016	23:20:56	96.9	5.6	
28-Oct-2018	00:38:11	147.8	5.5	Zimnicea, Alexandria

Toate cutremurele analizate sunt din zona Vrancea, întrucât evenimentele seismice locale nu sunt neapărat de interes din punct de vedere ingineresc, având o magnitudine mică.

Cutremurele selectate s-au produs la o adâncime intermediară (> 60 km), doar evenimentul seismic din 2014 fiind crustal, la o adâncime de 40.9 km.

O hartă curentă a stațiilor seismice ale INCDFP din județul Teleorman este prezentată în Fig. 125.

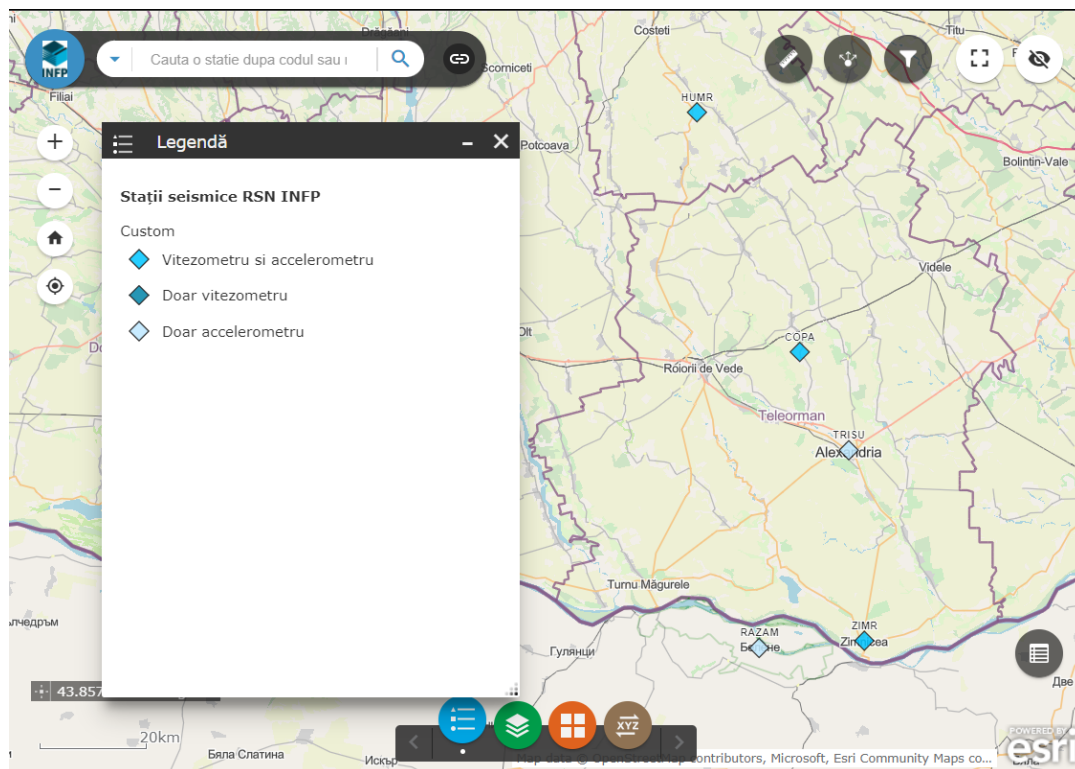
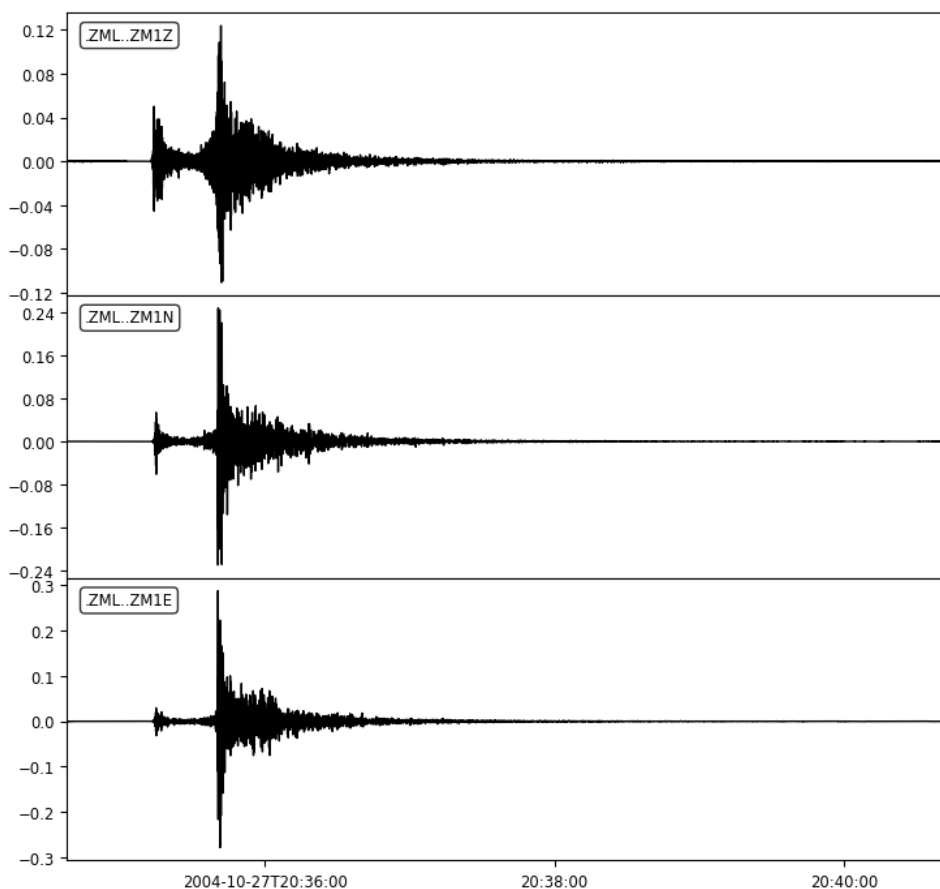


Fig 125. Harta stațiilor seismice curente din cadrul Rețelei Seismice Naționale (INCDFP) de pe teritoriul județului Teleorman

Formele de undă pentru cutremurul din anul 2004 (Tabelul 2), corectate, sunt prezentate în Figura 126, iar pentru celelalte evenimente seismice înregistrate formele de undă corespunzătoare sunt prezentate în Anexa 1.

2004-10-27T20:34:38 - 2004-10-27T20:40:44.995



174

Fig.126. Accelerograme înregistrate la stația Zimnicea, pe cele trei componente (N-S, E-V și vertical), pentru evenimentul seismic din 27.10.2004

Toate aceste forme de undă au fost corectate, prelucrate și salvate în format ASCII. Tuturor li s-a aplicat o pre-filtrare de tip trece-bandă în intervalul 0.1 Hz – 25 Hz, interval suficient pentru a păstra conținutul de frecvențe de interes pentru clădirile curente (0.04 s – 10 s).

Pe baza spectrelor elastice definite mai sus pentru orașele reprezentative din județul Teleorman, ce vor reprezenta spectre țintă, și a formelor de undă înregistrate la stațiile din județ, s-au generat accelerograme compatibile cu spectrele, care să respecte cerințele impuse de codul de proiectare în vigoare.

Scalarea și potrivirea s-a realizat utilizând programul SeismoMatch, un software specializat pentru analiza formelor de undă și scalarea diferitelor accelerograme la un spectru țintă predefinit (target spectrum). Algoritmul utilizat pentru generarea

accelerogramelor și potrivirea acestora la spectrul țintă este cel propus de Al Atik și Abrahamson (2010). Un exemplu de interfață a programului este prezentat în Figura 127.

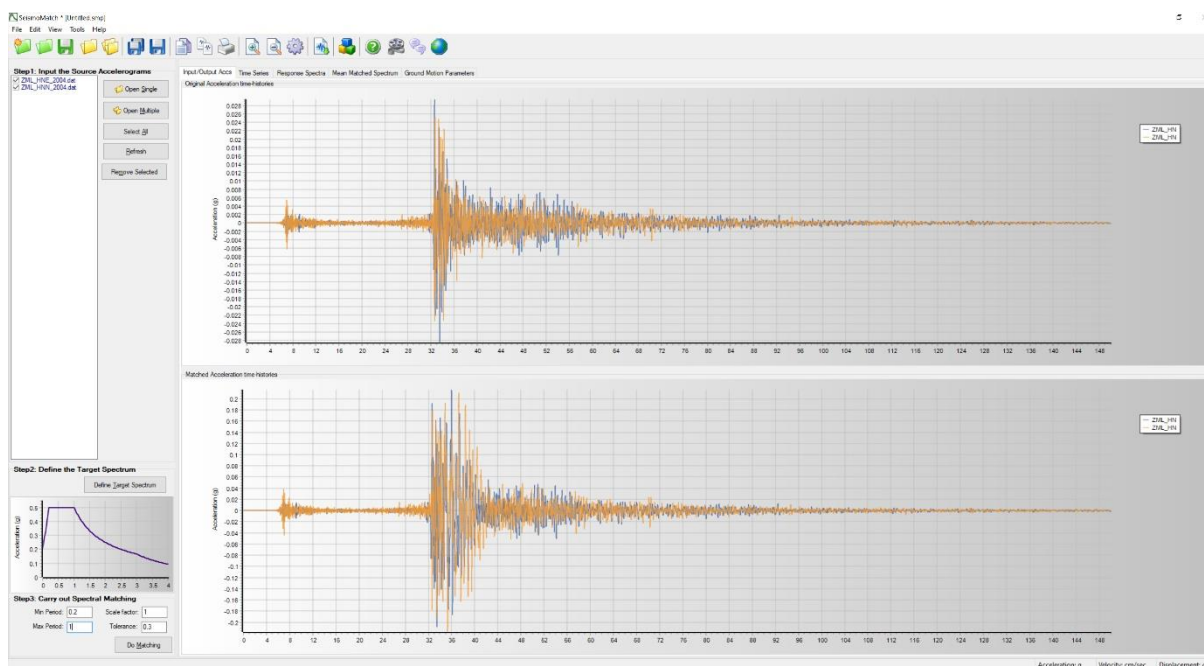


Figura 127. Exemplu de interfață a programului SeismoMatch. Accelerograme originale (înregistrate) – sus, spectru țintă și parametri de procesare (stânga jos), accelerograme sintetice generate pe baza celor înregistrate (jos).

Au fost testate și scalate pentru a se potrivi spectrului țintă din amplasament toate accelerogramele disponibile, pentru zona respectivă, în funcție de a_g și T_C .

Au fost selectate doar acele accelerograme care îndeplineau criteriile de convergență și pentru care valoarea mediată, pentru intervalul de perioade de interes (0.1 s – 1 s), nu diferea cu mai mult de 20% față de valoarea spectrului țintă. Pentru analize specifice, cunoscând perioada fundamentală a structurii proiectate, această analiză poate fi constrânsă și mai mult, pentru a se potrivi cu valorile din spectrul elastic definit în cod exact pe intervalul de perioadă de interes pentru structura proiectată.

Un exemplu de accelerograme generate, pe baza înregistrărilor de la stațiile din Alexandria și Copăceanca, pentru cutremurele de adâncime intermediară din anii 2016 și 2018, este prezentat în Figura 128. Alte rezultate de accelerograme sintetice,

generate pe baza celor înregistrate și utilizând spectrul țintă corespunzător amplasamentului, sunt prezentate în capitolul 8 Anexe.

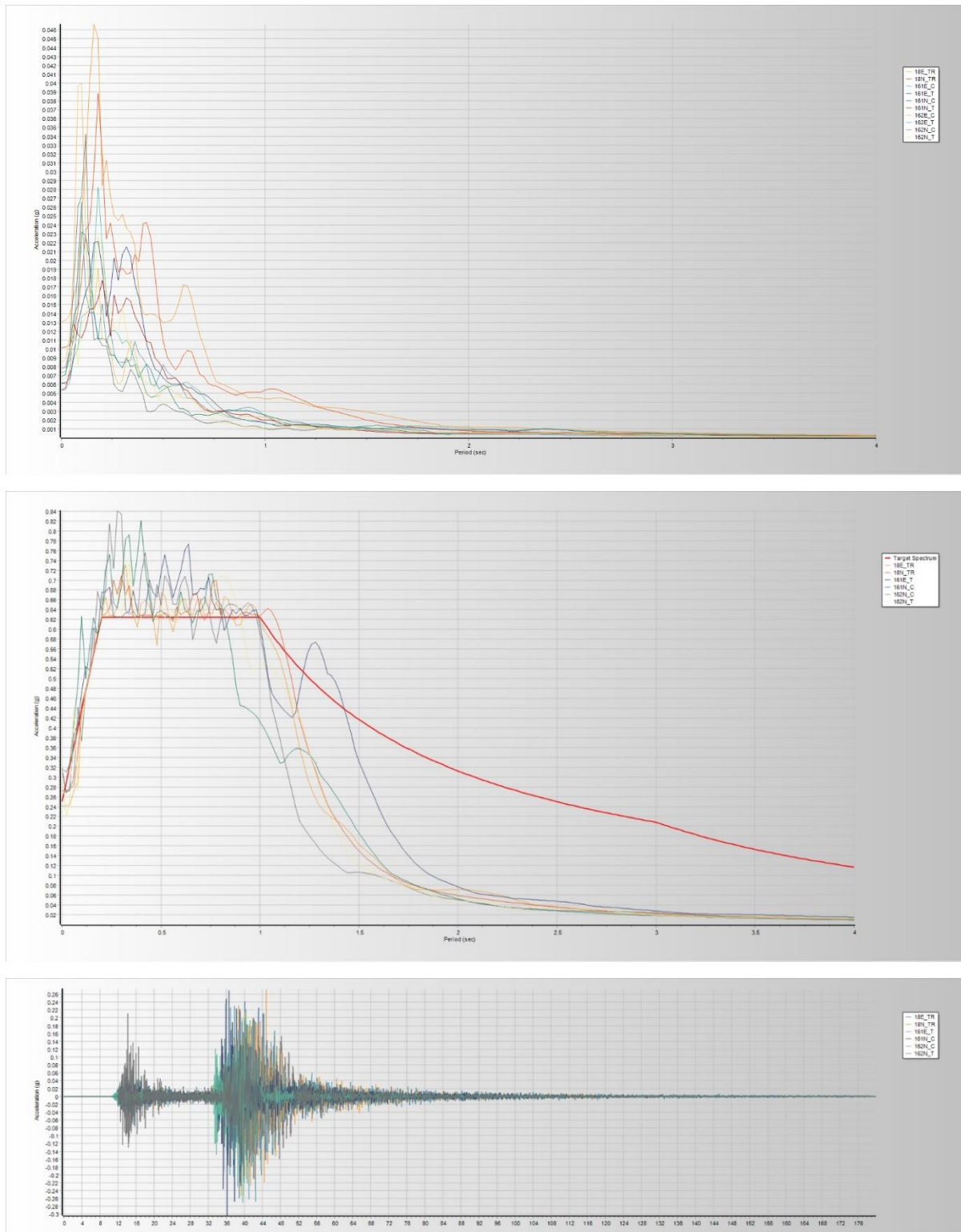


Figura 128. Spectre de răspuns ale accelerațiilor înregistrate la cutremurele din 2016 și 2018 la stațiile Alexandria și Copăceanca (sus), spectre de răspuns ale accelerațiilor sintetice generate selectate și spectrul țintă (mijloc), accelerograme generate scalate compatibile cu spectrul țintă (jos).

4. CAPITOLUL 4

Întocmirea hărților de hazard seismic pentru intensități, accelerații, viteze și deplasări, pentru cutremure locale și intermediare ale județului și elaborarea hărților de risc seismic conform legislației în vigoare.

Etapile principale ale **analizei de hazard seismic determinist** sunt prezentate în **Fig. 129a**. Această metodă postulează evenimentul seismic maxim și calculează mișcarea maximă așteptată a terenului în amplasamentul de interes, fiind ideală pentru construirea **scenariilor seismice care stau la baza evaluărilor de risc**. Abordarea deterministă este esențială pentru întocmirea planurilor de pregătire a intervențiilor post-dezastru și a activităților de recuperare după producerea unui cutremur puternic.

Metoda probabilistică furnizează probabilitățile de producere a mișcărilor seismice în amplasament, luând în considerare toate evenimentele seismice posibile conform probabilităților de apariție ale acestora. Abordarea probabilistă este folosită de obicei în zona la nivel național și codurile/recomandările de construcție. Etapele principale ale **analizei probabiliste de hazard seismic** sunt prezentate în **Fig. 129b**.

Etapă întâi în analiza de hazard constă în definirea unei surse sau a mai multor surse seismice, ea fiind comună ambelor tipuri de analize.

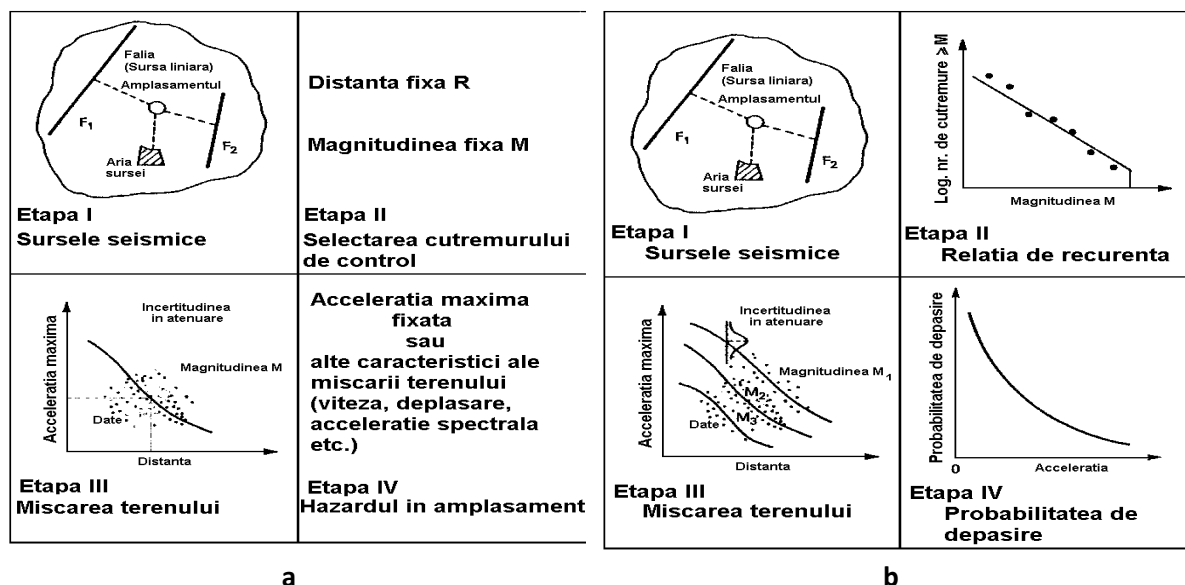


Fig.129. Principul metodei deterministe evaluare a hazardului seismic (a) și etapele analizei probabilistice a hazardului seismic (b); după Reiter 1991, cu modificări

Etapa a doua în analiza deterministă constă în alegerea unui cutremur de control - cel care induce o mișcare a terenului care domină efectele tuturor cutremurelor produse de sursa respectivă. În cazul în care nu se știe cărui eveniment i se asociază cea mai mare deplasare a solului la amplasamentul de interes sau dacă studiem mai multe surse de aceeași importanță, se pot considera mai multe cutremure de control, ceea ce duce la crearea de scenarii seismice. Etapa a 2-a în analiza probabilistică este reprezentată de statistica seismicității surselor considerate (ex. determinarea legii de recurență a magnitudinii cutremurelor).

Etapa a treia constă în evaluarea efectelor cutremurului în termeni de parametri ai mișcării solului la amplasamentul/regiunea de interes. Pentru acesta, atât analiza clasică deterministă cât și analiza probabilistă folosesc modele de atenuare a mișcării seismice (numite și „legi de atenuare” sau „ecuații de predicție a mișcării solului”) determinate statistic pe baze de date observaționale.

Etapa a patra o reprezintă definirea hazardului la amplasamentul de interes. În cele mai multe cazuri este outputul direct al etapei anterioare. De obicei acesta constă în hărți exprimate prin accelerația maximă a solului, viteză sau o altă măsură a mișcării produse de cutremur.

Scenariul VR1000 – cutremur foarte puternic posibil în zona Vrancea intermediar, cu planul de falie orientat NE-SV și caracter de falie inversă, tipic zonei. Magnitudinea atribuită M_w este maximă posibilă a zonei 8.1, adâncime hipocentrală 150km, cea mai frecventă în catalog la cutremurele foarte puternice justificată prin extensia spațială și caracteristicile volumului seismic subdus (Ferrand & Manea 2021). Probabilitatea de apariție a acestui scenariu este de 10^{-3} (corespunzător unui interval mediu de recurență IMR1000ani).

Modele de atenuare a mișcării seismice folosite pentru acest scenariu sunt Sokolov et al., 2008, Văcăreanu et al., 2015a și Manea et al., 2021 cu ponderi atribuite de 0.25, 0.25, respectiv 0.5. Hărțile de scenariu în termeni de accelerații și viteze se observă în Fig. 130 și 131. În Fig. 132 distribuția intensităților microseismice este estimată prin relațiile de conversie propuse recent special pentru această zonă seismică de Constantin et al., 2021 și verificată cu legea de atenuare a intensităților propusă de Văcăreanu et al., 2015b.

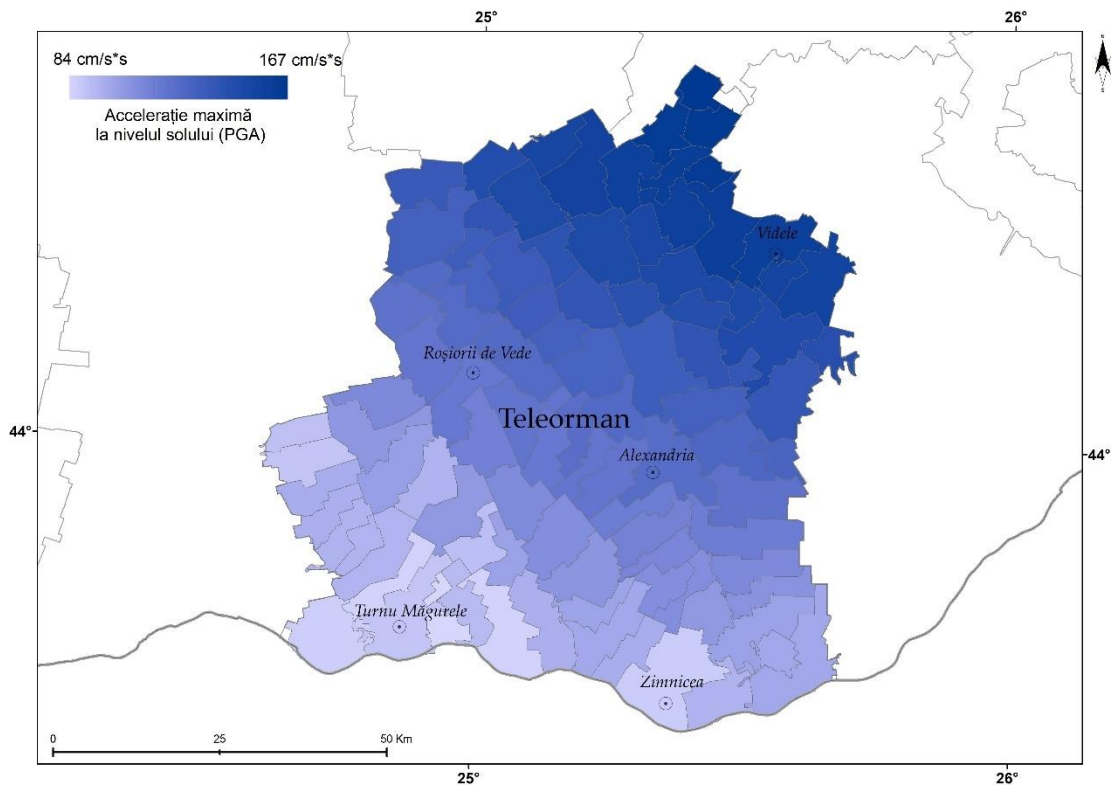


Fig.130. Distribuția accelerațiilor maxime orizontale estimate pentru scenariul VR1000

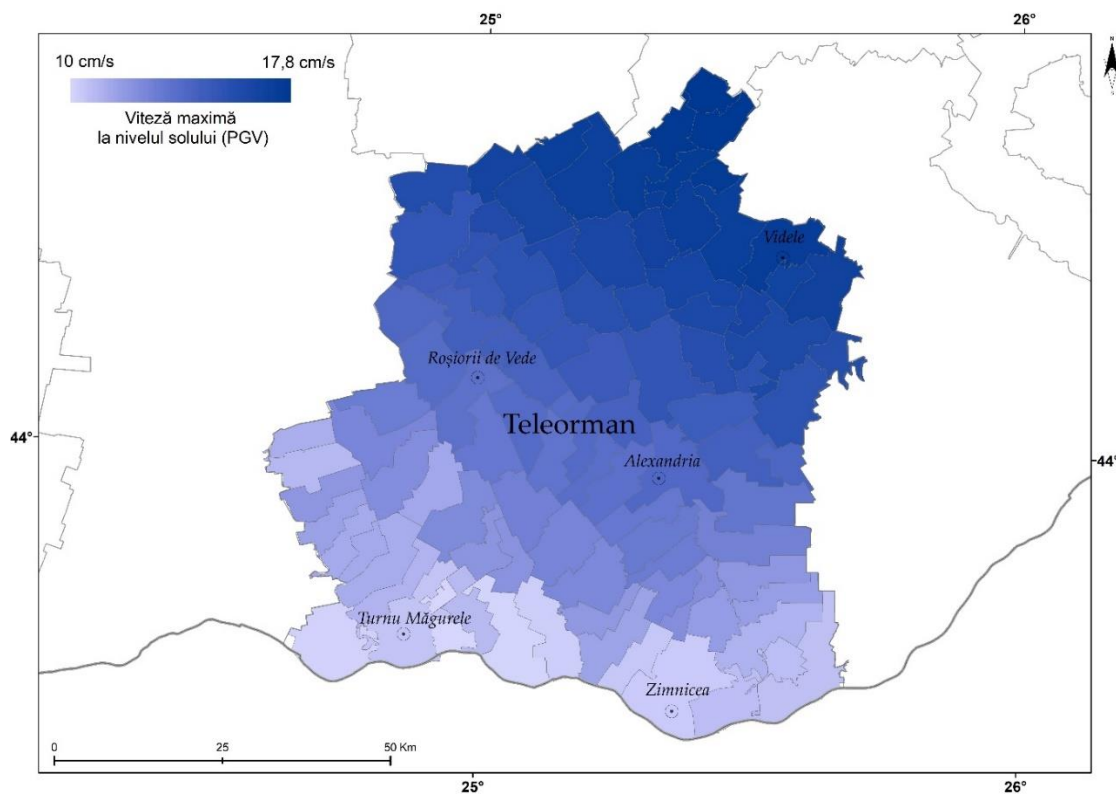


Fig.131. Distribuția vitezelor maxime orizontale estimate pentru scenariul VR1000

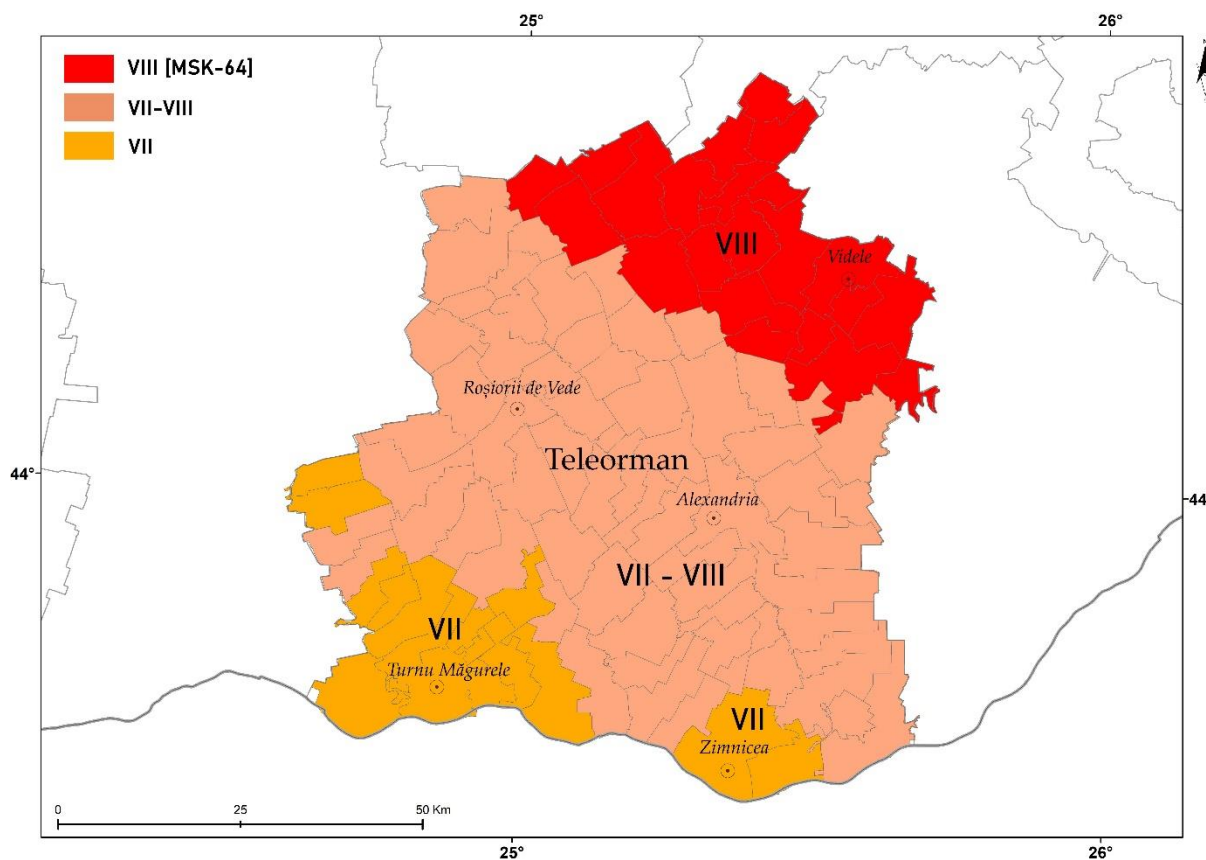


Fig.132.Distribuția intensităților macroseismice estimate pentru scenariul VR1000

Scenariul VR100 – cutremur puternic posibil în zona Vrancea intermediar ales într-un epicentru tipic zonei. Magnitudinea atribuită acestui scenariu Mw 7.5 este justificată prin statistica seismicității prezentată în etapa a II-a a prezentului contract, adâncime hipocentrală 90km, similară cu a evenimentului din 4 martie 1977 (Mw7.4) care a produs cele mai mari pierderi. Probabilitatea de apariție a acestui scenariu este de 10^{-2} (corespunzător unui interval mediu de recurență IMR100ani). Hărțile pentru acest scenariu se pot consulta în Fig. 133-135. Valorile simulate și hărțile (format GIS) sunt atașate acestei predări.

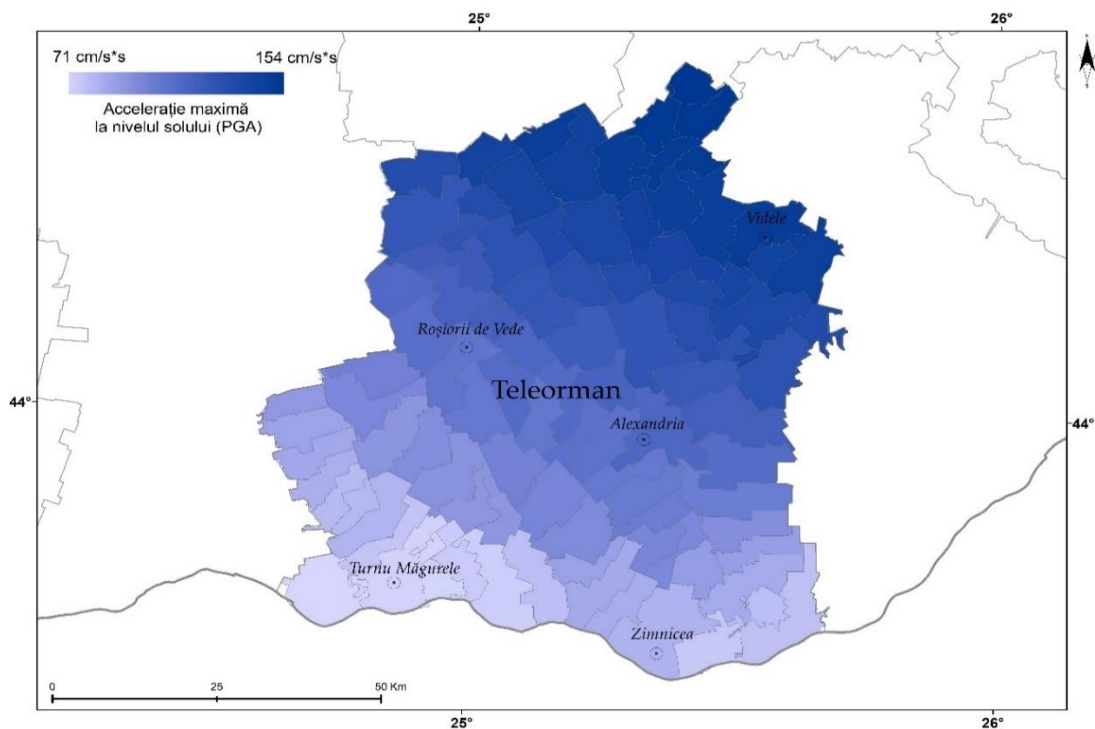


Fig.133.Distribuția accelerațiilor maxime orizontale estimate pentru scenariul VR100

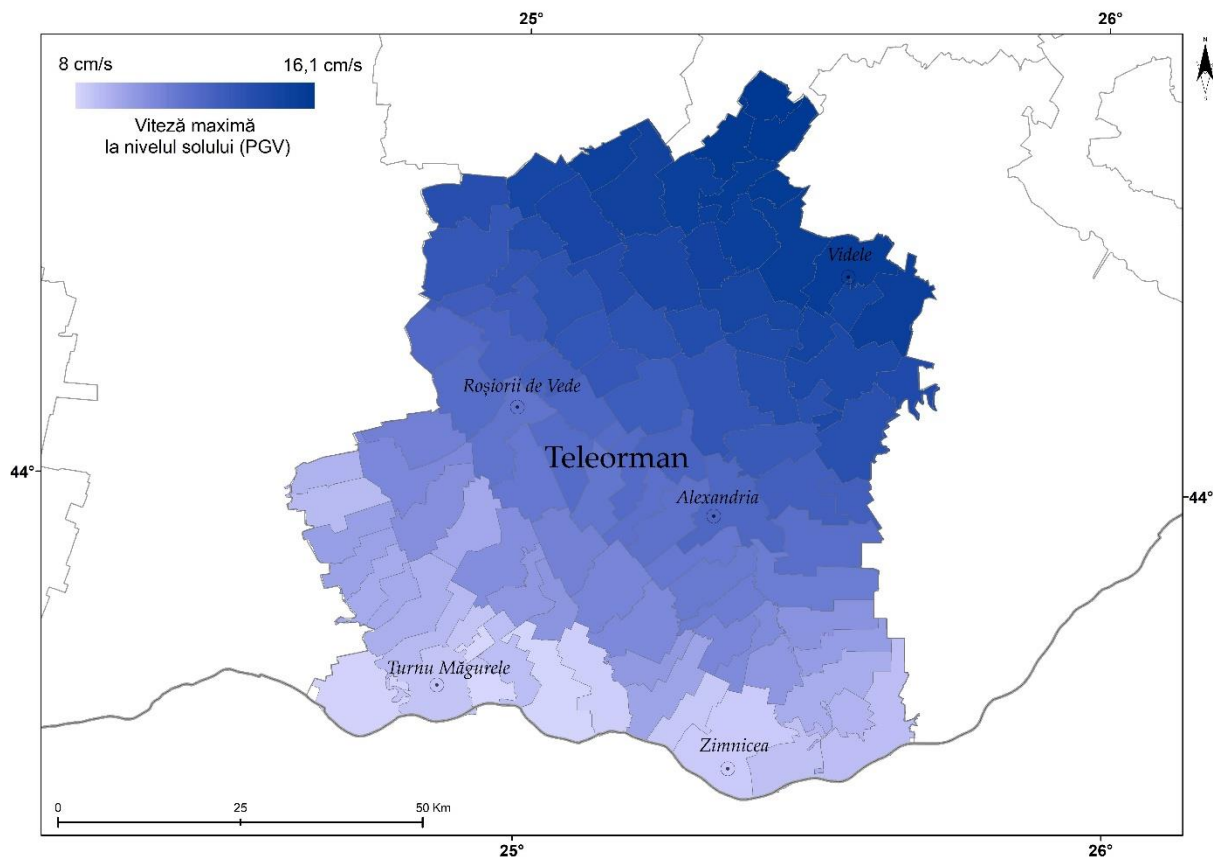


Fig.134.Distribuția vitezelor maxime orizontale estimate pentru scenariul VR100

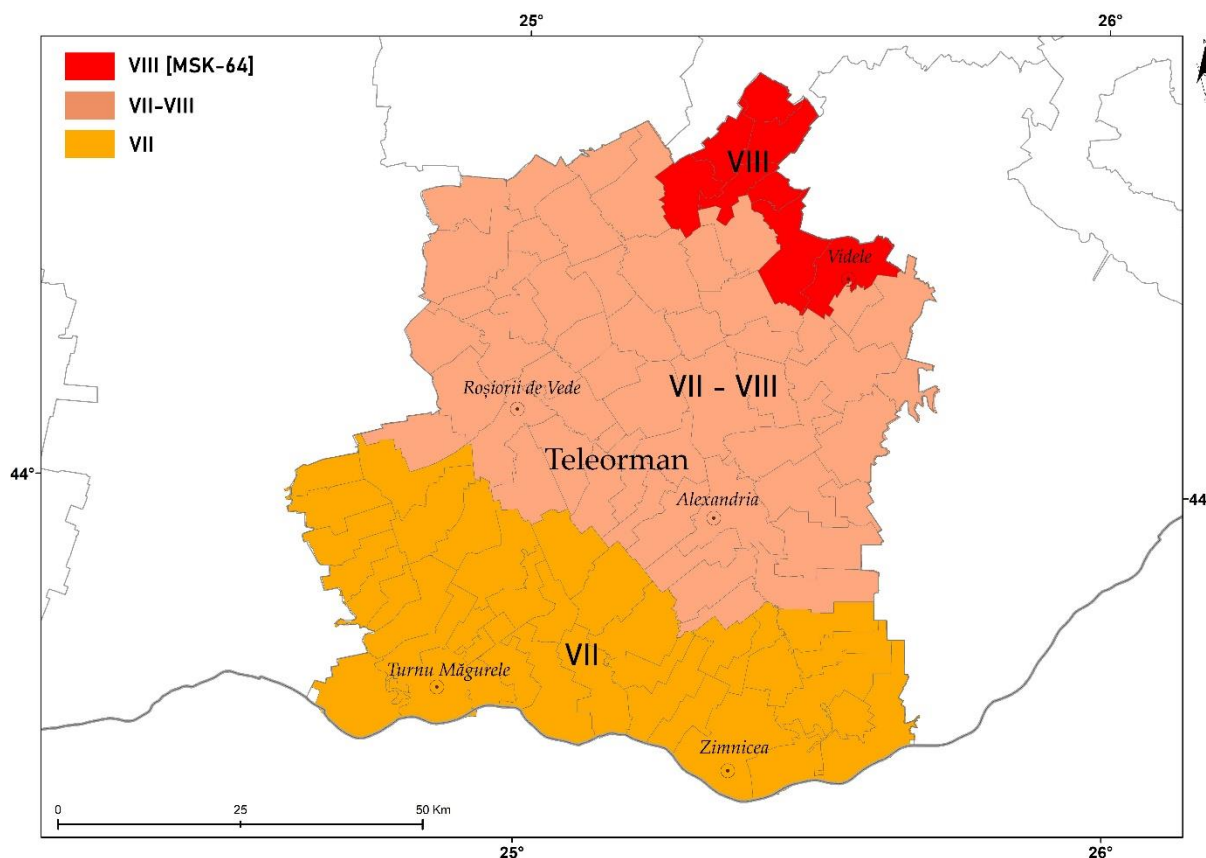


Fig.135. Distribuția intensităților macroseismice estimate pentru scenariul VR100

Scenariul VR10 – cutremur posibil în zona Vrancea intermediar ales într-un epicentru tipic zonei. Magnitudinea atribuită acestui scenariu Mw 6.5 este justificată frecvența apariției sale în catalogul zonei (IMR 10 ani), adâncime hipocentrală 120km reprezintă media valorilor raportate în catalogul INCDFP (ROMPLUS upgraded) pentru evenimente de această magnitudine. Probabilitatea de apariție a acestui scenariu este destul de mare, 10^{-1} (corespunzătoare unui interval mediu de recurență de 10ani).

Hărțile pentru acest scenariu se pot consulta în Fig. 136-139. Modelul folosit în simularea mișcării seismice este Manea et al., 2021, acesta având cele mai multe elemente care adaptează valorile calculate la condițiile locale (ex. Vs30 prin clasa de sol dar și frecvența fundamentală la amplasament). Distribuția intensităților macroseismice este calculată cu modelul Văcăreanu et al., 2015b. Valorile simulate și hărțile (format GIS) sunt atașate acestui raport. Toți parametrii calculați pentru scenariu se află în buna concordanță conform corelațiilor propuse de/rezultate din studii recente (Ardeleanu et al., 2020; Constantin et al., 2021).

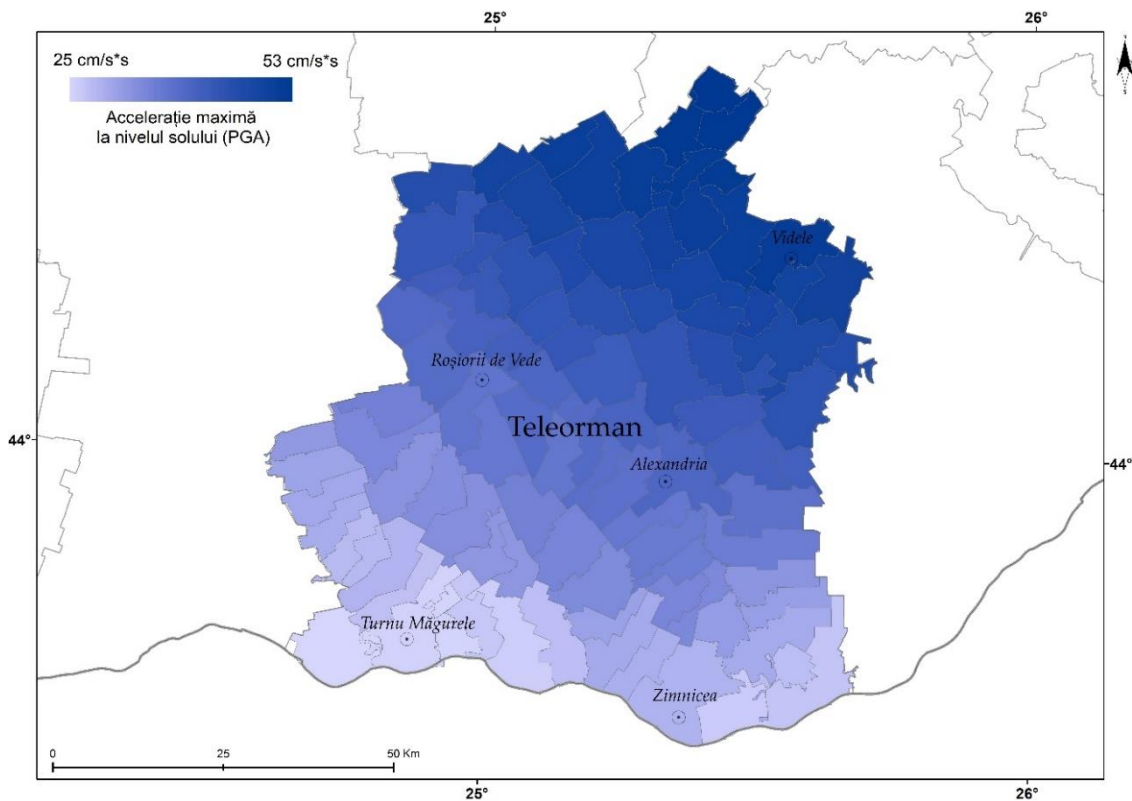


Fig.136.Distribuția accelerațiilor medii orizontale estimate pentru scenariul VR10

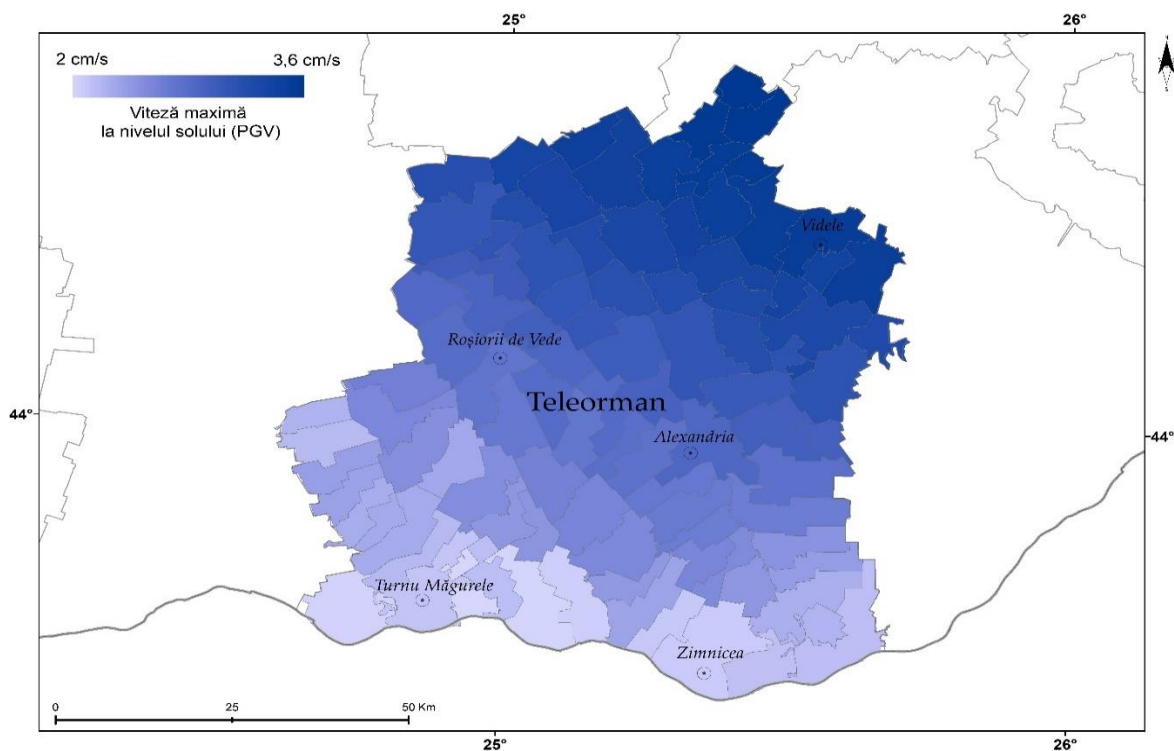


Fig.137.Distribuția vitezelor medii orizontale estimate pentru scenariul VR10

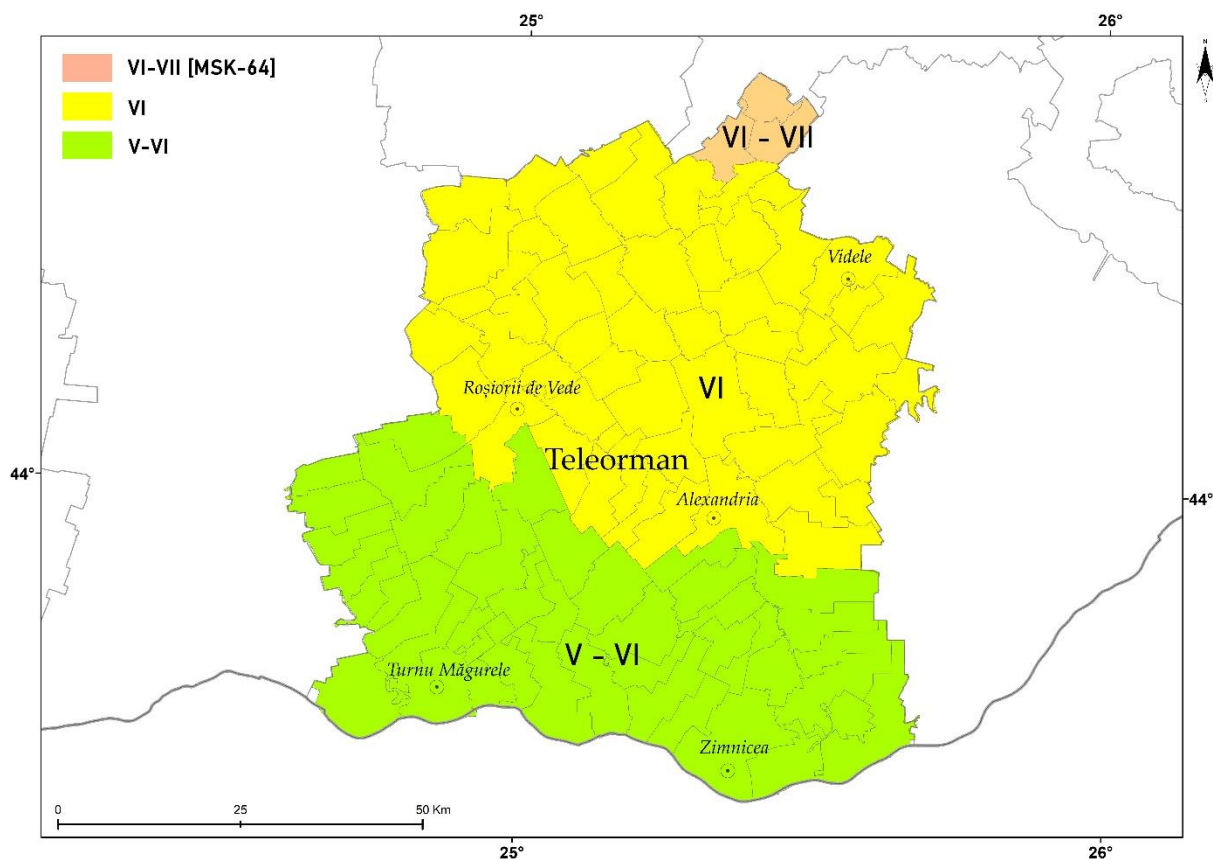


Fig.138.Distribuția intensităților microseismice estimate pentru scenariul VR10

Scenariul local TR– a fost ales în urma analizei seismicității locale și a capabilității faliilor cunoscute în județ, in baza celui mai puternic cutremur înregistrat (1/12/1977 Mw3.2) dar cu o magnitudine ridicată la Mw=5 și o adâncime medie hipocentrală de 10km.

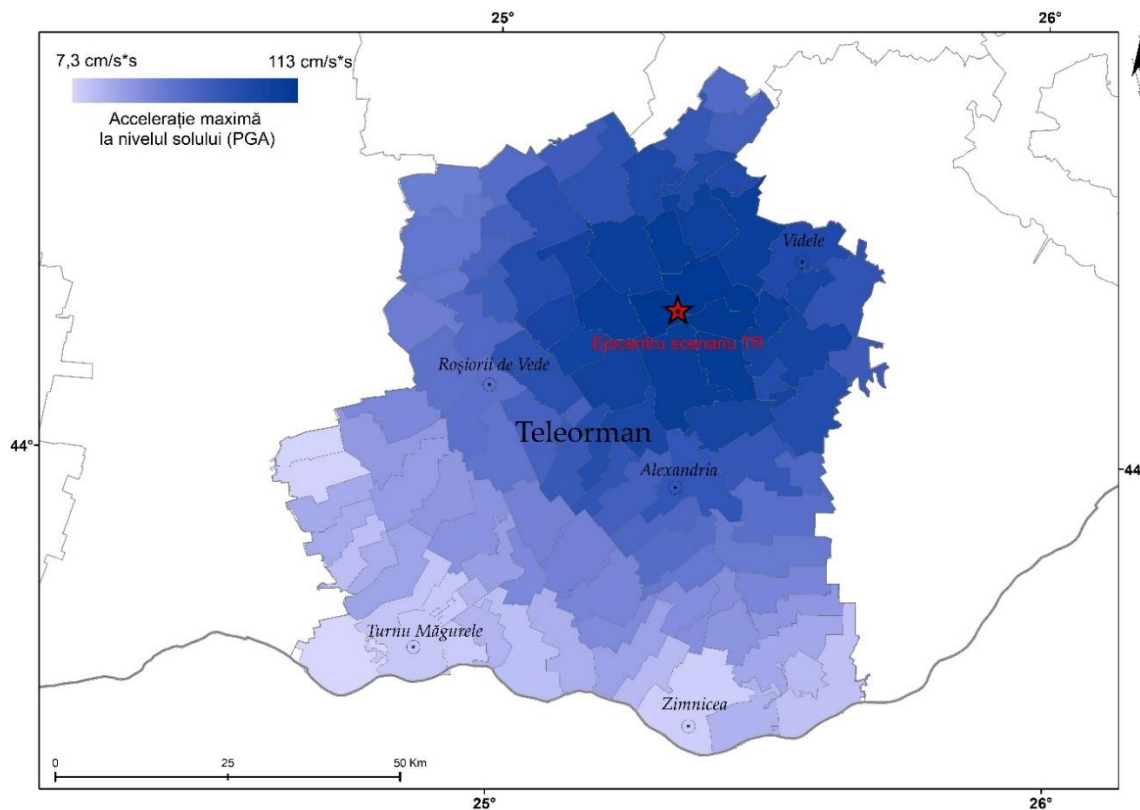


Fig.139. Distribuția accelerațiilor medii orizontale estimate pentru scenariul local

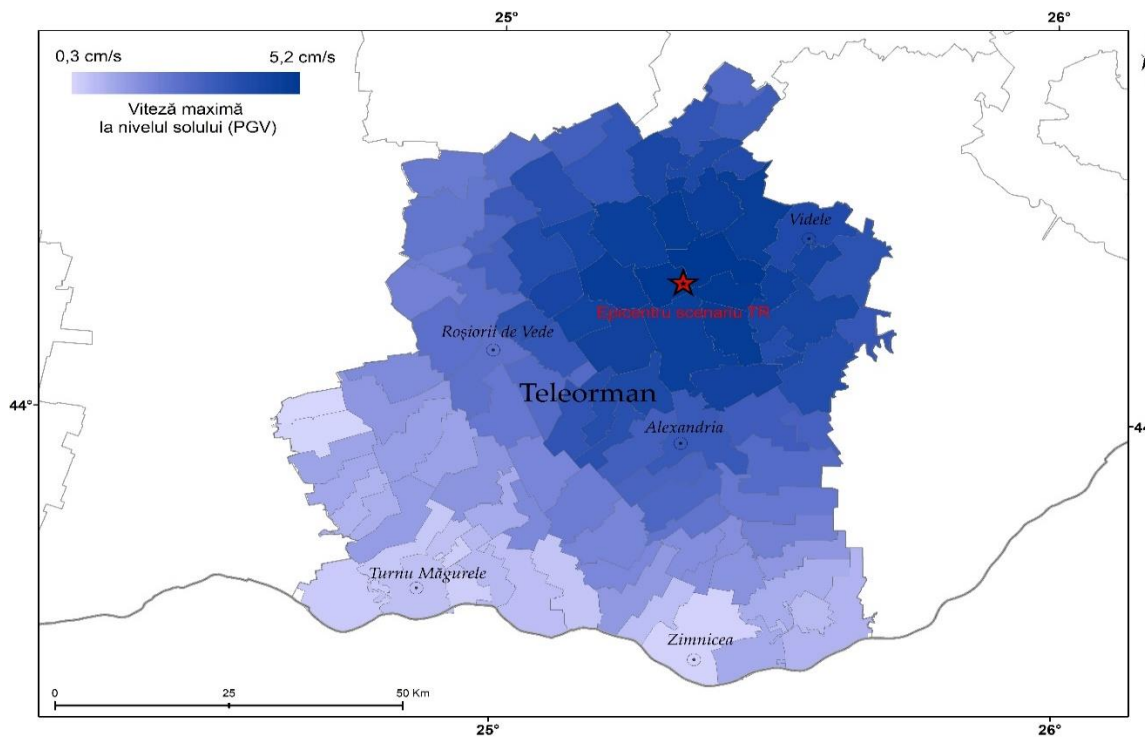


Fig.140. Distribuția vitezelor medii orizontale estimate pentru scenariul local

Hărțile pentru acest scenariu se pot consulta în Fig. 139-140. Deoarece la acest moment încă nu dispunem de modele de atenuare a mișcării seismice derivate pentru seismele crustale din țara noastră, am folosit modele din practica internațională selectate pe baza testelor efectuate cu înregistrările disponibile la INCDFP. Valorile din Fig. 139 și Fig. 140 reprezintă media ponderată a celor simulate folosind modelele Cauzzi et al., 2014(30%); Chiou&Youngs, 2014(23%); Kale et al., 2015(27%); Boore et al., 2014(20%). În toate aceste modelări s-a luat în considerare și mecanismul de producere ales/determinat din caracterul predominant al faliei (etapa I și a II-a a prezentului contract).

Pentru calculul distribuției intensităților macroseismice (Fig. 141) așteptate la cutremure crustale din Romania ne-am bazat pe ecuațiile derivate pe date locale în studiile Pantea, 1994 și Pantea&Moldovan, 2000.

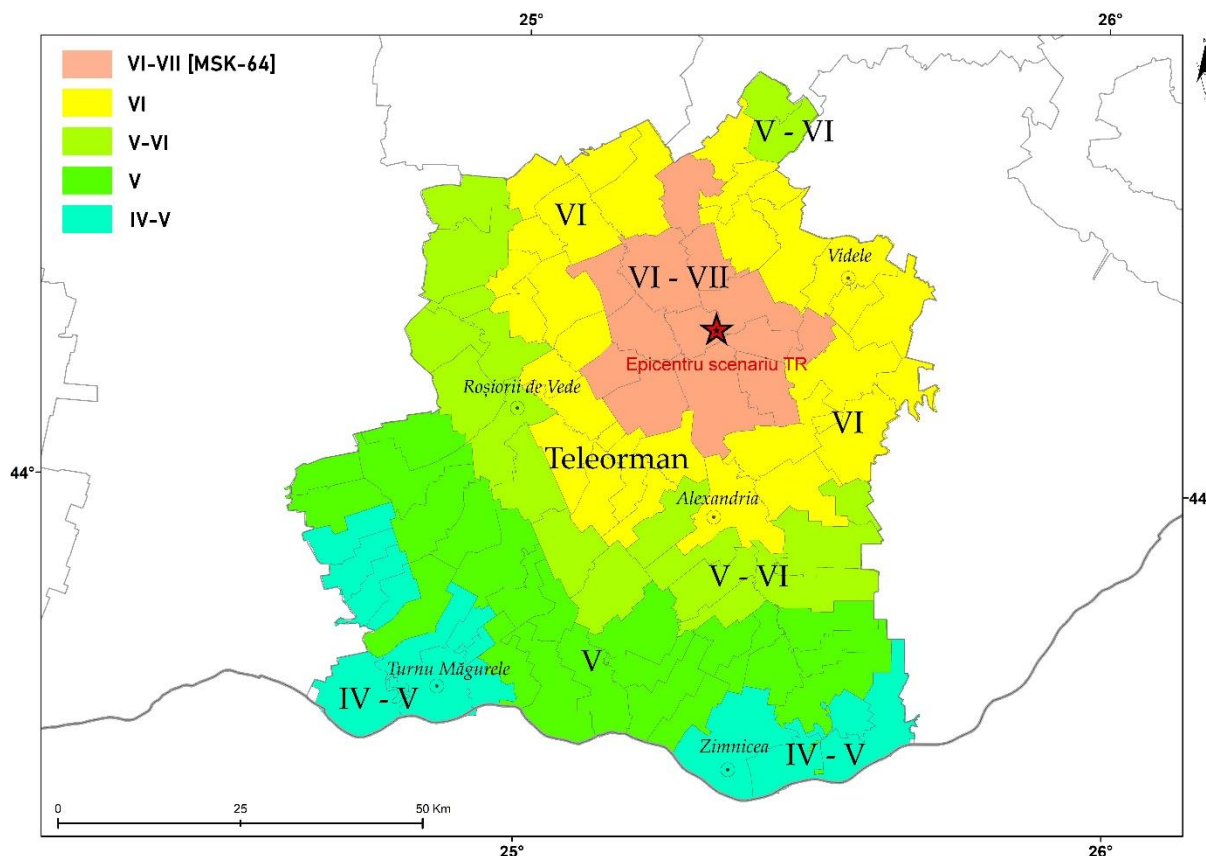


Fig.141.Intensități macroseismice estimate pentru scenariul local TR

Scenariul GOR Cutremur generat în Nordul Bulgariei, în zona cu cea mai mare capacitate (Gorna –Orjahovitsa), în poziția cea mai defavorabilă, la adâncime similară celui mai puternic eveniment din zonă (1913/6/14, h=14km, Mw=7.1) dar cu Mw 6,4. Soluția planului de falie este aleasă din baze de date internaționale (ESDF, 2013). Probabilitatea de producere a acestui eveniment este 10^{-2} conform analizei statistice a catalogului zonei.

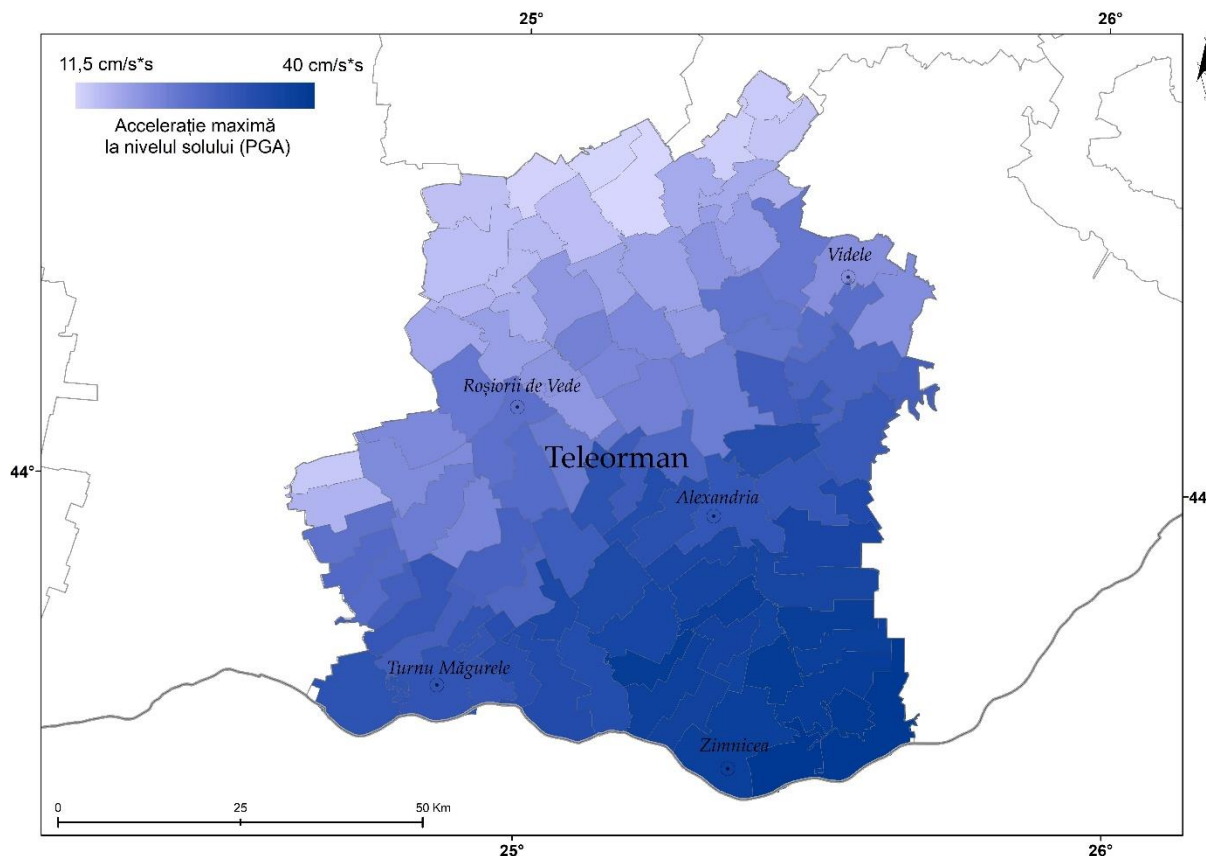


Fig.142.Distribuția accelerațiilor medii orizontale estimate pentru scenariul Gorna

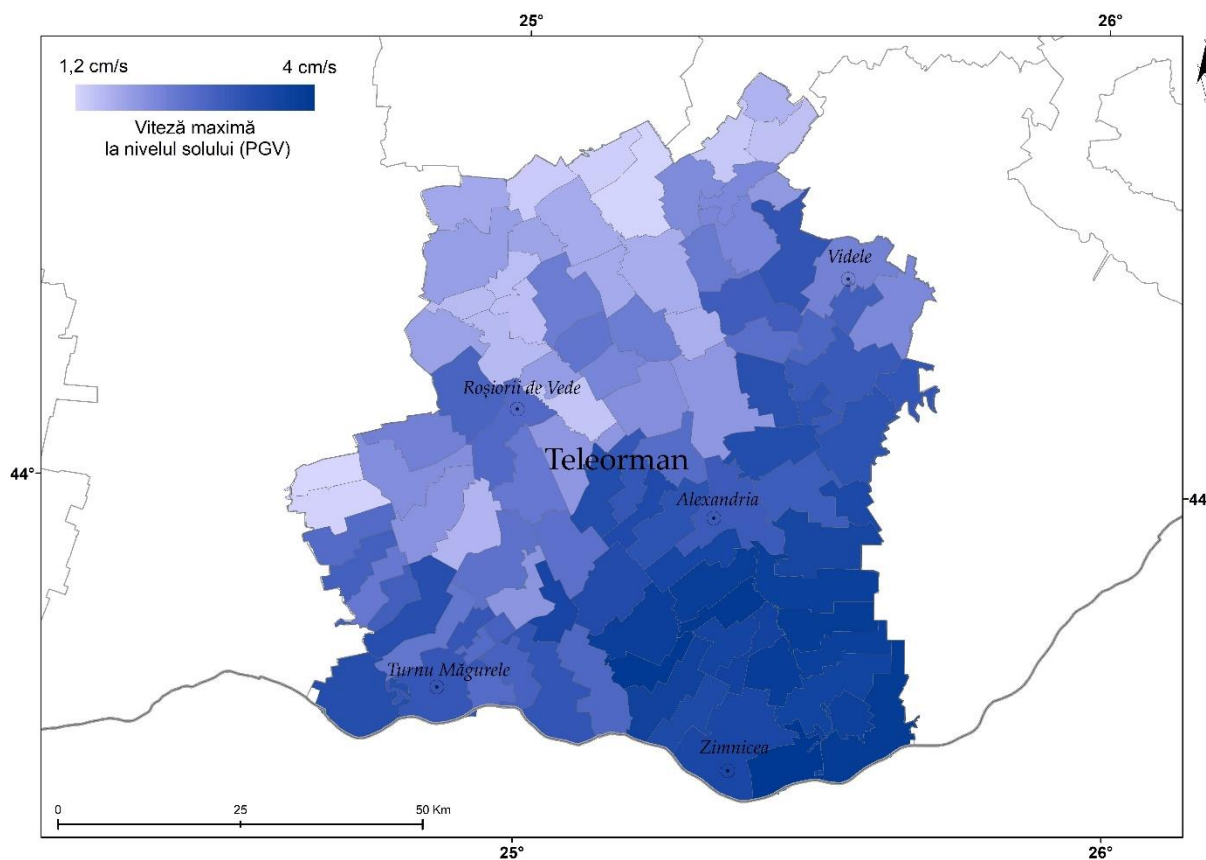


Fig.143.Distribuția vitezelor medii orizontale estimate pentru scenariul Gorna (IMR100)

Hărțile din Fig. 142 și Fig. 143 reprezintă valorile medii ponderate a celor simulate folosind modelele Cauzzi et al., 2014(30%); Chiou&Youngs, 2014(23%); Kale et al., 2015(27%); Boore et al., 2014(20%). Intensitățile macroseismice asociate acestui eveniment (Fig. 144) sunt calculate cu modelul de atenuare folosit pentru estimarea hazardului seismic în zona transfrontalieră România-Bulgaria (Solakov et al., 2014 și referințele aferente).

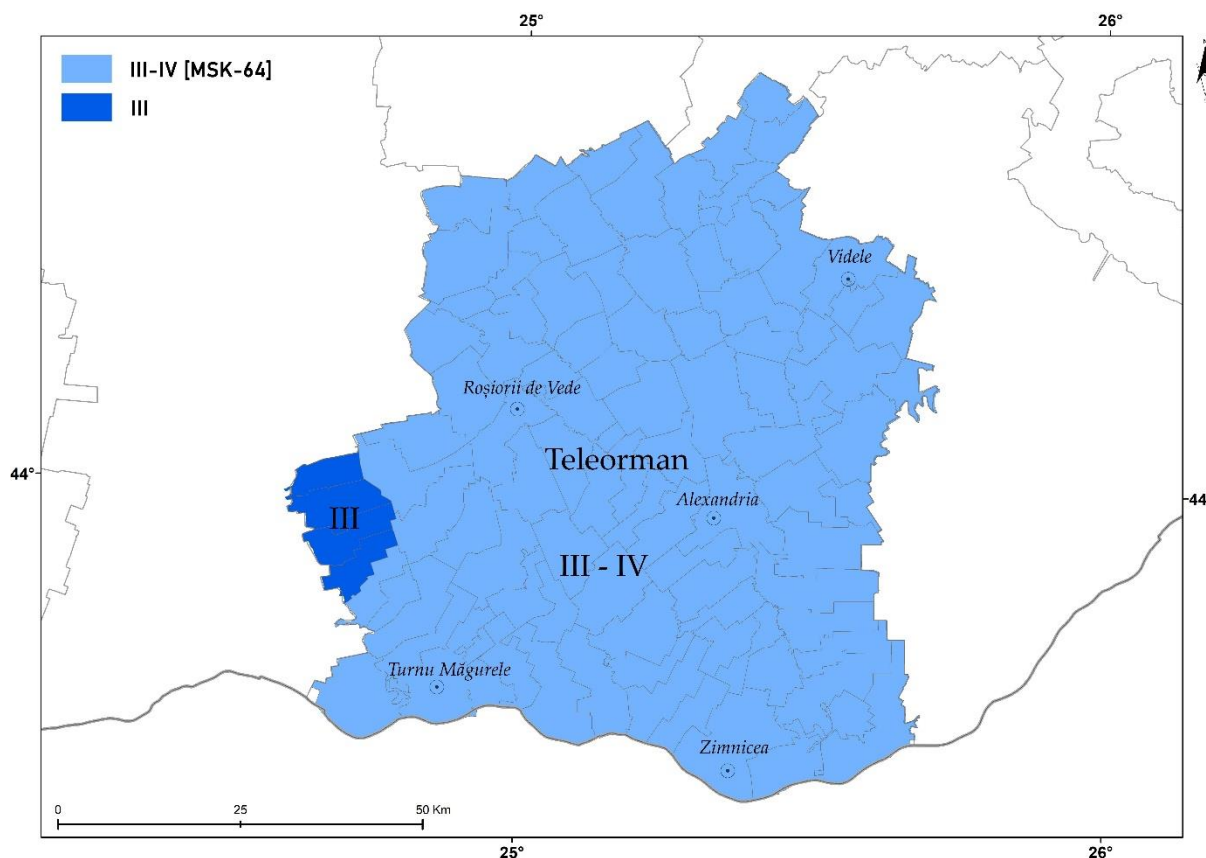


Fig.144.Intensități macroseismice estimate pentru scenariul Gorna IMR100

Scenariul pentru evenimentul maxim posibil în zona Gorna, prezentat în etapa a II-a, determină pe raza județului Teleorman intensități în jurul V MSK (+/-0.5) însă probabilitatea de producere este mai mică de 10^{-3} .

4.1 Elaborarea Hărților de Risc Seismic conform legislației în vigoare

Pentru determinarea nivelului de risc seismic a fost utilizată versiunea 3 a Sistemului pentru estimarea rapidă a pagubelor generate de cutremure în România (SeisDaRo), dezvoltat și administrat de către Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Pământului (INCDFP) și detaliat în Toma-Dănilă et al. (2018). Modulul SELENA (bazat pe softul open-source cu acest nume, dezvoltat de către Institutul NORSAR) al SeisDaRo a permis calculul probabilității de avariere a clădirilor rezidențiale din județul Teleorman, ținând cont de valorile de hazard seismic, și ulterior al numărului de persoane ce pot fi rănite. Metodologia este similară HAZUS-MH,

bazându-se pe funcții de capacitate și fragilitate pentru clădiri, pe spectrul elastic IBC-2006 care necesită valori de PGA și accelerație spectrală la 0,3 și 1,0 s, pe metodologia I-DCM (Improved Displacement Coefficient Method) și pe rate de fatalitate determinate empiric.

Datele de expunere utilizate în SeisDaRo se bazează pe datele colectate la Recensământul Populației și Locuințelor din 2011. Pentru exprimarea vulnerabilității clădirilor au fost utilizate 35 de funcții de capacitate și fragilitate pentru mai multe tipologii reprezentative, ținând cont de perioada de construcție, materialul de construcție și regimul de înălțime. Numărul de victime a fost dedus considerând un număr maxim de ocupanți (scenariu nocturn).

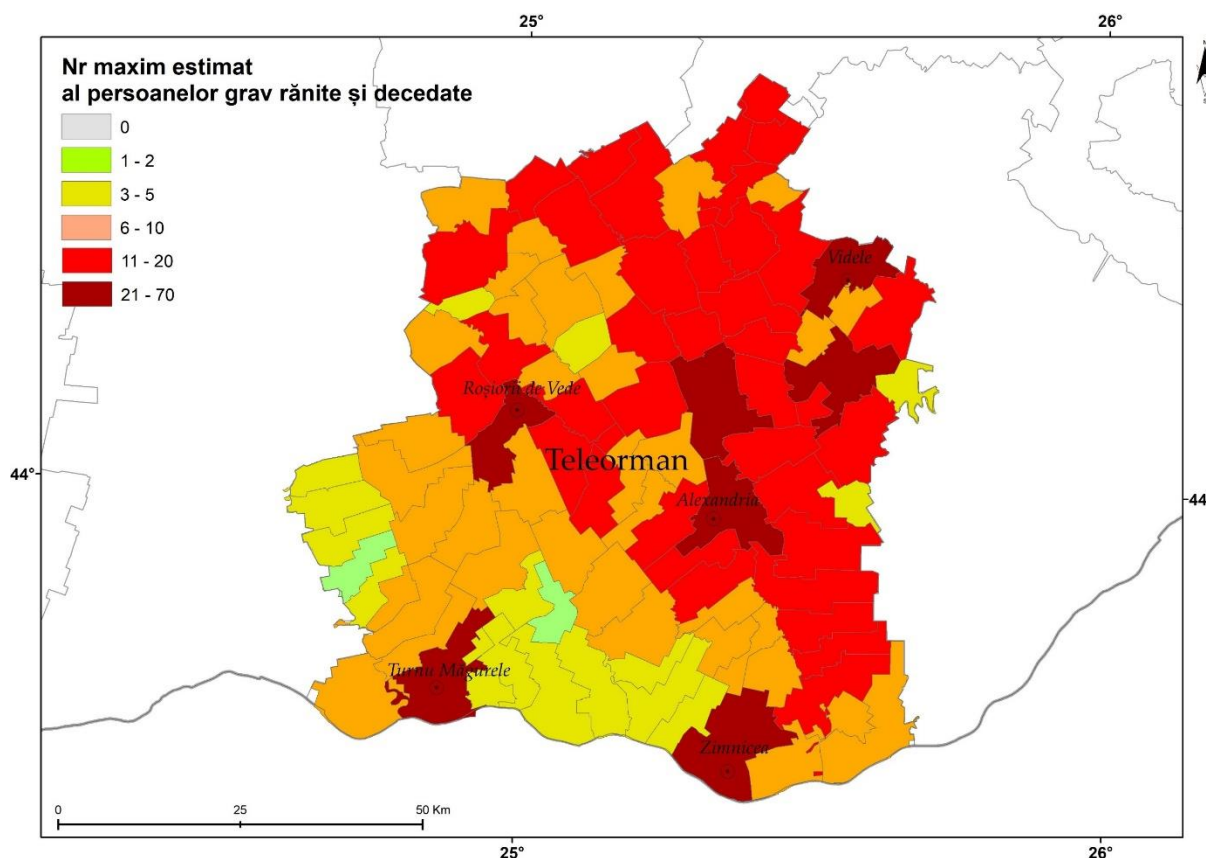


Fig.145. Harta de risc seismic pentru scenariul VRI1000

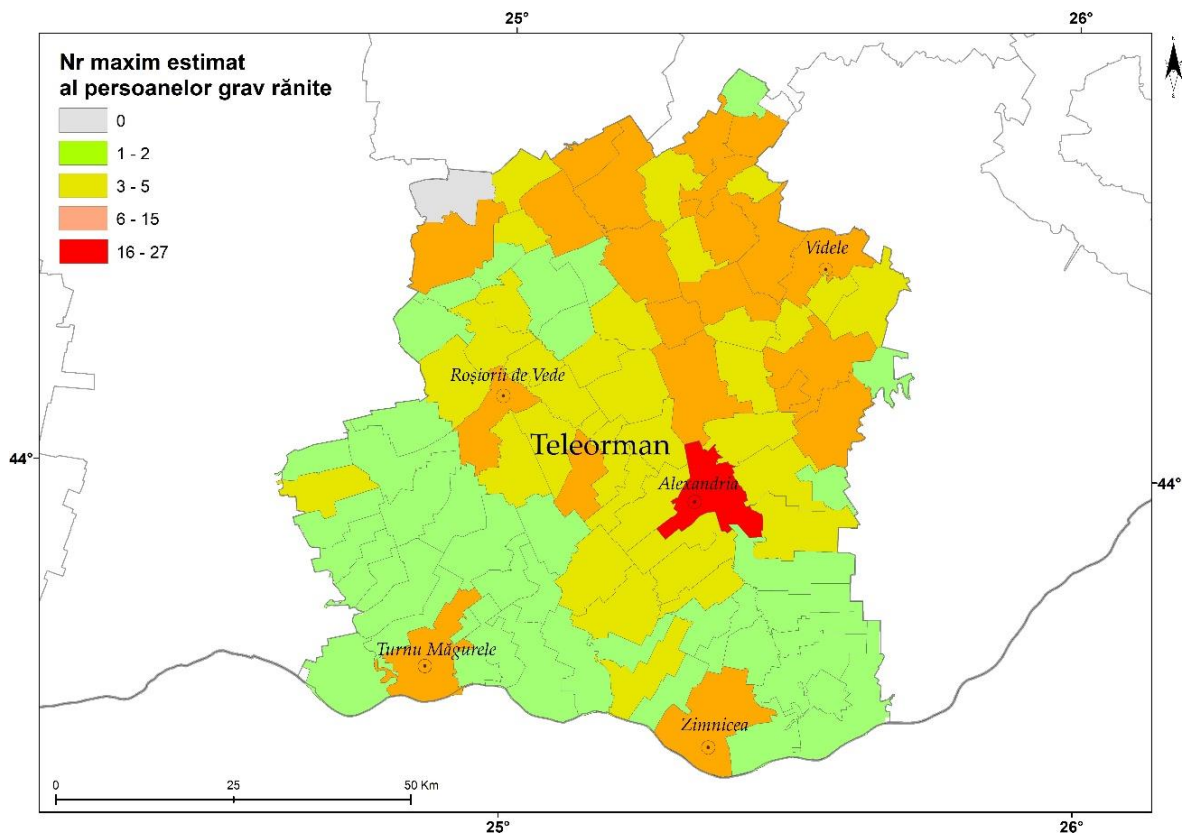


Fig.146. Harta de risc seismic pentru scenariul VRI100

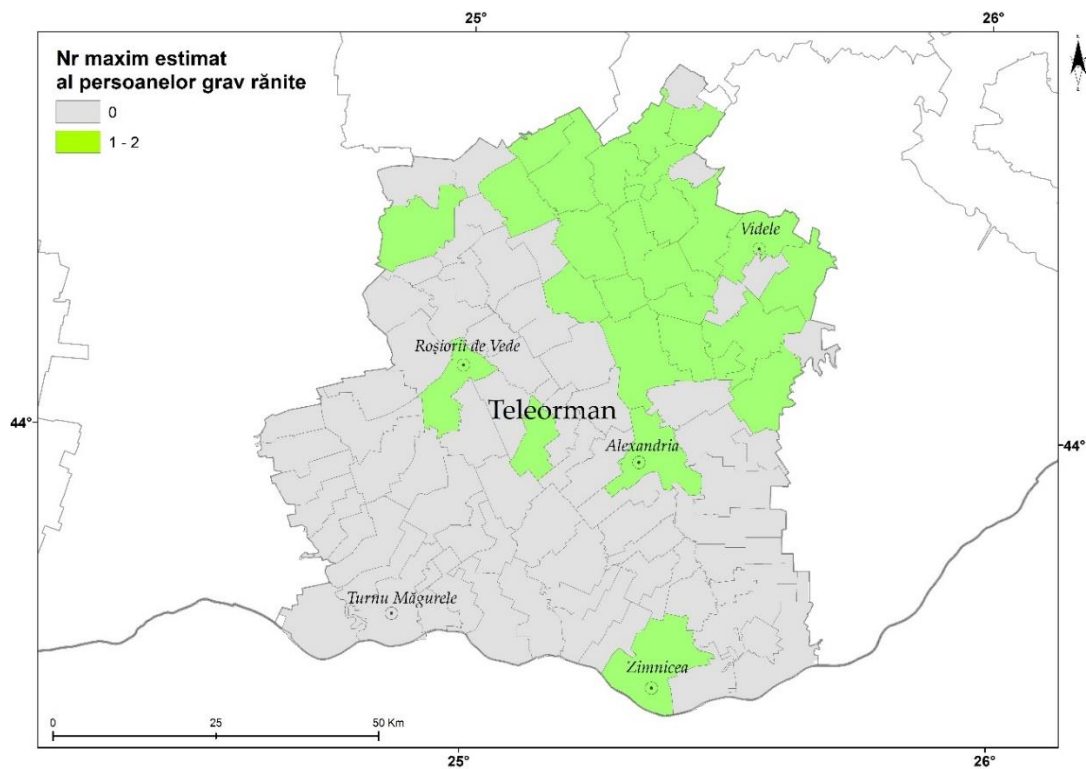


Fig.147. Harta de risc seismic pentru scenariul VRI10

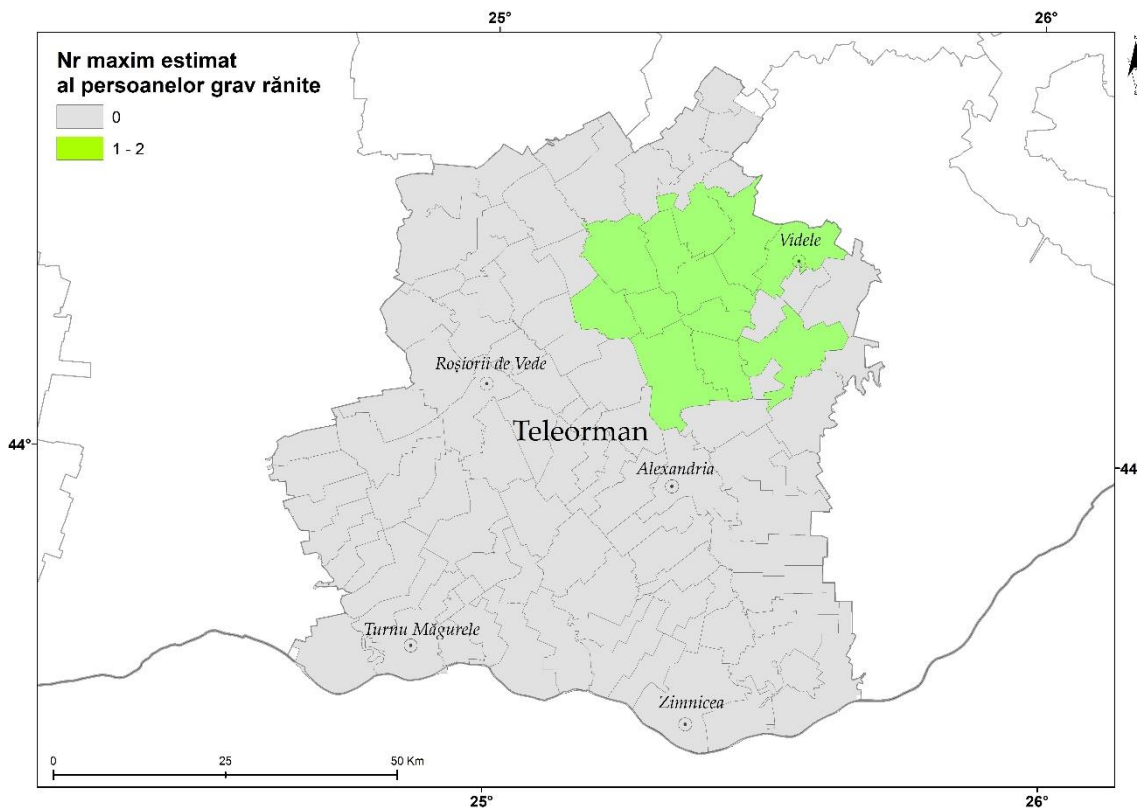


Fig.148. Harta de risc seismic pentru scenariul TR local

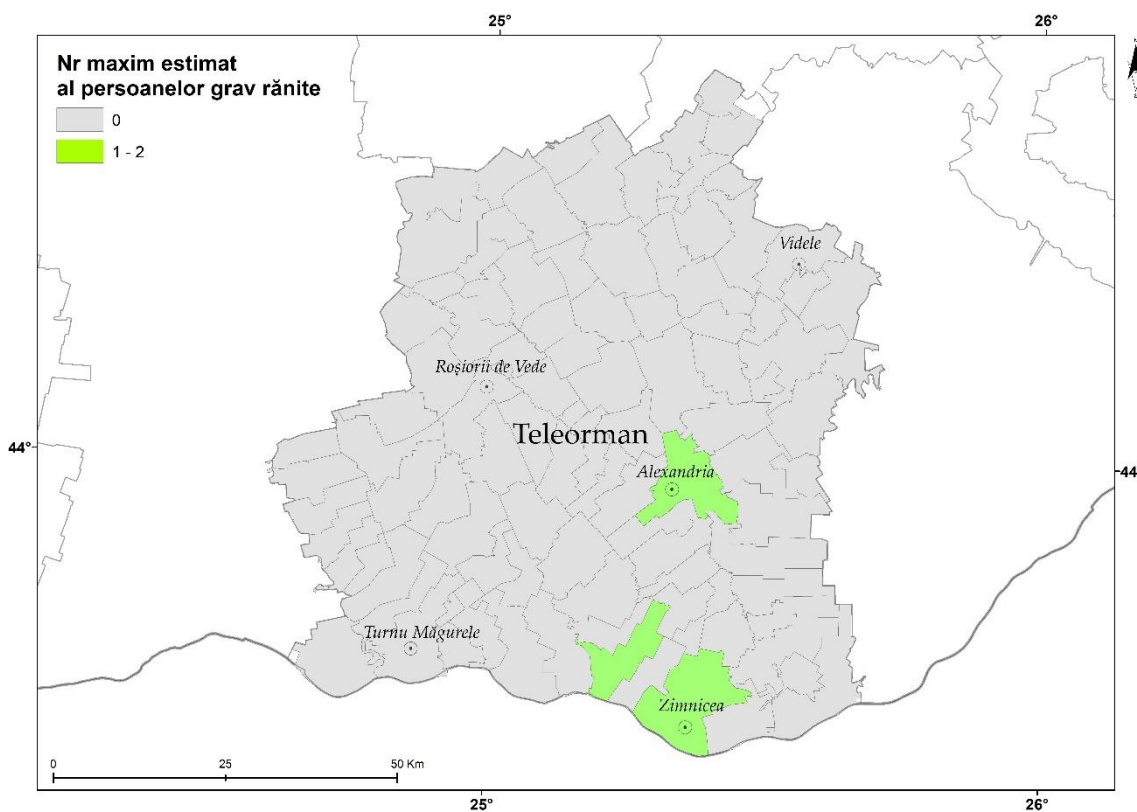


Fig.149. Harta de risc seismic pentru scenariul GOR



5. CAPITOLUL 5

Evaluarea efectului cutremurelor locale și regionale asupra zonei Județului Teleorman.

5.1. Elaborarea scenariilor de producere a cutremurelor locale și intermediare pentru diferite clase de magnitudine și pentru diferite perioade de revenire

Pentru evaluarea efectelor cutremurelor în zona județului Teleorman s-au definitivat următoarele scenarii:

Scenariu	lat	lon	h	Mw	Sursa
VRI1000	45.5	26.4	150	8.1	Vrancea intermediară
VRI100	45.77	26.76	90	7.5	Vrancea intermediară
VRI10	45.6	26.6	120	6.5	Vrancea intermediară
TR	44.2	25.33	10	5	Teleorman
GOR	43.1	25.7	15	6.4	Gorna

Scenariul VR1000 – cutremur foarte puternic posibil în zona Vrancea intermediar, cu planul de falie orientat NE-SV și caracter de falie inversă, tipic zonei. Magnitudinea atribuită de 8,1 Mw este maxima posibilă a zonei; adâncimea hipocentrală de 150 km este cea mai frecventă în catalog la cutremurele foarte puternice, justificata prin extensia spațială și caracteristicile volumului seismic subduș



(Ferrand & Manea, 2021). Probabilitatea de apariție a acestui scenariu este de 10^{-3} (corespunzătoare unui interval mediu de recurență IMR de 1000 ani).

Modelele de atenuare a mișcării seismice folosite pentru acest scenariu sunt cele mai avansate posibil, fiind testate în numeroase analize (ex: proiectul RO-RISK, 2017 - Sokolov et al., 2008, Văcăreanu et al., 2015) sau recent elaborate de cercetătorii INCDFP și publicate în reviste cu recenzori internaționali (Manea et al., 2021). Trebuie să precizăm faptul că aceste modele iau în considerare și răspunsul seismic local (efectele locale) prin factorii de amplificare spectrală (Sokolov et al., 2008), prin clasa de sol și Vs30 (Văcăreanu et al., 2015) sau prin clasa de sol (bazată pe Vs30) și frecvența fundamentală de rezonanță a site-ului (modelul Manea et al., 2021). Distribuția spațială a accelerațiilor maxime calculate pentru acest scenariu (Fig. 130 din etapa anterioară) precum și valorile spectrale ale acestora (SA la 0,3 și 1,0 s) sunt folosite ca input pentru determinarea efectelor cutremurului adică estimarea pierderilor seismice directe materiale și umane folosind off-line sistemul SeisDaRo al INCDFP (<http://www.infp.ro/index.php?i=srv13> și Toma-Dănilă et al., 2018). Efectul așteptat asupra județului este dat de distribuția spațială a intensităților macro seismice (Fig. 132 și tabelele aferente predate în etapa anterioară) care ating valoarea de VIII MSK , echivalentă cu MMI și EMS-98, în 21 UAT-uri, scăzând până la valoarea minimă de VII MSK atinsă în 17 UAT (inclusiv municipiul Zimnicea). Estimarea analitică a efectelor acestor scenarii se poate consulta în secțiunea c) Fig. 139 și 140.

Scenariul local TR - a fost ales în urma analizei seismicității locale și a capacității faliilor cunoscute în județ, în baza celui mai puternic cutremur înregistrat (1/12/1977, $M_w=3.2$) dar cu o magnitudine ridicată la $M_w=5$ și o adâncime medie hipocentrală de 10km. Probabilitatea de apariție a acestui scenariu este de 10^{-3} sau chiar mai mică (IMR 1000 ani sau mai mult). Deoarece la acest moment încă nu dispunem de modele de atenuare a mișcării seismice derivate pentru seismele crustale din țara noastră, am folosit modele din practica internațională selectate pe baza testelor efectuate cu înregistrările disponibile la INCDFP (ongoing work, sa dam un număr de proiect). Hărțile de hazard ale acestui scenariu reprezintă media ponderată a accelerațiilor și vitezelor simulate folosind modelele Cauzzi et al., 2014 (30%); Chiou&Youngs, 2014(23%); Kale et al., 2015(27%); Boore et al.,



2014(20%). În toate aceste modelări s-a luat în considerare și mecanismul de producere determinat din caracterul predominant al faliei. Distribuția spațială a accelerațiilor maxime calculate pentru acest scenariu (Fig. 139 etapa anterioară) precum și valorile spectrale ale acestora (SA la 0,3 și 1,0 s) sunt folosite ca input pentru determinarea efectelor cutremurului adică estimarea pierderilor seismice directe materiale și uman folosind off-line sistemul SeisDaRo al INCDFP (<http://www.infp.ro/index.php?i=srv13> și Toma-Dănilă et al., 2018). Distribuția spațială a intensităților macro seismice (Fig. 141 etapa a IVa) așteptate la acest improbabil scenariu este calculată pe baza ecuațiilor derivate pe date locale (Pantea, 1994 și Pantea&Moldovan, 2000). Estimarea empirică a efectelor așteptate arată valori maxime de VI-VII MSK în 11 UAT-uri din jurul epicentrului, VI MSK în Videle și Alexandria, VMSK în Turnu Măgurele, scăzând până la IV-V MSK la Zimnicea. Estimarea analitică a efectelor acestui scenariu se poate consulta în secțiunea c) Fig 139 și 140.

Scenariul VR100 – cutremur puternic posibil în zona Vrancea intermediar ales într-un epicentru tipic zonei. Magnitudinea atribuită acestui scenariu Mw 7.5 este justificată prin statistica seismicității zonei Vrancea-intermediar, adâncime hipocentrală 90km, similară cu a evenimentului din 4 martie 1977 (Mw7.4) care a produs cele mai mari daune materiale în județ. Probabilitatea de apariție a acestui scenariu este de 10^{-2} (corespunzător unui interval mediu de recurență IMR100ani). Conform procedurii descrise la scenariul VR1000, distribuția spațială a accelerațiilor maxime calculate pentru scenariul VR100 împreună cu valorile spectrale ale acestora sunt folosite ca input pentru determinarea efectelor cutremurului folosind off-line sistemul SeisDaRO al INCDFP (<http://www.infp.ro/index.php?i=srv13> și Toma-Dănilă et al., 2018). Valorile simulate și hărțile (format GIS) au fost atașate predării anterioare. Estimarea analitică a efectelor acestui scenariu se poate consulta în secțiunea c) Fig. 141 și Fig. 142.

Scenariul GOR Cutremur generat în Nordul Bulgariei, în zona cu cea mai mare capacitate (Gorna - Orjahovitsa), în poziția cea mai defavorabilă, la adâncime similară celui mai puternic eveniment din zonă (1913/6/14, h=14km, Mw=7.1) dar cu Mw 6,4 corespunzătoare unui IMR100ani (probabilitatea de producere 10^{-2}) conform analizei



statistice a catalogului zonei. Soluția planului de falieră este aleasă din baze de date internaționale (ESDF, 2013). Acceleerațiile maxime și spectrale pentru acest scenariu au fost calculate folosind mediile ponderate ale modelelor Cauzzi et al., 2014(30%); Chiou&Youngs, 2014(23%); Kale et al., 2015(27%); Boore et al., 2014(20%). Intensitățile macro seismice asociate acestui eveniment, calculate cu modelul de atenuare folosit pentru estimarea hazardului seismic în zona transfrontaliera România-Bulgaria (Solakov et al., 2014 și referințele aferente), arată valori maxime de III-IV MSK în 93 UAT-uri și III MSK în estul extrem. Estimarea analitică a efectelor acestui scenariu se poate consulta în secțiunea c) Fig. 143 și Fig. 144.

Scenariul VR10 – cutremur posibil în zona Vrancea intermediar ales într-un epicentru tipic zonei. Magnitudinea atribuită acestui scenariu Mw 6.5 este justificată frecvența apariției sale în catalogul zonei (IMR 10 ani), adâncime hipocentrală 120km reprezintă media valorilor raportate în catalogul INCDFP (ROMPLUS adus la zi: <http://www.infp.ro/index.php?i=romplus>) pentru evenimente de aceasta magnitudine. Probabilitatea de apariție a acestui scenariu este destul de mare, 10^{-1} (corespunzătoare unui interval mediu de recurență de 10 ani).

Modelul folosit în simularea mișcării seismice este Manea et al., 2021, acesta având cele mai multe elemente care adaptează valorile calculate la condițiile locale (ex. Vs30 prin clasa de sol dar și frecvența fundamentală la amplasament). Distribuția intensităților macro seismice calculată din modele empirice referențiate mai sus arată valori de VI-VII MSK în 3 UAT-uri din nordul județului, valori preponderent de VI MSK în majoritatea teritoriului (inclusiv Roșiori de Vede, Alexandria, Videle) și V-VIMSK în sud (inclusiv Turnu Măgurele și Zimnicea). Estimarea analitică a efectelor acestui scenariu folosind off-line sistemul SeisDaRO al INCDFP (<http://www.infp.ro/index.php?i=sv13> și Toma-Dănilă et al., 2018) se poate consulta în secțiunea c) Fig. 137 și Fig. 138.



5.2. Determinarea efectului acestor cutremure asupra fondului construit în funcție de caracteristicile acestora (vechime, structuri, etc)

Conform definiției dată de United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR, 2009), expunerea se referă la oamenii, proprietățile, sistemele sau alte elemente prezente în zone de hazard, care pot fi subiectul unor potențiale pierderi.

De asemenea, expunerea are un caracter variabil în funcție de momentul în care se petrece evenimentul, fapt care poate genera efecte diferite. Măsurarea expunerii se realizează prin estimarea/evaluarea numărului de elemente expuse, pe categorii/tipuri, prezente în zona de hazard luată în considerare în funcție de gradul de intensitate al acestuia și al momentului în care se produce evenimentul (zi/noapte etc.).

În cazul riscului seismic, elementele expuse prezentate în raportul curent se referă în principal la fondul construit.

Cutremurul din 4 martie 1977 a produs, conform Georgescu și Pomonis (2012), 20 de victime și aproximativ 204 de răniți, la nivel de județ. La Zimnicea, oraș situat pe direcția de maximă intensitate Vrancea - București - Zimnicea, au fost afectate grav majoritatea (80%) clădirilor vechi, executate în general din materiale grele și de slabă rezistență, cum este zidăria de cărămidă cu mortar de var și chirpiciul (existând numeroase prăbușiri sau clădiri care au trebuit demolate ulterior) (Bălan et al., 1982; Georgescu și Pomonis, 2012). Cauzele acestor avarii se datorează atât intensității deosebit de mari a mișcării seismice la Zimnicea, cât și naturii terenului din zona portului, alcătuit din nisipuri acvifere. De asemenea, și în orașele Roșiori de Vede, Turnu Măgurele și într-o măsură mai mică la Alexandria au fost raportate intensități resimțite de VII – VIII și avarii totale sau parțiale ale unor clădiri de înălțime mică, din zidărie nearmată sau paiantă / chirpici, chiar dacă acestea se aflau la o distanță epicentrală relativ mare, de peste 200 km (Bălan et al., 1982; NRC, 1980).

Pentru a înțelege mai bine efectul unui anumit cutremur asupra fondului construit, clădirile sunt clasificate pe tipologii (taxonomii), în funcție de:



- vechime – anul construcției ajută la identificarea codului de proiectare seismică după care au fost construite, oferind informații despre forțele laterale la care elementele structurale au fost dimensionate. Evoluția codurilor de proiectare seismică pentru Municipiile și Orașele din județul Teleorman este prezentată în cadrul prezentei lucrări la capitolul 1.
- material de construcție – se referă la materialul din care este alcătuită structura de rezistență a clădirii (beton armat monolit sau prefabricat, zidărie cu planșee din beton armat sau din lemn, lemn, chirpici, etc).
- sistem structural – sistemul care asigură rezistență clădirii la forțele orizontale induse de cutremurul de pământ, pe direcțiile principale ale clădirii (cadre – stâlpi și grinzi, pereți structurali etc.)
- regim de înălțime – se exprimă ca număr de etaje deasupra nivelului terenului, de obicei sub formă calitativă (înălțime mică, medie, mare, în funcție de numărul de etaje).

Toate aceste elemente sunt utile pentru a încadra clădirile într-o anumită clasă de vulnerabilitate și pentru a le asocia curbele de fragilitate sau vulnerabilitate corespunzătoare, pentru estimarea hărților de risc seismic. Pentru analiza județului Teleorman au fost disponibile date cu privire la perioada de construcție, materialul de construcție al pereților exteriori și număr de etaje.

Sursa datelor brute pentru estimarea expunerii clădirilor, pentru județul Teleorman este reprezentată de datele colectate în cadrul Recensământului din anul 2011. Aceste date au fost prelucrate suplimentar și interpretate pentru a fi utilizate ca date de intrare pentru estimarea riscului seismic, la nivel de UAT, pentru județul Teleorman. Setul de date analizat nu oferă informații despre distribuția spațială a clădirilor în interiorul unității administrativ-teritoriale și nici asupra gradului detaliat de distribuție a populației în aceste clădiri, în consecință a fost necesară aplicarea anumitor aproximații conform studiului Toma-Dănilă et al. (2018).

La Recensământul din anul 2011 au fost raportate 140491 clădiri la nivelul județului Teleorman, dintre care 140283 clădiri rezidențiale. Dintre acestea, 862 sunt blocuri de apartamente, după cum urmează: 762 cu maxim 4 etaje, 46 având între 5 și 7 etaje și 54 cu 8 sau mai multe etaje. Aproximativ 98% dintre acestea (845) se află în

Municipiile Alexandria (385) , Roșiori de Vede (195), Turnu Măgurele (171) și Orașele Videle (41) și Zimnicea (53). Raportul urban/rural este de 16/84%, cu mențiunea că 99,9% din totalul clădirilor (~117700) din mediul rural au regim de înălțime de maxim 1 etaj, iar 76% dintre acestea sunt construite din paiantă sau chirpici.

Distribuția clădirilor, în funcție de regimul de înălțime, anul construcției și materialul de construcție este prezentată în Figurile 150 și 151.

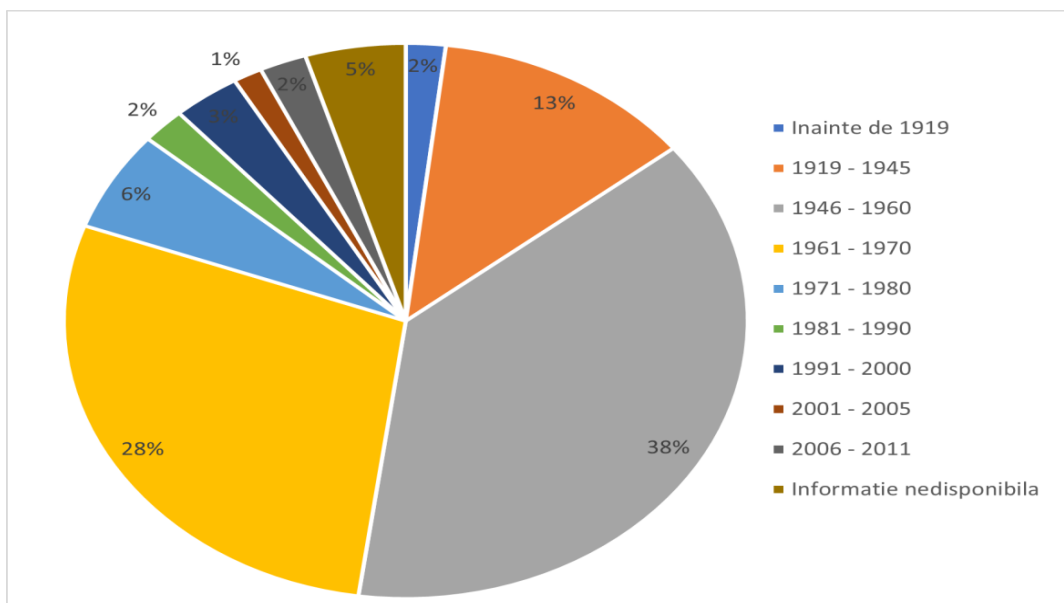


Fig150. Distribuția clădirilor din județul Teleorman în funcție de anul construcției

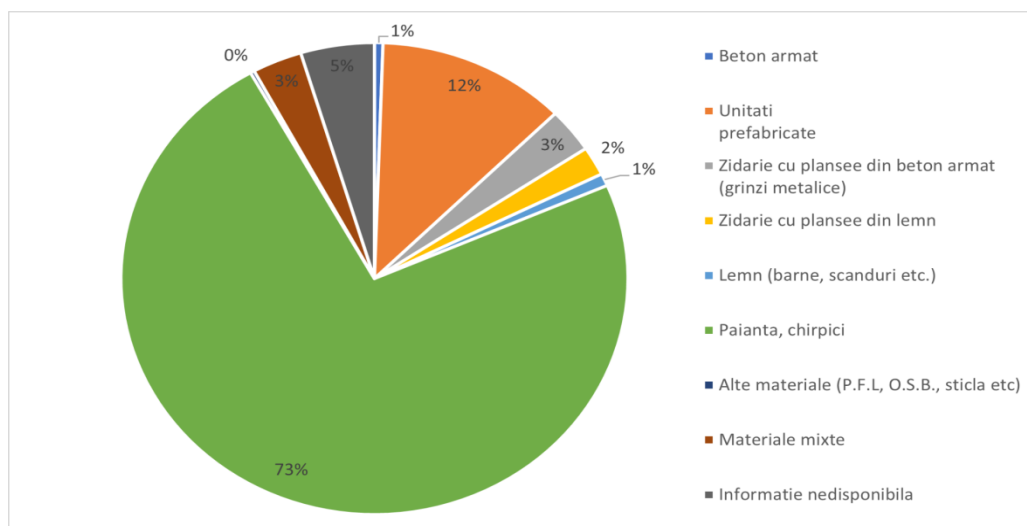


Fig.151- Distribuția clădirilor din județul Teleorman în funcție de materialul pereților exteriori ai clădirii

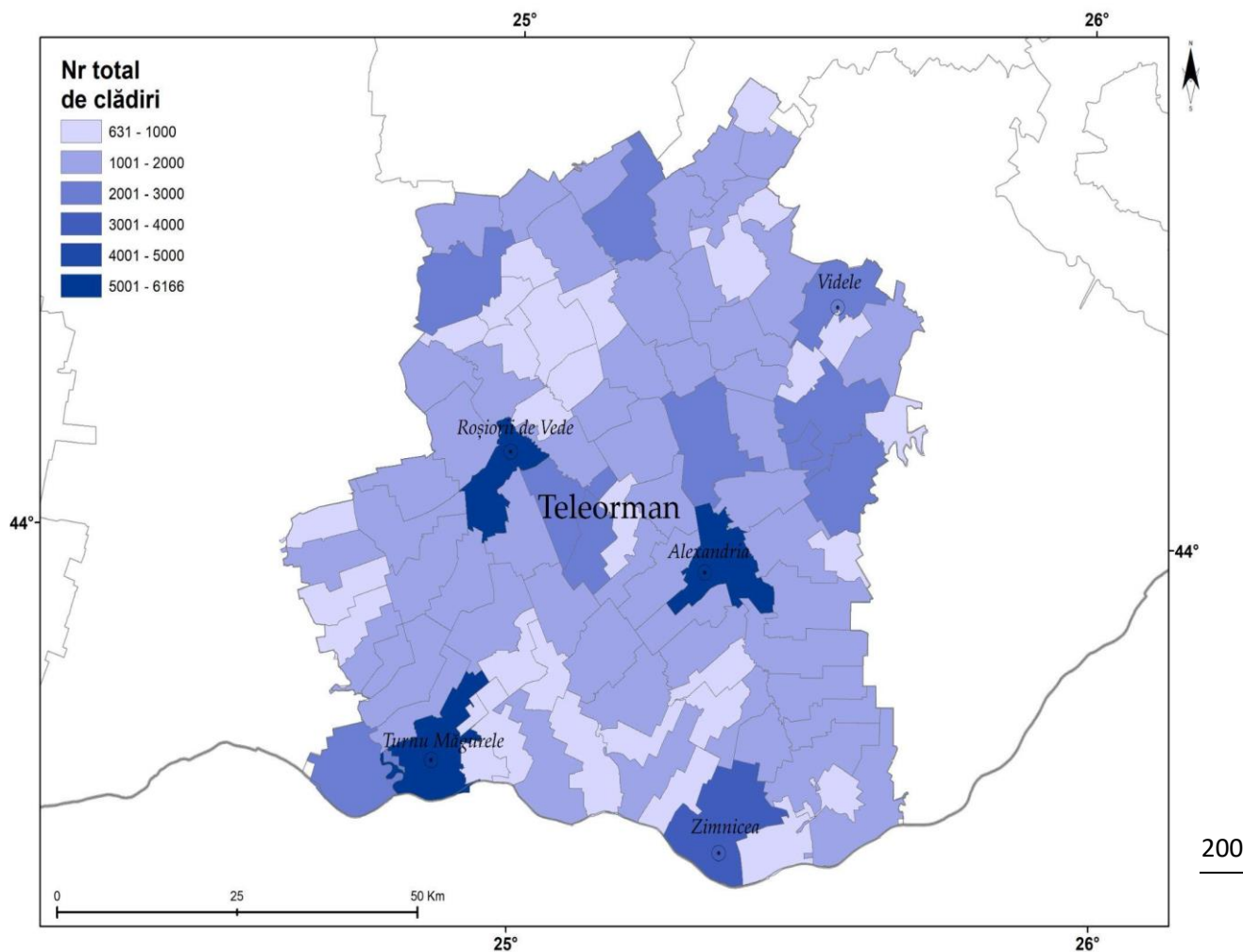


Fig.152.Număr total de clădiri din județul Teleorman, la nivel de UAT, conform Recensământului din 2011

Harta din Figura 152 prezintă distribuția spațială a numărului de total de clădiri din fiecare UAT din județul Teleorman, la nivelul anului 2011. Se evidențiază zonele urbane (Alexandria, Roșiori de Vede, Turnu Măgurele, Zimnicea) în care există o aglomerație mai mare a clădirilor, deci o expunere mai mare a fondului construit, în comparație cu zonele rurale. O distribuție similară se constată și pentru case/locuințe individuale Fig. 153.

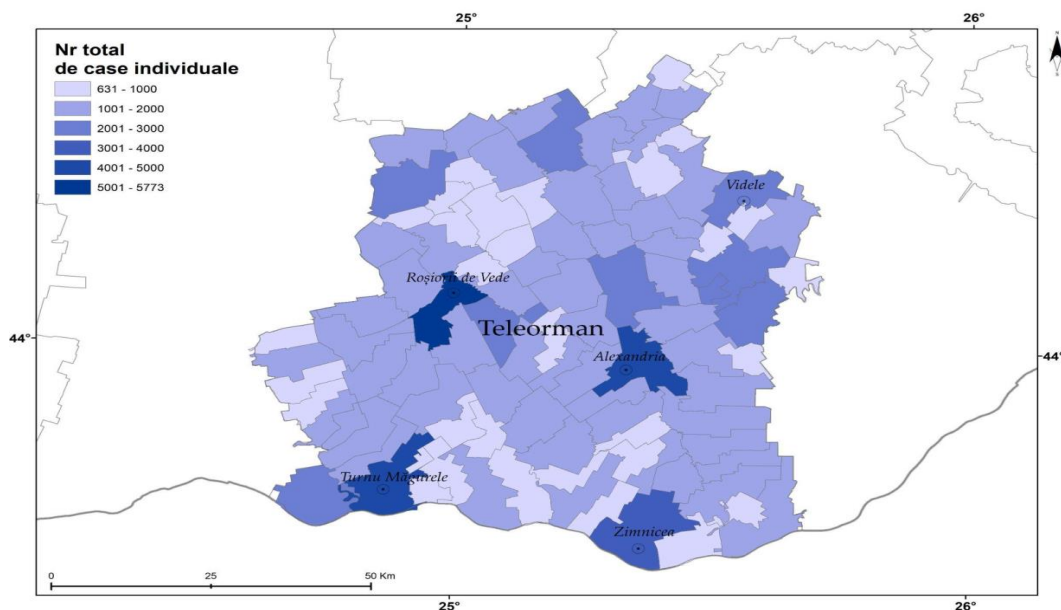


Fig. 153. Număr total de case individuale din județul Teleorman, la nivel de UAT, conform Recensământului din 2011

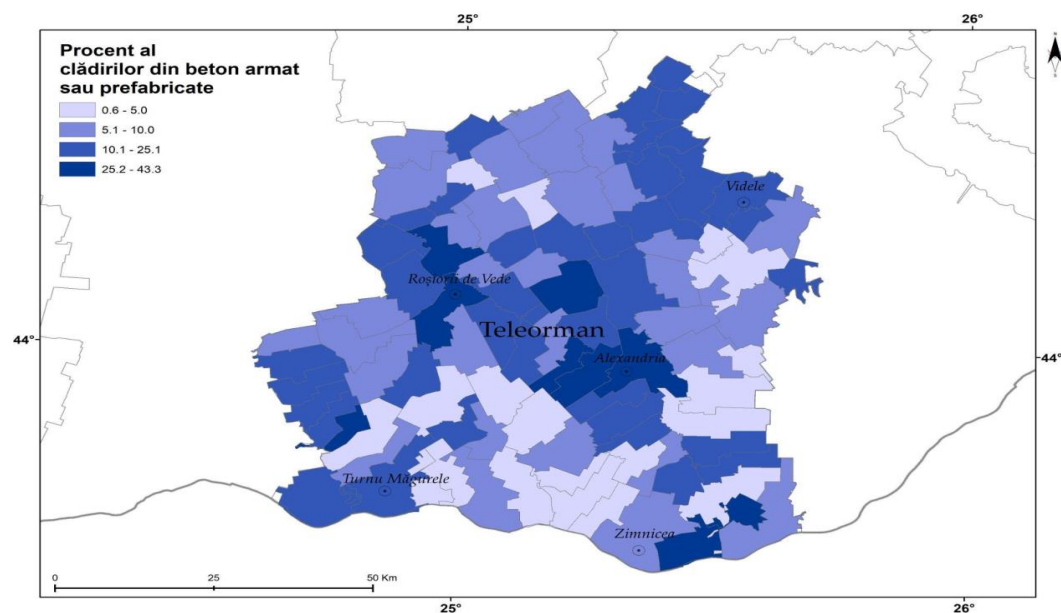


Fig. 154. Procent al clădirilor din beton armat sau prefabricate din județul Teleorman, la nivel de UAT, conform Recensământului din 2011; procentul este calculat excluzând clădirile cu informații indisponibile din total

Figura 154 prezintă distribuția spațială a procentului clădirilor din beton armat (monolit sau prefabricate) din județul Teleorman., raportate la numărul total de clădiri inventariate. Acest procent este relevant deoarece clădirile din beton armat, având o



masă considerabilă, din cauza vechimii și posibil a proiectării seismice după un cod mai puțin strict comparativ cu standardele curente, pot genera pagube însemnate atât directe cât și indirecte.

Nume	Blocuri cu 5-7 etaje	Blocuri cu 8 sau mai multe etaje
ALEXANDRIA	37	49
ROȘIORI DE VEDE	5	1
TURNU MĂGURELE	2	4
VIDELE	0	0
ZIMNICEA	2	0

Regimul de înălțime este un alt factor important când vine vorba de efectul cutremurelor asupra clădirilor. Clădirile joase, de unul-două etaje, care au o perioadă fundamentală de vibrație relativ mică (0.1 - 0.2 secunde) sunt mai sensibile la mișcări ale terenului de frecvență mare, produse de cutremure la o distanță epicentrală mică și având condiții locale de teren tare (rocă). În aceste cazuri, accelerația terenului (sau accelerațiile spectrale mici) sunt parametrii cei mai importanți ai mișcării terenului. Pe de altă parte, clădirile mai înalte (> 4 etaje), care au perioade fundamentale de vibrație > 0.5 secunde (în funcție și de sistemul structural, material etc.) sunt mai afectate de mișcări ale terenului cu o frecvență joasă (> 1 Hz), generate de cutremure mai îndepărtate (și / sau de adâncime intermediară) și în condiții locale de teren mai moale, sedimentar. În cazul acesta, accelerațiile spectrale de la perioade mai mari de 0.5 secunde sunt parametrii cei mai importanți care reprezintă inputul seismic pentru estimarea pierderilor. Este important de menționat și faptul că populația expusă, în astfel de clădiri înalte, este mult mai mare decât populația rezidentă în locuințe individuale, de înălțime mică. Așadar, din punct de vedere al riscului seismic, avarierea

totală sau parțială a unei clădiri cu mai mult de 4 etaje ar produce un număr considerabil mai mare de victime decât avarierea totală sau parțială a unei clădiri de înălțime mică, individuală.

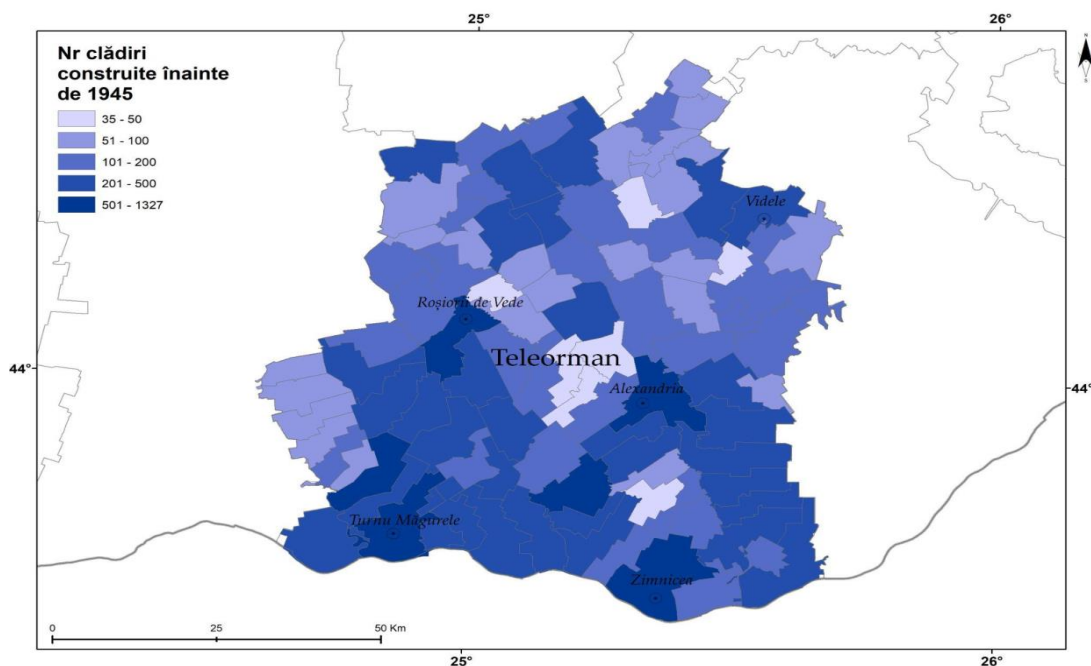


Fig. 155. Număr de clădiri construite înainte de 1945 din județul Teleorman, la nivel de UAT, conform Recensământului din 2011

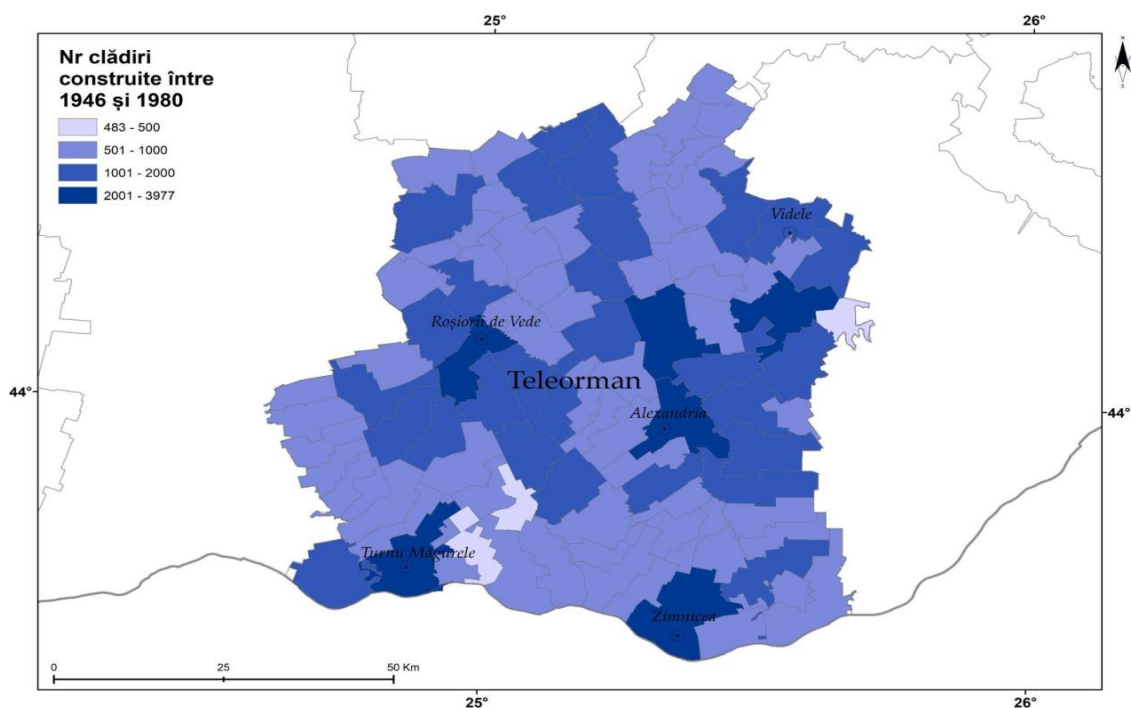


Fig. 156. Număr de clădiri construite în perioada 1946 - 1980 din județul Teleorman, la nivel de UAT, conform Recensământului din 2011

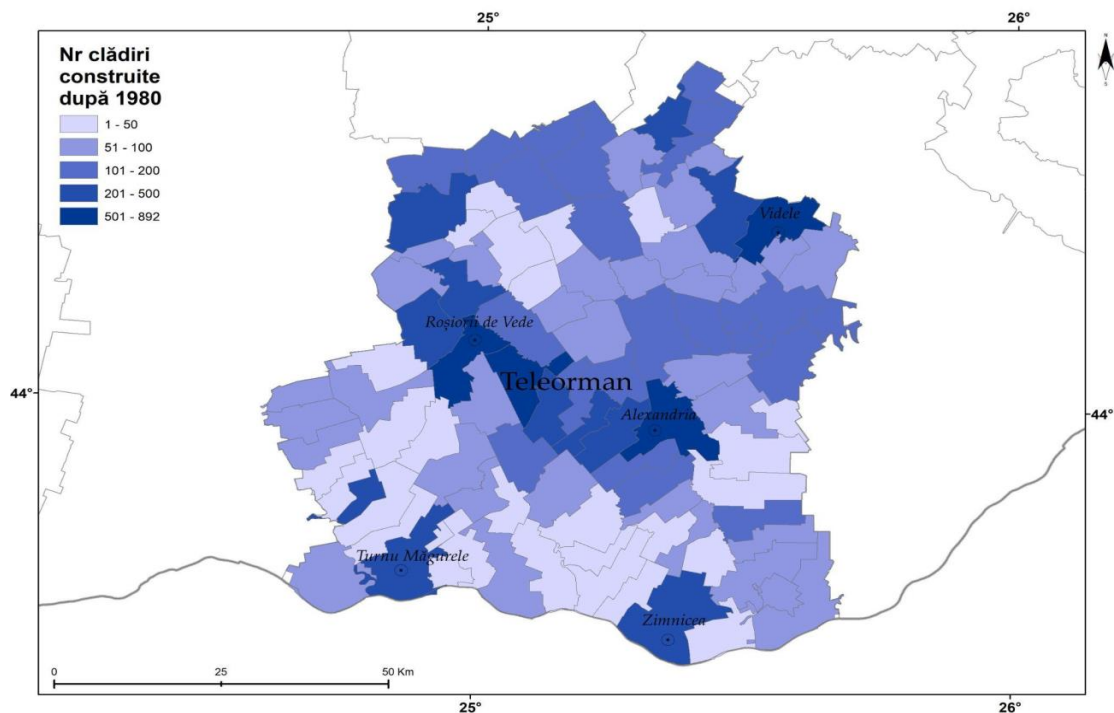


Fig. 157. Număr de clădiri construite după 1980 din județul Teleorman, la nivel de UAT, conform Recensământului din 2011

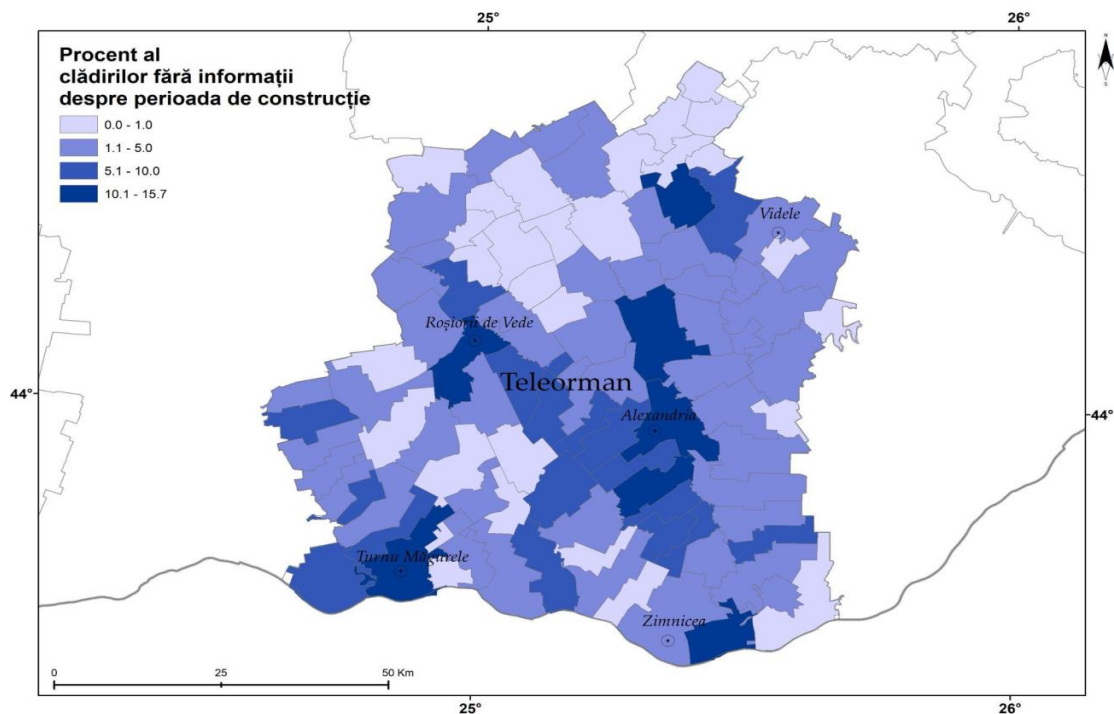


Fig. 158. Procent al clădirilor din județul Teleorman, la nivel de UAT, conform Recensământului din 2011, despre care nu există informații cu privire la perioada de construcție

Figurile 155-158 prezintă numărul clădirilor, în funcție de anul acestora de construcție, conform datelor Recensământului din 2011. Acest parametru este important în estimarea performanței seismice a clădirilor, în funcție de codul de proiectare seismică utilizat în proiectarea / execuția clădirilor. Așa cum a fost detaliat în cadrul raportului din Etapa I, înainte de anul 1940 clădirile nu au fost conformate să preia încărcări laterale, generate de cutremurele de pământ, ci doar încărcări gravitaționale generate de greutatea proprie și de încărcările utile ale clădirii. După anul 1963 normativele de proiectare seismică au fost constant îmbunătățite, inclusiv după studierea efectelor cutremurului din 1977. Totuși, la fel ca în cazul clădirilor din județul Teleorman afectate de cutremurul din 1977, multe dintre ele fiind vechi, clădirile construite fără normativ de proiectare seismică, degradate, construite cu materiale și tehnici de lucru sub standardele de calitate din zilele noastre reprezintă în continuare, la modul general, cele mai vulnerabile clădiri. Sigur că acest fapt nu poate fi generalizat fără o analiză în detaliu a fiecărei clădiri în parte, analiză realizată doar în cadrul procesului de expertizare tehnică a construcțiilor existente și încadrarea acestora într-o anumită clasă de risc seismic, conform normativului în vigoare.

205

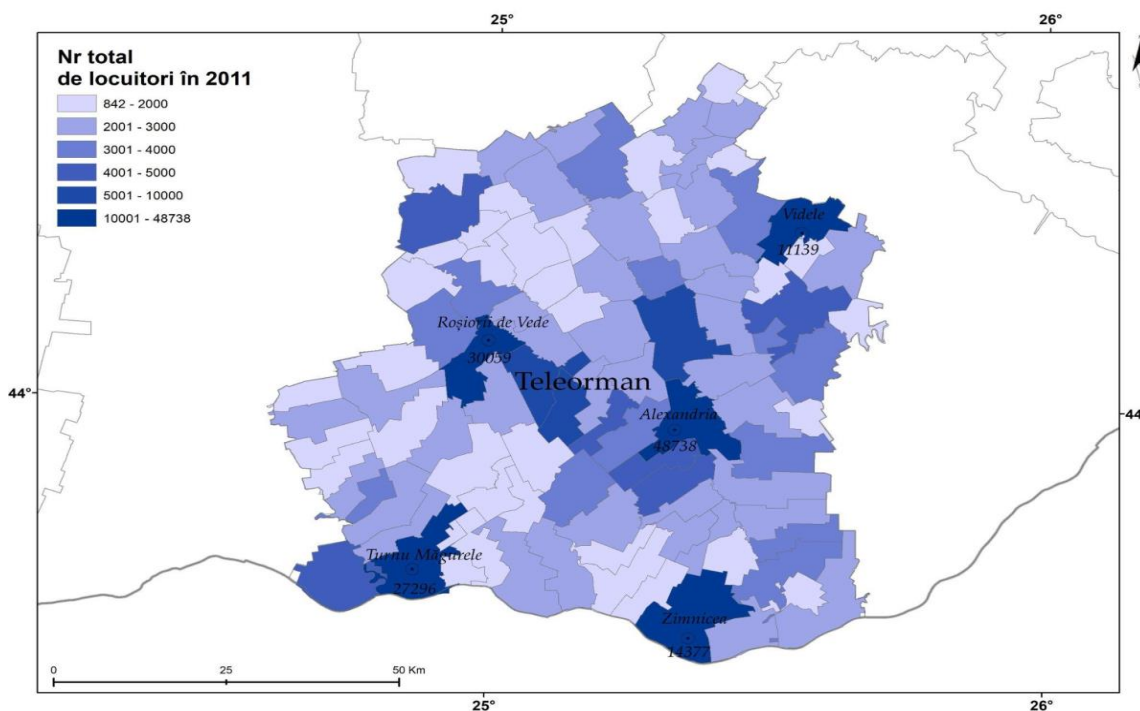


Fig. 159. Număr total al locuitorilor din județul Teleorman, la nivel de UAT, conform Recensământului din 2011



5.3. Estimarea pagubelor materiale și a pierderilor umane datorate acestor cutremure viitoare, la nivelul județului și a fiecărei unități administrativ teritoriale a acestuia. Lista cu obiectivele ce pot fi afectate.

Pentru determinarea nivelului de risc seismic a fost utilizată versiunea 3 a Sistemului pentru estimarea rapidă a pagubelor generate de cutremure în România (SeisDaRo), dezvoltat și administrat de către Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Pământului (INCDFP) și detaliat în Toma-Dănila et al. (2018). Modulul SELENA (bazat pe softul open-source cu acest nume, dezvoltat de către Institutul NORSAR - Molina et al., 2010) al SeisDaRo a permis calculul probabilității de avariere a clădirilor rezidențiale din județul Teleorman, ținând cont de valorile de hazard seismic, și ulterior al numărul de persoane ce pot fi rănite. Metodologia este similară HAZUS-MH, bazându-se pe funcții de capacitate și fragilitate pentru clădiri, pe spectrul elastic IBC-2006 care necesită valori de PGA și accelerație spectrală la 0,3 și 1,0 s, pe metodologia I-DCM (Improved Displacement Coefficient Method) și pe rate de fatalitate determinate empiric.

Datele de expunere utilizate în SeisDaRo se bazează pe datele colectate la Recensământul Populației și Locuințelor din 2011. Pentru exprimarea vulnerabilității clădirilor au fost utilizate 35 de funcții de capacitate și fragilitate pentru mai multe tipologii reprezentative, ținând cont de perioada de construcție, materialul de construcție și regimul de înălțime. Numărul de victime a fost dedus considerând un număr maxim de ocupanți (scenariu nocturn).

Hărțile de mai jos sunt făcute la o scară adecvată pentru vizualizarea estimărilor de pagube la nivelul unităților pentru care sunt calculate (UAT). În baza de date aferentă acestui studiu pot fi vizualizate valorile numerice. Datorită incertitudinilor epistemice și aleatorii din procesul de calcul, datorate atât metodologiei, curbelor de capacitate și fragilitate generice folosite dar și datelor de expunere slabe calitativ, rezultatele estimărilor trebuie considerate orientative, în realitate putând exista diferențe importante. Cu toate acestea, hărțile oferă o imagine a unei distribuții destul de probabile a pagubelor, fiind foarte utile în procesul de planificare a măsurilor de

reducere a riscului seismic la nivel județean și în prioritizarea investigației unor anumite zone identificate ca având un nivel considerabil mai mare al riscului seismic.

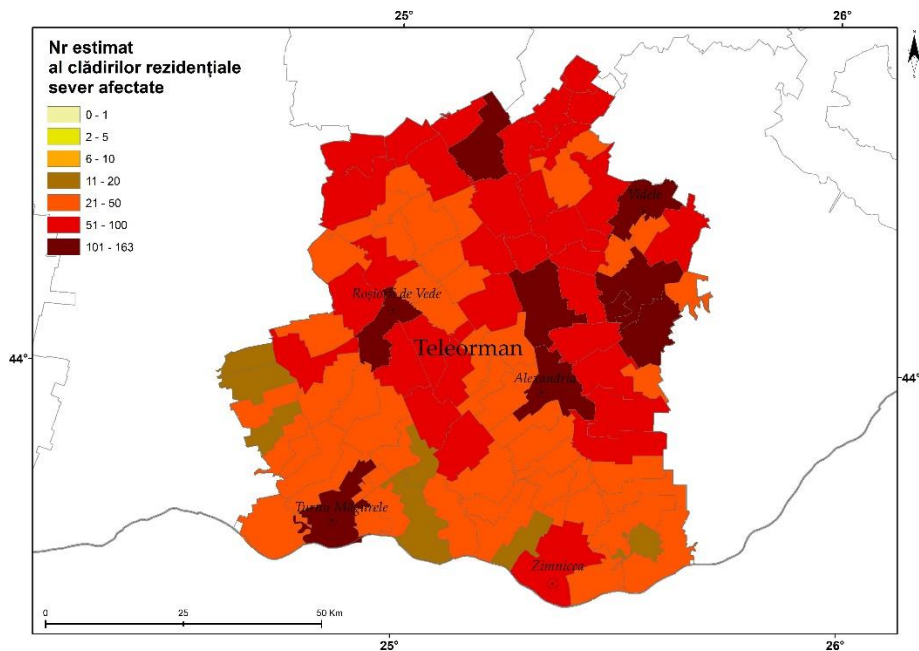


Fig.160. Număr estimat al clădirilor rezidențiale din județul Teleorman sever afectate de cutremurul aferent scenariului VRI1000; în estimare au fost utilizate date la nivel de UAT de la Recensământul din 2011 și modulul Selena al SeisDaRo

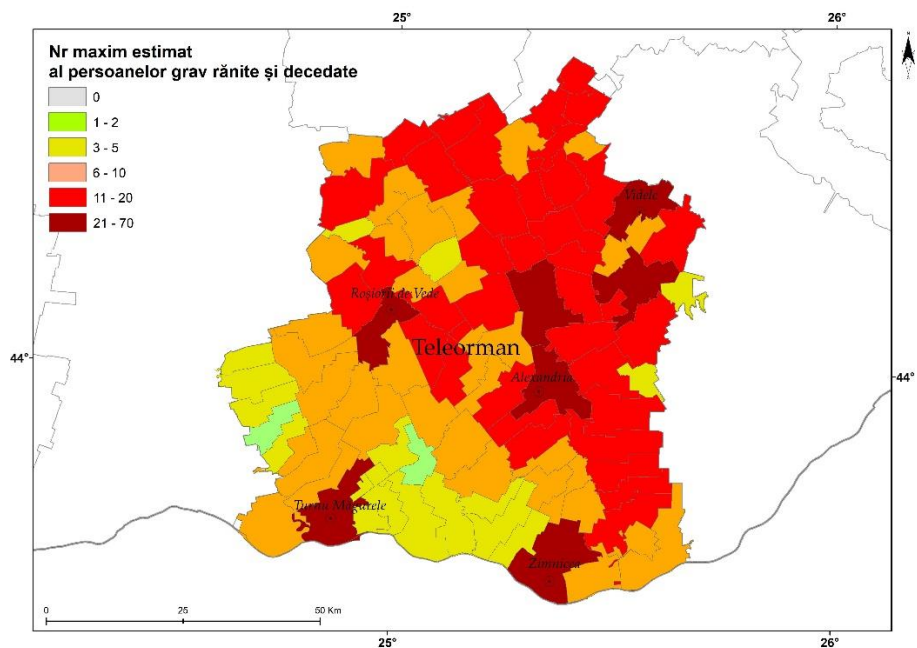


Fig.161. Număr maxim estimat al persoanelor grav rănite din județul Teleorman, ținând cont de scenariul VRI1000; în estimare au fost utilizate date la nivel de UAT de la Recensământul din 2011 și modulul Selena al SeisDaRo

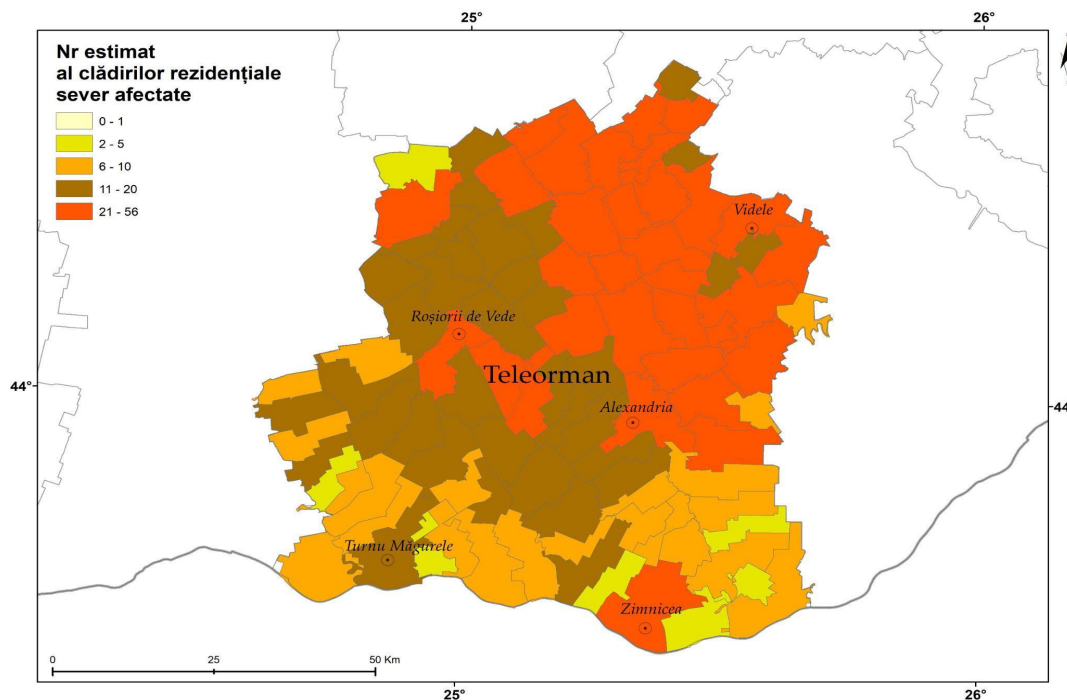


Fig.162. Număr estimat al clădirilor rezidențiale din județul Teleorman sever afectate de cutremurul aferent scenariului VRI100; în estimare au fost utilizate date la nivel de UAT de la Recensământul din 2011 și modul Selena al SeisDaRo

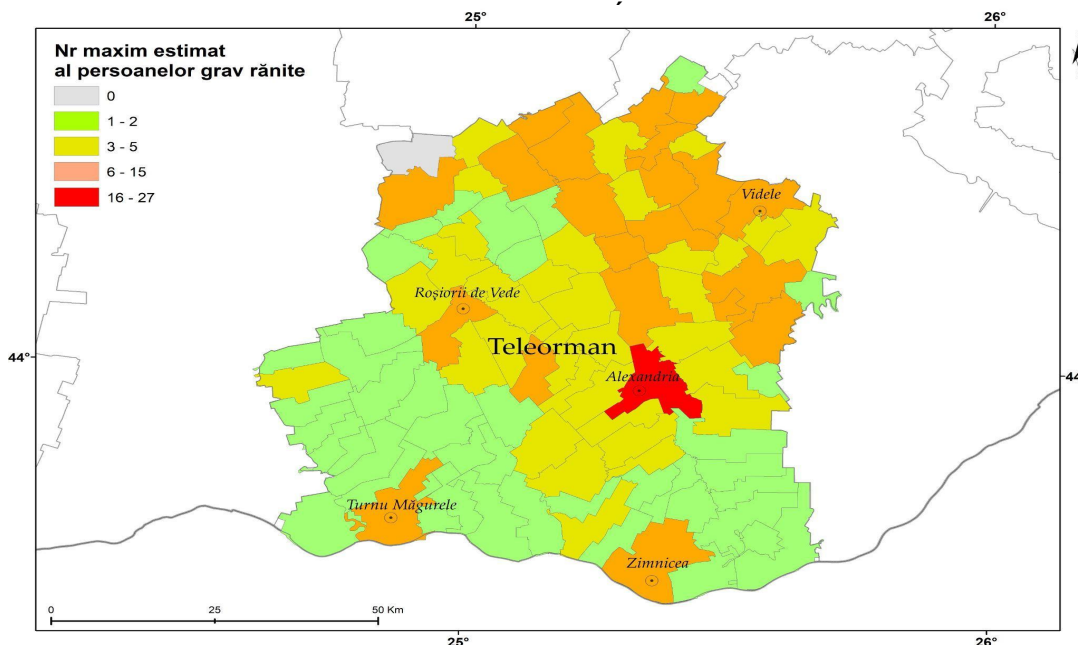


Fig.163. Număr maxim estimat al persoanelor grav rănite din județul Teleorman, ținând cont de scenariul VRI100; în estimare au fost utilizate date la nivel de UAT de la Recensământul din 2011 și modul Selena al SeisDaRo

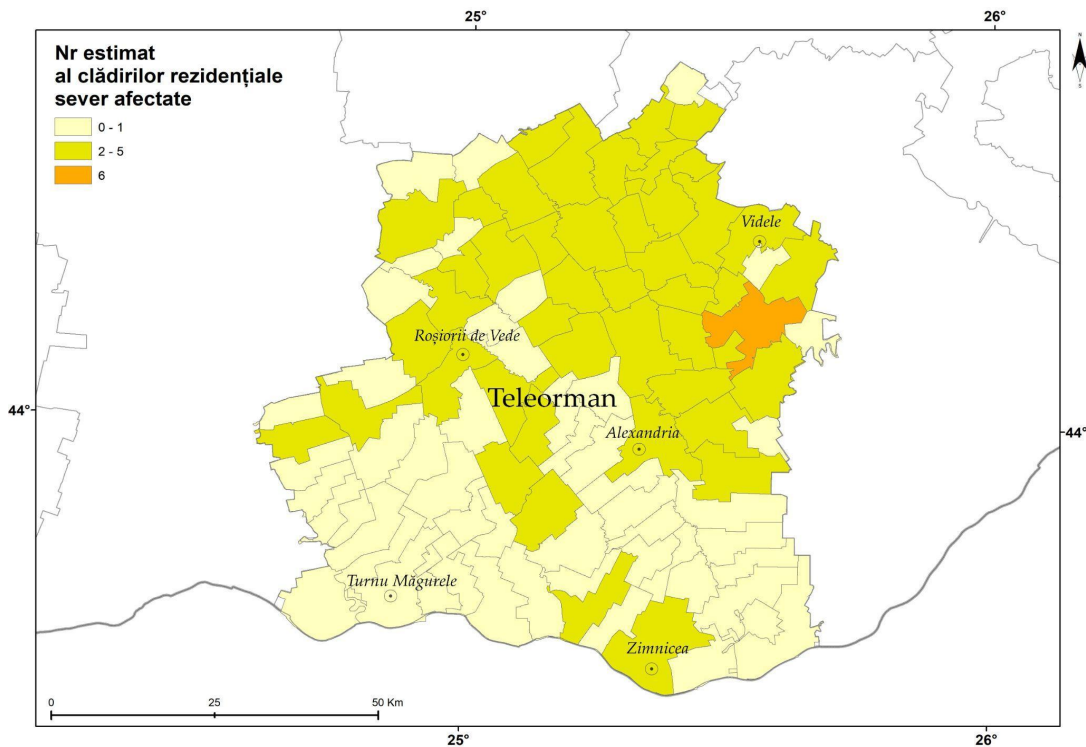


Fig. 164. Număr estimat al clădirilor rezidențiale din județul Teleorman sever afectate de cutremurul aferent scenariului VRI10; în estimare au fost utilizate date la nivel de UAT de la Recensământul din 2011 și modulul Selena al SeisDaRo

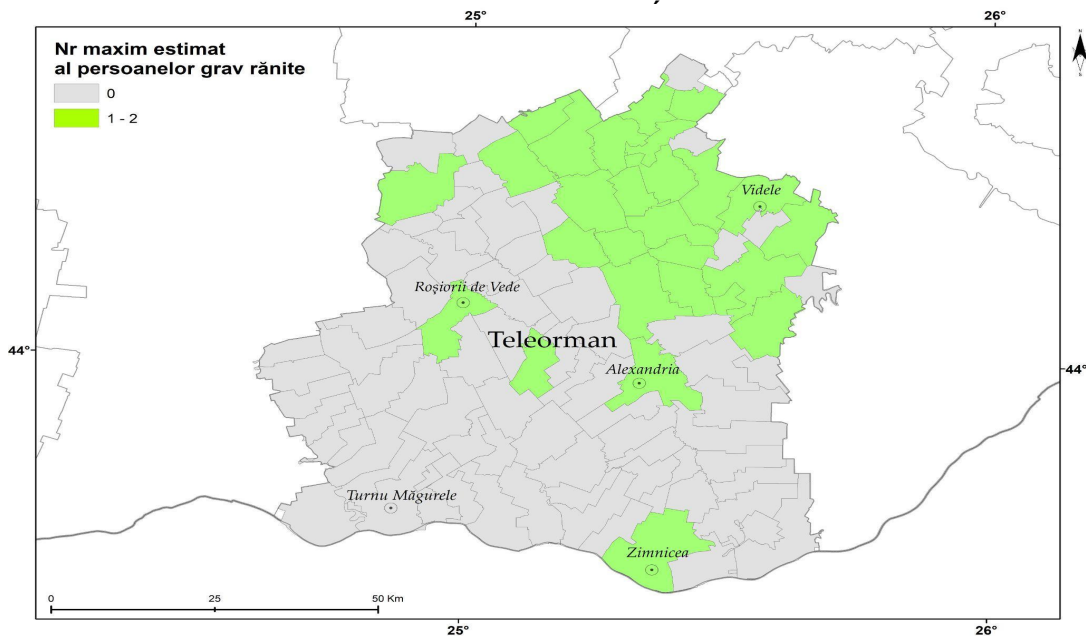


Fig. 165. Număr maxim estimat al persoanelor grav rănite din județul Teleorman, ținând cont de scenariul VRI10; în estimare au fost utilizate date la nivel de UAT de la Recensământul din 2011 și modulul Selena al SeisDaRo

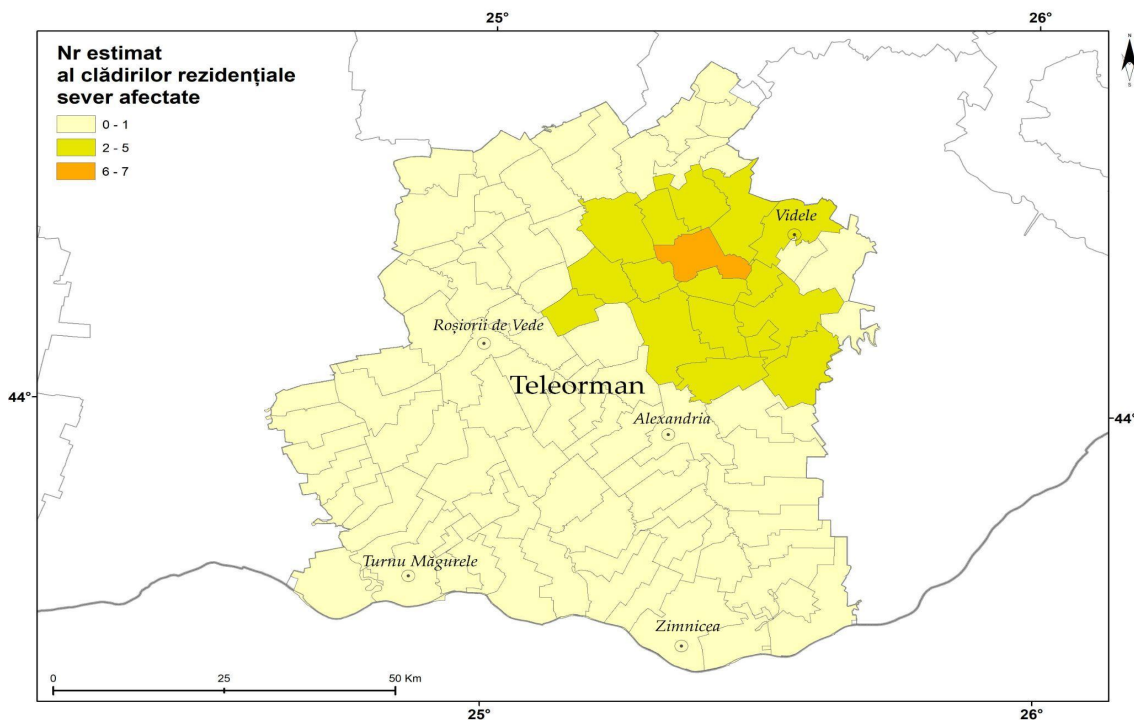


Fig.166. Număr estimat al clădirilor rezidențiale din județul Teleorman sever afectate de cutremurul aferent scenariului TR local; în estimare au fost utilizate date la nivel de UAT de la Recensământul din 2011 și modulul Selena al SeisDaRo

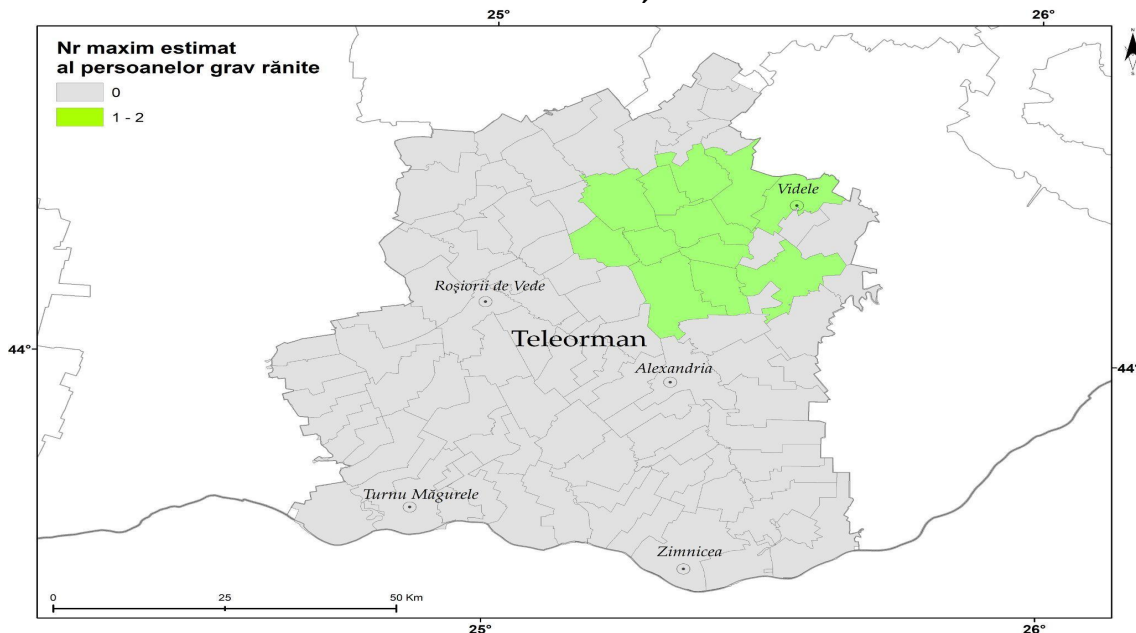


Fig.167. Număr maxim estimat al persoanelor grav rănite din județul Teleorman, ținând cont de scenariul TR local; în estimare au fost utilizate date la nivel de UAT de la Recensământul din 2011 și modulul Selena al SeisDaRo

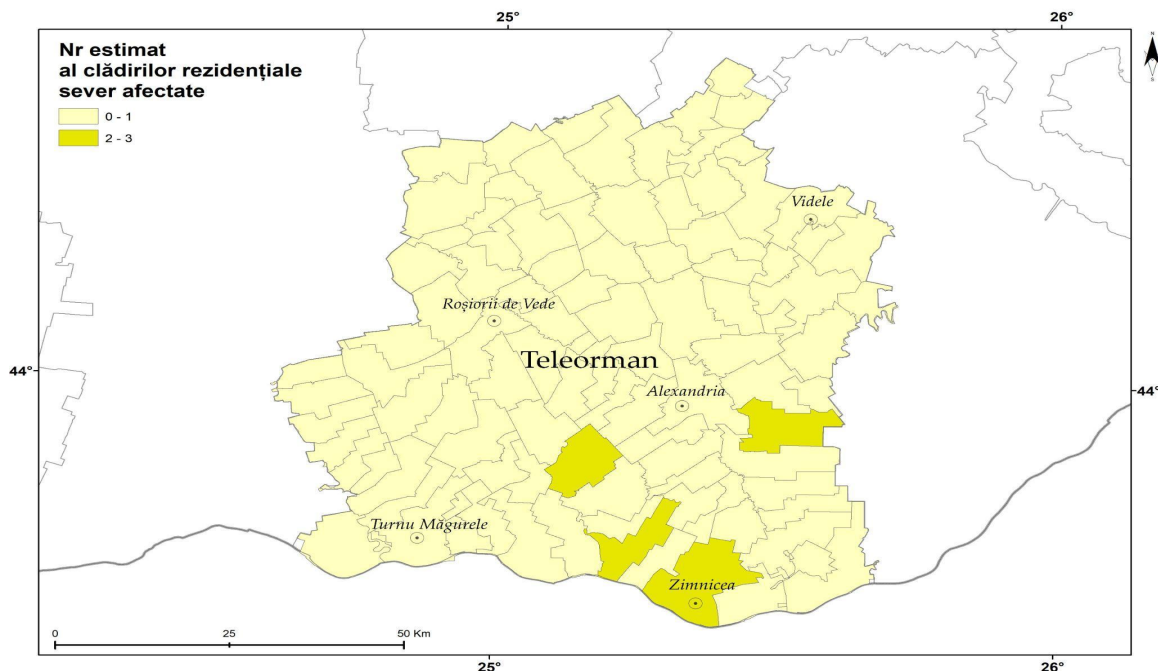


Fig. 168. Număr estimat al clădirilor rezidențiale din județul Teleorman sever afectate de cutremurul aferent scenariului GOR; în estimare au fost utilizate date la nivel de UAT de la Recensământul din 2011 și modulul Selena al SeisDaRo

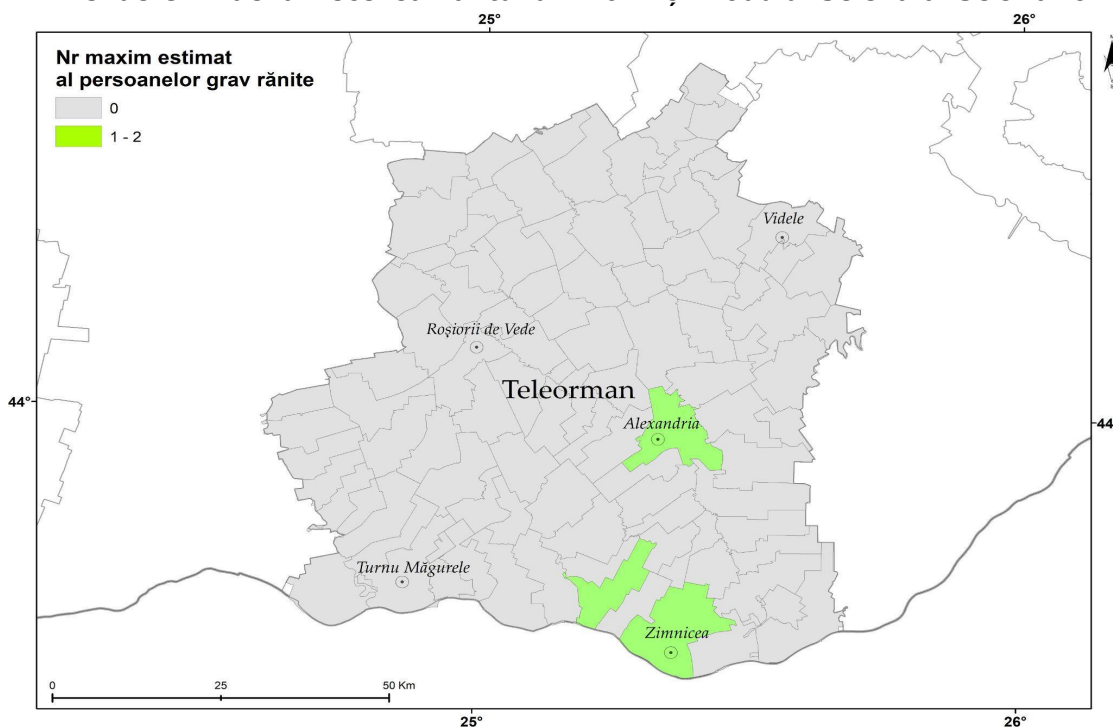


Fig. 169. Număr maxim estimat al persoanelor grav rănite din județul Teleorman, ținând cont de scenariul GOR; în estimare au fost utilizate date la nivel de UAT de la Recensământul din 2011 și modulul Selena al SeisDaRo



5.4. Realizarea hărților de risc la seism la nivelul județului și la nivelul fiecărei unități teritoriale a acestuia

Riscul este în general perceput ca mărimea pierderilor cauzate de un eveniment sau probabilitatea ca un eveniment să genereze pierderi/consecințe adverse pentru societate. Riscul se poate exprima prin probabilitatea de apariție a unor pierderi, prin mărimea pierderilor credibile sau chiar prin variația distribuției de probabilitate a tuturor consecințelor posibile. Riscul seismic (RS) încorporează probabilitatea ca un seism puternic (hazard seismic HS) să se producă dar și impactul produs de acesta asupra societății și mediului natural în condițiile economice, politico-sociale existente la un moment respectiv. Formula conceptuală a riscului seismic este: $RS=HS*V$.

Hazardul seismic (HS) se exprimă printr-un parametru al mișcării solului produsă de un seism într-un amplasament, valoare calculată (ex. accelerația maximă-peak ground acceleration PGA) căreia i se asociază o probabilitate P (de depășire a acesteia într-un interval de timp dat). De exemplu, în codul de proiectare P100-1/2013 în vigoare în România este folosită probabilitatea de depășire de 20% în 50 ani a accelerațiilor terenului considerate pentru proiectare (interval mediu de recurență $IMR=225ani$).

Vulnerabilitatea (V) reprezintă o caracteristică a fiecărei componente specifice analizate, definind gradul de avariere (cantitativ sau calitativ) considerat a putea avea loc după un anumit tip de cutremure. Din moment ce hazardul seismic definește în fapt probabilitatea de apariție a unui fenomen natural imposibil de controlat, diminuarea vulnerabilității reprezintă principala soluție concretă pentru reducerea riscului seismic dintr-un anumit spațiu posibil afectat.

Cu aceste considerente formula conceptuală de mai sus se poate rescrie în forma:

$$RS=P*PGA*V=P*I$$

În care P devine probabilitatea de apariție a hazardului respectiv (ex.cutremur) și I reprezintă impactul acestuia. Conform „Metodologiei de evaluare a riscurilor și de integrare a evaluărilor de risc sectoriale” la a cărei realizare am participat în cadrul proiectului

RO-RISK

(<https://www.igsu.ro/Resources/FinantareExterna/Metodologia%20de%20evaluare>



[%20unitara%20a%20riscurilor.pdf](#)) impactul este reprezentat de efectele negative ale unui hazard exprimate în termeni de consecințe asupra populației, bunurilor fizice, consecințe economice, sociale și psihologice. Modalitatea de definire a impactului adoptată la nivel național păstrează clasificarea elementelor expuse riscului și a vulnerabilității acestora, deci vorbim de impact fizic, impact economic, impact social și psihologic.

Totuși, hazardul seismic este cel care dictează gradul de relevanță al măsurilor adoptabile, iar evaluarea să trebuie să se facă periodic, deoarece fiind vorba despre o măsura probabilistică, aceasta conține și incertitudini mai mult sau mai puțin semnificative; de asemenea, noile evenimente și manifestări ale surselor seismice rescriu întotdeauna hazardul anticipat.

În conformitate cu Metodologia de evaluare a riscurilor la nivel național, prima fază în evaluarea riscului seismic este reprezentată de evaluarea hazardului seismic. Pe plan internațional există în principal două tipuri de analize de hazard: în abordare deterministă (DSHA- deterministic seismic hazard analysis) și de abordare probabilistă (PSHA-probabilistic seismic hazard analysis. Aceste abordări, de natură oarecum complementară, prezintă fiecare diferențe, avantaje și dezavantaje. Metodele probabilistice pot fi privite ca incluzând toate evenimentele deterministe cu probabilitățile corespunzătoare de apariție. Evenimentele deterministe pot fi verificate cu analize probabilistice pentru a se dovedi că sunt realiste și rezonabil probabile, iar analizele probabilistice pot fi verificate cu evenimente deterministe pentru a dovedi că ipotezele incluse în analiză sunt raționale și realiste. Metodele deterministe postulează evenimentul seismic și calculează mișcarea terenului în amplasament. Metodele probabilistice consideră toate evenimentele seismice posibile împreună cu probabilitățile corespunzătoare de apariție a acestora și calculează probabilitățile de depășire a unei valori a mișcării seismice în amplasament.

Alegerea metodei de analiză a hazardului seismic este influențată de scopul analizei (analiză de hazard sau de risc; analiză pe amplasament, pe mai multe amplasamente sau pentru un teritoriu extins etc) și de nivelul de seismicitate al amplasamentului de interes. Astfel, abordarea probabilistică este folosită în cazul în care analiza de hazard seismic are ca scop îmbunătățirea codurilor de proiectare



pentru clădiri/structuri rezistente la cutremur. Abordarea deterministă este adecvată pentru întocmirea planurilor de pregătire a intervențiilor post-dezastru, a activităților de pregătire-prevenire a efectelor și de recuperare/reconstrucție după producerea unui cutremur devastator.

Odată ce analiza de hazard a stabilit nivelul mișcării terenului în fiecare scenariu de risc ales, conform Metodologiei sus menționate, se trece la analiza de expunere, deoarece impactul evenimentului seismic depinde „ de totalitatea oamenilor, proprietăților, sistemelor sau altor elemente prezente în zonele de hazard care pot suferi anumite pierderi”.

În funcție de rezultatele analizei de expunere se calculează apoi fiecare criteriu de impact și se face agregarea acestora conform metodologiei elaborate în proiectul RO-RISK. Definiția impactului adoptată de pe plan național menține în linii mari, cele trei tipuri identificate la nivelul Comisiei Europene (impactul fizic direct, impactul economic și asupra mediului natural, impactul social), particularizând prin criterii specifice consecințele directe și indirecte ale hazardului seismic. Criteriile de impact folosite în studiul de față sunt „persoane grav afectate” (victime și persoane rănite) și „clădiri rezidențiale sever afectate”. Hărțile de risc (din Fig.11-20) conțin distribuția spațială a acestor criterii de impact, exprimate la nivelul UAT-urilor deoarece acesta este nivelul de detaliu în care ne-au fost furnizate datele. Coroborarea acestor indicatori cu probabilitatea de producere a scenariului (sau cu IMR) va ajuta autoritățile să prioritizeze acțiunile de pregătire pentru situațiile de urgență (scorul final de risc al scenariului care se poate reprezenta pe o matrice de risc alcătuită conform Metodologiei RO-RISK). De asemenea, vă informăm că în cadrul proiectului RO-RISK (2016-2017) condus de IGSU s-au făcut evaluări de risc seismic pentru alte scenarii, rezultate care sunt disponibile tuturor celor interesați prin platforma proiectului <https://www.ro-risk.ro/SitePages/Pornire.aspx> sau la cererea autorităților interesate către conducătorul proiectului.

S-a primit de la beneficiar o lista cu obiectivele de interes care conțin informații doar despre 4 clădiri din județul Teleorman, pentru care a fost realizată expertiza tehnică și încadrarea pe clase de risc seismic (RS):

- Centrul de Recoltat din municipiul Alexandria - clădire în RS II ;



- Fostul sediu al Ansamblului de cântece și dansuri Burnasul din municipiul Alexandria - clădire în RS II;
- Fostul sediu al Băncii Agricole Sucursala Teleorman, situat în comuna Piatra - clădire în RS I, cea mai vulnerabilă seismic;
- Clădire „Garaje și birouri” din municipiul Alexandria, str. M. Filipescu nr. 32 - clădire în RS III.

Ținând cont de informațiile evidențiate de către datele Recensământului din 2011 (cu limitările de rigoare totuși), derularea unui proces de inventariere și expertizare seismică a clădirilor de pe teritoriul județului - în special a celor construite înainte de 1978, cu peste P+3 inclusiv (conform specificațiilor O.G. 20 din 27.01.1994 cu completările ulterioare) este necesară pentru o imagine completă a riscului seismic la nivel de obiective de interes.

5.5. **Întocmirea documentațiilor pentru avize și obținerea acestora, inclusiv susținerea la instituțiile avizatoare, precum și pentru aprobarea în cadrul Consiliului Județean**

215

Au fost întocmite documentațiile și depuse pentru obținerea avizelor cerute în caietul de sarcini.

6. CAPITOLUL 6

Concluzii. Propuneri și soluții de reducere a riscului pe termen mediu și lung.

În prezent, nivelul riscului seismic din județul Teleorman este la un nivel destul de mare (chiar dacă datele disponibile în ce privește în special expunerea și vulnerabilitatea, disponibile pentru acest studiu, oferă doar o imagine parțială, cu un grad destul de semnificativ de incertitudine, conferit de modul de colectare a datelor la recensământ, de funcțiile de vulnerabilitate generale utilizate, de granularitatea



datelor etc.). Acest nivel se poate deduce și din mai multe constatări evidențiate de studiul nostru:

- Cutremurul din 4 martie 1977 a cauzat pagube în orașe precum Zimnicea (majore), Alexandria sau Turnu Măgurele; sursa seismică Vrancea poate genera cutremure și mai puternice decât acesta (până la 8,1 magnitudine-moment), ceea ce, în condițiile unui fond construit cu destule clădiri vechi, vulnerabile, se poate traduce într-un număr considerabil de clădiri afectate, victime și pagube economice. Ținând cont de caracteristicile și densitatea clădirilor și a populației, cele mai expuse unități administrativ-teritoriale rămân tot municipiile și orașele din județ. General, pentru cutremurele din Vrancea, se observă o tendință de scădere a valorilor de pagube, de la nord-est către sud-vest. Cu toate acestea, în anumite zone (precum lunca Dunării), amplificarea locală puternică poate duce la zone mult mai puternic afectate comparativ cu cele adiacente, în funcție și de amplasarea localităților. Rămâne de văzut dacă efectele seismice locale observate în București (valori mari la perioade lungi, care să afecteze în special clădirile mai înalte construite necorespunzător) vor fi reprezentative în zonă, sau spectrul va fi diferit, cu o influență mai puternică asupra clădirilor mai joase. În vederea documentării acestui aspect, instrumentarea seismică în câmp liber dar și a câtorva clădiri reprezentative este de mare utilitate. În orice caz, asigurarea respectării codului de proiectare în vigoare (P100-1/2013) sau a celor ulterioare va crea premisele unei reduceri adecvate a riscului seismic, alături de identificarea și consolidarea clădirilor vechi cu risc seismic.
- Chiar dacă este destul de puțin probabil, un cutremur local de suprafață, cu o magnitudine moderată, ar putea cauza de asemenea pagube importante, la distanțe epicentrale mici însă (0-40 km).

6.1. Propuneri și soluții de reducere a riscului pe termen mediu și lung

Principalele măsuri pentru diminuarea riscului la cutremur în Județul Teleorman sunt:



- expertizarea tehnică a clădirilor construite înainte de 1963, iar apoi înainte de 1977, prioritar cu mai mult de 4 etaje și cu clasă de importanță mare sau concentrare mare a numărului de persoane, și încadrarea în clase de risc seismic conform legislației (Legea 212 din 2022 privind unele măsuri pentru reducerea riscului seismic al clădirilor, cu completările ulterioare); stoparea activităților comerciale în clădirile încadrate în clasa I de risc seismic și asigurarea siguranței spațiilor adiacente clădirilor;
- în vederea prioritizării efortului de expertizare și consolidare, se va avea în vedere aplicarea Metodologiei de evaluare vizuală rapidă a clădirilor (Indicativ RTC-10)
- îmbunătățirea modului de derulare a programelor de consolidare seismică (inclusiv prin sprijin financiar local) și suport pentru proprietari în luarea deciziei de consolidare sau demolare, inclusiv cu sprijin în ce privește relocarea pe durata lucrărilor. Concentrarea acestor eforturi pentru instituțiile de interes public (spitale, școli, primării, biserici, sedii administrative etc.), inclusiv în contextul prevederilor noii legi 212/2022;
- identificarea unor surse suplimentare de finanțare a procesului de consolidare a clădirilor, pe lângă bugetul local și fondurile Ministerului Dezvoltării, Lucrărilor Publice și Administrației; printre acestea enumerăm cele din Planul Național de Redresare și Reziliență (PNRR), fonduri structurale, Europene, programe ale Băncii Mondiale etc. Pentru clădirile cu funcție de monument istoric pot exista de asemenea fonduri separate ce pot fi accesate și pentru consolidare seismică.
- monitorizarea și inspecția sporită a noilor lucrări de construcție (verificarea respectării normelor codului de proiectare seismică P100-1/2013 în vigoare) și sprijinirea activității Inspectoratului Județean și Regional în Construcții;
- îmbunătățirea procentului de asigurați la cutremur, prin promovarea instrumentelor specifice din domeniu (polițe PAD sau facultative) și creșterea nivelului de înțelegere cu privire la avantajele și necesitatea acestora; în prezent (31.08.2022, <https://www.paidromania.ro/harta-pad>), numărul de



polițe de asigurare PAD în vigoare în județul Teleorman este de 13 730 – 7,94% grad de cuprindere în asigurare, deși polița PAD este obligatorie (cu excepția clădirilor încadrate în clasa I de risc seismic);

- campanii de educare și conștientizare cu privire la cutremure și efectele lor, utilizând abordări particularizate, non-formale și tehnologii actuale pentru un impact sporit; exemple de soluții sunt reprezentate de Platforma Națională de Pregătire pentru Situații de Urgență „Fii pregătit” a Departamentului pentru Situații de Urgență (<https://fiipregatit.ro/>), Centru Mobil de Pregătire a Populației în caz de Incendiu sau Cutremur, Caravana „Fii pregătit” – proiect al Departamentului pentru Situații de Urgență susținut de Fundația pentru SMURD (<http://fundatiapentrusmurd.ro/centrul-mobil-de-instruire-smurd/>), sau Expoziția Mobilă despre Cutremure (MOBEE - <https://mabee.infp.ro/>), dezvoltată de către Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Pământului;
- asigurarea respectării prevederilor Legii 196/2018 privind înființarea, organizarea și funcționarea asociațiilor de proprietari, printre care a:
 - o Art. 32 (5) Proprietarii construcțiilor, persoane fizice sau juridice, și asociațiile de proprietari, precum și persoanele juridice care au în administrare construcții încadrate în clasele de risc seismic și/sau afectate de seisme sunt obligați să ia măsurile prevăzute de lege pentru reducerea riscului seismic al construcțiilor;
 - o Art. 34 (2) Proprietarul poate aduce îmbunătățiri sau modificări proprietății sale individuale, cu respectarea prevederilor legale în vigoare referitoare la autorizarea executării lucrărilor de construcții de către autoritatea administrației publice competente, fără a pune în pericol integritatea structurală a condominiului, rezistența mecanică, stabilitatea și siguranța clădirii sau a altor proprietăți individuale, precum și buna funcționare a instalațiilor aferente acestora.



- Art. 102 (4) Constatarea contravențiilor prevăzute la alin. (1), făcută la sesizarea oricărei persoane interesate sau din oficiu, precum și aplicarea sancțiunilor corespunzătoare se fac după cum urmează:
 - a) de către Inspectoratul de Stat în Construcții în cazul faptelor prevăzute la alin. (1) lit. f), g) și h);
 - b) de către primari sau de împuterniciții acestora sau de către Poliția Locală în cazul faptelor prevăzute la alin. (1) lit. a) - e), i) - m) și o) - s);
 - c) de către Autoritatea Națională de Reglementare pentru Serviciile Comunitare de Utilități Publice sau, după caz, de către Autoritatea Națională de Reglementare în Domeniul Energiei în cazul faptelor prevăzute la alin. (1) lit. n).

- sprijinirea studiilor de analiză a vulnerabilității și riscului seismic, pentru clădiri și elemente vitale din cadrul infrastructurii de transport (precum poduri, viaducte, tuneluri) și adoptarea de măsuri de reducere a riscului pe baza acestora;

- derularea de exerciții/simulări periodice de cutremure, cu sprijinul Inspectoratului Județean pentru Situații de Urgență, implicând atât autoritățile cu rol în situații de urgență, cât și cetățenii și instituții publice și private;

- îmbunătățirea dotărilor în caz de situații de urgență și a procedurilor, pentru o capacitate mai bună de salvare și revenire, ținând cont și de estimarea distribuției pagubelor;

- instrumentarea clădirilor reprezentative cu senzori seismici, pentru monitorizarea comportamentului acestora în timpul cutremurelor, precum și instalarea a mai mulți senzori seismici în câmp liber și eventual în foraje, în locații reprezentative geologic din și lângă orașe cu risc seismic ridicat;



- un alt document legislativ care prevede instrumentarea seismică a clădirilor este „Regulamentul privind prevenirea și gestionarea situațiilor de urgență specifice riscului la cutremure și/sau alunecări de teren”, aprobat prin OMTCT/OMAI nr 1995/1160 din 2005/2006”. Caracteristicile clădirilor la care este obligatorie instrumentarea seismică sunt mai extinse față de cele prevăzute în P100-1/2013 (adică construcțiile de importanță excepțională și clădirile multietajate cu înălțime de peste 45m construite în ultimii 8 ani), incluzând și clădirile cu suprafață desfășurată ce depășește 7500 m², indiferent de înălțime sau de amplasament. De asemenea, Regulamentul se aplică și la clădirile existente, nu numai la cele nou construite sau reabilite și este obligatoriu pentru proprietarii de clădiri, instituții publice și autorități locale, operatori economici și asociații de proprietari.
- Respectarea prevederilor Strategiei Naționale de Reducere a Riscului Seismic
- dat fiind faptul că încheierea contractului de servicii pentru această lucrare a fost în luna Decembrie 2021 dar între timp a apărut în luna Iulie Legea 212/2022 **privind unele măsuri pentru reducerea riscului seismic al clădirilor**, ce nu face obiectul acestui studiu, propunem/recomandăm ca autoritatea contractantă să finanțeze de la bugetul de stat, bugetul local sau prin fonduri europene un nou studiu ce va fi întocmit conform legii 212/2022 și va cuprinde cel puțin următoarele aspecte:
 - identificarea zonelor unde pot avea loc evenimente în cascadă, declanșate de cutremure (precum accidente industriale, poluare etc.) și limitarea amplasării construcțiilor noi în acestea;
 - măsuri pentru reducerea riscului seismic al clădirilor pe care trebuie să le ia consiliul județean, primarii municipiilor, orașelor și comunelor din județul Teleorman, în conformitate cu prevederile Legii nr. 212/2022 privind unele măsuri pentru reducerea riscului seismic al clădirilor;



Măsurile de reducere a riscului seismic vor fi prezentate în funcție de:

- acțiuni de intervenție (consolidări) la clădiri din domeniul sănătății, administrației centrale și locale, educației și cercetării, culturii, clădiri de locuit, etc.;
- punerea în siguranță, în următorii ani, a construcțiilor care prezintă un pericol ridicat de prăbușire și care adăpostesc un număr important de persoane;
- crearea unor spații pentru adăpostirea provizorie a locuitorilor în cazul producerii de cutremure;
- continuarea acțiunii de inventariere și expertizare a construcțiilor din zonele seismice;
- crearea condițiilor tehnice și organizatorice necesare colectării, stocării și procesării automate ale informațiilor relative la construcțiilor cu risc seismic;
- completarea cadrului organizatoric pentru luarea măsurilor de urgență post seism (în special a celor cu caracter tehnic, legate de evaluarea rapidă postseism și de punerea provizorie în siguranță);
- măsuri pentru îmbunătățirea informării populației și a factorilor de decizie, la diferite niveluri (central, local), asupra principalelor aspecte legate de riscul seismic și de măsurile pentru reducerea acestuia.

6.2. Recomandări privind modul de utilizare al terenurilor, amplasarea construcțiilor care urmează a fi cuprinse în planurile de urbanism și amenajarea teritoriului

Printre recomandările necesare menționăm:

- respectarea prevederilor codului de proiectare seismică P100-1/2013 (și a versiunilor viitoare ale codului) analizat în etapa I a acestui studiu unde este prezentat acest tabel:



Localitate	Normativ	
	P100-2013	
	a _g (g)	T _c (s)
Alexandria	0,25	1,0
Turnu Măgurele	0,20	1,0
Roșiori de Vede	0,25	1,0
Zimnicea	0,20	1,0
Videle	0,25	1,6

Valorile parametrilor a_g și T_c pentru cele mai importante orașe din județul Teleorman, conform P100-1/2013

Conform caracteristicilor seismice ale localităților urbane studiate, privind valoarea de vârf a accelerației terenului pentru proiectare la cutremur a(g) mai mare sau egală cu 0,20 g prezentate în tabelul de mai sus, toate clădirile construite înainte de 1978 sunt amplasate în zone cu a(g)>0,20g. Atașăm mai jos lista clădirilor expertizate din județul Teleorman în perioada 1993-2007:



Executant: SC FAD SMART TECHNOLOGY SRL
 Beneficiar: CONSILIUL JUDEȚEAN TELEORMAN
 Proiect: Servicii de elaborare a hărților de risc natural la cutremure
 E-mail: felipe@fabricadecercetare.ro
 Tel: 0745 326 544

CONSILIUL JUDEȚEAN TELEORMAN

ANEXA

Nr. 3359/31.03.2008

LISTA CLĂDIRILOR DE LOCUIT EXPERTIZATE TEHNIC
 ÎN PERIOADA 1993-2007 ÎN JUDEȚUL TELEORMAN

Nr. crt.	Localitate/adresă imobil	An construcție	Regim înălțime	Nr. apartamente	Arie construită desfășurată		An expertizare	Categorie urgență	Clasa de risc seismic	Expert tehnic atestat	Panouri avertizare
					Locuințe	Alte spații					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ALEXANDRIA											
1	Alexandria; Bl.407, str. I.CREANGA, NR.55, sc. A, B	1972	Spartial+ P+4	38	2934,5	-	2006	-	RsIII	Ing. Ai. Hristoforov	-
2	Alexandria; Bl. 100, str. Al Ghica, nr. 148	1970	P+4	40	1808	-	1999	-	RsIII	Hotinceanu Mihail	-
3	Alexandria; Bl. 101, str. Al Ghica, nr. 148	1970	P+4	40	2407	-	1999	-	RsIII	Hotinceanu Mihail	-
4	Alexandria; Bl. 102, str. Al Ghica, nr. 148	1970	P+4	40	2407	-	1999	-	RsIII	Hotinceanu Mihail	-
5	Alexandria; Bl. 103, str. Al Ghica, nr. 148	1970	P+4	40	1808	-	1999	-	RsIII	Hotinceanu Mihail	-
6	Alexandria; Bl. 104, str. Al Ghica, nr. 148	1970	P+4	40	1808	-	1999	-	RsIII	Hotinceanu Mihail	-
7	Alexandria; Bl. 105, str. Al Ghica, nr. 148	1970	P+4	40	1808	-	1999	-	RsIII	Hotinceanu Mihail	-
8	Alexandria; Bl. 106, str. Al Ghica, nr. 148	1970	P+4	40	1774	-	1999	-	RsIII	Hotinceanu Mihail	-
9	Alexandria; Bl. 107, str. Al Ghica, nr. 148	1970	P+4	20	2161	-	1999	-	RsIII	Hotinceanu Mihail	-
10	Alexandria; Bl. 108, str. Al Ghica, nr. 148	1970	P+4	20	2161	-	1999	-	RsIII	Hotinceanu Mihail	-

11	Ghica, nr. 148 Alexandria; Bl. 109, str. Al Ghica, nr. 148	1970	P+4	40	895	-	1999	-	RsIII	Mihail Hotinceanu Mihail	-
12	Alexandria; Bl. 110, str. Al Ghica, nr. 148	1970	P+4	20	2161	-	1999	-	RsIII	Hotinceanu Mihail	-
13	Alexandria; Bl. 111, str. Al Ghica, nr. 148	1970	P+4	40	1774	-	1999	-	RsIII	Hotinceanu Mihail	-
ROȘORII DE VEDE											
1	Bl. W1, str. Izbiceanu nr. 28	1971	P+4	40	2140	-	1997	-	-	Hoticeanu N. Mihail Liviu	-
2	Bl. W2	1971	P+4	40	2140	-	1997	-	-	Hoticeanu N. Mihail Liviu	-
3	Bl. W3	1971	P+4	40	2140	-	1997	-	-	Hoticeanu N. Mihail Liviu	-
4	Bl. H3	1969	P+4	20	975	-	1997	-	-	Hoticeanu N. Mihail Liviu	-
5	Bl. H4	1969	P+4	20	975	-	1997	-	-	Hoticeanu N. Mihail Liviu	-
6	Bl. H5	1969	P+4	20	975	-	1997	-	-	Hoticeanu N. Mihail Liviu	-
7	Bl. E1, E2	1971	P+4	40	1808,20	-	2000	-	-	Hristoforov AI.	-
8	Bl. H8, H9	1970	P+4	40	1708,25	-	2000	-	-	Hristoforov AI.	-
9	Bl. H6, H7	1970	P+4	40	1708,25	-	2000	-	-	Hristoforov AI.	-
10	Bl. 302, str. Sănătății	1975	P+4	40	2394	-	2001	-	-	Hristoforov AI.	-
11	Bl. 40 Moară, str. Izbiceanu	1973	P+4	40	2330	-	2006	-	-	Hristoforov AI.	-
TURNU MĂGURELE											
1	Bl. A1, str. Rahovei	1963	P+4E	32	1970	-	1995	-	3	ing. L Hotinceanu	-
2	Bl. A2, str. Rahovei	1963	P+4E	32	1670	-	1995	-	3	ing. L Hotinceanu	-
3	Bl. A3, str. Rahovei	1963	P+4E	32	2139	-	1995	-	3	ing. L Hotinceanu	-
4	Bl. A4, str. Rahovei	1963	P+4E	32	2139	-	1995	-	3	ing. L Hotinceanu	-



5	Bl. a2, str. C. Vodă	1966	P+4E	28	1916	-	1995	-	3	ing. L Hotinceanu	-
6	Bl. D12, str. Independenței	1963	P+4E	60	4287	-	1995	-	3	ing. L Hotinceanu	-
7	Bl. D14, str. Independenței	1964	P+4E	60	3450	-	1995	-	3	ing. L Hotinceanu	-
8	Bl. F19, str. 1 Mai	1966	S+P+4E	60	3855	-	1997	-	3	ing. L Hotinceanu	-
9	Bl. F20, str. 1 Mai	1966	S+P+4E	60	2855	-	1997	-	3	ing. L Hotinceanu	-
10	Bl. F21, str. 1 Mai	1966	S+P+4E	60	3855	-	1997	-	3	ing. L Hotinceanu	-
11	Bl. F2, str. Taberei	1968	P+4E	80	3600	-	1997	-	3	ing. L Hotinceanu	-
12	Bl. F3, str. Taberei	1968	P+4E	80	3600	-	1997	-	3	ing. L Hotinceanu	-
13	Bl. M4, str. Pompierilor	1967	S+P+1	20	1278	-	2000	-	3	ing. A Hristoforov	-
14	Bl. E1, str. H.C.C.	1967	S+PE0	24	1820	455	1997	-	3	ing. L Hotinceanu	-
15	Bl. V2, str. Taberei	1968	S+P+4E	20	1290	-	1997	-	3	ing. A Hristoforov	-
16	Bl. X1, str. Taberei	1968	S+P+4E	28	2017	-	2001	-	3	ing. A Hristoforov	-
17	Bl. X1, str. Taberei	1968	S+P+4E	28	2017	-	2001	-	3	ing. A Hristoforov	-
ZIMNICEA											
1	Bl. 4, sc. A, B, C, str. Eroilor	1970-1974	S+P+4E	59	3605,25	-	2000	-	III	Ing. Hristoforov Al.	-
2	Bl. 4D, sc. A, B, str. Călugăreni	1977-1982	S+P+4E	40	2650	-	2000	-	III	Ing. Hristoforov Al.	-
3	Bl. 4C, sc. A, B, str. Călugăreni	1977-1982	S+P+4E	40	2650	-	2000	-	III	Ing. Hristoforov Al.	-
4	Bl. 11F, sc. A, B, C, str. Cuza Vodă	1977-1982	S+P+4E	50	3763,35	-	2000	-	III	Ing. Hristoforov Al.	-
5	Bl. 6, str. Împăratul Traian	1976-1977	S+P+4E	20	197,87/ 989,35	-	2000-2004	-	III	SC Coral Slatina	-
6	Bl. 2, str. Trandafirilor	1975-1977	Sparțial+P+4	20	234/ 1170	-	2006	-	I	Ing. Hristoforov Al.	X

- În Cap II al Legii nr 212/2022 sunt precizate următoarele:

Capitolul II Dispoziții privind reducerea riscului seismic al clădirilor existente

Articolul

3

(1) Proprietarii clădirilor, persoane fizice sau juridice, și asociațiile de proprietari, precum și persoanele juridice care au în administrare clădiri au următoarele obligații:

- a) să asigure urmărirea comportării în exploatare a clădirilor din proprietate sau administrare, în condițiile legii, în vederea identificării din timp a unor degradări care conduc la diminuarea aptitudinii la exploatare;
- b) să asigure expertizarea tehnică, de către experți tehnici atestați pentru cerința fundamentală rezistență mecanică și stabilitate, a clădirilor existente cu vulnerabilitate seismică identificată ca urmare a evaluării vizuale rapide, în



vederea încadrării într-o clasă de risc seismic și fundamentării măsurilor de intervenție;

c) să asigure transmiterea concluziilor raportului de expertiză tehnică și a încadrării clădirii într-o clasă de risc seismic către autoritățile administrației publice locale competente, precum și către Agenția Națională de Cadastru și Publicitate Imobiliară, în termen de 30 de zile de la data primirii raportului de expertiză tehnică, în vederea asigurării monitorizării acțiunilor pentru reducerea riscului seismic, respectiv notării în partea a III-a a cărții funciare a imobilului a clasei de risc seismic în care a fost încadrată clădirea existentă;

d) să aprobe decizia de intervenție și să asigure continuarea acțiunilor definite la art. 5, în funcție de concluziile fundamentate prin raportul de expertiză tehnică.(2) În cazul în care, în termenele prevăzute de prezenta lege la art. 5, nu au fost realizate măsurile de intervenție fundamentate în expertiza tehnică inițială sau în cazul în care codul/normativul de proiectare seismică în baza căruia s-a efectuat expertizarea tehnică inițială și s-a încadrat clădirea existentă în clasă de risc seismic și-a încetat aplicabilitatea, se poate efectua, la solicitarea proprietarilor/asociației de proprietari, în scopul actualizării măsurilor de intervenție pentru reducerea riscului seismic, o nouă expertiză tehnică a clădirii existente în conformitate cu conținutul-cadru prevăzut în codul/normativul de proiectare seismică aflat în vigoare la data solicitării, finanțată din bugetele locale.

- *(3) Pentru clădirile de interes și utilitate publică aflate în patrimoniul instituțiilor publice, astfel cum sunt definite în Legea nr. 500/2002 privind finanțele publice, cu modificările și completările ulterioare, și Legea nr. 273/2006 privind finanțele publice locale, cu modificările și completările ulterioare, și care aparțin proprietății publice/private a statului/unităților administrativ-teritoriale ori, după caz, proprietății private a acestor instituții, conducătorii instituțiilor publice vor acționa, cu prioritate, pentru:*
- a) identificarea clădirilor din proprietate sau administrare, realizate înainte de intrarea în vigoare a Normativului pentru proiectare antiseismică a construcțiilor de locuințe social-culturale, agrozootehnice și industriale, indicativ P100-78,*



aprobat prin Ordinul consiliului de coordonare a activității de investiții nr. 23/IX/15 iunie 1978, și care sunt amplasate în localități pentru care valoarea de vârf a accelerației terenului pentru proiectare la cutremur $a(g)$ este mai mare sau egală cu 0,20 g, potrivit hărții de zonare a teritoriului României din Codul de proiectare seismică - Partea I - Prevederi de proiectare pentru clădiri, indicativ P100-1, aprobat prin Ordinul viceprim-ministrului, ministrul dezvoltării regionale și administrației publice, nr. 2.465/2013, cu modificările și completările ulterioare;

b) evaluarea vizuală rapidă a clădirilor prevăzute la lit. a);

c) expertizarea tehnică obligatorie a clădirilor cu vulnerabilitate seismică identificată ca urmare a evaluării vizuale rapide prevăzute la lit. b);

d) înștiințarea autorităților publice locale, precum și a comitetelor județene, respectiv al municipiului București pentru situații de urgență cu privire la clădirile identificate conform lit. a), expertizate tehnic și încadrate în clasa de risc seismic R_{sI} prin raport de expertiză tehnică.(4) Prevederile alin. (2) se aplică în mod corespunzător și de către ceilalți proprietari sau administratori ai clădirilor definite ca fiind de interes sau de utilitate publică în sensul prezentei legi.(5) Proprietarii/Administratorii clădirilor prevăzuți la alin. (1) răspund, în condițiile legii, material, contravențional și civil, după caz, pentru nerealizarea măsurilor de intervenție dispuse prin prezenta lege.(6) Etapele de realizare a evaluării vizuale rapide se detaliază în cadrul Metodologiei de evaluare vizuală rapidă, aprobată prin ordin al ministrului dezvoltării, lucrărilor publice și administrației.(7) Proprietarii clădirilor, persoane fizice sau juridice, și asociațiile de proprietari, precum și persoanele juridice care au în administrare clădiri pot solicita efectuarea expertizei tehnice a clădirilor existente de către experți tehnici atestați pentru cerința fundamentală rezistență mecanică și stabilitate, independent de parcurgerea etapei de evaluare vizuală rapidă prevăzută la alin. (1) lit. b).(8) Pentru clădirile de interes și utilitate publică aflate în patrimoniul instituțiilor publice și care aparțin proprietății publice/private a statului/unităților administrativ-teritoriale ori, după caz, proprietății private a acestor instituții, așa cum sunt definite la alin. (3), conducătorii instituțiilor publice pot solicita



efectuarea expertizei tehnice a clădirilor existente de către experți tehnici atestați pentru cerința fundamentală rezistență mecanică și stabilitate, independent de parcurgerea etapei de evaluare vizuală rapidă prevăzută la alin. (3) lit b). Articolul 4 (1) Până la data de 1 ianuarie 2025 conducătorii instituțiilor publice vor dispune începerea expertizării tehnice, realizată de către experți tehnici atestați pentru cerința fundamentală rezistență mecanică și stabilitate, în vederea încadrării acestora într-o clasă de risc seismic și a fundamentării măsurilor de intervenție, asupra construcțiilor cu destinația de unități sau instituții de învățământ în care se desfășoară activități didactice care se află în patrimoniul instituțiilor publice respective și care au fost construite înainte de anul 1978, pentru care evaluarea vizuală rapidă recomandă efectuarea expertizei tehnice pentru structura de rezistență.

- restricționarea amplasării construcțiilor în zone în care poate apărea fenomenul de lichefiere (zone din apropierea albiei majore a râurilor, zone nisipoase etc., ce necesită a fi identificate prin studii specifice); în cazul necesității construirii în aceste zone, aprobarea se va face doar după adoptarea în cadrul proiectelor a unor măsuri constructive speciale;
- identificarea zonelor unde pot avea loc evenimente în cascadă, declanșate de cutremure (precum accidente industriale, poluare etc.) și limitarea amplasării construcțiilor noi în acestea;
- asigurarea prin planurile de urbanism a accesului rutier rapid în situații de urgență, și a alternativelor viabile de ocolire.
- introducerea în documentațiile de urbanism/autorizații de construire sau renovare obligativitatea instrumentării seismice conform „Regulamentul privind prevenirea și gestionarea situațiilor de urgență specifice riscului la cutremure și/sau alunecări de teren”, aprobat prin OMTCT/OMAI nr 1995/1160 din 2005/2006”. Caracteristicile clădirilor la care este obligatorie instrumentarea



Executant: SC FAD SMART TECHNOLOGY SRL
Beneficiar: CONSILIUL JUDEȚEAN TELEORMAN
Proiect: Servicii de elaborare a hărților de risc
natural la cutremure
E-mail: felipe@fabricadecercetare.ro
Tel: 0745 326 544

seismică sunt mai extinse față de cele prevăzute în P100-1/2013 (adică construcțiile de importanță excepțională și clădirile multietajate cu înălțime de peste 45m construite în ultimii 8 ani), incluzând și clădirile cu suprafață desfășurată ce depășește 7500 m², indiferent de înălțime sau de amplasament. De asemenea, Regulamentul se aplică și la clădirile existente, nu numai la cele nou construite sau reabilite și este obligatoriu pentru proprietarii de clădiri, instituții publice și autorități locale, operatori economici și asociații de proprietari.

- alocarea de fonduri de la bugetul de stat, local sau prin accesarea de fonduri europene pentru monitorizarea seismică a clădirilor publice aflate în patrimoniul Consiliului Județean Teleorman sau în patrimoniul consiliilor locale din județ.



7. Bibliografie

Al Atik, L., & Abrahamson, N. (2010). An improved method for nonstationary spectral matching. *Earthquake spectra*, 26(3), 601-617.

Ardeleanu, L., Neagoe, C., & Ionescu, C. (2020). Empirical relationships between macroseismic intensity and instrumental ground motion parameters for the intermediate-depth earthquakes of Vrancea region, Romania. *Natural Hazards*, 103(2), 2021-2043.

Ardeleanu, L., Leydecker, G., Bonjer, K.-P., Busche, H., Kaiser, D., and Schmitt, T.: Probabilistic seismic hazard map for Romania as a basis for a new building code, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 5, 679–684, 2005

Basilic, R., V. Kastelic, M. B. Demircioglu, D. Garcia Moreno, E. S. Nemser, P. Petricca, S. P. Sboras et al. "The European Database of Seismogenic Faults (EDSF) compiled in the framework of the Project SHARE." (2013).

Bălan Ș, Cristescu V., Cornea I. (coordonatori) (1982) Cutremurul de Pământ din România de la 4 martie 1977, Editura Academiei Republicii Socialiste România, București

Boore, D. M., Stewart, J. P., Seyhan, E., & Atkinson, G. M. (2014). NGA-West2 equations for predicting PGA, PGV, and 5% damped PSA for shallow crustal earthquakes. *Earthquake Spectra*, 30(3), 1057-1085.

Botezatu R., 1982. Modele geofizice ale alcătuirii geologice a României. Editura Tehnică, București, 206 pp

BEF2021 <https://www.bef2021.uceb.eu/index.php/earthquakes> , cel mai recent acces: februarie 2022

Cauzzi, Carlo, Benjamin Edwards, Donat Fäh, John Clinton, Stefan Wiemer, Philipp Kästli, Georgia Cua & Domenico Giardini (2014). "New predictive equations and site amplification estimates for the next-generation Swiss ShakeMaps." *Geophysical Journal International* 200, no. 1: 421-438.

Catalog de cutremure ROMPLUS INCDPF
<https://data.mendeley.com/datasets/tdfb4fgghy/1>

Cioflan, C.O., Manea, E.F., Danciu L., Coman, A., Mărmureanu A. (2020) .Evaluation of up-to-date ground motion models for inslab earthquakes in Romania, *Geoscience Int.Symp.*, Bucharest

Chiou, B. S. J., & Youngs, R. R. (2014). Update of the Chiou and Youngs NGA model for the average horizontal component of peak ground motion and response spectra. *Earthquake Spectra*, 30(3), 1117-1153.

Constantin, A. P., Moldovan, I. A., Partheniu, R., Grecu, B., & Ionescu, C. (2021). Relationships between macroseismic intensity and peak ground acceleration and



Executant: SC FAD SMART TECHNOLOGY SRL
Beneficiar: CONSILIUL JUDEȚEAN TELEORMAN
Proiect: Servicii de elaborare a hărților de risc
natural la cutremure
E-mail: felipe@fabricadecercetare.ro
Tel: 0745 326 544

velocity for the Vrancea (Romania) subcrustal earthquakes. *Annals of Geophysics*, 64(4), SE432-SE432.

Coppersmith K.J., Youngs R.R., 1989. Issues regarding early earthquake source characterization and seismic hazard analysis within passive margins and stable continental interiors in Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on Causes and Effects of Earthquakes at Passive Margins and in Areas of Postglacial rebound on Both Sides of the North Atlantic, Vordingborg, Denmark, 9-13 May 1988

Diaconescu M., *Sisteme de fracturi active crustale pe teritoriul Romaniei*, Editura Granada, Bucuresti, 2019.

Douglas, J (2020) Ground motion prediction equations 1964 -2020. Available at: <http://www.gmpe.org.uk>

Ferrand, T.P., Manea, E.F. (2021). Dehydration-induced earthquakes identified in a subducted oceanic slab beneath Vrancea, Romania. *Sci Rep* 11, 10315. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-89601-w>

Ginsari V., 2008. Estimation of the recurrence and probability of Vrancea intermediate depth earthquakes, in Proceedings of the NATO Science for Peace Project on Harmonization of Seismic hazard and Risk Reduction in Countries influenced by Vrancea Earthquakes, Chisinau Moldova, 20 May 2008

Georgescu E.S, Pomoni A. (2012). Building damage vs. territorial casualty patterns during the Vrancea (Romania) earthquakes of 1940 and 1977. Proceedings of the 15th World Conference on earthquake engineering, Lisbon, Portugal. Sept. 24–28 2012.

Kale, Ö., Akkar, S., Ansari, A., & Hamzehloo, H. (2015). A ground-motion predictive model for Iran and Turkey for horizontal PGA, PGV, and 5% damped response spectrum: Investigation of possible regional effects. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 105(2A), 963-980.

Kijko A., Graham G., 1998. Parametric-historic procedure for probabilistic seismic hazard analysis. Part I. Estimation of maximum regional magnitude m_{max} , *Pure Appl. Geophys.*, 152, 413-442

Kronrod T, Radulian M, Panza G, Popa M, Paskaleva I, Radovanovich S, Gribovszki K, Sandu I, Pekevski L (2013) Integrated transnational macroseismic data set for the strongest earthquakes of Vrancea (Romania). *Tectonophysics* doi: 10.1016/j.tecto.2013.01.019

Legea 196/2018 privind înființarea, organizarea și funcționarea asociațiilor de proprietari

Leydecker, G., Busche, H., Bonjer, K. P., Schmitt, T., Kaiser, D., Simeonova, S., ... & Ardeleanu, L. (2008). Probabilistic seismic hazard in terms of intensities for Bulgaria and Romania—updated hazard maps. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 8(6), 1431-1439.



Executant: SC FAD SMART TECHNOLOGY SRL
Beneficiar: CONSILIUL JUDEȚEAN TELEORMAN
Proiect: Servicii de elaborare a hărților de risc
natural la cutremure
E-mail: felipe@fabricadecercetare.ro
Tel: 0745 326 544

Manea, E. F., Cioflan, C. O., & Danciu, L. (2021). Ground-motion models for Vrancea intermediate-depth earthquakes. *Earthquake Spectra*, 87552930211032985

Marza V.I., Kijko A., Mantyniemi P., 1991. Estimate of earthquake hazard in the Vrancea (Romania) region, *Pageoph*, Vol.136, No.1, Birkhauser Verlag, basel, p.143-154.

Molina S, Lang DH, Lindholm CD (2010) SELENA. An open-source tool for seismic risk and loss assessment using a logic tree computation procedure. *Computers & Geosciences*, 36: 257-269

MDRAP (Ministerul Dezvoltării Regionale și Administrației Publice) (2013) Cod de proiectare seismică - Partea I - Prevederi de proiectare pentru clădiri, indicativ P 100-1/2013, cu modificările și completările ulterioare, disponibile la http://www.mdrap.ro/userfiles/reglementari/Domeniul_I/I_22_P100_1_2013.pdf și <https://www.mdpa.ro/uploads/articole/attachments/5f3525861222a238993083.pdf>, cel mai recent acces febr.2022

Moldovan I.A. (2007), Metode si modele statistice in seismologie cu aplicatii in studiul complex al cutremurelor din unele zone ale Romaniei, Editura Morosan.

NRC National Research Council (1980). Earthquake in Romania, March 4, 1977: An Engineering Report. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/19783>

O.G. 20/1994 privind măsuri pentru reducerea riscului seismic al construcțiilor existente

Paraschiv, D. (1975), Geologia zăcămintelor de hidrocarburi din România, I.G.G., Studii tehnice si economice, Seria A, Prosp.Expl.Geol., 10, 363 pg, București

Paraschiv, D., (1979). Platforma Moesica si zacamintele ei de hidrocarburi, Editura Academiei RSR, 195 pp, Bucuresti

Pantea A. si Moldovan I.A.(2000), Attenuation relationships using macroseismic intensity curves. Part I. Crustal earthquakes from Fagaras and adjacent zones, *RJP*, vol. 45, no. 7-8, P. 615-631.

Pantea A. (1994), .Macroseismic intensity attenuation for crustal sources on Romanian Territory and adjacent areas, *Natural Hazards*, 10:65-72,

Pavel F., Văcăreau R., Douglas J., Radulian M., Cioflan C.O., Barbat A.H. (2016). An Updated Probabilistic Seismic Hazard Assessment for Romania and Comparison with the Approach and Outcomes of the SHARE Project. *Pure and Applied Geophysics*, 173(6):1881-1905.

Papadopoulos, G.A., Diakogianni, G., Fokaefs, A., Ranguelov, B. (2011), Tsunami hazard în the Black Sea and the Azov Sea: a new tsunami catalogue, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11(3), 945-963.

Popescu, E., Placinta, A.O., Radulian, M., Borleanu, F., Diaconescu, M., Popa, M., 2017. Source parameters of the earthquake sequence that occurred close to the BURAR



array (Romania) between 24 June and 1 July 2011. *Annals of Geophysics* 60..
doi:10.4401/ag-7285

Radulian M.(2014), Mechanisms of Earthquakes in Vrancea, in *Encyclopedia of Earthquake Engineering* (eds. Michael Beer, Edoardo Patelli, Ioannis Kougioumtzoglou and Ivan Siu-Kui Au), Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, DOI 10.1007/978-3-642-36197-5_302_1

Radulian, M., Bala, A., Popescu, E., & Toma-Danila, D. (2018). Earthquake mechanism and characterization of seismogenic zones in south-eastern part of Romania. *Annals of Geophysics*, 61(1), SE108-SE108.

Răileanu V, 2009. Caracterizarea geologică și parametrii elastici crustali ai amplasamentelor stațiilor seismologice și de accelerometre din partea de sud a României, in *Cercetari privind managementul dezastrelor generate de cutremurile romanesti*, Editor coordonator Gh.Marmureanu, ISBN:978-973-702-701-6, pg. 297-358, Ed.Tehnopress, Iasi, 2009.

Reiter, Leon (1991). *Earthquake Hazard Analysis. Issues and Insights*. Columbia University Press, New York, 1991. xii, 254 pp.

Regulamentul privind prevenirea și gestionarea situațiilor de urgență specifice riscului la cutremure și/sau alunecări de teren", aprobat prin OMTCT/OMAI nr 1995/1160 din 2005/2006

Rogozea M., Toma-Danila D. (2017) Reevaluarea cutremurelor istorice majore din zona Vrancea comparativ cu datele instrumentale. Implicații asupra evaluării hazardului seismic și a hărților de Shake Map. Raport proiect PN 16 35 02 09 din cadrul Programului NUCLEU

Săndulescu M., (1984). *Geotectonica României*, Ed. Tehnică, București, Romania 195 pp

Shebalin, N. V.(1974). *Atlas of isoseismal maps, Part III of the catalogue*, UNESCO Scopje

Simeonova SD, Solakov DE, Leydecker G, Bushe H, Schmitt T, Kaiser D (2006) "Probabilistic seismic hazard map for Bulgaria as a basis for a new building code", *Nat.Hazards Earth Syst.Sci,,* 6: 881-887

Sokolov, V., Bonjer, K. P., Wenzel, F., Grecu, B., & Radulian, M. (2008). Ground-motion prediction equations for the intermediate depth Vrancea (Romania) earthquakes. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 6, 367-388.

Sokolov Vladimir, Klaus-Peter Bonjer, FriedemannWenzel, Bogdan Grecu, Mircea Radulian, Ground-motion prediction equations for the intermediate depth Vrancea (Romania) earthquakes, *Bull Earthquake Eng* (2008) 6:367–388, DOI 10.1007/s10518-008-9065-6

Solakov D., Simenova S., Vaseva E., Vatsseva R. (2012). Raport evaluarea de tara - Bulgaria, in *Rețeaua de siguranța în caz de cutremur de la Marea Neagră-ESNET*, editori Balan F., Alcaz V., Trifonova P., Uker N., CD Press, pg. 10-23, Bucuresti



Executant: SC FAD SMART TECHNOLOGY SRL
Beneficiar: CONSILIUL JUDEȚEAN TELEORMAN
Proiect: Servicii de elaborare a hărților de risc
natural la cutremure
E-mail: felipe@fabricadecercetare.ro
Tel: 0745 326 544

Sørensen, M., Stromeyer, D., Grünthal, G. (2010): A macroseismic intensity prediction equation for intermediate depth earthquakes in the Vrancea region, Romania. - *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 30, 11, pp. 1268–1278. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.soildyn.2010.05.009>

Stucchi M, Rovida A, Gomez Capera AA, Alexandre P., Camelbeeck T, Demircioglu MB, Gasperini P, Kouskouna V, Musson RMW, Radulian M, Sesetyan K, Vilanova S, Baumont D, Bungum H, Fäh D, Lenhardt W, Makropoulos K, Martinez Solares JM, Scotti O, Živčić M, Albini P, Batllo J, Papaioannou C, Tatevossian R, Locati M, Meletti C, Viganò D, Giardini D (2013) "The SHARE European Earthquake Catalogue (SHEEC) 1000–1899", *Journal of Seismology*, 17:523–544

STAS 11100/1-77 (1977), Zonarea seismică. Macrozonarea seismică a teritoriului Republicii Socialiste România

Toma-Danila D., Cioflan C., Ionescu C., Tiganescu A. (2018). The near real-time system for estimating the Seismic Damage in Romania (SeisDaRo) - recent upgrades and results. *Proceedings of the 16ECEE (Thessaloniki, Greece)*

Văcăreau R., Radulian M., Iancovici M., Pavel F., Neagu C. (2015a). Fore-arc and back-arc ground motion prediction model for Vrancea intermediate depth seismic source. *Journal of Earthquake Engineering*, 19(3):535-562.

Văcăreau R, Mihail Iancovici, Cristian Neagu, Florin Pavel, Macroseismic intensity prediction equations for Vrancea intermediate-depth seismic source, *Nat Hazards* (2015b) 79:2005–2031, DOI 10.1007/s11069-015-1944-y

Visarion, M., Stanica, D. and Stanica, M., 1984. Deep structure of the region between the Motru Valley and Argeș Valley (Romania) as shown by the results of geophysical survey. *Acta Geodaet. Geophys. et Montanist. Hung.*, Vol. 19 (1-2), 173-184.

Visarion, M., Sandulescu, M., Stanica, D. and Veliciu, S., 1988. Contribution a la connaissance de la structure de la Plate-forme Moesienne en Roumanie, *St. Tehn. Ec., Ser.D, Prosp.Geof.*, 15, 211-222.

Visarion, M, Săndulescu, M., Roșca, M., Stănică, D. and Atanasiu., L., 1990. La Dobrogea dans le cadre de l'avantpays carpatique. *Rev.Roum.Geophys.*, 34, 55-65.

Wells, D.L., and Coppersmith, K.J., 1994. New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement. *Bull. Seismol. Soc. Am.* 84, 974–1002.

https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/Portals/0/Partnerships/RDH/RDH_Romania/PDF/4-Prezentare RO-RISK DRMKC octombrie 2019.pdf



Executant: SC FAD SMART TECHNOLOGY SRL
Beneficiar: CONSILIUL JUDEȚEAN TELEORMAN
Proiect: Servicii de elaborare a hărților de risc
natural la cutremure
E-mail: felipe@fabricadecercetare.ro
Tel: 0745 326 544

8. ANEXE

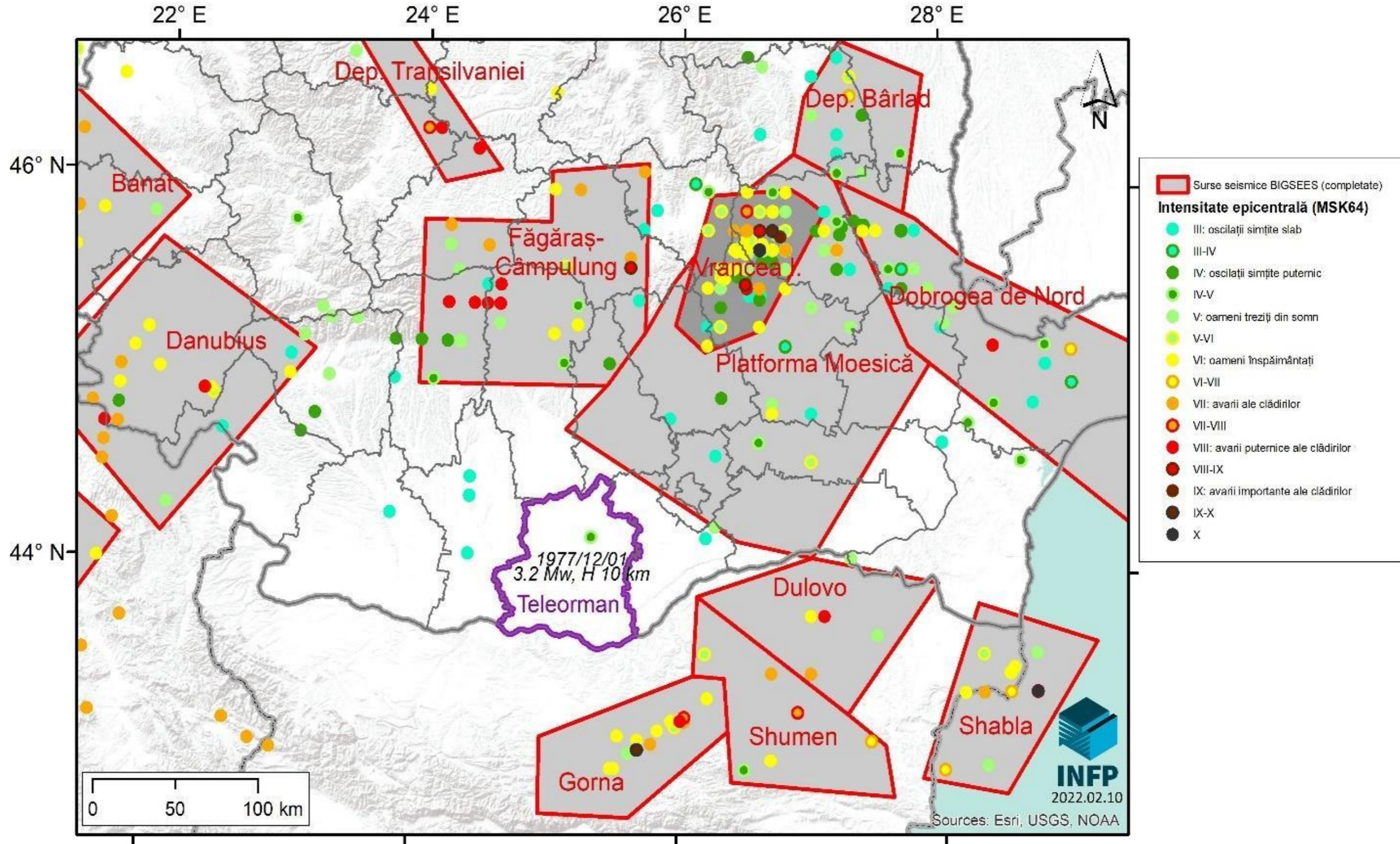


Fig. 8 Sursele seismice adiacente județului Teleorman și intensitățile epicentrale observate conf colecției BIGSEES (link)



Tabel nr. 1 Efectele produse de principalele cutremure vrâncene de adâncime intermediara observate în județul Teleorman sunt centralizate in tabelul de mai jos:

Localitate	Intensitate MSK-64 la cutremurul din:								
	1893/05/01	1893/08/17	1893/09/10	1894/08/31	1940/11/10	1977/03/04	1986/08/31	1990/05/30	1990/05/31
	Conform Rogozea et al. (2017)				Conform Kronrod et al. (2013)				
Alexandria			III	IV	VIII	VII	VI		V
Roșiori de Vede	II-III	IV			VIII	VII		VI	
Turnu Măgurele	III	IV	III	IV	VIII	VII	VI		
Videle					VIII	VII	VI		
Zimnicea				IV	VII	VIII	VI	VII	



În această etapă prezentăm efectele posibile ale celor mai puternice seisme crustale la nivel regional (scenarii) estimate folosind legi de atenuare ale intensităților macroseismice selectate conform sursei seismice și traseului de propagare către zona de interes. Pentru fiecare din sursele seismice regionale s-a simulat scenariul cel mai defavorabil (worst case scenario) pentru zona/județul de interes. Parametrii de simulare și cutremurele de referință se găsesc în tabelul de mai jos (scenariile au data 0/0/0).

Scenariu	yyyy	Mm	Dd	eq_lat	eq_lon	eq_h	Mw	Iepi
FC1	1969	4	12	45.25	25.02	8	5.2	6
FC2	1916	1	26	45.1	24.6	21	6.4	8
FC3	0	0	0	45	24.9	20	-	9
FC4	0	0	0	45.25	25.0	15	-	9
P.Moesica	1960	1	4	44.6	27	40	5.4	6
FIM1	0	0	0	44.6	27	40	-	7
FIM2	0	0	0	44.28	26.81	25	-	7
DUL	1892	10	14	43.8	27.1	0	6	8
DUL	0	0	0	43.8	27.1	20	6.3	9
SHU	1942	8	23	43.5	26.7	6	6	7
SHU1	0	0	0	43.5	26.7	15	6.3	8
SHU2	0	0	0	43.6	26.2	15	6.3	8
GOR	1913	6	14	43.1	25.7	14	7.1	9
GOR	0	0	0	43.3	25.4	10	7.4	9.5
SHA	1901	3	31	43.4	28.7	14	7.2	10
SHA	0	0	0	43.4	28.7	20	7.8	10.5
local TR	1977	12	1	44.2	25.33	10	3.2	4.5
local TR	0	0	0	44.2	25.33	10	-	7

Tabel nr. 2 Parametrii de simulare și cutremurele de referință



Tabel nr. 3 Date intrare relații de atenuare:

Azimut	a	b	Azimut	a	b	c
Pantea, 1994			Pantea & Moldovan, 2000			
0	0.664	0.337	0	2.1129	0.6732	0.0164
45	0.329	0.247	45	0.9005	0.2596	0.0253
90	0.298	0.229	90	5.3302	1.7452	0.0041
135	0.484	0.269	135	5.8888	1.9855	- 0.0006
180	0.455	0.275	180	5.1196	1.8218	0.0002
225	0.579	0.292	225	4.795	1.647	0.0037
270	0.579	0.292	270	3.7075	1.0212	0.008
315	0.593	0.303	315	3.327	1.0684	0.0081



Pentru simularea scenariilor provenind din sursele Dulovo, Shumen, Shabla si Gorna-Oryahovitsa am ales modelele de atenuare folosite in analiza probabilistica a hazardului seismic in spatiul transfrontalier Romania-Republica Bulgaria (Solakov et al., 2014 si referintele aferente). Ecuatiile de atenuare nu prezinta dependenta azimutala dar au coeficienti particularizati pentru fiecare zona-sursa seismica. Efectele calculate pentru fiecare UAT la fiecare scenariu sunt centralizate in tabelul (scara MSK):

UAT	SIRUTA	FC3	FC4	FIM1	FIM2	Trlocal	GOR	SHA	SHU1	SHU2	DUL
TURNU MAGURELE	151683	3.5	3.5	1.8	2.2	4.6	4.5	5.3	4.5	5.2	4.5
CIUPERCENI	151709	3.5	3.5	1.8	2.3	4.7	4.5	5.3	4.5	5.3	4.5
ISLAZ	151736	3.5	3.5	1.6	2	4.3	4.5	5.2	4.5	5.0	4.5
LITA	151763	3.5	3.5	1.8	2.2	4.7	4.5	5.3	4.5	5.1	4.5
ALEXANDRIA	151790	3.8	3.9	2.4	3	6	5	5.5	5	5.6	5
NANOV	151816	3.8	3.9	2.3	2.8	5.7	4.5	5.4	5	5.5	4.5
POROSCHIA	151834	3.8	3.8	2.3	2.8	5.6	4.5	5.5	5	5.6	4.5
ROSIORI DE VEDE	151870	3.7	3.7	2	2.4	5.6	4.5	5.3	4.5	5.1	4.5
VIDELE	151905	4.1	4.1	2.9	3.4	5.9	5	5.5	5	5.4	5
CREVENICU	151932	4	4.1	2.9	3.4	6	5	5.5	5	5.5	5
ZIMNICEA	151978	3.6	3.7	2.1	2.7	4.7	5	5.5	5	5.9	5
BALACI	151996	4	4	2.1	2.2	5.5	4.5	5.2	4.5	4.9	4.5
BABAITA	152038	4	4	2.6	3.1	6.5	5	5.5	5	5.5	5
BLEJESTI	152083	4.1	4.1	2.8	3.1	6.1	4.5	5.5	5	5.3	4.5
BOGDANA	152127	3.8	3.8	2.1	2.5	5.4	4.5	5.4	4.5	5.3	4.5
BOTOROAGA	152172	3.9	4	2.8	3.4	6.2	5	5.5	5	5.6	5
BRAGADIRU	152234	3.7	3.7	2.4	3	4.8	5	5.6	5.5	6.1	5
BRANCENI	152252	3.7	3.8	2.3	2.9	5.4	5	5.5	5	5.7	5
BUJORENI	152270	3.9	3.9	2.9	3.6	5.8	5	5.6	5	5.7	5
BUJORU	152314	3.6	3.7	2.4	3	4.7	5	5.6	5.5	6.2	5
BUZESCU	152332	3.8	3.9	2.2	2.7	5.8	4.5	5.4	5	5.4	4.5
CALINESTI	152350	4	4	2.3	2.8	6.3	4.5	5.4	5	5.3	4.5
CALMATUIU	152412	3.6	3.7	1.9	2.3	5.1	4.5	5.3	4.5	5.1	4.5



Executant: SC FAD SMART TECHNOLOGY SRL
 Beneficiar: CONSILIUL JUDEȚEAN TELEORMAN
 Proiect: Servicii de elaborare a hărților de risc
 natural la cutremure
 E-mail: felipe@fabricadecercetare.ro
 Tel: 0745 326 544

UAT	SIRUTA	FC3	FC4	FIM1	FIM2	Trlocal	GOR	SHA	SHU1	SHU2	DUL
CALMATUIU DE SUS	152467	3.7	3.7	1.9	2.3	5.2	4.5	5.3	4.5	5.0	4.5
CERVENIA	152500	3.7	3.7	2.5	3.1	5.2	5	5.6	5	6.0	5
CIOLANESTI	152528	4.2	4.3	2.3	2.4	6.1	4.5	5.3	4.5	5.0	4.5
CONTESTI	152564	3.7	3.7	2.5	3.1	5	5	5.6	5.5	6.1	5
COSMESTI	152582	4.1	4.2	2.7	2.9	6.2	4.5	5.4	4.5	5.2	4.5
CRANGENI	152617	3.7	3.7	1.8	2.2	5.1	4.5	5.3	4.5	5.0	4.5
CRANGU	152662	3.8	3.8	2	2.5	5.2	4.5	5.4	5	5.3	4.5
DIDESTI	152724	3.8	3.9	2	2.4	5.7	4.5	5.3	4.5	4.9	4.5
DOBROTESTI	152760	3.9	4	2.1	2.2	5.6	4.5	5.3	4.5	4.9	4.5
DRACSENEI	152797	3.8	3.9	2.1	2.5	6	4.5	5.3	4.5	5.0	4.5
DRAGANESTI DE VEDE	152868	4	4	2.2	2.6	6	4.5	5.3	4.5	5.1	4.5
DRAGANESTI-VLASCA	152902	3.9	3.9	2.7	3.4	6	5	5.6	5	5.7	5
FURCULESTI	152948	3.8	3.8	2.1	2.6	5.3	4.5	5.4	5	5.5	4.5
FRUMOASA	152993	3.7	3.7	2.3	2.9	5	5	5.5	5	5.9	5
GALATENI	153026	4.1	4.1	2.6	3.1	6.4	4.5	5.4	5	5.3	4.5
GRATIA	153062	4.3	4.3	2.8	3	5.7	4.5	5.4	4.5	5.1	4.5
IZVOARELE	153106	3.7	3.7	2.3	2.8	5.2	5	5.5	5	5.8	5
LISA	153124	3.7	3.7	2	2.5	4.9	4.5	5.4	5	5.5	4.5
LUNCA	153151	3.5	3.6	1.7	2.1	4.7	4.5	5.3	4.5	5.0	4.5
MAVRODIN	153204	3.9	3.9	2.3	2.9	6.1	4.5	5.4	5	5.4	4.5
MAGURA	153240	3.9	3.9	2.6	3.1	6.2	5	5.5	5	5.6	5
MALDAENI	153277	3.7	3.8	2	2.4	5.5	4.5	5.3	4.5	5.0	4.5
MERENI	153295	4	4	3	3.6	5.8	5	5.6	5	5.6	5
MARZANESTI	153339	3.8	3.8	2.5	3.2	5.6	5	5.6	5	5.9	5
MOSTENI	153384	4	4	2.8	3.3	6.4	5	5.5	5	5.5	5
NASTURELU	153400	3.6	3.6	2.2	2.8	4.5	5	5.6	5	6.0	5



Executant: SC FAD SMART TECHNOLOGY SRL
 Beneficiar: CONSILIUL JUDEȚEAN TELEORMAN
 Proiect: Servicii de elaborare a hărților de risc
 natural la cutremure
 E-mail: felipe@fabricadecercetare.ro
 Tel: 0745 326 544

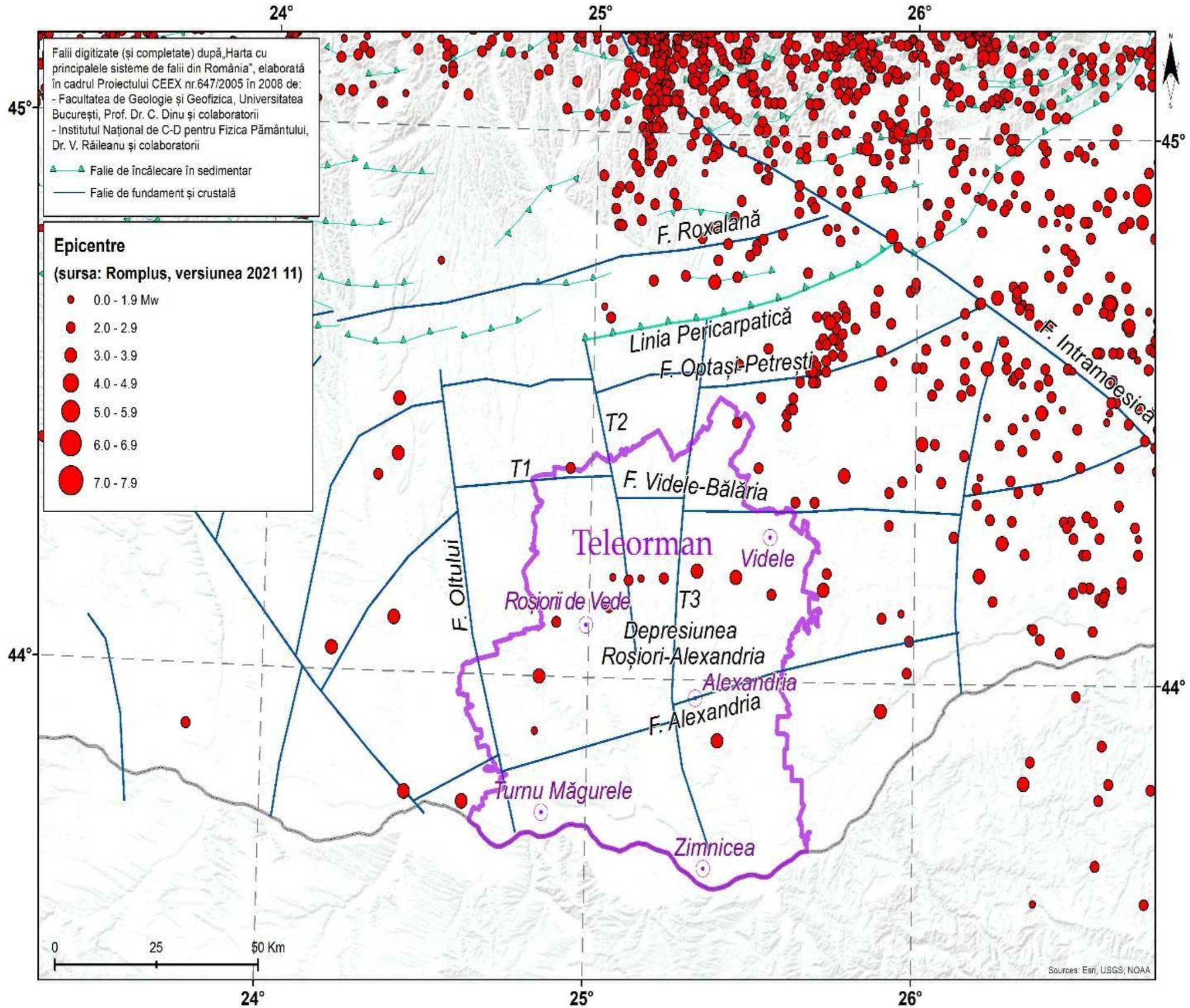
UAT	SIRUTA	FC3	FC4	FIM1	FIM2	Trlocal	GOR	SHA	SHU1	SHU2	DUL
NECSESTI	153437	4.1	4.2	2.3	2.7	6.4	4.5	5.3	4.5	5.1	4.5
OLTENI	153473	4	4.1	2.5	3	6.6	4.5	5.4	5	5.3	4.5
ORBEASCA	153507	3.9	4	2.5	3	6.6	4.5	5.4	5	5.4	4.5
PERETU	153543	3.9	3.9	2.1	2.6	5.8	4.5	5.4	4.5	5.3	4.5
PIATRA	153561	3.7	3.8	2.1	2.7	5.2	4.5	5.4	5	5.6	4.5
PIETROSANI	153589	3.6	3.7	2.4	3.1	4.6	5	5.6	5.5	6.3	5
PLOSCA	153605	3.9	3.9	2.2	2.6	5.8	4.5	5.4	5	5.3	4.5
PLOPII-SLAVITESTI	153623	3.6	3.6	1.7	2.1	4.8	4	5.2	4.5	4.9	4
POENI	153696	4.3	4.3	2.7	2.8	5.8	4.5	5.4	4.5	5.1	4.5
VITANESTI	153776	3.8	3.9	2.6	3.2	5.9	5	5.5	5	5.7	5
PUTINEIU	153829	3.6	3.6	1.9	2.4	5.2	4.5	5.3	4.5	5.2	4.5
RADOIESTI	153865	4	4	2.3	2.7	6.3	4.5	5.4	4.5	5.2	4.5
RASMIRESTI	153909	3.8	3.8	2.7	3.3	5.7	5	5.6	5	5.9	5
SALCIA	153936	3.6	3.6	1.9	2.3	5.2	4.5	5.3	4.5	5.1	4.5
SACENI	153972	4.1	4.1	2.2	2.6	6.2	4.5	5.3	4.5	5.1	4.5
SCRIOASTEA	154013	3.8	3.8	2.1	2.5	5.7	4.5	5.3	4.5	5.0	4.5
SCURTU MARE	154068	4.2	4.3	2.5	2.7	6.3	4.5	5.4	4.5	5.1	4.5
SEACA	154139	3.7	3.7	1.9	2.4	4.8	4.5	5.4	5	5.4	4.5
SFINTESTI	154166	4	4.1	2.3	2.7	6.2	4.5	5.3	4.5	5.2	4.5
SEGARCEA-VALE	154184	3.5	3.6	1.8	2.2	4.8	4.5	5.3	4.5	5.1	4.5
SILISTEA	154228	4.2	4.3	2.7	2.9	6	4.5	5.4	4.5	5.2	4.5
SILISTEA-GUMESTI	154282	4	4.3	2.2	2.3	5.8	4.5	5.3	4.5	4.9	4.5
SARBENI	154308	4.3	4.4	2.8	2.9	5.5	4.5	5.4	4.5	5.0	4.5
SLOBOZIA MANDRA	154344	3.6	3.6	1.7	2.1	4.7	4	5.2	4.5	4.9	4
SMARDIOASA	154380	3.7	3.7	2.3	2.9	5.2	5	5.5	5	5.8	5
STEJARU	154415	3.8	3.8	2	2.3	5.4	4.5	5.3	4.5	4.9	4.5



Executant: SC FAD SMART TECHNOLOGY SRL
 Beneficiar: CONSILIUL JUDEȚEAN TELEORMAN
 Proiect: Servicii de elaborare a hărților de risc
 natural la cutremure
 E-mail: felipe@fabricadecercetare.ro
 Tel: 0745 326 544

UAT	SIRUTA	FC3	FC4	FIM1	FIM2	Trlocal	GOR	SHA	SHU1	SHU2	DUL
SUHAIA	154460	3.7	3.7	2.1	2.6	4.9	4.5	5.5	5	5.7	4.5
STOROBANEASA	154497	3.7	3.8	2.5	3.1	5.4	5	5.6	5	5.9	5
TALPA	154521	4.1	4.2	2.6	2.8	6.4	4.5	5.4	4.5	5.2	4.5
TATARASTII DE JOS	154585	4.2	4.3	2.4	2.6	6.2	4.5	5.3	4.5	5.0	4.5
TATARASTII DE SUS	154665	4.3	4.3	2.4	2.5	5.9	4.5	5.3	4.5	5.0	4.5
TRAIAN	154736	3.5	3.5	1.9	2.3	4.8	4.5	5.3	4.5	5.3	4.5
TRIVALEA-MOSTENI	154754	4.1	4.2	2.5	2.9	6.6	4.5	5.4	4.5	5.2	4.5
TROIANUL	154790	3.7	3.9	2.1	2.5	5.6	4.5	5.3	4.5	5.2	4.5
TIGANESTI	154834	3.8	3.8	2.3	2.9	5.5	5	5.5	5	5.7	4.5
VEDEA	154852	4	4	2.2	2.6	6	4.5	5.4	4.5	5.2	4.5
VIISOARA	154914	3.7	3.7	2.1	2.6	5	4.5	5.4	5	5.6	4.5
VARTOAPE	154932	4	4.1	2.4	2.8	6.4	4.5	5.4	4.5	5.2	4.5
ZAMBREASCA	154978	3.9	4.2	2.2	2.3	6	4.5	5.3	4.5	5.0	4.5
NENCIULESTI	154996	3.9	3.9	2.2	2.7	5.9	4.5	5.4	5	5.4	4.5
BECIU	155083	3.6	3.7	1.7	2.1	4.8	4	5.2	4.5	4.9	4
BEUCA	155092	3.9	3.9	2.1	2.5	5.9	4.5	5.3	4.5	5.0	4.5
DRACEA	155109	3.5	3.8	2	2.4	5.1	4.5	5.3	4.5	5.3	4.5
FANTANELE	155118	3.7	3.7	2.1	2.7	4.8	5	5.5	5	5.7	4.5
FRASINET	155127	4	4	2.6	3.1	6.7	5	5.5	5	5.4	5
PURANI	155136	4.2	4.2	2.8	3	6	4.5	5.4	4.5	5.2	4.5
SAELELE	155145	3.5	3.6	1.7	2.1	4.7	4.5	5.2	4.5	5.0	4.5
UDA-CLOCOCIOV	155154	3.6	3.6	1.7	2.1	4.7	4	5.2	4.5	5.0	4.5

Tabel nr. 4 Efectele calculate pentru fiecare UAT la fiecare scenariu



Figură 1 Încadrarea seismotectonică a județului Teleorman

Tabel nr. 5 In tabelul de mai jos prezentam analiza statistica pentru zonele implicate in hazardul seismic al judetului Teleorman.

	Mc	Mmax	IMR10	IMR50	IMR100	IMR500	IMR1000
Vrancea intermediar	5.7	8.1	6.49	7.26	7.54	7.99	8.08
Gorna	4.1	7.4	5.07	6.02	6.38	7.03	7.18
Shumen	4.5	6.3	4.62	5.495	5.806	6.129	6.289
Shabla	4.5	7.8	4.73	5.58	5.94	6.73	7.03
P.Moesica (VRC extinsă)	3.9	6.2	4.53	5.27	5.55	6.05	6.2
Fagaras- Campulung	3.5	6.7	3.93	5.19	5.66	6.42	6.59
Dulovo	3.2	6.3	3.68	5.18	5.74	6.2	6.28

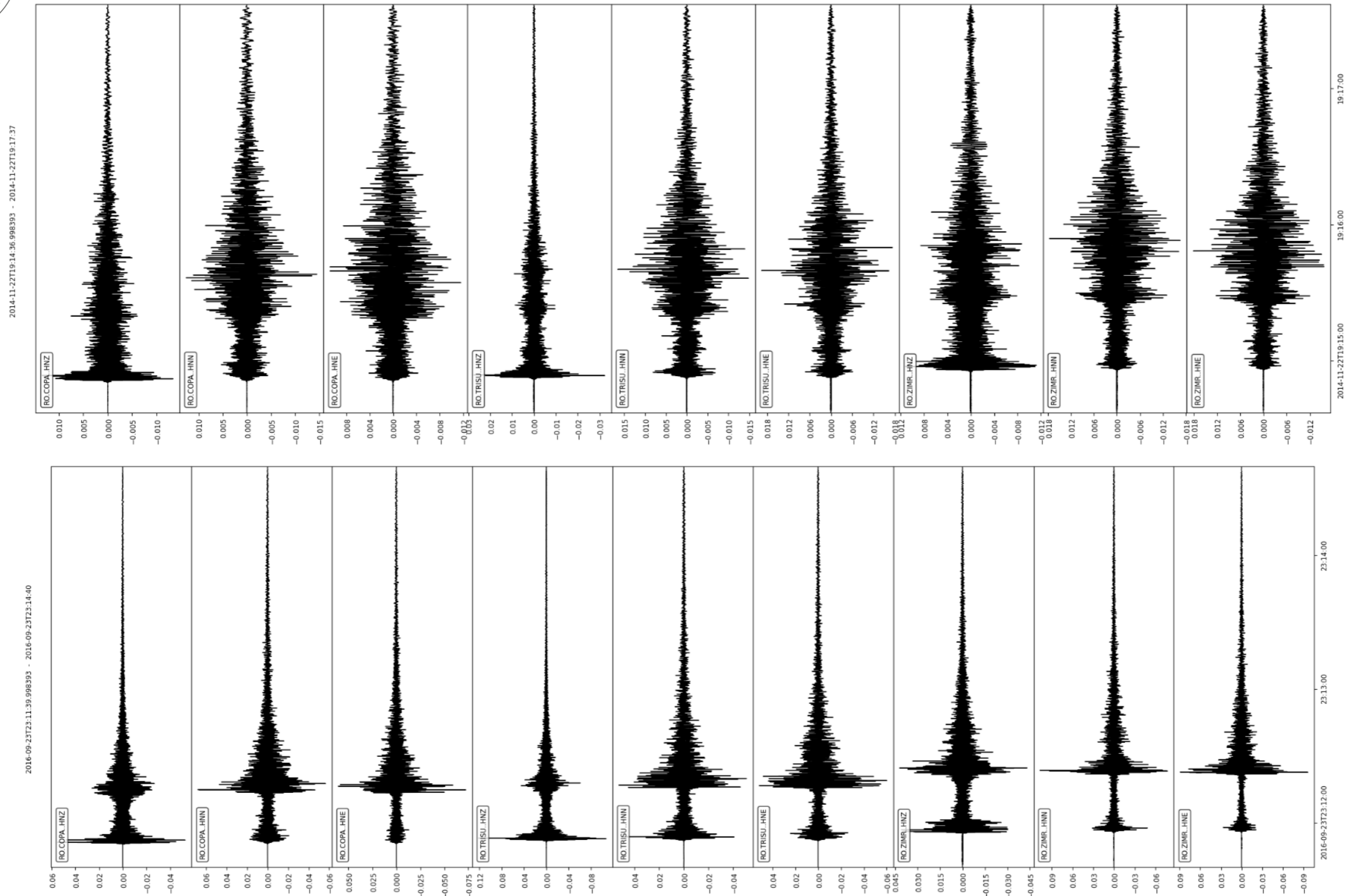


Figura 31. Accelerograme înregistrate la stațiile din județul Teleorman (m/s^2), pe cele trei componente (N-S, E-V și vertical), pentru evenimentele seismice din 22.11.2014 și 23.09.2016

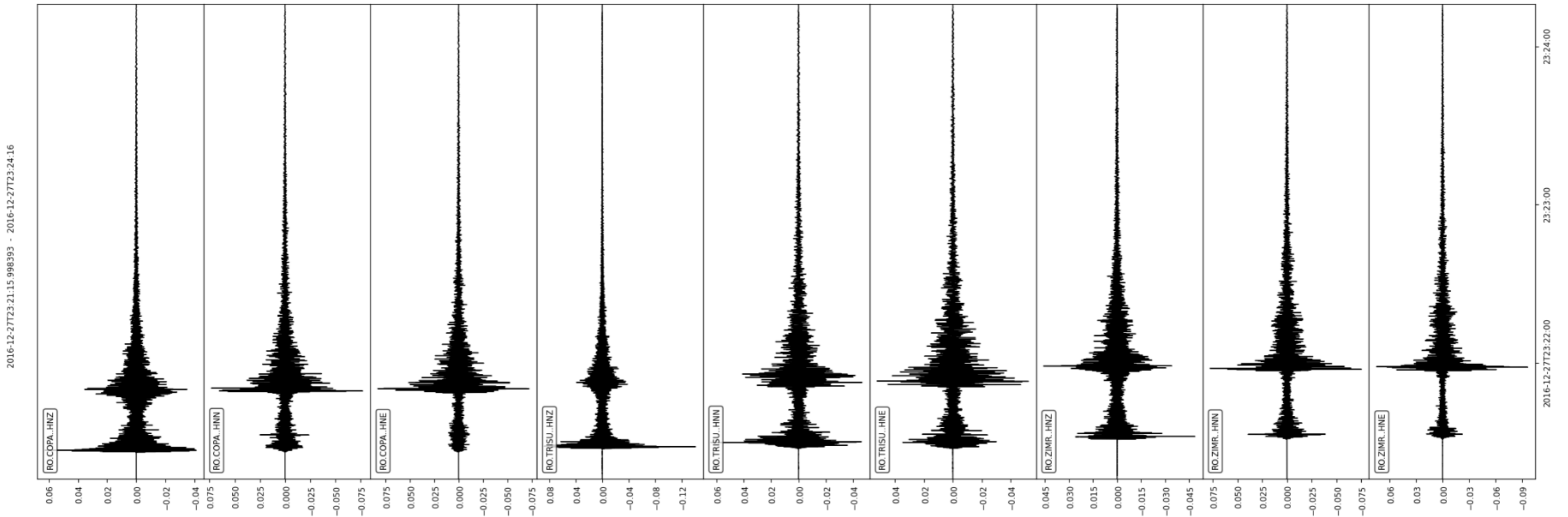


Figura 32. Accelerograme înregistrate la stațiile din județul Teleorman (m/s^2), pe cele trei componente (N-S, E-V și vertical), pentru evenimentul seismic din 27.12.2016

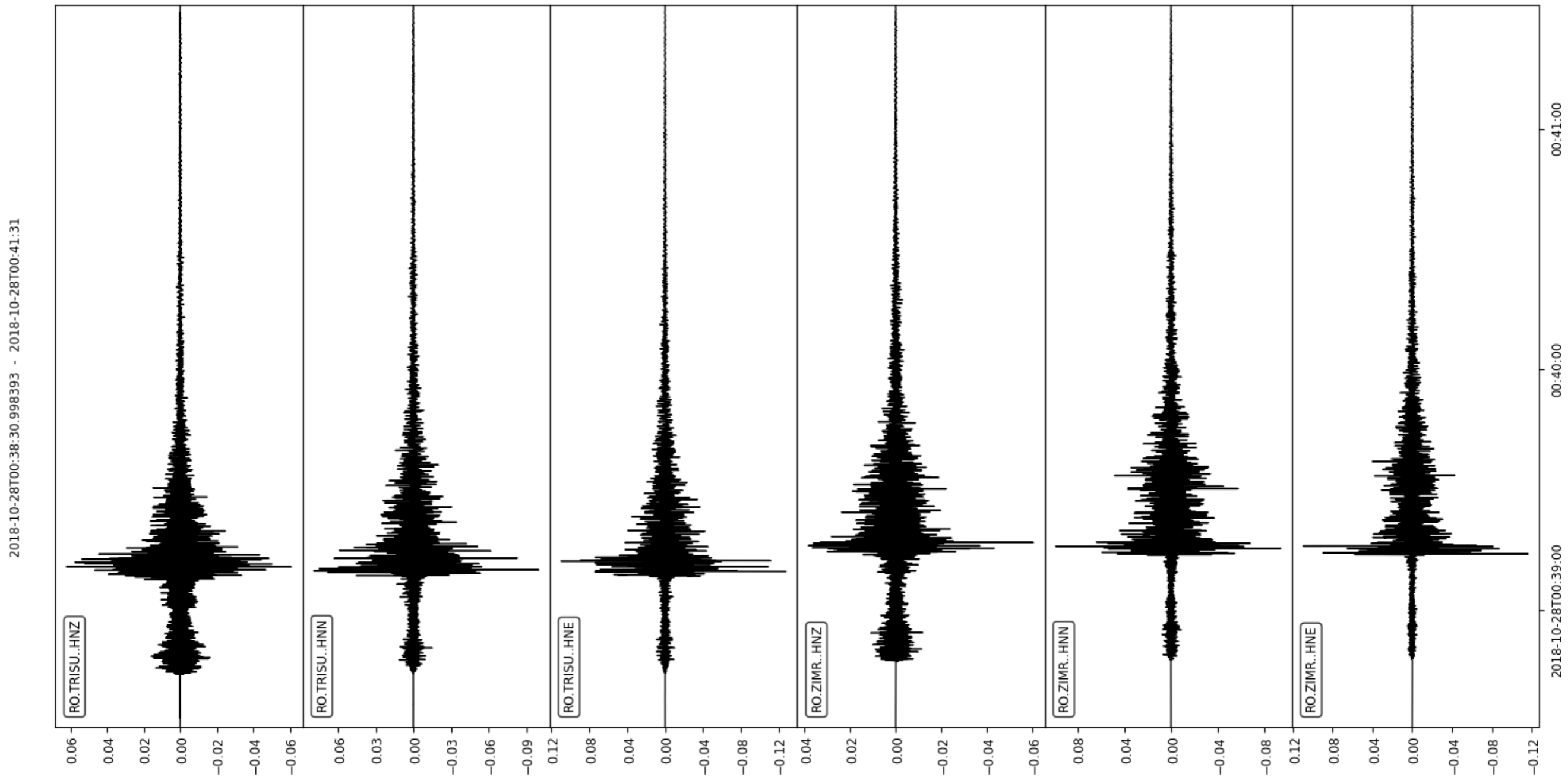


Figura 33. Accelerograme înregistrate la stațiile din județul Teleorman (m/s^2), pe cele trei componente (N-S, E-V și vertical), pentru evenimentul seismic din 28.10.2018

Anexa– Spectre de răspuns, spectre țintă și accelerograme sintetice generate

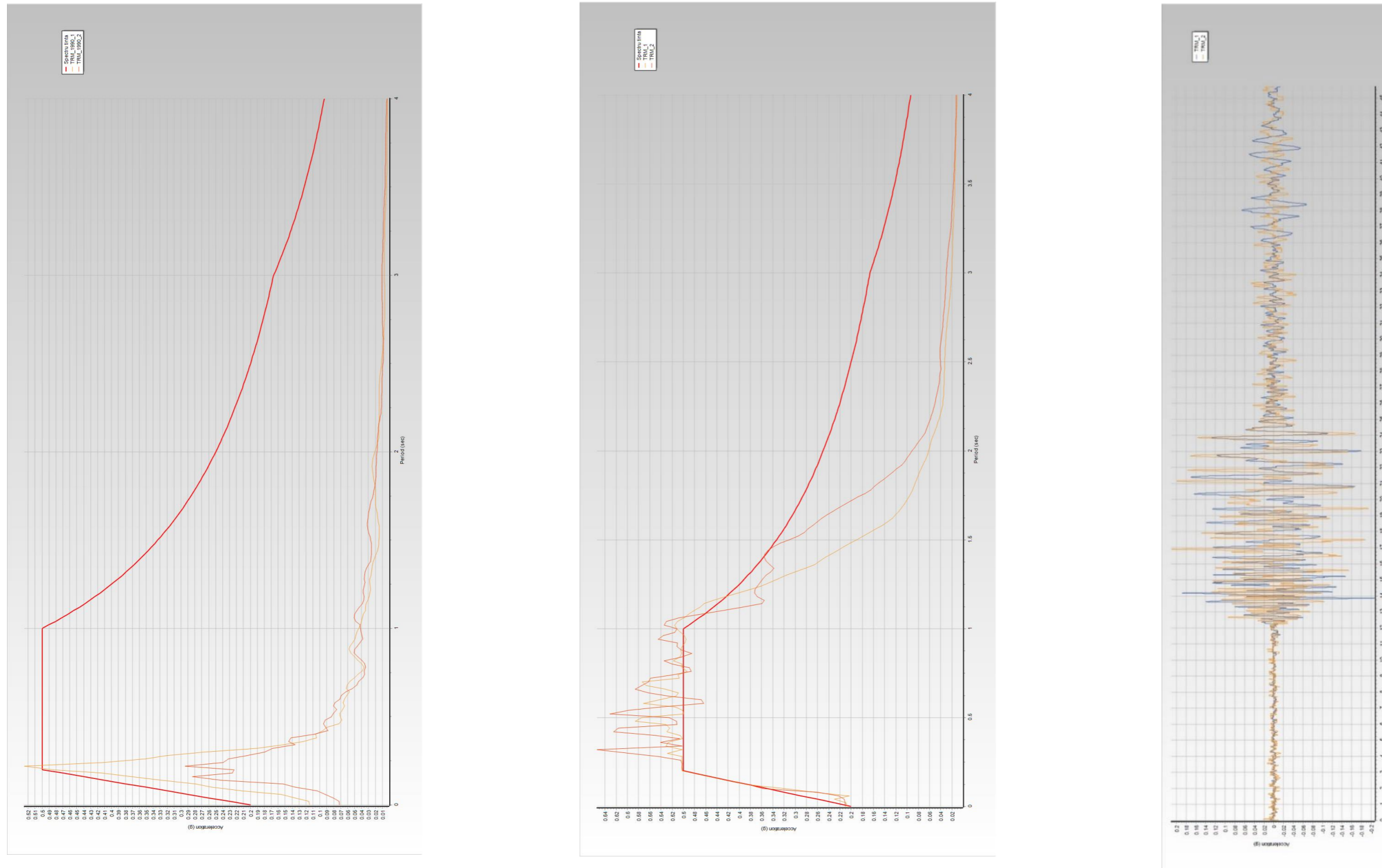


Figura 128b. Spectre de răspuns ale accelerațiilor înregistrate la cutremurul din 1990 la stația Turnu Măgurele (sus), spectre de răspuns ale accelerațiilor sintetice generate selectate și spectrul țintă (mijloc), accelerograme generate scalate compatibile cu spectrul țintă (jos).

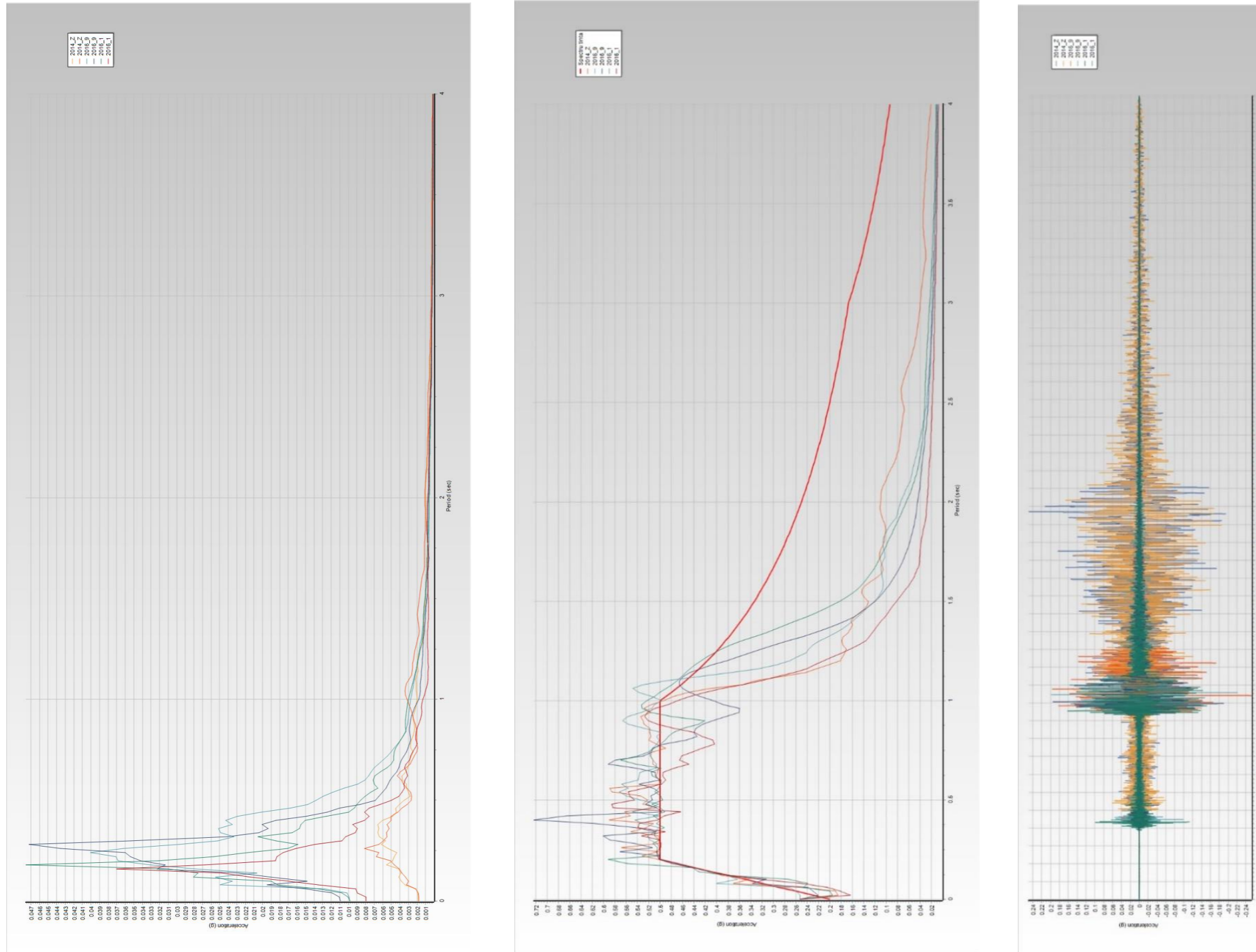


Figura 128c. Spectre de răspuns ale accelerațiilor înregistrate la cutremurele din 2014 și 2016 la stația Zimnicea (sus), spectre de răspuns ale accelerațiilor sintetice generate selectate și spectrul țintă (mijloc), accelerograme generate scalate compatibile cu spectrul țintă (jos).

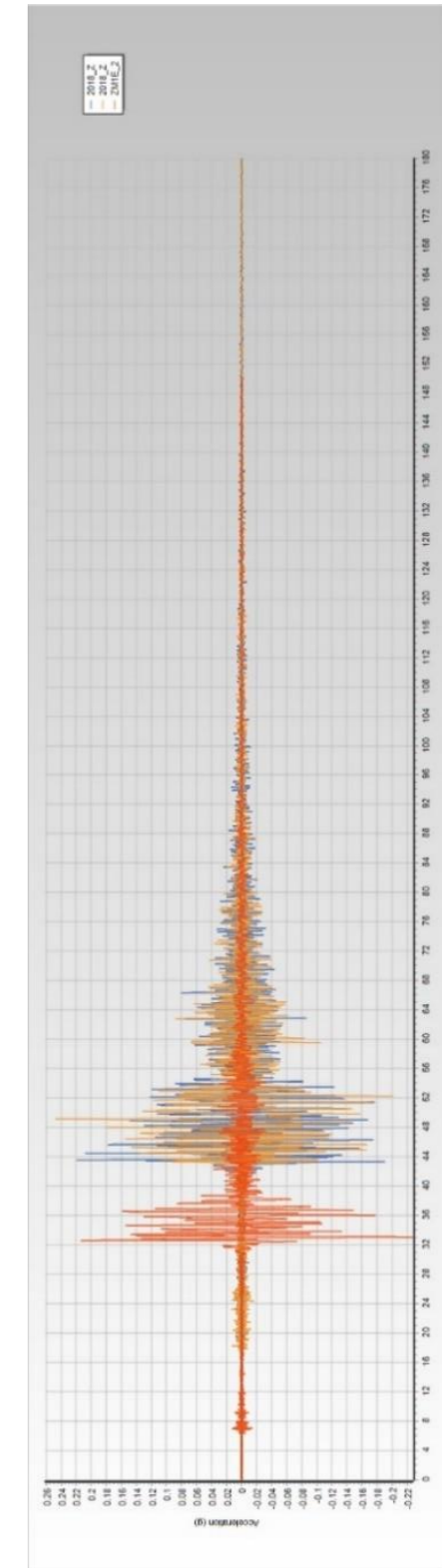
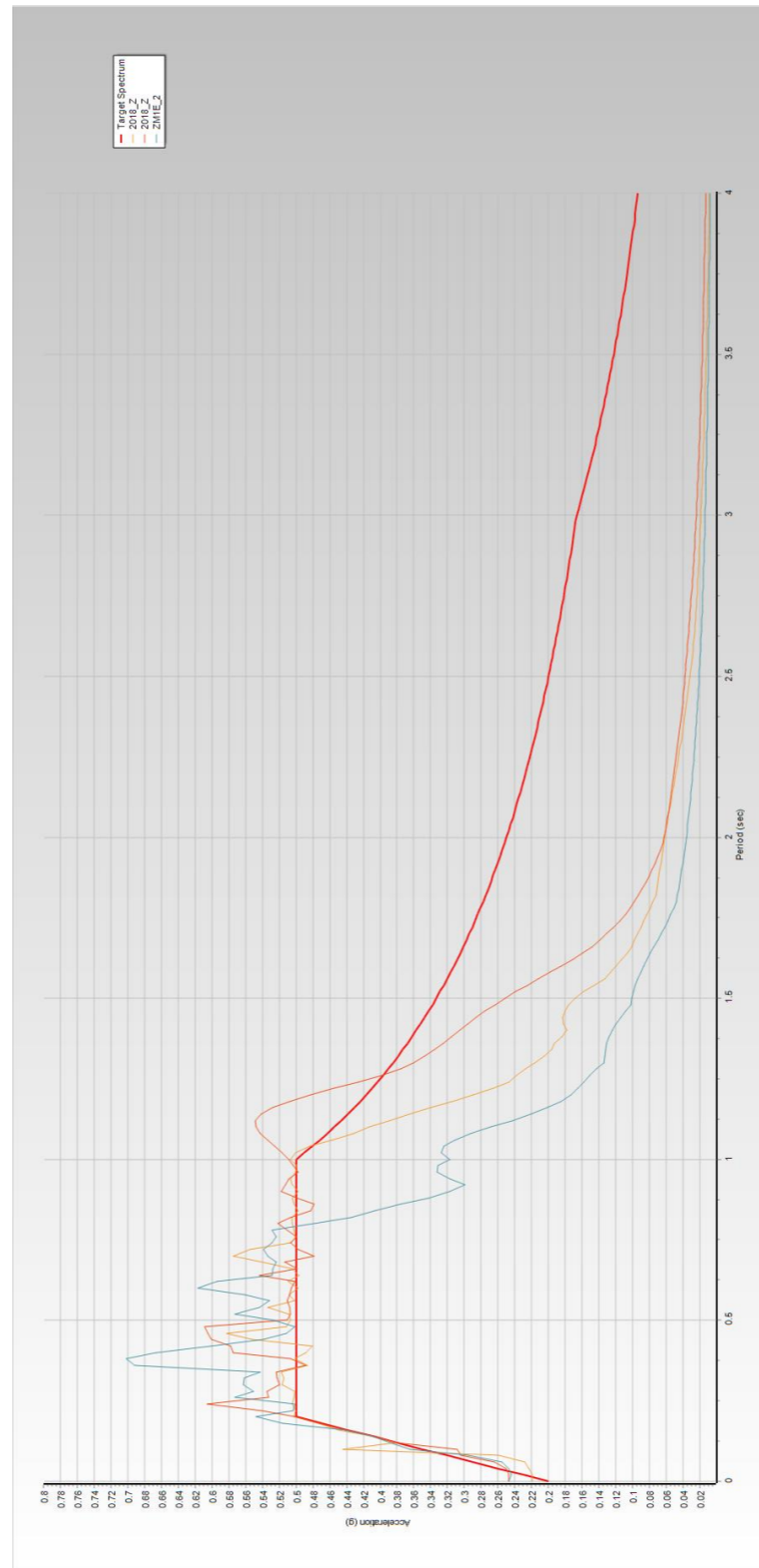
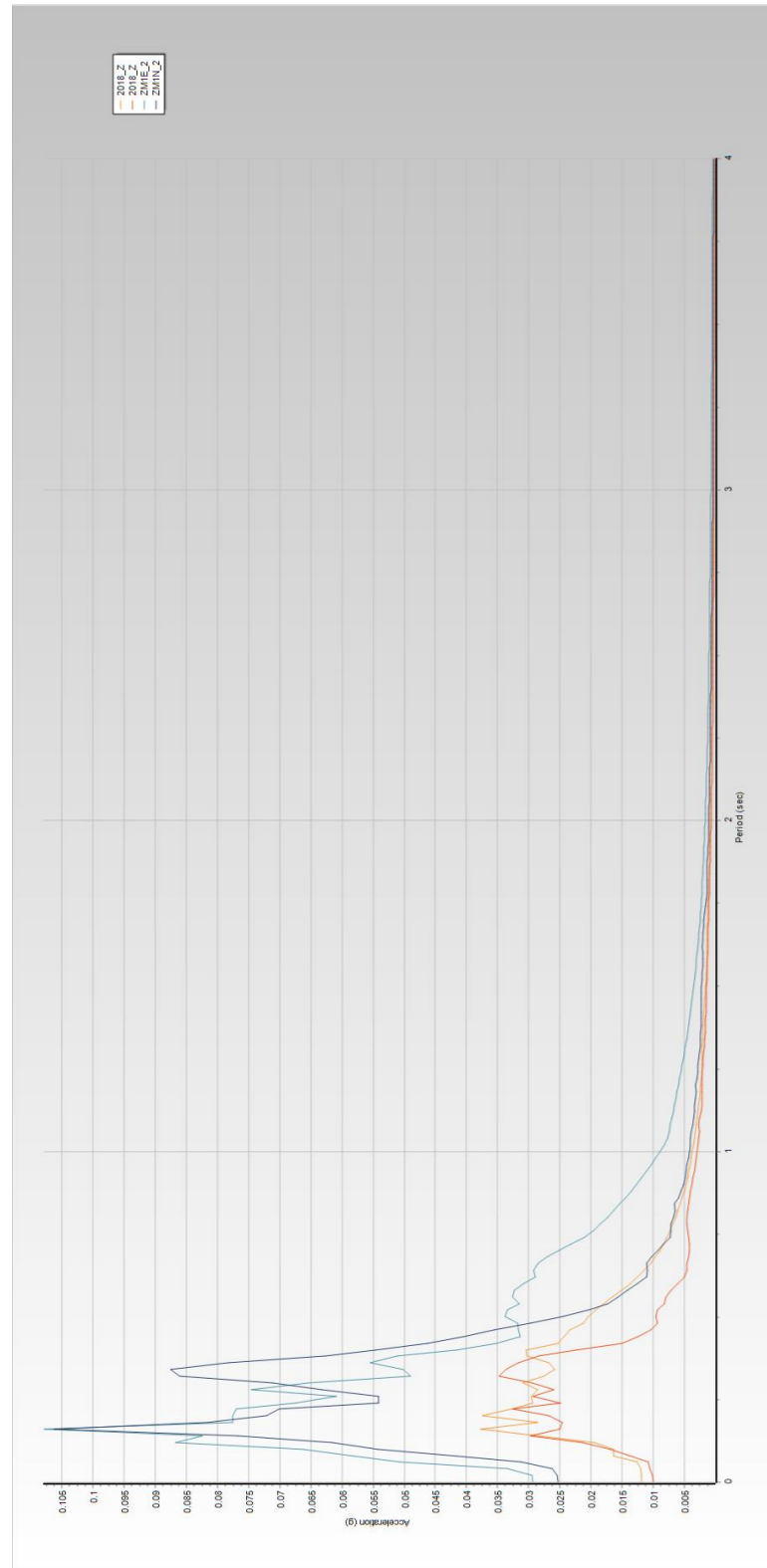


Figura 128d. Spectre de răspuns ale accelerațiilor înregistrate la cutremurele din 2004 și 2018 la stația Zimnicea (sus), spectre de răspuns ale accelerațiilor sintetice generate selectate și spectrul țintă (mijloc), accelerograme generate scalate compatibile cu spectrul țintă (jos).

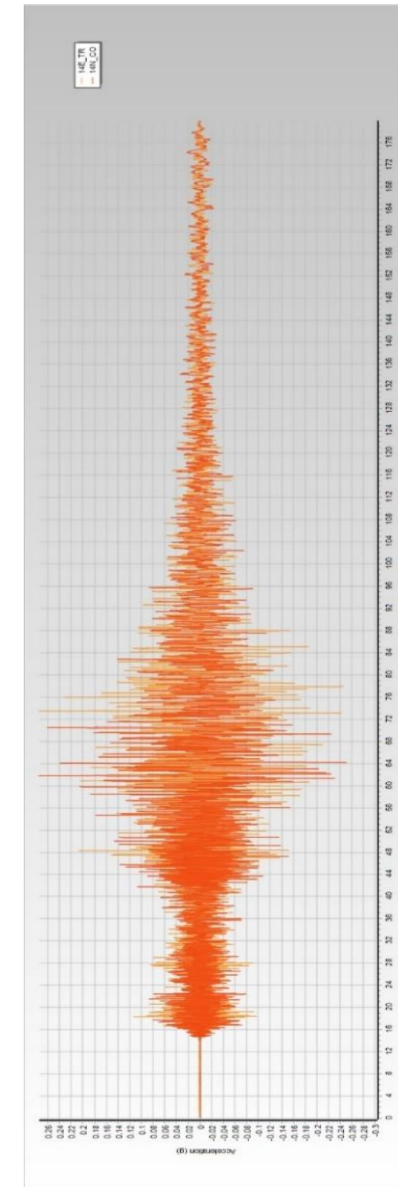
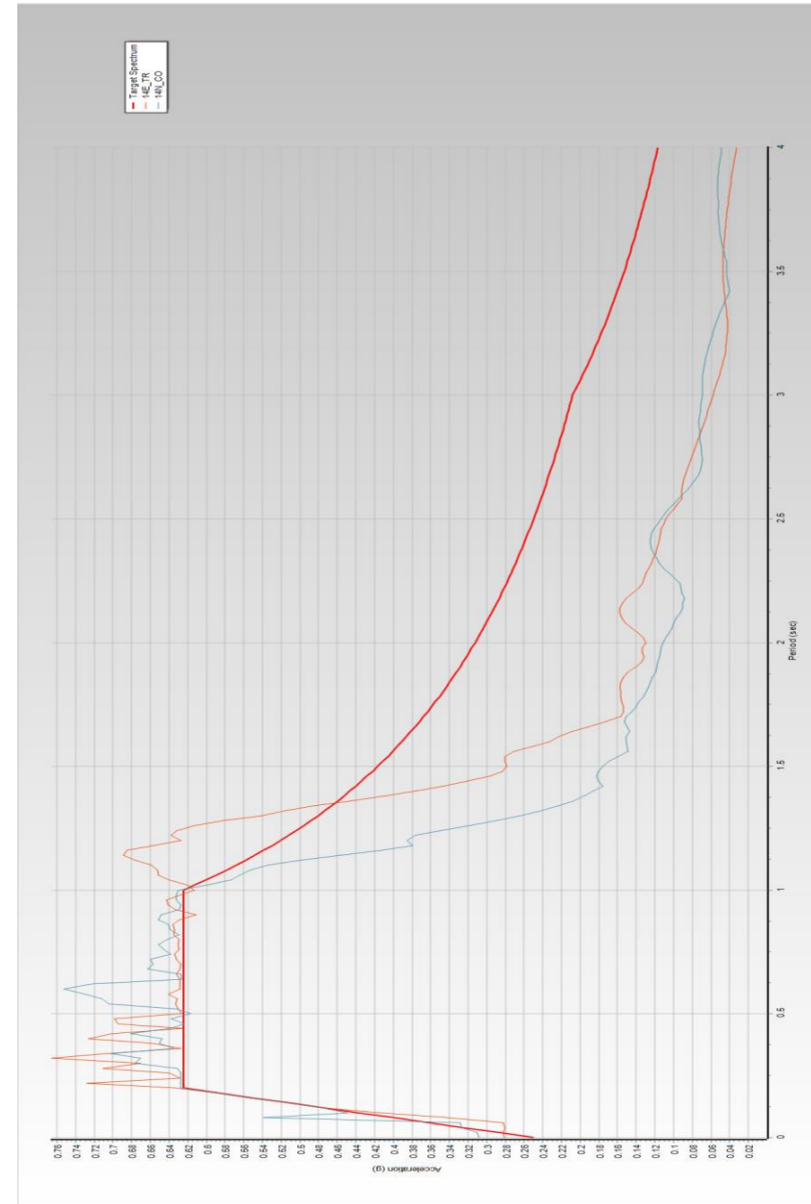
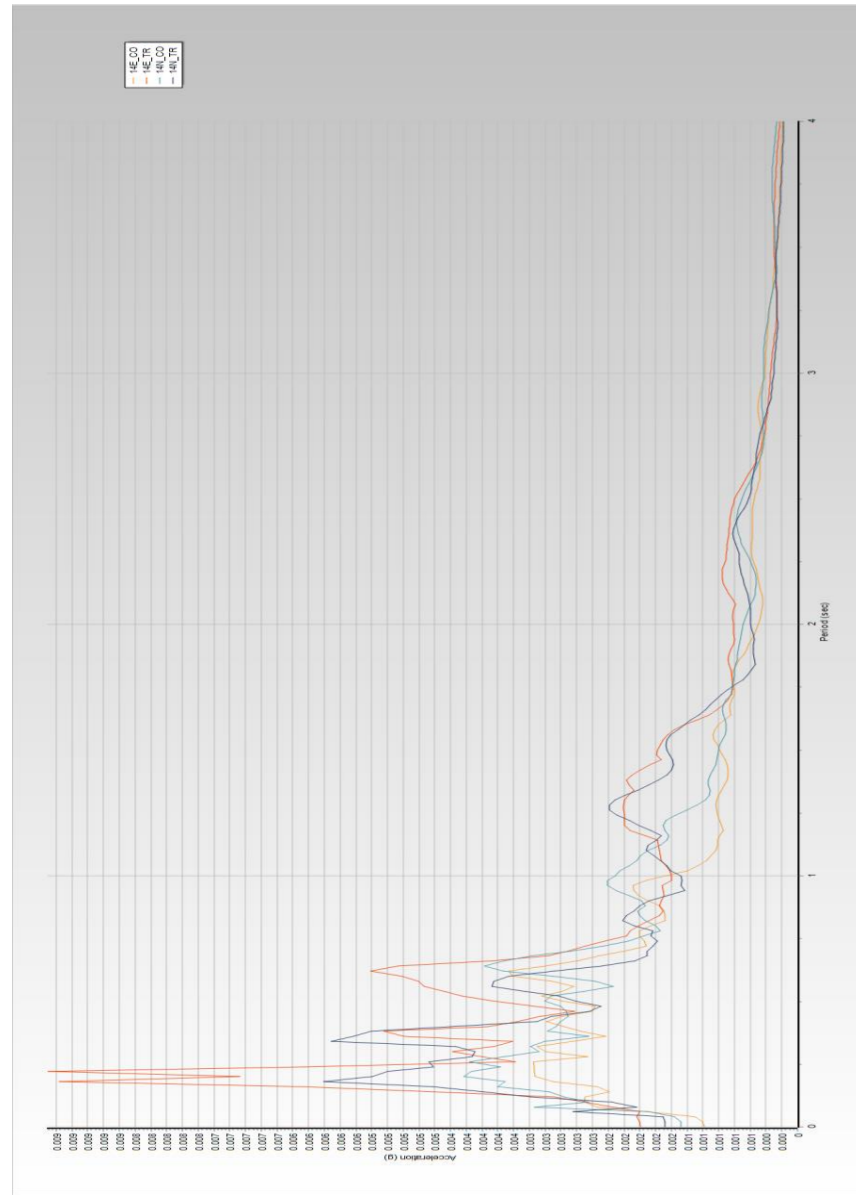


Figura 128e. Spectre de răspuns ale accelerațiilor înregistrate la cutremurul din 2014 la stațiile Alexandria și Copăceanca (sus), spectre de răspuns ale accelerațiilor sintetice generate selectate și spectrul țintă (mijloc), accelerograme generate scalate compatibile cu spectrul țintă (jos).

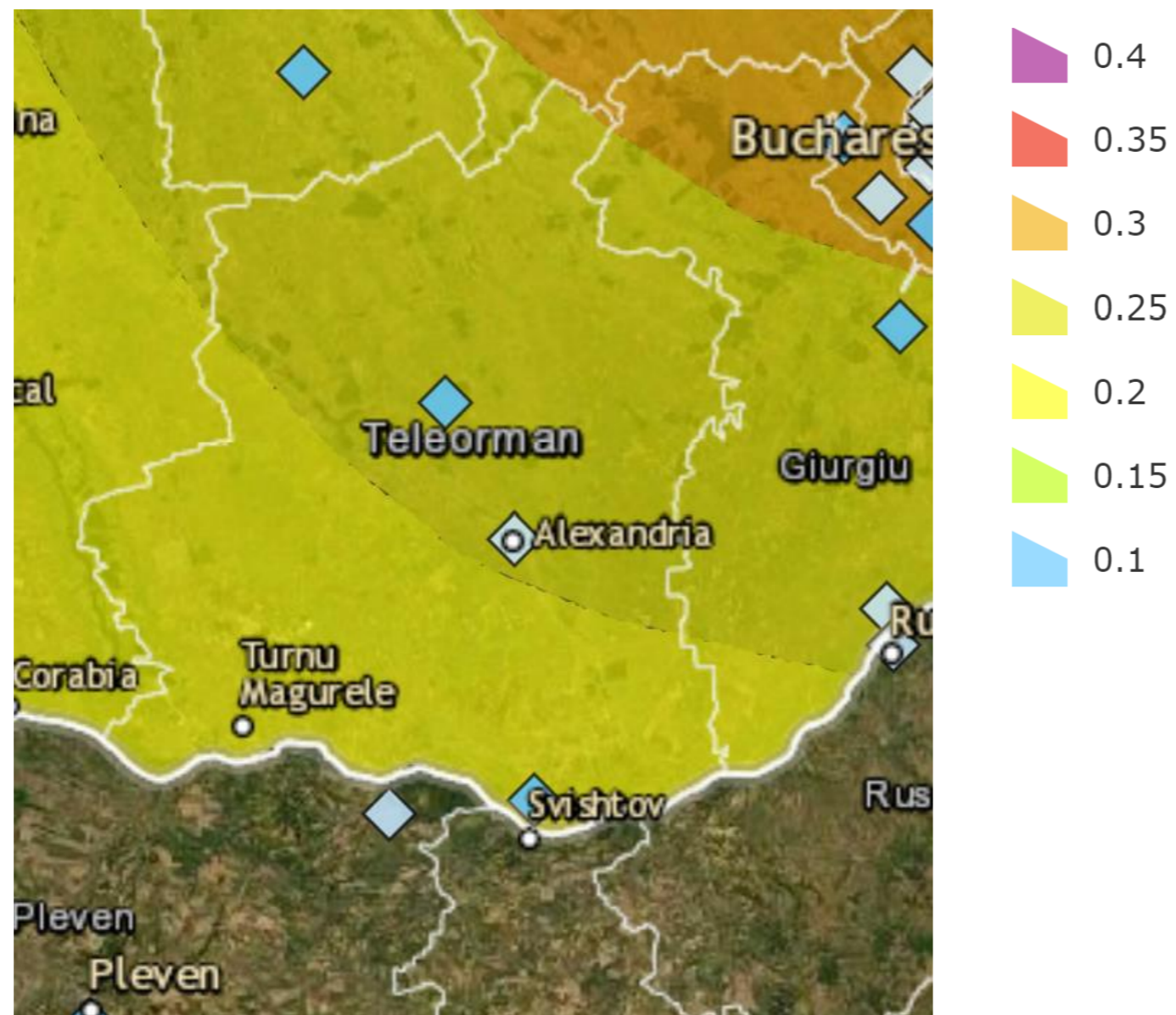


Fig.118 Extras pentru județul Teleorman din zona seismică în termeni de accelerație de proiectare la IMR 225 ani conform P100-1/2013; cu romburi stațiile Rețelei Seismice Naționale; scara de culori în unități de accelerație gravitațională



Fig. 121 Hazard seismic pentru IMR10 ani – harta generata pe baza datelor RO-RISK

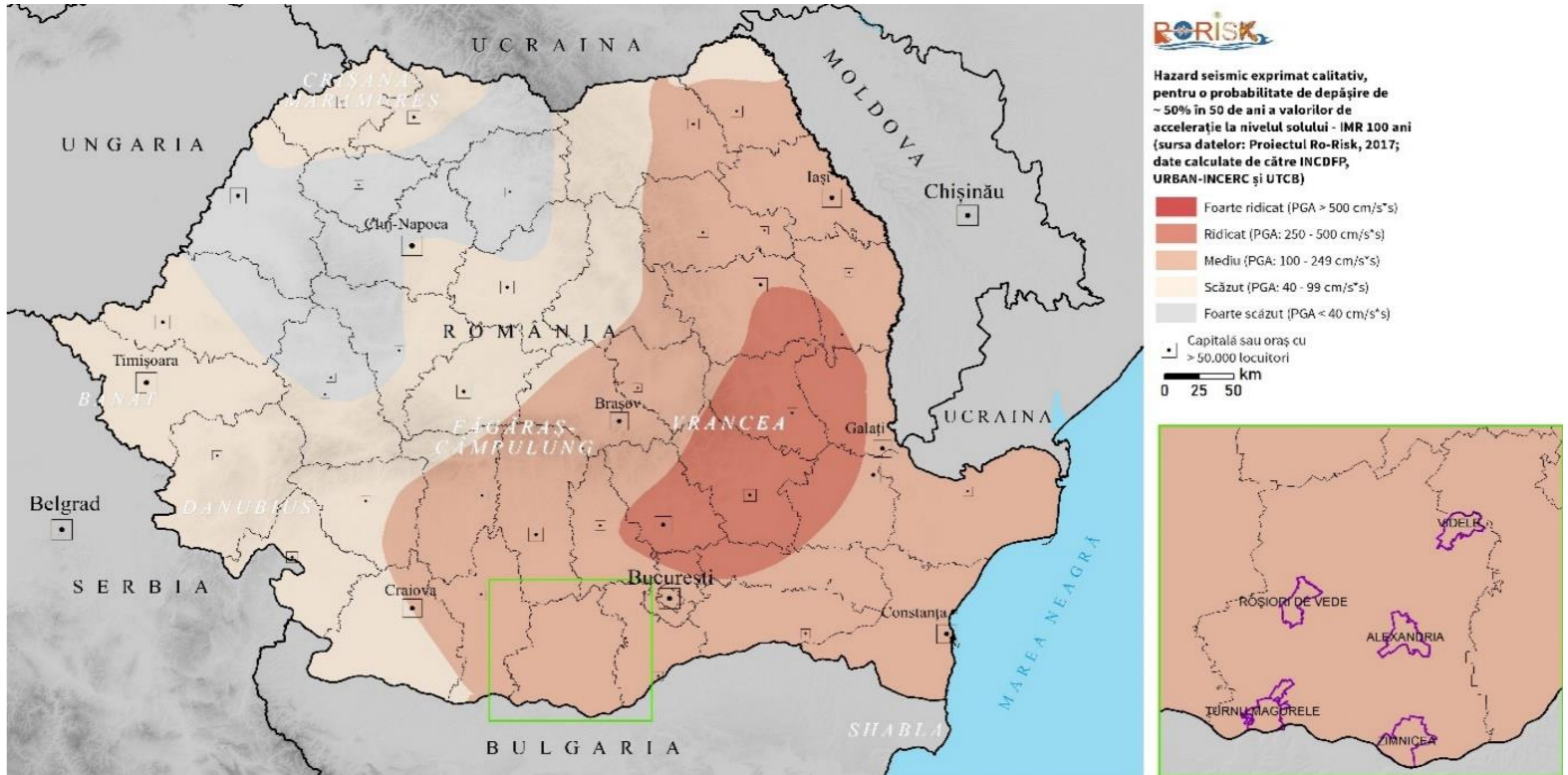


Fig. 122 Hazard seismic pentru IMR100 ani – harta generata pe baza datelor RO-RISK

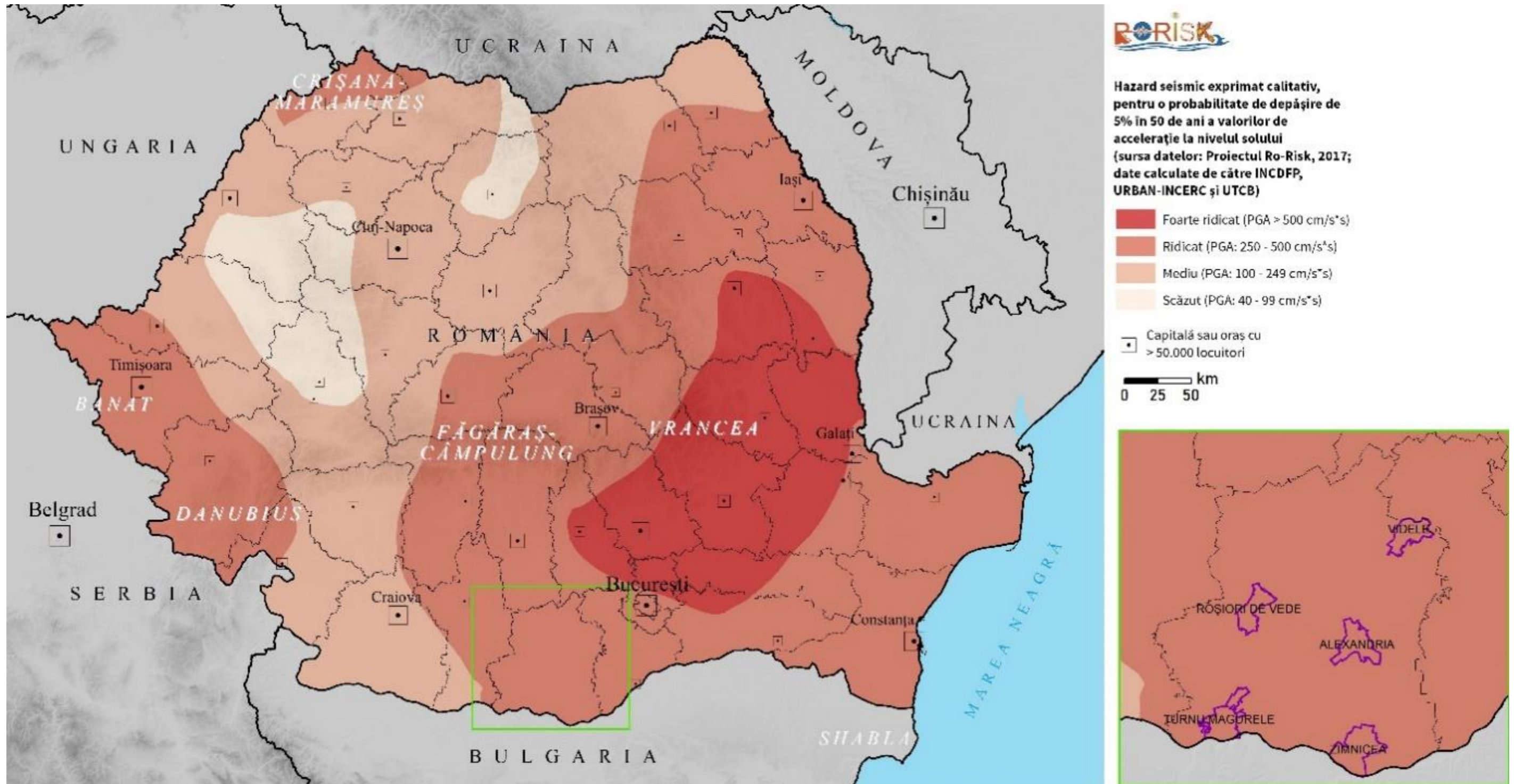


Fig. 123 Hazard seismic pentru IMR1000 ani – harta generata pe baza datelor RO-RISK

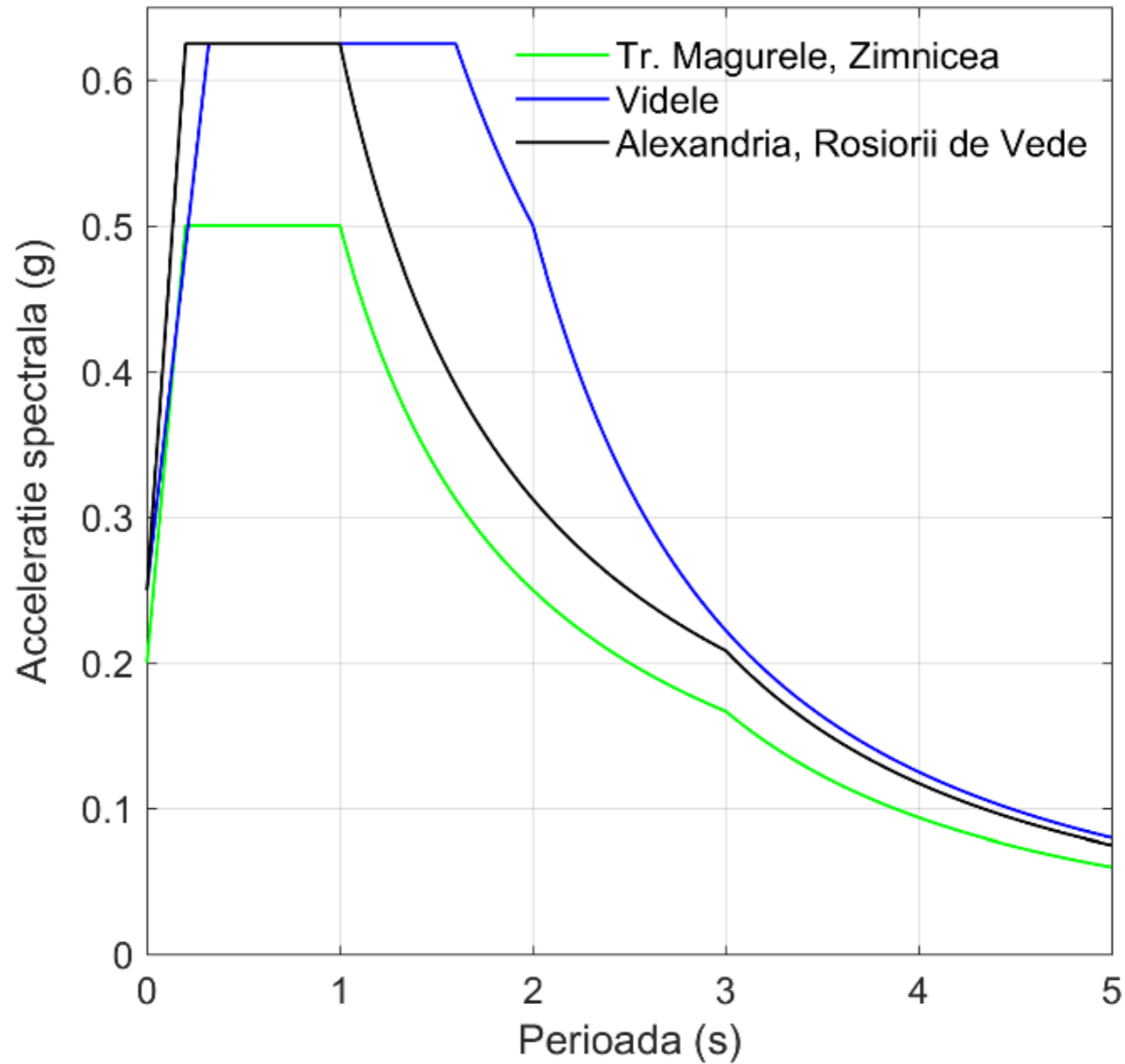


Figura 124. Valorile accelerațiilor spectrale, SA (g), pentru cele mai importante orașe din județul Teleorman, conform P100-1/2013

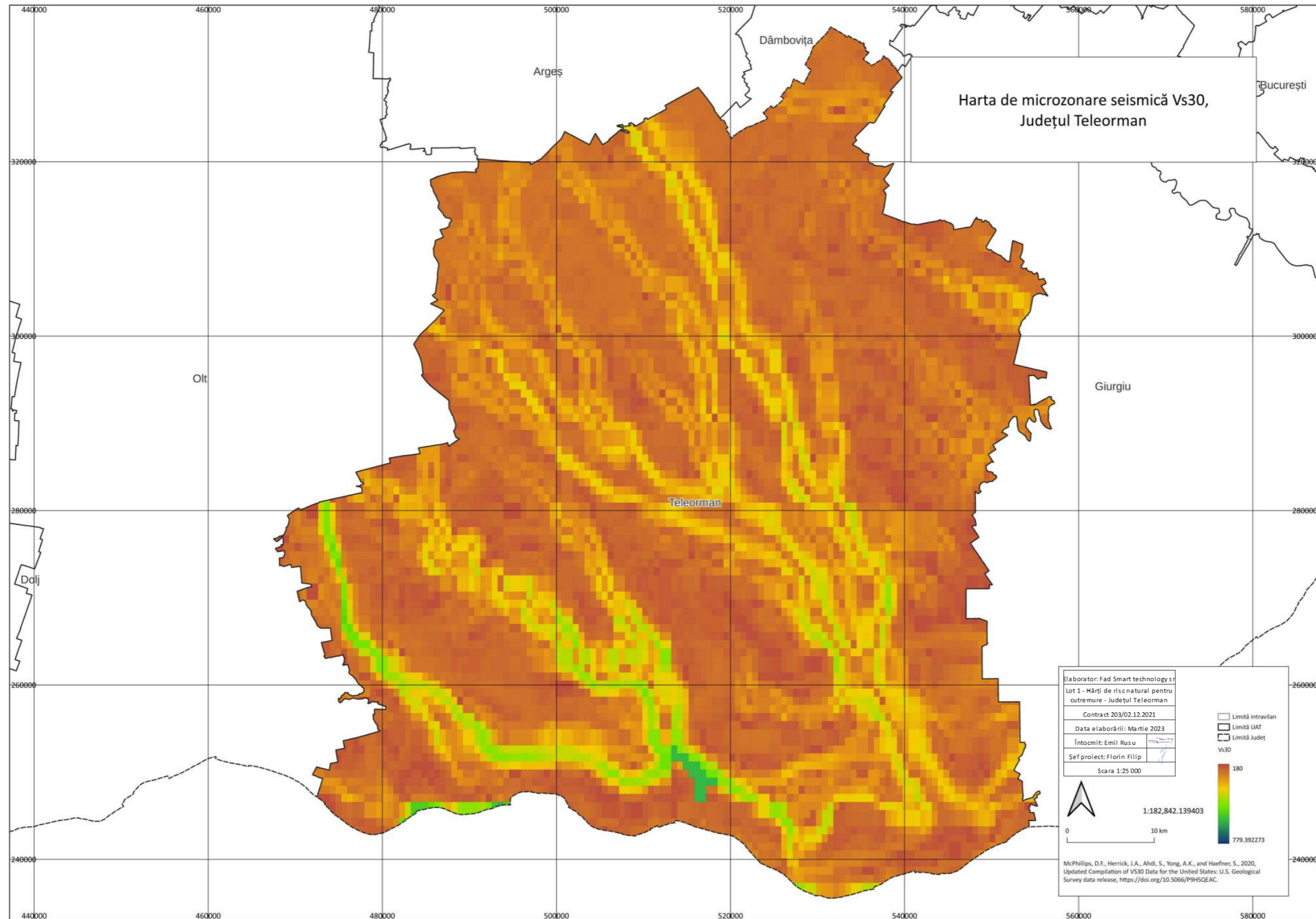


Fig.34. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru județul Teleorman

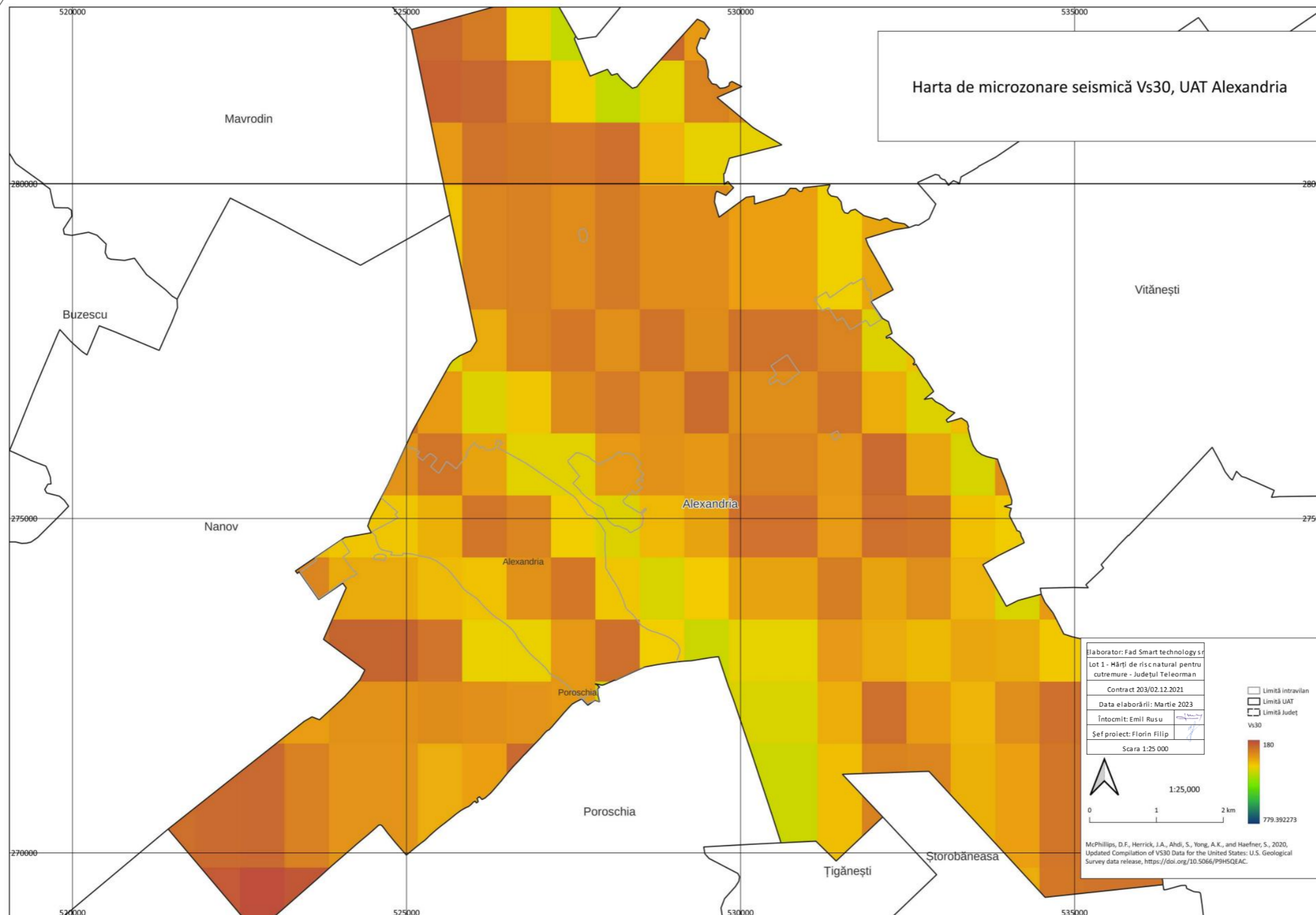


Fig. 35. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Alexandria

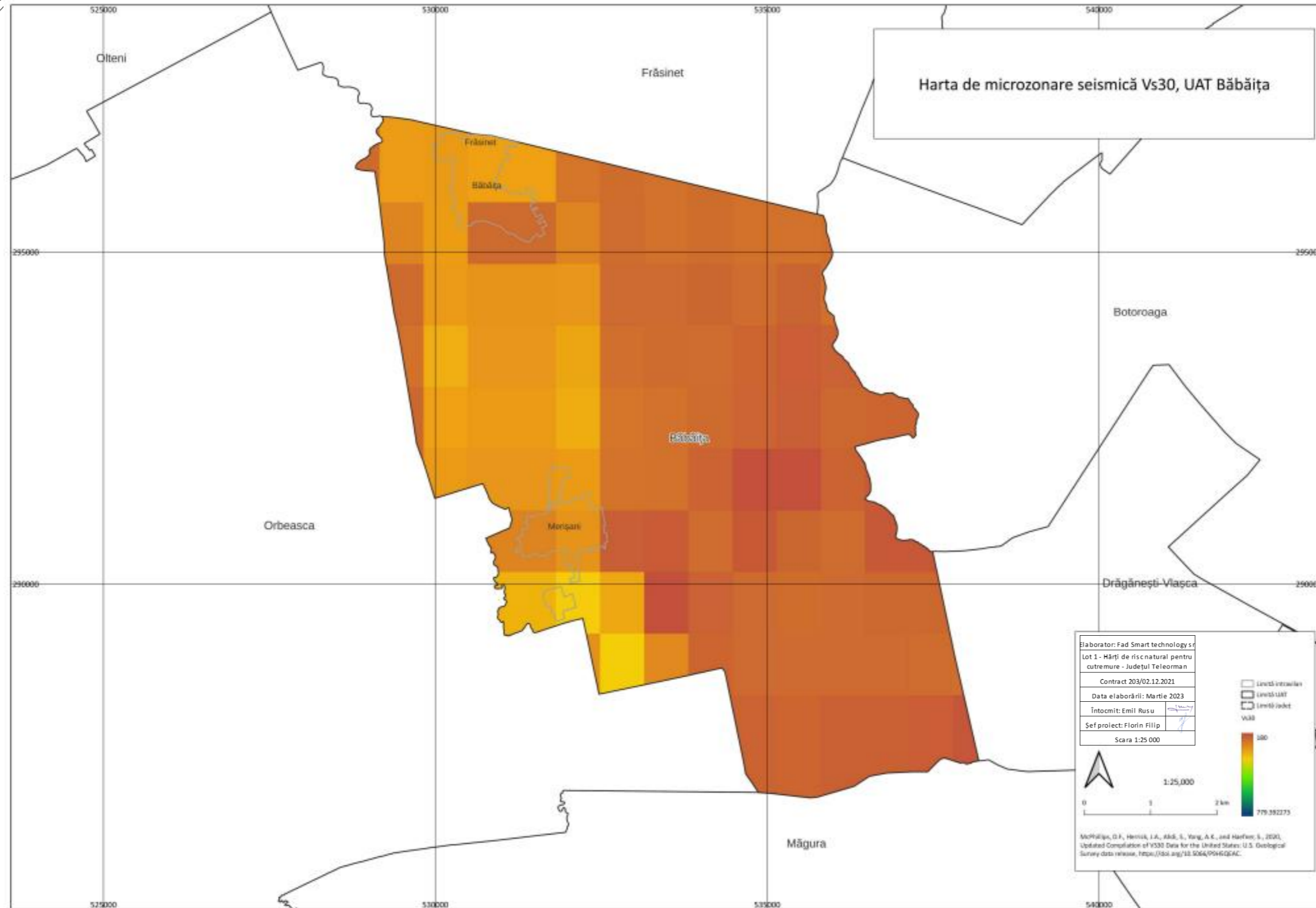


Fig. 36. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Băbăița

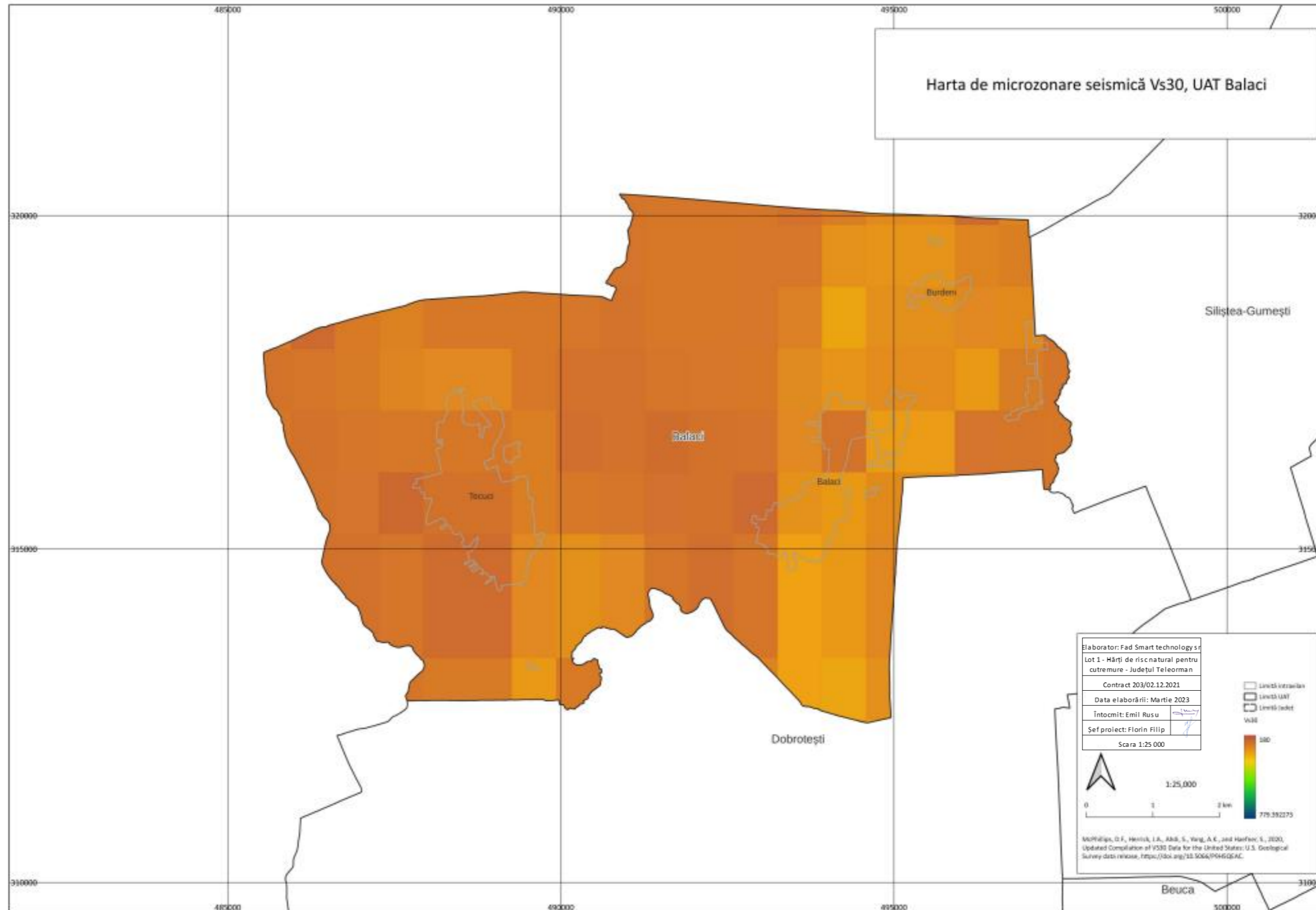


Fig. 37. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Balaci

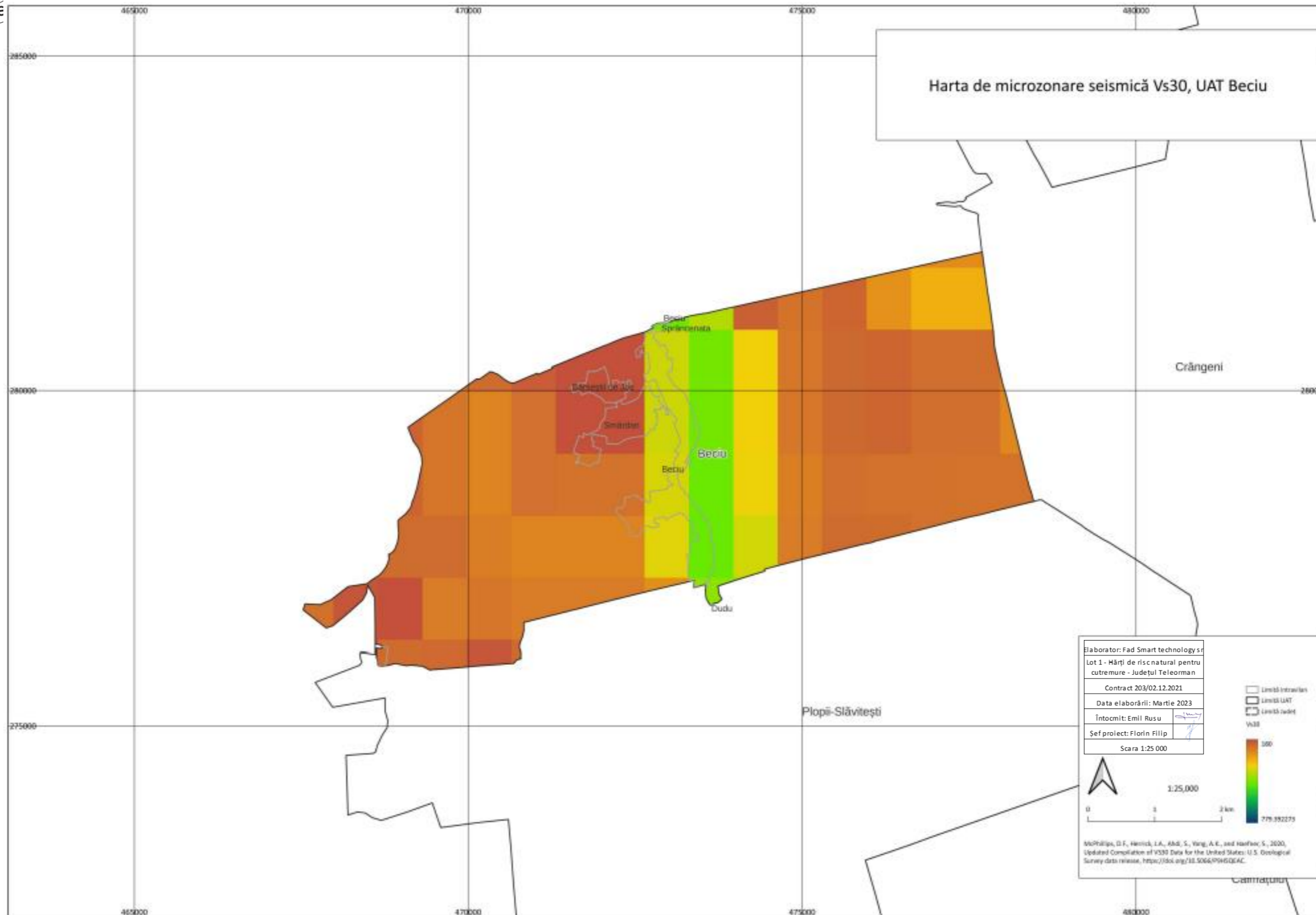


Fig. 38. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Beciu

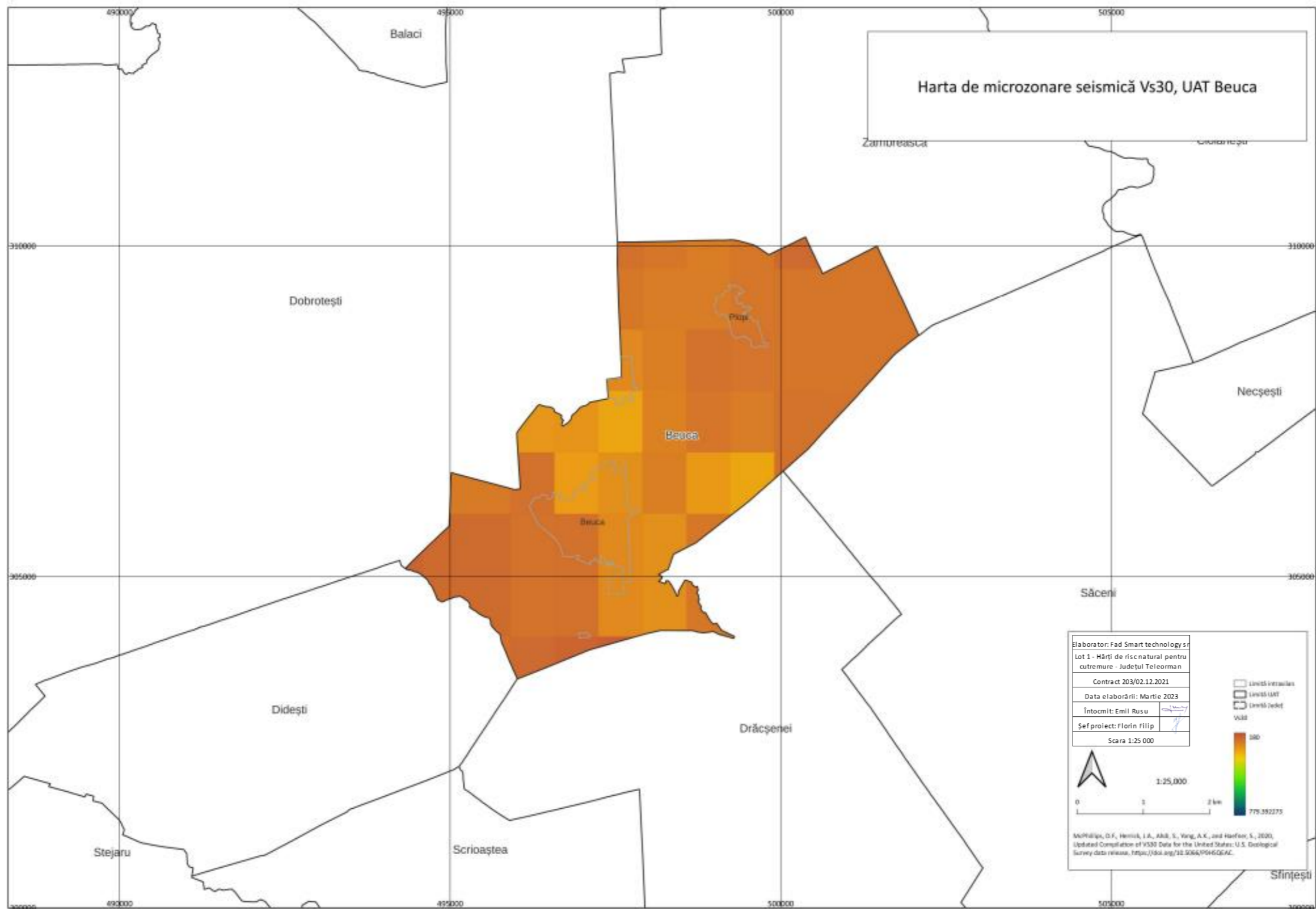


Fig. 39. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Beuca

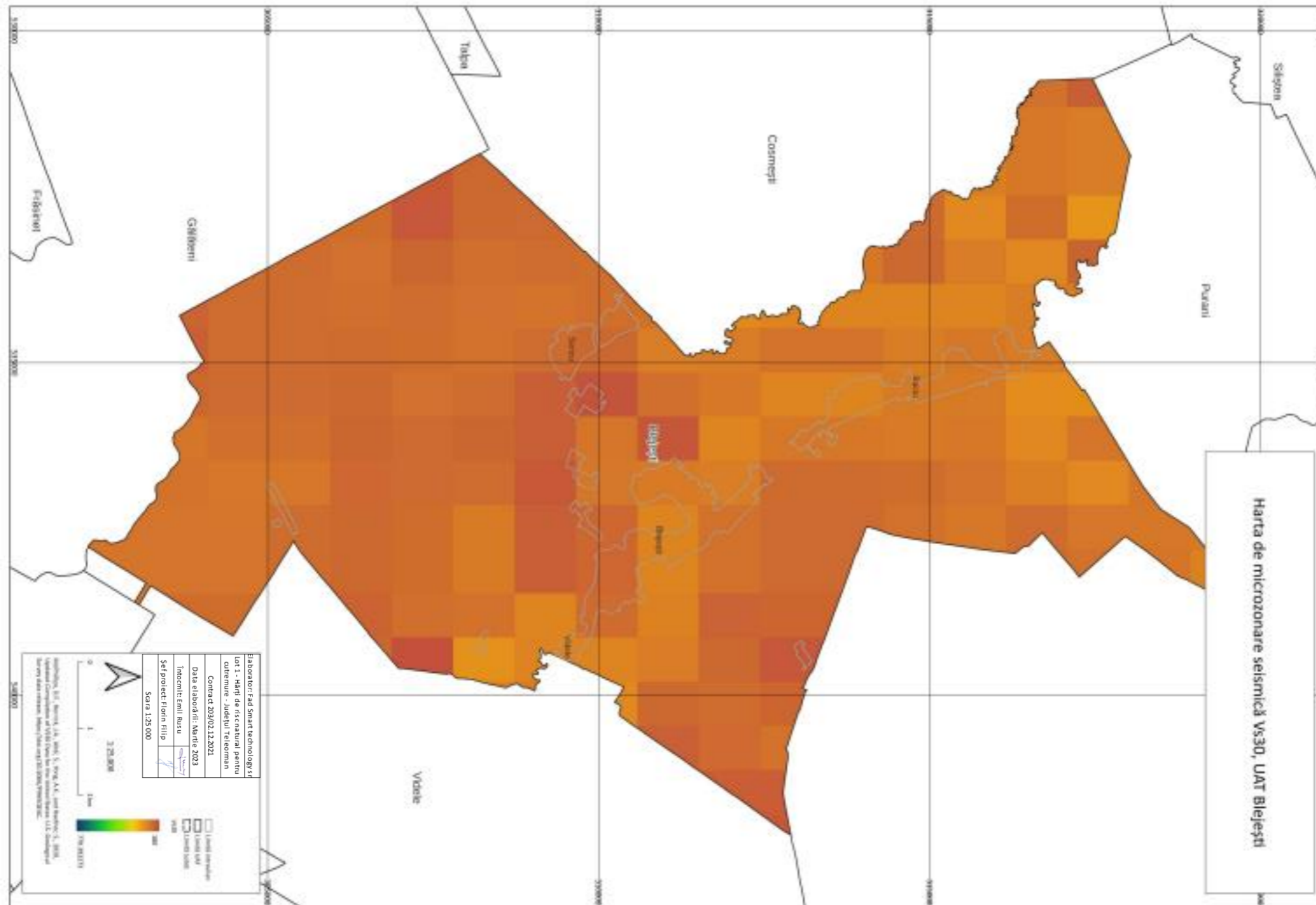


Fig. 40. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Blejești



Fig. 41. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Bogdana

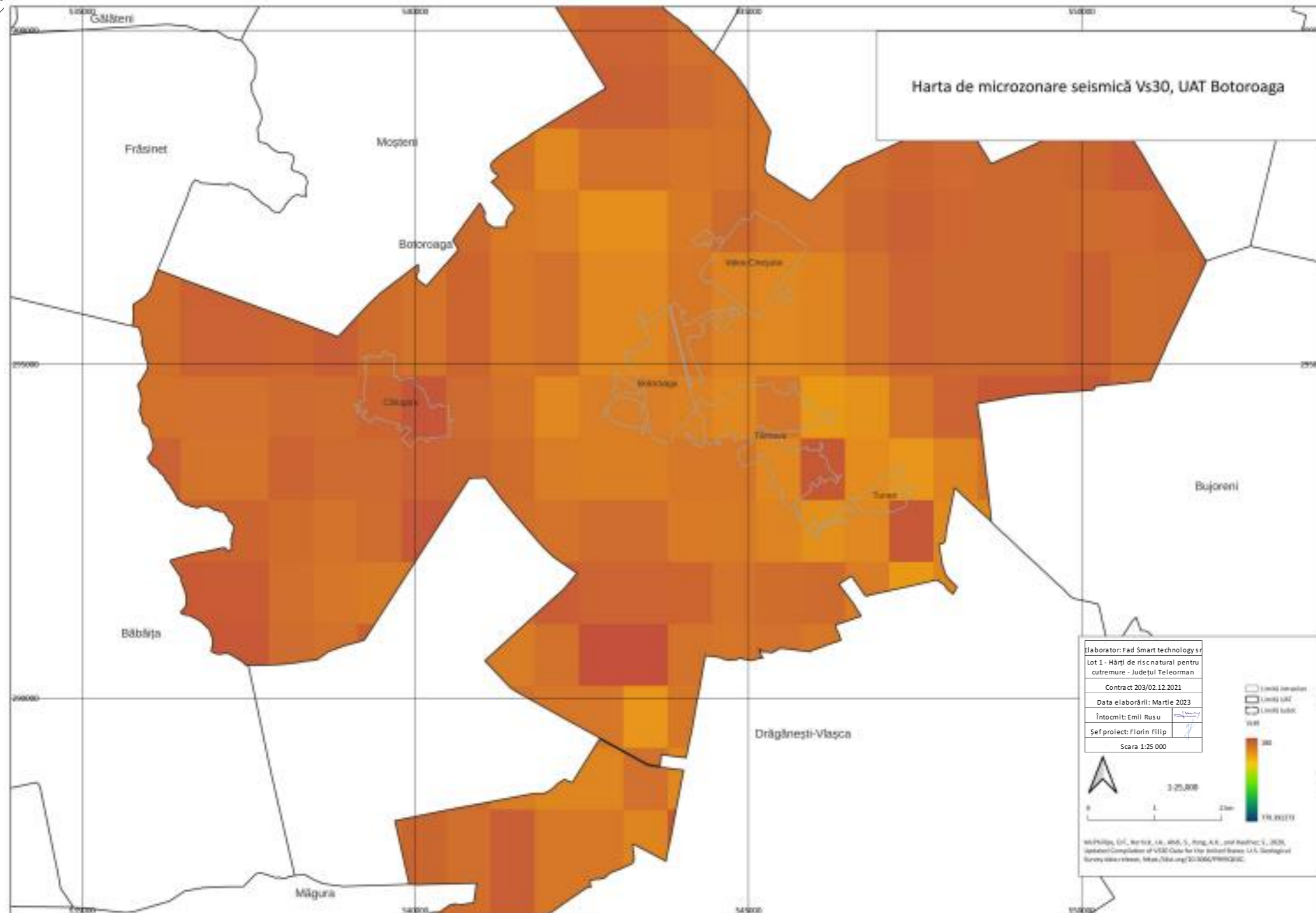


Fig. 42. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Botoroaga

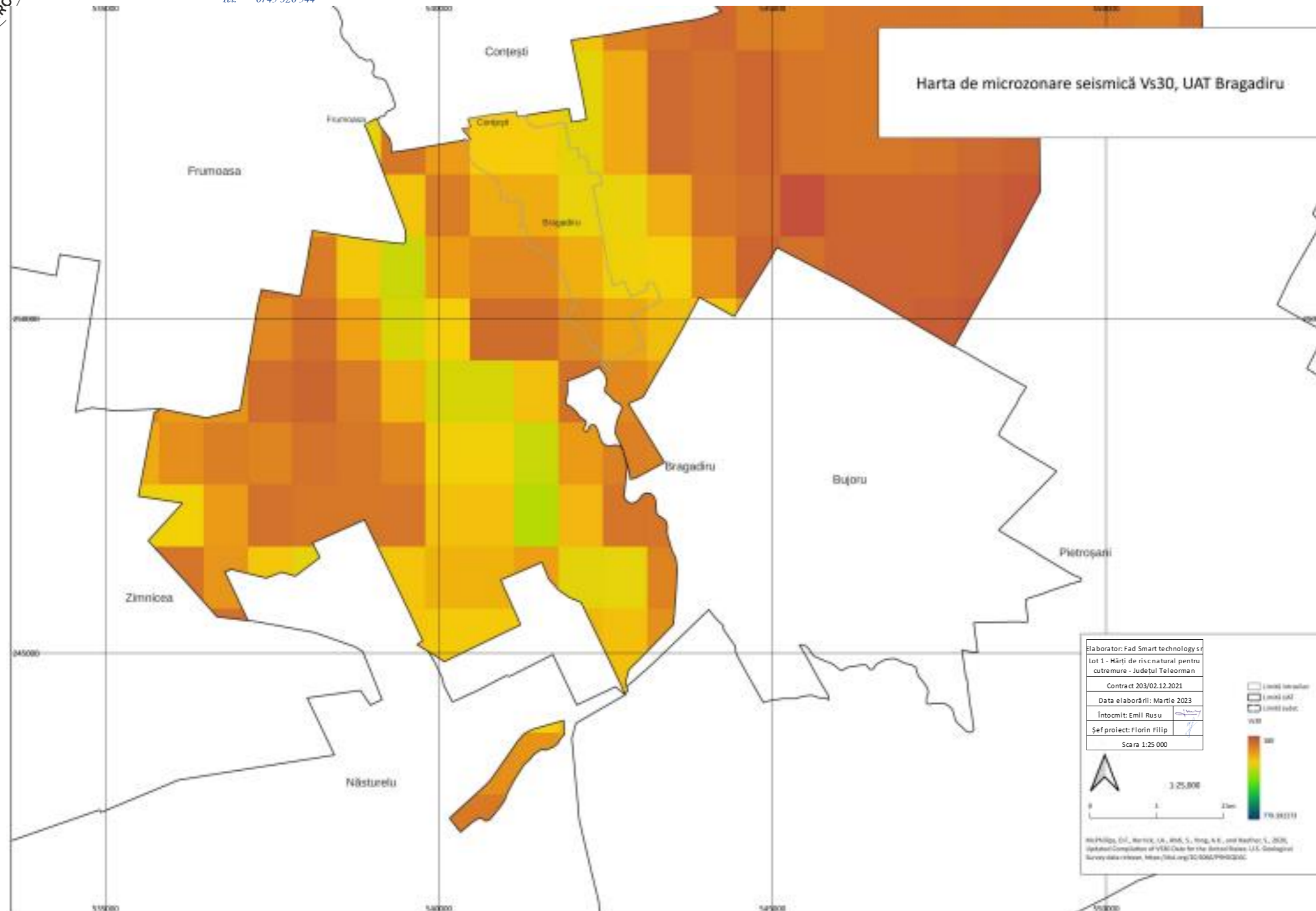


Fig. 43. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Bragadiru

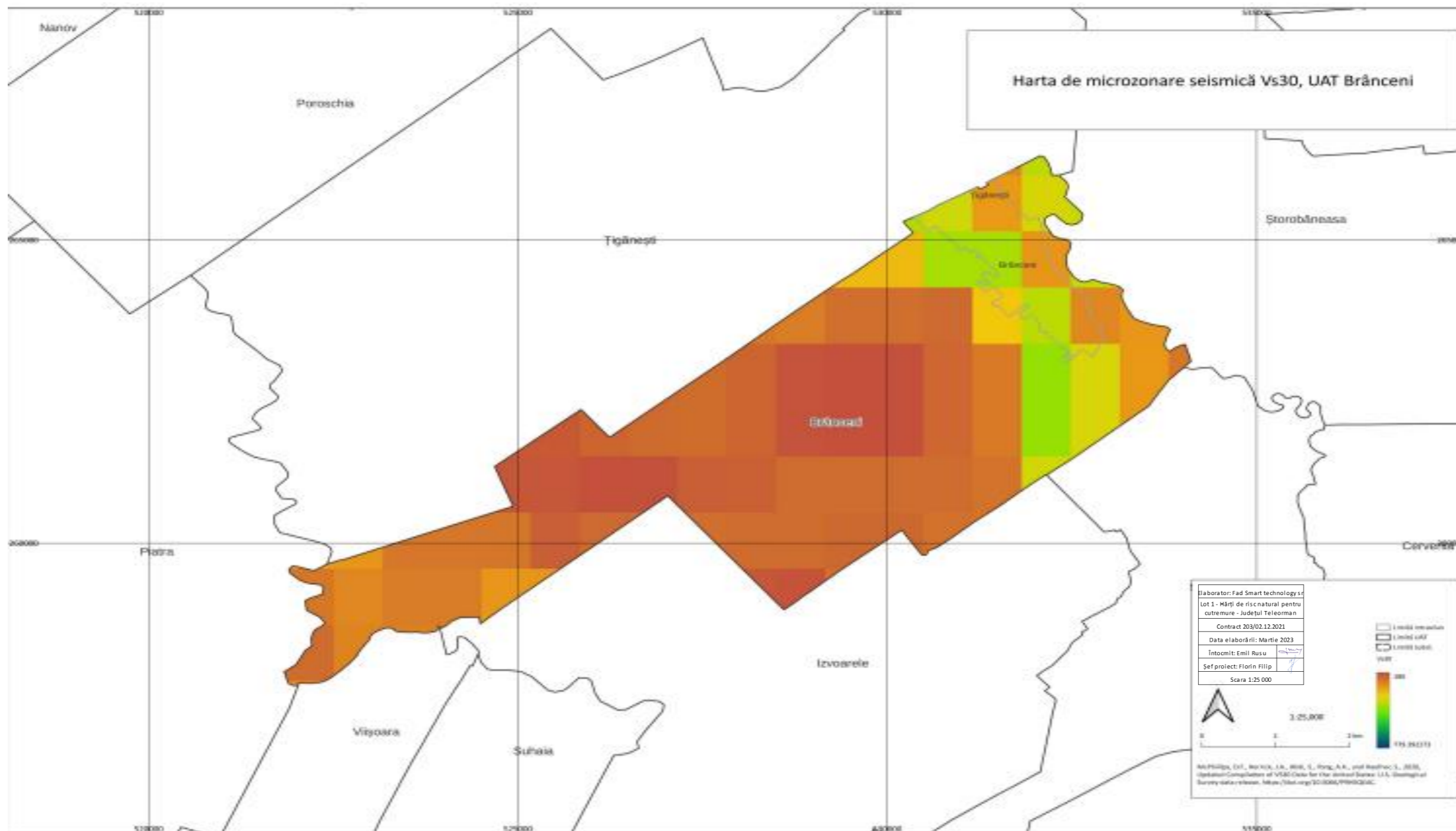


Fig. 43. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Brânceni

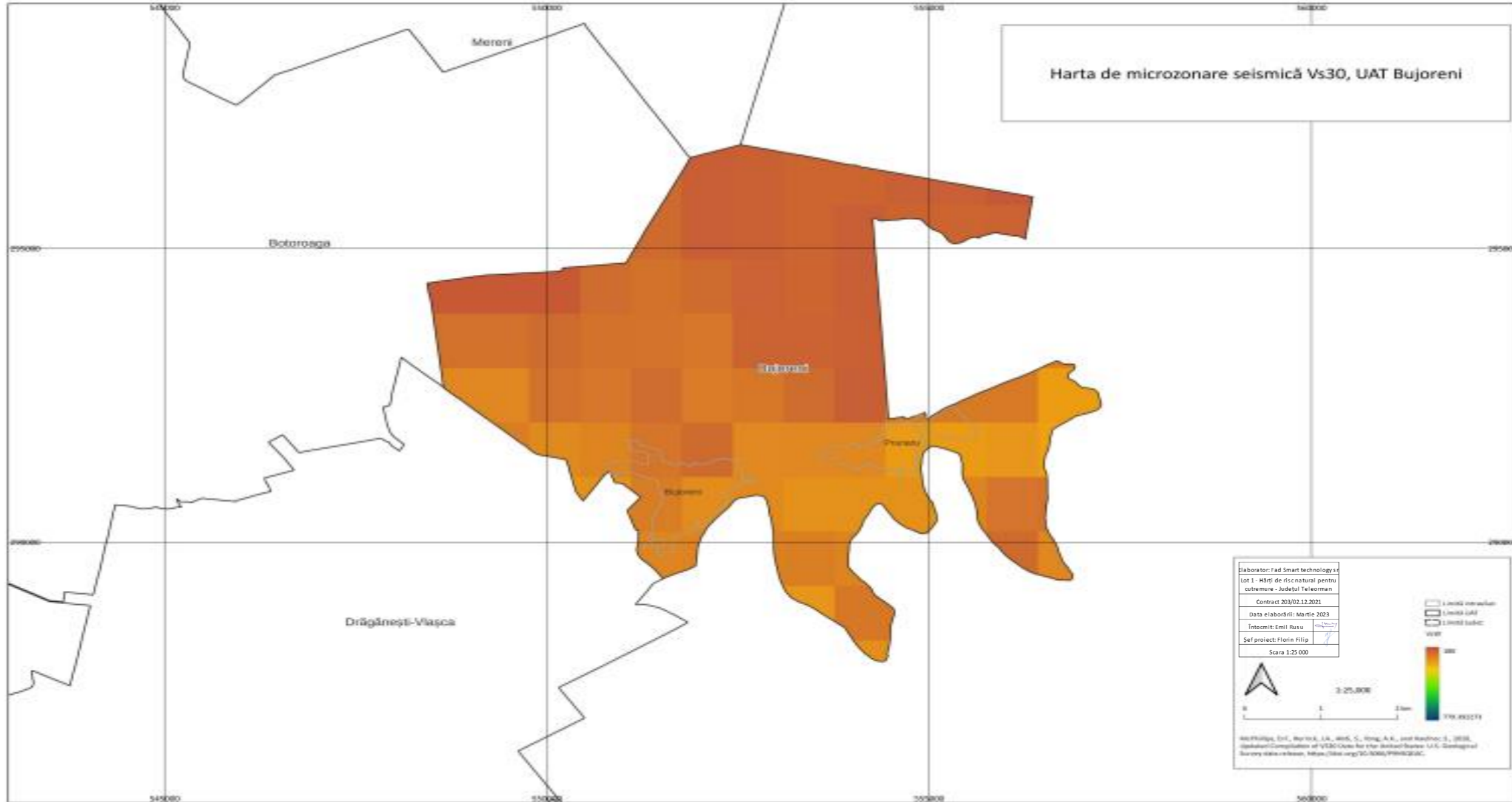


Fig. 45. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Bujoreni



Fig. 46. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Bujoru

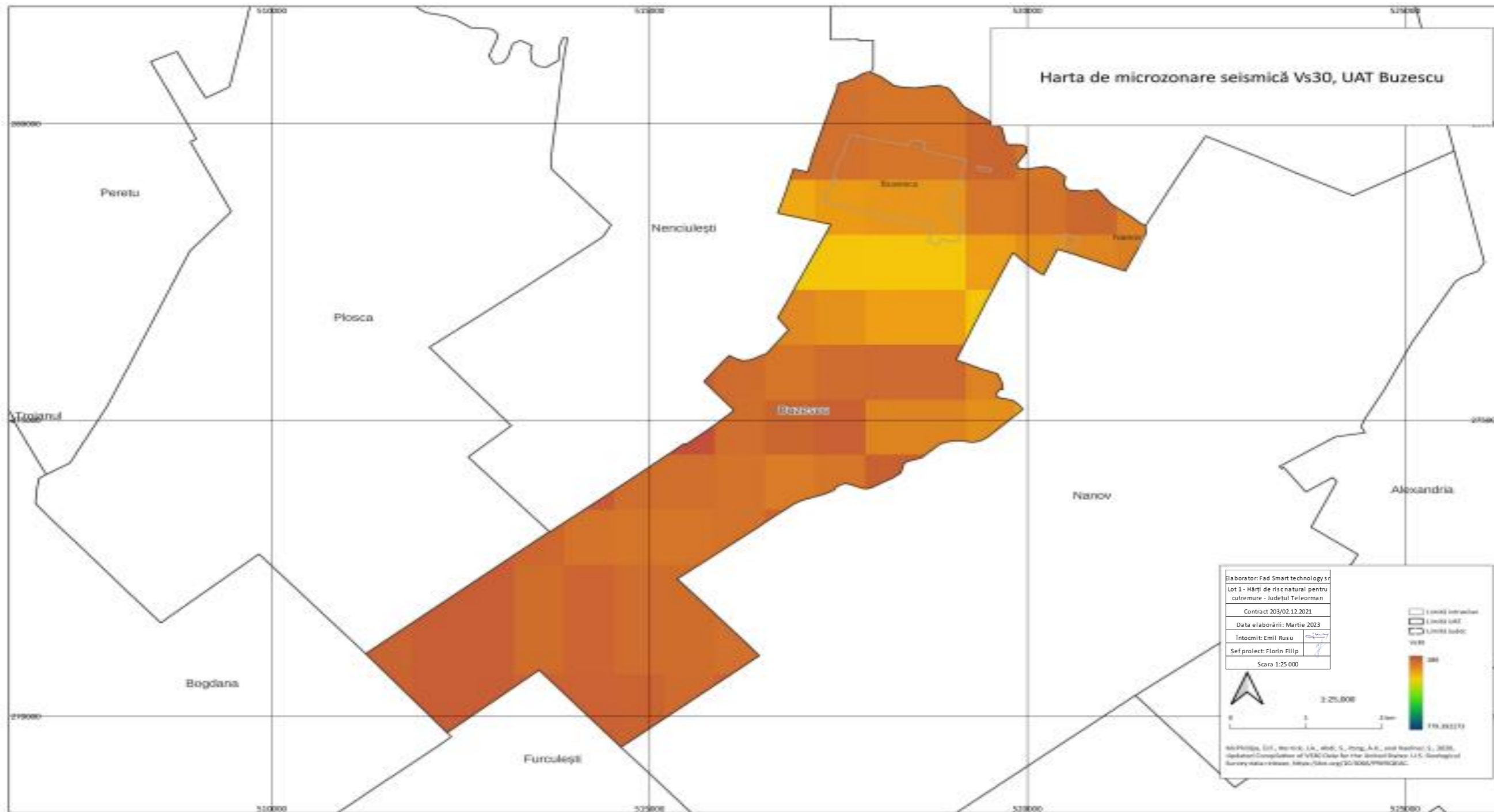


Fig. 47. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Buzescu

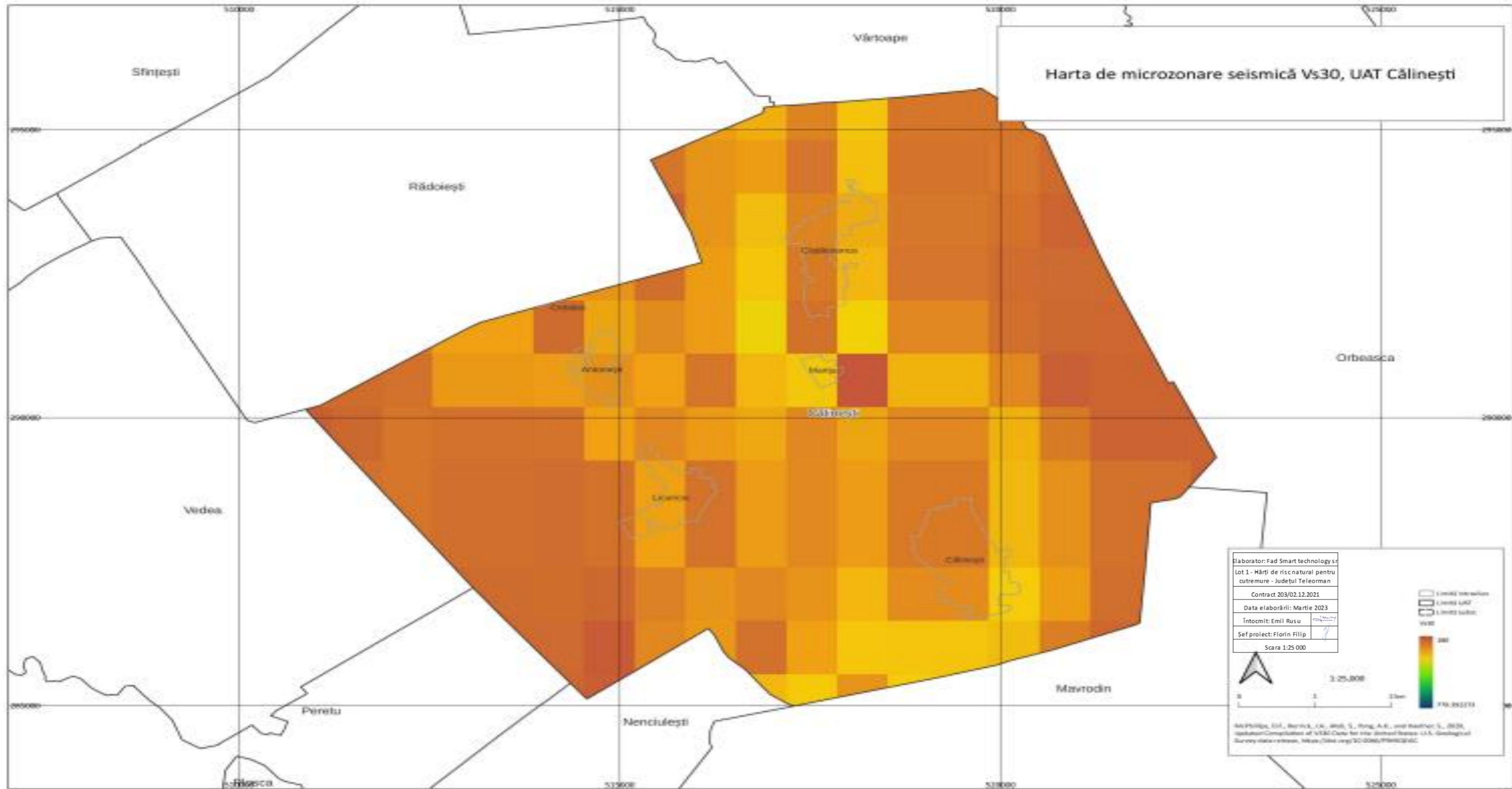


Fig. 48. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Călinești

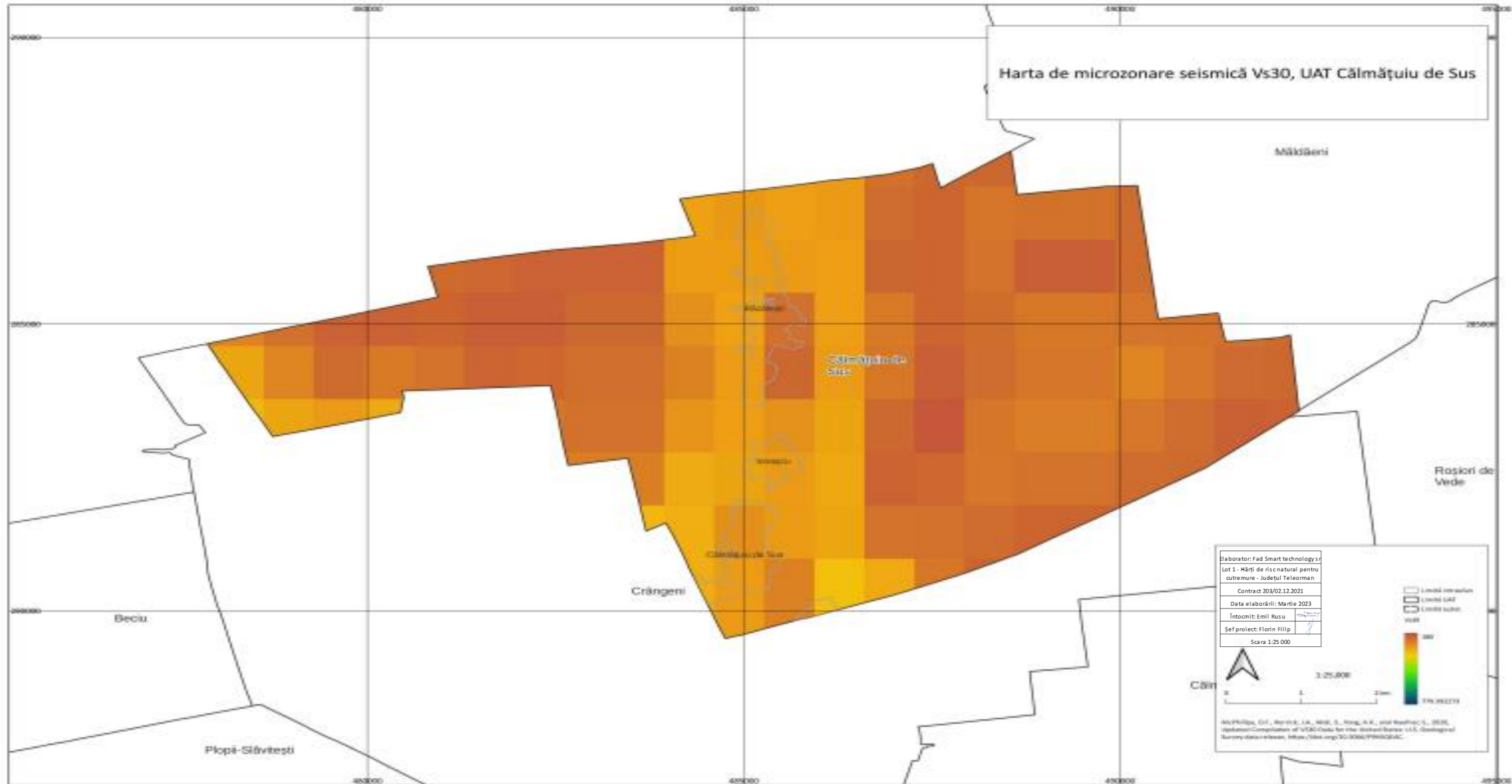


Fig. 49. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Călmățuiu de Sus

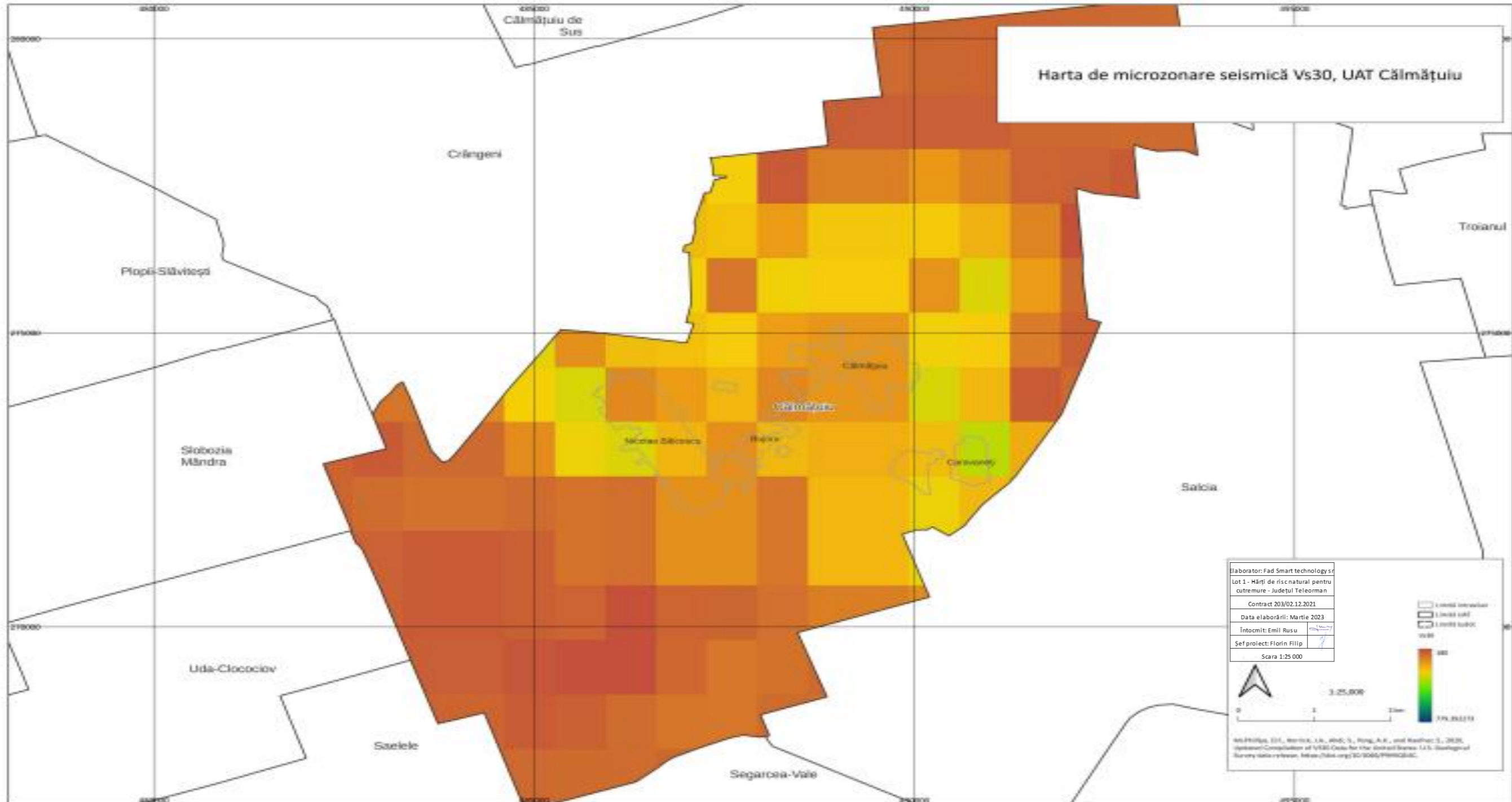


Fig. 50. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Călmățuiu

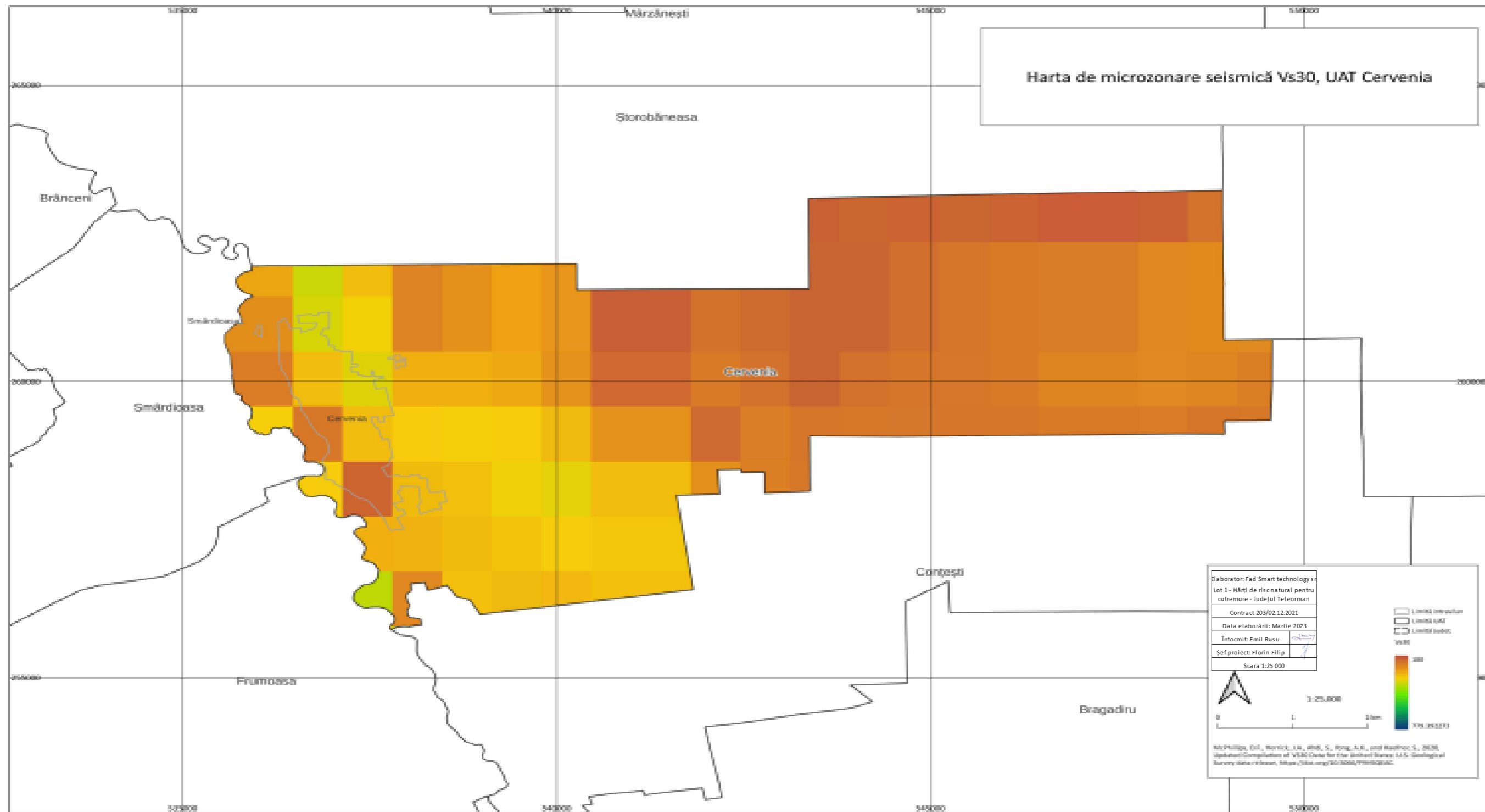


Fig. 51. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Cervenia

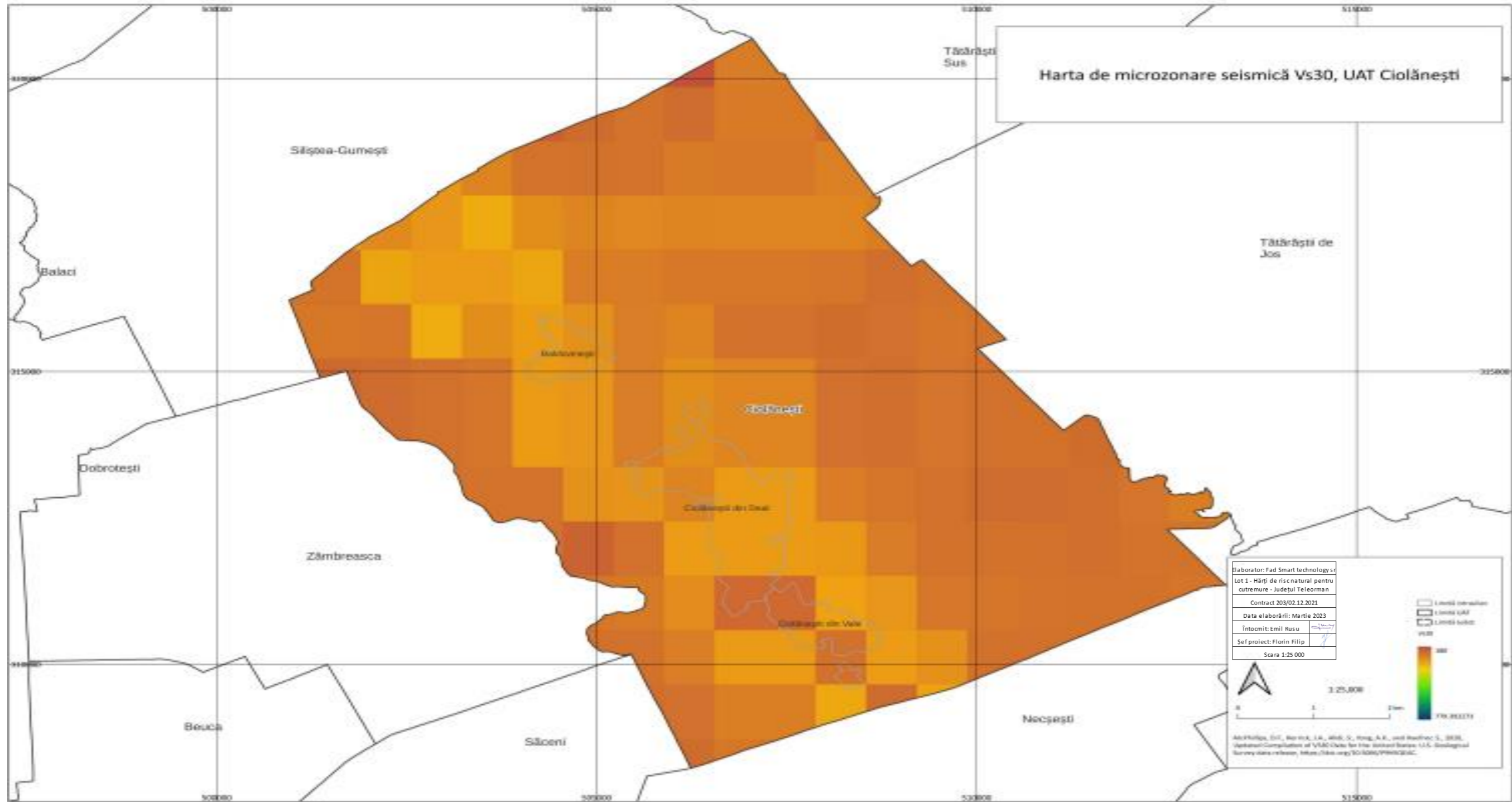


Fig. 52. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Ciolănești



Fig. 53. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Ciuperceni

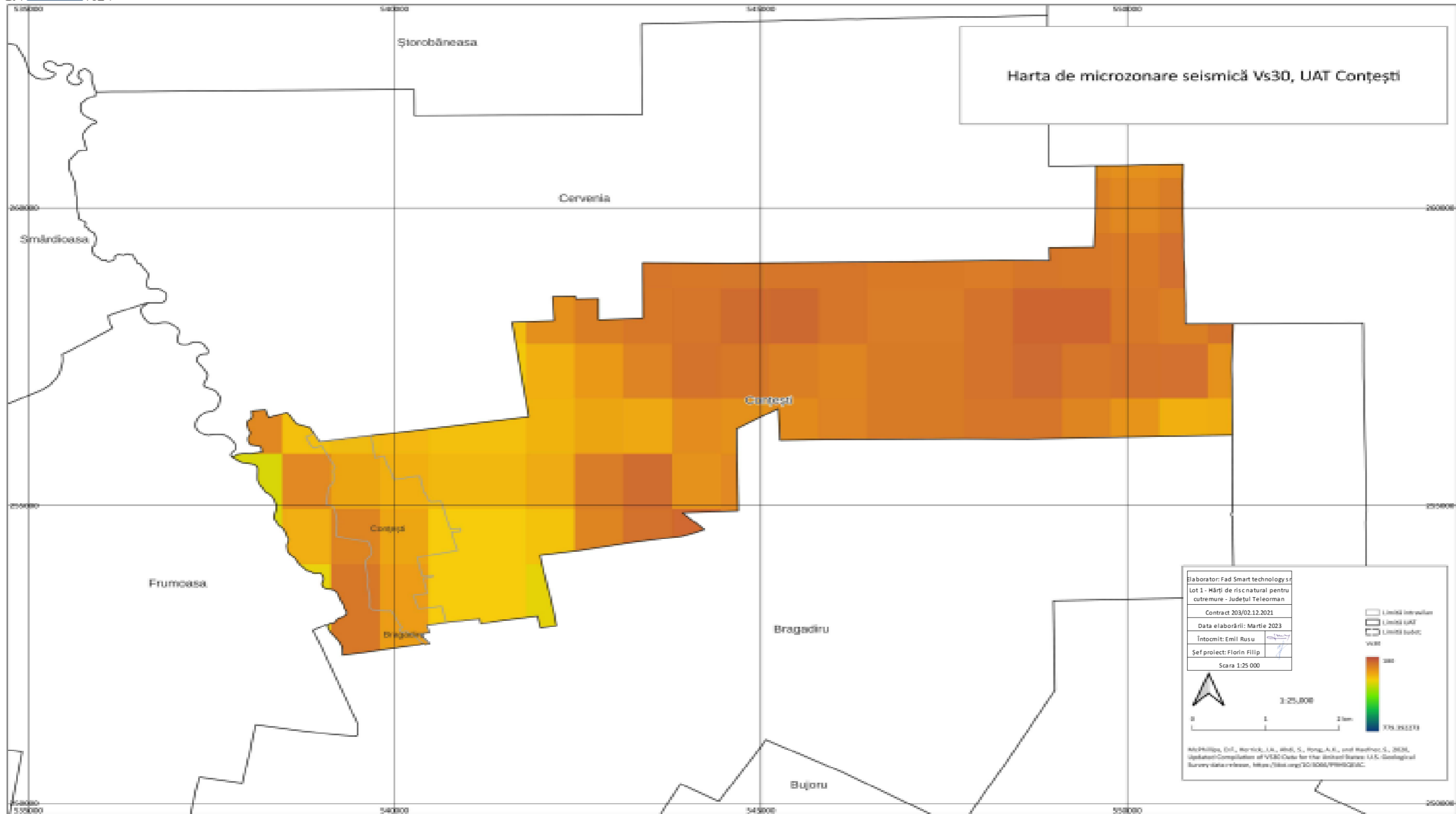


Fig. 54. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Conțești

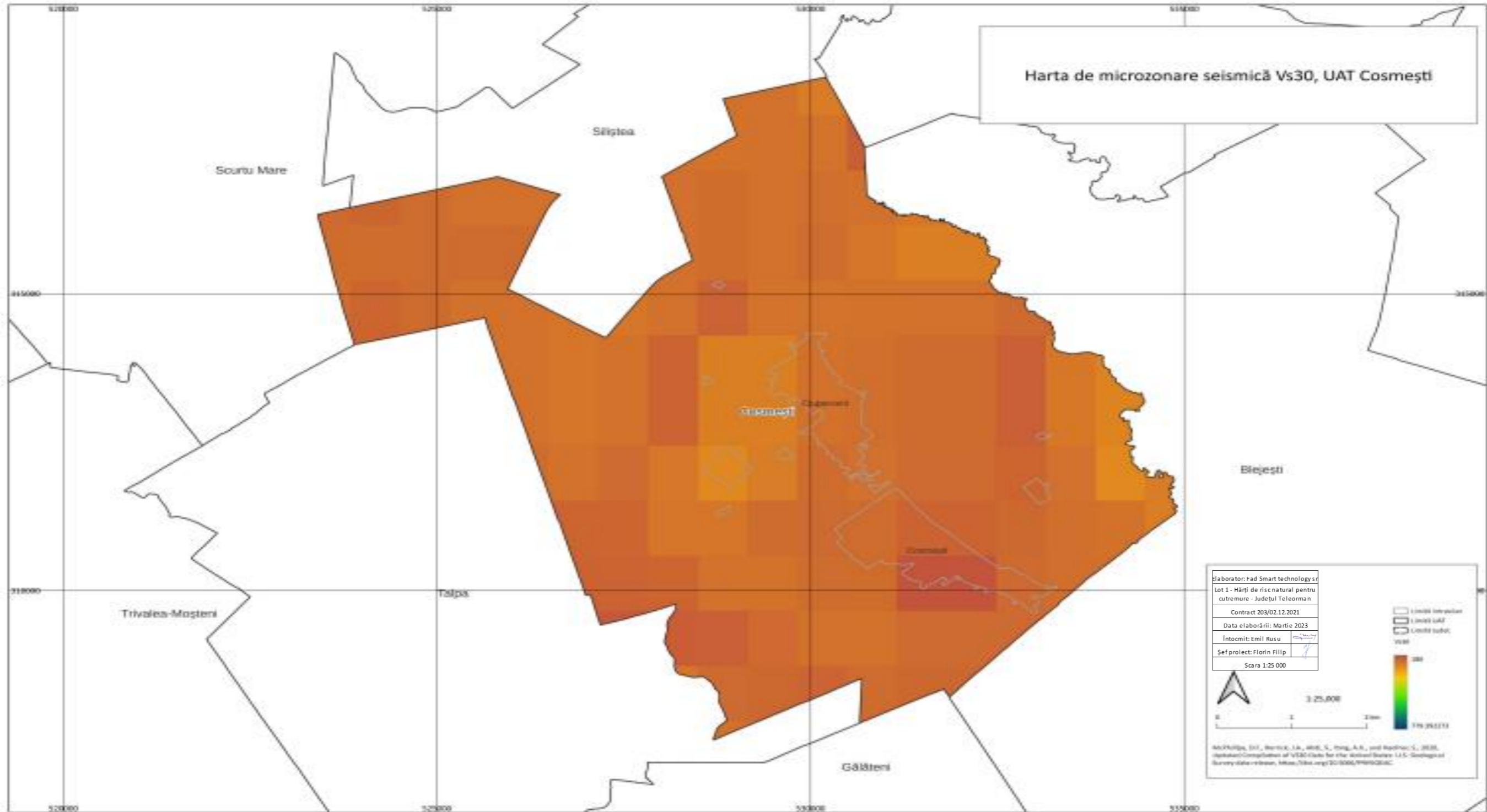


Fig. 55. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Cosmești

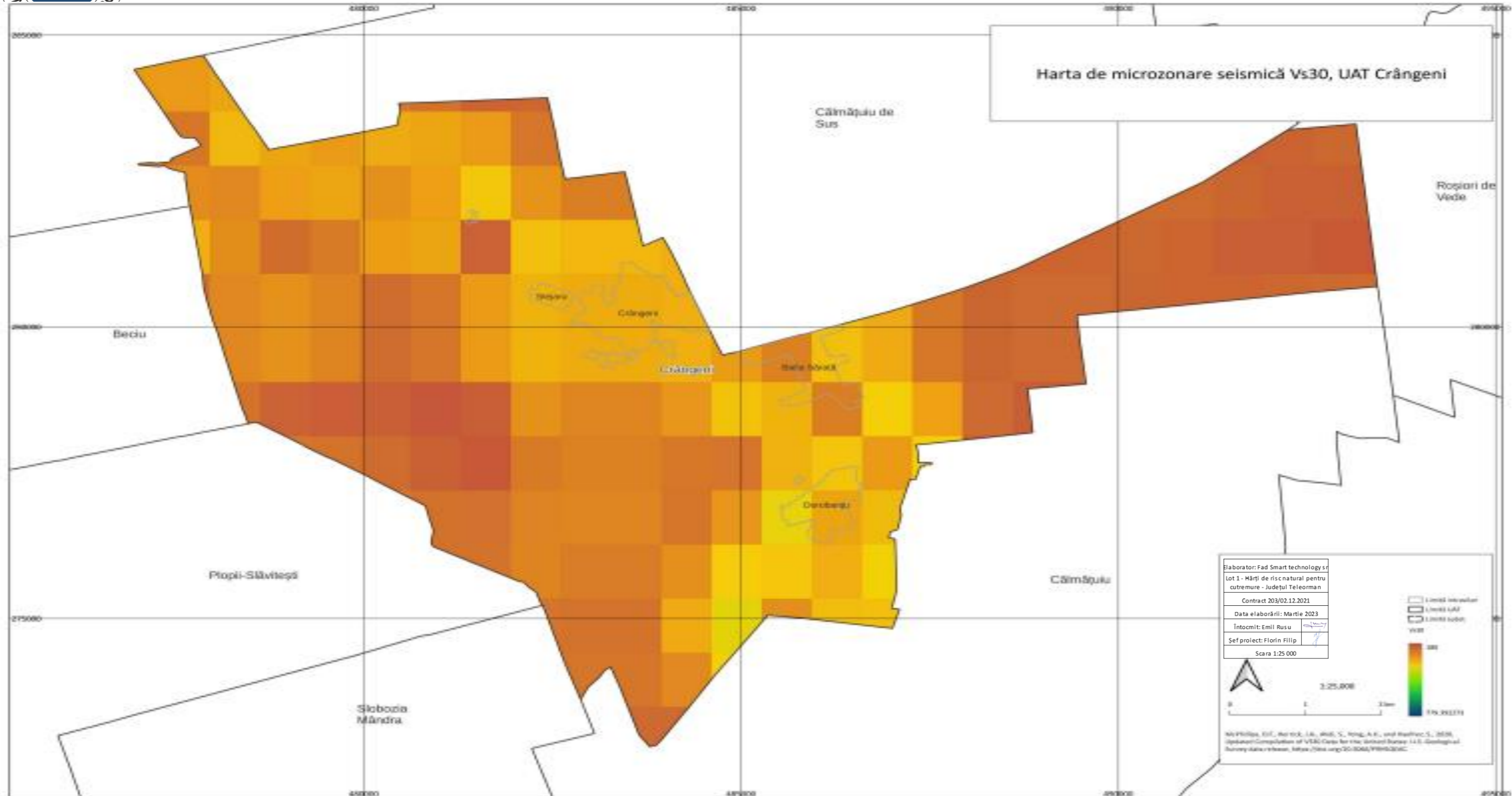


Fig. 56. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Crângeni

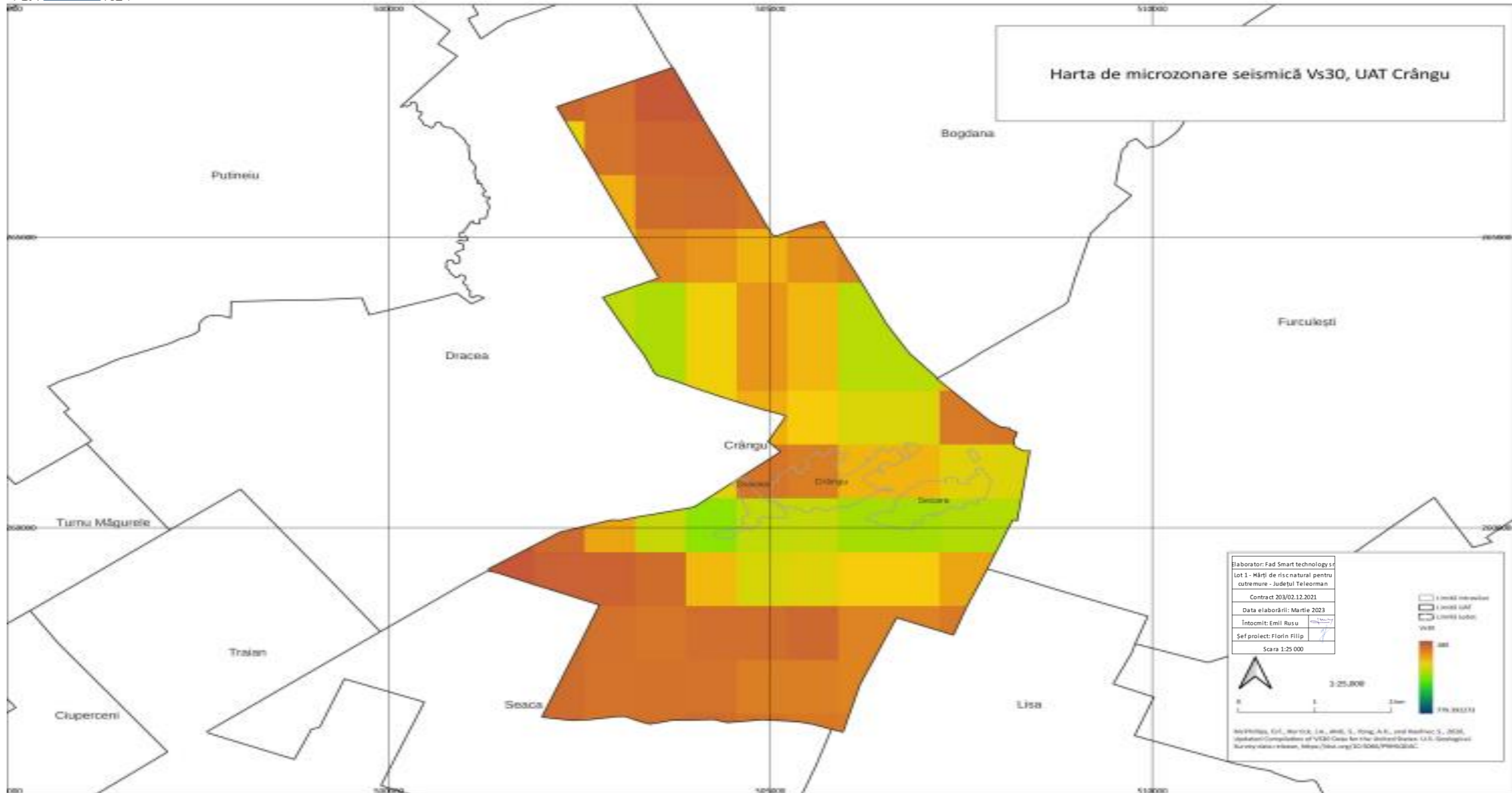


Fig. 57. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Crângu



Fig. 58. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Crevenicu

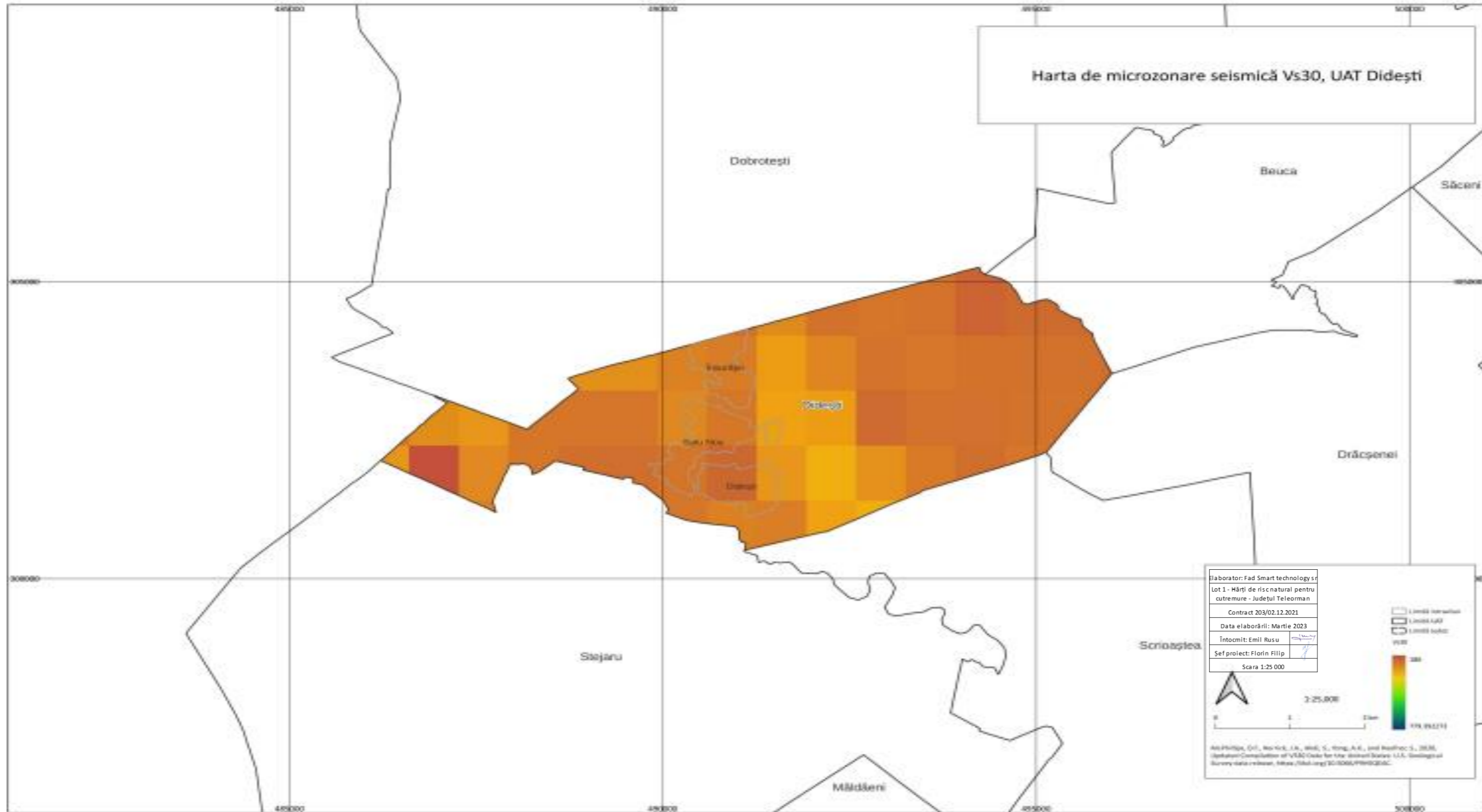


Fig. 59. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Didești



Fig. 60 Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Dracea

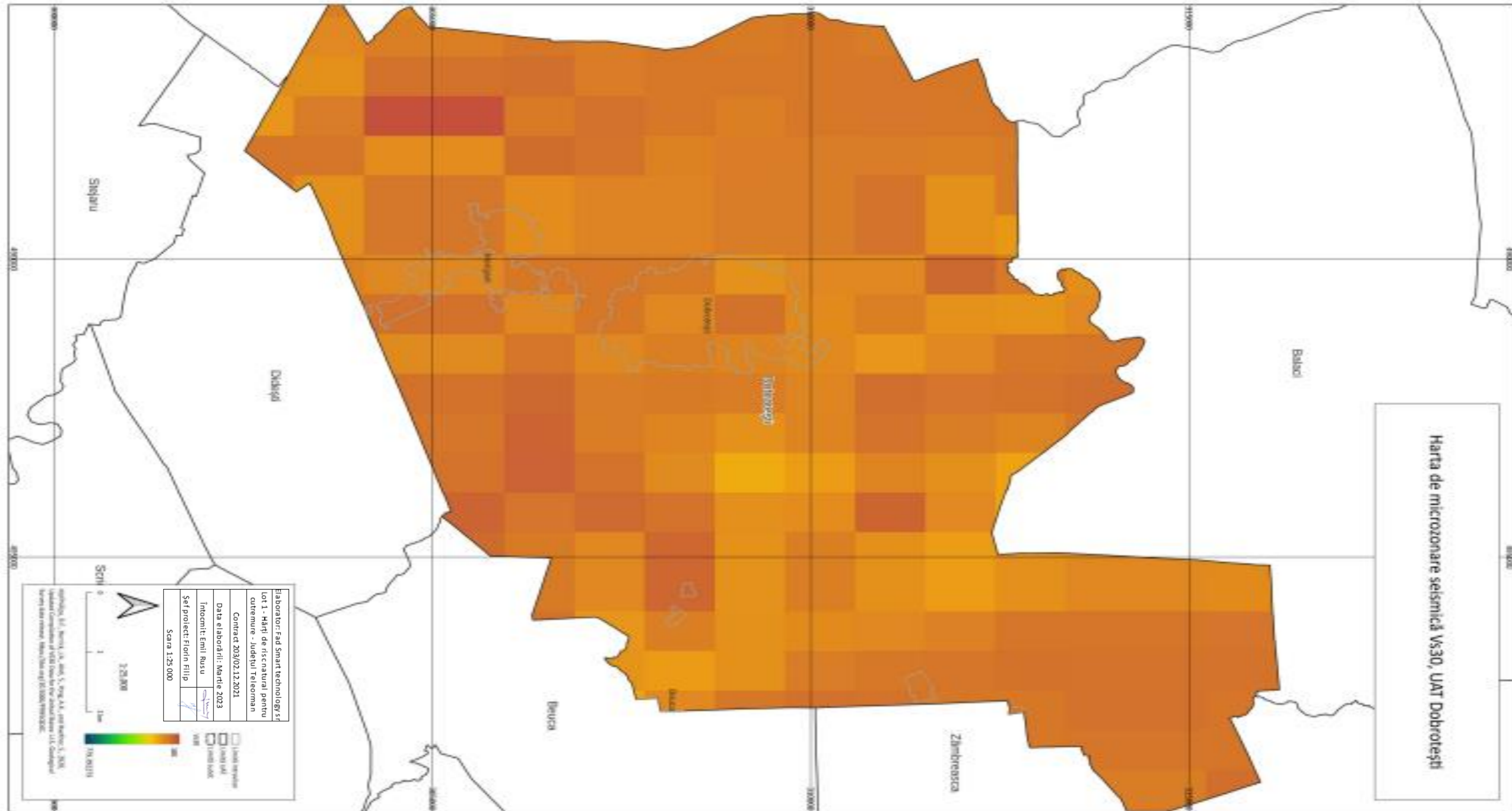


Fig. 61. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Dobrotessti

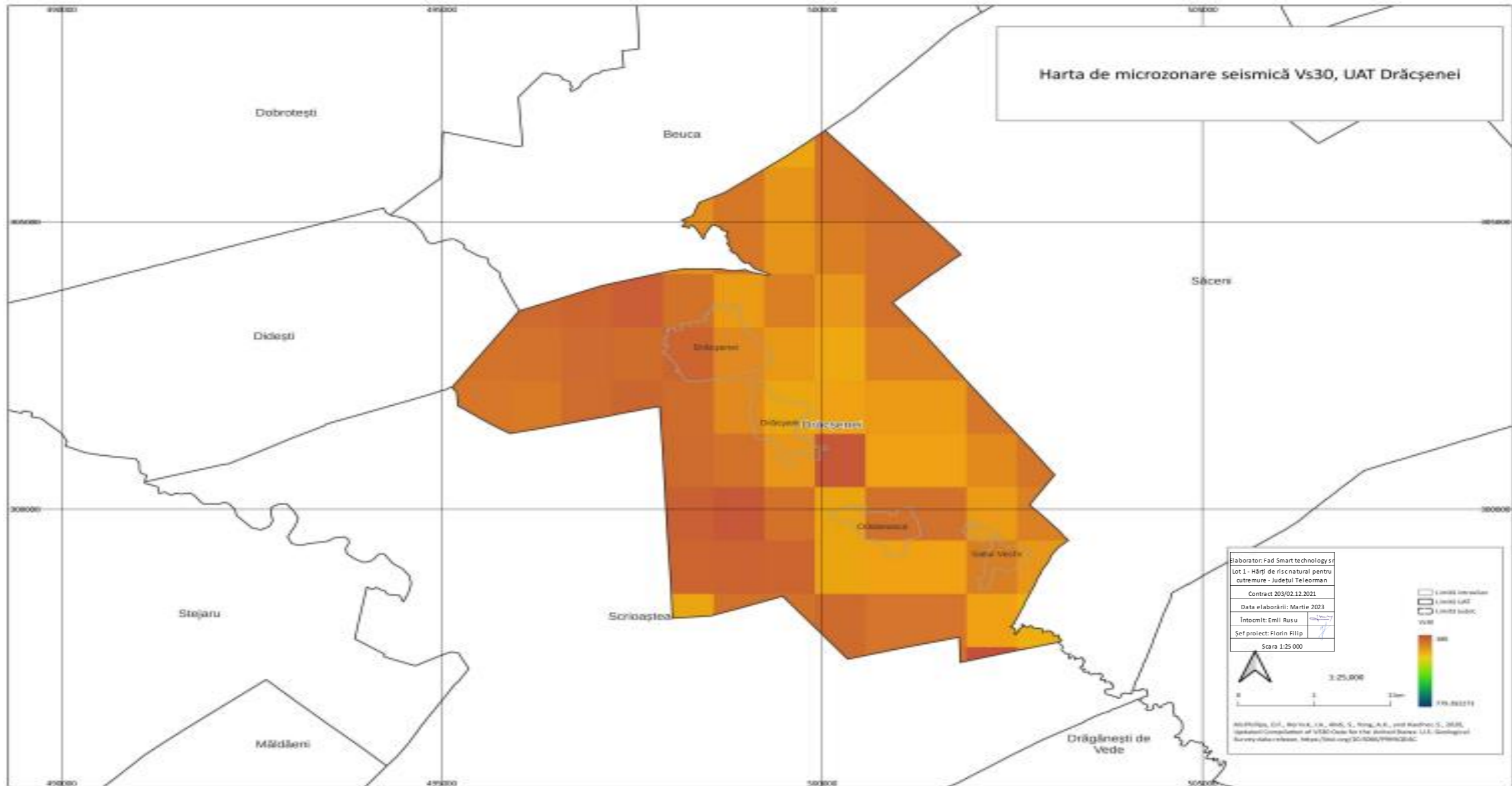


Fig. 62. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Drărcșenei

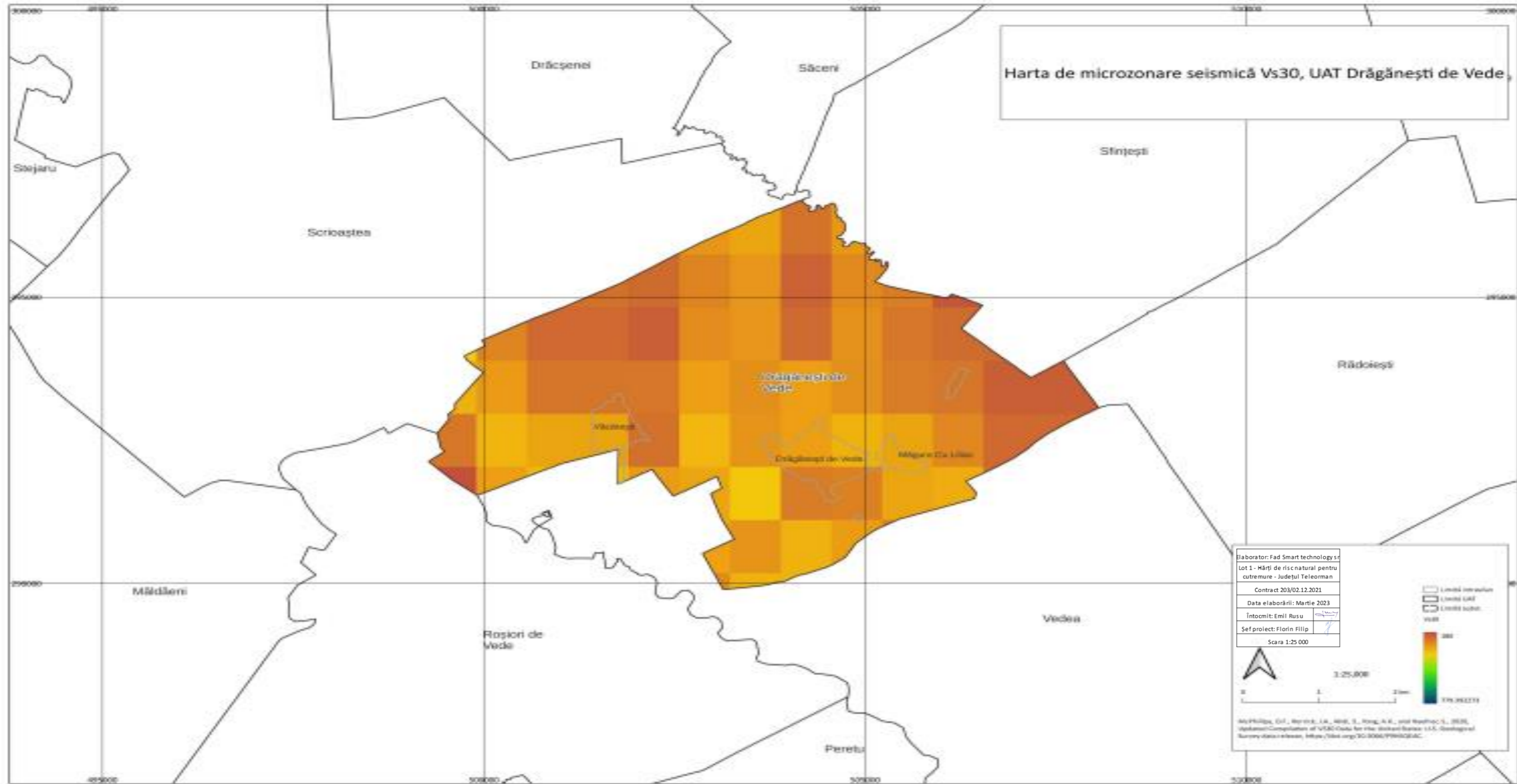


Fig. 63. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Drăgănești de Vede



Fig. 64. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Drăgănești Vlașca

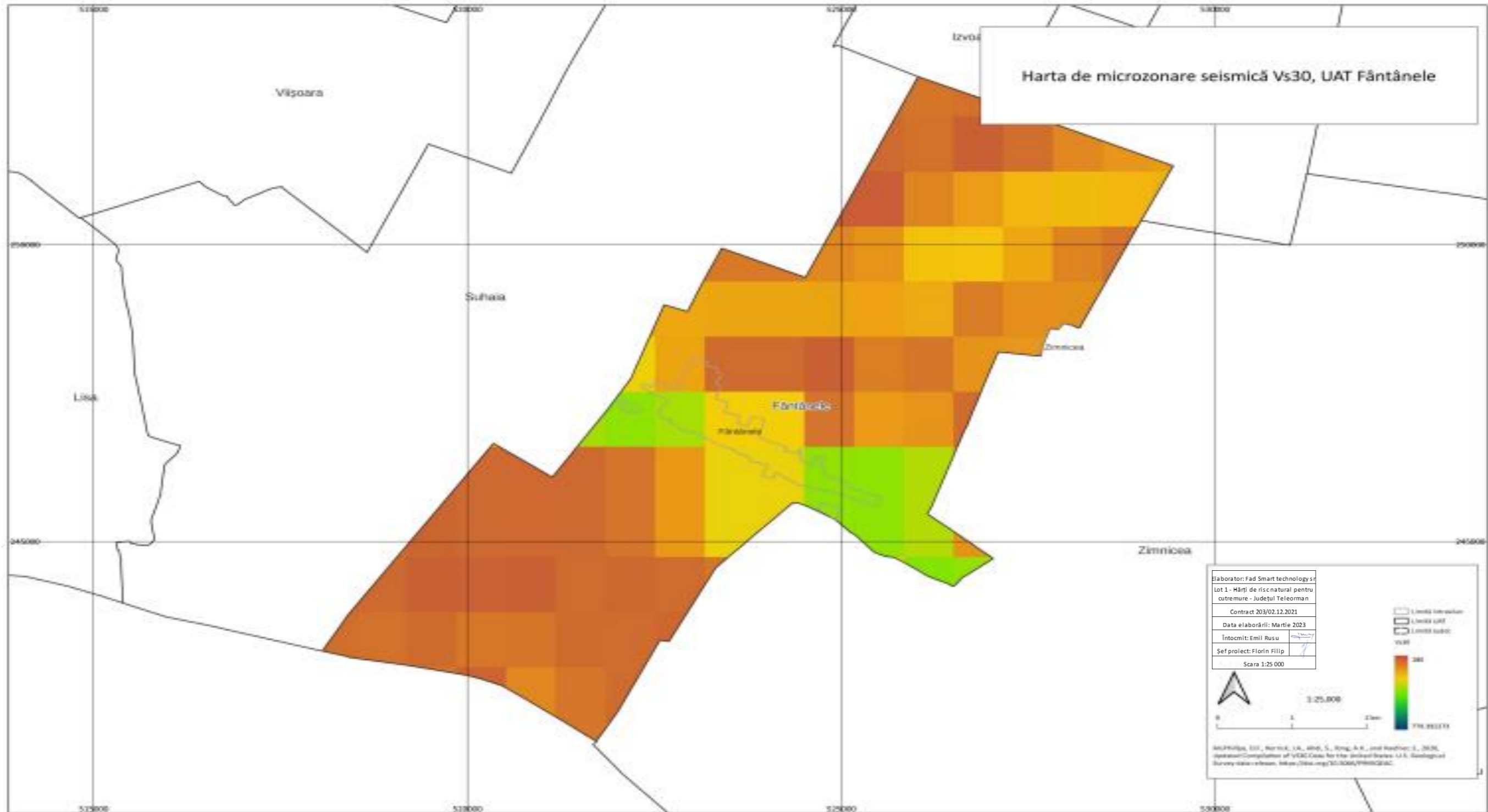


Fig. 65. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Fântânele

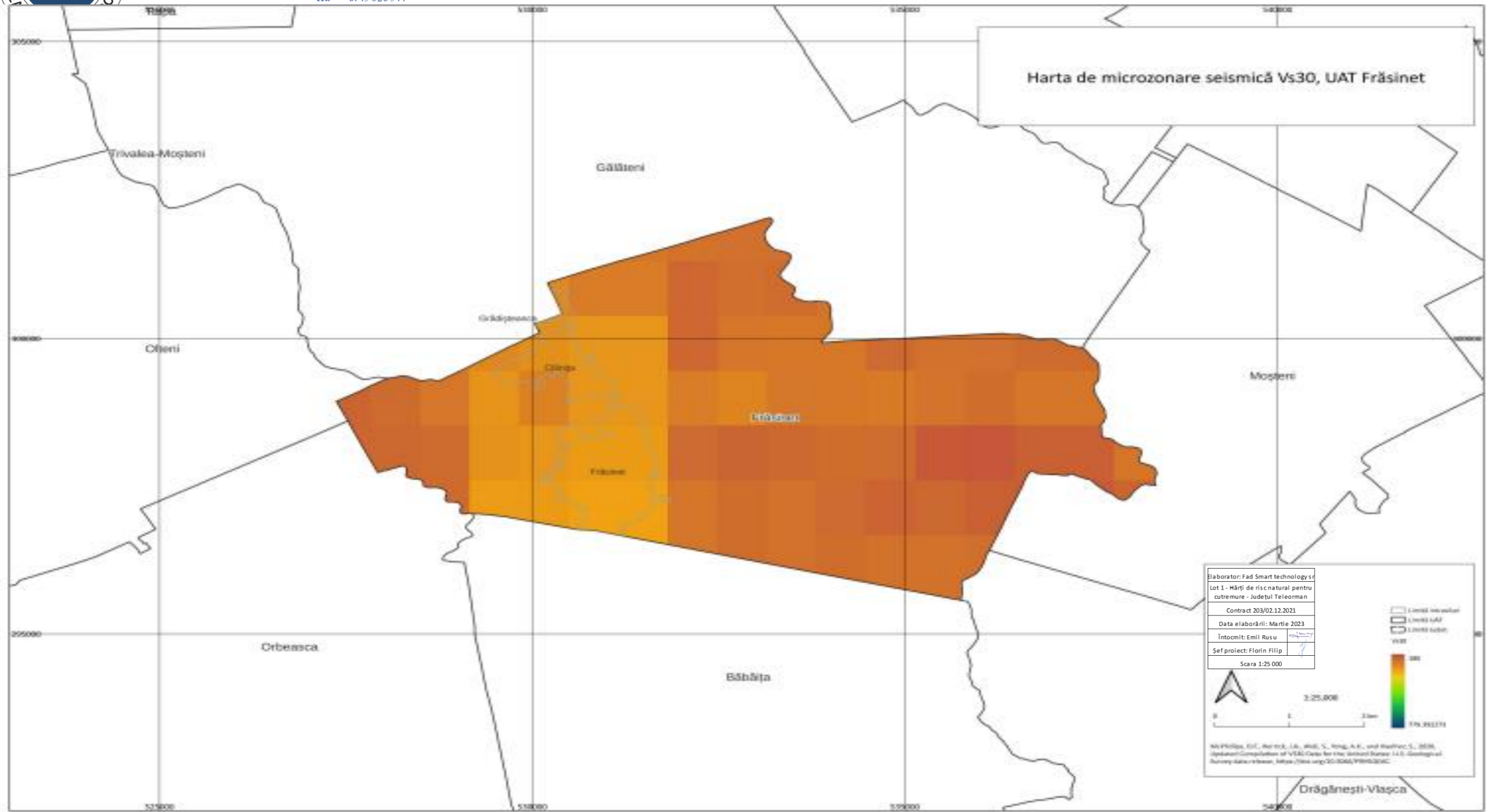


Fig. 66. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Frăsinet

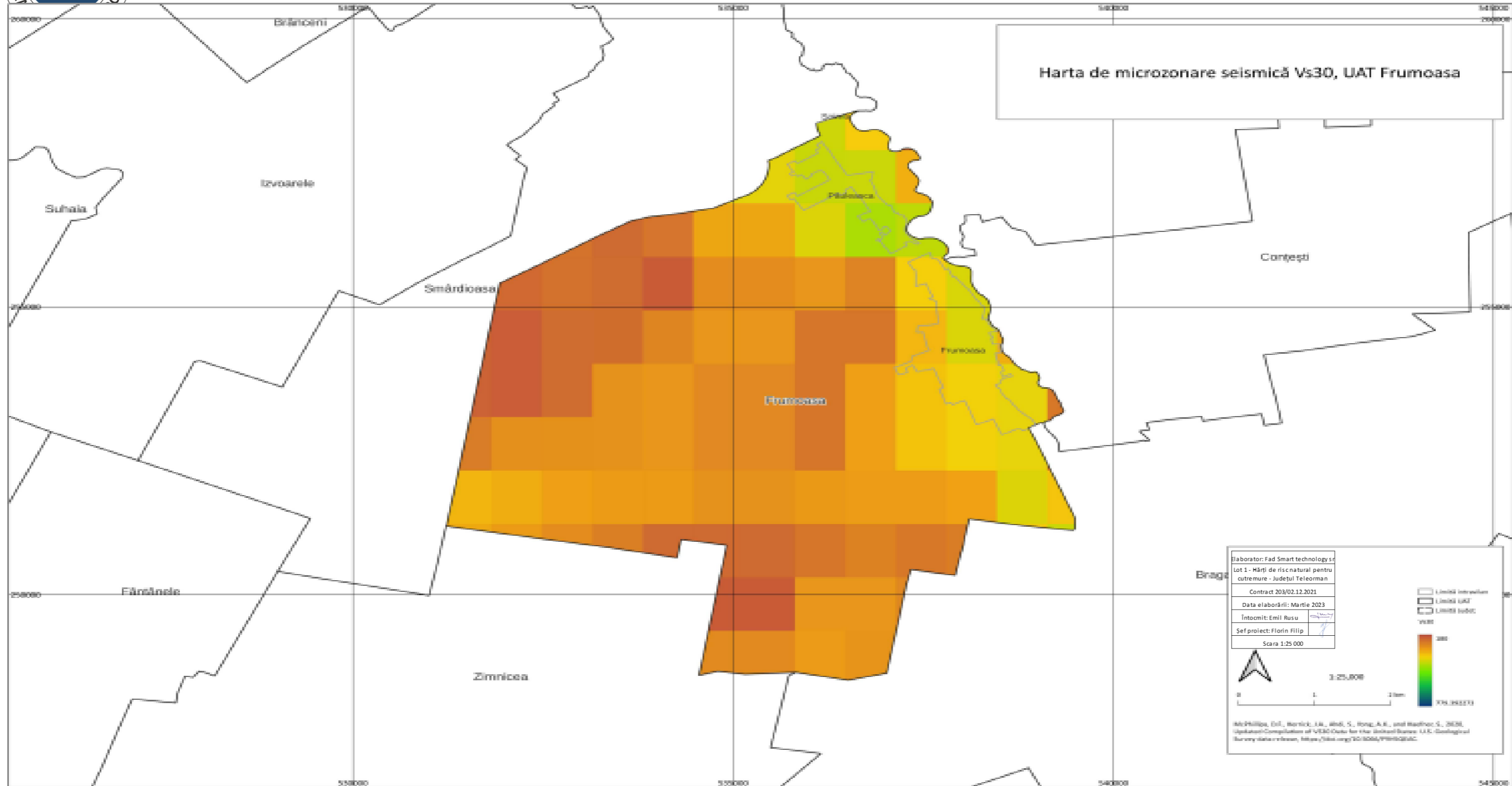


Fig. 67. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Frumosa

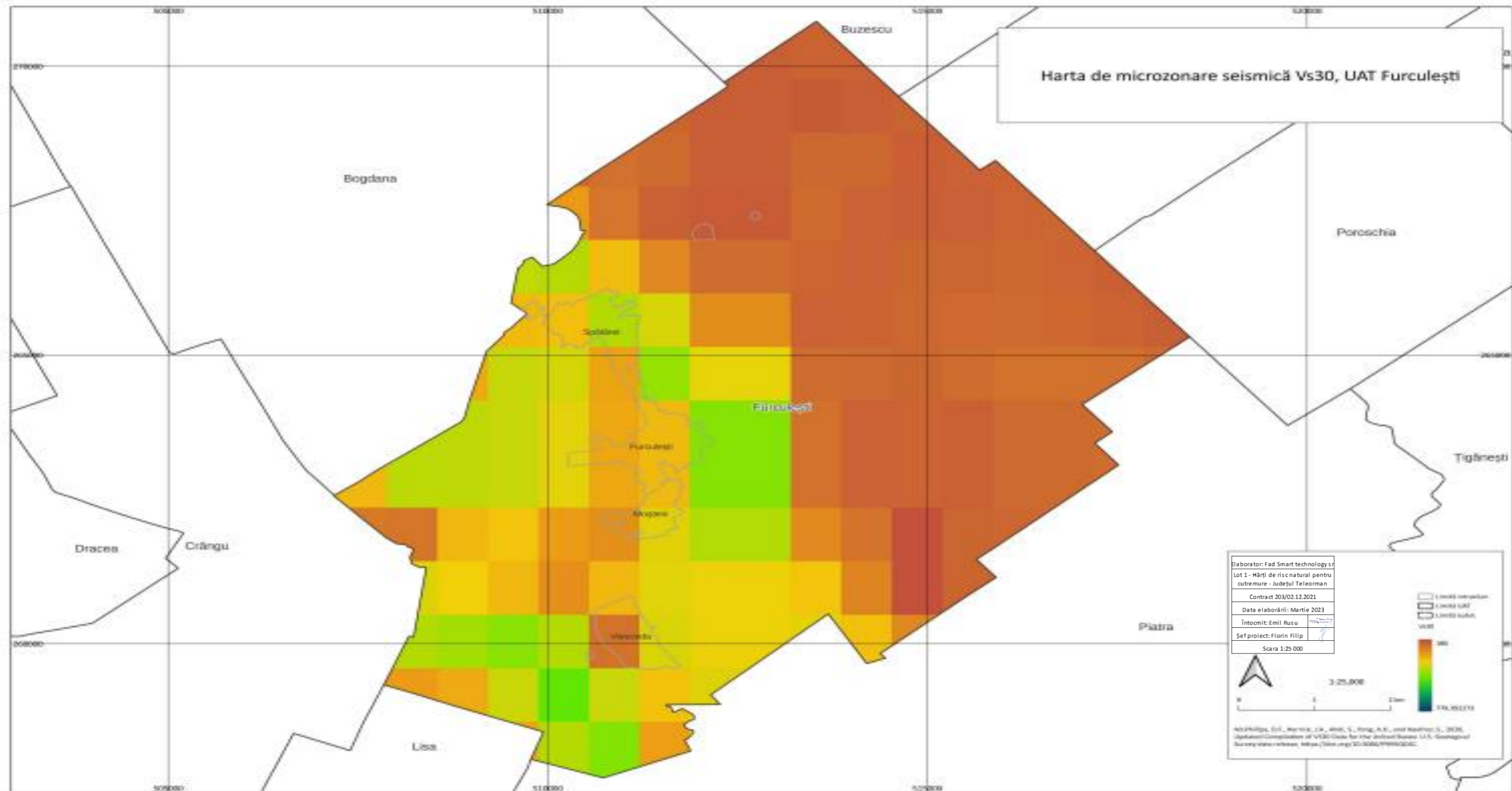


Fig. 68. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Furculești

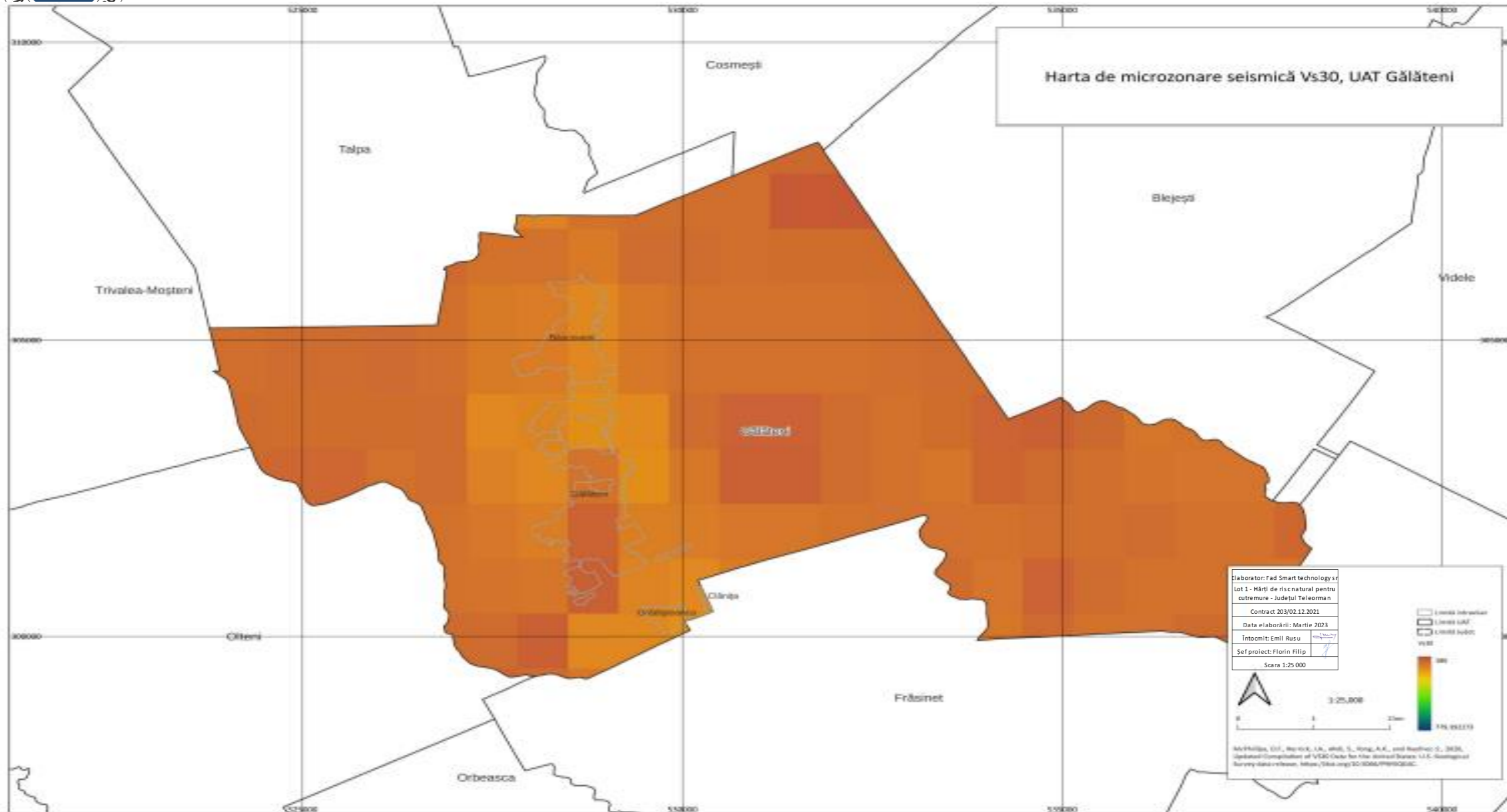


Fig. 69. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Gălăteni



Fig. 70. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Gratia

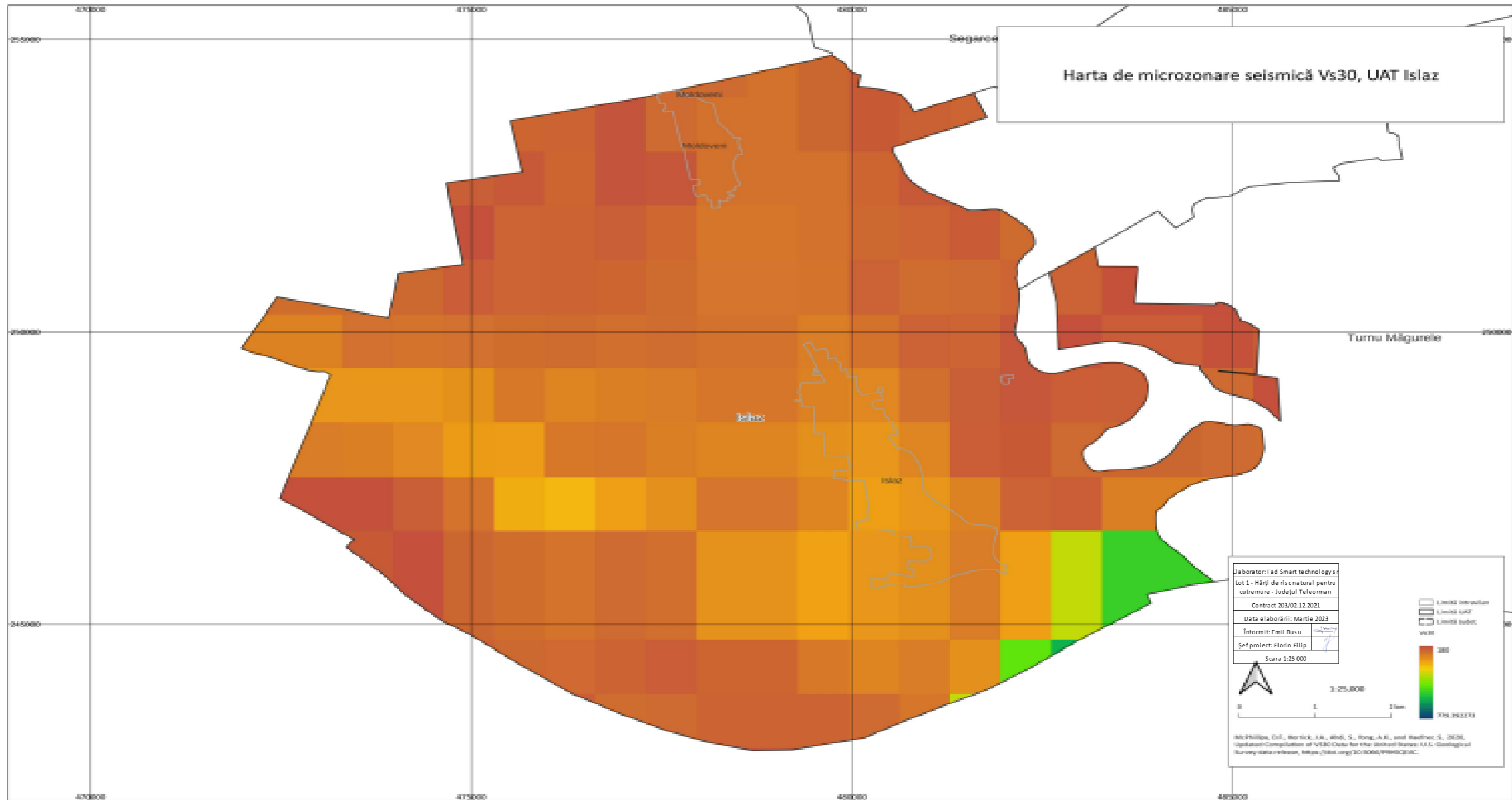


Fig. 71. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Islaz

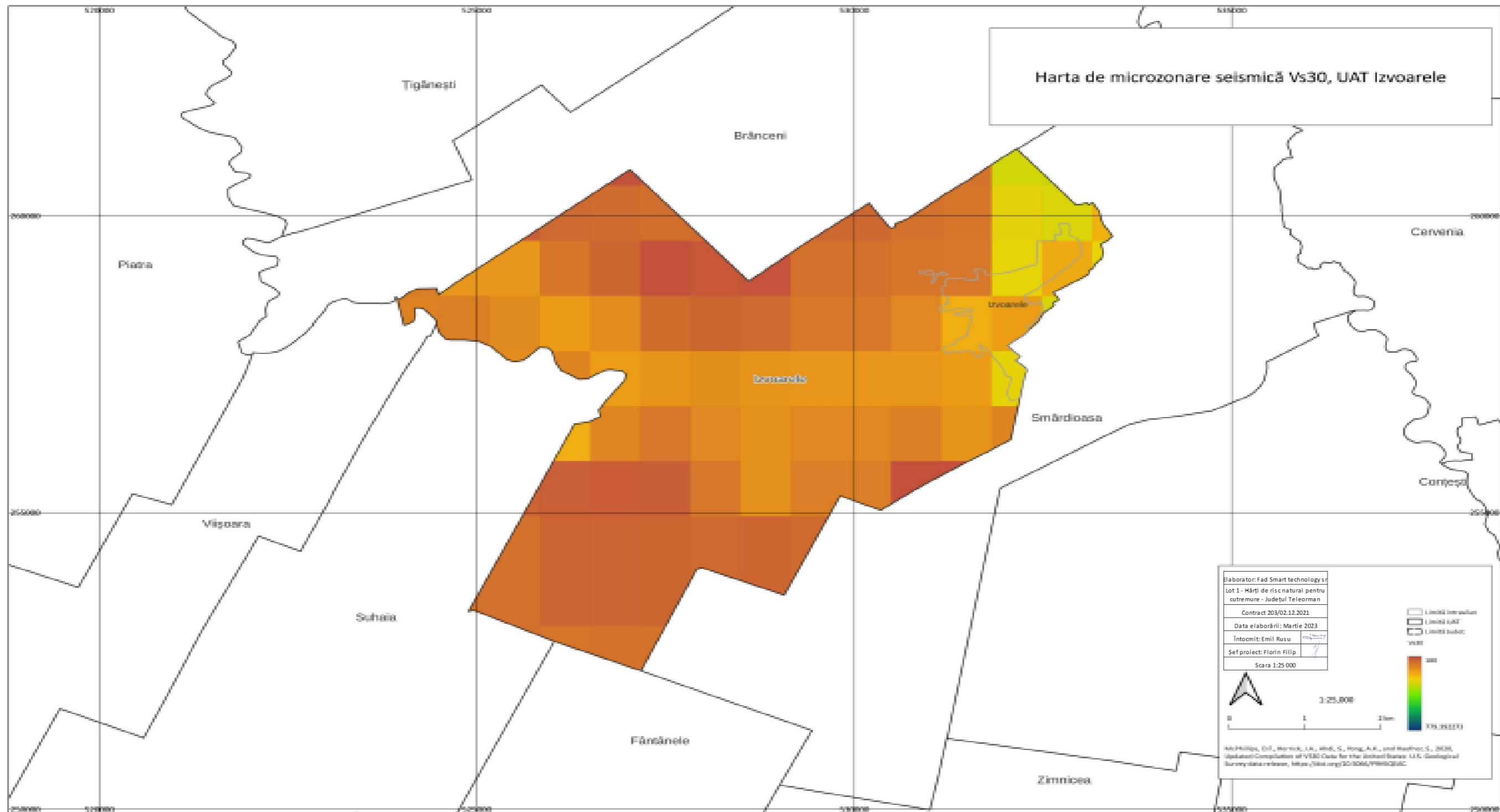


Fig. 72. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Izvoarele

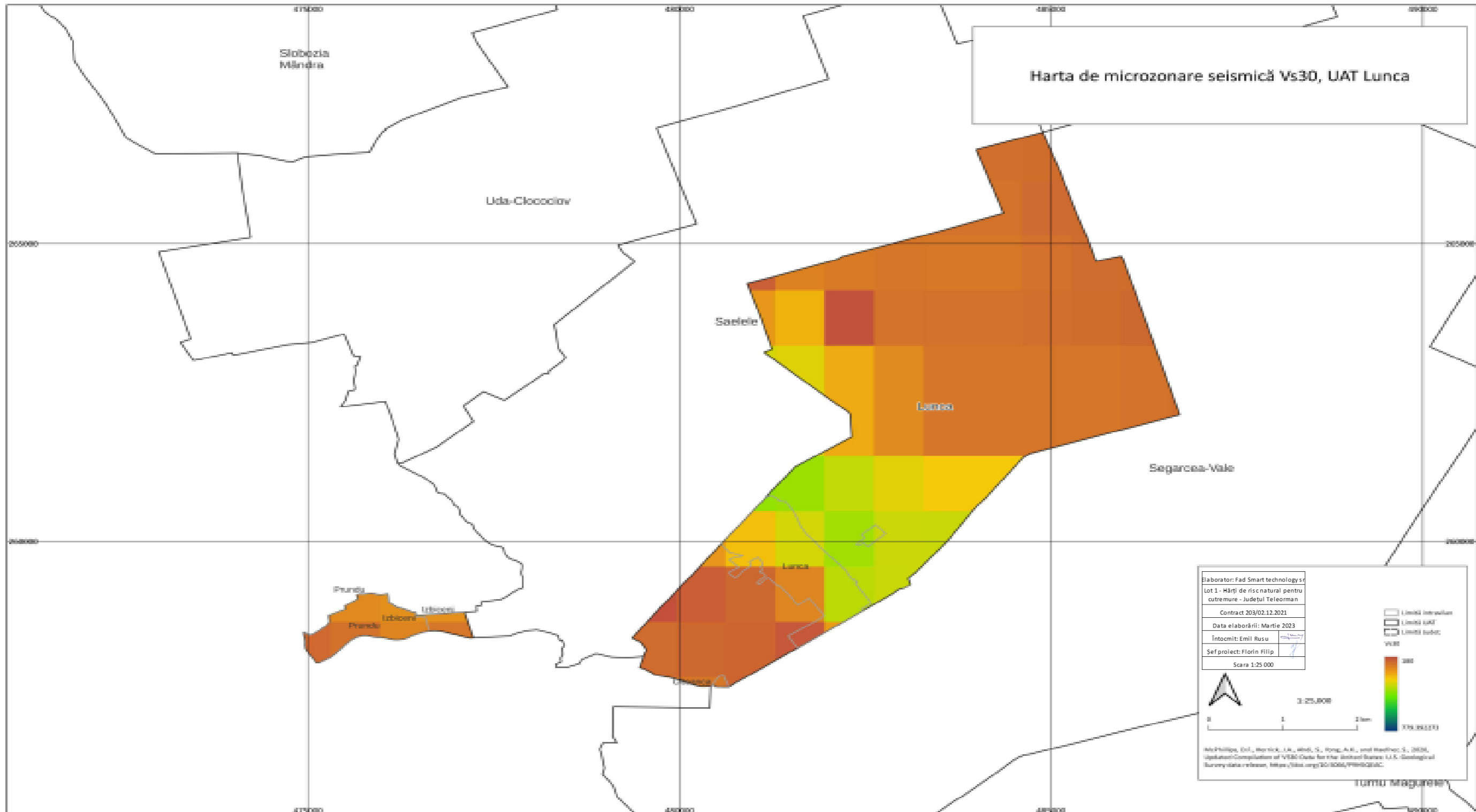


Fig. 73. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Lunca

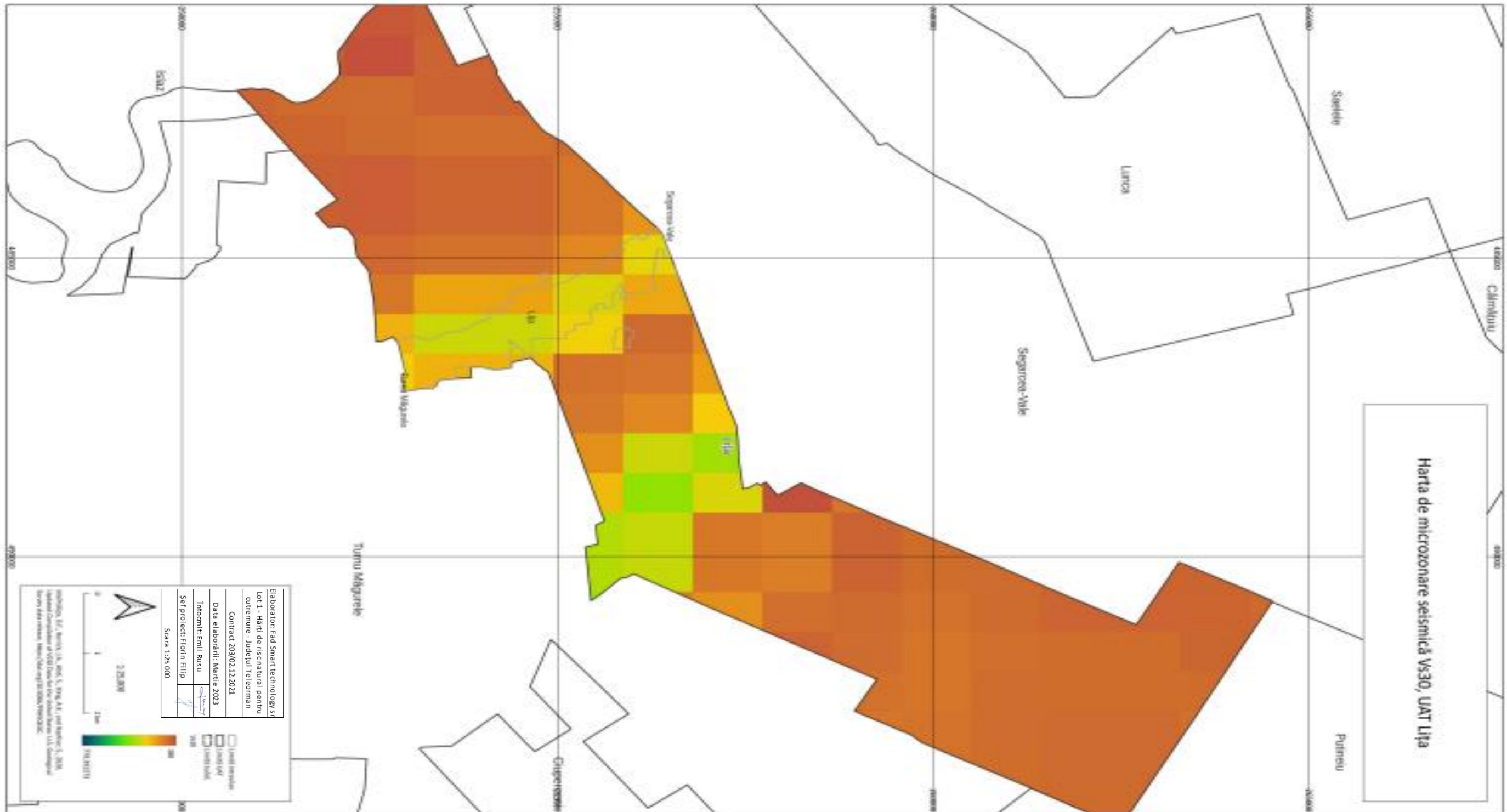


Fig. 74. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Lița

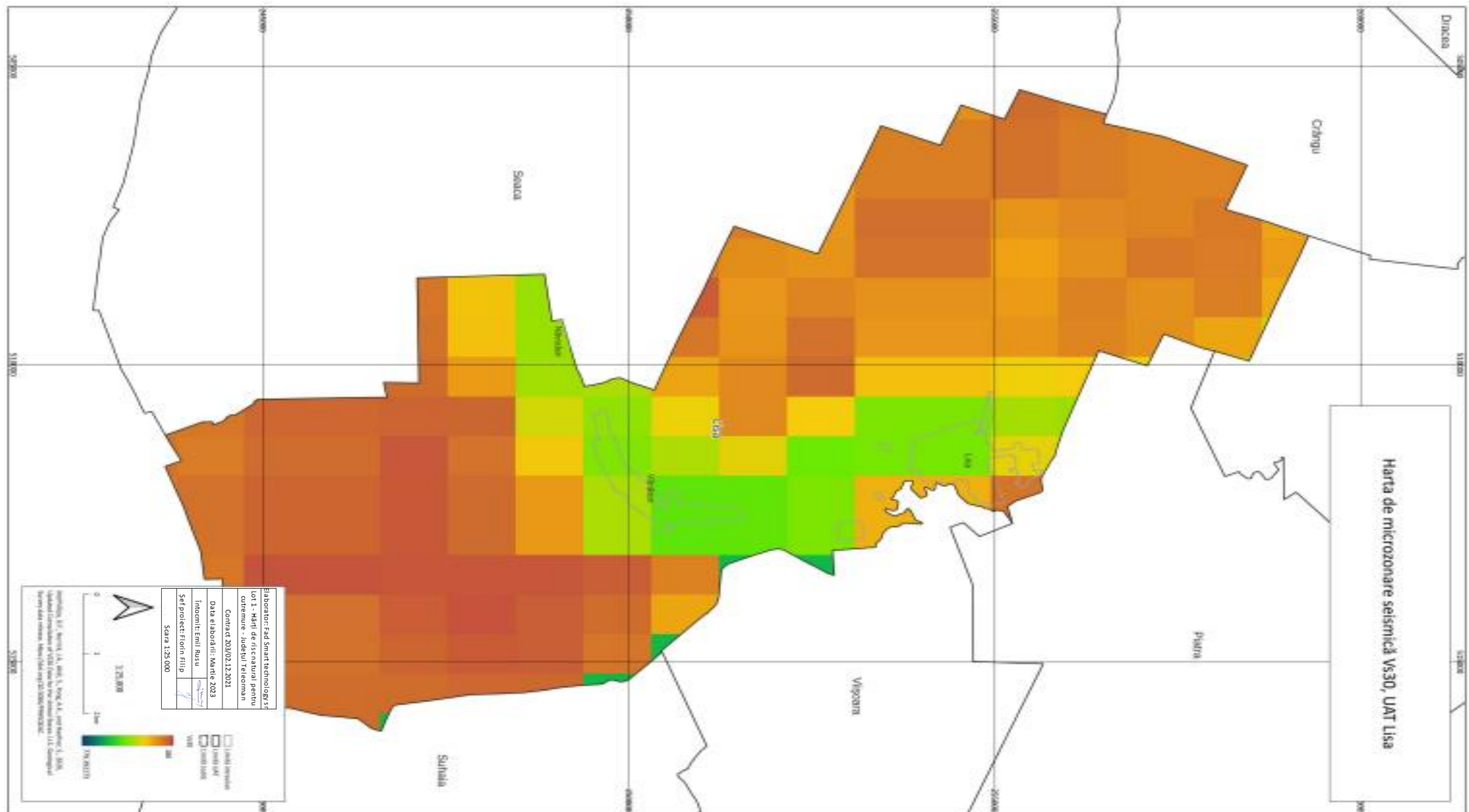


Fig. 75. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Lisa

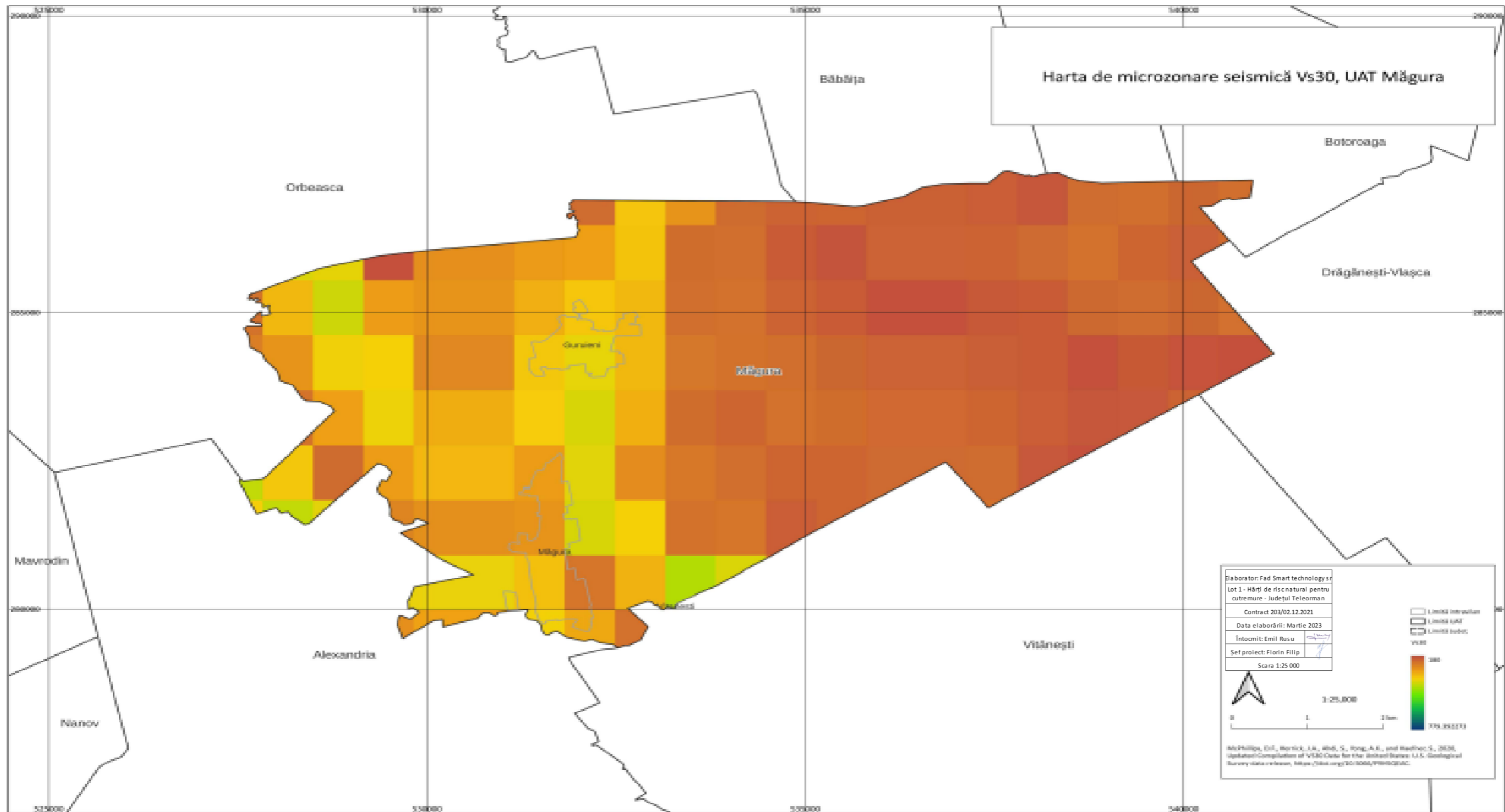


Fig. 76. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Măgura

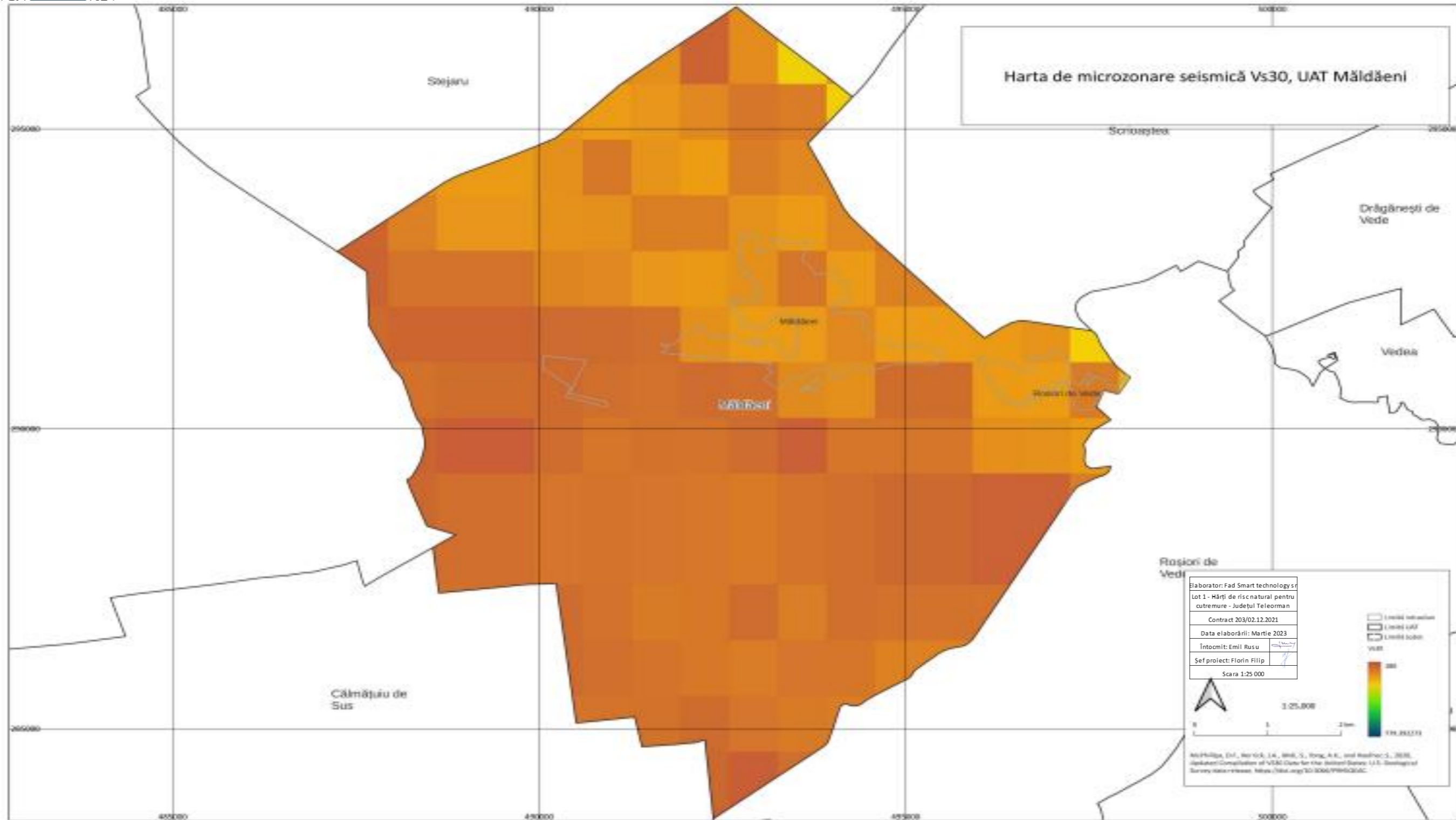


Fig. 77. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Măldăeni

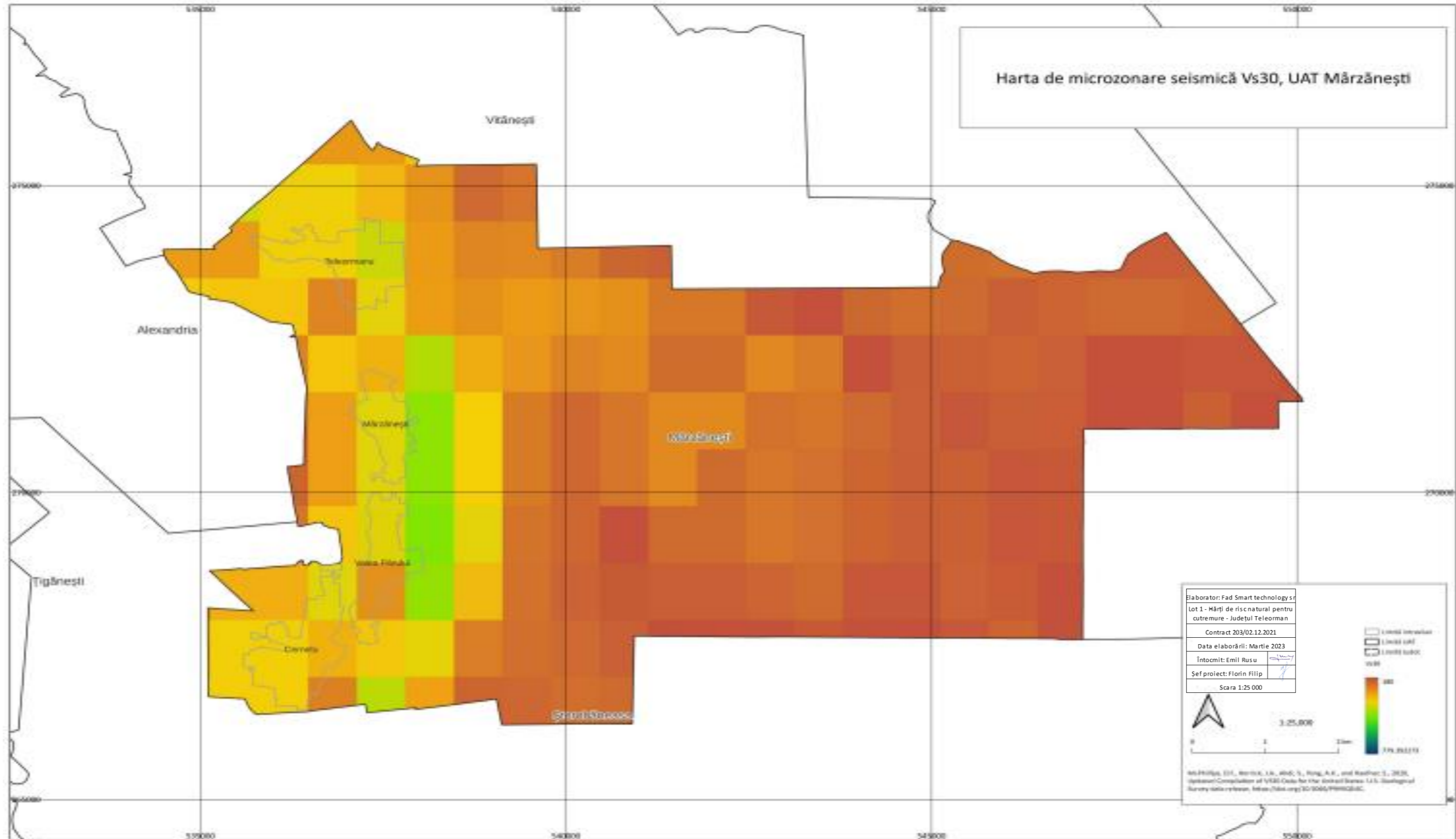


Fig. 78. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Mârzănești

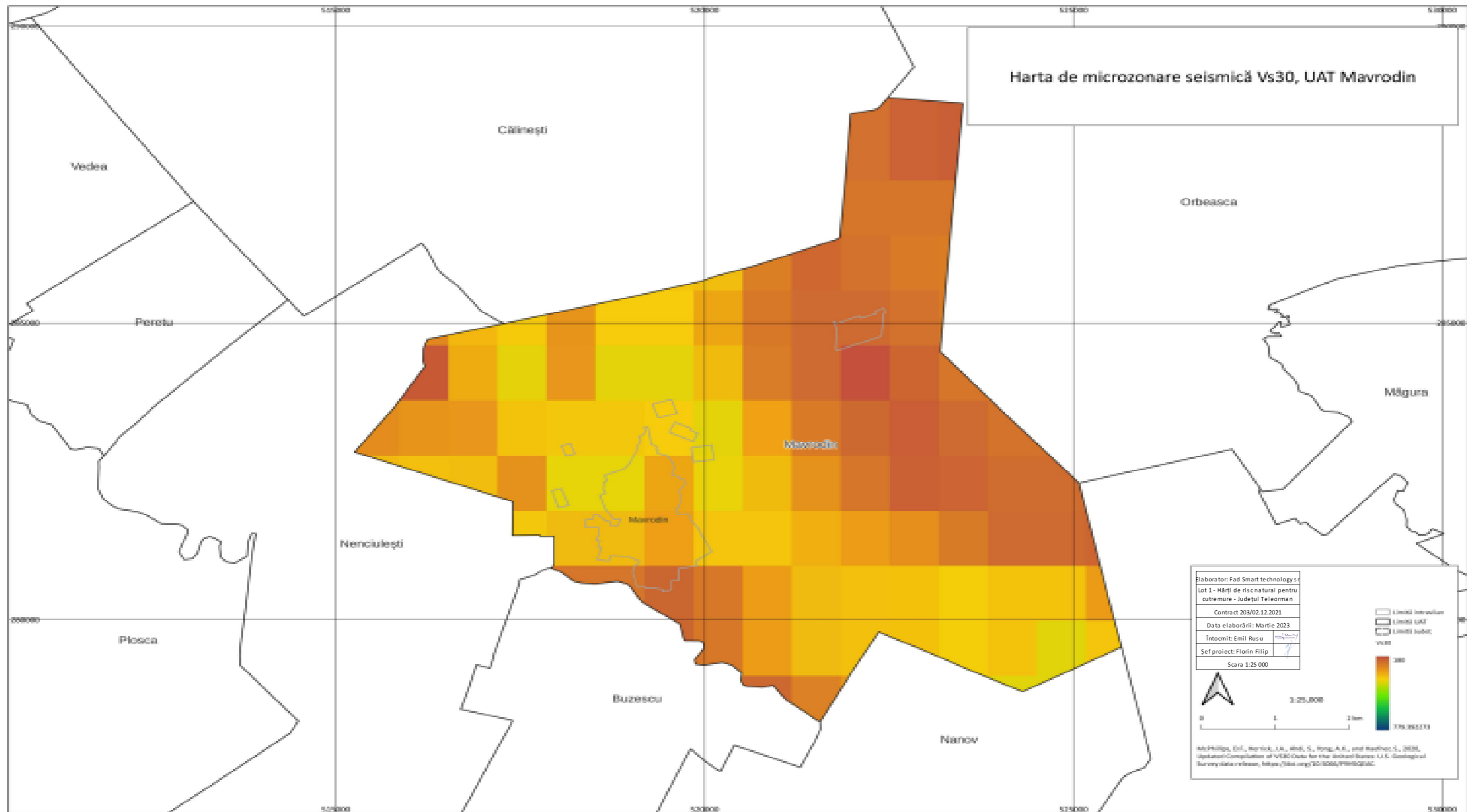


Fig. 79. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Mavrodin

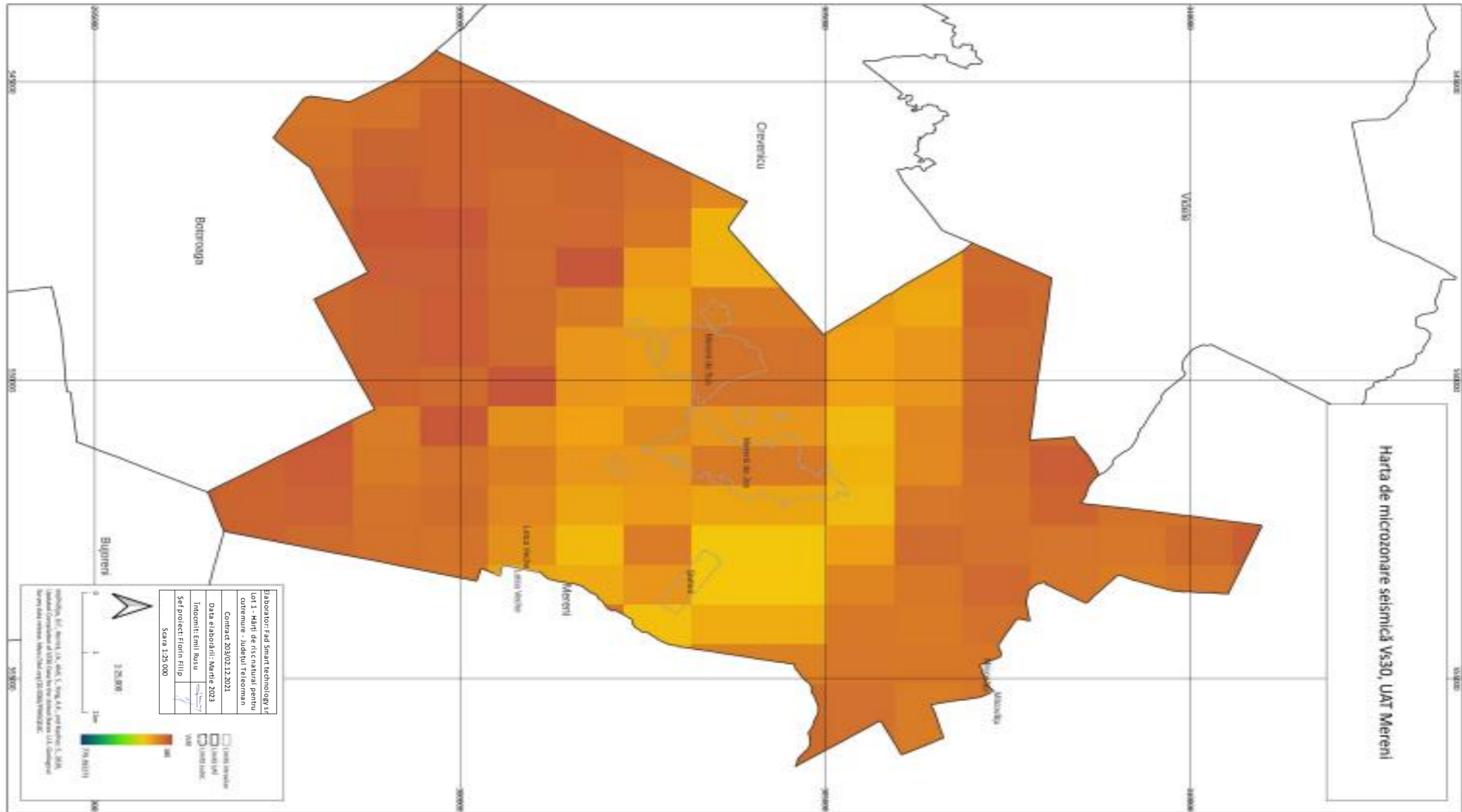


Fig. 80. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Mereni



Fig. 81. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Moșteni

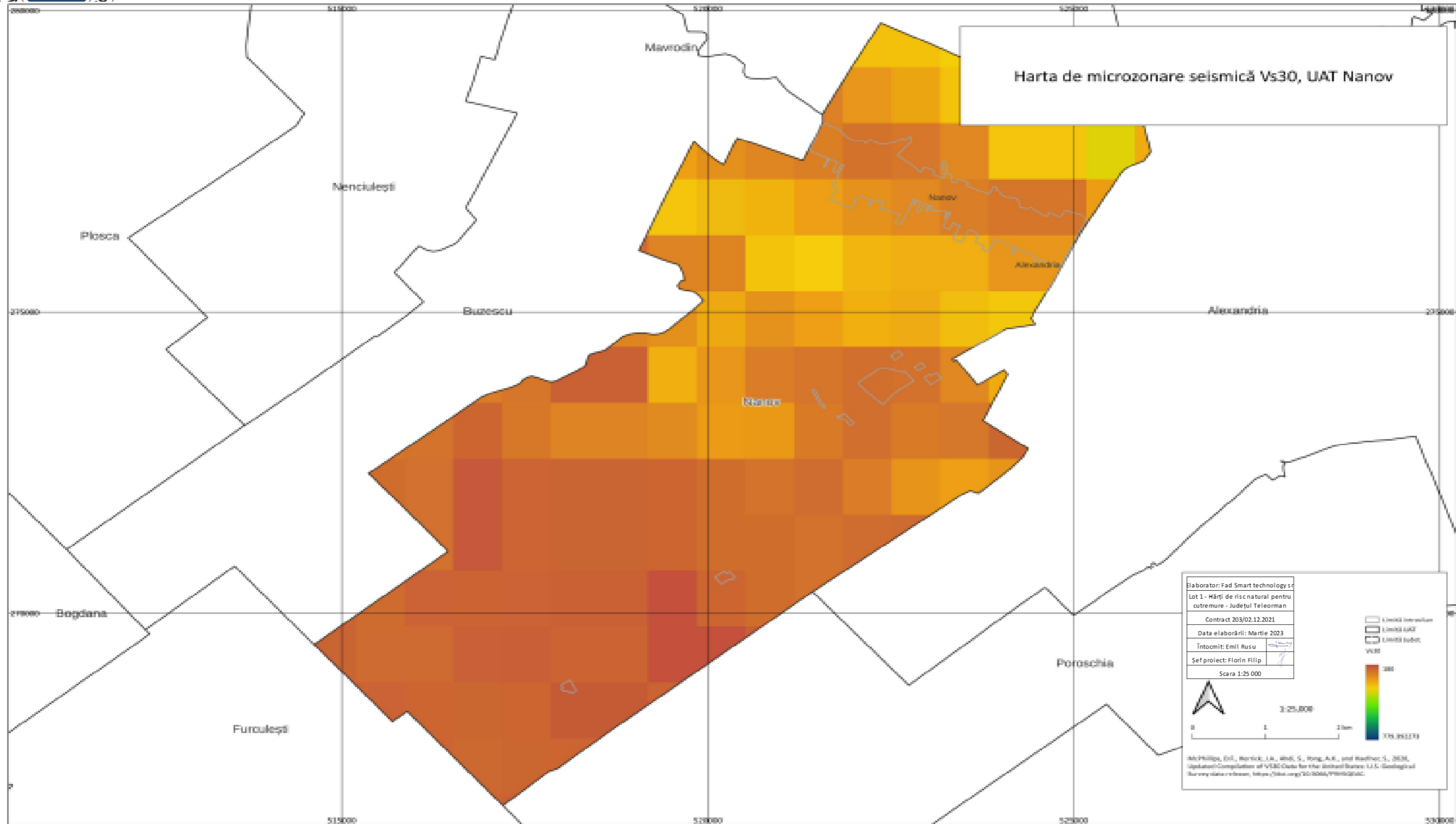


Fig. 82. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Nanov

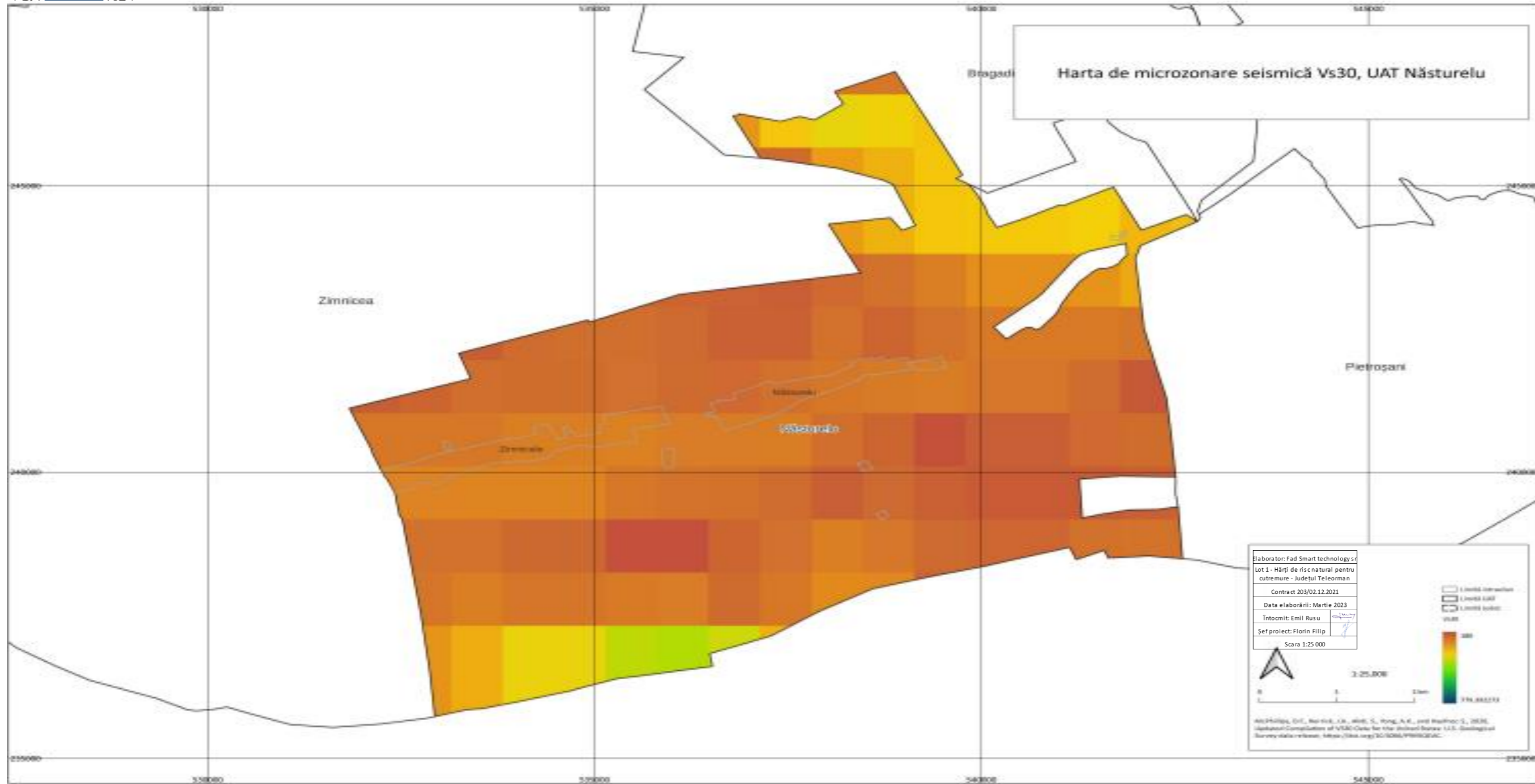


Fig. 83. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Năsturelu

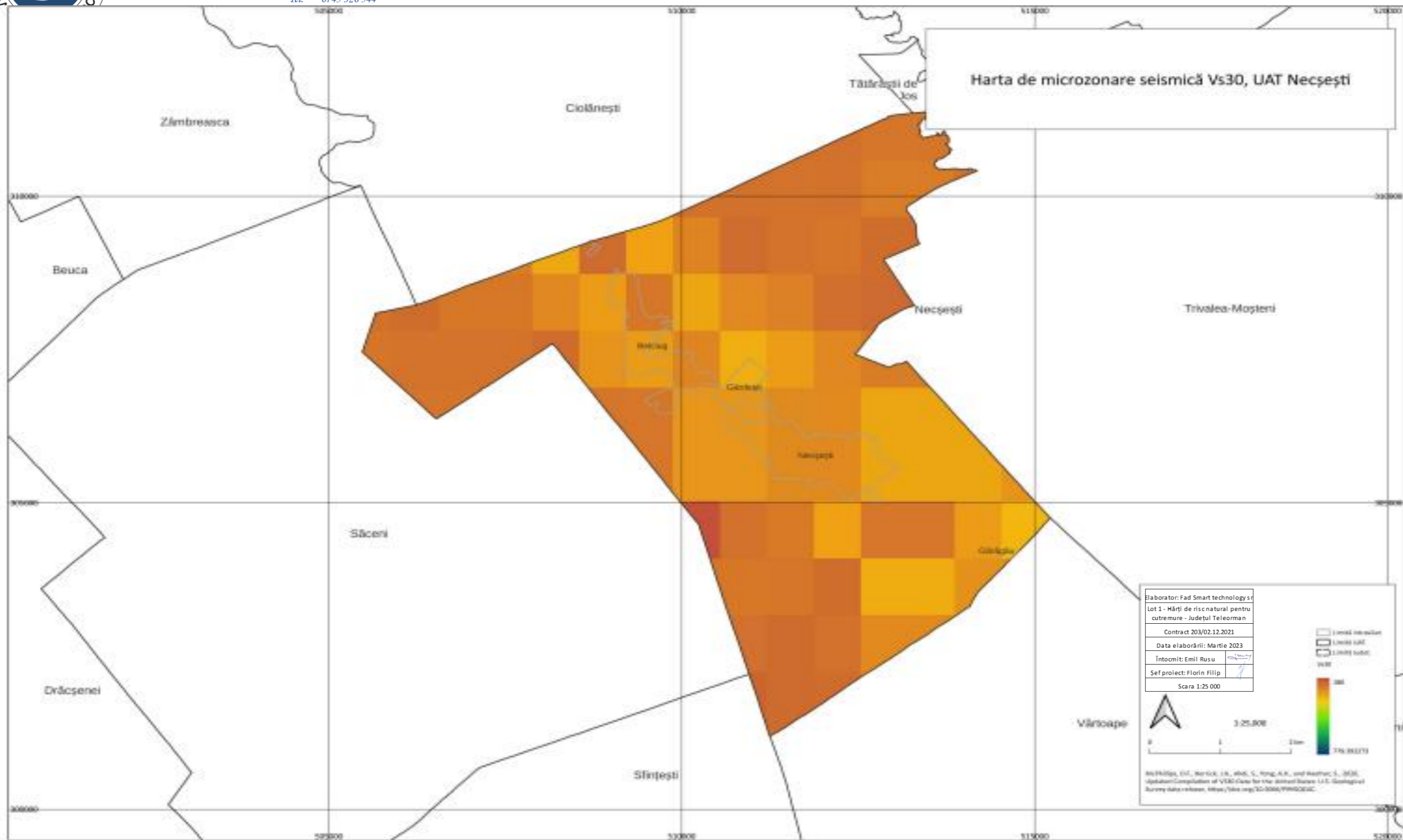


Fig. 84. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Necșești

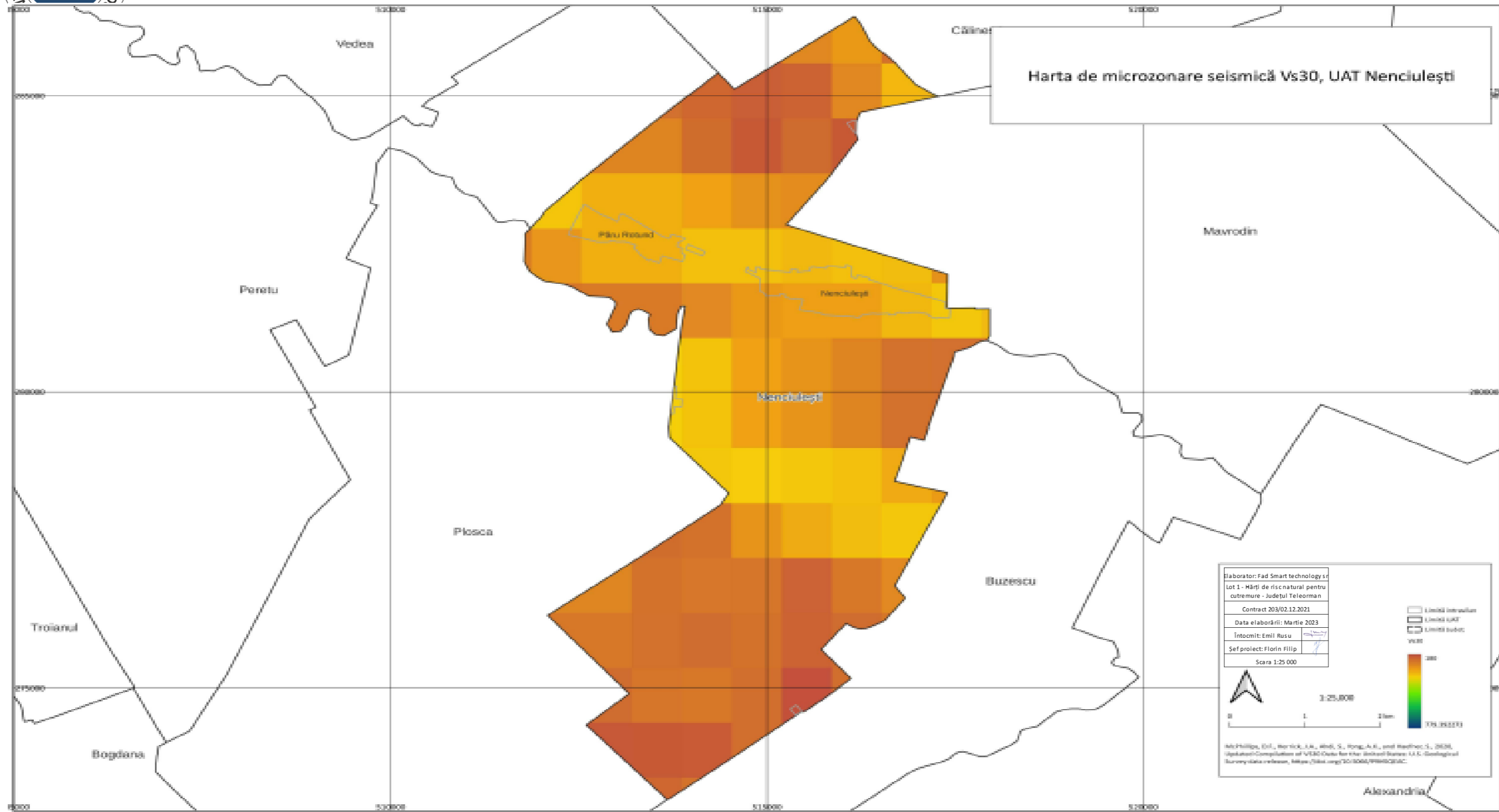


Fig. 85. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Nenciulești

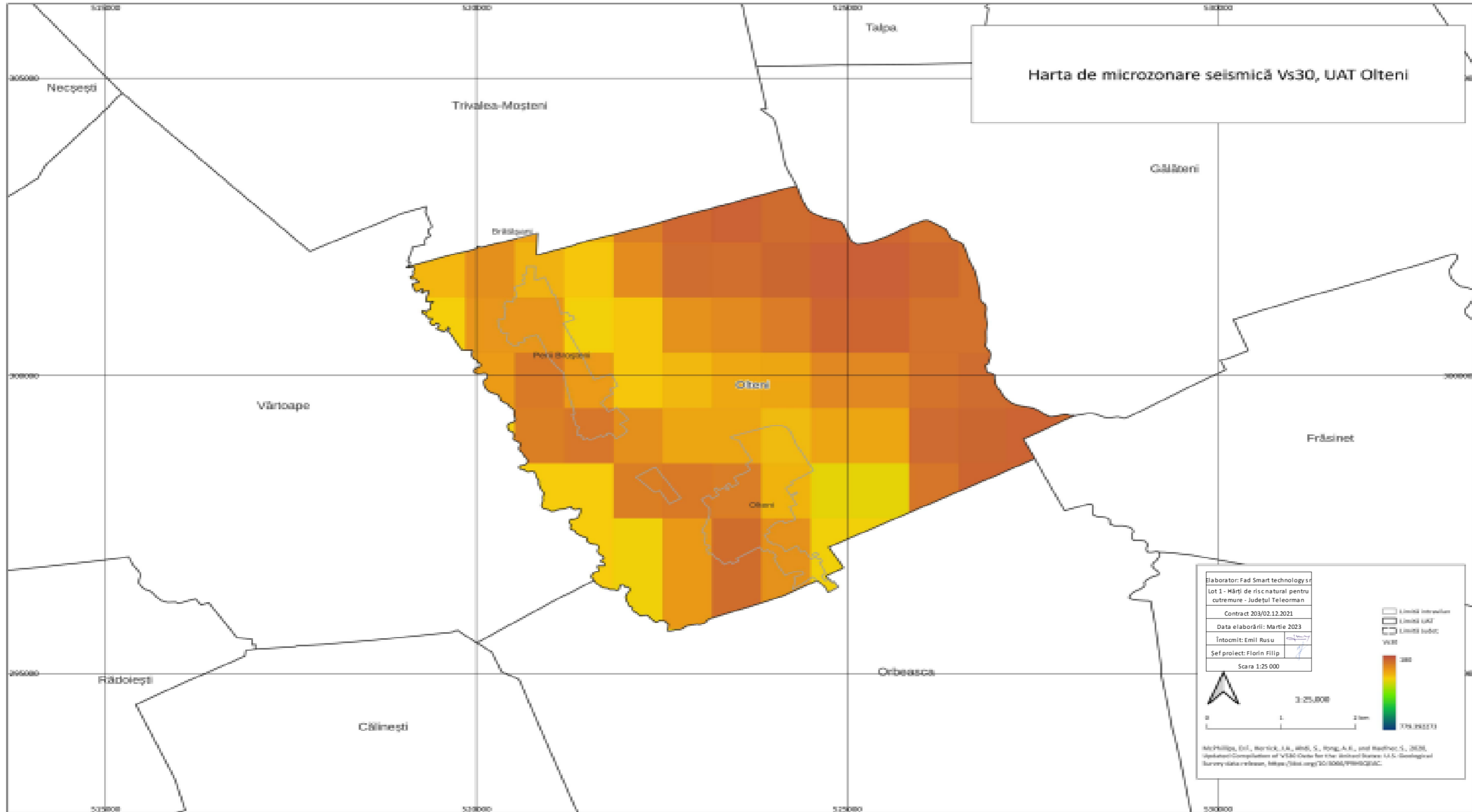


Fig. 86. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Olteni



Fig. 87. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Orbeasca

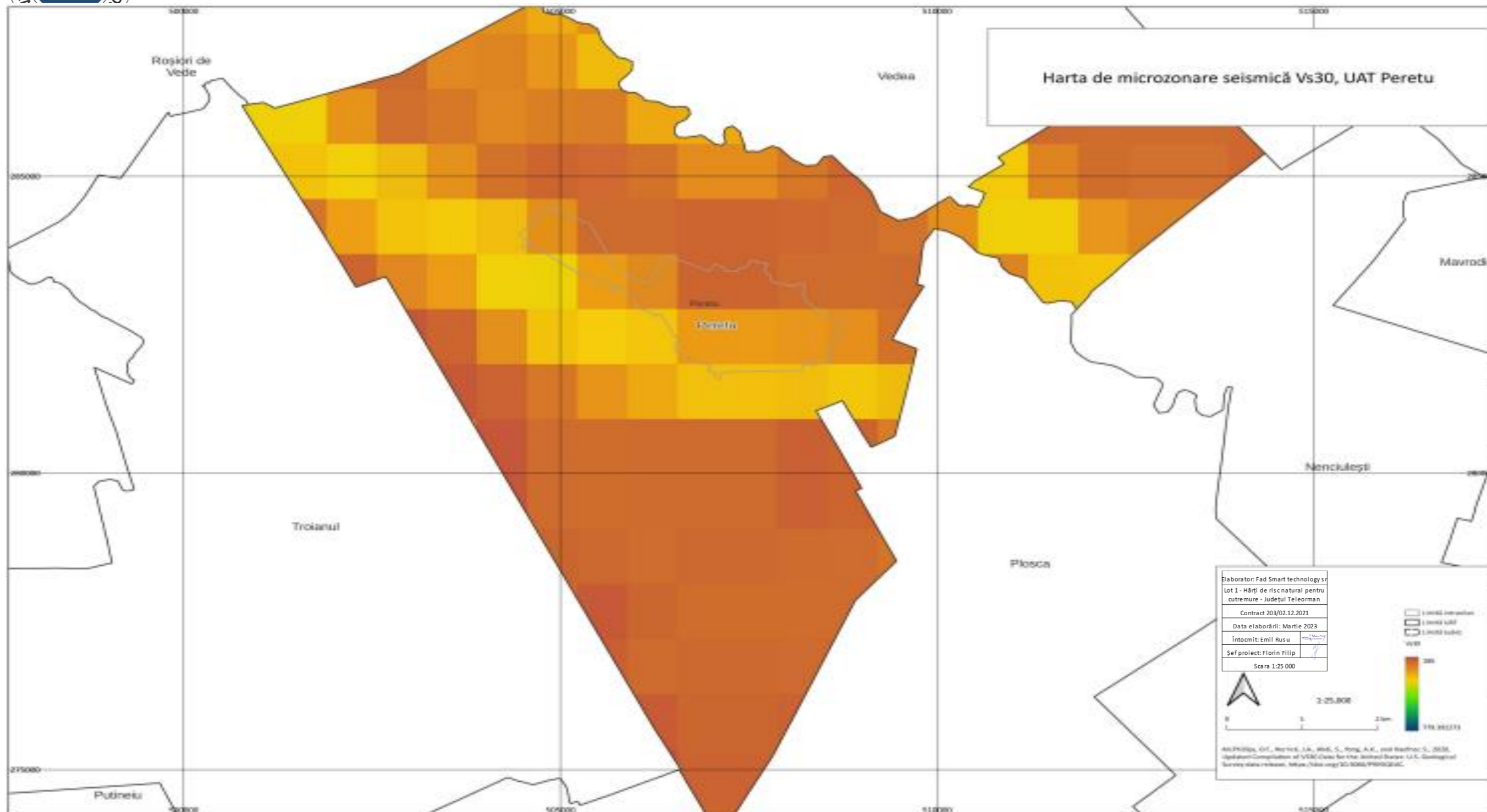


Fig. 88. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Peretu

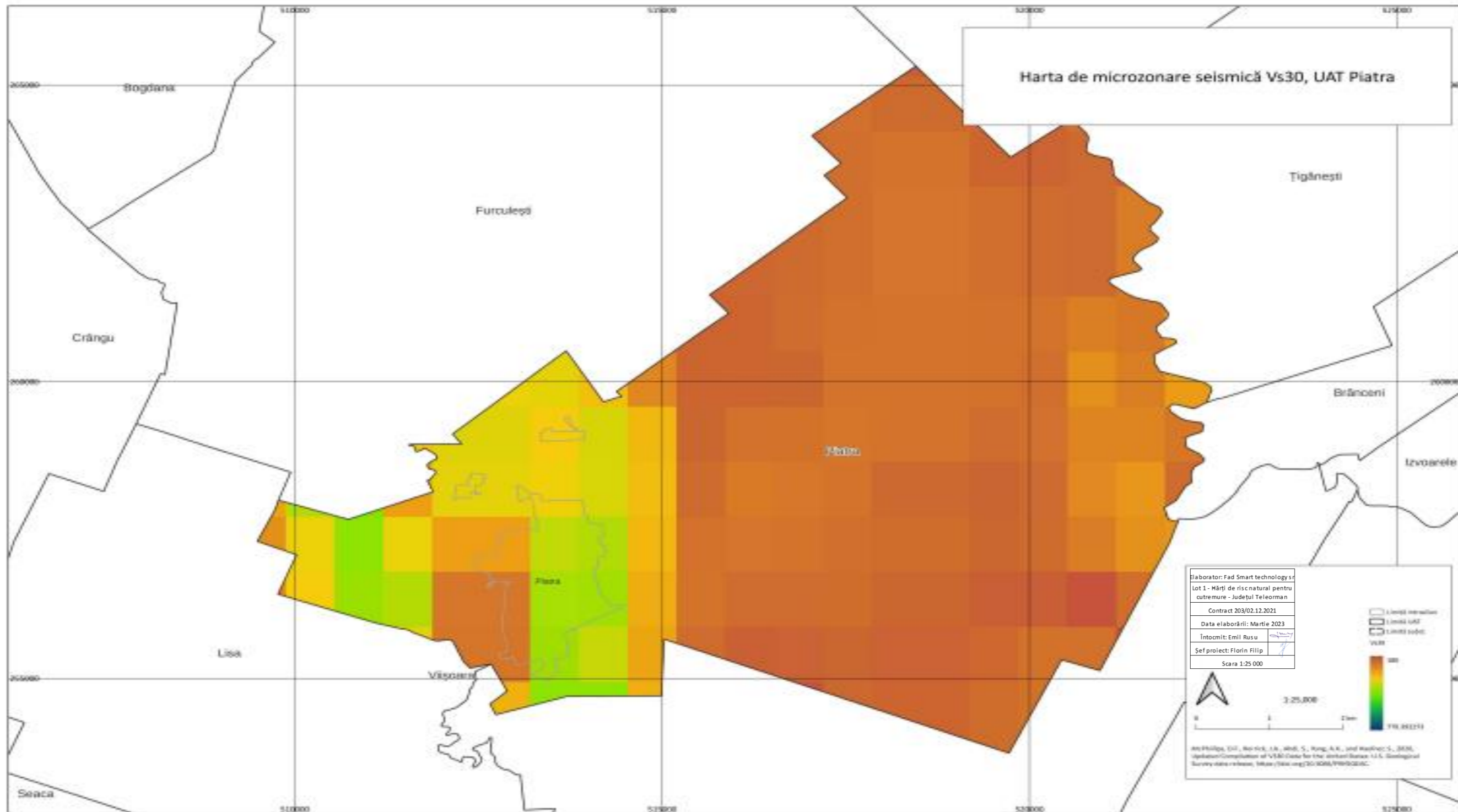


Fig. 89. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Piatra

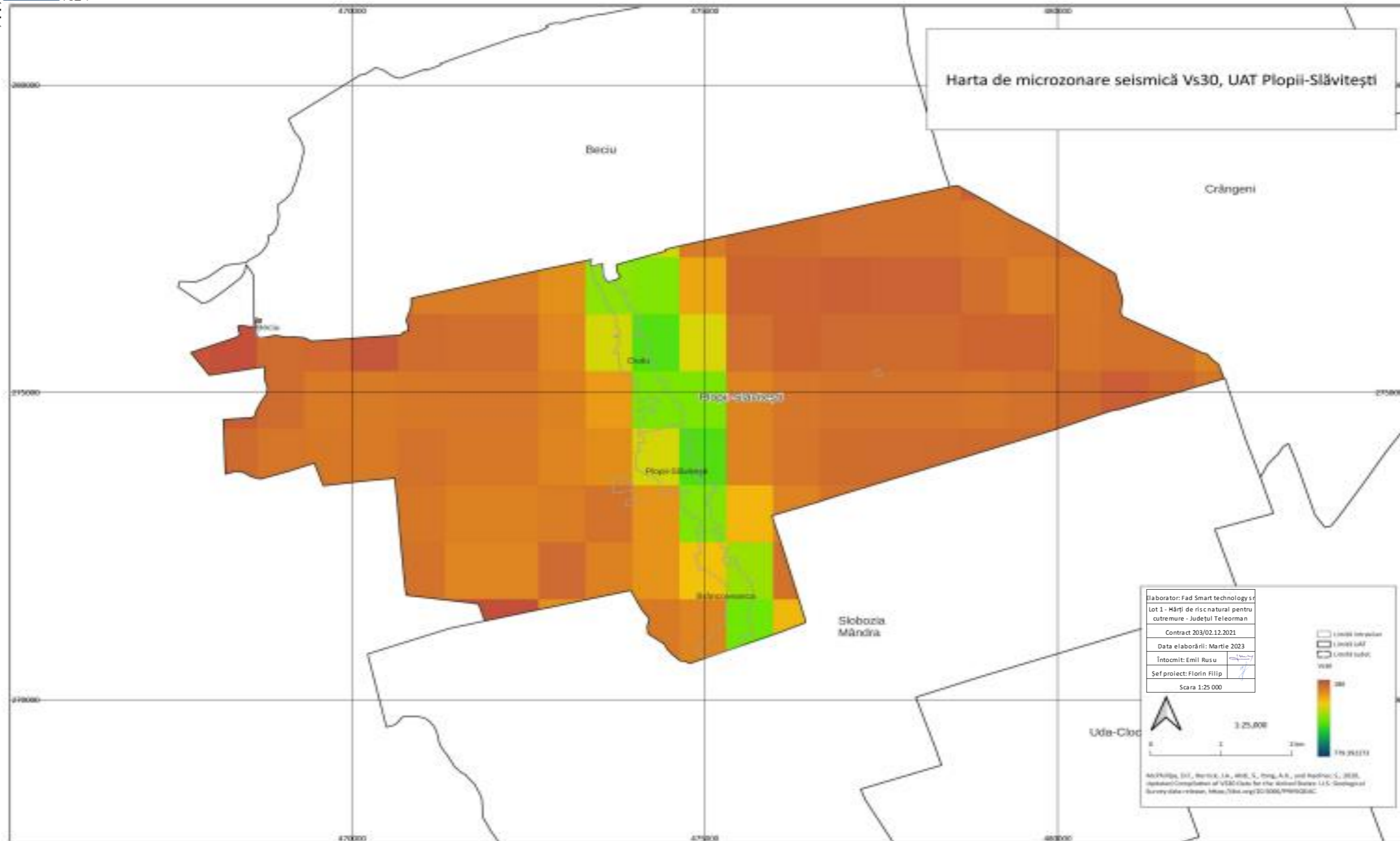


Fig. 90. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Plopii- Slăvițești

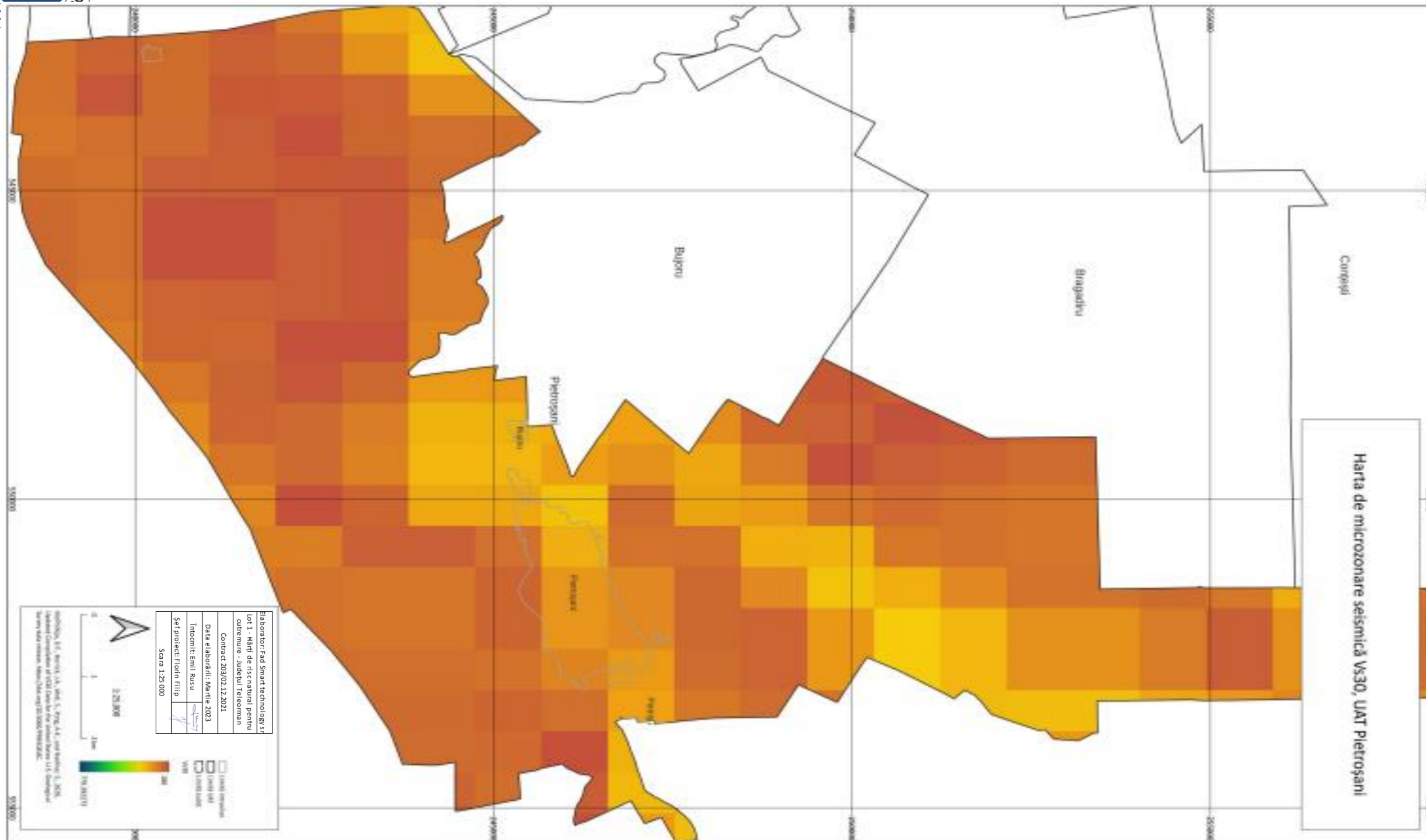


Fig. 91. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Pietroșani

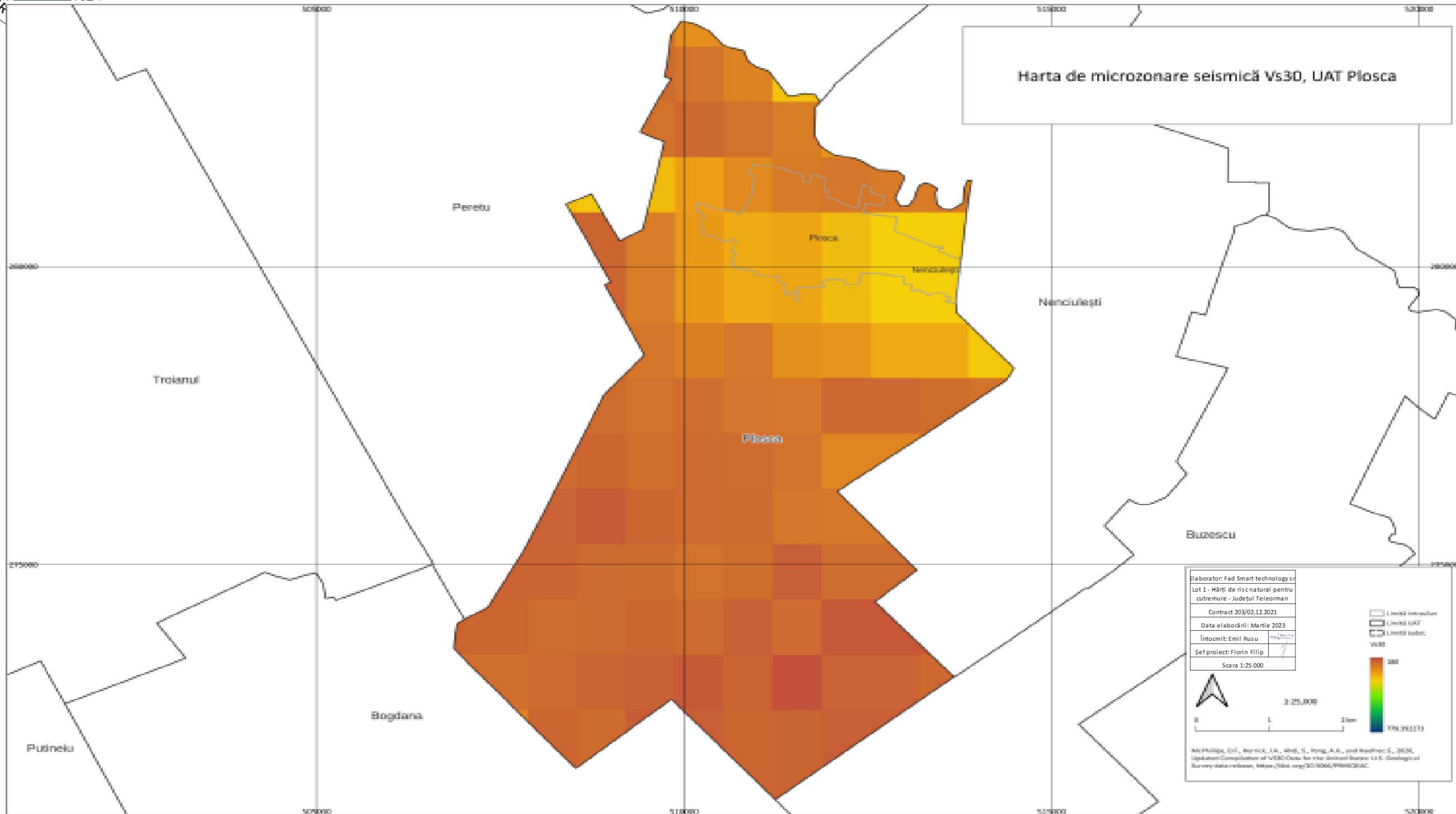


Fig. 92. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Plosca

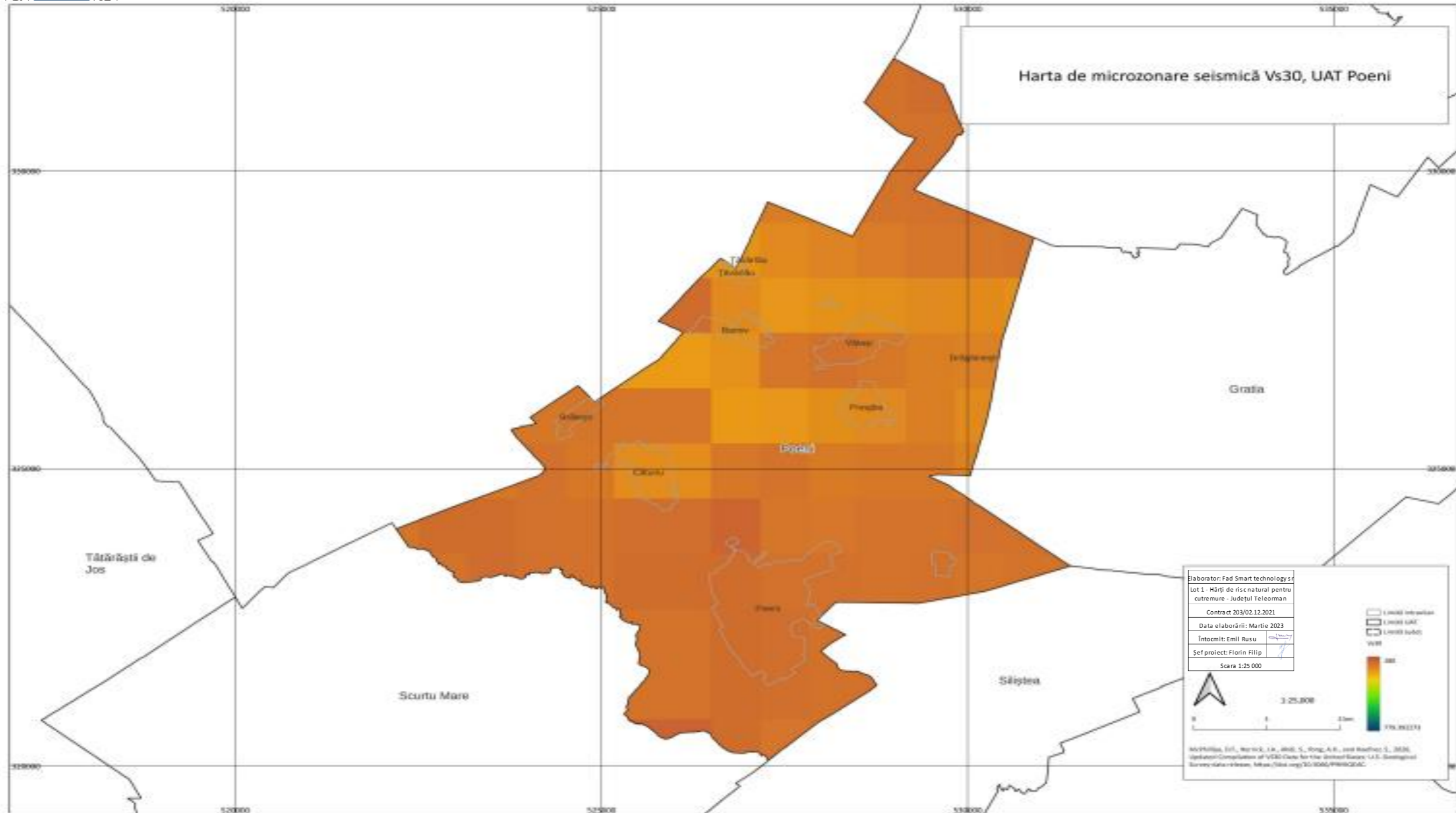


Fig. 93. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Poeni

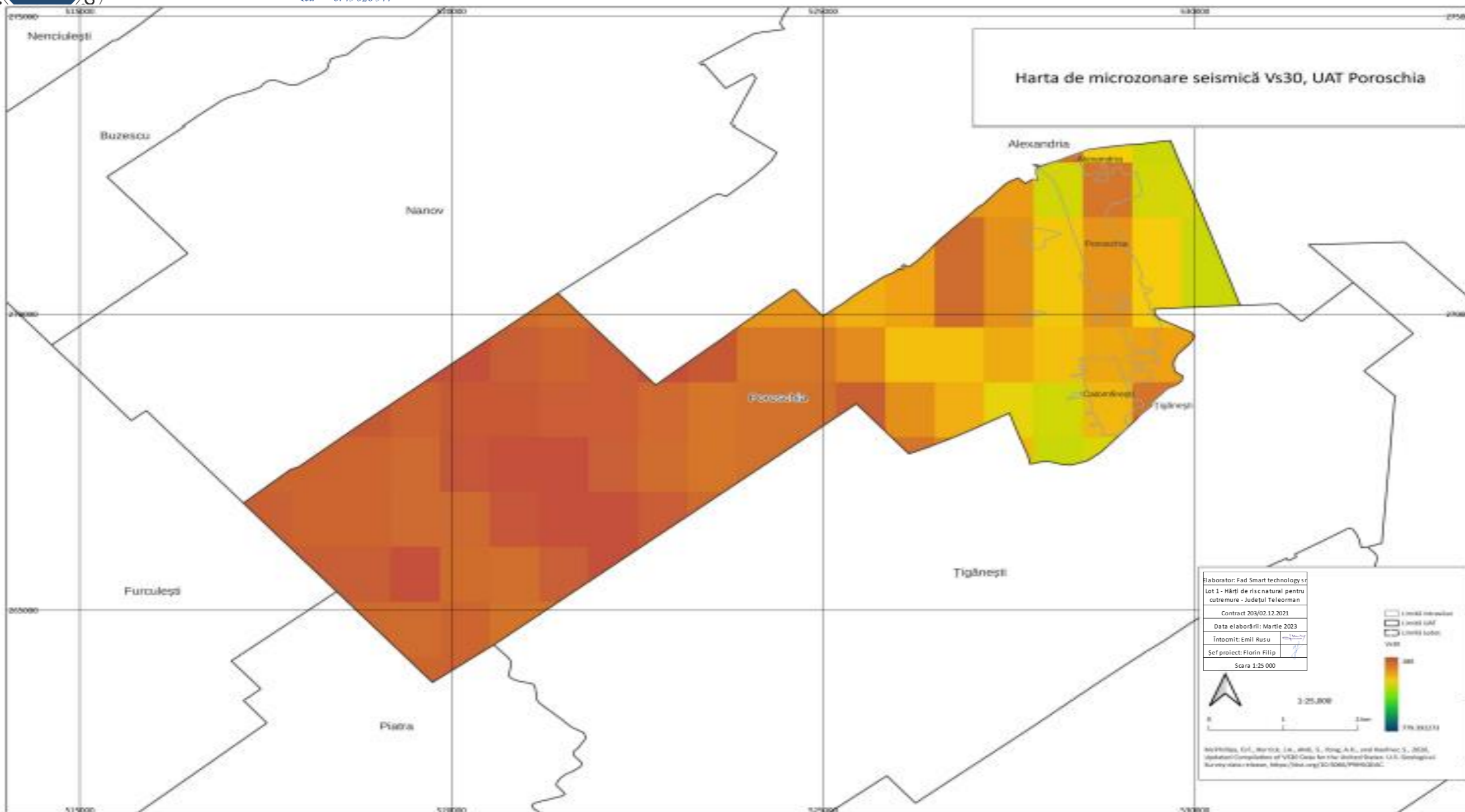


Fig. 94. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Poroschia

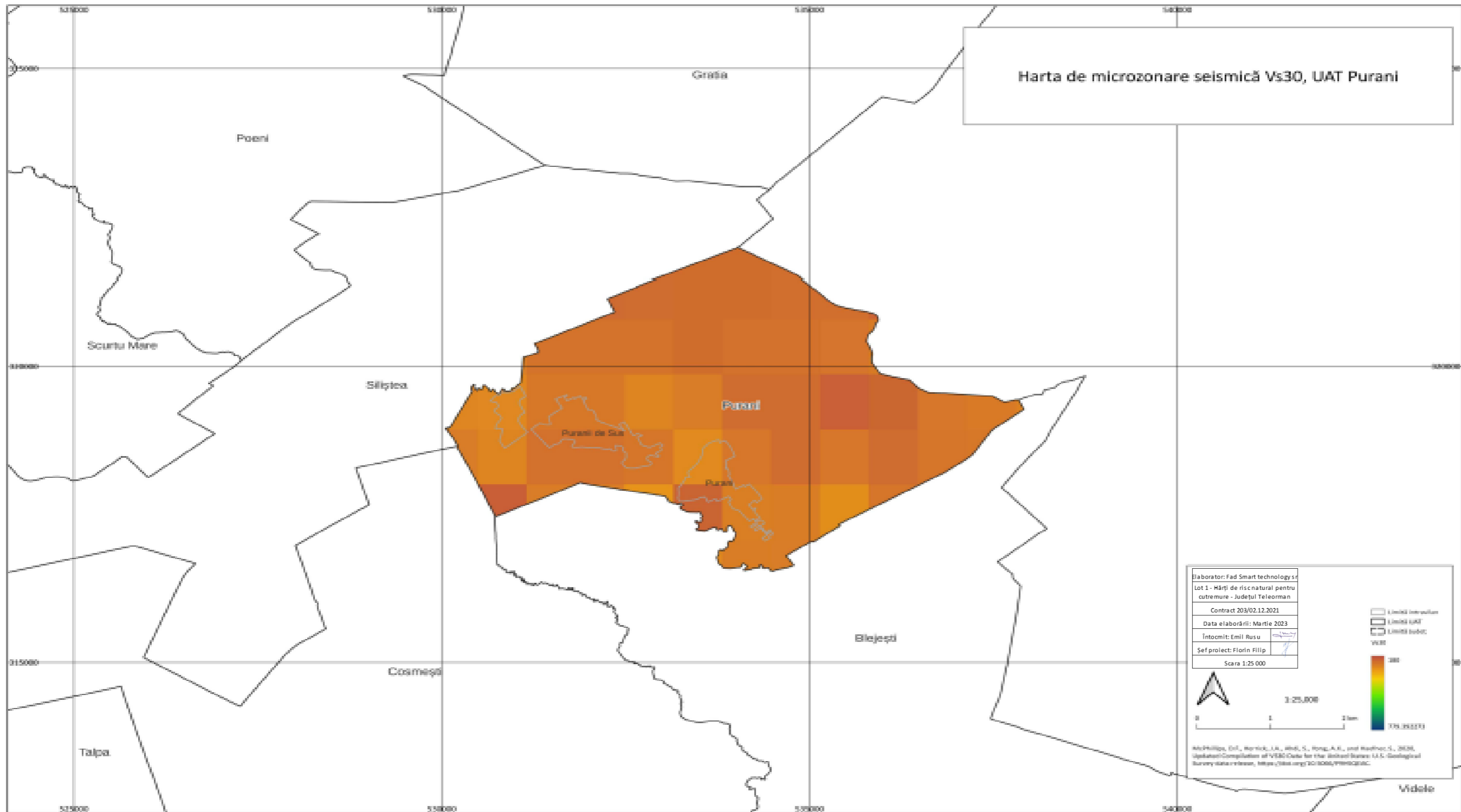


Fig. 95. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Purani

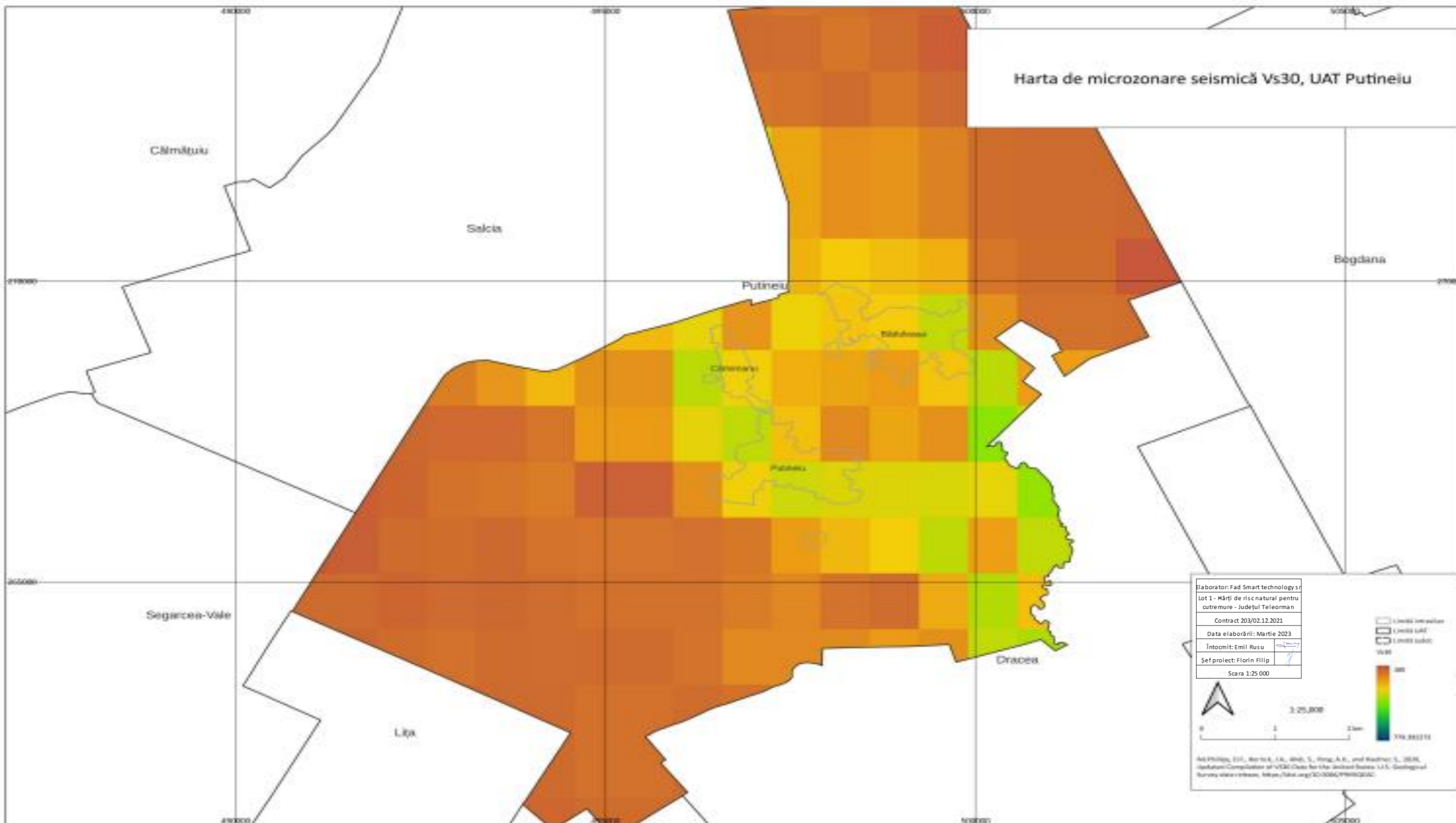


Fig. 96. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Putineiu

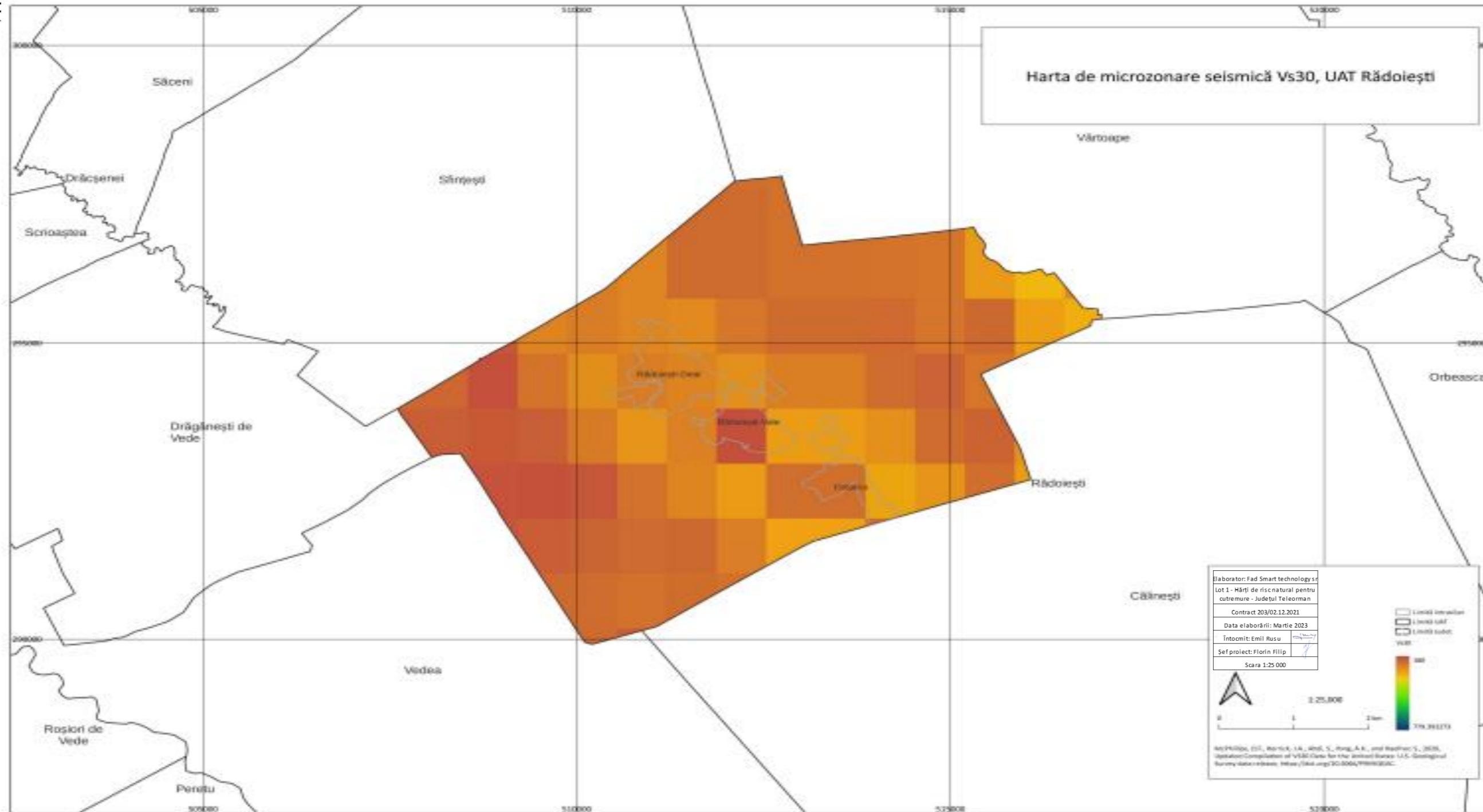


Fig. 97. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Rădoiești



Fig. 98. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Răsmirești



Fig. 99. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Săceni

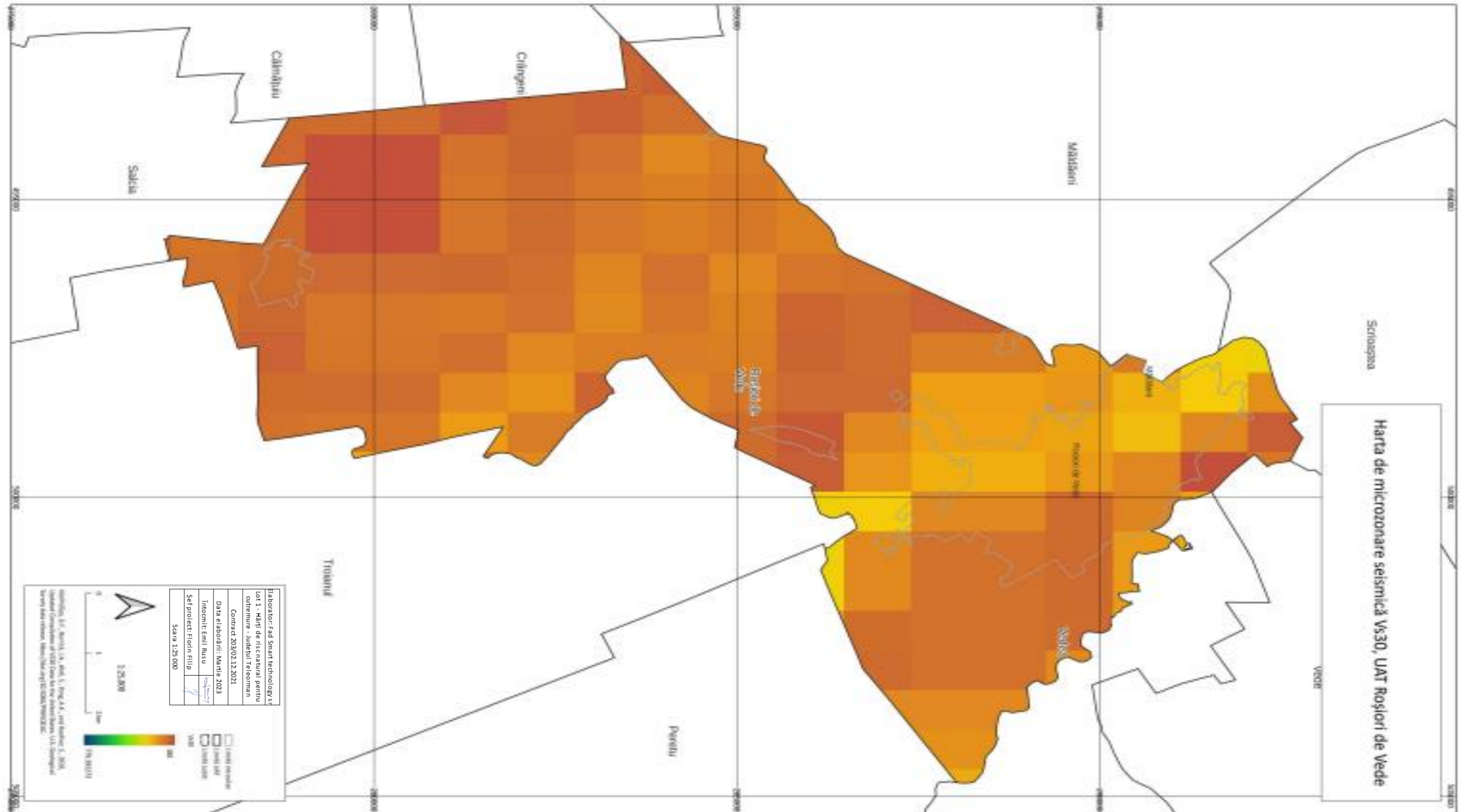


Fig. 100. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Roșiori de Vede

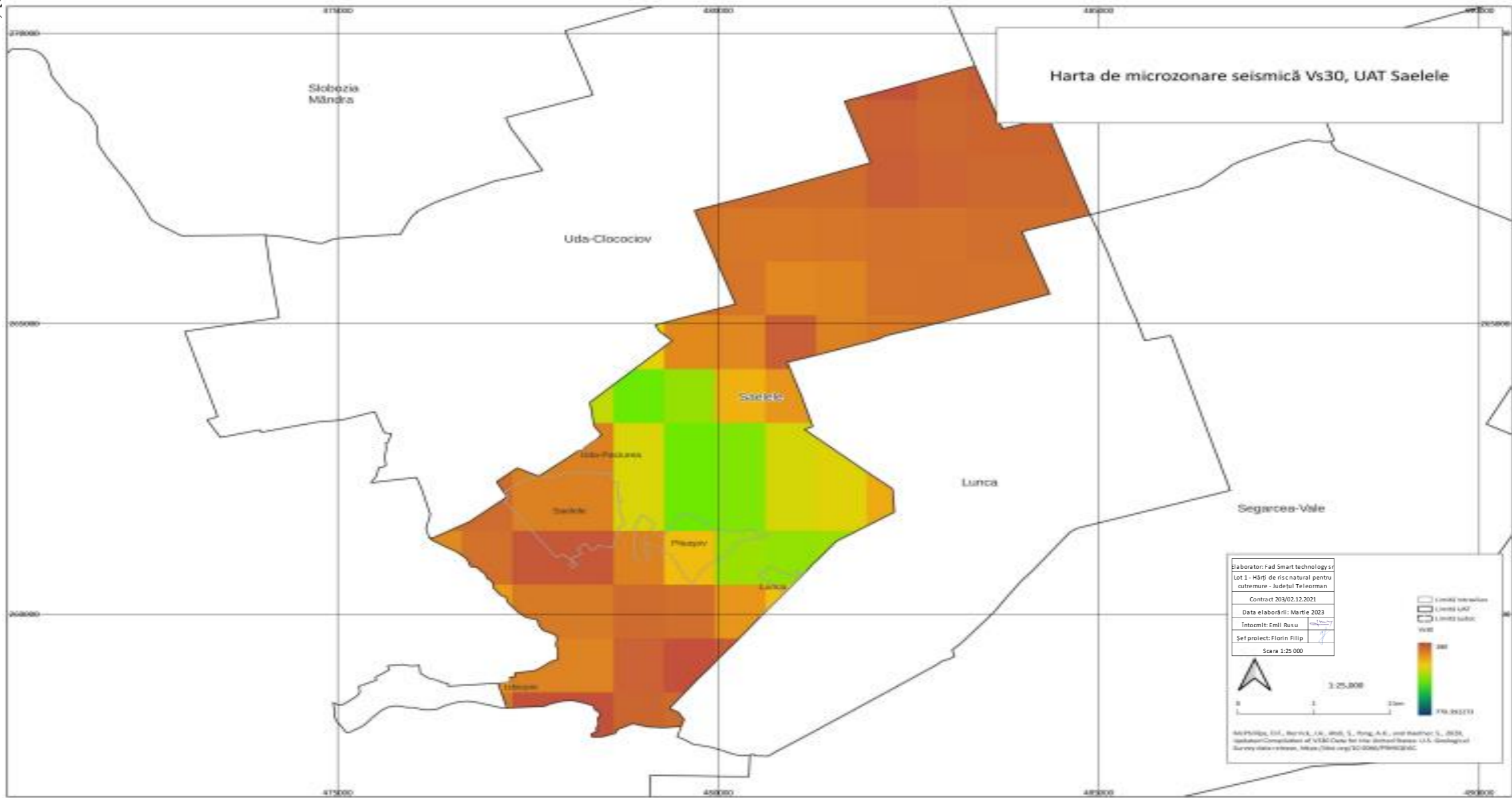


Fig. 101. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Saelele

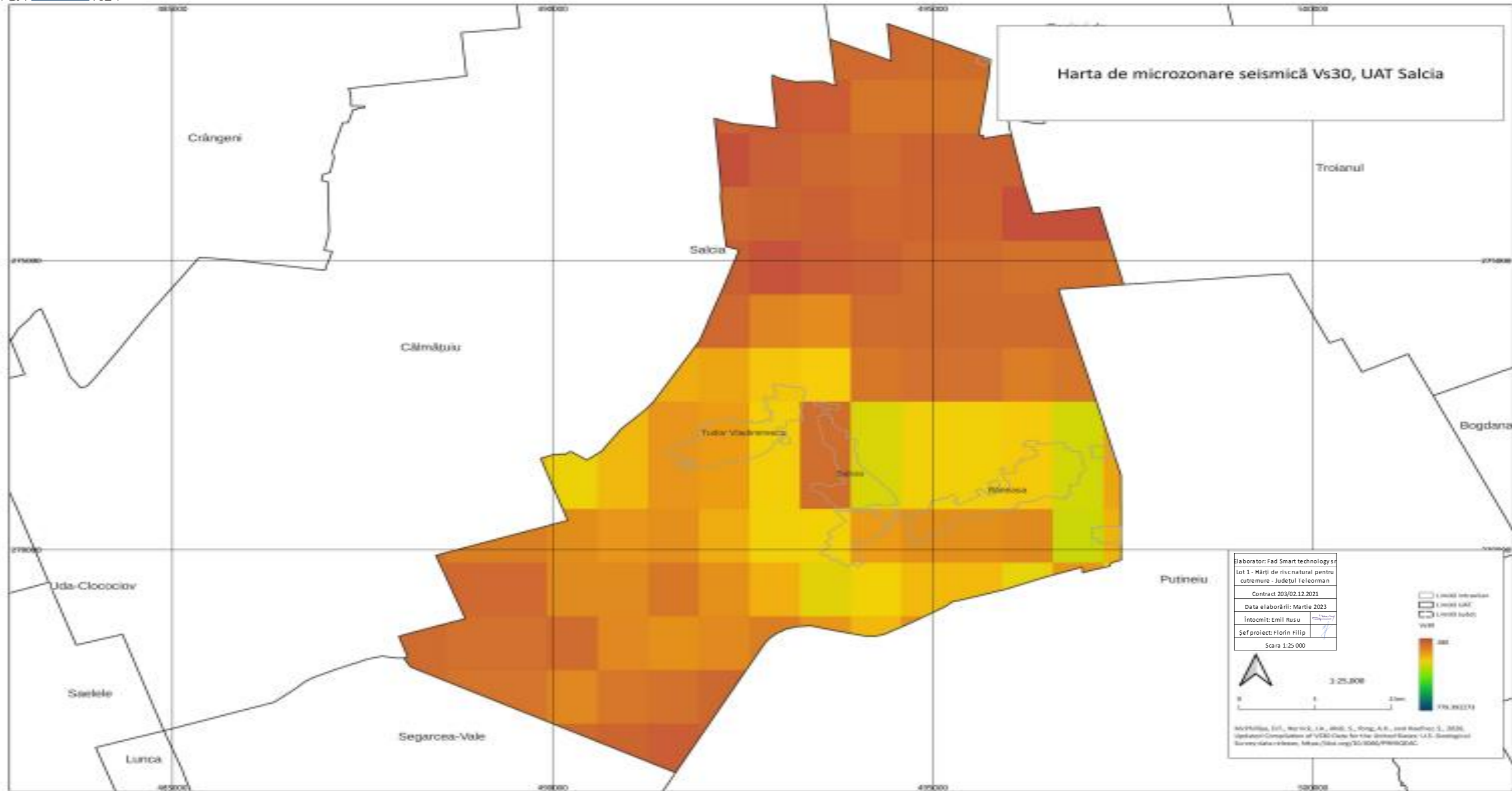


Fig. 102. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Salcia



Fig. 103. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Sârbeni

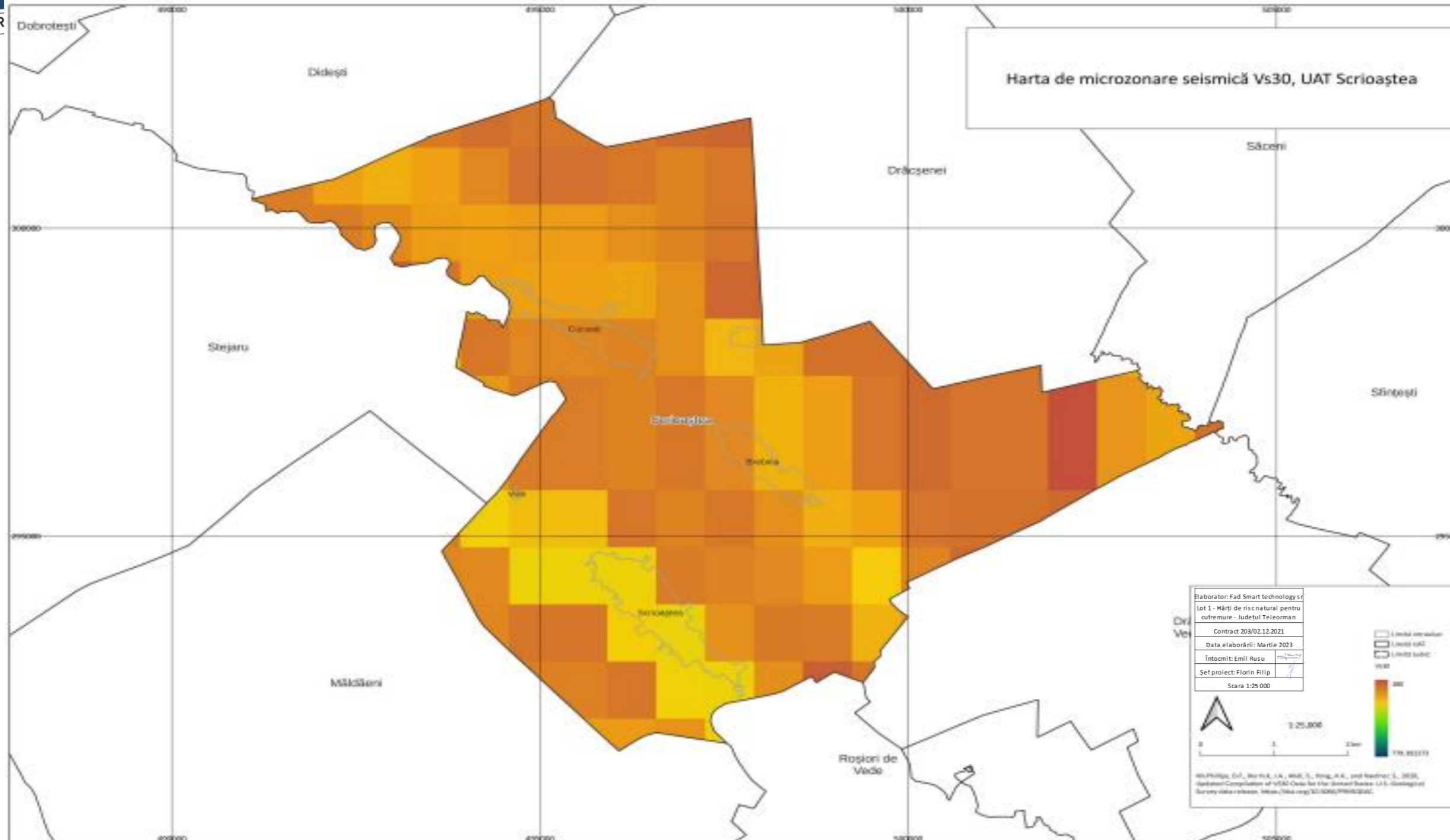


Fig. 104. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UA4 Scrioaștea

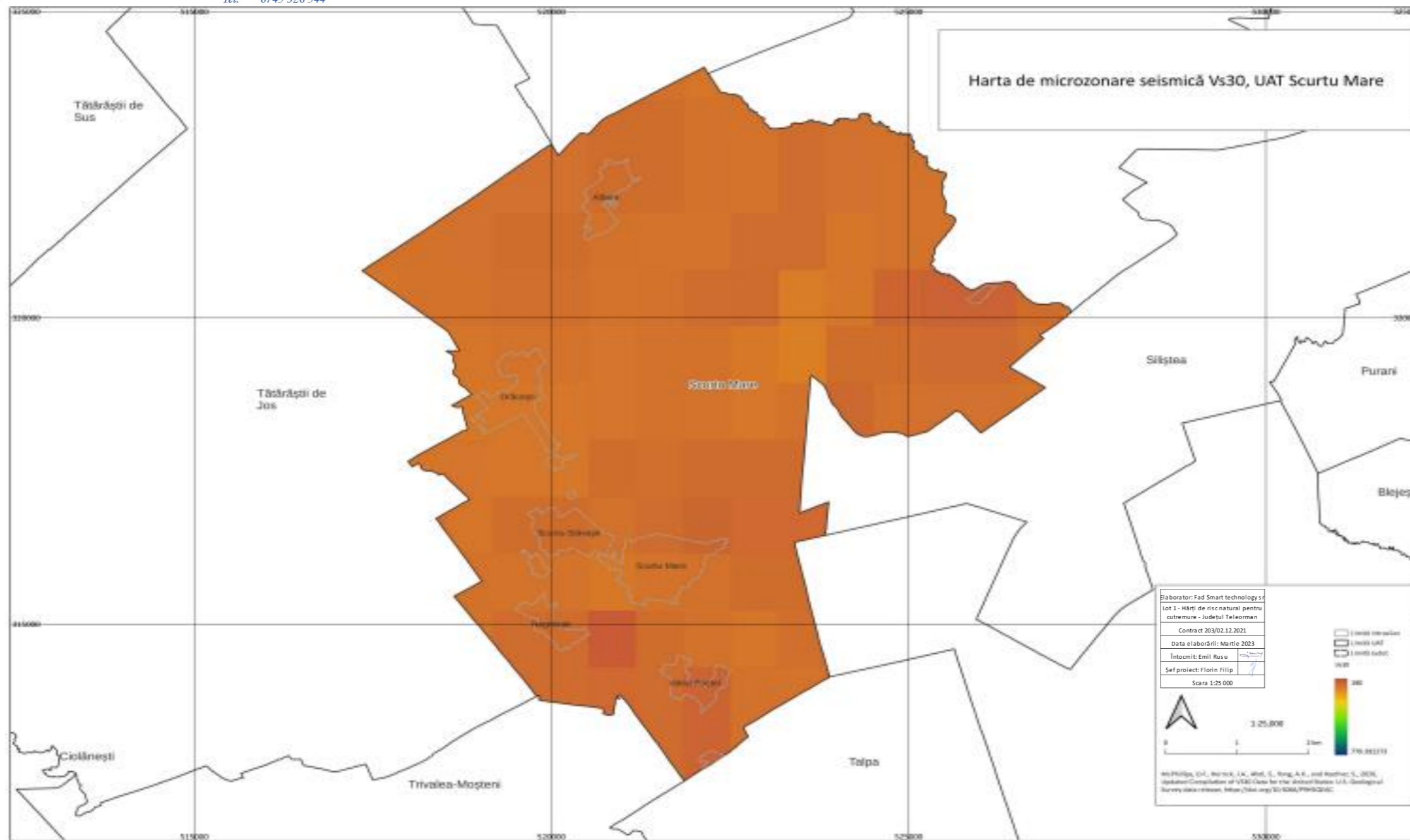


Fig. 105. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Scurtu Mare

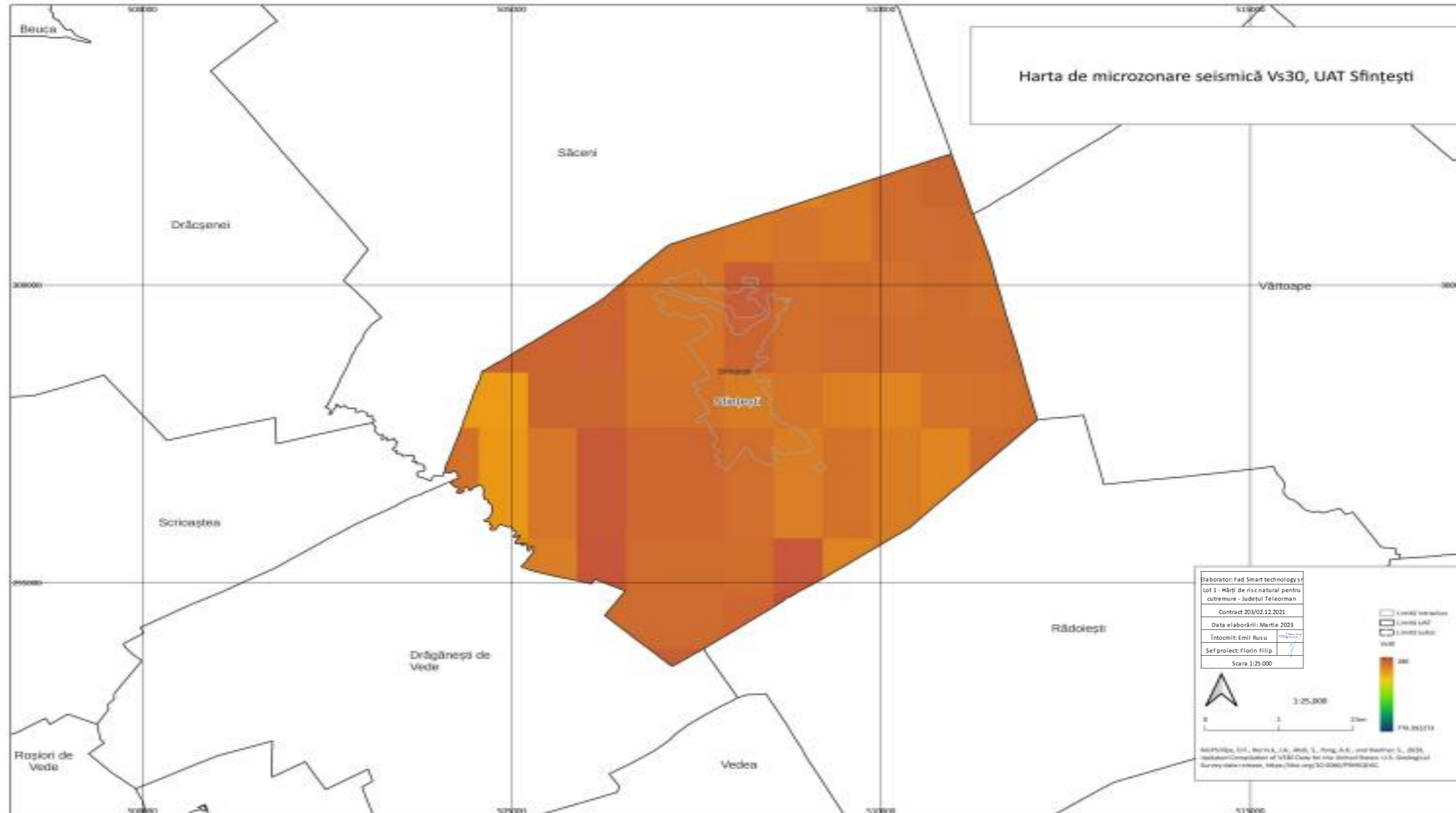


Fig. 106. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Sfintești

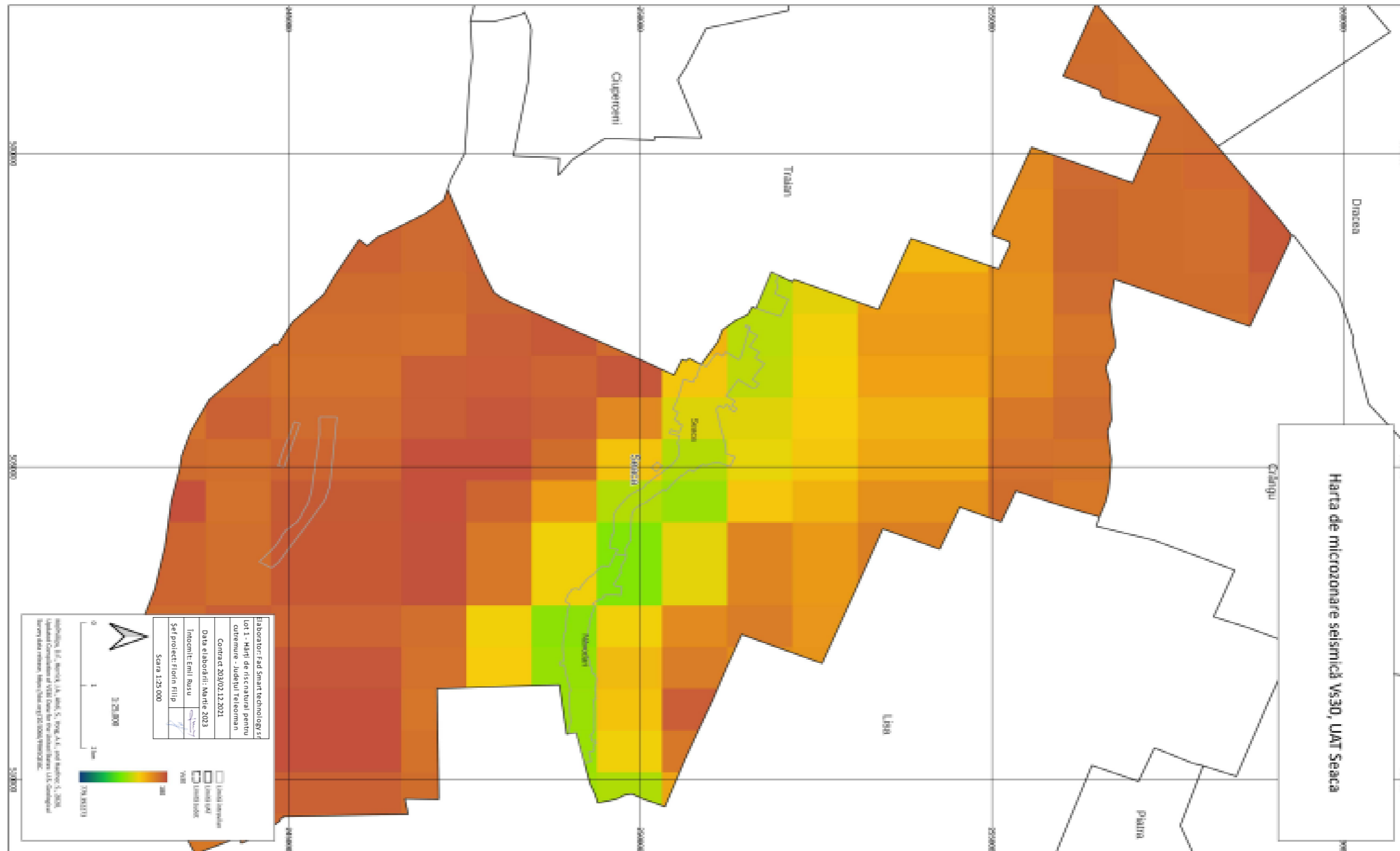


Fig. 107. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Seaca

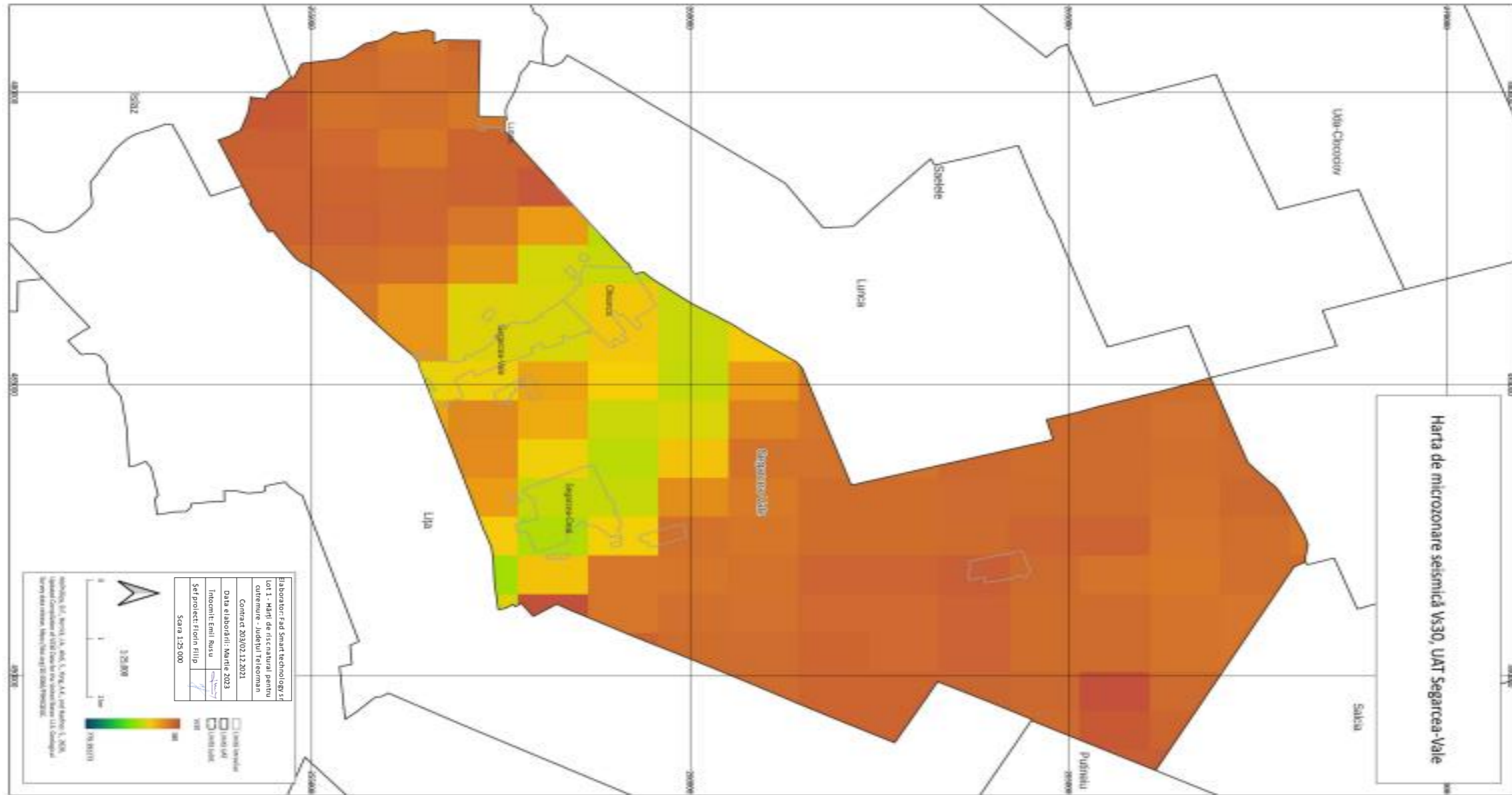


Fig. 108. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Segarcea Vale

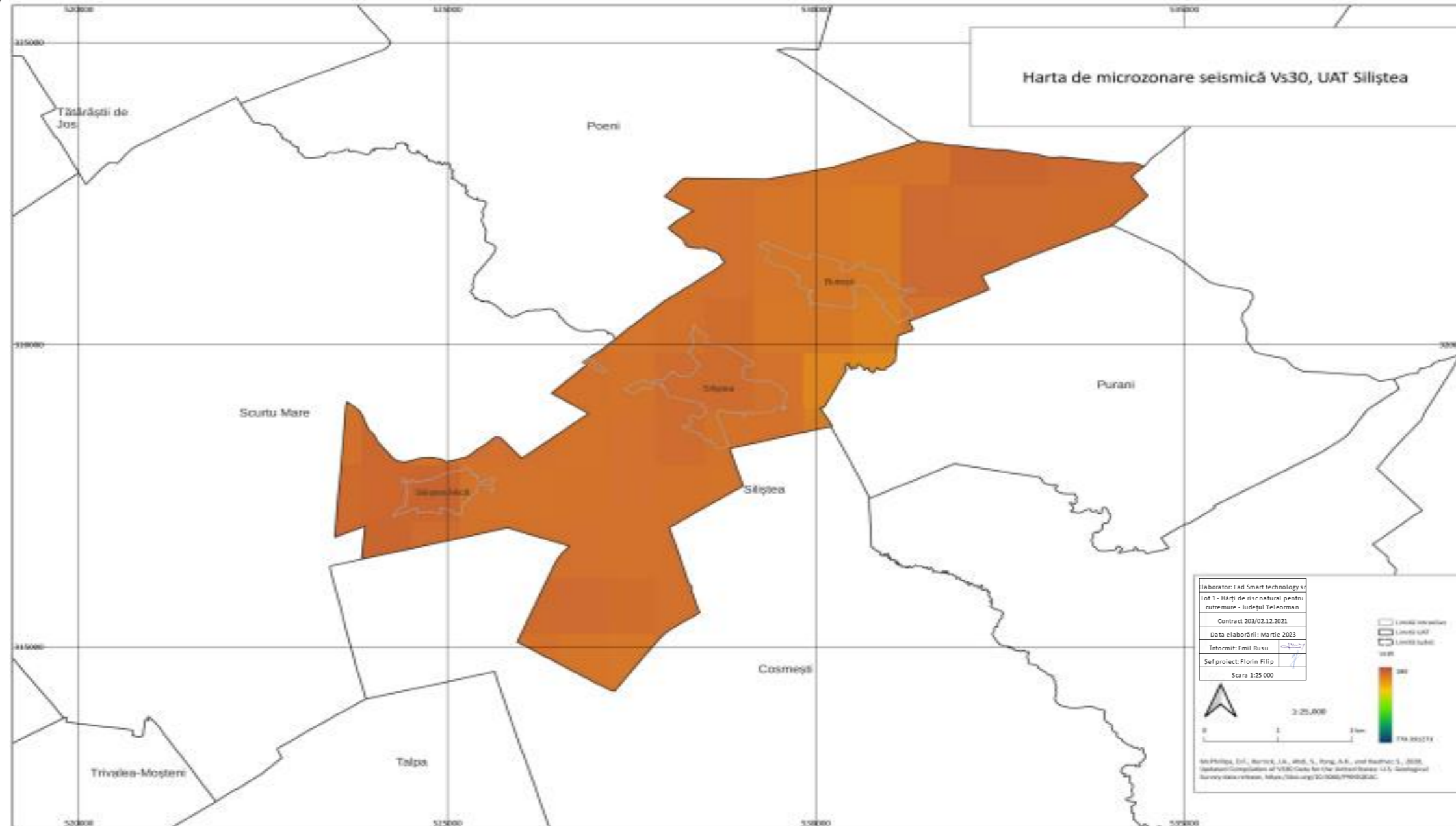


Fig. 109. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Siliștea

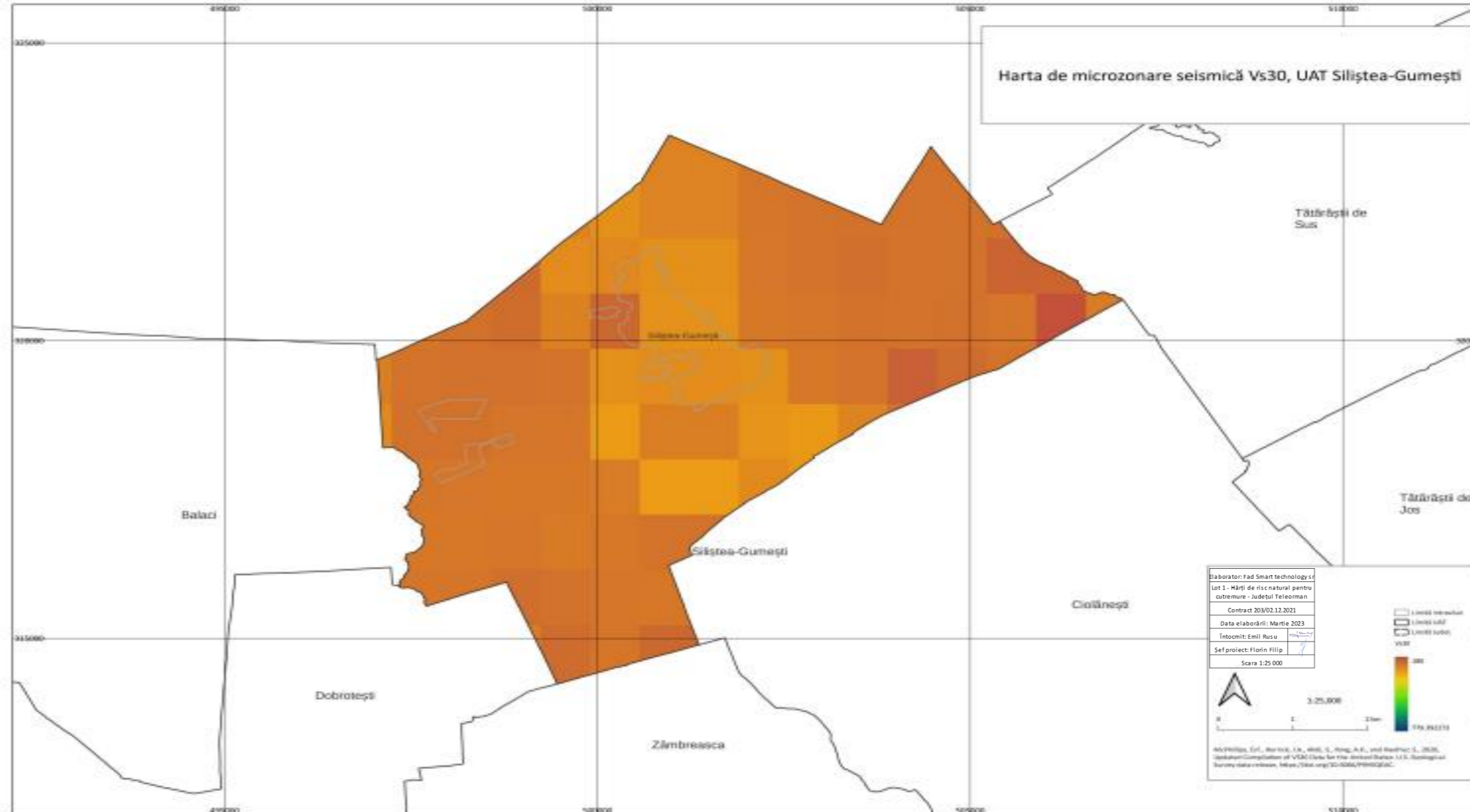


Fig. 110. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Siliștea Glumestii

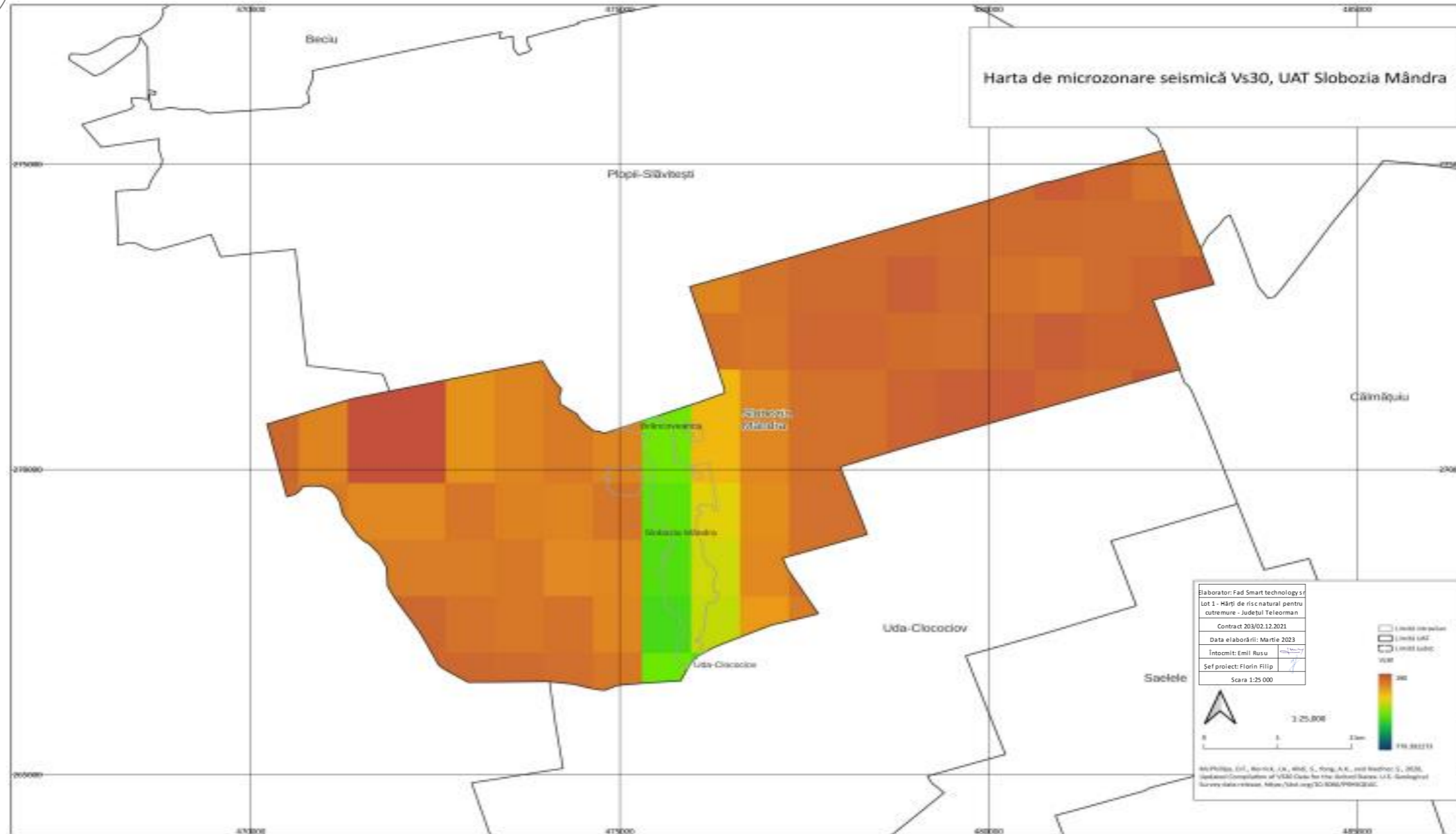


Fig. 111. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Slobozia Mândra

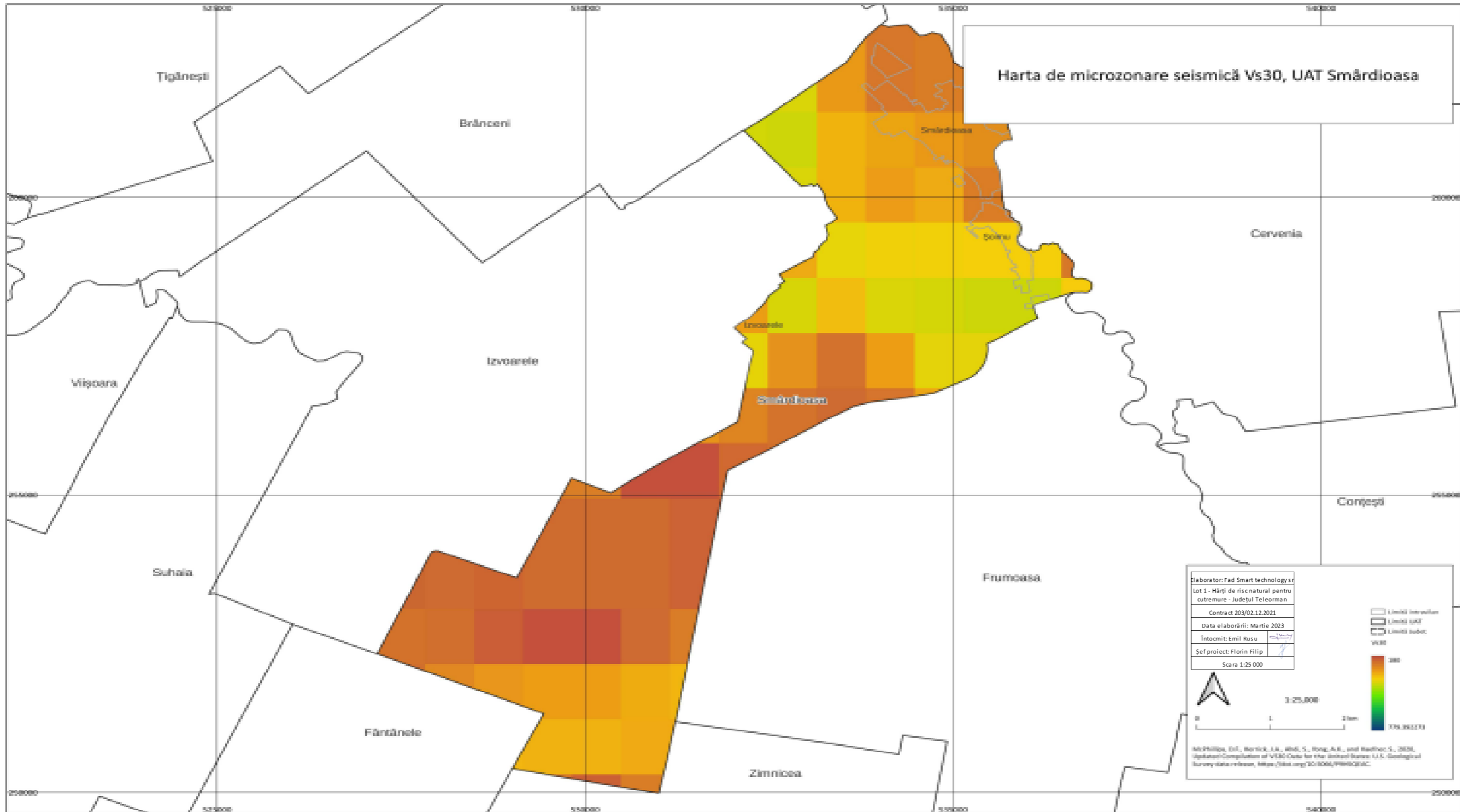


Fig. 112. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Smârdioasa



Fig. 113. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Stejaru

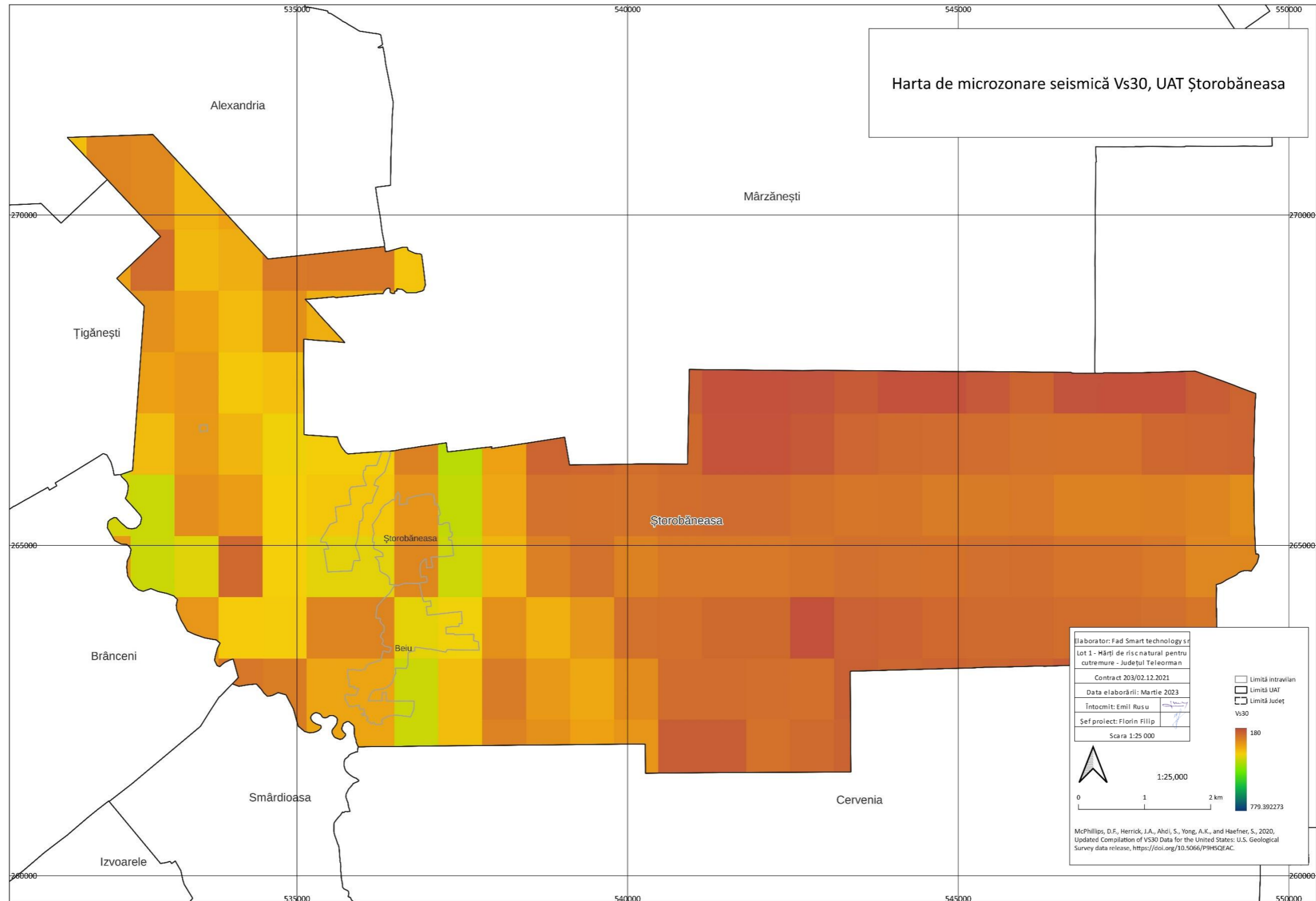


Fig. 114. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Ștorobăneasa



Fig. 115. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Suhaia

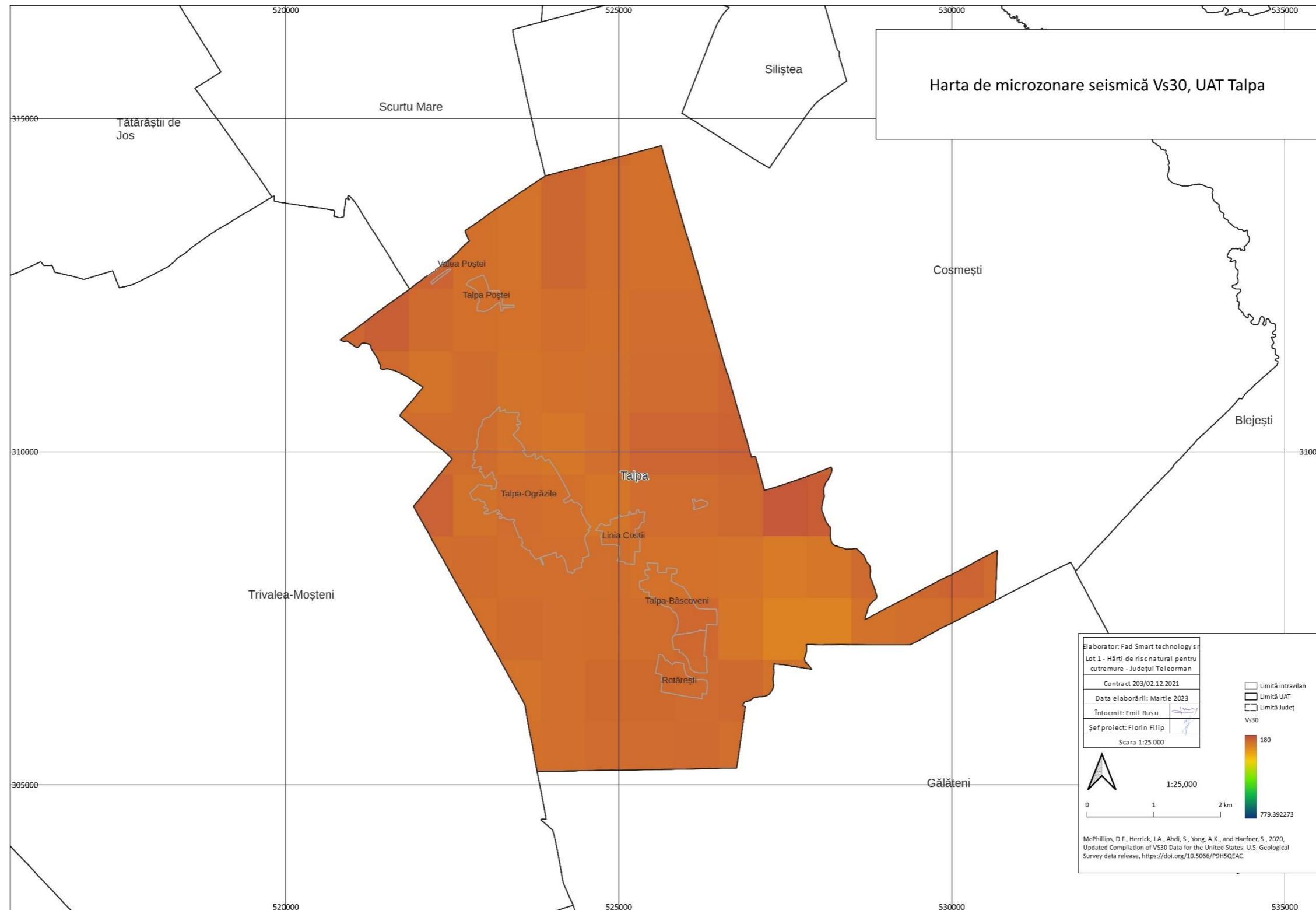


Fig. 116. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Talpa

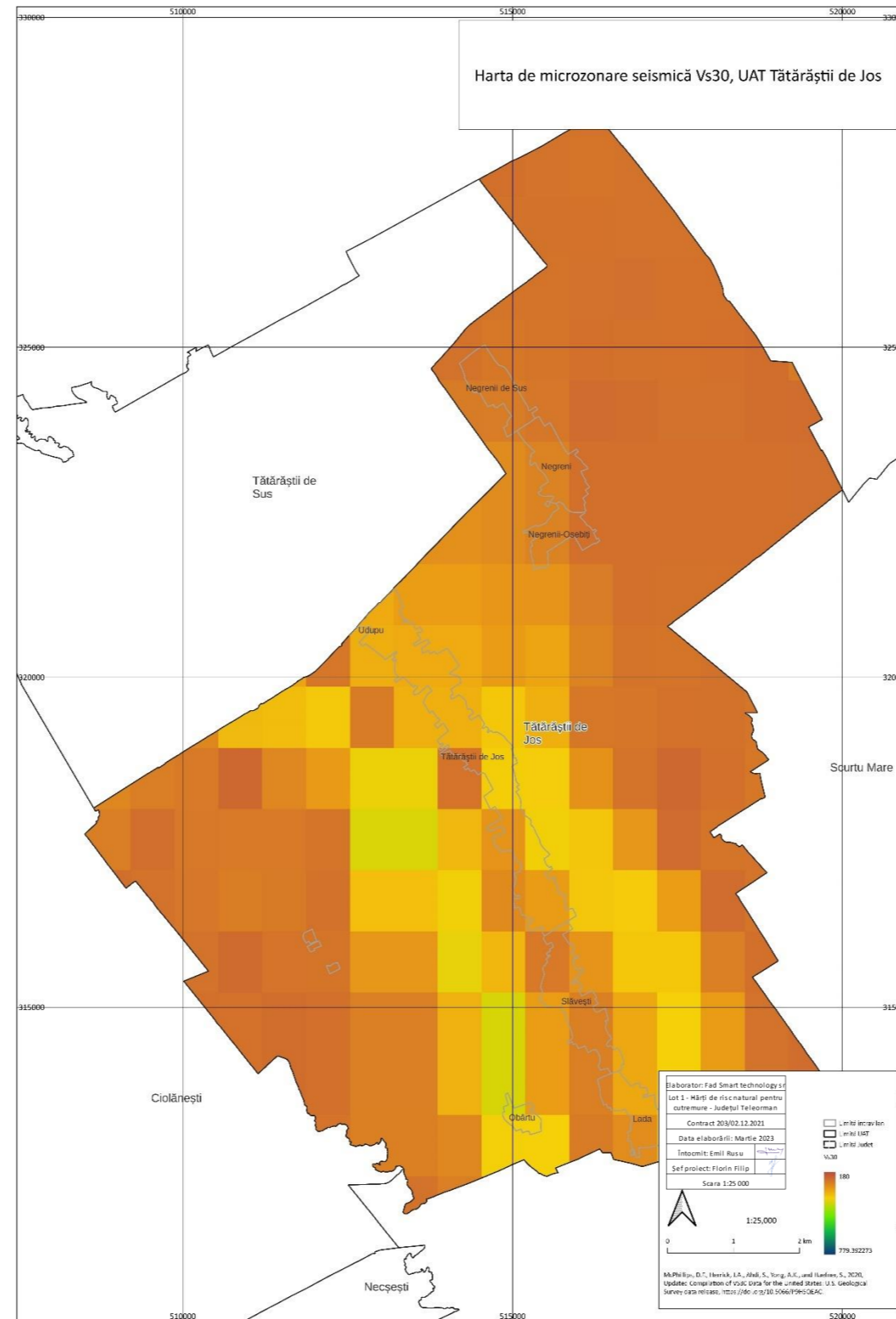


Fig. 117. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Tătăraștii de Jos

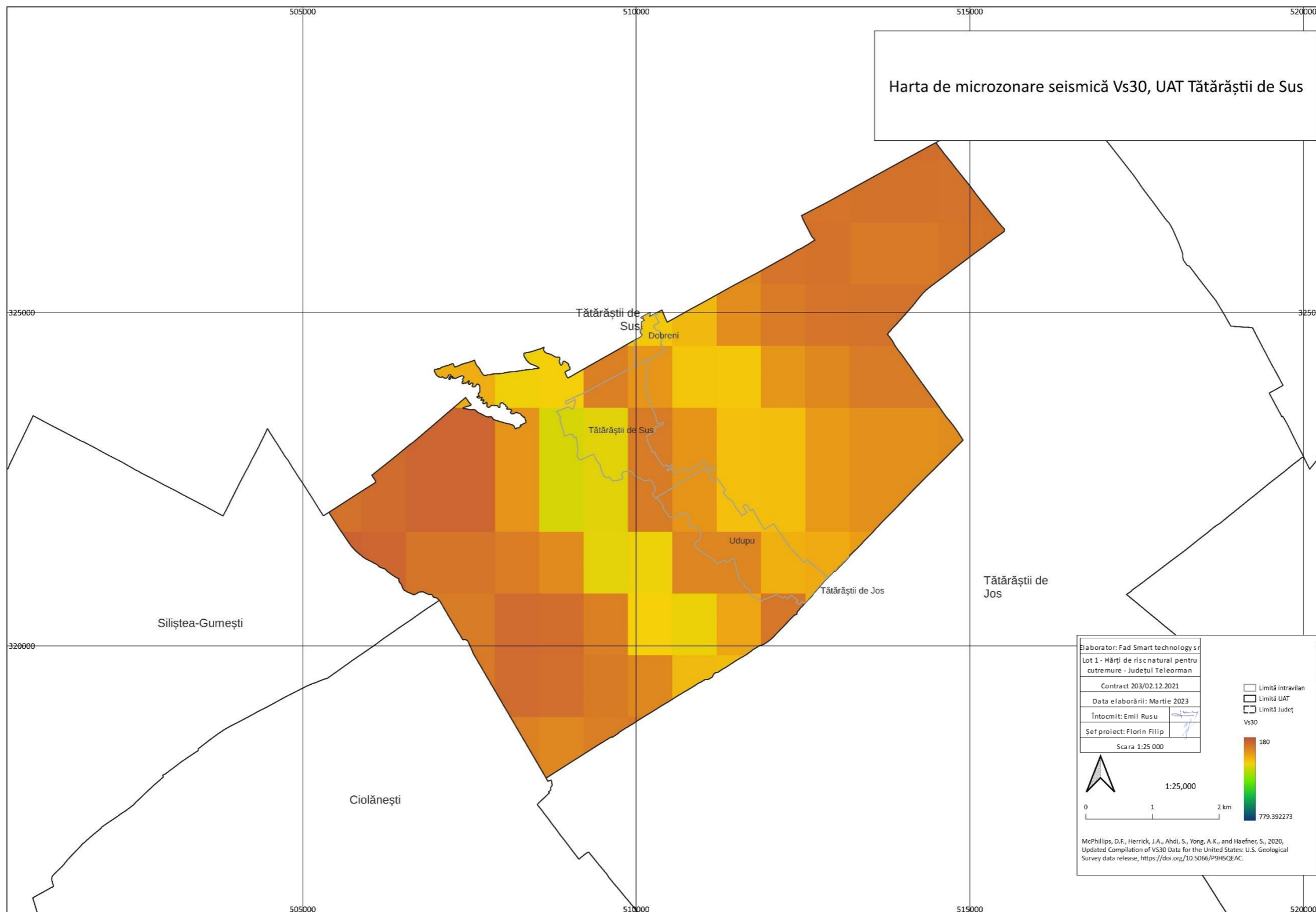


Fig. 118. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Tătăraștii de Sus

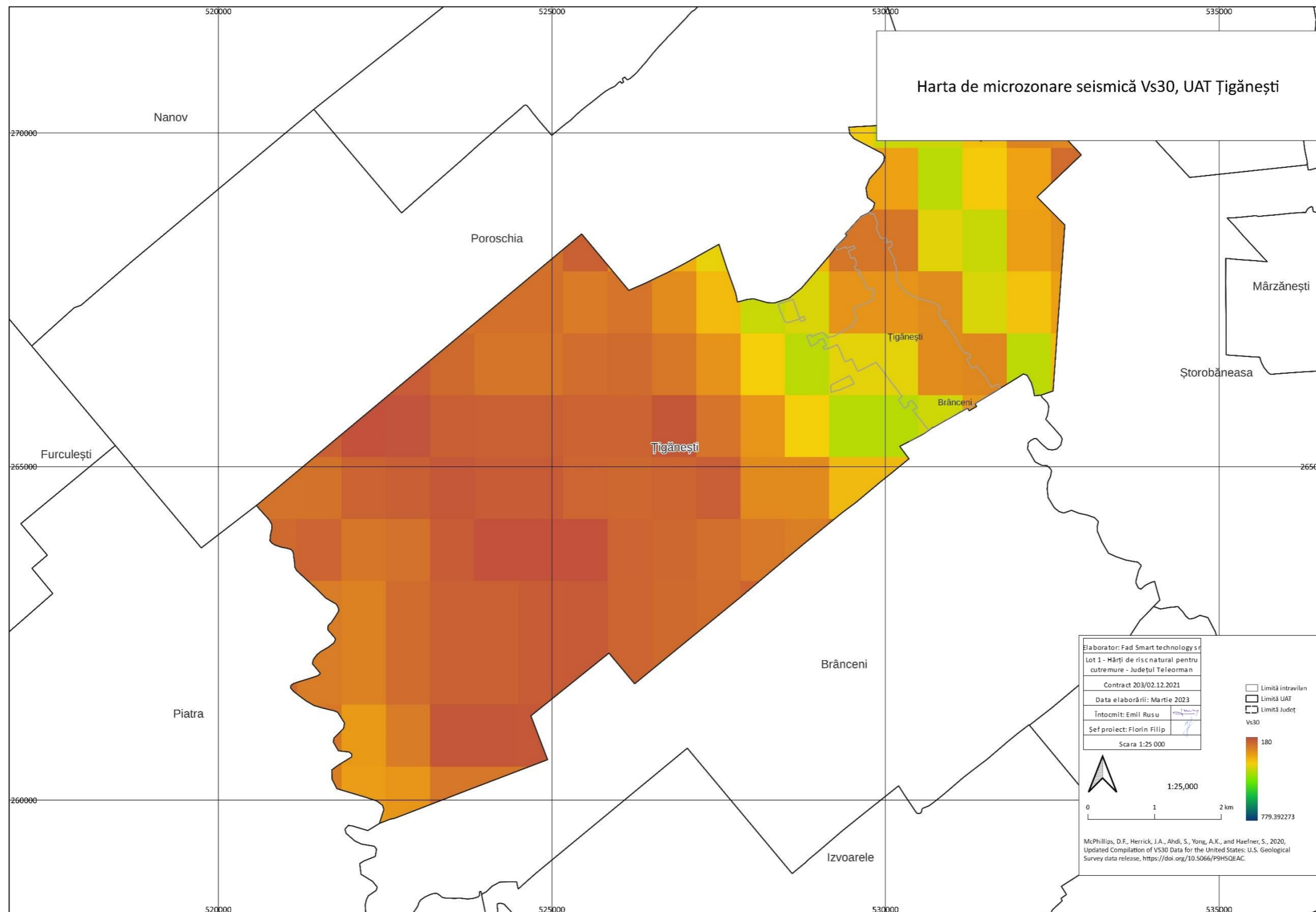


Fig. 119. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Țigănești

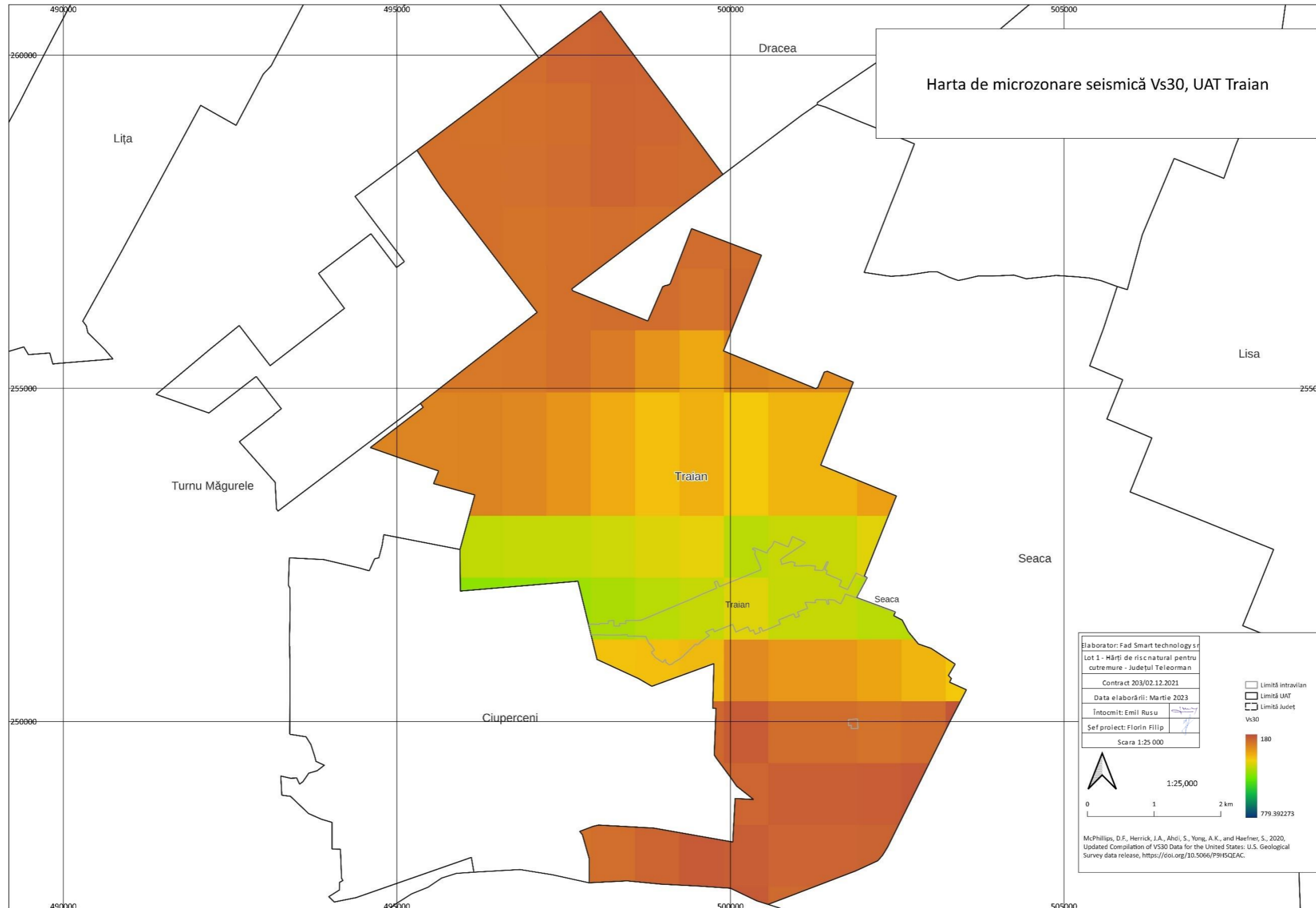


Fig. 120. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Traian

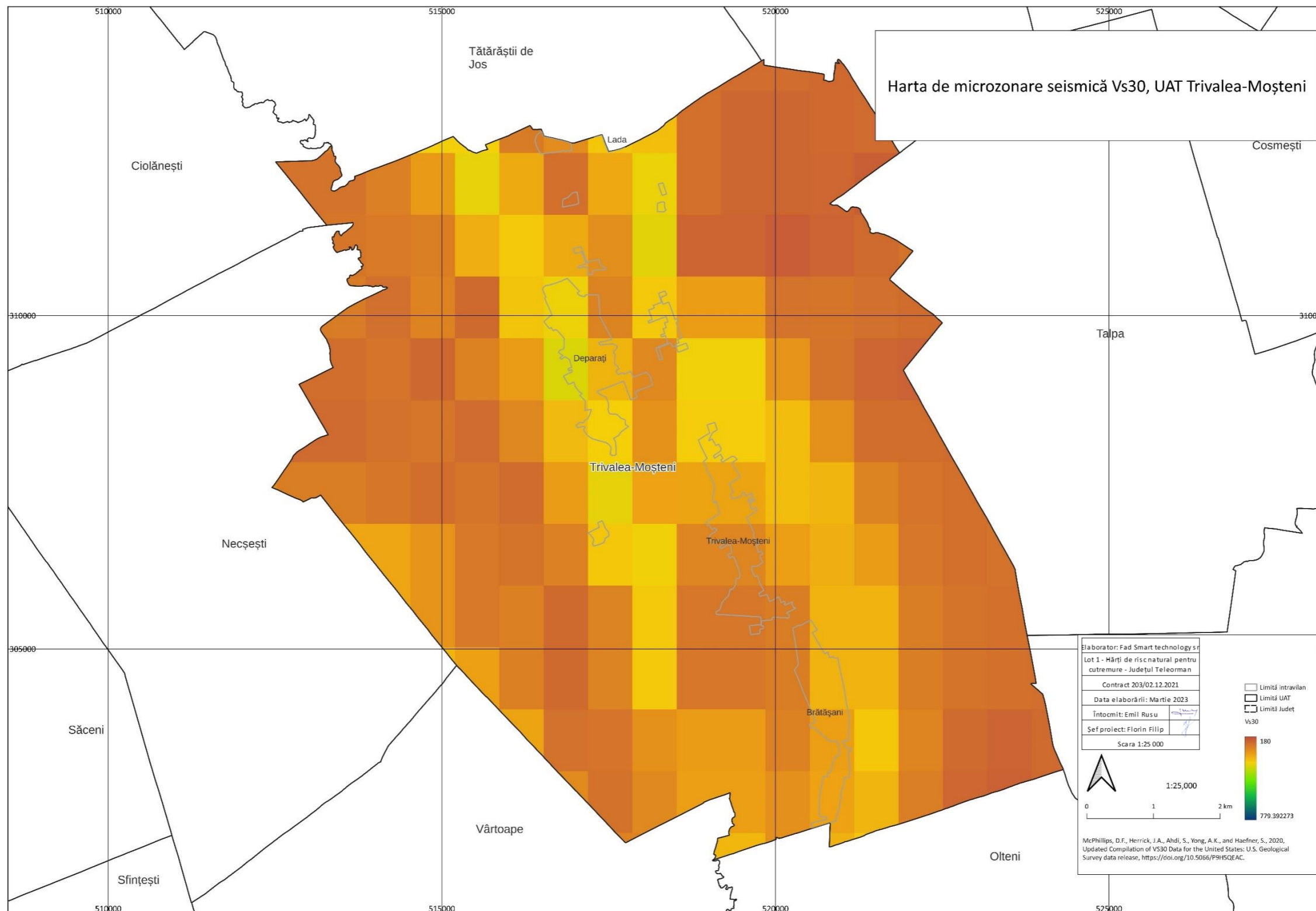


Fig. 121. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Trivalea-Moșteni

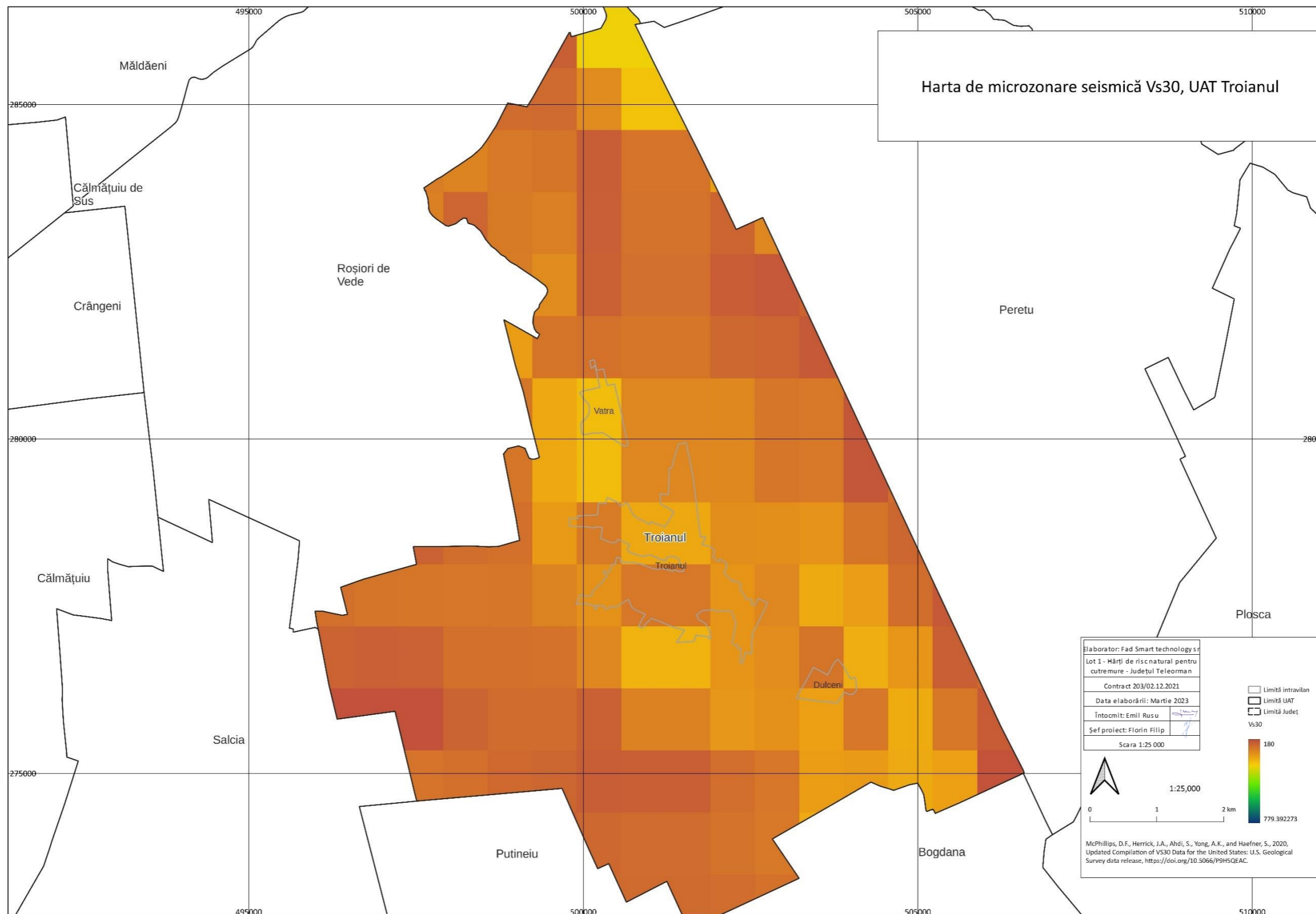


Fig. 122. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Troianul

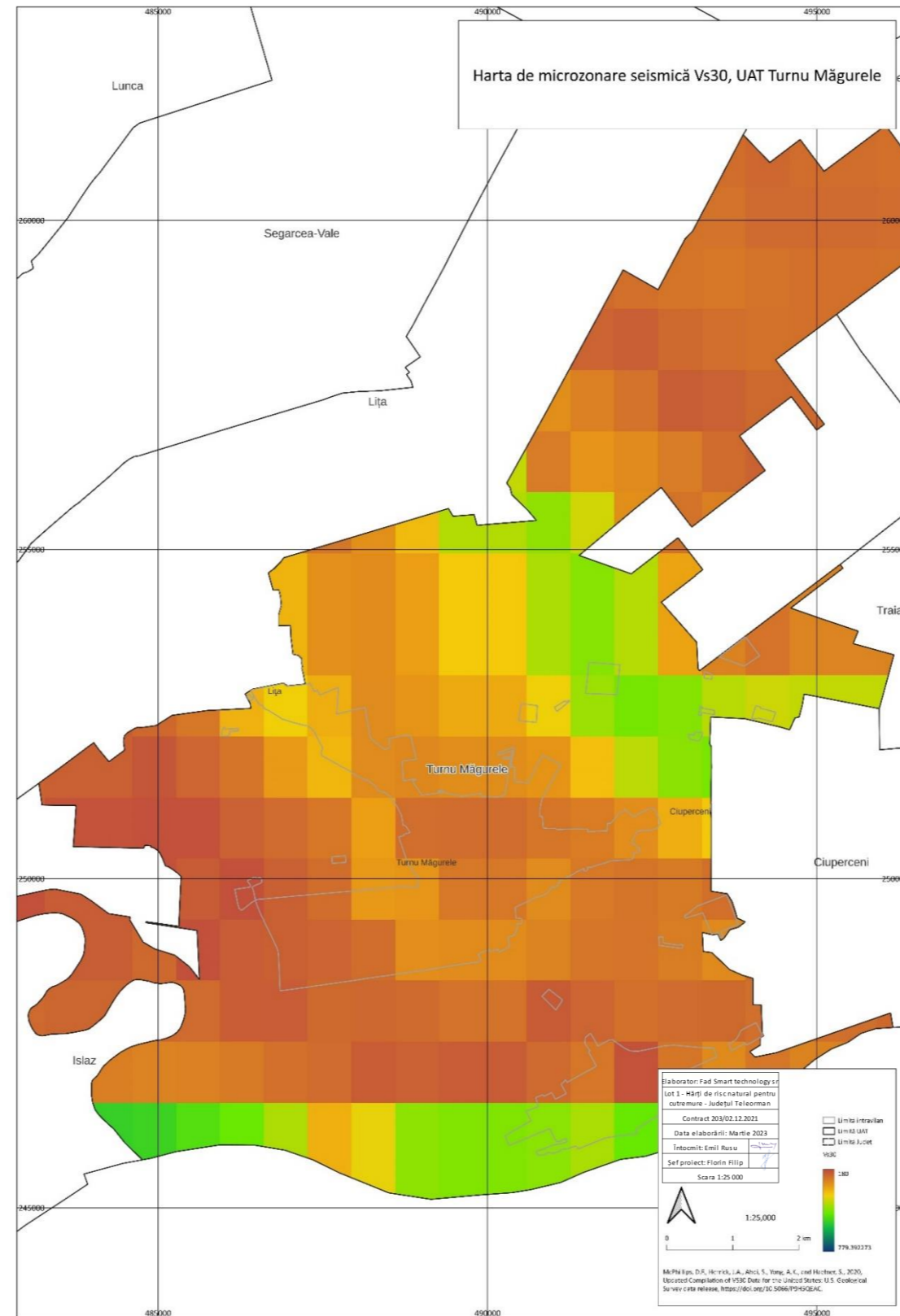


Fig. 123. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Turnu Măgurele

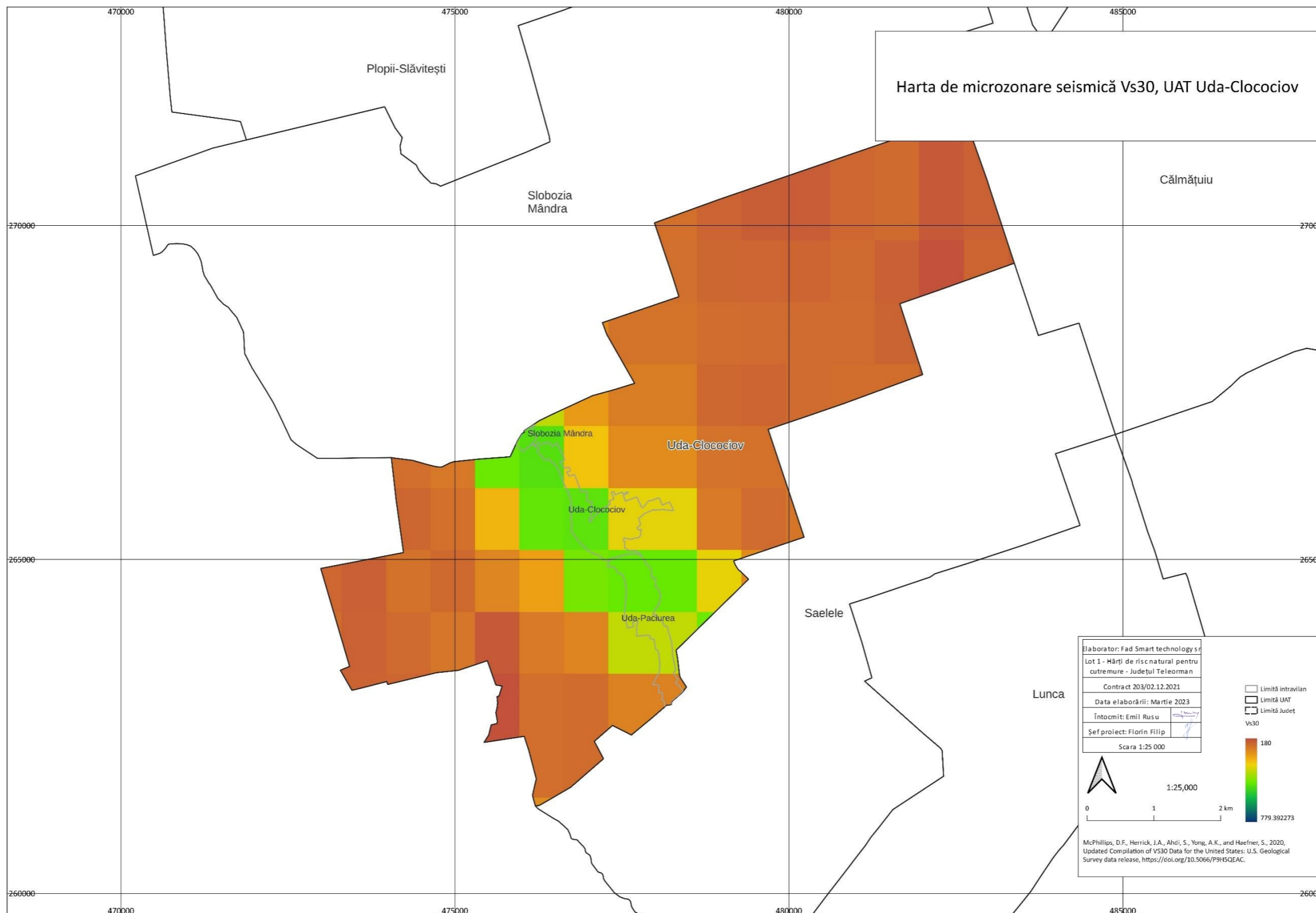


Fig. 124. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Uda-Clocociov



Fig. 125. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Vârtoape

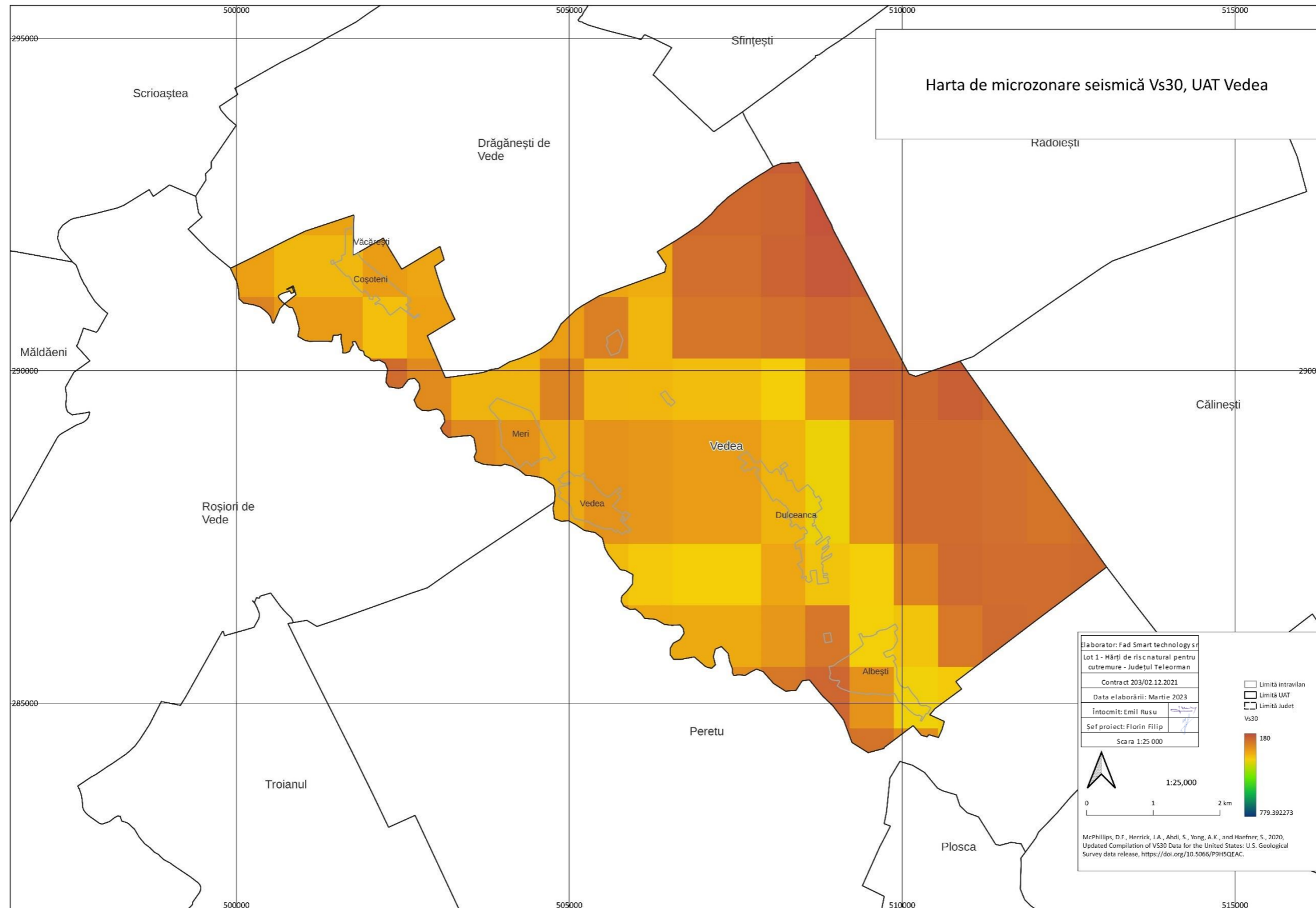


Fig. 126. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Vede

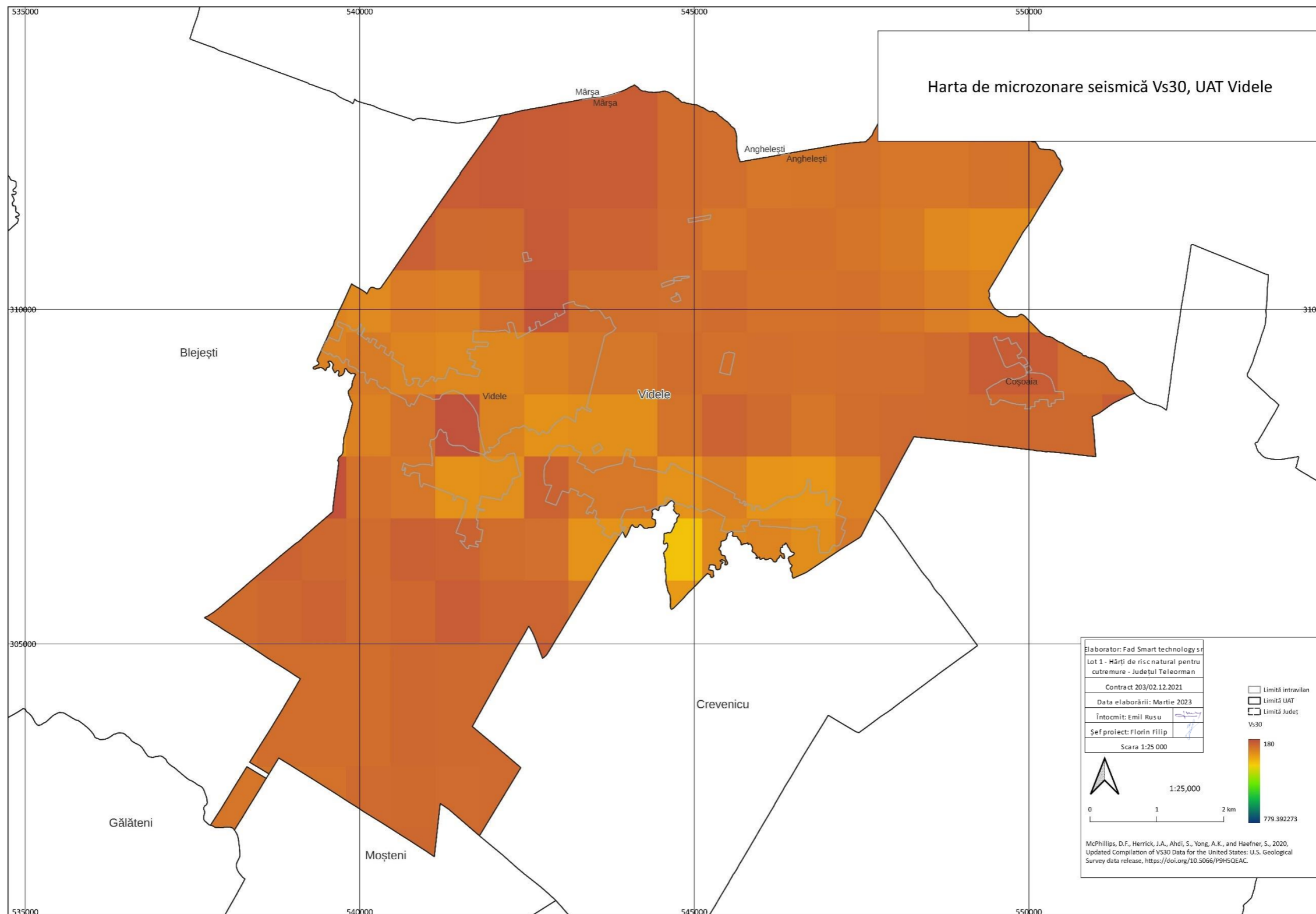


Fig. 127. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Videle

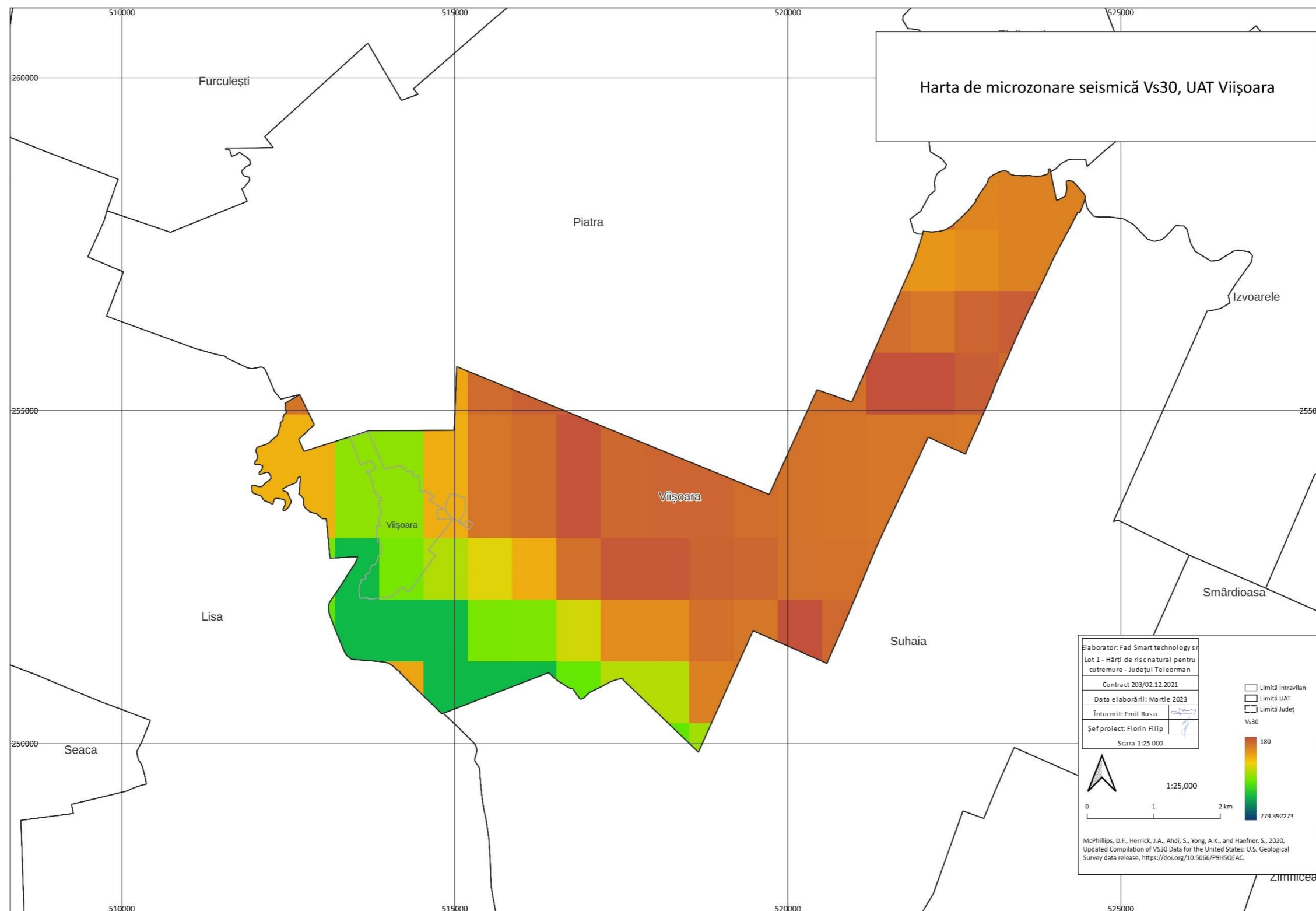


Fig. 128. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Vișoara

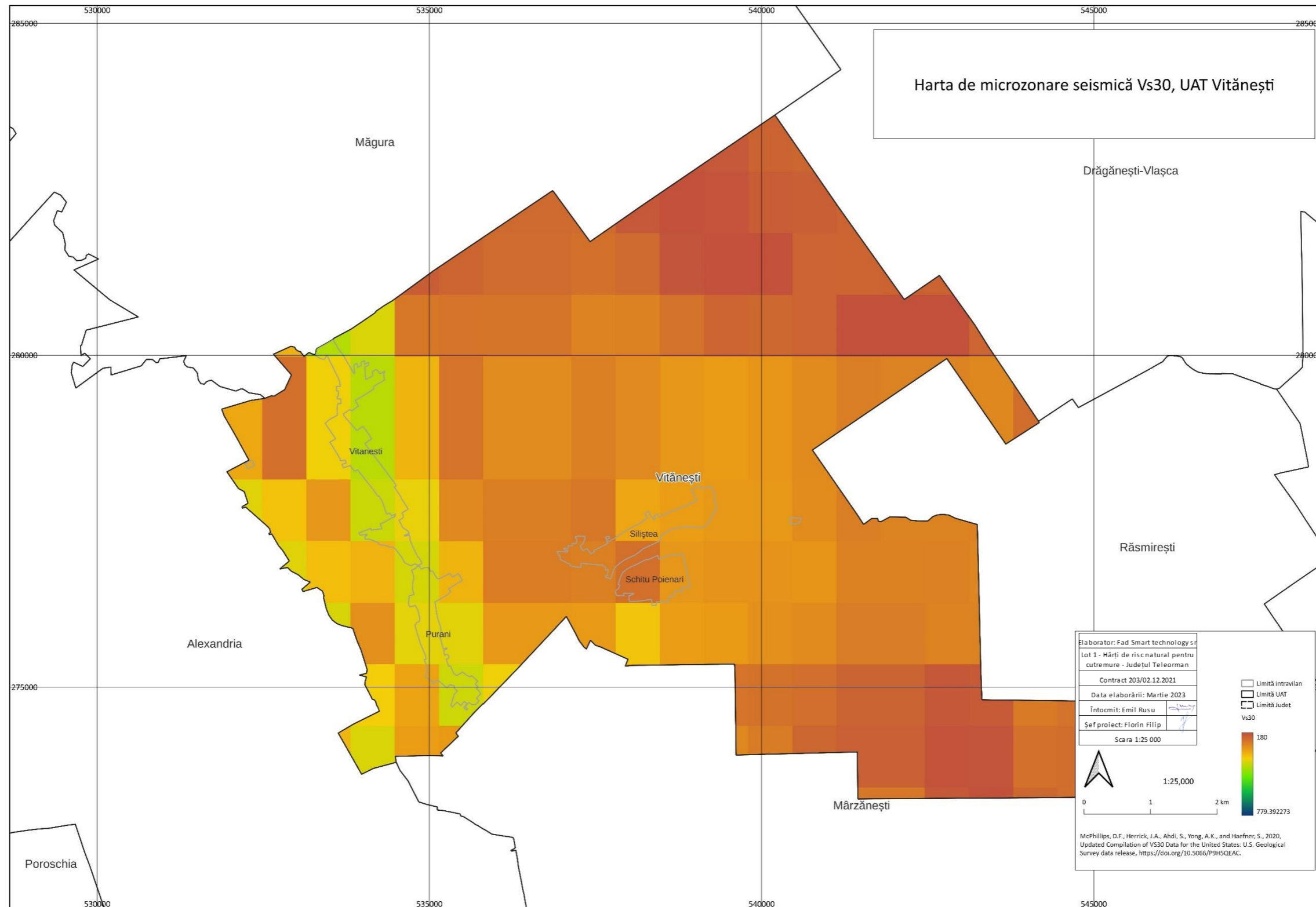


Fig. 129. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Vitănești

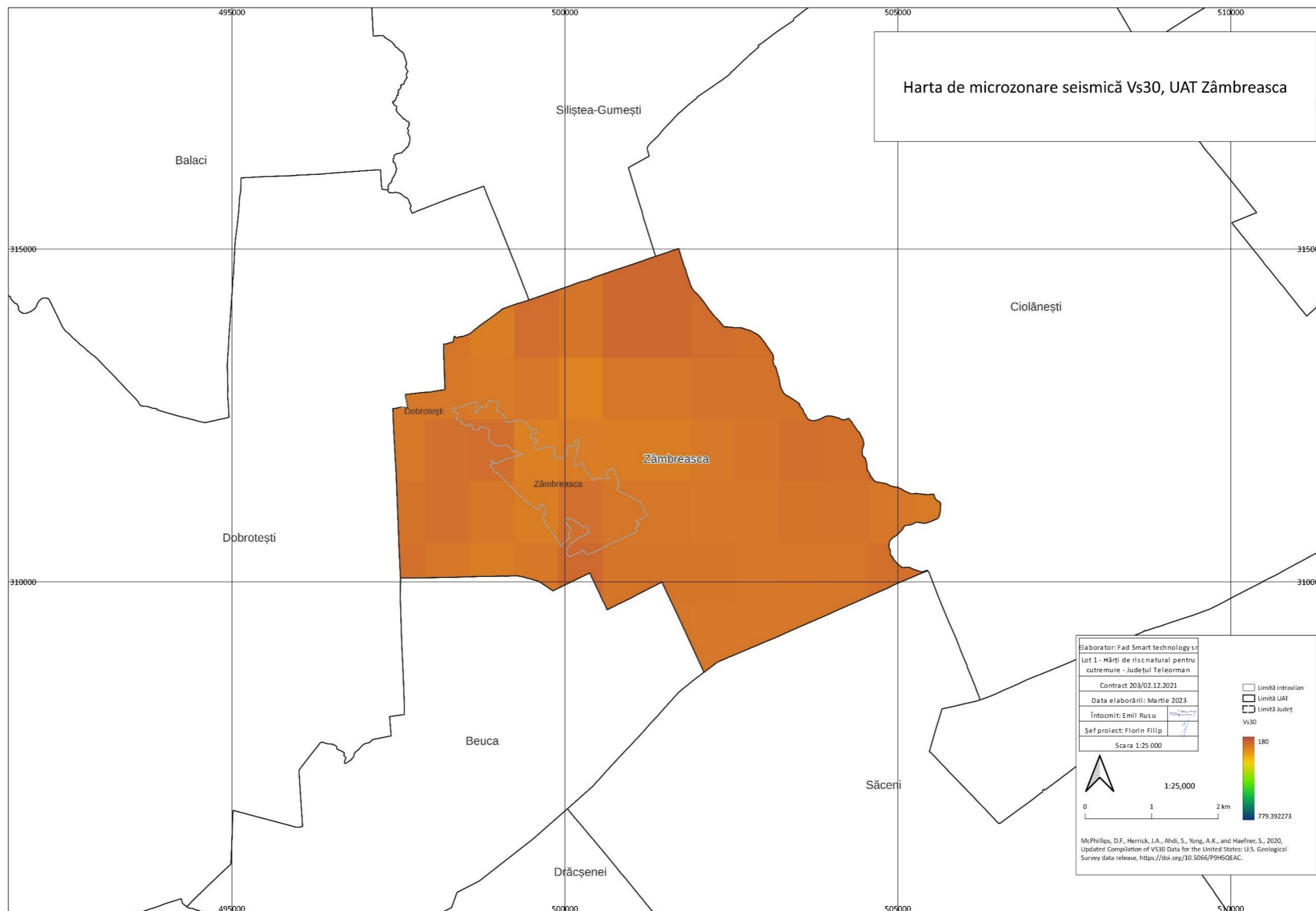


Fig. 130. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Zâmbreasca

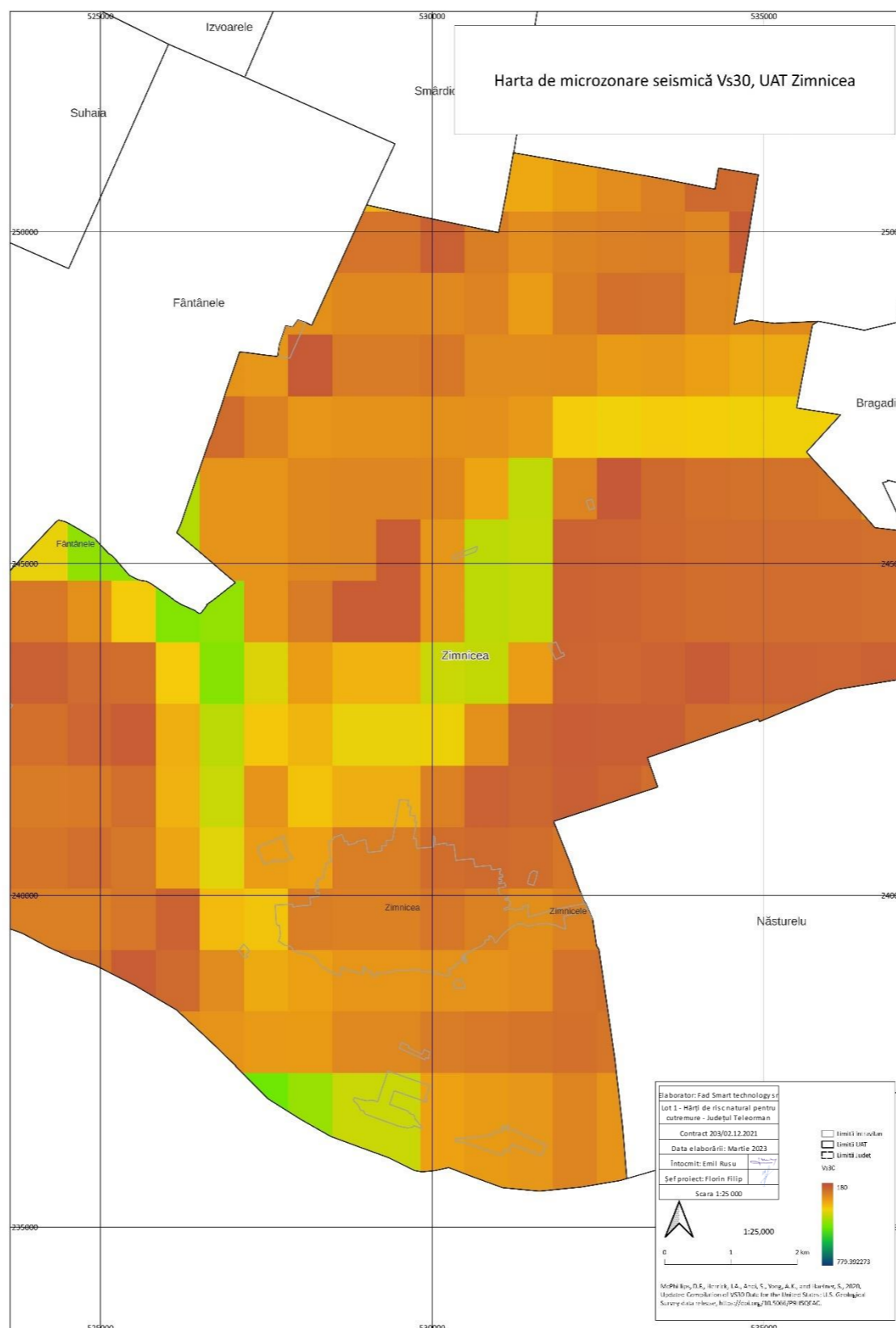


Fig. 131. Harta de microzonare seismică Vs30 pentru UAT Zimnicea

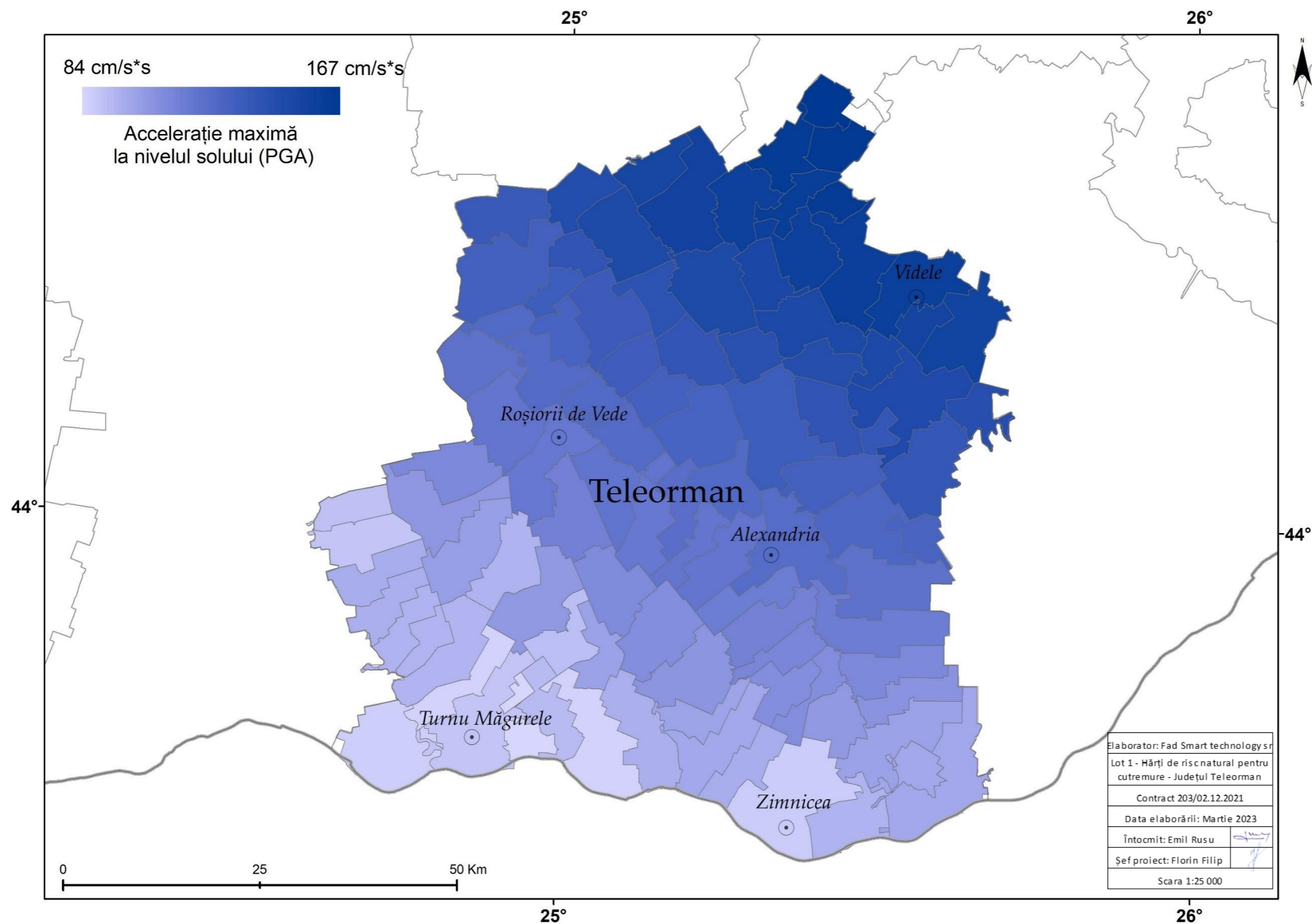


Fig. 130. Distribuția accelerațiilor maxime orizontale estimate pentru scenariul VR1000

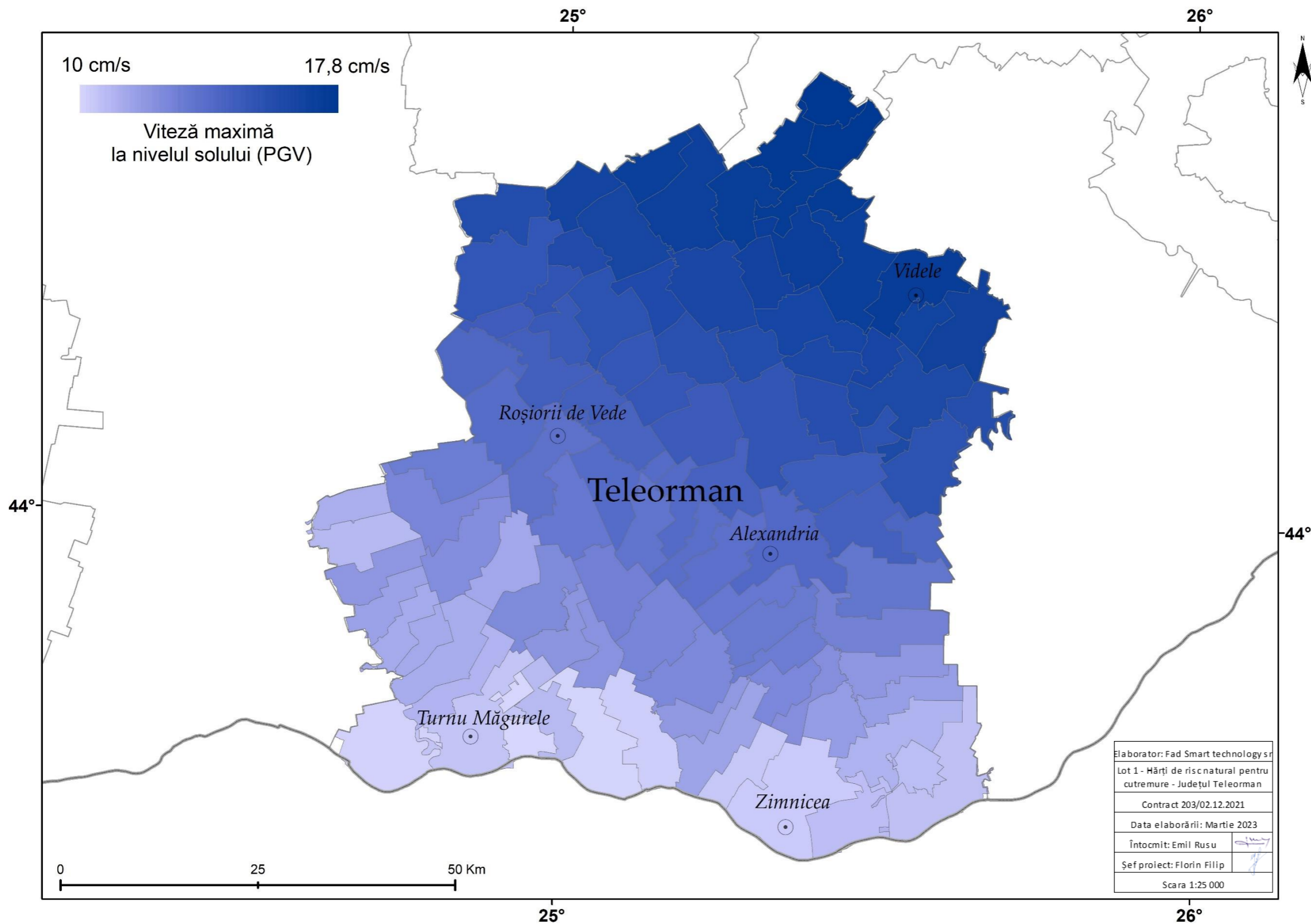


Fig. 131. Distribuția vitezelor maxime orizontale estimate pentru scenariul VR1000

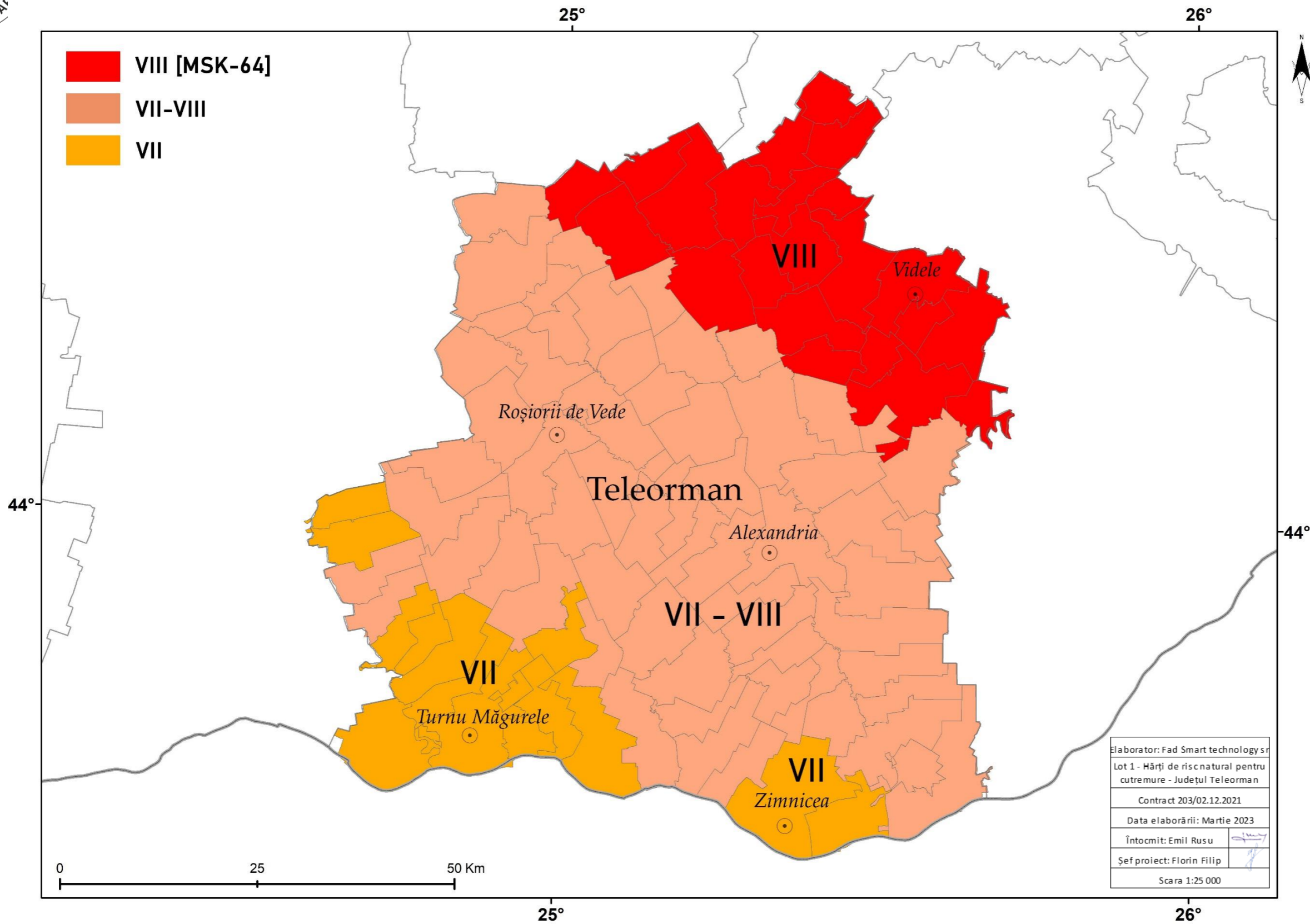


Fig. 132. Distribuția intensităților macroseismice estimate pentru scenariul VR1000

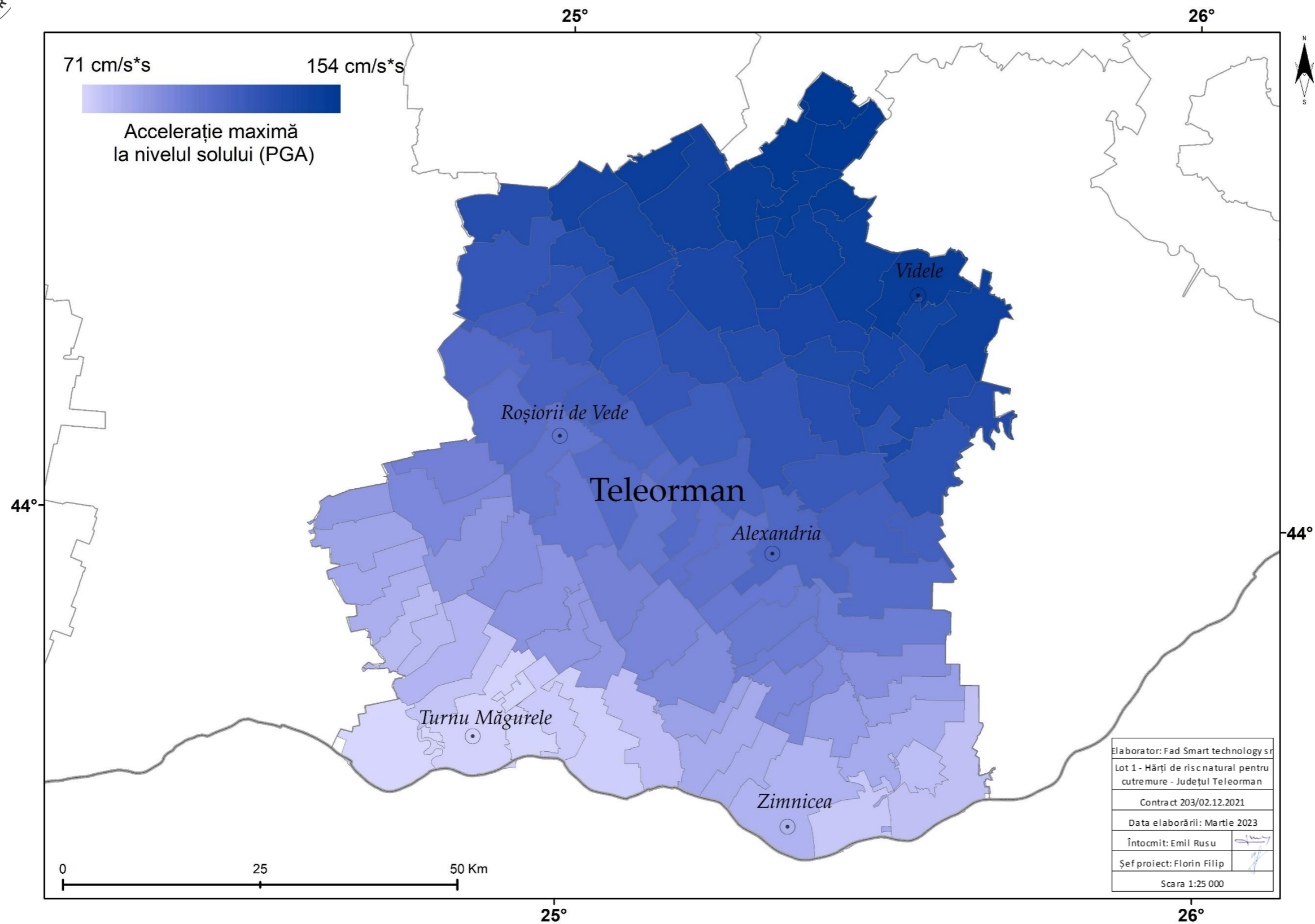


Fig. 133. Distribuția accelerațiilor maxime orizontale estimate pentru scenariul VR100

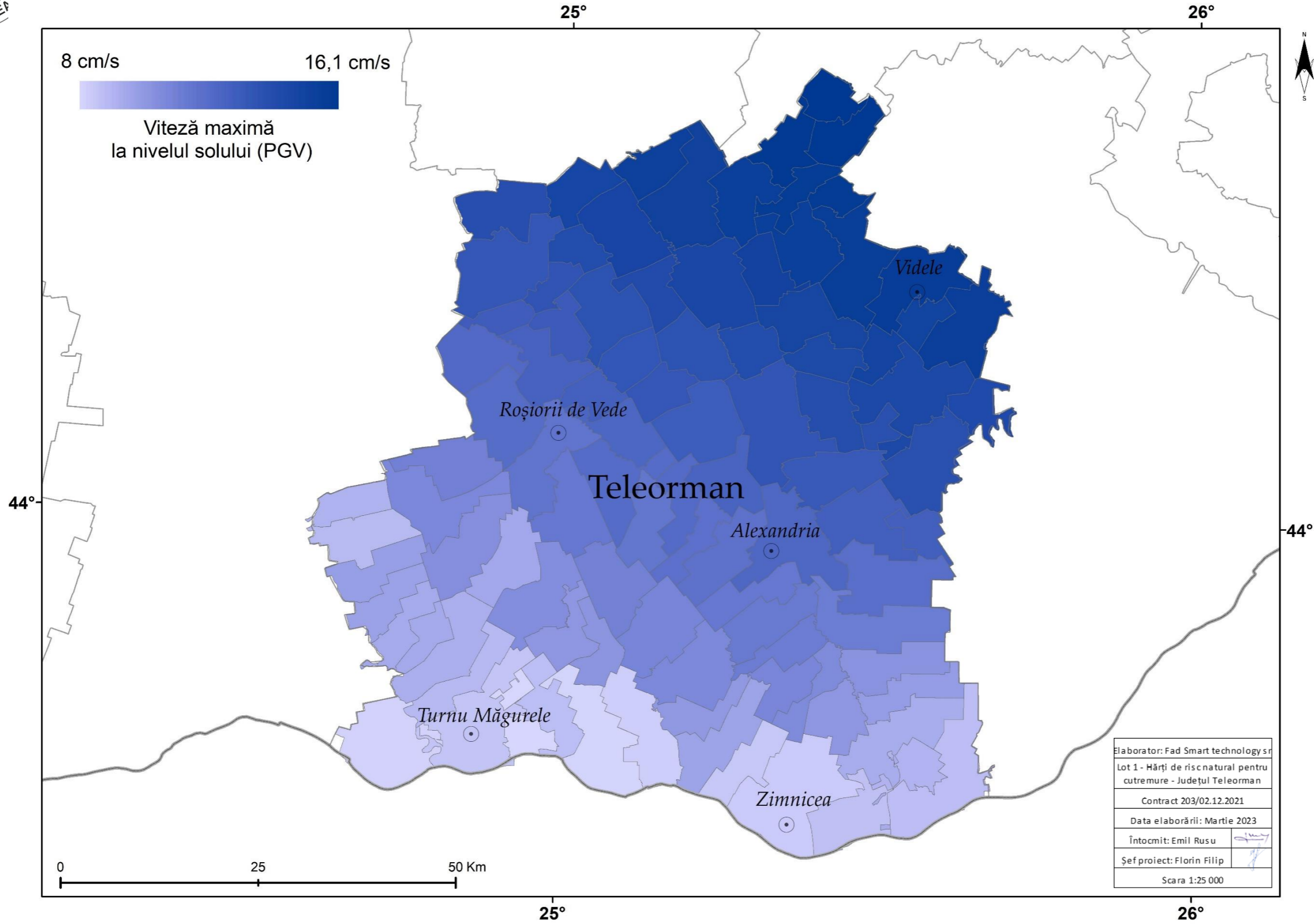


Fig. 134. Distribuția vitezelor maxime orizontale estimate pentru scenariul VR100

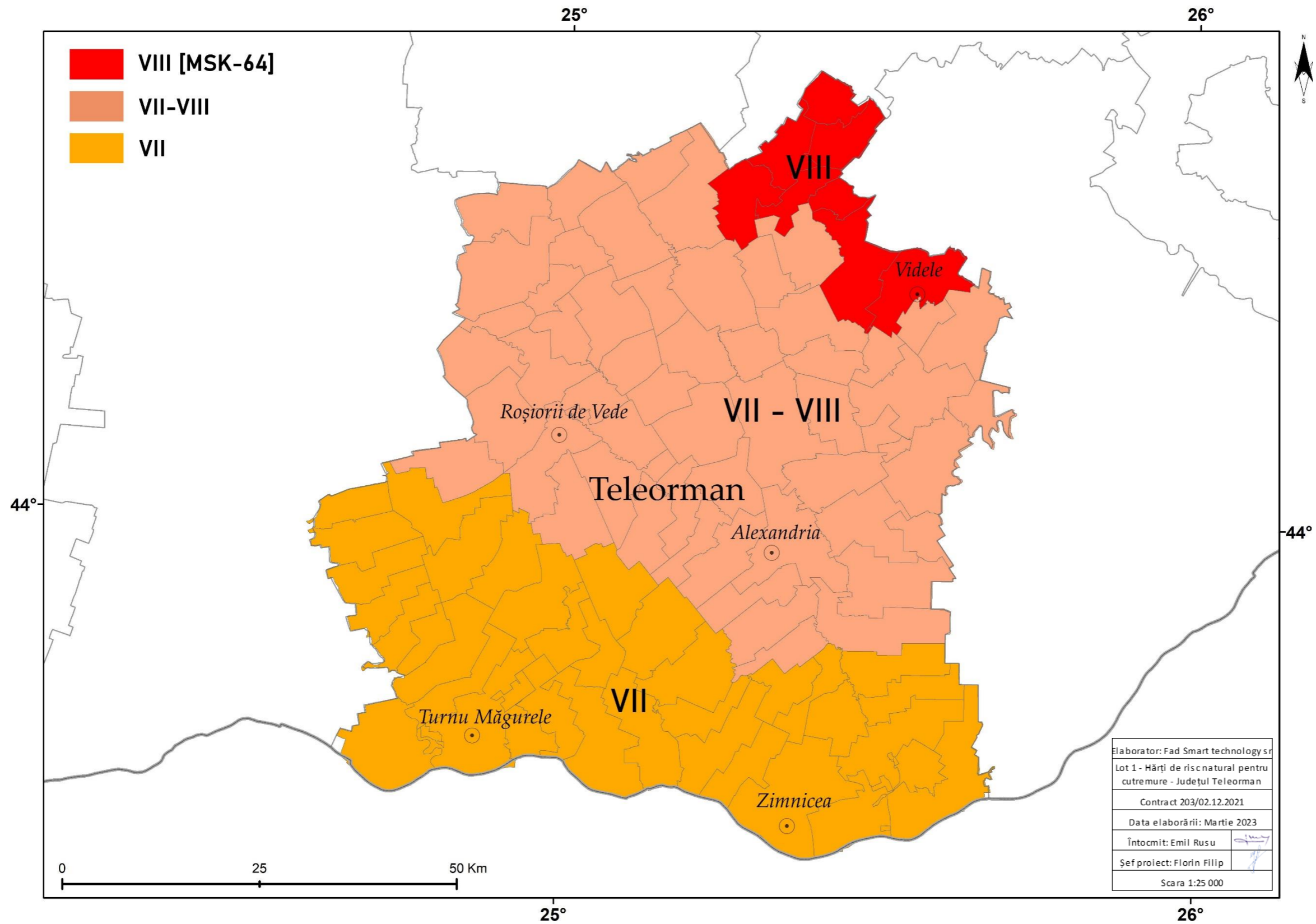


Fig. 135. Distribuția intensităților macroseismice estimate pentru scenariul VR100

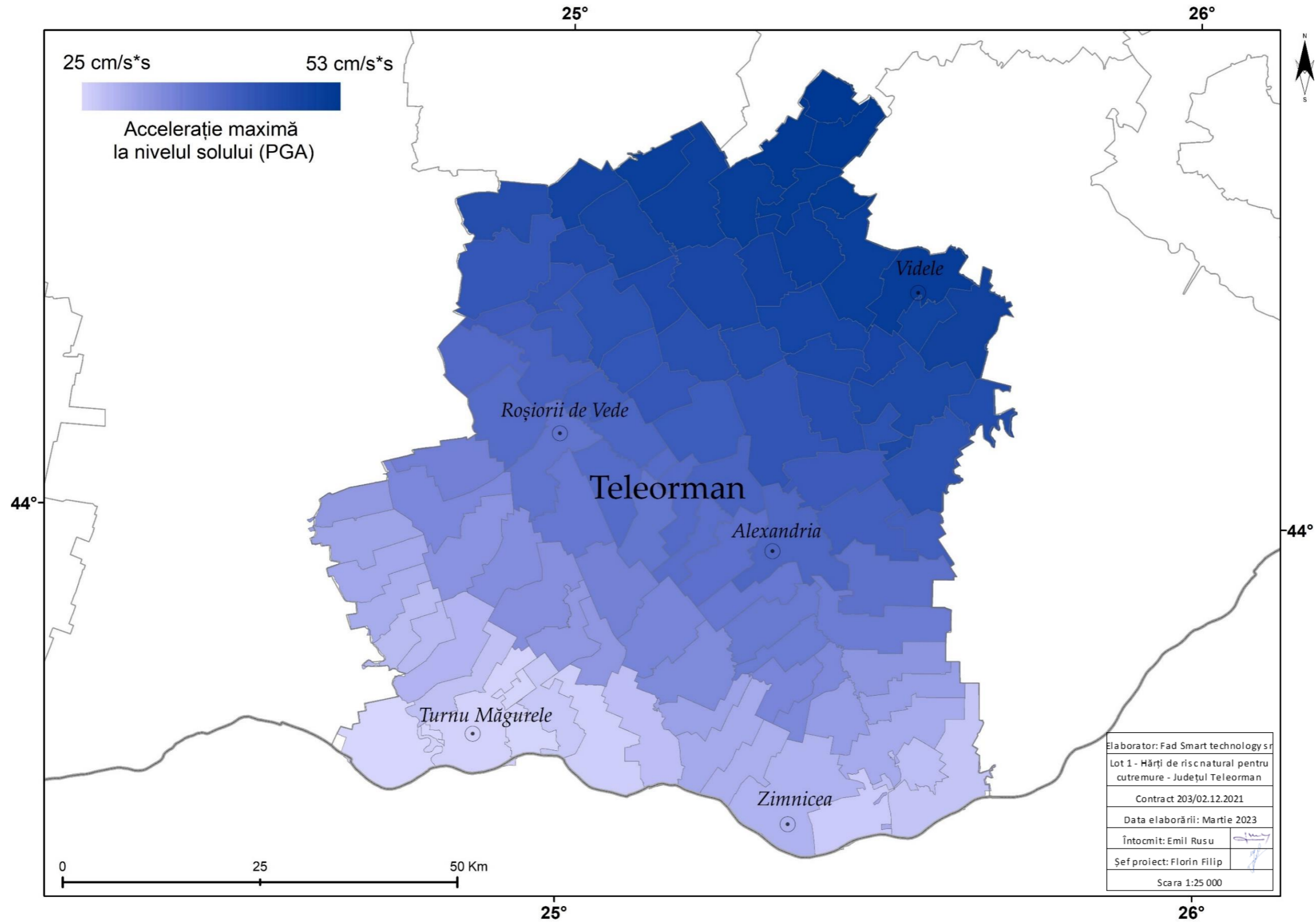


Fig. 136. Distribuția accelerațiilor medii orizontale estimate pentru scenariul VR10

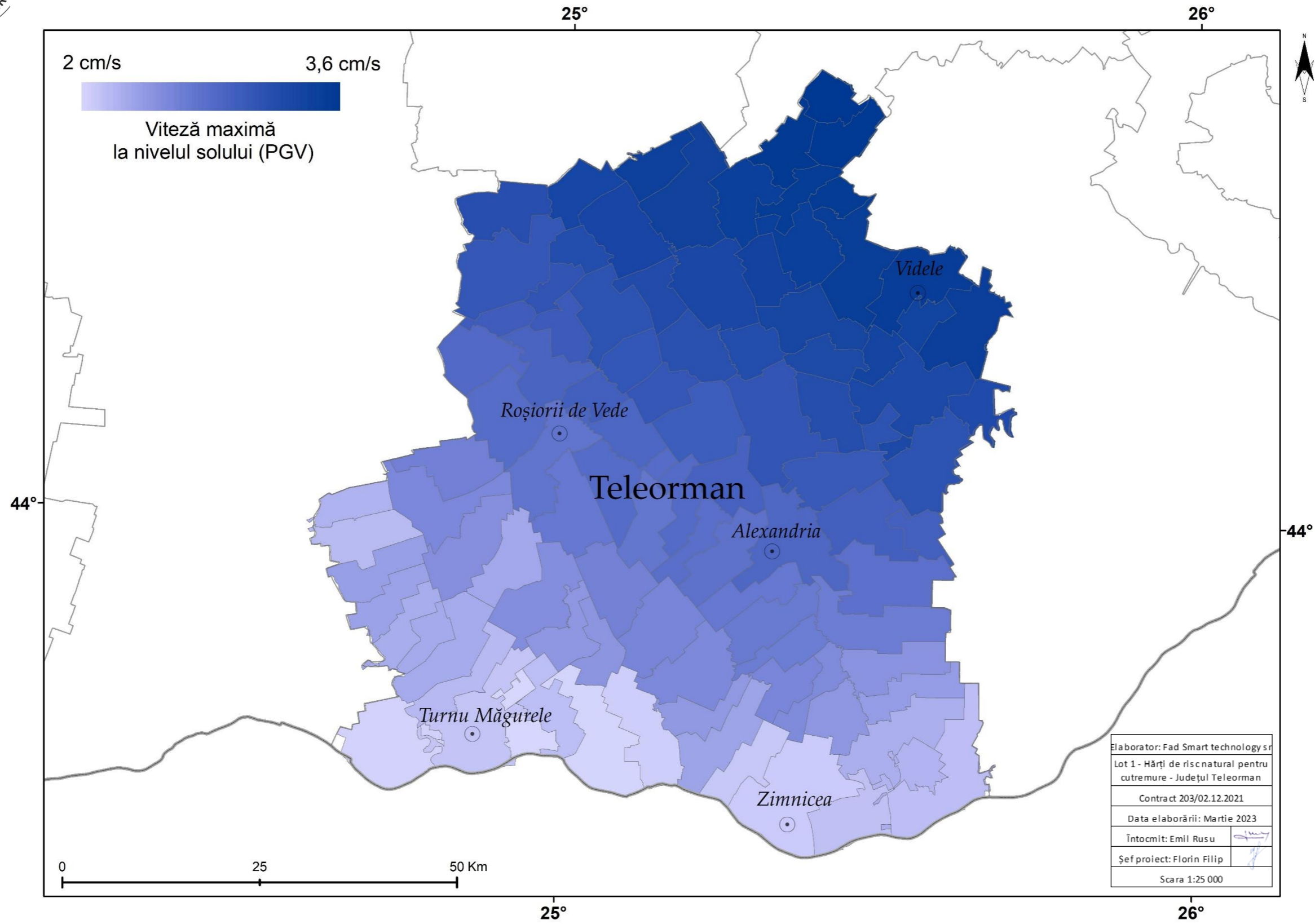


Fig. 137. Distribuția vitezelor medii orizontale estimate pentru scenariul VR10

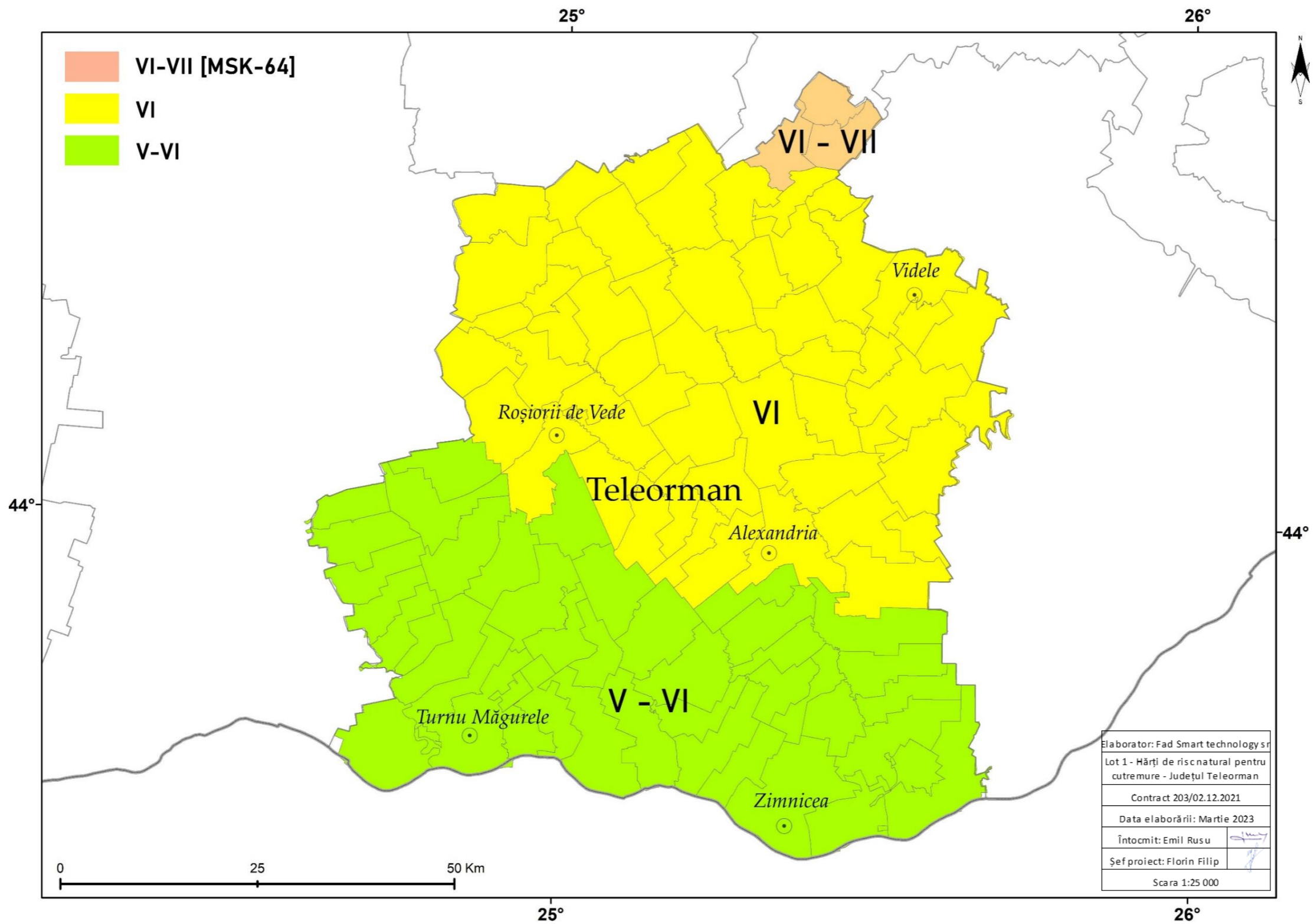


Fig. 138. Distribuția intensităților microseismice estimate pentru scenariul VR10

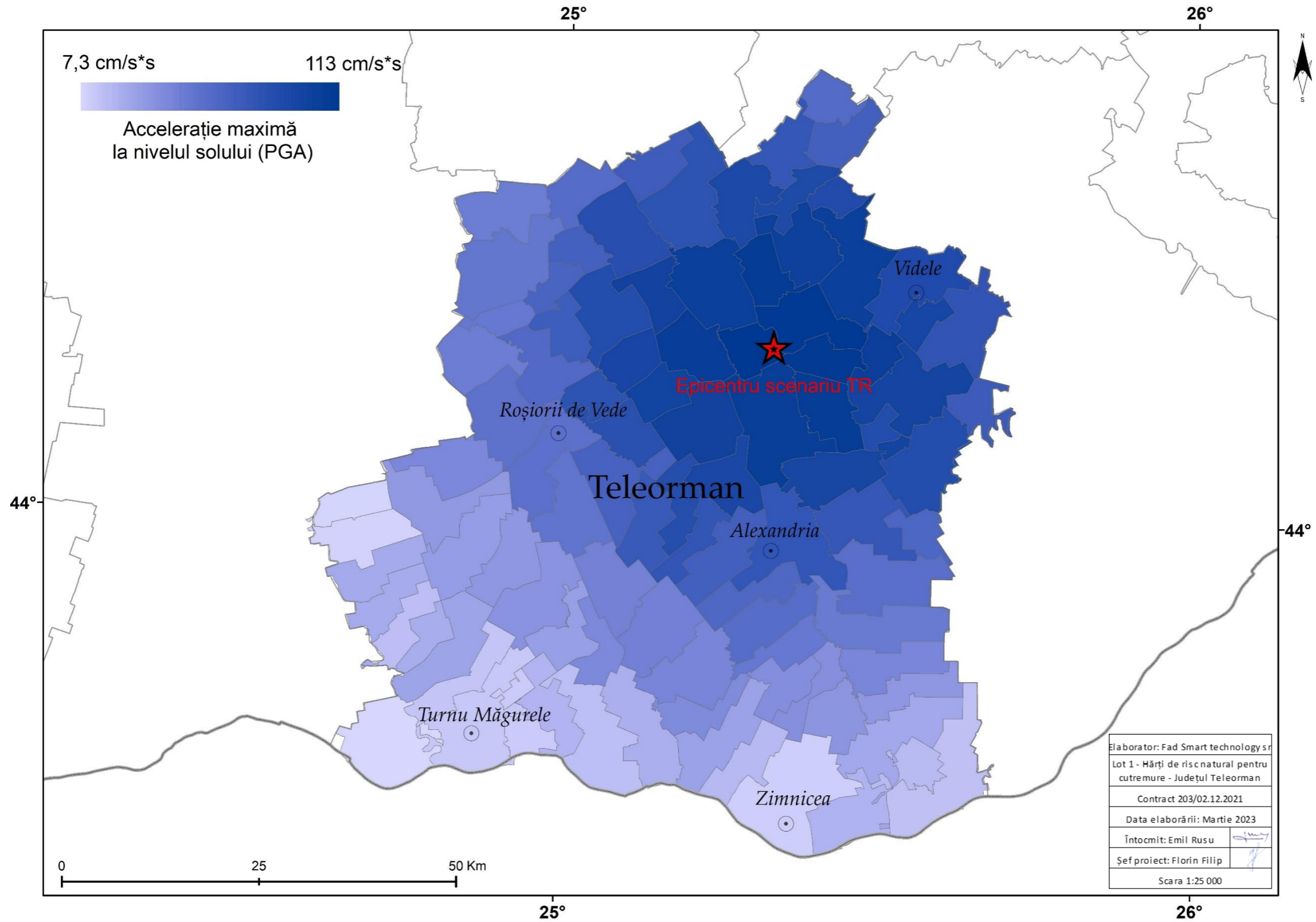


Fig. 139. Distribuția accelerațiilor medii orizontale estimate pentru scenariul local

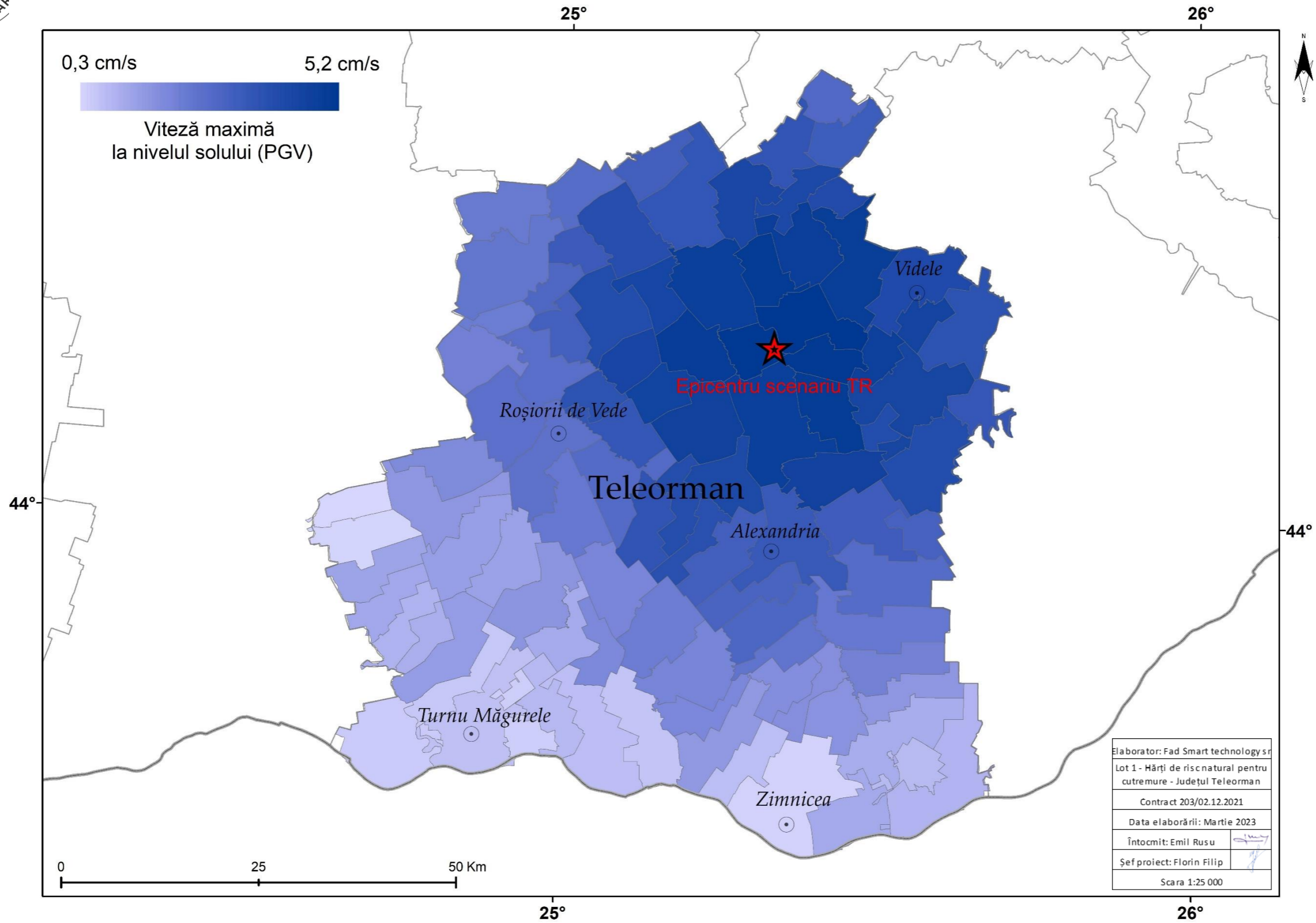


Fig. 140. Distribuția vitezelor medii orizontale estimate pentru scenariul local

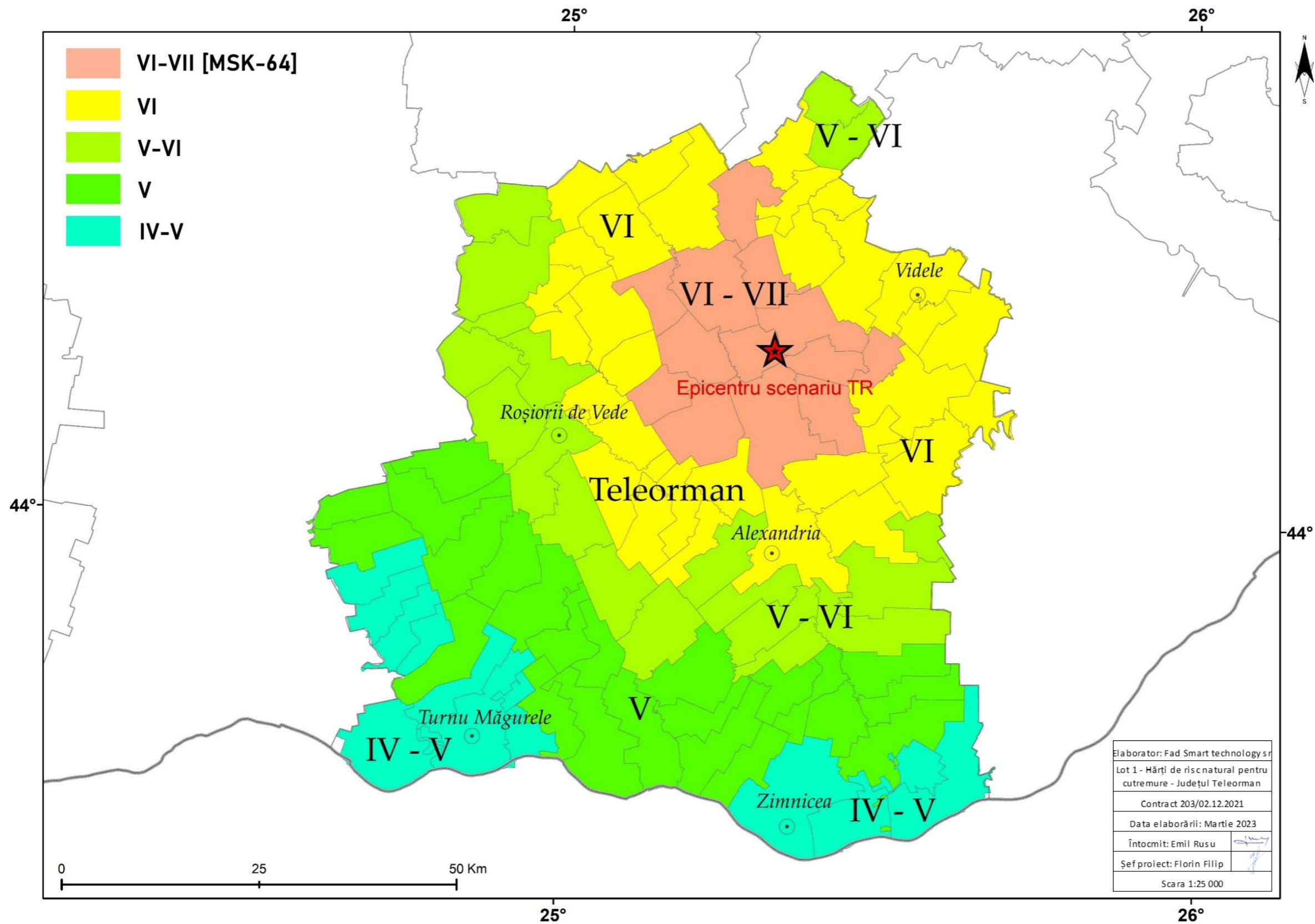


Fig.141.Intensitati macroseismice estimate pentru scenariul local TR

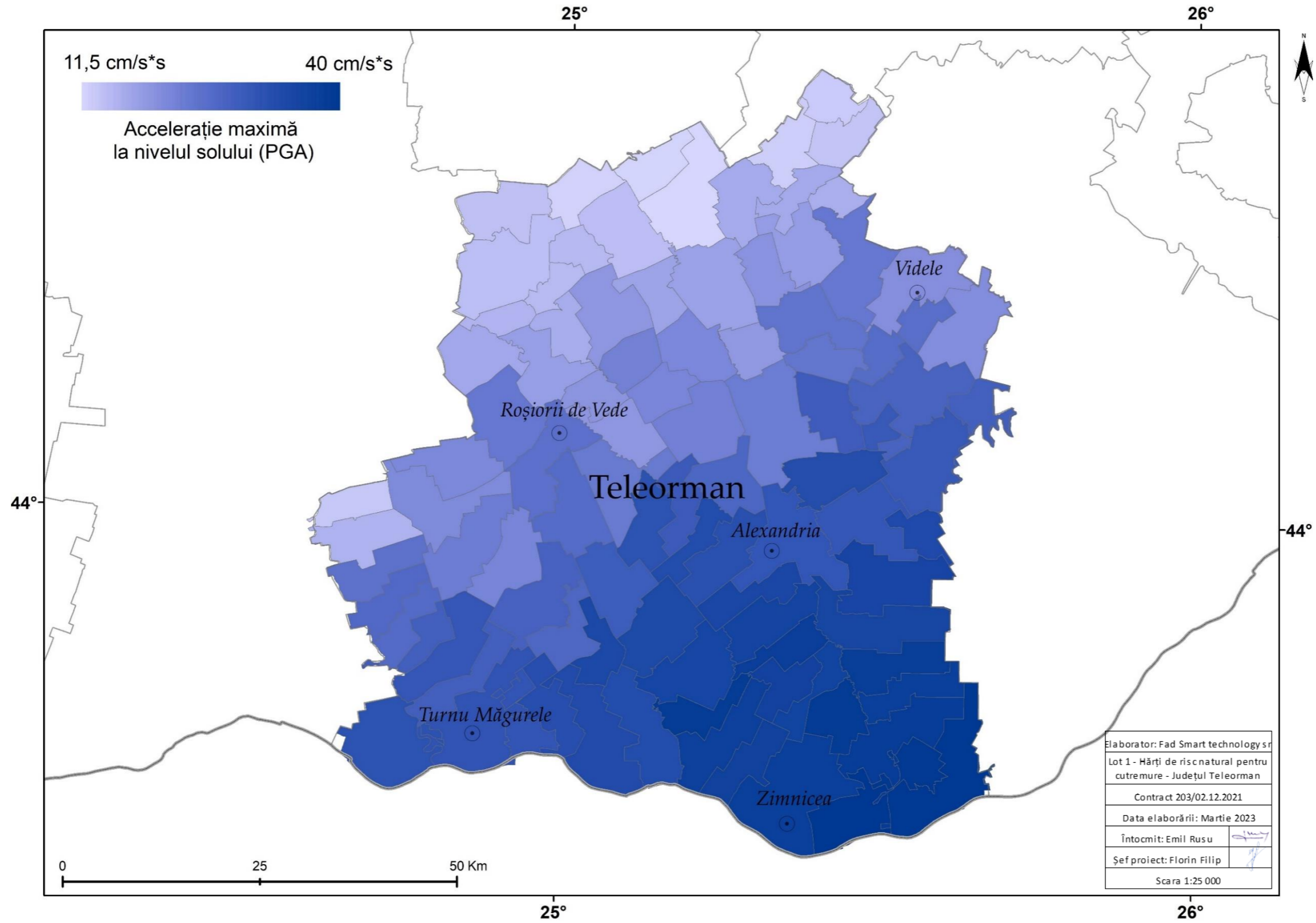


Fig. 142. Distribuția accelerațiilor medii orizontale estimate pentru scenariul Gorna

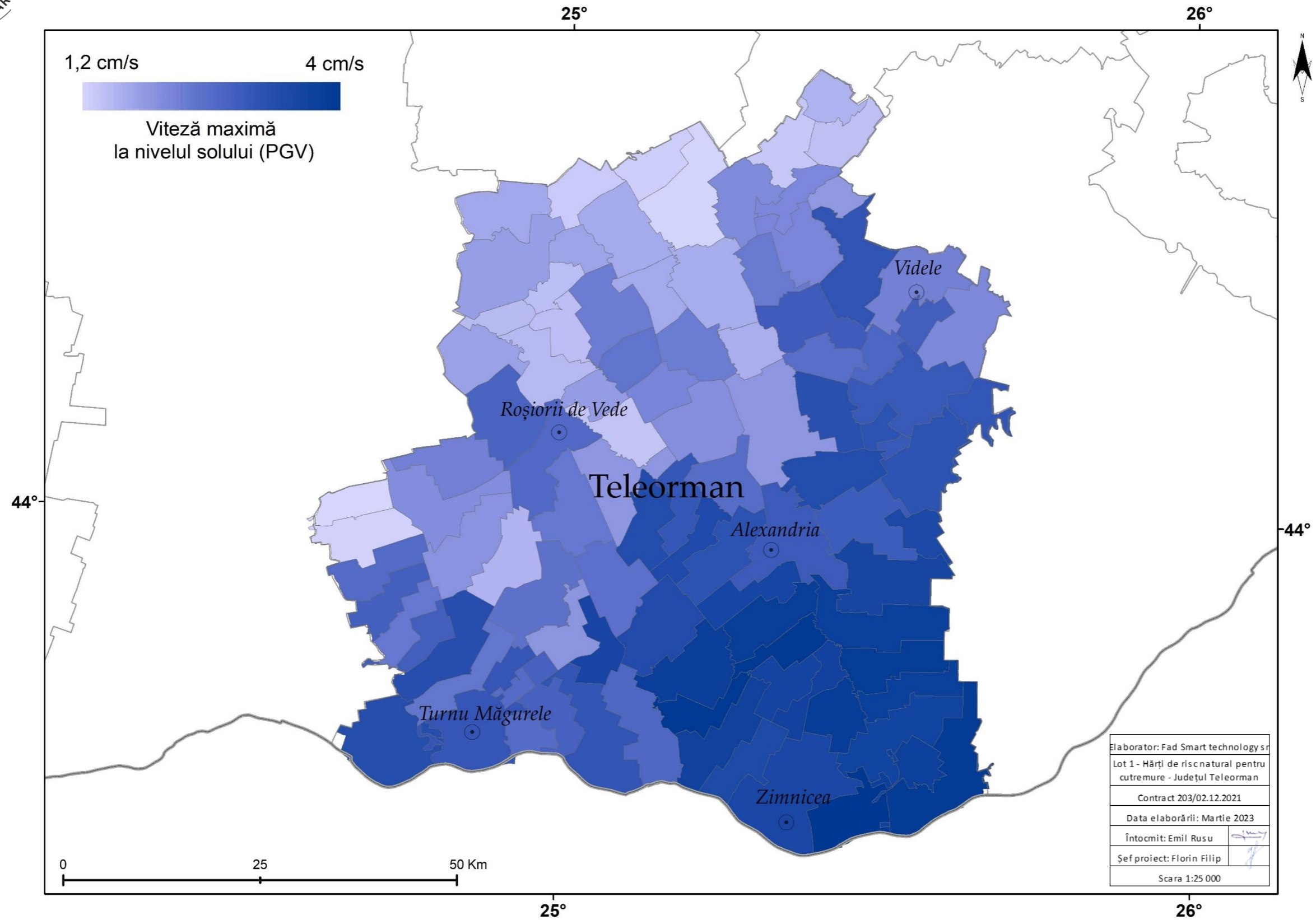


Fig. 143. Distribuția vitezelor medii orizontale estimate pentru scenariul Gorna (IMR100)

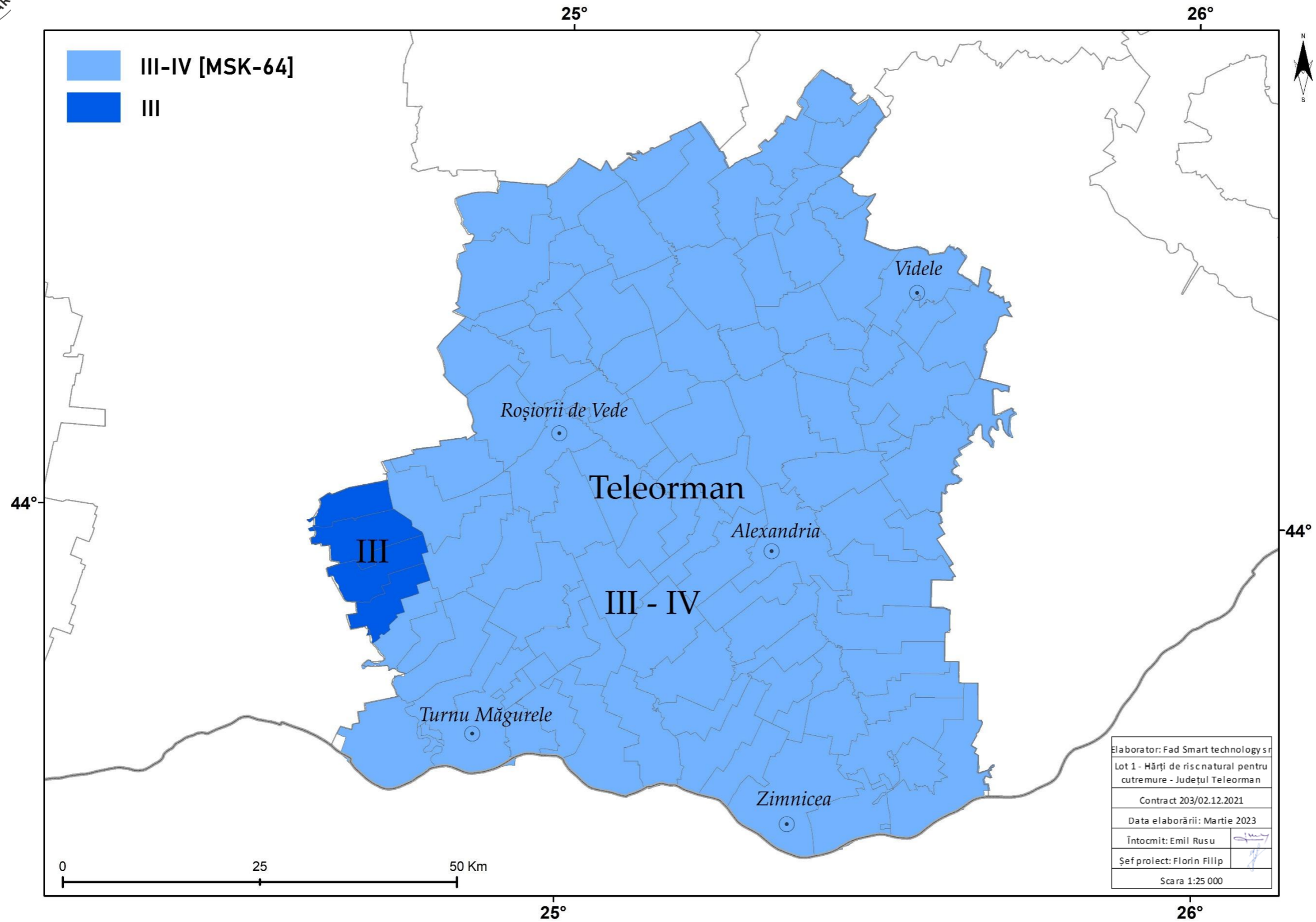


Fig. 144. Intensitati macroseismice estimate pentru scenariul Gorna IMR100

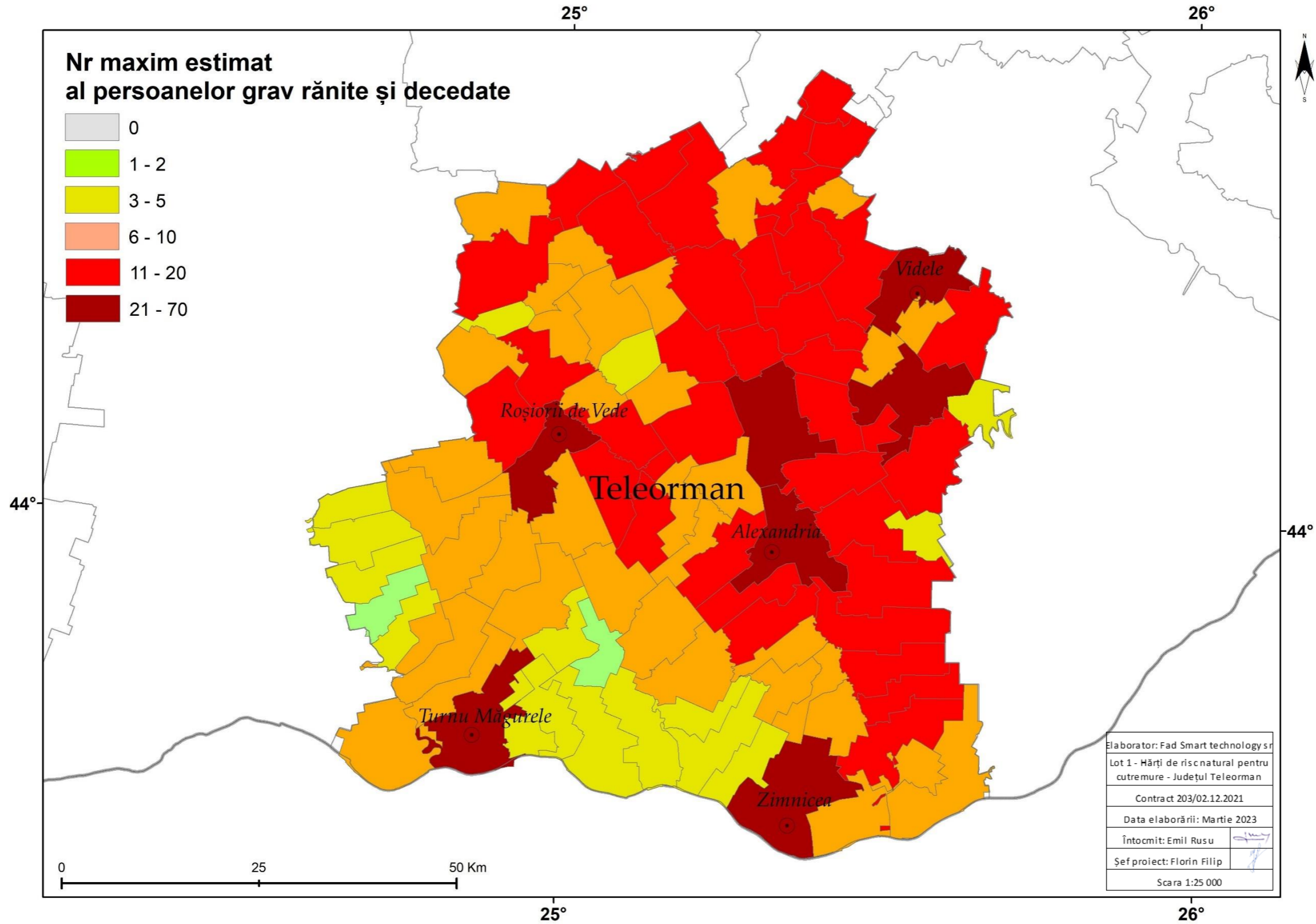


Fig. 145. Harta de risc seismic pentru scenariul VRI1000

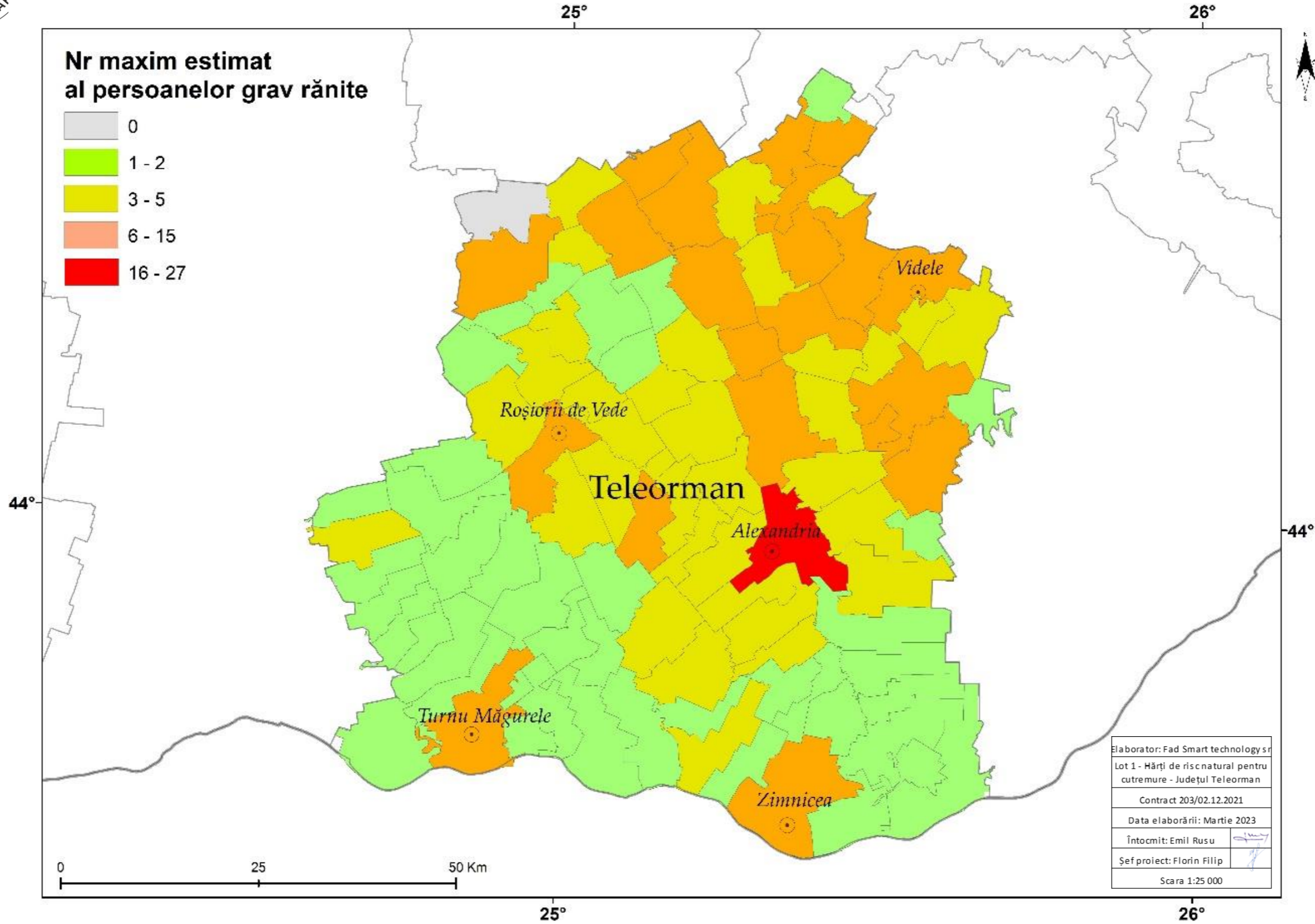


Fig. 146. Harta de risc seismic pentru scenariul VRI100

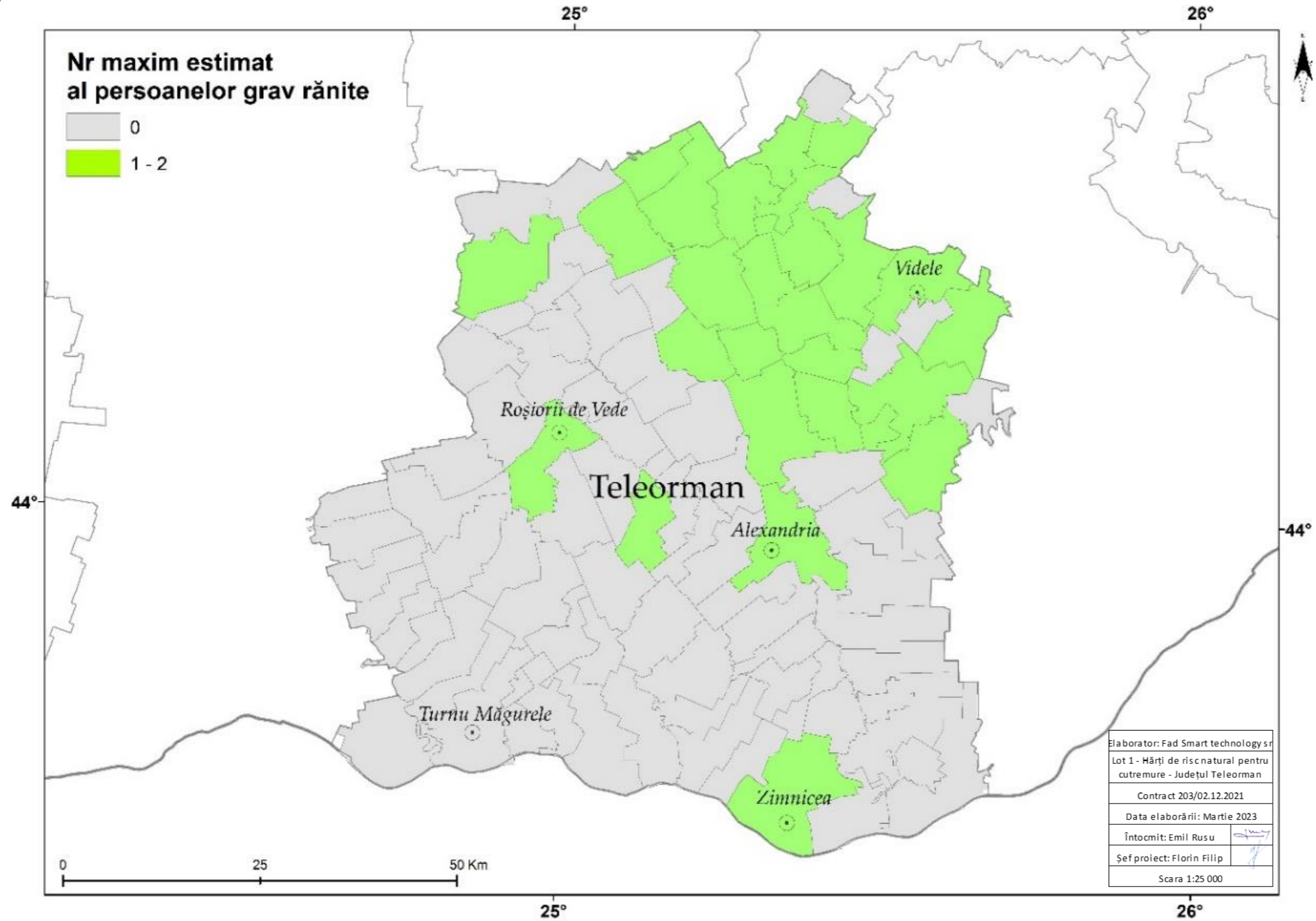


Fig. 147. Harta de risc seismic pentru scenariul VRI10

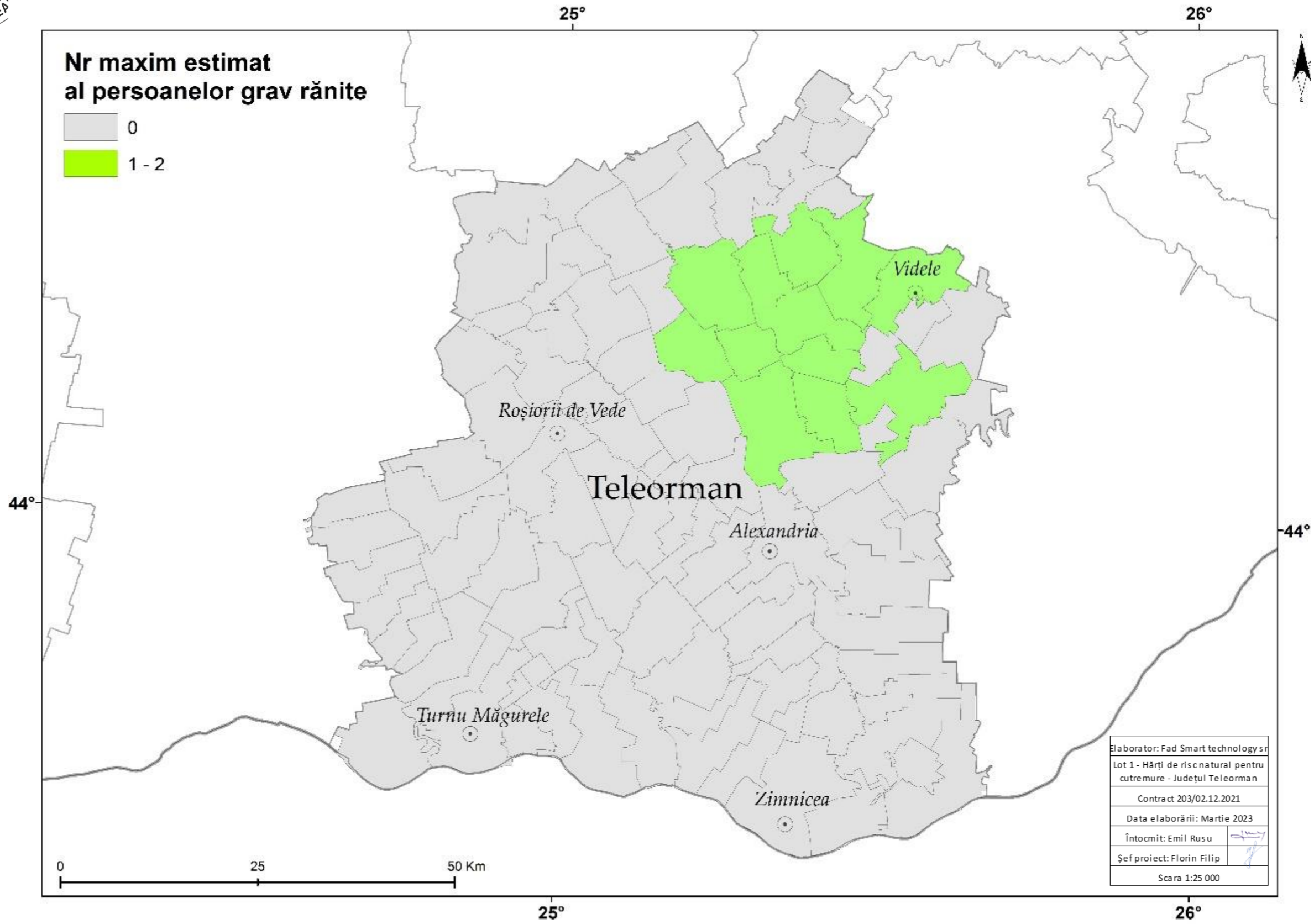


Fig. 148. Harta de risc seismic pentru scenariul TR local

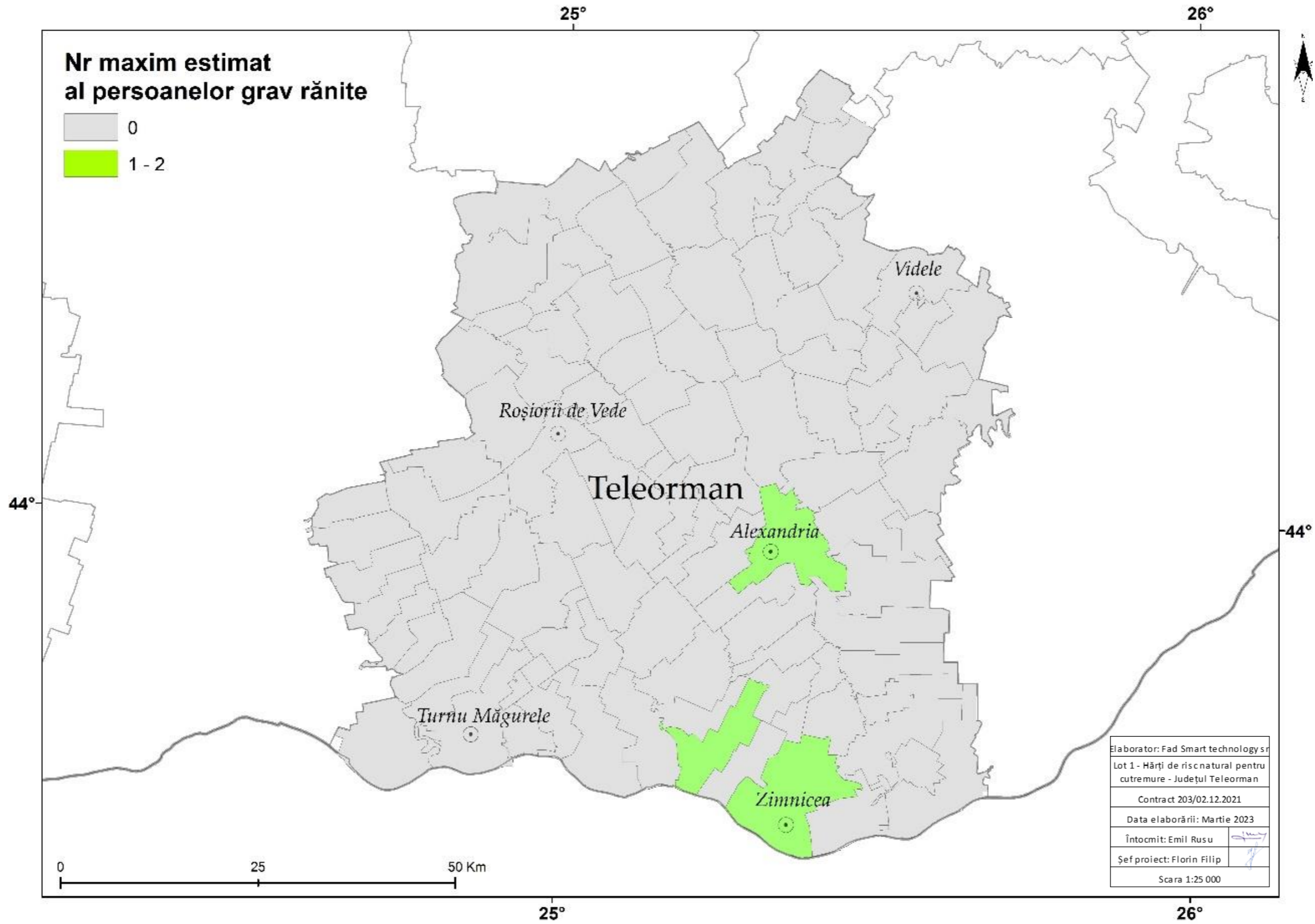


Fig. 149. Harta de risc seismic pentru scenariul GOR

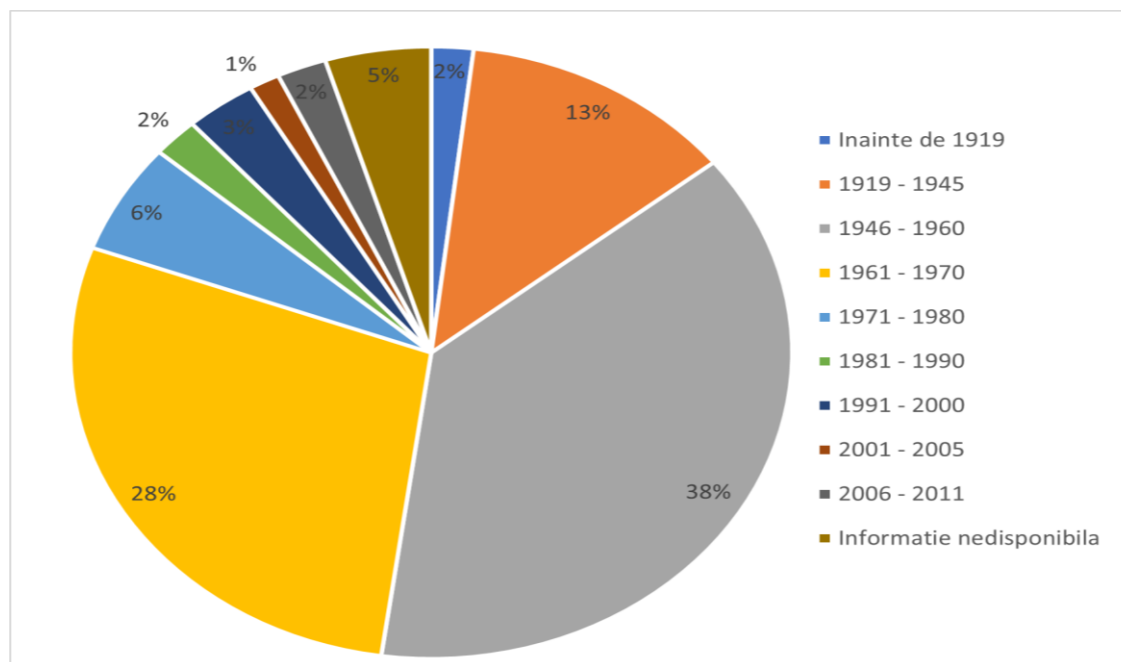


Fig. 150. Distribuția clădirilor din județul Teleorman în funcție de anul construcției

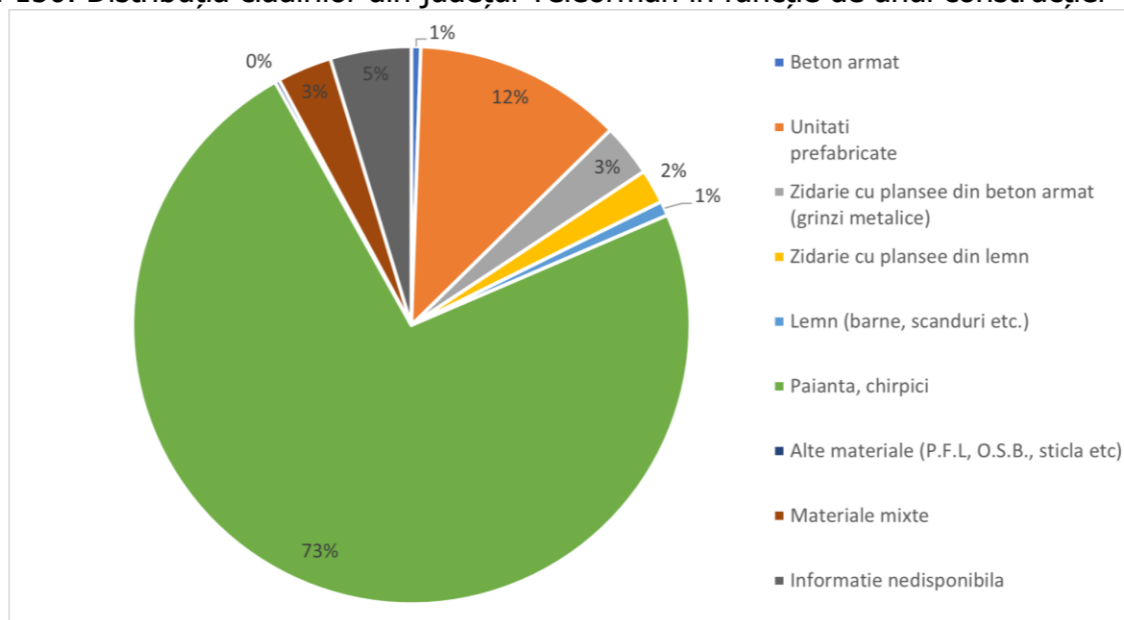


Fig. 151. Distribuția clădirilor din județul Teleorman în funcție de materialul pereților exteriori ai clădirii

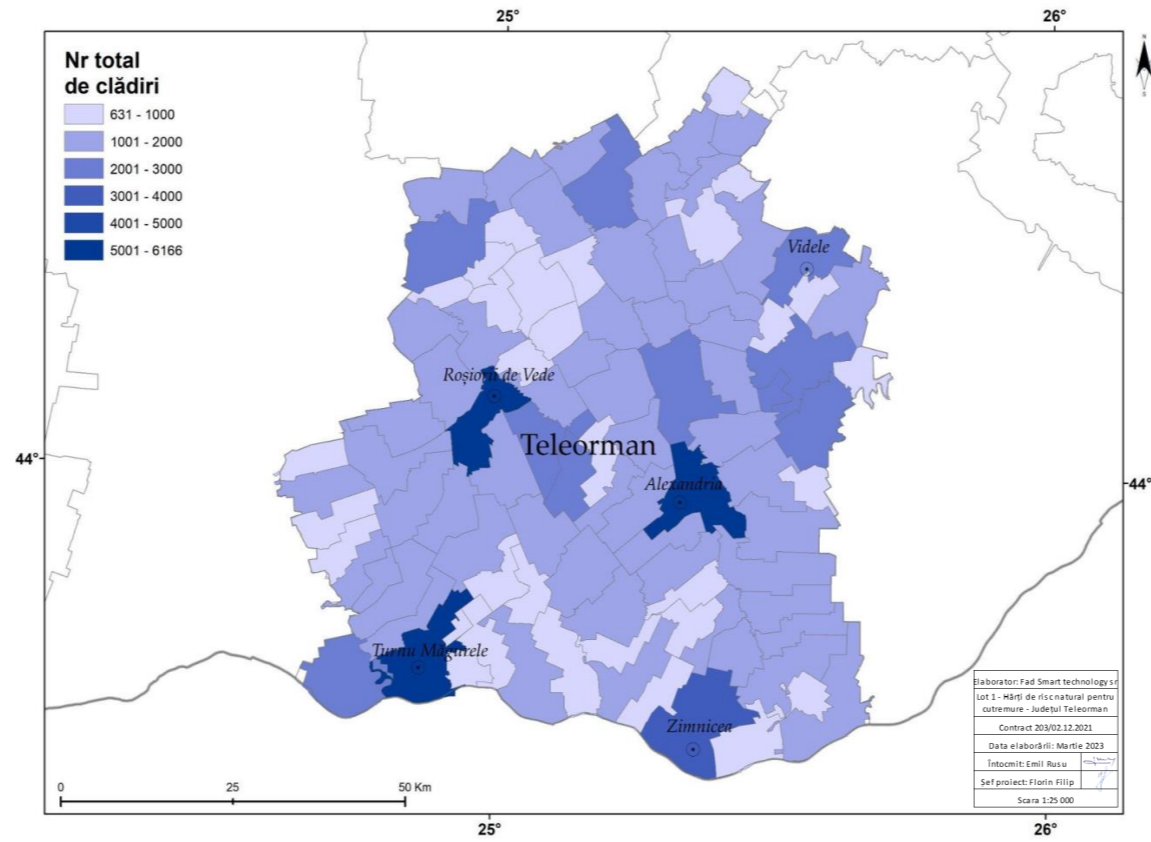


Fig. 152. Număr total de clădiri din județul Teleorman, la nivel de UAT, conform Recensământului din 2011

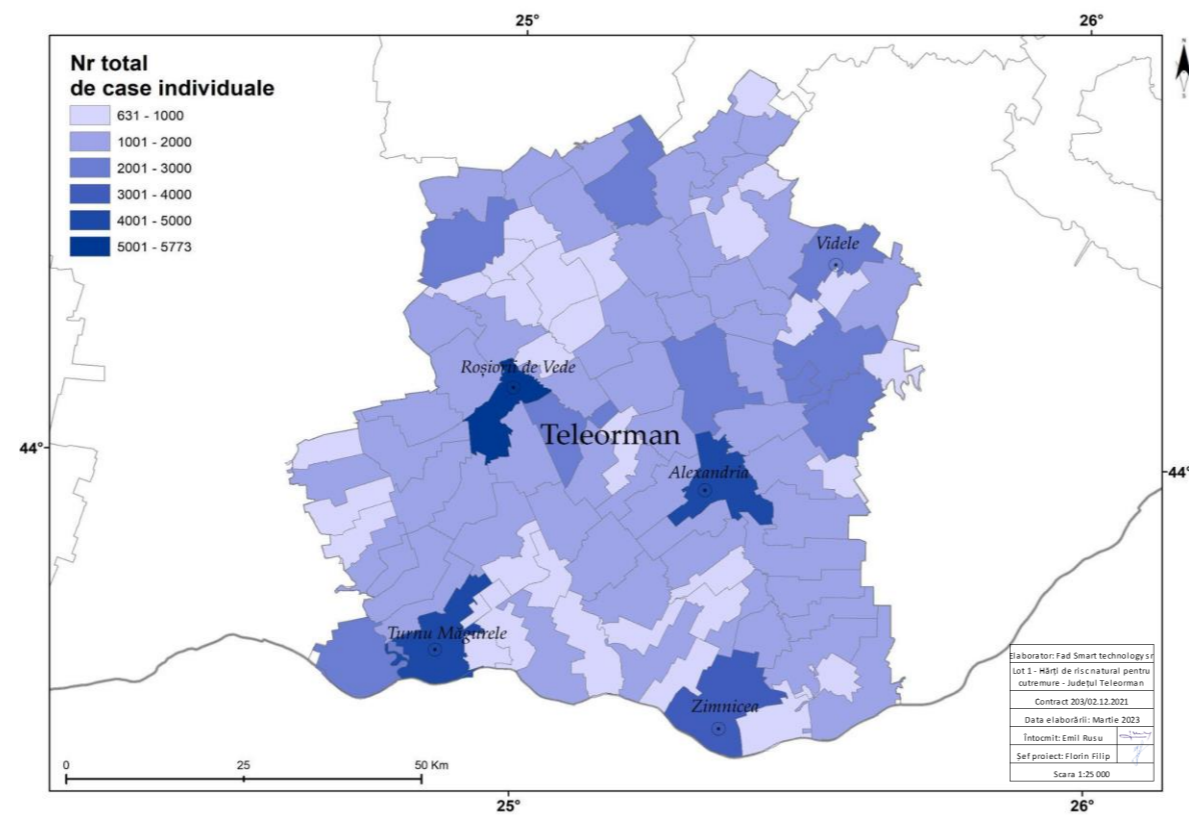


Fig. 153. Număr total de case individuale din județul Teleorman, la nivel de UAT, conform Recensământului din 2011

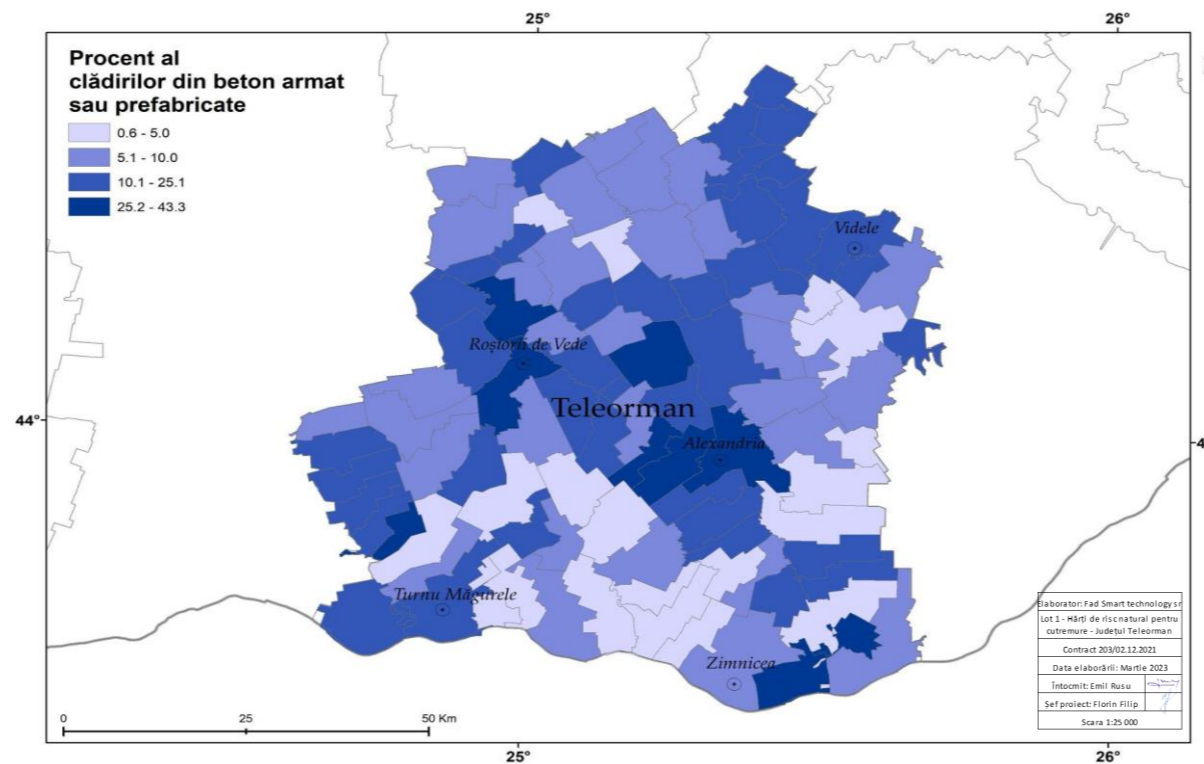


Fig. 154. Procent al clădirilor din beton armat sau prefabricate din județul Teleorman, la nivel de UAT, conform Recensământului din 2011; procentul este calculat excluzând clădirile cu informații indisponibile din total

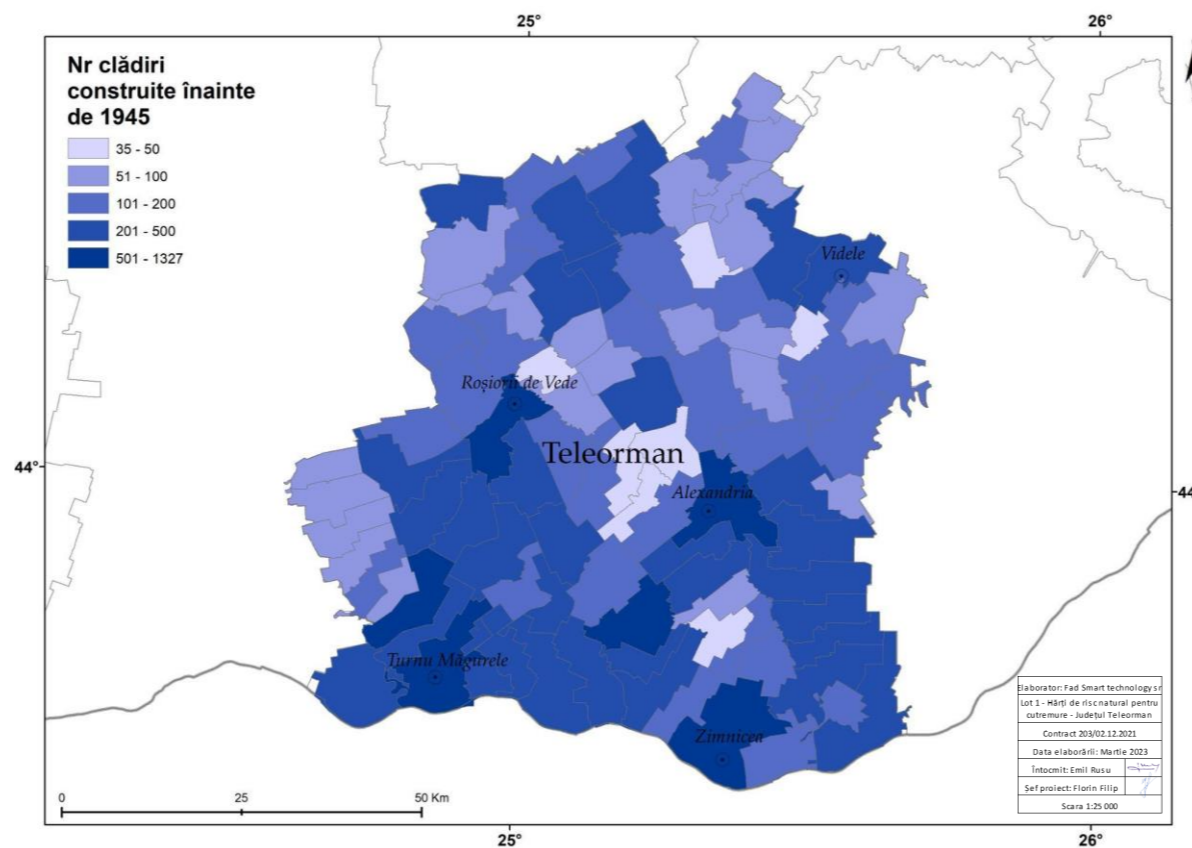


Fig. 155. Număr de clădiri construite înainte de 1945 din județul Teleorman, la nivel de UAT, conform Recensământului din 2011

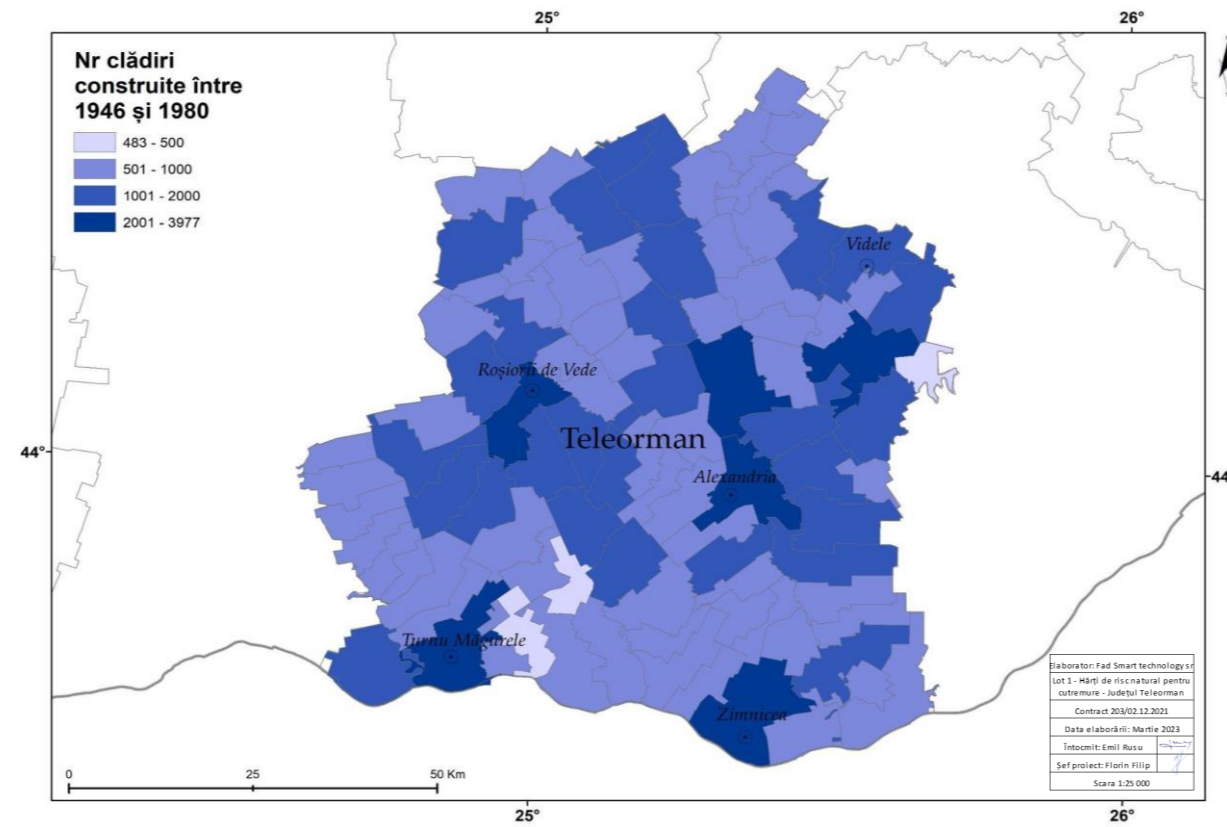


Fig. 156. Număr de clădiri construite în perioada 1946 - 1980 din județul Teleorman, la nivel de UAT, conform Recensământului din 2011

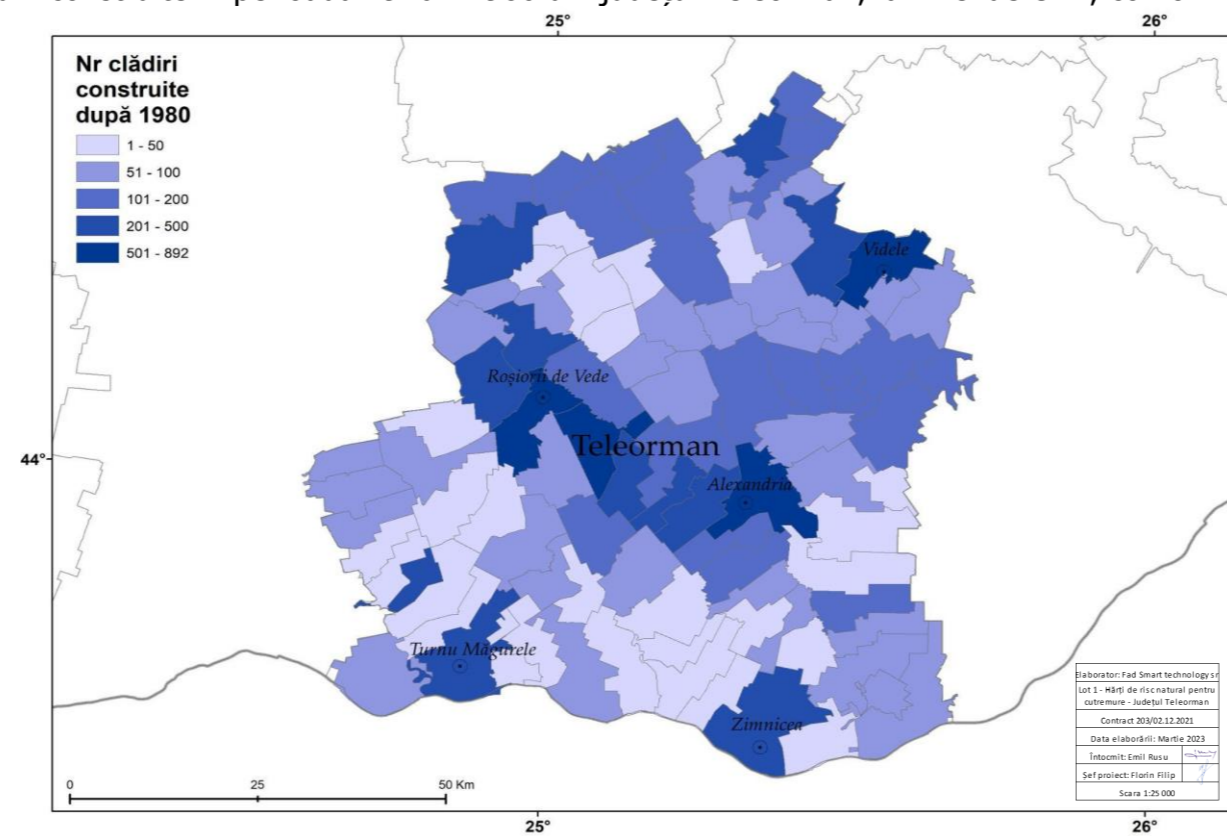


Fig. 157. Număr de clădiri construite după 1980 din județul Teleorman, la nivel de UAT, conform Recensământului din 2011

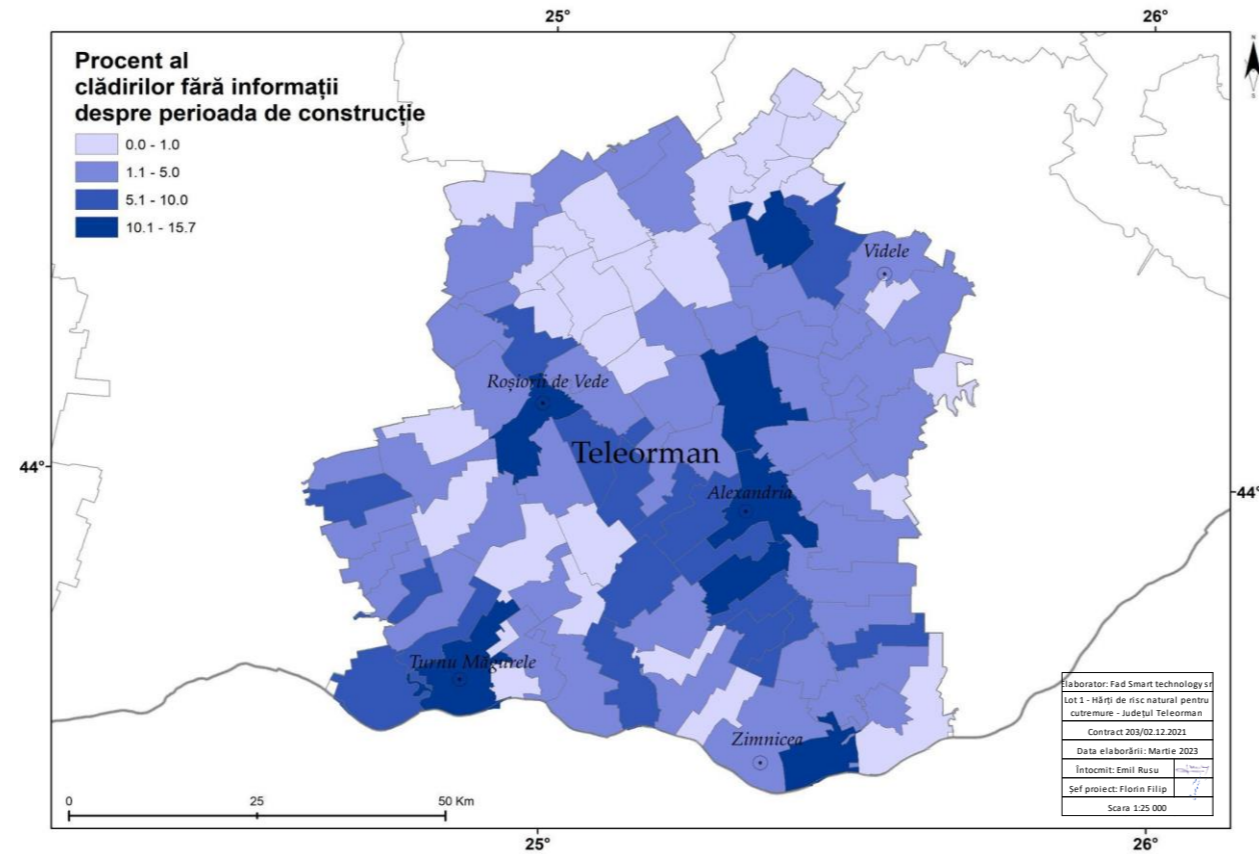


Fig. 158. Procent al clădirilor din județul Teleorman, la nivel de UAT, conform Recensământului din 2011, despre care nu există informații cu privire la perioada de construcție

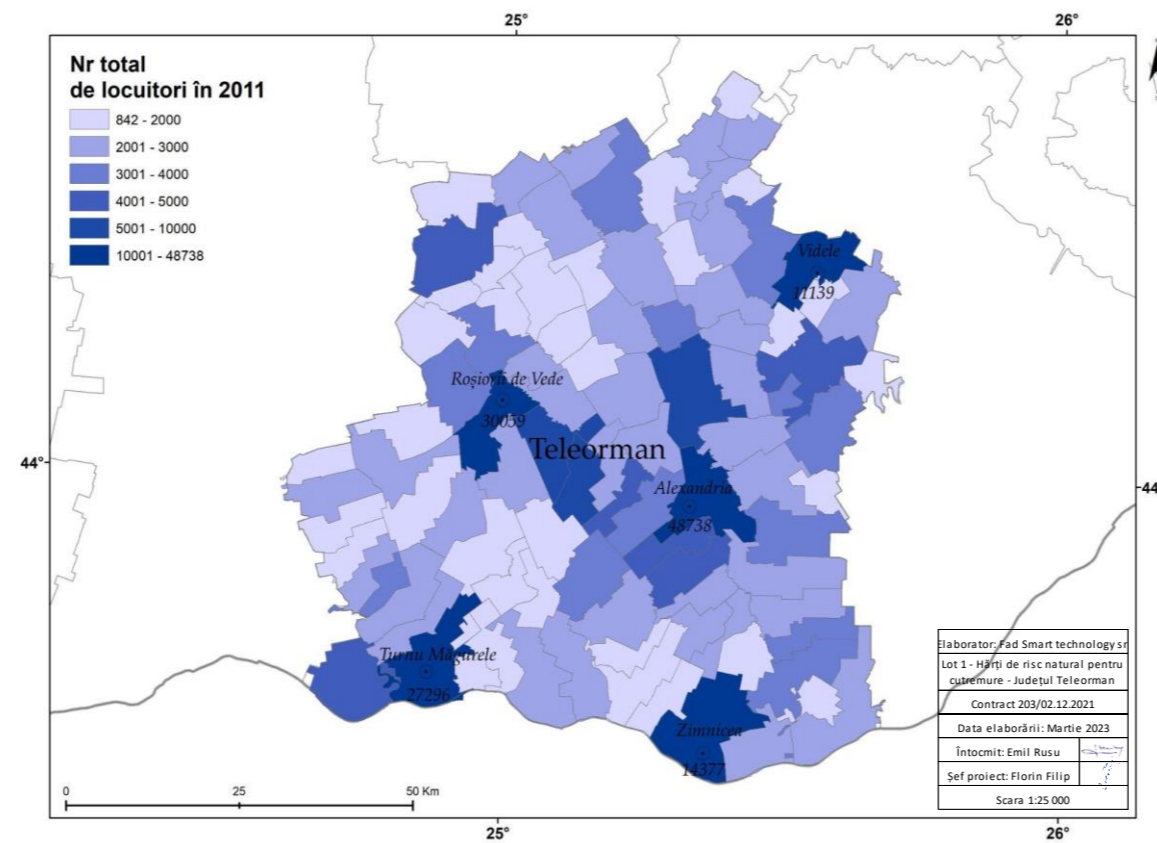


Fig. 159. Număr total al locuitorilor din județul Teleorman, la nivel de UAT, conform Recensământului din 2011

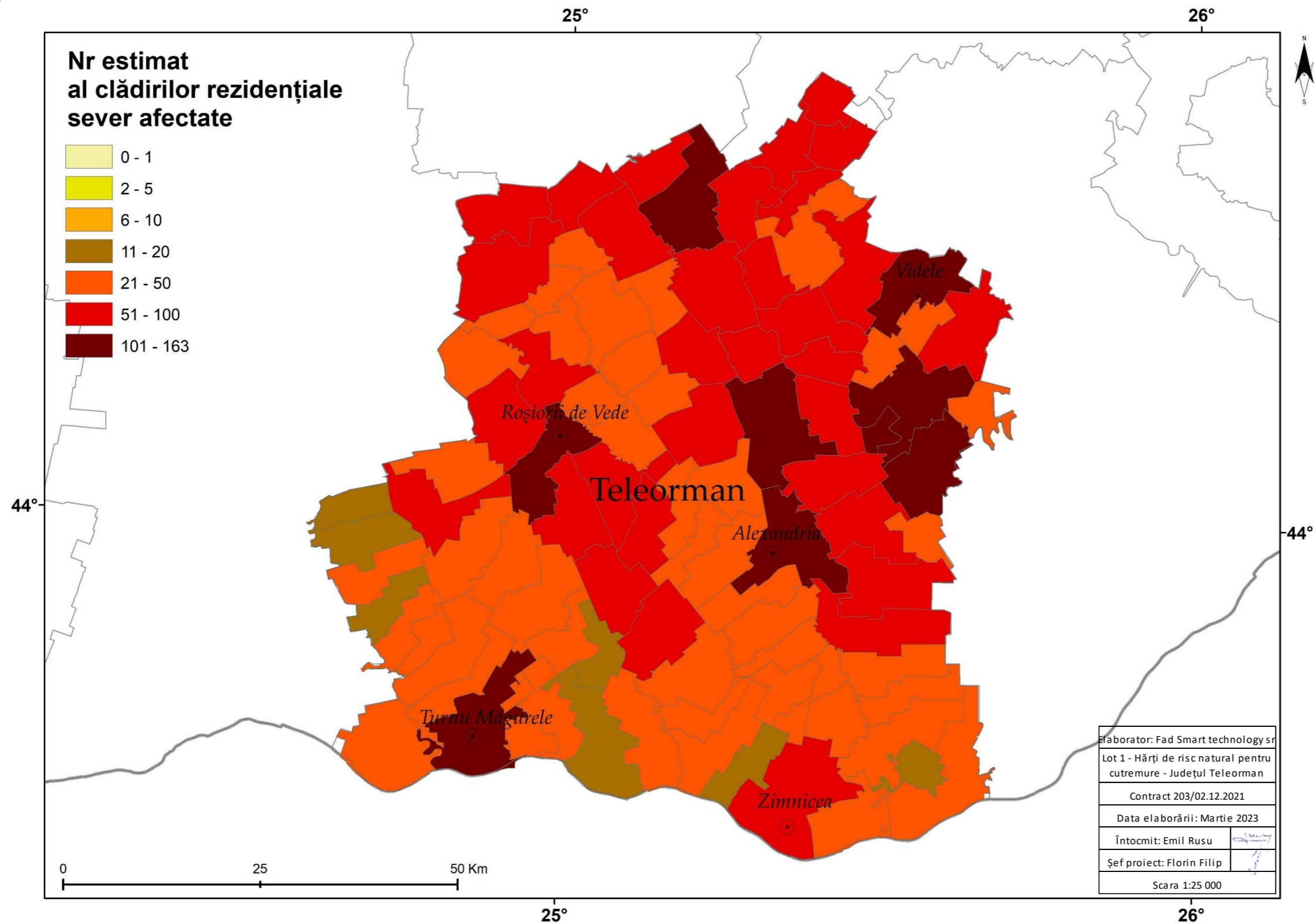


Fig. 160. Număr estimat al clădirilor rezidențiale din județul Teleorman sever afectate de cutremurul aferent scenariului VRI1000; în estimare au fost utilizate date la nivel de UAT de la Recensământul din 2011 și modulul Selena al SeisDaRo

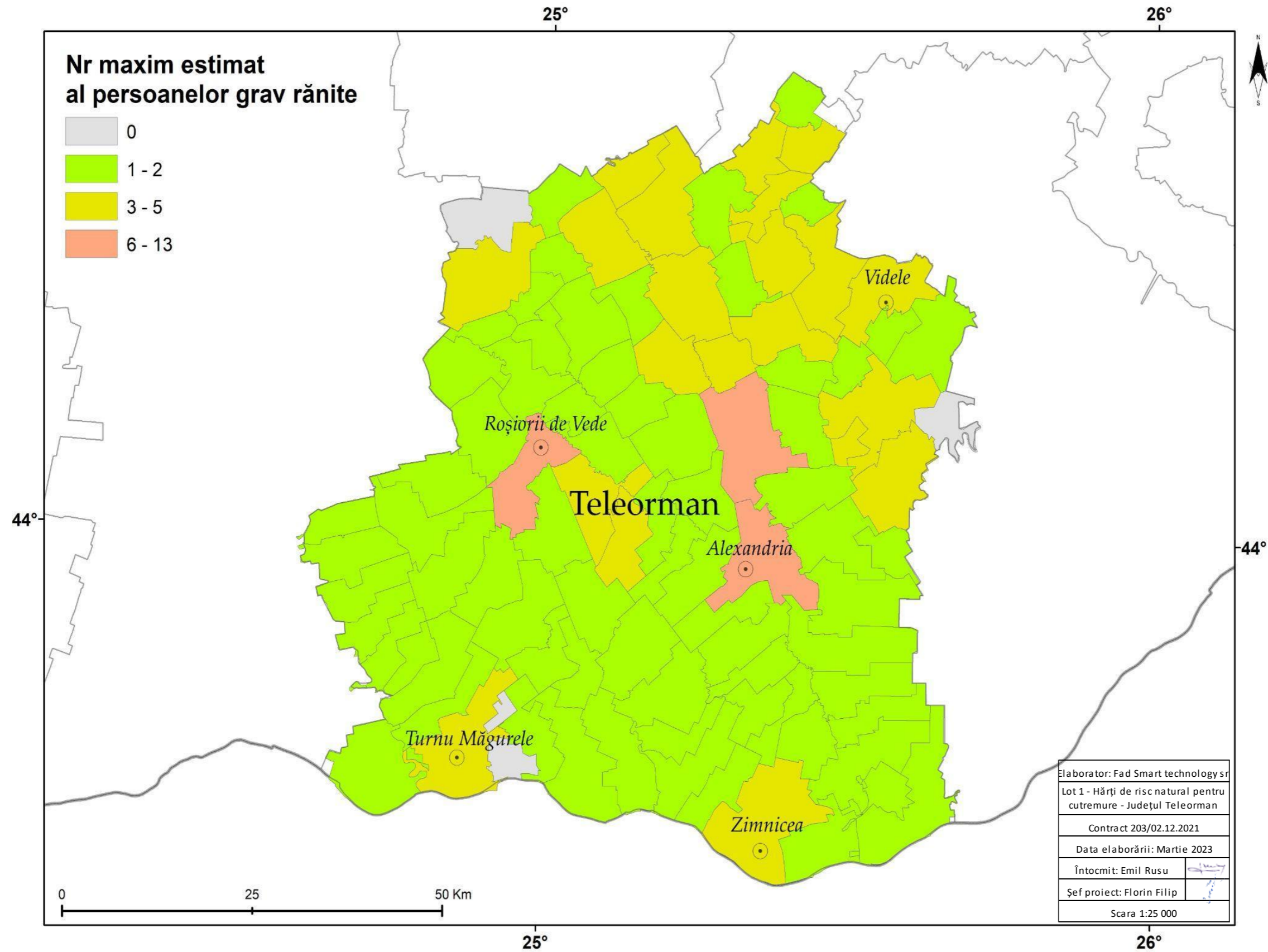


Fig. 161. Număr maxim estimat al persoanelor grav rănite din județul Teleorman, ținând cont de scenariul VRI1000; în estimare au fost utilizate date la nivel de UAT de la Recensământul din 2011 și modulul Selena al SeisDaRo

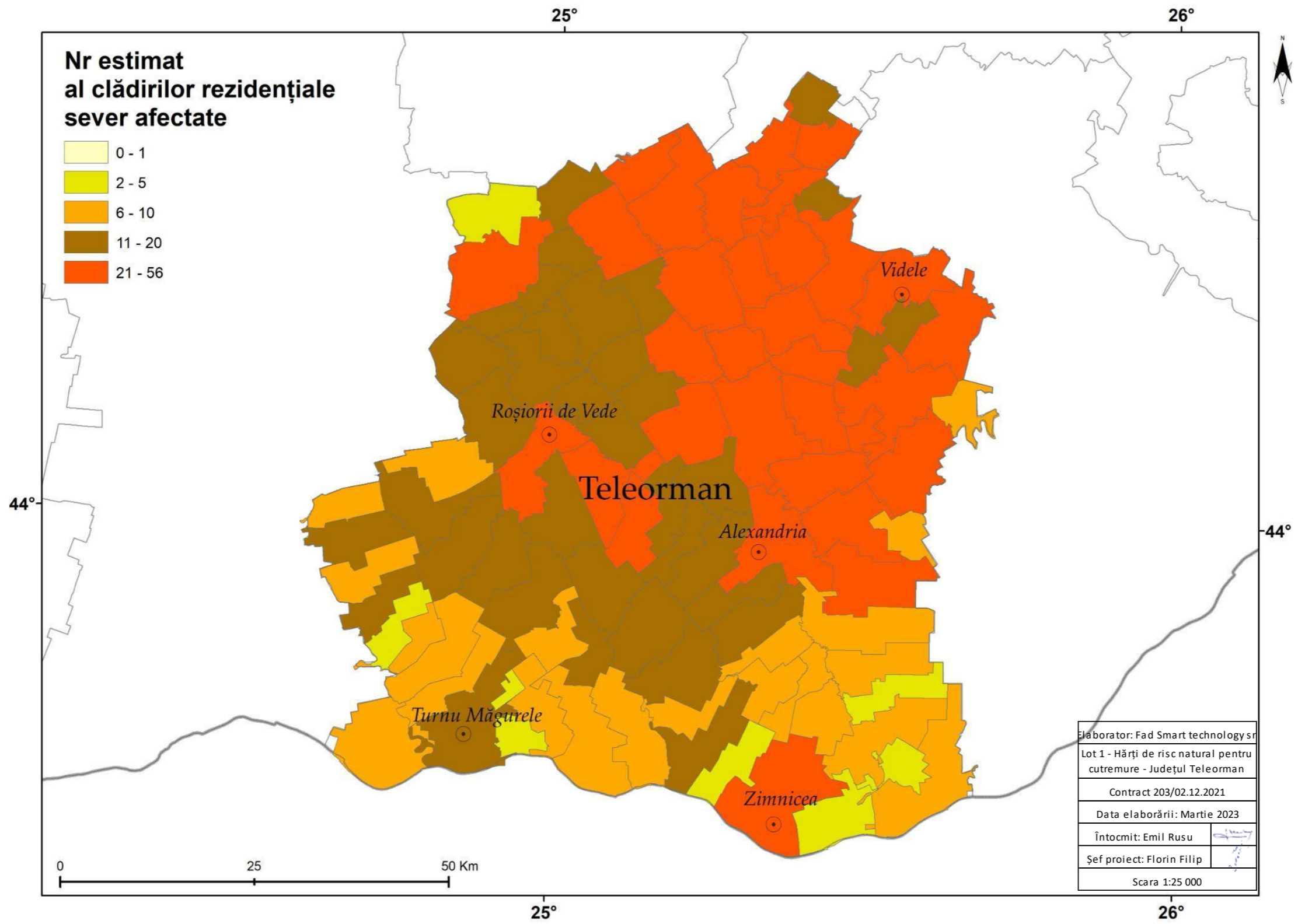


Fig. 162. Număr estimat al clădirilor rezidențiale din județul Teleorman sever afectate de cutremurul aferent scenariului VRI100; în estimare au fost utilizate date la nivel de UAT de la Recensământul din 2011 și modulul Selena al SeisDaRo

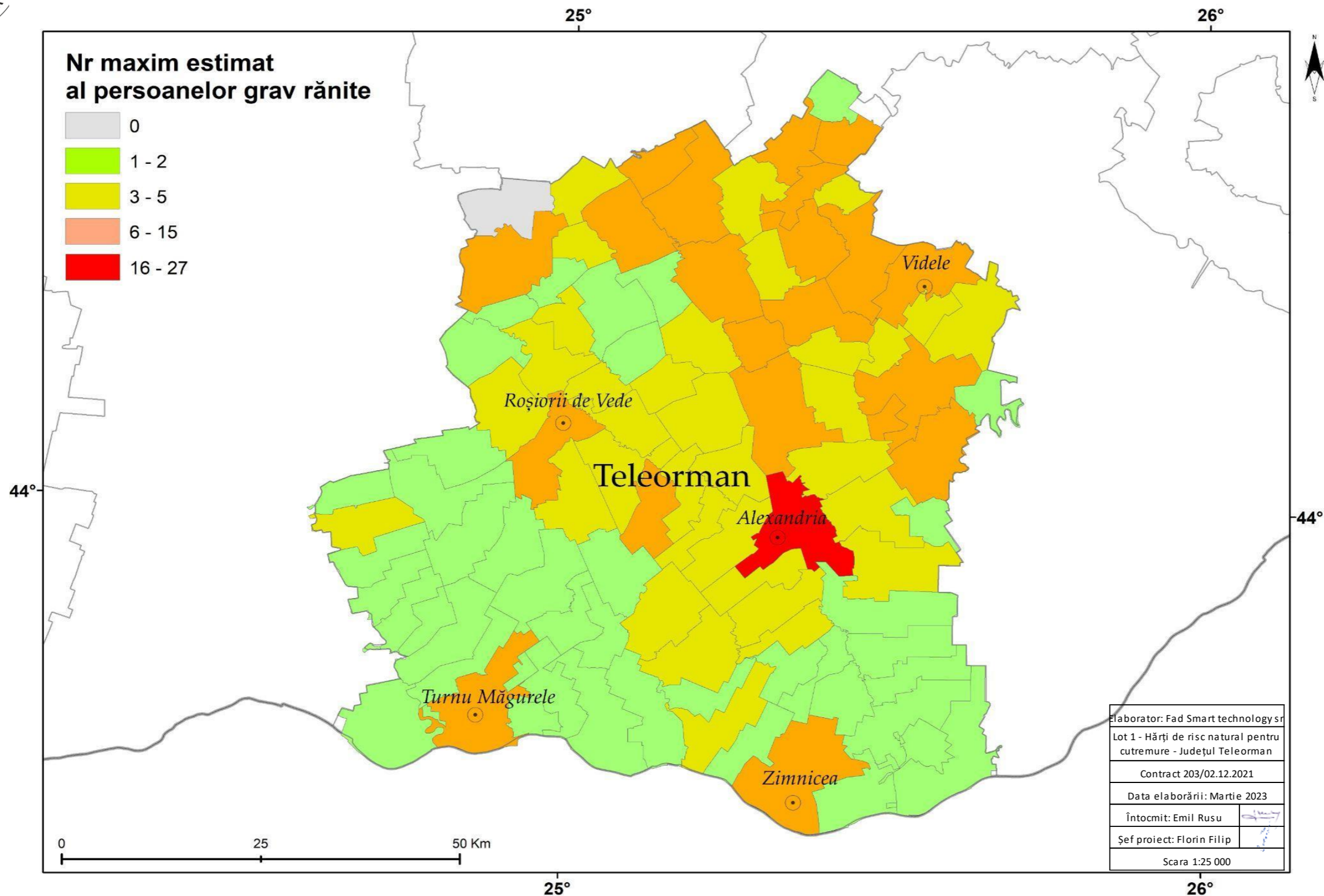


Fig. 163. Număr maxim estimat al persoanelor grav rănite din județul Teleorman, ținând cont de scenariul VRI100; în estimare au fost utilizate date la nivel de UAT de la Recensământul din 2011 și modulul Selena al SeisDaRo

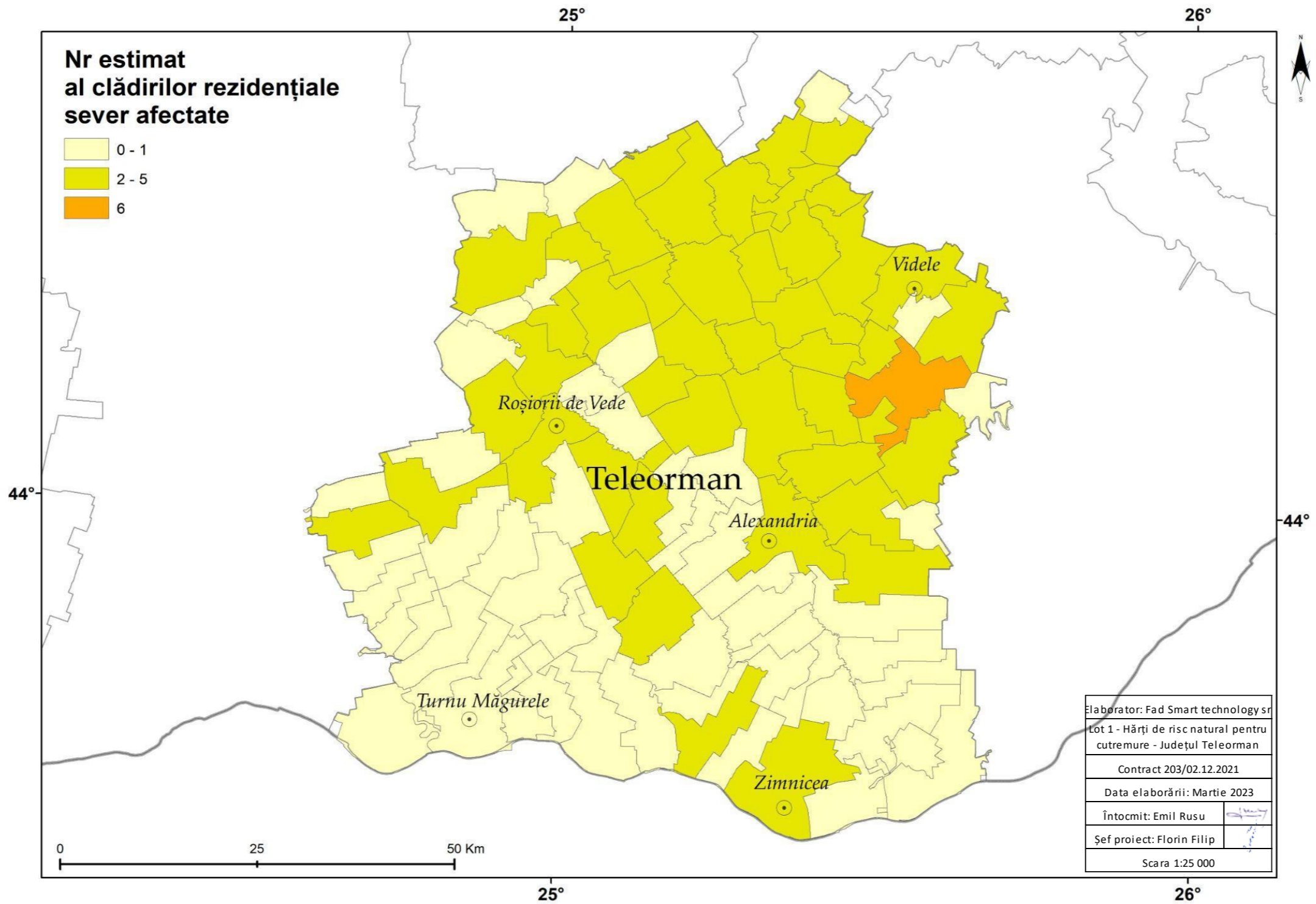


Fig. 164. Număr estimat al clădirilor rezidențiale din județul Teleorman sever afectate de cutremurul aferent scenariului VRI10; în estimare au fost utilizate date la nivel de UAT de la Recensământul din 2011 și modulul Selena al SeisDaRo

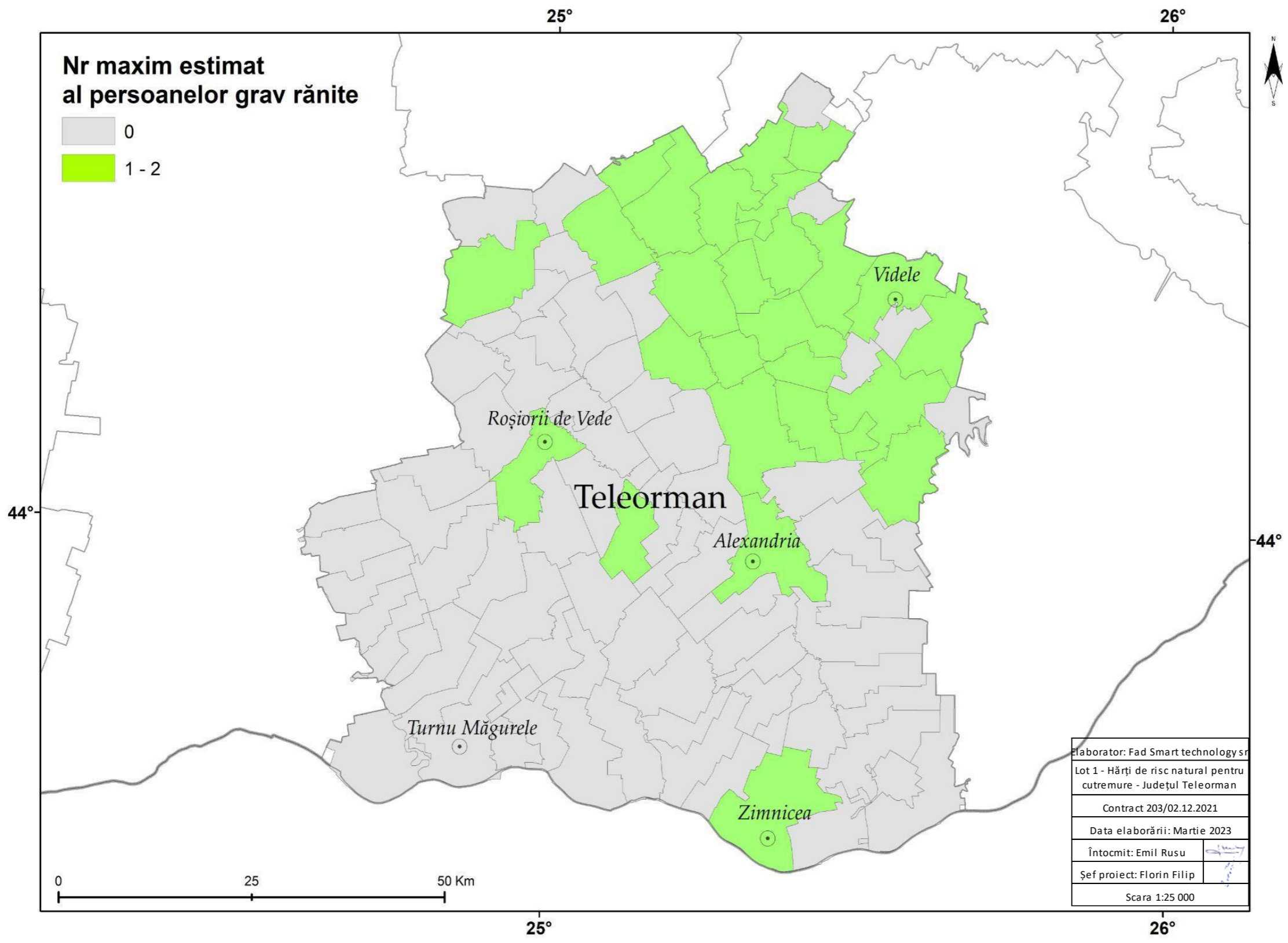


Fig. 165. Număr maxim estimat al persoanelor grav rănite din județul Teleorman, ținând cont de scenariul VRI10; în estimare au fost utilizate date la nivel de UAT de la Recensământul din 2011 și modulul Selena al SeisDaRo

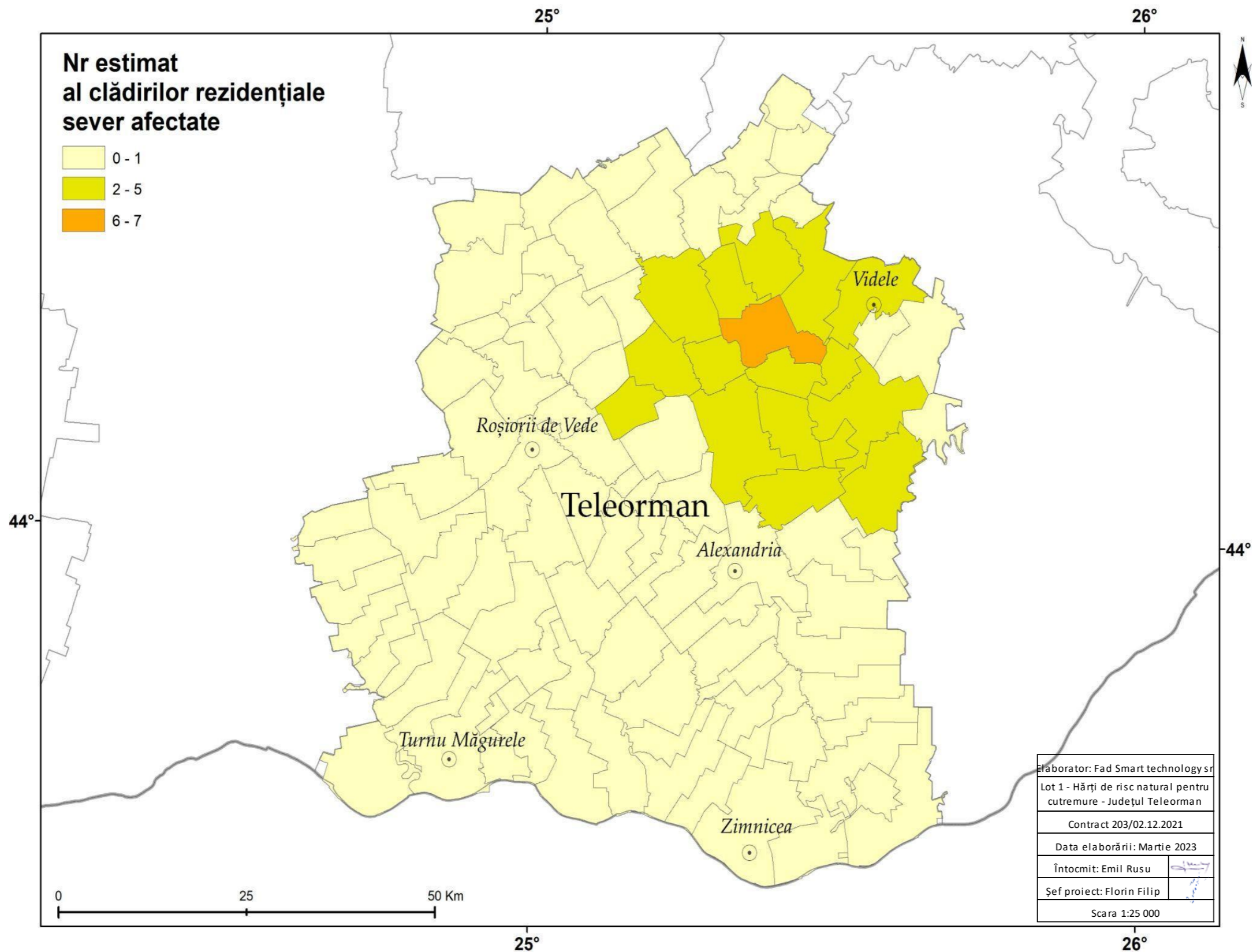


Fig. 166. Număr estimat al clădirilor rezidențiale din județul Teleorman sever afectate de cutremurul aferent scenariului TR local; în estimare au fost utilizate date la nivel de UAT de la Recensământul din 2011 și modulul Selena al SeisDaRo

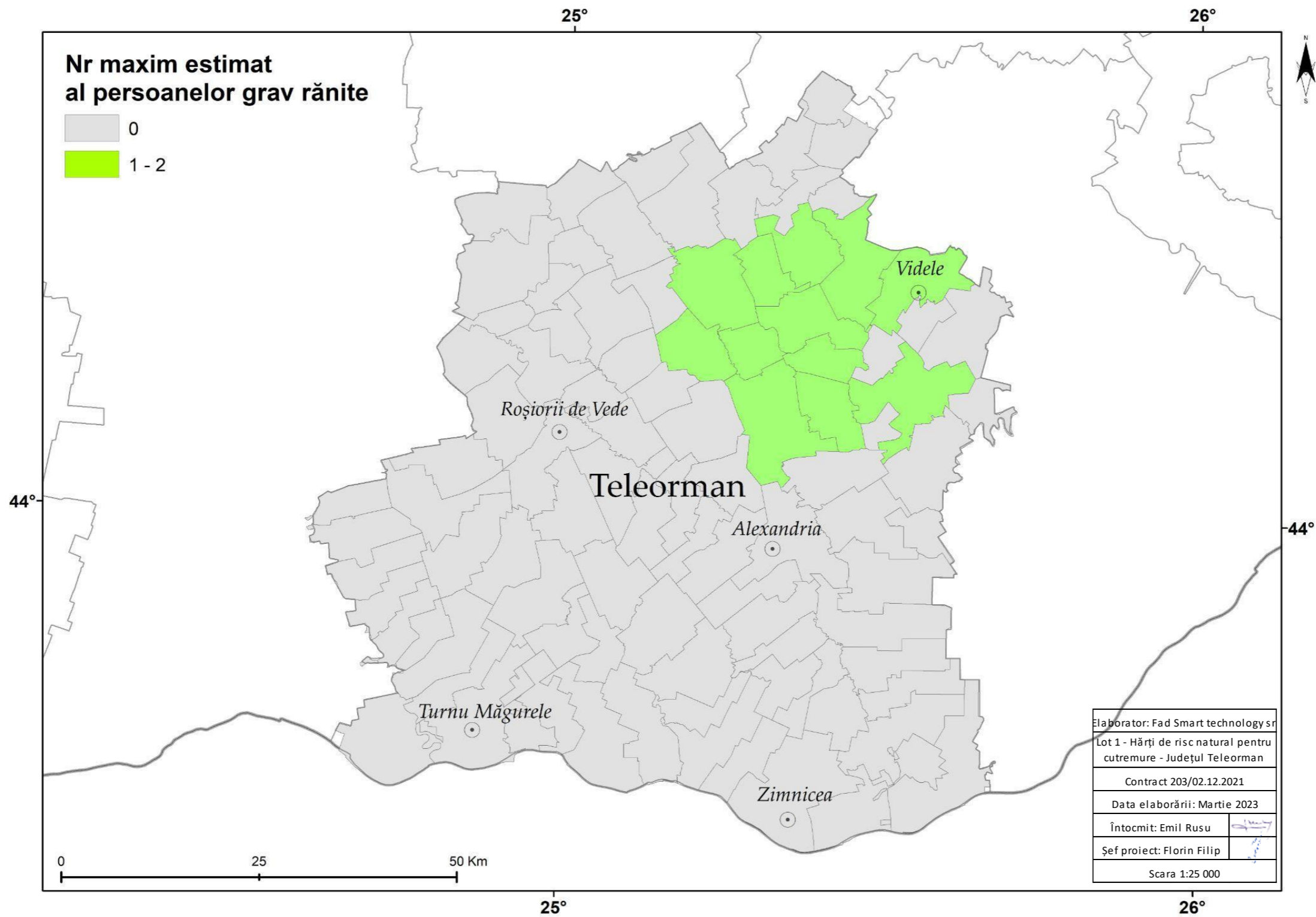


Fig. 167. Număr maxim estimat al persoanelor grav rănite din județul Teleorman, ținând cont de scenariul TR local; în estimare au fost utilizate date la nivel de UAT de la Recensământul din 2011 și modulul Selena al SeisDaRo

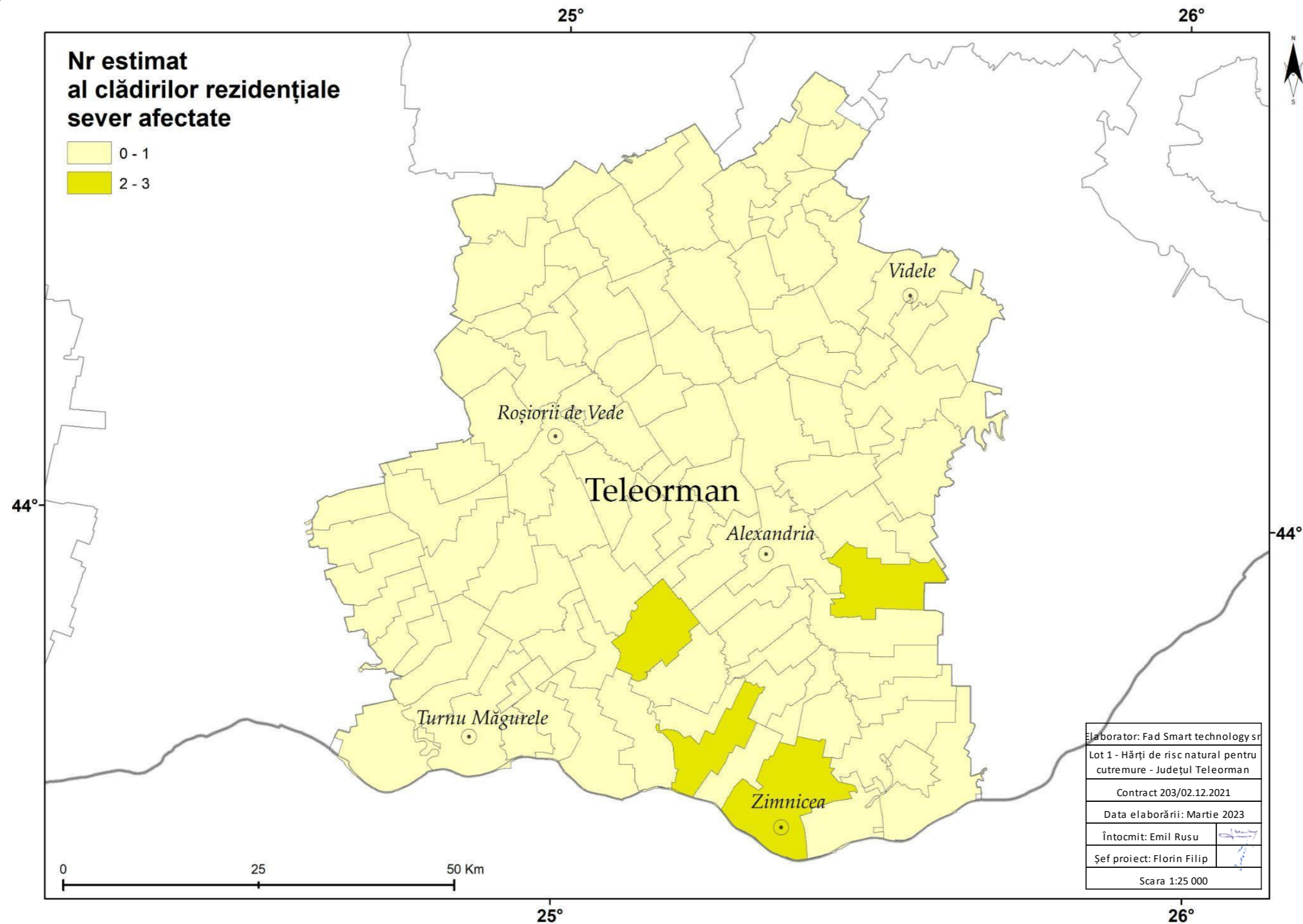


Fig. 168. Număr estimat al clădirilor rezidențiale din județul Teleorman sever afectate de cutremurul aferent scenariului GOR; în estimare au fost utilizate date la nivel de UAT de la Recensământul din 2011 și modulul Selena al SeisDaRo

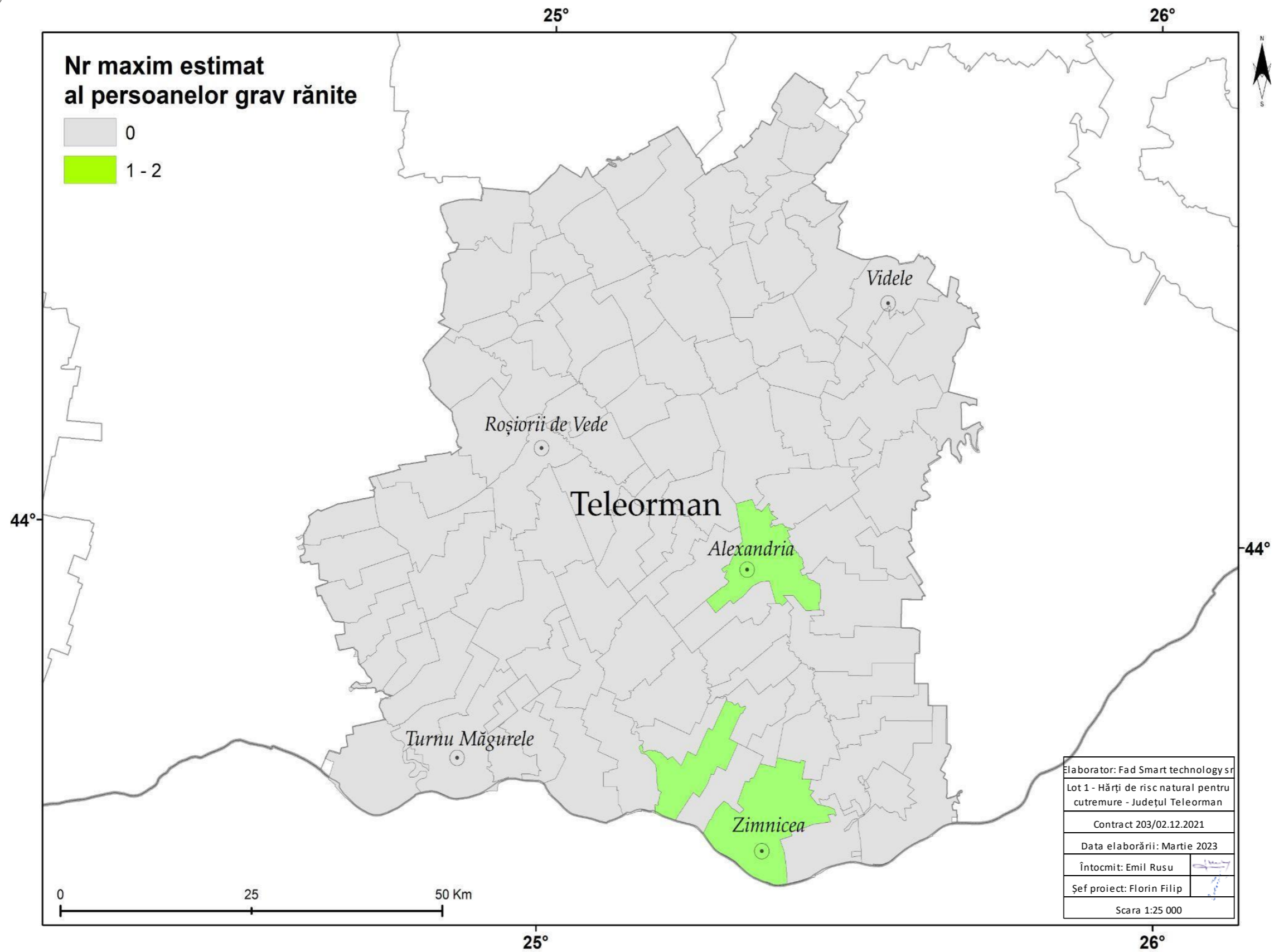


Fig. 169. Număr maxim estimat al persoanelor grav rănite din județul Teleorman, ținând cont de scenariul GOR; în estimare au fost utilizate date la nivel de UAT de la Recensământul din 2011 și modulul Selena al SeisDaRo