

# RAPORTARE ȘTIINȚIFICĂ

**Contract nr. 305/2022;**

**Etapa 1/2022**

**Titlu proiect: ” INTELIGENȚĂ ARTIFICIALĂ ȘI TEHNICI COMBINATE DE SONDAJ PENTRU OPTIMIZAREA CARIERELOR DE PIATRĂ”, Acronim: AI-COSTQO**

- **Descrierea științifică cu punerea în evidență a rezultatelor etapei anuale și gradul de realizare a obiectivelor;**

**Etapa 1/2022 - Investigatii geofizice in zonele de studiu**

**Rezultat: Caracterizarea geofizica a masei de rocă in situurile investigate din punct de vedere al rosturilor, fracturilor si discontinuităților.**

**Activitățile desfășurate de Institutul Geologic al României (GIR):**

**Act 1.1 - Investigatii geofizice cu sistemul Groung Penetrating Radar (T1.1), Categoria de Activitate A3 - Dezvoltare experimentală**

In WP1 (T1.1, T1.4, T1.5): Investiții de teren in situ rezultatul principal este caracterizarea maselor de rocă din punct de vedere al rosturilor, fracturilor, discontinuităților. Investiția de teren in situ oferă datele de input pentru WP2. Investiția de teren in-situ a fost efectuată în locurile de testare pentru a valida abordarea proiectului pentru diferite aplicații de caz real. Natura particulară a carierei de piatră ornamentală necesită, de preferință, sisteme de măsurare nedistructive a masei de rocă pentru a evita degradarea ulterioară a materialului și producerea de deșeuri.

Principalele rezultate sunt legate de caracterizarea rocilor, prin investigațiile geofizice prin metodele Ground Penetrating Radar (GPR), metode seismice si metode electrometrice.

La rezultatul general al WP1 (completate cu: Studii prin televier, Studii fotogrammetrice, Scanare laser terestră, Scanare LiDAR folosind o dronă) au lucrat urmatorii parteneri: BEB (Turcia), UPET (Universitatea din Petroșani), GIR (Institutul Geologic al României), UNIBO (Universitatea din Bologna – Italia).

Pentru măsurătorile de Ground Penetrating Radar (GPR) din Romania am folosit sistemul descris în următorul tabel:

Denumire produs	Cod produs	Cantitate (u.m.)	Serie
<b>Unitate de control</b>	Akula 9000-C	1	G0715124
<b>Cablu de control</b>	CTR-900	1	0314060
<b>Cărucior transport și investigare</b>	SVC-820	1	-
<b>Software de post-procesare</b>	GPRSPROD	1	-
<b>Baterie</b>	BAT-9000	1	-
<b>Încărcător baterie 2A</b>	CHR-103	1	-
<b>Cablu pentru encoder</b>	SEC-101	1	0214020
<b>Laptop HP (i5)</b>	AKACTRLLC	1	5CD4317CFK
<b>Sistem antenă ecranată</b>	FLB-390	1	1013F4012
<b>Software profesional</b>	GPRSSP3D	1	2402737526



Măsurătorile s-au efectuat la 4 cariere (Rușchița veche- de marmura și Ruschita noua - de marmura, Cărpiniș- de travertin și Pietroasa- de andezit din România precum și Finike, Onur Marble – de marmura din Turcia).

Măsurătorile din Turcia au fost efectuate cu un aparat de masuratori GPR (Geoscanners AB” Akula 9000B System, 300 MHz antenna and GC – 1 Cart) închiriat de la Firma Zemin Arastirma Merkezi LTD din Istanbul.



Amplasamentul carierelor investigate geofizic și profilele de măsurători (fig.1-4):



Fig.1 – Cariera Rușchița și localizarea profilelor geofizice de măsurători în Google Earth (roz-GPR; roșu și albastru – electrometrie; negru-seismică; verde-magnetometrie).



Fig.2 – Cariera Cărpiniș și localizarea profilelor geofizice de măsurători în Google Earth (roz-GPR; verde – electrometrie; negru-seismică).



Fig.3 – Cariera Pietroasa și localizarea profilelor geofizice de măsurători în Google Earth (roz-GPR; verde – electrometrie; negru-seismică).

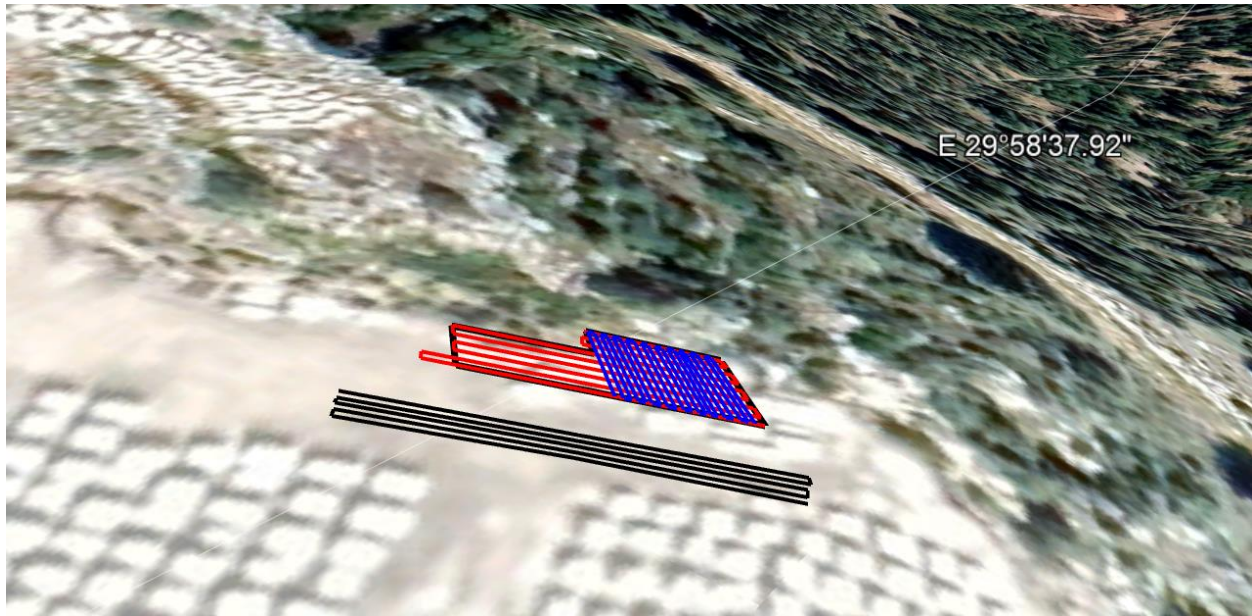
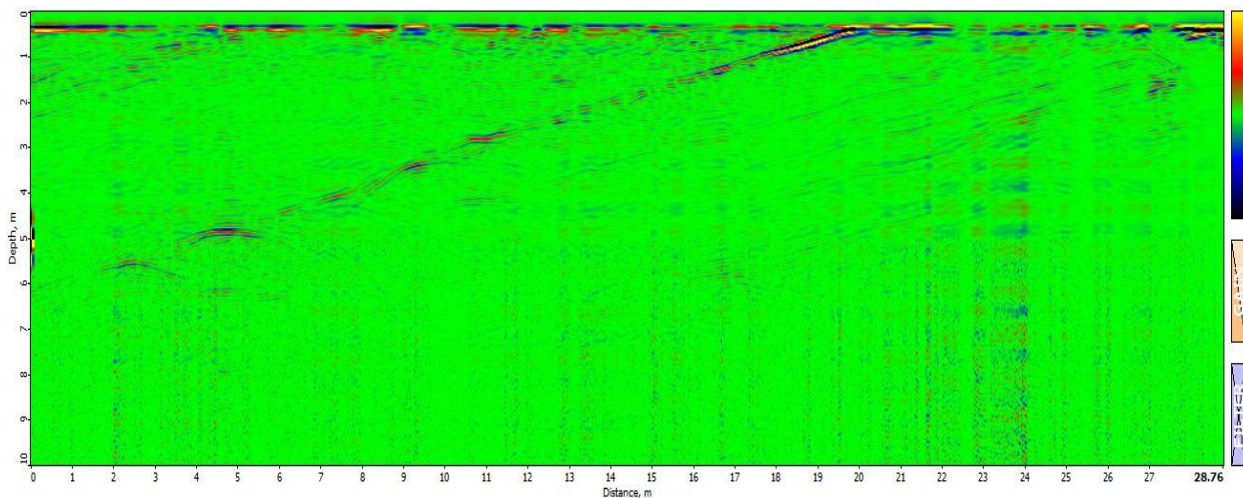


Fig.4 – Cariera Finike - Turcia și localizarea profilelor de măsurători GPR în Google Earth (35 profile, roșu-profile GPR longitudinale panou 1; albastru–profile GPR longitudinale panou 1, negru- profile GPR longitudinale panou 2).

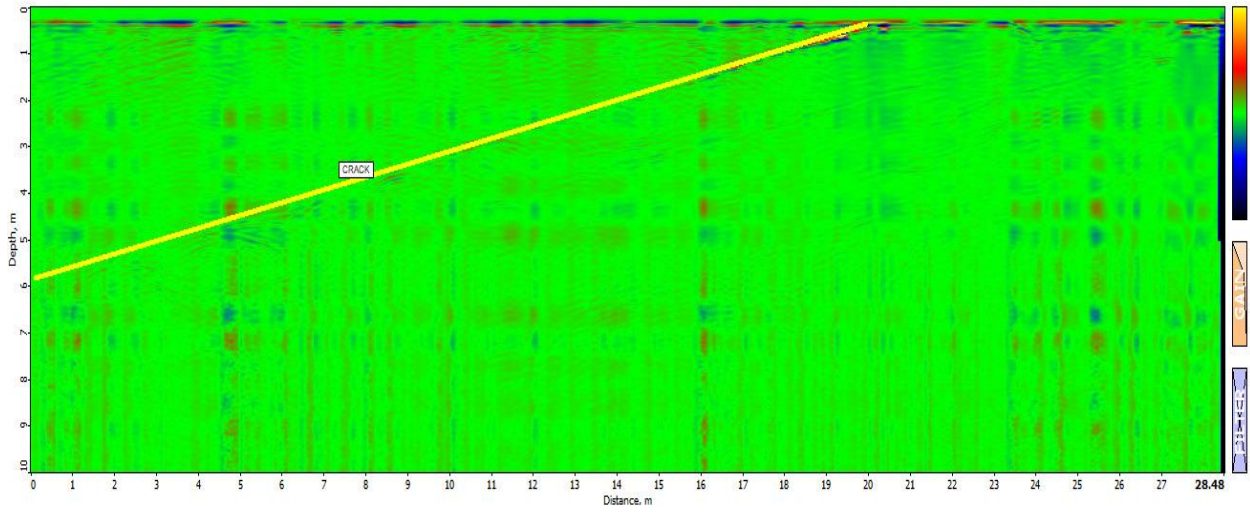
Au fost făcute peste 300 profile longitudinale și transversale la cele patru cariere, de lungimi diferite (10-20-30 m) și echidistante la 70 cm în România și 1 m în Turcia, punând cel mai bine în evidență zonele de fisurație din masa de rocă.

În imaginile următoare, prelucrate GPRSoft, sunt prezentate câteva exemple:

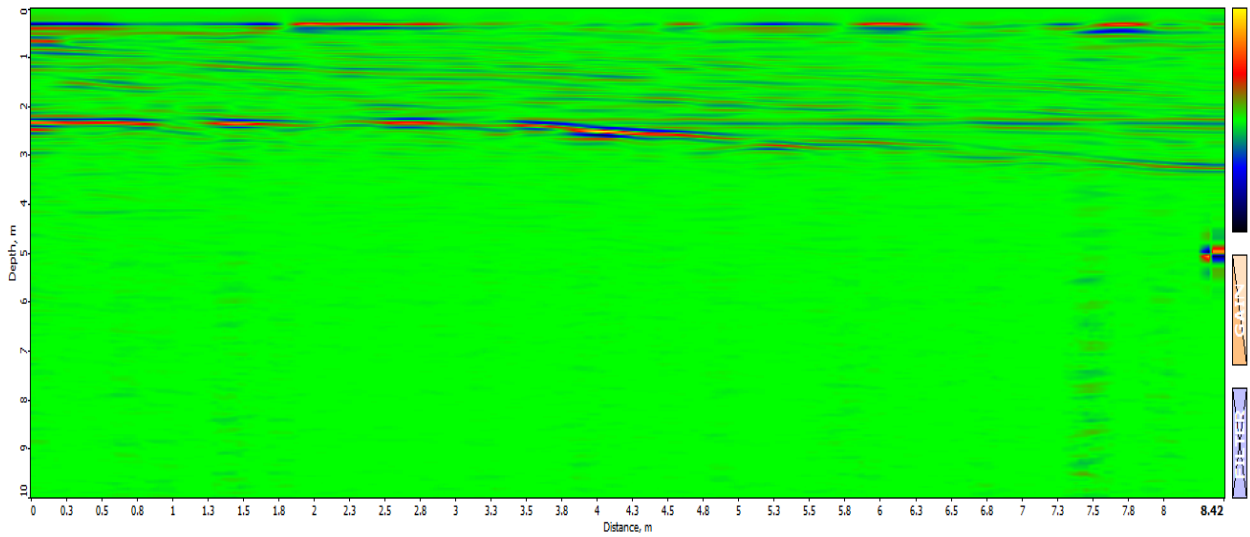
#### Profile 34, Finike



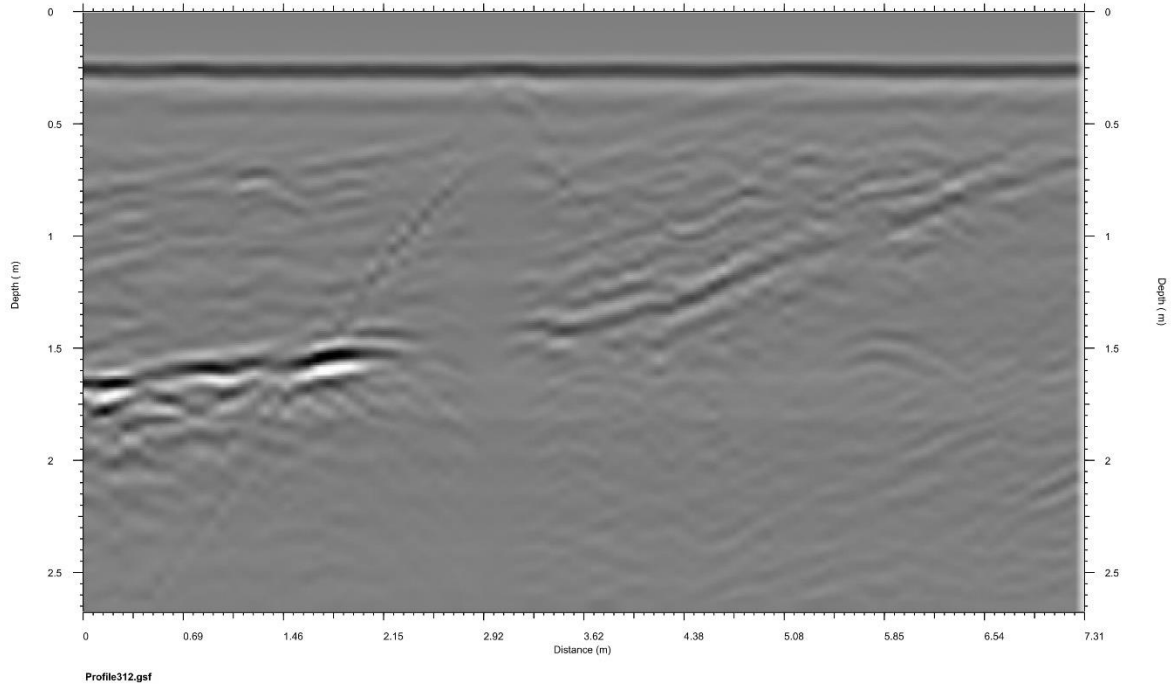
Profile 35, Finike



Profile 29, Finike

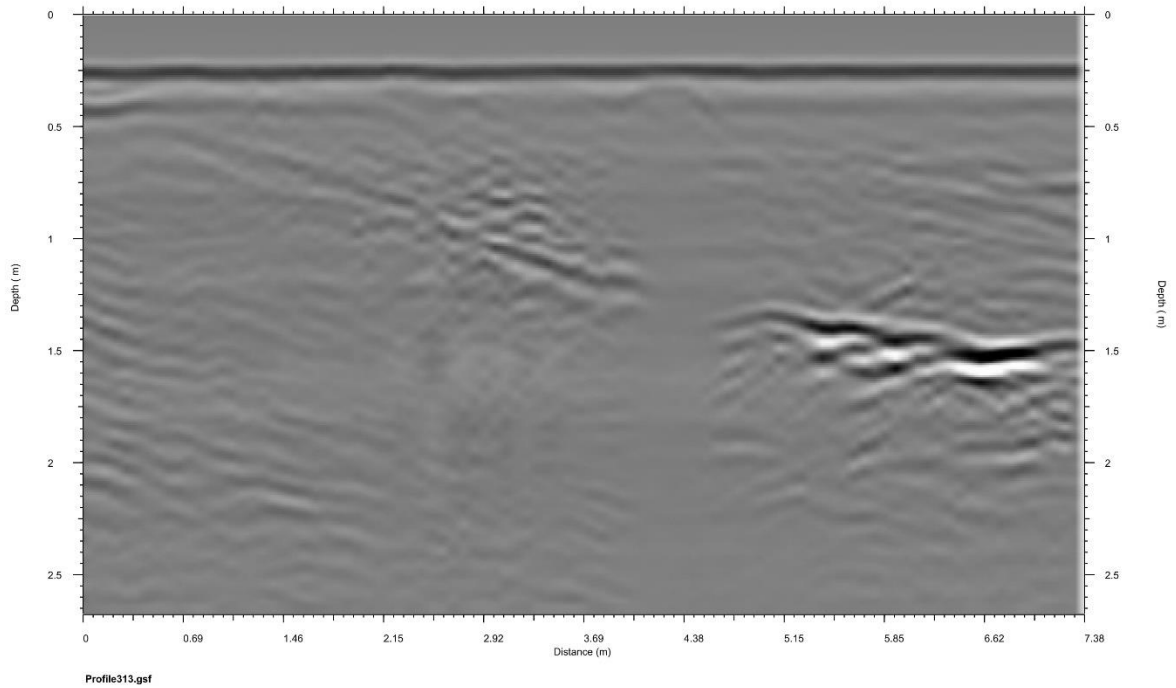


File generated by GPRSoft®



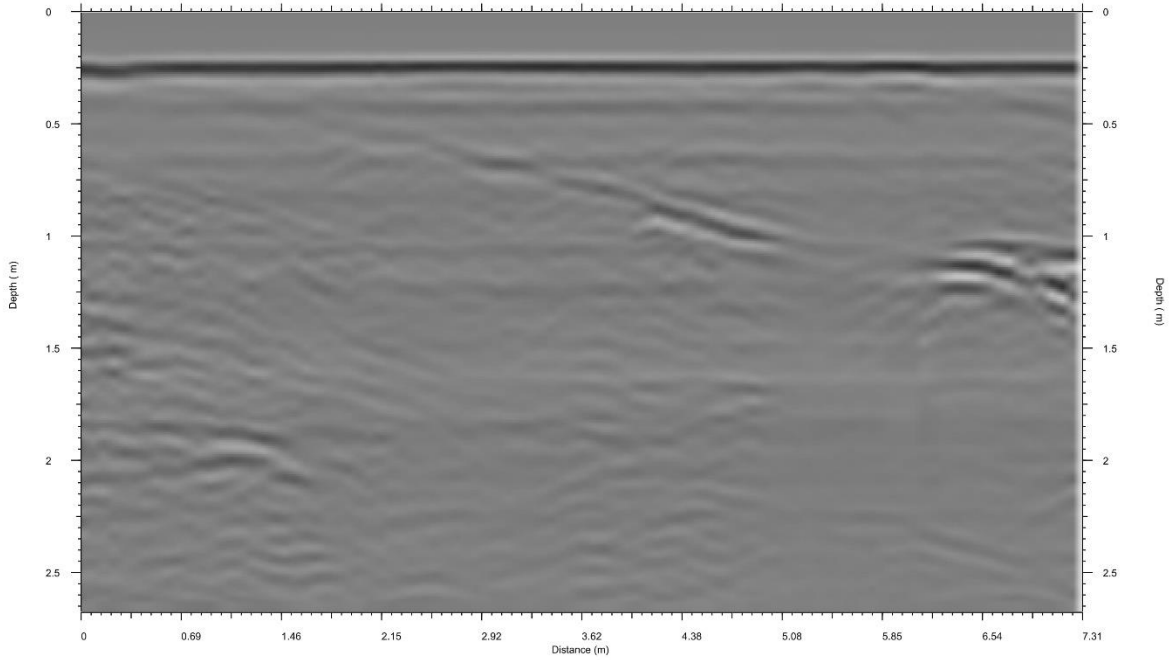
1

File generated by GPRSoft®



1

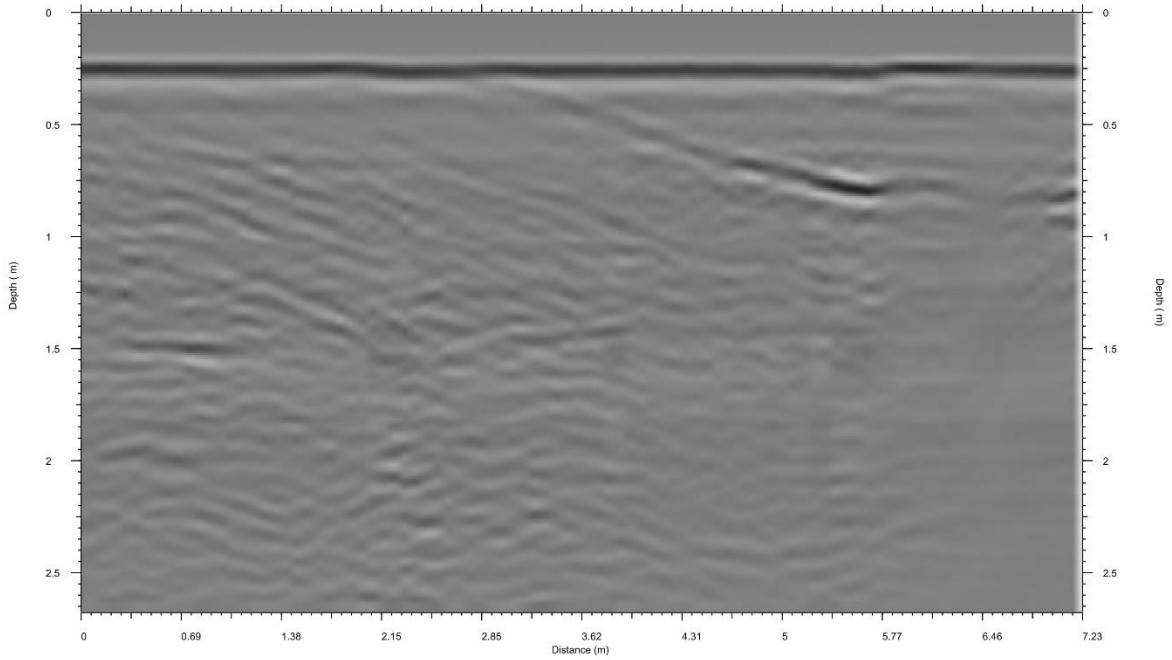
File generated by GPRSoft®



Profile315.gsf

1

File generated by GPRSoft®



Profile317.gsf

1



## **Act 1.2 - Investigatii geofizice prin metode seismice (T1.4), Categoria de Activitate A3 - Dezvoltare experimentală**

Măsurătorile seismice au fost efectuate cu sistemul Geode-Seismograph cu 24 de canale și software SeisImager. Localizările profilelor seismice sunt prezentate în Fig.1-3, la carierele Rușchița, Cărpiniș și Pietroasa.

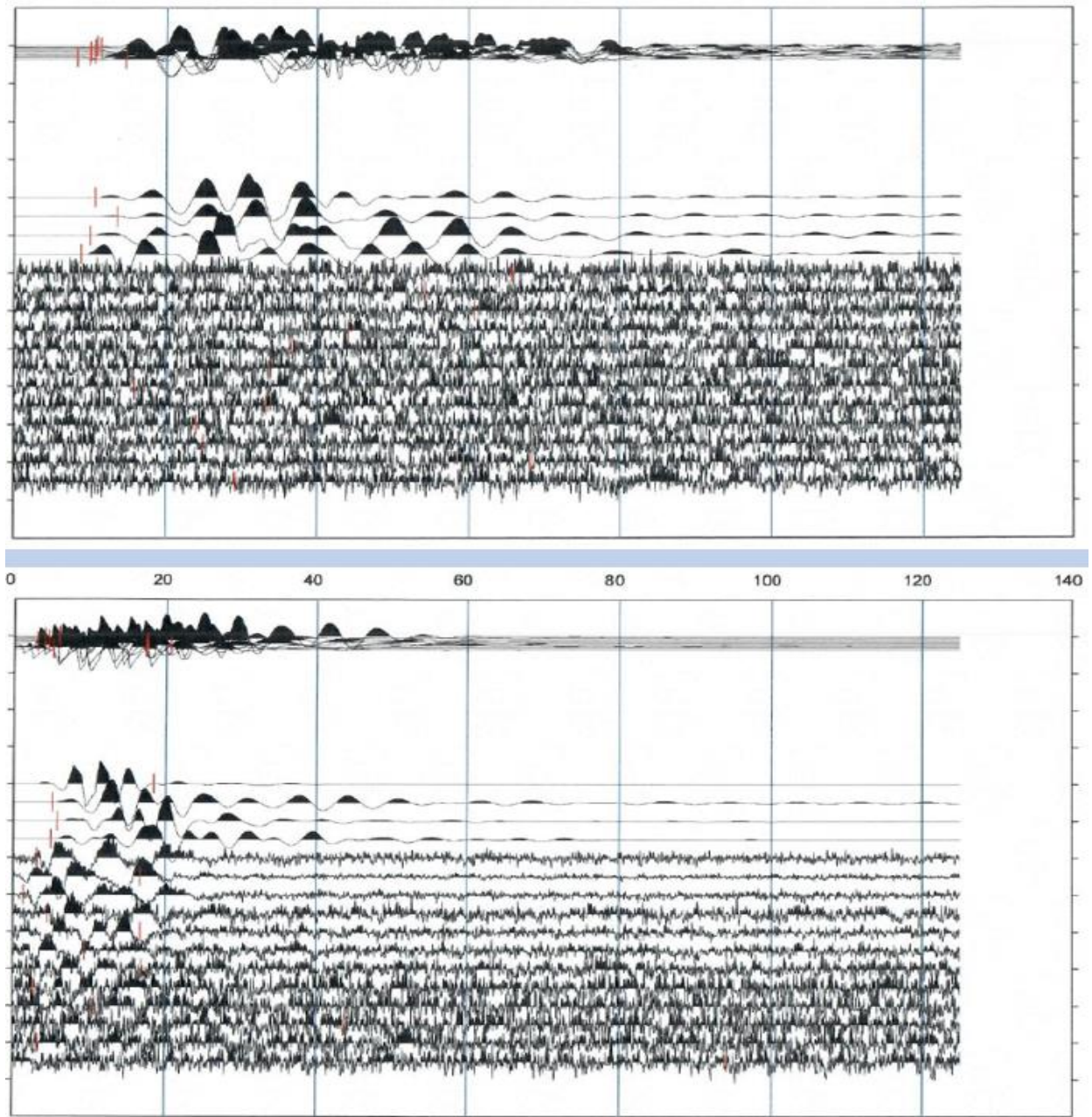
Tehnicile seismice/seismometrice implică, în general, măsurarea timpului parcurs de un impuls superficial de energie seismică, transmis terenului în adâncime, până la rețelele de senzori de mișcare fixați pe suprafața terenului (geofoni). Metoda de refracție seismică utilizează refracția undelor seismice de pe straturile geologice având scopul de a caracteriza condițiile geologice și structura din subteran.

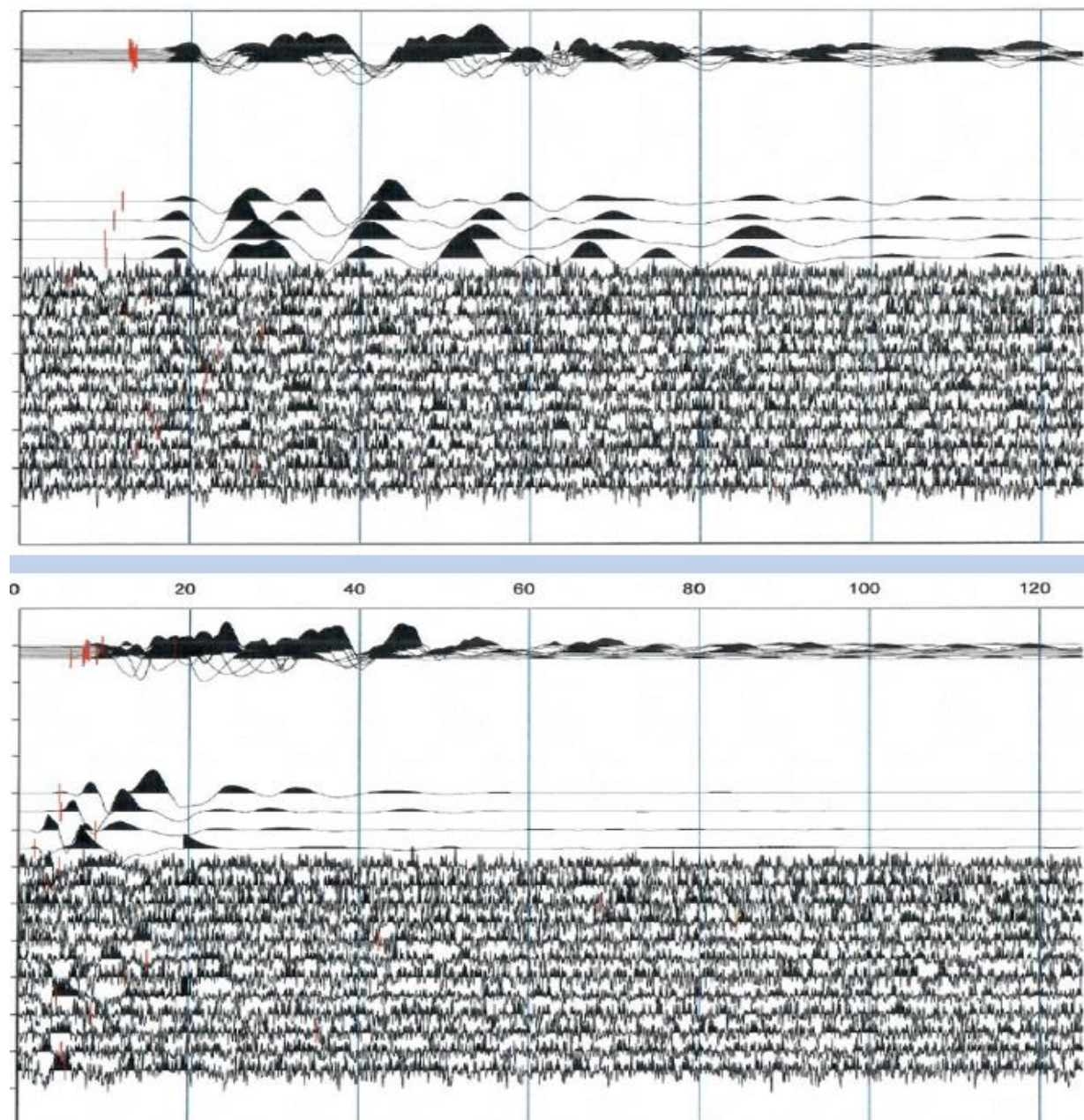
Faptul că undele seismice au viteze diferite în diferite tipuri de sol (sau roci), limitele dintre diferitele tipuri de sol sau rocă sunt determinate atunci când undele sunt refractate când le traversează. Metoda permite determinarea tipurilor generale de sol, adâncimea aproximativă a limitelor straturilor, sau roca de bază.



Roca foarte dura nu a permis amplasarea geofonilor cu o buna prizare la sol, dupa cum se vede in poza de mai sus. S-a incercat cu lut adus din imprejurimi sa se stabilizeze geofonii pe roca dar totusi rezultatele nu sunt multumitoare pentru interpretare.

Imaginile următoare au fost obținute în urma prelucrărilor și reprezintă exemple referitoare la zonele de fisurație ale rocilor.





### Act 1.3 - Investigatii geofizice prin metoda rezistivitatilor (T1.5), Categoria de Activitate A3 - Dezvoltare experimentală

Aparatura folosită, sistemul SuperSting R8/IP+64, este produsă de firma americană *Advanced Geosciences, Inc, Austin, Texas* și folosește la emisie un curent continuu pulsatoriu cu durata pulsului egală cu durata pauzei. Compensarea potențialului natural se face automat, pe toată durata măsurătorii. Rezistivitatea este calculata prin introducerea coordonatelor dispozitivului iar sistemul generator de imagini de rezistivitate și polarizație indusă folosește softul EarthImager.

Sistemul de achiziție are 8 canale și este folosit cu cabluri pasive multielectrod.



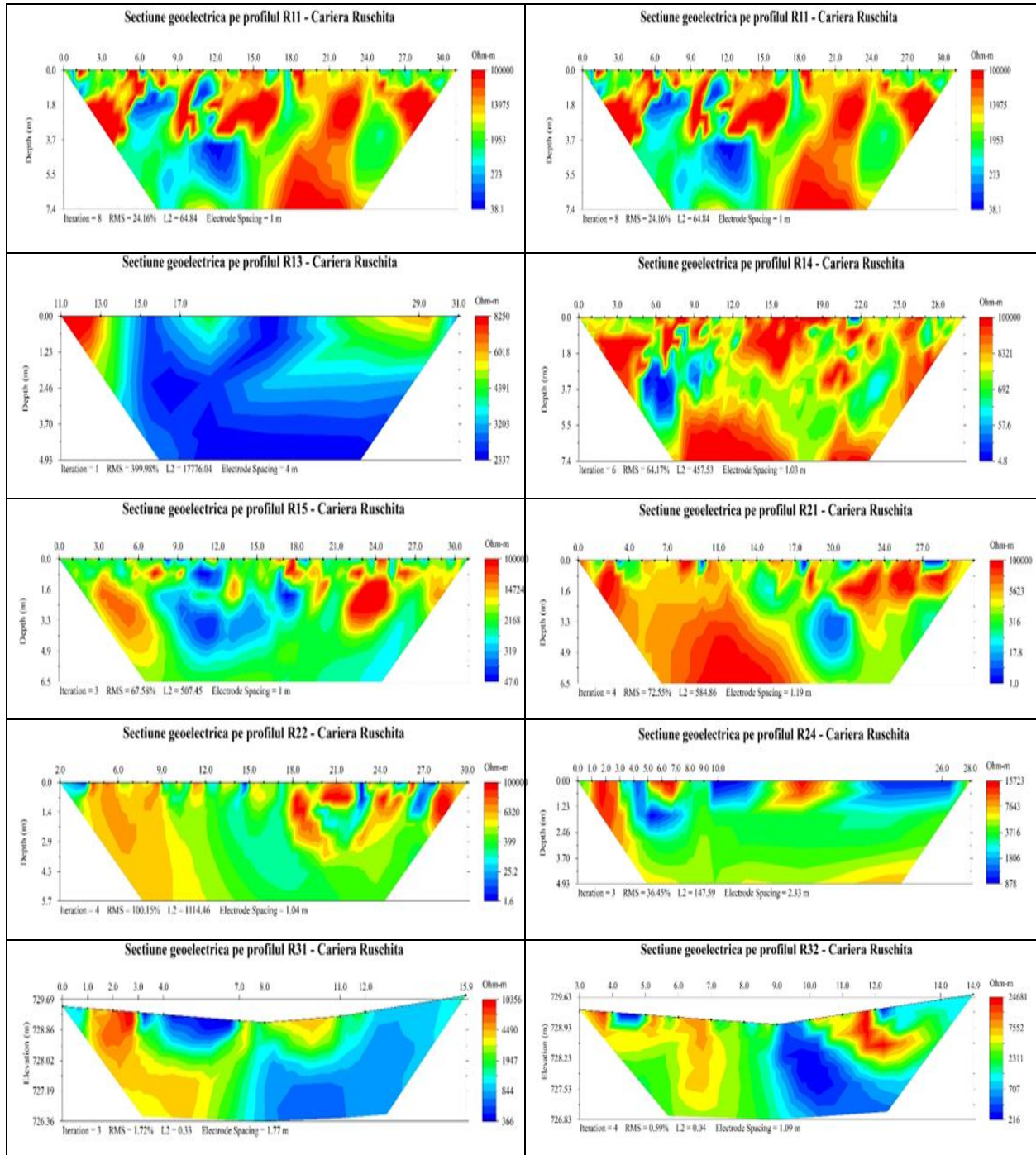
S-au efectuat 17 profile de rezistivitate, au fost facute profile de 30 metri lungime cu echidistanta dintre senzori pe profil de 1 m, iar echidistanta dintre profile de 5 m, cu o adancime de investigare de aproximativ 7 metri, astfel la Ruschita veche sus - 5 profile, la Ruschita veche jos – 3 profile si la Ruschita noua 3 profile, la cariera Pietroasa 2 profile sus si unul jos, la Carpinis – travertin , un profil jos si 2 profile sus. Unul din profilele de la Carpinis sus a avut linia de 150 de metri pentru a se mari adancimea de investigatii la 37 de metri.

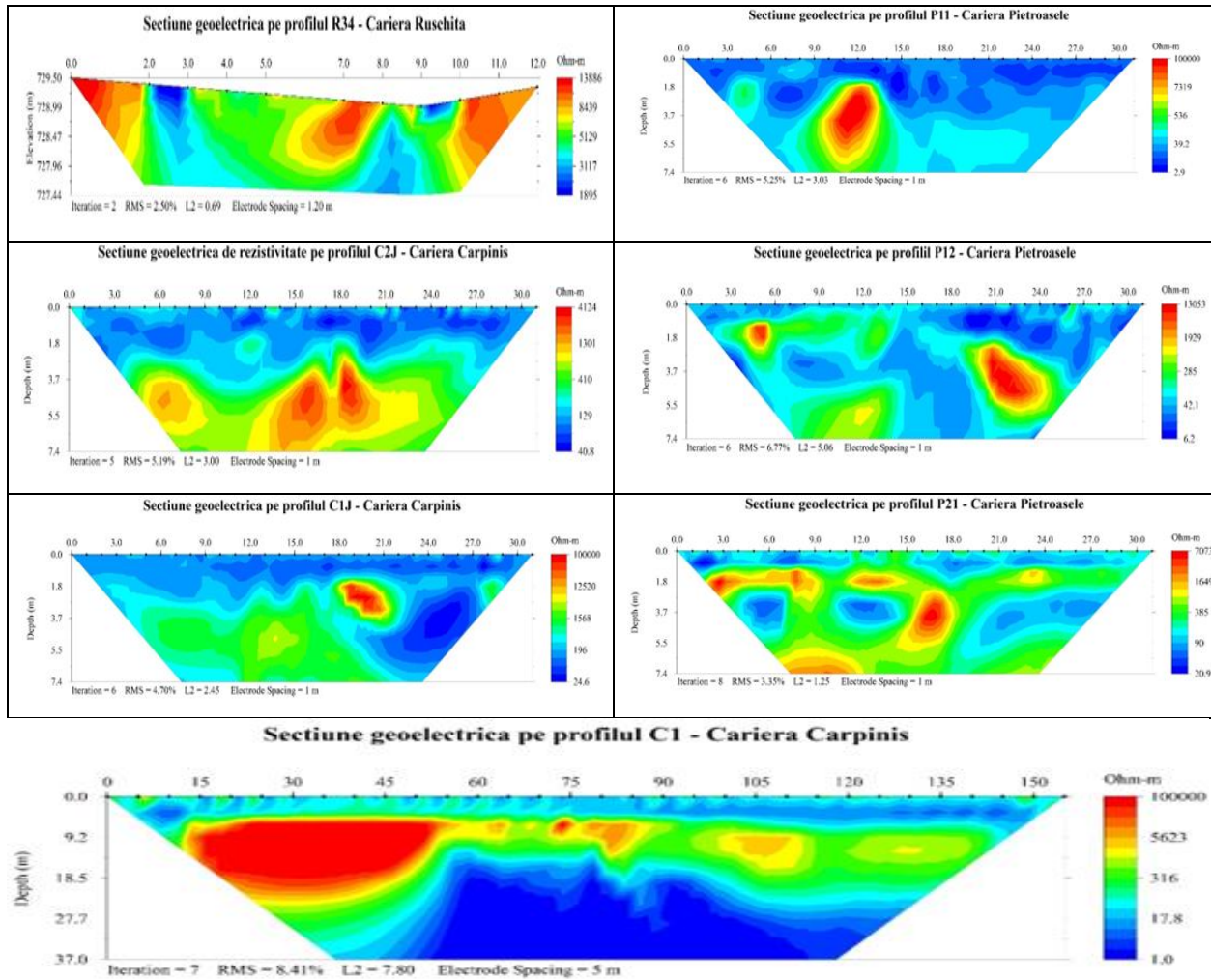


Roca foarte dura nu a permis amplasarea prizelor si senzorilor metodei electrometrice, rezistenta de prizare fiind foarte mare. S-a incercat punerea senzorilor direct pe sol, cu lut si apa cu sare dupa cum se vede in poza de mai sus.

În următoarele imagini sunt prezentate 17 secțiuni de rezistivități pe profilele electrometrice efectuate in toate cele trei cariere din Romania alese ca zona de studiu, cu structura de roca diferita,

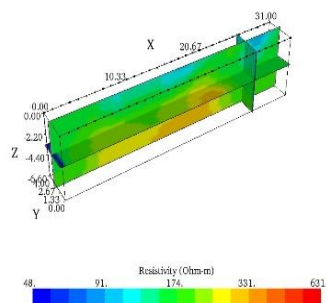
Ruschita – marmura, Carpinis – travertin si Pietroasa – andezit. Zonele de minim, conturate cu albastru, reprezintă fracturile și fisurile din masa de rocă din carieră. De asemenea zonele de gradient crescut (trecherile rapide de la minim-albastru la maxim-rosu) reliefeaza schimbarea caracteristilor geologice și microtectonice ale masei de rocă.



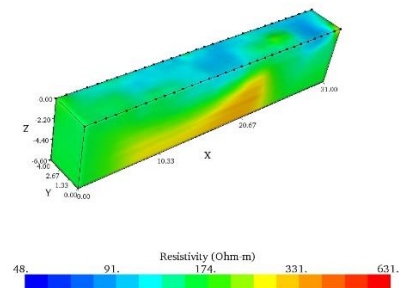


La cariera Cărpiniș – travertin s-a inceput interpretarea sectiunilor de rezistivitate si in format 3D, după cum se poate vedea în imaginile de mai jos.

Dynamic Slices of Inverted Resistivity



Inverted Resistivity Image

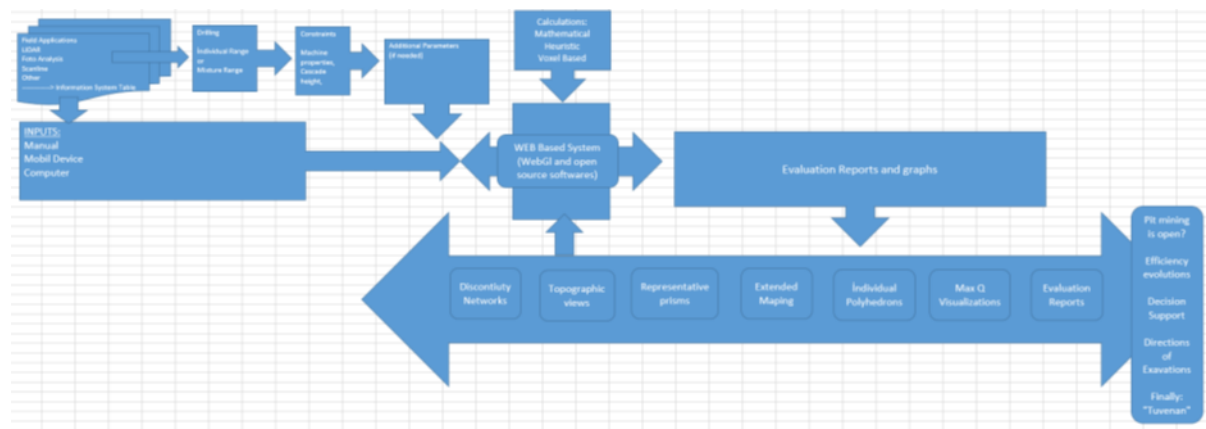


Aceste interpretari, precum si altele facute asupra celorlalte masuratori geofizice sunt in lucru si vor fi cuprinse in livrabilul din luna februarie 2023, Raportul asupra interpretarilor rezultate din masuratorile in situ.

**Act 1.4 - Dezvoltarea sistemului informational pentru realizarea softwer-ului de optimizare exploatarii carierelor de piatra (T6.1), Categoria de Activitate A3 - Dezvoltare experimentală**

În cadrul acestei activități am stabilit împreuna cu partenerii din consorțiu, formatul tabelului informational de valori privind coordonatele punctelor de investigatie, orientarea și înclinația fisurilor detectate, in roca studiată, deoarece structura rocii nu poate fi examinată direct în 3D.

Toate datele despre fracturi/sisteme de îmbinare vor fi prelevate din foraje, aflorimente și alte expuneri. Tabelul Sistemului Informațional reprezintă informații legate de discontinuitate, atribute ale masei de rocă și toate datele geometrice ale discontinuităților. Aceste date vor fi folosite ca intrare pentru toate sistemele generate de dezvoltarea software-ului de optimizare a carierelor de piatră ca sistem (SaaS), cu arhitectura urmatoare (dupa BEB):



Tabelul Sistemului Informațional nu va fi singular, ci separat vor fi lucrate tabele pentru rezultatele investigației fiecărui sit, si apoi unite prin chei de identificare.

Principalul rezultat este legat de realizarea interfetei sistemului suport de decizie. La acest rezultat vor lucra urmatorii parteneri: BEB, UPET, GIR, UNIBO, FIS.

**Act 1.5 - Diseminare si vizite de lucru (T8), Categoria de Activitate D - Activități suport (Diseminare; Participare la manifestări tehnico-științifice; Participare la cursuri; Organizarea de cursuri; Vizite de lucru)**

In WP8 (T8.1, T8.2): Management de proiect, coordonare și diseminare, principalele rezultate sunt legate de managementul proiectului, o buna coordonare a activitatilor cu partenerii (stabilite in reuniunile consorțiului) si diseminarea rezultatelor proiectului prin publicatii si prezentari la conferinte de specialitate. La acest rezultat vor lucra toti partenerii: BEB, UPET, GIR, UNIBO, FIS.

GIR a participat la prima întâlnire de lucru la Petroșani și la vizitarea/stabilirea perimetrelor din carierele Rușchița, Cărpiniș și Pietroasa, in perioada 6-10.06.2022.

De asemenea, GIR a participat la progress meeting din Turcia (Antalya), in perioada 14-19.11.2022 unde am prezentat rezultatele obținute în cadrul măsurătorilor geofizice din Romania (GPR, electrometrie și seismică). Urmare a faptului ca, factorul de precizie al masuratorilor de rezistivitate (RMS cu valori mari) arata o slaba prizare intre senzorii electrici si roca foarte dura (ex marmura), metoda electrometrica nu este relevanta in roci foarte dure, asa cum este marmura de Ruschita, Boticino si Finike. Aceleasi considerente de prizare foarte slaba intre senzorii seismici si roca foarte dura sunt valabile si pentru metoda seismica.

Decizia întregului consorțiu a fost de a continua masuratori geofizice numai de GPR in Italia si Turcia deoarece măsurătorile de GPR sunt cele mai relevante pentru investigațiile fracturilor și fisurilor din rocă. Pentru a efectua măsurătorile de la cariera de langa Finike, Onur Marble, GIR a inchiriat aparatul GPR de la o firma din Istanbul si a efectuat masuratori de GPR in 16-18 nov. 2022.

Totodată au fost discutate și aspectele privind managementul financiar și derularea în continuare a activităților.

- **Un sumar al progresului (livrabile realizate, indicatori de rezultat, diseminarea rezultatelor, justificare diferențe, dacă e cazul);**

S-au finalizat investigațiile geofizice în zonele de studiu din Romania la finele lunii iunie 2022 prin achiziționarea datelor geofizice specifice fiecărei metode iar în noiembrie s-au finalizat masuratorile GPR din Turcia. Toate aceste date primare sunt în faza de prelucrare/interpretare și vor fi integrate în livrabilul din februarie 2023. În Italia măsurătorile GPR vor fi finanțate de partenerul din Italia UNIBO.



- **Un rezumat executiv al activităților realizate în perioada de implementare (max. 1 pag.). Acesta poate fi publicat de către Autoritatea Contractantă în pagina web a competiției.**

Investigațiile geofizice de teren, in situ, au ca rezultat principal caracterizarea maselor de rocă din punct de vedere al rosturilor, fracturilor, discontinuităților.

Investigația de teren in situ oferă datele de intrare pentru WP2. Investigația de teren in-situ a fost efectuată în locurile de testare pentru a valida abordarea proiectului pentru diferite aplicații de caz real. Natura particulară a carierei de piatră ornamentală necesită, de preferință, sisteme de măsurare nedistructive a masei de rocă pentru a evita degradarea ulterioară a materialului și producerea de deșeuri.

Principalele rezultate sunt legate de caracterizarea rocilor, prin investigațiile geofizice prin metodele Ground Penetrating Radar (GPR), metode seismice și metode electrometrice.

La rezultatul general al WP1 (completate cu: Studii prin televier, Studii fotogrammetrice, Scanare laser terestră, Scanare LiDAR folosind o dronă) au lucrat următorii parteneri: BEB (Turcia), UPET (Universitatea din Petroșani), GIR (Institutul Geologic al României), UNIBO (Universitatea din Bologna – Italia).

Activitățile desfășurate de Institutul Geologic al României (GIR) au constat în investigațiile geofizice (Ground Penetrating Radar, Seismică și Electrometrie).

Aceste activități au fost realizate integral de către GIR, la cele patru cariere. Pentru carierele din Romania (Rușchița, Cărpiniș și Pietroasa) am folosit echipamentele GIR și întregul personal din proiect (opt personae). Pentru cariera din Turcia (de lângă Finike, Onur Marble), GIR a închiriat un echipament GPR de la o firmă din Istanbul, pentru a efectua aceste măsurători, deoarece bugetul partenerilor din Turcia nu le-a permis acest lucru. Partenerul din Italia își finanțează singur măsurătorile de la cariera din Italia (Boticino).

Paginile web ale proiectului sunt: <http://ai-costsqo-project.com/>, în limba engleză,

<http://ai-costsqo.com/>, în limba turcă,

<https://igr.ro/cercetare/proiecte-internationale/proiecte-in-derulare/>, în limba română în domeniul propriu al GIR

și <https://www.era-min.eu>

<https://www.era-learn.eu/network-information/networks/era-min3/eu-co-funded-era-min-joint-call-2021/artificial-intelligence-and-combined-survey-techniques-for-stone-quarries-optimization>

, în limba engleză în domeniul era-min.

**Director Proiect, Dr. Ing. Laurentiu ASIMOPOLOS**

