

# **RAPORTARE STIINTIFICA**

**Contract nr. 305/2022;**

**etapă nr. 2/2023**

**titlu proiect: ” INTELIGENȚĂ ARTIFICIALĂ ȘI TEHNICI COMBinate DE SONDAJ PENTRU OPTIMIZAREA CARIERELOR DE PIATRĂ”**

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

**Etapa 2 - Dezvoltarea sistemului informational si generarea curbelor de distribuție a dimensiunilor blocurilor de piatră**

**Rezultat: Realizarea si dezvoltarea sistemului informațional și generarea curbelor de distribuție a dimensiunilor blocurilor de piatră**

Activitățile desfășurate de Institutul Geologic al României (GIR) in Etapa 2 din anul 2023 au fost:

- **Act 2.1 - Investigatii geofizice cu sistemul Groung Penetrating Radar;**
- **Act 2.2 - Investigatii geofizice prin metode seismice;**
- **Act 2.3 - Generarea curbelor de distribuție a dimensiunilor blocurilor (BSDC) și a sistemului de sprijinire a deciziilor;**
- **Act 2.4 – Calculul direcțiilor tăieturilor în blocuri de piatră privind limitele minime și maxime ale cuboidelor, volumelor comerciale, rosturilor și discontinuităților naturale existente;**
- **Act 2.5 - Diseminare si vizite de lucru.**

Am continuat în WP 1 (Investigații de teren in situ) din Etapa 1 cu activitatile: Act 2.1 și Act 2.2, ambele fiind de categoria A3-Dezvoltare experimentală.

Rezultatele **Act 2.1** și **Act 2.2** au constat în identificarea fracturilor principale și a zonelor de fisurație pe baza unor prelucrări complexe a celor peste 300 de profile efectuate prin metoda Groung Penetrating Radar si a profilelor seimice în carierele de marmură (Rușchița – Romania și Finike – Turcia), andezit (Cărpiniș – Romania) și travertin (Pietroasa – Romania).

Datele colectate în etapa 1/2022 au fost folosite în aceste două activități Act 2.1 și Act 2.2 din etapa 2.

Aspectul textural al rocilor investigate (marmură, travertin și andezit) este dat de densitatea, dimensiunea și dispunerea spațială a vacuolelor. Marmura și andezitul sunt mai puțin afectate de fisuri și zone de alterație comparativ cu travertinul care poate arăta ca breșea sau lemnul deteriorat. Carierele de travertin sunt susceptibile la crăpare, ceea ce face dificilă extragerea blocurilor mari necrăpate. Pentru evaluarea fisurilor din cariere pot fi folosite mai multe metode, printre care:

- **Inspekția vizuală:** o metodă simplă și accesibilă, care presupune inspekția zonelor carierei în care există suspiciuni de fisurare. Această metodă poate oferi informații preliminare, dar nu este suficient de precisă pentru a determina amploarea și severitatea fisurilor;

- **Metodele geofizice,** cum ar fi Ground Penetration Radar (GPR) sau metoda seismică, pot fi utilizate pentru a detecta fisurile subterane și pentru a estima adâncimea acestora. Aceste metode pot fi mai eficiente decât inspekția vizuală, deoarece permit evaluarea fisurilor la adâncimi mai mari și fără a fi necesară intrarea în carieră;

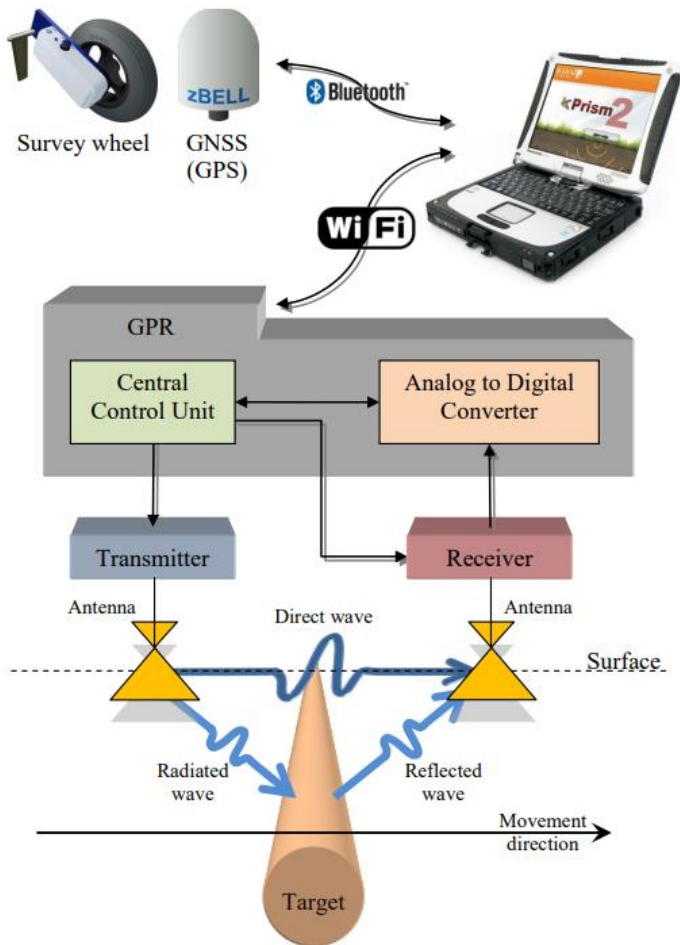
- **Analiza imaginilor digitale** ale carierelor poate ajuta la identificarea fisurilor și la cuantificarea gradului de fisurare. Această metodă poate fi realizată prin tehnologii de scanare cu laser sau fotografie aeriană;

- **Analizele mineralogice** precum evaluarea compoziției mineralelor pot oferi informații cu privire la stabilitatea acestuia și predispoziția la fisurare.

În funcție de nevoile specifice ale fiecărei cariere, poate fi necesară utilizarea unei combinații de metode pentru evaluarea fisurilor și determinarea riscurilor asociate exploatarea acestuia.

Metoda Ground Penetrating Radar (GPR) este o metodă activă, care transmite unde radar în pământ și apoi înregistrează undele care sunt recepționate înapoi la suprafață. Variabilele care sunt măsurate în această metodă sunt timpul scurs între trimiterea și primirea unei unde, amplitudinea undelor înregistrate, precum și date despre frecvențele undelor care sunt înregistrate. Aceste caracteristici ale metodei GPR o recomandă ca fiind foarte eficientă pentru detectarea fisurilor în rocile din cariere aflate în funcțiune în prezent sau care vor fi exploatate în viitor.

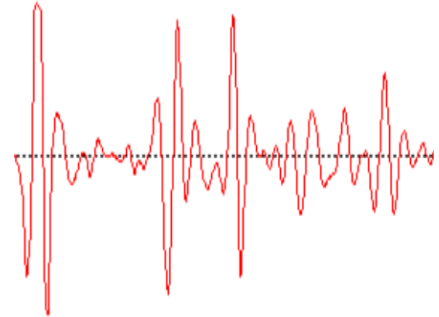
GPR este o tehnică geofizică care utilizează unde electromagnetice pentru a detecta discontinuități naturale și alte caracteristici ale solului sau rocii de sub suprafață. Această tehnică este adesea folosită în extracția de marmură pentru a identifica discontinuitățile naturale și pentru a planifica direcția de tăiere a blocurilor de marmură. Pentru detectarea discontinuităților naturale cu GPR, se utilizează un transmițător care generează unde electromagnetice de o anumită frecvență



și o antenă receptor care primește undele reflectate din diferite straturi ale rocii. Aceste semnale sunt apoi procesate digital pentru a crea o imagine a subsolului care poate fi folosită pentru a identifica discontinuități și alte caracteristici ale rocii. Există mai multe software disponibile pe piață care permit analizarea datelor GPR și identificarea discontinuităților naturale în blocurile de marmură. Aceste software-uri pot fi folosite pentru a planifica direcția de tăiere a blocurilor de marmură, astfel încât să minimizeze riscul de rupere sau fisurare a blocurilor și să maximizeze randamentul extragerii de marmură. GPR este o metodă geofizică care utilizează impulsuri radar pentru a vizualiza discontinuitățile subterane ale rezistivităților. Este o metodă non-

intruzivă de investigare a subteranului. GPR utilizează radiația electromagnetică în banda de microunde (frecvențe UHF/VHF; intervalul 10 MHz până la 2,6 GHz) a spectrului radio și detectează semnalele reflectate de la structurile subterane care pot avea aplicații într-o varietate de medii, inclusiv rocă, sol și trotuare. În studiul nostru, am folosit GPR pentru a detecta modificări ale proprietăților materialelor (marmură, andezit, travertin), goluri și fisuri. O diagramă bloc simplificată GPR (Figura alăturată), permite să ne imaginăm ideea generală a principiului său de funcționare.

Emițătorul excită antena de transmisie cu impulsuri electrice foarte scurte. Antena de transmisie radiază unde electromagnetice în bandă ultra-largă, cu o perioadă și jumătate. Undele electromagnetice se propagă în mediul subteran, prin antenă. Semnalul reflectat este primit și înregistrat de receptorul GPR. Dar, pe lângă unda reflectată, există și o undă directă care merge direct de la antena de transmisie la antena de recepție pe calea cea mai scurtă. Prin urmare, ieșirea receptorului oferă un semnal, care este o sumă a impulsului emițătorului (ca în figura alăturată) și a impulsurilor reflectate care îl urmează.



Diferența de timp dintre impulsul emițătorului și semnalele reflectate de la suprafața țintă determină adâncimea țintei în mediu. Caracteristicile semnalelor depind de antenă, puterea emițătorului (Tx), condițiile de mediu și parametrii receptorului (Rx) din momentul în care antena de transmisie este excitată până la recepția semnalului reflectat. Toți acești parametri afectează gama dinamică generală a întregului sistem. Au existat diverse metode de digitizare a semnalelor analogice încă de la apariția tehnologiilor digitale. Una dintre principalele metode utilizate în georadarul pulsate este metoda stroboscopică și metoda Real Time Sampling, sau simbioza acestora. De asemenea, structura GPR-ului în sine și a sistemelor de antene utilizate cu acesta, sau mai degrabă, alegerea unui convertor analog-digital (ADC), ca element principal pentru conversia unui semnal analog în digital, depinde de metoda aleasă pentru conversia digitală.

Metoda stroboscopică se bazează pe teza că GPR-ul și antena sa se află în același loc pentru un interval de timp relativ ultra-scurt în milisecunde. GPR va primi 512 semnale identice pentru 512 lansări ale transmițătorului și va lua doar o probă corespunzătoare din fiecare semnal, apoi le va construi pe toate într-o singură urmă, restabilind semnalul complet. În același timp, georadarul are nevoie de un transmițător cu o frecvență de declanșare de sute de kHz, un convertor stroboscopic și un receptor cu un dispozitiv de eșantionare și stocare, a cărui ieșire va fi alimentată la intrarea ADC cu o frecvență de declanșare a transmițătorului. Prelucrarea datelor este pentru a extrage semnale utile și pentru a suprima zgomotul și interferențele. Prin urmare, înainte de procesare, trebuie să definim parametri care sunt diferiți pentru semnale și interferențe. Acestea pot fi caracteristici de amplitudine, traiectorie sau spectrale.

Software-ul Prism 2, pe care l-am folosit în prelucrarea măsurătorilor efectuate, conține toate instrumentele necesare pentru analiza caracteristicilor menționate. Procedurile de procesare disponibile sunt:

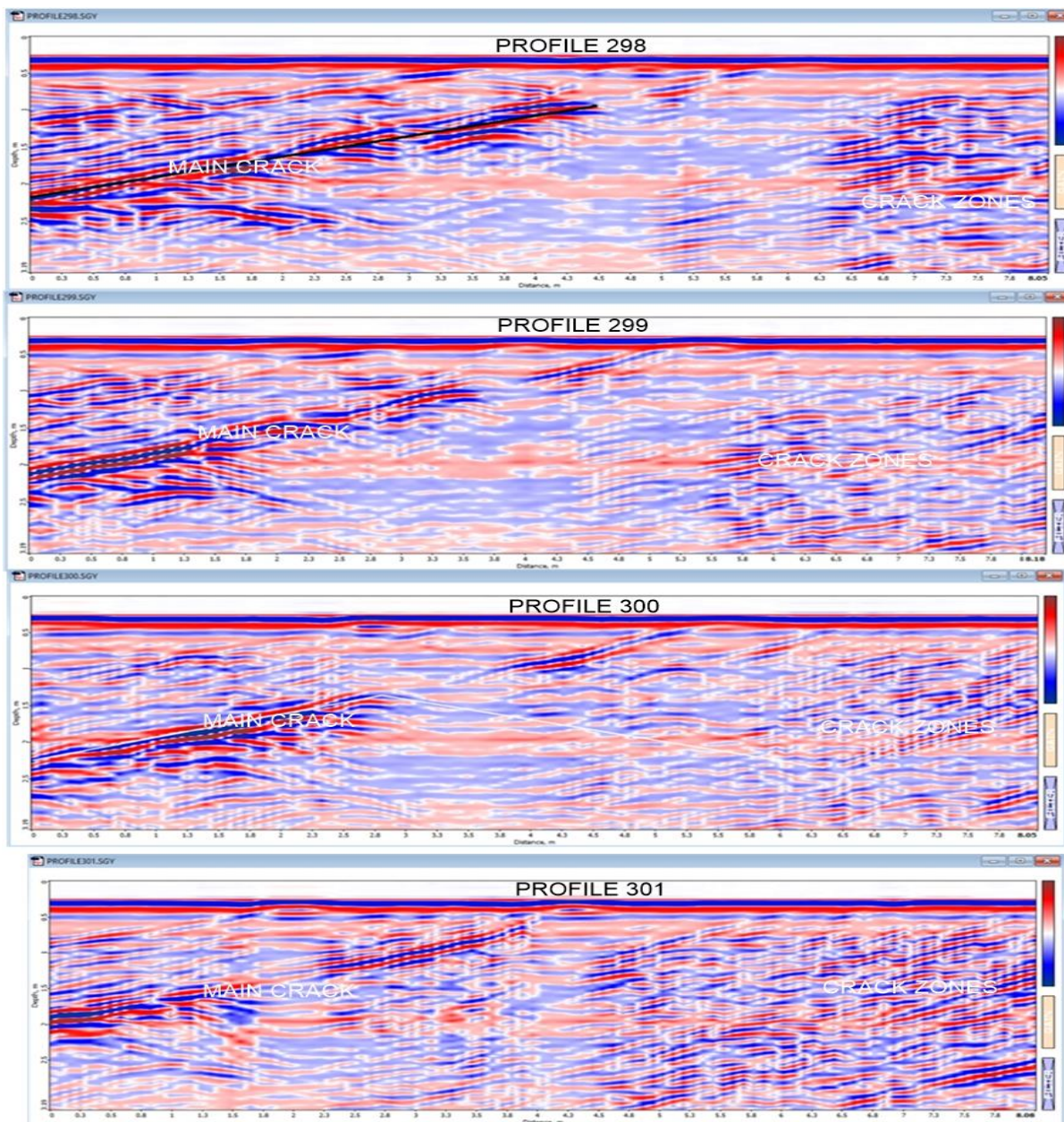
- Îndepărtarea fundalului este utilizată în anumite condiții, când semnalul se întâmplă să aibă „fondul” care poate fi văzut pe profil ca linii orizontale care nu își schimbă intensitatea și poziția în timp și pot masca semnalele reale reflectate. În aceste cazuri, această procedură poate asigura o suprimare eficientă a fundalului;
- Filtrul LP orizontal este un filtru trece-jos care funcționează de-a lungul profilului, în direcția de mișcare a antenei;
- Filtrul orizontal HP este un filtru trece-înalt care acționează de-a lungul profilului în direcția de mișcare a antenei. Destinat pentru suprimarea semnalelor de profil extins și pentru extragerea semnalelor care variază rapid;
- Filtrul trece-bandă este proiectat pentru suprimarea semnalelor de joasă frecvență și de înaltă frecvență. Algoritmul utilizat cuprinde trei pași: aplicarea FFT directă (transformată Fourier rapidă) pentru tranziția din domeniul timp în domeniul frecvenței, suprimarea componentelor spectrului de urmărire de joasă și înaltă frecvență și aplicarea FFT inversă pentru tranziția de la domeniul frecvenței în domeniul timpului;
- Filtrul Notch este utilizat pentru a suprima interferența în bandă îngustă pe fundalul semnalului în bandă largă în cazul suprapunerii semnalului/spectrelor de interferență. Algoritmul folosit aici este inversat cu cel utilizat în algoritmul de filtru trece-bandă;
- Controlul automat al câștigului este câștigul automat al semnalului pe lățimea ferestrei în fiecare urmă separată;
- Conversia timp-adâncime ar trebui utilizată pentru restructurarea profilului de timp inițial într-un profil de adâncime în conformitate cu zonele de viteză calculate.

Echipamentul folosit în măsurătorile de teren a fost AKULA 9000C și două antene FLB 390 și GCB 200.

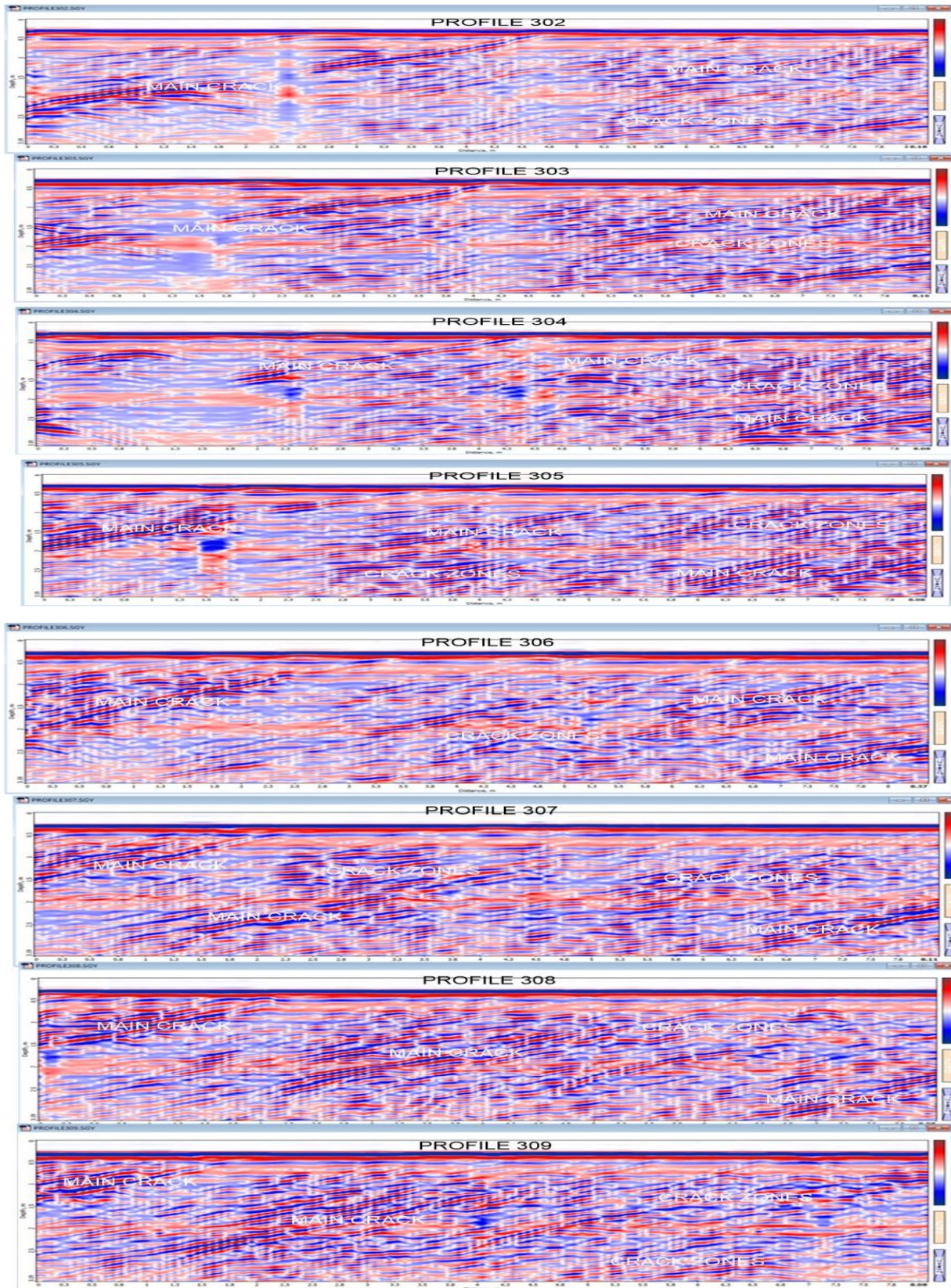
Software-ul furnizat împreună cu unitățile de control radar Akula 9000C este universal pentru toate unitățile de control Geoscanner, făcând comutarea simplă și rapidă între unitățile de control. Pentru a obține o diagramă bloc 3D cu interpretarea fracturilor, este necesar software-ul GPRSoft™ Professional. Antenele FLB au o amprență relativ mică pe interfața aer-sol, având în vedere că funcționează în banda VHF și, prin urmare, o cantitate substanțială de energie este livrată cu succes

la sol. Antenele GCB au cele mai bune performanțe din categoria lor de antene de pe piață și sunt complet ecranate, oferind rezultate excelente chiar și în cele mai poluate site-uri de sondaj EM. Software-ul, folosit în prelucrările complexe care sunt exemplificate mai jos, a fost Prism 2. In figurile de mai jos sunt exemplificate profilele prelucrate la cariera Cărpiniș, in care sunt trecute fracturile principale (Main Crack) și zonele de fracturare (Crack Zones).

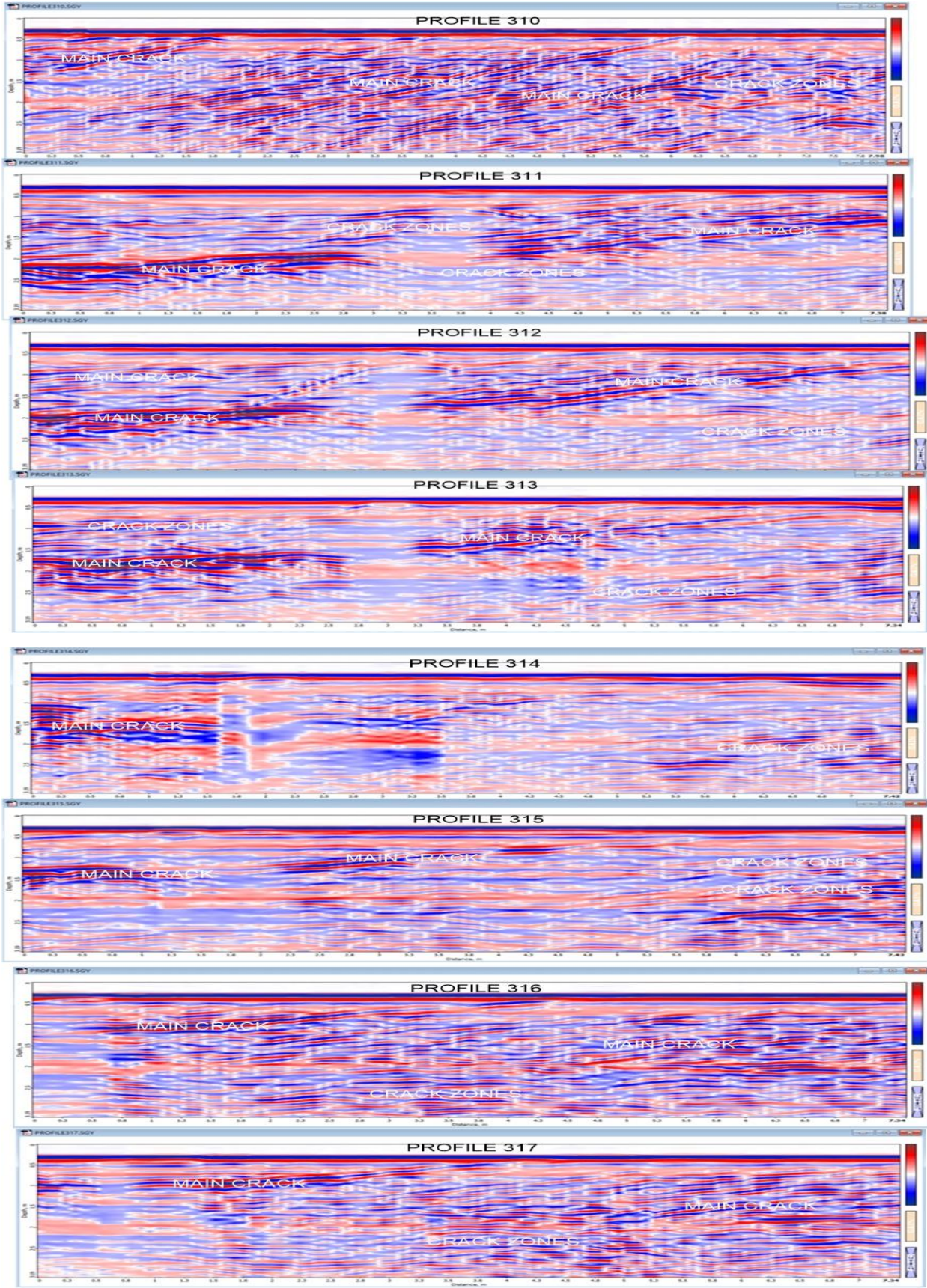
Măsurătorile seismice efectuate la carierele din România au folosit sistemul Geode-Seismograph cu 24 de canale, iar interpretarea a fost făcută cu software-ul SeisImager.



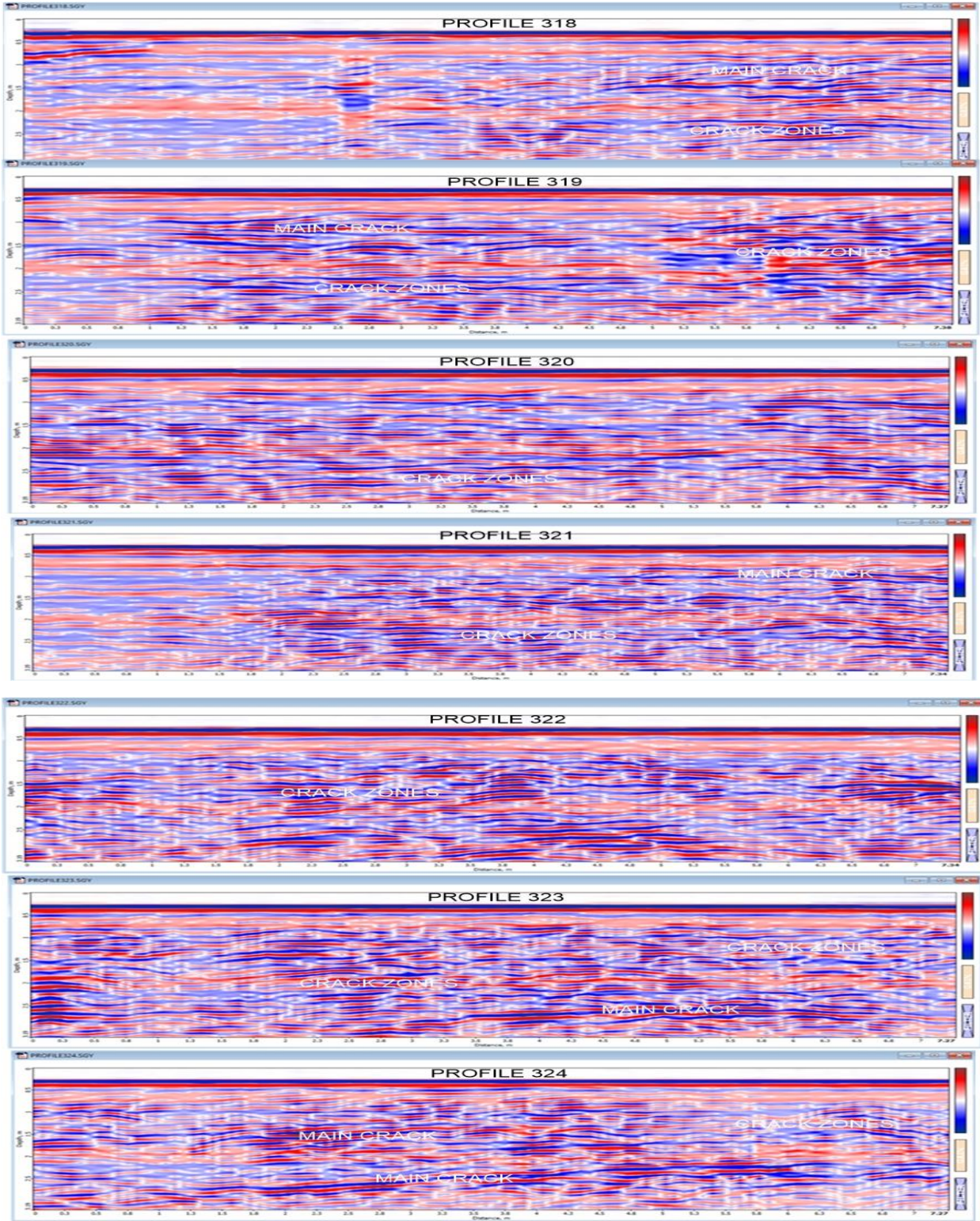












Activitățile **Act 2.3 - Generarea curbelor de distribuție a dimensiunilor blocurilor (BSDC) și a sistemului de sprijinire a deciziilor și Act 2.4 - Calculul direcțiilor tăieturilor în blocuri de piatră privind limitele minime și maxime ale cuboidelor și volumelor comerciale și rosturilor și discontinuităților naturale existente** fac parte din **WP5 (Generarea curbelor de distribuție a dimensiunilor blocurilor (BSDC) și a sistemului de sprijinire a deciziilor)** ce are ca date intrare rezultatele WP1-WP4.

Atât poliedrele, cât și MaxQ-urile pot fi vizualizate într-un singur grafic. Aceste date sunt afișate împreună, ca trei curbe separate pentru cuboide in situ, teoretice și reale obținute din producția de mină în carieră.

Pentru interpretarea graficelor este în lucru (împreună cu partenerii din proiect) dezvoltarea unui sistem de sprijinire a deciziilor sub forma unui sistem expert bazat pe reguli, cu motoare de căutare multi-criteriale, generarea de rapoarte și propunerea de soluții optime. Aceste reprezentări integrate a curbelor de distribuție a dimensiunii blocurilor vor sta la baza studiilor privind evaluarea direcțiilor de săpătură ale carierei, amplasamentul și dimensiunile carierei care urmează a fi exploată într-o rezervație virgină, precum și evaluarea unei cariere efective din punct de vedere al randamentului.

În mod ideal, variația dimensiunilor blocurilor într-o locație ar trebui să fie dată ca diagramă de distribuție a blocurilor. Cu toate acestea, acest lucru este rareori posibil deoarece, dimensiunile blocurilor trebuie măsurate unul câte unul prin observare, fie pe suprafețele de rocă, din linii de scanare, fie din carote de foraj.

Cel mai bun mod de a caracteriza dimensiunea blocului, volumele reprezentative ale blocurilor (25, 50 și 75%) ar trebui obținute din masa de rocă.

În cadrul proiectului va fi definitivată o metodologie pentru caracterizarea masei de rocă, generarea BSDC, direcțiile tăierilor în blocuri de piatră privind Limitele Minime și Maxime ale Cuboidelor și Volumelor Comerciale și rosturilor și discontinuităților naturale existente.

Distribuția in situ a dimensiunii fragmentelor din masele de rocă este o componentă cheie pentru evaluarea valorii economice a unui zăcământ. Fragmentarea rocii este deosebit de importantă în determinarea potențialului zăcământului, în proiectarea procedurilor de exploatare a rocii, în selectarea echipamentelor miniere și în dezvoltarea exploatării și selectarea metodei miniere.

Toate masele de rocă conțin diverse discontinuități. O cunoaștere adecvată a geometriilor de discontinuitate în cadrul oricărei mase de rocă este esențială pentru proiectarea optimă a lucrărilor de inginerie a rocii care urmează să fie realizate. Fragmentarea rocii in situ este importantă pentru tehnicile de clasificare a masei de rocă și pentru estimarea rezistenței masei de rocă, cu o semnificație deosebită pentru panta rocii. Ingerie, excavații de rocă și evaluări ale fluxului subteran (permeabilitatea) prin roca fracturată în depozitele subterane. Scopul unei analize in situ a fragmentării rocii este de a cuantifica distribuția spațială a fragmentării naturale, în plus față de dezvoltarea distribuției complete a dimensiunii blocului în masa de rocă.

Estimările generale ale fragmentării rocii au o importanță deosebită pentru analiza stabilității taluzului rocii. Cu toate acestea, dacă fragmentarea naturală a masei de rocă poate fi estimată pentru toate punctele, se poate face o intrare semnificativă în proiectarea și amenajarea carierei sau minei și în secvențierea producției pentru un zăcământ.

Fragmentarea in situ se referă doar la interacțiunea fracturilor preexistente în masa de rocă netulburată, care afectează direct dimensiunea și formele blocurilor de rocă și, în consecință, comportamentul mecanic al masei de rocă.

Extragerea pietrelor de dimensiune este una dintre domeniile tehnice în care este necesară o perspectivă precisă a prezenței discontinuităților pentru a stabili strategii de planificare pentru exploatarea blocurilor de rocă.

În plus, cantitățile excesive de deșeuri și roci sparte trebuie evitate pe cât posibil. Prin urmare, este foarte important să înțelegem rolul geometriei masei de rocă in-situ în ceea ce privește dimensiunile blocurilor în aplicarea producțiilor de piatră naturală. În general, cu masele de rocă dintr-o carieră, se vor forma discontinuități de dimensiuni și dimensiuni diferite datorită forțelor diferite care acționează asupra scoarței terestre. Ca urmare a discontinuităților cu suprafețele libere, blocurile de rocă naturală se pot forma de la o dimensiune foarte mică până la câțiva metri cu mai multe forme și orientări. Aceste caracteristici ar trebui utilizate eficient în strategiile de proiectare ale carierelor eterogene de piatră.

Discontinuitățile sunt criteriile de bază pentru dezvoltarea unui design clasic al carierelor de piatră naturală. Planificatorii carierei iau în considerare experiențele lor înainte și în timpul aplicațiilor de excavare. Cu alte cuvinte, optimizarea operațiunii de tăiere a blocurilor se realizează pe baza unor fracturi vizibile, astfel încât previziunea umană este esențială pentru etapizarea



producției. Predicția volumelor și formelor blocurilor comercializabile ar trebui să fie cunoscute și analizate înainte de excavare.

Studiile anterioare despre productivitatea extracțiilor de roci ornamentale se bazează pe analize geologice, analize de cost și de productivitatea mașinilor. În aceste studii, aplicațiile informatice au fost, de asemenea, utilizate pe scară largă ca instrumente eficiente. Au fost examinate pierderile de materii prime și a fost sugerată o metodă de cartografiere pentru estimarea sistemului de fracturi în roca de bază de interes economic, folosind șanțuri excavate amplasate pentru a completa informațiile obținute din foraje.

Studiul privind siguranța și optimizarea proiectării subterane CAD-PUMA este un suport decizional geologic asistat de calculator, sistem de planificare și optimizare a exploatării subterane a marmurei.

Conceptul de optimizare pentru un model și calitatea unui sistem de fracturi dat se bazează pe alegerea celei mai bune orientări și dimensiuni pentru galerii în raport cu discontinuitățile.

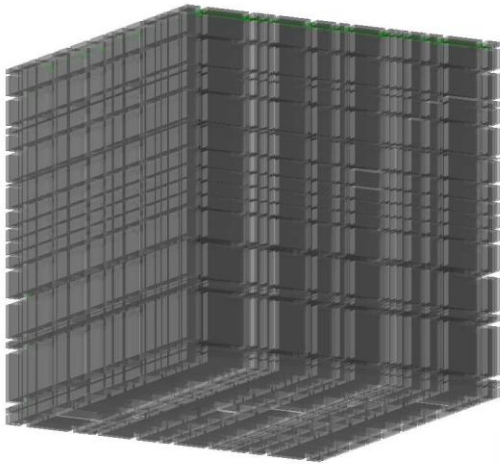
Există, de asemenea, diverse studii anterioare privind evaluarea problemei care se bazează pe baze geostatistice. Structura de excavare și indicii de recuperare au fost evaluate și clasificate în mai multe grupe după criterii tehnice și comerciale.

Stabilirea unui cadru teoretic pentru optimizarea procesului de extracție în cariere de marmură pentru un anumit sistem de fracturi și estimarea ratei de recuperare a blocurilor excavate, reprezintă un obiectiv principal. Curbele de distribuție au fost folosite ca instrumente de bază pentru a simplifica procedura de determinare volumetrică a distribuției blocurilor și de previziune a ratelor posibile de recuperare a blocurilor excavate.

Rețeaua de fracturi discrete (DFN) este construită atât din date deterministe, cum ar fi reprezentarea structurilor orizontale și falii la scară largă, cât și din date stocastice bazate pe fracturile observate pe teren. Aceste date sunt de obicei achiziționate prin metode geofizice (GPR, electrometrie, seismică) cât și prin cartografierea datelor geologice. Există mai multe geometrii posibile de fractură și au fost dezvoltate programe software de generare a DFN cu facilități pentru a simula intersecția fracturilor ca poligoane cu forme, dimensiuni și orientări diferite, care respectă distribuțiile statistice. Tradițional, se fac simplificări, cum ar fi reprezentări cubice sau hexaedrice ale volumului simulat, cu un număr mic de discontinuități în ipoteza topologiilor plane pentru aceste discontinuități. O altă ipoteză folosită este persistența infinită a

fracturilor, suprafețele de fisurație sunt considerate ca fiind plane iar blocurile formate sunt poliedre cât mai simple.

Desigur, în natură masele de rocă constau din blocuri neregulate sau poliedre concave. Intersecțiile parțiale ale fețelor trebuie procesate pentru a se asigura că algoritmul de „urmărire a feței” utilizat pentru detectarea poliedrică are succes. Informațiile pentru margini, fețe și poliedre trebuie calculate pentru mai multe cazuri, cum ar fi detectarea poligoanelor parțial intersectate și izolate (reprezentând fracturi care nu sunt asociate cu blocuri de rocă) și identificarea poliedrelor încorporate și a golurilor interne din masa rocii. Poliedrele pot fi concave și pot conține un număr



arbitrar de fațete. Poliedrele sunt definite în termeni de fețe orientate, permițând efectuarea calculelor de volum prin calcule de determinanți. Validările și simulările sunt legate de generarea fracturilor și predicția curbelor de distribuție a dimensiunilor blocurilor (BSDC). Au fost efectuate simulări ale cazurilor banale de spațiu împărțit de trei mulțimi ortogonale de plane cu distanțe constante  $s_1$ ,  $s_2$  și  $s_3$  (ca în figura alăturată).

O metodă pentru a prognoza BSDC s-a bazat pe eșantionarea Monte Carlo a unei baze de date cu discontinuități predeterminate. Grupuri de discontinuități au fost prelevate aleatoriu din această bază de date și verificate pentru a vedea dacă formarea poliedrică este posibilă. Densitatea discontinuității a fost definită ca numărul de discontinuități detectate în fiecare metru al unei linii de eșantionare simulate.





Folosind DFN realist, modelare poliedrică robustă și o abordare de eșantionare Monte Carlo, variabilitatea stocastică a geometriei fracturii poate fi luată în considerare. Metoda se poate ocupa de un număr arbitrar de mulțimi de discontinuități, reprezentări de persistență finită a fracturilor, formarea ulterioară a poliedricului concav și proprietățile fracturii descrise prin distribuții statistice arbitrare.

Concluzionând, sunt posibile diferențe semnificative în estimările fragmentării masei de rocă, în special atunci când persistența fracturilor nu este modelată într-un sens realist din punct de vedere geometric sau fizic. Aceste diferențe sunt extrem de importante atunci când se modelează masele de rocă care conțin seturi de discontinuitate cu factori de persistență scăzuți, dar pot să nu fie severe pentru cazurile cu factor de persistență ridicat (adică masa rigidă a blocurilor de rocă).

**Act 2.5 - Diseminare si vizite de lucru, Categoria de Activitate D - Activități suport (Diseminare; Participare la manifestări tehnico-științifice; Participare la cursuri; Organizarea de cursuri; Vizite de lucru)**

Am participat la cele două întâlniri de lucru din acest an. La primul progress meeting din 2023 la partenerul italian UNIBO (care a avut loc la Desenzano Del Garda) am schimbat informațiile cu partenerii din proiect și am stabilit planurile pentru realizarea livrabililor și pentru lucrările pe care le vom trimite spre publicare.

De asemenea, am participat și la cel de-al doilea progress meeting din 2023 la partenerul sloven FIS (care a avut loc la Ljubljana), unde am prezentat rezultatele obținute și am definitiv planul de diseminare pentru acest an. 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);**

**Livrabil realizat: Raport de investigație in situ, faptic și interpretativ (februarie 2023).**  
Acest livrabil realizat integral și va reprezenta sursa datelor de intrare în WP-urile următoare.

**Livrabil in curs de realizare: Raportarea privind curbele de distribuție a dimensiunilor blocurilor și limitele comerciale (februarie 2024)**

Au fost realizate 5 lucrari publicate sau acceptate pentru publicare:

<https://intapi.sciendo.com/pdf/10.2478/minrv-2023-0017>

Open access Journal Revista Minelor – Mining Revue ISSN-L 1220-2053 / ISSN 2247-8590,  
vol. 29, issue 2 / 2023, pp. 75-81

1) ROCKMASS FRACTURE ANALYSIS AT CĂRPINIȘ TRAVERTINE  
QUARRY USING GROUND PENETRATING RADAR AND GEOPHYSICAL METHODS

Madear Camelia, **Asimopolos Laurentiu**, **Asimopolos Natalia-Silvia**, Madear Gelu

<https://www.mdpi.com/journal/data>

ISI Journal: DATA - MDPI, IF 2.6

2) A SET OF GROUND PENETRATING RADAR MEASURE FROM QUARRIES

(Accepted, in print 2023)

Stefano Bonduà, André Monteiro Klen, Massimiliano Pilone, **Laurentiu Asimopolos**,  
**Natalia-Silvia Asimopolos**

<https://www.energ-en.ro/>,

BDI Journal: Smart Energy and Sustainable Environment (Accepted, in print 2023)

3) CONSIDERATIONS REGARDING THE DEVELOPMENT OF DEEP  
LEARNING REGRESSION ALGORITHMS USED IN MATERIAL SCIENCE, ENERGY AND  
ENVIRONMENT (Accepted, in print 2023)

**Asimopolos Laurentiu**, Niculescu Violeta Carolina, Asimopolos Adrian-Aristide,

**Asimopolos Natalia-Silvia**

Conferences: EnergEn 2023 New Cryogenic and Isotope Technologies for Energy and  
Environment (Govora) as Keynote speaker at Sections: MATERIAL SCIENCE, ENERGY AND  
ENVIRONMENT and author.

<https://biozoojournals.ro/oscsn/index.html>

Journal: Oltenia, Studii si Comunicari, Stiintele Naturii

4) RESISTIVITY STUDY REGARDING THE ALTERATION ZONES OF  
MARBLE, TRAVERTINE AND ANDESITE QUARRIES (Accepted, in print 2023)

**Asimopolos Laurentiu**, **Asimopolos Natalia-Silvia**, Madear Camelia, Avram Ovidiu-  
Eugen, Madear Gelu

<https://biozoojournals.ro/oscsn/index.html>

Journal: Oltenia, Studii si Comunicari, Stiintele Naturii

5) EVALUATION OF CRACKS IN THE CARPINIS TRAVERTINE QUARRY USING GROUND PENETRATING RADAR (Accepted, in print 2023)

**Asimopolos Natalia-Silvia, Bondua Stefano, Asimopolos Laurentiu, Filipciuc Constantina, Tătaru Adrian**

Conferences: BIODIVEST 2023 (Craiova)

- **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 efectuate în prima etapă au fost complet procesate și interpretate, având ca rezultat principal caracterizarea rosturilor, fracturilor și discontinuităților din masa de rocă din studiile de caz de la carierele de marmură, travertin și andezit.

Rezultatele obținute privind caracterizarea fisurațiilor rocilor, prin metodele Ground Penetrating Radar (GPR) și seismice completate cu studiile prin televierer, fotogrametrice, scanare laser terestră, scanare LiDAR folosind o dronă, reprezintă datele de intrare pentru progresul proiectului. GPR se remarcă pentru acuratețea identificării discontinuităților naturale și pentru planificarea direcțiilor de tăiere a blocurilor de marmură.

Toate aceste rezultate sunt coroborate (de la toți partenerii din proiect) pentru locurile de testare, pentru a valida abordarea proiectului pentru diferite aplicații de caz real.

Faptul că toate metodele folosite sunt nedistructive s-a evitat degradarea materialului din cariere și producerea de deșeuri.

Pentru interpretarea integrată a rezultatelor, realizarea rețelei de fracturi discrete DFN și a distribuției dimensiunii blocurilor de marmură BSDC este în lucru (împreună cu partenerii din proiect) dezvoltarea unui sistem de sprijinire a deciziilor sub forma unui sistem expert bazat pe reguli, cu motoare de căutare multi-criteriale, generarea de rapoarte și propunerea de soluții optime. Aceste reprezentări integrate a curbelor de distribuție a dimensiunii blocurilor vor sta la baza studiilor privind evaluarea direcțiilor de săpătură ale carierei, amplasamentul și dimensiunile carierei care urmează a fi exploată într-o rezervație virgină, precum și evaluarea unei cariere efective din punct de vedere al randamentului.

Paginile web principală a proiectului este: <http://ai-costs-qo-project.com/>, în limba engleză,



În domeniul propriu al IGR proiectul este descris <https://igr.ro/cercetare/proiecte-internationale/proiecte-in-derulare/#!/AI-COSTSQO>

Pagina dedicată a proiectului, creată în domeniul IGR, este: [www.ai-costsqo.igr.ro](http://www.ai-costsqo.igr.ro) și va fi dezvoltată permanent.

**Director Proiect,**  
**Dr.Ing. Laurențiu Asimopolos**

