



# MARBLE CONSULTING

CHRISTOS GRAVALOS

Brief presentation of  
Marble Consulting in Greece

# Education

***Christos Gravalos***

*Mining Engineer*

*MSc Engineering Management*



## **Technical University of Crete / Πολυτεχνείο Κρήτης**

Master of Engineering | M.Eng, Mining & Mineral Resources

2003 - 2009

Grade: 2.1 - 5 Years Full-time Education



## **Brunel University London**

MSc in Engineering Management, Business Administration

2012 - 2014

Typical modules: Managing People & Organizations, Financial Management, Project Management, Global Manufacturing Strategy & Operations, Quality Management, Reliability & Maintenance management, Logistics & Global Supply Chain Management, Systems Modeling & Simulation.

**Studies in Mineral Resources Engineering & then postgraduate studies in Business Administration**

# Experience

- **Executive Engineer**

Jul 2021 - Dec 2021 · 6 mos  
Drama, Greece

- Supervision, coordination & training new engineers according to the company's terms & conditions
- Cost & performance calculation regarding the decision on the purchase of new machinery & equipment
- Reporting to CEO the KPI of specific projects provided by external contractors

- **Geotechnical Engineer**

Jun 2020 - Jun 2021 · 1 yr 1 mo  
Volakas Quarry

Risk assessment design of marble (dolomite) quarry using 3D modeling software supported by an expert geohazard consulting company.

Remote continuous monitoring of quarries using high technology equipment & software (certified user)

- Interferometer Georadar; IDS
- Movement Rate Analysis & Early Warning Software; Guardian
- Quarry holistic monitoring platform; HxGN Geomonitoring Hub

Key achievement:

Rocscience RS3 slope stability modelling using geotechnical data

Equipment & software skills:

- Pix4D mapper using DJi Air2S drone (certified)
- Cyclone Register using laser scanner BLK 360
- Civil 3D using topographic orthophoto maps

- **Quarry Manager**

Jan 2018 - Jun 2020 · 2 yrs 6 mos  
Volakas, Drama, Greece

- Managing daily operations for Opencast & Underground marble quarry reporting key performance indicators
- Coordinating skills: geologists, geotechnical & survey team as well as contractors & external consultants
- Design & optimize the underground excavation method (room & pillar)
- Geotechnical & structural health monitoring using Sisgeo & Senceive instruments
- Supervising Quality, Health, Safety & Environment: 120 workers & operators, 60 heavy machines, 190 s.m. of quarry's area

Key achievements:

- Implementation of an exclusive QHSE application for marble quarries provided & supported by specialized engineering studio from Carrara, Italy

- **Engineering Manager**

Dec 2016 - Dec 2017 · 1 yr 1 mo  
Prosotsani, Drama, Greece

- Administration of the technical team of the company
- Project management of transportation system & factory's machinery maintenance
- Planning & scheduling of emergency & ordinary maintenance breakdowns
- Control & monitoring logistics: warehouse & transportation
- Implementation of industrial safety regulations (QHSE)

Key achievements:

- Installation & administration of the new workshop of the company

- **Production Engineer**

Dec 2014 - Dec 2016 · 2 yrs 1 mo  
Volakas, Drama, Greece

- Implement marble mining procedures & techniques including budgeting, quality control, cost benefit, procurement, supervisory skills, daily operations
- Responsible for the legal operation of opencast & underground marble quarry
- Knowledge in risk analysis, accident prevention & improvement of consequences

Key achievements:

- Improving the performance of Fantini chain saw machinery

- **Safety Engineer**

May 2013 - Dec 2014 · 1 yr 8 mos  
Kavala - Drama, Greece

- Legally responsible about H&S for 3 marble quarries of the company – 120 persons.
- Developer of risk assessments & annual activity report for the Greek Ministry of Environment & Energy about the marble quarries.
- Engage with Safety Management Systems including environmental laws, procedures & state's regulations.
- Trainer of the employees about health & safety regulations in working areas.

Key achievements:

- Improving the safety regulations of diamond wire cutting machine.

# About

Almost 10 years of experience in the quarry industry as a Safety & Supervising Engineer, Geotechnical Engineer, Engineer responsible for production & mechanical equipment in open & underground marble quarries in the wider area of North Greece: Drama, Kavala & Thassos and abroad: Prilep (NM) & Vratsa (BG).

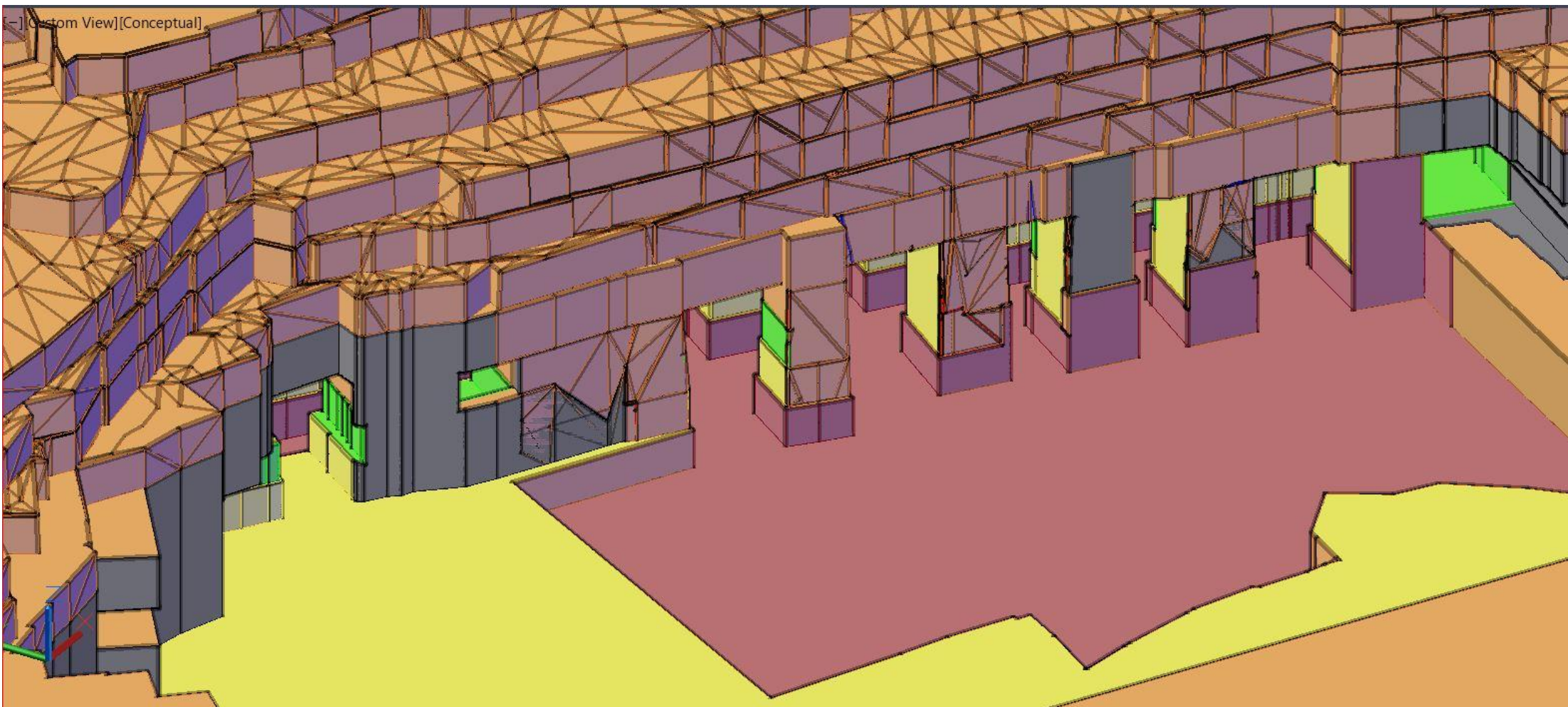
## - Special skills in:

- geotechnical monitoring equipment & evaluation of geotechnical data
  - elaboration of geotechnical studies regarding stability of underground marble projects
  - drafting special regulations for Health & Safety in quarries
- Participation & presentation in a pan-Hellenic conference of highlighting the underground exploitation of marble in Greece (2016) [click here](#)
- Presentation of health & safety seminars for employees of marble companies as coordinator of the Safety Team of S.E.M.M.TH. (marble's companies association) from 2014 to 2021 [click here](#)

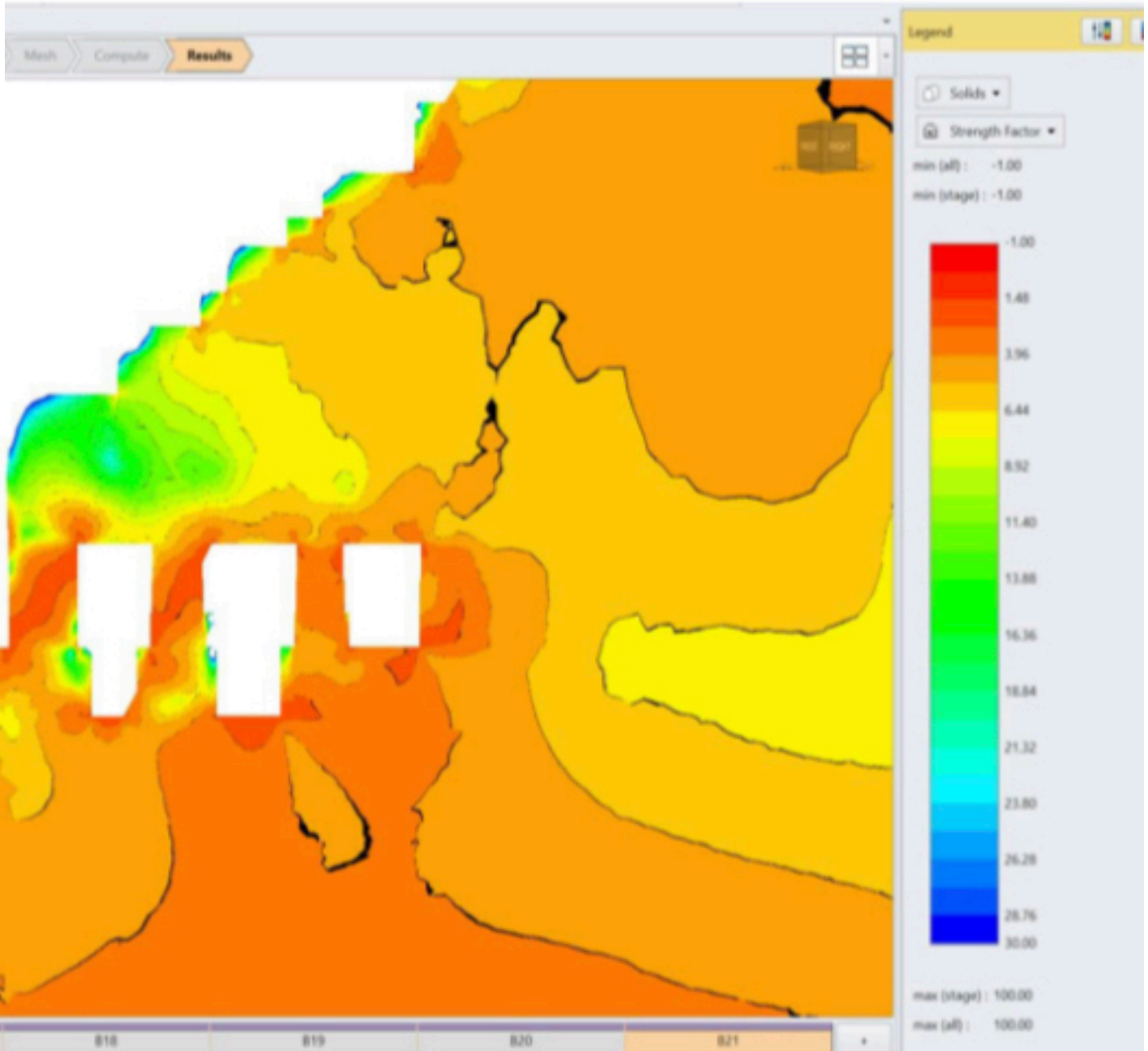
## Exclusive Partnerships:

- Scientific collaborator of Landmark Loutridis - Senceive UK [more info](#)
- Sales Consultant for wire diamond machine consumables - DeeTec IN [more info](#)

# Special Skills



3D modelling:  
using Civil 3D &  
Rocscience RS3

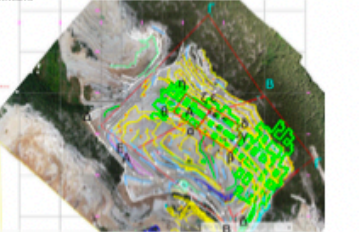


Ειδική γεωτεχνική μελέτη συνέχισης υπόγειας εκμετάλλευσης με 4<sup>η</sup> υπόγεια βαθμίδα (αρθρ. 68, ΚΜΛΕ) & Πρωτόκολλο Ασφαλείας (αρθρ. 70, ΚΜΛΕ) για την υπόγεια εκμετάλλευση κοιτάσματος δολομιτικού μαρμάρου Βώλακα σε δύο όμορους χώρους 89.3.18,00 m<sup>2</sup> & 54.400,00 m<sup>2</sup>)

Γ. Εξαδάκτυλος<sup>§</sup>, Μ. Σταυροπούλου<sup>¶</sup>, Γ. Σαρράσης<sup>§</sup>, Γ. Μακρίδης<sup>§</sup>, Χ. Γράβαλος<sup>§</sup>

<sup>§</sup>Σχολή Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Πολυτεχνείο Κρήτης, <sup>¶</sup>Τμήμα Γεωλογίας & Γεωπεριβάλλοντος, Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, <sup>§</sup>FHL KIRIAKIDIS GROUP

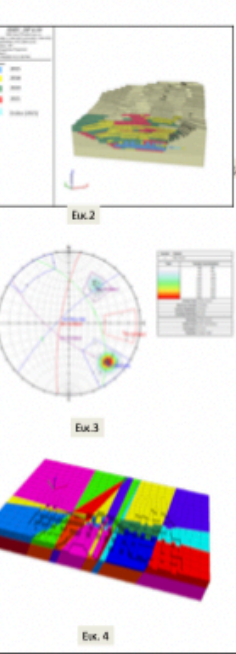
**1. Αντικείμενο της μελέτης**  
 Το αντικείμενο της παρούσης κλιμακίας τεχνικής μελέτης που ανατέθηκε από την εταιρεία FHL (Fw. 1) είναι «Γεωτεχνική Μελέτη ελέγχου και εκτίμησης σταθερότητας έτους ανατομικής πίεσης (4<sup>η</sup>) Υπόγειας Βαθμίδας ως μέρος επέκτασης προς καλύτερα ορίσματα εφαρμογών υπόγειας εκμετάλλευσης μαρμάρου τριών (3<sup>η</sup>) Βαθμίδων και της σχετικής σε προγενέστερο χρόνο Τεχνικής Μελέτης των ετών 4 & 101 του ΚΜΛΕ σε κοιτάσμα Λατομίου μαρμάρου που καταλαμβάνει 2 διακεκομμένες έκτασης 89.318,00 μ. (ση) & 54.400,00 μ. στη θέση «Σταυρού»»



Επισημ. 1: Στοιχεία Εταιρείας: ΚΥΡΙΑΚΙΔΗΣ Γ.Γ.Ε. ΜΑΡΜΑΡΑ ΑΝΩΤΕΡΗ ΠΡΑΝΤΙΣΣΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ Βελτιστό Πόρο - ΒΩΛΑΚΑ Αίωμα Πρόσβασης της ΕΕ Αριθμ. 28.6029

**2. Μεθοδολογία για την μελέτη εφαρμογής του αρθ. 68 (ΚΜΛΕ)**  
 Για την μελέτη της προαρμογής προς τα κάτω του κεντρικού τομέα του υπογείου λατομίου κατά ένα ακόμα (4<sup>η</sup>) όροφο έγιναν τα εξής βήματα (Α, Β, Γ):

(συνέχεια Παρ. 2)  
**Α. Πρωτοβάθμια δοκιμασίων.** Τα δεδομένα αυτά είναι: (Α.1) Τοπογραφία του υπαίθριου και του υπογείου λατομίου τα έτη 2012 (έτος εκκίνησης της υπόγειας εκμετάλλευσης), 2015 που είναι τα έτος εγκατάστασης των οργάνων καταγραφής τάσεων-παραμορφώσεων, 2018 ως ενδιάμεση κατάσταση, υφιστάμενη κατάσταση 2020 και τέλος τα όρια της σημερινής υπόγειας εκμετάλλευσης που θα δημιουργηθεί ο 4ος όροφος με τη μερική μετώπιση οφικής βαθμίδας. (Α.2) Υφιστάμενες ασυνέχειες που διασχίζουν το κοίλωμα με τη μορφή επιφανειών στο χώρο (διακοσμημένων με τρήματα). (Α.3) Φωτογραμμικά τεκμηρίωση όλων των υφιστάμενων στόλων. (Α.4) Δείξεις και μετρήσεις (καταγραφές) όλων των εγκαταστημένων οργάνων από την στιγμή της αρχικής τους εγκατάστασης τον Οκτώβριο 2015. (Α.5) Τα μέτρα ασφαλείας των εργαζομένων στα υπόγεια και το πλάτος διαχείρισης κινδύνου.  
**Β. Χρονική Τριδιάστατη μερισμένη μοντέλων προσομοίησης υπαίθριων & υπόγειων εργασιών από το 2013 έως σήμερα σε διαφορετικές εξελικτικές φάσεις και μια επιπλέον φάση διανομής 4ου ορόφου.** Όλα τα δεδομένα εισήχθησαν στα τριδιάστατα μηχανικά μοντέλα διακριτών στοιχείων (Discret Element Model) για την προσομοίηση από την αρχή ολόκληρου του υπογείου της οριζόντιας και κατακόρυφης (από πάνω προς τα κάτω) προαρμογής των μετώπων των βαθμίδων της υπαίθριας εκμετάλλευσης και των υπόγειων. Η υπολογιστική αυτή μέθοδος επέτρεψε την εισαγωγή και την προσομοίηση των ασυνεχειών που διασχίζουν το πέδιγμα, το άφρακτο πέδιγμα που βρίσκεται μεταξύ των ασυνεχειών και θεωρείται ως παραμορφώσιμο σκληρό, τις τριαντές κοπές και τις φάσεις της εκμετάλλευσης. Με το υπολογιστικό πρόγραμμα εκδόθηκαν οι 4 διαδοχικές φάσεις εξέλιξης του υπογείου από το 2013 έως σήμερα (στο αρχική φάση του έτους 2013, ενδιάμεσες φάσεις 2015, 2018, σημερινή φάση 2020 και μια 5η τελική φάση με την προαρμογή προς τα κάτω σε 4<sup>ο</sup> όροφο στον κεντρικό τομέα του υπογείου που έχει φάσεις τους 3 ορόφους και έχει μέγιστο ύψος σήμερα 17,5 m. Συνεχώς με τον 4<sup>ο</sup> όροφο που θα γίνει στην περιοχή (αβήκεψη) που φαίνεται στην κάτοψη της Εικ. 1 προσομοιώνεται ομοιά βαθμίδων και στόλων του κεντρικού τομέα ίσο με 24 m. Με το μοντέλο αυτό όπως είναι προσαρμοσμένο η παρούσα υπόγεια και υπαίθρια εκμετάλλευση μέχρι τον 4<sup>ο</sup> όροφο σε στάδια από την εκκίνηση της υπόγειας εξόρυξης. Μετά ελέγχεται η συνολική και τοπική ευστάθεια του 3 βασικών δομικών στοιχείων της εκμετάλλευσης δηλαδή των στόλων και της οροφής της υπόγειας εκμετάλλευσης και των υπαίθριων υπαίθριων οφικών βαθμίδων. Η προσομοίηση των ενδιάμεσων φάσεων εκμετάλλευσης θα βοηθήσει όχι μόνο στη σύγκριση με παρατηρησιακά (observational) δεδομένα της εκμετάλλευσης από όργανα ψηφιακής αποτύπωσης μετώπων, μετρήσιμα όργανα μετατόπισης και τάσεων, αλλά και για επαλήθευση του μοντέλου αλλά και της κατανόησης της πραγματικής ιστορίας φόρτισης των στόλων, της οροφής και των υπαίθριων βαθμίδων κατά την εξέλιξη των υπόγειων και υπαίθριων εργασιών εξόρυξης, της ερμηνείας των καταγραφών των οργάνων και της θέσπισης οριακών τριών για την ασφαλέα της οροφής και των στόλων σύμφωνα με το άρθρο 70 του ΚΜΛΕ.  
**Γ. Πρόβλεψη για ορατές πηγές των εγκαταστημένων οργάνων, μέτρα διαχείρισης ρίσκου σύμφωνα με το άρθρο 70 του ΚΜΛΕ.**



**3. Μηχανικό μοντέλο της υπόγειας και υπαίθριας εκμετάλλευσης σε 5 εξελικτικές φάσεις**  
 Οι τάσεις και οι μετατοπίσεις σε κάθε στάδιο εξόρυξης από την αρχή της υπόγειας εκμετάλλευσης έως και την προς τα κάτω προαρμογή του κεντρικού τομέα της υπόγειας εκμετάλλευσης κατά ένα ακόμα όροφο (έως όροφος) έως το διάστημα 1965 (2021) προσομοιώθηκαν με το τριδιάστατο υπολογιστικό μοντέλο που φαίνεται ήδη διαμορφωμένο στα 5 στάδια εξόρυξης στην Εικ. 2 (σε χρωματισμένες περιοχές αναπαράστασης των υπαίθριων και υπόγειων τοίχων μαρμάρου). Οι ασυνέχειες ταξινομήθηκαν από πριν σε ομογενείς όπως φαίνεται στην στερεογραφική προβολή της Εικ. 3 όπου φαίνεται η μικρή διασπορά τους που υποδηλώνει μη-πυκνωμένο κοίλωμα μαρμάρου της περιοχής Βώλακα. Οι κρίσιμες ασυνέχειες εισαχθηκαν στο μηχανικό μοντέλο διαμορφώνοντάς σε επανόμοιες διακεκομμένες συμπαγείς ομογενείς στην Εικ. 4. Κατόπιν του τριδιάστατου μοντέλου ορίστηκαν οι τριαντές κοπές και η αλληλεξάρτηση τους στο χρόνο αλλά και οι φυσικές ασυνέχειες. Η υπόγεια μέθοδος εκμετάλλευσης που εφαρμόζεται είναι συνδυαστική μέθοδος θαλάμων και στόλων με προαρμογή σε καλύτερους οριζώντες με οφική βαθμίδα όπως φαίνεται στις Εικ. 5<sup>α</sup> - 5<sup>β</sup>. Το μοντέλο συμπληρώθηκε με τις ιδιότητες του αβήκεψιμου μαρμάρου και των ασυνεχειών, τις ανισοτροπικές συνθήκες και την επιβολή των δυναμικών φορτίσεων. Η σύγκριση των προβλεπόμενων μετατοπίσεων του μηχανικού μοντέλου σε κάθε φάση εκμετάλλευσης με τις μετρήσιμες μεταβολές μήκους στις θέσεις των τριών εγκαταστημένων εκτασιόμετρων Μ1 (2 σημείων απόκλισης στα 1, 3 και 6m), Μ2 (2 σημείων απόκλισης στα 2 και 6m) και Μ3 (3 σημείων απόκλισης στα 2, 4 και 6m), που φαίνεται στην Εικ. 6 αποκαλύπτει στην Εικ. 7 - 9. Από τα διαγράμματα αυτά προέκυψε η ανάλυση των μετατοπίσεων των μηχανικών μοντέλων βρισκόμενα σε κανονιστική συμφωνία με τις αντίστοιχες μετρήσεις των εγκαταστημένων εκτασιόμετρων έως και την παρούσα φάση εκμετάλλευσης (4<sup>η</sup> φάση). Επίσης το μηχανικό μοντέλο αποδίδει και τις προβλέψεις των μελλοντικών σχετικών μετατοπίσεων μέχρι και την εξόρυξη του 4ου ορόφου (φάση 5 σταδίου). Οι υπολογιστικές μεταβολές τάσης δίνονται στην Εικ. 10 σε 3 οφικές κοπές του στόλου για καλύτερη σύγκριση με τις μετρήσιμες μεταβολές της κατακόρυφης τάσης. Από το διάγραμμα αυτό επίσης φαίνεται η μεταβολή των συμφωνιών όπως έγινε και στις 3 θέσεις των εκτασιόμετρων. Η οριζόντια τάση στην οροφή του υπογείου με τις ασυμμετρικές της μετατοπίσεις στο Στάδιο 4 φαίνεται στην Εικ. 11 και εκεί φαίνεται ότι η μέγιστη κατακόρυφη μετατόπιση είναι 1,77 cm (ο άξονας OY δείχνει προς το Βόρρα).

**4. Μέτρα ασφαλείας και οριακές τιμές οργάνων (αρθρ. 70 ΚΜΛΕ)**  
 Από τη μελέτη στατικής ευστάθειας της εκμετάλλευσης σύμφωνα με το άρθρο 68 του ΚΜΛΕ προέκυψε:

- Η εταιρεία εφαρμόζει ενδεδειγμένα μέτρα πρόληψης και διαχείρισης κινδύνου που περιλαμβάνουν (i) Εξασθεσίσιμες ψηφιακές αποτύπωσης μετώπων και κατακόρυφες, (ii) παραμορφώσιμες στα υπόγεια και υπαίθρια ψηφιακές μεταβολές τριών (3) μέτρων συστήματος IDS (Geotechnical Hub (GTH) συσχετιστικές καταγραφών οργάνων με καταγραφές γεωμετρικής) και οριζόντιας κίνησης για οριακές τιμές που προσδιορίζονται στην παρούσα μελέτη, (iii) ολοκληρωμένο σύστημα ενδοεπιχειρησιακών Μέτρων με την κλιμακία κλιμακίας, η οποία χρησιμοποιείται σε μεταλλεία των Η.Π.Α. Το σύστημα αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την έγκαιρη προειδοποίηση των εργαζομένων στα υπαίθρια και στα υπόγεια σε περίπτωση σημαντικής μετακίνησης σε αυτό, (iv) περιοδική χρήση γεωμετρικού τύπου IDS-GEORADAR, HYDRA-X (ήγνη δοκιμαστική λειτουργία τον Οκτώβριο 2020 και αναμενόμενη η εγκατάσταση τον Φεβ. 2021) και την από αεριστική μέτρηση των μικροταλαντώσεων των υπαίθριων μετώπων εκμετάλλευσης πάνω από τα υπόγεια και συσχέτισης με τις μετατοπίσεις επιφανείας που προβλέπει το μοντέλο (Εικ. 12).
- Το μοντέλο μέχρι και την σχεδιασμένη εξόρυξη της 4<sup>ης</sup> υπόγειας βαθμίδας δεν δείχνει περιοχές της εκμετάλλευσης που είναι φραγόμενες σε κρισιμή κατάσταση. Αυτό επιβεβαιώνεται και από τις καταγραφές των οργάνων έως σήμερα (βλ. Εικ. 7 - 10) και των γεωμετρικών που είναι εγκαταστηθεί πάνω στο πέδιγμα ασυνεχειών και την ψηφιακή αποτύπωση του «δυναμικού μοντέλου σε κάθε στάδιο εκμετάλλευσης (Εικ. 13). Οι συγκεντρωμένες τάσεις εμφανίζονται στις γωνίες στόλων και θε εκτασιόμετρων – αν δεν έχουν εκτασιόμετρο ακόμα – με τοπική άφραξη του μαρμάρου. Δεν θεωρούνται κρισιμότητες οριζώντες επιφανείας.
- Η εγκατάσταση αχρόνυ προστατευτικού μεταλλικού πλήγματος προστασίας οροφής και τα νέα όργανα που θα εγκατασταθούν (με άμεση εγκατάσταση νέων όπου απαιτείται κατά την εξέλιξη του έργου) θα συμβάλουν στην ασφαλή συνέχιση της υπόγειας εκμετάλλευσης.

# Scientific Research

SLOPE STABILITY 2022 SYMPOSIUM



## ABSTRACT SUBMISSION TEMPLATE AND GUIDELINES

<b>Abstract Title:</b>	The combination of a 3D structural model and 3D finite element analysis as the fundament for future production plans in mining. The case study of a marble open pit-underground quarry.
<b>Lead Author:</b>	Kostas Botsialas
<b>Lead Author Organization:</b>	AuroraGeo Consulting
<b>Organization City, State/Province, Country</b>	Vrilissia, Athens – Attiki, Greece
<b>Co-authors from same Organization:</b>	
<b>Add Additional Co-Authors from Different Organizations below (if applicable)</b>	
<b>Co-authors from different organization 1:</b>	Christos Gravalos
<b>Co-Author(s) Organization</b>	Marble Consulting
<b>Organization City, State/Province, Country</b>	Drama, Macedonia, Greece
<b>Co-authors from different organization 1:</b>	Lampros Lamprinidis
<b>Co-Author(s) Organization</b>	FHL Group of Companies
<b>Organization City, State/Province, Country</b>	Drama, Macedonia, Greece
<b>Co-authors from different organization 1:</b>	Evan Ma, Thamer Yacoub
<b>Co-Author(s) Organization</b>	Rocscience,
<b>Organization City, State/Province, Country</b>	Toronto, Ontario, Canada

**Abstract Body**

The maximisation of production under safe conditions is always an issue of great concern in the mining industry. This paper focuses on developing mine plans in relation to the geo-environment in a marble quarry that operates both as an open pit and underground excavation using the room and pillar method. The study aimed to identify how future mine plans can affect the stability of both the open pit and the underground excavation. A 3D structural model was initially developed using different mapping techniques, like convectional mapping methods, photogrammetry, Lidar scanning, and wireline borehole geophysics. Advanced implicit modelling was used to build the 3D structural model. The next step was to map the geotechnical properties of the discontinuities, i.e.: joint conditional strength (JCS), joint roughness (JRC), aperture, persistence, type of infilling material and water condition of the joints. These data were utilised and imported in 3D Finite Element Analysis software (RS3 by Rocscience). The model defined six stages of excavation to identify potential failure modes the spatial distribution of displacement and stresses in both open pit and underground operations as mining proceeds. The results of this procedure are discussed in this paper, along with the challenges and assumptions taken to reach reality most effectively. Finally, the proposed solutions to ensure sustainable production concerning the stability of the quarry are described.

# Scientific article: participation in the elaboration of a special geotechnical study of underground exploitation

# Advanced User



Certifications for the use of specialised geotechnical data evaluation software / slope monitoring radar



Certification for the use of specialised geotechnical monitoring equipment





Visit our office in Social Media:

[LinkedIn](#)

[Marble Consulting on Facebook](#)

[Photos & Videos on Instagram](#)

[Website](#)

[Email](#)