

## ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

### 1. ΓΕΝΙΚΑ

<b>ΣΧΟΛΗ</b>	ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ		
<b>ΤΜΗΜΑ</b>	ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΟΡΩΝ		
<b>ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ</b>	Προπτυχιακό		
<b>ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>	ΜΟΠ911	<b>ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ</b>	9 <sup>ο</sup>
<b>ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>	Προχωρημένη Γεωμηχανική & Σήραγγες		
<b>ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ</b>	<b>ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ</b>	<b>ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ</b>	
Διαλέξεις και Εργαστηριακές Ασκήσεις	4	5	
<b>ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>	Ειδίκευσης γενικών γνώσεων		
<b>ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:</b>	Τεχνική Μηχανική-Στατική Γεωτεχνική Μηχανική-Εδαφομηχανική Μηχανική Πετρωμάτων-Τεχνική Γεωλογία Αντιστήριξη & Υποστήριξη επιφανειακών και υπόγειων έργων		
<b>ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:</b>	Ελληνική		
<b>ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS</b>	ΟΧΙ		
<b>ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)</b>			

### 2. ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

<b>Μαθησιακά Αποτελέσματα</b>
<p>Η ύλη του μαθήματος στοχεύει στην κατανόηση των βασικών αρχών της Προχωρημένης Γεωμηχανικής και των Σηράγγων, την εμπέδωση γνώσεων αναφορικά με τη συμπεριφορά του εδάφους και της βραχομάζας στις Σήραγγες και στην Προχωρημένη Γεωμηχανική και τη δυνατότητα υπολογιστικής αντιμετώπισης προβλημάτων σε εφαρμογές Προχωρημένης Γεωμηχανικής και Σηράγγων.</p> <p>Με την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος ο φοιτητής/τρια θα είναι σε θέση να:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Κατανοεί το απαιτούμενο υπόβαθρο σχεδιασμού υπόγειων έργων με προχωρημένες μεθόδους γεωμηχανικής.</li> <li>• Προσδιορίζει τα φορτία σε υπόγεια έργα.</li> <li>• Υπολογίζει τμήματα υπόγειων έργων.</li> </ul> <p>Επιπλέον θα προχωρήσει τις εξειδικευμένες γνώσεις του στα ακόλουθα προχωρημένα θέματα:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Κατανόηση των ειδικών απαιτήσεων και μεθοδολογιών προκαταρκτικού σχεδιασμού σηράγγων.</li> <li>• Εφαρμογή των μεθοδολογιών προκαταρκτικού σχεδιασμού για την αποτίμηση της εντατικής κατάστασης και των ζωνών πλαστικοποίησης που επιφέρει η διάνοιξη σηράγγων.</li> <li>• Προσδιορισμός μέτρων άμεσης υποστήριξης με απλουστευμένες μεθόδους.</li> <li>• Αλληλεπίδραση καμπυλών ελαστοπλαστικής απόκρισης της περιβάλλουσας βραχομάζας με τα μέτρα άμεσης υποστήριξης.</li> <li>• Διάνοιξη σηράγγων σε αστικό περιβάλλον – τρόποι μείωσης των επιπτώσεων σε γειτνιάζουσες οικοδομές.</li> <li>• Χρήση αριθμητικών μεθόδων για την ανάλυση-σχεδιασμό σηράγγων σε δύο και τρεις διαστάσεις</li> </ul>
<b>Γενικές Ικανότητες</b>
<p>Το μάθημα συμβάλει στην απόκτηση των παρακάτω ικανοτήτων:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών</li> <li>• Λήψη αποφάσεων</li> <li>• Αυτόνομη εργασία</li> <li>• Σχεδιασμός έργων</li> </ul>

### 3. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Γενικά: Αντοχή συνεκτικών εδαφών και πετρωμάτων. Θεωρίες αστοχίας Griffith, Mohr-Coulomb, Tresca, Drucker-Prager. Ασκήσεις, Διασταλτικότητα των πετρωμάτων, Ασυνέχειες των πετρωμάτων. Ανάλυση Γεωτεχνικών Κατασκευών: Θεωρία Coulomb εδαφικών ωθήσεων - Τοίχοι αντιστηρίξεως, Φέρουσα ικανότητα επιφανειακών θεμελίων, Ευστάθεια πρανών, Υποστήριξη υπόγειων θαλάμων και σηράγγων, Φέρουσα ικανότητα πασσάλων. Κατασκευή σηράγγων: Γεωτεχνικό-γεωστατιστικό μοντέλο ετερογενών γεωλογικών σχηματισμών, Αριθμητικές μέθοδοι ανάλυσης τάσεων-παραμορφώσεων γύρω από υπόγεια ανοίγματα, Μέθοδος κατασκευής υπόγειων έργων & σηράγγων με τη μέθοδο σταδιακής εκσκαφής, Μέθοδοι κατασκευής σηράγγων με TBM, Σχεδιασμός με τη μέθοδο σύγκλισης-εκτόνωσης των τάσεων, μοντέλο λειτουργίας μηχανημάτων TBM, μοντέλο λειτουργίας Roadheader, Καθιζήσεις πάνω από ρηχές σήραγγες, Βαθιές σήραγγες, Αστοχίες υπογείων εκσκαφών.

Θεωρία: Εισαγωγή. Μέθοδοι κατασκευής υπογείων έργων. Μέθοδος του ανοικτού ορύγματος (Cut and Cover). Μέθοδος της κλειστής διάνοιξης. Υπόγεια έργα σε βραχώδεις σχηματισμούς. Ανάλυση του τασικού πεδίου-Πλαστικό τασικό πεδίο – Η μέθοδος NATM. Προσδιορισμός των φορτίων με τη μέθοδο του δείκτη αντοχής. Υπόγεια έργα σε βραχώδεις σχηματισμούς. Σχεδιασμός των μέτρων υποστήριξης με εμπειρικές μεθόδους (Terzaghi, Lauffer, Barton, Bieniawski, κ.ά.). Υπόγεια έργα σε εδαφικούς σχηματισμούς. Προσδιορισμός των φορτίων με τη θεώρηση των χωμάτων θόλων. Προσδιορισμός των κατακόρυφων φορτίων (Terzaghi, Kommerell, Bierbaumer). Προσδιορισμός οριζοντίων φορτίων.

Φροντιστηριακές ασκήσεις: Ανάλυση και διαστασιολόγηση τυπικών τμημάτων υπόγειων έργων. Κατασκευαστική διαμόρφωση.

Πιο αναλυτικά και συγκεκριμένα:

- ✓ Τύποι σηράγγων, περιγραφή μεθόδων κατασκευής σε εδαφικούς και βραχώδεις σχηματισμούς.
- ✓ Αποτίμηση επικρατούσων γεωλογικών και γεωτεχνικών συνθηκών. Απαιτούμενες επιτόπου μετρήσεις και δοκιμές καθώς και εργαστηριακές δοκιμές για τον προσδιορισμό των παραμέτρων προσομοίωσης των συστατικών υλικών, καθώς και της τοπολογίας του προβλήματος.
- ✓ Προσδιορισμός αρχικού εντατικού πεδίου. Αναμενόμενο κινηματικό και εντατικό πεδίο που επιφέρει η εκσκαφή, ζώνες πλαστικοποίησης και παθολογία.
- ✓ Ευστάθεια σηράγγων. Τυπικές μορφές αστάθειας. Καμπύλες απόκρισης περιβάλλουσας βραχομάζας συναρτήσει του βήματος και του εύρους εκσκαφής. Γραμμική ελαστική και Ελαστοπλαστική προσέγγιση.
- ✓ Καμπύλες ελαστοπλαστικής απόκρισης περιβάλλουσας βραχομάζας συναρτήσει του βήματος και του εύρους εκσκαφής και των μέτρων προενίσχυσης και άμεσης υποστήριξης.
- ✓ Περιγραφή μέτρων άμεσης υποστήριξης και προενίσχυσης. Διαφοροποίηση ως προς την ευκολία τοποθέτησης, τον απαιτούμενο χρόνο μερικής και πλήρους ενεργοποίησης και την οικονομική επιβάρυνση.
- ✓ Προκαταρκτικός προσδιορισμός μέτρων άμεσης υποστήριξης σύμφωνα με καθιερωμένα συστήματα γεωτεχνικής ταξινόμησης (Εφαρμογή της μεθόδου Bieniawski).
- ✓ Προκαταρκτικός προσδιορισμός μέτρων άμεσης υποστήριξης σύμφωνα με καθιερωμένα συστήματα γεωτεχνικής ταξινόμησης (Εφαρμογή της μεθόδου Q).
- ✓ Εξάρτηση της επιλογής των μέτρων άμεσης υποστήριξης και της αλληλουχίας υλοποίησης τους από τη μεθοδολογία κατασκευής.
- ✓ Παράδειγμα προκαταρκτικού σχεδιασμού σήραγγας. Προσδιορισμός παραμέτρων αντοχής και παραμορφωσιμότητας, εφαρμογή συστημάτων γεωτεχνικής ταξινόμησης, έλεγχος επάρκειας με χρήση των καμπυλών φορτίου-αποτόνωσης.
- ✓ Εφαρμογή αριθμητικών μεθόδων στο σχεδιασμό σηράγγων. Αναφορά στις απλουστευτικές προσεγγίσεις αριθμητικής ανάλυσης.
- ✓ Χρήση της μεθόδου των πεπερασμένων στοιχείων για την προσομοίωση της κατασκευής των σηράγγων ως πολυσταδιακού προβλήματος με μεταβλητά όρια και διαστάσεις και δυνατότητα ενεργοποίησης και απενεργοποίησης μέτρων άμεσης υποστήριξης.
- ✓ Δυνατότητα μεταβολής της δυσκαμψίας των συστατικών στοιχείων κατά τα διάφορα στάδια. Αλληλεπίδραση περιβάλλοντος εδάφους με τα στοιχεία άμεσης υποστήριξης και τελικής επένδυσης.
- ✓ Προσομοίωση, ανάλυση, πλαίσιο επιλύσεων και συνδυασμού φορτίσεων, διαστασιολόγηση. Χαρακτηριστικά παραδείγματα διάνοιξης σηράγγων.

#### 4. ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

<b>ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ</b>	Στην τάξη και στο εργαστήριο (δια ζώσης). Δυνατότητα εξ αποστάσεως διαλέξεων αν απαιτηθεί.	
<b>ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ</b>	Παρουσίαση διαλέξεων με χρήση Η/Υ (παραυσιάσεις, videos πειραμάτων, κτλ). Υποστήριξη μαθησιακής διαδικασίας μέσω της ηλεκτρονικής πλατφόρμας elearning και ηλεκτρονικής επικοινωνίας με τους φοιτητές (OnLine ανακοινώσεις και σχόλια, forum, email κτλ). Ερωτηματολόγια αυτοαξιολόγησης στο περιβάλλον elearning του μαθήματος. Υποβοήθηση εκτέλεσης εργασιών μέσω αρχείων αποτελεσμάτων για τον κάθε φοιτητή.	
<b>ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ</b>	<b>Δραστηριότητα</b>	<b>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</b>
	Διαλέξεις	26
	Εργαστηριακές ασκήσεις και επεξεργασία αποτελεσμάτων με υπολογιστικές διαδικασίες	26
	Ατομική Εργασία σε εργαστηριακές ασκήσεις και ασκήσεις εφαρμογής	30
	Αυτοτελής Μελέτη	48
	<b>Σύνολο Μαθήματος (26 ώρες φόρτου εργασίας ανά πιστωτική μονάδα)</b>	<b>130</b>
<b>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ</b>	Γραπτή τελική εξέταση θεωρίας που περιλαμβάνει: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Θεωρητικές ερωτήσεις κρίσης σε αντικείμενα του μαθήματος (ερωτήσεις σύντομης απάντησης και ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής).</li> <li>• Επίλυση προβλημάτων-ασκήσεων.</li> <li>• Επίλυση ασκήσεων εργαστηρίου.</li> </ul> Παράδοση εργασιών και προφορική εξέταση που περιλαμβάνει: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Εργαστηριακή εργασία (επεξεργασία αποτελεσμάτων εργαστηριακών ασκήσεων).</li> <li>• Επίλυση προβλημάτων εφαρμογής.</li> <li>• Εξέταση της κατανόησης βασικών εννοιών.</li> </ul>	

## 5. ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Σαχπάζης, Κ., «Σημειώσεις Γεωτεχνικής Μηχανικής για Σήραγγες - Φράγματα», 2017.
- Σαχπάζης, Κ., (2020) "Γεωτεχνική Μηχανική των Φραγμάτων". Ακαδημαϊκό Βιβλίο, 455 Σελίδες, Κωδικός στον Εύδοξο: 77120847. Κωδικός ISBN: 978-618-83547-0-8. Εκδόσεις Χ. Τσαπραΐλη © 2019.
- Σοφιανός, Α., 2015. Υποστήριξη υπόγειων έργων. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/3457>
- Brady, B.H.G., Brown, E.T. (2006). Rock Mechanics for Underground Mining. 3rd Ed, Springer.
- Hoek E and Brown ET (1980). Underground Excavations in Rock, The Institution of Mining and Metallurgy, London.
- Hoek Evert, «Rock Slope engineering», Chapman and Hall, 1997.
- Hoek Evert, «Underground excavations in rock», Chapman and Hall, 1997.
- Hoek E, Kaiser PK, & Bawden WF (1995). Support of underground excavations in hard rock, Balkema.
- Maidl B., Thewes M., Maidl U. Handbook of Tunnel Engineering: Volume I: Structures and Methods, First Edition 2013, Print, ISBN:9783433030486, WILEY-VCH Verlag GmbH.
- BARRY BRADDY, «Rock Mechanics: for underground mining», Kluwer, 1999.
- ICE (2004). Tunnel lining design guide. Thomas Telford Publishing
- Χ. Μαραγκός, «Τεχνικά Έργα Υποδομής: Κατασκευές στην επιφάνεια του βράχου, υπόγειες κατασκευές, φράγματα», Εκδόσεις ΜΑΡΑΓΚΟΣ, Θεσσαλονίκη, 2007.
- Ι. Τσουτρέλης, «Υπόγεια Έργα», Εκδόσεις ΕΜΠ, 1987.
- Panet, M., (1995). Calcul des Tunnels par la méthode convergence-confinement. Département Edition de l'Association Amicale des Ingénieurs Anciens Elèves, Paris: Press de l'École Nationale des Ponts et Chaussées.

Συναφή επιστημονικά περιοδικά:

- Electronic Journal of Geotechnical Engineering
- Rock Mechanics and Geotechnical Engineering
- Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering Geotechnique
- Tunnelling and Underground Space Technology
- Geotechnical and Geological Engineering Canadian Geotechnical Engineering
- International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics Canadian Geotechnical Journal
- Computers & Geotechnics
- Acta Geotechnica
- Soils and Foundations
- Geotechnical and Geological Engineering
- Rock Mechanics and Rock Engineering