

ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

1. ΓΕΝΙΚΑ

ΣΧΟΛΗ	ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ		
ΤΜΗΜΑ	ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΟΡΩΝ		
ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	Προπτυχιακό		
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ΜΟΠ811	ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	8
ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	Αντιστήριξη & Υποστήριξη Επιφανειακών & Υπόγειων Έργων		
ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ		ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ
Διαλέξεις και Εργαστηριακές Ασκήσεις		4	5
ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	Μάθημα Υποβάθρου (μάθημα Ειδικής Υποδομής)		
ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:	Τεχνική Μηχανική-Στατική Γεωτεχνική Μηχανική-Εδαφομηχανική Μηχανική Πετρωμάτων-Τεχνική Γεωλογία		
ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:	Ελληνική		
ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS	ΟΧΙ		
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)			

2. ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μαθησιακά Αποτελέσματα

Η ύλη του μαθήματος στοχεύει στην κατανόηση των βασικών αρχών της Γεωτεχνικής Μηχανικής, την εμπέδωση γνώσεων αναφορικά με τη συμπεριφορά του εδάφους και της βραχομάζας στις Αντιστηρίξεις & Υποστηρίξεις εκσκαφών και τη δυνατότητα υπολογιστικής αντιμετώπισης προβλημάτων σε εφαρμογές Αντιστηρίξεων & Υποστηρίξεων Επιφανειακών & Υπόγειων Έργων.

Στις Αντιστηρίξεις: Προχωρημένες γνώσεις στο πεδίο ανάλυσης και σχεδιασμού αντιστηρίξεων καθώς επίσης και προχωρημένες δεξιότητες για την επίλυση σύνθετων προβλημάτων με απαιτήσεις ανάλυσης-προσομοίωσης και σύνθεσης. Για την αντιστήριξη των παρειών εκσκαφών θα χρησιμοποιηθούν ενδεικτικά και όχι περιοριστικά:

- Αντιστήριξη με ξυλοζεύγματα (με οριζόντιο ή κατακόρυφο σανίδωμα).
- Ειδικές αντιστηρίξεις με προκατασκευασμένα στοιχεία.
- Σύστημα αντιστήριξης τύπου "Βερολίνου".
- Αντιστήριξη με μεταλλικές πασσαλοσανίδες.
- Αντιστήριξη με ηλώσεις.
- Αντιστήριξη με οποιοδήποτε άλλο δόκιμο τρόπο αντιστήριξης.

Στις Υποστηρίξεις: Μετά από μια εισαγωγή στις σχετικές έννοιες και στην ορολογία, το μάθημα επικεντρώνεται στα μέτρα υποστήριξης και ενίσχυσης της γεωμάζας (βραχομάζας και εδαφομάζας). Οι σπουδαστές διδάσκονται την τεχνολογία και τη φέρουσα ικανότητα των ενεργητικών και παθητικών ήλων (αγκύρια ή κοχλίες, βλήτρα), των στοιχείων προενίσχυσης και προϋποστήριξης έμπροσθεν του μετώπου των υπογείων εκσκαφών, των ολόσωμων και δικτυωτών χαλύβδινων πλαισίων, της επένδυσης από εκτοξευόμενο ή έγχυτο σκυρόδεμα και την εφαρμογή των βασικών αρχών για τον υπολογισμό της υποστήριξης σε στρωσιγενή και διακλασμένα πετρώματα. Σημαντικό στοιχείο του μαθήματος αποτελεί η διδασκαλία της μεταβολής της έντασης που προκαλεί η διάνοιξη υπογείων εκσκαφών στην περιβάλλουσα γεωμάζα και η απόκριση αυτής ως ελαστικό (προκειμένου για συμπαγή πετρώματα) ή ελαστοπλαστικό (προκειμένου για ασθενή βραχομάζα ή για εδαφομάζα) μέσο. Εξετάζεται η διάδραση του συστήματος υποστήριξης με τη γεωμάζα και ο υπολογισμός των απαιτούμενων μέτρων υποστήριξης. Ως ειδικές εφαρμογές αναπτύσσονται οι μέθοδοι υποστήριξης στα μέτωπα υπογείων εκμεταλλεύσεων, όπως η υποστήριξη θαλάμων με στύλους πετρώματος, η λιθογόμωση των κενών της εκμετάλλευσης και ο υπολογισμός ορθοστατών και δοκών σε επιμήκη μέτωπα. Οι υπολογισμοί εμπεδώνονται μέσω ασκήσεων πράξης, μελετών περίπτωσης και χρήση

εξειδικευμένου λογισμικού.

Με την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος ο φοιτητής/τρια θα είναι σε θέση να:

- Εξετάζει κριτικά τις αρχές και τις μεθόδους της υποστήριξης των υπόγειων έργων και την πρακτική εφαρμογή τους σε μεταλλευτικά και τεχνικά έργα.
- Υπολογίζει την εντατική κατάσταση της γεωμάζας γύρω από υπόγειες εκσκαφές καθώς και την απόκριση της εκσκαφής στις εντατικές μεταβολές.
- Επιλέγει τα μέτρα υποστήριξης υπογείων εκσκαφών σε συμπαγή, στρωσιγενή και διακλασμένα πετρώματα, σε ασθενείς βραχομάζες και σε εδαφικούς σχηματισμούς.
- Υπολογίζει την απαιτούμενη στήριξη μεμονωμένων τεμαχίων πετρώματος έναντι μηχανισμών πτώσης και ολίσθησης.
- Σχεδιάζει το σύστημα υποστήριξης υπόγειων μεταλλευτικών και τεχνικών έργων.
- Συνεργάζεται με τους συμφοιτητές του για την επίλυση πρακτικών προβλημάτων.
- Κατανοεί το βασικό υπόβαθρο αντιμετώπισης καλαισθητικών φαινομένων και υπόγειων διαρρήξεων.
- Υπολογίζει μέτρα αντιστήριξης υπέργειων έργων.
- Υπολογίζει μέτρα υποστήριξης υπόγειων έργων.

Γενικές Ικανότητες

Το μάθημα συμβάλει στην απόκτηση των παρακάτω ικανοτήτων:

- Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών
- Λήψη αποφάσεων
- Αυτόνομη εργασία
- Σχεδιασμός έργων

3. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Γενικά: Γεωστατική εντατική κατάσταση: Τάσεις και τροπές στη βάση της θεωρίας γραμμικής Ελαστικότητας, Εκτίμηση "ελαστικών" καθιζήσεων στις θεμελιώσεις. Θεωρία Winkler ελαστικής εδράσεως, Συμπιεστότητα και στερεοποίηση εδαφικών υλικών (προφορτίσεις). Αντοχή και αστοχία μη-συνεκτικών εδαφών: Η αντοχή και ο βασικός μηχανισμός αστοχίας μη-συνεκτικών εδαφών, Τριβή και διασταλτικότητα, Θεωρία διασταλτικής τριβής κατά Taylor, Εφαρμογές: Κρίσιμο βάθος ανυποστήρικτης σήραγγας, Εκτίμηση της υποστηρίξεως οροφής σήραγγας, Η θεωρία διασταλτικότητας σε τριαξονικές συνθήκες, Θεωρία κρίσιμης καταστάσεως, Συμπεριφορά κοκκωδών εδαφών κάτω από αστράγγιστες συνθήκες – Ρευστοποίηση.

Θεωρία: Εισαγωγή. Φορτίσεις υπόγειων έργων. Κριτήρια αστοχίας αντιστηρίξεων και υποστηρίξεων Coulomb - Rankine. Μέθοδοι υπολογισμού των ωθήσεων του εδάφους. Μέθοδοι υπολογισμού των ωθήσεων του εδάφους με επί τόπου δοκιμές. Σχεδιασμός και κατασκευή υπέργειων έργων αντιστήριξης. Μέθοδοι ανάλυσης της ευστάθειας των πρηνών. Έλεγχος ευστάθειας πρηνών. Σταθεροποιήσεις Πρηνών & Κατολισθήσεων. Ενόργανη παρακολούθηση των κατολισθήσεων. Σχεδιασμός και κατασκευή υπόγειων έργων υποστήριξης. Μέτρα άμεσης σταθεροποίησης της βραχομάζας. Μόνιμα μέτρα σταθεροποίησης της βραχομάζας.

Φροντιστηριακές ασκήσεις: Επίλυση τυπικών έργων εκμεταλλεύσεων ορυκτών πόρων με εφαρμογή υπέργειων και υπόγειων συστημάτων υποστήριξης και αντιστήριξης.

Πιο συγκεκριμένα για τις Αντιστηρίξεις:

Γενικές γνώσεις του αντικειμένου των αντιστηρίξεων και επίλυση τους στο πλαίσιο της μεθόδου οριακής ισορροπίας. Χρήση αριθμητικών μεθόδων για το σχεδιασμό αντιστηρίξεων. Διατάξεις του Ευρωκώδικα EC-7 και 8 αναφορικά με το σχεδιασμό έργων αντιστηρίξεων. Παραμετρικός προσδιορισμός περιβάλλουσας φέρουσας ικανότητας υπό συνδυασμό δράσεων κατακόρυφης δύναμης, οριζόντιας δύναμης και καμπτικής ροπής. Φέρουσα ικανότητα πασσάλου υπό κατακόρυφη φόρτιση (DIN 5014, EC-7). Απόκριση μεμονωμένου πασσάλου υπό κατακόρυφη φόρτιση. Μέθοδος t-z. Φέρουσα ικανότητα πασσάλου υπό οριζόντια φόρτιση (μέθοδος Broms). Απόκριση μεμονωμένου πασσάλου υπό οριζόντια φόρτιση. Μέθοδος p-γ.

Επεξεργασία αποτελεσμάτων, αντίστροφες αναλύσεις με χρήση αριθμητικών μεθόδων. Απόκριση ομάδων πασσάλων υπό κατακόρυφη φόρτιση. Αλληλεπίδραση πασσάλων, χρήση εμπειρικών συντελεστών φέρουσας ικανότητας και δυσκαμψίας. Χρήση αριθμητικών μεθόδων και προσδιορισμός απόκρισης χαρακτηριστικών πασσάλων και κεφαλόδεσμων. Απόκριση ομάδων πασσάλων υπό οριζόντια φόρτιση. Αλληλεπίδραση πασσάλων, χρήση εμπειρικών συντελεστών φέρουσας ικανότητας και δυσκαμψίας. Χρήση αριθμητικών μεθόδων και προσδιορισμός απόκρισης χαρακτηριστικών πασσάλων. Παράδειγμα ομάδας πασσάλων υπό κατακόρυφη και οριζόντια φόρτιση. Ανάλυση, επιλύσεις, σχεδιασμός, οπλισμός πασσάλων και κεφαλόδεσμων. Αντιστηρίξεις. Αναδρομή στις ωθήσεις εδάφους (ωθήσεις ηρεμίας, ενεργητικές και παθητικές ωθήσεις). Μεταβολή ωθήσεων συναρτήσει των μετακινήσεων. Μεταβολή ωθήσεων κατά τη σεισμική δράση. Σχεδιασμός τοίχων αντιστήριξης από οπλισμένο σκυρόδεμα (εύκαμπτων). Σχεδιασμός τοίχων αντιστήριξης με πασσαλοσανίδες (κατασκευαστικές διατάξεις).

Σχεδιασμός τοίχων αντιστήριξης από πασσάλους και διαφραγματικούς. Εφαρμογή σε έργα αντιστηρίξεων με πασσαλοσανίδες και διαφράγματα.

Προχωρημένες γνώσεις στο πεδίο ανάλυσης και σχεδιασμού αντιστηρίξεων καθώς επίσης και προχωρημένες δεξιότητες για την επίλυση σύνθετων προβλημάτων με απαιτήσεις ανάλυσης-προσομοίωσης και σύνθεσης.

Πιο συγκεκριμένα για τις Υποστηρίξεις:

Εισαγωγή, Ορολογία. Ήλοι. Στοιχεία Μεγάλου μήκους. Χαλύβδινα πλαίσια. Επένδυση από σκυρόδεμα. Στήριξη τεμαχών πετρώματος. Ήλωση στρωσιγενούς πετρώματος. Ελαστική απόκριση πετρώματος γύρω από υπόγειο άνοιγμα. Ελαστοπλαστική απόκριση πετρώματος γύρω από σήραγγες. Απόκριση μέτρων στήριξης. Διάδραση πετρώματος – υποστήριξης. Υποστήριξη θαλάμων με στύλους πετρώματος. Λιθογόμωση των κενών εκμετάλλευσης. Ορθοστάτες και δοκοί σε επιμήκη μέτωπα.

4. ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ	Στην τάξη και στο εργαστήριο (δια ζώσης). Δυνατότητα εξ αποστάσεως διαλέξεων αν απαιτηθεί.	
ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ	Παρουσίαση διαλέξεων με χρήση Η/Υ (παρουσιάσεις, 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.	
ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου
	Διαλέξεις	26
	Εργαστηριακές ασκήσεις και επεξεργασία αποτελεσμάτων με υπολογιστικές διαδικασίες	26
	Ατομική Εργασία σε εργαστηριακές ασκήσεις και ασκήσεις εφαρμογής	30
	Αυτοτελής Μελέτη	48
	Σύνολο Μαθήματος (26 ώρες φόρτου εργασίας ανά πιστωτική μονάδα)	130
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ	<p>Γραπτή τελική εξέταση θεωρίας που περιλαμβάνει:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Θεωρητικές ερωτήσεις κρίσης σε αντικείμενα του μαθήματος (ερωτήσεις σύντομης απάντησης και ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής). • Επίλυση προβλημάτων-ασκήσεων. • Επίλυση ασκήσεων εργαστηρίου. <p>Παράδοση εργασιών και προφορική εξέταση που περιλαμβάνει:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Εργαστηριακή εργασία (επεξεργασία αποτελεσμάτων εργαστηριακών ασκήσεων). • Επίλυση προβλημάτων εφαρμογής. • Εξέταση της κατανόησης βασικών εννοιών. 	

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.
- Κωμοδρόμος, Αιμ. (2012) Θεμελιώσεις - Αντιστηρίξεις: οριακή ισορροπία - αριθμητικές μέθοδοι, ISBN 978-960-478-506-3, εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα.
- Bowles, E.J. (1996). Foundation analysis and design. 5th edition, McGraw Hill, N.Y. Poulos, G.H. (1980). Pile foundation analysis and design. J. Wiley & Sons, N.Y. Tomlinson, M. J. (1994). Pile design and construction practice. E&FN Spon, London.
- Prakash, S. and Sharma, D.H. (1990). Pile foundations in engineering practice. J. Wiley & Sons, N.Y.
- Barnes, G.E. (2005). Εδαφομηχανική: Αρχές και Εφαρμογές. Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα.
- Aydan O. (2018). Rock Reinforcement and Rock Support. 1st Edition, CRC Press
- Stillborg B (1994). Professional users handbook for rock bolting, Trans Tech Publications
- Thompson A.G., E. Villaescusa, C.R. Windsor (1999). Rock Support and Reinforcement Practice in Mining. 1st Edition, Routledge.
- 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.