

## ECTS

### ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

#### (Α) Λίστα με τα στοιχεία των μαθημάτων στα ελληνικά

##### Γενικές πληροφορίες μαθήματος:

Τίτλος μαθήματος:	Προχωρημένη Εδαφομηχανική	Κωδικός μαθήματος:	
Πιστωτικές μονάδες:	9	Φόρτος εργασίας (ώρες):	227
Επίπεδο μαθήματος:	Προπτυχιακό <input type="checkbox"/>	Μεταπτυχιακό	<input checked="" type="checkbox"/>
Τύπος μαθήματος:	Υποχρεωτικό <input type="checkbox"/>	Επιλογής	<input checked="" type="checkbox"/>
Κατηγορία μαθήματος:	Κορμού <input type="checkbox"/>	Κατεύθυνσης	<input type="checkbox"/>
Εξάμηνο διδασκαλίας:	2	Ώρες διδασκαλίας εβδομαδιαίως:	4
<b>Αντικείμενο του μαθήματος (ικανότητες που αποκτώνται και αποτελέσματα μάθησης):</b>			
<p>Εξετάζονται καταστατικά προσομοιώματα για την αριθμητική προσομοίωση της συμπεριφοράς του εδάφους. Μελετώνται η ελαστική-τέλεια πλαστική συμπεριφορά και η ελαστο-πλαστική συμπεριφορά με κράτνυση. Γίνεται σε βάθος εξέταση του προσομοιώματος Cam Clay με πολλαπλές εφαρμογές για αργιλικά εδάφη. Εν συνεχεία, για την συμπεριφορά άμμων και χαλικών μελετώνται: (1) το προσομοίωμα Cap Yield Soil (Itasca 2008), (2) το τροποποιημένο προσομοίωμα Drucker – Prager με κράτνυση και ερπυσμό, (3) το προσομοίωμα Pastor at al. για ανακυκλική φόρτιση εδαφών. Τα καταστατικά προσομοιώματα χρησιμοποιούνται σε μία σειρά σημαντικών πρακτικών εφαρμογών και επιλύεται μία εκτεταμένη σειρά προβλημάτων.</p>			
<b>Προαπαιτούμενα:</b>			

##### Πληροφορίες για το διδάσκοντα:

Όνοματεπώνυμο:	Παναγιώτης Ντακούλας
Βαθμίδα:	Αναπληρωτής Καθηγητής
Γραφείο:	Τμήμα Πολιτικών Μηχανιών, 105
Τηλ. - email:	24214-74161, dakoulas@uth.gr
Άλλοι διδάσκοντες:	

## Ειδικές πληροφορίες μαθήματος:

Α/Α βδομάδας διδασκαλίας	Περιεχόμενα του μαθήματος	Ωρες	
		Παρακολούθηση Σ	Προετοιμασίας εκτός ωρών παρακολούθησης
1	<b>Εισαγωγή.</b> Εισαγωγή στην Εδαφομηχανική. Πειραματική συμπεριφορά του αμμώδους εδάφους. Πειραματική συμπεριφορά του αργιλικού εδάφους. Εφαρμογές αριθμητικής προσομοίωσης στην Γεωτεχνική Μηχανική	2	2
2	<b>Τάσεις-Παραμορφώσεις.</b> Εισαγωγή. Τάσεις. Κύκλος Mohr. Τάσεις σε τρεις διαστάσεις, σχέσεις Cauchy. Περιστροφή αξόνων. Αναλλοίωτες τάσεων. Εφαρμογές. Παραμορφώσεις. Κύκλος Mohr. Περιστροφή αξόνων. Αναλλοίωτες παραμορφώσεων. Εφαρμογές. <b>1<sup>η</sup> σειρά Ασκήσεων για το σπίτι.</b>	4	6+10
3	<b>Ελαστική – τέλεια πλαστική συμπεριφορά.</b> Εισαγωγή. Ελαστική συμπεριφορά. Όριο διαρροής. Κριτήριο φόρτισης – αποφόρτισης . Πλαστικό δυναμικό και νόμος πλαστικής ροής. Σχέση τάσης – παραμόρφωσης. Διατμητικές πλαστικές παραμορφώσεις. Κριτήρια αστοχίας. Κριτήρια Drucker-Prager, Mohr-Coulomb και Lade – Duncan. Εφαρμογές	4	6
4	<b>Ελαστο-πλαστική συμπεριφορά με κράτυνση.</b> Εισαγωγή. Επιφάνεια φόρτισης. Κριτήριο φόρτισης – αποφόρτισης. Νόμος κράτυνσης (ισοτροπική, κινηματική, μικτή, εφαρμογές). Πλαστικό δυναμικό και νόμος πλαστικής ροής. Κριτήριο ευστάθειας Drucker. Μέτρο πλαστικότητας. Εφαρμογές με τανυστές. Εφαρμογές με μητρώα. Προσομοίωμα Lade. Προσομοίωμα τύπου CAP. Εφαρμογές. Διαρροή σε αργιλικά εδάφη. Διαρροή σε αμμώδη εδάφη <b>2<sup>η</sup> σειρά Ασκήσεων για το σπίτι.</b>	8	12+10
5	<b>Ελαστο-πλαστικό προσομοίωμα Cam Clay.</b> Εισαγωγή στη Θεωρία Κρίσιμη Κατάστασης για αργίλους. Καταστατικό προσομοίωμα Cam-Clay. Πλαστικές ογκομετρικές παραμορφώσεις και κράτυνση. Επιφάνεια διαρροής. Επιφάνεια πλαστικού δυναμικού. Νόμος κράτυνσης. Σχέση τάσης – παραμόρφωσης. Τριαξονική θλίψη υπό συνθήκες στράγγισης (απροφόρτιστη και υπερστερεοποιημένη άργιλος). Τριαξονική θλίψη υπό συνθήκες παρεμποδιζόμενης στράγγισης (απροφόρτιστη και υπερστερεοποιημένη άργιλος) <b>3<sup>η</sup> σειρά Ασκήσεων για το σπίτι.</b>	8	12+20
6	<b>Θεωρία κρίσιμης κατάστασης – αργιλικά εδάφη.</b> Εισαγωγή στην θεωρία κρίσιμης κατάστασης. Πειραματική επιβεβαίωση της κρίσιμης κατάστασης. Κριτήριο αστοχίας Mohr-Coulomb. Γραμμή κρίσιμης κατάστασης και αστράγγιστη αντοχή. Γραμμή κρίσιμης κατάστασης και υπερπίεση. Μέγιστη αντοχή. Τάση και διασταλτικότητα. Εξισώσεις έργου. Εφαρμογές. <b>4<sup>η</sup> σειρά Ασκήσεων για το σπίτι.</b>	8	12+10
7	<b>Εφαρμογές του προσομοιώματος Cam-Clay σε αριθμητικές αναλύσεις.</b> Προσομοίωση τριαξονικών	4	4

	δοκιμών. Κατασκευή επιχώματος επι αργιλικού στρώματος και στερεοποίηση. Διαστολή κυλινδρικής κοιλότητας πρεσσιομέτρου. Αριθμητική προσομοίωση της σταθεροποίησης του πύργου της Πίζας		
8	<b>Προσομοίωμα κρατυνόμενου εδάφους (Cap Yield Soil).</b> Εξάρτηση της δυσκαμψίας από την εντατική κατάσταση. Επιφάνειες διαρροής. Πλαστική παραμόρφωση λόγω αποκλίνουσας τάσης. Πλαστική παραμόρφωση λόγω συμπίεσης. Κριτήριο αστοχίας. Διασταλτικότητα. Εφαρμογές – Σταδιακή κατασκευή και πλήρωση φράγματος <b>5<sup>η</sup> σειρά Ασκήσεων για το σπίτι.</b>	4	6+10
9	<b>Τροποποιημένο προσομοίωμα Drucker-Prager με ερπυσμό</b> Εισαγωγή. Επιφάνειες διαρροής. Επιφάνεια πλαστικού δυναμικού. Κράτυνση. Ερπυσμός. Εφαρμογές: Αγωγός φυσικού αερίου διερχόμενος από ενεργό ρήγμα <b>6<sup>η</sup> σειρά Ασκήσεων για το σπίτι.</b>	4	6+10
10	<b>Πειραματική συμπεριφορά άμμου υπό ανακυκλική φόρτιση.</b> Συμπύκνωση ξηρής άμμου υπό ανακυκλική φόρτιση. Ανάπτυξη υπερπίεσης κορεσμένης άμμου υπό ανακυκλική φόρτιση. Ρευστοποίηση. Ανακυκλική παραμορφωσιμότητα	4	6
11	<b>Προσομοίωση ανακυκλικής συμπεριφοράς άμμου.</b> Θεωρία Κρίσιμης Κατάστασης για άμμους. Καταστατικό προσομοίωμα. Πλαστικό δυναμικό, νόμοι ροής, και διασταλτικότητα. Στραγγισμένη συμπεριφορά άμμου. Αστράγγιστη συμπεριφορά άμμου - Υπερπίεση πόρων – Αστράγγιστη αντοχή. Προσομοίωση εργαστηριακών δοκιμών.	4	6
12	<b>Εφαρμογές προσομοιωμάτων άμμου σε αριθμητικές αναλύσεις</b> Σεισμική ανάλυση λιμενικού τοίχου αντιστηρίξεως Σεισμική ανάλυση φράγματος Αστοχία θεμελίου	2	4

Επιπρόσθετες ώρες για:			
Θέμα	Εξετάσεις	Προετοιμασία για εξετάσεις	Εκπαιδευτική επίσκεψη
	3	16	

#### Προτεινόμενη βιβλιογραφία:

1. Προχωρημένη Εδαφομηχανική, Π. Ντακούλας, 2006
2. Wood, D. M. (1990) *Soil Behavior and Critical State Mechanics*, Cambridge University Press.

#### Other literature

3. Wood, D. M. (2004), *Geotechnical Modelling*, Spon Press, Oxfordshire, UK
4. Budhu, M., (2000), *Soil Mechanics and Foundations*, Wiley.
5. Das, B. (1997), *Advanced Soil Mechanics*, Taylor and Francis.

<b>Μέθοδος διδασκαλίας (επιλέξτε και περιγράψτε εφόσον κρίνεται απαραίτητο - βαρύτητα):</b>		
Παραδόσεις	<input checked="" type="checkbox"/>	70%
Διαλέξεις	<input type="checkbox"/>	
Προβολές	<input type="checkbox"/>	
Εργαστήρια	<input checked="" type="checkbox"/>	5%
Ασκήσεις	<input checked="" type="checkbox"/>	25%
Επισκέψεις σε εγκαταστάσεις	<input type="checkbox"/>	
Άλλη (περιγράψτε): .....	<input type="checkbox"/>	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>100%</b>

<b>Μέθοδος αξιολόγησης (επιλέξτε)- βαρύτητα:</b>				
	<u>Γραπτά</u>	<u>%</u>	<u>Προφορικά</u>	<u>%</u>
Ασκήσεις κατά τη διάρκεια του εξαμήνου	<input checked="" type="checkbox"/>	0%	<input type="checkbox"/>	
Θέμα εξαμήνου	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Ενδιάμεση πρόοδος	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Εξετάσεις εξαμήνου	<input checked="" type="checkbox"/>	100%	<input type="checkbox"/>	
Άλλη (περιγράψτε): .....	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

**(B) Course information in English**

**General course information:**

<b>Course title:</b>	Advanced Soil Mechanics	<b>Course code:</b>	
<b>Credits:</b>	9	<b>Work load (hours):</b>	227
<b>Course level:</b>	Undergraduate <input type="checkbox"/>	Graduate <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Course type:</b>	Mandatory <input type="checkbox"/>	Selective <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Course category:</b>	Basic <input type="checkbox"/>	Orientation <input type="checkbox"/>	
<b>Semester:</b>	2	<b>Hours per week:</b>	4
<b>Course objectives (capabilities pursued and learning results):</b>			
<p>Constitutive models for the numerical simulation of soils are studied. First, the elastic-perfectly plastic behaviour and subsequently the elasto-plastic behaviour with hardening are considered. The formulation of the constitutive model Cam Clay is examined in depth, considering several applications. For the numerical simulation of the behaviour of sands and gravels, the following models are studied: (1) Hardening Soil model by Schanz and Vermeer (2) Extended Drucker-Prager model with creep and (3) the model by Pastor at al. for the cyclic loading. The constitutive models are used in a series of important practical applications and several series of problems are solved.</p>			
<b>Prerequisites:</b>			

**Instructor's data:**

<b>Name:</b>	Panos Dakoulas
<b>Level:</b>	Associate Professor
<b>Office:</b>	Civil Engineering, 105
<b>Tel. - email:</b>	24214-74161, dakoulas@uth.gr
<b>Other tutors:</b>	

**Specific course information:**

Week No.	Course contents	Hours	
		Course attendance	Preparation
1	<b>Introduction.</b> Experimental stress-strain behavior of granular soils. Experimental stress-strain behavior of clayey soils. Application of numerical simulation to Geotechnical Engineering. Soil Mechanics applications in Civil Engineering projects.	2	2
2	<b>Stress and strain.</b> Stress, Mohr circle. Stress in three dimensions (Cauchy relationship). Rotation of coordinate system. Invariants. Strain, Mohr circle. Rotation of strain coordinate system, strain invariants. Applications. <b>1<sup>st</sup> homework set.</b>	4	6+10
3	<b>Elastic–perfectly plastic model.</b> Elastic behavior. Yield surface. Loading/unloading criterion. Plastic potential surface and low rule. Stress-strain relationship. Failure criteria. Failure criteria in Drucker-Prager model, Mohr-Coulomb model and Lade-Duncan model. Applications.	4	6
4	<b>Elastoplastic model with hardening.</b> Loading surface. Loading/unloading criterion. Hardening law (isotropic, kinematic, mixed, applications). Plastic potential surface and low rule. Stability criterion. Plastic modulus. Applications using tensors. Applications using matrices. Constitutive model by Lade. Cap models. Applications. Yielding in clayey soils. Yielding in sands. <b>2<sup>st</sup> homework set.</b>	8	12+10
5	<b>Elasto-plastic model Cam Clay.</b> Critical state theory for clays. Constitutive model Cam Clay. Plastic volumetric strain and hardening. Yield surface. Plastic potential surface. Hardening law. Stress-strain relationship. Triaxial compression under drained conditions (NC and OC clay). Triaxial compression under undrained conditions (NC and OC clay). <b>3<sup>nd</sup> homework set.</b>	8	12+20
6	<b>Critical state theory – clayey soils.</b> Experimental verification of the critical state theory. Failure criterion by Mohr-Coulomb. Critical state line and undrained shear strength. Critical state line and excess pore water pressure. Maximum strength. Stress and dilation. Work equation. Applications. <b>4<sup>nd</sup> homework set.</b>	8	12+10
7	<b>Applications of the Cam Clay model in numerical simulations.</b> Simulation of triaxial tests. Embankment construction on clay layer and consolidation. Expansion of the cylindrical cavity in pressuremeter test. Numerical simulation of the tower of Pizza stabilization.	4	4
8	<b>Hardening Soil constitutive model (Schanz &amp; Vermeer).</b> Dependence of stiffness on stress state. Yield surface. Plastic strain due to deviator stress. Plastic strain due to compression.	4	6+10

	Failure criterion. Dilation. Application: Staged construction of embankment and reservoir impoundment. <b>5<sup>th</sup> homework set.</b>		
9	<b>Modified Drucker – Prager model including creep.</b> Introduction. Yield surface. Plastic potential surface. Hardening law. Creep behavior. Applications: Natural gas pipeline through seismic fault. <b>6<sup>th</sup> homework set.</b>	4	6+10
10	<b>Experimental behavior of sand under cyclic behavior.</b> Densification of dry sand during cyclic loading. Excess pore pressure development in sand during cyclic loading. Liquefaction. Cyclic mobility.	4	6
11	<b>Constitutive modeling of the cyclic behavior of sand.</b> Critical state theory for sand. Constitutive model by Pastor et al. Yielding surface, plastic potential surface, flow rule and dilation. Drained behavior. Undrained behavior, excess pore water pressure, undrained shear strength. Simulation of laboratory experiments.	4	6
12	<b>Application of constitutive models for sand in numerical simulations.</b> Seismic analysis of a quay retaining wall. Seismic analysis of embankment dams. Failure of a footing foundation.	2	4

<b>Additional hours for:</b>			
<b>Class project</b>	<b>Examinations</b>	<b>Preparation for examinations</b>	<b>Educational visit</b>
	3	16	

<b>Suggested literature:</b>
6. Advanced Soil Mechanics, P. Dakoulas, 2006 (distributed, in Greek) 7. Wood, D. M. (1990) <i>Soil Behavior and Critical State Mechanics</i> , Cambridge University Press.
<b>Other literature</b>
8. Wood, D. M. (2004), <i>Geotechnical Modelling</i> , Spon Press, Oxfordshire, UK 9. Budhu, M., (2000), <i>Soil Mechanics and Foundations</i> , Wiley. 10. Das, B. (1997), <i>Advanced Soil Mechanics</i> , Taylor and Francis.

<b>Teaching method (select and describe if necessary - weight):</b>		
Teaching	<input checked="" type="checkbox"/>	70%
Seminars	<input type="checkbox"/>	

Demonstrations	<input type="checkbox"/>	
Laboratory	<input checked="" type="checkbox"/>	5%
Exercises	<input checked="" type="checkbox"/>	25%
Visits at facilities	<input type="checkbox"/>	
Other ( <i>describe</i> ): .....	<input type="checkbox"/>	
Total		100%

<b>Evaluation method (<i>select</i>)- weight:</b>				
	<u>written</u>	<u>%</u>	<u>Oral</u>	<u>%</u>
Homework	<input checked="" type="checkbox"/>	0%	<input type="checkbox"/>	
Class project	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Interim examination	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Final examinations	<input checked="" type="checkbox"/>	100%	<input type="checkbox"/>	
Other ( <i>describe</i> ): .....	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	