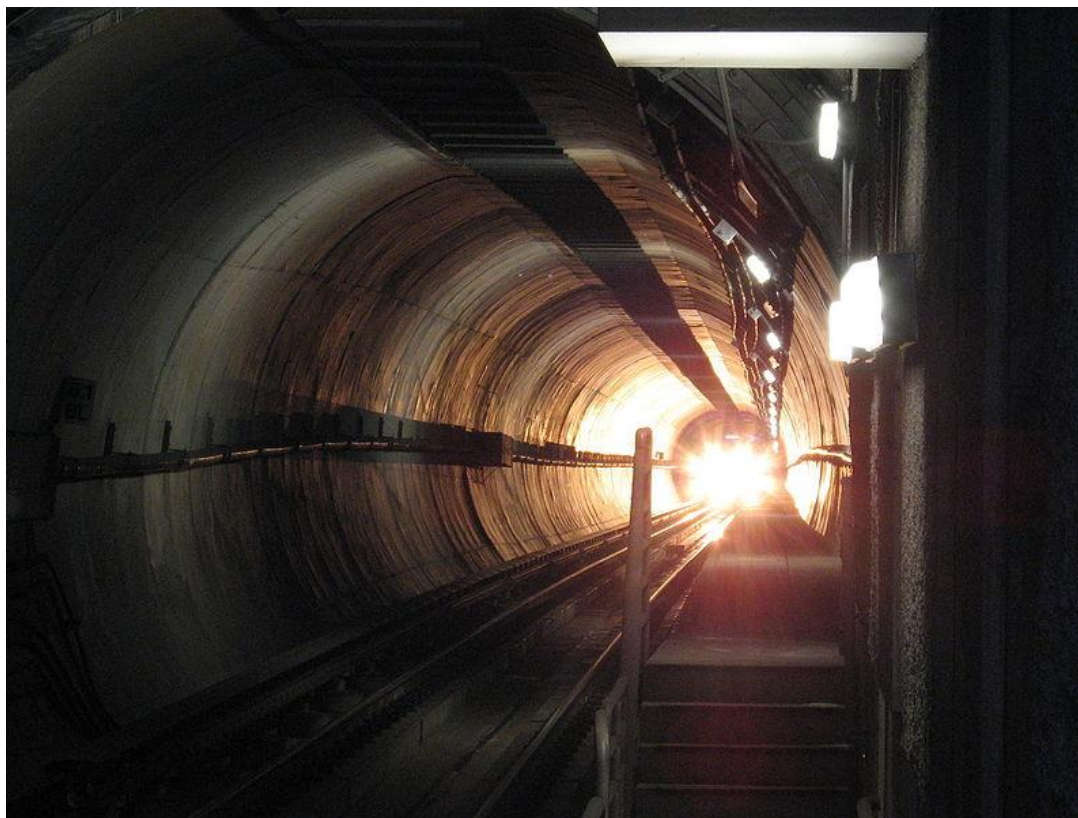




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ & ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΟΜΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ & ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

**Υπολογισμός επιφανειακών καθιζήσεων λόγω διάνοιξης αβαθούς σήραγγας , σε
2-D και 3-D, με υπολογιστικές μεθόδους**



Διπλωματική Εργασία Στάθη Σπυριδωνος

Επιβλέπων : Μιχαήλ Σακελλαρίου, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2014

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου, κ. Μιχαήλ Σακελλαρίου, για την ανάθεση της εργασίας και την πολύτιμη βοήθεια του σε όλη την φάση εκπόνησης της.

Ακόμη , θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συμφοιτητές μου Νικολάου Θεοφάνη και Παλάτο Απόστολο για την βοήθεια τους στην σύνταξη του παρόντος εντύπου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....1

ABSTRACT.....3

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....5

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1.1 Ορισμός του προβλήματος.....7

1.2 Βάθος σήραγγας.....7

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΜΕ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ JEFFERY

2.1 Εισαγωγή.....13

2.2 Μετατοπίσεις και συγκλίσεις.....13

2.2.1 Μετατοπίσεις.....13

2.2.1.1 Στα 10 m.....14

2.2.1.2 Στα 15 m.....14

2.2.1.3 Στα 25 m.....15

2.2.1.4 Στα 30 m.....15

2.2.2 Συγκλίσεις.....16

2.2.2.1 Στα 10 m.....16

2.2.2.2 Στα 15 m.....17

2.2.2.3 Στα 25 m.....18

2.2.2.4 Στα 30 m.....19

2.2.2.5 Συμπεράσματα.....19

2.3 Σχεδιασμός στο Rhinoceros.....20

2.3.1 4-way viewpoint.....20

2.3.2 Perspective viewpoint.....21

2.4 Mindlin.....24

2.4.1. Μετατοπίσεις και συγκλίσεις.....24

2.4.1.1. Στα 10 m.....25

2.4.1.2. Στα 20 m.....25

2.4.1.3. Στα 30 m.....26

2.4.1.4. Στα 40 m.....26

2.5 Συμπεράσματα.....27

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΜΕ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ EXAMINE 2D

3.1	Εισαγωγή.....	29
3.2	Κατακόρυφες μετατοπίσεις και παραμορφώσεις.....	29
3.2.1	Κατακόρυφη μετατόπιση στα 40 m.....	30
3.2.2	Κατακόρυφη μετατόπιση στα 30 m.....	31
3.2.3	Κατακόρυφη μετατόπιση στα 25 m.....	32
3.2.4	Κατακόρυφη μετατόπιση στα 15 m.....	33
3.2.5	Κατακόρυφη μετατόπιση στα 10 m.....	34
3.3	Συμπεράσματα.....	34

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΜΕ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ COMSOL MULTIPHYSICS

4.1	Περιγραφή του προβλήματος.....	35
4.1.1	Εισαγωγή.....	35
4.1.2	Γεωμετρία του μοντέλου.....	36
4.1.3	Ιδιότητες εδάφους.....	37
4.2	Βήματα υπολογισμού για το 2D μοντέλο.....	37
4.2.1	GEOMETRY 1.....	37
4.2.2	SOLID MECHANICS.....	38
4.2.3	SOLID MECHANICS 2.....	38
4.2.4	MATERIALS.....	39
4.2.5	MESH	40
4.2.6	STUDY	40
4.3	Αποτελέσματα (RESULTS) 2D Μοντέλου.....	41
4.3.1	Πριν την διάνοιξη της σήραγγας.....	41
4.3.2	Μετά την διάνοιξη της σήραγγας.....	42
4.3.2.1	Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων.....	43
4.3.2.2	Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων.....	44
4.4	Συμπεράσματα.....	45
4.5	Γεωμετρία 3D Μοντέλου.....	46
4.6	Βήματα υπολογισμού για το 3D Μοντέλο.....	46
4.7	Αποτελέσματα (RESULTS) 3D Μοντέλου.....	47
4.7.1	Πριν την διάνοιξη της σήραγγας	47
4.7.2	Μετά την διάνοιξη της σήραγγας.....	48
4.7.2.1	Κατακόρυφες μετατοπίσεις και συγκλίσεις μετά την διάνοιξη της σήραγγας.....	49
4.7.3	Διάγραμμα οριζόντιων μετατοπίσεων.....	52
4.7.4	Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων.....	53
4.7.4.1	Σε απόσταση 0 m.....	53

4.7.4.2 Διάγραμμα κατακόρυφων μετατοπίσεων σε αποστάσεις 0, 10 , 20 , 50 , 55 m (μέτωπο της σήραγγας).....	54
4.7.5 Διαγράμματα συγκλίσεων οροφής και δαπέδου της σήραγγας.....	56
4.7.5.1 Συμπεράσματα.....	57
4.7.6 Εγκάρσιες τομές.....	58
4.7.7 Κατα μήκος τομή.....	61
4.8. Συμπεράσματα.....	62

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ, ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ

5.1 Εισαγωγή.....	65
5.2 Συγκρίσεις.....	65
5.2.1. Κατακόρυφες μετακινήσεις.....	67
5.2.2. Συγκλίσεις οροφής σήραγγας.....	67
5.2.3. Συγκλίσεις δαπέδου σήραγγας.....	67
5.3 Πλεονεκτήματα / Μειονεκτήματα υπολογιστικών μεθόδων.....	68
5.3.1. Examine 2D.....	68
5.3.2. Jeffery	68
5.3.3. Mindlin.....	68
5.3.4. COMSOL Multiphysics.....	69

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	71
-------------------	----