



Problem Set 3 (submitted individually by each student)

During the preliminary design of a road tunnel with equivalent diameter **D=8m**, it is required to calculate the wall convergence and the required immediate support measures.

The geological and geotechnical investigation resulted in the following two Ground Units:

Soil Unit (TE-1):

- Depth of overburden from the tunnel axis (H): 35m
- Ground unit weight (γ): 22 kN/m³
- Cohesion (c): 20 kPa
- Friction angle (ϕ): 25°
- Modulus of elasticity (E): 65 MPa
- Poisson ratio (ν): 0.33
- Coefficient of horizontal stress (K_0): 0.8

Rock Unit (TE-2):

- Depth of overburden from the tunnel axis (H): 240m
- Ground unit weight (γ): 25 kN/m³
- Friction angle (ϕ): 24°
- Intact rock strength (σ_{ci}): 9 MPa
- GSI = 25
- Intact rock Modulus of Elasticity (E_i): 10 GPa
- Hoek-Brown parameter m_i : 12
- Poisson ratio (ν): 0.25
- Coefficient of horizontal stress (K_0): 1.0
- Rockmass disturbance factor (D): 0

It is required to:

1. Using the RocSupport software, plot the convergence-confinement curve ($\lambda - u$) for the two Ground Units. Use the Duncan Fama (1993) method for the Soil Unit and the Carranza-Torres (2004) method for the Rock Unit.
2. Immediate support with the characteristics of Table 1 will be applied at distance 2m from the tunnel face. Using the software RocSupport, calculate the following quantities after the installation of the support measures for both Ground Units:
 - The tunnel wall convergence
 - The radius of the plastic zone
 - The safety factor of the tunnel support.
3. What is the effect of the improvement of the support measures with additional steel ribs HEB 140 with spacing 1.0m, on the quantities of question (2) ?

Shotcrete	
Compressive strength (σ_c)	20MPa
Thickness (t)	25 cm

Modulus of elasticity (E)	15 GPa
Poisson ratio (ν)	0.2
Rockbolts	
Diameter (d)	28 mm
Yield tensile force (F_t)	340 kN
Modulus of elasticity (E)	200 GPa
Length (L)	2 m
Grid spacing	2.0 x 2.0 m

Table 1. Properties of immediate support measures



Άσκηση 3 (υποβάλλεται ατομικά από τους φοιτητές)

Για την Μελέτη οδικής σήραγγας ισοδύναμης διαμέτρου $D = 8 \text{ m}$, πραγματοποιείται προμελέτη για την εκτίμηση των συγκλίσεων της σήραγγας και την διαστασιολόγηση των μέτρων προσωρινής υποστήριξης.

Από την γεωλογική και γεωτεχνική διερεύνηση της περιοχής του έργου, προέκυψαν οι ακόλουθες δύο (2) τεχνικογεωλογικές ενότητες:

Εδαφικός σχηματισμός (TE – 1)

- **Μέγιστο ύψος υπερκείμενων γαιών από άξονα (H):** 35 m
- **Ειδικό βάρος (γ):** 22 kN/m³
- **Συνοχή (c):** 20 kPa
- **Γωνία εσωτερικής τριβής (ϕ):** 25°
- **Μέτρο Ελαστικότητας (E):** 65 MPa
- **Λόγος Poisson (ν):** 0.33
- **Συντελεστής οριζόντιας τάσης (K_0):** 0.8

Βραχώδης σχηματισμός (TE – 2)

- **Μέγιστο ύψος υπερκείμενων γαιών από άξονα (H):** 240 m
- **Ειδικό βάρος (γ):** 25 kN/m³
- **Γωνία εσωτερικής τριβής (ϕ):** 24°
- **Αντοχή άρρηκτου πετρώματος σε θλίψη (σ_{ci}):** 9 MPa
- **GSI:** 25
- **Μέτρο Ελαστικότητας άρρηκτου βράχου (E_i):** 10 GPa
- **Παράμετρος Hoek-Brown m_i :** 12
- **Λόγος Poisson (ν):** 0.25
- **Συντελεστής οριζόντιας τάσης (K_0):** 1.0
- **Βαθμός διαταραχής βραχώμαζας:** D = 0

Ζητείται:

1. Με χρήση του λογισμικού Rocsupport, να σχεδιαστεί η καμπύλη σύγκλισης – αποτόνωσης ($\lambda - u$) για τις δύο τεχνικογεωλογικές ενότητες. Να εφαρμοστεί η μέθοδος Duncan-Fama (1993) για τον εδαφικό σχηματισμό και η μέθοδος Carranza-Torres (2004) για τον βραχώδη σχηματισμό.
2. Πρόκειται να τοποθετηθεί προσωρινή υποστήριξη σε απόσταση 2m πίσω από το μέτωπο εκσκαφής, με τα χαρακτηριστικά του **Πίνακα 1**. Χρησιμοποιώντας το λογισμικό Rocsupport να υπολογιστούν τα ακόλουθα μετά την τοποθέτηση των μέτρων προσωρινής υποστήριξης και στις δύο τεχνικογεωλογικές ενότητες:
 - ✓ Η σύγκλιση του τοιχώματος της σήραγγας.
 - ✓ Η ακτίνα της πλαστικής ζώνης.
 - ✓ Ο συντελεστής ασφαλείας (FS) της υποστήριξης.
3. Ποιά είναι η επιρροή της ενίσχυσης της προσωρινής υποστήριξης με πρόσθετα μεταλλικά πλαίσια τύπου HEB 140 σε αποστάσεις 1.0m, στα μετρούμενα μεγέθη του ερωτήματος (2).

Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα (Shotcrete)	
Αντοχή σε θλίψη (σ_c)	20MPa
Πάχος (t)	25 cm
Μέτρο ελαστικότητας (E)	15 GPa
Λόγος Poisson (ν)	0.2
Αγκύρια βράχου (Rockbolts)	
Διάμετρος (d)	28 mm
Φορτίο θραύσης (F_t)	340 kN
Μέτρο ελαστικότητας (E)	200 GPa
Μήκος (L)	2 m
Κάνναβος	2.0 x 2.0 m

Πίνακας 2. Ιδιότητες μέτρων προσωρινής υποστήριξης.