

## ΠΙΕΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΤΟΥ ΠΥΘΜΕΝΑ ΣΗΡΑΓΓΑΣ. ΜΕΘΟΔΟΣ ZIMBARJEWITSCH

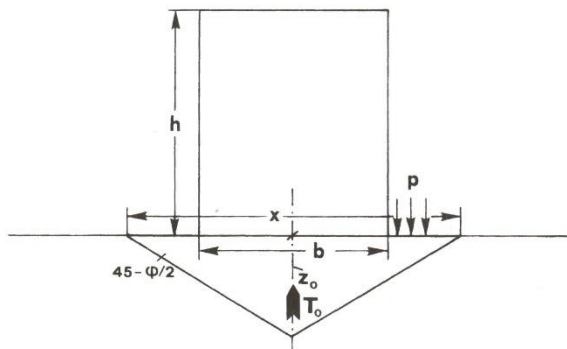
Με τη μέθοδο του Zimbarjewitsch θα προσδιορίσουμε την πίεση η οποία (στην οριακή κατάσταση) θα ασκηθεί στην επένδυση του πυθμένα υπόγειου ανοίγματος πλάτους  $b=10$  m και ύψους  $h=12$  m. Η κατακόρυφη τάση  $p$  που ασκείται στο οριζόντιο επίπεδο που διέρχεται από τον πυθμένα και συγκεκριμένα η πίεση που ασκείται στην περιοχή που βρίσκεται έξω από τα κάτω άκρα της εκσκαφής και κοντά σε αυτά είναι  $p=0,9$  MPa. Το έδαφος χαρακτηρίζεται με παραμέτρους:  $\varphi=27^\circ$ ,  $c=0,02$  MPa,  $\gamma=0,02$  MN/m<sup>3</sup>.

Ο προσδιορισμός, με τη μέθοδο του Zimbarjewitsch, των πιέσεων που θα ασκηθούν στην επένδυση του πυθμένα γίνεται με τη θεώρηση ότι το έδαφος που περιβάλλει την υπόγεια εκσκαφή βρίσκεται σε κατάσταση θραύσης: ότι ο πυθμένας αστοχεί και ότι αν δεν επενδυθεί θα διεισδύσει στο εσωτερικό της εκσκαφής· κάτι που στην πραγματικότητα μπορεί να μην συμβαίνει αν το υπέδαφος έχει επαρκή αντοχή. Ο προσδιορισμός των πιέσεων που θα ασκηθούν στον πυθμένα θα πρέπει συνεπώς να γίνεται εφόσον ο συντελεστής ασφάλειας έναντι αστοχίας του πυθμένα είναι κοντά στη μονάδα ή μικρότερος από αυτήν.

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, η πίεση που ασκείται στην επένδυση του πυθμένα οφείλεται στο ότι μέχρι μία κατακόρυφη απόσταση  $z_0$  κάτω από τον πυθμένα, η ενεργός ώθηση  $E_a$  είναι μεγαλύτερη από την παθητική ώθηση  $E_p$ . Το μέγεθος της πίεσης είναι συνάρτηση του βάθους  $z_0$  και της διαφοράς που υπάρχει ανάμεσα στην ενεργό και στην παθητική ώθηση στο τμήμα που περιλαμβάνεται ανάμεσα στον πυθμένα και στο βάθος  $z_0$ .

Η ανάλυση περιλαμβάνει:

- Τον προσδιορισμό του βάθους  $z_0$ .
- Τον προσδιορισμό, στο τμήμα που βρίσκεται ανάμεσα στον πυθμένα και στο βάθος  $z_0$ , της ενεργού ώθησης  $E_a$ , της παθητικής ώθησης  $E_p$  και της συνισταμένης ώθησης  $E=E_a-E_p$ .
- Τον προσδιορισμό με βάση τις παραπάνω τιμές της πίεσης που θα ασκηθεί στην επένδυση του πυθμένα.



### Προσδιορισμός του βάθους $z_0$

$$z_0 = \frac{pk_a - 2c(\sqrt{k_p + k_a})}{\gamma(k_p - k_a)} \quad k_a = \text{tg}^2(45 - \varphi/2) \quad k_p = \text{tg}^2(45 + \varphi/2)$$

Για  $\varphi=27^\circ \rightarrow k_a=0,376 \quad k_p=2,663 \quad \text{tg}(45 - \varphi/2)=0,613 \quad \text{tg}(45 + \varphi/2)=1,632$

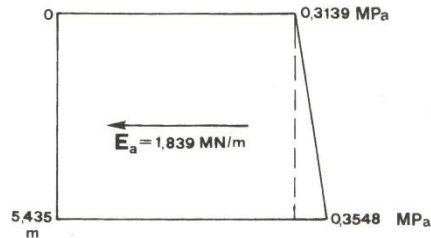
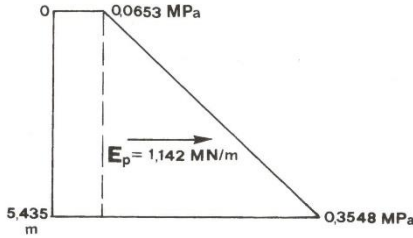
$$z_0 = \frac{0,9 \times 0,376 - 2 \times 0,02(\sqrt{2,663} + \sqrt{0,376})}{0,02(2,663 - 0,376)} = 5,435 \text{ m}$$

**Προσδιορισμός των ωθήσεων  $E_a$ ,  $E_p$ ,  $E$**

Προσδιορίζουμε αρχικά τα διαγράμματα κατανομής των ενεργών πιέσεων  $e_a$  και των παθητικών πιέσεων  $e_p$  στο τμήμα μεταξύ  $z=0$  και  $z_0=5,435$  m. Χρησιμοποιούμε τις εξισώσεις:

$$e_a=(p+z \gamma)tg^2(45-\varphi/2) - 2 c \cdot tg(45-\varphi/2)$$

$$e_p=z \gamma tg^2(45+\varphi/2)+2 c \cdot tg(45+\varphi/2)$$



Η μεταβολή με το βάθος των  $e_a$ ,  $e_p$  είναι γραμμική· αρκεί ο προσδιορισμός τους σε δύο μόνο σημεία:

**Βάθος  $z=0$  m :**

$$e_a=0,9 \times 0,376 - 2 \times 0,02 \times 0,613=0,3139 \text{ MPa}$$

$$e_p=2 \times 0,02 \times 1,632=0,0653 \text{ MPa}$$

**Βάθος  $z_0=5,435$  m :**

$$e_a=(0,9+5,435 \times 0,02) 0,376 - 2 \times 0,02 \times 0,613=0,3548 \text{ MPa}$$

$$e_p=5,435 \times 0,02 \times 2,663 + 2 \times 0,02 \times 1,632=0,3548 \text{ MPa}$$

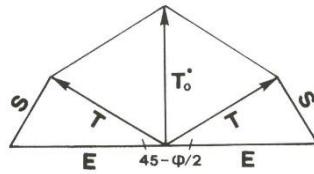
Η ενεργός ώθηση  $E_a$  και η παθητική ώθηση  $E_p$  στο τμήμα μεταξύ 0 και 5,435 m είναι:

$$E_a=0,3139 \times 5,435+ 0,5 \times 0,041 \times 5,435=1,817 \text{ MN/m}$$

$$E_p=0,0653 \times 5,435+ 0,5 \times 0,2895 \times 5,435=1,142 \text{ MN/m}$$

Η συνισταμένη ώθηση  $E$ :  $E=E_a - E_p=1,817 - 1,142=0,675 \text{ MN/m}$

**Προσδιορισμός της πίεσης που ασκείται στην επένδυση του πυθμένα**



$T_0$ =συνισταμένη στην οποία δε συνεκτιμούνται οι αντιστάσεις τριβής

Η δύναμη που ασκείται στην επένδυση του πυθμένα, από κάτω προς τα πάνω, προσδιορίζεται με την εξίσωση

$$T_0 = 2E \frac{\sin^2(45-\frac{\varphi}{2})}{\cos \varphi} = 2 \times 0,675 \frac{\sin^2(45-\frac{27}{2})}{\cos 27} = 0,414 \text{ MN/m}$$

Η  $T_0$  ενεργεί στο κέντρο του πυθμένα και κατανέμεται σε πλάτος  $x$ :

$$x = \frac{2z_0}{tg(45-\varphi/2)} = \frac{2 \times 5,435}{0,613} = 17,73 \text{ m}$$

Η επένδυση του πυθμένα πρέπει να διαστασιοποιηθεί για πίεση

$$\frac{T_0}{x} = \frac{0,414}{17,73} = 0,0233 \text{ MPa}$$

\* Επιλογή από το βιβλίο  
ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ