

ΔΙΑΛΕΞΕΙΣ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ
« ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΙΣ »
7ο ΕΞ. ΠΟΛ-ΜΗΧ. ΕΜΠ - Ακαδ. Έτος 2005 - 06

ΔΙΑΛΕΞΗ 3
Ανάλυση της Φέρουσας Ικανότητας
Επιφανειακών Θεμελιώσεων
κατά τον Ευρωκώδικα 7

18.10.2005

Έλεγχος επάρκειας επιφανειακών θεμελιώσεων έναντι
υπέρβασης της Φέρουσας Ικανότητας

2. Μέθοδος των επιμέρους συντελεστών (partial factors) – κατά τον Ευρωκώδικα 7

Ορισμοί :

Δράσεις (actions : F) : Φορτία και λοιπές επιπονήσεις (π.χ. υποχώρηση στήριξης, θερμοκρασιακή μεταβολή).

Γεωτεχνικές δράσεις (G) : Ειδική περίπτωση δράσεων που προέρχονται από το έδαφος (π.χ. πίεση σε τοίχο λόγω ώθησης γαιών)

Αποτελέσματα των δράσεων (action effects : E) : Συνιστάμενες δράσεις (π.χ. συνολικό φορτίο πεδίου, ώθηση γαιών τοίχου, ροπή ανατροπής πρανούς) και εντατικά μεγέθη (π.χ. αξονική δύναμη, τέμνουσα δύναμη, καμπτική ροπή)

$$E = \sum F + \sum G$$

Εδαφικές παράμετροι (X) : π.χ. γωνία τριβής, συνοχή, ειδικό βάρος.

Αντιστάσεις (Resistances : R) : Αντιστάσεις στα αποτελέσματα των δράσεων. π.χ. φέρουσα ικανότητα πεδίου, αντοχή πασσάλου, αντοχή τοίχου σε ολίσθηση, ροπή στηρίξεως πρανούς.

Έλεγχος επάρκειας επιφανειακών θεμελιώσεων έναντι υπέρβασης της Φέρουσας Ικανότητας

2. Μέθοδος των επιμέρους συντελεστών (partial factors) – κατά τον Ευρωκώδικα 7

Ορισμοί (συνέχεια) :

Χαρακτηριστικές τιμές δράσεων (F_k) και εδαφικών παραμέτρων (X_k) : συντηρητικές εκτιμήσεις των τιμών τους (5% πιθανότητα υπέρβασης)

Χαρακτηριστικές τιμές γεωτεχνικών δράσεων (G_k), αποτελεσμάτων δράσεων (E_k) και αντιστάσεων (R_k) : Υπολογίζονται μέσω των χαρακτηριστικών τιμών των μεγεθών που τις επηρεάζουν :

$$G_k = G(F_k, X_k) \quad E_k = E(F_k, X_k) \quad R_k = R(F_k, X_k)$$

Τιμές σχεδιασμού δράσεων (F_d) : τιμές που προκύπτουν από τις χαρακτηριστικές τιμές των δράσεων (F_k) με εφαρμογή των αντίστοιχων επιμέρους συντελεστών δράσεων ($\gamma_F \geq 1$) και των συντελεστών συνδυασμού δράσεων ($\psi \leq 1$) :

$$F_d = \psi \gamma_F F_k$$

Τιμές σχεδιασμού εδαφικών παραμέτρων (X_d) : τιμές που προκύπτουν από τις χαρακτηριστικές τιμές εδαφικών παραμέτρων (X_k) με εφαρμογή των αντίστοιχων επιμέρους συντελεστών ($\gamma_M \geq 1$) :

$$X_d = X_k / \gamma_M$$

Έλεγχος επάρκειας επιφανειακών θεμελιώσεων έναντι υπέρβασης της Φέρουσας Ικανότητας

2. Μέθοδος των επιμέρους συντελεστών (partial factors) – κατά τον Ευρωκώδικα 7

Ορισμοί (συνέχεια) :

Τιμές σχεδιασμού γεωτεχνικών δράσεων (G_d) : τιμές που προκύπτουν με εφαρμογή των εναλλακτικών σχέσεων :

$$G_d = \psi \gamma_F G_k \quad (\text{τύπος I})$$

$$G_d = \psi G(F_d, X_d) \quad (\text{τύπος II})$$

Τιμές σχεδιασμού αποτελεσμάτων δράσεων (E_d) : τιμές που προκύπτουν με εφαρμογή των εναλλακτικών σχέσεων :

$$E_d = \gamma_E \left\{ \sum \psi F_k + \sum \psi G_k \right\} \quad (\text{τύπος I})$$

$$E_d = \sum F_d + \sum G_d \quad (\text{τύπος II})$$

όπου : γ_E = επιμέρους συντελεστής αποτελεσμάτων δράσεων (συνήθως = γ_F)

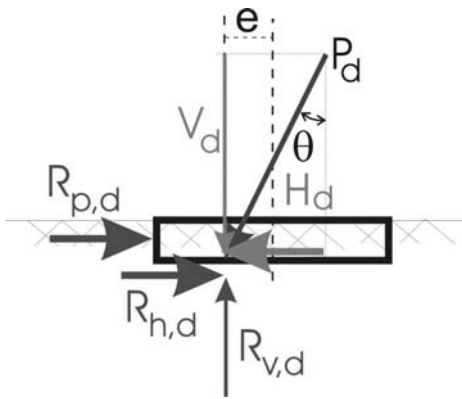
Τιμές σχεδιασμού αντιστάσεων (R_d) : τιμές που προκύπτουν με εφαρμογή των εναλλακτικών σχέσεων :

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R(F_k, X_k) \quad (\text{τύπος I})$$

$$R_d = R(F_d, X_d) \quad (\text{τύπος II})$$

Έλεγχος επάρκειας επιφανειακών θεμελιώσεων έναντι υπέρβασης της Φέρουσας Ικανότητας

2. Μέθοδος των επιμέρους συντελεστών (partial factors) – κατά τον Ευρωκώδικα 7



2.1 Απαιτούμενοι έλεγχοι (γενικώς $E_d \leq R_d$) :

1. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας : $V_d \leq R_{v,d}$

2. Έλεγχος ολίσθησης : $H_d \leq R_{h,d} + R_{p,d}$

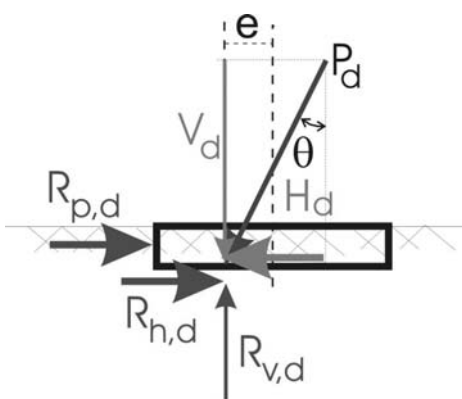
V_d, H_d = Τιμές σχεδιασμού (design values) των φορτίων (δράσεων) εκ της ανωδομής

$R_{v,d}, R_{h,d}$ = Τιμές σχεδιασμού της αντοχής του εδάφους (φέρουσα ικανότητα) – κατακόρυφη και οριζόντια συνιστώσα

$R_{p,d}$ = Τιμή σχεδιασμού της ώθησης του εδάφους στην παρειά του θεμελίου (όποτε υπάρχει)

Έλεγχος επάρκειας επιφανειακών θεμελιώσεων έναντι υπέρβασης της Φέρουσας Ικανότητας

2. Μέθοδος των επιμέρους συντελεστών (partial factors) – κατά τον Ευρωκώδικα 7



2.2 Υπολογισμός δράσεων (μέθοδος 1) :

$$V_d = \sum \psi \gamma_F V_k + \sum G_{v,d}$$

$$H_d = \sum \psi \gamma_F H_k + \sum G_{h,d}$$

όπου :

$$\left. \begin{aligned} G_{v,d} &= \psi \gamma_F G_v(c_k, \tan \phi_k) \\ G_{h,d} &= \psi \gamma_F G_h(c_k, \tan \phi_k) \end{aligned} \right\} \text{ ΤΥΠΟΙ I}$$

ή :

$$\left. \begin{aligned} G_{v,d} &= \psi G_v \left(\frac{c_k}{\gamma_M}, \frac{\tan \phi_k}{\gamma_M} \right) \\ G_{h,d} &= \psi G_h \left(\frac{c_k}{\gamma_M}, \frac{\tan \phi_k}{\gamma_M} \right) \end{aligned} \right\} \text{ ΤΥΠΟΙ II}$$

ψ = συντελεστής συνδυασμού δράσεων (≤ 1)

V_k, H_k, c_k, ϕ_k = χαρακτηριστικές τιμές των αντίστοιχων μεγεθών

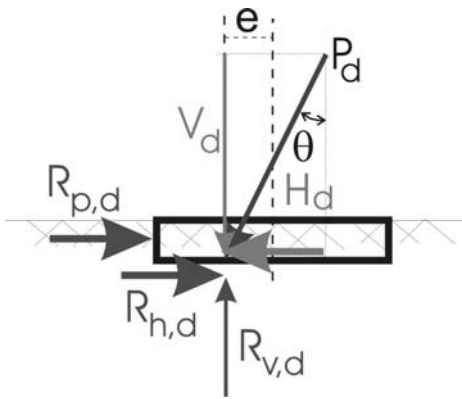
G_v, G_h = κατακόρυφη / οριζόντια συνιστώσα γεωτεχνικών δράσεων (πχ. ώθηση γαιών)

γ_F = επιμέρους συντελεστής δράσεων

γ_M = επιμέρους συντελεστής αντοχής υλικών

Έλεγχος επάρκειας επιφανειακών θεμελιώσεων έναντι υπέρβασης της Φέρουσας Ικανότητας

2. Μέθοδος των επιμέρους συντελεστών (partial factors) – κατά τον Ευρωκώδικα 7



2.2 Υπολογισμός δράσεων (μέθοδος 2) :

$$\left. \begin{aligned} V_d &= \gamma_E \left\{ \sum \psi V_k + \sum \psi G_{v,k} \right\} \\ H_d &= \gamma_E \left\{ \sum \psi H_k + \sum \psi G_{h,k} \right\} \end{aligned} \right\} \text{ ΤΥΠΟΙ I}$$

όπου : $G_{v,k} = G_v (c_k, \tan \phi_k)$

$G_{h,k} = G_h (c_k, \tan \phi_k)$

ψ = συντελεστής συνδυασμού δράσεων (≤ 1)

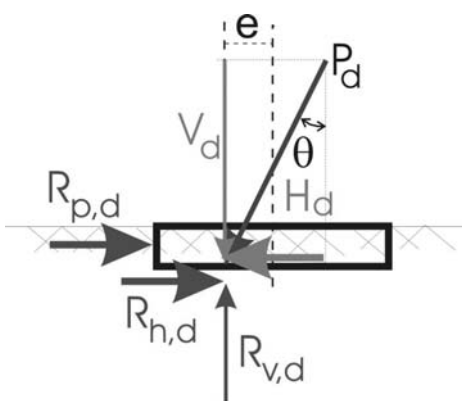
V_k, H_k, c_k, ϕ_k = χαρακτηριστικές τιμές των αντίστοιχων μεγεθών

G_v, G_h = κατακόρυφη / οριζόντια συνιστώσα γεωτεχνικών δράσεων (πχ. ώθηση γαιών)

γ_E = επιμέρους συντελεστής συνιστάμενης δράσης (συνήθως = γ_F)

Έλεγχος επάρκειας επιφανειακών θεμελιώσεων έναντι υπέρβασης της Φέρουσας Ικανότητας

2. Μέθοδος των επιμέρους συντελεστών (partial factors) – κατά τον Ευρωκώδικα 7



2.3 Υπολογισμός αντιστάσεων R , όπου $i = p, v$

$$R_{i,d} = \frac{1}{\gamma_R} R(c_k, \tan \phi_k, \psi \gamma_F F_k) \quad (\text{τύπος I})$$

ή :

$$R_{i,d} = R\left(\frac{c_k}{\gamma_M}, \frac{\tan \phi_k}{\gamma_M}, \psi \gamma_F F_k\right) \quad (\text{τύπος II})$$

ψ = συντελεστής συνδυασμού δράσεων (≤ 1)

c_k, ϕ_k = χαρακτηριστικές τιμές των εδαφικών παραμέτρων αντοχής

F_k = χαρακτηριστική τιμή δράσης που υπεισέρχεται στον υπολογισμό της αντίστασης

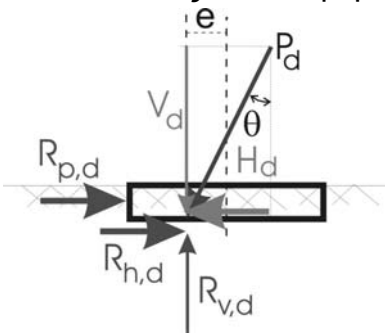
γ_F = επιμέρους συντελεστής δράσεων

γ_M = επιμέρους συντελεστής αντοχής υλικών

γ_R = επιμέρους συντελεστής αντιστάσεων

Έλεγχος επάρκειας επιφανειακών θεμελιώσεων έναντι υπέρβασης της Φέρουσας Ικανότητας

2. Μέθοδος των επιμέρους συντελεστών (partial factors) – κατά τον Ευρωκώδικα 7



2.4 Υπολογισμός οριζόντιας αντίστασης $R_{h,d}$:

2.4.1. Έλεγχος υπό στραγγισμένες συνθήκες :

$$R_{h,d} = \frac{V_d \tan \delta_k}{\gamma_R} \quad (\text{τύπος I})$$

ή :

$$R_{h,d} = V_d \tan \delta_d = V_d \frac{\tan \delta_k}{\gamma_M} \quad (\text{τύπος II})$$

2.4.2. Έλεγχος υπό αστράγγιστες συνθήκες :

(τύπος I)

(τύπος II)

$$R_{h,d} = \frac{c_{u,k} B' L'}{\gamma_R} \quad \text{ή} : \quad R_{h,d} = c_{u,d} B' L' = \frac{c_{u,k}}{\gamma_M} B' L'$$

γ_M = επιμέρους συντελεστής αντοχής υλικών

αλλά : $R_{h,d} \leq 0.4 V_d$

γ_R = επιμέρους συντελεστής αντιστάσεων

δ_k = χαρακτ. τιμή της γωνίας τριβής στη βάση του πεδίου (τριβή πεδίου-εδάφους)

δ_d = τιμή σχεδιασμού της γωνίας τριβής στη βάση του πεδίου

$c_{u,k}, c_{u,d}$ = χαρακτηριστική τιμή / τιμή σχεδιασμού της αστράγγιστης διατμητικής αντοχής

Έλεγχος επάρκειας επιφανειακών θεμελιώσεων έναντι υπέρβασης της Φέρουσας Ικανότητας

2. Μέθοδος των επιμέρους συντελεστών (partial factors) – κατά τον Ευρωκώδικα 7

Τιμές των επιμέρους συντελεστών $\gamma_F, \gamma_M, \gamma_R$:

Τρόπος Ανάλυσης	Συνδυασμός	Τύποι υπολογισμού	Τιμές των επιμέρους συντελεστών (από τους πίνακες που ακολουθούν και περιλαμβάνουν τα A_i, M_i, R_i)
1	Συνδ. 1 Συνδ. 2	Τύποι II	(A1) + (M1) + (R1) (A2) + (M2) + (R1)
2		Τύποι I	(A1) + (M1) + (R2)
3		Τύποι II +	[(A1)* ή (A2)**] + (M2) + (R3)

+ Για τον υπολογισμό των δράσεων μπορεί να εφαρμοσθούν και οι τύποι I

* Για δράσεις από την ανωδομή (δομοστατικές δράσεις)

** Για γεωτεχνικές δράσεις (από το έδαφος, π.χ. ωθήσεις γαιών)

Παρατηρήσεις :

1. Η επιλογή ενός εκ των τριών Τρόπων Ανάλυσης γίνεται σε Εθνικό επίπεδο

2. Στον Τρόπο Ανάλυσης 1, εφαρμόζεται ο δυσμενέστερος των Συνδυασμών 1 & 2

Μέθοδος των επιμέρους συντελεστών (partial factors) – κατά τον Ευρωκώδικα 7

Επιμέρους συντελεστές δράσεων (γ_F και γ_E)

Table A.3 - Partial factors on actions (γ_F) or the effects of actions (γ_E)

Action		Symbol	Set	
			A1	A2
Permanent	Unfavourable	γ_G	1,35	1,0
	Favourable		1,0	1,0
Variable	Unfavourable	γ_Q	1,5	1,3
	Favourable		0	0

γ_G on permanent unfavourable or favourable actions

γ_Q on variable unfavourable or favourable actions.

Επιμέρους συντελεστές εδαφικού υλικού (γ_M)

Table A.4 - Partial factors for soil parameters (γ_M)

Soil parameter	Symbol	Set	
		M1	M2
Angle of shearing resistance ^a	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Effective cohesion	γ_c	1,0	1,25
Undrained shear strength	γ_{cu}	1,0	1,4
Unconfined strength	γ_{qu}	1,0	1,4
Weight density	γ_t	1,0	1,0
^a This factor is applied to $\tan \phi'$			

Μέθοδος των επιμέρους συντελεστών (partial factors) – κατά τον Ευρωκώδικα 7

Επιμέρους συντελεστές αντιστάσεων (γ_R) για επιφανειακές θεμελιώσεις
Έλεγχος έναντι φέρουσας ικανότητας και ολίσθησης

Table A.5 - Partial resistance factors (γ_R) for spread foundations

Resistance	Symbol	Set		
		R1	R2	R3
Bearing	$\gamma_{R,v}$	1,0	1,4	1,0
Sliding	$\gamma_{R,h}$	1,0	1,1	1,0

$\gamma_{R,v}$ on bearing resistance

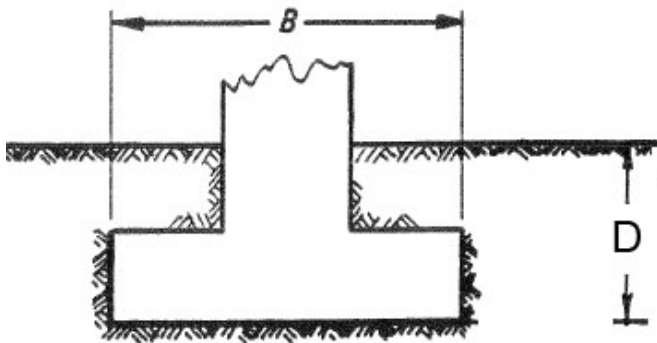
$\gamma_{R,h}$ on sliding resistance

Έλεγχος επάρκειας επιφανειακών θεμελιώσεων έναντι υπέρβασης της Φέρουσας Ικανότητας

Παράδειγμα εφαρμογής :

Προσδιορισμός του μέγιστου δυνατού φορτίου λωριδωτού πεδίου που έχει τα εξής χαρακτηριστικά :

- Πλάτος $B=2.5\text{m}$, Βάθος $D=1.5\text{m}$, επιφόρτιση $q=0$ (δυσμενής παραδοχή)
- Φορτίο κατακόρυφο : $\theta = 0$, μηδενική εκκεντρότητα ($e=0$), οριζόντια βάση ($\alpha=0$).
- Έδαφος με χαρακτηριστικές ιδιότητες : $\gamma_k = 20 \text{ kN/m}^3$, $c_k = 10 \text{ kPa}$, $\phi_k=25^\circ$
- Ξηρό έδαφος (υδροφόρος ορίζοντας σε μεγάλο βάθος)



γ, c, ϕ

Παράδειγμα εφαρμογής :

1. Επίλυση με τη μέθοδο του συνολικού συντελεστή ασφαλείας (με $FS=3$)

Μέθοδος υπολογισμού του p_u κατά τον Ευρωκώδικα 7 / DIN 4017 :

$$p_u = c N_c b_c s_c i_c + (q + \gamma D) N_q b_q s_q i_q + \frac{1}{2} \gamma B' N_\gamma b_\gamma s_\gamma i_\gamma$$

Για $e=0 \Rightarrow B' = B = 2.5\text{m}$

Για $\phi=25^\circ \Rightarrow N_c = 20.72$, $N_q = 10.66$, $N_\gamma = 9.01$

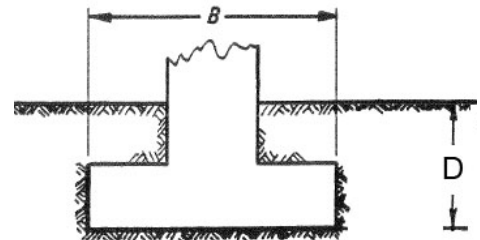
Για $\alpha=0 \Rightarrow b_c = b_q = b_\gamma = 1$

Για λωριδωτό πέδιλο ($B/L=0$) $\Rightarrow s_c = s_q = s_\gamma = 1$

Για $\theta=0 \Rightarrow i_c = i_q = i_\gamma = 1$

Άρα : $p_u = c N_c + \gamma D N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$

$$p_u = 10 \times 20.72 + 20 \times 1.5 \times 10.66 + 0.5 \times 20 \times 2.5 \times 9.01 = 752.2 \text{ kPa}$$



γ, c, ϕ

Φέρουσα ικανότητα πεδίου :

$$P_u = p_u B = 752.2 \times 2.5 = 1880.5 \text{ kN/m} \Rightarrow P_u = 1880.5 \text{ kN/m}$$

Μέγιστο επιτρεπόμενο φορτίο πεδίου ($FS=3$) :

$$V_{\max} = P_u / FS = 1880.5 / 3 \Rightarrow V_{\max} = 627 \text{ kN/m}$$

Παράδειγμα εφαρμογής (συνέχεια)

2. Επίλυση με τη μέθοδο των επιμέρους συντελεστών (Ευρωκώδικας 7)

Συντηρητικά αγνοείται η παθητική αντίσταση στην παρειά του πεδίου $R_{p,d} = 0$

Θεωρείται ότι το φορτίο του πεδίου είναι μόνιμο (permanent) και δυσμενές (unfavourable)

2.1.1 Τρόπος Ανάλυσης 1 / Συνδυασμός 1 :

A1 $\Rightarrow \gamma_F = 1.35$ (μόνιμη - δυσμενής δράση στο πέδιλο)

M1 $\Rightarrow \gamma_M = 1.00$ (για το ϕ και c)

R1 $\Rightarrow \gamma_R = 1.00$

Υπολογισμός φέρουσας ικανότητας p_u από :
$$R_{v,d} = R \left(\frac{c_k}{\gamma_M}, \frac{\tan \phi_k}{\gamma_M}, \psi \gamma_F F_k \right)$$

$F_k = 0$ (η φέρουσα ικανότητα δεν εξαρτάται από τις δράσεις : όχι λοξή φόρτιση)

$\psi = 1$ (μόνον μόνιμες δράσεις)

Συνεπώς, υπολογισμός της φέρουσας ικανότητας για $\phi_d = \phi_k = 25^\circ$, $c_d = c_k = 10$ kPa

Οπότε (ως ανωτέρω) : $p_{u,d} = p_{u,k} = 752.2$ kPa

Αρα : $R_{v,d} = p_{u,d} B = 752.2 \times 2.5 \Rightarrow R_{v,d} = 1880.5$ kN/m

Παράδειγμα εφαρμογής (συνέχεια)

2. Επίλυση με τη μέθοδο των επιμέρους συντελεστών (Ευρωκώδικας 7)

2.1.2. Τρόπος Ανάλυσης 1 / Συνδυασμός 2 :

A2 $\Rightarrow \gamma_F = 1.0$ (μόνιμη - δυσμενής δράση στο πέδιλο)

M2 $\Rightarrow \gamma_M = 1.25$ (για το ϕ και c)

R1 $\Rightarrow \gamma_R = 1.00$

Υπολογισμός φέρουσας ικανότητας p_u από :
$$R_{v,d} = R \left(\frac{c_k}{\gamma_M}, \frac{\tan \phi_k}{\gamma_M}, \psi \gamma_F F_k \right)$$

$F_k = 0$ (η φέρουσα ικανότητα δεν εξαρτάται από δράσεις : όχι λοξή φόρτιση)

$\psi = 1$ (μόνον μόνιμες δράσεις)

Συνεπώς, υπολογισμός της φέρουσας ικανότητας για :

$$\phi_d = \arctan (\tan \phi_k / \gamma_M) = \arctan (\tan 25^\circ / 1.25) = 20.5^\circ$$

$$c_d = c_k / \gamma_M = 10 / 1.25 = 8 \text{ kPa}$$

Για $\phi = 20.5^\circ \Rightarrow N_c = 15.30$, $N_q = 6$, $N_\gamma = 4.35$

$$\text{Αρα : } p_u = c N_c + \gamma D N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$$

$$p_{u,d} = 8 \times 15.30 + 20 \times 1.5 \times 6.75 + 0.5 \times 20 \times 2.5 \times 4.35 = 433.6 \text{ kPa}$$

$$\text{Αρα : } R_{v,d} = p_{u,d} B = 433.6 \times 2.5 = 1084 \text{ kN/m} \Rightarrow R_{v,d} = 1084 \text{ kN/m}$$

Έλεγχος επάρκειας επιφανειακών θεμελιώσεων έναντι
υπέρβασης της Φέρουσας Ικανότητας

Παράδειγμα εφαρμογής (συνέχεια)

2. Επίλυση με τη μέθοδο των επιμέρους συντελεστών (Ευρωκώδικας 7)

2.1.2. Τρόπος Ανάλυσης 1 (συνέχεια) :

Τιμή σχεδιασμού της οριακής αντοχής (αντίστασης) του πεδίου ($R_{v,d}$) :

$$R_{v,d} = \min (\text{συνδυασμός 1 \& 2}) = \min (1880.5, 1084) \Rightarrow R_{v,d} = 1084 \text{ kN/m}$$

Έλεγχος επάρκειας επιφανειακών θεμελιώσεων έναντι
υπέρβασης της Φέρουσας Ικανότητας

Παράδειγμα εφαρμογής (συνέχεια)

Επίλυση με τη μέθοδο των επιμέρους συντελεστών (Ευρωκώδικας 7)

2.2. Τρόπος Ανάλυσης 2 :

$$A1 \Rightarrow \gamma_F = 1.35 \text{ (μόνιμη - δυσμενής δράση στο πέδιλο)}$$

$$M1 \Rightarrow \gamma_M = 1.00 \text{ (για το } \phi \text{ και } c)$$

$$R2 \Rightarrow \gamma_R = 1.40$$

$$\text{Υπολογισμός φέρουσας ικανότητας } p_u \text{ από : } R_{v,d} = \frac{1}{\gamma_R} R(c_k, \tan \phi_k, \psi \gamma_F F_k)$$

$F_k = 0$ (η φέρουσα ικανότητα δεν εξαρτάται από δράσεις : όχι λοξή φόρτιση)

$\psi = 1$ (μόνον μόνιμες δράσεις)

Συνεπώς, υπολογισμός της φέρουσας ικανότητας για $\phi_d = \phi_k = 25^\circ$, $c_d = c_k = 10 \text{ kPa}$

$$\text{Οπότε (ως ανωτέρω) : } p_{u,d} = 752.2 / \gamma_R = 752.2 / 1.40 = 537.3 \text{ kPa}$$

$$\text{Αρα : } R_{v,d} = p_{u,d} B = 537.3 \times 2.5 = 1343.2 \text{ kN/m} \Rightarrow R_{v,d} = 1343 \text{ kN/m}$$

Παράδειγμα εφαρμογής (συνέχεια)

Επίλυση με τη μέθοδο των επιμέρους συντελεστών (Ευρωκώδικας 7)

2.3. Τρόπος Ανάλυσης 3 :

A1 $\Rightarrow \gamma_F = 1.35$ (μόνιμη – δυσμενής δομοστατική δράση στο πέδιλο)

M2 $\Rightarrow \gamma_M = 1.25$ (για το ϕ και c)

R3 $\Rightarrow \gamma_R = 1.00$

Υπολογισμός φέρουσας ικανότητας p_u από : $R_{v,d} = R \left(\frac{c_k}{\gamma_M}, \frac{\tan \phi_k}{\gamma_M}, \psi \gamma_F F_k \right)$

$F_k = 0$ (η φέρουσα ικανότητα δεν εξαρτάται από δράσεις : όχι λοξή φόρτιση)

$\psi = 1$ (μόνον μόνιμες δράσεις)

Συνεπώς, υπολογισμός της φέρουσας ικανότητας για :

$$\phi_d = \arctan(\tan \phi_k / \gamma_M) = \arctan(\tan 25^\circ / 1.25) = 20.5^\circ$$

$$c_d = c_k / \gamma_M = 10 / 1.25 = 8 \text{ kPa}$$

Για $\phi = 20.5^\circ \Rightarrow N_c = 15.30$, $N_q = 6$, $N_\gamma = 4.35$

$$\text{Άρα : } p_u = c N_c + \gamma D N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$$

$$p_{u,d} = 8 \times 15.30 + 20 \times 1.5 \times 6.75 + 0.5 \times 20 \times 2.5 \times 4.35 = 433.6 \text{ kPa}$$

$$\text{Άρα : } R_{v,d} = p_{u,d} B = 433.6 \times 2.5 = 1084 \text{ kN/m} \Rightarrow R_{v,d} = 1084 \text{ kN/m}$$

Έλεγχος επάρκειας επιφανειακών θεμελιώσεων έναντι υπέρβασης της Φέρουσας Ικανότητας

Παράδειγμα εφαρμογής (συνέχεια)

Σύγκριση των τριών Τρόπων Ανάλυσης του Ευρωκώδικα 7 (EC-7) και της μεθόδου του συνολικού συντελεστή ασφαλείας :

$$V_k = V_d / \gamma_F \quad V_d \leq R_{v,d}$$

Τρόπος Ανάλυσης	Τιμή σχεδιασμού της οριακής αντίστασης ($R_{v,d}$)	Χαρακτηριστική τιμή (V_k) του φορτίου του πεδίου $V_k \approx R_{v,d} / 1.40$ *
Τρόπος Ανάλυσης 1	1084 kN/m	774 kN/m
Τρόπος Ανάλυσης 2	1343 kN/m	959 kN/m
Τρόπος Ανάλυσης 3	1084 kN/m	774 kN/m
Μέθοδος συνολικού συντ. ασφαλείας (FS=3)	-	1881 / 3 = 627 kN/m **

* θεωρώντας ένα «μέσο» επιμέρους συντελεστή δράσεων ανωδομής : $\gamma_F = 1.40$

** θεωρώντας το «επιτρεπόμενο φορτίο» ως χαρακτηριστική τιμή του φορτίου

Συμπέρασμα : Ο Τρόπος Ανάλυσης 2 δίνει την λιγότερο συντηρητική τιμή

Όλοι οι Τρόποι του EC-7 δίνουν μεγαλύτερα φορτία από την μέθοδο FS.

Προσοχή : ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΠΟΔΕΚΤΩΝ ΚΑΘΙΖΗΣΕΩΝ