



1. Λύση με μεμονωμένα πέδιλα διαστάσεων 2,5 x 2,5 m

$$p = 750 / (2,5 * 2,5) = 120 \text{ kPa}$$

Πρίν από την «εκτίμηση» των καθιζήσεων θα πρέπει να ελεγχθεί η φέρουσα ικανότητα του εδάφους και να εξασφαλισθεί ο απαιτούμενος συντελεστής ασφαλείας γ , άλλως οι υπολογισμοί των καθιζήσεων δεν είναι έγκυροι.

Καθαρή οριακή τάση θεμελίωσης (λόγω των πρόσθετων φορτίων):

$$p_u = (\pi+2) s_u = (\pi+2)*60 = 308,49 \text{ kPa} \text{ και } \gamma = 308,49 / 120 = 2,57$$

Εφ' όσον εξασφαλίζεται ικανοποιητικός συντελεστής ασφαλείας, υπολογίζονται οι καθιζήσεις γαι τα φορτία λειτουργίας, το μέγεθος των οποίων θα αποτελέσει το κριτήριο για την καταλληλότητα του τύπου της θεμελίωσης

(α) Υπολογισμός καθιζήσεων χωρίς να προηγηθεί προφόρτιση

Με την παραδοχή κατανομής των τάσεων 1:2, οι τάσεις μειώνονται αναλογικά προς τον συντελεστή $[B^2 / (B+z)^2]$, εφόσον πρόκειται για τετραγωνικό πέδιλο. Αν τα πέδιλα ήταν λωριδωτά η μείωση των τάσεων με το βάθος θα ήταν ανάλογη του συντελεστή $[B/B+z]$.

Για διαστάσεις πεδίων $B \times B = 2,5 \times 2,5 \text{ m}$ και αποστάσεις μεταξύ των (από άξονα – άξονα) 6,0 m, υπάρχει αλληλεπίδραση των πεδίων κάτω από βάθος 3,5 m, όπου $\Delta \sigma_v' = 20,83 \text{ kPa}$, όπως φαίνεται στο σχήμα. Κάτω από το βάθος αυτό μπορούμε να υπολογίσουμε τις καθιζήσεις ως εάν είχαμε ενιαία επιφάνεια φόρτισης διαστάσεων 33,5 x 33,5 m με $\Delta \sigma_v' = \Sigma P / (30+3,5)^2 = \text{συνολικό φορτίο} / \text{συνολική επιφάνεια}$

$$\Delta \sigma_v' = (750 \times 6 \times 6) / (33,5 \times 33,5) = 24,058 \text{ kPa}$$

Λόγω της μεγάλης διάστασης της επιφάνειας φόρτισης σε σχέση με το πάχος της συμπιεστής στρώσης ($33,5 / 8,5 = 3,94 \sim 4$), οι καθιζήσεις μπορούν να υπολογισθούν για συνήκες 1- Δ παραμόρφωσης, δηλαδή η τάση μεταβιβάζεται χωρίς μείωση σε όλο το βάθος. Άλλως θα μπορούσαμε να δεχθούμε κατανομή 1:2 από το βάθος των -8,5 ως -13,0 m.

Οι υπολογιζόμενες καθιζήσεις φαίνονται στον Πίνακα 1 με βάση την σχέση:

$$\rho = C_c / (1+e_o) \cdot \Sigma \{ H_i \cdot \log[(\sigma_v' + \Delta \sigma_v') / \sigma_v'] \}$$

Η συνολική καθίζηση υπολογίστηκε 53,10 cm

(β) Υπολογισμός καθιζήσεων αφού έχει προηγηθεί προφόρτιση

Με το ίδιο σκεπτικό, όπως και παραπάνω, υπολογίζονται οι καθιζήσεις που στην περίπτωση αυτή θα οφείλονται σε

- επαναφόρτιση (C_R) από $\sigma_v' \rightarrow \sigma_p$ και
- σε πρώτη φόρτιση από (C_c) $\sigma_p \rightarrow \sigma_v' + \Delta \sigma_v'$

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 2 και υπολογίζονται από την σχέση

$$\rho = \rho_R + \rho_C = \rho = C_R / (1+e_o) \cdot \Sigma \{ H_i \cdot \log[(\sigma_p') / \sigma_v'] \} + C_c / (1+e_o) \cdot H_i \cdot \log[(\sigma_v' + \Delta \sigma_v') / \sigma_p']$$

Η συνολική καθίζηση υπολογίστηκε 17,80 cm

Σημειώνεται ότι η Φέρουσα Ικανότητα του εδάφους θα έχει βελτιωθεί λόγω της προφόρτισης, αλλά δεν απαιτείται να γίνει επανέλεγχος αφού αναμένεται ο συντελεστής ασφάλειας να είναι μεγαλύτερος από πρίν.

1. Λύση με γενική κοιτόστρωση διαστάσεων 30 x 30 m

$$p = 750 * (6*6) / (30,0 * 30,0) = 30 \text{ kPa}$$

Είναι σαφές ότι δεν υπάρχει θέμα Φ.Ι. του εδάφους στην περίπτωση της γενικής κοιτόστρωσης.

(α) Υπολογισμός καθιζήσεων χωρίς να προηγηθεί προφόρτιση

Λόγος B / H = 30,0 / 12,0 = 2,5. Η κατανομή των τάσεων με το βάθος γίνεται αναλογικά προς τον συντελεστή $30^2 / (30+z)^2$.

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των υπολογισμών θεωρώντας ενιαία στρώση από την στάθμη θεμελίωσης ως το στρώμα του πυκνού αμμοχαλίκου, πάχους 12,0 m, θεωρώντας μέση τάση στο μέσο του στρώματος $\Delta\sigma'_m = 20,83 \text{ kPa}$.

Η καθίζηση υπολογίστηκε $\rho = 30,15 \text{ cm} < 53,10 \text{ cm}$

(β) Υπολογισμός καθιζήσεων αφού έχει προηγηθεί προφόρτιση

Στην περίπτωση αυτή η στρώση της μαλακής αργίλου είναι προστερεοποιημένη και η τάση προστερεοποίησης είναι μεγαλύτερη από την τάση $\sigma'_{vo} + \Delta\sigma'_v$ και επομένως οι καθιζήσεις οφείλονται στην επαναφόρτιση (C_R) της αργίλου από $\sigma'_{vo} \rightarrow \sigma'_{vo} + \Delta\sigma'_v$. Οι σχετικοί υπολογισμοί παρουσιάζονται στους Πίνακες 4 και 5, με θεώρηση μιας στρώσης (από -1,0 ως -13,0 m) και με θεώρηση πολλών στρώσεων. Οι υπολογισθείσες καθιζήσεις είναι 5,36 και 7,46 cm αντίστοιχα. Στον Πίνακα 5 παρουσιάζεται η καθίζηση της γενικής κοιτόστρωσης $\rho = 7,38 \text{ cm}$, θεωρώντας ενιαία στρώση πάχους 12 m υπό συνθήκες 1-Δ παραμόρφωσης.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η λύση θεμελίωσης με γενική κοιτόστρωση είναι η πλέον κατάλληλη λύση, ακόμα και για την περίπτωση που δεν έχει προηγηθεί προφόρτιση. Το πρόβλημα των διαφορικών καθιζήσεων, που είναι πολύ σημαντικό για την ανωδομή, αίρεται στην περίπτωση της γενικής κοιτόστρωσης εφόσον η θεμελίωση συμπεριφέρεται με ενιαίο τρόπο. Η προφόρτιση σαφώς μειώνει τις καθιζήσεις και προτιμάται, εφόσον αυτό είναι δυνατόν στην περίπτωση μαλακών αργίλων.

Οι καθιζήσεις του στρώματος του πυκνού αμμοχαλίκου αναμένονται να είναι άμεσες και κατά πολύ μικρότερες από αυτές στο στρώμα της μαλακής αργίλου και για το λόγο αυτό αγνοούνται.

Εναλλακτική λύση, προτιμητέα αν και με μεγαλύτερο κόστος, είναι η θεμελίωση με πασσάλους.

Πίνακας 1. Υπολογισμός Καθιζήσεων μεμονωμένων πεδίων χωρίς προφόρτιση

1	2	3	4	5	6	7	8
	z(m)	H _i (m)	σν'ο (kPa)	Δσν'/q	Δσν'(kPa)	$\log[(\sigma'_{vo} + \Delta\sigma'_v)/\sigma'_{vo}]$	$C_c/(1+e_o) * H_i * \log[(\sigma'_{vo} + \Delta\sigma'_v)/\sigma'_{vo}]$ (cm)
I	0.25	0.50	22.5	0.826446	99.173554	0.733013675	9.162670932
II	0.875	0.75	28.75	0.548697	65.843621	0.517224003	9.69795006
III	1.75	1.00	37.5	0.346021	41.522491	0.32371945	8.092986247
iV	2.875	1.25	48.75	0.216333	25.959978	0.185403991	5.793874707
V	3.5	8.50	97.5	0.173611	24.05881	0.095781826	20.35363797
					$C_c/(1+e_o)] * \Sigma \{H_i * \log[(\sigma'_{vo} + \Delta\sigma'_v)/\sigma'_{vo}]\} =$		53.10111991

Πίνακας 2. Υπολογισμός Καθιζήσεων μεμονωμένων πεδίων μετά την προφόρτιση

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	z(m)	Hi (m)	σν'ο (kPa)	Δσν'/q	Δσν'(kPa)	σp' (kPa)	σν'ο+Δσν' (kPa)	log[(σp')/σν'ο]	log[(σν'ο+Δσν')/ σp']	$C_R/(1+e_o)*H_i* \log[(\sigma_p')/\sigma_{\nu'}\sigma]$ (cm)	$C_c/(1+e_o)*H_i* \log[(\sigma_{\nu'}\sigma+\Delta\sigma_{\nu'})/\sigma_p']$ (cm)
I	0.25	0.50	22.5	0.826	99.17355	52.5	121.6736	0.367976785	0.365036889	0.81772619	4.562961116
II	0.875	0.75	28.75	0.549	65.84362	58.75	94.59362	0.310370022	0.206853981	1.03456674	3.878512149
III	1.75	1.00	37.5	0.346	41.52249	67.5	79.02249	0.255272505	0.068446945	1.134544467	1.711173619
iV	2.875	1.25	48.75	0.216	25.95998	78.75	74.70998	0.185403991		1.03002217	
V	3.5	8.50	97.5	0.174	24.05881	127.5	121.5588	0.095781826		3.618424527	
							$\rho_R = C_R/(1+e_o)*\Sigma\{H_i*\log[(\sigma_p')/\sigma_{\nu'}\sigma] =$			7.635284094	
							$\rho_c = C_c/(1+e_o)*H_i*\log[(\sigma_{\nu'}\sigma+\Delta\sigma_{\nu'})/\sigma_p']$ (cm) =				10.15264688

$$\rho = \rho_R + \rho_c = 17.78793098 \text{ cm}$$

Πίνακας 3. Υπολογισμός Καθιζήσεων γενικής κοιτόστρωσης χωρίς να προηγηθεί προφόρτιση με θεώρηση ενός στρώματος

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	z(m)	H _i (m)	σν'ο (kPa)	Δσν'/ q	Δσν'(kPa)	σρ' (kPa)	* σν'ο+Δσν' (kPa)	log[(σν'ο+Δσν')/σν ο']	—	ρ = Cc/(1+eο)*H _i * log[(σρ')/σν' ο] (cm)	—
I	6.00	12.00	80	0.694	20.83333	80	100.8333	0.100514137	—	30.15424118	—

* (σν'ο+Δσν') =
σρ'

Πίνακας 4. Υπολογισμός Καθιζήσεων γενικής κοιτόστρωσης μετά την προφόρτιση, με θεώρηση ενός στρώματος και κατανομή του φορτίου με το βάθος

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	$z(m)$	$H_i(m)$	$\sigma'_{vo}(kPa)$	$\Delta\sigma'_v/q$	$\Delta\sigma'_v(kPa)$	$\sigma'_{p'}(kPa)$	$\sigma'_{vo}+\Delta\sigma'_v(kPa)$	$\log[(\sigma'_{vo}+\Delta\sigma'_v)/\sigma'_{vo}]$		$\rho = \frac{C_R}{(1+e_o)} \cdot H_i \cdot \log[\sigma'_{p'}/\sigma'_{vo}] (cm)$	
I	6.00	12.00	80	0.694	20.83333	110	100.83333	0.100514137		5.360753988	0

Πίνακας 5. Υπολογισμός Καθιζήσεων γενικής κοιτόστρωσης μετά την προφόρτιση, με χωρισμό σε πολλά στρώματα (ζώνες) και κατανομή του φορτίου με το βάθος

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	z(m)	H _i (m)	σν'ο (kPa)	Δσν'/q	Δσν'(kPa)	σρ' (kPa)	σν'ο+Δσν' (kPa)		log[(σν'ο+Δσν')/σν'ο]	$\rho = \frac{C_R}{(1+e_o)} \cdot H_i \cdot \log\left[\frac{\sigma_p'}{\sigma_{v'o}}\right]$ (cm)	—
I	0.25	0.50	22.5	0.98354	29.5061813	52.5	52.006181		0.363872447	0.808605438	
II	0.875	0.75	28.75	0.94412	28.3236899	58.75	57.07369		0.297798103	0.992660342	
III	1.75	1.00	37.5	0.8928	26.7840536	67.5	64.284054		0.234071987	1.04031994	
iV	2.875	1.25	48.75	0.83274	24.9822898	78.75	73.73229		0.179683101	0.99823945	
V	3.5	8.50	97.5	0.80196	24.0588104	127.5	121.55881		0.095781826	3.618424527	
							$\rho_R = \frac{C_R}{(1+e_o)} \cdot \Sigma\{H_i \cdot \log\left[\frac{\sigma_p'}{\sigma_{v'o}}\right] =$			7.458249699	

Πίνακας 6. Υπολογισμός Καθιζήσεων γενικής κοιτόστρωσης μετά την προφόρτιση, με θεώρηση ενός στρώματος και χωρίς κατανομή του φορτίου

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	$z(m)$	$H_i(m)$	$\sigma_v' o (kPa)$	$\Delta \sigma_v' / q$	$\Delta \sigma_v' (kPa)$	$\sigma_p' (kPa)$	$\sigma_v' o + \Delta \sigma_v' (kPa)$	$\log[(\sigma_p')/\sigma_v' o]$	$\log[(\sigma_v' o + \Delta \sigma_v')/\sigma_p']$	$\rho = \frac{C_R}{(1+e_o)^* H_i^*} \log[(\sigma_p')/\sigma_v' o] \text{ (cm)}$	$\frac{C_c}{(1+e_o)^* H_i^*} \log[(\sigma_v' o + \Delta \sigma_v')/\sigma_p'] \text{ (cm)}$
1	6.00	12.00	80	1	30	110	110	0.138302698	0	7.376143902	0