

**ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ
ΥΔΡΕΥΣΗΣ - ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΑΡΤΑΣ
(Δ.Ε.Υ.Α.Α.)**

**"ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ ΟΙΚΙΣΜΩΝ ΓΛΥΚΟΡΡΙΖΟΥ, ΛΙΜΙΝΗΣ
ΚΑΙ ΑΓΙΑΣ ΤΡΙΑΔΑΣ ΚΕΡΑΜΑΤΩΝ ΔΗΜΟΥ ΑΡΤΑΙΩΝ"**

Β.3.1 ΕΚΘΕΣΗ ΣΤΑΤΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2019

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

Έργο: ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ ΟΙΚΙΣΜΩΝ ΓΛΥΚΟΡΡΙΖΟΥ, ΛΙΜΙΝΗΣ
& ΑΓ.ΤΡΙΑΔΑΣ ΚΕΡΑΜΑΤΩΝ
Περιγραφή έργου: ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΩΝ

Το έργο περιλαμβάνει 3 αντλιοστάσια. Ακολουθεί αναλυτική περιγραφή για κάθε αντλιοστάσιο:

A/Σ-Γ.0 ΣΧΕΔΙΟ Δ.1-1
Υπόγειος φορέας μεταβλητής κάτοψης καθ' ύψος, χωρίς επίχωση γαιών.

A/Σ-Γ.1 ΣΧΕΔΙΟ Δ.1-2
Υπόγειος φορέας μεταβλητής κάτοψης καθ' ύψος, με επίχωση γαιών 30εκ.

A/Σ-Λ ΣΧΕΔΙΟ Δ.2
Υπόγειος φορέας μεταβλητής κάτοψης καθ' ύψος, με επίχωση γαιών 30εκ.

1.ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΑ**ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ, ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

Ο φορέας των αντλιοστασίων είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα C25/30 και χάλυβα B500C. Για τη προστασία του οπλισμού από τη ασθενή διαβρωτική επίδραση των αστικών λυμάτων και τη μεγιστοποίηση της ανθεκτικότητας στο χρόνο, το σκυρόδεμα θα ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος -2016 (Κ.Τ.Σ.-2016). Επιπροσθέτως επιλέγονται διατομές κύριου οπλισμού >Φ8 γιατί είναι λιγότερο ευπαθείς σε διάβρωση.

ΦΕΡΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ

Η ανάληψη των κατακορύφων φορτίων γίνεται από φορέα οπλισμένου σκυροδέματος ο οποίος αποτελείται από συμπαγείς πλάκες εδραζόμενες σε όλη τους τη περίμετρο σε τοιχώματα.

Η ανάληψη των σεισμικών δυνάμεων καθώς και των ωθήσεων γαιών και στις δυο διευθύνσεις του κτιρίου γίνεται από τα τοιχώματα της περιμέτρου.

Ο φορέας της ανωδομής θεμελιώνεται σε πλάκα γενικής κοιτοστρώσεως πάχους 40cm.

ΣΤΑΤΙΚΗ και ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ

Τα κτίρια μελετήθηκαν ως ενιαίοι φορείς στο χώρο (πλάκες, τοιχώματα, θεμελίωση). Το στατικό μοντέλο αποτελείται από πεπερασμένα στοιχεία τύπου κελύφους, τόσο για τις οριζόντιες πλάκες, όσο και για τα κατακόρυφα στοιχεία.

Η αλληλεπίδραση φορέα-εδάφους εξομοιώθηκε με κατακόρυφα ελατήρια, η τιμή των οποίων δόθηκε από την εδαφοτεχνική ερευνά. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της εδαφοτεχνικής ερευνάς συνοψίζονται στο πίνακα που ακολουθεί, στον οποίο δίνεται και η επιτρεπόμενη τάση εδάφους ($\sigma_{επ}$) με βάση την οποία ελέγχθηκε η επάρκεια της θεμελιώσεως.

A/A	Αντλιοστάσιο	Συνδυασμοί Στατικών Φορτίσεων $\sigma_{\text{επ1}}$ (KN/m ²)	Συνδυασμοί Σεισμικών Φορτίσεων $\sigma_{\text{επ2}}$ (KN/m ²)	K_s (KN/m ³)	Βάθος Υδροφόρου Ορίζοντα (m)
1	A/Σ-Λ	300	300	6750	0.30
2	A/Σ-Γ.0	300	300	17500	3.90
3	A/Σ-Γ.1	250	250	7250	0.70

Όπου: $\sigma_{\text{επ1}}, \sigma_{\text{επ2}}$: Η επιτρεπόμενη τάση (κατά Ευρωκώδικα 7)

K_s : Ο δείκτης εδάφους

Το βάθος του υδροφόρου ορίζοντα μετράται από την Στάθμη Εδάφους για κάθε αντλιοστάσιο.

Ειδικότερα η επάρκεια της θεμελιώσεως ελέγχεται με την ικανοποίηση των παρακάτω ανισώσεων:

- Για στατικούς συνδυασμούς (ENV_NON_EQ) $\sigma_{\text{εδάφους}} \leq \sigma_{\text{επ1}}$
όπου $\sigma_{\text{εδάφους}}$: η τάση εδάφους για τους στατικούς συνδυασμούς κατά Ε.Κ.Ω.Σ. 2000
- Για σεισμικούς συνδυασμούς (ENV_EQ) $\sigma_{\text{εδάφους}} \leq \sigma_{\text{επ2}}$
όπου $\sigma_{\text{εδάφους}}$: η τάση εδάφους για τους σεισμικούς συνδυασμούς κατά Ε.Κ.Ω.Σ. 2000

Οι παραπάνω επιτρεπόμενες τάσεις σε περίπτωση που συγκρίνονται με τάσεις αιχμής προσαυξάνονται κατά 30%.

Με βάση τα παραπάνω γεωτεχνικά χαρακτηριστικά και τις γεωμετρικές ομοιότητες- διαφορές των ξυλοτύπων των αντλιοστασίων, επιλέχθηκε να επιλυθούν δύο στατικά μοντέλα που καλύπτουν το σύνολο των εννέα αντλιοστασίων.

Συγκεκριμένα μεταξύ των ομοίων σε κάτοψη αντλιοστασίων Α/Σ-Λ, Α/Σ-Γ.0, Α/Σ-Γ.1, επιλέχθηκε το Α/Σ-Λ που έχει το μεγαλύτερο φορτίο σχεδιασμού και την μικρότερο πάχους πλάκα οροφής, στο οποίο θεωρήθηκε συνολικό ύψος, αντί του πραγματικού, το ύψος του αντλιοστασίου Α/Σ-Γ.1 που είναι το μεγαλύτερο μεταξύ των ομοίων σε κάτοψη αντλιοστασίων. Επίσης υιοθετήθηκαν οι παρακάτω γεωτεχνικές παράμετροι, ως περιβάλλουσα των γεωτεχνικών παραμέτρων:

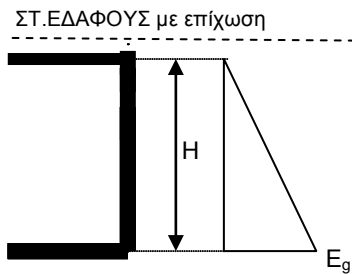
- Επιτρεπόμενη τάση έδρασης 230 KN/m²
- Δείκτης εδάφους 5250 KN/m³
- Γωνία εσωτερικής τριβής εδάφους 30°

Εκτός των τυπικών στατικών φορτίων (ίδιο βάρος, επικαλύψεις, ωφέλιμα φορτία κλπ), συμπεριελήφθησαν και φορτίσεις από ωθήσεις γαιών (ωθήσεις ηρεμίας), υδροστατική πίεση (στα τοιχώματα και στη θεμελίωση) όπως επίσης και προσαύξηση των ωθήσεων γαιών λόγω σεισμού, τέλος μελετήθηκε και η περίπτωση που λόγω αστοχίας των υδραυλικών συστημάτων τα αντλιοστάσια πλημμυρίζουν στο εσωτερικό τους με νερό. Ειδικότερα μελετήθηκαν οι παρακάτω περιπτώσεις φορτίσεως:

1. Ίδιο βάρος (load case: DEAD)
Λαμβάνεται αυτόματα από το πρόγραμμα.
2. Επικαλύψεις (load case: COVER)
 - Θεωρήθηκε 2.0KN/m² στην πλάκα της θεμελιώσεως και στην πλάκα δαπέδου.
 - Θεωρήθηκε 6.0KN/m² στην πλάκα οροφής, για ύψος επιχώσεως με γαίες 30εκ. Για το φορτίο αυτό ελέχθησαν, καθ' υπέρβαση, και οι πλάκες οροφής των αντλιοστασίων που κατασκευάζονται χωρίς επίχωση. (Ενεργό φαινόμενο βάρος εδάφους $\gamma=20.0\text{KN/m}^3$)
3. Ωφέλιμα φορτία (load case: LIVE)
 - Θεωρήθηκε 2.0KN/m² στην πλάκα της θεμελιώσεως και στην πλάκα δαπέδου.
 - Θεωρήθηκε όχημα SLW 30/DIN 1072 με ισοδύναμη ομοίμορφη φόρτιση 16.7KN/m² σε όλη την επιφάνεια της πλάκα της οροφής όλων των αντλιοστασίων, καθ' υπέρβαση και για τις πλάκες οροφής των αντλιοστασίων εκείνων στα οποία δεν προβλέπεται κίνηση οχημάτων.

Για τον υπολογισμό ειδικά της πλάκας οροφής ελέγχεται και η περίπτωση προσαύξησης του φορτίου του οχήματος με τον συντελεστή ταλαντώσεων $\psi/DIN1072$ (βλ. αναλυτικούς υπολογισμούς στο τέλος της τεχνικής έκθεσης).

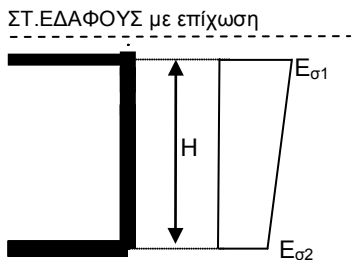
4. Φορτία H/M : συμπεριλαμβάνονται στο ωφέλιμο φορτίο της πλάκας θεμελιώσεως και της πλάκας δαπέδου.
5. Ωθήσεις γαιών επί τοιχωμάτων (load case: AT_REST)
 Αναπτύσσεται ώθηση γαιών στην περίμετρο των τοιχωμάτων των αντλιοστασίων.
 Θεωρήθηκαν στατικές ωθήσεις ηρεμίας, που δρουν σε τοίχους που είναι πρακτικώς απαραμόρφωτοι (ακλόνητοι τοίχοι), με συντελεστή $K_0=1-\sin\varphi=0.50$, όπου $\varphi=30^\circ$ δηλ. διάγραμμα με κλίση $K_0 \cdot \gamma$.
 Ειδικότερα προσδιορίζονται, ανά αντλιοστάσιο, οι κάτωθι τεταγμένες του διαγράμματος των ωθήσεων E_g στη βάση των τοιχωμάτων για:
 Ενεργό φαινόμενο βάρος εδάφους $\gamma=20.0\text{KN/m}^3$
 Ύψος $H=$ από τη άνω στάθμη της πλάκας οροφής μέχρι τη βάση των τοιχωμάτων
 Συγκεκριμένα μεταξύ των αντλιοστασίων ΑΑ/Σ-Λ, Α/Σ-Γ.0, Α/Σ-Γ.1, επιλέχθηκε ύψος για το στατικό μοντέλο επίλυσης $H=6.10\text{m}$, που καλύπτει το σύνολο τους.



Στους συνδυασμούς φορτίσεων που λαμβάνεται υπόψη η παρουσία του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα οι στατικές ωθήσεις ηρεμίας πρέπει να υπολογισθούν με βάση το υπό άνωση βάρος εδάφους $\gamma_{αν.}=\gamma-\gamma_{νερού}=10.0\text{KN/m}^3$, δηλ. E_g (κάτω από υδροφόρο ορίζοντα) $=0.50 \cdot E_g$.

6. Επαύξηση ωθήσεων γαιών επί τοιχωμάτων σε περίπτωση σεισμού στη διεύθυνση χ. (load case: EQX)
 Στην περίπτωση του σεισμού λαμβάνεται υπόψη γραμμικό διάγραμμα πρόσθετων οριζοντίων πιέσεων (EAK 2000 παρ.5.3.β) με μέγιστη τιμή στην άνω στάθμη της πλάκας οροφής ίση προς $1.5 \cdot \alpha \cdot \gamma \cdot H$ και ελάχιστη τιμή ίση προς $0.5 \cdot \alpha \cdot \gamma \cdot H$ στο κατώτατο σημείο του τοίχου σε βάθος H (για $H < 10\text{m}$). Όπου:
 $\alpha=0.24$ (ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας II, Δήμος Άρτας, πιν.2.1)
 $\gamma=20.0\text{KN/m}^3$
 Το έδαφος θεωρείται αδιαπέρατο. Η σεισμική δράση εφαρμόζεται στο άθροισμα των μαζών εδάφους και νερού. Δεν λαμβάνεται υπόψη υδροδυναμική μεταβολή της πίεσης του νερού.
 Μεταξύ των αντλιοστασίων Α/Σ-Λ, Α/Σ-Γ.0, Α/Σ-Γ.1, επιλέχθηκε ύψος για το στατικό μοντέλο επίλυσης $H=6.10\text{m}$, που καλύπτει το σύνολο τους.

Στον κάτωθι πίνακα προσδιορίζονται, ανά αντλιοστάσιο, οι τεταγμένες του διαγράμματος των πρόσθετων ωθήσεων $E_{\sigma 1}$ (στην άνω στάθμη της πλάκας οροφής), $E_{\sigma 2}$ (στην βάση του τοίχου).



7. Επαύξηση ωθήσεων γαιών επί τοιχωμάτων σε περίπτωση σεισμού στη διεύθυνση ψ. (load case: EQY)
βλέπε «Επαύξηση ωθήσεων γαιών επί τοιχωμάτων σε περίπτωση σεισμού στη διεύθυνση χ (load case: EQX).».

8. Υδροστατική πίεση (load case: WATER)

Λαμβάνεται υπόψη υδροστατική πίεση με στάθμη υδροφόρου ορίζοντα (Σ.Υ.Ο.) την στάθμη της πλάκας της οροφής του φορέα, δηλ. 30εκ. κάτω από την στάθμη εδάφους όπου υπάρχει επίχωση ή την στάθμη του εδάφους όπου δεν υπάρχει επίχωση, για όλα τα αντλιοστάσια προκειμένου να μελετηθεί η υψηλότερη στάθμη στη οποία βρέθηκε ο υδροφόρος ορίζοντα κατά τις γεωτρήσεις. Με βάση τη παραδοχή αυτή υπολογίζεται η υδροστατική πίεση επί των τοιχωμάτων και της πλάκας της θεμελίωσης των αντλιοστασίων.

Στον κάτωθι πίνακα προσδιορίζονται, ανά αντλιοστάσιο:

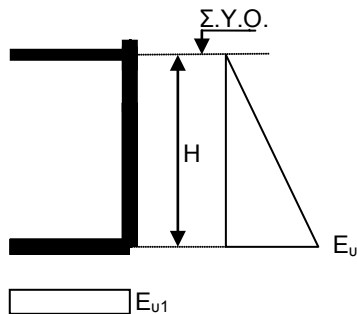
- Οι τεταγμένες του διαγράμματος των υδροστατικών πιέσεων στη βάση των τοιχωμάτων $E_u = \gamma_{\text{νερού}} * H$
- Η ομοιόμορφη πίεση που ασκείται στον πυθμένα της θεμελίωσης των φορέων $E_{u1} = \gamma_{\text{νερού}} * H_1$

όπου $\gamma_{\text{νερού}} = 10.0 \text{ KN/m}^3$

H = Ύψος από τη στάθμη υδροφόρου ορίζοντα (Σ.Υ.Ο.) μέχρι τη βάση των τοιχωμάτων.

H_1 = Ύψος από τη στάθμη υδροφόρου ορίζοντα (Σ.Υ.Ο.) μέχρι τον πυθμένα της θεμελίωσης.

Συγκεκριμένα μεταξύ των αντλιοστασίων Α/Σ-Λ, Α/Σ-Γ.0, Α/Σ-Γ.1, επιλέχθηκε ύψος για το στατικό μοντέλο επίλυσης $H=6.10\text{m}$ και $H_1=6.30\text{m}$, που καλύπτει το σύνολο τους



Επιπροσθέτως οι φορείς των αντλιοστασίων ελέγχονται έναντι ανώσεως, καθώς το μεγαλύτερο τμήμα των φορέων των αντλιοστασίων βρίσκεται κάτω από τον υπόγειο υδάτινο ορίζοντα, και προκύπτουν συντελεστές ασφαλείας από 1.10 έως 12.60. (βλ. αναλυτικούς υπολογισμούς στο τέλος της τεχνικής έκθεσης.)

A/A	Αντλιοστάσιο	H (m)	H ₁ (m)	E _u (KN/m ²)	E _{u1} (KN/m ²)
1	A/Σ-Λ, A/Σ-Γ.0, A/Σ-Γ.1	6.10	6.30	61.00	63.00

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η περίπτωση φορτίσεως κατά την οποία θα

υπάρξει φόρτιση των τοιχωμάτων και της πλάκας της θεμελίωσης των αντλιοστασίων εκ των έσω, ωθήσεις από πίεση ύδατος συγκεντρωμένου στο χώρο των αντλιοστασίων, δεν απαιτείται να εξετασθεί, αφενός γιατί ο έλεγχος των τοιχωμάτων και της πλάκας της θεμελίωσης των αντλιοστασίων για τη φόρτιση της υδροστατικής πίεσεως χωρίς την ύπαρξη ύδατος στο εσωτερικό των αντλιοστασίων είναι δυσμενέστερος, αφετέρου γιατί θα τοποθετηθεί συμμετρικός οπλισμός στα τοιχώματα και στην πλάκα της θεμελίωσης. Ελέγχεται όμως η επίπτωση της φορτίσεως αυτής (load case: ACC_WATER) στην τάση θεμελίωσης θεωρώντας την ανωτέρω φόρτιση τυχηματική. (δηλ. δεν συνδυάζεται με τη σεισμική φόρτιση)

Η επίλυση έγινε με το πρόγραμμα SAP2000 με τις άνωθεν παραδοχές φορτίσεων. Ο έλεγχος έναντι οριακών καταστάσεων αστοχίας έγινε με τους κάτωθι συνδυασμούς φορτίσεων (εξ. 6.11 και 6.13 Ε.Κ.Ω.Σ. 2000).

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ ΓΙΑ ΕΛΕΓΧΟ ΕΝΑΝΤΙ ΟΡΙΑΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΑΣΤΟΧΙΑΣ								
A/A	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ							
	DEAD	COVER	LIVE	AT_REST	EQX	EQY	WATER	ACC_WATER
1	1.35	1.35						
2	1.35	1.35	1.50					
3	1.35	1.35	1.50	1.35				
4	1.35	1.35	1.50	0.675(=1.35*0.5)			1.35	
5	1.00	1.00	0.30	1.00	1.00			
6	1.00	1.00	0.30	0.50(=1.00*0.5)	1.00		1.00	
7	1.00	1.00	0.30	1.00		1.00		
8	1.00	1.00	0.30	0.50(=1.00*0.5)		1.00	1.00	
9	1.00	1.00	0.30	1.00				1.00
10	1.00	1.00	0.30	0.50(=1.00*0.5)			1.00	1.00

Σημείωση: η ονομασία των συνδυασμών φορτίσεων διαφέρει σε κάθε επίλυση και δεν ταυτίζεται με τον αύξοντα αριθμό (A/A) του παραπάνω πίνακα.

Η περιβάλλουσα των εντατικών μεγεθών για όλους τους παραπάνω συνδυασμούς φορτίσεων έχει γίνει στην «φόρτιση» με την ονομασία ENV_ALL στο SAP2000.

ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ

Ο οπλισμός κατά τις δύο κάθετες μεταξύ τους διευθύνσεις, για πλάκες, τοιχώματα, θεμελίωση, υπολογίζεται για κάθε κόμβο και για κάθε πεπερασμένο στοιχείο με βάση τις περιβάλλουσες («φόρτιση» με την ονομασία ENV_ALL) των f_{11} και f_{22} (αξονικές μεμβράνης KN/m), m_{11} και m_{22} (καμπτικές ροπές πλάκας KN-m/m).

Τα αποτελέσματα της διαστασιολόγησης δίδονται σε γραφική μορφή για καλύτερη εποπτεία. Η απαίτηση σε τετραγωνικά οπλισμού δίνεται ανά τύπο δομικού στοιχείου (πλάκες, τοιχώματα, θεμελίωση) για κάθε θέση και στις δύο κάθετες μεταξύ τους διευθύνσεις, με χρωματικό κώδικα σε μονάδες cm^2/cm . Για να αναχθούν οι μονάδες αυτές στην οικεία μονάδα των cm^2/m πρέπει να πολλαπλασιαστούν οι τιμές του απαιτούμενου οπλισμού με το 100, δηλ. $1cm^2/cm=100cm^2/m$.

ΕΙΔΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΝΑΝΤΙ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΑΝΩΣΕΩΣ

Παραδοχές:

1. Λαμβάνεται υπόψη ως στάθμη υδροφόρου ορίζοντα (Σ.Υ.Ο.), η στάθμη στην οποία ανεβρέθηκε ο υδροφόρος ορίζοντας κατά τη γεωτεχνική έρευνα.
2. Στον έλεγχο έναντι ανώσεως ως «ευνοϊκά» φορτία θεωρήθηκαν μόνο το ίδιο βάρος του φορέα και 30cm επίχωση με γαίες $\gamma = 20KN/m^3$ στην οροφή των αντλιοστασίων, όπου αυτή υπάρχει.
3. Για τον παρόντα έλεγχο έναντι ανώσεως θεωρείται Στάθμη Εδάφους = ± 0.00 για κάθε αντλιοστάσιο.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΥΝΟΪΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ							
A/A	Αντλιοστάσιο	Όγκος σκυροδέματος φορέα $V (m^3)$	Όγκος σκυροδέματος καθαριότητας $V_K (m^3)$	Ίδιο βάρος φορέα $V*25 KN/m^3$	Ίδιο βάρος σκυροδέματος καθαριότητας $V_K*24 KN/m^3$	Ίδιο βάρος γαιών (1) KN	Συνολικό Βάρος KN (A)
1	A/Σ-Λ	42.77	2.57	1069.25	61.68	73.98	1204.91

2	A/Σ-Γ.0	38.10	2.57	952.50	61.68	-	1014.18
3	A/Σ-Γ.1	43.01	2.57	1075.25	61.68	-	1136.93

(1): από το βάρος των υπερκείμενων γαιών αφαιρούνται οι κατασκευές των περιμετρικών στηθαίων των οπών της πλάκας οροφής των αντλιοστασίων. Ακολουθεί ο αναλυτικός υπολογισμός.

$$0.30*20\text{KN/m}^3*(3.15*6.70-1.35*1.35*2-1.35*1.90*2)=73.98\text{KN}$$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΩΣΗΣ						
A/A	Αντλιοστάσιο	Στάθμη υδροφόρου ορίζοντα	Στάθμη θεμελίωσης φορέα	Συνολικό Ύψος φορέα εντός ύδατος (m)	Όγκος φορέα υπό Σ.Υ.Ο. V_V (m ³)	Συνολικό Φορτίο άνωσης $V_V*10\text{KN/m}^3$ (B)
1	A/Σ-Λ	-0.30	-6.60	6.30	$3.15*4.75*3.80+3.15*6.70*2.50=109.62$	1096.2
2	A/Σ-Γ.0	-3.90	-5.32	1.42	$3.15*4.75*1.42=21.25$	212.50
3	A/Σ-Γ.1	-0.70	-6.33	5.63	$3.15*4.75*3.98+3.15*6.70*1.65=94.37$	943.74

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ		
A/A	Αντλιοστάσιο	Συντελεστής (A)/(B)>1.10
1	A/Σ-Λ	1.10
2	A/Σ-Γ.0	4.77
3	A/Σ-Γ.1	1.20

ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΛΑΚΑΣ ΟΡΟΦΗΣ ΦΟΡΕΩΝ ΜΕ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΩΝ Φ

Ακολουθεί πρόσθετος έλεγχος των πλακών οροφής των αντλιοστασίων για τα φορτία σχεδιασμού πολλαπλασιασμένα με τον συντελεστή φ κατά DIN1072, λόγω των ταλαντώσεων από την κίνηση των οχημάτων, ως άμεσα φορτιζόμενα στοιχεία.

Λόγω του μικρού ύψους επιχώσεως, $h=0.30\text{m}$, θεωρείται $\phi=1.4$ και αγνοείται η θετική επίδραση του καθοριστικού ανοίγματος της πλάκας στο προσδιορισμό του φ.

Στα αντλιοστάσια χωρίς επίχωση δεν υπάρχει κίνηση οχημάτων, πάραυτα ελέγχονται καθ' υπέρβαση για το φορτίο αυτό.

Ομοιόμορφα φορτία σχεδιασμού πλακών

- A/Σ-Λ Αντλιοστάσιο με επίχωση και πάχος πλάκας οροφής 20εκ.

Συγκεκριμένα μεταξύ των ομοίων σε κάτοψη A/Σ-Λ, A/Σ-Γ.0, A/Σ-Γ.1, επιλέχθηκε το A/Σ-Λ γιατί έχει το μεγαλύτερο φορτίο σχεδιασμού και την μικρότερη πάχος πλάκα.

$$\text{Μόνιμα } g+g'=0.20*25\text{KN/m}^3 + 0.30*20\text{KN/m}^3 = 11.00\text{KN/m}^2$$

$$\text{Κινητά } p=1.40*16.70\text{KN/m}^2 = 23.40\text{KN/m}^2$$

$$q_{\text{σχεδ.}} = 1.35(g+g') + 1.50p = 1.35*11.00 + 1.5*23.40 = 50.00\text{KN/m}^2$$

Γραμμικό φορτίο σχεδιασμού στο άκρο της μηχανολογικής οπής 75*130

Μόνιμα

Θεωρήθηκε γραμμικό περιμετρικό φορτίο στο άκρο των μηχανολογικών οπών 75*130 που εκφράζει το ίδιο βάρος του καλύμματος της οπής από Ω.Σ. (100*155*14) και του περιμετρικού στηθαίου (διατομής 0.0732 m²).

Επί της πλευράς της οπής μήκους 0.75m $G = 1.65\text{KN/m} (=0.25*0.14*24\text{KN/m}^3/0.75 + 0.0732 \text{ m}^2*5.0 \text{ KN/m}^3*1.05/0.75)$

Επί της πλευράς της οπής μήκους 1.30m $G = 1.85\text{KN/m} (=0.53*0.14*24\text{KN/m}^3/1.30 + 0.0732 \text{ m}^2*5.0 \text{ KN/m}^3*1.60/1.30)$

Το ίδιο βάρος του στηθαίου οπής θεωρήθηκε 5.0 KN/m³ (= 25 KN/m³ - 20 KN/m³, όπου 20 KN/m³ είναι το ενεργό φαινόμενο βάρος του εδάφους), γιατί το φορτίο της επίχωσης της οροφής με γαίες υπολογίζεται ως ομοιόμορφο φορτίο στην πλάκα μέχρι το άκρο των οπών, αγνοώντας την ύπαρξη του στηθαίου.

Κινητά

Θεωρήθηκε γραμμικό περιμετρικό φορτίο στο άκρο των μηχανολογικών οπών που εκφράζει το πρόσθετο φορτίο από την κίνηση του οχήματος επί του καλύμματος της οπής.

Επί της πλευράς 0.75m

$$P = 3.15\text{KN/m} (=0.14 \text{ m}^2 \cdot 16.70\text{KN/m}^2/0.75)$$

Επί της πλευράς 1.30m

$$P = 6.30\text{KN/m} (=0.75 \cdot 1.30 \text{ m}^2 \cdot 16.70\text{KN/m}^2/1.30/2)$$

$$Q1_{\text{σχεδ.}} = 1.35 \cdot G + 1.50 \cdot P \cdot \varphi = 1.35 \cdot 1.65 + 1.5 \cdot 3.15 \cdot 1.40 = 8.85\text{KN/m}, \text{ επί της πλευράς } 0.75\text{m}$$

$$Q2_{\text{σχεδ.}} = 1.35 \cdot G + 1.50 \cdot P \cdot \varphi = 1.35 \cdot 1.85 + 1.5 \cdot 6.30 \cdot 1.40 = 15.70\text{KN/m}, \text{ επί της πλευράς } 1.30\text{m}$$

Επίλυση πλακών οροφής

Οι πλάκες της οροφής, πάχους $h=0.20\text{m}$, είναι οπλισμένες και στις δύο διευθύνσεις με συνεχή οπλισμό άνω και κάτω $\Phi 12/15$, για τα φορτία σχεδιασμού χωρίς συντελεστή φ .

Η αναλαμβανόμενη ροπή, για $d=h-c_{\text{nom}}-\Phi/2=0.164\text{m}$, προκύπτει $M_{RD}=|48.7| \text{ KNm/m}$.

Οι πλάκες της οροφής, πάχους $h=0.25\text{m}$, είναι οπλισμένες και στις δύο διευθύνσεις με συνεχή οπλισμό άνω και κάτω $\Phi 12/15$, για τα φορτία σχεδιασμού χωρίς συντελεστή φ .

Η αναλαμβανόμενη ροπή, για $d=h-c_{\text{nom}}-\Phi/2=0.214\text{m}$, προκύπτει $M_{RD}=|65.0| \text{ KNm/m}$.

Προσδιορίζονται:

- Οι ροπές σχεδιασμού στη δυσμενέστερη θέση και διεύθυνση της οροφής του αντλιοστασίου για τα αυξημένα κατά φ φορτία σχεδιασμού και συγκρίνονται με την αναλαμβανόμενη ροπή M_{RD} . (βλ. πίνακα που ακολουθεί).

- Οι τέμνουσες σχεδιασμού V_{SD} στις κρίσιμες παρειές των στηρίξεων, και ελέγχεται ότι σε κάθε θέση: $V_{SD} \leq V_{RD1}$, όπου V_{RD1} : αντοχή σκυροδέματος σε τέμνουσα κατά Ε.Κ.Ω.Σ 2000 Για C20/25 έχουμε $t_{RD} = 0.26 \text{ MPa}$

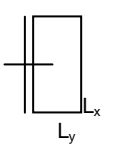
- Πλάκα οροφής 20εκ. ($d=16.4\text{εκ.}$) με οπλισμό $\Phi 12/15 (7.54\text{cm}^2/\text{m})$

$$V_{RD1} = 0.26 \cdot 1000 \cdot (1.6 - 0.164) \cdot (1.20 + 40 \cdot (7.54/100/16.4)) \cdot 0.164 = 85.0\text{KN/m}$$

- Πλάκα οροφής 25εκ. ($d=21.4\text{εκ.}$) με οπλισμό $\Phi 12/15 (7.54\text{cm}^2/\text{m})$

$$V_{RD1} = 0.26 \cdot 1000 \cdot (1.6 - 0.214) \cdot (1.20 + 40 \cdot (7.54/100/21.4)) \cdot 0.214 = 106.7\text{KN/m}$$

Ο υπολογισμός των ροπών σχεδιασμού για τις πλάκες γίνεται με τους συντελεστές MARCUS.

		ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΕΤΡΑΕΡΕΙΣΤΗΣ ΑΚΡΑΙΑΣ ΠΛΑΚΑΣ $L_x, L_y (1)$			ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΥΣΜΕΝΕΣΤΕΡΟΥ ΠΡΟΒΟΛΟΥ (2)		
A/A	Αντλιοσ/σιο	ΠΡΟΒΟΛΟΣ σε συνέχεια τετραερείστου		ΡΟΠΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ M_α	ΔΥΣΜΕΝ/ΡΟΣ ΠΡΟΒΟΛΟΣ	ΡΟΠΗ ΣΤΗΡΙΞΕΩΣ ΠΡΟΒΟΛΟΥ $M_\pi (2)$	ΤΕΜΝΟΥΣΑ ΣΤΗ ΣΤΗΡΙΞΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΟΛΟΥ $V_{SD\pi} (3)$
				ΤΕΜΝΟΥΣΑ ΣΤΗ ΣΤΗΡΙΞΗ V_{SD}			
1	A/Σ-Λ	$L_\pi=0.41\text{m}$ $q_{\text{σχεδ.}}$ $Q1_{\text{σχεδ.}}$	$L_x=2.90\text{m}$ $L_y=2.25\text{m}$ $L_y/L_x=0.78$ $q_x/q_{\text{σχεδ.}}=0.12$ $q_y/q_{\text{σχεδ.}}=0.88$	$0.88 \cdot 50.0 \cdot 2.25^2/8 = 28.0$ $M_\alpha = 28.0\text{KNm/m} < M_{RD}$ $0.88 \cdot 50.0 \cdot 2.25/2 + 50.0 \cdot 0.41^2/2 \cdot 2.25 + 8.85 \cdot 0.41/2 \cdot 2.25 = 49.50 + 1.87 + 1.61 = 53.0$ $V_{SD} = 53.0\text{KN/m} < V_{RD1}$	$L_\pi=0.55\text{m}$ $q_{\text{σχεδ.}}$ $Q1_{\text{σχεδ.}}$	$-50.0 \cdot 0.55^2/2 - 8.85 \cdot 0.55 = -7.60 - 4.90 = -12.50$ $M_\pi = -12.50\text{KNm/m} < M_{RD}$	$50.0 \cdot 0.55 + 8.85 = 27.5 + 8.85 = 36.4$ $V_{SD\pi} = 36.4 \text{ KN/m} < V_{RD1}$
2	A/Σ-Γ.0		βλ. A/Σ-Λ	-	βλ. A/Σ-Λ	-	-
3	A/Σ-Γ.1		βλ. A/Σ-Λ	-	βλ. A/Σ-Λ	-	-

Σημειώσεις για την ανάγνωση του πίνακα:

1. Έλεγχος στο άνοιγμα ακραίας τετραερείστης πλάκας στη διεύθυνση του καθοριστικού ανοίγματος L_y για τον προσδιορισμό της *Ροπής σχεδιασμού ανοίγματος* M_α . Καθ' υπέρβαση θεωρήθηκε $M_\alpha = M_\alpha$ αμφοτερείστου πλάκας στη διεύθυνση του καθοριστικού ανοίγματος L_y .

Έλεγχος στη στήριξη μεταξύ της τετραέρειστης πλακάς και του προβόλου όπως αυτός ορίζεται από τις μηχανολογικές σπές, στη διεύθυνση του καθοριστικού L_y για τον προσδιορισμό της *Τέμνουσας σχεδιασμού στην παρειά* V_{SD} .

Η τετραέρειστη πλάκα θεωρείται ότι εδράζεται στις τρεις πλευρές και έχει συνέχεια (πάκτωση) στην μία πλευρά L_x . Η πλευρά L_x γεινιάζει με τον πρόβολο όπως αυτός ορίζεται από τις μηχανολογικές σπές.

- Έλεγχος στη στήριξη του δυσμενέστερου προβόλου, δηλ. μεγαλύτερου σε μήκος L_{π} , όπως αυτός ορίζεται από τις μηχανολογικές σπές, για τον προσδιορισμό της *Ροπής σχεδιασμού στηρίξεως* M_{π} και της *Τέμνουσας σχεδιασμού στην παρειά* $V_{SD\pi}$.
Ροπή στηρίξεως του προβόλου $M_{\pi} = (-q_{σχεδ.} * L_{\pi}^2 / 2 - Q_{ισχ} * L_{\pi})$ KNm/m

Άρτα 20/12/2019

Η ΣΥΝΤΑΞΑΣΑ



ΑΡΧΟΝΤΩ ΜΗΤΣΙΟΥ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

Άρτα 20/12/2019

ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ

Ο ΠΡΟΙΣΤΑΜΕΝΟΣ Τ.Υ. Δ.Ε.Υ.Α.Α.



ΧΡΗΣΤΟΣ ΚΑΛΠΟΥΖΟΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ