

Απρίλιος 2008

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ**(γιατί υπάρχουν οι γεωτεχνικοί μελετητές;)*****Τι είναι η Εδαφομηχανική και τι είναι Γεωτεχνική Μελέτη;***

Ετοιμολογία:

Γεωτεχνική: Επιθετικός προσδιορισμός που χαρακτηρίζει ένα ουσιαστικό για τις τεχνικές της γης (του εδάφους).

Εδαφομηχανική: Επιστήμη που ασχολείται με τους κανόνες που διέπουν την μηχανική συμπεριφορά του εδάφους.

Εδαφομηχανική, μια νέα επιστήμη. Ιδρύθηκε από τον Terzaghi το 1940.

Γεωτεχνικοί επιστήμονες (λένε πως) είναι και οι γεωπόνοι.

Τι κάνει ένας Γεωτεχνικός Μελετητής;

Γεωτεχνικές Μελέτες κατηγορίας 21 μπορούν να κάνουν Πολιτικοί Μηχανικοί και Γεωλόγοι που έχουν το αντίστοιχο μελετητικό πτυχίο.

Συνήθεις πρακτικές εφαρμογές Γεωτεχνικών Μελετών: (κατηγορίας 21)

- 1) Θεμελίωση κτιρίου
- 2) Θεμελίωση Γέφυρας, Τεχνικού (οχετός, τοίχος αντιστήριξης)
- 3) Ευστάθεια επιχώματος, ορύγματος
- 4) Αποκατάσταση Κατολίσθησης
- 5) Μελέτη αντιστήριξης
- 6) Μελέτη Σήραγγας
- 7) Μελέτη Φράγματος, Λιμνοδεξαμενής
- 8) Μελέτη οδοστρώματος (οδού, αεροδρομίου)
- 9) Μελέτη ΧΥΤΑ

Τι είδους υλικό είναι το έδαφος;

Το έδαφος συνίσταται από εδαφικούς κόκκους, νερό και κενά με αέρα. Είναι ένα σύνθετο, ανομοιογενές υλικό του οποίου τη συμπεριφορά προσπαθούμε να βάλουμε σε κανόνες. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά που αφορούν τη μηχανική συμπεριφορά του είναι η αντοχή, η παραμορφωσιμότητα και η διαπερατότητα (φ , c , E_s , k).

Για να διερευνήσουμε το έδαφος μιας περιοχής εκπονούμε γεωτεχνική έρευνα.

Τι είναι η γεωτεχνική έρευνα;

Έρευνα του εδάφους που γίνεται με τα εξής «εργαλεία»:

- 1.1. Γεωτρύπανο
- 1.2. Στατικό Πενετρόμετρο Ολλανδικού Τύπου
- 1.3. Επίπεδο Ντιλατόμετρο Marchetti
- 1.4. Πρεσσιόμετρο Menard
- 1.5. Ερευνητικά Φρέατα
- 1.6. Δοκιμαστικές Φορτίσεις με πλάκα επί Τόπου
- 1.7. Εργαστηριακές δοκιμές

Με τους τρόπους των § 1.1. και 1.6. λαμβάνονται αδιατάρακτα διαταραγμένα ή μερικώς διαταραγμένα δείγματα, για την διενέργεια εργαστηριακών δοκιμών προς κατάταξη του εδαφικού υλικού.

Τι είναι η κατάταξη των εδαφών;

Βάσει απλών εργαστηριακών δοκιμών, όπως κοκκομετρικής αναλύσεως και προσδιορισμού των ορίων Atterberg δηλαδή των ορίων υδαρότητας, των ορίων πλαστικότητας και των δεικτών πλαστικότητας, κατατάσσονται αρχικά τα εδαφικά δείγματα σε ομάδες βλ. συνημ. Πίνακες κατατάξεως A.A.S.H.O και A.U.S.C.S. βλ. διαγράμματα σελίδων 3 & 4.

Ποιές είναι οι συνήθεις εργαστηριακές δοκιμές;

Δοκιμές Κατατάξεως

Δοκιμή Ανεμπόδιστης, τριαξονικής θλίψης

Δοκιμή Άμεσης Διάτμησης

Δοκιμή Στερεοποίησης

Με τις εργαστηριακές δοκιμές αποκτούμε γνώση των χαρακτηριστικών του εδάφους και μπορούμε να συντάξουμε την εδαφική τομή.

Τι είναι η εδαφική τομή;

Βάσει των αποτελεσμάτων των ερευνών υπαίθρου κι εργαστηρίου συντάσσεται η «μέση αντιπροσωπευτική τομή εδάφους μελέτης». Δηλαδή μια τομή του εδάφους με τα χαρακτηριστικά του. Αυτή η απεικόνιση μας βοηθάει στον σύνταξη της μελέτης. Στην τομή σημειώνεται και η τυχόν υπάρχουσα στάθμη υπογείων υδάτων.

Παράδειγμα:

Απλοποιημένη Τομή Εδάφους Μελέτης

Βάθη	
0	Τεχνητές Επιχωματώσεις (Μπάζα)
1,00	Καστανοκόκκινη αργιλώδης ΑΜΜΟΣ SC & SM $\gamma_m = 2,00 \text{ t/m}^3$ $W_p = 14\%$ $W_L = 26\%$ P.I. = 12% $\omega = 11\%$ $c_r > 1$ $e_o = 0,42$ $q_u = 1,00 \text{ kg/cm}^2$ N = 35
6,50	Καστανοκόκκινο μίγμα ΑΡΓΙΛΟΥ – ΑΜΜΟΥ CL & SC $\gamma_m = 2,10 \text{ t/m}^3$ $W_p = 11\%$ $W_L = 28\%$ P.I. = 17% $\omega = 14\%$ $c_r > 0,82$ $e_o = 0,44$ $q_u = 2,80 \text{ kg/cm}^2$ N = 15 $c = 0,65 \text{ kg/cm}^2$ $\phi = 10^\circ$
10,50	Καστανοκόκκινη αργιλοϊλυώδη ΑΜΜΟ SC & SM $\gamma_m = 2,15 \text{ t/m}^3$ $W_p = 12\%$ $W_L = 29\%$ P.I. = 17% $\omega = 13\%$ $C_r = 0,94$ $e_o = 0,39$ $q_c = 2,23$ kg/cm^2 N = 26
20,00	(πέρας έρευνας)

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

W_L :	Όριο Υδαρότητας	W_p :	Όριο πλαστικότητας
ω :	Φυσική Υγρασία (%)	PI :	Δείκτης Πλαστικότητας
C_r :	Δείκτης Σχετικής Πυκνότητας (%)	γ_m :	Υγρό Φαινόμενο Βάρος (KN/m ³)
q_c :	Αντίσταση Αιχμής Κώνου Πενετρομέτρου (MPa)		
ε :	Αξονική Παραμόρφωση (%)	q_u :	Αντοχή Ανεμπόδιστης Θλίψης (KN/m ³)
N_{SPT} :	Αριθμός Χτύπων ΤΔΔ	φ :	Γωνία Εσωτερικής Τριβής (°)
C_c :	Δείκτης Συμπιεστότητας	C_v :	Συντελεστής Στερεοποίησης (cm ² /sec)
c :	Συνοχή (KN/m ²)	C_u :	Αστράγγιστη Διαμητ. Αντοχή (KPa)
E_s :	Μέτρο Συμπιεστότητας (MPa)	k :	Συντελεστής Διαπερατότητας (cm/sec)

Πότε κάνουμε Μελέτη Θεμελίωσης Κτιρίου;

Σύμφωνα με τον ΕΑΚ υποχρεούμαστε πάντα, αλλά τελικά μόνο σε περιπτώσεις εδάφους κατηγορίας Γ και κάτω, ή σε κτίρια μεγάλης σπουδαιότητας.

Βρίσκουμε την επιτρεπόμενη τάση που όμως δεν δίνει μεγάλες καθιζήσεις.

Τι είναι η αστράγγιστες συνθήκες φόρτισης;

232

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.2. Κατάταξη Εδαφών κατά AASHO
(Κατάταξη υλικών υπεδάφους οδών)

Γενική κατάταξη	Κοκκώδη υλικά (35% ή λιγότερο περνούν το Νο. 200)		Πυλώδη-αργιλώδη υλικά (περισσότερο από 35% περνούν το Νο. 200)	
	A-1 A-3	A-2 A-4	A-5 A-6	A-7
Κατάταξη ομάδας				
Ανάλυση κόκκων, ποσοστό που περνούν				
No. 10	50 max	51 min	36 min	36 min
No. 40	26 max	10 max	36 min	36 min
No. 200				
Χαρακτηριστ. του τμήματος, που περνά το Νο. 40:				
Όριο υδαρότητας			41 min	41 min
Δείκτης πλαστικότητας	6 max	NP	10 max	11 min
Δείκτης ομάδας		4 max	12 max	16 max
Βαθμός καταλληλότητας σαν υπέδαφος	Εξαιρετικό έως καλό		Μέτριο έως ακατάλληλο	
(υποομάδες)				
Γενική κατάταξη	Κοκκώδη υλικά (35% ή λιγότερο περνούν το Νο. 200)		Πυλώδη-αργιλώδη υλικά (περισσότερο από 35% περνούν το Νο. 200)	
Κατάταξη ομάδας	A-1-a A-1-b	A-3 A-2-4	A-2 A-2-5	A-4 A-5 A-6 A-7 A-7-5, A-7-6
Ανάλυση κόκκων, ποσοστό που περνά				
No. 10	50 max	51 min	36 min	36 min
No. 40	30 max	10 max	35 max	36 min
No. 200	15 max	25 max	35 max	35 max
Χαρακτηριστ. του τμήματος που περνά το Νο. 40				
Όριο υδαρότητας			40 max	41 min
Δείκτης πλαστικότητας	6 max	NP	10 max	11 min
Δείκτης ομάδας	0	0	11 min	11 min
Συνήθεις τύποι των κύριων συστατικών	Πέτρες, χαλίκια και άμμος	Λεπτή άμμος	4 max	8 max
Βαθμός καταλληλότητας σαν υπέδαφος	Εξαιρετικό έως καλό		Μέτριο έως μετριότητα	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΟΥ ΟΡΙΑΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΩΣ

Ζ.1 Γενικά

[1] Για τον υπολογισμό του κατακόρυφου οριακού φορτίου (φέρουσας ικανότητας) R_{Nd} , οριζόντιας και ορθογωνικής επιφάνειας έδρασης, επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται οι προσεγγιστικές σχέσεις που δίνονται παρακάτω. Οι σχέσεις αυτές έχουν προκύψει από τον συνδυασμό θεωρίας (πλαστικότητα) και πειραματικών αποτελεσμάτων και ισχύουν για ομοιογενές έδαφος. Οι ακόλουθες παράμετροι επηρεάζουν εν γένει την φέρουσα ικανότητα και η επίδραση τους πρέπει να λαμβάνεται υπόψη:

- η γωνία τριβής φ' και η συνοχή c' , ή η αστράγγιστη διατμητική αντοχή S_u (τιμές σχεδιασμού),
- η εκκεντρότητα $e = M/N$ και η τέμνουσα δύναμη V . Όπου N , M και V είναι αντίστοιχα η ορθή δύναμη, η ροπή και η τέμνουσα δύναμη που μεταφέρονται στο έδαφος μέσω της έδρασης (οι M και V ασκούνται εν γένει σε κάθε μία από τις δύο διευθύνσεις),
- το σχήμα, το βάθος, και η κλίση της θεμελίωσης,
- οι πιέσεις των υπογείων υδάτων και, σε περίπτωση ροής, οι υδραυλικές κλίσεις και
- η μεταβολή της αντοχής από σημείο σε σημείο, και ειδικώς η στρωματογένεια του εδάφους.

[2] Οι παράμετροι που υπεισέρχονται στον υπολογισμό που περιγράφεται εδώ είναι οι εξής :

- δ η γωνία συναφείας-τριβής στη βάση του θεμελίου (τιμή σχεδιασμού σύμφωνα με την παρ. 5.2.3.2.β.[2]),
- q η ολική πίεση επιφορτίσεως στη στάθμη της βάσης του θεμελίου,
- q' η ενεργός πίεση επιφορτίσεως στη στάθμη της βάσης του θεμελίου,
- γ το ολικό ειδικό βάρος του εδάφους,
- γ' το υπο-άνωσιν (ενεργό) ειδικό βάρος του εδάφους κάτω από τη στάθμη της θεμελίωσης $\gamma' = \gamma - \gamma_w$. Τούτο μειώνεται σε $\gamma' = \gamma - \gamma_w \cdot (1 + j)$ στην περίπτωση ροής ύδατος με υδραυλική κλίση προς τα άνω ίση με j ,
- $B' = B - 2 \cdot e_B$ το ενεργό πλάτος του θεμελίου, όπου e_B η εκκεντρότητα στην διεύθυνση του πλάτους B ,

- $L' = L - 2 \cdot e_L$ το ενεργό μήκος του θεμελίου, όπου e_L η εκκεντρότητα παράλληλα προς την διεύθυνση του μήκους $L \geq B$,
- $A' = B' \cdot L'$ η ενεργός επιφάνεια του θεμελίου, η οποία ορίζεται ως η βάση της θεμελίωσης ή, στην περίπτωση έκκεντρης φόρτισης, η μειωμένη επιφάνεια του θεμελίου της οποίας το κέντρο βάρους είναι το σημείο στο οποίο εφαρμόζεται η συνισταμένη των φορτίων και
- κ, ι οι τιμές των αδιάστατων συντελεστών σχήματος του θεμελίου και της κλίσης του φορτίου αντιστοίχως. Οι δείκτες c, q και γ υποδεικνύουν τις επιρροές λόγω συνοχής, επιφόρτισης και βάρους του εδάφους. Οι συντελεστές αυτοί ισχύουν μόνο όταν οι διατημητικές παράμετροι είναι ανεξάρτητες της διεύθυνσης.

Z.2 ΦΟΡΤΙΣΗ ΑΡΓΙΛΩΔΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΥΠΟ ΑΣΤΡΑΓΓΙΣΤΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

- [1] Το οριακό αξονικό φορτίο R_{Nd} (φέρουσα ικανότητα) υπό την ταυτόχρονη παρουσία V και M υπολογίζεται από τη σχέση :

$$R_{Nd} / A' = (2 + \pi) \cdot \bar{S}_u \cdot \kappa_c \cdot \iota_c + q \dots\dots\dots (Z.1)$$

με τις ακόλουθες τιμές των αδιάστατων συντελεστών για :

- το σχήμα του θεμελίου :

$$\kappa_c = 1 + 0.2 \cdot (B' / L') \dots\dots\dots (Z.2)$$

- την κλίση του φορτίου, η οποία προκαλείται από την τέμνουσα V :

$$\iota_c = 0.5 \cdot \left(1 + \sqrt{1 - V / A' \cdot S_u} \right) \dots\dots\dots (Z.3)$$

- Για σύγχρονη δράση τεμνουσών στις δύο διευθύνσεις εφαρμόζεται η γραμμική παρεμβολή, που ορίζεται στο τέλος της επομένης παραγράφου, σε τιμές ι_c που λαμβάνονται από την σχέση (Z.3) σε κάθε μία από τις δύο διευθύνσεις.

Z.3 ΦΟΡΤΙΣΗ ΧΩΡΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΥΠΕΡΠΙΕΣΕΩΝ ΠΟΡΩΝ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

- [1] Το οριακό αξονικό φορτίο R_{Nd} (φέρουσα ικανότητα) υπό την ταυτόχρονη παρουσία V και M υπολογίζεται από τη σχέση :

$$R_{Nd} / A' = c' \cdot N_c \cdot \kappa_c \cdot \iota_c + q' \cdot N_q \cdot \kappa_q \cdot \iota_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot \kappa_\gamma \cdot \iota_\gamma \dots\dots\dots (Z.4)$$

με τις ακόλουθες τιμές των αδιάστατων συντελεστών για :

- την εδαφική αντίσταση ομοιογενούς εδάφους :

$$N_q = e^{\pi \tan \phi'} \tan^2 (45 + \phi' / 2) \dots\dots\dots (Z.5.α)$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \phi' \dots\dots\dots (Z.5.β)$$

110 ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (1999)

$$N_{\gamma} = (N_q - 1) \cdot \tan \varphi'$$
$$N_{\gamma} = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \varphi' \dots\dots\dots (Z.5.\gamma)$$

με την προϋπόθεση $\delta \geq \varphi' / 2$ (τραχεία έδραση).

- το σχήμα του θεμελίου :

$$\kappa_q = 1 + (B' / L') \tan \varphi' \dots\dots\dots (Z.6.\alpha)$$

$$\kappa_{\gamma} = 1 - 0.3 (B' / L') \dots\dots\dots (Z.6.\beta)$$

$$\kappa_c = 1 + (B' / L') (N_q / N_c) \dots\dots\dots (Z.6.\gamma)$$

- την κλίση του φορτίου, η οποία προκαλείται από την τέμνουσα V_L , παράλληλη προς το L :

$$i_q = 1 - V_L / (N + A' \cdot c' \cdot \cot \varphi') \dots\dots\dots (Z.7.\alpha)$$

$$i_{\gamma} = i_q \dots\dots\dots (Z.7.\beta)$$

$$i_c = (i_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1) \dots\dots\dots (Z.7.\gamma)$$

- ή την κλίση του φορτίου, η οποία προκαλείται από την τέμνουσα V_B , παράλληλη προς το B :

$$i_q = [1 - 0.7 V_B / (N + A' \cdot c' \cdot \cot \varphi')]^3 \dots\dots\dots (Z.8.\alpha)$$

$$i_{\gamma} = [1 - V_B / (N + A' \cdot c' \cdot \cot \varphi')]^3 \dots\dots\dots (Z.8.\beta)$$

$$i_c = (i_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1) \dots\dots\dots (Z.8.\gamma)$$

- για σύγχρονη δράση τεμνουσών V_L παράλληλα προς L, και V_B παράλληλα προς B, οι τιμές των i θα υπολογίζονται με γραμμική παρεμβολή ανάμεσα στις τιμές i_B και i_L , όπως προκύπτουν από τις σχέσεις (Z-8) και (Z-7), ως εξής :

$$i = i_B (1 - \theta / 90) + i_L (\theta / 90) \dots\dots\dots (Z.9)$$

όπου

$$\tan \theta = V_B / V_L \dots\dots\dots (Z.10)$$

Z.4 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

- [1] Στις σχέσεις που αναφέρονται παραπάνω δεν λαμβάνεται υπόψη η επίδραση των ακολούθων παραγόντων:

- στρωματογραφική ανομοιογένεια του εδάφους μέχρι το βάθος επιρροής του θεμελίου

ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ

Το έδαφος αποτελείται από την στερεά, υγρά και αέρια φάση.

Συμπύκνωση του εδάφους καλείται η μείωση των κενών αέρος και η προσέγγιση των εδαφικών κόκκων μεταξύ τους με μηχανικά μέσα, π.χ. με οδοστρωτήρες.

Με την συμπύκνωση επιτυγχάνεται σε μικρό χρονικό διάστημα αύξηση της φερούσης ικανότητας του εδάφους, μείωση της συμπιεστότητας αυτού και αύξηση της διάρκειας ζωής αυτού, εάν πρόκειται π.χ. για εδαφική κατασκευή όπως επίχωμα ή φράγμα.

Η ύπαρξη υφισταμένης ή προστιθέμενης υγρασίας λειτουργεί αρχικά σαν λιπαντικό και διευκολύνει την συμπύκνωση αυξάνοντας τον βαθμό αυτής μέχρι κάποιου ορίου.

Η τιμή της υγρασίας αυτής λέγεται βέλτιστη (ω_{opt})

Η αντίστοιχη πυκνότητα λέγεται μέγιστη ξηρά πυκνότητα ($\gamma_{d\ max}$) βλ. διαγρ. σελ. 12.

Τα προηγούμενα αντιστοιχούν σε δεδομένη ενέργεια συμπυκνώσεως.

Αν η εμπειρεχόμενη υγρασία είναι μεγαλύτερη της ω_{opt} , όση ενέργεια κι αν καταβληθεί, δεν μπορεί να επιτευχθεί η τιμή $\gamma_{d\ max}$ επειδή το νερό είναι ασυμπίεστο και εκδιώκει τους εδαφικούς κόκκους οι οποίοι είναι βαρύτεροι του νερού, οπότε το όλο μίγμα καθίσταται ελαφρύτερο.

Σε διάφορες ενέργειες συμπυκνώσεως αντιστοιχούν διάφορες τιμές ω_{opt} και $\gamma_{d\ max}$ για το ίδιο έδαφος.

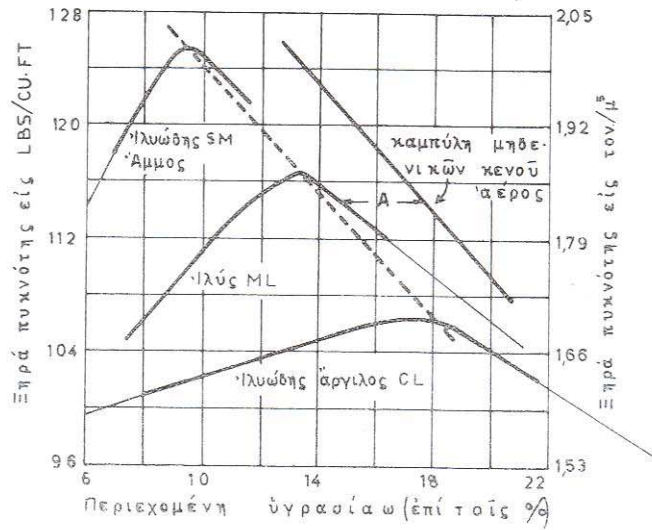
Πριν χρησιμοποιηθεί ένα χώμα για την κατασκευή εδαφικής κατασκευής, θα πρέπει να ελεγχθεί η φυσική υγρασία του δανειοθαλάμου στο εργαστήριο, και να προσδιορισθεί η ω_{opt} και η $\gamma_{d\ max}$ αυτού.

Αν η φυσική υγρασία είναι αισθητά υψηλότερη της ω_{opt} τότε ο δανειοθάλαμος κρίνεται ακατάλληλος.

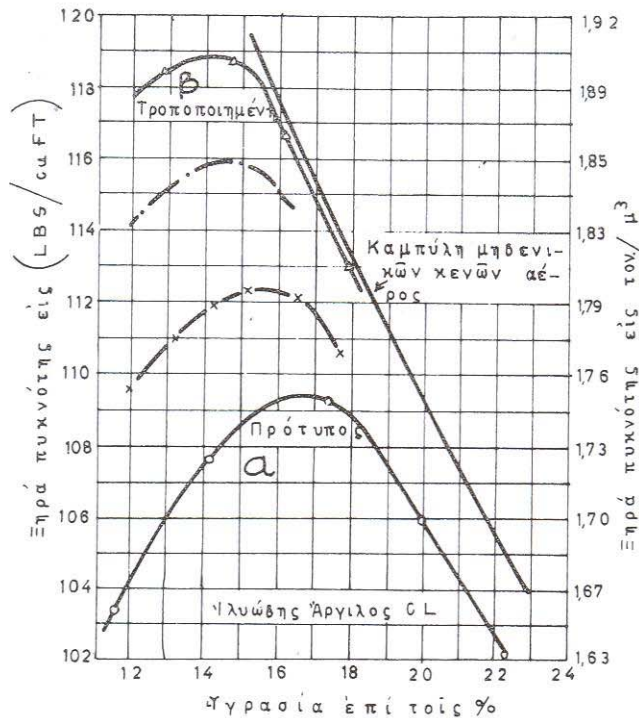
Έχοντας προσδιορισμένες τις παραμέτρους ω_{opt} και $\gamma_{d\ max}$ μπορεί να προσυμφωνηθεί με τον κατασκευαστή το ποσοστό συμπυκνώσεως το οποίο θα πρέπει να επιτευχθεί στο έργο για το συγκεκριμένο έδαφος.

Το επιτυγχανόμενο ποσοστό ελέγχεται εργαστηριακά, κατά κανόνα με την μέθοδο της άμμου με τον κώνο.

Η Προδιαγραφή ΠΤΠ Χ1 του ΥΠΕΧΩΔΕ καλύπτει γενικώς και επαρκώς τα χωματοουργικά τα αναφερόμενα στα έργα Οδοποιίας.



Σχ. 1 ... Παριστόν καμπύλας συμπτυγώσεως διαφόρων ἕλιων κατὰ τήν πρότυπον μέθοδον AASHO



Σχ.2. Παριστόν τήν επίδρασιν τῆς ἐνεργείας συμπτυγώσεως ἐπί τῆς βελτίστης ὑγρασίας καί τῆς μεγίστης ἐργαστηριακῆς πυκνότητος

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά μη συνεκτικών εδαφών (τιμές υπολογισμού)

Στήλη	1	2	3	4	5	6	7
Στίχος	Είδος εδάφους	Συμβολισμός κατά DIN 18 196	Διάστρωση ¹⁾	Φαινόμενο ειδικό βάρος			Γωνία εσωτερικής τριβής cal φ'
				υγρό	κορεσμένο με νερό	με άνοση	
				cal γ	cal γ _r	cal γ'	
				kN/m ³ (Mp/m ³)	kN/m ³ (Mp/m ³)	kN/m ³ (Mp/m ³)	
							Grad
1 2 3	άμμος, ελαφρά αργιλοχόος άμμος, αμμοχάλικο ομοιοκόκκα	SE και SU με	χαλαρή μεσαία πυκνή	17,0 (1,70) 18,0 (1,80) 19,0 (1,90)	19,0 (1,90) 20,0 (2,00) 21,0 (2,10)	9,0 (0,90) 10,0 (1,00) 11,0 (1,10)	30 32,5 35
4 5 6	Χαλίκια, κροκάλες, πέτρες, με λίγη άμμο, ομοιοκόκκα	GE	χαλαρή μεσαία πυκνή	17,0 (1,70) 18,0 (1,80) 19,0 (1,90)	19,0 (1,90) 20,0 (2,00) 21,0 (2,10)	9,0 (0,90) 10,0 (1,00) 11,0 (1,10)	32,5 35 37,5
7 8 9	Άμμος, αμμοχάλικο, χαλίκια, ανομοιοκόκκα	SW, SI, SU, GW, GI με 6 < U ≤ 15	χαλαρή μεσαία πυκνή	18,0 (1,80) 19,0 (1,90) 20,0 (2,00)	20,0 (2,00) 21,0 (2,10) 22,0 (2,20)	10,0 (1,00) 11,0 (1,10) 12,0 (1,20)	30 32,5 35
10 11 12	Άμμος, αμμοχάλικο, χαλίκια, χαλίκια με λίγο πηλό ή αργίλο, ανομοιοκόκκα	SW, SI, SU, GW, GI με U > 15 και GU	χαλαρή μεσαία πυκνή	18,0 (1,80) 20,0 (2,00) 22,0 (2,20)	20,0 (2,00) 22,0 (2,20) 24,0 (2,40)	10,0 (1,00) 12,0 (1,20) 14,0 (1,40)	30 32,5 35

¹⁾ χαλαρή διάστρ 0,15 < D ≤ 0,30, μεσαία : 0,30 < D ≤ 0,50, πυκνή 0,50 < D ≤ 0,75, όπου πυκνότητα διάστρωσης $D = (\max n - n) / (\max n - \min n)$

Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά συνεκτικών και οργανικών εδαφών (υπολογιστικές τιμές)

Στήλη	1	2	3	4	5	6	7	8
Στίχος	Είδος εδάφους	Συμβολισμός κατά DIN 18 196	Κατάσταση ¹⁾	Φαινόμενο ειδικό βάρος		Γωνία εσωτερικής τριβής cal φ'	Συνοχή	
				έξω από το νερό	μέσα στο νερό		cal c'	cal c _u
				cal γ	cal γ'		kN/m ² (Mp/m ²)	kN/m ² (Mp/m ²)
				kN/m ³ (Mp/m ³)	kN/m ³ (Mp/m ³)		Grad	kN/m ² (Mp/m ²)
1 2 3	Ανόργανα συνεκτικά εδάφη με έντονα πλαστικές ιδιότητες ($w_L > 50\%$)	TA	μαλακή σκληρή ημιστέρη	18,0 (1,80) 19,0 (1,90) 20,0 (2,00)	8,0 (0,80) 9,0 (0,90) 10,0 (1,00)	17,5 17,5 17,5	0 (0) 10 (1,0) 25 (2,5)	15 (1,5) 35 (3,5) 75 (7,5)
4 5 6	Ανόργανα συνεκτικά εδάφη με μέτρια πλαστικές ιδιότητες ($50\% \geq w_L \geq 35\%$)	TM und UM	μαλακή σκληρή ημιστέρη	19,0 (1,90) 19,5 (1,95) 20,5 (2,05)	9,0 (0,90) 9,5 (0,95) 10,5 (1,05)	22,5 22,5 22,5	0 (0) 5 (0,5) 10 (1,0)	5 (0,5) 25 (2,5) 60 (6,0)
7 8 9	Ανόργανα συνεκτικά εδάφη με ελαφρά πλαστικές ιδιότητες ($w_L < 35\%$)	TL und UL	μαλακή σκληρή ημιστέρη	20,0 (2,00) 20,5 (2,05) 21,0 (2,10)	10,0 (1,00) 10,5 (1,05) 11,0 (1,10)	27,5 27,5 27,5	0 (0) 2 (0,2) 5 (0,5)	0 (0) 15 (1,5) 40 (4,0)
10 11	Οργανικός πη-ι, λός, οργανική άργιλος	OT und OU	μαλακή σκληρή	14,0 (1,40) 17,0 (1,70)	4,0 (0,40) 7,0 (0,70)	15 15	0 (0) 0 (0)	10 (1,0) 20 (2,0)
12 13	Τύρφη χωρίς προφόρτιση Τύρφη με μέτρια προφόρτιση	HN und HZ		11,0 (1,10) 13,0 (1,30)	1,0 (0,10) 3,0 (0,30)	15 15	2 (0,2) 5 (0,5)	10 (1,0) 20 (2,0)

¹⁾ μαλακή 0,50 < I_C ≤ 0,75, σκληρή 0,75 < I_C ≤ 1,00, ημιστέρη I_C > 1,00, όπου ο δείκτης συνεκτικότητας $I_C = (w_L - w) / (w_L - w_p)$, βλ. DIN 18 122 Μέρος 1









