

Βάση Εδαφομηχανικών δεδομένων για τη διάνοιξη και την κατασκευή  
δασικών δρόμων

Παναγιώτης Χρ. Εσκίογλου

Επίκουρος Καθηγητής, Τομέας Δασοτεχνικών και Υδρονομικών Έργων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο ρόλος του εδάφους στην διάνοιξη του δάσους και στην κατασκευή των δρόμων είναι τόσο καθοριστικός, ώστε η συλλογή όσων το δυνατόν περισσότερων εδαφικών στοιχείων σε κάθε τέτοιο έργο, βοηθά στην οικονομικότητα και ανθεκτικότητά του. Με την εργασία αυτή ξεκινά μια προσπάθεια να δημιουργηθεί ένας πλήρης εδαφομηχανικός χάρτης των δασικών εδαφών της χώρας, αρχίζοντας από τα εδάφη Περιοχίου. Μετά την ολοκλήρωση της έρευνας για κάθε περιοχή θα δίνεται μία ολοκληρωμένη εικόνα των εδαφών, που θα περιλαμβάνει το πέτρωμα από το οποίο προήλθαν, την ορυκτολογική σύσταση της άργιλλου, τα όρια Atterberg, την αντοχή τους, τα αποτελέσματα από το πείραμα Proctor και τέλος την ταξινόμησή τους. Επίσης για κάθε περιοχή έρευνας προσδιορίζεται και η σχέση μεταξύ της αντοχής των εδαφών με την κοκκομετρική διαβάθμισή τους και την περιεκτικότητά τους σε άργιλο που εκφράζεται με αριθμητική εξίσωση.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Στην Δασική Οδοποιία οι κύριοι παράγοντες που ερευνώνται γιατί καθορίζουν το κάθε αποτέλεσμα, είναι το έδαφος θεμελίωσης, ο κυκλοφοριακός φόρτος, οι κλιματικές συνθήκες και η ποιότητα των υλικών κατασκευής. Από αυτούς, το έδαφος θεμελίωσης συνδέθηκε με τον σχεδιασμό, τη διάνοιξη του δάσους, την επιλογή χάραξης, την οικονομικότητα και την ανθεκτικότητα κατασκευής των δασικών δρόμων (Στεργιάδης Γ. 1985, Εσκίογλου 1992). Για τον Δασολόγο Μηχανικό που το έδαφος είναι το υλικό θεμελίωσης κάθε κατασκευής, αυτό που παραλαμβάνει τα φορτία, δέχεται και μεταφέρει τις αναπτυσσόμενες τάσεις σε όλο το βάθος και τέλος γίνεται υλικό κατασκευής, η γνώση όσων το δυνατόν περισσότερων χαρακτηριστικών του για την αξιολόγηση και χρησιμοποίησή του είναι επιβεβλημένη. Για τους λόγους αυτούς και για την πλήρη επιτυχία των έργων Οδοποιίας, θα πρέπει πριν από κάθε ενέργεια να μελετούνται οι εδαφοφυσικές τιμές του εδαφικού υλικού της περιοχής του έργου, αφού είναι απαραίτητες για να προκριθεί αυτό σαν υλικό υποδομής ή σαν υλικό δόμησης του σώματος του δρόμου (Terzacki 1968).

Η μελέτη των εδαφοφυσικών τιμών αρχίζει από τον *δειγματοληπτικό έλεγχο* των εδαφικών δοκιμίων και συνεχίζεται με την *κοκκομετρική διαβάθμιση* που είναι βασικό χαρακτηριστικό μιας γεωτεχνικής αναγνώρισης και πετυχαίνεται με τη διέλευση του εδαφικού υλικού από μία σειρά κοσκίνων διαφορετικού διαμετρήματος. Με την κοκκομετρική διαβάθμιση προσδιορίζεται και η ποσότητα στο έδαφος των χαλικιών (με διάμετρο κόκκων

από 60έως 2mm), της άμμου(από 2 μέχρι 0.06mm) της ιλύος (από 0.06 έως 0.002mm ) και της αργίλου με διάμετρο κόκκων μικρότερη των 0.002mm.

Η *πλαστικότητα του εδάφους*, δηλαδή η ιδιότητα του να υφίσταται -παρουσία ύδατος- μόνιμες και μεγάλες παραμορφώσεις χωρίς να θραύεται, θα πρέπει να ερευνάται και να υπολογίζεται ώστε να αποφεύγονται οι κατασκευαστικές αστοχίες.

Στην Οδοποιία χρησιμοποιείται ο *δείκτης πλαστικότητας IP* που ισούται με τη διαφορά του ορίου πλαστικότητας WP από το όριο υδαρότητας WL

$$IP= WL-WP$$

και χαρακτηρίζει την πλαστικότητα του εδάφους.

Ο συνδυασμός της κοκκομετρικής διαβάθμισης και των ορίων Atterberg ενός εδάφους βοηθά στην κατάταξη τους σε διάφορες κατηγορίες, αλλά είναι και ένα στοιχείο της φέρουσας ικανότητας του εδάφους, όταν δεν μπορούμε να πραγματοποιήσουμε εργαστηριακές δοκιμές αντοχής του εδάφους αυτού. Βέβαια για ακριβή αποτελέσματα *η αντοχή ή φέρουσα ικανότητα* ενός εδάφους υπολογίζεται με τη μέθοδο CBR (ASTHO-T193) στο εργαστήριο. Η τιμή της αντοχής του εδάφους σχετίζεται με την βατότητα των εδαφών και λαμβάνεται σοβαρά υπόψιν στη μελέτη διάνοιξης , ενώ είναι από τους κυριότερους παράγοντες που επιδρούν στη διαστασιολόγηση ενός οδοστρώματος πάνω από το συγκεκριμένο έδαφος.

Την *βατότητα* σαν εδαφομηχανική τιμή αρχικά την προσδιόριζαν με τη μέθοδο του Μηχανικού του Αμερικάνικου Στρατού, από τον δείκτη αντοχής  $C_1$ , τη συνοχή , τους τοπογραφικούς και κυκλοφοριακούς δείκτες(Rush 1968), αλλά σήμερα αυτή η μέθοδος θεωρείται ξεπερασμένη.Τη σχέση βατότητας και αντοχής παρουσίασε ο Erdas (1976) που καθόρισε ένα έδαφος βατό όταν η αντοχή του (CBR) έχει τιμή μεγαλύτερη του 3. Ο Loffler (1983) και ο Kuonen (1983) εξάλλου σχετίζουν τη βατότητα με το είδος του εδάφους και τον *δείκτη υδαρότητας IL* .

Για την παρούσα εργασία, δεν αρκούν τα παραπάνω εδαφικά χαρακτηριστικά, αλλά γίνεται μία προσπάθεια να ταξινομηθούν εδαφομηχανικά όλα τα δασικά εδάφη της χώρας , με την ερευνητική ανάλυση των παραπάνω στοιχείων και τον συσχετισμό με την αντοχή τους.

## ΤΟΠΟΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η συγκεκριμένη έρευνα αρχίζει από το δάσος Περτουλίου που αποτελεί το ανώτερο μέρος της υδρολογικής λεκάνης του Ασπροποτάμου. Τα συναντώμενα πετρώματα είναι ιζηματογενούς προέλευσης, ασβεστόλιθοι και σχιστολιθικοί ψαμμίτες της σειράς του Φλύσχη, της ζώνης Πίνδου, ενώ κατά θέσεις ,στις ορεογραφικές μονάδες Κορομηλιά και Λύξα, συναντώνται πυριγενή πετρώματα της σειράς των οφειών.

Οι κατώτερες θέσεις καταλαμβάνονται από Φλύσχη ψαμμιτοαργιλικού τύπου που αποτελείται από παχιές στρώσεις μηχανικών ιζημάτων. ( Παπαμίχος 1979),ενώ οι ψηλότερες θέσεις (Μπουντούρα, Λιοπέικα,Βίγγα,Κόζιακα) καταλαμβάνονται από τους Πελαγικούς ασβεστόλιθους με πυριτόλιθους και ενστρώσεις από μικρολατυποπαγείς ασβεστόλιθους

(Στεργιάδης 1973).

Για την έρευνα πραγματοποιήθηκε πλήρης εδαφοτεχνική μελέτη που είναι απαραίτητη για τη διάνοιξη του δάσους για τη σωστή θεμελίωση του δασικού δρόμου, αλλά και για την επίτευξη οικονομικής κατασκευής. Η εδαφοτεχνική μελέτη περιλαμβάνει αναγνώριση του εδάφους, δοκιμές επί τόπου, και εργαστηριακές δοκιμές.

Οι έρευνες για την αναγνώριση του εδάφους διακρίνονται στις έμμεσες, όπου περιλαμβάνονται οι γεωλογικές αναγνώρισεις και οι εμφανείς μακροσκοπικά μεταβολές (ASTH-D2488) και στις άμμεσες έρευνες, στις οποίες περιλαμβάνονται η συλλογή εδαφικών υλικών με τη βοήθεια της δειγματοληψίας για την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Στην εδαφομηχανική και στην οδοποιία εφαρμόζεται τα τελευταία χρόνια η τυχαία δειγματοληψία, για τον έλεγχο των στατιστικών αναλύσεων (Σπηλιόπουλος 1980, Κόλλιας 1980, ).

Με βάση τη μέθοδο αυτή της τυχαίας δειγματοληψίας σε οποιοδήποτε σημείο γίνονταν γνωστό το πέτρωμα και προσδιορίζονταν οι θέσεις για τη λήψη των δειγμάτων τόσο κατά μήκος του άξονα όσο και κατά πλάτος του δρόμου.

Ακολούθησε η κοκκομετρική διαβάθμιση και ο προσδιορισμός των ορίων Atterberg του εδάφους. Το βάθος από το οποίο παίρναμε εδαφικό δείγμα έφθάνε μέχρι και τα 80 εκ. για κυκλοφοριακό φόρτο  $10^5$  έως  $10^6$  ισοδύναμες διελεύσεις αξονικού φορτίου 8.2 tn στην 20ετία.

Μετά την ταξινόμηση των εδαφών, ακολούθησε το πείραμα Proctor για τον υπολογισμό της βέλτιστης υγρασίας -και της μέγιστης ξηρής πυκνότητας (μέθοδος AASHTO - T99, AASHTO -T180) και η εργαστηριακή μέθοδος υπολογισμού της αντοχής ή φέρουσας ικανότητα τους (Μαρσέλος 1998).

Για την πληρέστερη αξιολόγηση των μηχανικών ιδιοτήτων των εδαφών πραγματοποιήθηκε και ορυκτολογική ανάλυση της αργίλου τους γιατί στην άργιλο λαμβάνει χώρα το μεγαλύτερο μέρος των φυσικοχημικών αντιδράσεων του εδάφους.

Με τη βοήθεια των ακτίνων Rontgen αποδείχτηκε ότι η άργιλος αποτελείται από κρυσταλλικά ορυκτά που έχουν σταθερή δομή και μηχανικές ιδιότητες που εξαρτώνται από αυτήν και που μπορεί να επηρεάζονται και να μεταβάλλονται με κατάλληλη επέμβαση (Αλεξιάδης 1975).

Από κάθε δρόμο που ερευνήθηκε πάρθηκε τυχαία ένα εδαφικό δείγμα και υποβλήθηκε σε ακτινοσκόπηση, για τον προσδιορισμό του ορυκτού της αργίλου με ακτίνες Rontgen με τη μέθοδο της λήψης διαγράμματος κρυσταλλικής σκόνης (Debye Shewer). Ο προσδιορισμός των ορυκτών της αργίλου βασίζεται σε χαρακτηριστικές ανακλάσεις τους σε δικτυωτά επίπεδα κάθε ορυκτού, που μερικές φορές για το ίδιο ορυκτό εμφανίζουν μετατοπίσεις που εξαρτώνται από το βαθμό ενυδάτωσής του, ή της κατάστασής του από αποψη κορεσμού σε διάφορα κατιόντα.

Οι ακτινοσκοπήσεις έγιναν στα εργαστήρια Φυσικής Χημείας της Πολυτεχνικής Σχολής και της Εδαφολογίας του Γεωπονικού Τμήματος του Α.Π.Θ.. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν το περιθλασίμετρο mini-flex Rigaku Derki και το περιθλασίμετρο Philips

model 1050 με σταθερές 36 KV και 24 mA με ακτινοβολία Cu,Kα φίλτρου Ni.

Η έρευνα τέλος περιείχε την εύρεση συσχέτισης μεταξύ της αντοχής των εδαφών με την κοκκομετρική τους διαβάθμιση και την περιεκτικότητά τους σε άργιλο. Σε κάθε εδαφικό δείγμα μετρήθηκε το ποσοστό X του εδαφικού υλικού που διέρχεται από τα κόσκινα No 200, 60, 40, 10 και 4, καθώς και το ποσοστό Z της περιεχόμενης σ'αυτά αργίλου και με τη βοήθεια Η/Υ (Πρόγραμμα Stat Work - multiple regression ) δημιουργήθηκε εξίσωση που συσχετίζει τις παραπάνω μεταβλητές.

#### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στον χάρτη του σχήματος 1 φαίνονται τα πετρώματα και οι θέσεις που καταλαμβάνουν στο Πανεπιστημιακό Δάσος Πετρουλίου, ενώ στον χάρτη του σχήματος 2 οι θέσεις λήψης εδαφικών δειγμάτων με τυχαία δειγματοληψία .

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Πέτρωμα, μηχανικές ιδιότητες, αντοχή και τύπος εδάφους κατά θέσεις έρευνας

Εδαφικό Δείγμα	Πέτρωμα	WL	IP	W%	γd gr/ cm3	CBR	Τύπος Εδάφους
1	Ασβεστόλιθος	35	15	16	1.75	3	CL
2	>>	57	32	23	1.6	2	CH
3	>>	58	30	23	1.6	2	CH
4	>>	20	8	10	1.9	3	CL - ML
5	Φλύσχης	37	17	16	1.8	3	CL
6	>>	52	33	18	1.75	2	CH
7	Ασβεστόλιθος	62	39	21	1.7	2	CH
8	>>	49	32	16	1.7	3	CL
9	>>	38	18	16	1.8	3	CL
10	>>	35	17	15	1.75	3	CL
11	Φλύσχης	30	11	14	1.8	4	SC-CL
12	>>	34	16	15	1.75	3	CL
13	>>	40	17	18	1.85	4	SC-CL
14	>>	40	12	13	1.5	4	SC-CL
15	Σχιστόλιθος	25	10	13	1.85	5	SC-CL
16	>>	28	12	16	1.8	4	SC-CL
17	Φλύσχης	40	21	16	1.8	3	CL
18	>>	38	22	17	1.75	4	GC-CL
19	Ασβεστόλιθος	26	7	10	1.9	4	CL-ML
20	Φλύσχης	36	15	14	1.85	5	GC-CL

21	Ασβεστόλιθος	55	30	22	1.65	2	CH
22	>>	35	21	13	1.8	3	CL
23	>>	36	19	14	1.8	3	CL
24	Φλύσσης	25	12	16	1.75	4	SC-CL
25	>>	30	7	11	1.9	5	GC-CL
26	>>	34	9	12	2	5	GC-CL
27	>>	49	32	18	1.8	3	CL
28	>>	40	25	15	1.7	3	CL
29	Οφείτης	27	10	12	1.7	3	SC-CL
30	>>	29	12	13	1.6	4	GC-CL
31	>>	38	16	14	1.9	5	GC-CL
32	Φλύσσης	62	35	22	1.8	2	CH
33	>>	52	20	18	1.7	2	CH
34	>>	72	31	26	1.45	2	CH
35	>>	43	26	19	1.65	3	CL
36	>>	46	30	22	1.6	2	CL
37	>>	35	18	15	1.8	4	CL
38	>>	22	8	11	1.9	6	CL-ML
39	>>	23	8	11	1.8	5	CL-ML
40	>>	38	20	15	1.7	3	CL
41	>>	30	15	13	1.8	5	SC-CL
42	>>	33	18	14	1.6	4	GC-CL
43	>>	32	13	13	1.65	4	GC-CL
44	>>	33	11	15	1.8	5	GC-CL
45	Ασβεστόλιθος	37	21	13	1.6	3	CL
46	>>	36	17	17	1.7	2	CL
47	>>	55	32	20	1.6	2	CH
48	Φλύσσης	24	10	18	1.8	4	SC-CL
49	>>	41	23	15	1.7	4	GC-CL
50	>>	32	14	14.5	1.8	5	GC-CL
51	>>	37	16	15.5	1.7	4	GC-CL

Στο σχήμα 3 φαίνεται η ορυκτολογική εξέταση εδαφικού δείγματος

Από την έρευνα που έγινε για να βρεθεί η συσχέτιση της αντοχής των εδαφών με την κοκκομετρική τους διαβάθμιση και το ποσοστό αργίλου , σχηματίστηκε ο Πίνακας 2 στον οποίον για κάθε δείγμα δίνεται η τιμή της αντοχής του, το ποσοστό του εδαφικού υλικού που διέρχεται από τα κόσκινα Νο 200, 60, 40, 10 και 4, (τιμή X ) καθώς και το ποσοστό της περιεχόμενης σ'αυτά αργίλου (Z). Από τα στοιχεία της έρευνας προσδιορίστηκε η εξίσωση που εκφράζει τη σχέση αντοχής CBR και της κοκκομετρικής διαβάθμισης (X) των εδαφών.

$$\text{CBR} = 6.353 - 0.011 X - 2.4 Z$$

και με συντελεστή συσχέτισης  $r = 0.913$  , συντελεστή προσδιορισμού  $R^2=0.863$ , adjust. coef = 0.827 και τυπικό σφάλμα  $st\ error=0.457$

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.Σχέση της αντοχής(CBR) με την κοκκομετρική διαβάθμιση X και το ποσοστό αργίλου Z των εδαφικών δειγμάτων

Εδαφικό Δείγμα	CBR	X	Z	Εδαφικό Δείγμα	CBR	X	Z
1	3	250	0.15	27	3	220	0.40
2	2	320	0.40	28	3	230	0.20
3	2	310	0.20	29	3	220	0.30
4	3	280	0.14	30	4	130	0.10
5	3	300	0.14	31	5	100	0.10
6	2	280	0.50	32	2	300	0.60
7	2	300	0.50	33	2	280	0.60
8	3	240	0.30	34	2	270	0.60
9	3	200	0.25	35	3	260	0.40
10	3	190	0.30	36	2	280	0.60
11	4	230	0.20	37	4	170	0.20
12	3	190	0.30	38	6	116	0.08
13	4	170	0.10	39	5	110	0.08
14	4	170	0.09	40	3	220	0.20
15	5	130	0.08	41	5	200	0.15
16	4	140	0.15	42	4	230	0.30
17	3	190	0.40	43	4	230	0.30
18	4	180	0.30	44	5	180	0.20
19	4	170	0.08	45	3	270	0.30
20	5	100	0.09	46	2	240	0.50
21	2	300	0.30	47	2	260	0.50
22	3	250	0.20	48	4	150	0.15
23	3	240	0.20	49	4	180	0.15
24	4	190	0.10	50	5	120	0.10
25	5	120	0.08	51	4	160	0.20
26	5	120	0.08				

#### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο Δάσος Πετρουλίου ορίστηκαν με τυχαία δειγματοληψία 51 θέσεις έρευνας.Από

αυτές πάρθηκαν εδαφικά δείγματα και γίναν οι βασικές εδαφομηχανικές έρευνες για να γίνει η ταξινόμησή τους. Ακολούθησαν τα πειράματα Proctor και CBR για τον υπολογισμό της βέλτιστης υγρασίας, μέγιστης ξηράς πυκνότητας και αντοχής τους. Από τα παραπάνω αποτελέσματα συμπεραίνεται ότι

1. Τα κυριότερα πετρώματα που συναντώνται είναι ο οφείτης, ο ασβεστόλιθος, οι σχιστόλιθοι, και στην μεγαλύτερη έκταση φλύσχης.

2. Ανευρέθηκαν 5 κατηγορίες εδαφών από εδαφομηχανικής άποψης (CH, CL, CL-ML, SC-CL, GC-CL)

3. Μόνο σε εδάφη πάνω από οφείτη η βατότητα είναι σε ικανοποιητικό βαθμό, ενώ σε όλα τα άλλα εδάφη, επειδή η αντοχή τους ποικίλλει από τιμές CBR = 2 μέχρι 5, και η βατότητά τους κυμαίνεται από κακή ως ικανοποιητική.

---

4. Υπό συνθήκες αυξημένων βροχοπτώσεων, ο ασβεστόλιθος ευνοεί την διατήρηση σε ξηρά κατάσταση του καταστρώματος των κατασκευαζόμενων δασοδρόμων σε ασβεστολιθικά πετρώματα. Ο φλύσχης αντίθετα δημιουργεί δυσμενείς συνθήκες τόσο στη βατότητα του καταστρώματος όσο και στη σταθεροποίηση των πρηνών.

5. Βρέθηκε ότι τα κοκκώδη εδάφη που παρουσιάζουν καλή κοκκομετρική διαβάθμιση παρουσιάζουν μικρά ποσοστά βέλτιστης υγρασίας ενώ αντίθετα εδάφη με κακή διαβάθμιση μεγάλα ποσοστά. Επίσης βρέθηκε ότι όσο μεγαλύτερη είναι η αντοχή του δείγματος τόσο μικρότερη είναι τιμή της μεταβλητής X και η τιμή του ποσοστού αργίλου.

6. Εδάφη με μικρό δείκτη πλαστικότητας δεν παρουσιάζουν πάντα υψηλή αντοχή, αφού αυτή σχετίζεται και με το όριο υδαρότητας.

Soil mechanic data base for opening up and road construction

Pan. Eskioglou\*

#### SUMMARY

The role of the soil in the road construction is so defining that the collection of as much as possible elements about it, helps in its economical and in its resilience. With this paper an effort starts, in order one fully soil mechanic map of forest soils of the country to be created, depending on facts from the soils of Pertuli. After the end of the research for each area, an completed view of the soils will be given, that will contain the rock, the minearalogical forming of the clay, the Atterberg limits, their bearing capacity, the results of Proctor experiment and finally their classification. Also for each area the relation between the capacity and the graduation and their inclusiveness in clay, which is expressed with arithmetical equalization are determined.

\*Associate professor . Lab. of Forest engineering. Tel. 998974

---

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αλεξιάδης , Κ. 1975. Ορυκτά της αργίλου των Ελληνικών εδαφών. Θεσ/νίκη
- Erdas, O. 1976. Bodenmechanische Probleme der Befahrbarkeit, der Bodentragfähigkeit und des Holzruckens in natürlichen Boden des schweizerischen Mittellandes. E.T.H. Diss. Dr. 5830, Zurich
- Εσκίογλου, Παν. 1991. Οικονομικά και ανθεκτικά οδοστρώματα στα ορεινά δάση της Ελλάδος. Διδακτορική Διατριβή .Θεσσαλονίκη.
- Εσκίογλου, Π. 1992. Το έδαφος σαν παράγοντας διάνοιξης και κατασκευής οδοστρωμάτων στο δάσος . Επιστημονική Επετηρίδα Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. Τόμος ΛΔ/1 αρ.25 σελ.722-733
- Kuonen, V.1983. Wald - und Guterstrassen. Eigenverlag des Verfassers , Zurich.
- Κόλλιας, Στ. 1980. Εισαγωγή στην Στατιστική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων εδαφομηχανικής στην Οδοποιία. Αθήνα
- Loffler, H. 1983. Risiken moderner forstlicher Arbeitsverfahren fur boden und Bestand. Forstw. Cbl. 102(2), S.65 -148.
- Μαρσέλος, Ν. 1998 Δοκιμές CBR, Proctor (Σεμινάριο ΤΕΕ Εδαφομηχανικής και οδοστρωμάτων) Αθήνα
- Παπαμίχος, Ν. 1979. Εδαφικές συνθήκες δάσους Πετρουλίου .Θεσσαλονίκη
- Rush, E.S.1968 Traficability tests with a Two -Wheel -drive Industrial Tractor, Transactions of the ASAE,
- Σπηλιόπουλος, Κ. 1980. Εφαρμογή της τυχαίας δειγματοληψίας εδαφών στη μελέτη οδών. Αθήνα.
- Στεργιάδης, Γ. 1973. Το οδικό δίκτυο του Πανεπιστημιακού δάσους Πετρουλίου . Επιστημονική Επετηρίδα Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. Τόμος Α.σελ. 45 - 110
- Στεργιάδης, Γ. 1985. Εδαφομηχανικές συνθήκες και προβλήματα κατασκευής στους δασικούς δρόμους Επιστημονική Επετηρίδα Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. Τόμος Δ./85 σελ. 238 - 265
- Terzacki, K. , P. Peck . 1968 .Εφαρμοσμένη Εδαφομηχανική .Εκδόσεις Γκιούρδας .Αθήνα
- Τσώτσος ,Στ. 1995. Εδαφομηχανική και Θεμελίωσεις.Πανεπιστημιακές Παραδόσεις . Εκδόσεις Κυριακίδη . Θεσσαλονίκη.



ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Πέτρωμα, μηχανικές ιδιότητες, αντοχή και τύπος εδάφους κατά θέσεις έρευνας

Εδαφικό Δείγμα	Πέτρωμα	WL	IP	W%	γd gr/ cm <sup>3</sup>	CBR	Τύπος Εδάφους
1	Ασβεστόλιθος	35	15	16	1.75	3	CL
2	>>	57	32	23	1.6	2	CH
3	>>	58	30	23	1.6	2	CH
4	>>	20	8	10	1.9	3	CL - ML
5	Φλύσσης	37	17	16	1.8	3	CL
6	>>	52	33	18	1.75	2	CH
7	Ασβεστόλιθος	62	39	21	1.7	2	CH
8	>>	49	32	16	1.7	3	CL
9	>>	38	18	16	1.8	3	CL
10	>>	35	17	15	1.75	3	CL
11	Φλύσσης	30	11	14	1.8	4	SC-CL
12	>>	34	16	15	1.75	3	CL
13	>>	40	17	18	1.85	4	SC-CL
14	>>	40	12	13	1.5	4	SC-CL
15	Σχιστόλιθος	25	10	13	1.85	5	SC-CL
16	>>	28	12	16	1.8	4	SC-CL
17	Φλύσσης	40	21	16	1.8	3	CL
18	>>	38	22	17	1.75	4	GC-CL
19	Ασβεστόλιθος	26	7	10	1.9	4	CL-ML
20	Φλύσσης	36	15	14	1.85	5	GC-CL
21	Ασβεστόλιθος	55	30	22	1.65	2	CH
22	>>	35	21	13	1.8	3	CL
23	>>	36	19	14	1.8	3	CL
24	Φλύσσης	25	12	16	1.75	4	SC-CL
25	>>	30	7	11	1.9	5	GC-CL
26	>>	34	9	12	2	5	GC-CL
27	>>	49	32	18	1.8	3	CL
28	>>	40	25	15	1.7	3	CL
29	Οφείτης	27	10	12	1.7	3	SC-CL
30	>>	29	12	13	1.6	4	GC-CL
31	>>	38	16	14	1.9	5	GC-CL
32	Φλύσσης	62	35	22	1.8	2	CH
33	>>	52	20	18	1.7	2	CH
34	>>	72	31	26	1.45	2	CH
35	>>	43	26	19	1.65	3	CL
36	>>	46	30	22	1.6	2	CL
37	>>	35	18	15	1.8	4	CL
38	>>	22	8	11	1.9	6	CL-ML
39	>>	23	8	11	1.8	5	CL-ML
40	>>	38	20	15	1.7	3	CL
41	>>	30	15	13	1.8	5	SC-CL
42	>>	33	18	14	1.6	4	GC-CL
43	>>	32	13	13	1.65	4	GC-CL
44	>>	33	11	15	1.8	5	GC-CL
45	Ασβεστόλιθος	37	21	13	1.6	3	CL
46	>>	36	17	17	1.7	2	CL
47	>>	55	32	20	1.6	2	CH
48	Φλύσσης	24	10	18	1.8	4	SC-CL
49	>>	41	23	15	1.7	4	GC-CL
50	>>	32	14	14.5	1.8	5	GC-CL
51	>>	37	16	15.5	1.7	4	GC-CL

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Σχέση της αντοχής(CBR) με την κοκκομετρική διαβάθμιση X και το ποσοστό αργίλου Z των εδαφικών δειγμάτων

Εδαφικό Δείγμα	CBR	X	Z	Εδαφικό Δείγμα	CBR	X	Z
1	3	250	0.15	27	3	220	0.40
2	2	320	0.40	28	3	230	0.20
3	2	310	0.20	29	3	220	0.30
4	3	280	0.14	30	4	130	0.10
5	3	300	0.14	31	5	100	0.10
6	2	280	0.50	32	2	300	0.60
7	2	300	0.50	33	2	280	0.60
8	3	240	0.30	34	2	270	0.60
9	3	200	0.25	35	3	260	0.40
10	3	190	0.30	36	2	280	0.60
11	4	230	0.20	37	4	170	0.20
12	3	190	0.30	38	6	116	0.08
13	4	170	0.10	39	5	110	0.08
14	4	170	0.09	40	3	220	0.20
15	5	130	0.08	41	5	200	0.15
16	4	140	0.15	42	4	230	0.30
17	3	190	0.40	43	4	230	0.30
18	4	180	0.30	44	5	180	0.20
19	4	170	0.08	45	3	270	0.30
20	5	100	0.09	46	2	240	0.50
21	2	300	0.30	47	2	260	0.50
22	3	250	0.20	48	4	150	0.15
23	3	240	0.20	49	4	180	0.15
24	4	190	0.10	50	5	120	0.10
25	5	120	0.08	51	4	160	0.20
26	5	120	0.08				





