



Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΧΩΜΑΤΙΣΜΩΝ



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΗΛΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ

ΚΑΛΙΑΜΠΕΤΣΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

Καρακικές Ιωάννης

Βόλος Δεκέμβριος 2011

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή της σχολής Πολιτικών Μηχανικών κ. Ηλιού Νικόλαο και τον επιστημονικό συνεργάτη κ. Καλιαμπέτσο Γεώργιο για την αμέριστη βοήθεια και συμπαράσταση που μου παρείχαν καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας, ώστε να γίνει εφικτή η πραγματοποίησή της.

Επίσης τις ευχαριστίες μου θα ήθελα να εκφράσω στους γονείς μου και την αδερφή μου, για την υποστήριξη και την εμπιστοσύνη που μου έδειξαν όλα αυτά τα χρόνια.

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	4
2.ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΦΑΡΜΟΣΤΕΩΝ ΜΗΚΩΝ	5
2.1 ΓΕΝΙΚΑ	5
2.2 Ανάλυση Περιπτώσεων	6
3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ.....	10
3.1 ΓΕΝΙΚΑ	10
3.2 Τυπική διατομή	11
3.3 Εύρεση υφιστάμενων έργων οδοποιίας.....	13
3.4 Υπολογισμός χωματισμών σε διάφορες πυκνώσεις	23
3.5 Υπολογισμός αποτελεσμάτων σε πύκνωση ανά 20 m με λ/4.....	23
3.6 Σύγκριση των αποτελεσμάτων πύκνωσης ανά 20 m.....	25
3.7 Επεξεργασία αποτελεσμάτων για προσδιορισμό κριτηρίων	26
4. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ –ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	31
4.1 Σύγκριση αποτελεσμάτων των δυο μεθόδων	31
4.2 Σύγκριση μεθόδων συναρτήσει διάφορων παραμέτρων.....	33
4.3 Τελικά συμπεράσματα	36
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	40
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.....	40
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ.....	48
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ	52
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV	56
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V	64
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	65

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Για τον υπολογισμό των όγκων των χωματισμών σε έργα οδοποιίας χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι, οι περισσότερες από τις οποίες βασίζονται στη χρήση των διατομών, (κατά πλάτος τομές κάθετες στον άξονα της οδού), σε χαρακτηριστικές θέσεις. Στο στάδιο οριστικής μελέτης, οι διατομές λαμβάνονται ανά 15-20 μέτρα στην ευθυγραμμία αλλά πυκνότερα στις καμπύλες (10 μέτρα) και σε περιοχές που απαιτούν λεπτομερή εξέταση. Για τον καθορισμό του όγκου των χωματισμών χρησιμοποιούνται συνήθως οι μέθοδοι των μέσων επιφανειών και **των εφαρμοστέων μηκών**. Η τελευταία είναι αυτή που θα χρησιμοποιήσουμε για να κάνουμε την σύγκριση. Στο κεφάλαιο 2, περιγράφεται τι είναι ακριβώς αυτή η μέθοδος και πως λειτουργεί.

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να συγκρίνουμε εάν το εφαρμοστέο μήκος* ανάμεσα σε δύο διαδοχικές διατομές, είτε αφορά όρυγμα είτε επίχωμα, πρέπει να υπολογίζεται με χρήση του $\lambda/4$ ή κάνοντας χρήση του $\lambda/2$ σε όλες τις περιπτώσεις (ανεξάρτητα από το εάν πηγαίνουμε από μία διατομή που έχει όρυγμα (επίχωμα) σε μία διατομή που δεν έχει/έχει όρυγμα (επίχωμα)). Επίσης, να προσδιορίσουμε εκείνα τα κριτήρια που υποδεικνύουν ποτέ ο ένας τρόπος ($\lambda/2$ παντού) είναι πιο κοντά στην πραγματικότητα σε σχέση με τη χρήση του $\lambda/4$.

Στο κεφάλαιο 3 αναφέρονται λεπτομερώς, οι ενέργειες που έγιναν προκειμένου να πραγματοποιηθεί η σύγκριση των μεθόδων. Το σύνολο των εργασιών παρατίθεται βήμα-βήμα, ξεκινώντας από την παρουσίαση των έργων που επιλέχθηκαν για να μας βοηθήσουν έως παραστατικά γραφήματα ενός έργου-παραδείγματος για την καλύτερη κατανόηση.

Το κεφάλαιο 4 περιέχει όλα τα χρήσιμα συμπεράσματα που απορρέουν από την παραπάνω επεξεργασία. Τα αποτελέσματα και εδώ απεικονίζονται σε γραφήματα είτε συγκεντρωτικά, είτε μεμονωμένα με πλήρη σχολιασμό.

Τέλος, το παράρτημα χωρίζεται σε τέσσερα μέρη. Το κάθε ένα περιέχει χρήσιμα γραφήματα που προέκυψαν από την επεξεργασία όλων των έργων και οδηγούν σε χρήσιμα συμπεράσματα μιας και καλύπτουν όλες τις εξεταστέες περιπτώσεις.

*εφαρμοστέο μήκος ορίζεται ως το ημίαθροισμα μηκών εκατέρωθεν μιας διατομής

2. ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΦΑΡΜΟΣΤΕΩΝ ΜΗΚΩΝ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Σύμφωνα με τη μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών, οι επιφάνειες των ορυγμάτων (O_i) και επιχωμάτων (E_i) κάθε διατομής παριστάνονται σε ορθογώνιο σύστημα αξόνων ως τεταγμένες (θετικές για τα ορύγματα και αρνητικές για τα επιχώματα) και οι μεταξύ αυτών αποστάσεις ως τετμημένες. Έτσι κατασκευάζεται το διάγραμμα επιφανειών για όλο το μήκος ή τμήμα της οδού.

Στην συνέχεια θεωρούνται τα εφαρμοστέα μήκη $\lambda_1/2$, $(\lambda_1+\lambda_2)/2$, $(\lambda_2+\lambda_3)/2$ τα οποία πολλαπλασιαζόμενα με τις αντίστοιχες επιφάνειες, δίνουν τον όγκο των χωματισμών.

Σημειώνεται ότι η μέθοδος αυτή επιτάσσει ότι σε δύο διαδοχικές διατομές όπου η μία βρίσκεται σε όρυγμα (επίχωμα) και η άλλη έχει μηδενικό όρυγμα (επίχωμα), το εφαρμοστέο μήκος να λαμβάνεται ίσο με $\lambda/4$.

Ο όρος εφαρμοστέα μήκη αναφέρεται στον πολλαπλασιασμό τους με τις αντίστοιχες επιφάνειες O_1 , O_2 , O_3 , κ.λπ.. (ή E_1 , E_2 , E_3 κ.λπ..) οπότε προκύπτει ο τελικός όγκος V_{or} όπως φαίνεται στην παρακάτω σχέση:

$$V_{or}=O_1*\lambda_1/2+O_2*(\lambda_1+\lambda_2)/2+O_3*(\lambda_2+\lambda_3)/2+...$$

Όπου,

O_1 , O_2 , O_3 είναι οι επιφάνειες των ορυγμάτων και,

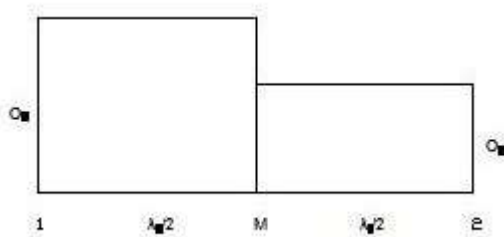
E_1 , E_2 , E_3 είναι οι επιφάνειες των επιχωμάτων

λ_1 , λ_2 , λ_3 μήκη ανάμεσα στις διατομές

2.2 Ανάλυση Περιπτώσεων

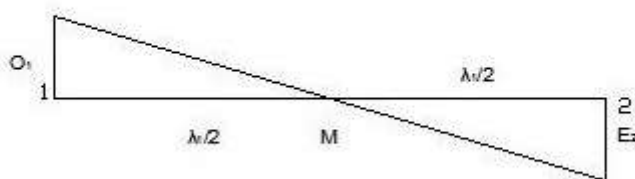
Έτσι με απλούς συλλογισμούς και σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν, για κάθε περίπτωση έχουμε:

A) όταν και οι δύο διατομές είναι σε όρυγμα (ή επίχωμα), ο όγκος μεταξύ των διατομών είναι:



$$V_{op} = O_1 * \lambda_1 / 2 + O_2 * \lambda_1 / 2$$

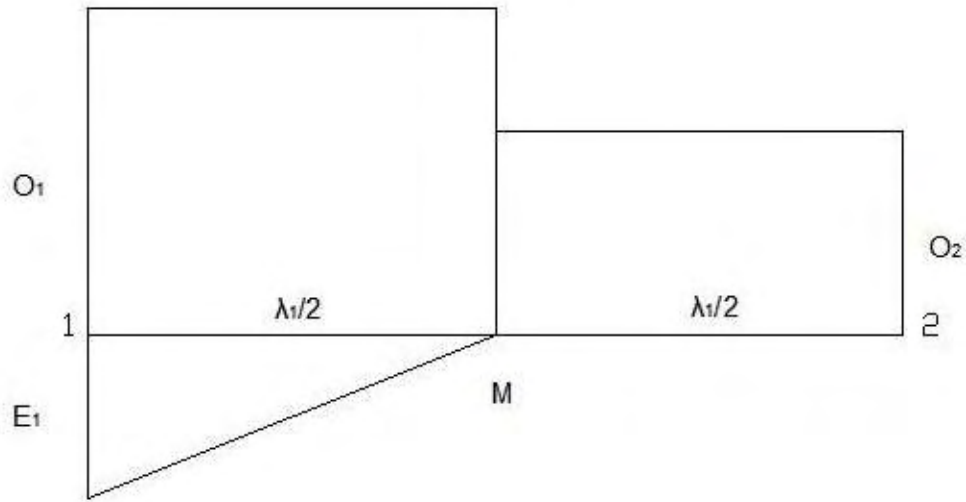
B) Όταν η μία διατομή βρίσκεται ολόκληρη σε όρυγμα και η άλλη ολόκληρη σε επίχωμα, ο όγκος μεταξύ των διατομών είναι:



$$V_{op} = O_1 * \lambda_1 / 4 \quad V_{επιχ} = E_2 * \lambda_1 / 4$$

Θεωρούμε ότι η αλλαγή από επίχωμα σε όρυγμα ή αντίστροφα γίνεται στο μέσον.
 Μια υπόθεση που μοιάζει λογική.

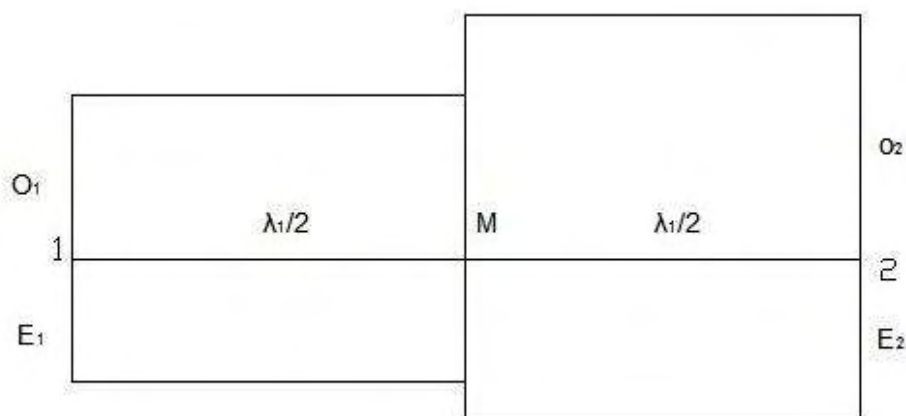
Γ) Όταν η μία διατομή είναι μικτή και η άλλη ολόκληρη σε όρυγμα (ή επίχωμα), ο όγκος μεταξύ των διατομών είναι:



$$V_{op} = O_1 * \lambda_1 / 2 + O_2 * \lambda_1 / 2 \quad V_{επιχ} = E_1 * \lambda_1 / 4$$

Θεωρούμε ότι το επίχωμα φτάνει μέχρι το μέσο. Από αυτήν την θεώρηση προκύπτει και ο υπολογισμός του $\lambda/4$. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι η υπόθεση αυτή δεν είναι πάντα λογική.

Δ) Όταν και οι δύο διατομές είναι μικτές, ο όγκος μεταξύ των διατομών είναι:



$$V_{op} = O_1 * \lambda_1 / 2 + O_2 * \lambda_1 / 2 \quad V_{επιχ} = E_1 * \lambda_1 / 2 + E_2 * \lambda_1 / 2$$

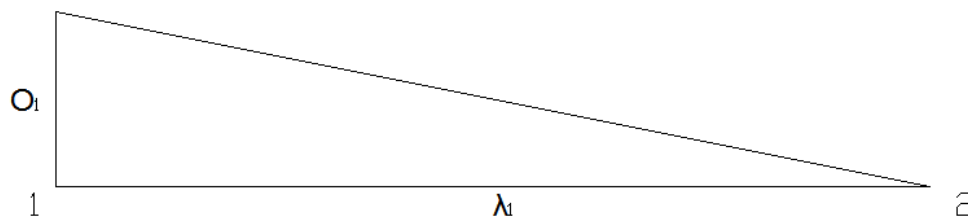
Ωστόσο το παραπάνω, δεν απαντά στην περίπτωση που η μία διατομή βρίσκεται σε επίχωμα αριστερά και όρυγμα δεξιά ή αντίστροφα, όπως φαίνεται παρακάτω.



Εδώ θα μπορούσε να θεωρηθεί σαν δύο διατάξεις μεμονομένες και να αντιμετωπισθεί όπως έχει ήδη περιγραφεί στη Β) περίπτωση.

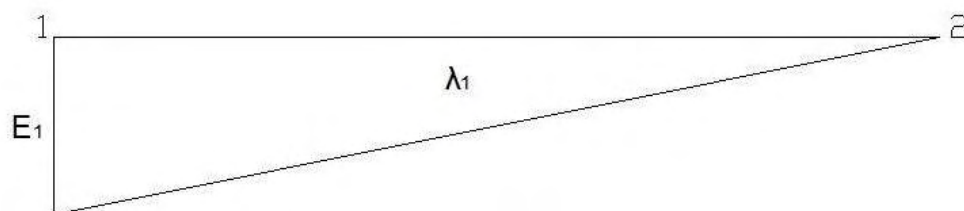
Ε) Όταν μία από τις δύο διαδοχικές διατομές είναι μηδενική, τότε ο όγκος:

- Η πρώτη σε όρυγμα



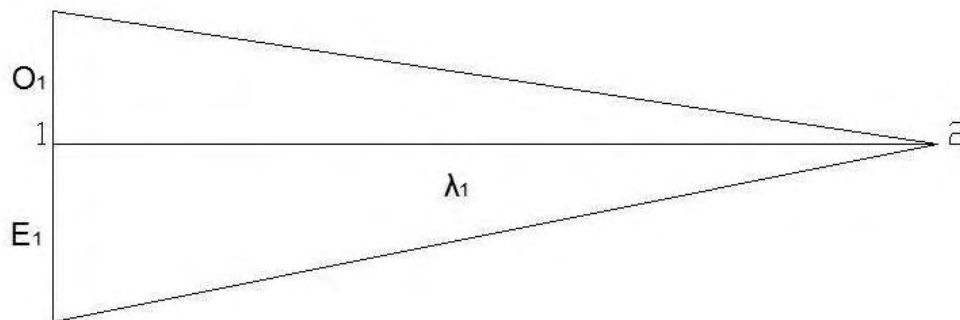
$$V_{op} = O_1 * \lambda_1 / 2$$

- Η πρώτη σε επίχωμα



$$V_{επιχ} = E_1 * \lambda_1 / 2$$

-Η πρώτη μικτή



$$V_{op} = O_1 * \lambda_1 / 2$$

$$V_{επιχ} = E_1 * \lambda_1 / 2$$

Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει ο ακόλουθος πρακτικός κανόνας (ανάλογος με τον προηγούμενο):

Για τον υπολογισμό του όγκου των χωματισμών πρέπει να εφαρμόζουμε το γενικό τύπο:

$$V_{op} = O_1 * \lambda_1 / 2 + O_2 * (\lambda_1 + \lambda_2) / 2 + \dots$$

Όταν όμως πρόκειται για διατομές, οι οποίες γειτονεύουν με διατομές με μηδενικό όρυγμα ή με μηδενικό επίχωμα, τοποθετούμε $\lambda/4$ αντί $\lambda/2$ εκτός από τη περίπτωση όπου το όρυγμα και το επίχωμα είναι μηδέν, οπότε τίθεται $\lambda/2$.

3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τα βήματα που ακολουθούνται ούτως ώστε να εκπληρώσουμε τον σκοπό της εργασίας, συνοπτικά είναι:

- α. εύρεση υφιστάμενων έργων οδοποιίας με δεδομένη οριζόντια και κατακόρυφη χάραξη
- β. υπολογισμός των χωματισμών των έργων σε πύκνωση διατομών ανά 20, 10, 5, 1* μέτρα με την βοήθεια του προγράμματος *anadelta tessera***
- γ. υπολογισμός των αποτελεσμάτων για πύκνωση ανά 20 μέτρα με χρήση του λ/4
- δ. σύγκριση των αποτελεσμάτων πύκνωσης ανά 20 μέτρα με χρήση και με μη χρήση του λ/4
- ε. επεξεργασία στοιχείων ή αποτελεσμάτων που προκύπτουν για τον προσδιορισμό κριτηρίων επιλογής τρόπου

* ανάμεσα σε δύο διατομές δεν γνωρίζουμε πως θα είναι το έδαφος, άρα το ακριβέστερο είναι να λαμβάνουμε διατομές όσο πιο κοντά γίνεται. Εμείς επιλέξαμε να θεωρήσουμε ως ακριβέστερο την πύκνωση ανά ένα μέτρο. Ο λόγος που κάνουμε πύκνωση διατομών ανά 10 και 5 μέτρα είναι για να δούμε πως συγκλίνουν τα αποτελέσματα από τις διάφορες πυκνώσεις.

** ο υπολογισμός μέσω του προγράμματος γίνεται χωρίς τη χρήση λ/4

3.2 Τυπική διατομή

Πρέπει να αναφερθεί σε αυτό το σημείο ότι η τυπική διατομή*** που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό των χωματισμών είναι η (η1,η2,ε2). Ο λόγος που επιλέχθηκε αυτή σαν τυπική διατομή, είναι διότι πρόκειται για μια απλή διατομή με την οποία δεν θα αντιμετωπίζαμε προβλήματα υπολογισμού τομών κ.α..

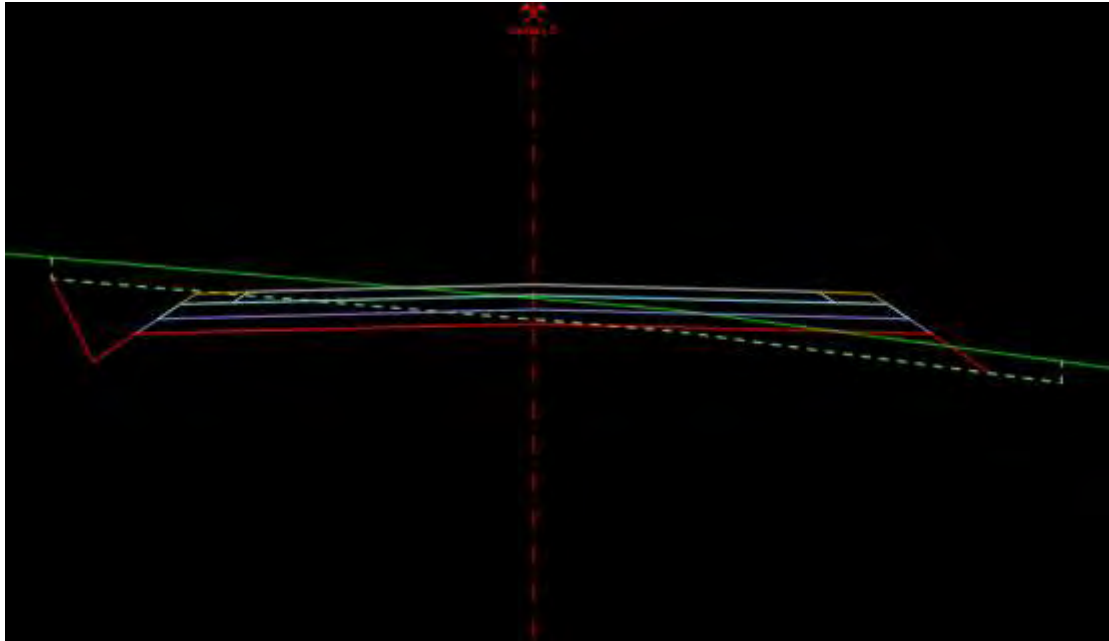
Πίνακας : Τυπικές Διατομές Υπεραστικού Οδικού Δικτύου – Πεδίο Εφαρμογής

Κατηγορία οδού	Πεδίο Εφαρμογής	α4vσ α4v*σ (1)	β4v*	β(2+1)v* β2+1 (2)	β2 γ2	ε2	η2 η1
1	2	3	4	5	6	7	8
A I	<ul style="list-style-type: none"> Αυτοκινητόδρομος Οδός ταχείας κυκλοφορίας 	✓		✓			
A II	<ul style="list-style-type: none"> Οδός μεταξύ νομών / επαρχιών 		✓	✓	✓		
A III	<ul style="list-style-type: none"> Οδός μεταξύ επαρχιών / οικισμών 		✓		✓		
A IV	<ul style="list-style-type: none"> Οδός μεταξύ μικρών οικισμών Συλλεκτήρια οδός 					✓	
A V	<ul style="list-style-type: none"> Δευτερεύουσα οδός Αγροτική οδός 					✓	
A VI	<ul style="list-style-type: none"> Τριτεύουσα οδός Δασική οδός 						✓

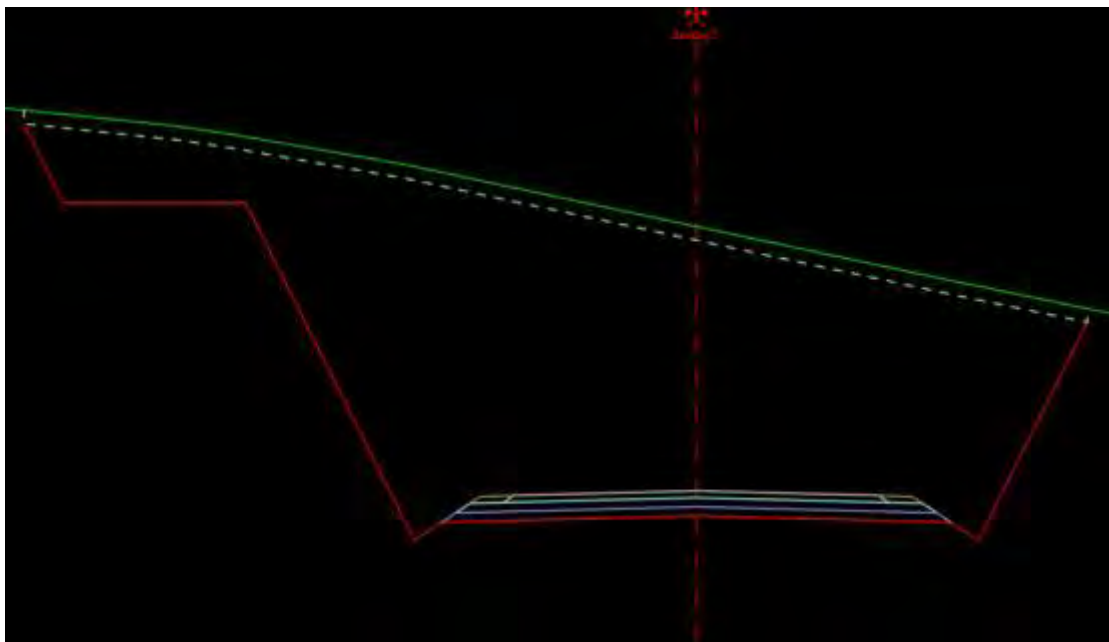
Όπως φαίνεται και από τον παραπάνω πίνακα η τυπική διατομή που χρησιμοποιήσαμε προτείνεται σε οδούς μεταξύ μικρών οικισμών έως και δασικές οδούς.

*** Με τον όρο τυπική διατομή εννοούμε τον καθορισμό της μορφής της διατομής μιας οδού, με όλα τα στοιχεία που τη συνθέτουν, τις διαστάσεις και τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες αυτών, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν στο σχεδιασμό και την κατασκευή της οδού.

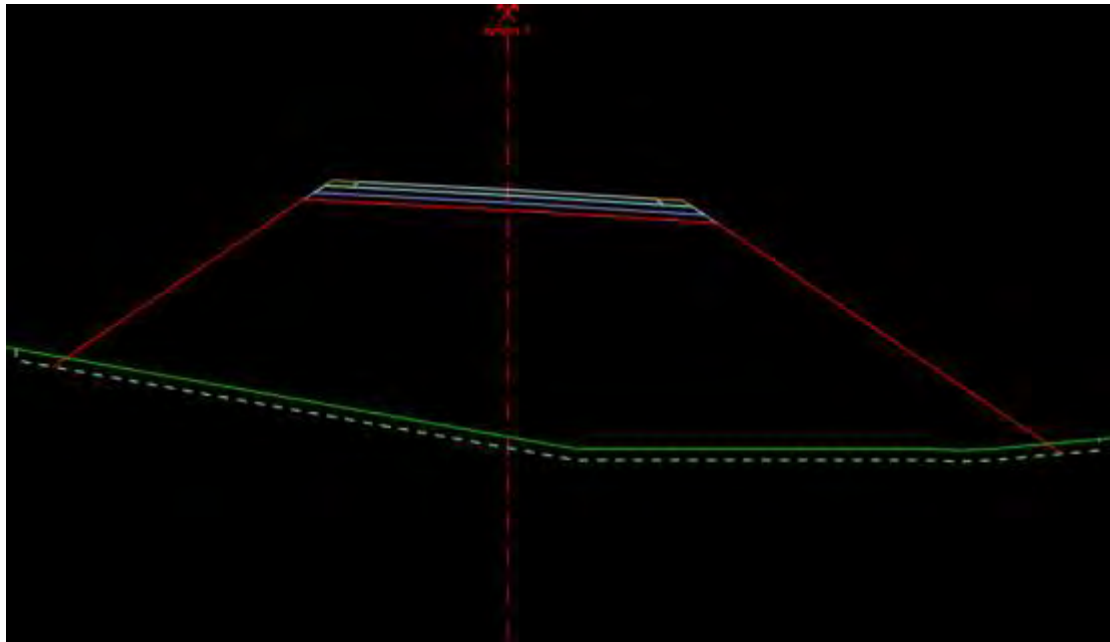
Μεικτή διατομή



Διατομή σε όρυγμα

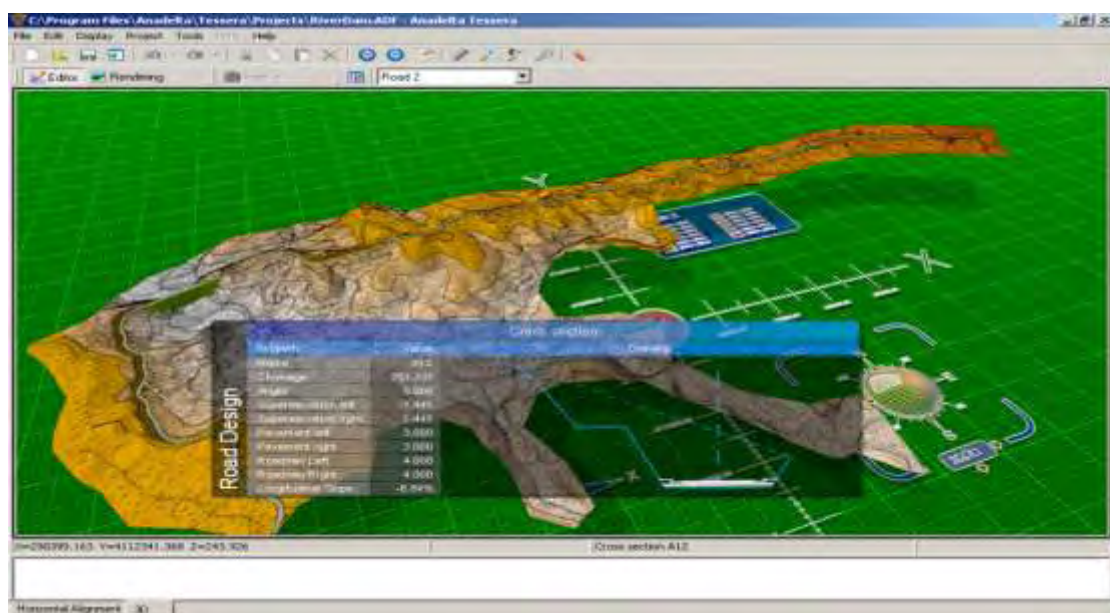


Διατομή σε επίχωμα



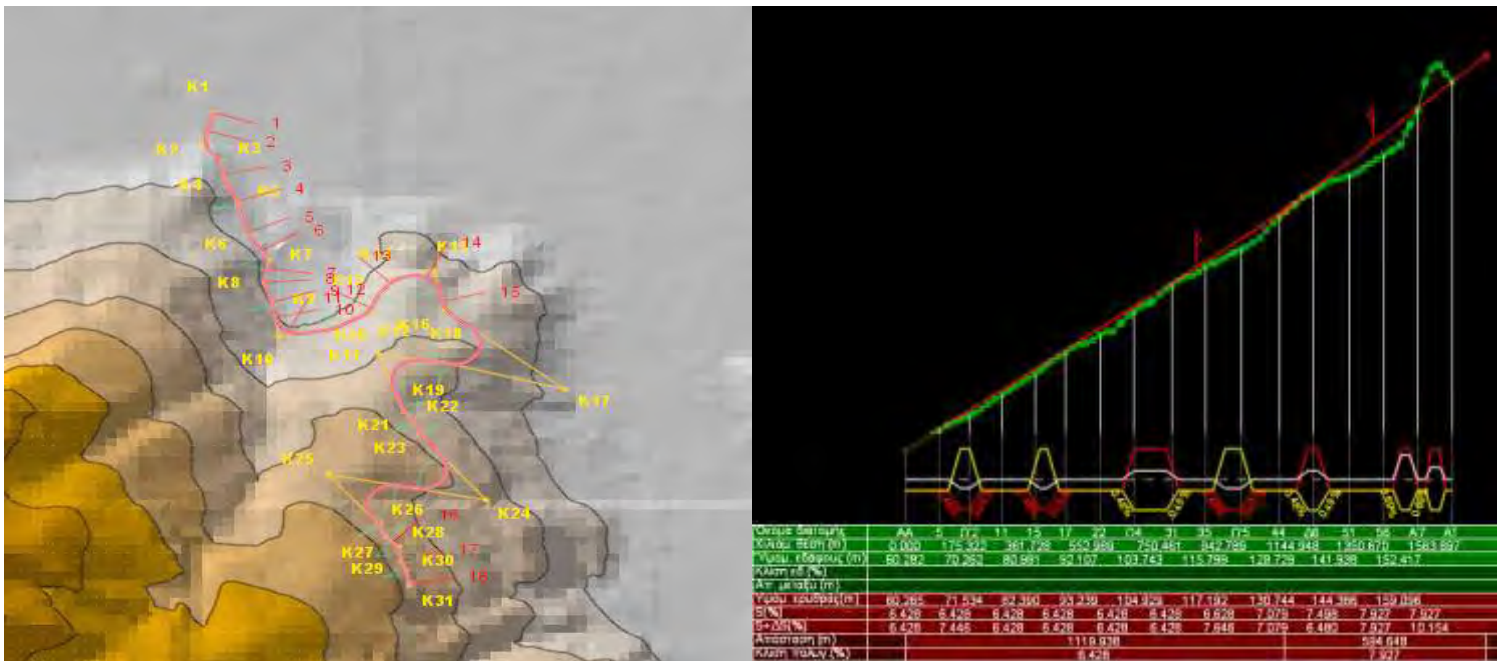
3.3 Εύρεση υφιστάμενων έργων οδοποιίας

Τα εννέα (9) έργα που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπλήρωση της εργασίας δόθηκαν εξ ολοκλήρου από το εργαστήριο οδοποιίας. Πρόκειται για μελέτες υφιστάμενες που περιλαμβάνουν τα εδάφη, τις χαράξεις, τους δρόμους (οριζοντιογραφία, μηκοτομή, διατομές). Οι μελέτες αυτές δόθηκαν σε ηλεκτρονική μορφή σε αρχεία τύπου *.ADF .



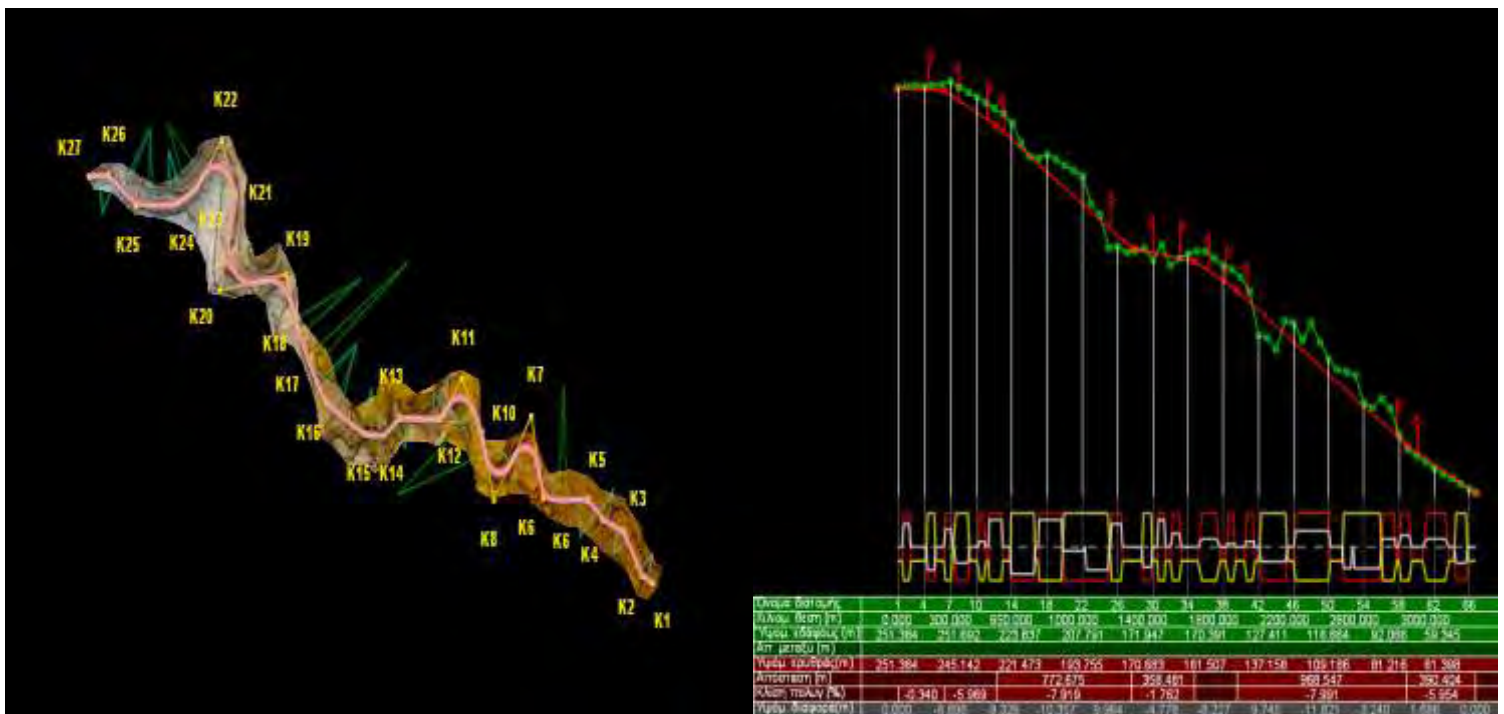
1.

έργο	ELLINOP
Χιλιόμετρα (m)	3760,5
κορυφές οριζοντιογραφίας	31
διατομή	η1,η2,ε2
ημιπλάτος διατομών (m)	4,25



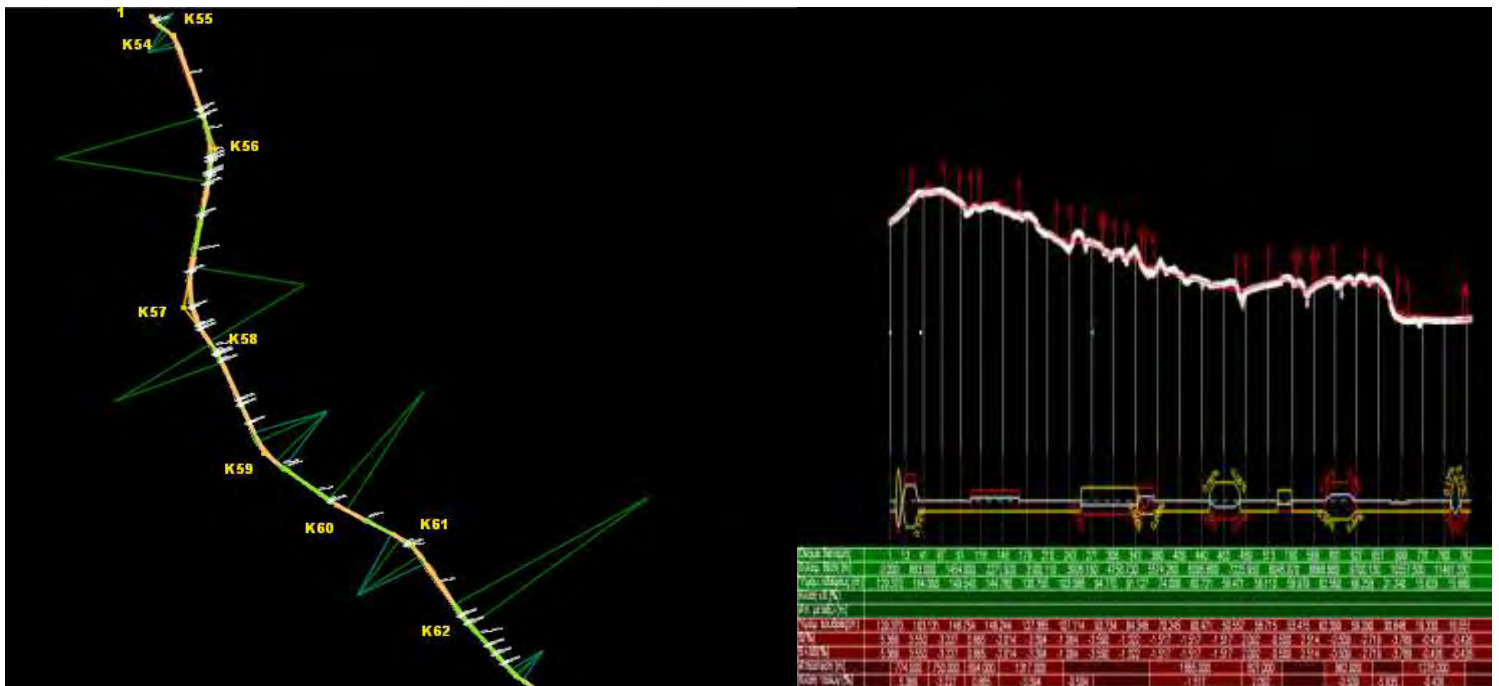
2.

έργο	ENVIR
Χιλιόμετρα (m)	3286,44
κορυφές οριζοντιογραφίας	27
διατομή	η1,η2,ε2
ημιπλάτος διατομών (m)	4,50



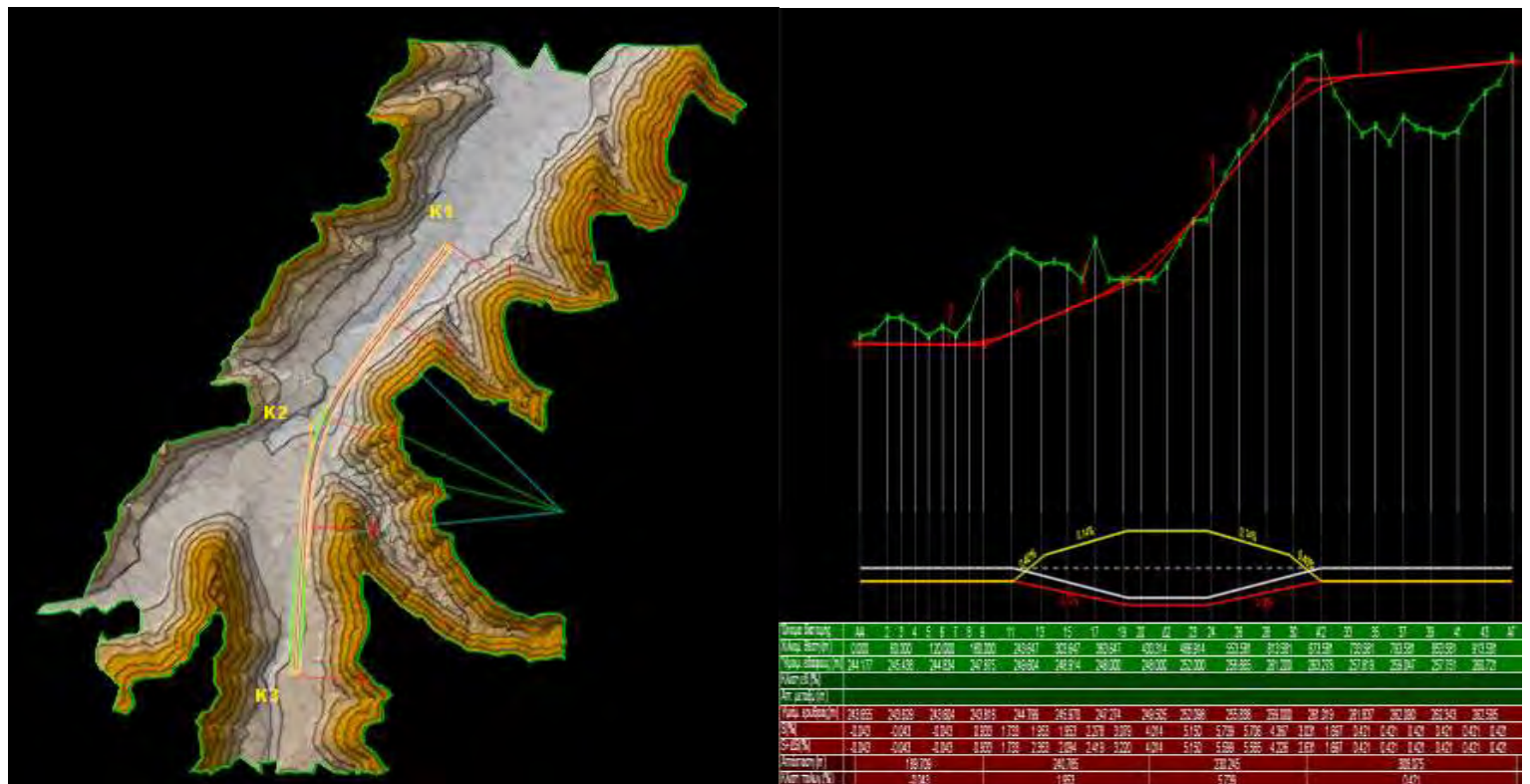
3.

έργο	METRO
Χιλιόμετρα (m)	11844,64
κορυφές οριζοντιογραφίας	12
διατομή	η1,η2,ε2
ημιπλάτος διατομών (m)	6,00



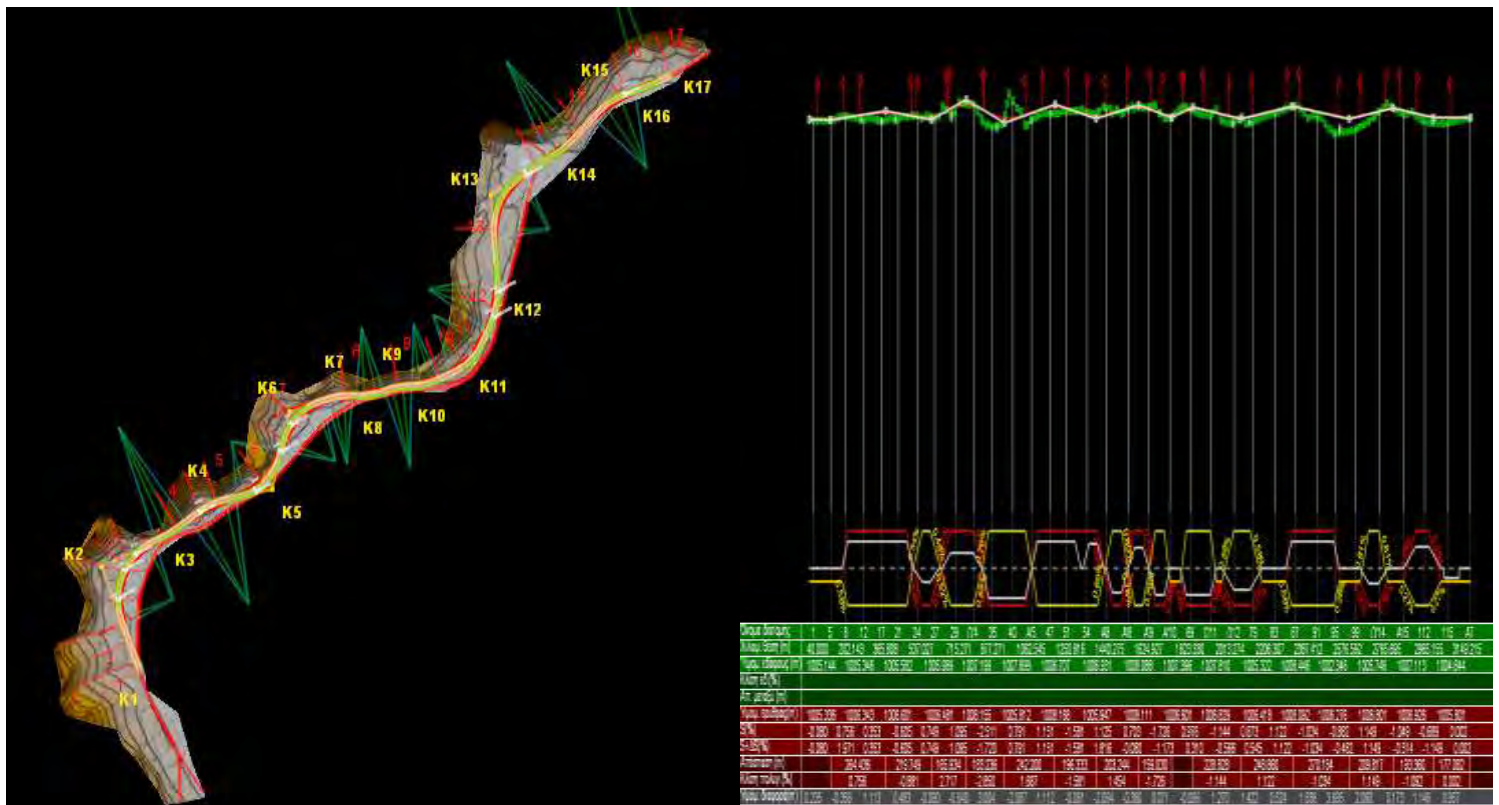
6.

έργο	demo_3
Χιλιόμετρα (m)	952,76
κορυφές οριζοντιογραφίας	3
διατομή	η1,η2,ε2
ημιπλάτος διατομών (m)	6,25



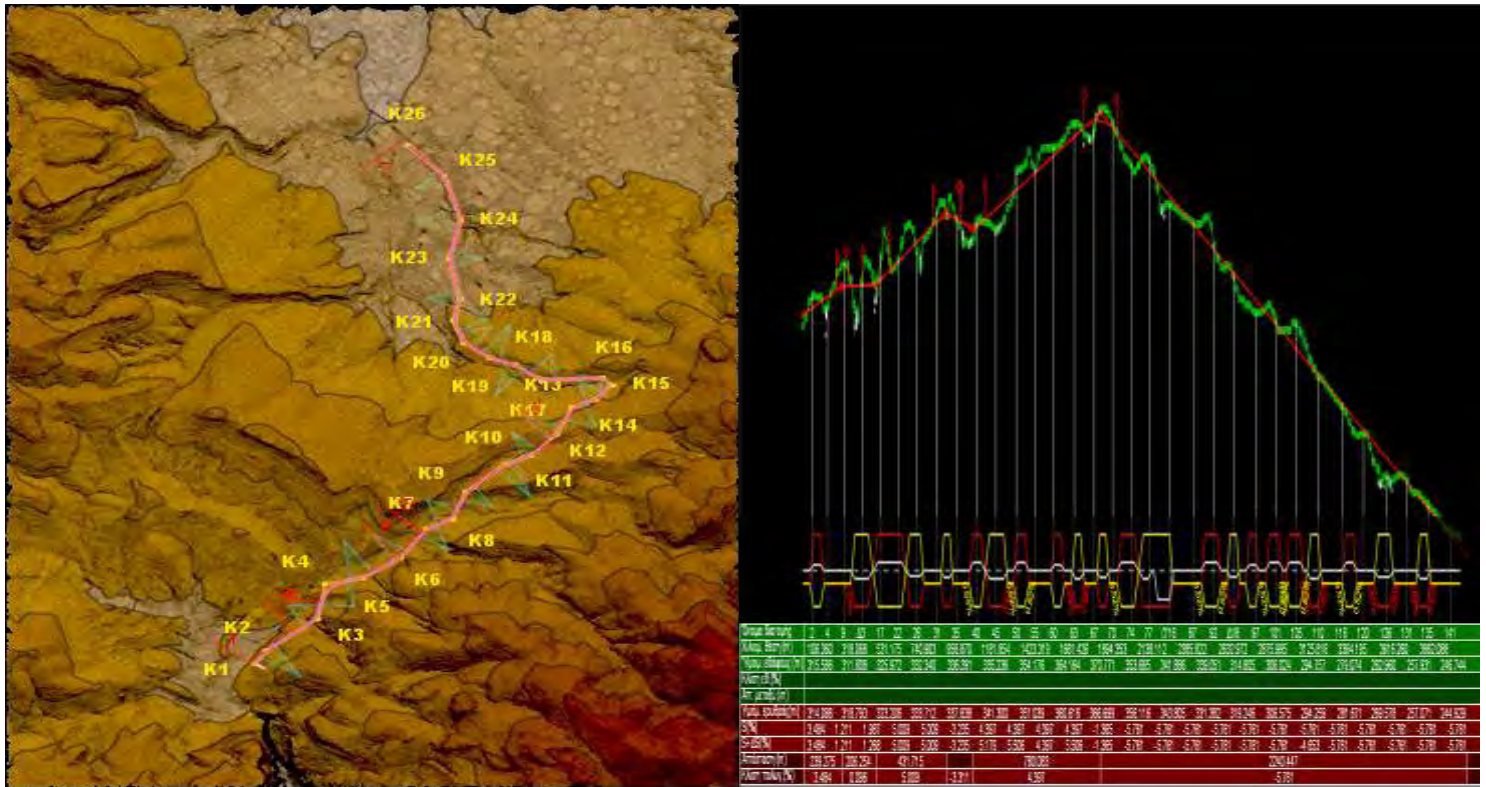
7.

έργο	ΚΑΛΛΙΠΕΥΚΗ
Χιλιόμετρα (m)	3163,73
κορυφές οριζοντιογραφίας	17
διατομή	η1,η2,ε2
ημιπλάτος διατομών (m)	5,00



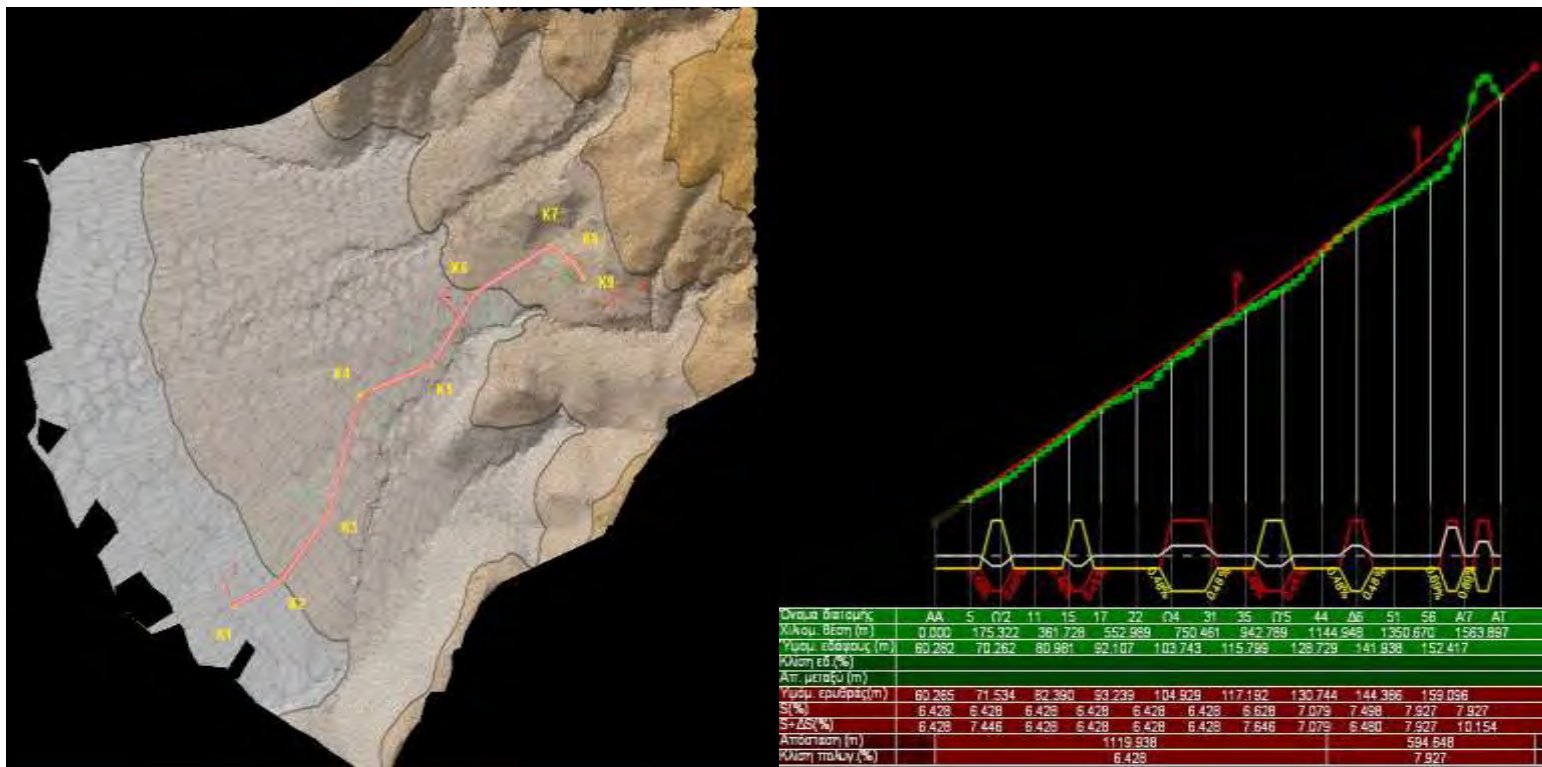
8.

έργο	Crete_sec
Χιλιόμετρα (m)	4021,61
κορυφές οριζοντιογραφίας	26
διατομή	η1,η2,ε2
ημιπλάτος διατομών (m)	4,00



9.

έργο	ΠΗΛΙΟ_first
Χιλιόμετρα (m)	1613,17
κορυφές οριζοντιογραφίας	9
διατομή	η1,η2,ε2
ημιπλάτος διατομών (m)	4,75



Τα παρακάτω βήματα θα γίνουν πιο κατανοητά με την βοήθεια ενός παραδείγματος (ΕΡΓΟ: ELLINOP).

3.4 Υπολογισμός χωματισμών σε διάφορες πυκνώσεις

Αναλυτικότερα σε κάθε έργο έγινε πύκνωση διατομών στην οριζοντιογραφία ανά 20, 10, 5 και 1 μέτρο. Ακολούθησε ο υπολογισμός των χωματουργικών των διατομών με την απλοποιημένη μέθοδο λ/2 και τα αποτελέσματα αποθηκεύτηκαν σε ξεχωριστά αρχεία excel.

(ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ELLINOP)

		ΠΥΚΝΩΣΗ ΑΝΑ (m)			
		ΜΕ ΧΡΗΣΗ			
		λ/2			
		20	10	5	1
ELLINOP	ΟΡΥΓΜΑΤΑ (m ³)	110817,00	110263,50	110207,50	110050,90
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	50730,03	51122,13	51146,25	51154,82

3.5 Υπολογισμός αποτελεσμάτων σε πύκνωση ανά 20 m με λ/4

Σε κάθε επιμέρους έργο, πάμε στο excel που δημιουργήθηκε με τον υπολογισμό των χωματουργικών για πύκνωση ανά 20 μέτρα. Έπειτα, χρησιμοποιούμε μία φόρμουλα υπολογισμού των όγκων χωματισμών σύμφωνα με την επικρατούσα μέθοδο υπολογισμού χωματισμών των εφαρμοστέων μηκών. Η φόρμουλα αυτή, όπως ήδη έχει αναφερθεί και παραπάνω, έχει τον παρακάτω τύπο και ' δουλεύει ' με τον εξής τρόπο:

$$=IF(E12>0; C13/2; C13/4) + IF(E14>0; C14/2; C14/4)$$

- ❖ Στήλη C: απόσταση δύο διαδοχικών διατομών
- ❖ Στήλη D: εφαρμοστέο μήκος
- ❖ Στήλη E: εμβαδόν ορυγμάτων
- ❖ Στήλη F: όγκος ορυγμάτων

Το αποτέλεσμα αυτής της εξίσωσης ισούται με το **εφαρμοστέο μήκος** κάθε διατομής. Αναλυτικότερα περιγράφει ότι εάν το εμβαδόν της προηγούμενης διατομής E12 είναι μεγαλύτερο από 0, (δηλαδή διάφορο του 0) τότε σαν πρώτο τμήμα του εφαρμοστέου μήκους βάλει τη μισή απόσταση μεταξύ της προηγούμενης και της επόμενης διατομής C13/2. Επίσης εάν το εμβαδόν της επόμενης διατομής E14 είναι μεγαλύτερο από 0 τότε σαν δεύτερο τμήμα του εφαρμοστέου μήκους βάλει τη μισή απόσταση μεταξύ της προηγούμενης και της επόμενης διατομής C14/2. Έτσι, το εφαρμοστέο μήκος για κάθε διατομή βγαίνει από το **άθροισμα** $IF(\dots)+IF(\dots)$ των δύο παραπάνω επιμέρους μηκών. Τώρα σε περίπτωση όπου το εμβαδόν είναι 0 σε ένα ή και στους δύο όρους του αθροίσματος τότε πρέπει το αντίστοιχο εφαρμοστέο μήκος να είναι το ένα τέταρτο της μεταξύ απόστασης των δύο διατομών C13/4 ή και C14/4. Ακριβώς, το ίδιο σκεπτικό ισχύει και για τα επιχώματα.

Στην συνέχεια, για να υπολογίσουμε τους όγκους των διατομών αρκεί να πολλαπλασιάσουμε το αντίστοιχο εφαρμοστέο μήκος με το αντίστοιχο εμβαδόν της κάθε διατομής.

Τέλος, αθροίζουμε όλους τους όγκους των ορυγμάτων και των επιχωμάτων αντίστοιχα από κάθε διατομή και έχουμε τα τελικά ορύγματα και επιχώματα στο έργο μας με πύκνωση ανά 20 μέτρα σύμφωνα με τη συμβατική μέθοδο εφαρμοστέων μηκών.

(ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ELLINOP)

	ΠΥΚΝΩΣΗ ANA 20 (λ/4) (m)
ELLINOP	ΟΡΥΓΜΑΤΑ (m ³) ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ
	110728,60 49930,55

3.6 Σύγκριση των αποτελεσμάτων πύκνωσης ανά 20 m

Στο ' γενικό ' excel της διπλωματικής εργασίας αναγράφονται τα τελικά αποτελέσματα του όγκου ορυγμάτων και όγκου επιχωμάτων, για κάθε έργο ξεχωριστά και για κάθε πύκνωση (ανά 20 με λ/4, 20, 10, 5,1). Στο ίδιο αρχείο (φύλλο ' ΚΕΝΤΡΙΚΟ '), στην στήλη J, έχουμε υπολογίσει την ποσοστιαία απόκλιση των όγκων που είναι υπολογισμένοι για πύκνωση ανά 20 μέτρα με τη χρήση λ/4 σε σχέση με εκείνων που έχουμε θεωρήσει ως πραγματικούς*. Η σχέση που μας δίνει αυτήν την ποσοστιαία απόκλιση είναι:

* πραγματικούς όγκους θεωρήσαμε αυτούς που υπολογίσθηκαν σε πύκνωση διατομών ανά 1 μέτρο.

$$=((D6-H6)/D6)$$

όπου,

❖ *Στήλη D: όγκοι από πύκνωση ανά 20 μέτρα με χρήση λ/4*

❖ *Στήλη H: όγκοι από πύκνωση ανά 1 μέτρο*

Ακριβώς αντίστοιχα, στην στήλη K, είναι υπολογισμένη η ποσοστιαία απόκλιση των όγκων ανά 20 μέτρα (χωρίς λ/4) από των πραγματικών.

Η σχέση υπολογισμού είναι:

$$=((E6-H6)/E6)$$

όπου,

❖ *Στήλη E: όγκοι από πύκνωση ανά 20 μέτρα (χωρίς χρήση λ/4)*

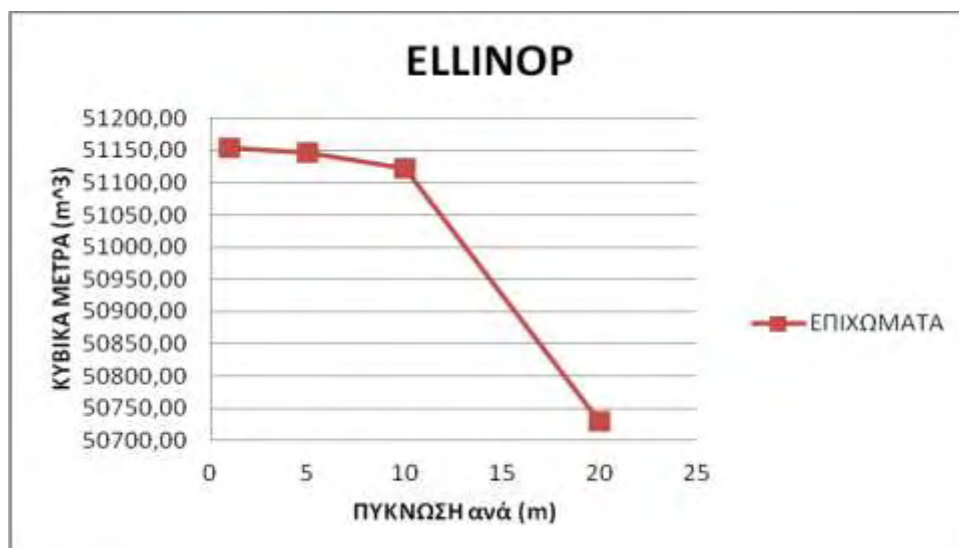
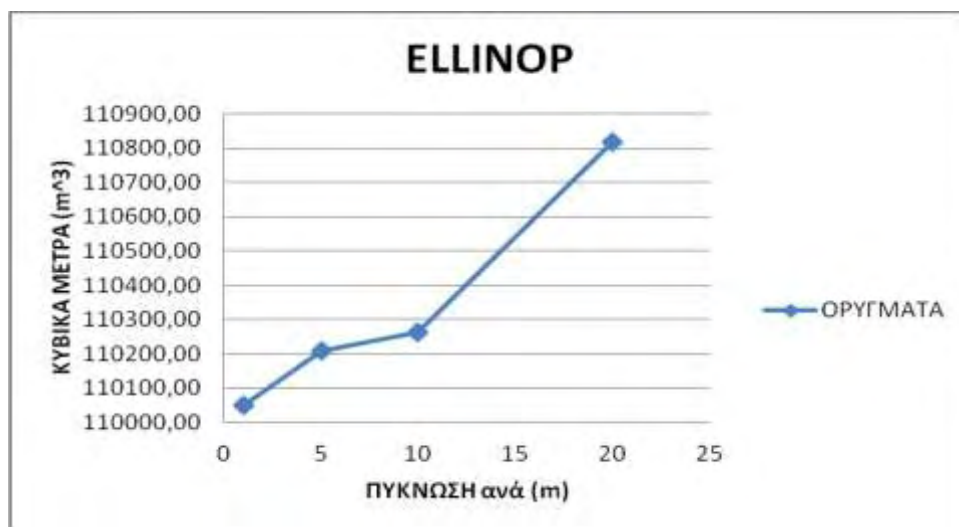
(ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ELLINOP)

	ΠΥΚΝΩΣΗ ΑΝΑ (m)			ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ %	
	20 (λ/4)	20	1	λ/4	λ/2
ELLINOP					
ΟΡΥΓΜΑΤΑ (m³)	110728,60	110817,00	110050,90	0,61%	0,69%
ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	49930,55	50730,03	51154,82	-2,45%	-0,84%

3.7 Επεξεργασία αποτελεσμάτων για προσδιορισμό κριτηρίων

Στο φύλλο εργασίας ' ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ (m³-m) ' του ίδιου αρχείου excel απεικονίζονται δύο γραφήματα, ένα για τους όγκους ορυγμάτων και ένα για τους όγκους επιχωμάτων, για κάθε έργο ξεχωριστά. Τα γραφήματα αυτά δείχνουν τους όγκους των χωματουργικών συναρτήσεων των διαφόρων πυκνώσεων διατομών που έχουν πραγματοποιηθεί σε κάθε έργο.

(ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ELLINOP)



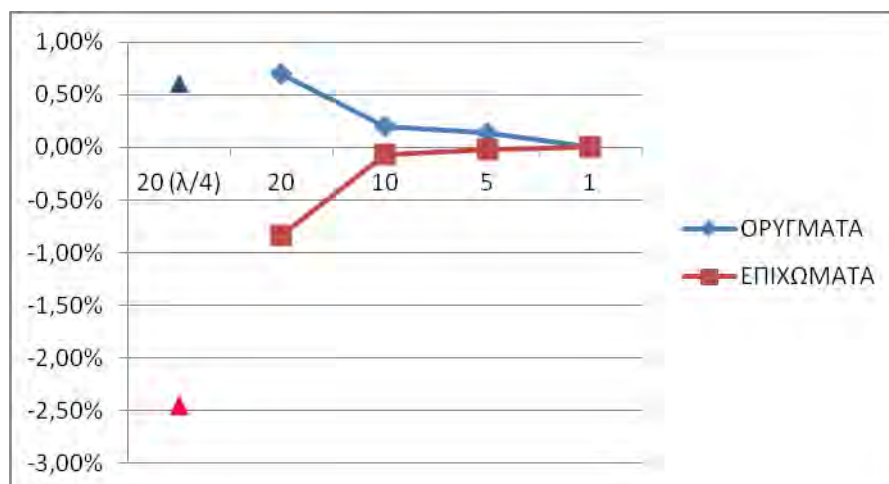
Στα παραπάνω διαγράμματα, φαίνεται η σύγκλιση προς τους πραγματικούς όγκους όσο αυξάνεται η πυκνωση των διατομών.

Αντίστοιχα διαγράμματα για τα υπόλοιπα έργα, βρίσκονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ i.

Στο επόμενο φύλλο εργασίας ' ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ (αποκλ%-m) ' απεικονίζεται ένα γράφημα για κάθε έργο αυτή την φορά. Τα γραφήματα αυτά δείχνουν τις ποσοστιαίες αποκλίσεις όπως περιγράφηκαν και προηγουμένως, συναρτήσεως των διαφόρων πυκνώσεων διατομών. Οι ποσοστιαίες αποκλίσεις αυτήν την φορά αναφέρονται για όλες τις πυκνώσεις που έχουν γίνει σε σχέση με αυτήν του ενός μέτρου.

(ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ELLINOP)

		ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ% (από πυκνωση ανά 1 m)				
		20 (λ/4)	20	10	5	1
ELLINOP	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	0,61%	0,69%	0,19%	0,14%	0,00%
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	-2,45%	-0,84%	-0,06%	-0,02%	0,00%



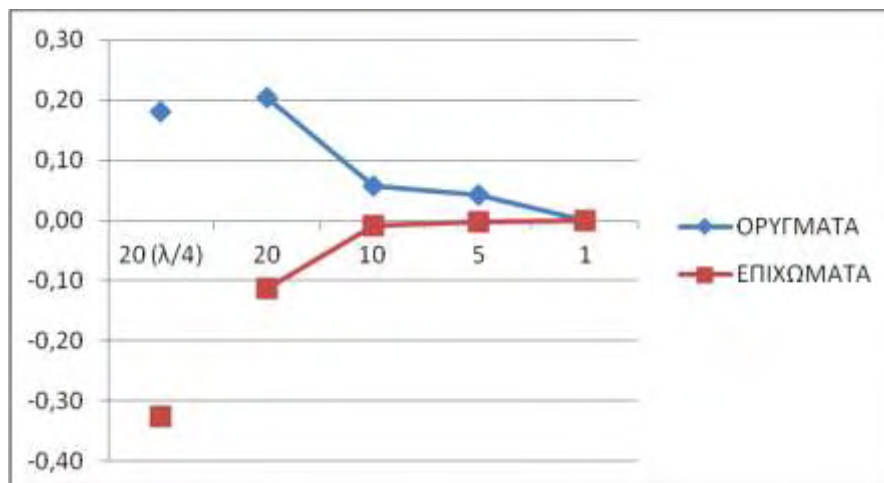
Και εδώ τα διαγράμματα περιγράφουν, πως τα ποσοστά συγκλίνουν καθώς μεταβαίνουμε σε μεγαλύτερη πυκνωση διατομών. Στην πυκνωση ανά 1 μέτρο ουσιαστικά υπάρχει ταύτιση του ποσοστού με το 0 μιας και υπάρχει μηδενική απόκλιση.

Αντίστοιχα διαγράμματα για τα υπόλοιπα έργα βρίσκονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ii.

Το επόμενο φύλλο εργασίας ' ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ((m³/km)-m) ' περιγράφει γραφήματα τα οποία απεικονίζουν την διαφορά των όγκων μεταξύ κάθε πύκνωσης από τους πραγματικούς, ανά χιλιόμετρο. Η παραπάνω συνάρτηση απεικονίζεται με ένα γράφημα για κάθε επιμέρους έργο.

(ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΛΛΙΝΟΡ)

		ΚΥΒΙΚΑ ανά ΧΛΜ				
		20 (λ/4)	20	10	5	1
ΕΛΛΙΝΟΡ	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	0,18	0,20	0,06	0,04	0,00
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	-0,33	-0,11	-0,01	0,00	0,00



Επίσης εδώ τα διαγράμματα περιγράφουν, πως υπάρχει σύγκλιση καθώς μεταβαίνουμε σε μεγαλύτερη πύκνωση διατομών.

Αντίστοιχα διαγράμματα για τα υπόλοιπα έργα βρίσκονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ iii.

Τέλος, το τελευταίο φύλλο εργασίας με όνομα ' ΚΛΙΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ' αναφέρεται στα εδάφη που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των χωματουργικών. Αρχικά έγινε ένα διάγραμμα πίτας που απεικόνιζε τι εμβαδό εδάφους είναι στις αντίστοιχες κλίσεις,

0.00-5.00 % 5.00-20.00 % 20.00-50.00 % 50.00-100.00 % 100.00- άπειρο %.

(ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΛΛΙΝΟΡ)

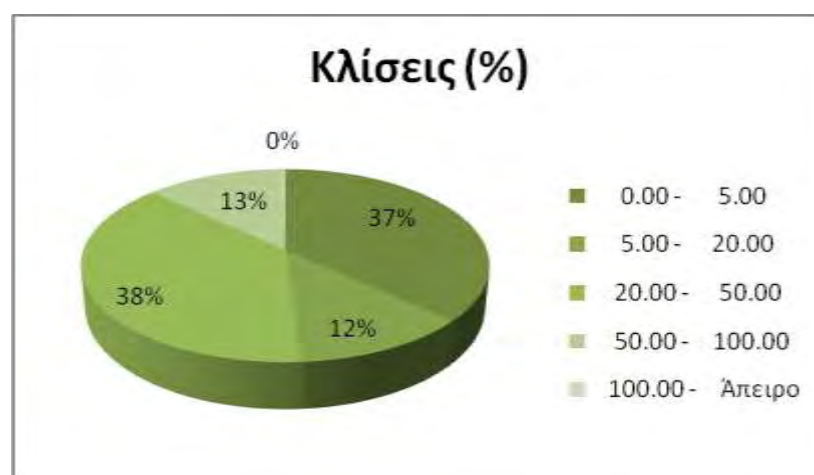
ΕΛΛΙΝΟΡ

Έδαφος : Έδαφος

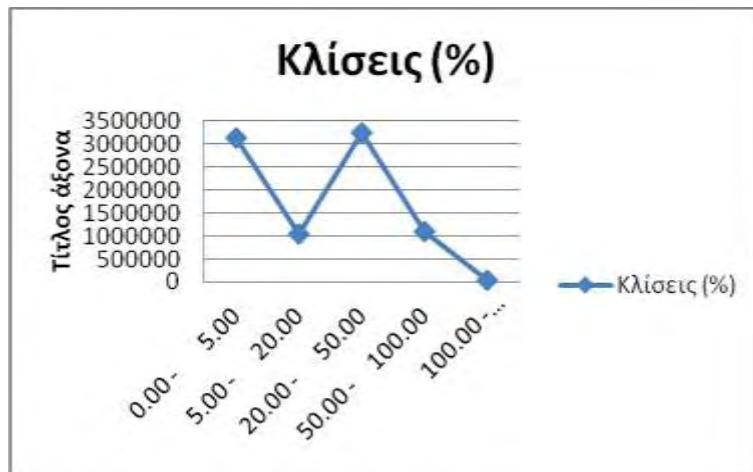
1

Κλίμακα : Κλίσεις Εδάφους 1

Κλίσεις (%)	Εμβαδό m ²	ΜΕΣΗ ΚΛΙΣΗ
0.00 - 5.00	3130400	23,83%
5.00 - 20.00	1035200	
20.00 - 50.00	3242400	
50.00 - 100.00	1084800	
100.00 - Άπειρο	27200	



Πρέπει να αναφέρουμε πως, η παραπάνω κατηγοριοποίηση και υπολογισμός των εμβადών έγινε με την βοήθεια του προγράμματος anadelta tessera. Με την βοήθεια του ίδιου λογισμικού στην συνέχεια υπολογίστηκε μία μέση ποσοστιαία κλίση εδάφους. Τελικά, τα ίδια αποτελέσματα απεικονίζονται και σε ένα ιστόγραμμα ανά έργο για καλύτερο σχολιασμό των αποτελεσμάτων.



Αντίστοιχα διαγράμματα για τα υπόλοιπα έργα βρίσκονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ iv.

4. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ –ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

4.1 Σύγκριση αποτελεσμάτων των δυο μεθόδων

Όπως φαίνεται παρακάτω η μη χρήση του λ/4 οδηγεί σε ασφαλέστερα αποτελέσματα στην πλειοψηφία των περιπτώσεων. Ο κάτωθι πίνακας ενισχύει το συμπέρασμα μας, μιας και δεκατρείς περιπτώσεις στις δεκαοχτώ αποκλίνουν λιγότερο από την πραγματικότητα, αν δεν κάνουμε χρήση του λ/4. Οι αποκλίσεις των υπόλοιπων πέντε περιπτώσεων από την πραγματικότητα, διαφέρουν ελάχιστα (έως καθόλου) από αυτές που δεν κάναμε χρήση λ/4. Αναλυτικότερα,

ΕΡΓΟ		ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ %		ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ
		λ/4	λ/2	(πιο ακριβές)
ELLINOP	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	0,61%	0,69%	το λ/4
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	-2,45%	-0,84%	το λ/2
ENVIR	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	-0,35%	0,26%	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	-2,33%	-0,76%	το λ/2
METRO	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	-0,31%	0,03%	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	-0,70%	-0,08%	το λ/2
demo_1	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	-0,77%	0,03%	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	-1,59%	0,23%	το λ/2
demo_2	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	0,37%	0,47%	το λ/4
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	0,46%	1,07%	το λ/4
demo_3	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	-0,22%	-0,13%	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	-1,19%	0,35%	το λ/2
ΚΑΛΛΙΠΕΥΚΗ	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	-0,57%	0,30%	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	-0,66%	0,46%	το λ/2
ΚΡΗΤΗ_second	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	-1,43%	-0,84%	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	-2,07%	-0,90%	το λ/2
ΠΗΛΙΟ_first	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	0,20%	0,36%	το λ/4
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	0,28%	0,35%	το λ/4

Από τις παραπάνω πέντε περιπτώσεις παρατηρούμε ότι μόνο σε μία (επιχώματα, demo_2) η διαφορά των αποκλίσεων $|\lambda/4 - \lambda/2|$ είναι παραπάνω της τάξης του 0,16% ($0,36\% - 0,20\% = 0,16\%$ είναι η διαφορά αποκλίσεων των επιχωμάτων στο έργο ΠΗΛΙΟ_first). Για την ακρίβεια η διαφορά αυτή είναι $1,07\% - 0,46\% = 0,61\%$. Το ποσοστό αυτό ισούται με 208 κυβικά μέτρα σε ένα έργο περί τα 33617 κυβικά μέτρα, ποσότητα σχεδόν αμελητέα σε τέτοια έργα.

Σε αυτό το σημείο είναι βάσιμο να ισχυριστούμε ότι η χρήση $\lambda/4$ στον υπολογισμό των χωματισμών είναι περιττός κόπος. Με επιφύλαξη θα λέγαμε επίσης, ότι η χρήση $\lambda/2$ αποδίδει, στην πλειοψηφία των έργων, πιο αξιόπιστα αποτελέσματα. Οπότε, τελικό συμπέρασμα είναι ότι στον υπολογισμό των χωματισμών σύμφωνα με τη μέθοδο εφαρμοστέων μηκών, δεν χρειάζεται να γίνεται καθόλου χρήση του $\lambda/4$!!

Στην συνέχεια θα εξετάσουμε αν, υπάρχει κάποιο κριτήριο προκειμένου να έχουμε τα πιο αξιόπιστα αποτελέσματα για κάθε περίπτωση (δηλαδή να κάνουμε χρήση ή του $\lambda/4$ ή του $\lambda/2$ ανάλογα την περίπτωση).

4.2 Σύγκριση μεθόδων συναρτήσει διάφορων παραμέτρων

Αρχικά προσπαθήσαμε να βγάλουμε κάποιο πόρισμα από το μήκος του ίδιου του έργου. Έτσι έχουμε,

ΕΡΓΟ		ΜΗΚΟΣ (m)	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ (πιο ακριβές)
ELLINOP	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	3760,5	το λ/4
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ		το λ/2
ENVIR	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	3286,44	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ		το λ/2
METRO	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	11844,64	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ		το λ/2
demo_1	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	1479,49	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ		το λ/2
demo_2	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	1283,24	το λ/4
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ		το λ/4
demo_3	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	952,76	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ		το λ/2
ΚΑΛΛΙΠΕΥΚΗ	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	3163,73	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ		το λ/2
ΚΡΗΤΗ_second	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	4021,61	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ		το λ/2
ΠΗΛΙΟ_first	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	1613,17	το λ/4
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ		το λ/4

Από τον παραπάνω πίνακα είναι εμφανές, ότι δεν μπορούμε να οδηγηθούμε σε κάποιο βέβαιο αποτέλεσμα μιας και σε δύο έργα που το μήκος τους είναι περίπου ίσο (demo_1, ΠΗΛΙΟ_first) οι υπολογισμοί είναι πιο αξιόπιστοι στο μεν δεύτερο με χρήση λ/4 ενώ στο πρώτο χωρίς. Επίσης, δεν είναι ασφαλές να πούμε πως δρόμοι για παράδειγμα μήκους μεγαλύτερου των 10 χιλιομέτρων (METRO) πρέπει να υπολογίζονται χωρίς λ/4 μιας και υπάρχει μόνο ένα έργο, για να στηρίξει κάτι τέτοιο. Το ίδιο ακριβώς ισχύει και για έργα μικρού μήκους (demo_3).

Ένα άλλο κριτήριο που εξετάστηκε είναι η μέση κλίση των εδαφών των έργων.

ΕΡΓΟ		ΜΕΣΗ ΚΛΙΣΗ	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ (πιο ακριβές)
ΕΛΛΙΝΟΡ	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	23,83%	το λ/4
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ		το λ/2
ENVIR	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	41,26%	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ		το λ/2
ΜΕΤΡΟ	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	11,82%	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ		το λ/2
demo_1	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	45,61%	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ		το λ/2
demo_2	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	43,71%	το λ/4
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ		το λ/4
demo_3	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	43,71%	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ		το λ/2
ΚΑΛΛΙΠΕΥΚΗ	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	19,15%	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ		το λ/2
ΚΡΗΤΗ_second	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	40,11%	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ		το λ/2
ΠΗΛΙΟ_first	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	20,26%	το λ/4
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ		το λ/4

Όπως φαίνεται και στον παραπάνω πίνακα ούτε η μέση κλίση ως κριτήριο μπορεί να μας οδηγήσει σε ασφαλή συμπεράσματα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι δύο έργα (demo_2, demo_3) με ίδιο ακριβώς έδαφος, ενώ στο πρώτο η χρήση του λ/4 οδηγεί σε πιο πραγματικά αποτελέσματα, στο δεύτερο πιο κοντά στην πραγματικότητα είναι το λ/2.

Τέλος, ένας συντελεστής που αξιοποιήθηκε στην ίδια κατεύθυνση είναι αυτός των χωματοουργικών όγκων ανά χιλιόμετρο. Αναλυτικότερα, παρουσιάζεται ο εξής πίνακας.

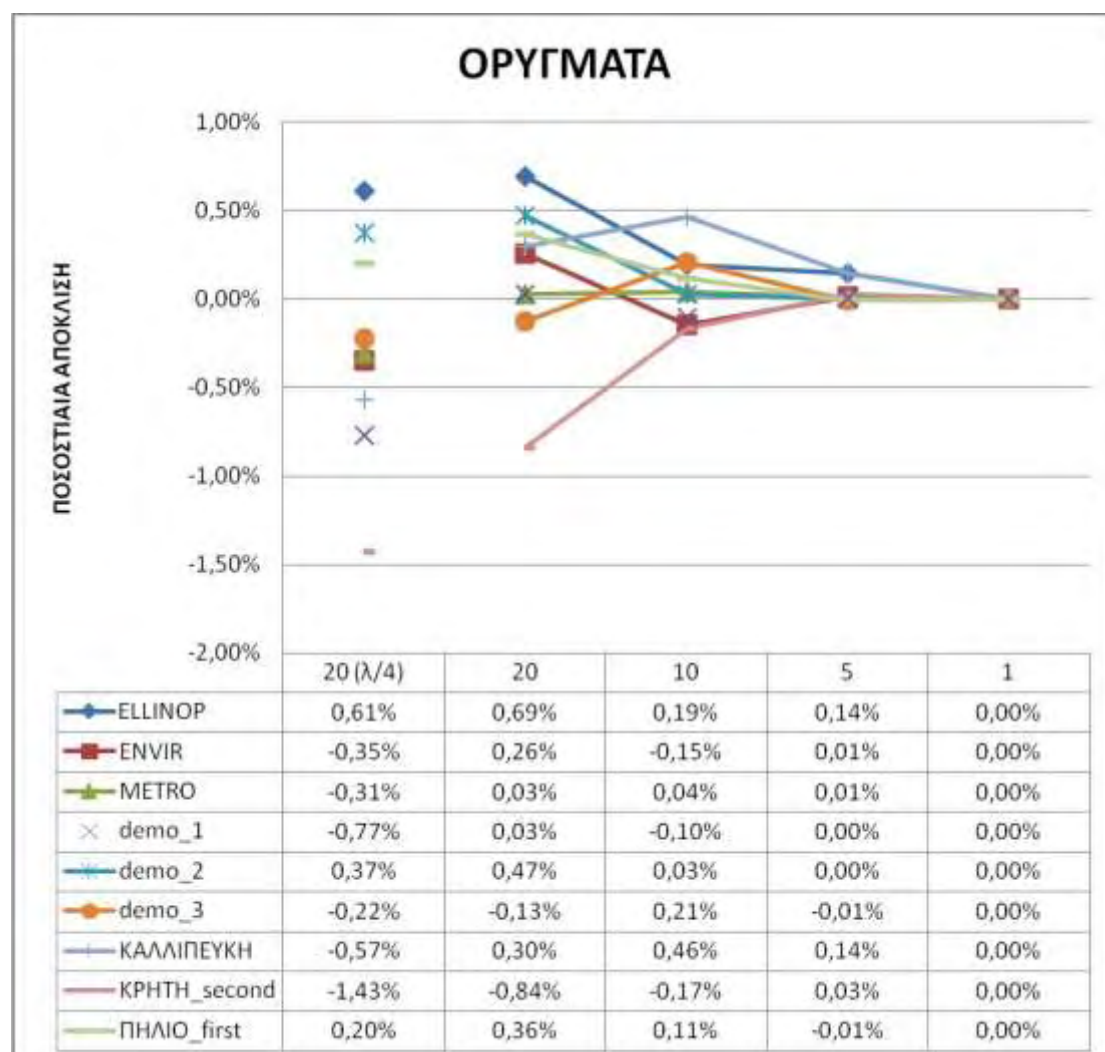
ΕΡΓΟ		ορύγματα/ επιχώματα ανά χιλιόμετρο (m ³)	χωματισμοί ανά χιλιόμετρο	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ (πιο ακριβές)
ELLINOP	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	29,26	42,87	το λ/4
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	13,60		το λ/2
ENVIR	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	111,73	152,85	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	41,11		το λ/2
METRO	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	40,84	78,39	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	37,55		το λ/2
demo_1	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	86,87	145,49	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	58,62		το λ/2
demo_2	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	27,88	53,79	το λ/4
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	25,92		το λ/4
demo_3	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	29,67	47,52	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	17,85		το λ/2
ΚΑΛΛΙΠΕΥΚΗ	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	7,43	17,79	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	10,35		το λ/2
ΚΡΗΤΗ_second	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	32,24	56,49	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	24,25		το λ/2
ΠΗΛΙΟ_first	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	7,05	32,62	το λ/4
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	25,58		το λ/4

Ο πίνακας έχει υπολογισμένο ένα συντελεστή για τα ορύγματα, ένα για τα επιχώματα και ένα συνολικά (άθροισμα) για τα χωματοουργικά κάθε έργου. Εδώ φαίνεται πως σε δύο έργα (ENVIR, demo_1) όπου ο συντελεστής είναι και μεγαλύτερος του 140 η χρήση λ/2 δίνει αποτέλεσμα πιο κοντά στην πραγματικότητα. Επίσης παρατηρούμε πως εκεί που τα ορύγματα είναι αρκετά

μεγάλα (ENVIR, demo_1) πάλι η χρήση της μεθόδου $\lambda/2$ είναι πιο αξιόπιστη. Για το κάτω όριο, δηλαδή για μικρούς συντελεστές δεν μπορούμε να βγάλουμε κάποιο συμπέρασμα, είτε επιμέρους, είτε συνολικά για τα χωματοουργικά.

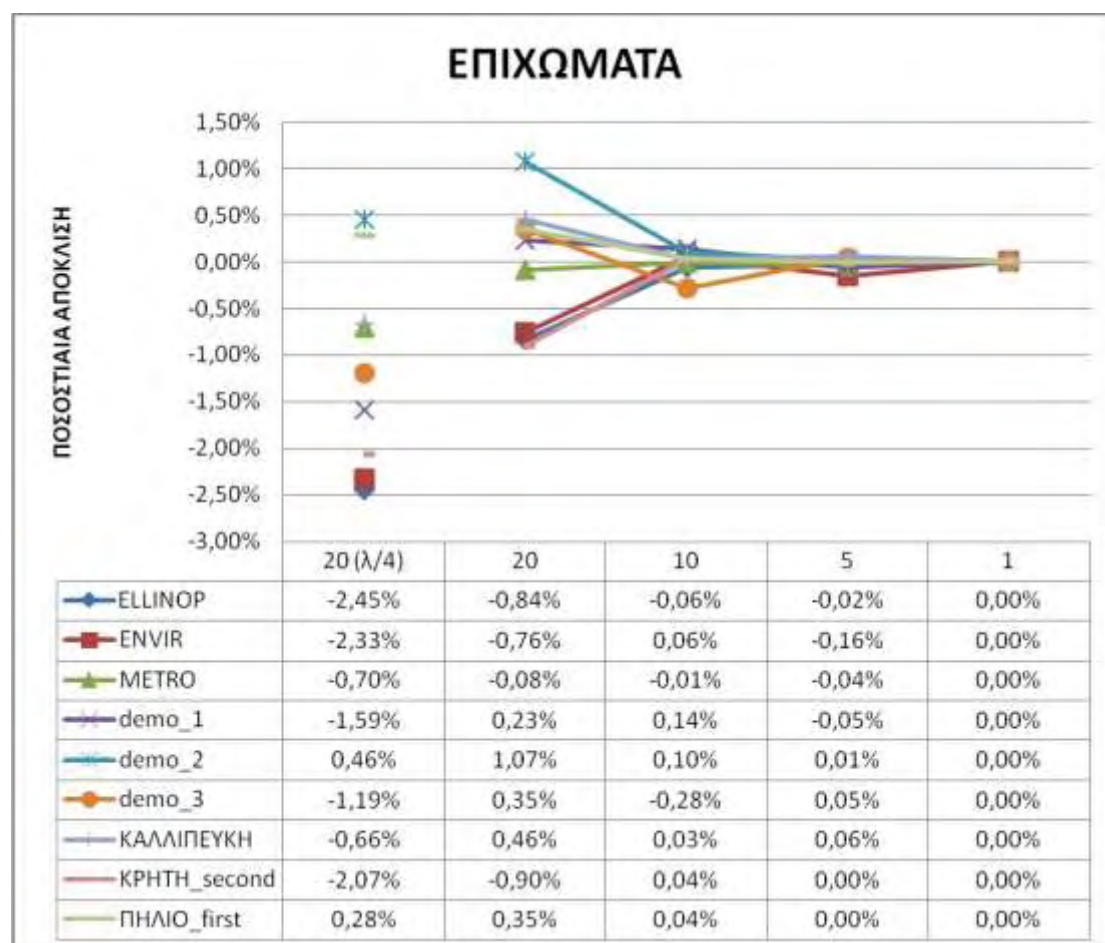
Ίσως η χρήση $\lambda/2$ αποφέρει πιο αξιόπιστα αποτελέσματα σε έργα που έχουν συντελεστή μεγάλο της τάξης του 140 και άνω. Για να αποδειχθεί όμως κάτι τέτοιο θα πρέπει εξετασθούν περισσότερες περιπτώσεις έργων.

4.3 Τελικά συμπεράσματα



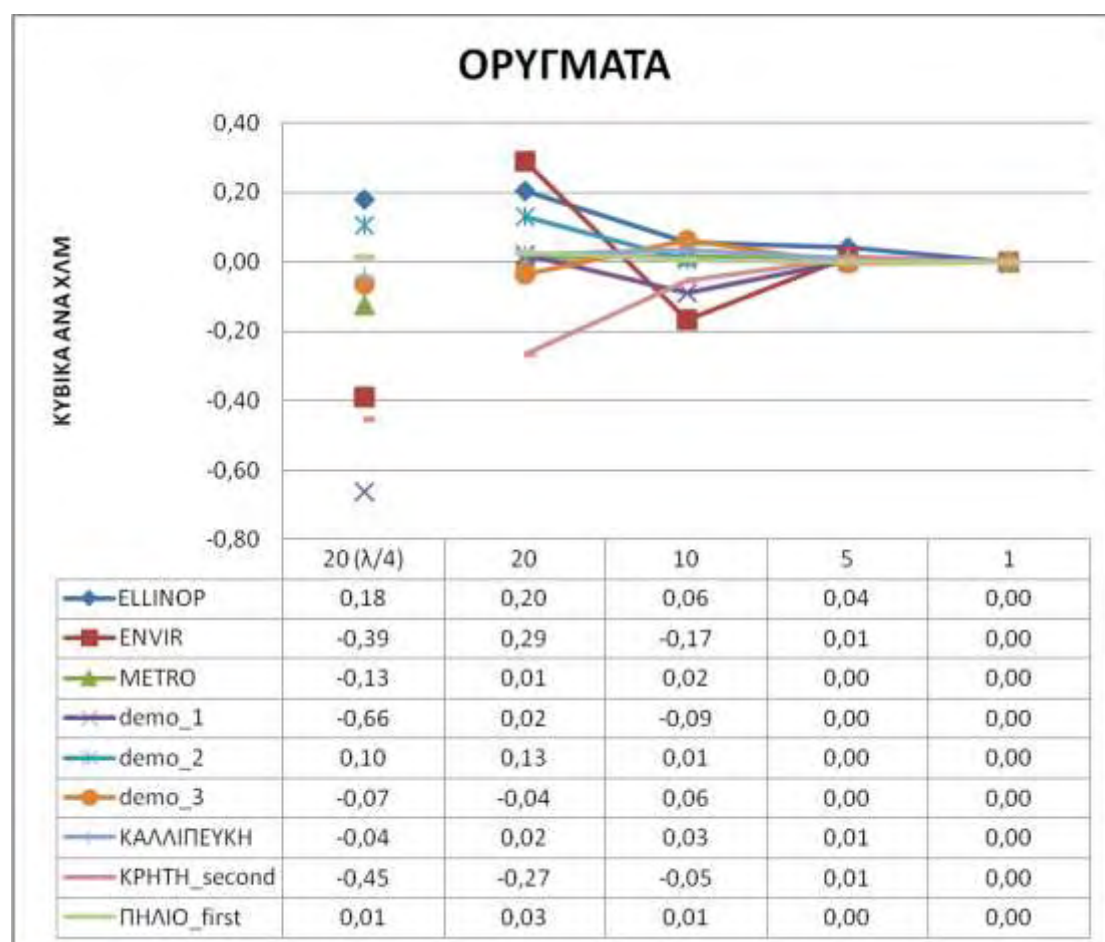
Το παραπάνω γράφημα δείχνει συγκεντρωτικά το ποσοστό της απόκλισης των κυβικών από την πραγματικότητα (για κάθε πύκνωση) των ορυγμάτων, συναρτήσει των διάφορων πυκνώσεων των διατομών ανά 20 (με χρήση $\lambda/4$), 20, 10, 5 και 1 μέτρα για όλα τα έργα. Όπως είναι φυσικό όσο η πύκνωση γίνεται πιο πυκνή τόσο πλησιάζουμε ποσοστιαία το 0% (περίπτωση πύκνωσης ανά 1 μέτρο). Αξίζει να σημειωθεί, πέραν της σύγκρισης για την πύκνωση ανά 20 μέτρα με τις δύο μεθόδους που έχει σχολιασθεί προηγουμένως, ότι σε μερικές περιπτώσεις (METRO, demo_1, demo_3, ΚΑΛΛΙΠΕΥΚΗ) η απόκλιση αυτού του συντελεστή είναι μικρότερη στα 20 μέτρα σε σχέση με τα 10 μέτρα. Αυτό ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι η θέση των διατομών στην πύκνωση ανά 10 μέτρα δεν είναι οι πιο ιδανικές. Η εξήγηση που δίνεται είναι ότι μάλλον πρόκειται για ένα τυχαίο γεγονός!

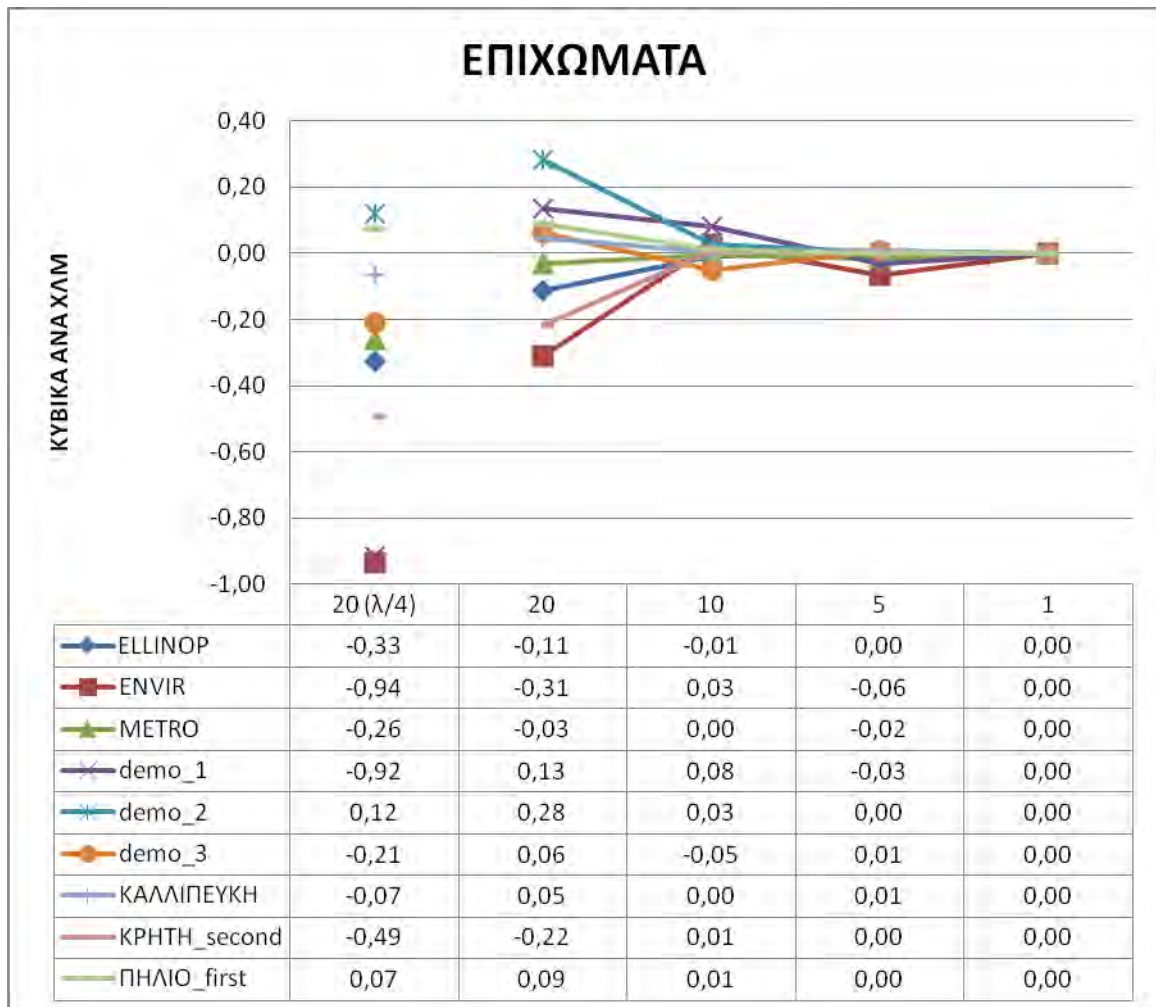
Τα ίδια ακριβώς, ισχύουν και για τα επιχώματα με την διαφορά ότι εκεί δεν παρατηρείται σε καμία περίπτωση το γεγονός που μόλις περιγράψαμε.



Το παρακάτω γράφημα δείχνει συγκεντρωτικά το ποσοστό της διαφοράς των κυβικών από την πραγματικότητα (για κάθε πύκνωση) των ορυγμάτων ανά χιλιόμετρο, συναρτήσει των διάφορων πυκνώσεων των διατομών ανά 20 (με χρήση $\lambda/4$), 20, 10, 5 και 1 μέτρα για όλα τα έργα. Όπως είναι φυσικό όσο η πύκνωση γίνεται πιο πυκνή τόσο πλησιάζουμε ποσοστιαία το 0% (περίπτωση πύκνωσης ανά 1 μέτρο). Άξιο αναφοράς και εδώ, ότι στις ίδιες περιπτώσεις με πριν (METRO, demo_1, demo_3, ΚΑΛΛΙΠΕΥΚΗ) η απόκλιση αυτού του συντελεστή είναι μικρότερη στα 20 μέτρα σε σχέση με τα 10 μέτρα.

Επίσης στα επιχώματα δεν παρουσιάζεται το προαναφερθέν γεγονός της μη σύγκλισης.

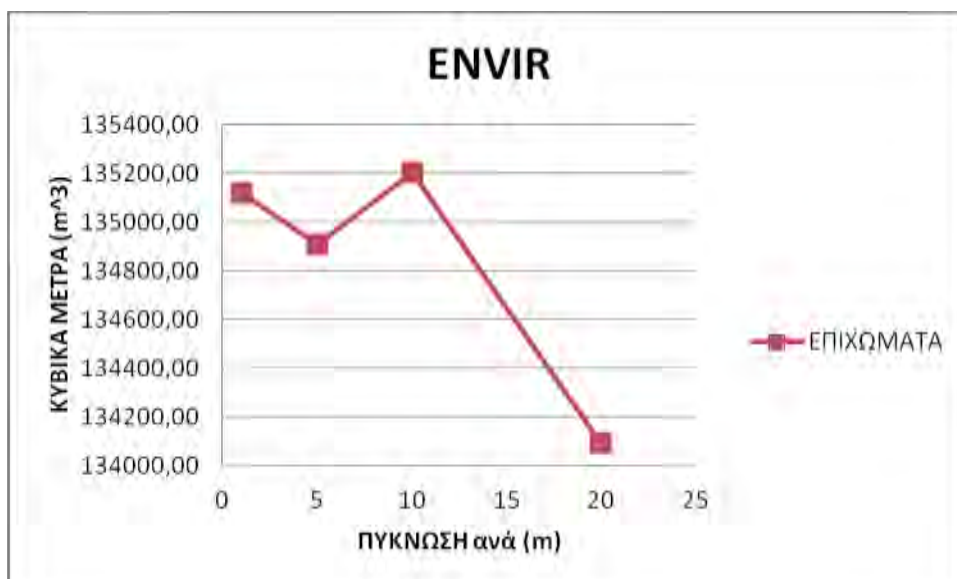
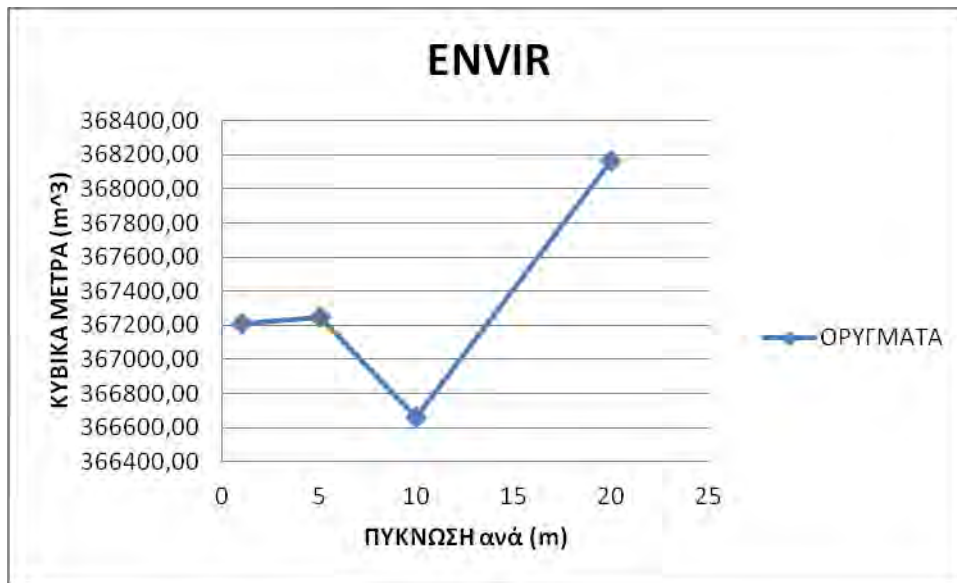


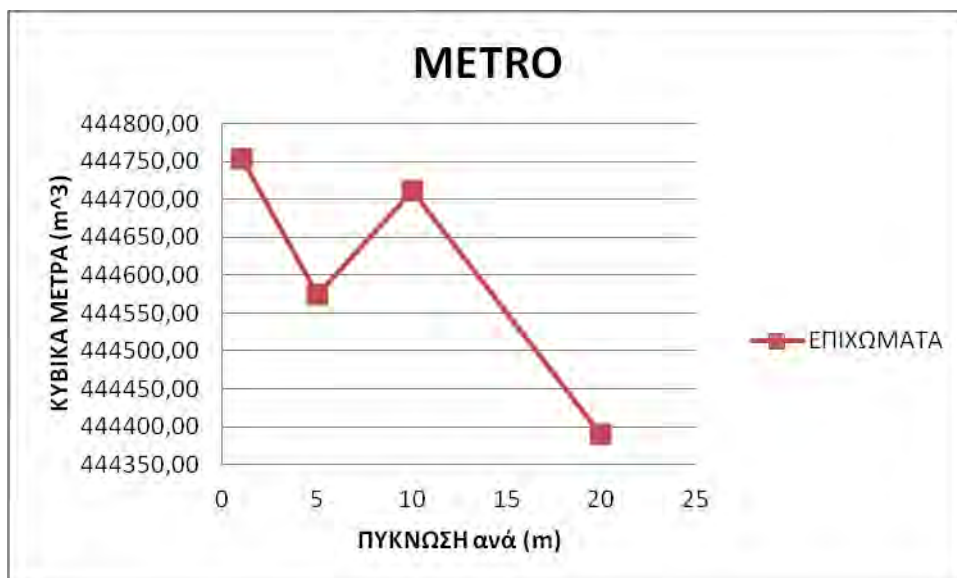
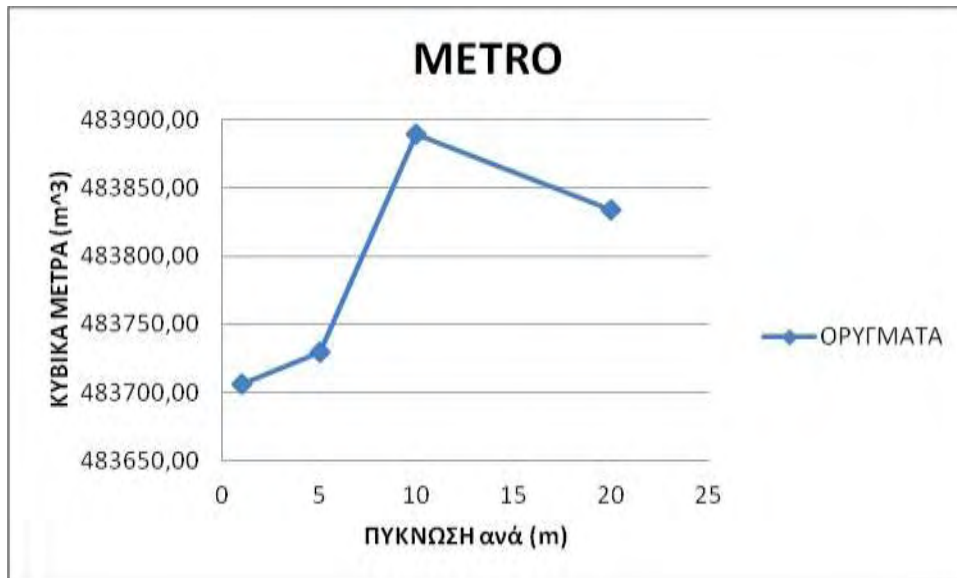


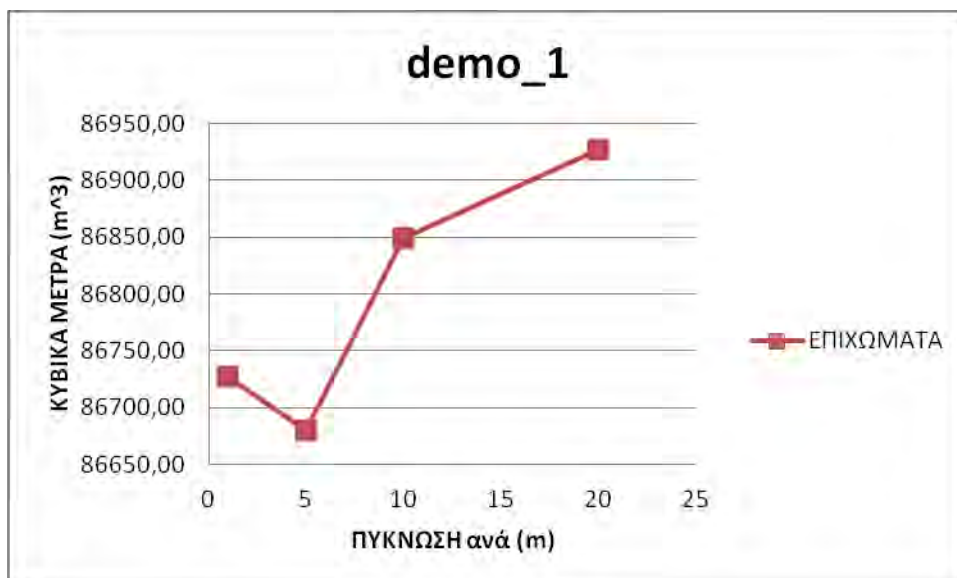
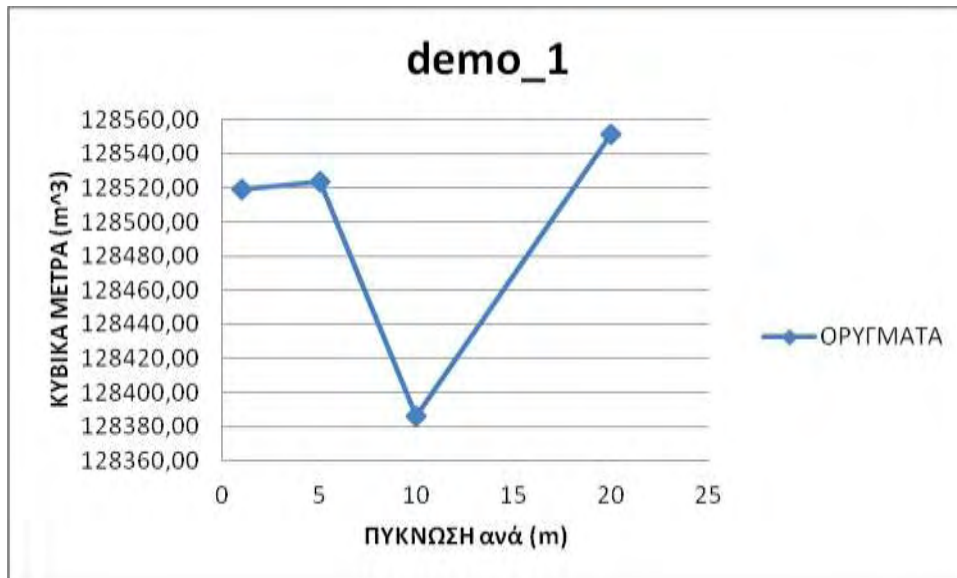
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

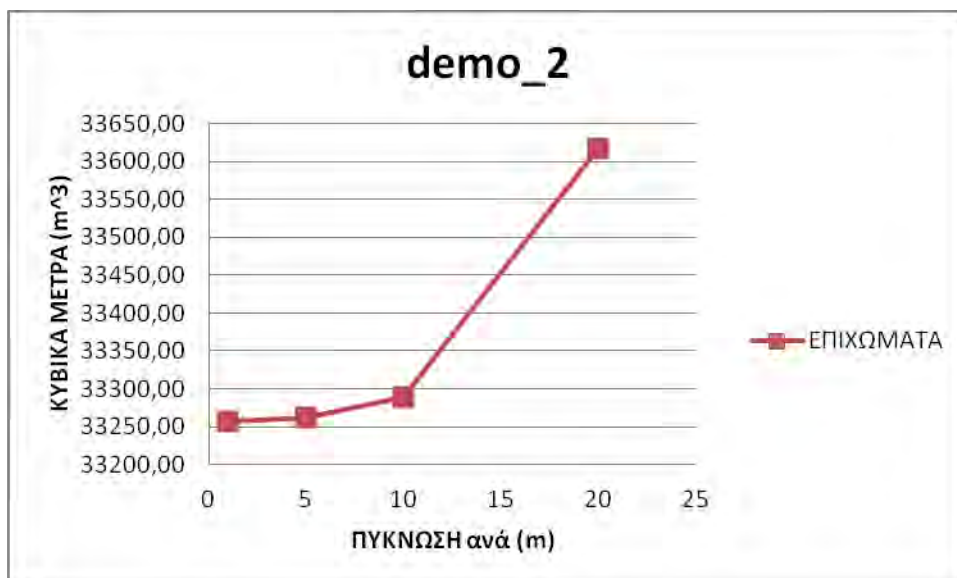
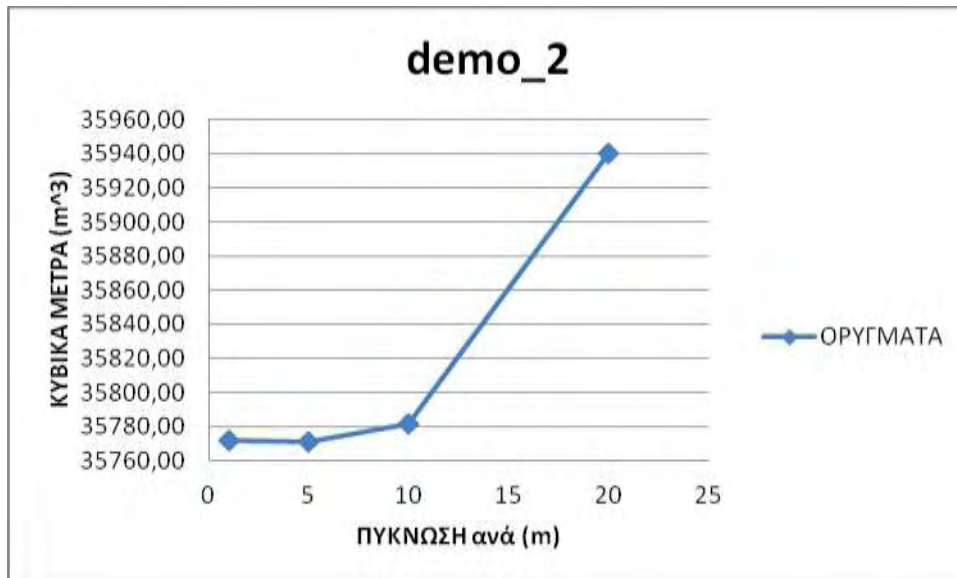
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

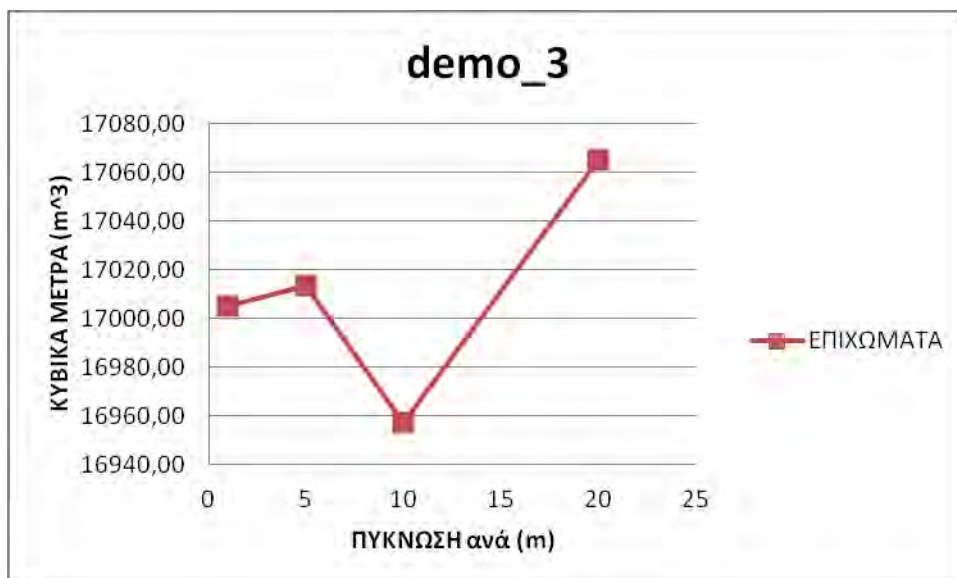
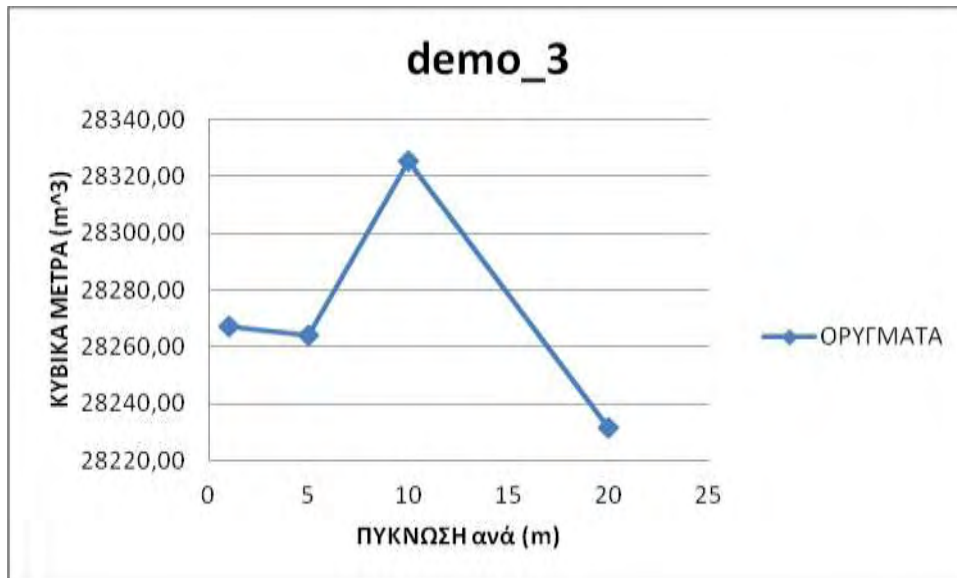
Όγκοι χωματουργικών για κάθε πύκνωση

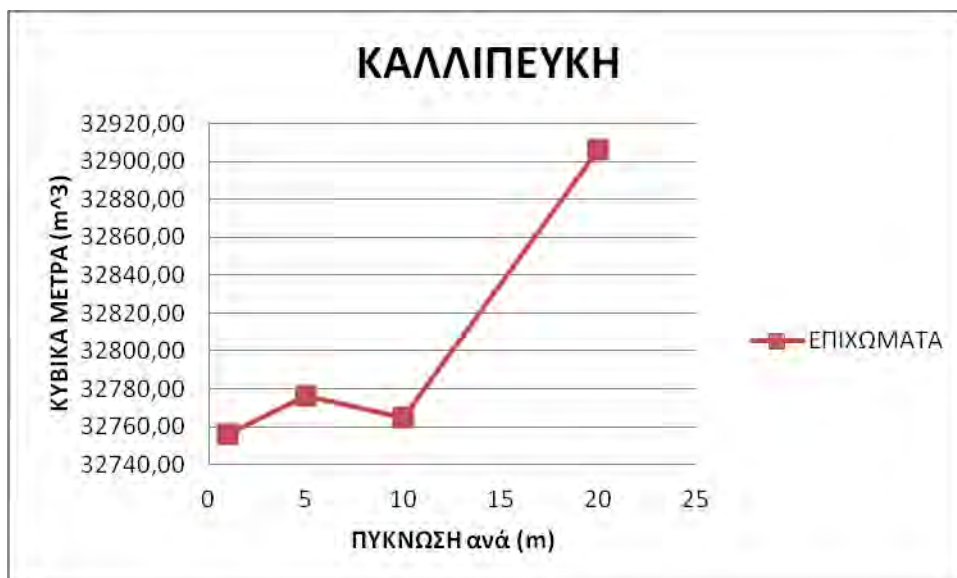


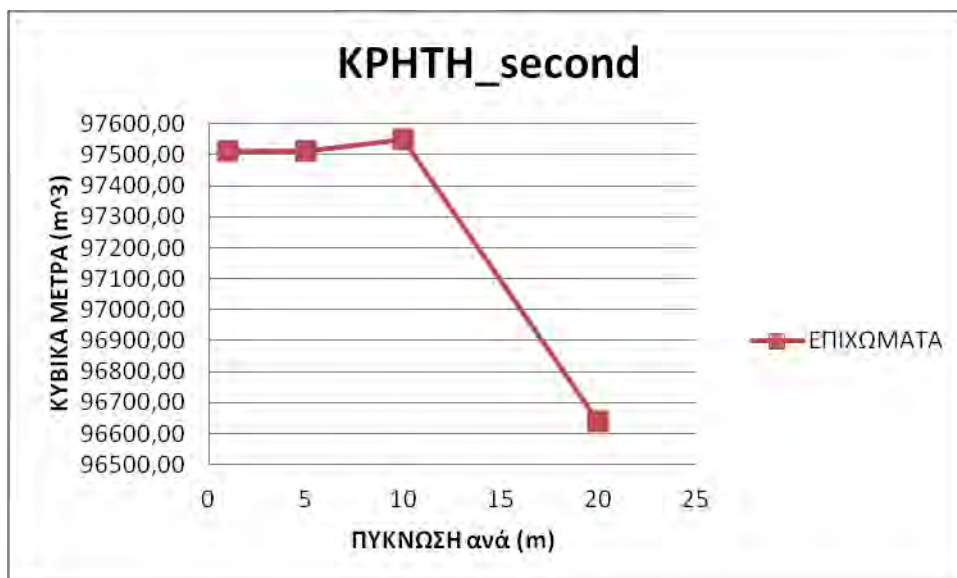
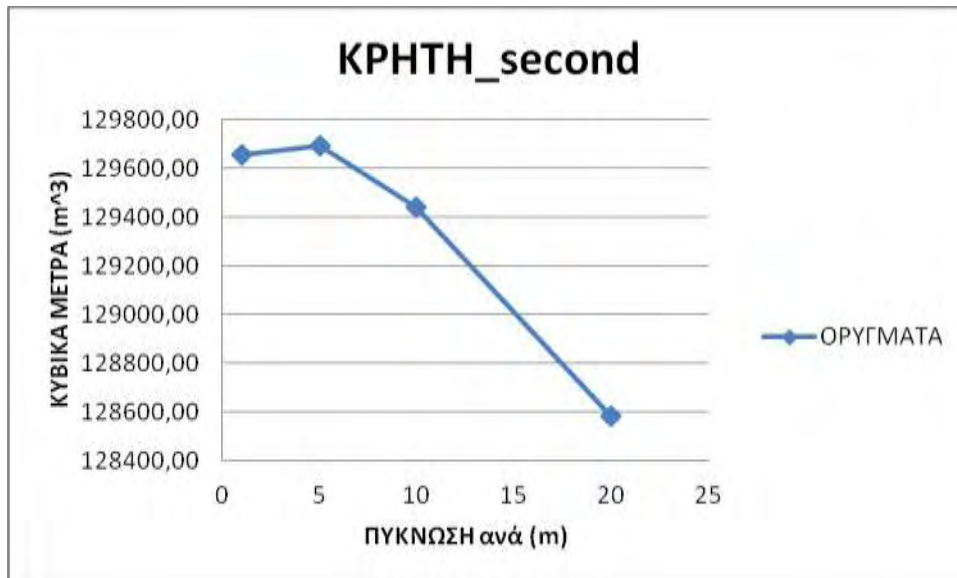


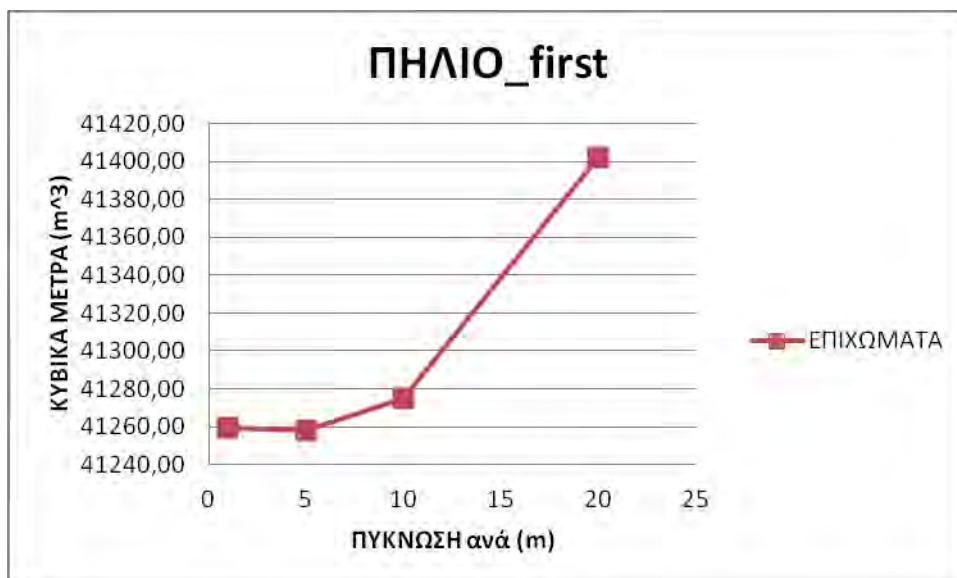
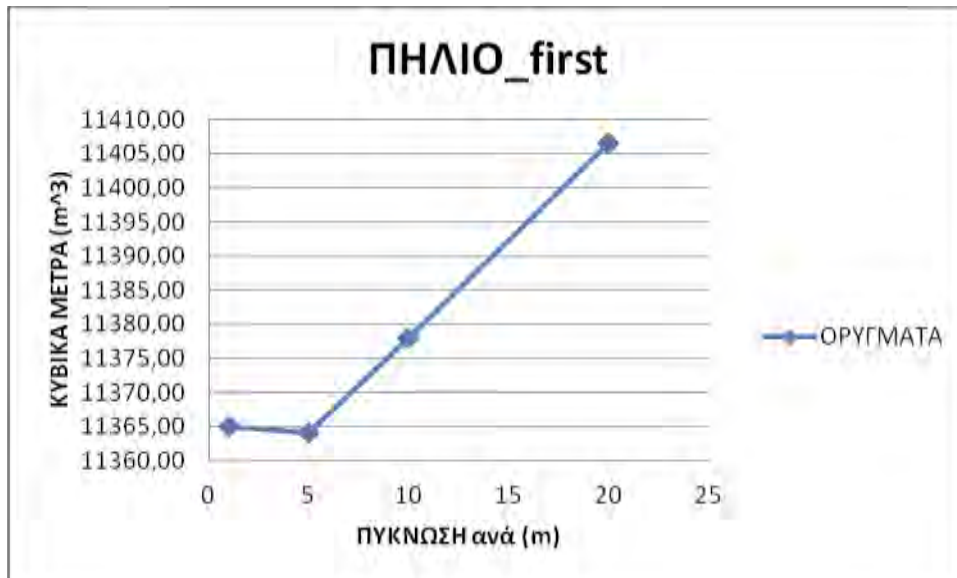








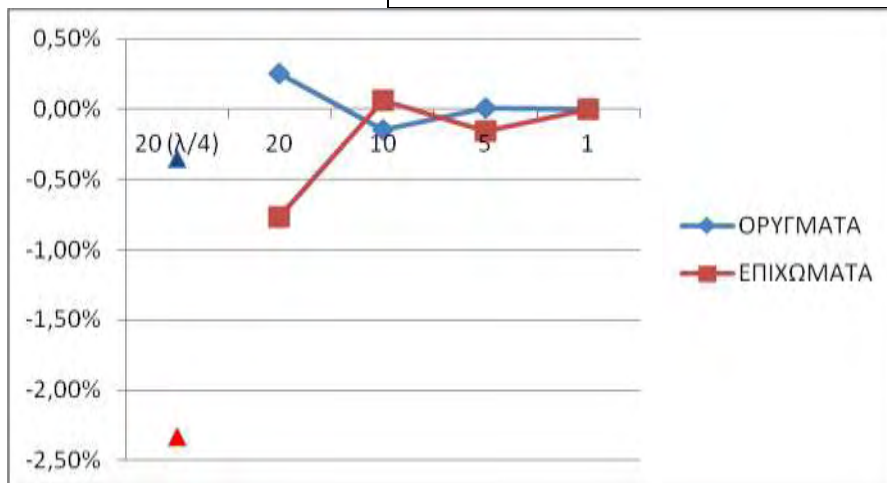




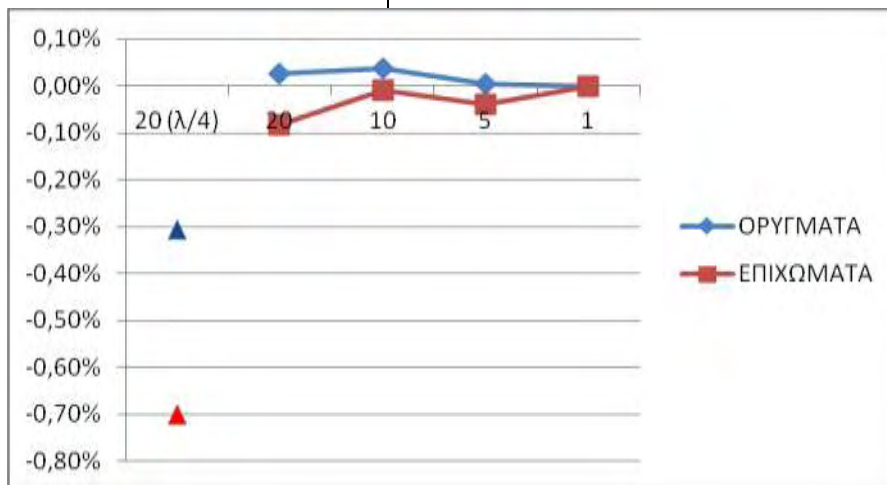
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Ποσοστιαίες αποκλίσεις όγκων για κάθε πύκνωση

		ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ% (από πύκνωση ανά 1 m)				
		20 (λ/4)	20	10	5	1
ENVIR	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	-0,35%	0,26%	-0,15%	0,01%	0,00%
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	-2,33%	-0,76%	0,06%	-0,16%	0,00%

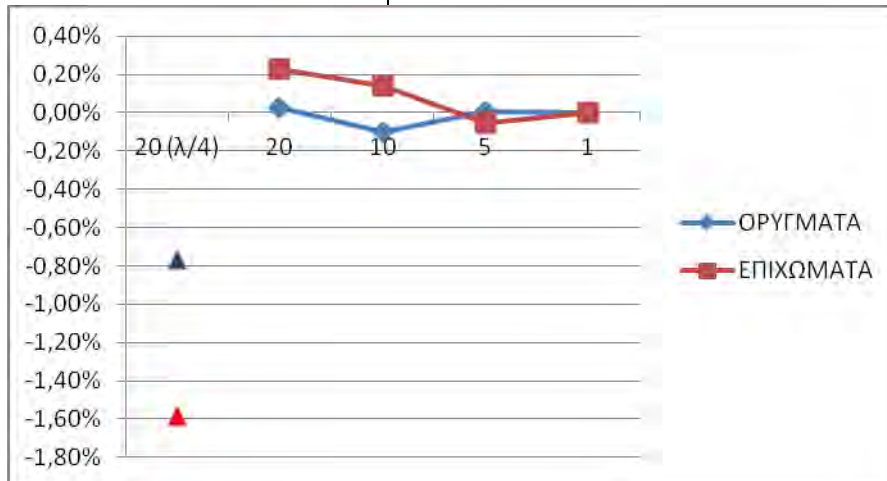


		ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ% (από πύκνωση ανά 1 m)				
		20 (λ/4)	20	10	5	1
ΜΕΤΡΟ	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	-0,31%	0,03%	0,04%	0,01%	0,00%
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	-0,70%	-0,08%	-0,01%	-0,04%	0,00%



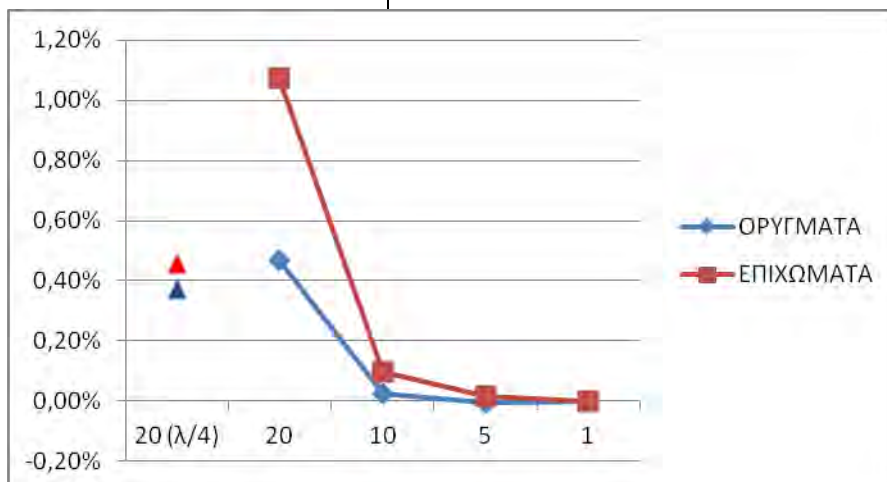
ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ% (από πύκνωση ανά 1 m)

		20 (λ/4)	20	10	5	1
demo_1	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	-0,77%	0,03%	-0,10%	0,00%	0,00%
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	-1,59%	0,23%	0,14%	-0,05%	0,00%

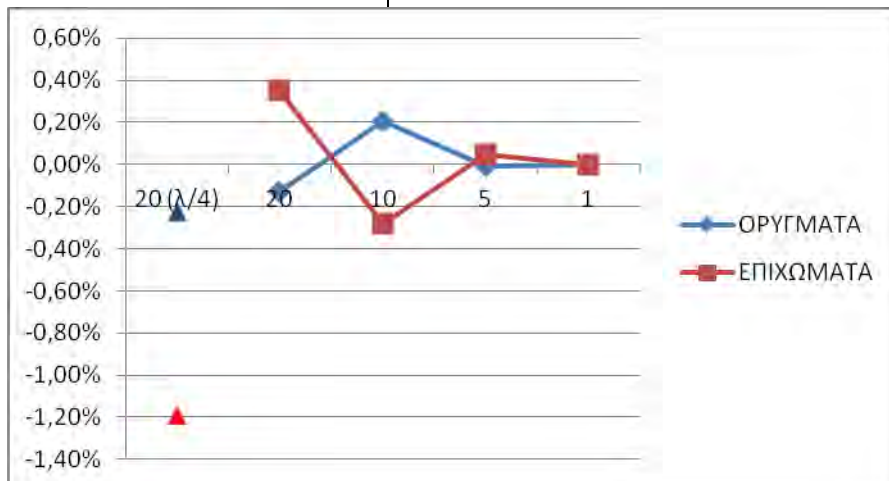


ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ% (από πύκνωση ανά 1 m)

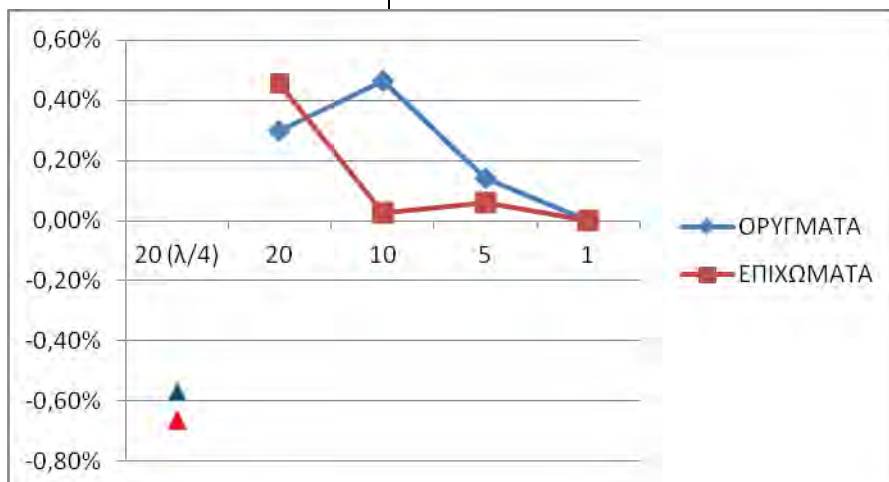
		20 (λ/4)	20	10	5	1
demo_2	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	0,37%	0,47%	0,03%	0,00%	0,00%
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	0,46%	1,07%	0,10%	0,01%	0,00%



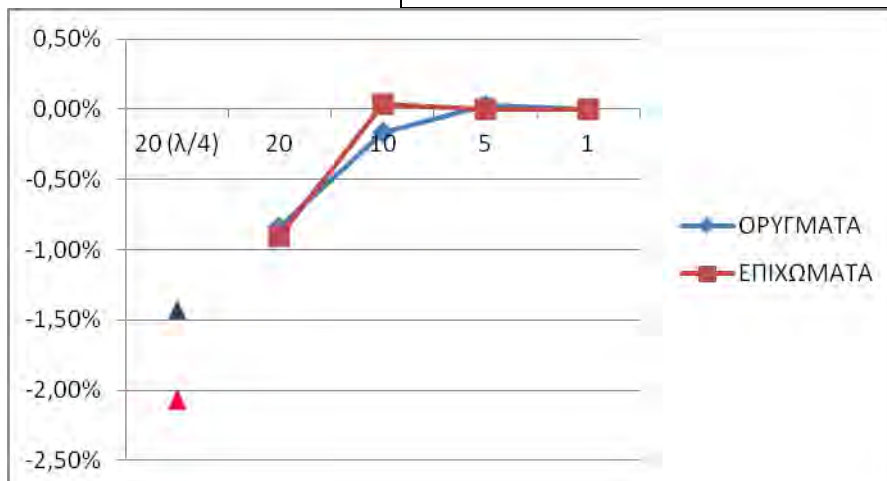
		ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ% (από πύκνωση ανά 1 m)				
		20 (λ/4)	20	10	5	1
demo_3	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	-0,22%	-0,13%	0,21%	-0,01%	0,00%
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	-1,19%	0,35%	-0,28%	0,05%	0,00%



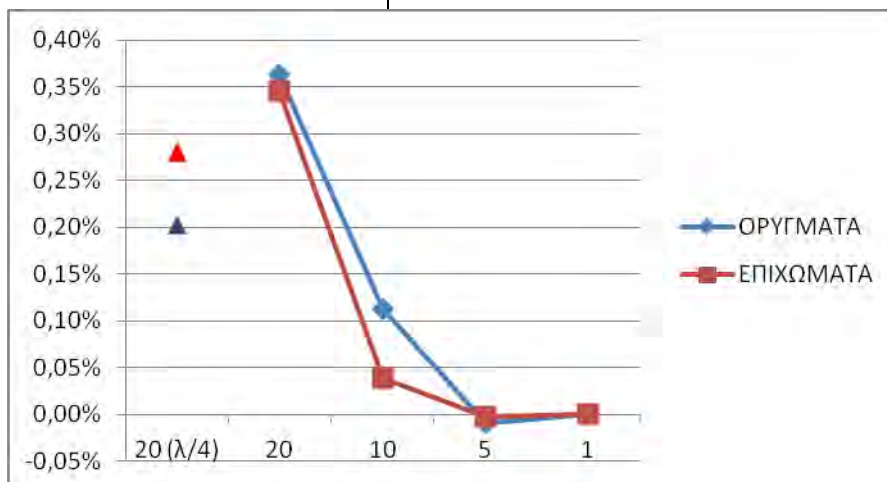
		ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ% (από πύκνωση ανά 1 m)				
		20 (λ/4)	20	10	5	1
ΚΑΛΛΙΠΕΥΚΗ	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	-0,57%	0,30%	0,46%	0,14%	0,00%
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	-0,66%	0,46%	0,03%	0,06%	0,00%



		ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ% (από πύκνωση ανά 1 m)				
		20 (λ/4)	20	10	5	1
ΚΡΗΤΗ_second	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	-1,43%	-0,84%	-0,17%	0,03%	0,00%
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	-2,07%	-0,90%	0,04%	0,00%	0,00%

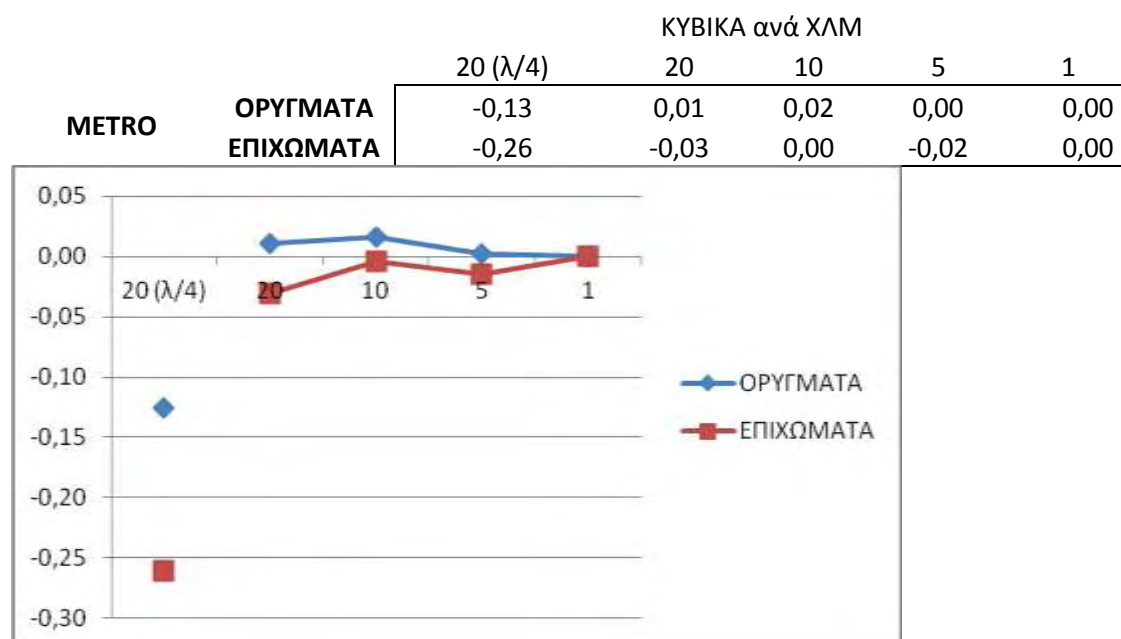
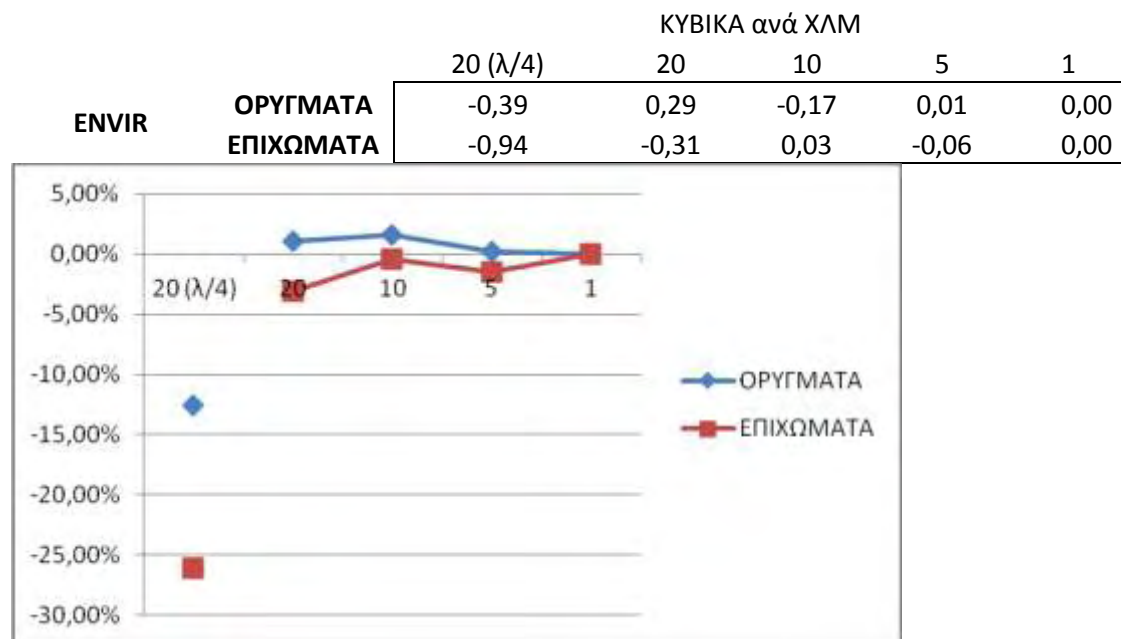


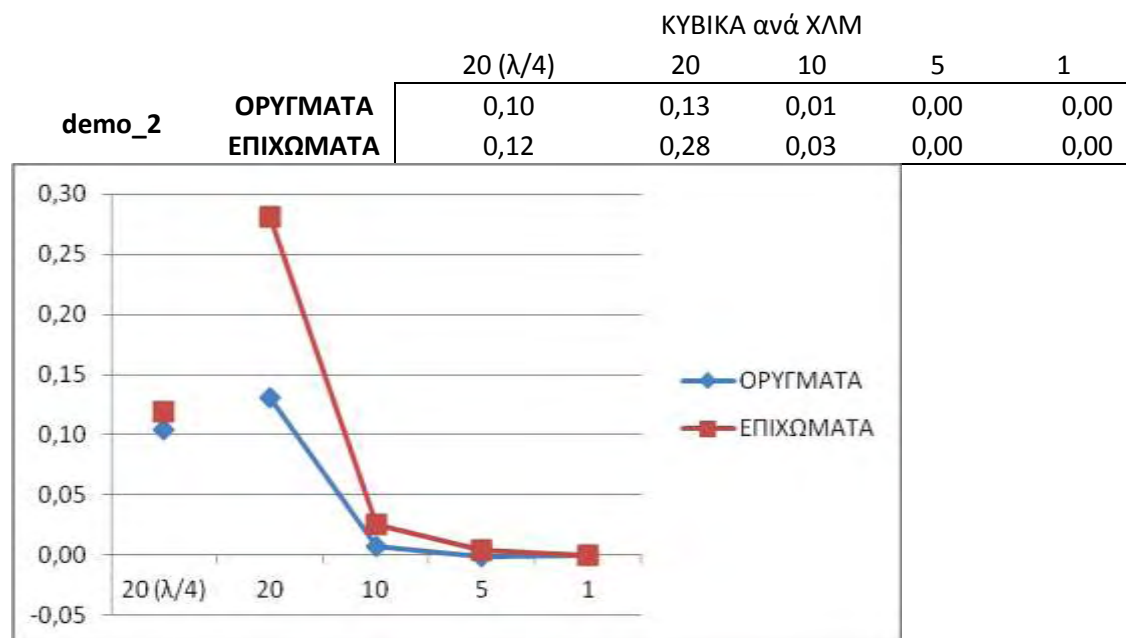
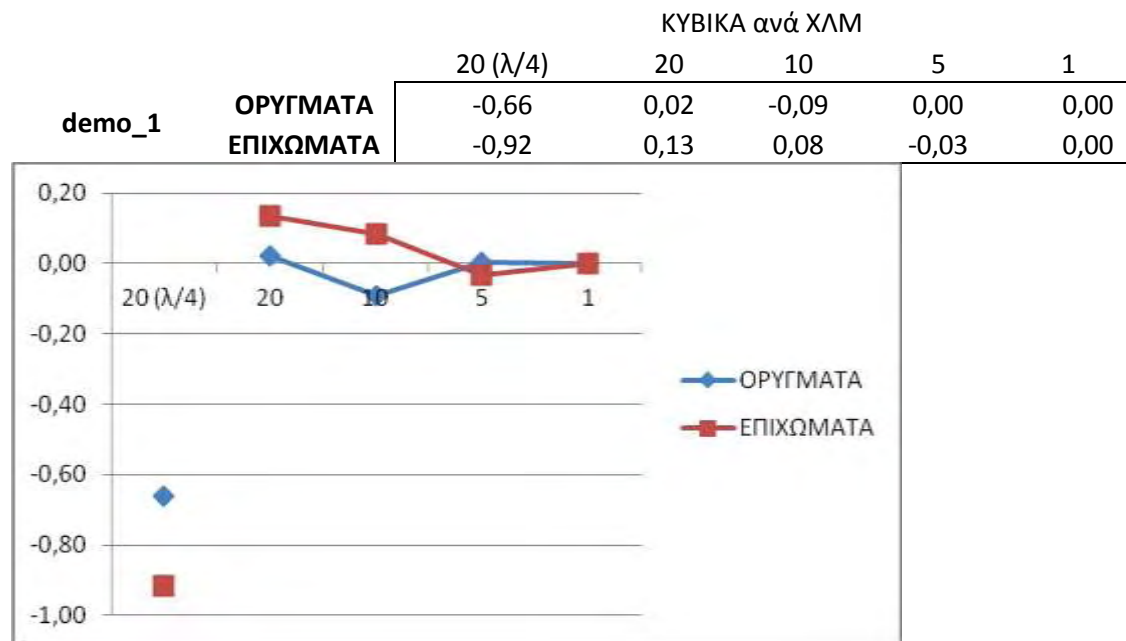
		ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ% (από πύκνωση ανά 1 m)				
		20 (λ/4)	20	10	5	1
ΠΗΛΙΟ_first	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	0,20%	0,36%	0,11%	-0,01%	0,00%
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	0,28%	0,35%	0,04%	0,00%	0,00%

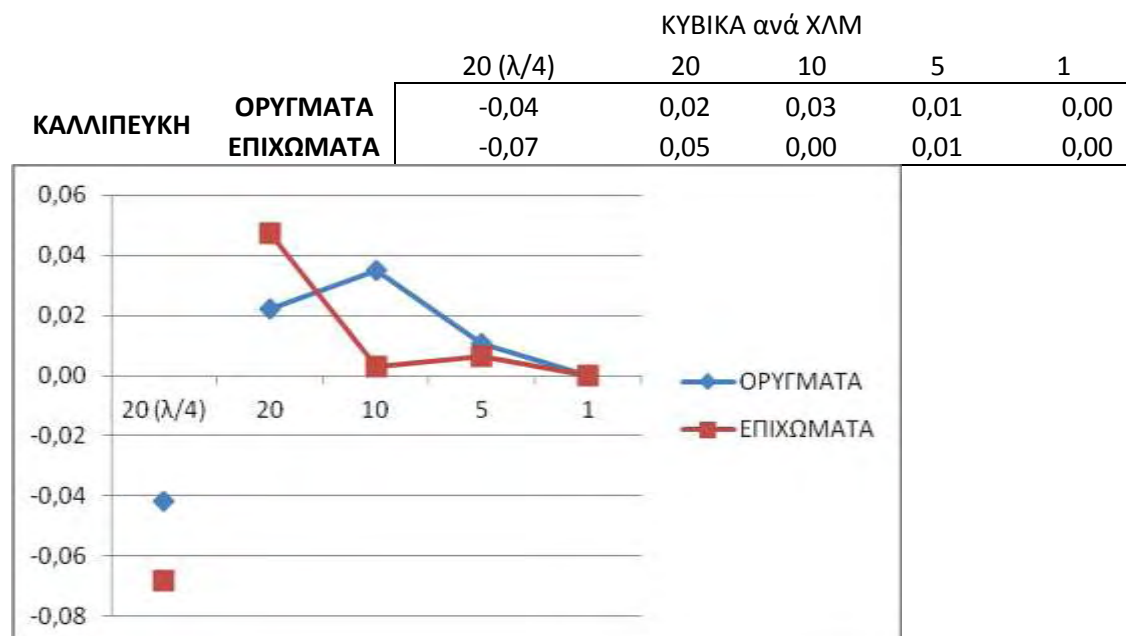
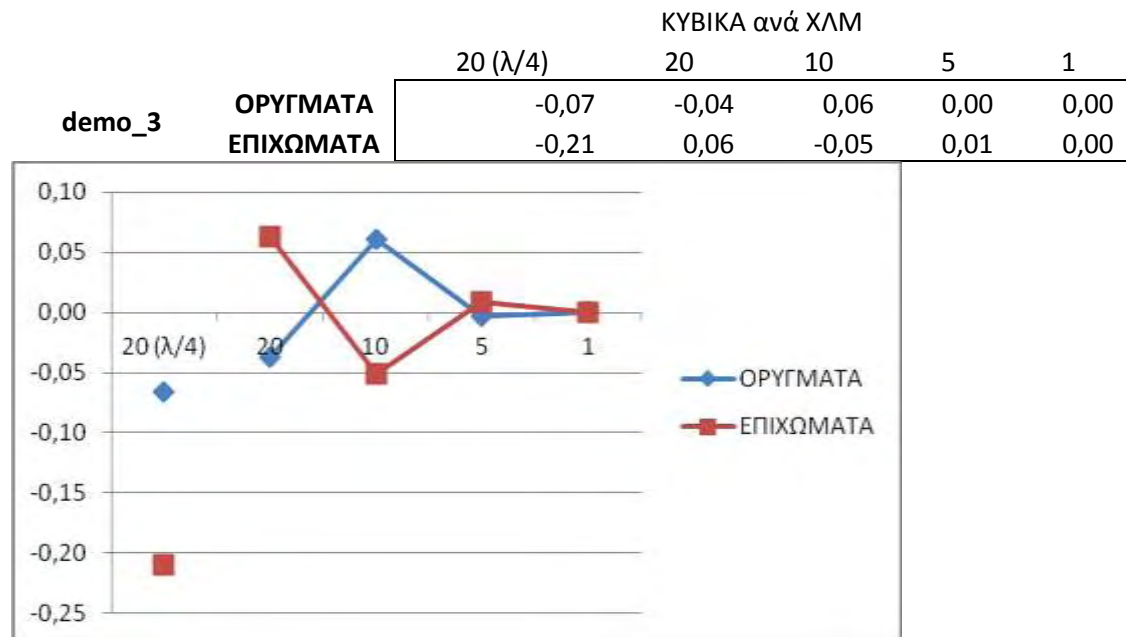


ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

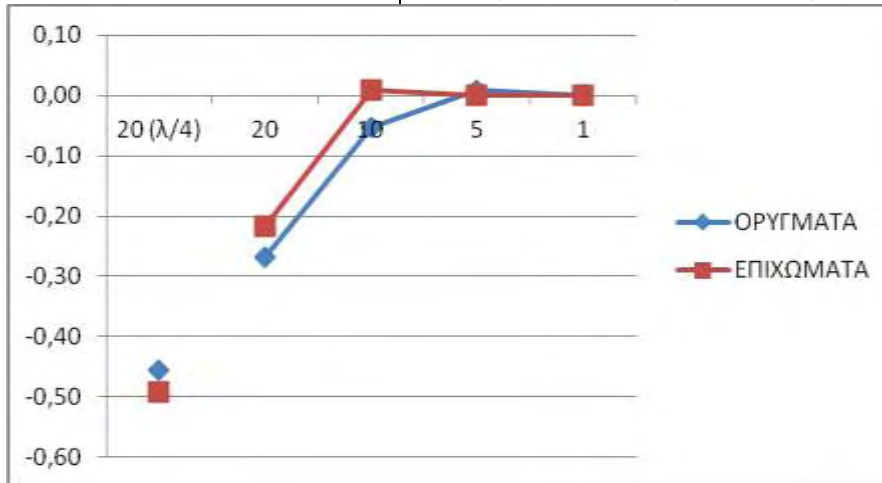
Απόκλιση από τους πραγματικούς όγκους για κάθε πύκνωση ανά χλμ



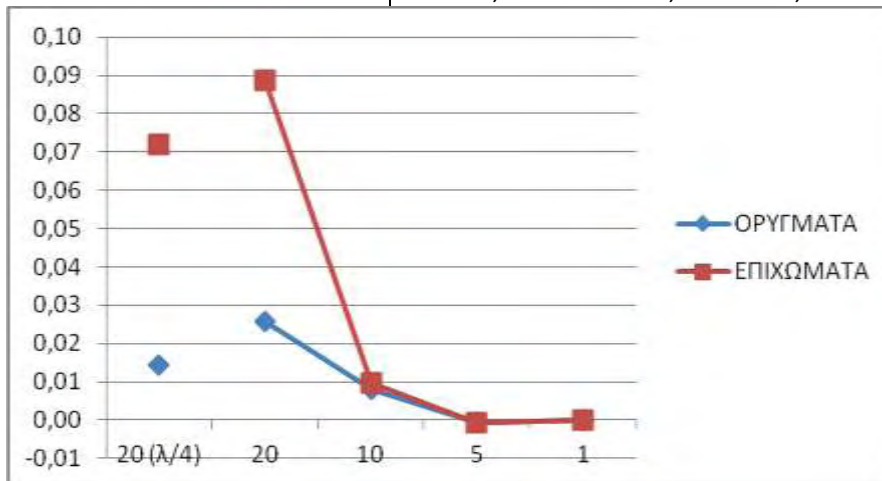




ΚΡΗΤΗ_second	ΟΡΥΓΜΑΤΑ ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	ΚΥΒΙΚΑ ανά ΧΛΜ				
		20 (λ/4)	20	10	5	1
	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	-0,45	-0,27	-0,05	0,01	0,00
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	-0,49	-0,22	0,01	0,00	0,00



ΠΗΛΙΟ_first	ΟΡΥΓΜΑΤΑ ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	ΚΥΒΙΚΑ ανά ΧΛΜ				
		20 (λ/4)	20	10	5	1
	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	0,07	0,09	0,01	0,00	0,00



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

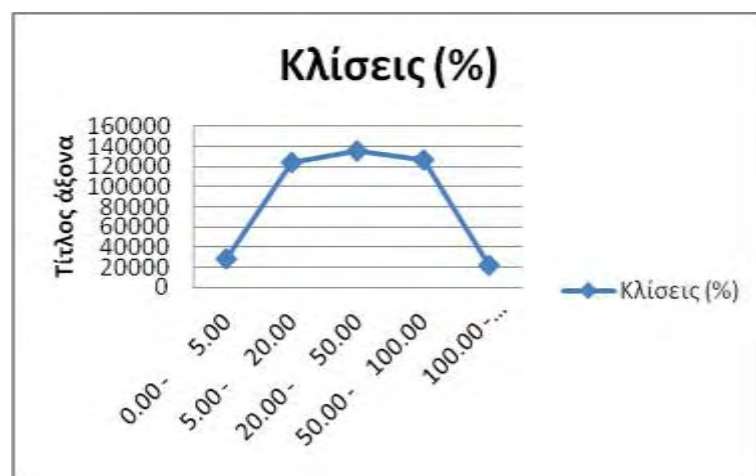
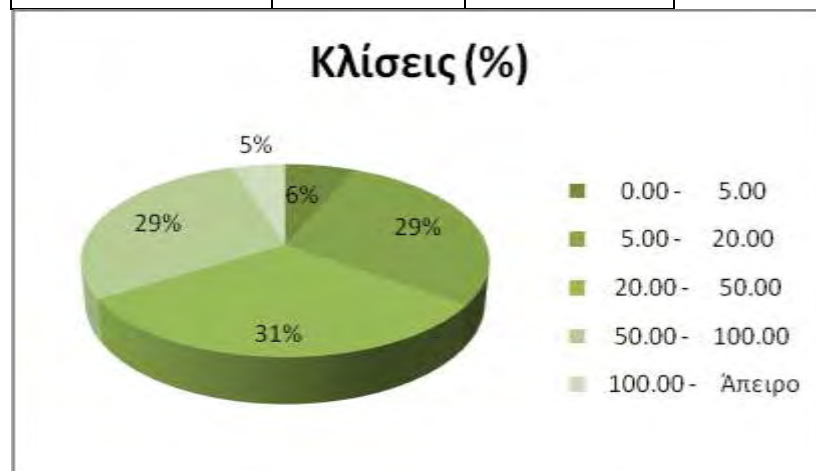
Κλίσεις εδάφους

ENVIR

Έδαφος : Έδαφος 3

Κλίμακα : Κλίσεις Εδάφους 1

Κλίσεις (%)	Εμβαδό (τ.μ.)	ΜΕΣΗ ΚΛΙΣΗ
0.00 - 5.00	28029	41,26%
5.00 - 20.00	123880,68	
20.00 - 50.00	135603,47	
50.00 - 100.00	126193,55	
100.00 - Άπειρο	21444,99	

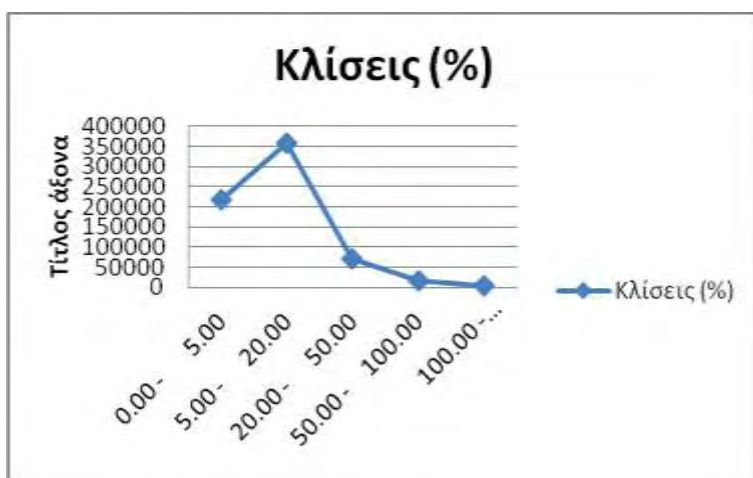
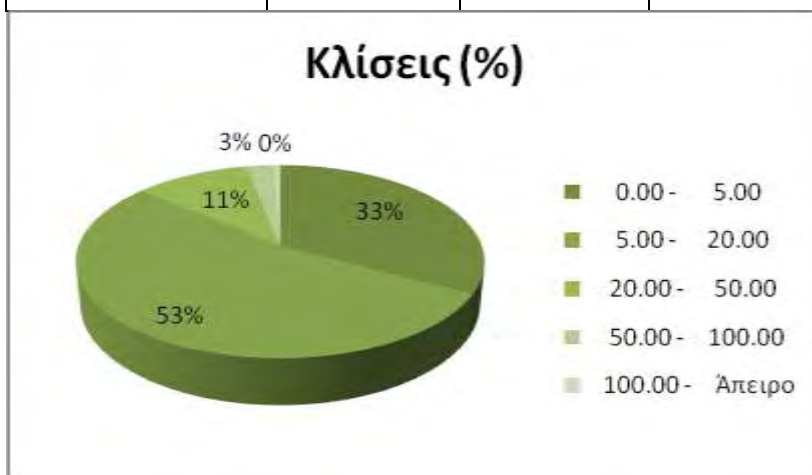


METRO

Έδαφος : Έδαφος 1

Κλίμακα : Κλίσεις Εδάφους 1

Κλίσεις (%)	Εμβαδό (τ.μ.)	ΜΕΣΗ ΚΛΙΣΗ
0.00 - 5.00	218958,26	11,82%
5.00 - 20.00	356059,77	
20.00 - 50.00	70384,44	
50.00 - 100.00	17498,26	
100.00 - Άπειρο	3510,71	

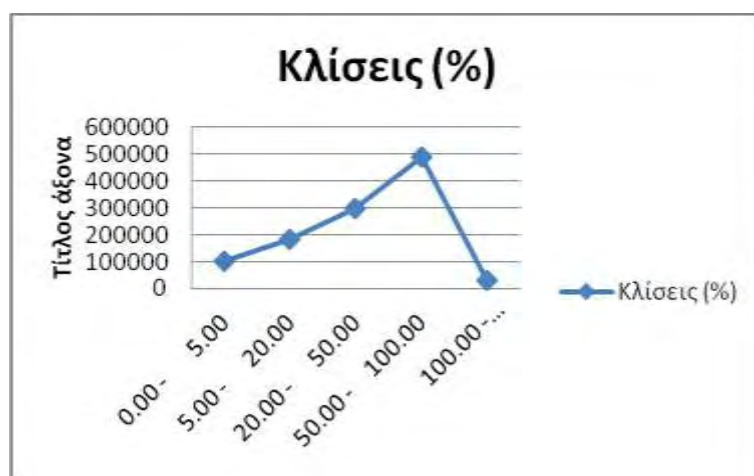
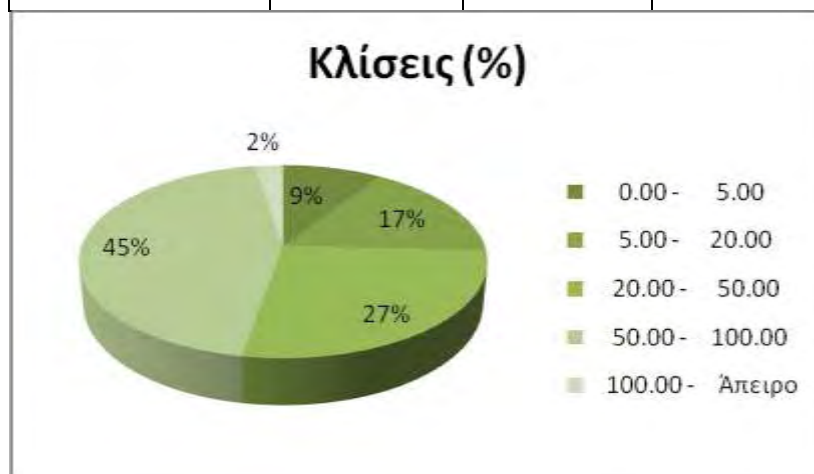


demo_1

Έδαφος : Έδαφος 1

Κλίμακα : Κλίσεις Εδάφους 1

Κλίσεις (%)	Εμβαδό (τ.μ.)	ΜΕΣΗ ΚΛΙΣΗ
0.00 - 5.00	99736,2	45,61%
5.00 - 20.00	181743,67	
20.00 - 50.00	295323	
50.00 - 100.00	487832,63	
100.00 - Άπειρο	28251,73	

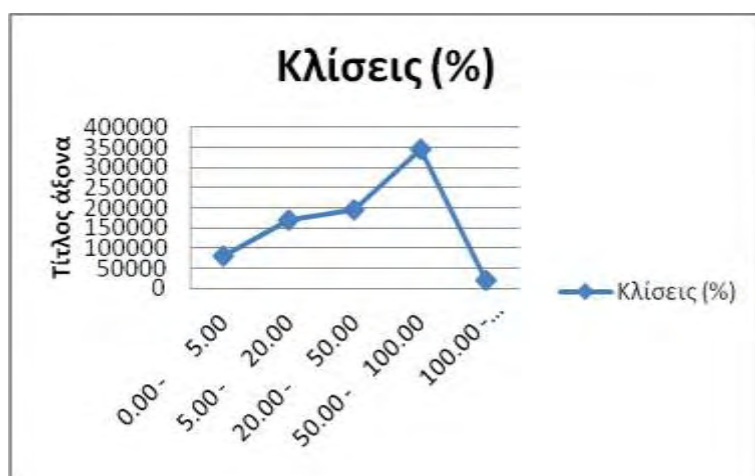
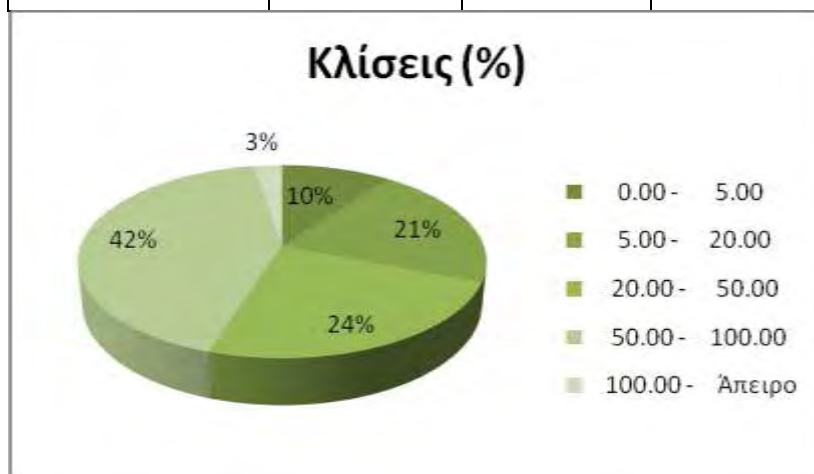


demo_2

Έδαφος : Έδαφος 1

Κλίμακα : Κλίσεις Εδάφους 1

Κλίσεις (%)	Εμβαδό (τ.μ.)	ΜΕΣΗ ΚΛΙΣΗ
0.00 - 5.00	81723,4	43,71%
5.00 - 20.00	169985,05	
20.00 - 50.00	194842,89	
50.00 - 100.00	344592,92	
100.00 - Άπειρο	20835,03	

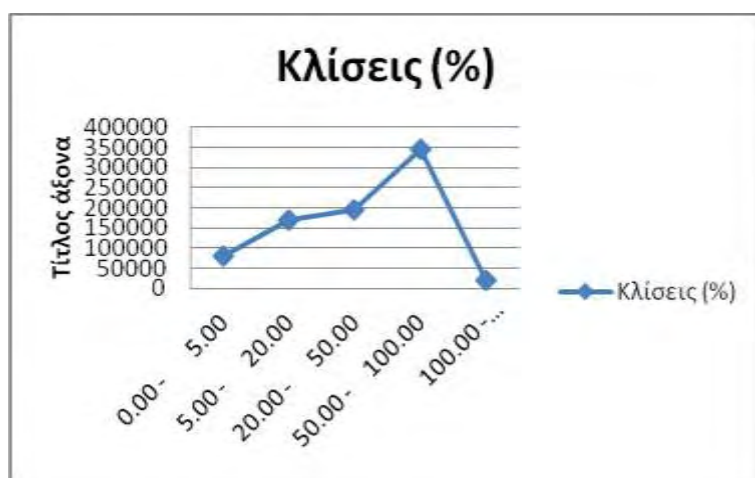
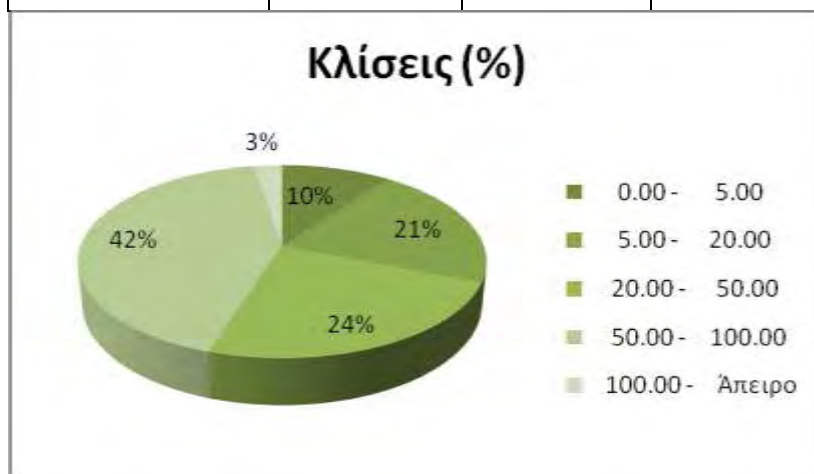


demo_3

Έδαφος : Έδαφος 1

Κλίμακα : Κλίσεις Εδάφους 1

Κλίσεις (%)	Εμβαδό (τ.μ.)	ΜΕΣΗ ΚΛΙΣΗ
0.00 - 5.00	81723,4	43,71%
5.00 - 20.00	169985,05	
20.00 - 50.00	194842,89	
50.00 - 100.00	344592,92	
100.00 - Άπειρο	20835,03	

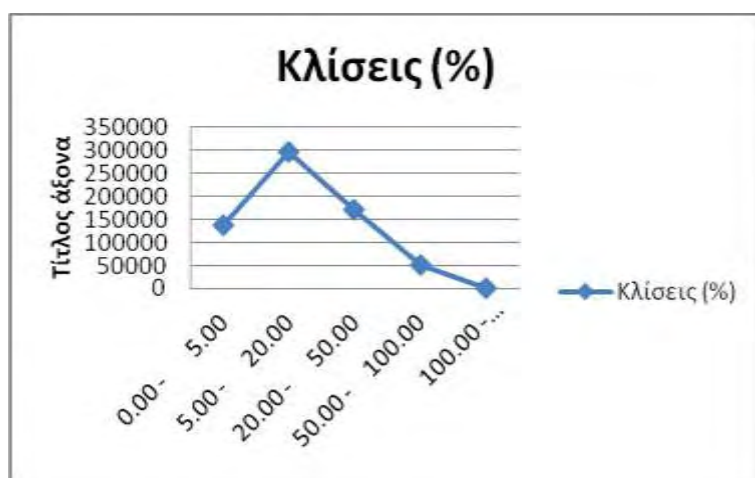
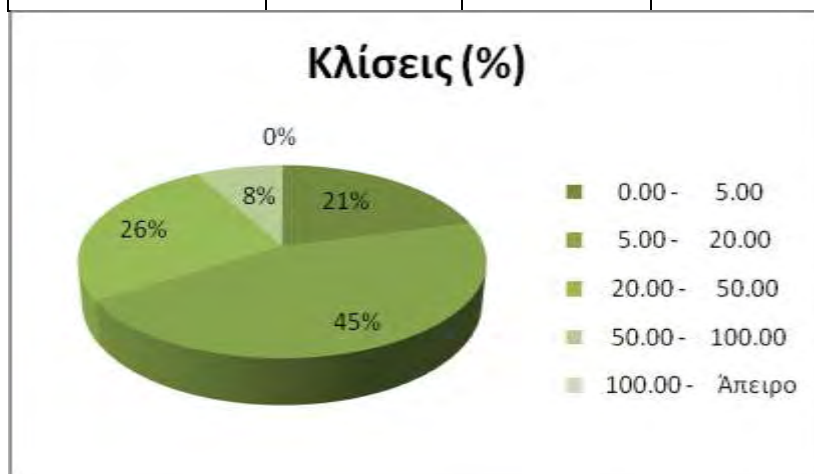


ΚΑΛΛΙΠΕΥΚΗ

Έδαφος : Έδαφος 1

Κλίμακα : Κλίσεις Εδάφους 1

Κλίσεις (%)	Εμβαδό (τ.μ.)	ΜΕΣΗ ΚΛΙΣΗ
0.00 - 5.00	137710,9	19,15%
5.00 - 20.00	295967,27	
20.00 - 50.00	171134,14	
50.00 - 100.00	51143,06	
100.00 - Άπειρο	1545,34	

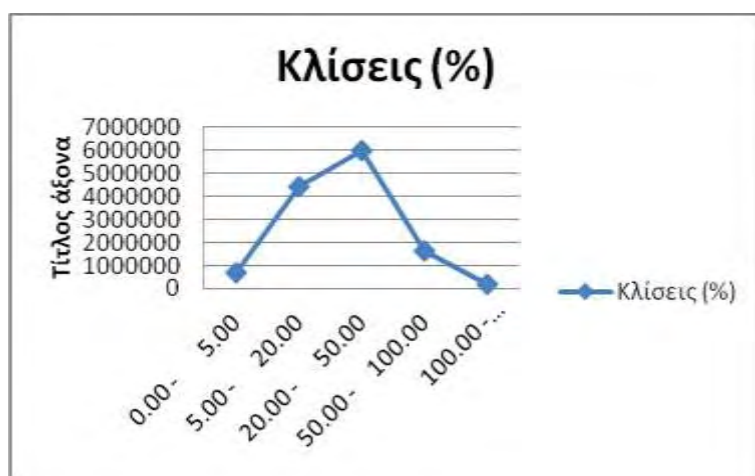
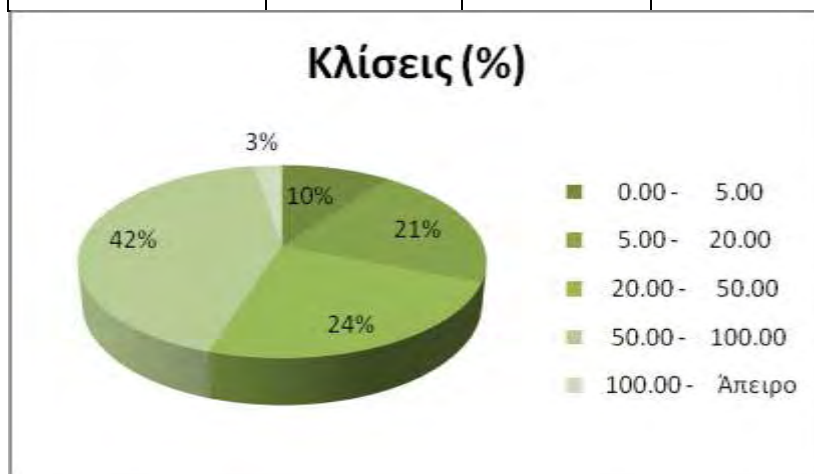


Crete_second

Έδαφος : Έδαφος 1

Κλίμακα : Κλίσεις Εδάφους 1

Κλίσεις (%)	Εμβαδό (τ.μ.)	ΜΕΣΗ ΚΛΙΣΗ
0.00 - 5.00	711627,34	40,11%
5.00 - 20.00	4393905,35	
20.00 - 50.00	5956773,06	
50.00 - 100.00	1633238,33	
100.00 - Άπειρο	208913,45	

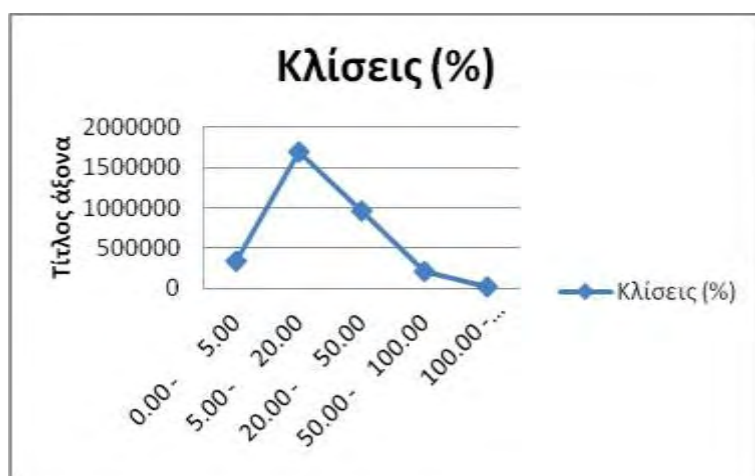
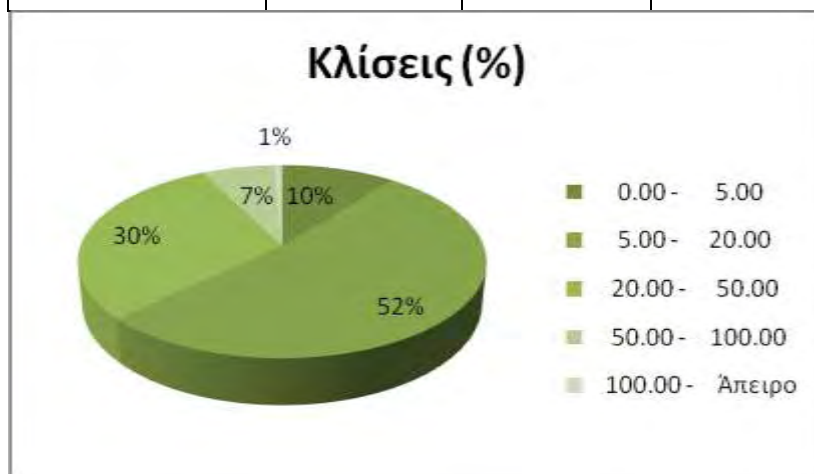


Pelio_first

Έδαφος : Έδαφος 1

Κλίμακα : Κλίσεις Εδάφους 1

Κλίσεις (%)	Εμβαδό (τ.μ.)	ΜΕΣΗ ΚΛΙΣΗ
0.00 - 5.00	340166,71	
5.00 - 20.00	1698246,75	20,26%
20.00 - 50.00	959508,19	
50.00 - 100.00	217467,4	
100.00 - Άπειρο	24751,75	



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V

Συγκεντρωτικός πίνακας όγκων χωματισμών

		με χρήση της τυπικής διατομής (η1,η2,ε3)							
ΕΡΓΟ		ΠΥΚΝΩΣΗ ΑΝΑ (m)					ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ %		ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ (πιο ακριβές)
		ΜΕ ΧΡΗΣΗ λ/4		ΜΕ ΧΡΗΣΗ λ/2			λ/4	λ/2	
		20 (λ/4)	20	10	5	1			
ELLINOP	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	110.728,6	110.817,0	110.263,5	110.207,5	110.050,9	0,61%	0,69%	το λ/4
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	49.930,6	50.730,0	51.122,1	51.146,3	51.154,8	-2,45%	-0,84%	το λ/2
ENVIR	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	365.925,5	368.160,6	366.658,8	367.248,5	367.207,6	-0,35%	0,26%	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	132.045,5	134.095,3	135.204,1	134.907,0	135.120,3	-2,33%	-0,76%	το λ/2
METRO	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	482.224,1	483.833,7	483.889,8	483.730,0	483.705,6	-0,31%	0,03%	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	441.660,5	444.389,8	444.710,8	444.574,2	444.754,4	-0,70%	-0,08%	το λ/2
demo_1	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	127.540,2	128.551,4	128.386,2	128.524,0	128.519,2	-0,77%	0,03%	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	85.373,4	86.926,8	86.848,8	86.680,0	86.727,5	-1,59%	0,23%	το λ/2
demo_2	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	35.905,2	35.940,0	35.781,2	35.771,0	35.772,0	0,37%	0,47%	το λ/4
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	33.409,0	33.617,2	33.289,0	33.261,5	33.256,6	0,46%	1,07%	το λ/4
demo_3	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	28.204,3	28.231,4	28.325,4	28.264,2	28.267,2	-0,22%	-0,13%	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	16.805,3	17.065,3	16.957,1	17.013,7	17.005,3	-1,19%	0,35%	το λ/2
ΚΑΛΛΙΠΕΥΚΗ	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	23.387,3	23.589,8	23.629,8	23.553,5	23.519,9	-0,57%	0,30%	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	32.540,6	32.906,1	32.765,0	32.776,3	32.756,2	-0,66%	0,46%	το λ/2
ΚΡΗΤΗ_second	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	127.830,0	128.580,7	129.442,4	129.691,0	129.657,5	-1,43%	-0,84%	το λ/2
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	95.536,7	96.640,7	97.548,6	97.513,5	97.512,4	-2,07%	-0,90%	το λ/2
ΠΗΛΙΟ_first	ΟΡΥΓΜΑΤΑ	11.388,2	11.406,6	11.378,0	11.364,1	11.365,1	0,20%	0,36%	το λ/4
	ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	41.374,8	41.402,0	41.274,8	41.257,9	41.259,0	0,28%	0,35%	το λ/4

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Γ.ΚΑΝΕΛΛΑΪΔΗΣ – Γ. ΜΑΛΕΡΔΟΣ – Γ. ΓΛΑΡΟΣ (2001), ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ II, χωματισμοί – κίνηση γαιών, ΕΜΠ.

ΚΩΝΣΤ. ΧΑΡ. ΚΩΤΣΟΒΟΛΟΥ, ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΕΡΓΑ, Οδοποιία.

Α. Π. ΓΙΩΤΗΣ – Γ.ΚΑΝΕΛΛΑΪΔΗΣ – Γ. ΜΑΛΕΡΔΟΣ (1990), ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΟΔΩΝ, ΕΜΠ.

<http://www.civ.uth.gr/lessons/42/BRUCKNER.pdf>

http://www.sate.gr/data_source/2005%CE%A5%CE%A0%CE%95%CE%A7%CE%A9%CE%94%CE%95-41.pdf

<http://www.anadelta.com/index-gr.php>