



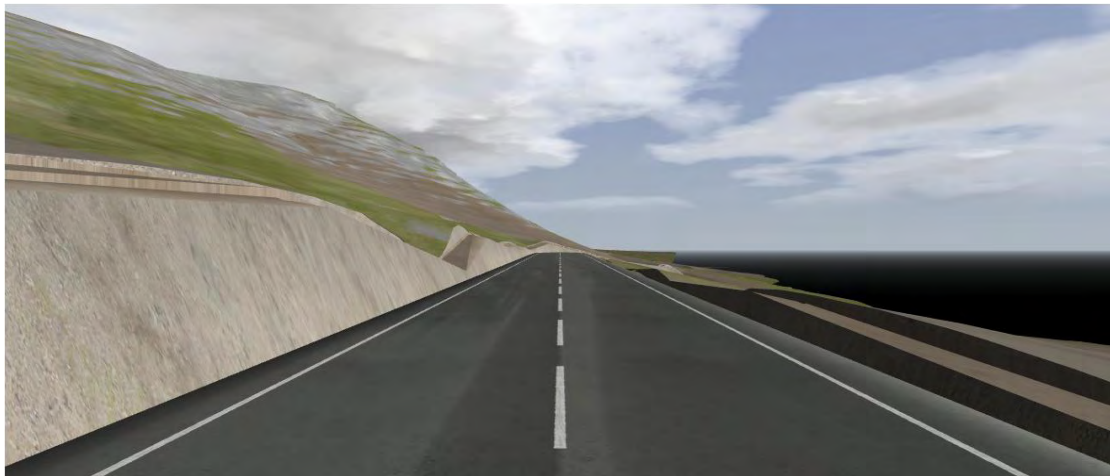
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΧΩΜΑΤΙΣΜΩΝ

υπό

ΑΝΔΡΟΜΑΧΗΣ ΓΚΟΥΤΖΙΝΗ



Επιβλέπων καθηγητής: **Ν. Ηλιού**

Συνεπιβλέπων: **Γ. Καλιαμπέτσος**

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των
απαιτήσεων για την απόκτηση του
Διπλώματος Πολιτικού Μηχανικού

Βόλος, 2017

© 2017 Ανδρομάχη Γκουτζίνη

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής Ν. Ηλιού
(Επιβλέπων) Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δεύτερος Εξεταστής Π. Κοπελιάς
 Επίκουρος καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο
 Θεσσαλίας

Τρίτος Εξεταστής Γ. Καλιαμπέτσος
 Επιστημονικός συνεργάτης, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών,
 Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ευχαριστίες

Πρώτα απ' όλα, θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Καθηγητή κ. Ν. Ηλιού, για την ανάθεση της διπλωματικής εργασίας, καθώς και τον Επιστημονικό Συνεργάτη κ. Γ. Καλιαμπέτσο, για την αμέριστη βοήθεια που μου προσέφερε σε όλη τη διάρκεια αυτής.

Πάνω απ' όλα, είμαι ευγνώμων στους γονείς μου και στο αδελφό μου, για την ολόψυχη αγάπη και υποστήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια.

Ανδρομάχη Γκουτζίνη

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΧΩΜΑΤΙΣΜΩΝ

Ανδρομάχη Γκουτζίνη

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, 2017

Επιβλέπων Καθηγητής: Ν. Ηλιού, Καθηγητής Π.Θ

Συνεπιβλέπων: Γ. Καλιαμπέτσος, Επιστημονικός Συνεργάτης Π.Θ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία γίνεται μια διερεύνηση των μεθόδων υπολογισμού των χωματισμών, προκειμένου να βρεθεί μια μέθοδος που να προσεγγίζει την πραγματικότητα και να απλοποιεί ταυτόχρονα την υπολογιστική διαδικασία. Πιο συγκεκριμένα γίνεται σύγκριση μεταξύ της κλασσικής μεθόδου των εφαρμοστέων μηκών και μιας απλοποιημένης μεθόδου. Η τελευταία, χρησιμοποιεί σε όλες τις περιπτώσεις μεταξύ δύο διατομών εφαρμοστέο μήκος, το οποίο προκύπτει πάντοτε ως το ημίαθροισμα των αποστάσεων μεταξύ της τρέχουσας διατομής από την προηγούμενη και την επόμενη. Αρχικά, παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο, που απαιτείται για την κατανόηση των μεθόδων που χρησιμοποιούνται. Έπειτα, αναφέρονται τα δεδομένα και επεξηγείται με αναλυτικό τρόπο η μεθοδολογία της διερεύνησης. Για την συγκεκριμένη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν 45 έργα οδοποιίας με την ίδια οριζοντιογραφία και διαφορετικές μηκοτομές, και υπολογίστηκαν οι χωματισμοί για τις τυπικές διατομές $\beta 2\sigma$, $\gamma 2$, $\zeta 2$. Στη συνέχεια, εκτίθενται τα αποτελέσματα, που προέκυψαν και συγκρίνονται μεταξύ τους. Τέλος, παρατίθενται επιγραμματικά τα συμπεράσματα που εξάγονται από την σύγκριση και προτείνεται η χρήση της απλοποιημένης μεθόδου για τον υπολογισμό των όγκων των χωματισμών.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Κεφάλαιο 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1. Κίνητρο και υπόβαθρο.....	1
1.2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση.....	2
1.3. Οργάνωση Διπλωματικής Εργασίας.....	3
Κεφάλαιο 2 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ.....	5
2.1. Χωματοργικά.....	5
2.2. Μεθοδολογία υπολογισμού όγκων μεταξύ δυο διατομών.....	6
2.2.1 Διάκριση διατομών.....	6
2.2.2 Τυπική διατομή.....	8
2.2.3 Αρχές του υπολογισμού των όγκων (Αποστολέρης Α., 2015).....	8
2.2.4 Εμβαδομέτρηση των διατομών.....	10
2.3. Υπολογισμός των όγκων των χωματισμών.....	13
2.3.1. Βασικές αρχές υπολογισμού.....	13
2.3.2. Μέθοδος των μέσων επιφανειών.....	15
2.3.3. Μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών.....	19
2.3.4. Πίνακας χωματισμών.....	28
2.3.4.1. Πίνακας χωματισμών εφαρμοστέων μηκών.....	28
2.3.4.2. Πίνακας χωματισμών μέσων επιφανειών.....	31
2.4. Διάγραμμα κίνησης γαιών (Bruckner).....	34
Κεφάλαιο 3 ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ.....	35
3.1. Εισαγωγή.....	35
3.2. Απλοποιημένη Μέθοδος Εφαρμοστέων μηκών.....	36
3.3. Σύγκριση μεθόδων.....	38
3.4. Anadelta Tessera.....	44
3.5. Διερεύνηση μεθόδων υπολογισμού χωματισμών.....	47
3.5.1. Δεδομένα διαδικασίας διερεύνησης.....	47
3.5.2. Εφαρμογή.....	50
Κεφάλαιο 4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ.....	55
4.1. Υπολογισμοί όγκων χωματισμών για διάφορες πυκνώσεις.....	55
4.2. Τύπος διατομής γ_2	57
4.2.1. Αποτελέσματα.....	57
4.2.2. Σχολιασμός αποτελεσμάτων για τυπική διατομή γ_2	59
4.3. Τύπος διατομής γ_2 : 1ο μισό του δρόμου.....	61
4.3.1. Αποτελέσματα.....	61
4.3.2. Σχολιασμός για το 1ο μισό των δρόμων και για τυπική διατομή γ_2	63
4.4. Τύπος διατομής γ_2 : 2ο μισό του δρόμου.....	65
4.4.1. Αποτελέσματα.....	65
4.4.2. Σχολιασμός για το 2ο μισό των δρόμων και για τυπική διατομή γ_2	67
4.5. Τύπος διατομής $\beta_2\sigma$	69
4.5.1. Αποτελέσματα.....	69
4.5.2. Σχολιασμός αποτελεσμάτων για τυπική διατομή $\beta_2\sigma$	71

4.6. Τύπος διατομής ζ2.....	73
4.6.1. Αποτελέσματα.....	73
4.6.2. Σχολιασμός αποτελεσμάτων για τυπική διατομή ζ2	75
4.7. Συνολική σύγκριση αποτελεσμάτων	76
4.8. Ιδιαίτερες περατώσεις.....	83
4.8.1. Agria01 για τυπική διατομή γ2	85
4.8.2. Agria09 για τυπική διατομή γ2	93
4.8.3. Agria16 για τυπική διατομή ζ2.....	99
4.8.4. Agria10 για τυπική διατομή β2σ.....	103
4.8.5. Σύγκριση Agria01 και Agria10 για την ίδια Χ.Θ.....	106
Κεφάλαιο 5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	109
5.1. Σύνοψη αποτελεσμάτων	109
5.2. Συμπεράσματα.....	110
5.3. Προτάσεις.....	111
Κεφάλαιο 6 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	113
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.....	115
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ	133
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ.....	143

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2- 1: Σύνοψη εφαρμοστέων μηκών και μέσων επιφανειών.....	27
Πίνακας 3- 1: Σύγκριση Μεθόδων εφαρμοστέων μηκών	39
Πίνακας 3- 2: Παράδειγμα πίνακα χωματισμών σύμφωνα με την απλοποιημένη μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών	40
Πίνακας 3- 3: Παράδειγμα πίνακα χωματισμών σύμφωνα με την κλασσική μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών	41
Πίνακας 3- 4: Αποτελέσματα όγκων χωματισμών έργου Agria01 για πύκνωση διατομών 20, 10, 5, 2, 1	50
Πίνακας 3- 5: Συνολικά αποτελέσματα όγκων χωματισμών για το έργο Agria01 ...	52
Πίνακας 3- 6: Όγκοι χωματισμών για Agria01 και οι αποκλίσεις τους.....	53
Πίνακας 4- 1: Πλήθος και ποσοστά έργων για τύπο διατομής γ_2	57
Πίνακας 4- 2: Πλήθος και ποσοστά έργων για τύπο διατομής γ_2 και το 1ο μισό κάθε δρόμου.	61
Πίνακας 4- 3: Πλήθος και ποσοστά έργων για τύπο διατομής γ_2 και το 2ο μισό κάθε δρόμου	65
Πίνακας 4- 4: Πλήθος και ποσοστά έργων για τύπο διατομής $\beta_2\sigma$	69
Πίνακας 4- 5: Πλήθος και ποσοστά έργων για τύπο διατομής ζ_2	73
Πίνακας 4- 6: Ποσοστά έργων για τις τυπικές διατομές $\beta_2\sigma$, γ_2 , ζ_2 κατά τον υπολογισμό των επιχωμάτων	76
Πίνακας 4- 7: Ποσοστά έργων για τις τυπικές διατομές $\beta_2\sigma$, γ_2 , ζ_2 κατά τον υπολογισμό των ορυγμάτων	76
Πίνακας 4- 8: Ποσοστά έργων κατά τον υπολογισμό των επιχωμάτων για την τυπικές διατομές γ_2 και το 1ο & 2ο μισό κάθε έργου	77
Πίνακας 4- 9: Ποσοστά έργων κατά τον υπολογισμό των ορυγμάτων για την τυπικές διατομές γ_2 και το 1ο & 2ο μισό κάθε έργου	77

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2- 1: Διάκριση των διατομών(Αποστολέρης, 2015)	6
Σχήμα 2- 2: Τυπική διατομή (Κανελλαΐδης Γ. κ.α, 2001).....	7
Σχήμα 2- 3: Ορισμός στοιχειώδους όγκου διατομής	8
Σχήμα 2- 4: Ορισμός όγκου επιχώματος	9
Σχήμα 2- 5: Αναλογικό εμβαδόμετρο	10
Σχήμα 2- 6: Εμβαδομέτρηση της διατομής με την Μέθοδο των Τετραγωνιδίων (Αποστολέρης,2015)	11
Σχήμα 2- 7: Εμβαδομέτρηση της διατομής με την μέθοδο των λωρίδων(Αποστολέρης, 2015).....	12
Σχήμα 2- 8: Διάγραμμα επιφανειών (Αποστολέρης Α., 2015).....	14
Σχήμα 2- 9: Διάγραμμα επιφανειών για την μέθοδο των μέσων επιφανειών (Κανελλαΐδης Γ. κ.α, 2001)	15
Σχήμα 2- 10: Διάγραμμα επιφανειών για την μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών (Μίντσης).....	20
Σχήμα 2- 11: Υπόδειγμα πίνακα χωματισμών εφαρμοστέων μηκών (Αποστολέρης,2015)	30
Σχήμα 2- 12: Υπόδειγμα πίνακα μέσων επιφανειών(Αποστολέρης,2015)	33
Σχήμα 2- 13: Κατασκευή διαγράμματος Bruckner	34
Σχήμα 3- 1: Εύρεση εφαρμοστέου μήκους απλοποιημένης μεθόδου στο Excel.....	42
Σχήμα 3- 2: Εύρεση εφαρμοστέου μήκους της κλασσικής μεθόδου στο Excel.....	43
Σχήμα 3- 3: Παράθυρο δημιουργίας Πίνακα χωματισμών μέσω Anadelta Tessera ..	45
Σχήμα 3- 4: Πίνακας χωματισμών μέσω Anadelta Tessera	45
Σχήμα 3- 5: Πύκνωση διατομών μέσω Anadelta Tessera	46
Σχήμα 3- 6: Η οριζοντιογραφία (1,27km)	47
Σχήμα 3- 7: Τυπικές διατομές β2σ, γ2, ζ2 (ΟΜΟΕ-Δ)	48
Σχήμα 3- 8: Τυπική διατομή 3D View σε όρυγμα (πάνω) και σε επίχωμα (κάτω) ...	49
Σχήμα 3- 9: Πίνακας χωματισμών για μέσες επιφάνειες	51

Σχήμα 3- 10: Εύρεση αποκλίσεων για την απλοποιημένη μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών	52
Σχήμα 3- 11: Εύρεση αποκλίσεων για την κλασσική μέθοδο των εφαρμοστέων	53
Σχήμα 3- 12: Εύρεση ακριβέστερης τιμής για τις δύο μεθόδους.....	54
Σχήμα 4- 1: Πύκνωση διατομών για το έργο Agria01	55
Σχήμα 4- 2: Μέσος όρος αποκλίσεις επιχωμάτων σε διάφορες πυκνώσεις	56
Σχήμα 4- 3: Μέσος όρος αποκλίσεις ορυγμάτων σε διάφορες πυκνώσεις.....	56
Σχήμα 4- 4: Ποσοστά έργων για τύπο διατομής γ_2	57
Σχήμα 4- 5: Διάγραμμα αποκλίσεων όγκων των επιχωμάτων για τύπο διατομής γ_2	58
Σχήμα 4- 6: Διάγραμμα αποκλίσεων όγκων ορυγμάτων για τύπο διατομής γ_2	58
Σχήμα 4- 7: Ποσοστά έργων για τύπο διατομής γ_2 και το 1ο μισό	61
Σχήμα 4- 8: Διάγραμμα αποκλίσεων όγκων επιχωμάτων για το 1ο μισό κάθε δρόμου για τα 45 έργα και τύπο διατομής γ_2	62
Σχήμα 4- 9: Διάγραμμα αποκλίσεων όγκων ορυγμάτων από την ακριβέστερη τιμή για το 1ο μισό κάθε δρόμου για τα 45 έργα και τύπο διατομής γ_2	62
Σχήμα 4- 10: Ποσοστά έργων για τύπο διατομής γ_2 και για το 2ο μισό κάθε δρόμου από τα 45 έργα	65
Σχήμα 4- 11: Διάγραμμα αποκλίσεων όγκων επιχωμάτων για το 2ο μισό κάθε δρόμου για τα 45 έργα και τύπο διατομής γ_2	66
Σχήμα 4- 12: Διάγραμμα αποκλίσεων όγκων ορυγμάτων για το 2ο μισό κάθε δρόμου για τα 45 έργα και τύπο διατομής γ_2	66
Σχήμα 4- 13: Ποσοστά έργων για τύπο διατομής $\beta_2\sigma$	69
Σχήμα 4- 14: Διάγραμμα αποκλίσεων όγκων επιχωμάτων για τύπο διατομής $\beta_2\sigma$..	70
Σχήμα 4- 15: Διάγραμμα αποκλίσεων όγκων ορυγμάτων για τύπο διατομής $\beta_2\sigma$	70
Σχήμα 4- 16: Ποσοστά έργων για τύπο διατομής ζ_2	73
Σχήμα 4- 17: Διάγραμμα αποκλίσεων όγκων επιχωμάτων για τύπο διατομής ζ_2	74
Σχήμα 4- 18: Διάγραμμα αποκλίσεων όγκων ορυγμάτων για τύπο διατομής ζ_2	74
Σχήμα 4- 19: Συγκριτικά διάγραμμα αποκλίσεων όγκων χωματισμών επιχωμάτων για τις τυπικές διατομής $\beta_2\sigma, \gamma_2, \zeta_2$	78

Σχήμα 4- 20: Συγκριτικά διαγράμματα αποκλίσεων όγκων χωματισμών ορυγμάτων για τις τυπικές διατομές β2σ,γ2,ζ2	78
Σχήμα 4- 22: Συγκριτικά διαγράμματα αποκλίσεων όγκων χωματισμών επιχωμάτων για την τυπική διατομή γ2 για τα 2 μισά του κάθε δρόμου σε σύγκριση με το σύνολο του.	80
Σχήμα 4- 21: Συγκριτικά διαγράμματα αποκλίσεων όγκων χωματισμών ορυγμάτων για την τυπική διατομή γ2 για τα 2 μισά του κάθε δρόμου σε σύγκριση με το σύνολο του.	80
Σχήμα 4- 23 Διάγραμμα Bruckner από Anadelta Tessera	84
Σχήμα 4- 24: Διάγραμμα επιφανειών από Anadelta Tessera	84
Σχήμα 4- 25: Διαγράμματα Bruckner για πύκνωση ανά 1μέτρα και ανά 20 μέτρα ..	85
Σχήμα 4- 26: Σύγκριση διαγραμμάτων Bruckner στην Χ.Θ. 20m-60m	86
Σχήμα 4- 27: Διαγράμματα επιφανειών ανά 1 μέτρο	87
Σχήμα 4- 28: Διαγράμματα επιφανειών και ανά 20 μέτρα	87
Σχήμα 4- 29: Σύγκριση διαγραμμάτων Bruckner στην Χ.Θ. 822m-842m	88
Σχήμα 4- 30: Διαγράμματα επιφανειών ανά 1 μέτρο	89
Σχήμα 4- 31: Διαγράμματα επιφανειών ανά 20 μέτρα	89
Σχήμα 4- 32: Ο δρόμος Agria01 στις Χ.Θ. 822m-842m	90
Σχήμα 4- 33: Ο δρόμος Agria01 στις Χ.Θ. 822m-842m και οι αντίστοιχες διατομές σε αυτές τις χιλιομετρικές θέσεις	91
Σχήμα 4- 34: Διαγράμματα Bruckner για πύκνωση ανά 1μέτρα και ανά 20 μέτρα ..	93
Σχήμα 4- 35: Σύγκριση διαγραμμάτων Bruckner στην Χ.Θ. 562m-590m	94
Σχήμα 4- 36: Διαγράμματα επιφανειών ανά 1 μέτρο	95
Σχήμα 4- 37: Διαγράμματα επιφανειών ανά 20 μέτρα	95
Σχήμα 4- 38: Σύγκριση διαγραμμάτων Bruckner στην Χ.Θ. 1121m-1142m	96
Σχήμα 4- 39: Διαγράμματα επιφανειών ανά 1 μέτρο	97
Σχήμα 4- 40: Διαγράμματα επιφανειών ανά 20 μέτρα	97
Σχήμα 4- 41: Διαγράμματα Bruckner για πύκνωση ανά 1μέτρα και ανά 20 μέτρα ..	99
Σχήμα 4- 42: Σύγκριση διαγραμμάτων Bruckner στην Χ.Θ. 230m-260m	100

Σχήμα 4- 43: Διαγράμματα επιφανειών ανά 1 μέτρο.....	101
Σχήμα 4- 44: Διαγράμματα επιφανειών ανά 20 μέτρα.....	101
Σχήμα 4- 45: Διαγράμματα Bruckner για πύκνωση ανά 1μέτρα και ανά 20 μέτρα ..	103
Σχήμα 4- 46: Σύγκριση διαγραμμάτων Bruckner στην Χ.Θ. 822m-842m.....	104
Σχήμα 4- 47: Διαγράμματα επιφανειών ανά 1 μέτρο.....	105
Σχήμα 4- 48: Διαγράμματα επιφανειών ανά 20 μέτρα.....	105
Σχήμα 4- 49: Διαγράμματα επιφανειών για πύκνωση ανά 1m των έργων Agria01 και Agria10 αντίστοιχα	107
Σχήμα 4- 50: Διαγράμματα επιφανειών για πύκνωση ανά 1m των έργων Agria01 και Agria10 αντίστοιχα	107

Κεφάλαιο 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Κίνητρο και υπόβαθρο

Ο υπολογισμός των όγκων των χωματισμών είναι ένα πολύ σημαντικό κομμάτι της μελέτης ενός έργου οδοποιίας, καθώς επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τον προϋπολογισμό του. Εστιάζοντας κανείς στις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του πίνακα των χωματισμών, παρατηρεί ότι δεν δίνουν απόλυτα ακριβή αποτελέσματα. Επομένως το κίνητρο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, είναι η βελτιστοποίηση των μεθόδων υπολογισμού των όγκων των χωματισμών, και συγκεκριμένα αυτής των εφαρμοστέων μηκών. Ένας ακόμα λόγος ενασχόλησης με το συγκεκριμένο θέμα είναι και το πρόβλημα που δημιουργείται κατά τον προγραμματισμό στον Η/Υ αυτής της μεθόδου, καθώς οι διάφορες περιπτώσεις χρήσης του εφαρμοστέου μήκους είναι δύσκολο να αναγνωριστούν από κάποιο πρόγραμμα. Έτσι, προκύπτει η ανάγκη της απλοποίησης της μεθόδου, προκειμένου να διευκολυνθεί η υπολογιστική διαδικασία. Όμως, έτσι γεννούνται τα ερωτήματα σχετικά με την αξιοπιστία της απλοποιημένης αυτής μεθόδου, δηλαδή κατά πόσο αλλοιώνει τον υπολογισμό του συνολικού όγκων των χωματισμών και αν εν τέλει δίνει καλύτερα αποτελέσματα από την κλασσική μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών, δηλαδή αν προσεγγίζει ακριβέστερα την πραγματικότητα. Αυτές τις απαντήσεις θα προσπαθήσει να δώσει η συγκεκριμένη μελέτη και να εξετάσει αν η απλοποιημένη μέθοδος αρκεί ή επιβάλλεται να χρησιμοποιείται ως μοναδική μέθοδος υπολογισμού των χωματισμών.

1.2 Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Ένα ζήτημα που έχει απασχολήσει αρκετούς συγγραφείς είναι τα χωματουργικά. Οι περισσότερες μελέτες εστιάζονται στο τρόπο με τον οποίο μπορεί να επιτευχθεί η οικονομικότερη δυνατή μεταφορά των χωματισμών. Η Μ. Μαρινέλλη (2012), στην διδακτορική της διατριβή επικεντρώνεται στην οικονομικά βέλτιστη διαχείριση του επιλεγόμενου εξοπλισμού μέσω αλγορίθμων. Ο Α. Πισπιρίγκος (2014), προσπάθησε να αναπτύξει ένα λογισμικό για τον ταχύτερο και βέλτιστο υπολογισμό της κίνησης των γαιών στα έργα οδοποιίας. Επιπλέον, ανατρέχοντας κανείς στην ξένη βιβλιογραφία διαπιστώνει το κύριο αντικείμενο μελέτης είναι το διάγραμμα κίνησης γαιών ή διάγραμμα Bruckner και η βελτιστοποίησή του.

Από το 2011 στο τμήμα των Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, ο Ι. Καρακικέσ εστίασε για πρώτη φορά στην χρήση μια απλοποιημένης μεθόδου των εφαρμοστέων μηκών, η οποία θα είχε ως στόχο να διευκολύνει την υπολογιστική διαδικασία του πίνακα των χωματισμών και να βελτιστοποιήσει το αποτέλεσμα. Η σύνδεση με την προηγούμενη βιβλιογραφία, όπως είναι λογικό έγκειται στο ότι ο ακριβέστερος υπολογισμός των όγκων των χωματισμών οδηγεί και σε ένα βέλτιστο διάγραμμα κίνησης γαιών και στην επίτευξη μιας οικονομικότερης κατασκευής της οδού. Έτσι, χρησιμοποιώντας 9 διαφορετικά έργα οδοποιίας ως προς το έδαφος και την χάραξη σύγκρινε τις δύο μεθόδους των εφαρμοστέων μηκών και εξέτασε την σύγκλιση των χωματισμών ανάλογα με την πυκνώση των διατομών. Κατά την απλοποιημένη μέθοδο που χρησιμοποίησε, το εφαρμοστέο μήκος προκύπτει πάντοτε ως ημιάθροισμα των αποστάσεων μεταξύ της τρέχουσας διατομής από την προηγούμενη και την επόμενη. Το 2016 ο Ι. Γκίζας συνέχισε να ασχολείται με την σύγκριση των μεθόδων υπολογισμού των χωματισμών, αλλά επέλεξε να εξετάσει αυτήν την φορά τις μεθόδους χρησιμοποιώντας κάποια κριτήρια. Αυτά ήταν η κλίση του εδάφους και η τυπική απόκλιση των υψομετρικών διαφορών των οδών. Για την εκπλήρωση της εργασίας του χρησιμοποιήθηκαν 24 έργα, τα οποία αφορούσαν υφιστάμενες μελέτες. Τελικά, και οι δυο καταλήγουν στην προτίμηση της χρήσης της απλοποιημένης μεθόδου των εφαρμοστέων μηκών. Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί συνέχεια των ερευνών αυτών των δύο.

Τέλος, στις σημειώσεις των Γ. Κανελλαΐδη κ.ά. (2011), παρουσιάζονται όλα τα βασικά στοιχεία της θεωρίας των χωματισμών και της κίνησης γαιών. Στο κεφάλαιο 8 του βιβλίου του Α. Αποστολέρη (2015) παρουσιάζονται με κάθε λεπτομέρεια οι ορισμοί των εννοιών που χρησιμοποιούνται κατά το στάδιο της μελέτης των χωματουργικών, καθώς και η μεθοδολογία υπολογισμού των όγκων των χωματισμών.

1.3 Οργάνωση Διπλωματικής Εργασίας

Το περιεχόμενο αυτής της διπλωματικής εργασίας οργανώνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να εισάγει τον αναγνώστη ομαλά στο αντικείμενο της μελέτης της. Στα Κεφάλαια 2 & 3 αναλύονται οι ορισμοί και οι μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται. Και στα τελευταία κεφάλαια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα.

Στο Κεφάλαιο 2, εξετάζεται διεξοδικά το θεωρητικό υπόβαθρο του υπολογισμού των χωματισμών. Αρχικά γίνεται αναφορά στα χωματουργικά και που χρησιμεύουν. Η μεθοδολογία του υπολογισμού όγκων μεταξύ δύο διατομών είναι απαραίτητη ώστε να κατανοηθούν οι μέθοδοι των μέσων επιφανειών και των εφαρμοστέων μηκών. Από την θεωρητική βάση της συγκεκριμένης εργασίας δεν θα μπορούσε να λείπει ο πίνακας χωματισμών και το διάγραμμα κίνησης των γαιών.

Στο Κεφάλαιο 3 αναπτύσσεται αναλυτικά η μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών, κατά την οποία το εφαρμοστέο μήκος προκύπτει πάντοτε ως ημιάθροισμα των αποστάσεων μεταξύ της τρέχουσας διατομής από την προηγούμενη και την επόμενη. Αυτή η μέθοδος χάριν ευκολίας θα αναφέρεται ως απλοποιημένη στην παρούσα διπλωματική εργασία. Επίσης, παρατίθενται τα δεδομένα, τα οποία είναι η οριζοντιογραφία, οι μηκοτομές και οι τα τρία είδη των τυπικών διατομών β2σ, γ2, ζ2. Τέλος, με κάθε λεπτομέρεια εξηγείται η μεθοδολογία, που χρησιμοποιήθηκε για την διερεύνηση των δύο μεθόδων υπολογισμού των χωματισμών.

Στο Κεφάλαιο 4, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των όγκων των χωματισμών για τα 45 έργα και για την κάθε περίπτωση τυπικής διατομής. Στην συνέχεια συγκρίνονται μεταξύ τους, και γίνεται μια προσπάθεια κατανόησης της συμπεριφοράς των δύο μεθόδων των εφαρμοστέων μηκών.

Τα συμπεράσματα της διπλωματικής εργασίας και οι προτάσεις παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 5. Συμφώνα με τα αποτελέσματα τις διερεύνησης προκύπτουν κάποιες παρατηρήσεις, οι οποίες πρέπει να σημειωθούν και να ερμηνευθούν. Τέλος, εκφράζονται κάποιες απόψεις, που αφορούν την χρήση των δύο μεθόδων.

Κεφάλαιο 2 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

2.1 Χωματουργικά

Η εκτέλεση ενός έργου οδοποιίας προϋποθέτει την μελέτη της οδού. Κατά το αρχικό στάδιό της, προσδιορίζεται η οριζοντιογραφία, η μηκοτομή και οι διατομές. Στη συνέχεια, τίθεται το ερώτημα σχετικά με το κόστος της κατασκευής, το οποίο εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τις εργασίες, που προβλέπονται.

Έτσι, γίνεται η σύνταξη του προϋπολογισμού, δηλαδή του υπολογισμού της συνολικής δαπάνης που προ-εκτιμάται κατά το στάδιο της μελέτης ότι θα κοστίσει το συνολικό έργο για την αποπεράτωση της κατασκευής (Αποστολέρης, 2015).

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία (Κανελλαΐδης Γ. κ.α, 2001) από την πείρα έχει αποδειχθεί ότι η δαπάνη των χωματουργικών εργασιών αποτελεί το 30-40% περίπου της συνολικής δαπάνης κατασκευής μιας οδού ανάλογα με την μορφολογία του εδάφους και την κατηγορία της οδού.

Ένα ακόμα ζήτημα που δημιουργείται είναι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, που μπορεί να έχει ένα έργο οδοποιίας σε μια περιοχή λόγω της λάθος εκτίμησης των χωματουργικών. Αν οι όγκοι των ορυγμάτων και των επιχωμάτων είναι πολύ μεγάλοι, κινδυνεύει να αλλοιωθεί η γεωμορφολογική δομή της περιοχής. Επίσης, η πιθανή περίσσεια ορυγμάτων θα ήταν ένα πρόβλημα, καθώς έκτος από την άσκοπη αφαίρεση τους από το φυσικό περιβάλλον, είναι και ένα ερώτημα πως θα χρησιμοποιηθούν μετά.

Επομένως, ο μελετητής του έργου καλείται να προσδιορίσει με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια τις ποσότητες των υλικών που είναι αναγκαίες για την κατασκευή του έργου. Αυτό το στάδιο της μελέτης λέγεται προμέτρηση, και μια από τις σημαντικότερες ομάδες εργασιών, που πραγματεύεται, είναι τα χωματουργικά.

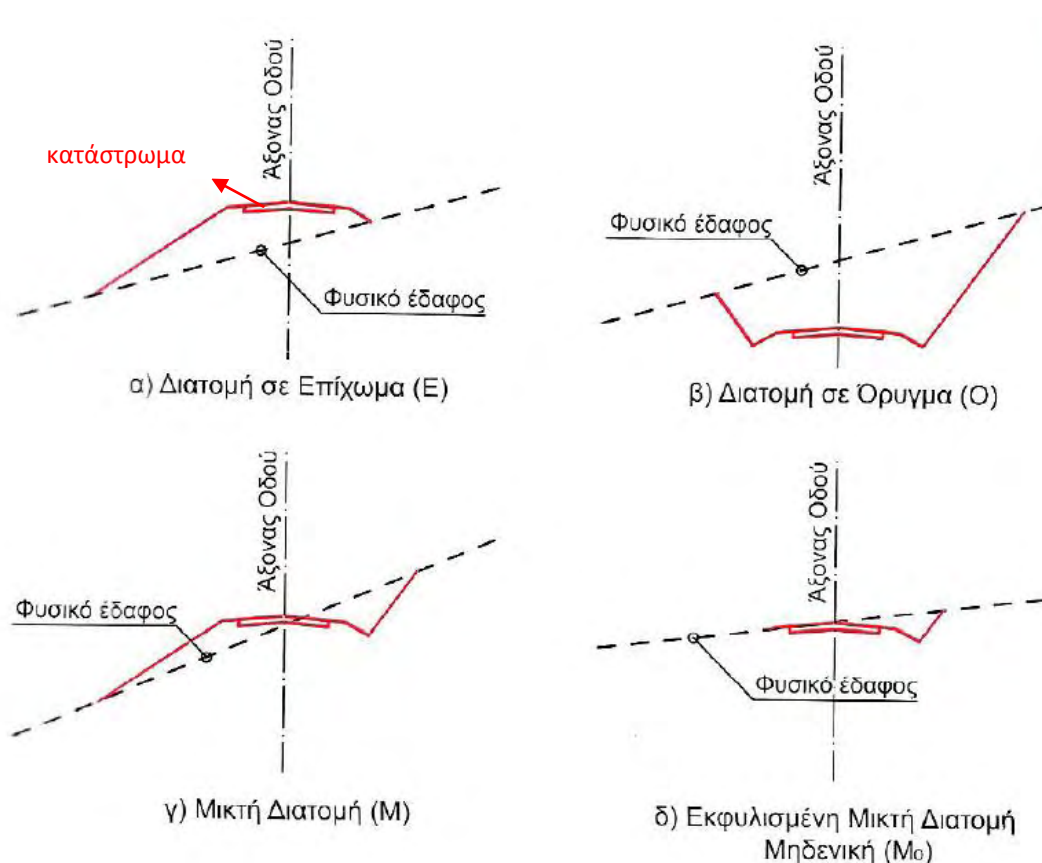
Χωματουργικά καλούνται εκείνα τα έργα, με τα οποία υπερυψώνουμε ή χαμηλώνουμε την επιφάνεια του φυσικού εδάφους μέχρι το προβλεπόμενο ύψος για την κατασκευή επιχωμάτων και ορυγμάτων (Ντίνης Ορ., 2010). Αυτά χωρίζονται σε βασικά χωματουργικά, τα οποία είναι η εκσκαφή του εδάφους (ορύγματα βραχώδη, ημιβραχώδη, γαιώδη) και ότι αφορά την μεταφορά τους, και τα λοιπά χωματουργικά τα οποία αφορούν τα ακατάλληλα προς επίχωση εδάφη, τις διαμορφώσεις πρανών, καθώς και οι σχετικές με αυτά εργασίες.

2.2 Μεθοδολογία υπολογισμού όγκων μεταξύ δυο διατομών

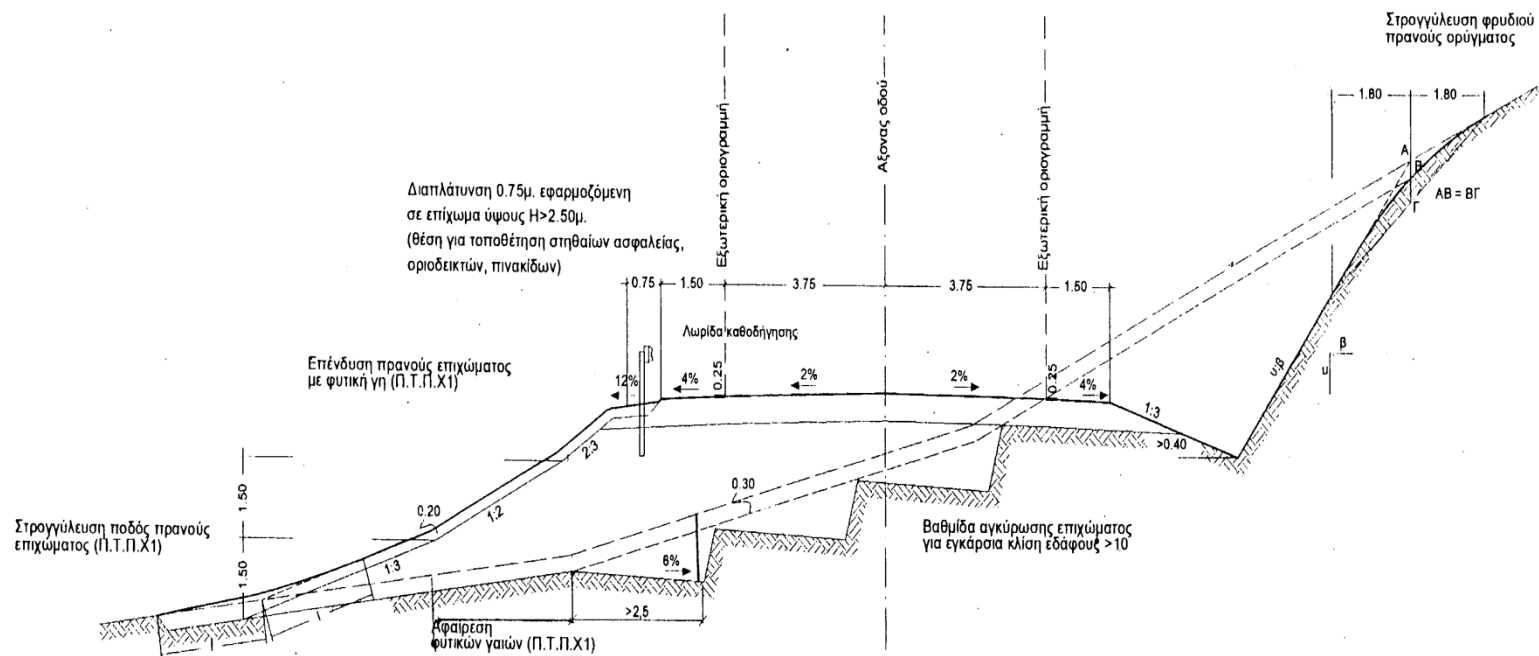
2.2.1 Διάκριση διατομών

Για τον υπολογισμό των όγκων των χωματισμών υπάρχουν αρκετοί μέθοδοι, εκ των οποίων οι περισσότερες χρησιμοποιούν τις διατομές, δηλαδή τις κάθετες τομές προς τον άξονα της οδού, σε χαρακτηριστικές θέσεις. Μια διατομή οδού μπορεί να είναι:

- i. Σε επίχωμα (E), δηλαδή όταν ολόκληρη η επιφάνεια του καταστρώματος βρίσκεται ψηλότερα από το φυσικό έδαφος, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.1 (α).
- ii. Σε όρυγμα (O), δηλαδή όταν ολόκληρη η επιφάνεια του καταστρώματος βρίσκεται χαμηλότερα από το φυσικό έδαφος, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.1 (β)
- iii. Μικτή (M), δηλαδή όταν ένα μέρος της επιφάνειας του καταστρώματος βρίσκεται υψηλότερα από το φυσικό έδαφος και το υπόλοιπο χαμηλότερα, όπως φαίνεται το Σχήμα 2.1 (γ).
- iv. Μηδενική (M₀), δηλαδή δεν παράγει ορύγματα και δεν χρειάζεται επιχώματα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.1 (δ).



Σχήμα 2- 1: Διάκριση των διατομών (Αποστολέρης, 2015)



Σχήμα 2- 2: Τυπική διατομή (Κανελλαΐδης Γ. κ.α, 2001)

2.2.2 Τυπική διατομή

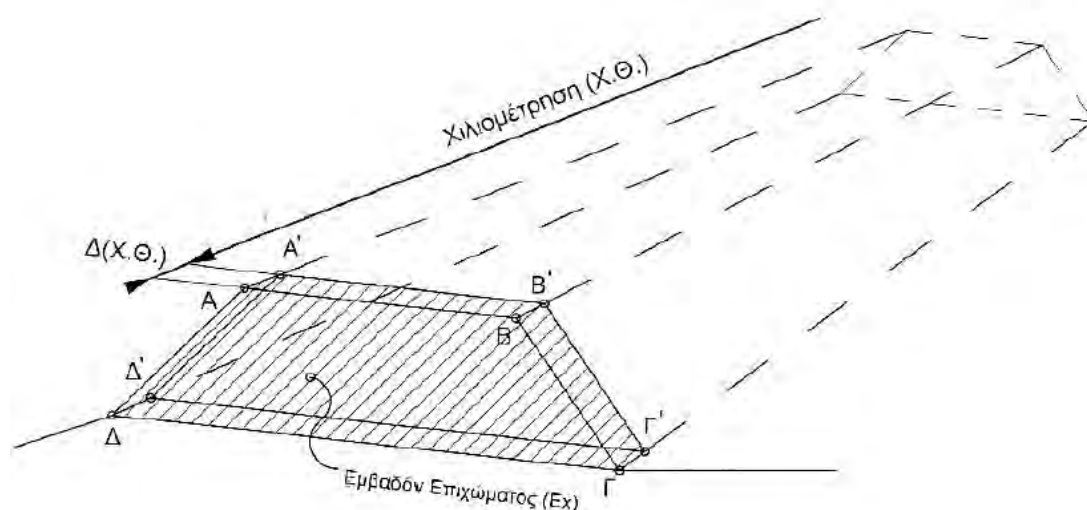
Τυπική διατομή είναι εκείνη που παρέχει τα βασικά στοιχεία της οδού και εφαρμόζεται για ένα σημαντικό μήκος της, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.2 .

Η μορφή της διατομής καθορίζεται συνήθως από κυκλοφοριακά, κατασκευαστικά και οικονομικά κριτήρια. Πιο συγκεκριμένα, ο αριθμός και οι διαστάσεις κάθε τυπικής διατομής εξαρτώνται από την κατηγορία της οδού, την ταχύτητα μελέτης, την κυκλοφοριακή σύνθεση και την περιοχή διέλευσης.

Η τυπική διατομή παρέχει όλα τα στοιχεία για την μελέτη της οδού, τόσο στο στάδιο της προμελέτης, όσο και στην οριστική μελέτη, γι' αυτό και σχεδιάζεται σε μεγαλύτερη κλίμακα, συνήθως 1:50, ώστε να φαίνονται όλες οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες. Επίσης, συνηθίζεται να σχεδιάζεται ως μικτή διατομή, δηλαδή η μισή σε όρυγμα και η μισή σε επίχωμα. Στο στάδιο της προμελέτης είναι απλοποιημένη και περιλαμβάνει τα βασικά στοιχεία και τις διαστάσεις, ενώ στο στάδιο της οριστικής μελέτης περιλαμβάνει όλα τα κατασκευαστικά στοιχεία με τις πλήρεις διαστάσεις τους.

2.2.3 Αρχές του υπολογισμού των όγκων (Αποστολέρης Α., 2015)

Ο υπολογισμός του όγκου των χωματισμών σε μία οδό ανάγεται στην ογκομέτρηση των επί μέρους πρισμάτων που δημιουργούνται μεταξύ διαδοχικών διατομών και την άθροιση τους κατά κατηγορία. Επομένως, η βασική αρχή υπολογισμού των όγκων μεταξύ δύο διατομών είναι αυτή του στερεού γεωμετρικού πρίσματος.



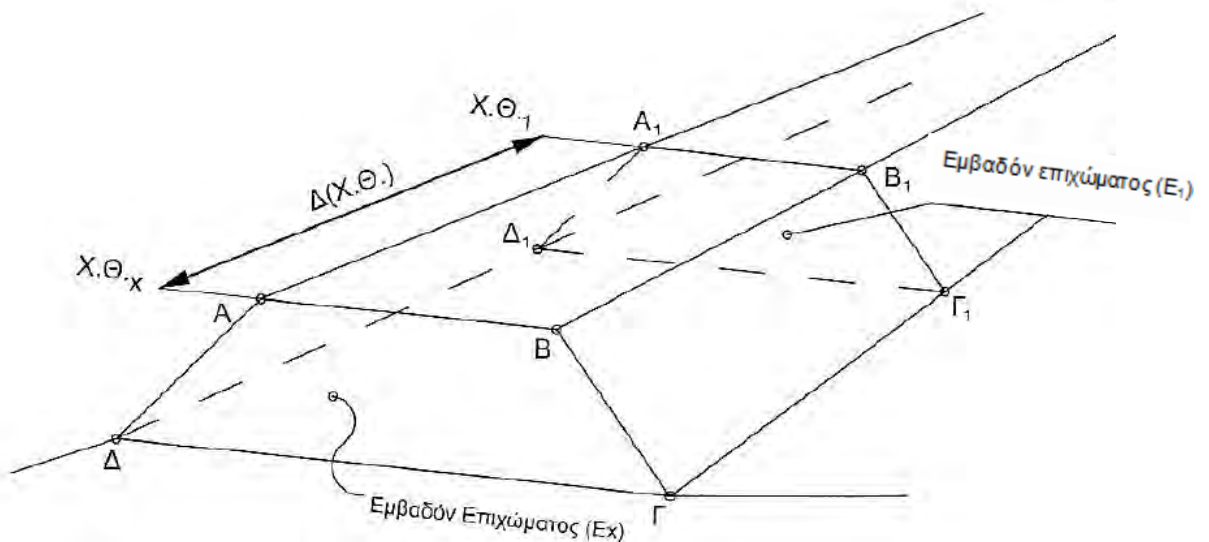
Σχήμα 2- 3: Ορισμός στοιχειώδους όγκου διατομής

Η διατομή αφορά μία τυχαία χλιομετρική θέση (Χ.Θ), όπως φαίνεται στο Σχήμα 2-3, και η επιφάνεια του επιχώματος έχει εμβαδόν $E_{ΑΒΓΔ}=E_X$. Εάν θεωρηθεί μια δεύτερη διατομή σε μια άλλη Χ.Θ. σε σχετικά μικρή απόσταση (π.χ. $\Delta X\Theta= 0,5$ ή $1,0m$) θα μπορούσε να θεωρηθεί προσεγγιστικά ότι έχει το ίδιο εμβαδόν με την προηγούμενη, δηλαδή $E_{Α_1Β_1Γ_1Δ_1}\approx E_X$. Επομένως ο όγκος του ορθού πρίσματος θα είναι:

$$V = E_X * \Delta X\Theta \quad [2.1]$$

Ένα σημαντικό συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι όσο πλησιέστερα (πυκνότερα) λαμβάνονται οι διατομές τόσο ακριβέστερος είναι ο υπολογισμός του όγκου των χωματισμών που περιλαμβάνεται μεταξύ τους.

Στην πράξη όμως η απόσταση μεταξύ των διατομών ($\Delta X\Theta$) δεν μπορεί να είναι πολύ μικρή. Είναι, λοιπόν, λογικό η κάθε διατομή να διαφέρει από την επόμενη της (ή την προηγούμενη της). Η περίπτωση αυτή είναι και η πιο συνηθισμένη, γι' αυτό εξετάζεται παρακάτω, Σχήμα 2-4:



Σχήμα 2- 4: Ορισμός όγκου επιχώματος

Έστω, ότι η επιφάνεια του επιχώματος έχει εμβαδόν $E_{ΑΒΓΔ}=E_X$. Εάν θεωρηθεί μια δεύτερη διατομή σε επόμενη Χ.Θ. σε αρκετή απόσταση (ας πούμε $X\Theta_1$) θα έχει άλλο εμβαδόν E_1 , δηλαδή $E_{Α_1Β_1Γ_1Δ_1}=E_1$. Το στερεό που δημιουργείται μεταξύ των δύο διατομών είναι ένα κόλουρο πρίσμα και επομένως ο όγκος μεταξύ των διατομών αυτών, θα είναι:

$$V = \frac{E_X + E_1}{2} * \Delta X\Theta = \frac{E_X + E_1}{2} * (X\Theta_1 - X\Theta_2) \quad [2.2]$$

Σε αυτό το σημείο πρέπει να γίνει η παρατήρηση ότι όλα τα παραπάνω προϋποθέτουν ότι το έδαφος όσο και το κατάστρωμα της οδού παρουσιάζουν γραμμική μεταβολή μεταξύ των δύο διαδοχικών διατομών. **Όσο πυκνότερα λαμβάνονται οι διατομές τόσο ακριβέστερη είναι αυτή η παραδοχή.**

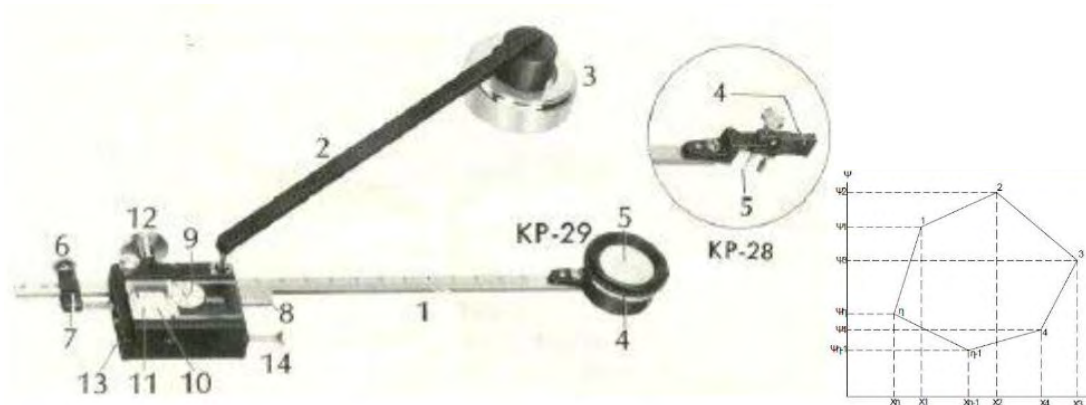
Όταν οι κανονισμοί ορίζουν μια μέγιστη απόσταση μεταξύ των διατομών, υπονοούν μια μέση απόσταση. Όταν λοιπόν για το στάδιο της Οριστικής Μελέτης ορίζουν μέγιστη απόσταση τα 20m υπονοούν να σχεδιασθούν 50 διατομές ανά χιλιόμετρο οδού. Παρ' όλα αυτά, μπορεί να γίνουν αποδεκτές και μεγαλύτερες αποστάσεις (μέχρι και 22 ή 23m), άλλα και μικρότερες, π.χ. στις χαρακτηριστικές διατομές.

2.2.4 Εμβαδομέτρηση των διατομών

Όπως είναι προφανές από όσα προαναφέρθηκαν ο υπολογισμός των χωματισμών μιας οδού προκύπτει από την μέτρηση του εμβαδού της κάθε διατομής και αναγωγής του σε όγκο. Οι μέθοδοι εμβαδομέτρησης είναι τρεις και διακρίνονται σε μεθόδους με όργανα, σε γραφικές και αναλυτικές. Όλες οι μέθοδοι δίνουν ικανοποιητικά αποτελέσματα, αλλά απαιτούν πολύ χρόνο, για αυτό στις μέρες μας η εμβαδομέτρηση γίνεται πλέον ψηφιακά με την χρήση Η/Υ.

Μέθοδοι με όργανα

Το όργανο, Σχήμα 2.5, με το οποίο εμβαδομετρείται μια επιφάνεια λέγεται εμβαδόμετρο. Με τη χρήση αυτού υπολογίζεται το εμβαδόν των ορυγμάτων και επιχωμάτων κάθε διατομής με αναγνώριση των τιμών από το όργανο.



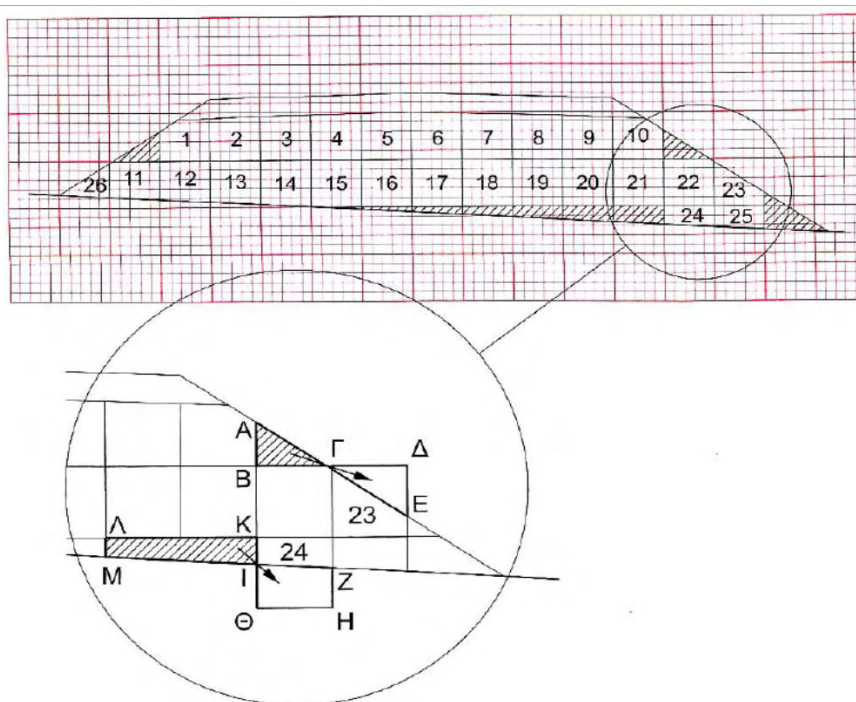
Σχήμα 2- 5: Αναλογικό εμβαδόμετρο

(πηγή:<http://eclass.teipat.gr/eclass/modules/document/file.php/768136/%CE%98%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%AF%CE%B1%CE%9F%CE%B4%CE%BF%CF%80%CE%BF%CE%B9%CF%8A%CE%B1%202.pdf>)

Γραφικές μέθοδοι

α) Μέθοδος των τετραγωνιδίων

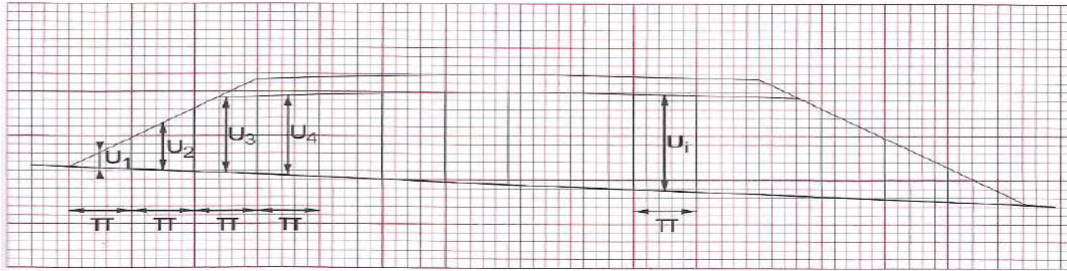
Στη μέθοδο αυτή η σχεδίαση των διατομών πραγματοποιείται σε «μιλιμετρέ χαρτί», και στη συνέχεια γίνεται καταμέτρηση των τετραγωνιδίων, που περιλαμβάνονται στην επιφάνεια που μετράμε. Ανάλογα με την κλίμακα το κάθε τετραγωνάκι αντιπροσωπεύει την μονάδα του εμβαδού. Για παράδειγμα, έστω ότι η κλίμακα σχεδίασης είναι 1:100, τότε το κάθε τετραγωνίδιο 1cm x 1cm αντιστοιχεί σε 1m². Στο Σχήμα 2-6 φαίνεται η εμβαδομέτρηση μιας διατομής σε επίχωμα.



Σχήμα 2- 6: Εμβαδομέτρηση της διατομής με την Μέθοδο των Τετραγωνιδίων (Αποστολέρης,2015)

β) Μέθοδος των λωρίδων

Η μέθοδος των λωρίδων θεωρείται ακριβέστερη από την μέθοδο των τετραγωνιδίων, γιατί αποτελεί εξέλιξη αυτής. Όπως και στην προηγούμενη μέθοδο σχεδιάζονται οι διατομές σε «μιλιμετρέ» χαρτί, αλλά αυτήν την φορά χωρίζεται η διατομή σε λωρίδες σταθερού πλάτους π και η καθεμία έχει ύψος u_i , όπως στο Σχήμα 2-7.



Σχήμα 2- 7: Εμβαδομέτρηση της διατομής με την μέθοδο των λωρίδων(Αποστολέρης, 2015)

Το εμβαδόν κάθε λωρίδας είναι:

$$E_i = \pi * u_i \quad [2.3]$$

Και το συνολικό εμβαδόν:

$$E = \sum_i (\pi * u_i) = \pi * \sum_i u_i \quad [2.4]$$

Επειδή, συνήθως λαμβάνεται $\pi=1\text{cm}$ και οι διατομές είναι σχεδιασμένες σε κλίμακα 1:100 το εμβαδόν της προς μέτρηση επιφάνειας είναι:

$$E = 1 * \sum_i u_i = \sum_i u_i \quad [2.4]$$

Αναλυτικές μέθοδοι

Στις αναλυτικές μεθόδους όταν γίνεται η εμβαδομέτρηση των διατομών, οι επιφάνειες των ορυγμάτων και των επιχωμάτων υπολογίζονται αλγεβρικά. Υπάρχουν δύο μέθοδοι:

α) Μέθοδος των συντεταγμένων

Στη μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται ο γνωστός τύπος υπολογισμού εμβαδού E κλειστού πολυγώνου:

$$2E = (x_1y_2 + x_2y_3 + x_3y_4 + \dots + x_ny_1) - (x_2y_1 + x_3y_2 + x_4y_3 + \dots + x_1y_n) \quad [2.5]$$

Όπου x_1, x_2, \dots, x_n και y_1, y_2, \dots, y_n οι συντεταγμένες των κορυφών του πολυγώνου που αντιπροσωπεύει το όρυγμα ή το επίχωμα.

β) Μέθοδος των γεωμετρικών σχημάτων

Η μέθοδος αυτή προκύπτει από τη διαίρεση της επιφάνειας της διατομής σε απλά γεωμετρικά σχήματα, δηλαδή τρίγωνα, παραλληλόγραμμα ή τραπέζια και η άθροιση των επί μέρους εμβαδόν που προκύπτουν.

2.3 Υπολογισμός των όγκων των χωματισμών

2.3.1 Βασικές αρχές υπολογισμού

Η βασική αρχή του υπολογισμού των όγκων είναι αυτή του πρίσματος, η οποία αναλύθηκε στην παράγραφο 2.2.3, και όπου υπολογίστηκε ο όγκος μεταξύ δύο διαδοχικών διατομών. Σε ένα έργο οδοποιίας, όμως, υπάρχει ένας αρκετά μεγάλος αριθμός διατομών, οπότε ο υπολογισμός των όγκων των χωματισμών γίνεται πιο περίπλοκος.

Έτσι, για να παρακολουθηθεί η διαδικασία αυτή πιο εύκολα σχεδιάζεται το **διάγραμμα επιφανειών**, το οποίο φαίνεται στο Σχήμα 2-8. Αυτό είναι ένα διάγραμμα, όπου στον οριζόντιο άξονα αναγράφουμε τις διατομές (και τις αποστάσεις τους λ_i) και στον κατακόρυφο άξονα τις εμβαδομετρημένες επιφάνειες των ορυγμάτων (O_i με θετικό πρόσημο) και των επιχωμάτων (E_i με αρνητικό πρόσημο) σε τετραγωνικά μέτρα (m^2) (Αποστολέρης Α., 2015).

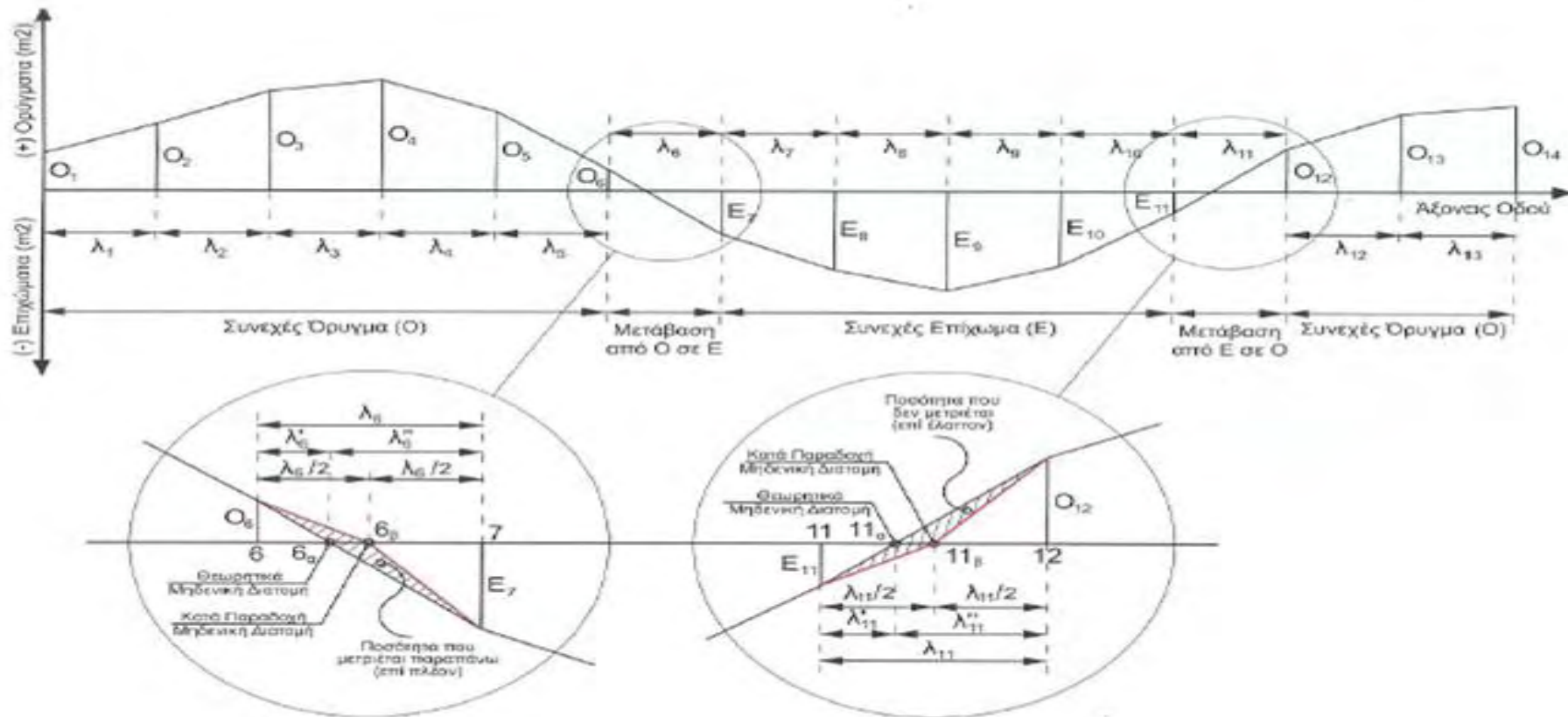
Παρατηρώντας το Σχήμα 2.8, διαπιστώνεται ότι τα ορύγματα παίρνουν θετικό πρόσημο (+), γιατί πρόκειται για παραγωγή (εκσκαφή) υλικού, ενώ τα επιχώματα αρνητικό πρόσημο (-), γιατί πρόκειται για ανάλωση (απόθεση) υλικού. Επίσης, δημιουργούνται κάποιες επί μέρους περιοχές, οι οποίες χωρίζονται με τον παρακάτω τρόπο για να εξετασθούν αναλυτικότερα:

- α) Περιοχές που βρίσκονται σε συνεχές Όρυγμα (λ_1 έως λ_5) ή συνεχές Επίχωμα (λ_7 έως λ_{10})
- β) Περιοχές, όπου γίνεται μετάβαση από όρυγμα σε επίχωμα (λ_6) ή που γίνεται μετάβαση από επίχωμα σε όρυγμα (λ_{11})
- γ) Τέλος είναι οι μικτές διατομές

Για τον προσδιορισμό του όγκου των χωματισμών χρησιμοποιούνται συνήθως δύο μέθοδοι:

- i. των μέσων επιφανειών
- ii. των εφαρμοστέων μηκών

Στην παρούσα εργασία διερευνάται ως προς την ακρίβεια η δεύτερη μέθοδος. Για λόγους πληρότητας θα αναλυθεί πρώτα η μέθοδος των μέσω επιφανειών και έτσι θα γίνει καλύτερα κατανοητή στη συνέχεια η μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών.



Σχήμα 2.8(α)

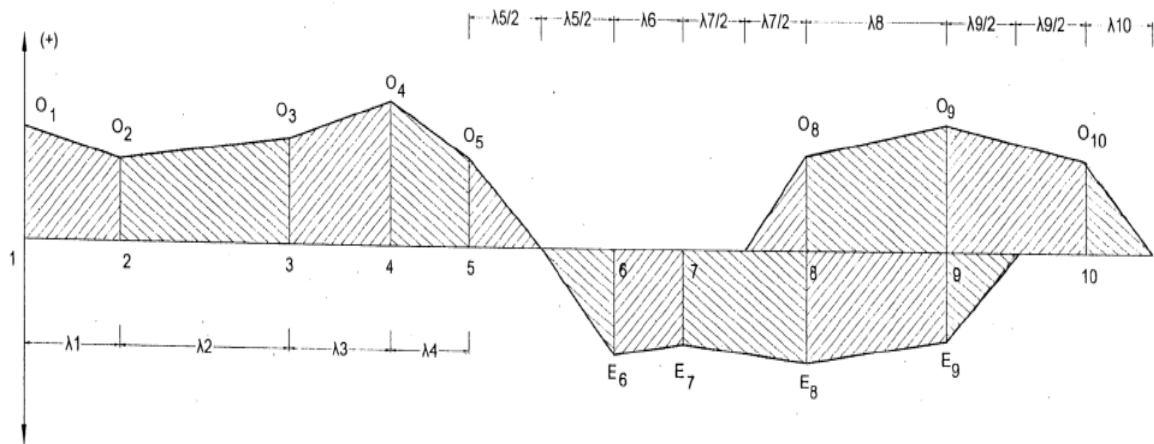
Σχήμα 2.8(β)

Σχήμα 2- 8: Διάγραμμα επιφανειών (Αποστολέρης Α., 2015)

2.3.2 Μέθοδος των μέσων επιφανειών

Η μέθοδος υπολογισμού χωματισμών με την χρήση των μέσων επιφανειών βασίζεται στον διαχωρισμό των επιφανειών ορυγμάτων O_i και επιχωμάτων E_i για κάθε διατομή. Σύμφωνα με αυτήν την μέθοδο, τα εμβαδά των ορυγμάτων (O_i) και επιχωμάτων (E_i) κάθε διατομής παριστάνονται σε ορθογώνιο σύστημα αξόνων ως τεταγμένες (θετικά για τα ορύγματα και αρνητικά για τα επιχώματα) και οι μεταξύ αυτών αποστάσεις ως τετμημένες.

Στη μέθοδο των μέσων επιφανειών, όπως φαίνεται στο διάγραμμα επιφανειών (Σχήμα 2-9), δημιουργούνται επιμέρους σχήματα (τραπέζια ή τρίγωνα), που σχηματίζονται μεταξύ των κατακόρυφων γραμμών, που παριστάνουν εμβαδά, και των γραμμών που ενώνουν τις κατακόρυφες γραμμές μεταξύ τους ή με μέσα των αποστάσεων μεταξύ των διατομών. Τα εμβαδά αυτών των επιμέρους σχημάτων παριστάνουν τους όγκους των χωματισμών.



Σχήμα 2- 9: Διάγραμμα επιφανειών για την μέθοδο των μέσων επιφανειών (Κανελλαΐδης Γ. κ.α, 2001)

Έστω ότι έχουμε μια περιοχή μιας οδού σε συνεχές όρυγμα. Οι διαδοχικές επιφάνειες των διατομών (πλήρες όρυγμα) θα έχουν εμβαδά O_1, O_2, O_3, O_4 και οι αποστάσεις μεταξύ τους θα είναι $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ τότε ο όγκος του κάθε πρίσματος με βάση την σχέση [2.2] θα είναι:

$$V_1 = \frac{O_1 + O_2}{2} * \lambda_1 \quad \text{ή γενικότερα} \quad V_i = \frac{O_i + O_{i+1}}{2} * \lambda_i \quad [2.6]$$

Όποτε ο συνολικός όγκος του ορύγματος θα είναι:

$$V = \frac{O_1 + O_2}{2} * \lambda_1 + \frac{O_2 + O_3}{2} * \lambda_2 + \frac{O_3 + O_4}{2} * \lambda_3 + \frac{O_4 + O_5}{2} * \lambda_4 + \dots \quad [2.7]$$

Τα $\frac{O_1+O_2}{2}$, $\frac{O_2+O_3}{2}$, $\frac{O_3+O_4}{2}$, $\frac{O_4+O_5}{2}$ ονομάζονται μέσες επιφάνειες και ο συνολικός όγκος ενός συνεχούς ορύγματος προκύπτει, όπως φαίνεται στην σχέση [2.7], αν αθροιστούν τα γινόμενα αυτών με τις αντίστοιχες μεταξύ τους αποστάσεις. Έτσι προκύπτει η **μέθοδος των μέσων επιφανειών**.

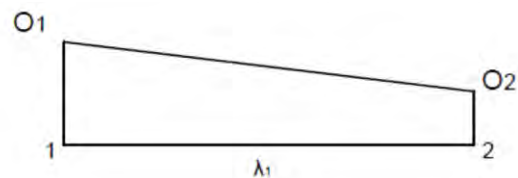
Για να εφαρμοστεί η μέθοδος πρέπει να γίνουν οι παρακάτω παραδοχές (Μίντσης, Ανοικτά ακαδημαϊκά μαθήματα Α.Π.Θ.):

- i. Μεταξύ διαδοχικών διατομών η μεταβολή της μορφολογίας του εδάφους θεωρείται γραμμική.
- ii. Μεταξύ δύο διαδοχικών διατομών εκ των οποίων η μία είναι πλήρης σε όρυγμα και η άλλη πλήρης σε επίχωμα, η απόσβεση τόσο του ορύγματος όσο και του επιχώματος θεωρείται ότι γίνεται στο μέσο της απόστασης μεταξύ των διατομών. Ομοίως μεταξύ δύο διατομών εκ των οποίων η μία είναι μικτή (όρυγμα και επίχωμα) και η άλλη είναι πλήρης σε όρυγμα ή επίχωμα, η απόσβεση του ορύγματος ή του επιχώματος θεωρείται ότι γίνεται στο μέσο της απόστασης μεταξύ των διατομών.
- iii. Μεταξύ δύο διαδοχικών διατομών εκ των οποίων η μια είναι πλήρης σε όρυγμα ή σε επίχωμα ή είναι μικτή και η άλλη εμφανίζει μηδενικό εμβαδό επιφάνειας χωματισμών (μηδενική διατομή), η απόσβεση του ορύγματος ή/ και του επιχώματος γίνεται στη μηδενική διατομή.

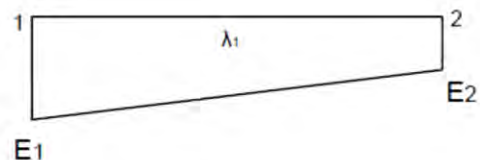
Προκειμένου να γίνει πιο κατανοητή η μέθοδος αναλύονται παρακάτω κάποιες τυπικές περιπτώσεις υπολογισμού χωματισμών μεταξύ δυο διαδοχικών διατομών:

1. Όταν και οι δύο διατομές είναι σε όρυγμα ή επίχωμα, ο όγκος μεταξύ των διατομών είναι:

$$i. \quad V_{op} = \left(\frac{O_1+O_2}{2} \right) * \lambda_1$$



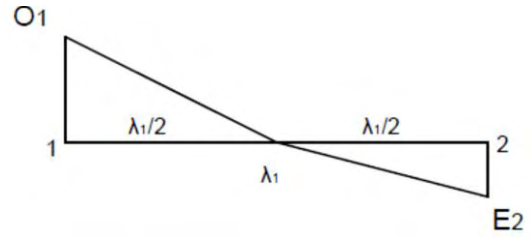
$$ii. \quad V_{ep} = \left(\frac{E_1+E_2}{2} \right) * \lambda_1$$



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

$$V_{ορ} = \left(\frac{O_1}{4}\right) * \lambda_1$$

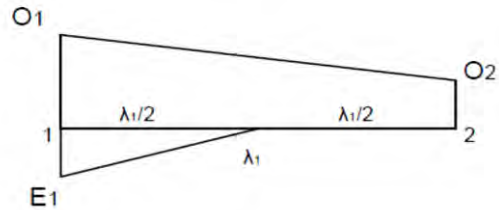
$$V_{επ} = \left(\frac{E_1}{4}\right) * \lambda_1$$



3. Όταν η μία διατομή είναι μικτή και η άλλη ολόκληρη σε όρυγμα η επίχωμα, ο όγκος μεταξύ των διατομών είναι:

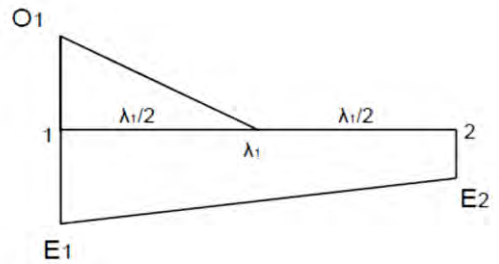
i. $V_{ορ} = \left(\frac{O_1+O_2}{2}\right) * \lambda_1$

$$V_{επ} = \left(\frac{E_1}{4}\right) * \lambda_1$$



ii. $V_{ορ} = \left(\frac{O_1}{4}\right) * \lambda_1$

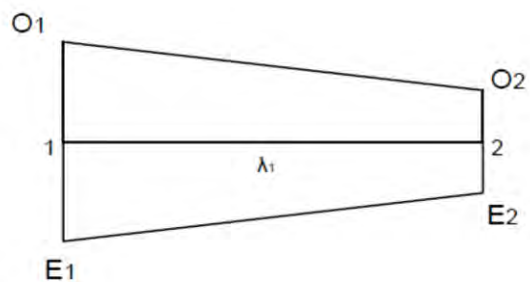
$$V_{επ} = \left(\frac{E_1+E_2}{2}\right) * \lambda_1$$



4. Όταν και οι δύο διατομές είναι μικτές, ο όγκος μεταξύ των διατομών είναι:

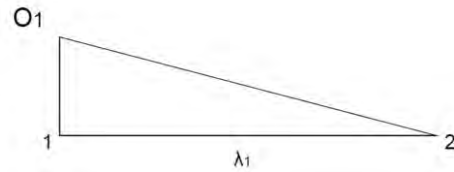
$$V_{ορ} = \left(\frac{O_1+O_2}{2}\right) * \lambda_1$$

$$V_{επ} = \left(\frac{E_1+E_2}{2}\right) * \lambda_1$$



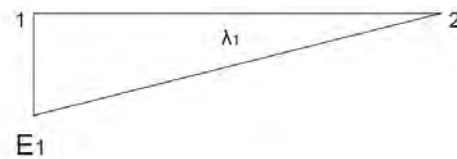
5. Όταν μια από τις δύο διαδοχικές διατομές είναι μηδενικές, τότε ο όγκος είναι:
- Με πρώτη διατομή ολόκληρη σε όρυγμα

$$V_{ορ} = \left(\frac{O_1}{2}\right) * \lambda_1$$



- Με πρώτη διατομή ολόκληρη σε επίχωμα

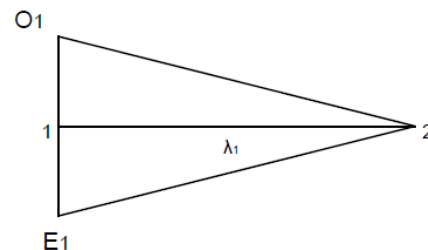
$$V_{επ} = \left(\frac{E_1}{2}\right) * \lambda_1$$



- Με πρώτη διατομή μικτή

$$V_{ορ} = \left(\frac{O_1}{2}\right) * \lambda_1$$

$$V_{επ} = \left(\frac{E_1}{2}\right) * \lambda_1$$



Παρατήρηση

Η περίπτωση 5 ενώ είναι αρκετά παρόμοια με την 3, στη μέθοδο των μέσων επιφανειών αντιμετωπίζεται διαφορετικά. Με λίγα λόγια, οι πρώτες διατομές είναι ή σε όρυγμα ή σε επίχωμα και οι επόμενες διατομές είναι μηδενικές, αλλά γίνεται χρήση διαφορετικών μέσων επιφανειών κατά την εφαρμογή των δύο περιπτώσεων. Στην περίπτωση 3 χρησιμοποιείται το $\frac{1}{4}$ της επιφάνειας, ενώ στην 5 το $\frac{1}{2}$. Αυτό ίσως αποτελεί μια αντίφαση της μεθόδου των μέσων επιφανειών.

2.3.3 Μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών

Μια ακόμα μέθοδος υπολογισμού των χωματισμών είναι αυτή των εφαρμοστέων μηκών. Σύμφωνα με αυτήν την μέθοδο, τα εμβαδά των ορυγμάτων (Ο_i) και επιχωμάτων (Ε_i) κάθε διατομής παριστάνονται σε ορθογώνιο σύστημα αξόνων ως τεταγμένες (θετικά για τα ορύγματα και αρνητικά για τα επιχώματα) και οι μεταξύ αυτών αποστάσεις ως τετμημένες, όπως και στη μέθοδο των μέσων επιφανειών.

Στη μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών, όπως φαίνεται στο διάγραμμα επιφανειών (Σχήμα 2-10), δημιουργούνται επιμέρους σχήματα (ορθογώνια ή τρίγωνα), που σχηματίζονται μεταξύ των κατακόρυφων γραμμών (που παριστάνουν εμβαδά ή διαφορές εμβαδών), και των οριζόντιων γραμμών ή των γραμμών που ενώνουν τις κατακόρυφες γραμμές μεταξύ τους ή με μέσα των αποστάσεων μεταξύ των διατομών. Το εμβαδόν αυτών των επιμέρους σχημάτων παριστάνουν τους όγκους των χωματισμών.

Η απόδειξη της μεθόδου των εφαρμοστέων μηκών βασίζεται σε ένα απλό μετασχηματισμό της σχέσης 2.7, όπως φαίνεται παρακάτω:

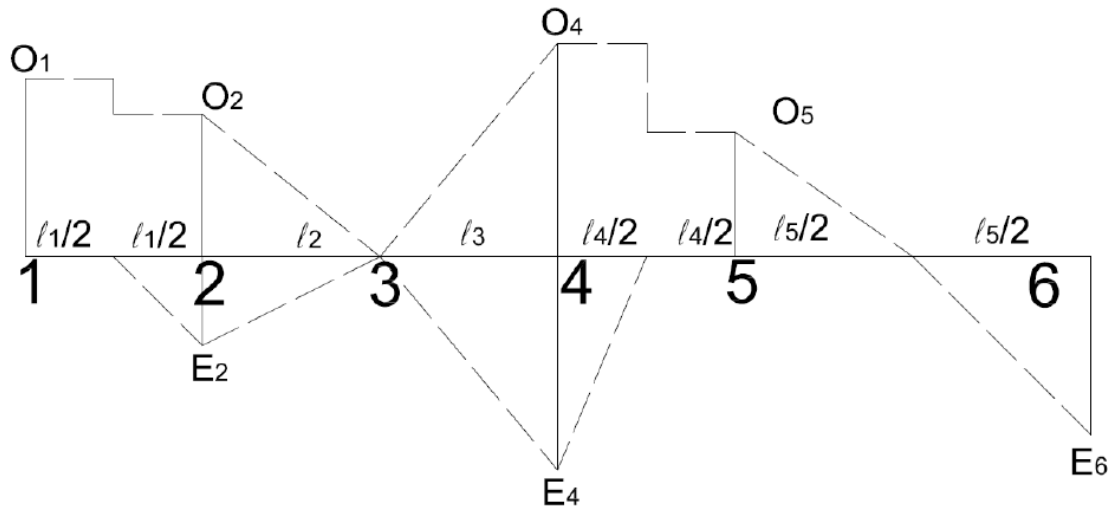
$$V = \frac{O_1}{2} * \lambda_1 + \frac{O_2}{2} * \lambda_1 + \frac{O_2}{2} * \lambda_2 + \frac{O_3}{2} * \lambda_2 + \frac{O_3}{2} * \lambda_3 + \frac{O_4}{2} * \lambda_3 + \frac{O_4}{2} * \lambda_4 + \dots \quad \eta$$

$$V = O_1 * \frac{\lambda_1}{2} + O_2 * \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2} + O_3 * \frac{\lambda_2 + \lambda_3}{2} + O_4 * \frac{\lambda_3 + \lambda_4}{2} + \dots \quad [2.8]$$

Τα $\frac{\lambda_1}{2}$, $\frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2}$, $\frac{\lambda_2 + \lambda_3}{2}$, $\frac{\lambda_3 + \lambda_4}{2}$, ... ονομάζονται εφαρμοστέα μήκη και ο συνολικός όγκος ενός συνεχούς ορύγματος προκύπτει, όπως φαίνεται στην σχέση [2.8], αν αθροίσω τα επιμέρους γινόμενα αυτών επί το εμβαδόν της αντίστοιχης διατομής. Έτσι, προκύπτει και η **μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών**.

Θα πρέπει να τονιστεί σε αυτό το σημείο ότι οι ίδιοι τύποι ισχύουν και στην περίπτωση συνεχούς επιχώματος.

Μια ακόμα παρατήρηση που εξάγεται είναι ότι οι σχέσεις [2.7] και [2.8] είναι μαθηματικά ταυτόσημες, αφού η μία προκύπτει από την άλλη και δίνουν τα ίδια αποτελέσματα. Επομένως, η μονή διαφορά τους έγκειται στην μεθοδολογία εφαρμογής.



Σχήμα 2- 10: Διάγραμμα επιφανειών για την μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών (Μίντσης)

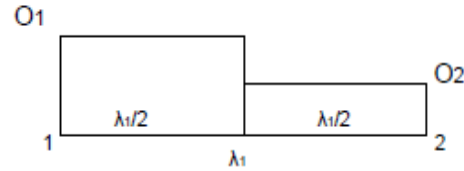
Για να εφαρμοστεί η μέθοδος πρέπει να γίνουν οι παρακάτω παραδοχές (Μίντσης, Άνοικτα ακαδημαϊκά μαθήματα Α.Π.Θ):

- i. Γίνεται αναφορά στις διατομές όπου θεωρείται ότι συγκεντρώνεται το σύνολο του όγκου των ορυγμάτων ή των επιχώματων που αντιστοιχούν στο ήμισυ των τμημάτων εκατέρωθεν της διατομής.
- ii. Μεταξύ δύο διαδοχικών διατομών εκ των οποίων η μία είναι πλήρης σε όρυγμα και η άλλη σε επίχωμα, η απόσβεση τόσο του ορύγματος όσο και του επιχώματος θεωρείται ότι γίνεται στο μέσο της απόστασης μεταξύ των διατομών. Ομοίως μεταξύ δύο διατομών εκ των οποίων η μία είναι μικτή (όρυγμα και επίχωμα) και η άλλη είναι πλήρης σε όρυγμα ή επίχωμα, η απόσβεση του ορύγματος ή του επιχώματος θεωρείται ότι γίνεται στο μέσο της απόστασης μεταξύ των διατομών.
- iii. Μεταξύ δύο διαδοχικών διατομών εκ των οποίων η μία είναι πλήρης σε όρυγμα ή σε επίχωμα ή είναι μικτή και η άλλη εμφανίζει μηδενικό εμβαδό επιφάνειας χωματισμών (μηδενική διατομή), η απόσβεση του ορύγματος ή/και του επιχώματος γίνεται στη μηδενική διατομή.

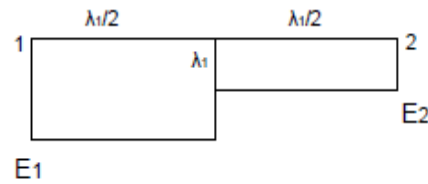
Προκειμένου να γίνει πιο κατανοητή η μέθοδος αναλύονται παρακάτω κάποιες τυπικές περιπτώσεις υπολογισμού χωματισμών μεταξύ δυο διαδοχικών διατομών:

- Όταν και οι δύο διατομές είναι σε όρυγμα ή επίχωμα, ο όγκος μεταξύ των διατομών είναι:

- i. $V_{ορ} = O_1 * \frac{\lambda_1}{2} + O_2 * \frac{\lambda_1}{2}$



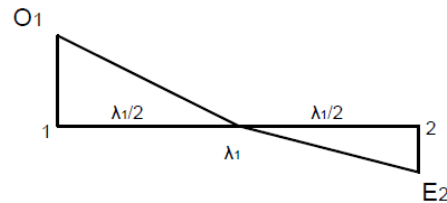
- ii. $V_{επ} = E_1 * \frac{\lambda_1}{2} + E_2 * \frac{\lambda_1}{2}$



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

$$V_{ορ} = O_1 * \frac{\lambda_1}{4}$$

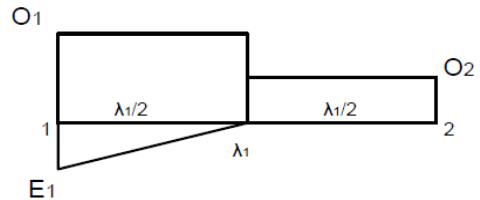
$$V_{επ} = E_1 * \frac{\lambda_1}{4}$$



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

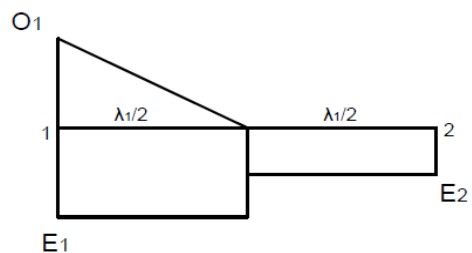
- i. $V_{ορ} = O_1 * \frac{\lambda_1}{2} + O_2 * \frac{\lambda_1}{2}$

$$V_{επ} = E_1 * \frac{\lambda_1}{4}$$



- ii. $V_{ορ} = O_1 * \frac{\lambda_1}{4}$

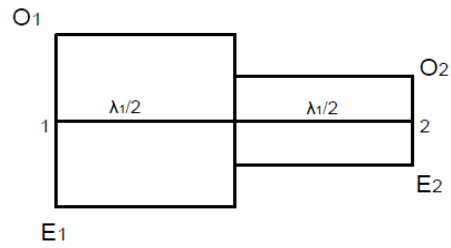
$$V_{επ} = E_1 * \frac{\lambda_1}{2} + E_2 * \frac{\lambda_1}{2}$$



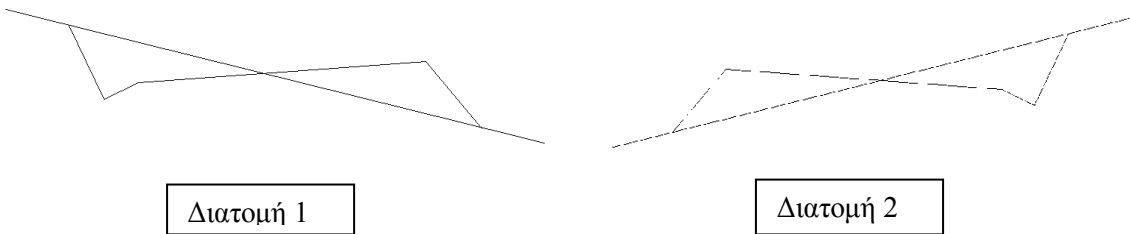
4. Όταν και οι δύο διατομές είναι μικτές, ο όγκος μεταξύ των διατομών είναι:

$$i. \quad V_{op} = O_1 * \frac{\lambda_1}{2} + O_2 * \frac{\lambda_1}{2}$$

$$V_{επ} = E_1 * \frac{\lambda_1}{2} + E_2 * \frac{\lambda_1}{2}$$

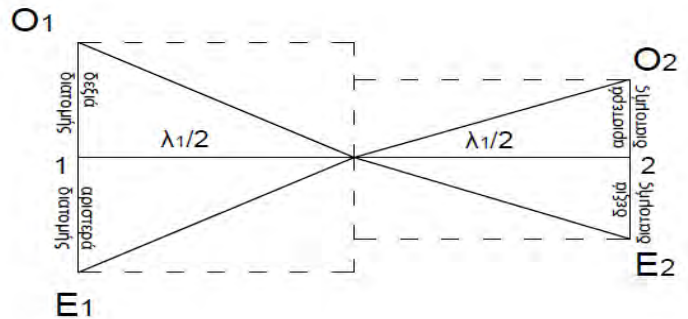


ii. Στην περίπτωση που η μία διατομή βρίσκεται σε επίχωμα αριστερά και όρυγμα δεξιά και η επόμενη βρίσκεται σε όρυγμα αριστερά και επίχωμα δεξιά (ή και το αντίστροφο), όπως φαίνεται παρακάτω (Γκίζας,2016):



$$V_{op} = O_1 * \frac{\lambda_1}{4} + O_2 * \frac{\lambda_1}{4}$$

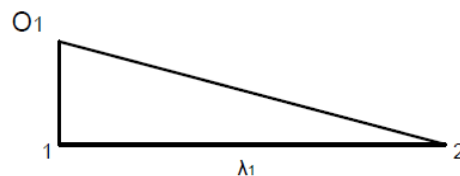
$$V_{επ} = E_1 * \frac{\lambda_1}{4} + E_2 * \frac{\lambda_1}{4}$$



5. Όταν μια από τις δύο διαδοχικές διατομές είναι μηδενικές, τότε ο όγκος είναι:

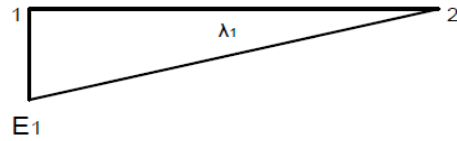
i. Με πρώτη διατομή ολόκληρη σε όρυγμα

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



- ii. Με πρώτη διατομή ολόκληρη σε επίχωμα

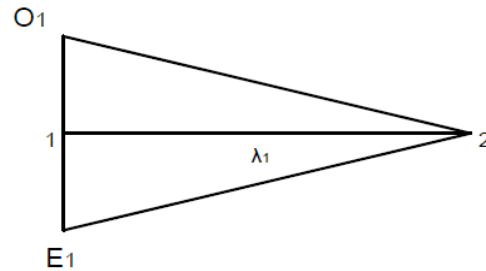
$$V_{\varepsilon\pi} = E_1 * \frac{\lambda_1}{2}$$



- iii. Με πρώτη διατομή μικτή

$$V_{o\rho} = O_1 * \frac{\lambda_1}{2}$$

$$V_{\varepsilon\pi} = E_1 * \frac{\lambda_1}{2}$$

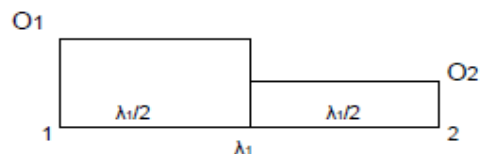


Παρατηρήσεις

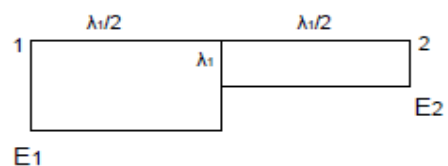
- 1) Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα παραπάνω σχήματα, που αφορούν τις τυπικές περιπτώσεις υπολογισμού χωματισμών μεταξύ δυο διαδοχικών διατομών, παρουσιάστηκαν όπως βρέθηκαν στην βιβλιογραφία. Όμως δεν αντικατοπτρίζουν απόλυτα ορθά την θεωρία της μεθόδου των εφαρμοστέων μηκών και ειδικότερα οι περιπτώσεις 2, 3, 5. Το λάθος έγκειται στο ότι αντιμετωπίζουν τις περιπτώσεις αυτές όπως ακριβώς στην σχηματική αναπαράσταση των αντιστοιχών περιπτώσεων των μέσων επιφανειών. Έτσι, παρακάτω θα γίνει μια παρουσίαση των τυπικών περιπτώσεων υπολογισμού χωματισμών μεταξύ δυο διαδοχικών διατομών, όπως πρέπει να είναι σύμφωνα με την θεωρία των εφαρμοστέων μηκών (παραδοχή i) και συγκεκριμένα θα αλλάξουν μόνο οι περιπτώσεις 2, 3, 5.

1. Όταν και οι δύο διατομές είναι σε όρυγμα ή επίχωμα, ο όγκος μεταξύ των διατομών είναι:

i.
$$V_{o\rho} = O_1 * \frac{\lambda_1}{2} + O_2 * \frac{\lambda_1}{2}$$



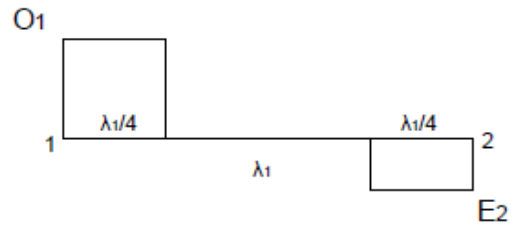
ii.
$$V_{\varepsilon\pi} = E_1 * \frac{\lambda_1}{2} + E_2 * \frac{\lambda_1}{2}$$



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

$$V_{op} = O_1 * \frac{\lambda_1}{4}$$

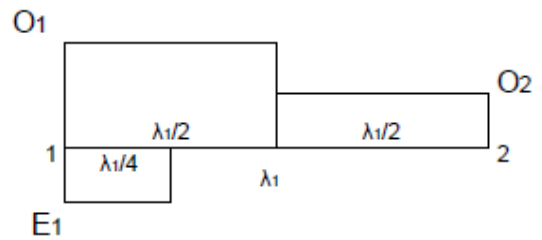
$$V_{\varepsilon\pi} = E_1 * \frac{\lambda_1}{4}$$



3. Όταν η μία διατομή είναι μικτή και η άλλη ολόκληρη σε όρυγμα η επίχωμα, ο όγκος μεταξύ των διατομών είναι:

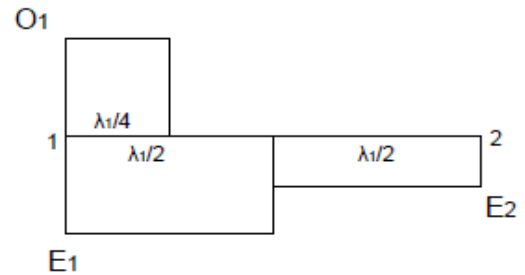
i. $V_{op} = O_1 * \frac{\lambda_1}{2} + O_2 * \frac{\lambda_1}{2}$

$$V_{\varepsilon\pi} = E_1 * \frac{\lambda_1}{4}$$



ii. $V_{op} = O_1 * \frac{\lambda_1}{4}$

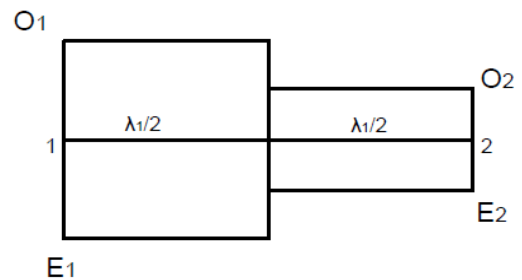
$$V_{\varepsilon\pi} = E_1 * \frac{\lambda_1}{2} + E_2 * \frac{\lambda_1}{2}$$



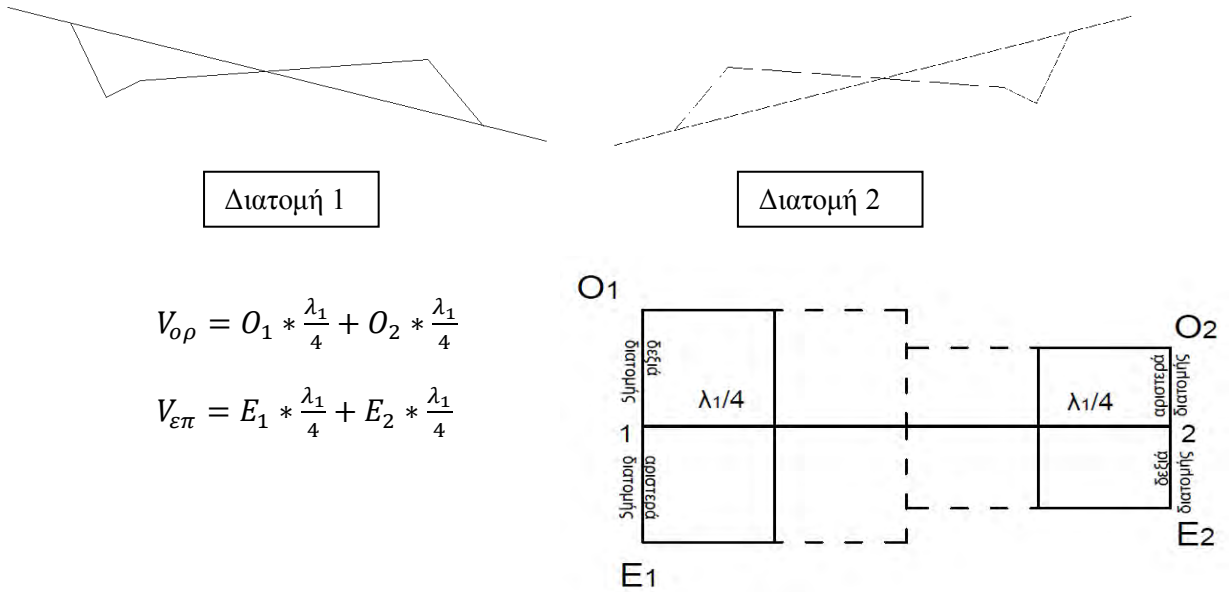
4. Όταν και οι δύο διατομές είναι μικτές, ο όγκος μεταξύ των διατομών είναι:

i. $V_{op} = O_1 * \frac{\lambda_1}{2} + O_2 * \frac{\lambda_1}{2}$

$$V_{\varepsilon\pi} = E_1 * \frac{\lambda_1}{2} + E_2 * \frac{\lambda_1}{2}$$



- ii. Στην περίπτωση που η μία διατομή βρίσκεται σε επίχωμα αριστερά και όρυγμα δεξιά και η επόμενη βρίσκεται σε όρυγμα αριστερά και επίχωμα δεξιά, όπως φαίνεται παρακάτω:



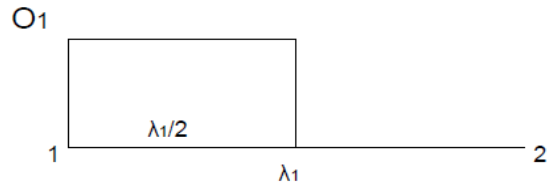
$$V_{ορ} = O_1 * \frac{\lambda_1}{4} + O_2 * \frac{\lambda_1}{4}$$

$$V_{επ} = E_1 * \frac{\lambda_1}{4} + E_2 * \frac{\lambda_1}{4}$$

5. Όταν μια από τις δύο διαδοχικές διατομές είναι μηδενικές, τότε ο όγκος είναι:

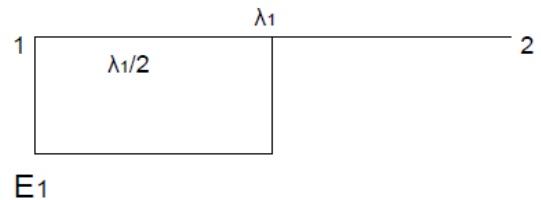
- i. Με πρώτη διατομή ολόκληρη σε όρυγμα

$$V_{ορ} = O_1 * \frac{\lambda_1}{2}$$



- ii. Με πρώτη διατομή ολόκληρη σε επίχωμα

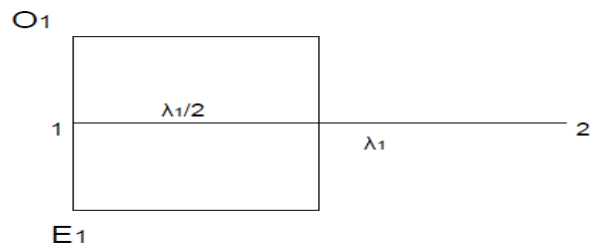
$$V_{επ} = E_1 * \frac{\lambda_1}{2}$$



- iii. Με πρώτη διατομή μικτή

$$V_{ορ} = O_1 * \frac{\lambda_1}{2}$$

$$V_{επ} = E_1 * \frac{\lambda_1}{2}$$



- 2) Μια παρατήρηση που έχει να γίνει όσον αφορά την κλασική μέθοδο των εφαρμοστέων μήκων, είναι η χρήση του εφαρμοστέου μήκους $\lambda/2$ στην περίπτωση 5, δηλαδή όταν μια διατομή είναι σε όρυγμα ή επίχωμα ή μικτή και η ακριβώς επόμενη διατομή είναι μηδενική. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με την περίπτωση 3 κατά την οποία μια διατομή που είναι μικτή και η ακριβώς επόμενη μόνο σε όρυγμα ή σε επίχωμα και γίνεται η χρήση του εφαρμοστέου μήκους $\lambda/4$. Οι δύο αυτές περιπτώσεις ενώ είναι παρόμοιες, η κλασική μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών τις αντιμετωπίζει διαφορετικά. Αυτό θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως μια αντίφαση.

Συνοπτική παρουσίαση

Πίνακας 2- 1: Σύνοψη εφαρμοστέων μηκών και μέσων επιφανειών

	Κατάσταση	λ_i	Μέση επιφάνεια	λ_i	Εφαρμοστέα μήκη
ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	Επίχωμα->Επίχωμα		$\frac{E_i+E_{i+1}}{2}$		$\frac{\lambda_i}{2}$
	Μικτή->Μικτή		$\frac{E_i+E_{i+1}}{2}$		$\frac{\lambda_i}{2}$
	Μικτή->Όρυγμα		$\frac{E_i}{4}$		$\frac{\lambda_i}{4}$
	Επίχωμα->Όρυγμα		$\frac{E_i}{4}$		$\frac{\lambda_i}{4}$
	Επίχωμα->Μηδενική		$\frac{E_i}{2}$		$\frac{\lambda_i}{2}$
ΟΡΥΓΜΑΤΑ	Όρυγμα->Όρυγμα		$\frac{O_i+O_{i+1}}{2}$		$\frac{\lambda_i}{2}$
	Μικτή->Μικτή		$\frac{O_i+O_{i+1}}{2}$		$\frac{\lambda_i}{2}$
	Μικτή->Επίχωμα		$\frac{O_i}{4}$		$\frac{\lambda_i}{4}$
	Όρυγμα->Επίχωμα		$\frac{O_i}{4}$		$\frac{\lambda_i}{4}$
	Όρυγμα->Μηδενική		$\frac{O_i}{2}$		$\frac{\lambda_i}{2}$

2.3.4 Πίνακας χωματισμών

2.3.4.1 Πίνακας χωματισμών εφαρμοστέων μηκών

Ο υπολογισμός του όγκου των χωματισμών γίνεται με τη βοήθεια τυποποιημένων πινάκων, οι οποίοι μπορεί να είναι απλοί ή σύνθετοι ανάλογα με τις απαιτήσεις της μελέτης. Στο Σχήμα 2-11 παρουσιάζεται ένα υπόδειγμα του πίνακα χωματισμού για την μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών. Ακολουθεί αναλυτική επεξήγηση της κάθε στήλης:

- Στήλη 1: *Η ονομασία της διατομής.*
- Στήλη 2: *Η χιλιομετρική θέση.*
- Στήλη 3: *Οι αποστάσεις μεταξύ, δηλαδή η διαφορά των χιλιομετρικών θέσεων.*
- Στήλη 4: *Εφαρμοστέα μήκη σύμφωνα με τον κανόνα: Όταν η προηγούμενη (ή επόμενη) διατομή είναι ομοειδής- σε όρυγμα – (δηλ. έχει τιμή συμπληρωμένη στο κουτάκι 5) παίρνεται η μισή απόσταση μεταξύ ($\lambda/2$) και εάν είναι ετεροειδής (δηλ. το κουτάκι 5 έχει μηδενική τιμή) το $\frac{1}{4}$ της απόστασης μεταξύ ($\lambda/4$).*
- Στήλη 5: *Το εμβαδόν του ορύγματος, όπως εμβαδομετρήθηκε σε κάθε διατομή.*
- Στήλη 6: *Κύβοι, δηλαδή ο όγκος των ορυγμάτων του τμήματος αυτού, που προκύπτει με τον πολλαπλασιασμό των στηλών 4, 5 [$(6)=(4)*(5)$]*
- Στήλη 7: *Μέρος του όγκου των ορυγμάτων που είναι ακατάλληλος για την κατασκευή επιχωμάτων.*
- Στήλη 8: *Ο όγκος των ορυγμάτων που είναι κατάλληλος για την κατασκευή επιχωμάτων και προκύπτει από την αφαίρεση της στήλης 7 από την στήλη 6 [$(8)=(7)-(6)$]*
- Στήλη 9-10: *Στις στήλες αυτές διαχωρίζονται τα ορύγματα σε δύο κατηγορίες, όπως προβλέπεται και από τα αντίστοιχα Τιμολόγια: Γαιώδη και ημιβραχώδη, βραχώδη. Η διάκριση γίνεται με βάση τις γεωλογικές/ γεωτεχνικές έρευνες και μελέτες και καθορίζεται με ποσοστιαία κατανομή κατά περιοχή του έργου. Το ποσοστό αναγράφεται στο πρώτο κουτάκι της στήλης (9α) και (10α), όπου φυσικά το άθροισμα τους πρέπει να αθροίζει σε 100. Οι στήλες (9β) και (10β) προκύπτουν από τον επιμερισμό του συνολικού*

όγκου (στήλη 8) στις δύο κατηγορίες υλικών [(9β)=(8)*(9α) και (10β)=(8)*(10α)].

Στήλη 11: Εφαρμοστέα μήκη σύμφωνα με τον κανόνα: Όταν η προηγούμενη (ή επόμενη) διατομή είναι ομοειδής- σε επίχωμα – (δηλ. έχει τιμή συμπληρωμένη στο κουτάκι 12) παίρνεται η μισή απόσταση μεταξύ ($\lambda/2$) και εάν είναι ετεροειδής (δηλ. το κουτάκι 12 έχει μηδενική τιμή) το $1/4$ της απόστασης μεταξύ ($\lambda/4$).

Στήλη 12: Το εμβαδόν του επιχώματος, όπως εμβαδομετρήθηκε σε κάθε διατομή.

Στήλη 13: Κύβοι, δηλαδή ο όγκος των επιχωμάτων του τμήματος αυτού, που προκύπτει με τον πολλαπλασιασμό των στηλών 11, 12 [(13)=(11)*(12)].

Στήλη 14: Επίπλησμα. Η τιμή του είναι συνήθως 1,00 – 1,15.

Στήλη 15: Το συνολικά διαθέσιμο υλικό ορύγματος(λαμβάνοντας υπόψη και το επίπλησμα), το οποίο προκύπτει από το γινόμενο των στηλών 8, 14 [(15)=(8)*(14)].

Στήλη 16: Ο όγκος των ορυγμάτων που μεταφέρεται στην ίδια την διατομή, και προφανώς αφορά τις μικτές διατομές. Επομένως θα πρέπει να έχουν αναγραφεί τιμές στις στήλες (13) -επίχωμα- και (15) -όρυγμα με επίπλησμα. Προφανώς θα αναγραφεί η μικρότερη των δύο τιμών [δηλ. (16)= min (13) ή (15)].

Στήλη 17-18: Ο όγκος του πλεονάζοντος ορύγματος ή επιχώματος, δηλαδή μετά την αφαίρεση των αυτοδιανομών, αυτό που περισσεύει: εάν είναι όρυγμα συμπληρώνεται η στήλη 17 και αν λείπει επίχωμα συμπληρώνεται η στήλη 18. Δηλαδή:

Εάν (16)=(13) τότε (17)=(15)-(16)

Εάν (16)=(15) τότε (18)=(13)-(16)

2.3.4.2 Πίνακας χωματισμών μέσω επιφανειών

Στο Σχήμα 2-12 παρουσιάζεται ένα υπόδειγμα του πίνακα χωματισμού για την μέθοδο των μέσων επιφανειών. Ακολουθεί αναλυτική επεξήγηση της κάθε στήλης:

- Στήλη 1: *Η ονομασία της διατομής.*
- Στήλη 2: *Η χιλιομετρική θέση.*
- Στήλη 3: *Οι αποστάσεις μεταξύ, δηλαδή η διαφορά των χιλιομετρικών θέσεων.*
- Στήλη 4: *Το εμβαδόν του ορύγματος, όπως εμβαδομετρήθηκε σε κάθε διατομή.*
- Στήλη 5: *Οι μέσες επιφάνειες ορυγμάτων σύμφωνα με τον ακόλουθο κανόνα: Όταν η προηγούμενη (ή επόμενη) διατομή είναι ομοειδής –σε όρυγμα- (δηλ. έχει την τιμή συμπληρωμένη στο κουτάκι 4) παίρνεται η μέση τιμή των δύο επιφανειών ενώ εάν είναι ετεροειδής (δηλ. το κουτάκι 4 έχει μηδενική τιμή, αυτό σημαίνει μετάβαση από όρυγμα σε επίχωμα ή το αντίθετο) τότε λαμβάνεται το $\frac{1}{4}$ της μηδενικής επιφάνειας.*
- Στήλη 6: *Κύβοι, δηλαδή ο όγκος των ορυγμάτων του τμήματος αυτού, που προκύπτει με τον πολλαπλασιασμό των στηλών 3, 5 [$(6)=(3)*(5)$]*
- Στήλη 7: *Μέρος του όγκου των ορυγμάτων που είναι ακατάλληλος για την κατασκευή επιχωμάτων.*
- Στήλη 8-9: *Στις στήλες αυτές αναγράφεται ο όγκος των ορυγμάτων που είναι κατάλληλος για την κατασκευή επιχωμάτων και προκύπτει από την αφαίρεση της στήλης 7 από την στήλη 6 [$(8)=(7)-(6)$]. Ταυτόχρονα διαχωρίζονται τα ορύγματα σε δύο κατηγορίες, όπως προβλέπεται και από τα αντίστοιχα Τιμολόγια: Γαιώδη και ημιβραχώδη, βραχώδη. Η διάκριση γίνεται με βάση τις γεωλογικές/ γεωτεχνικές έρευνες και μελέτες και καθορίζεται με ποσοστιαία κατανομή κατά περιοχή του έργου. Οι στήλες 8 και 9 προκύπτουν από τον επιμερισμό του συνολικού όγκου (στήλη (6) – στήλη(7)) στις δύο κατηγορίες υλικών.*
- Στήλη 10: *Το εμβαδόν του επιχώματος, όπως εμβαδομετρήθηκε σε κάθε διατομή.*
- Στήλη 11: *Οι μέσες επιφάνειες επιχωμάτων σύμφωνα με τον ακόλουθο κανόνα: Όταν η προηγούμενη (ή επόμενη) διατομή είναι ομοειδής –σε επίχωμα- (δηλ. έχει την τιμή συμπληρωμένη*

στο κουτάκι 10) παίρνεται η μέση τιμή των δύο επιφανειών, ενώ εάν είναι ετεροειδής (δηλ. το κουτάκι 10 έχει μηδενική τιμή, αυτό σημαίνει μετάβαση από όρυγμα σε επίχωμα ή το αντίθετο) τότε λαμβάνεται το $\frac{1}{4}$ της μηδενικής επιφάνειας.

Στήλη 12: Κύβοι, δηλαδή ο όγκος των επιχωμάτων του τμήματος αυτού, που προκύπτει με τον πολλαπλασιασμό των στηλών 11, 3 [(12)=(11)*(3)].

Στήλη 13: Επίπλησμα. Η τιμή του είναι συνήθως 1,00 – 1,15.

Στήλη 14: Το συνολικά διαθέσιμο υλικό ορύγματος(λαμβάνοντας υπόψη και το επίπλησμα). Εφόσον ο συντελεστής επιπλήσματος αφορά το σύνολο των κατάλληλων ορυγμάτων τότε $\{(14=(13)*[(9)+(8)]\}$. Εφόσον ο συντελεστής επιπλήσματος αφορά το βράχο τότε $\{(14=(13)*(9)+(8))\}$.

Στήλη 15: Ο όγκος των ορυγμάτων που μεταφέρεται στην ίδια την διατομή, και προφανώς αφορά τις μικτές διατομές. Επομένως θα πρέπει να έχουν αναγραφεί τιμές στις στήλες (12) -επίχωμα- και (14) -όρυγμα με επίπλησμα. Προφανώς θα αναγραφεί η μικρότερη των δύο τιμών [δηλ. (15)= min (12) ή (14)].

Στήλη 16-17: Ο όγκος του πλεονάζοντος ορύγματος ή επιχώματος, δηλαδή μετά την αφαίρεση των αυτοδιανομών, αυτό που περισσεύει: εάν είναι όρυγμα συμπληρώνεται η στήλη 16 και αν λείπει επίχωμα συμπληρώνεται η στήλη 17. Δηλαδή:

Εάν (15)=(12) τότε (16)=(14)-(15)

Εάν (15)=(14) τότε (17)=(12)-(15)

Στήλη 18: Το αλγεβρικό άθροισμα των όγκων των χωματισμών από την αρχή της χάραξης. Τα ορύγματα μπαίνουν με θετικό πρόσημο και τα επιχώματα με αρνητικό.

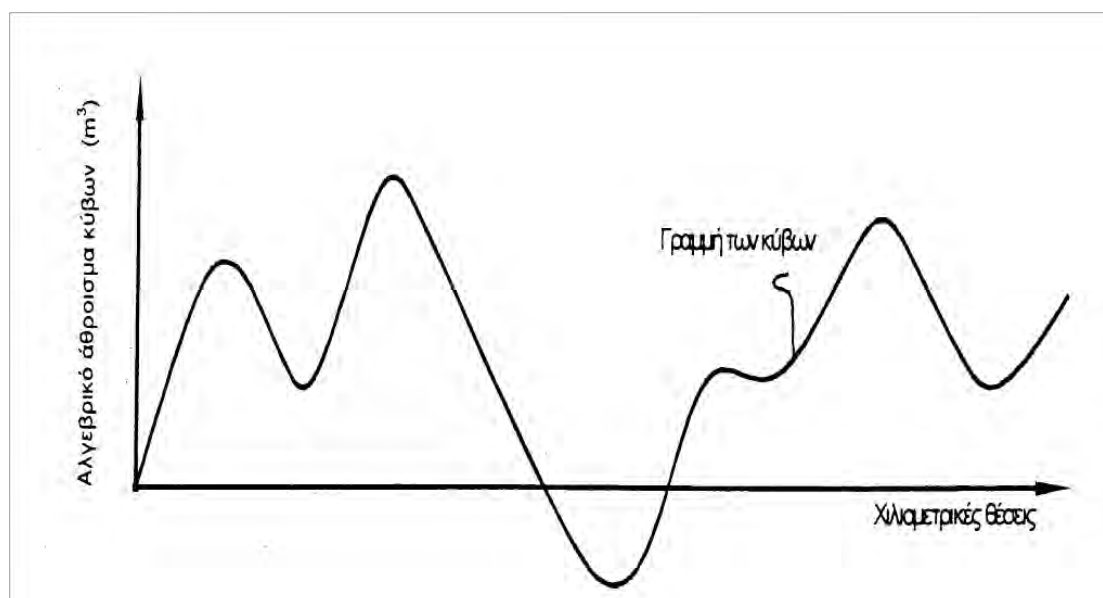
Αιτίες	Χημικές	Θέσεις	Αποστάσεις μεταξύ	Ορόσημα				Επιχώματα				Κίνηση καταλλήλων						
				Επιφάνειες	Μέσες επιφάνειες	Κύβοι	Ακατάλληλα	Καπέλλια	Επιφάνειες	Μέσες Επιφάνειες	Κύβοι	Συντελεστής Επιπέδωσης	Όγκια με Επιπέδωση	Μεταφορές στην ίδια διατομή	Όγκων	Επιχωμάτων	Αγέφυρα Κόβων	
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
			M	M ²	M ²	M ³	M ³	M ³	M ³	M ²	M ²	M ³	M ³	M ³	M ³	M ³	M ³	M ³
						3*5						3*11		6*9*13	min{12*14}			Σ16-Σ17

Σχήμα 2- 12: Υπόδειγμα πίνακα μέσω επιφανειών(Αποστολέρης,2015)

2.4 Διάγραμμα κίνησης γαιών (Bruckner)

Για την επίτευξη οικονομίας σε ένα έργο οδοποιίας, απαιτείται η μείωση των ορυγμάτων και των επιχωμάτων και η κατάλληλη μετακίνηση των ορυγμάτων κατά μήκος της οδού. Το πρώτο επιτυγχάνεται με σωστή χάραξη της οδού σε οριζοντιογραφία και σε μηκοτομή, ενώ το δεύτερο μέσω της μελέτης της κίνησης γαιών.

Το διάγραμμα κίνησης γαιών ή διάγραμμα Bruckner (στην απλοποιημένη του μορφή, χωρίς εμβόλιμες διατομές) συντάσσεται από την τελευταία στήλη του πίνακα χωματισμών (στήλη 18 σύμφωνα με το Σχήμα 2-12), όπου υπολογίζεται σε κάθε χιλιομετρική θέση (Χ.Θ.) με την μέθοδο των μέσων επιφανειών το αλγεβρικό άθροισμα των διαθέσιμων κύβων των ορυγμάτων ή των επιχωμάτων από την αρχική μέχρι και την εξεταζόμενη θέση (Αποστολέρης, 2015).



Σχήμα 2- 13: Κατασκευή διαγράμματος Bruckner

Αναλύοντας το διάγραμμα Bruckner στον άξονα των τετμημένων τοποθετούνται οι αποστάσεις από την αρχή, δηλαδή η χιλιομετρική θέση (Χ.Θ.) κάθε διατομής και στον άξονα των τεταγμένων, το αλγεβρικό άθροισμα των διαθέσιμων κύβων των ορυγμάτων από την αρχή μέχρι και την υπόψη θέση. Κατά παραδοχή οι όγκοι των ορυγμάτων έχουν θετικό πρόσημο (+), ενώ οι όγκοι των επιχωμάτων αρνητικό (-). Συνεπώς ο ανερχόμενος κλάδος του διαγράμματος είναι ο κλάδος των ορυγμάτων, και ο κατερχόμενος είναι αυτός των επιχωμάτων. Με λίγα λόγια όταν από διατομή σε διατομή υπάρχει περίσσεια ορυγμάτων, ο κλάδος του διαγράμματος ανέρχεται, ενώ αν υπάρχει περίσσεια επιχωμάτων, κατέρχεται.

Κεφάλαιο 3 ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ

3.1 Εισαγωγή

Στη σύγχρονη εποχή η χρήση των Η/Υ έγινε επιτακτική ανάγκη στις μελέτες έργων Πολιτικού Μηχανικού, προκειμένου να διευκολυνθεί η υπολογιστική διαδικασία. Έτσι, και στα έργα οδοποιίας δεν θα μπορούσε να αποφευχθεί, αφού πρόκειται για έργα μεγάλης κλίμακας, απαιτητικών και χρονοβόρων υπολογισμών. Ο σκοπός των προγραμμάτων οδοποιίας είναι να λειτουργούν και να υπολογίζουν τα αποτελέσματα παρόμοια με το χειρόγραφο τρόπο αλλά πιο γρήγορα και πιο εύκολα. Η χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή έδωσε την δυνατότητα στον μελετητή να υπολογίζει με μεγάλη ταχύτητα και ακρίβεια τους χωματισμούς, να εξετάζει μεγάλο αριθμό λύσεων και να παράγονται αυτόματα οι πίνακες χωματισμών, να κάνει εύκολα την εμβαδομέτρηση των διατομών και να υπολογίζει την κίνηση γαιών. Το μεγαλύτερο όμως πλεονέκτημα είναι ότι προσφέρει την δυνατότητα επαναληπτικής τροποποίησης των λύσεων, και παραγωγής μιας βέλτιστης λύσης.

Κατά την ανάπτυξη των προγραμμάτων οδοποιίας πολλοί επιστήμονες άρχιζαν να ασχολούνται με τρόπους βελτίωσης των διαφόρων μεθόδων υπολογισμού των χωματουργικών, ώστε να καταφέρουν τα αποτελέσματα να προσεγγίζουν όσο το δυνατόν περισσότερο στην πραγματικότητα. Αυτό αποσκοπούσε κυρίως στον ακριβέστερο υπολογισμό του κόστους της μελέτης, το οποίο αποτελεί και μία από τις μεγαλύτερες ευθύνες ενός μελετητή. Παράλληλα, κατά το στάδιο της κατασκευής θα βοηθούσε στον ακριβή υπολογισμό των ποσοτήτων (υλικών και εργασιών) που έχουν ενσωματωθεί στο έργο, δηλαδή κατά την επιμέτρηση.

Σημαντικό ρόλο στον προϋπολογισμό ενός έργου παίζουν τα αποτελέσματα που δίνει ο πίνακας χωματισμών. Εστιάζοντας κανείς στις μεθόδους που χρησιμοποιούνται σε αυτόν τον πίνακα (Μέσες επιφάνειες και Εφαρμοστέα μήκη), παρατηρεί ότι ενώ δίνουν αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα δεν είναι απόλυτα ακριβείς μερικές φορές, έτσι ώστε να το τελικό κόστος να μην ανταποκρίνεται στις ανάγκες του έργου.

Σε αυτό το σημείο είναι απαραίτητο να τονιστεί ένα πρόβλημα που αντιμετωπίζει κάποιος κατά τον προγραμματισμό της μεθόδου των μέσων επιφανειών, το οποίο είναι να την εφαρμόσει ακριβώς σύμφωνα με τους κανόνες της. Για παράδειγμα, στην περίπτωση που η μία διατομή βρίσκεται σε επίχωμα αριστερά και όρυγμα δεξιά και η επόμενη βρίσκεται σε όρυγμα αριστερά και επίχωμα δεξιά ή και το αντίστροφο. Έτσι, δημιουργήθηκε η ιδέα μίας πιο απλοποιημένης μεθόδου από αυτήν των εφαρμοστέων μηκών, η οποία θα χρησιμοποιεί σε όλες τις περιπτώσεις ένα εφαρμοστέο μήκος, που προκύπτει πάντοτε ως ημιάθροισμα των αποστάσεων μεταξύ της τρέχουσας διατομής από την προηγούμενη και την επόμενη. Την απλοποιημένη αυτήν μέθοδο έρχεται και την εφαρμόζει και το πρόγραμμα Anadelta Tessera, κατά τον υπολογισμό του πίνακα χωματισμών για την μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών. Μολονότι, η απλοποιημένη αυτή μέθοδος διευκολύνει κατά πολύ την διαδικασία των υπολογισμών μας, γεννάται το ερώτημα αν δίνει καλύτερα αποτελέσματα από την κλασική, δηλαδή αν αυτά

προσεγγίζουν αρκετά την πραγματικότητα. Αυτός θα είναι και σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας, δηλαδή να εξετάσει αν η απλοποιημένη μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών μπορεί να αποτελέσει μια εύλογη πρόταση για να χρησιμοποιείται στον υπολογισμό των όγκων των χωματισμών.

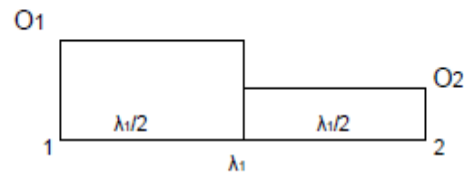
3.2 Απλοποιημένη Μέθοδος Εφαρμοστέων μηκών

Όπως αναφέρθηκε προκειμένου να διευκολυνθεί η υπολογιστική διαδικασία της μεθόδου των εφαρμοστέων μηκών, δημιουργήθηκε μια νέα μέθοδος λίγο παραλλαγμένη και πιο απλή. Για προφανείς λόγους για την περιγραφή της νέας αυτής μεθόδου χρησιμοποιήθηκε ο όρος απλοποιημένη. Σύμφωνα με αυτήν ως εφαρμοστέο μήκος θα χρησιμοποιείται πάντα αυτό που προκύπτει ως το ημίθροισμα των αποστάσεων μεταξύ της τρέχουσας διατομής από την προηγούμενη και την επόμενη.

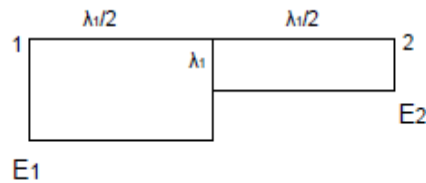
Προκειμένου να γίνει πιο κατανοητή η μέθοδος αναλύονται παρακάτω κάποιες τυπικές περιπτώσεις υπολογισμού χωματισμών μεταξύ δυο διαδοχικών διατομών:

1. Όταν και οι δύο διατομές είναι σε όρυγμα ή επίχωμα, ο όγκος μεταξύ των διατομών είναι:

$$i. \quad V_{op} = O_1 * \frac{\lambda_1}{2} + O_2 * \frac{\lambda_1}{2}$$



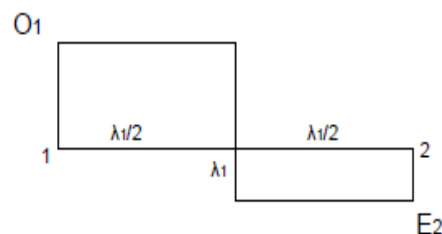
$$ii. \quad V_{ep} = E_1 * \frac{\lambda_1}{2} + E_2 * \frac{\lambda_1}{2}$$



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

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

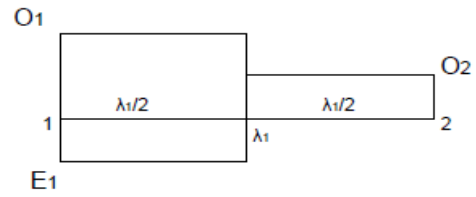
$$V_{ep} = E_1 * \frac{\lambda_1}{2}$$



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

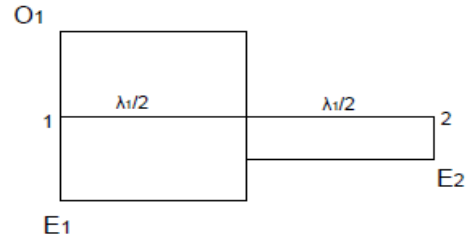
i. $V_{op} = O_1 * \frac{\lambda_1}{2} + O_2 * \frac{\lambda_1}{2}$

$$V_{\varepsilon\pi} = E_1 * \frac{\lambda_1}{2}$$



ii. $V_{op} = O_1 * \frac{\lambda_1}{2}$

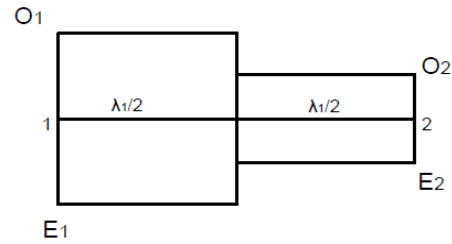
$$V_{\varepsilon\pi} = E_1 * \frac{\lambda_1}{2} + E_2 * \frac{\lambda_1}{2}$$



4. Όταν και οι δύο διατομές είναι μικτές, ο όγκος μεταξύ των διατομών είναι:

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

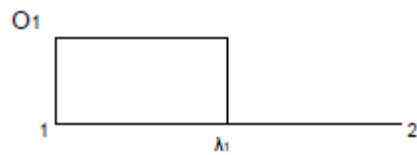
$$V_{\varepsilon\pi} = E_1 * \frac{\lambda_1}{2} + E_2 * \frac{\lambda_1}{2}$$



5. Όταν μια από τις δύο διαδοχικές διατομές είναι μηδενικές, τότε ο όγκος είναι:

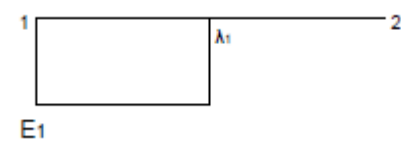
- i. Με πρώτη διατομή ολόκληρη σε όρυγμα

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



- ii. Με πρώτη διατομή ολόκληρη σε επίχωμα

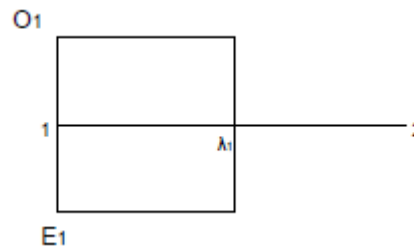
$$V_{\varepsilon\pi} = E_1 * \frac{\lambda_1}{2}$$



iii. Με πρώτη διατομή μικτή

$$V_{o\rho} = O_1 * \frac{\lambda_1}{2}$$

$$V_{\varepsilon\pi} = E_1 * \frac{\lambda_1}{2}$$



3.3 Σύγκριση μεθόδων

Προκείμενου να κατανοηθούν καλύτερα οι δύο μέθοδοι των εφαρμοστέων μηκών πρέπει να σχολιαστούν, να συγκριθούν και να τονιστούν οι διαφορές τους. Η μέθοδος του κεφαλαίου 2.3.3 είναι αυτή που χρησιμοποιείται εδώ και χρόνια στην οδοποιία και παρουσιάζεται όπως ακριβώς βρίσκεται στην βιβλιογραφία. Έτσι κατά την συγγραφή της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα χρησιμοποιείται ο όρος κλασική μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών ή μέθοδος που χρησιμοποιεί εφαρμοστέο μήκος $\lambda/2$ και $\lambda/4$. Η μέθοδος του κεφαλαίου 3.2, η οποία αποτελεί μια παραλλαγή της κλασικής μεθόδου και έχει ως σκοπό να απλοποιήσει την υπολογιστική διαδικασία θα αναφέρεται ως απλοποιημένη μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών ή μέθοδος που χρησιμοποιεί πάντοτε εφαρμοστέο μήκος $\lambda/2$.

Η διαφορά των δυο μεθόδων είναι, ότι στην απλοποιημένη μέθοδο το εφαρμοστέο μήκος προκύπτει πάντοτε ως ημιάθροισμα των αποστάσεων μεταξύ της τρέχουσας διατομής από την προηγούμενη και την επόμενη. Αντίθετα στην κλασική μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών σε ορισμένες περιπτώσεις για την εύρεση του όγκου των χωματισμών πολλαπλασιάζεται το εμβαδόν του ορύγματος ή του επιχώματος με το $1/4$ της απόστασης μεταξύ των δύο διαδοχικών διατομών.

Πίνακας 3- 1: Σύγκριση Μεθόδων εφαρμοστέων μηκών

	Κατάσταση	λ_i	Κλασσική Μέθοδος	Απλοποιημένη Μέθοδος
ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	Επίχωμα->Επίχωμα		$\frac{\lambda_i}{2}$	$\frac{\lambda_i}{2}$
	Μικτή->Μικτή		$\frac{\lambda_i}{2}$	$\frac{\lambda_i}{2}$
	Μικτή->Όρυγμα		$\frac{\lambda_i}{4}$	$\frac{\lambda_i}{2}$
	Επίχωμα->Όρυγμα		$\frac{\lambda_i}{4}$	$\frac{\lambda_i}{2}$
	Επίχωμα->Μηδενική		$\frac{\lambda_i}{2}$	$\frac{\lambda_i}{2}$
ΟΡΥΓΜΑΤΑ	Όρυγμα->Όρυγμα		$\frac{\lambda_i}{2}$	$\frac{\lambda_i}{2}$
	Μικτή->Μικτή		$\frac{\lambda_i}{2}$	$\frac{\lambda_i}{2}$
	Μικτή->Επίχωμα		$\frac{\lambda_i}{4}$	$\frac{\lambda_i}{2}$
	Όρυγμα->Επίχωμα		$\frac{\lambda_i}{4}$	$\frac{\lambda_i}{2}$
	Όρυγμα->Μηδενική		$\frac{\lambda_i}{2}$	$\frac{\lambda_i}{2}$

Πίνακας χωματισμών

Πίνακας 3- 2: Παράδειγμα πίνακα χωματισμών σύμφωνα με την απλοποιημένη μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών

Γενικά Στοιχεία				Ορύγματα		Επιχώματα	
Όνομα Διατομής	Χιλιομετρική Θέση	Απόσταση Μεταξύ	Εφαρμοστέο Μήκος	Επιφάνεια	Όγκος	Επιφάνεια	Όγκος
1	2	3	4	5	6	7	8
		0					
AA	0		10	7,45	74,50	1,46	14,60
1	20	20	20	18,29	365,80	0,00	0,00
2	40	20	20	0,1	2,00	22,12	442,40
3	60	20	20	10,16	203,20	0,87	17,40
4	80	20	20	4,27	85,40	3,51	70,20
5	100	20	20	7,13	142,60	1,36	27,20
6	120	20	17,11	3,81	65,19	5,79	99,07
A2	134,22	14,22	17,11	3,85	65,87	6,05	103,52
7	154,22	20	12,855	6,63	85,23	1,67	21,47
Ω2	159,93	5,71	12,855	7,9	101,55	0,77	9,90
8	179,93	20	11,51	31,18	358,88	0,00	0,00
Δ2	182,95	3,02	3,015	34,44	103,84	0,00	0,00
9	185,96	3,01	11,505	36,08	415,10	0,00	0,00
Ω'2	205,96	20	12,855	17,65	226,89	0,00	0,00
10	211,67	5,71	12,855	16,13	207,35	0,10	1,29
A'2	231,67	20	20	9,23	184,60	3,35	67,00

Πίνακας 3- 3: Παράδειγμα πίνακα χωματισμών σύμφωνα με την κλασσική μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών

Γενικά Στοιχεία			Ορύγματα			Επιχώματα		
Όνομα Διατομής	Χιλιομετρική Θέση	Απόσταση Μεταξύ	Επιφάνεια	Εφαρμοστέο Μήκος	Όγκος	Επιφάνεια	Εφαρμοστέο Μήκος	Όγκος
1	2	3	4	5	6	7	8	9
		0						
AA	0		7,45	10	74,50	1,46	5	7,30
1	20	20	18,29	20	365,80	0,00	20	0,00
2	40	20	0,1	20	2,00	22,12	15	331,80
3	60	20	10,16	20	203,20	0,87	20	17,40
4	80	20	4,27	20	85,40	3,51	20	70,20
5	100	20	7,13	20	142,60	1,36	20	27,20
6	120	20	3,81	17,11	65,19	5,79	17,11	99,07
A2	134,22	14,22	3,85	17,11	65,87	6,05	17,11	103,52
7	154,22	20	6,63	12,855	85,23	1,67	12,855	21,47
Ω2	159,93	5,71	7,9	12,855	101,55	0,77	7,855	6,05
8	179,93	20	31,18	11,51	358,88	0,00	10,755	0,00
Δ2	182,95	3,02	34,44	3,015	103,84	0,00	1,5075	0,00
9	185,96	3,01	36,08	11,505	415,10	0,00	5,7525	0,00
Ω'2	205,96	20	17,65	12,855	226,89	0,00	7,855	0,00
10	211,67	5,71	16,13	12,855	207,35	0,10	11,4275	1,14
A'2	231,67	20	9,23	20	184,60	3,35	20	67,00

- Επεξήγηση Πίνακα 3-2 , ο οποίος αφορά την απλοποιημένη μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών:

Στήλη 1: *Η ονομασία της διατομής*

Στήλη 2: *Η χιλιομετρική θέση*

Στήλη 3: *Οι αποστάσεις μεταξύ, δηλαδή η διαφορά των χιλιομετρικών*

Στήλη 4: *Εφαρμοστέα μήκη, σύμφωνα με τους κανόνες που αναφερθήκαν*

Γενικά Στοιχεία				Ορύγματα		Επιχώματα	
Όνομα Διατομής	Χιλιομετρική Θέση	Απόσταση Μεταξύ	Εφαρμοστέο Μήκος	Επιφάνειες	Όγκος	Επιφάνειες	Όγκος
1	2	3	4	5	6	7	8
AA	0	0	10	7,45	74,50	1,46	14,60
1	20	20	=C7/2+C9/2	18,29	365,80	0,00	0,00
2	40	20	20	0,1	2,00	22,12	442,40
3	60	20	20	10,16	203,20	0,87	17,40

Σχήμα 3- 1: Εύρεση εφαρμοστέου μήκους απλοποιημένης μεθόδου στο Excel

Δηλαδή για την εύρεση του εφαρμοστέου μήκους χρησιμοποιείται πάντα το ημίαθροισμα των αποστάσεων μεταξύ της τρέχουσας διατομής από την προηγούμενη και την επόμενη.

Στήλη 5: *Το εμβαδόν της επιφάνειας των ορυγμάτων*

Στήλη 6: *Κύβοι, δηλαδή ο όγκος των ορυγμάτων που προκύπτει με τον πολλαπλασιασμό των Στηλών 4,5 [(6)=(3)*(5)]*

Στήλη 7: *Το εμβαδόν της επιφάνειας των επιχωμάτων*

Στήλη 8: *Κύβοι, δηλαδή ο όγκος των επιχωμάτων που προκύπτει με τον πολλαπλασιασμό των Στηλών 4,7[(8)=(4)*(8)]*

- Επεξήγηση Πίνακα 3-3, ο οποίος αφορά την κλασσική μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών:

Στήλη 1: Η ονομασία της διατομής

Στήλη 2: Η χιλιομετρική θέση

Στήλη 3: Οι αποστάσεις μεταξύ, δηλαδή η διαφορά των χιλιομετρικών

Στήλη 4: Το εμβαδόν της επιφάνειας των ορυγμάτων

Στήλη 5: Εφαρμοστέα μήκη, σύμφωνα με τους κανόνες της κλασσικής μεθόδου

=IF(D6>0;C7/2;C7/4)+IF(D10>0;C9/2;C9/4)								
A	B	C	D	E	F	G	H	I
Γενικά Στοιχεία			Ορύγματα			Επιχώματα		
Όνομα Διατομής	Χιλιομετρική Θέση	Απόσταση Μεταξύ	Επιφάνειες	Εφαρμοστέο Μήκος	Όγκος	Επιφάνειες	Εφαρμοστέο Μήκος	Όγκος
1	2	3	4	5	6	7	8	9
AA	0	0	7,45	10	74,50	1,46	5	7,30
1	20	20	18,29	=IF(D6>0;C7/2;C7/4)	365,80	0,00	20	0,00
2	40	20	0,1	20	2,00	22,12	15	331,80
3	60	20	10,16	20	203,20	0,87	20	17,40
4	80	20	4,27	20	85,40	3,51	20	70,20

Σχήμα 3- 2: Εύρεση εφαρμοστέου μήκους της κλασσικής μεθόδου στο Excel

Δηλαδή για την εύρεση του εφαρμοστέου μήκους χρησιμοποιείται το ημίθροισμα των αποστάσεων μεταξύ της τρέχουσας διατομής από την προηγούμενη και την επόμενη, αν η προηγούμενη και επόμενη διατομή είναι σε όρυγμα. Όμως, αν η προηγούμενη ή επόμενη διατομή έχει μηδενικό όρυγμα τότε ως εφαρμοστέο μήκος χρησιμοποιείται το $\frac{1}{4}$ της απόστασης μεταξύ των δύο διατομών.

Στήλη 6: Κύβοι, δηλαδή ο όγκος των ορυγμάτων που προκύπτει με τον πολλαπλασιασμό των Στηλών 4,5 [(6)=(3)*(5)]

Στήλη 7: Το εμβαδόν της επιφάνειας των επιχωμάτων

Στήλη 8: Εφαρμοστέα μήκη, σύμφωνα με τους κανόνες της κλασσικής μεθόδου, και με την μέθοδο που φαίνεται στο Σχήμα 4-2.

Στήλη 9: Κύβοι, δηλαδή ο όγκος των επιχωμάτων που προκύπτει με τον πολλαπλασιασμό των Στηλών 7,8[(9)=(7)*(8)]

3.4 Anadelta Tessera

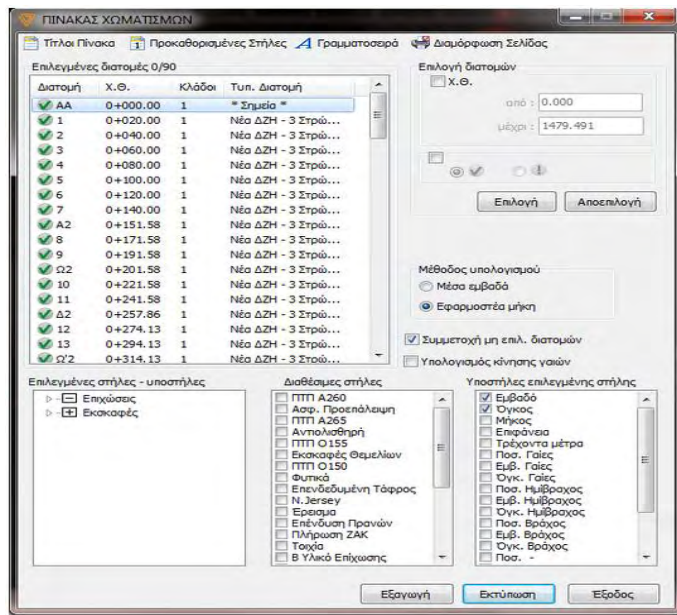
Το Anadelta Tessera είναι ένα ολοκληρωμένο λογισμικό σχεδιασμού και κατασκευής οδικών έργων. Συνδυάζει λειτουργίες χάραξης και CAD δύο και τριών διαστάσεων διευρύνοντας τους ορίζοντες σχεδιασμού. Δίνει τη δυνατότητα στο μελετητή να επινοήσει εύκολες εναλλακτικές τεχνικές σχεδιασμού χωρίς να χρειάζεται να αλλάξει περιβάλλον. Προσαρμόζεται στους κανονισμούς του έργου και παραμετροποιείται στο μέγιστο βαθμό. Λαμβάνει υπόψη του το υπόβαθρο με ένα εξελιγμένο σύστημα υπολογισμού μοντέλου εδάφους. Περιλαμβάνει όλα τα χαρακτηριστικά που χρειάζονται για να οριστεί με σαφήνεια το υπόβαθρο όπως γραμμές αλλαγής κλίσης, περίμετροι κλπ.

Στο πρόγραμμα υπάρχουν τέσσερα είδη χώρων εργασίας η Οριζοντιογραφία, η Μηκοτομή, οι Διατομές και το 3D στους οποίους μπορεί να γίνει επεξεργασία της οριζοντιογραφίας, της μηκοτομής και των διατομών. Τα αρχεία του anadelta έχουν την επέκταση .ADF. Οι υπολογισμοί του δρόμου σε οποιοδήποτε χώρο εργασίας γίνονται αυτόματα από το πρόγραμμα μετά τον ορισμό των παραμέτρων τους και την ενημέρωση από τους υπόλοιπους χώρους εργασίας. Παράλληλα, υπάρχει πάντα η δυνατότητα να επέμβει ο χρήστης και να επεξεργαστεί τα αποτελέσματα, τόσο της Οριζοντιογραφίας όσο και της Μηκοτομής και των Διατομών. Τα δεδομένα ή τα αποτελέσματα ενός έργου μπορεί κανείς να τα εξάγει σε αρχείο ASCII και σε αρχείο DXF, ώστε να έχετε την δυνατότητα επικοινωνίας με άλλα προγράμματα. Επίσης η εκτύπωση γίνεται εύκολα και γρήγορα κατ' ευθείαν από το πρόγραμμα, χωρίς την ανάγκη κανενός άλλου προγράμματος.

Σχετικά με τον καθορισμό των χωματουργικών μετακινήσεων, δηλαδή τα ορύγματα, τα επιχώματα, τις φυτικές γαίες και τις μεταφορές αυτών, το Anadelta Tessera παρέχει ένα ευρύ σύνολο χρήσιμων πληροφοριών. Στόχος κάθε μελετητή είναι να υπολογίσει όσο το δυνατόν με περισσότερη ακρίβεια τα χωματουργικά, ώστε να συντάξει τον προϋπολογισμό του έργου και να μείωση το κόστος του. Έτσι με τη χρήση του προγράμματος μπορεί να κάνει πολλές δοκιμές και να καταλήξει στην βέλτιστη χάραξη. Αρχικά υπολογίζει τον πίνακα χωματισμών. Μετά τον πίνακα χωματισμών, υπολογίζει το διάγραμμα επιφανειών και διάγραμμα κίνησης γαιών Bruckner. Μέσα από ένα ειδικό περιβάλλον επιτρέπει την εισαγωγή γραμμών διανομής, των οποίων βελτιστοποιεί τη θέση, και υπολογίζει και εκτυπώνει τον πίνακα κίνησης γαιών για τον υπολογισμό του κόστους εκσκαφής και μεταφοράς χωματισμών. Συνδυάζεται η αυτοματοποιημένη διαδικασία υπολογισμών με τη δυνατότητα επέμβασης για την απεικόνιση ειδικών καταστάσεων. Το διάγραμμα Bruckner εκτυπώνεται παραμετρικά με όλα τα απαραίτητα στοιχεία. Η διαδικασία αυτή είναι επαναληπτική και μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί για τη βελτιστοποίηση της ίδιας της χάραξης, γιατί μπορεί να γίνει επέμβαση σε οποιοδήποτε στάδιο της μελέτης και να γίνει αυτόματη ενημέρωση των υπολοίπων.

Συγκεκριμένα ο πίνακας χωματισμών παραμετροποιείται πλήρως. Δίνει την δυνατότητα υπολογισμού και με τις δυο προσεγγιστικές μεθόδους υπολογισμού των

χωματισμών: την μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών και την μέθοδο των μέσων επιφανειών. Τη στιγμή του υπολογισμού - εκτύπωσης ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ποιες από τις υπολογισμένες ποσότητες (σύμφωνα με τις τυπικές εργασίες) θα εμφανιστούν, με ποια σειρά και με ποια μορφή (επιφάνεια, όγκος, τρέχοντα μέτρα, ποσοστό για Γαίες, Βράχο κλπ), όπως φαίνεται στο Σχήμα 3-4. Ακόμα, παρέχεται η δυνατότητα είτε άμεσης εκτύπωσης του πίνακα είτε εξαγωγής του σε αρχείο (xls). Το παράθυρο μέσα από το οποίο δημιουργείται ο πίνακας χωματισμών εμφανίζεται μετά την εκτέλεση της εντολής Εκτύπωση πίνακα χωματισμών του μενού Εκτύπωση (Σχήμα 3-3).

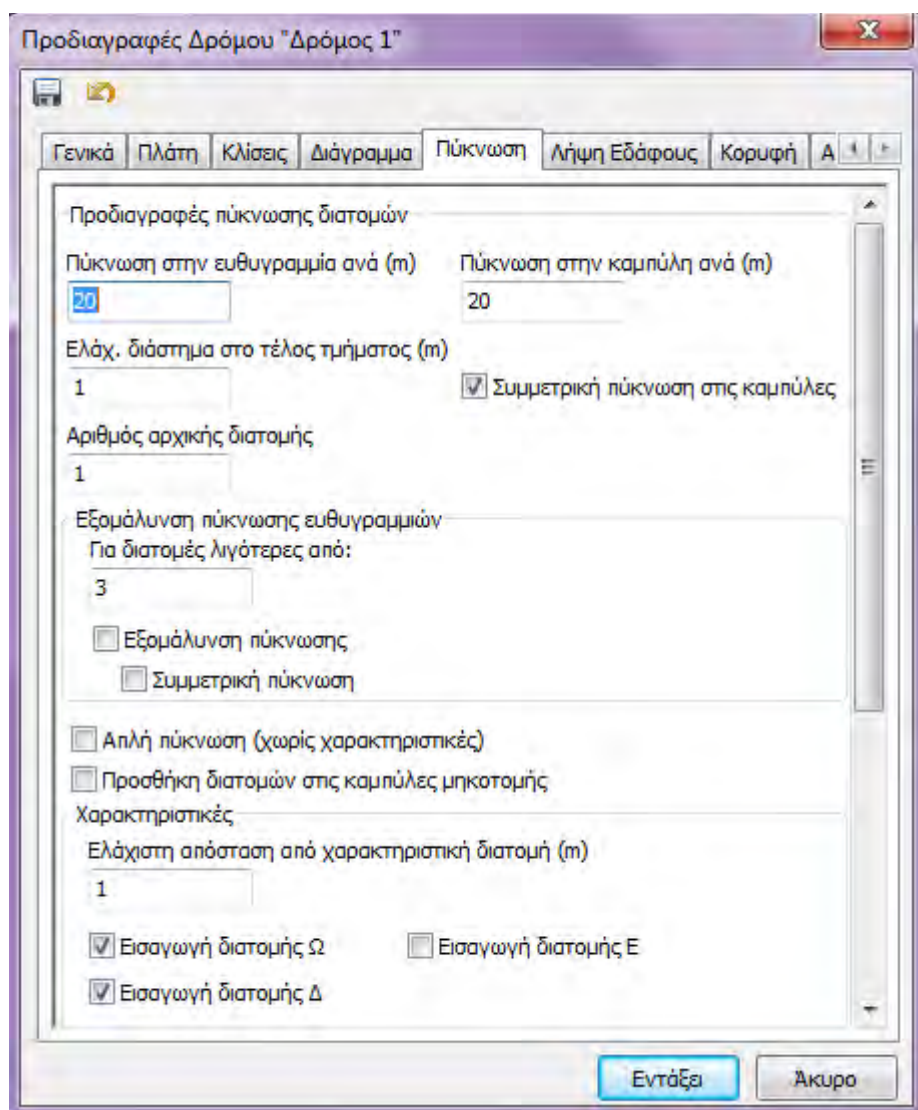


Σχήμα 3- 3: Παράθυρο δημιουργίας Πίνακα χωματισμών μέσω Anadelta Tessera

Γενικά Στοιχεία				Επιχώσεις		Εκκαφές	
Όνομα Διατομής	Χιλιμετρική Θέση	Απόσταση Μεταξύ	Εφαρμοστέο Μήκος	Εμβαδό	Όγκος	Εμβαδό	Όγκος
Από Μεταφορά					9272.04		4406.12
A'6	676.862	20.00	12.67	1.09	13.81	3.24	41.05
A7	682.197	5.34	12.67	0.04	0.51	7.14	90.46
23	702.197	20.00	12.86	0.00	0.00	29.60	380.51
Ω7	707.912	5.71	8.48	0.00	0.00	35.29	299.26
Δ7	719.162	11.25	11.25	0.00	0.00	34.63	389.59
Ω'7	730.413	11.25	8.48	0.00	0.00	21.99	186.48
24	736.127	5.71	12.86	0.00	0.00	14.00	179.97
A'7	756.127	20.00	13.77	2.10	28.91	2.96	40.74
A8	763.662	7.53	13.77	0.36	4.96	5.92	81.49
25	783.662	20.00	12.86	0.65	8.36	3.80	48.85
Ω8	789.376	5.71	9.68	12.76	123.52	0.00	0.00
Δ8	803.026	13.65	13.65	46.52	635.00	0.00	0.00
Ω'8	816.677	13.65	9.68	33.09	320.31	0.00	0.00
26	822.391	5.71	12.86	26.43	339.76	0.00	0.00
A'8	842.391	20.00	16.55	0.00	0.00	38.73	641.18
A9	855.496	13.11	16.55	0.00	0.00	35.89	594.16
27	875.496	20.00	12.86	0.28	3.60	10.35	133.05
Ω9	881.211	5.71	12.86	1.96	25.20	4.61	59.26
28	901.211	20.00	20.00	13.55	271.00	0.10	2.00
29	921.211	20.00	12.41	21.66	268.80	0.00	0.00
Δ9	926.033	4.82	4.82	19.98	96.30	0.00	0.00
30	930.856	4.82	12.41	17.66	219.16	0.04	0.50
31	950.856	20.00	20.00	9.32	186.40	1.05	21.00
Ω'9	970.856	20.00	12.86	1.54	19.80	6.31	81.12
32	976.571	5.71	12.86	0.34	4.37	8.58	110.30

Σχήμα 3- 4: Πίνακας χωματισμών μέσω Anadelta Tessera

Επίσης το Anadelta Tessera δίνει την δυνατότητα πύκνωσης των διατομών, η οποία γίνεται αφού έχει ολοκληρωθεί ο υπολογισμός του δρόμου. Πρόκειται για τον υπολογισμό και την τοποθέτηση των διατομών σύμφωνα με τις προδιαγραφές που ορίζονται με τη βοήθεια της εντολής Προδιαγραφές Δρόμου του μενού Χάραξη, στην καρτέλα Πύκνωση, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3-5. Το πρόγραμμα εξ' ορισμού τοποθετεί διατομές στην αρχή και το τέλος του δρόμου καθώς και στην αρχή και το τέλος κάθε καμπύλης (διατομές A και A'). Η πρώτη διατομή του δρόμου ονομάζεται AA, ενώ η τελευταία AT και οι χαρακτηριστικές διατομές κάθε καμπύλης παίρνουν ένα σύνθετο όνομα που αποτελείται από ένα γράμμα (A, E, Ω, Δ, Ω', E', A') και από έναν αριθμό που ταυτίζεται με την αρίθμηση της αντίστοιχης κορυφής (π.χ A1, E1 για την κορυφή K1). Παρ' όλα αυτά, τα συγκεκριμένα ονόματα των χαρακτηριστικών διατομών μπορούν να παραμετροποιηθούν και ο κάθε μελετητής να δώσει τις δικές του ονομασίες.

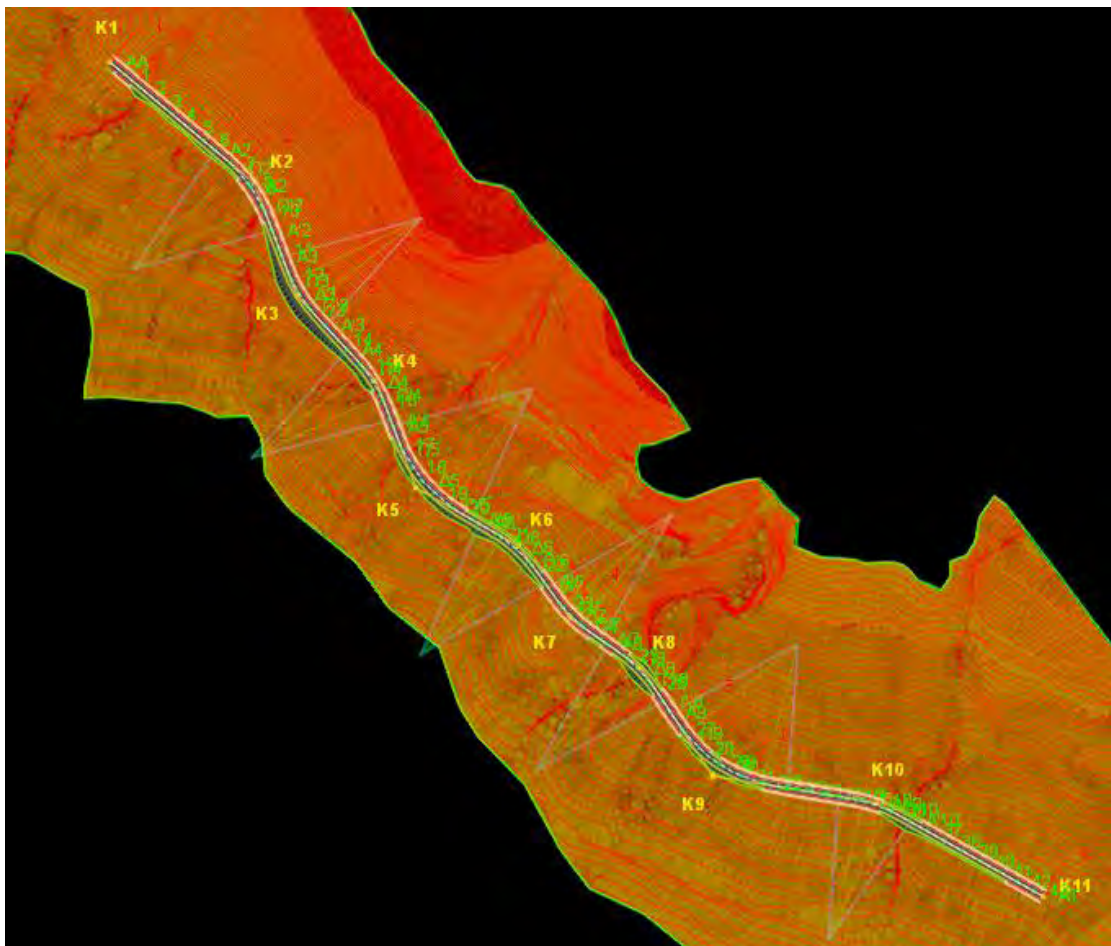


Σχήμα 3- 5: Πύκνωση διατομών μέσω Anadelta Tessera

3.5 Διερεύνηση μεθόδων υπολογισμού χωματισμών

3.5.1 Δεδομένα διαδικασίας διερεύνησης

Στόχος της συγκεκριμένης εργασίας είναι να γίνει διερεύνηση μεταξύ των δύο μεθόδων υπολογισμού χωματισμών, της απλοποιημένης και της κλασσικής μεθόδου των εφαρμοστέων μηκών. Με λίγα λόγια θα γίνει μια προσπάθεια να διευκρινιστεί ποια μέθοδος υπολογίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια τους όγκους των ορυγμάτων και των επιχωμάτων. Αυτό όμως δεν μπορεί να αποδοθεί τόσο εύκολα, καθώς σε ένα έργο οδοποιίας υπάρχουν πολλές παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Επί του παρόντος, η διαδικασία διερεύνησης εστιάζεται σε 45 διαφορετικά έργα οδοποιίας, που έχουν ίδια οριζοντιογραφία (Σχήμα 3-6) αλλά διαφορετική μηκοτομή (Παράρτημα Ι) με ονομασίες AgriaXX (όπου XX ο Α/Α του κάθε έργου), καθώς και στο τι γίνεται αν στα ίδια έργα αλλάξουμε τυπική διατομή. Επομένως, οι παράμετροι, που εξετάζονται για το ποια μέθοδος υπερτερεί, είναι η μηκοτομή και η τυπική διατομή.

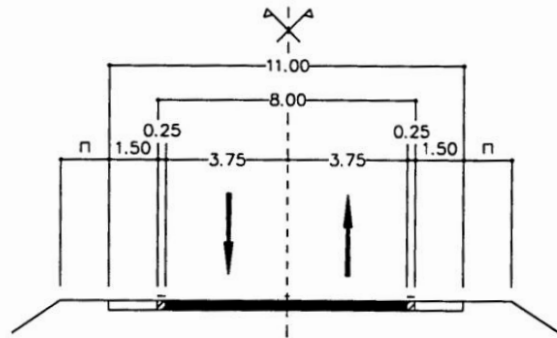


Σχήμα 3- 6: Η οριζοντιογραφία (1,27km)

Οι τυπικές διατομές που χρησιμοποιούνται για την διερεύνηση των μεθόδων είναι οι γ_2 , $\beta_2\sigma$ και ζ_2 . Η επιλογή τους έχει γίνει από τον ΟΜΟΕ-Δ, γι' αυτό και οι διαστάσεις τους είναι συγκεκριμένες, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

$\beta_2\sigma$

Κατηγορία οδού ΑII, ΑIII
 $V_{\text{επιτ}} \leq 90 \text{ km/h}$
 ισόπεδοι κόμβοι
 Πλήθος βραδυπορούντων οχημάτων/h > 10 (ΑII)
 > 20 (ΑIII)
 Εφαρμόζεται σε περιπτώσεις ανακατασκευής οδών.
 Εν γένει πρέπει να αποφεύγεται

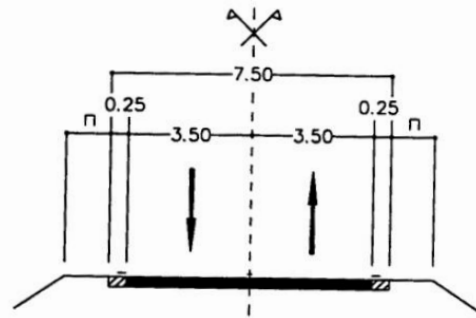


γ_2

Κατηγορία οδού ΑII, ΑIII
 $V_{\text{επιτ}} \leq 90 \text{ km/h}$
 ισόπεδοι κόμβοι

Υπόμνημα

 Λωρίδα κυκλοφορίας
 Λωρίδα καθοδήγησης
 Σταθεροποιημένο έρεισμα



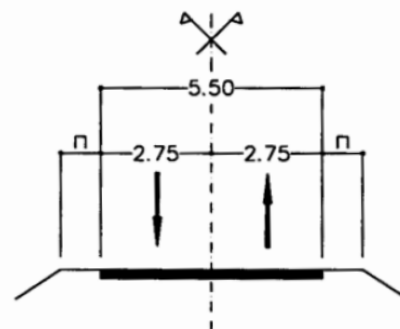
Π = πλάτος ερείσματος 0,75m

ζ_2

Κατηγορία οδού AV
 $V_{\text{επιτ}} \leq 50 \text{ km/h}$
 ισόπεδοι κόμβοι

Υπόμνημα

 Λωρίδα κυκλοφορίας
 Λωρίδα καθοδήγησης
 Σταθεροποιημένο έρεισμα



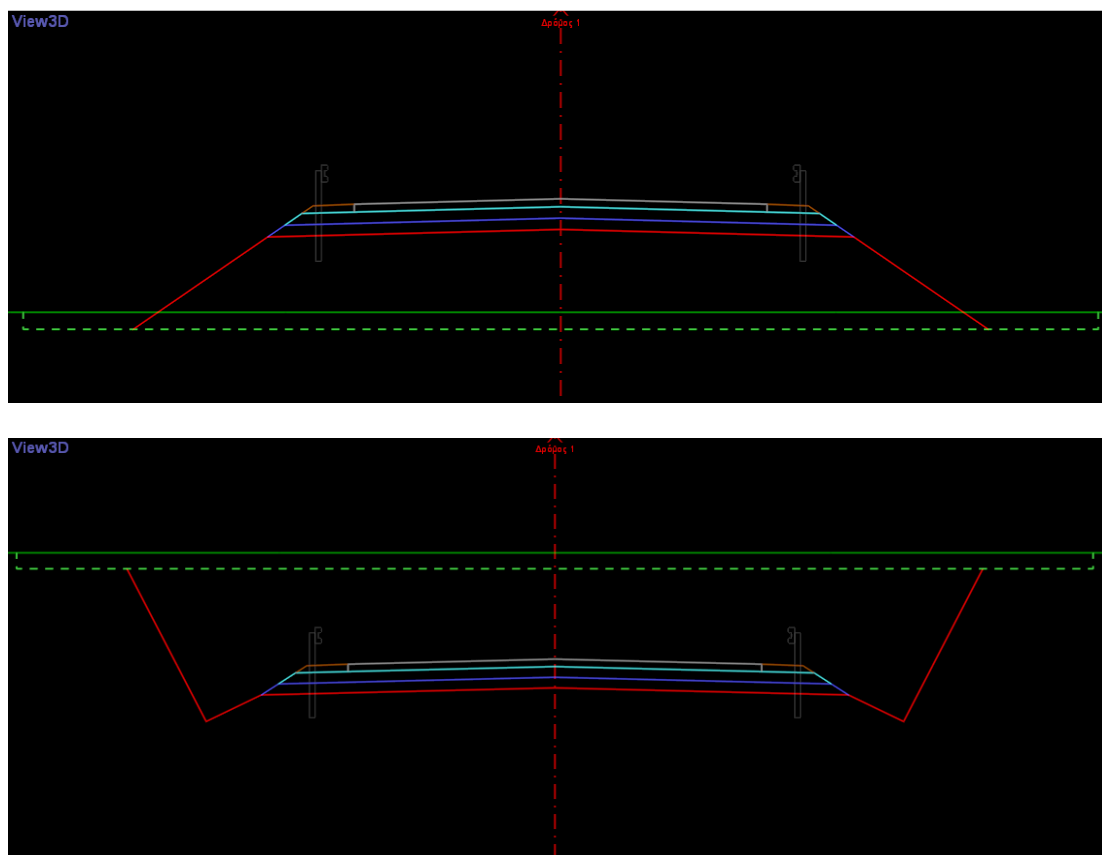
Π = πλάτος ερείσματος 0,5m

Σχήμα 3- 7: Τυπικές διατομές $\beta_2\sigma$, γ_2 , ζ_2 (ΟΜΟΕ-Δ)

Κατά τον υπολογισμό των όγκων των χωματισμών στο Anadelta Tessera ως τυπική διατομή χρησιμοποιήθηκε η 3D View (Σχήμα 3-8). Αυτή, αφορά τα απόλυτα χαρακτηριστικά της διατομής, δηλαδή την οδοστρωσία και οποιαδήποτε λεπτομέρεια σχετίζεται με αυτήν (στρώσεις, πάχος στρώσεων, επικλίσεις, ερείσματα, εγκιβωτισμοί), τον αριθμό των κλάδων, τα φυτικά και τα πρανή. Επομένως, απεικονίζει ποιοτικά όσο και γεωμετρικά τη μορφή της διατομής τόσο στο όρυγμα όσο και στο επίχωμα.

Όμως κάθε τυπική διατομή στο πρόγραμμα τροποποιείται και δυναμικά, δηλαδή μέσω διαγραμμάτων. Ως δυναμικά χαρακτηριστικά ορίζονται κυρίως τα πλάτη. Η τυπική διατομή στο Anadelta Tessera, χρησιμοποιείται σε όλους τους υπολογισμούς της παρούσας εργασίας. Πιο συγκεκριμένα ο υπολογισμός μιας τυπικής διατομής, σε μια διατομή του έργου αποτελεί ουσιαστικά μια προσαρμογή της τυπικής στα στοιχεία της τρέχουσας διατομής. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τις δυναμικές τυπικές διατομές, οι οποίες προσαρμόζονται σε κάθε διατομή ανάλογα με τη χιλιομετρική τους θέση και τις τιμές που έχουν τα διαγράμματα για τη συγκεκριμένη χιλιομετρική θέση.

Οι δυναμικές τυπικές διατομές που χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς της εργασίας αυτής, οριστήκαν σύμφωνα με τα πλάτη και είναι οι γ_2 , $\beta_2\sigma$, ζ_2 , τα χαρακτηριστικά των οποίων είναι σύμφωνα με των αντίστοιχων διατομών στον ΟΜΟΕ-Δ(Σχήμα 3-7).



Σχήμα 3- 8: Τυπική διατομή 3D View σε όρυγμα (πάνω) και σε επίχωμα (κάτω)

3.5.2 Εφαρμογή

- **Υπολογισμός των όγκων χωματισμών σε διάφορες πυκνώσεις με την απλοποιημένη μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών**

Αρχικά έγινε η επεξεργασία των .ADF Files, δηλαδή των 45 έργων που δόθηκαν από το εργαστήριο Οδοποιίας στο Anadelta Tessera. Πιο συγκεκριμένα έγινε πύκνωση των διατομών ανά 20, 10, 5, 2, 1 μέτρα (Διαδικασία πύκνωσης διατομών στο Παράρτημα II). Όπως αναφέρθηκε το πρόγραμμα δίνει αποτελέσματα σύμφωνα με την απλοποιημένη μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών, δηλαδή αυτής κατά την οποία το εφαρμοστέο μήκος προκύπτει πάντοτε ως ημιάθροισμα των αποστάσεων μεταξύ της τρέχουσας διατομής από την προηγούμενη και την επόμενη. Έτσι, δημιουργήθηκε ένα αρχείο .xls (αρχείο του Microsoft Excel), το οποίο έχει συγκεντρωμένα όλα τα αποτελέσματα από αυτήν την διαδικασία. Στον Πίνακα 3-4 φαίνεται ένα κομμάτι του συνολικού αυτού αρχείου, που αναφέρεται στο έργο Agria01. Τα αποτελέσματα της διαδικασίας πύκνωσης των διατομών παρουσιάζονται και στο κεφάλαιο 4.1.

Πίνακας 3- 4: Αποτελέσματα όγκων χωματισμών έργου Agria01 για πύκνωση διατομών 20, 10, 5, 2, 1

Έργο	Πύκνωση (m)	Επιχώματα(m ³)	Ορύγματα(m ³)
Agria01	20	13.090,48	9.699,81
	10	12.951,79	10.030,18
	5	13.016,98	9.988,04
	2	13.007,88	9.983,30
	1	13.011,26	9.981,78

- **Υπολογισμός των όγκων χωματισμών με την κλασσική μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών**

Για κάθε ένα από τα 45 έργα με διαφορετική μηκοτομή γίνεται εξαγωγή των εμβαδών των ορυγμάτων και των επιχωμάτων από το πρόγραμμα (Διαδικασία εξαγωγής εμβαδών ορυγμάτων & επιχωμάτων από το Anadelta Tessera -Παράρτημα II). Έστερα τα εμβαδά αυτά τοποθετούνται σε αρχείο Excel στην αντίστοιχη στήλη Επιφάνειες του ήδη έτοιμου πίνακα χωματισμών, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3-9, και υπολογίζονται οι όγκοι των χωματισμών των ορυγμάτων και των επιχωμάτων, για πύκνωση διατομών ανά 20 μέτρα, σύμφωνα με την κλασσική μέθοδο των μέσων επιφανειών. Όπως έχει αναφερθεί η μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών δίνει τα ίδια αποτελέσματα με των μέσων επιφανειών, αφού οι μαθηματικές σχέσεις που τις συνδέουν είναι ταυτόσημες. Συγκεκριμένα, οι όγκοι προκύπτουν από το άθροισμα των αριθμών της στήλης των κύβων τόσο για τα ορύγματα όσο και για τα επιχώματα, όπως φαίνεται στην τελευταία γραμμή των στηλών αυτών στο Σχήμα 3-9. Σε επόμενο βήμα τα αποτελέσματα αυτά τοποθετούνται σε αντίστοιχο κελί του αρχείου Excel της προηγούμενης διαδικασίας με ονομασία 20 (λ/4), δηλαδή για πύκνωση ανά 20 μέτρα και σύμφωνα με την κλασσική μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών (μέθοδος με χρήση εφαρμοστέου μήκους λ/2 και λ/4). όπως φαίνεται στον Πίνακα 3-5.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΧΩΜΑΤΙΣΜΩΝ

Στοιχεία άξονα			Ορύγματα				Επιχώματα					
Διατ.	Χιλιομ. θέσεις	Αποστ. μεταξύ m	Επιφάν. εις m ²	Μέσες επιφάν. m ²	Κύβοι m ³	Μ/Ε m ²	Προσ. Κύβοι m ³	Επιφάν. εις m ²	Μέσες Επιφάν. m ²	Κύβοι m ³	Μ/Ε	Προσ. Κύβοι
AA	0,00		7,45					1,46				
1	20,00	20	18,29	12,870	257,40	12,870	257,40	0,00	0,365	7,30	0,73	14,600
2	40,00	20	0,10	9,195	183,90	9,195	183,90	22,12	5,530	110,60	11,06	221,200
3	60,00	20	10,16	5,130	102,60	5,130	102,60	0,87	11,495	229,90	11,50	229,900
4	80,00	20	4,27	7,215	144,30	7,215	144,30	3,51	2,190	43,80	2,19	43,800
5	100,00	20	7,13	5,700	114,00	5,700	114,00	1,36	2,435	48,70	2,44	48,700
6	120,00	20	3,81	5,470	109,40	5,470	109,40	5,79	3,575	71,50	3,58	71,500
A2	134,22	14,22	3,85	3,830	54,46	3,830	54,46	6,05	5,920	84,18	5,92	84,182
7	154,22	20	6,63	5,240	104,80	5,240	104,80	1,67	3,860	77,20	3,86	77,200
Ω2	159,93	5,71	7,90	7,265	41,48	7,265	41,48	0,77	1,220	6,97	1,22	6,966
8	179,93	20	31,18	19,540	390,80	19,540	390,80	0,00	0,193	3,85	0,39	7,700
Δ2	182,95	3,02	34,44	32,810	99,09	32,810	99,09	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
9	185,96	3,01	36,08	35,260	106,13	35,260	106,13	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
Ω2	205,96	20	17,65	26,865	537,30	26,865	537,30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
10	211,67	5,71	16,13	16,890	96,44	16,890	96,44	0,10	0,025	0,14	0,05	0,285
A2	231,67	20	9,23	12,680	253,60	12,680	253,60	3,35	1,725	34,50	1,73	34,500
11	251,67	20	2,40	5,815	116,30	5,815	116,30	14,73	9,040	180,80	9,04	180,800
A3	259,03	7,36	1,64	2,020	14,87	2,020	14,87	17,48	16,105	118,53	16,11	118,533
12	279,03	20	0,32	0,980	19,60	0,980	19,60	34,65	26,065	521,30	26,07	521,300
Ω3	284,74	5,71	0,21	0,265	1,51	0,265	1,51	39,28	36,965	211,07	36,97	211,070
Δ3	299,21	14,47	0,02	0,115	1,66	0,115	1,66	43,91	41,595	601,88	41,60	601,880
Ω3	313,69	14,48	0,04	0,030	0,43	0,030	0,43	46,33	45,120	653,34	45,12	653,338
13	319,40	5,71	0,11	0,075	0,43	0,075	0,43	45,97	46,150	263,52	46,15	263,516
A3	339,40	20	0,88	0,495	9,90	0,495	9,90	36,38	41,175	823,50	41,18	823,500
14	359,40	20	0,77	0,825	16,50	0,825	16,50	27,77	32,075	641,50	32,08	641,500
A4	371,46	12,06	1,90	1,335	16,10	1,335	16,10	19,62	23,695	285,76	23,70	285,762
15	391,46	20	1,95	1,925	38,50	1,925	38,50	13,29	16,455	329,10	16,46	329,100
Ω4	397,18	5,72	1,43	1,690	9,67	1,690	9,67	15,00	14,145	80,91	14,15	80,909
Δ4	411,99	14,81	0,12	0,775	11,48	0,775	11,48	27,99	21,495	318,34	21,50	318,341
Ω4	426,81	14,82	14,19	7,155	106,04	7,155	106,04	0,00	6,998	103,70	14,00	207,406
16	432,53	5,72	25,48	19,835	113,46	19,835	113,46	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
A4	452,53	20	32,85	29,165	583,30	29,165	583,30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
A5	459,20	6,67	30,49	31,670	211,24	31,670	211,24	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
17	479,20	20	3,56	17,025	340,50	17,025	340,50	2,38	0,595	11,90	1,19	23,800
Ω5	484,91	5,71	0,00	0,890	5,08	1,780	10,16	20,30	11,340	64,75	11,34	64,751
18	504,91	20	2,73	0,683	13,65	1,365	27,30	9,53	14,915	298,30	14,92	298,300
Δ5	520,90	15,99	3,65	3,190	51,01	3,190	51,01	10,87	10,200	163,10	10,20	163,098
19	536,88	15,98	1,74	2,695	43,07	2,695	43,07	16,07	13,470	215,25	13,47	215,251
Ω5	556,88	20	1,36	1,550	31,00	1,550	31,00	17,94	17,005	340,10	17,01	340,100
20	562,60	5,72	2,57	1,965	11,24	1,965	11,24	19,39	18,665	106,76	18,67	106,764
A5	582,60	20	0,00	0,643	12,85	1,285	25,70	17,65	18,520	370,40	18,52	370,400
A6	590,30	7,7	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	20,56	19,105	147,11	19,11	147,108
21	610,30	20	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	18,63	19,595	391,90	19,60	391,900
Ω6	616,02	5,72	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	19,86	19,245	110,08	19,25	110,081
Δ6	633,58	17,56	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	19,88	19,870	348,52	19,87	348,517
Ω6	651,15	17,57	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	19,67	19,775	347,45	19,78	347,447
22	656,86	5,71	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	16,42	18,045	103,04	18,05	103,037
A6	676,86	20	3,24	0,810	16,20	1,620	32,40	1,09	8,755	175,10	8,76	175,100
A7	682,20	5,34	7,14	5,190	27,71	5,190	27,71	0,04	0,565	3,02	0,57	3,017
23	702,20	20	29,60	18,370	367,40	18,370	367,40	0,00	0,010	0,20	0,02	0,400
Ω7	707,91	5,71	35,29	32,445	185,26	32,445	185,26	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
Δ7	719,16	11,25	34,63	34,960	393,30	34,960	393,30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
Ω7	730,41	11,25	21,99	28,310	318,49	28,310	318,49	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
24	736,13	5,72	14,00	17,995	102,93	17,995	102,93	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
A7	756,13	20	2,96	8,480	169,60	8,480	169,60	2,10	0,525	10,50	1,05	21,000
A8	763,66	7,53	5,92	4,440	33,43	4,440	33,43	0,36	1,230	9,26	1,23	9,262
25	783,66	20	3,80	4,860	97,20	4,860	97,20	0,65	0,505	10,10	0,51	10,100
Ω8	789,38	5,72	0,00	0,950	5,43	1,900	10,87	12,76	6,705	38,35	6,71	38,353
Δ8	803,03	13,65	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	46,52	29,640	404,59	29,64	404,586
Ω8	816,68	13,65	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	33,09	39,805	543,34	39,81	543,338
26	822,39	5,71	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	26,43	29,760	169,93	29,76	169,930
A8	842,39	20	38,73	9,683	193,65	19,365	387,30	0,00	6,608	132,15	13,22	264,300
A9	855,50	13,11	35,89	37,310	489,13	37,310	489,13	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
27	875,50	20	10,35	23,120	462,40	23,120	462,40	0,28	0,070	1,40	0,14	2,800
Ω9	881,21	5,71	4,61	7,480	42,71	7,480	42,71	1,96	1,120	6,40	1,12	6,395
28	901,21	20	0,10	2,355	47,10	2,355	47,10	13,55	7,755	155,10	7,76	155,100
29	921,21	20	0,00	0,025	0,50	0,050	1,00	21,66	17,605	352,10	17,61	352,100
Δ9	926,03	4,82	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	19,98	20,820	100,35	20,82	100,352
30	930,86	4,83	0,04	0,010	0,05	0,020	0,10	17,66	18,820	90,90	18,82	90,901
31	950,86	20	1,05	0,545	10,90	0,545	10,90	9,32	13,490	269,80	13,49	269,800
Ω9	970,86	20	6,31	3,680	73,60	3,680	73,60	1,54	5,430	108,60	5,43	108,600
32	976,57	5,71	8,58	7,445	42,51	7,445	42,51	0,34	0,940	5,37	0,94	5,367
A9	996,57	20	17,67	13,125	262,50	13,125	262,50	0,00	0,085	1,70	0,17	3,400
33	1.016,57	20	22,90	20,285	405,70	20,285	405,70	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
34	1.036,57	20	19,73	21,315	426,30	21,315	426,30	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
A10	1.047,07	10,5	18,99	19,360	203,28	19,360	203,28	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
35	1.067,07	20	7,62	13,305	266,10	13,305	266,10	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
Ω10	1.072,78	5,71	4,82	6,220	35,52	6,220	35,52	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000
Δ10	1.084,49	11,71	0,47	2,645	30,97	2,645	30,97	1,90	0,475	5,56	0,95	11,125
Ω10	1.096,19	11,7	0,00	0,118	1,37	0,235	2,75	10,82	6,360	74,41	6,36	74,412
36	1.101,90	5,71	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	16,21	13,515	77,17	13,52	77,171
A10	1.121,90	20	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	27,58	21,895	437,90	21,90	437,900
37	1.141,90	20	1,87	0,468	9,35	0,935	18,70	4,16	15,870	317,40	15,87	317,400
38	1.161,90	20	2,24	2,055	41,10	2,055	41,10	3,55	3,855	77,10	3,86	77,100
39	1.181,90	20	1,19	1,715	34,30	1,715	34,30	4,21	3,880	77,60	3,88	77,600
40	1.201,90	20	1,64	1,415	28,30	1,415	28,30	3,78	3,995	79,90	4,00	79,900
41	1.221,90	20	3,50	2,570	51,40	2,570	51,40	1,29	2,535	50,70	2,54	50,700
42	1.241,90	20	3,79	3,645	72,90	3,645	72,90	1,28	1,285	25,70	1,29	25,700
43	1.261,90	20	4,05	3,920	78,40	3,920	78,40	0,44	0,860	17,20	0,86	17,200
AT	1.270,59	8,69	5,24	4,645	40,37	4,645	40,37	0,13	0,285	2,48	0,29	2,477
				9.442,46			9.700,60			12.702,32		13.091,33

Σχήμα 3- 9: Πίνακας χωματισμών για μέσες επιφάνειες

Πίνακας 3- 5: Συνολικά αποτελέσματα όγκων χωματισμών για το έργο Agria01

Έργο	Πύκνωση (m)	Επιχώματα(m ³)	Ορύγματα(m ³)
Agria01	20	13.090,48	9.699,81
	10	12.951,79	10.030,18
	5	13.016,98	9.988,04
	2	13.007,88	9.983,30
	1	13.011,26	9.981,78
	20(λ/4)	12.702,32	9.442,46

➤ **Συγκέντρωση, επεξεργασία και σύγκριση αποτελεσμάτων για τις δύο μεθόδους των εφαρμοστέων μηκών**

Σε αυτό το στάδιο δημιουργείται ένα τελικό αρχείο Excel, το οποίο περιέχει όλα τα αποτελέσματα από τα 45 έργα και για τις δυο μεθόδους. Έτσι γίνεται η πρώτη επεξεργασία των αποτελεσμάτων, προκειμένου να διαπιστωθεί ποια από τις δύο μεθόδους των εφαρμοστέων μηκών είναι πιο ακριβής στον υπολογισμό των όγκων των χωματισμών. Είναι σημαντικό να διευκρινιστεί ότι κατά την επεξεργασία των αποτελεσμάτων στο αρχείο του Excel η απλοποιημένη μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών συμβολίζεται για λόγους συντομογραφίας ως λ/2, γιατί κάνει χρήση πάντα του εφαρμοστέου μήκους λ/2, και η κλασσική μέθοδος ως λ/4, γιατί κάνει χρήση των εφαρμοστέων μήκων λ/2 & λ/4 κατά περίπτωση.

Αρχικά γίνεται δεκτή η θεώρηση ότι η πύκνωση ανά 1 μέτρο δίνει την ακριβέστερη τιμή των όγκων των χωματισμών. Στη συνέχεια συγκρίνονται οι όγκοι χωματισμών, οι οποίοι προκύπτουν σύμφωνα με την απλοποιημένη μέθοδο από το Anadelta Tessera για πύκνωση ανά 20 μέτρα, με αυτούς που προκύπτουν από την ίδια διαδικασία για πύκνωση ανά 1 μέτρο. Η σύγκριση θα γίνει αφαιρώντας τους όγκους αυτούς μεταξύ τους (Σχήμα 3-10). Για την κλασσική μέθοδο θα γίνει πάλι η αφαίρεση από τους όγκους που προκύπτουν με την μέθοδο αυτή των όγκων που θεωρήθηκαν ως ακριβή τιμή των χωματισμών (Σχήμα 3-11). Οι αφαιρέσεις αυτές ονομάζονται αποκλίσεις, και υπολογίζονται σε ξεχωριστή στήλη στο συγκεντρωτικό αρχείο του Excel, όπως φαίνεται στον Σχήμα 3-12.

AVERAGE						
	A	B	C	D	E	G
1	Έργο	Πύκνωση(m)	Επιχώματα(m ³)	Ορύγματα(m ³)		Αποκλίσεις Επιχωμάτων
2	Agria01	20	13.090,48	9.699,81		=D2-D\$6
3		10	12.951,79	10.030,18		-59,47
4		5	13.016,98	9.988,04		5,72
5		2	13.007,88	9.983,30		-3,38
6		1	13.011,26	9.981,78		0,00
7		20(λ/4)	12.702,32	9.442,46		-308,94

Σχήμα 3- 10: Εύρεση αποκλίσεων για την απλοποιημένη μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών

AVERAGE \downarrow \times \checkmark f_x =D7-D\$6

	A	B	C	D	E	G
1	Έργο		Πύκνωση(m)	Επιχώματα(m ³)	Ορύγματα(m ³)	Αποκλίσεις Επιχωμάτων
2	Agria01		20	13.090,48	9.699,81	79,22
3			10	12.951,79	10.030,18	-59,47
4			5	13.016,98	9.988,04	5,72
5			2	13.007,88	9.983,30	-3,38
6			1	13.011,26	9.981,78	0,00
7			20(λ/4)	12.702,32	9.442,46	=D7-D\$6

Σχήμα 3- 11: Εύρεση αποκλίσεων για την κλασική μέθοδο των εφαρμοστέων

Πίνακας 3- 6: Όγκοι χωματισμών για Agria01 και οι αποκλίσεις τους

Έργο	Πύκνωση (m)	Επιχώματα (m ³)	Ορύγματα (m ³)	Αποκλίσεις Επιχωμάτων	Αποκλίσεις Ορυγμάτων
Agria01	20	13.090,48	9.699,81	79,22	-281,97
	10	12.951,79	10.030,18	-59,47	48,40
	5	13.016,98	9.988,04	5,72	6,26
	2	13.007,88	9.983,30	-3,38	1,52
	1	13.011,26	9.981,78	0,00	0,00
	20(λ/4)	12.702,32	9.442,46	-308,94	-539,32

Οι αποκλίσεις των επιχωμάτων (κίτρινα κελιά στον Πίνακα 3-6) και οι αποκλίσεις των ορυγμάτων (πορτοκαλί κελιά στον Πίνακα 3-6), θα χρησιμοποιηθούν για να προκύψουν τα διαγράμματα των αποκλίσεων. Από αυτά μπορεί κανείς να ελέγξει πόσο απέχουν από την πραγματικότητα τα αποτελέσματα κάθε μεθόδου. Οι αρνητικές τιμές δείχνουν ότι έχουν υπολογιστεί λιγότερες ποσότητες χωματισμών από την θεωρούμενη ως ακριβή τιμή, ενώ οι θετικές τιμές ότι έχουν υπολογιστεί επιπλέον ποσότητες.

Όμως για να καταλήξει κάποιος ποια τιμή είναι η ακριβέστερη, πρέπει να συγκρίνει τις απόλυτες τιμές αυτών των διαφορών. Η πιο μικρή κατά απόλυτη τιμή θεωρείται ότι δίνει πιο ακριβή αποτελέσματα κατά τον υπολογισμό των όγκων των χωματισμών. Η διαδικασία αυτή παρουσιάζεται στο Σχήμα 3-12 όπως υπολογίζεται στο Excel. Οι στήλες K και L, αφορούν την απλοποιημένη (η οποία συμβολίζεται με λ/2) και την κλασική μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών (η οποία συμβολίζεται με λ/4) αντίστοιχα, και δείχνουν ποια μέθοδος δίνει ακριβέστερα αποτελέσματα με τον συμβολισμό 1, ενώ αν η μέθοδος είναι λιγότερο ακριβής χρησιμοποιείται ο αριθμός 0. Τέλος, προσθέτοντας τις μονάδες των στηλών K και L προκύπτει εύκολα το πλήθος των έργων για τα οποία κάθε μέθοδος είναι ακριβέστερη. Στα κεφάλαια 4-2 έως 4-7, χρησιμοποιούνται διαγράμματα και πίνακες που δείχνουν και συγκρίνουν το πλήθος των έργων που κάθε μέθοδος είναι ακριβέστερη.

		K7		fx		=IF(ABS(G7)>ABS(G2);1;0)			
	A	B	C	D	E	G	H	K	L
1	Έργο	Πύκνωση(m)	Επιχώματα(m ³)	Ορύγματα(m ³)	Αποκλίσεις Επιχωμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4	
2	Agria01	20	13.090,48	9.699,81	79,22	0,61%			
3		10	12.951,79	10.030,18	-59,47	-0,46%			
4		5	13.016,98	9.988,04	5,72	0,04%			
5		2	13.007,88	9.983,30	-3,38	-0,03%			
6		1	13.011,26	9.981,78	0,00	0,00%			
7		20(λ/4)	12.702,32	9.442,46	-308,94	-2,37%	1	0	

Σχήμα 3- 12: Εύρεση ακριβέστερης τιμής για τις δύο μεθόδους

Η διαδικασία που αναλύθηκε παραπάνω γίνεται και για τα 45 έργα, που δίνονται ως δεδομένα (οριζόντια και κατακόρυφη χάραξη) στην παρούσα διπλωματική εργασία. Επίσης, για κάθε έργο υπολογίζονται οι χωματισμοί χρησιμοποιώντας τις τυπικές διατομές γ2, β2σ και ζ2. Συγκεκριμένα τα συγκεντρωτικά αρχεία Excel δημιουργούνται με βάση το είδος της τυπικής διατομής που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των όγκων. Επομένως, πριν την έναρξη της διαδικασίας αυτής, στο Anadelta Tessera ορίζεται ποιο είδος διατομής θα χρησιμοποιηθεί (Ορισμός τυπικής διατομής Παράρτημα II). Τα αποτελέσματα (συγκεντρωτικά αρχεία Excel) για τις τρεις διατομές γ2, β2σ, ζ2 παρουσιάζονται στο Παράρτημα III. Στα κεφάλαια 4-2 έως 4-7 χρησιμοποιούνται διαγράμματα και πίνακες που δείχνουν και συγκρίνουν το πλήθος των έργων που κάθε μέθοδος είναι ακριβέστερη, καθώς και τις αποκλίσεις των χωματισμών από την θεωρούμενη ως ακριβή τιμή για τα 45 έργα.

➤ **Σύγκριση όγκων χωματισμών 1^{ου} και 2^{ου} μισού κάθε δρόμου με όλο τον δρόμο για τυπική διατομή γ2**

Ο διαχωρισμός του κάθε δρόμου σε δυο μισά έγινε προκειμένου να ελεγχθεί πως συμπεριφέρεται κάθε κομμάτι του δρόμου κατά την χρήση των δύο μεθόδων των εφαρμοστέων μηκών. Συγκεκριμένα, όταν μια μέθοδος δίνει για ένα έργο ακριβέστερα αποτελέσματα κατά τον υπολογισμό των όγκων των χωματισμών, δημιουργείται η απορία, αν ισχύει αυτό στην καθολικότητα του έργου. Έτσι, χρησιμοποιήθηκαν τα 45 έργα οδοποιίας με τυπική διατομή γ2 και χωρίστηκαν σε δύο μισά. Για το κάθε μισό του δρόμου υπολογίστηκαν οι όγκοι των ορυγμάτων και των επιχωμάτων για την απλοποιημένη μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών για πύκνωση ανά 20 και ανά 1 μέτρα και για την κλασσική μέθοδο. Οι όγκοι των χωματισμών, που προέκυψαν για την ανά 1 μέτρο πύκνωση των διατομών θεωρηθήκαν ότι είναι ακριβής. Επομένως, συγκρίθηκαν με τους όγκους που προκύπτουν από την πύκνωση ανά 20 μέτρα τόσο με την απλοποιημένη μέθοδο όσο και με την κλασσική μέθοδο, βρίσκοντας τις αποκλίσεις. Από τις αποκλίσεις διαπιστώνεται για το κάθε μισό του δρόμου ποια μέθοδος υπολογίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια τους χωματισμούς.

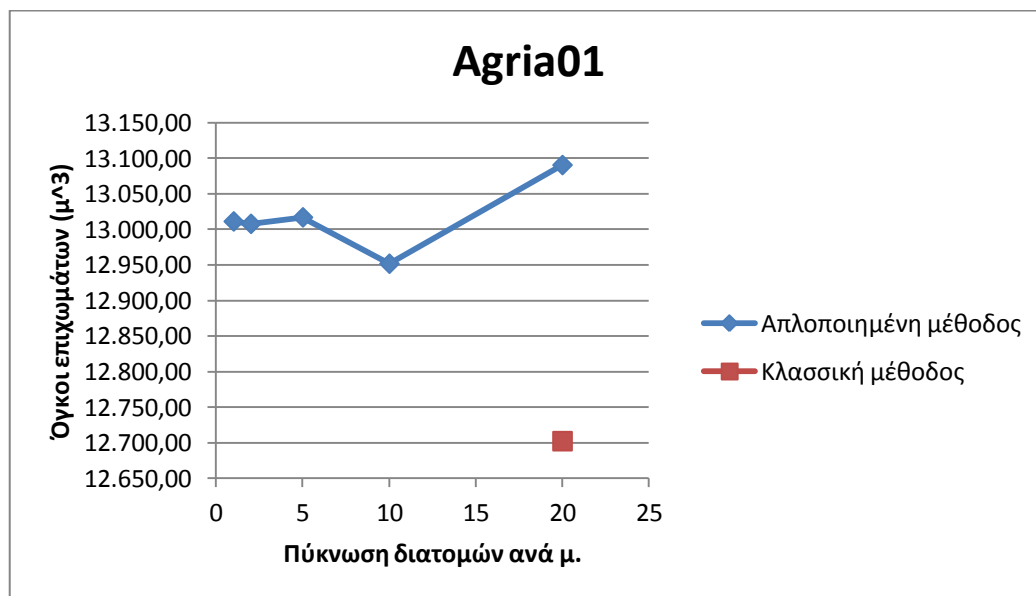
Κεφάλαιο 4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ

4.1 Υπολογισμοί όγκων χωματισμών για διάφορες πυκνώσεις

Για κάθε ένα από τα 45 έργα οδοποιίας, τα οποία έχουν ίδια οριζοντιογραφία και διαφορετική μηκοτομή, διερευνήθηκαν οι όγκοι των χωματισμών σε διαφορετικές πυκνώσεις. Σκοπός της διαδικασίας αυτής είναι να βρεθεί σε ποια περίπτωση υπολογίζονται με μεγαλύτερη ακρίβεια οι όγκοι. Έτσι, έγινε πύκνωση διατομών ανά 20, 10, 5, 2, 1 μέτρα.

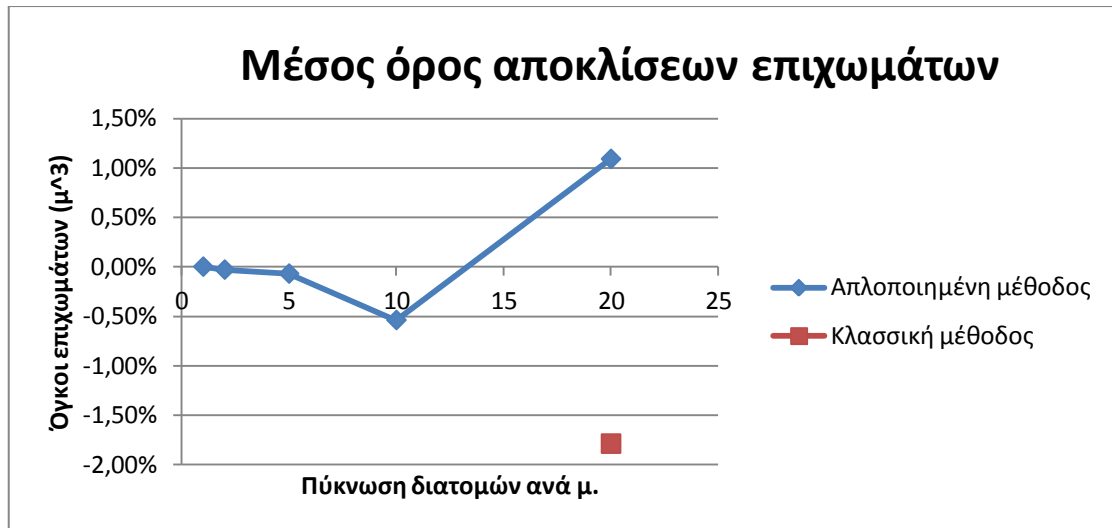
Στο σχήμα 4-1, παρουσιάζονται οι όγκοι των επιχωμάτων για το έργο Agria01 για πύκνωση διατομών ανά 20, 10, 5, 2, 1 μέτρα. Παρατηρείται ότι όσο αυξάνεται η πύκνωση των διατομών οι όγκοι συγκλίνουν στην τιμή της ανά 1 μέτρο πύκνωση. Έτσι, η τιμή των όγκων των χωματισμών που προκύπτουν από την πύκνωση αυτή θεωρείται η ακριβέστερη για κάθε έργο. Αυτό είναι και λογικό, αφού όσο πυκνότερα σχεδιάζονται οι διατομές προκύπτουν περισσότερες πληροφορίες για τις αλλαγές στο ανάγλυφο του εδάφους.

Επομένως, τα αποτελέσματα των όγκων των χωματισμών που προκύπτουν από την πύκνωση ανά 1 μέτρο, θα θεωρηθούν ως η ακριβής τιμή υπολογισμού για κάθε έργο, και θα χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια για την σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο μεθόδων. Η σύγκριση θα γίνει μέσω των αποκλίσεων, δηλαδή αφαιρώντας την ακριβή τιμή από τους όγκους των χωματισμών οι οποίοι προκύπτουν από την απλοποιημένη ή την κλασσική μέθοδο.

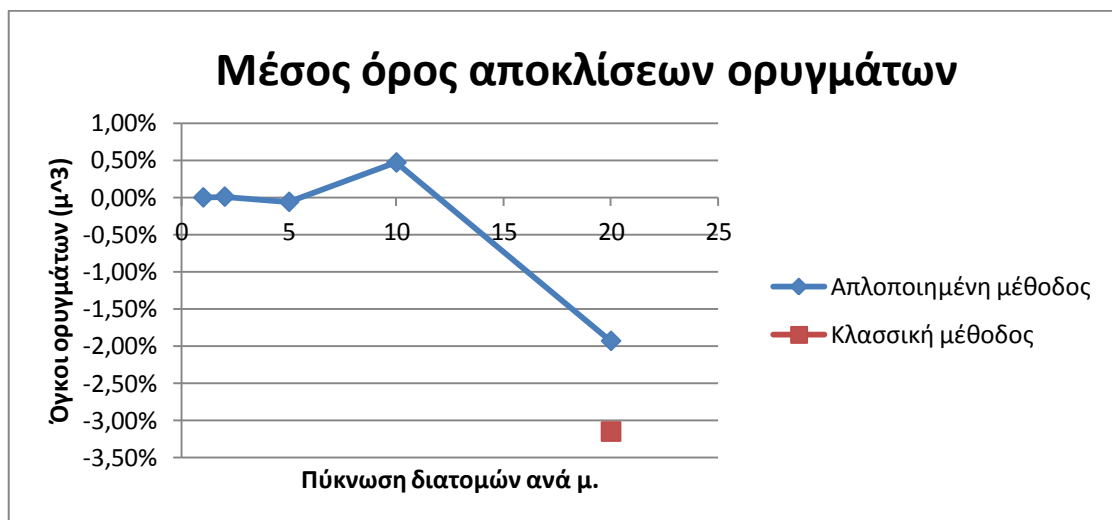


Σχήμα 4- 1: Πύκνωση διατομών για το έργο Agria01

Στα σχήματα 4-2 και 4-3 φαίνεται ο μέσος όρος των ποσοστιαίων αποκλίσεων των όγκων των χωματισμών για τα 45 έργα οδοποιίας για πύκνωση διατομών 20, 10, 5, 2, 1 μέτρα. Αυτό γίνεται προκειμένου να απλοποιηθεί η παρουσίαση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τα 45 έργα για διαφορετικές πυκνώσεις και να συγκριθούν καλύτερα τα αποτελέσματα. Έτσι, προκύπτει εύκολα το συμπέρασμα ότι όσο αυξάνεται η πύκνωση των διατομών τόσο οι όγκοι των επιχωμάτων όσο και των ορυγμάτων συγκλίνουν προς την ακριβέστερη τιμή τους (Πύκνωση ανά 1 μέτρο).



Σχήμα 4- 2: Μέσος όρος αποκλίσεις επιχωμάτων σε διάφορες πυκνώσεις



Σχήμα 4- 3: Μέσος όρος αποκλίσεις ορυγμάτων σε διάφορες πυκνώσεις

4.2 Τύπος διατομής γ_2

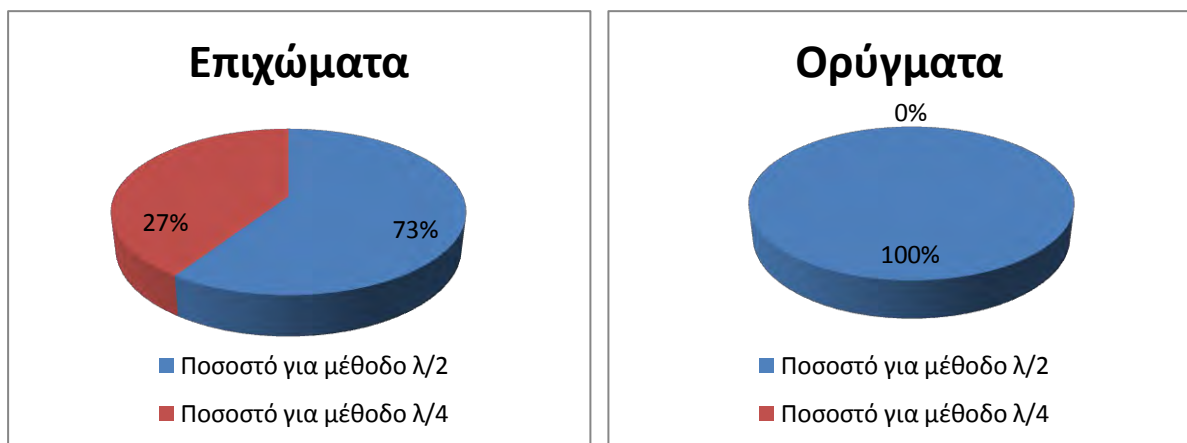
4.2.1 Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τον υπολογισμό των όγκων χωματισμών τόσο σύμφωνα με την απλοποιημένη μέθοδο όσο και σύμφωνα με την κλασσική μέθοδο για την διατομή γ_2 , αναλύονται σε ποσοστά στον Πίνακα 4-1. Ως απλοποιημένη μέθοδος αναφέρεται εκείνη κατά την οποία το εφαρμοστέο μήκος προκύπτει πάντα ως το ημίθροισμα των αποστάσεων μεταξύ της τρέχουσας διατομής από την προηγούμενη και την επόμενη. Επομένως, εξάγεται ότι για την συγκεκριμένη διατομή η μέθοδος αυτή των εφαρμοστέων μηκών είναι ακριβέστερη τόσο για τα επιχώματα (με ποσοστό 73%) όσο και για τα ορύγματα (με ποσοστό 100%) έναντι της κλασσικής. Δηλαδή, η απλοποιημένη μέθοδος υπολογίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια τους όγκους των επιχωμάτων στα 33 από τα 45 έργα, ενώ στα ορύγματα σε όλα (45 στα 45 έργα).

Πίνακας 4- 1: Πλήθος και ποσοστά έργων για τύπο διατομής γ_2

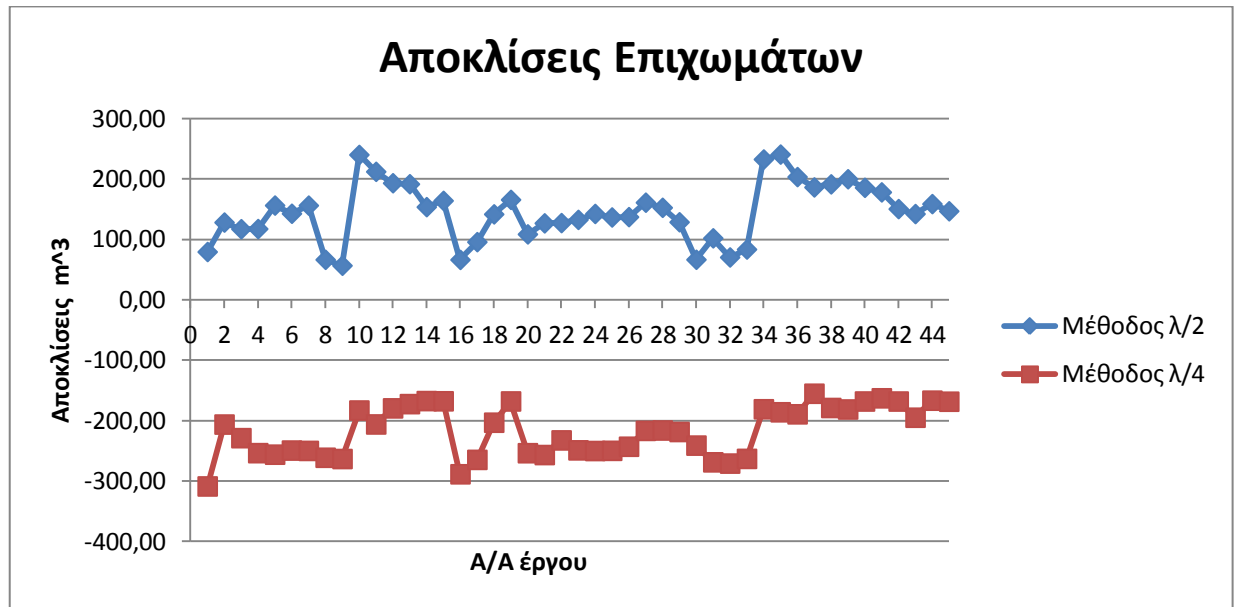
Μέθοδος Εφαρμοστέων μηκών	Επιχώματα		Ορύγματα	
	Αριθμός έργων	Ποσοστό έργων	Αριθμός έργων	Ποσοστό έργων
Απλοποιημένη (μόνο $\lambda/2$)	33	73%	45	100%
Κλασσική (χρήση $\lambda/2$ & $\lambda/4$)	12	27%	0	0%
Σύνολο	45	100%	45	100%

Στο σχήμα 4-4, φαίνονται σχηματικά τα ποσοστά των έργων με τυπική διατομή γ_2 , για τα οποία κάθε μέθοδος υπολογίζει ακριβέστερα τους όγκους των χωματισμών. Το σχήμα στα αριστερά αφορά τα επιχώματα και στα δεξιά τα ορύγματα.

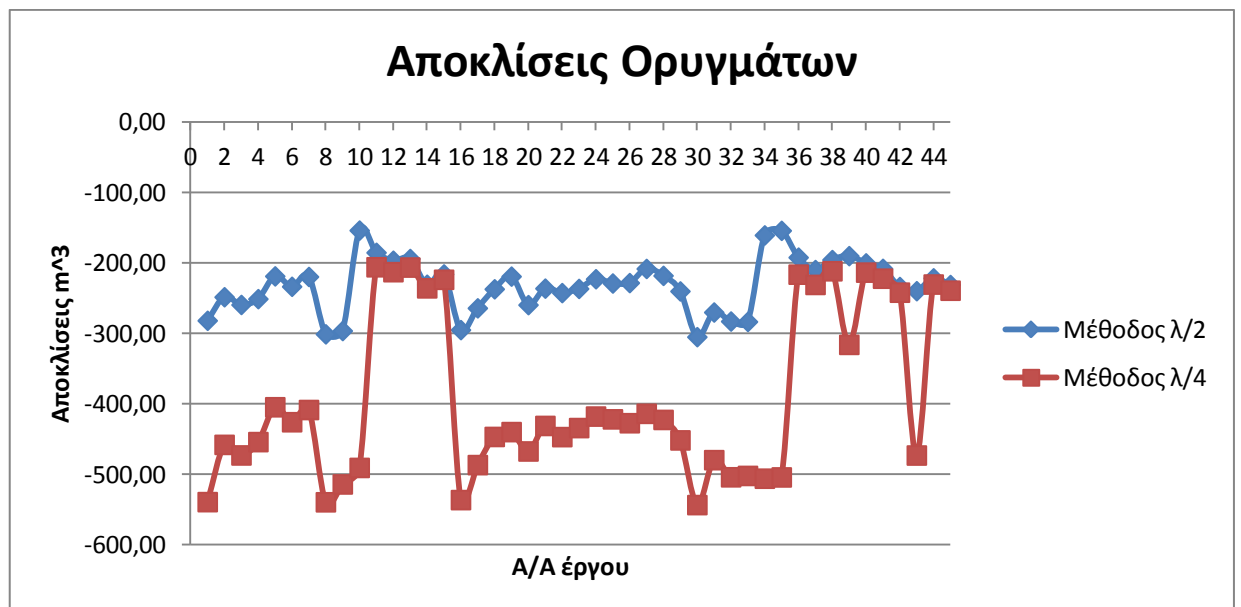


Σχήμα 4- 4: Ποσοστά έργων για τύπο διατομής γ_2

Στα Σχήματα 4-5 & 4-6, φαίνονται οι αποκλίσεις των όγκων χωματισμών των επιχωμάτων και των ορυγμάτων αντίστοιχα από την ακριβέστερη τιμή. Τα διαγράμματα γίνονται με βάση τις τιμές των αποκλίσεων που προκύπτουν για τα 45 έργα υπολογισμένα σύμφωνα και με τις δύο μεθόδους. Η μπλε γραμμή αντιστοιχεί στην απλοποιημένη μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών και η κόκκινη στην κλασσική.



Σχήμα 4- 5: Διάγραμμα αποκλίσεων όγκων των επιχωμάτων για τύπο διατομής γ2



Σχήμα 4- 6: Διάγραμμα αποκλίσεων όγκων ορυγμάτων για τύπο διατομής γ2

4.2.2 Σχολιασμός αποτελεσμάτων για τυπική διατομή γ2

Η απλοποιημένη μέθοδος δίνει θετικές τιμές αποκλίσεων για τα επιχώματα, δηλαδή υπολογίζει περισσότερους όγκους από την θεωρούμενη ως ακριβή τιμή, ενώ για τα ορύγματα δίνει αρνητικές τιμές, δηλαδή υπολογίζει λιγότερους όγκους. Η κλασσική μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών δίνει αρνητικές τιμές αποκλίσεων τόσο για επιχώματα όσο και για ορύγματα.

Στο διάγραμμα των αποκλίσεων των επιχωμάτων (Σχήμα 4-5) μπορεί κανείς να παρατηρήσει ότι η γραμμή που αντιστοιχεί στην απλοποιημένη μέθοδο είναι σχεδόν παράλληλη με αυτήν που αντιστοιχεί στην κλασσική μέθοδο. Συγκεκριμένα κατά μέσο όρο η απόλυτη διαφορά μεταξύ των όγκων των επιχωμάτων που υπολογίζουν οι δύο μέθοδοι είναι 360m^3 σε συνολικό όγκο που κυμαίνεται μεταξύ 12000 και 15000m^3 . Αυτό προκύπτει πολύ εύκολα και από το διάγραμμα του σχήματος 4.2.

Επίσης και στο διάγραμμα των αποκλίσεων των ορυγμάτων (Σχήμα 4-6) σε μεγάλο μέρος του εμφανίζεται το ίδιο φαινόμενο της παραλληλότητας, με τις δυο γραμμές να απέχουν μεταξύ τους κατά μέσο όρο 217m^3 σε συνολικό όγκο που κυμαίνεται μεταξύ 9000 και 14000m^3 .

Αξιοσημείωτο στο διάγραμμα αποκλίσεων των ορυγμάτων είναι ότι σε κάποια έργα, και συγκεκριμένα στα έργα Agria11-Agria15, Agria36-Agria38, Agria40-Agria42 και Agria44-Agria45, τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων συγκλίνουν. Αυτό σημαίνει ότι και οι δύο μέθοδοι λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο σε αυτές τις περιπτώσεις κατά τον υπολογισμό των ορυγμάτων. Επιπλέον στο διάγραμμα του σχήματος 4-6 και οι δύο μέθοδοι υπολογίζουν λιγότερους χωματισμούς από την θεωρούμενη ως ακριβή τιμή.

Επομένως, για την διατομή γ2 δεν μπορεί να προκύψει κανένα ασφαλές συμπέρασμα για το ποια μέθοδος υπολογίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια τους χωματισμούς παρότι σε μεγάλο ποσοστό υπερισχύει η απλοποιημένη, δίνοντας μικρότερες αποκλίσεις. Επιπλέον, όπως παρατηρήθηκε σε ορισμένες περιπτώσεις τα αποτελέσματα και των δύο είναι πολύ κοντά, γεγονός που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τότε οι δύο μέθοδοι είναι ισοδύναμες.

4.3 Τύπος διατομής γ_2 : 1^ο μισό του δρόμου

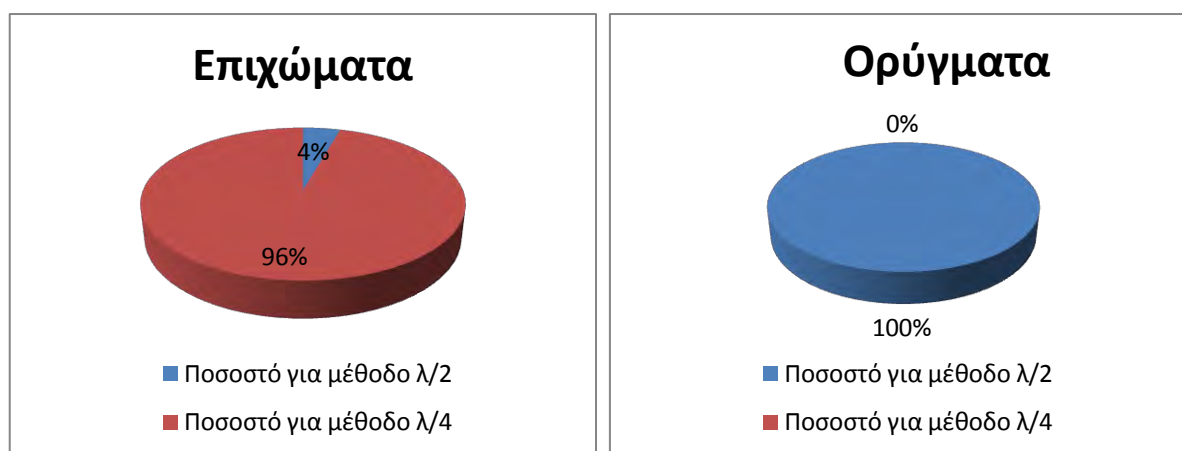
4.3.1 Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τον υπολογισμό των όγκων χωματισμών σύμφωνα με την απλοποιημένη μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών και σύμφωνα με την κλασσική για την διατομή γ_2 και το 1^ο μισό κάθε δρόμου, αναλύονται σε ποσοστά στον Πίνακα 4-2. Από αυτά εξάγεται ότι για την συγκεκριμένη περίπτωση η κλασσική μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών υπολογίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια τους όγκους των χωματισμών για τα επιχώματα (με ποσοστό 96%), έναντι της απλοποιημένης (με ποσοστό 4%). Αντίθετα, για τα ορύγματα σε όλα τα έργα η απλοποιημένη μέθοδος είναι ακριβέστερη (με ποσοστό 100%).

Πίνακας 4- 2: Πλήθος και ποσοστά έργων για τύπο διατομής γ_2 και το 1^ο μισό κάθε δρόμου.

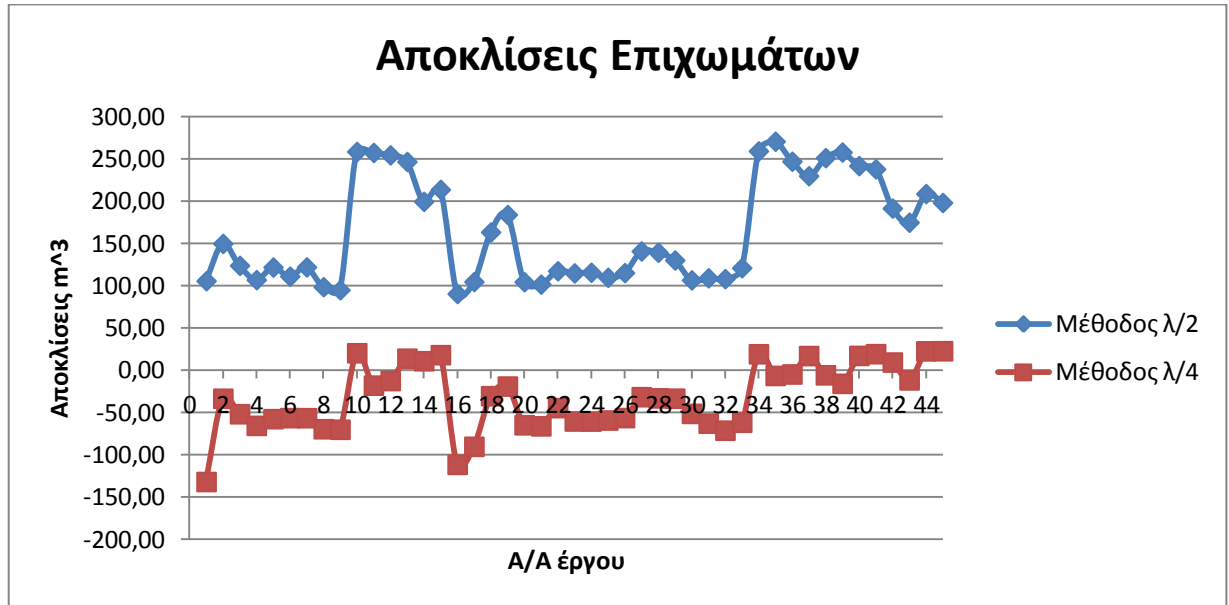
Μέθοδος Εφαρμοστέων μηκών	Επιχώματα		Ορύγματα	
	Αριθμός έργων	Ποσοστό έργων	Αριθμός έργων	Ποσοστό έργων
Απλοποιημένη (μόνο $\lambda/2$)	2	4%	45	100%
Κλασσική (χρήση $\lambda/2$ & $\lambda/4$)	43	96%	0	0%
Σύνολο	45	100%	45	100%

Στο σχήμα 4-7, φαίνονται σχηματικά τα ποσοστά των έργων με τυπική διατομή γ_2 για το 1^ο μισό κάθε δρόμου, για τα οποία κάθε μέθοδος υπολογίζει ακριβέστερα τους όγκους των χωματισμών. Το σχήμα στα αριστερά αφορά τα επιχώματα και στα δεξιά τα ορύγματα.

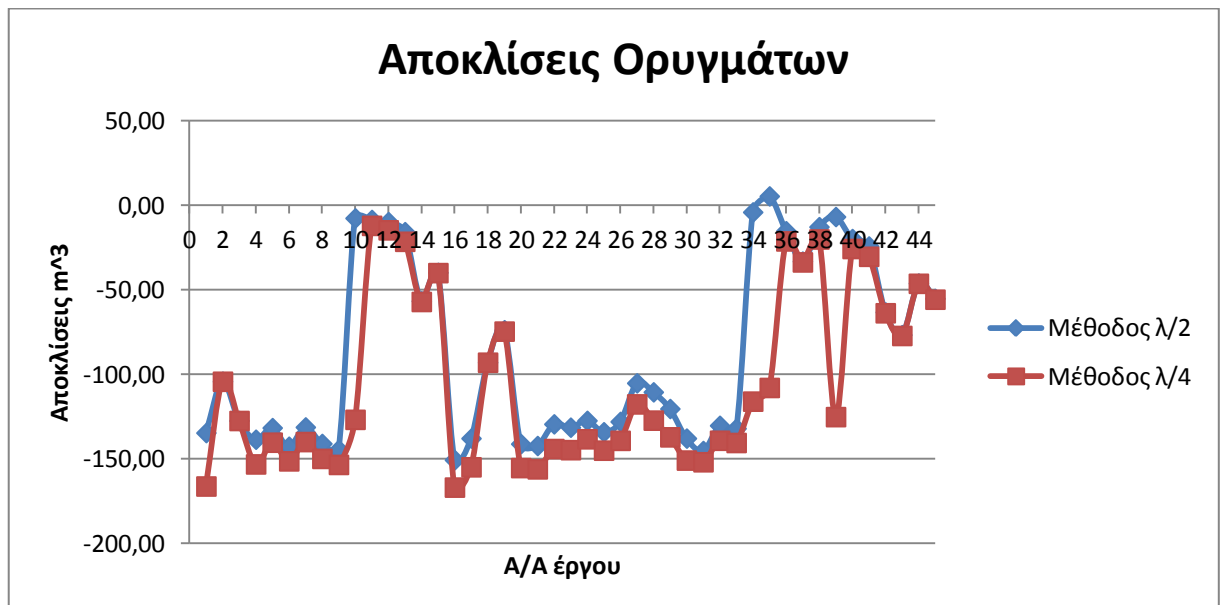


Σχήμα 4- 7: Ποσοστά έργων για τύπο διατομής γ_2 και το 1^ο μισό

Στα Σχήματα 4-8 & 4-9, φαίνονται οι αποκλίσεις των όγκων χωματισμών των επιχωμάτων και των ορυγμάτων αντίστοιχα από την ακριβέστερη τιμή. Τα διαγράμματα γίνονται με βάση τις τιμές των αποκλίσεων που προκύπτουν για τα 45 έργα υπολογισμένα σύμφωνα και με τις δύο μεθόδους. Η μπλε γραμμή αντιστοιχεί στην απλοποιημένη μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών και η κόκκινη στην κλασσική.



Σχήμα 4- 8: Διάγραμμα αποκλίσεων όγκων επιχωμάτων για το 1^ο μισό κάθε δρόμου για τα 45 έργα και τύπο διατομής γ2.



Σχήμα 4- 9: Διάγραμμα αποκλίσεων όγκων ορυγμάτων από την ακριβέστερη τιμή για το 1^ο μισό κάθε δρόμου για τα 45 έργα και τύπο διατομής γ2

4.3.2 Σχολιασμός για το 1^ο μισό των δρόμων και για τυπική διατομή γ2

Η απλοποιημένη μέθοδος δίνει θετικές τιμές αποκλίσεων για τα επιχώματα, δηλαδή υπολογίζει περισσότερους όγκους από την θεωρούμενη ως ακριβή τιμή, ενώ για τα ορύγματα δίνει αρνητικές τιμές, δηλαδή υπολογίζει λιγότερους όγκους. Η κλασσική μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών δίνει αρνητικές τιμές των αποκλίσεων τόσο για επιχώματα όσο και για ορύγματα.

Στο διάγραμμα των αποκλίσεων των επιχωμάτων μπορεί κανείς να παρατηρήσει ότι η γραμμή που αντιστοιχεί στην απλοποιημένη μέθοδο είναι σχεδόν παράλληλη με αυτήν που αντιστοιχεί στην κλασσική μέθοδο. Συγκεκριμένα κατά μέσο όρο η απόλυτη διαφορά μεταξύ των όγκων των επιχωμάτων που υπολογίζουν οι δύο μέθοδοι είναι 197m^3 σε συνολικό όγκο που κυμαίνεται μεταξύ 6000 και 11000m^3 . Μια σημαντική παρατήρηση στο συγκεκριμένο διάγραμμα είναι ότι τα αποτελέσματα της κλασσικής μεθόδου σε ορισμένες περιπτώσεις είναι απόλυτα ακριβή.

Αξιοσημείωτο στο διάγραμμα αποκλίσεων των ορυγμάτων είναι ότι τα αποτελέσματα και των δύο μεθόδων ταυτίζονται. Αυτό σημαίνει ότι η απλοποιημένη και η κλασσική μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο σε αυτές τις περιπτώσεις κατά τον υπολογισμό των ορυγμάτων, δηλαδή είναι ισοδύναμες. Επίσης, στο συγκεκριμένο διάγραμμα σε πολλά έργα οι όγκοι των χωματισμών που υπολογίζονται είναι σχεδόν ακριβείς.

Επομένως, για τα 1^ο μισό των δρόμο και για τυπική διατομή γ2 δεν μπορεί να προκύψει κανένα συμπέρασμα για το ποια μέθοδος υπολογίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια τους χωματισμούς. Επίσης, κατά τον υπολογισμό των ορυγμάτων οι δύο μέθοδοι φαίνεται να συγκλίνουν σε αυτές τις περιπτώσεις.

Τέλος, τα αποτελέσματα που προέκυψαν κατά τον υπολογισμό των επιχωμάτων του 1^{ου} μισού και ολοκλήρου του δρόμου για τα 45 έργα δεν ήταν ίδια. Δηλαδή η απλοποιημένη μέθοδος για όλο τον δρόμο ήταν ακριβέστερη για τα περισσότερα έργα, ενώ για το 1^ο μισό η κλασσική.

4.4 Τύπος διατομής γ_2 : 2^ο μισό του δρόμου

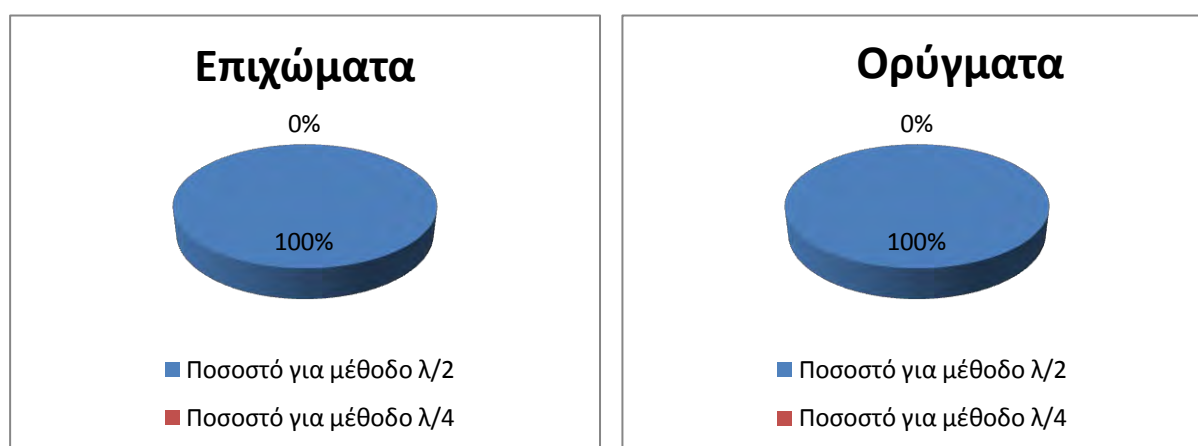
4.4.1 Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τον υπολογισμό των όγκων χωματισμών σύμφωνα με την απλοποιημένη μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών και σύμφωνα με την κλασσική μέθοδο για την διατομή γ_2 και το 2^ο μισό κάθε δρόμου, αναλύονται σε ποσοστά στον Πίνακα 4-3. Από αυτά εξάγεται ότι και για τα 45 έργα η απλοποιημένη μέθοδος υπολογίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια τους όγκους των χωματισμών σε σύγκριση με την κλασσική μέθοδο τόσο στα ορύγματα όσο και στα επιχώματα.

Πίνακας 4- 3: Πλήθος και ποσοστά έργων για τύπο διατομής γ_2 και το 2^ο μισό κάθε δρόμου

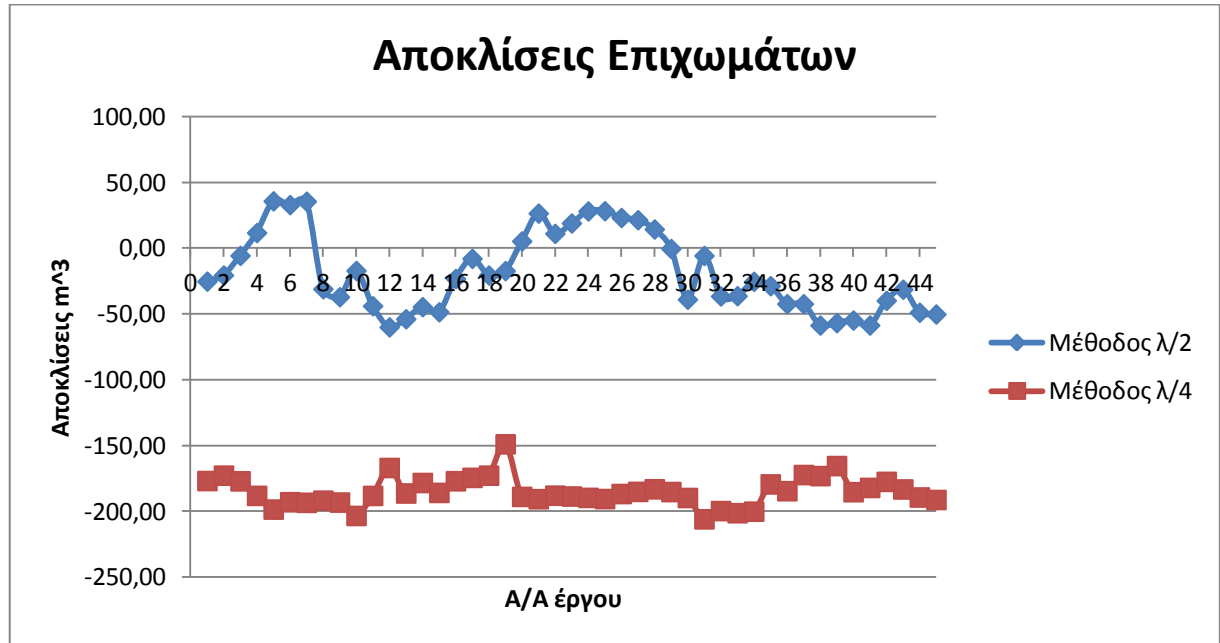
Μέθοδος Εφαρμοστέων μηκών	Επιχώματα		Ορύγματα	
	Αριθμός έργων	Ποσοστό έργων	Αριθμός έργων	Ποσοστό έργων
Απλοποιημένη (μόνο $\lambda/2$)	45	100%	45	100%
Κλασσική (χρήση $\lambda/2$ & $\lambda/4$)	0	0%	0	0%
Σύνολο	45	100%	45	100%

Στο σχήμα 4-10, φαίνονται σχηματικά τα ποσοστά των έργων με τυπική διατομή γ_2 για το 2^ο μισό κάθε δρόμου, για τα οποία κάθε μέθοδος υπολογίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια τους όγκους των χωματισμών. Το σχήμα στα αριστερά αφορά τα επιχώματα και στα δεξιά τα ορύγματα.

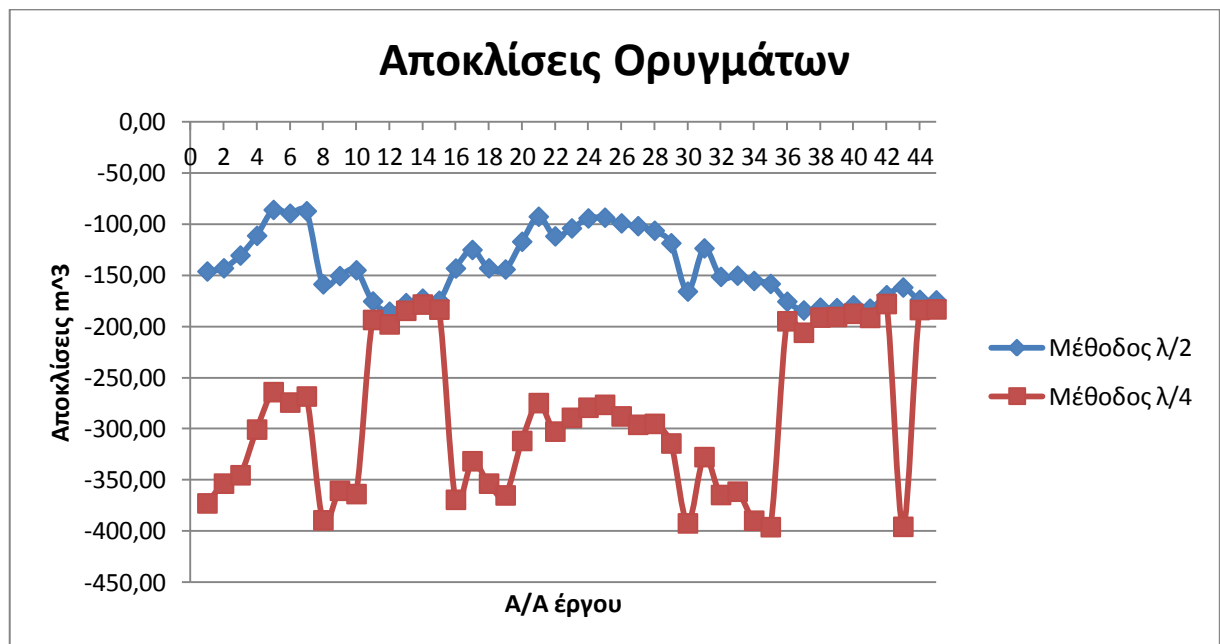


Σχήμα 4- 10: Ποσοστά έργων για τύπο διατομής γ_2 και για το 2^ο μισό κάθε δρόμου από τα 45 έργα

Στα Σχήματα 4-11 & 4-12, φαίνονται οι αποκλίσεις των όγκων χωματισμών των επιχωμάτων και των ορυγμάτων αντίστοιχα από την ακριβέστερη τιμή. Τα διαγράμματα γίνονται με βάση τις τιμές των αποκλίσεων που προκύπτουν για τα 45 έργα υπολογισμένα σύμφωνα και με τις δύο μεθόδους. Η μπλε γραμμή αντιστοιχεί στην απλοποιημένη μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών και η κόκκινη στην κλασσική



Σχήμα 4- 11: Διάγραμμα αποκλίσεων όγκων επιχωμάτων για το 2^ο μισό κάθε δρόμου για τα 45 έργα και τύπο διατομής γ2



Σχήμα 4- 12: Διάγραμμα αποκλίσεων όγκων ορυγμάτων για το 2^ο μισό κάθε δρόμου για τα 45 έργα και τύπο διατομής γ2

4.4.2 Σχολιασμός για το 2^ο μισό των δρόμων και για τυπική διατομή γ2

Η απλοποιημένη μέθοδος, όπως φαίνεται στον Πίνακα 4-3, έτσι και στα διαγράμματα των αποκλίσεων (Σχήματα 4-11 και 4-12) δίνει και στα 45 έργα ακριβέστερα αποτελέσματα έναντι της κλασσικής τόσο κατά τον υπολογισμό των όγκων των επιχωμάτων όσο και των ορυγμάτων.

Πιο συγκεκριμένα, στο διάγραμμα των αποκλίσεων των επιχωμάτων μπορεί κανείς να παρατηρήσει ότι οι τιμές των όγκων των χωματισμών που προκύπτουν από την απλοποιημένη μέθοδο είναι παρά πολύ κοντά σε αυτές που αντιστοιχούν στην θεωρούμενη ως ακριβή τιμή. Ενώ, η κλασσική μέθοδος φαίνεται να μην υπολογίζει με μεγάλη ακρίβεια τους όγκους.

Στο διάγραμμα του σχήματος 4-12 οι τιμές των αποκλίσεων των όγκων των ορυγμάτων της απλοποιημένης μεθόδου είναι αρκετά μικρότερες και στα 45 έργα σε σύγκριση με αυτές της κλασσικής. Με εξαίρεση τα έργα Agria11-Agria15, Agria36-Agria42 και Agria44-Agria45, στα όποια οι τιμές των όγκων ταυτίζονται και για τις δυο μεθόδους, στα υπόλοιπα έργα υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ των δυο μεθόδων.

Επομένως, όπως είναι φανερό στον υπολογισμό των όγκων των επιχωμάτων, οι όγκοι του 2^{ου} μισού των δρόμων επηρεάζουν πιο πολύ το τελικό αποτέλεσμα του συνολικού δρόμου, καθώς για το 1^ο μισό υπερτερεί η κλασσική και για το 2^ο μισό η απλοποιημένη.

Συνολικά τα καλύτερα αποτελέσματα δίνει σε μεγαλύτερο ποσοστό η απλοποιημένη μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών. Στα ορύγματα, το πλεονέκτημα της απλοποιημένης μεθόδου είναι φανερό, όχι όμως απόλυτο, αφού πολλές φορές υπάρχει ταύτιση των τιμών για τις δύο μεθόδους.

Τέλος, προκύπτει ότι αν για ένα έργο η μία μέθοδος υπολογίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια τους όγκους, δεν σημαίνει ότι για όλα τα κομμάτια του δρόμου θα ισχύει αυτό.

4.5 Τύπος διατομής β2σ

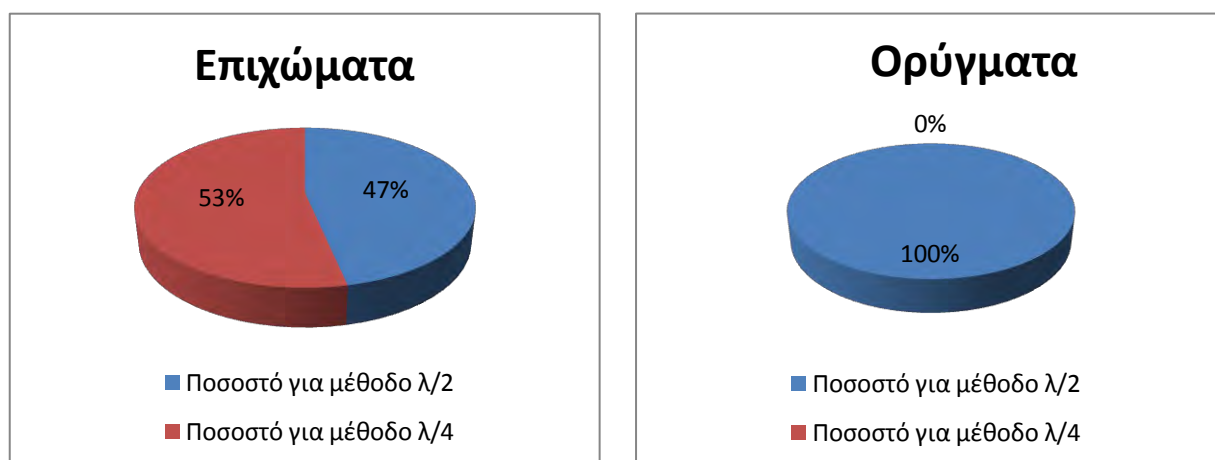
4.5.1 Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τον υπολογισμό των όγκων χωματισμών σύμφωνα με την απλοποιημένη μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών και σύμφωνα με την κλασική μέθοδο για την διατομή β2σ, αναλύονται σε ποσοστά στον Πίνακα 4-4. Από αυτά εξάγεται ότι για την συγκεκριμένη διατομή η κλασική μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών είναι σχεδόν ισοδύναμη με την απλοποιημένη. Ενώ, για τα ορύγματα η απλοποιημένη μέθοδος δίνει 100%, δηλαδή και στα 45 έργα, καλύτερα αποτελέσματα.

Πίνακας 4- 4: Πλήθος και ποσοστά έργων για τύπο διατομής β2σ.

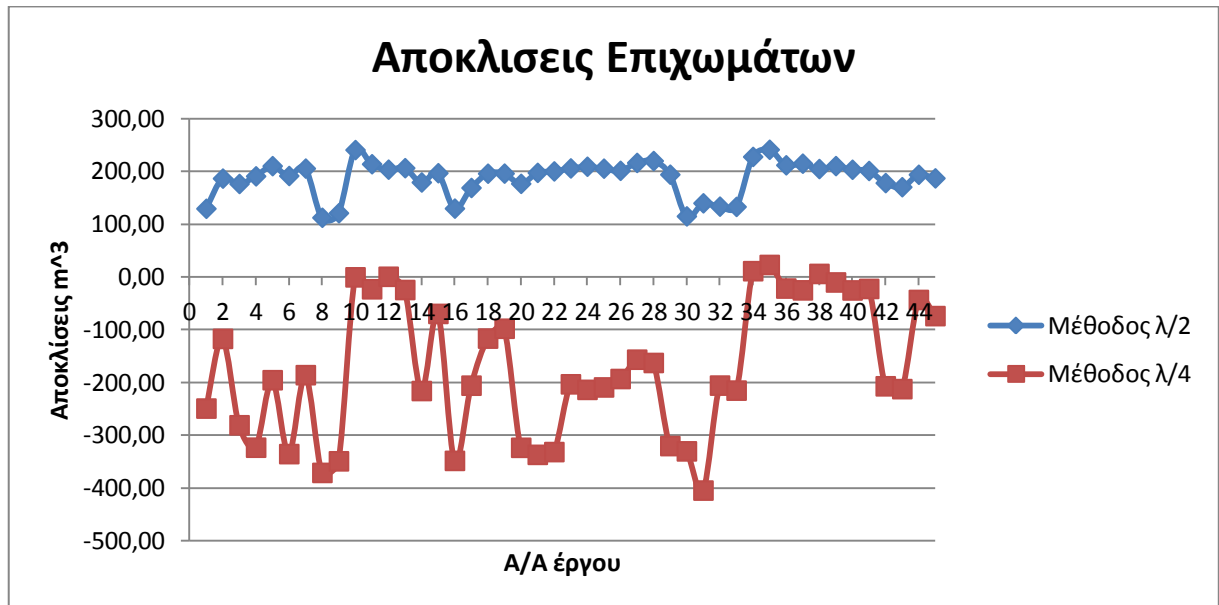
Μέθοδος Εφαρμοστέων μηκών	Επιχώματα		Ορύγματα	
	Αριθμός έργων	Ποσοστό έργων	Αριθμός έργων	Ποσοστό έργων
Απλοποιημένη (μόνο λ/2)	21	47%	45	100%
Κλασική (χρήση λ/2 & λ/4)	24	53%	0	0%
Σύνολο	45	100%	45	100%

Στο σχήμα 4-13, φαίνονται σχηματικά τα ποσοστά των έργων με τυπική διατομή β2σ, για τα οποία κάθε μέθοδος υπολογίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια τους όγκους των χωματισμών. Το σχήμα στα αριστερά αφορά τα επιχώματα και στα δεξιά τα ορύγματα

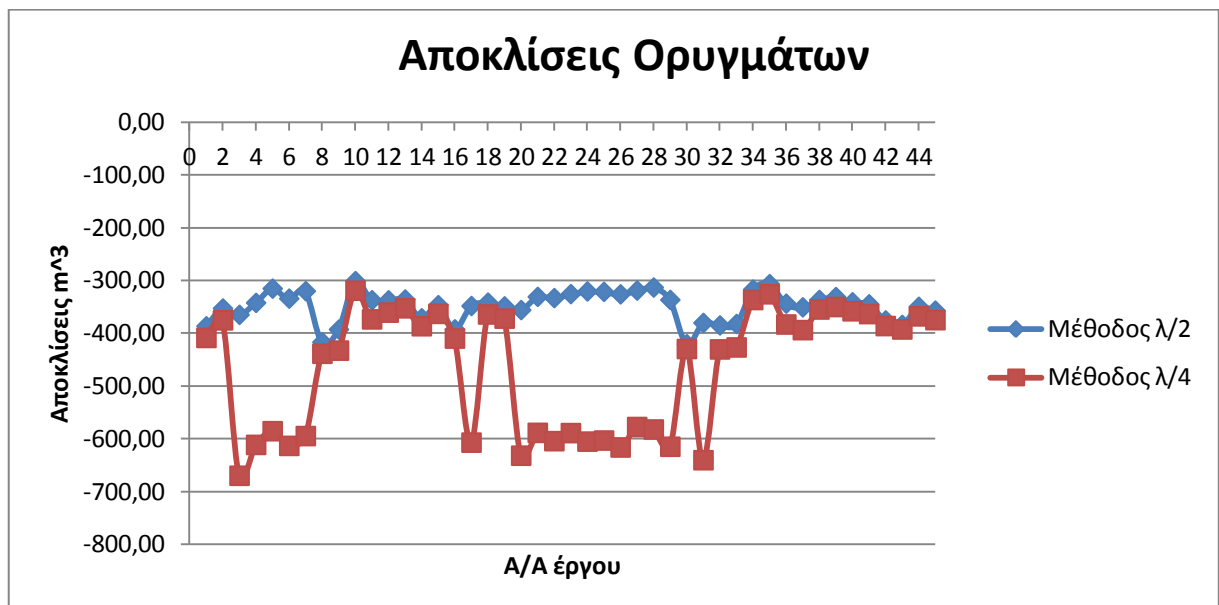


Σχήμα 4- 13: Ποσοστά έργων για τύπο διατομής β2σ.

Στα Σχήματα 4-14 & 4-15, φαίνονται οι αποκλίσεις των όγκων χωματισμών των επιχωμάτων και των ορυγμάτων αντίστοιχα από την ακριβέστερη τιμή. Τα διαγράμματα γίνονται με βάση τις τιμές των αποκλίσεων που προκύπτουν για τα 45 έργα υπολογισμένα σύμφωνα και με τις δύο μεθόδους. Η μπλε γραμμή αντιστοιχεί στην απλοποιημένη μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών και η κόκκινη στην κλασσική.



Σχήμα 4- 14: Διάγραμμα αποκλίσεων όγκων επιχωμάτων για τύπο διατομής β2σ



Σχήμα 4- 15: Διάγραμμα αποκλίσεων όγκων ορυγμάτων για τύπο διατομής β2σ

4.5.2 Σχολιασμός αποτελεσμάτων για τυπική διατομή β2σ

Από το διάγραμμα του σχήματος 4-14 μπορεί κανείς να παρατηρήσει ότι οι τιμές των αποκλίσεων των επιχωμάτων που προκύπτουν από την απλοποιημένη μέθοδο είναι πάντα θετικές, δηλαδή υπολογίζει περισσότερους όγκους χωματισμών από την θεωρούμενη ως ακριβή τιμή. Αντίθετα, η κλασσική μέθοδος σε πολλά έργα υπολογίζει με ακρίβεια τις τιμές των όγκων, και συγκεκριμένα στα έργα Agria10-Agria13 και Agria34-Agria41.

Στο διάγραμμα αποκλίσεων των ορυγμάτων οι τιμές της απλοποιημένης μεθόδου είναι αρκετά μικρότερες και στα 45 έργα από αυτές της κλασσικής. Με εξαίρεση τα έργα Agria11-Agria15, Agria36-Agria42 και Agria44-Agria45, στα όποια οι τιμές των όγκων ταυτίζονται και για τις δυο μεθόδους, στα υπόλοιπα έργα υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ των δυο μεθόδων, με την απλοποιημένη να προσεγγίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια τους όγκους των χωματισμών

Επομένως, και για την διατομή β2σ δεν μπορεί να ειπωθεί με βεβαιότητα ότι κάποια από τις δύο μεθόδους υπολογίζει ακριβέστερα τους όγκους χωματισμών. Συγκεκριμένα παρατηρήθηκαν περιπτώσεις όπου υπάρχει ταύτιση των μεθόδων, δηλαδή και οι δύο μέθοδοι να δίνουν τις ίδιες τιμές και άρα να είναι ισοδύναμες.

4.6 Τύπος διατομής ζ2

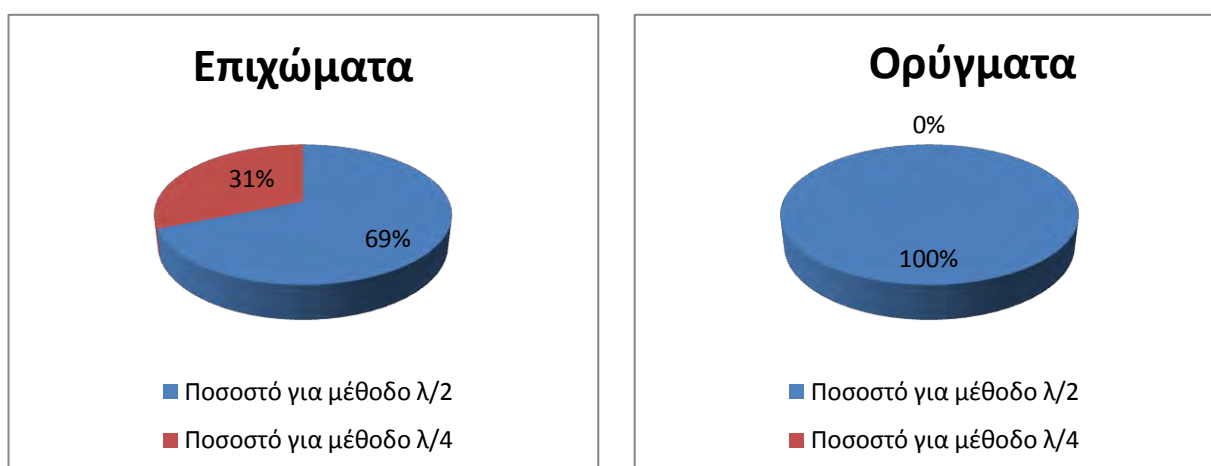
4.6.1 Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τον υπολογισμό των όγκων χωματισμών σύμφωνα με την απλοποιημένη μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών και σύμφωνα με την κλασσική μέθοδο για την διατομή ζ₂, αναλύονται σε ποσοστά στον Πίνακα 4-5. Από αυτά εξάγεται ότι για την συγκεκριμένη διατομή η απλοποιημένη μέθοδος υπολογίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια τους όγκους των επιχώματα (με ποσοστό 69%) και των ορυγμάτων (με ποσοστό 100%) έναντι της κλασσικής. Δηλαδή, η απλοποιημένη μέθοδος δίνει ακριβέστερα αποτελέσματα στα 31 από τα 45, ενώ στα ορύγματα δίνει σε όλα (45 στα 45 έργα).

Πίνακας 4- 5: Πλήθος και ποσοστά έργων για τύπο διατομής ζ₂.

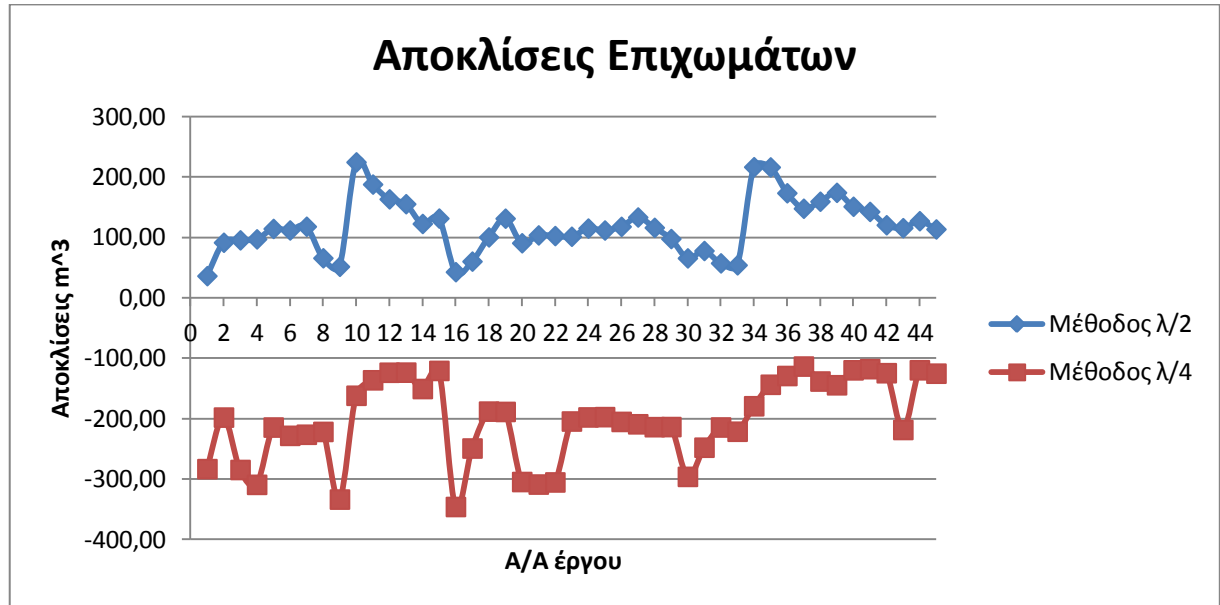
Μέθοδος Εφαρμοστέων μηκών	Επιχώματα		Ορύγματα	
	Αριθμός έργων	Ποσοστό έργων	Αριθμός έργων	Ποσοστό έργων
Απλοποιημένη (μόνο λ/2)	31	69%	45	100%
Κλασσική (χρήση λ/2 & λ/4)	14	31%	0	0%
Σύνολο	45	100%	45	100%

Στο σχήμα 4-16, φαίνονται σχηματικά τα ποσοστά των έργων με τυπική διατομή ζ₂, για τα οποία κάθε μέθοδος υπολογίζει ακριβέστερα τους όγκους των χωματισμών. Το σχήμα στα αριστερά αφορά τα επιχώματα και στα δεξιά τα ορύγματα

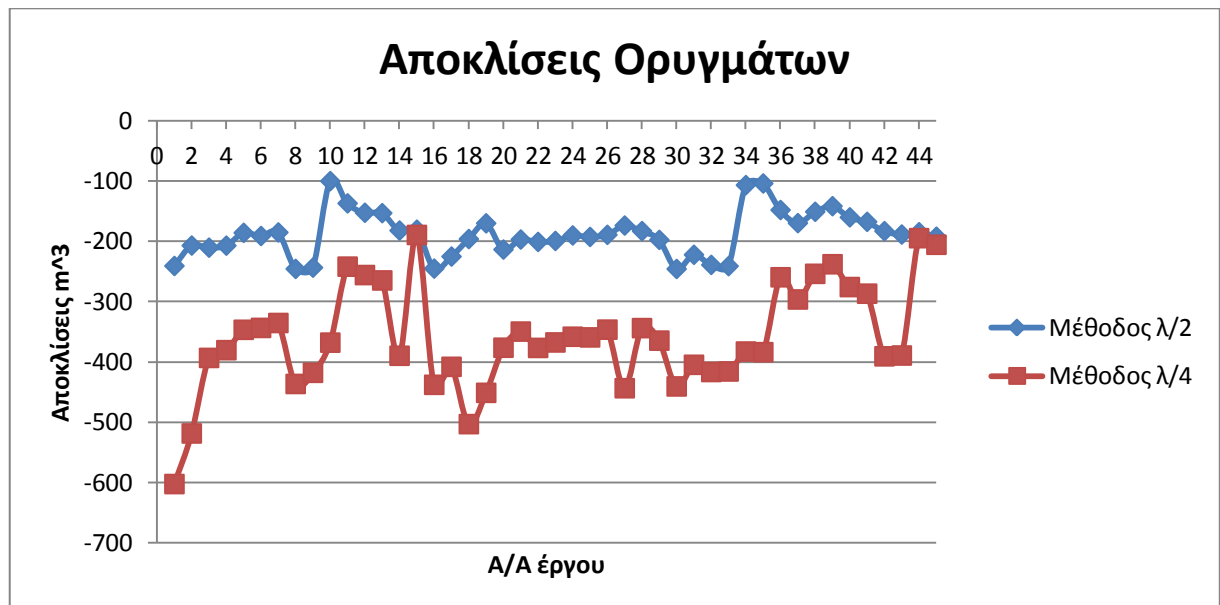


Σχήμα 4- 16: Ποσοστά έργων για τύπο διατομής ζ₂.

Στα Σχήματα 4-17 & 4-18, φαίνονται οι αποκλίσεις των όγκων χωματισμών των επιχωμάτων και των ορυγμάτων αντίστοιχα από την ακριβέστερη τιμή. Τα διαγράμματα γίνονται με βάση τις τιμές των αποκλίσεων που προκύπτουν για τα 45 έργα υπολογισμένα σύμφωνα και με τις δύο μεθόδους. Η μπλε γραμμή αντιστοιχεί στην απλοποιημένη μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών και η κόκκινη στην κλασσική.



Σχήμα 4- 17: Διάγραμμα αποκλίσεων όγκων επιχωμάτων για τύπο διατομής ζ2



Σχήμα 4- 18: Διάγραμμα αποκλίσεων όγκων ορυγμάτων για τύπο διατομής ζ2

4.6.2 Σχολιασμός αποτελεσμάτων για τυπική διατομή ζ2

Η απλοποιημένη μέθοδος δίνει θετικές αποκλίσεις για τα επιχώματα, δηλαδή υπολογίζει περισσότερους όγκους από την θεωρούμενη ως ακριβή τιμή, ενώ για τα ορύγματα δίνει αρνητικές τιμές, δηλαδή υπολογίζει λιγότερους όγκους.. Η κλασσική μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών δίνει αρνητικές αποκλίσεις τόσο για επιχώματα όσο και για ορύγματα.

Στο διάγραμμα των αποκλίσεων των επιχωμάτων (Σχήμα 4-17) μπορεί κανείς να παρατηρήσει ότι η γραμμή που αντιστοιχεί στην απλοποιημένη μέθοδο είναι σχεδόν παράλληλη με αυτήν που αντιστοιχεί στην κλασσική μέθοδο. Συγκεκριμένα κατά μέσο όρο η απόλυτη διαφορά μεταξύ των όγκων των επιχωμάτων που υπολογίζουν οι δύο μέθοδοι είναι 320m^3 σε συνολικό όγκο που κυμαίνεται μεταξύ 8000 και 11000 m^3 .

Επίσης και στο διάγραμμα των αποκλίσεων των ορυγμάτων (Σχήμα 4-18) σε μεγάλο μέρος του εμφανίζεται το ίδιο φαινόμενο της παραλληλότητας, με τις δυο γραμμές να απέχουν μεταξύ τους κατά μέσο όρο 184m^3 σε συνολικό όγκο που κυμαίνεται μεταξύ 8000 και 11000 m^3 .

Αξιοσημείωτο στο διάγραμμα αποκλίσεων των ορυγμάτων είναι ότι σε κάποια έργα, και συγκεκριμένα στα έργα Agria15, Agria44 και Agria45, τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων συγκλίνουν. Αυτό σημαίνει ότι και οι δύο μέθοδοι λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο σε αυτές τις περιπτώσεις. Επιπλέον στο συγκεκριμένο διάγραμμα και οι δύο μέθοδοι υπολογίζουν λιγότερους χωματισμούς από την θεωρούμενη ως ακριβή τιμή.

Επομένως, ούτε για την διατομή ζ2 δεν μπορεί να βγει ένα ασφαλές συμπέρασμα για το ποια μέθοδος υπολογίζει ακριβέστερα τους χωματισμούς, παρότι σε μεγάλο ποσοστό η απλοποιημένη δίνει μικρότερες αποκλίσεις. Τέλος, όπως παρατηρήθηκε σε ορισμένες περιπτώσεις τα αποτελέσματα και των δύο είναι πολύ κοντά, γεγονός που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι δύο μέθοδοι είναι ισοδύναμες.

4.7 Συνολική σύγκριση αποτελεσμάτων

Αρχικά θα γίνει σύγκριση των ποσοστών των έργων ανάλογα με την τυπική διατομή που χρησιμοποιήθηκε. Με λίγα λόγια θα εξετασθεί για τις δύο μεθόδους των εφαρμοστέων μηκών (απλοποιημένη και κλασσική) σε πόσα από τα 45 έργα για κάθε τυπική διατομή οι όγκοι των χωματισμών προσεγγίζουν την θεωρούμενη ως ακριβή τιμή. Έτσι, στον πίνακα 4-6 θα παρουσιαστούν τα ποσοστά, που κάθε μέθοδος είναι ακριβέστερη έναντι της άλλης για τα επιχώματα και στον πίνακα 4-7 θα παρουσιαστούν τα ίδια ποσοστά για τα ορύγματα..

Πίνακας 4- 6: Ποσοστά έργων για τις τυπικές διατομές β2σ, γ2,ζ2 κατά τον υπολογισμό των επιχωμάτων

Μέθοδος Εφαρμοστέων μηκών	Επιχώματα		
	β2σ	γ2	ζ2
Απλοποιημένη (μόνο λ/2)	47%	73%	69%
Κλασσική (χρήση λ/2 & λ/4)	53%	27%	31%

Πίνακας 4- 7: Ποσοστά έργων για τις τυπικές διατομές β2σ, γ2,ζ2 κατά τον υπολογισμό των ορυγμάτων

Μέθοδος Εφαρμοστέων μηκών	Ορύγματα		
	β2σ	γ2	ζ2
Απλοποιημένη (μόνο λ/2)	100%	100%	100%
Κλασσική (χρήση λ/2 & λ/4)	0%	0%	0%

Στους πίνακες 4-6 και 4-7 οι διατομές έχουν τοποθετεί με φθίνουσα σειρά πλάτους, δηλαδή από την πιο πλατιά στην πιο στενή. Συγκριμένα, οι τυπικές διατομές β2σ, γ2, ζ2 έχουν πλάτος οδοστρώματος 5,5m, 3,75m και 2,75m αντίστοιχα. Με δεδομένο αυτήν την παράμετρο για τα 45 έργα που διερευνούνται στην παρούσα εργασία διατυπώνεται ότι:

- στην φαρδύτερη διατομή (β2σ) για τον υπολογισμό των επιχωμάτων ο αριθμός των έργων για τα οποία η απλοποιημένη μέθοδος είναι ακριβέστερη, είναι σχεδόν ίδιος με αυτόν της κλασσικής, δηλαδή οι δύο μέθοδοι σε αυτήν την περίπτωση είναι ισοδύναμες
- για τις πιο στενές διατομές (γ2, ζ2) η απλοποιημένη μέθοδος φαίνεται να προσεγγίζει καλύτερα τους όγκους χωματισμών για τα επιχώματα.
- στα ορύγματα, η απλοποιημένη μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών δίνει 100% ακριβέστερα αποτελέσματα και για τις τρεις τυπικές διατομές.

Στην συνέχεια θα γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων της τυπικής διατομής γ_2 και των δύο μισών των δρόμων. Με λίγα λόγια θα εξετασθεί για τις δύο μεθόδους των εφαρμοστέων μηκών (απλοποιημένη και κλασσική) σε πόσα από τα 45 έργα οι όγκοι των χωματισμών προσεγγίζουν την θεωρούμενη ως ακριβή τιμή. Ο χωρισμός του δρόμου σε δύο μισά και η σύγκριση του με όλο τον δρόμο, γίνεται προκειμένου να διαπιστωθεί αν υπάρχει κάποιο σφάλμα κατά την χρήση των μεθόδων και πόσο επηρεάζει κάθε μέθοδος τον υπολογισμό των όγκων στα διάφορα τμήματα του δρόμου.

Πίνακας 4- 8: Ποσοστά έργων κατά τον υπολογισμό των επιχωμάτων για την τυπικές διατομές γ_2 και το 1^ο & 2^ο μισό κάθε έργου

Μέθοδος Εφαρμοστέων μηκών	Επιχώματα		
	γ_2	1ο μισό	2ο μισό
Απλοποιημένη (μόνο $\lambda/2$)	73%	4%	100%
Κλασσική (χρήση $\lambda/2$ & $\lambda/4$)	27%	96%	0%

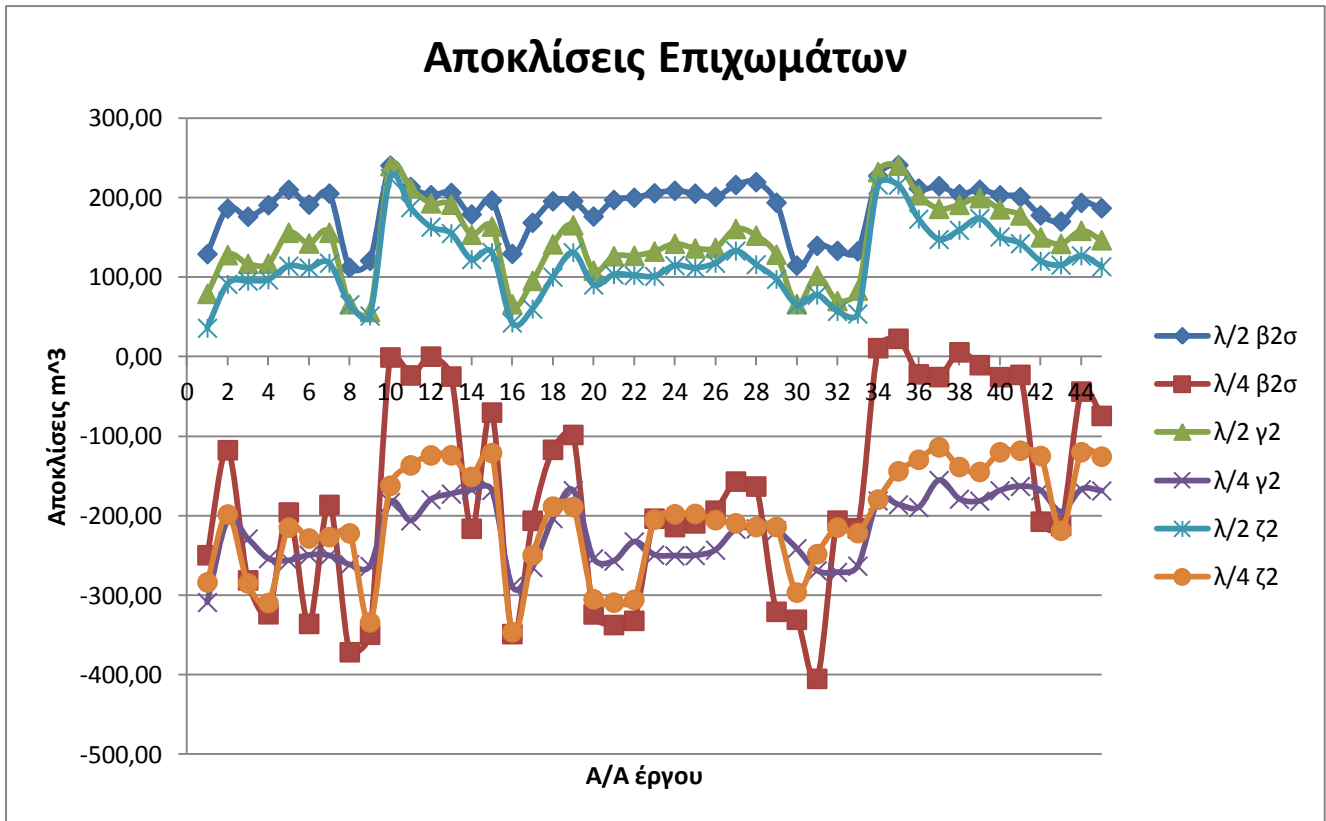
Πίνακας 4- 9: Ποσοστά έργων κατά τον υπολογισμό των ορυγμάτων για την τυπικές διατομές γ_2 και το 1^ο & 2^ο μισό κάθε έργου

Μέθοδος Εφαρμοστέων μηκών	Ορύγματα		
	γ_2	1ο μισό	2ο μισό
Απλοποιημένη (μόνο $\lambda/2$)	100%	100%	100%
Κλασσική (χρήση $\lambda/2$ & $\lambda/4$)	0%	0%	0%

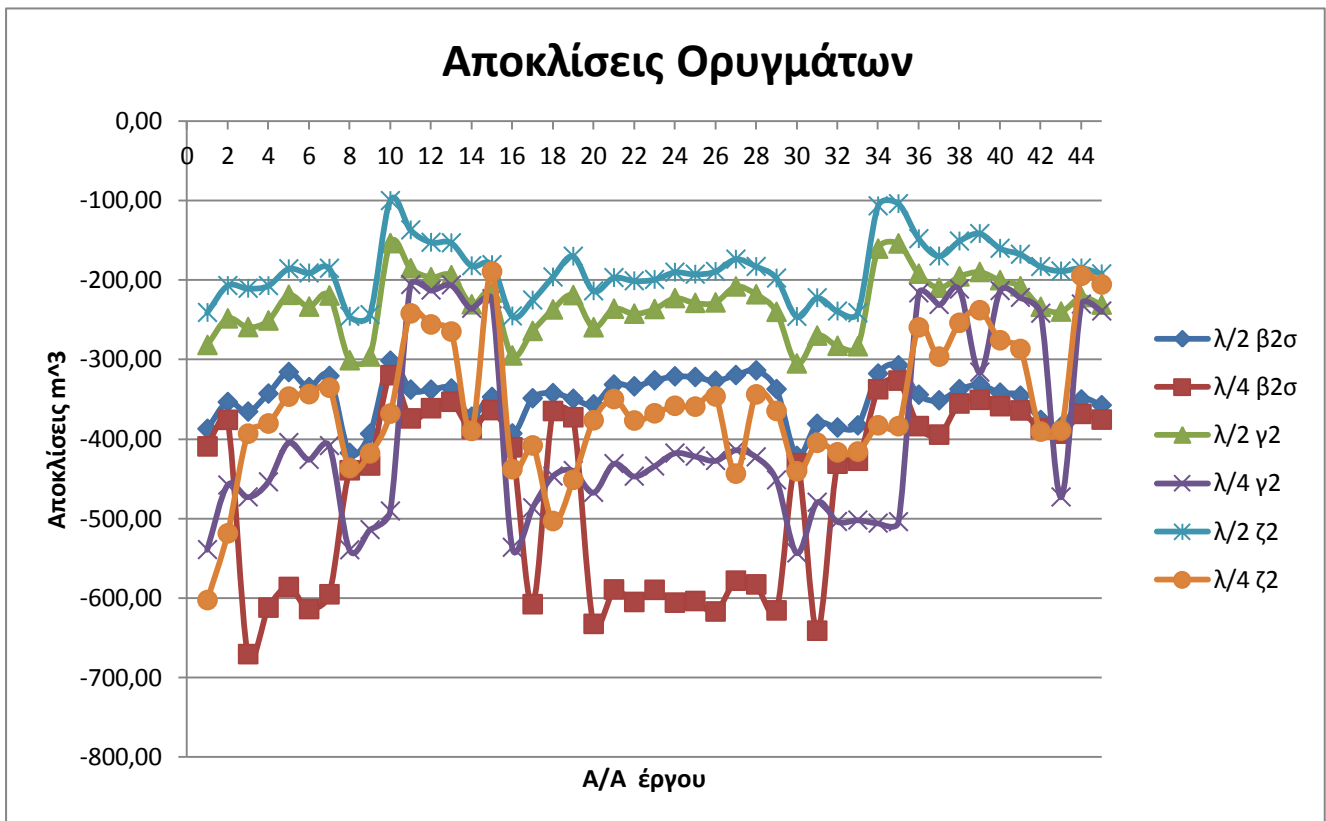
Ο Πίνακας 4-8 για τις αποκλίσεις των επιχωμάτων, παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον ως προς την ομοιομορφία των αποτελεσμάτων σε όλο το μήκος του έργου. Για την διατομή γ_2 και τα 45 έργα στο σύνολο τους, η απλοποιημένη μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών φαίνεται να προσεγγίζει τους όγκους των χωματισμών ακριβέστερα με ποσοστό 73% (δηλαδή 33 από τα 45 έργα), αλλά για τα δύο μισά των δρόμων δεν παρουσιάζεται η ίδια συμπεριφορά. Πιο συγκεκριμένα για το 1^ο μισό, η κλασσική μέθοδος είναι ακριβέστερη με ποσοστό 96%, ενώ για το 2^ο μισό του δρόμου η απλοποιημένη με ποσοστό 100%.

Στον Πίνακα 4-9 για τις αποκλίσεις των ορυγμάτων, η απλοποιημένη μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών δίνει ακριβέστερα αποτελέσματα με ποσοστό 100% και για τις τρεις τυπικές διατομές.

Στα Σχήματα 4-19 & 4-20, παρουσιάζονται οι αποκλίσεις των όγκων των χωματισμών από την ακριβή τιμή υπολογισμού τους και για τις τρεις τυπικές διατομές $\beta_2\sigma$, γ_2 και ζ_2 . Ο σκοπός είναι να συγκριθούν ως προς την γενικότερη συμπεριφορά και να διαπιστωθεί αν υπάρχει κάποια σύγκλιση των αποτελεσμάτων για κάποια από τις δύο μεθόδους των εφαρμοστέων μηκών.



Σχήμα 4- 19: Συγκριτικά διάγραμμα αποκλίσεων όγκων χωματισμών επιχωμάτων για τις τυπικές διατομές β2σ,γ2,ζ2



Σχήμα 4- 20: Συγκριτικά διαγράμματα αποκλίσεων όγκων χωματισμών ορυγμάτων για τις τυπικές διατομές β2σ,γ2,ζ2

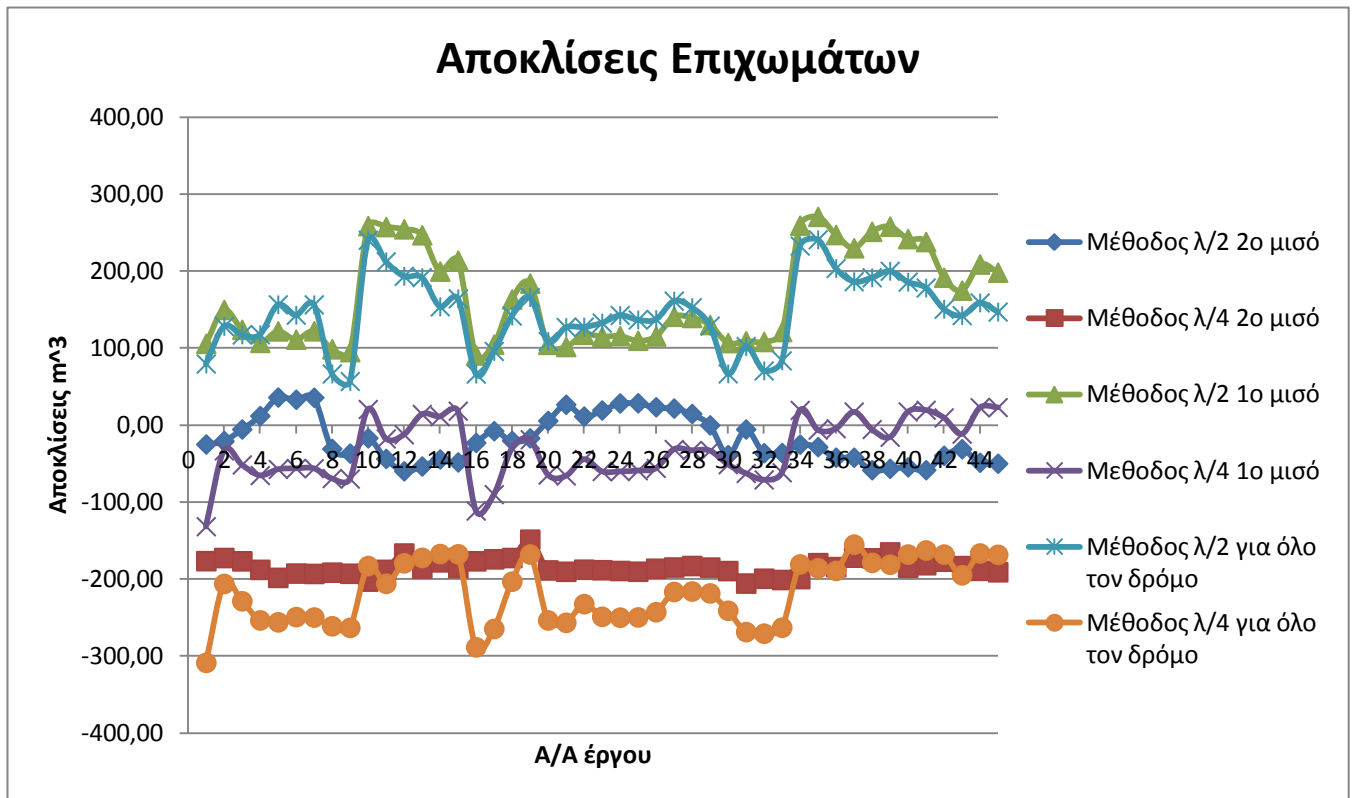
Από το διάγραμμα αποκλίσεων των επιχωμάτων (Σχήμα 4-19), φαίνεται ότι η απλοποιημένη μέθοδος υπολογίζει τους όγκους των χωματισμών με παρόμοιο τρόπο και για τις τρεις διατομές, καθώς υπάρχει μία παραλληλότητα στις αντίστοιχες γραμμές του γραφήματος. Αντίθετα η κλασσική μέθοδος δεν παρουσιάζει την αντίστοιχη ομοιομορφία στα αποτελέσματα της, άλλοτε προσεγγίζει τις ακριβείς τιμές των όγκων των χωματισμών και άλλοτε απέχει αρκετά από αυτές. Επίσης, για την δεύτερη μέθοδο δεν υπάρχει καμιά λογική σύνδεση των αποκλίσεων μεταξύ των τριών τυπικών διατομών, δίνοντας έτσι μιας ακανόνιστης μορφής στις αντίστοιχες γραμμές του διαγράμματος.

Στο γράφημα των αποκλίσεων των ορυγμάτων (Σχήμα 4-20), παρατηρείται το ίδιο φαινόμενο. Όπως φαίνεται, δηλαδή, οι αποκλίσεις των όγκων των χωματισμών για την απλοποιημένη μέθοδο $\lambda/2$ μοιάζουν να απέχουν μεταξύ τους με έναν ομοιόμορφο τρόπο για τις τρεις τυπικές διατομές. Αντίθετα τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την κλασσική μέθοδο για τις $\beta 2\sigma$, $\gamma 2$, $\zeta 2$ δεν μπορούν να ερμηνευθούν με ευκολία, καθώς δεν έχουν κανένα σταθερό χαρακτηριστικό. Γενικά, η απλοποιημένη μέθοδος στα ορύγματα προσεγγίζει ακριβέστερα τους όγκους των χωματισμών, αφού οι τιμές των αποκλίσεων που δίνει είναι πάντα οι μικρότερες.

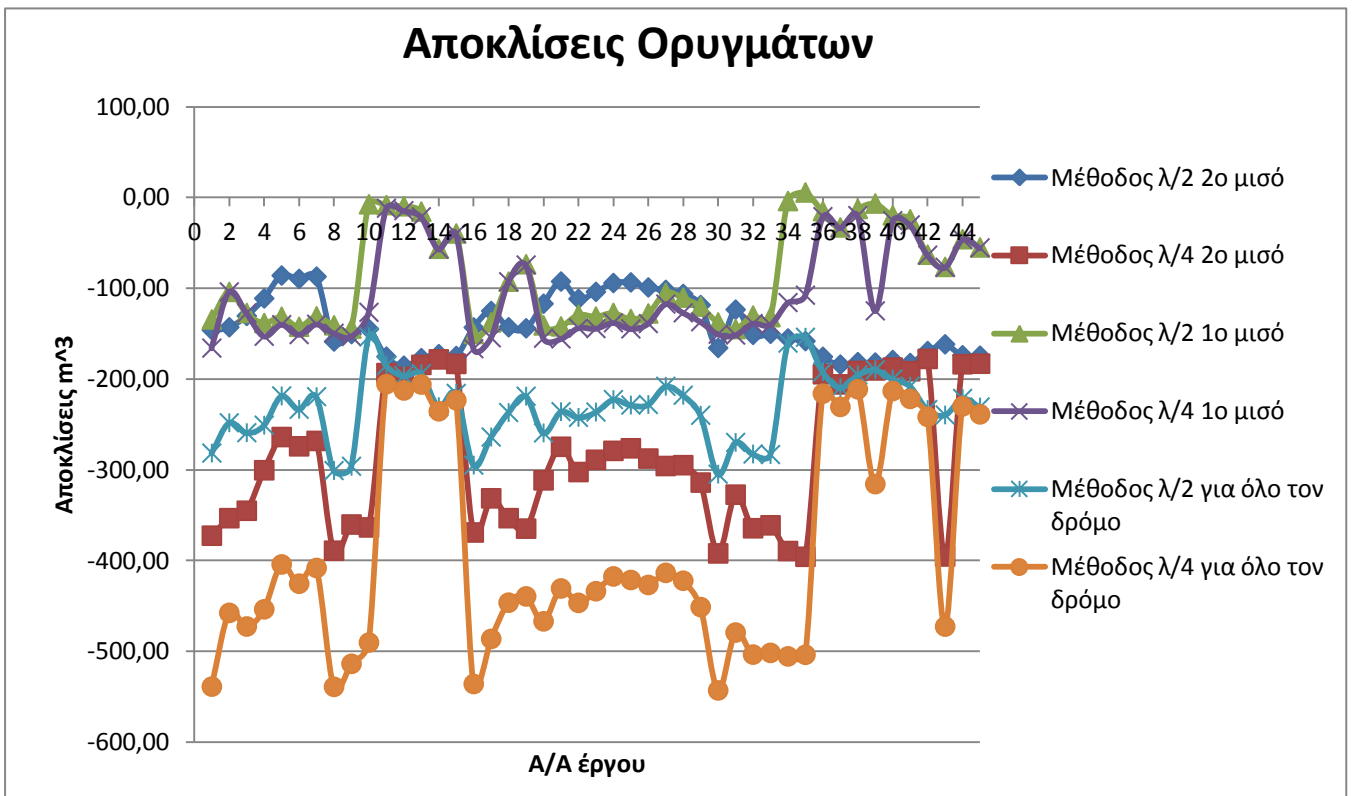
Επομένως, τα συμπεράσματα που μπορούν να προκύψουν είναι:

- 1) ότι η απλοποιημένη μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών υπολογίζει κατά βάση καλύτερα τους όγκους των χωματισμών για τα ορύγματα, όσον αφορά όμως την συγκεκριμένη οριζοντιογραφία.
- 2) η κλασσική μέθοδο είναι αρκετά αξιόπιστη, αφού σε ορισμένες περιπτώσεις μπόρεσε να υπολογίσει ακριβώς τους όγκους των χωματισμών.
- 3) τα αποτελέσματα της απλοποιημένης μεθόδου φαίνονται να είναι εξίσου αξιόπιστα λόγω της ομοιομορφίας που εξηγήθηκε παραπάνω, καθώς και για τις τρεις διαφορετικές διατομές έδινε αποκλίσεις ανάλογες με το μέγεθος της διατομής. Πιο συγκεκριμένα οι τιμές των αποκλίσεων είναι μικρότερες για την $\zeta 2$ διατομή και μεγαλύτερες για την $\beta 2$, καθώς ακόμα η διαφορά των αποκλίσεων μεταξύ των διαφορετικών τυπικών διατομών είναι παρόμοια για κάθε έργο (αυτό προκύπτει εύκολα από την παραλληλότητα των γραμμών).

Στα παρακάτω σχήματα 4-21 & 4-22, παρουσιάζονται συγκριτικά οι αποκλίσεις των όγκων των χωματισμών από την ακριβή τιμή υπολογισμού τους για την τυπική διατομή $\gamma 2$. Στα διαγράμματα παρουσιάζονται με ξεχωριστές γραμμές οι αποκλίσεις για το 1^ο και το 2^ο μισό του κάθε δρόμου καθώς και για όλο το δρόμο. Ο σκοπός είναι να εξετασθεί πως συμπεριφέρεται ένας δρόμος κατά τμήματα, και να βρεθεί ποιο κομμάτι είναι αυτό που επηρεάζει το τελικό συνολικό αποτέλεσμα.



Σχήμα 4- 22: Συγκριτικά διαγράμματα αποκλίσεων όγκων χωματισμών επιχωμάτων για την τυπική διατομή γ_2 για τα 2 μισά του κάθε δρόμου σε σύγκριση με το σύνολο του.



Σχήμα 4- 21: Συγκριτικά διαγράμματα αποκλίσεων όγκων χωματισμών ορυγμάτων για την τυπική διατομή γ_2 για τα 2 μισά του κάθε δρόμου σε σύγκριση με το σύνολο του.

Από το διάγραμμα αποκλίσεων των επιχωμάτων (Σχήμα 4-21), φαίνεται ότι οι όγκοι των χωματισμών για όλο το έργο σε πολλές περιπτώσεις υπολογίζονται ακριβέστερα από την απλοποιημένη μέθοδο και σε μερικές από την κλασσική, χωρίς όμως καμία να τους προσεγγίζει την θεωρούμενη ως ακριβή τιμή. Παρ' όλα αυτά, δεν ισχύει το ίδιο και για τα δύο μισά του δρόμου, με τα αποτελέσματα να διαμορφώνονται τελείως διαφορετικά. Για το πρώτο μισό η κλασσική μέθοδος υπολογίζει σχεδόν τέλεια τους χωματισμούς, ενώ για το δεύτερο μισό η απλοποιημένη. Το γεγονός αυτό είναι και μια πολύ καλή περίπτωση στο να καταλήξουμε ότι καμία μέθοδος δεν δίνει πάντα καλύτερα αποτελέσματα από την άλλη, και ότι εξίσου και οι δυο έχουν την ικανότητα να υπολογίζουν με ακρίβεια τους χωματισμούς.

Από το γράφημα των αποκλίσεων των ορυγμάτων (Σχήμα 4-22), μπορεί εύκολα να προκύψει το ίδιο συμπέρασμα. Τα αποτελέσματα για το σύνολο του κάθε δρόμου διαφοροποιούνται αρκετά από τα δύο μισά του. Τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων για το 2^ο μισού και για όλο τον δρόμο είναι ομοιόμορφα. Αντίθετα τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων για το 1^ο μισό δεν παρουσιάζουν καμιά ομοιότητα με αυτά του 2^{ου} μισού και όλου του δρόμου και σχεδόν ταυτίζονται.

Επομένως, από ότι προκύπτει η απλοποιημένη μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών δεν διαφοροποιείται κατά πολύ από την κλασσική, μάλιστα πολλές φορές δίνουν και ίδια αποτελέσματα. Ακόμα, και για τον ίδιο δρόμο σε αλλά κομμάτια μπορεί η απλοποιημένη μέθοδος να υπολογίζει ακριβέστερα τους χωματισμούς και σε άλλα η κλασσική.

Τέλος, προκύπτει ότι δεν υπάρχει καμία διαφορά μεταξύ των μεθόδων και ούτε παρουσιάζουν κάποιο σφάλμα κατά την χρήση τους. Επίσης, συμπεραίνεται ότι αν για ένα έργο η μία μέθοδος υπολογίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια τους όγκους, δεν σημαίνει ότι για όλα τα κομμάτια του δρόμου θα ισχύει αυτό.

4.8 Ιδιαίτερες περιπτώσεις

Οι δυο μέθοδοι των εφαρμοστέων μηκών παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον κατά την χρήση τους, όπως φαίνεται στα αποτελέσματα του κεφαλαίου 4. Άλλοτε οι όγκοι των χωματισμών που υπολογίζουν διαφέρουν κατά πολύ και άλλοτε ταυτίζονται. Αυτό είναι προφανές, γιατί έχουν διαφορετικό θεωρητικό υπόβαθρο και υπολογίζουν με διαφορετικό τρόπο σε ορισμένες περιπτώσεις τους όγκους των χωματισμών. Πιο συγκεκριμένα, στην απλοποιημένη μέθοδο το εφαρμοστέο μήκος προκύπτει πάντοτε ως το ημίθροισμα των αποστάσεων μεταξύ της τρέχουσας διατομής από την προηγούμενη και την επόμενη.

Προκειμένου για να διερευνηθεί τι ακριβώς συμβαίνει κατά την εφαρμογή των δύο μεθόδων των εφαρμοστέων μηκών και δεν προκύπτει το ίδιο αποτέλεσμα και για τις δύο μεθόδους, θα εξεταστούν κάποια έργα, των οποίων έχουν ήδη υπολογιστεί οι όγκοι των χωματισμών. Αυτά τα έργα δεν επιλέχτηκαν τυχαία, αλλά τα αποτελέσματα τους παρουσίασαν ένα ενδιαφέρον. Στα έργα Agria01 και Agria09 για την τυπική διατομή γ_2 , και στο Agria16 για την τυπική διατομή ζ_2 , η απλοποιημένη μέθοδος προσεγγίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια τους όγκους. Το έργο Agria10 για την τυπική διατομή β_2 είναι μια επίσης καλή περίπτωση να μελετηθεί, γιατί η κλασσική μέθοδος υπολογίζει ακριβώς τους χωματισμούς στα επιχώματα, ενώ στα ορύγματα οι υπολογισμοί των δύο μεθόδων σχεδόν ταυτίζονται.

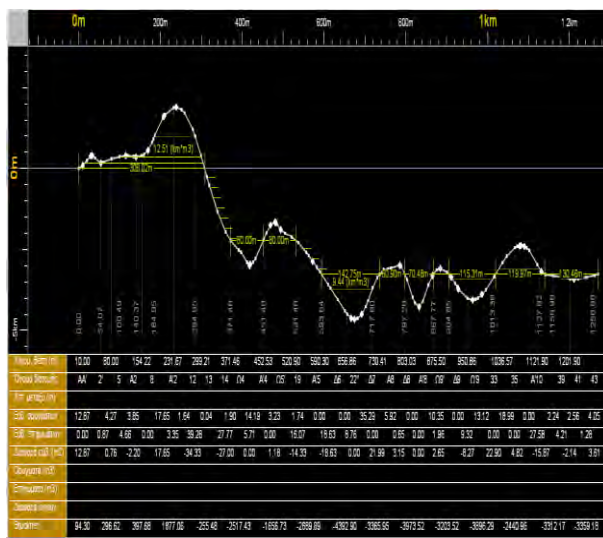
Η διερεύνηση πραγματοποιείται μέσα από την σύγκριση των διαγραμμάτων κίνησης γαιών (ή Bruckner) τα οποία έχουν προκύψει με δύο τρόπους. Ο πρώτος τρόπος με πύκνωση διατομών ανά 20 μέτρα και ο δεύτερος με πύκνωση ανά 1 μέτρο (θεωρούμενος ως πιο ακριβής). Η σύγκριση έγινε για τα παραπάνω τέσσερα έργα. Θεωρητικά, τα διαγράμματα αυτά θα έπρεπε να ταυτίζονται ανεξαρτήτως πύκνωσης των διατομών του έργου, αν η κλασσική μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών προσέγγιζε με ακρίβεια τους χωματισμούς. Όμως, αυτό δεν συμβαίνει, και πολλές φορές τα διαγράμματα διαφοροποιούνται μεταξύ τους, με αποτέλεσμα να απέχουν οι τελικοί όγκοι των χωματισμών. Πρέπει να τονιστεί ότι τα διαγράμματα που συγκρίνονται προκύπτουν σύμφωνα με την κλασσική μέθοδο των μέσων επιφανειών.

Η σύγκριση των διαγραμμάτων Bruckner, γίνεται μόνο μέσω της γραμμής των όγκων. Η διερεύνηση θα επικεντρωθεί σε δύο κατηγορίες τμημάτων του δρόμου. Στην πρώτη κατηγορία θα εξεταστούν οι περιοχές που αυξάνεται ή μειώνεται η απόσταση (απόκλιση) μεταξύ των δύο γραμμών. Στη δεύτερη κατηγορία θα εξεταστούν περιοχές που οι δύο γραμμές εξελίσσονται παράλληλα. Στη συνέχεια θα εξεταστούν για όλες τις παραπάνω περιοχές και τα αντίστοιχα διαγράμματα επιφανειών. Η διαδικασία αυτή θα πραγματοποιηθεί με τη βοήθεια του προγράμματος Anadelta Tessera, το οποίο μπορεί και υπολογίζει εύκολα και γρήγορα το διάγραμμα Bruckner και το διάγραμμα επιφανειών με την μέθοδο των μέσων επιφανειών.

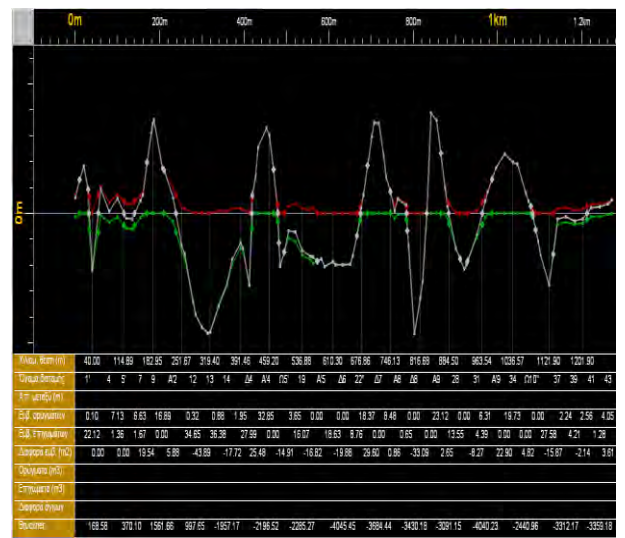
Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 2.3.3 η μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών και των μέσων επιφανειών είναι μαθηματικά ταυτόσημες και άρα δίνουν τα ίδια αποτελέσματα. Η μονή διαφορά τους έγκειται στην μεθοδολογία εφαρμογής.

Επομένως, δεν θα υπάρχει πρόβλημα να διερευνήσουμε την μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών με τη βοήθεια του διαγράμματος Bruckner, παρ' όλο που το τελευταίο συνδυάζεται με την μέθοδο των μέσων επιφανειών. Γι αυτό στη συνέχεια θα αναφερόμαστε απλώς σε κλασική μέθοδο.

Στα σχήματα 4-23 και 4-24 φαίνονται το διάγραμμα Bruckner και το διάγραμμα επιφανειών αντίστοιχα, όπως υπολογίζονται μέσω του Anadelta Tessera. Στο διάγραμμα της κίνησης των γαιών δεν μας ενδιαφέρουν οι γραμμές διανομής, αλλά μόνο η γραμμή των όγκων. Επίσης στο διάγραμμα των επιφανειών δεν ασχολούμαστε με την αφαίρεση των αυτοδιανομών, γιατί μας ενδιαφέρουν μόνο πως συνδέονται τα εμβαδά των ορυγμάτων ή των επιχωμάτων μεταξύ δυο διατομών.



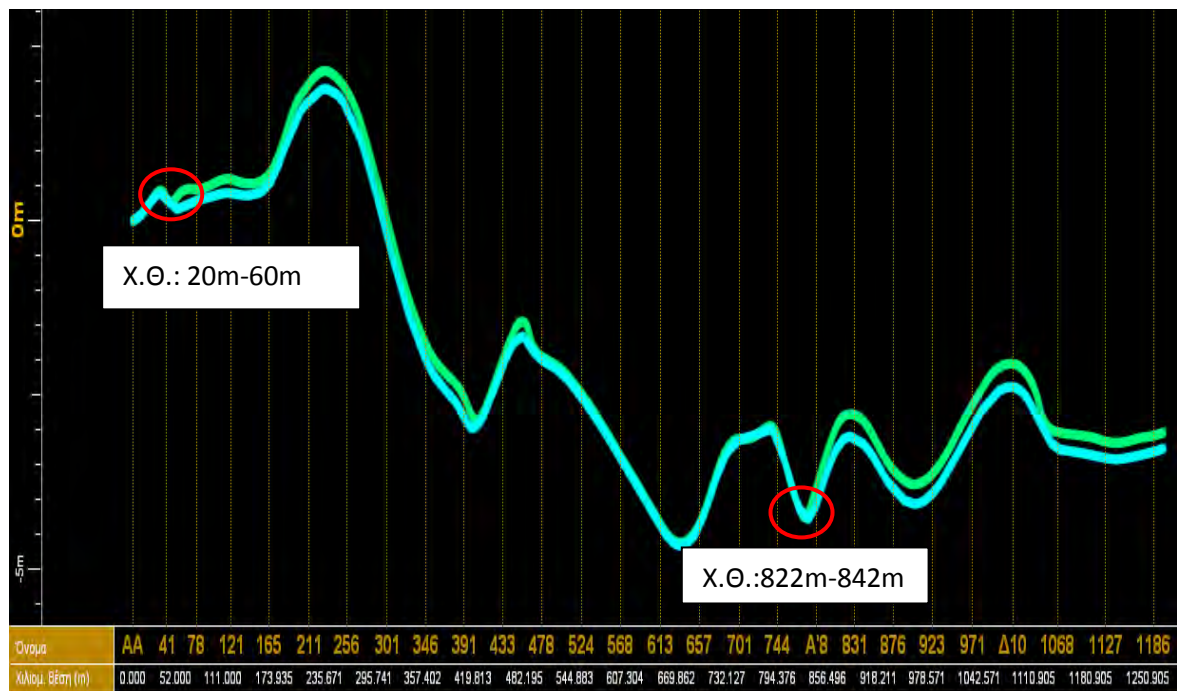
Σχήμα 4- 23 Διάγραμμα Bruckner από Anadelta Tessera



Σχήμα 4- 24: Διάγραμμα επιφανειών από Anadelta Tessera

4.8.1 Agria01 για τυπική διατομή γ2

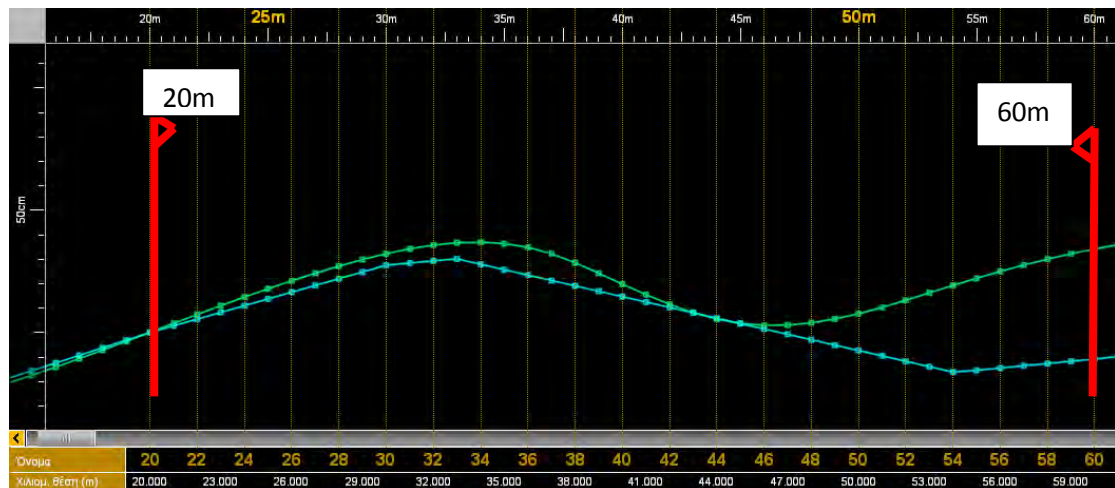
Αρχικά, όπως αναφέρθηκε θα γίνει σύγκριση μεταξύ των διαγραμμάτων Bruckner (δηλαδή της γραμμής των όγκων) του έργου Agria01 για πύκνωση διατομών ανά 1 μέτρο (πράσινη γραμμή) και ανά 20 μέτρα (γαλάζια γραμμή), όπως φαίνεται στο Σχήμα 4-21. Θεωρητικά θα έπρεπε να υπάρχει μια ταύτιση των διαγραμμάτων, αλλά αυτό δεν συμβαίνει σε όλο το μήκος του δρόμου. Στη συνέχεια εξετάζονται τα σημεία που αποκλίνει η μια γραμμή από την άλλη, με βάση τις χιλιομετρικές θέσεις (Χ.Θ.), παρατηρώντας τις διαφορές στα διαγράμματα επιφανειών. Οι Χ.Θ. που ερευνώνται είναι: 20m-60m, 822m-842m.



Σχήμα 4- 25: Διαγράμματα Bruckner για πύκνωση ανά 1μέτρα και ανά 20 μέτρα

✓ Χ.Θ.: 20m-60m

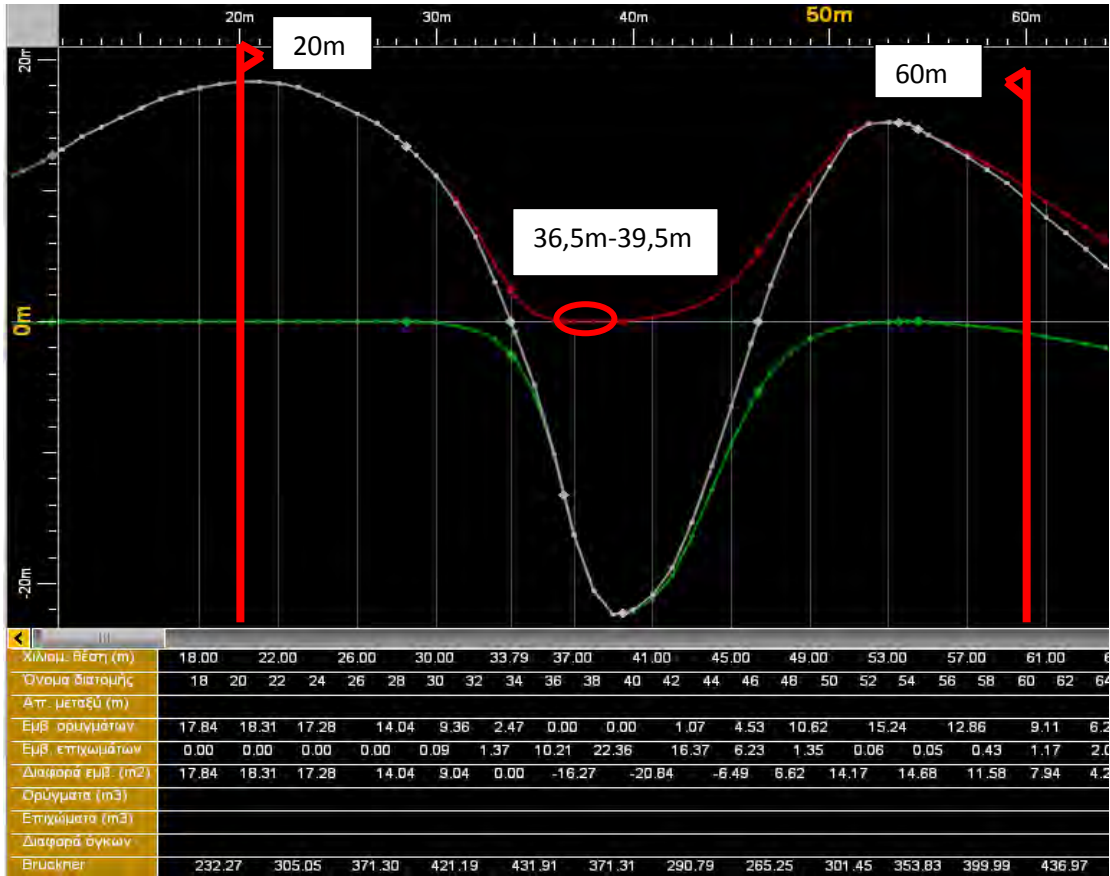
Στο Σχήμα 4-26, φαίνεται το διάγραμμα Bruckner για τις Χ.Θ. 20m-60m. Παρατηρείται ότι οι δύο γραμμές των όγκων από τα 20m μέχρι τα 45m είναι πολύ κοντά, ενώ στα 60m απέχουν αρκετά. Δηλαδή, στην αρχή η κλασική μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών προσέγγιζε με ακρίβεια τους όγκους, αλλά στην συνέχεια οι υπολογισμοί της απέχουν αρκετά από τις θεωρούμενες ως ακριβείς τιμές. Επομένως βγαίνει το συμπέρασμα ότι κάποια ποσότητα όγκων δεν λήφθηκε υπόψη κατά τον υπολογισμό των χωματισμών με την κλασική μέθοδο για πύκνωση ανά 20m.



Σχήμα 4- 26: Σύγκριση διαγραμμάτων Bruckner στην Χ.Θ. 20m-60m

Στα σχήματα 4-27 και 4-28, συγκρίνονται τα διαγράμματα των επιφανειών, προκειμένου να βρεθεί ποια ποσότητα όγκων δεν υπολογίστηκε από την κλασική μέθοδο για πύκνωση ανά 20m. Η πράσινη γραμμή αντιστοιχεί στα επιχώματα και η κόκκινη στα ορύγματα.

Από ότι φαίνεται στο διάγραμμα των ανά 1m, το εμβαδό των ορυγμάτων μηδενίζεται από την Χ.Θ. 36,5 m-39,5m, ενώ στο διάγραμμα των ανά 20 m δεν μηδενίζεται ποτέ. Με αποτέλεσμα στην δεύτερη περίπτωση να υπολογίζονται περισσότεροι όγκοι ορυγμάτων από ότι χρειάζονται στην πραγματικότητα. Αυτό όμως δεν έχει να κάνει με την αποτελεσματικότητα των χρησιμοποιούμενων μεθόδων, αλλά με το ότι η πύκνωση των διατομών γίνεται ανά 1 μέτρο και οι όγκοι των χωματισμών υπολογίζονται με μεγαλύτερη ακρίβεια.



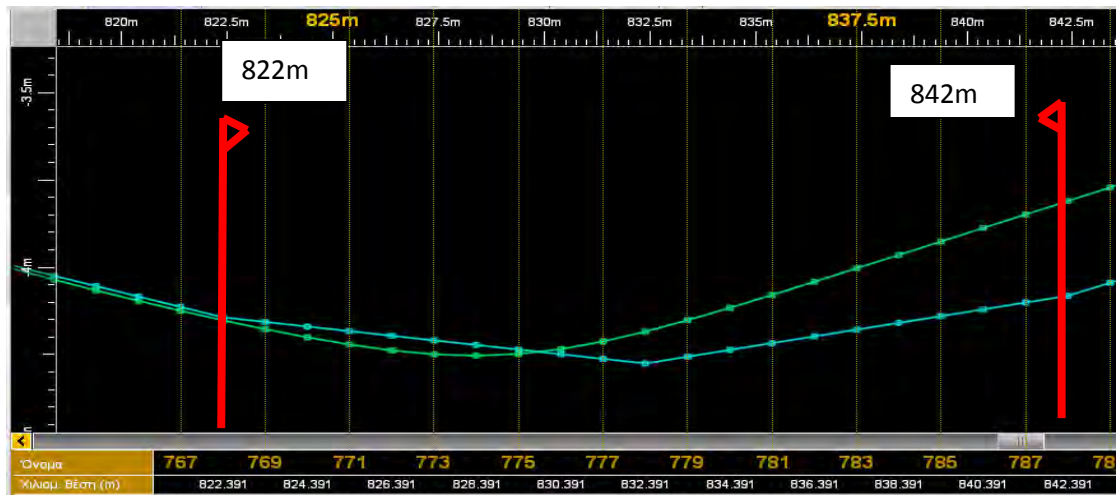
Σχήμα 4- 27: Διαγράμματα επιφανειών ανά 1 μέτρο



Σχήμα 4- 28: Διαγράμματα επιφανειών και ανά 20 μέτρα

✓ Χ.Θ.: 822m-842m

Στο Σχήμα 4-29, φαίνεται το διάγραμμα Bruckner για τις Χ.Θ. 822m-842m. Από ότι προκύπτει οι δύο γραμμές των όγκων, ενώ στα 822m και μέχρι τα 830m είναι πολύ κοντά, στα 842m απέχουν αρκετά. Δηλαδή, στην αρχή η κλασσική μέθοδος προσέγγιζε με ακρίβεια τους όγκους, αλλά στην συνέχεια οι υπολογισμοί της απέχουν αρκετά από τις θεωρούμενες ως ακριβείς τιμές. Επομένως βγαίνει το συμπέρασμα ότι κάποια ποσότητα όγκων δεν λήφθηκε υπόψη κατά τον υπολογισμό των χωματισμών με την κλασσική μέθοδο για πύκνωση ανά 20m.



Σχήμα 4- 29: Σύγκριση διαγραμμάτων Bruckner στην Χ.Θ. 822m-842m

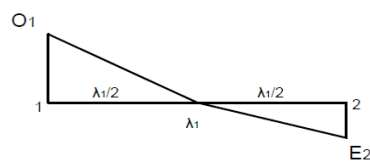
Στα σχήμα 4-30 και 4-31, συγκρίνονται τα διαγράμματα των επιφανειών, προκειμένου να βρεθεί ποια ποσότητα όγκων δεν υπολογίστηκε από την κλασσική μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών για πύκνωση ανά 20m. Η πράσινη γραμμή αντιστοιχεί στα επιχώματα και η κόκκινη στα ορύγματα.

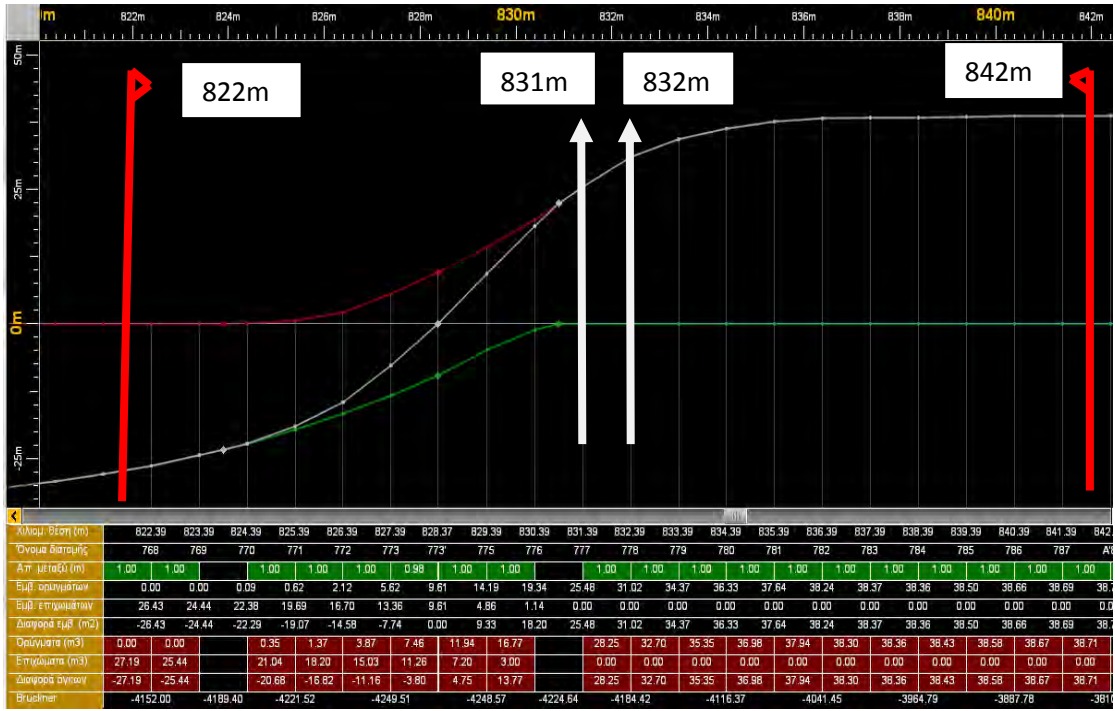
Από ότι φαίνεται στο διάγραμμα των ανά 1m, το εμβαδό των ορυγμάτων είναι μηδενικό μέχρι την Χ.Θ. 769m και των επιχωμάτων μηδενίζεται στα 831m, ενώ στο διάγραμμα των ανά 20 m στην Χ.Θ. 832m μηδενίζεται ταυτόχρονα το εμβαδό και των δύο. Αυτή η μετατόπιση οφείλεται στο ότι η πύκνωση των διατομών γίνεται ανά 1 μέτρο στο σχήμα 4-30.

Το ενδιαφέρον στο διάγραμμα επιφανειών για τη πύκνωση των διατομών ανά 20 μέτρα είναι ότι χρησιμοποιείται η περίπτωση 2 από το κεφάλαιο 2.3.3. Δηλαδή, όταν η μία διατομή βρίσκεται ολόκληρη σε όρυγμα και η άλλη ολόκληρη σε επίχωμα, ο όγκος μεταξύ των διατομών είναι:

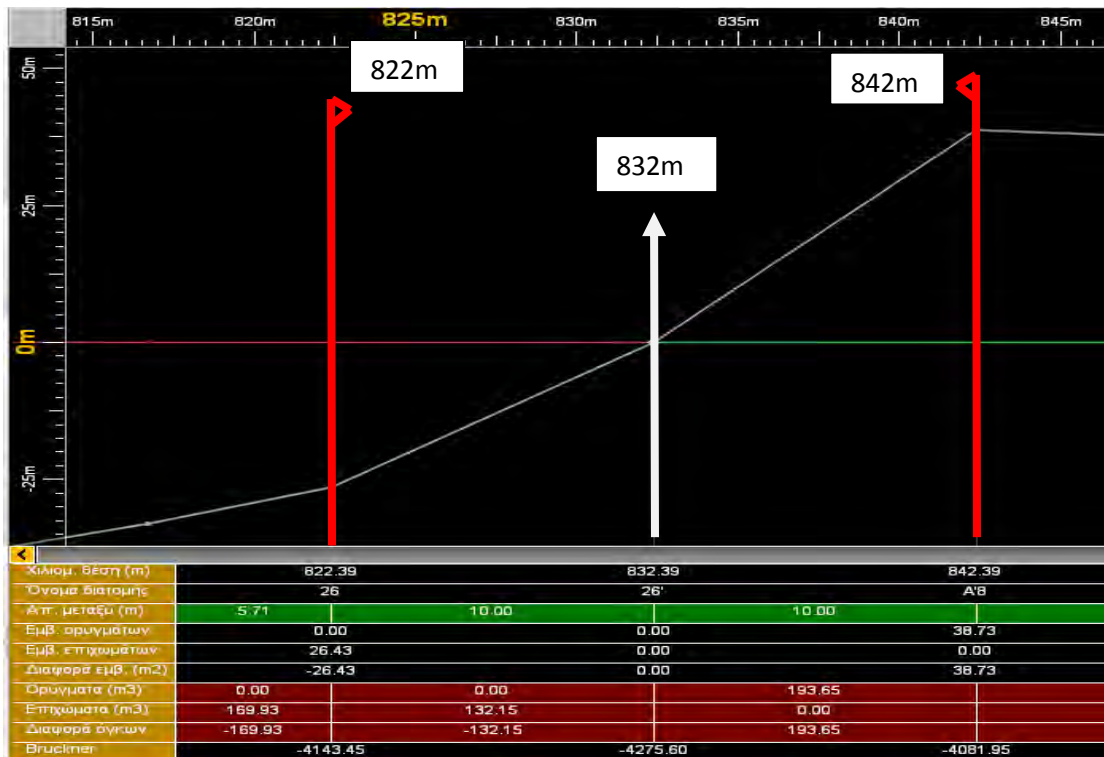
$$V_{op} = O_1 * \frac{\lambda_1}{4}$$

$$V_{ep} = E_1 * \frac{\lambda_1}{4}$$





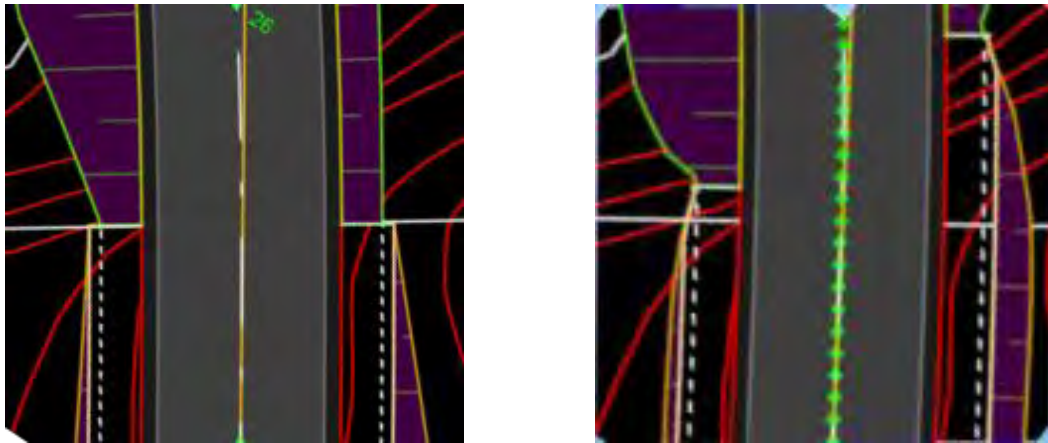
Σχήμα 4- 30: Διαγράμματα επιφανειών ανά 1 μέτρο



Σχήμα 4- 31: Διαγράμματα επιφανειών ανά 20 μέτρα

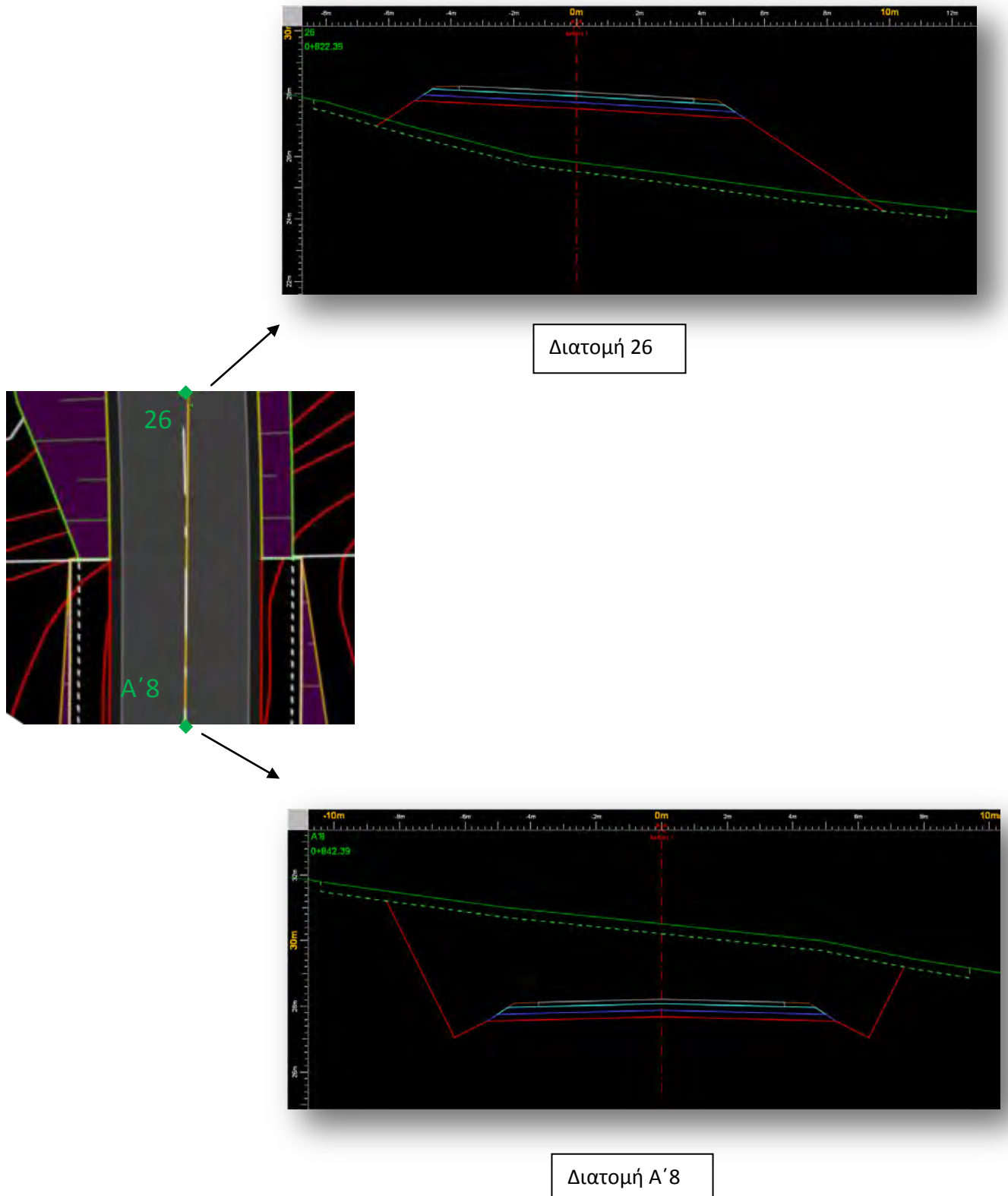
Στο σχήμα 4-32 φαίνεται πως δημιουργούνται τα ορύγματα και τα επιχώματα πάνω στον δρόμο για τις χιλιομετρικές θέσεις 822m και 842m. Αριστερά, παρουσιάζεται ο δρόμος για πύκνωση διατομών ανά 20m και στα δεξιά ο δρόμος για πύκνωση ανά 1m. Έτσι, σχηματίζεται μια πλήρης εικόνα για τις ποσότητες ορυγμάτων που δεν υπολογίστηκαν σωστά από την κλασσική μέθοδο (σχήμα στα αριστερά) σε σύγκριση με την θεωρούμενη ως ακριβή λύση (σχήμα στα δεξιά). Η άσπρη γραμμή στο μέσον των σχημάτων δείχνει την θέση που γίνεται η απόσβεση των ορυγμάτων και των επιχωμάτων για πύκνωση διατομών ανά 20 m, δηλαδή στο μέσον της απόστασης μεταξύ 822m-842m. Στην πύκνωση ανά 1m, τα ορύγματα και τα επιχώματα δεν μηδενίζονται στην ίδια χιλιομετρική θέση με αυτήν στην ανά 20m πύκνωση.

Το σχήμα 4-32 προέρχεται από το πρόγραμμα Anadelta Tessera και η γραφική παράσταση των πρηνών γίνεται σύμφωνα αυτό. Η μωβ περιοχή αντιστοιχεί στα επιχώματα και η άσπρη διακεκομμένη στα ορύγματα.



Σχήμα 4- 32: Ο δρόμος Agria01 στις Χ.Θ. 822m-842m

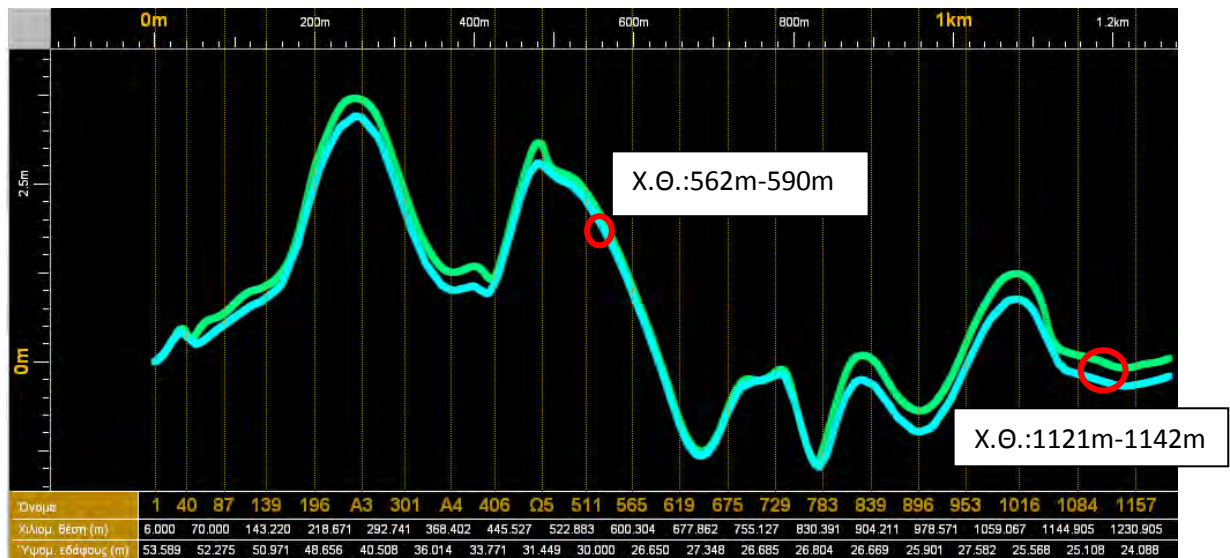
Στο σχήμα 4-33 παρουσιάζονται οι διατομές στις χιλιομετρικές θέσεις 822m και 842m. Συγκεκριμένα αφορούν αυτές που προέρχονται από την πύκνωση των διατομών ανά 20m και γι αυτό οι αντίστοιχες ονομασίες του είναι Διατομή 26 και Διατομή Α'8. Η Διατομή 26 βρίσκεται εξολοκλήρου σε όρυγμα, ενώ η Διατομή Α'8 σε επίχωμα.



Σχήμα 4- 33: Ο δρόμος Agria01 στις Χ.Θ. 822m-842m και οι αντίστοιχες διατομές σε αυτές τις χιλιομετρικές θέσεις

4.8.2 Agria09 για τυπική διατομή γ2

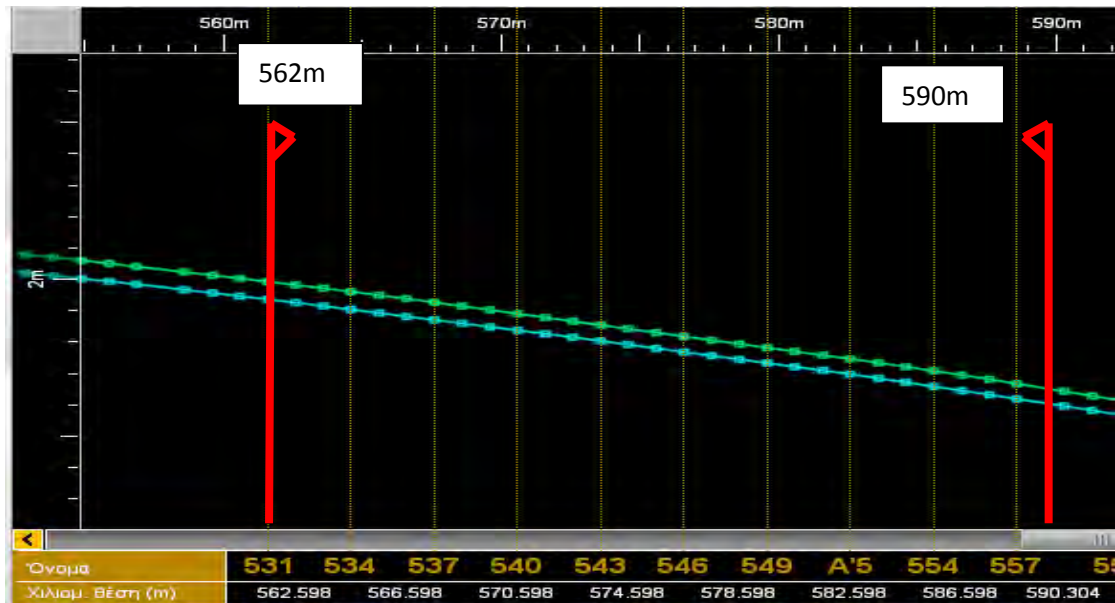
Και σε αυτή την περίπτωση θα γίνει σύγκριση μεταξύ των διαγραμμάτων Bruckner (δηλαδή της γραμμής των όγκων) του έργου Agria09 για πύκνωση διατομών ανά 1 μέτρο (πράσινη γραμμή) και ανά 20 μέτρα (γαλάζια γραμμή), όπως φαίνεται στο Σχήμα 4-34. Θεωρητικά θα έπρεπε να υπάρχει μια ταύτιση των διαγραμμάτων, αλλά αυτό δεν συμβαίνει σε όλο το μήκος του δρόμου. Στη συνέχεια εξετάζονται τα σημεία που η μια γραμμή είναι κοντά στην άλλη, παρατηρώντας τις διαφορές στα διαγράμματα επιφανειών. Οι Χ.Θ. που ερευνώνται είναι οι 562m-590m και οι 1121m-1142m. Στην πρώτη περίπτωση η κλασική μέθοδος προσεγγίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια τους χωματισμούς, ενώ στην δεύτερη η απλοποιημένη.



Σχήμα 4- 34: Διαγράμματα Bruckner για πύκνωση ανά 1μέτρα και ανά 20 μέτρα

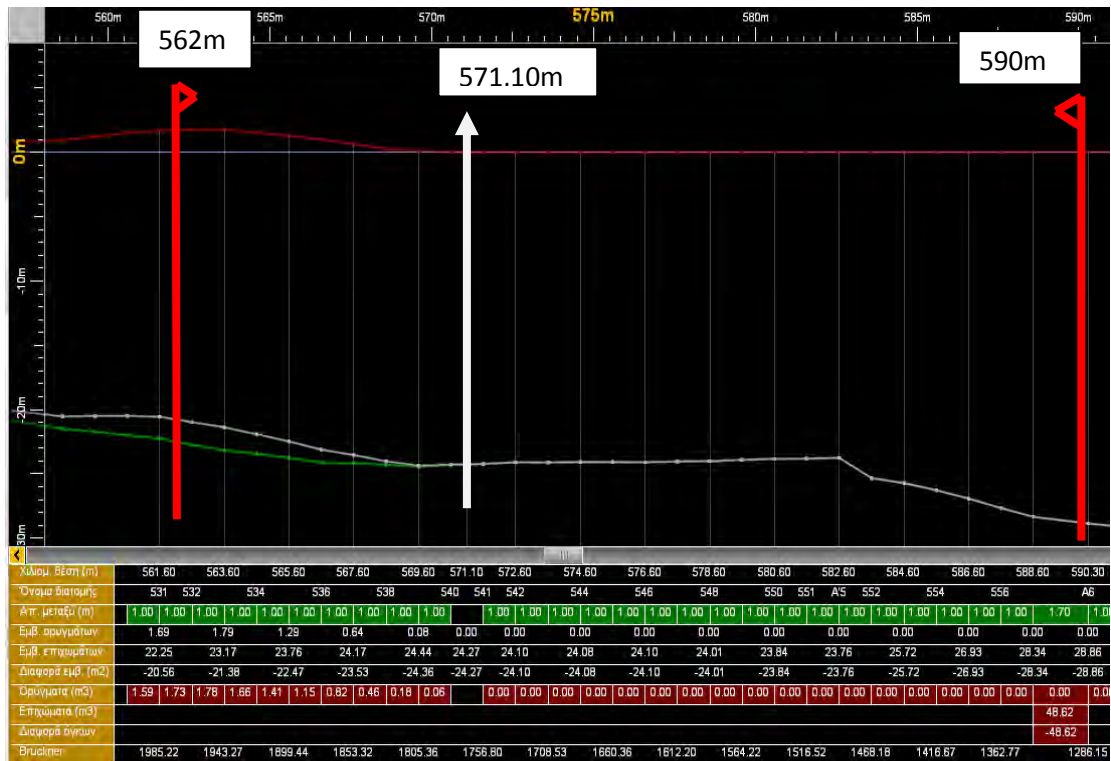
✓ Χ.Θ.: 562m-590m

Στο Σχήμα 4-35, φαίνεται το διάγραμμα Bruckner για τις Χ.Θ. 562m-590m. Από ότι προκύπτει οι δυο γραμμές του διαγράμματος Bruckner είναι πολύ κοντά μεταξύ τους και σχεδόν παράλληλες. Άρα, σε αυτό το σημείο η κλασσική μέθοδος προσεγγίζει σωστά του όγκους των χωματισμών αφού τα αποτελέσματα της είναι πολύ κοντά στην ακριβή λύση.



Σχήμα 4- 35: Σύγκριση διαγραμμάτων Bruckner στην Χ.Θ. 562m-590m

Στα σχήματα 4-36 και 4-37, συγκρίνονται τα διαγράμματα των επιφανειών. Η πράσινη γραμμή αντιστοιχεί στα επιχώματα και η κόκκινη στα ορύγματα.. Από ότι φαίνεται στο διάγραμμα των ανά 1m, το εμβαδό των ορυγμάτων μηδενίζεται μεταξύ των Χ.Θ. 570,60m-571,60m και χρησιμοποιείται ενδιάμεση διατομή σύμφωνα με την κλασσική μέθοδο στην Χ.Θ. 571,10m. Αντίθετα, στο διάγραμμα των ανά 20m το εμβαδό των ορυγμάτων μηδενίζεται μεταξύ των Χ.Θ. 562,60-582,60m και χρησιμοποιείται ενδιάμεση διατομή σύμφωνα με την κλασσική μέθοδο στην Χ.Θ. 572,60m. Η απόσταση αυτών των δύο ενδιάμεσων διατομών είναι παρά πολύ μικρή, με αποτέλεσμα η κλασσική μέθοδος να υπολογίζει σωστά αυτήν την φορά το σημείο μηδενισμού μεταξύ δυο διατομών, που η μία είναι σε όρυγμα και η άλλη μηδενική. Έτσι υπολογίζονται σωστά και οι όγκοι των χωματισμών, και σε αυτό οφείλεται η παράλληλη εξέλιξη των δύο γραμμών όγκων στο σχήμα 4-35.



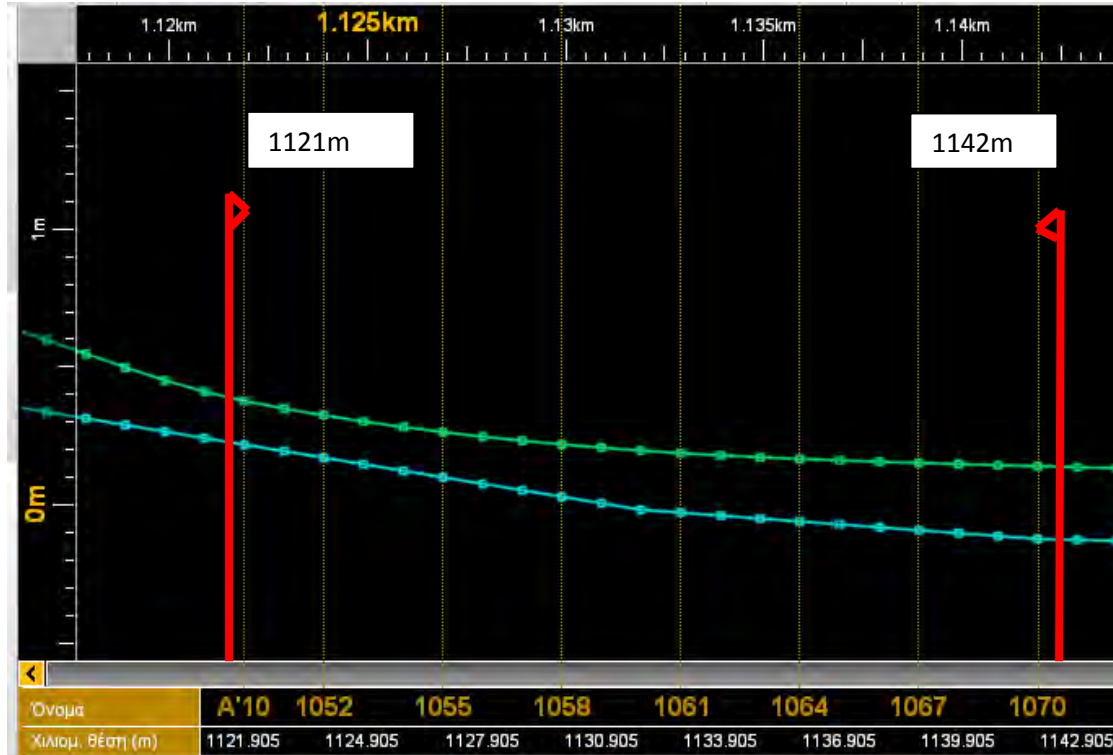
Σχήμα 4- 36: Διαγράμματα επιφανειών ανά 1 μέτρο



Σχήμα 4- 37: Διαγράμματα επιφανειών ανά 20 μέτρα

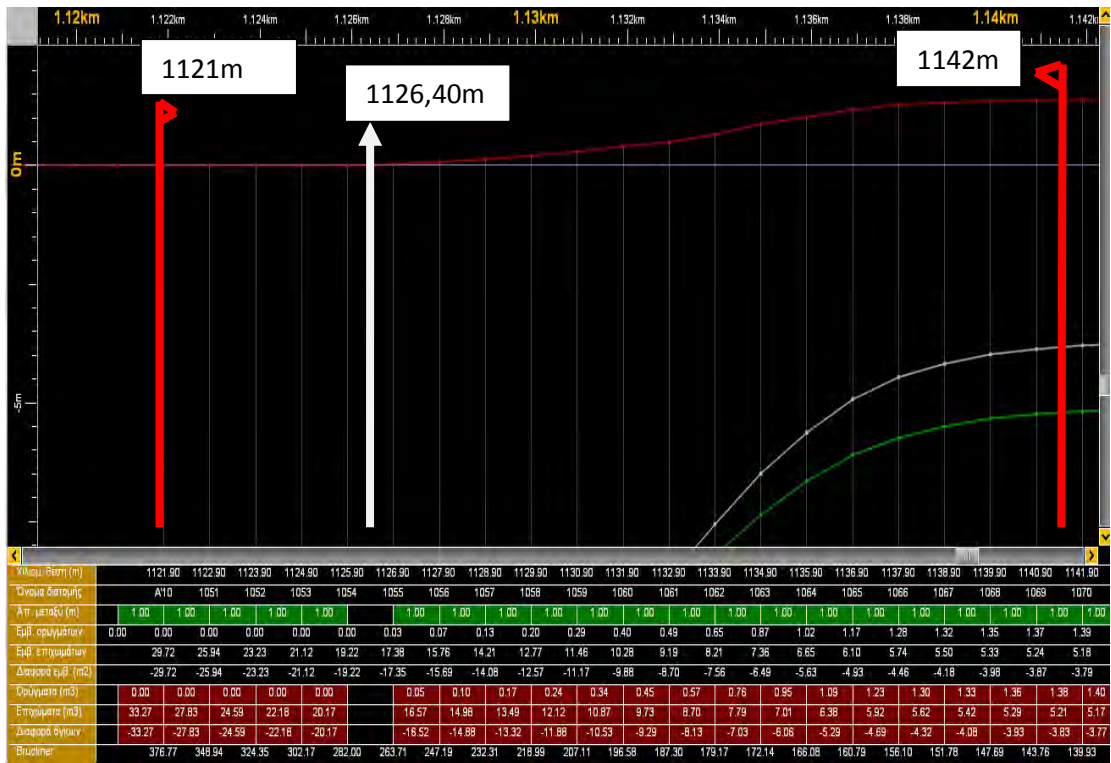
✓ Χ.Θ.: 1121m-1142m

Στο Σχήμα 4-38, φαίνεται το διάγραμμα Bruckner για τις Χ.Θ. 1121m-1142m. Από ότι προκύπτει οι δυο γραμμές του διαγράμματος Bruckner (δηλαδή οι γραμμές των όγκων) είναι σχεδόν παράλληλες.

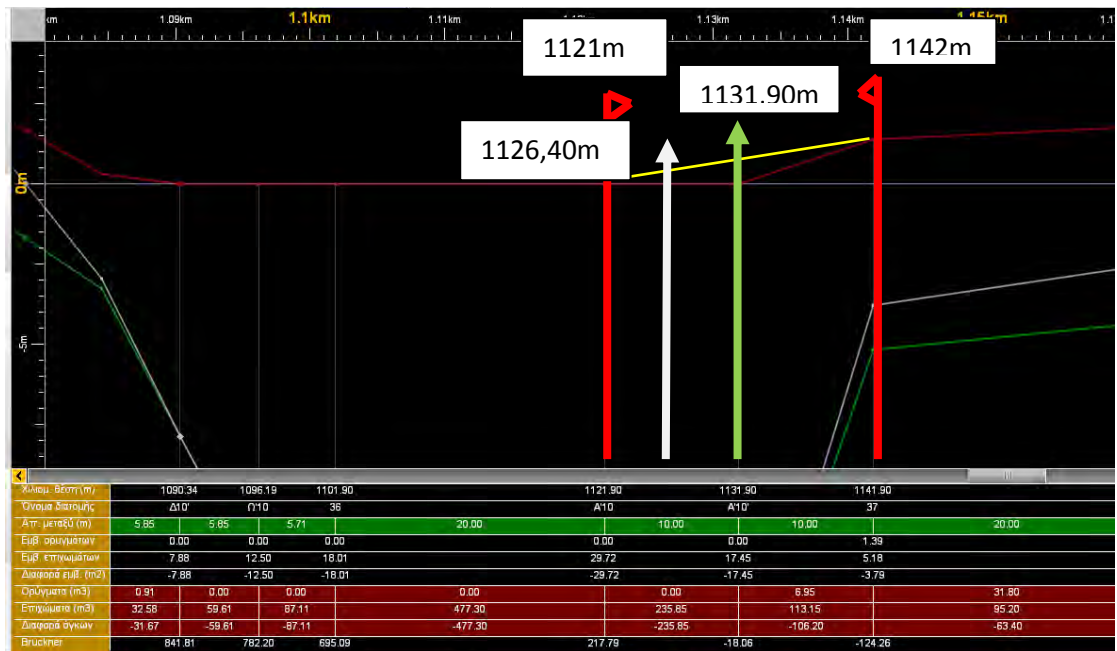


Σχήμα 4- 38: Σύγκριση διαγραμμάτων Bruckner στην Χ.Θ. 1121m-1142m

Στα σχήματα 4-39 και 4-40, συγκρίνονται τα διαγράμματα των επιφανειών. Η πράσινη γραμμή αντιστοιχεί στα επιχώματα και η κόκκινη στα ορύγματα. Από ότι φαίνεται στο διάγραμμα των ανά 1m, το εμβαδόν των ορυγμάτων μηδενίζεται μεταξύ των Χ.Θ. 1126,90m-1125,90 και χρησιμοποιείται ενδιάμεση διατομή σύμφωνα με την κλασσική μέθοδο στην Χ.Θ. 1126,40m. Αντίθετα, στο διάγραμμα των ανά 20 m το εμβαδό των ορυγμάτων μηδενίζεται μεταξύ των Χ.Θ. 1141,90-1121,90m και χρησιμοποιείται ενδιάμεση διατομή σύμφωνα με την κλασσική μέθοδο των εφαρμοστέων στην Χ.Θ. 1131,90m. Η απόσταση αυτών των δύο ενδιάμεσων διατομών είναι 5,5m, ενώ αν χρησιμοποιούνταν η απλοποιημένη μέθοδος θα ήταν 4,5m (αφού δεν θα χρειαζόνταν ενδιάμεση διατομή και ο μηδενισμός του ορύγματος θα γίνονταν στην Χ.Θ. 1121,90m), όπως δείχνει και η κίτρινη γραμμή στο σχήμα 4-39. Επομένως, σε αυτήν την περίπτωση αν υπολογίζονταν οι όγκοι των χωματισμών με την απλοποιημένη μέθοδο ίσως να προέκυπταν καλύτερα αποτελέσματα.



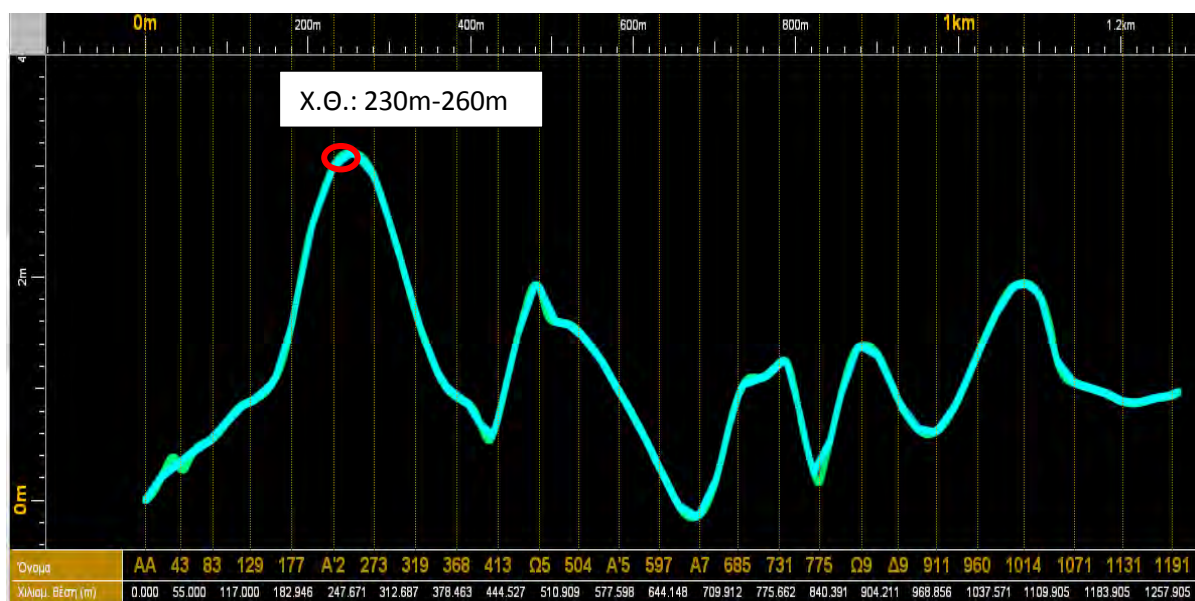
Σχήμα 4- 39: Διαγράμματα επιφανειών ανά 1 μέτρο



Σχήμα 4- 40: Διαγράμματα επιφανειών ανά 20 μέτρα

4.8.3 Αγρια16 για τυπική διατομή ζ2

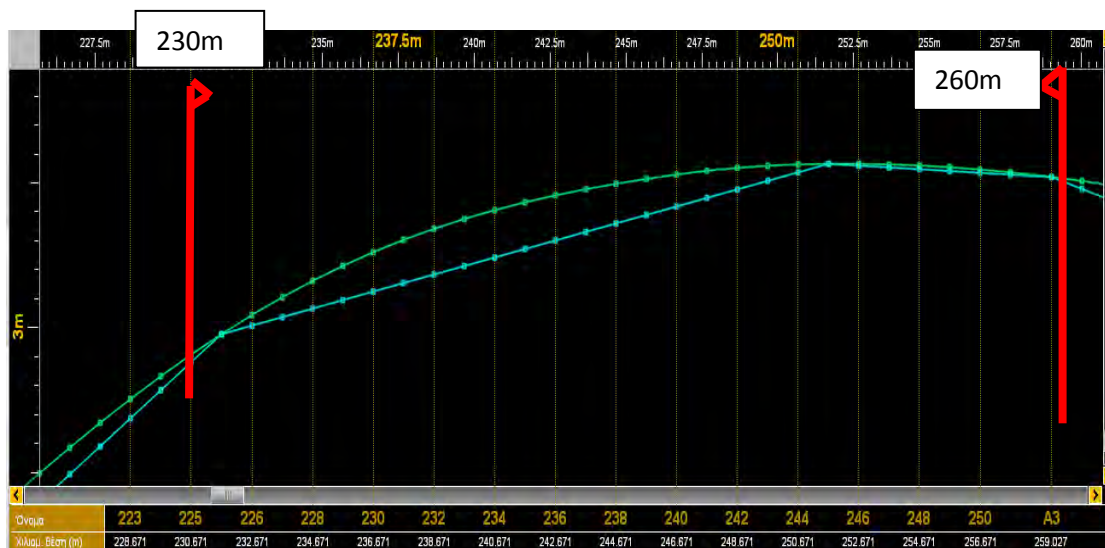
Όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις, θα γίνει σύγκριση των διαγραμμάτων Bruckner του έργου Αγρια16 για πυκνωση διατομών ανά 1 μέτρο (πράσινη γραμμή) και ανά 20 μέτρα (γαλάζια γραμμή), όπως φαίνεται στο Σχήμα 4-41. Στην περίπτωση αυτή οι δύο γραμμές είναι αρκετά κοντά στο μεγαλύτερο μέρος του δρόμου. Έτσι, θα εξεταστεί ένα από τα σημεία που η μια γραμμή είναι κοντά στην άλλη, παρατηρώντας τις διαφορές στα διαγράμματα επιφανειών. Οι Χ.Θ. που ερευνώνται είναι οι 230m-260m, και σε αυτό το κομμάτι η απλοποιημένη μέθοδος υπολογίζει τους όγκους χωματισμών καλύτερα.



Σχήμα 4- 41: Διαγράμματα Bruckner για πυκνωση ανά 1μέτρα και ανά 20 μέτρα

✓ Χ.Θ.: 230m-260m

Στο Σχήμα 4-42, φαίνεται το διάγραμμα Bruckner για τις Χ.Θ. 230m-260m. Από ότι προκύπτει οι δυο γραμμές του διαγράμματος Bruckner είναι πολύ κοντά μεταξύ τους, εκτός από το κομμάτι 230m-251m. Στην περιοχή αυτή για πύκνωση ανά 20m στο διάγραμμα των επιφανειών για τα επιχώματα εμφανίζεται η περίπτωση 3i από το κεφάλαιο 2.3.2., δηλαδή όταν μια διατομή είναι ολόκληρη σε όρυγμα και η επόμενη είναι μικτή. Έτσι, μπορεί να εξεταστεί η εφαρμογή των δυο μεθόδων των εφαρμοστέων μηκών.



Σχήμα 4- 42: Σύγκριση διαγραμμάτων Bruckner στην Χ.Θ. 230m-260m

Στα σχήματα 4-43 και 4-44, συγκρίνονται τα διαγράμματα των επιφανειών. Η πράσινη γραμμή αντιστοιχεί στα επιχώματα και η κόκκινη στα ορύγματα. Από ότι φαίνεται στο διάγραμμα των ανά 1m, το εμβαδό των επιχωμάτων μηδενίζεται μεταξύ των Χ.Θ. 233,67m-232,67m και χρησιμοποιείται ενδιάμεση διατομή σύμφωνα με την κλασσική μέθοδο στην Χ.Θ. 233,17m. Αντίθετα, στο διάγραμμα των ανά 20 m το εμβαδόν των ορυγμάτων μηδενίζεται μεταξύ των Χ.Θ. 231,67-251,67m και χρησιμοποιείται ενδιάμεση διατομή σύμφωνα με την κλασσική μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών στην Χ.Θ. 241,67m. Η απόσταση αυτών των δύο ενδιάμεσων διατομών είναι αρκετά μεγάλη, ενώ αν χρησιμοποιούνταν η απλοποιημένη μέθοδος δεν θα υπήρχε ενδιάμεση διατομή και η μηδενική διατομή θα τοποθετούνταν στην Χ.Θ. 231,67m. Έτσι, η απλοποιημένη μέθοδος σε αυτήν την περίπτωση προσεγγίζει τους όγκους των χωματισμών πιο κοντά στην ακριβή λύση.



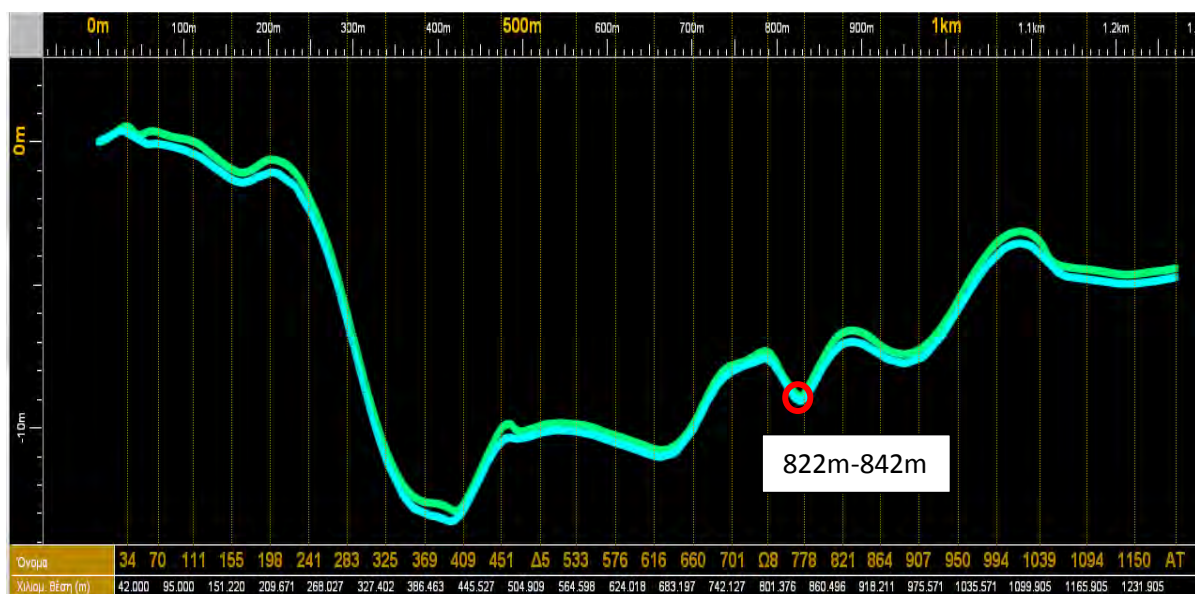
Σχήμα 4- 43: Διαγράμματα επιφανειών ανά 1 μέτρο



Σχήμα 4- 44: Διαγράμματα επιφανειών ανά 20 μέτρα

4.8.4 Agria10 για τυπική διατομή β2σ

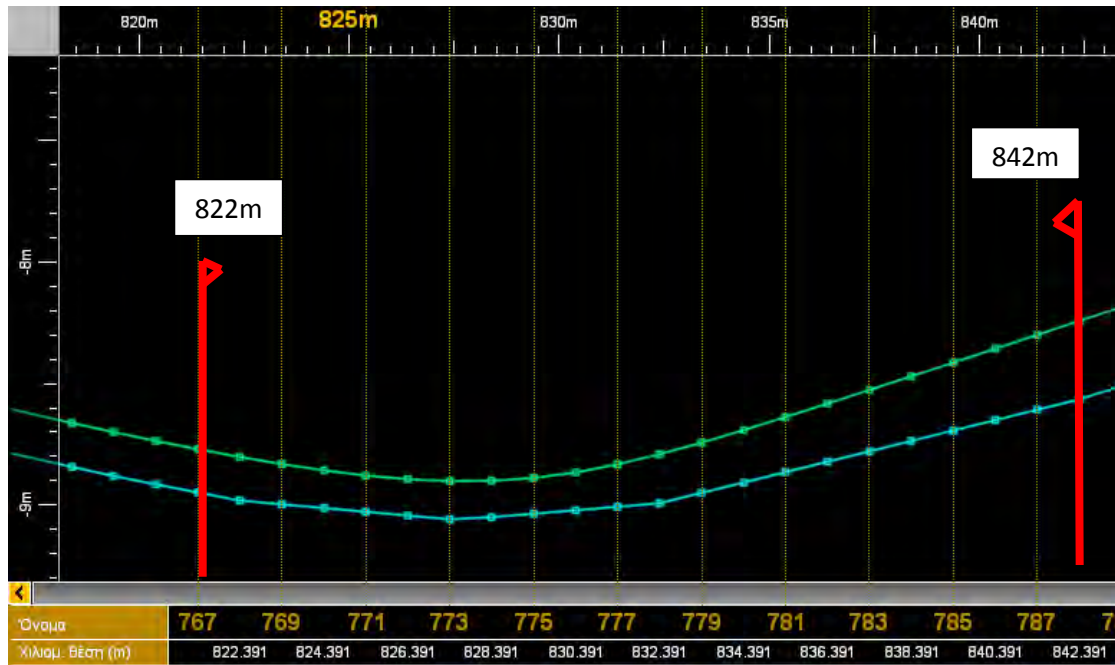
Όπως και στις δύο προηγούμενες περιπτώσεις θα γίνει σύγκριση των διαγραμμάτων Bruckner του έργου Agria10 για πύκνωση διατομών ανά 1 μέτρα (πράσινη γραμμή) και ανά 20 μέτρα (γαλάζια γραμμή), όπως φαίνεται στο Σχήμα 4-44. Στο έργο αυτό η κλασσική μέθοδος υπολογίζει σχεδόν ακριβώς τους χωματισμούς για τα επιχώματα. Έτσι, οι Χ.Θ. που ερευνώνται είναι οι 822m-842m, γιατί σε αυτό το σημείο βρίσκει εφαρμογή η κλασσική μέθοδος.



Σχήμα 4- 45: Διαγράμματα Bruckner για πύκνωση ανά 1 μέτρα και ανά 20 μέτρα

✓ Χ.Θ.: 822m-842m

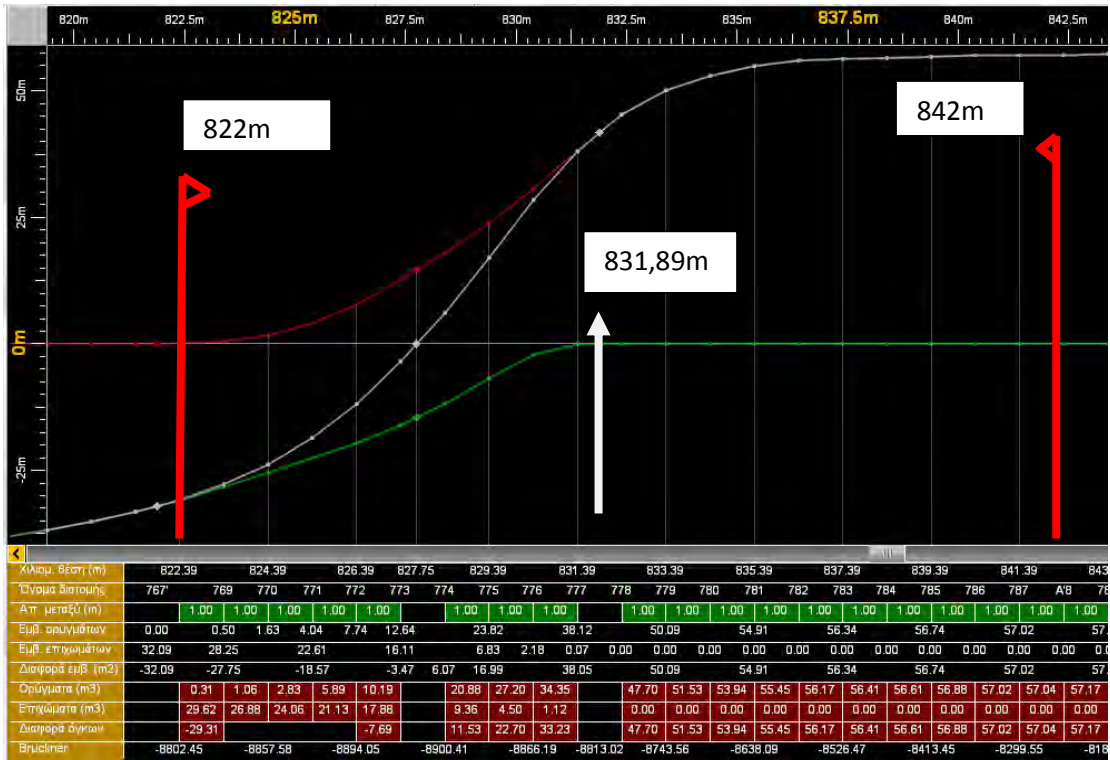
Στο Σχήμα 4-46, φαίνεται το διάγραμμα Bruckner για τις Χ.Θ. 822m-842m. Από ότι προκύπτει δυο γραμμές του διαγράμματος Bruckner είναι σχεδόν παράλληλες μεταξύ τους, αλλά δεν ταυτίζονται. Επομένως προκύπτει ότι η κλασσική μέθοδος προσεγγίζει την θεωρούμενη ως ακριβή τιμή των όγκων των χωματισμών.



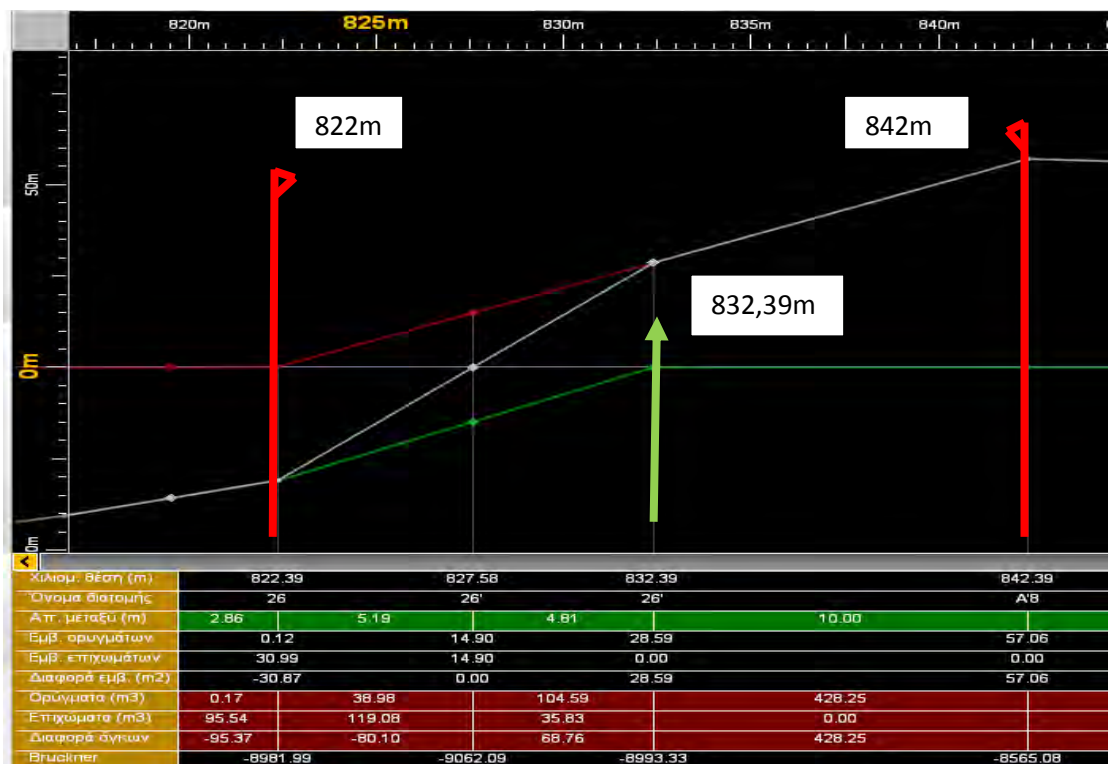
Σχήμα 4- 46: Σύγκριση διαγραμμάτων Bruckner στην Χ.Θ. 822m-842m

Στα σχήματα 4-47 και 4-48, συγκρίνονται τα διαγράμματα των επιφανειών, τα οποία φαίνονται να έχουν την ίδια μορφή. Η πράσινη γραμμή αντιστοιχεί στα επιχώματα και η κόκκινη στα ορύγματα.

Από ότι φαίνεται στο διάγραμμα των ανά 1m, το εμβαδό των επιχωμάτων μηδενίζεται στην Χ.Θ. 831,89m και των ορυγμάτων στην Χ.Θ. 822,39m. Στο διάγραμμα των ανά 20 m το εμβαδό των επιχωμάτων μηδενίζεται στην Χ.Θ. 832,39m και των ορυγμάτων στην Χ.Θ. 822,39m. Και στα δύο διαγράμματα το εμβαδό των ορυγμάτων μηδενίζεται ακριβώς στην ίδια θέση και των επιχωμάτων σχεδόν στην ίδια. Έτσι, η κλασσική μέθοδος σε αυτήν την περίπτωση προσεγγίζει τους όγκους των χωματισμών ακριβώς όπως και η ακριβής λύση.



Σχήμα 4- 47: Διαγράμματα επιφανειών ανά 1 μέτρο



Σχήμα 4- 48: Διαγράμματα επιφανειών ανά 20 μέτρα

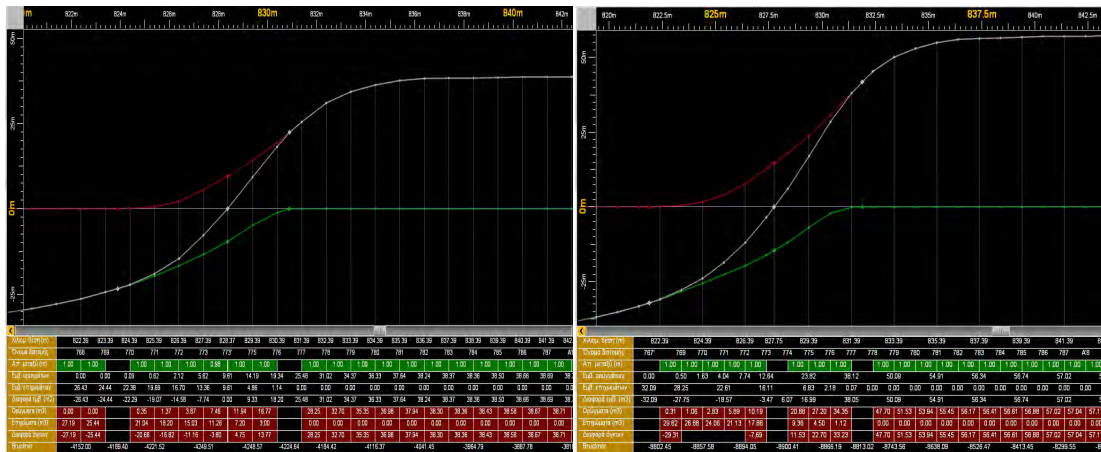
4.8.5 Σύγκριση Agria01 και Agria10 για την ίδια Χ.Θ.

Τα έργα Agria01 και Agria10 διερευνήθηκαν στην ίδια χιλιομετρική θέση, αλλά στο πρώτο χρησιμοποιήθηκε τυπική διατομή $\gamma 2$ και στο δεύτερο $\beta 2\sigma$. Συγκεκριμένα στην Χ.Θ.: 822m-842m εξετάστηκαν τα διαγράμματα Bruckner και επιφανειών για κάθε έργο ξεχωριστά. Για το έργο Agria10 η κλασσική μέθοδος υπολογίζει με μεγάλη ακρίβεια τους χωματισμούς και τα διαγράμματα των επιφανειών για πύκνωση διατομών ανά 1 μέτρο και ανά 20 μέτρα σχεδόν ταυτίζονται, ενώ στο έργο Agria01 δεν συμβαίνει το ίδιο.

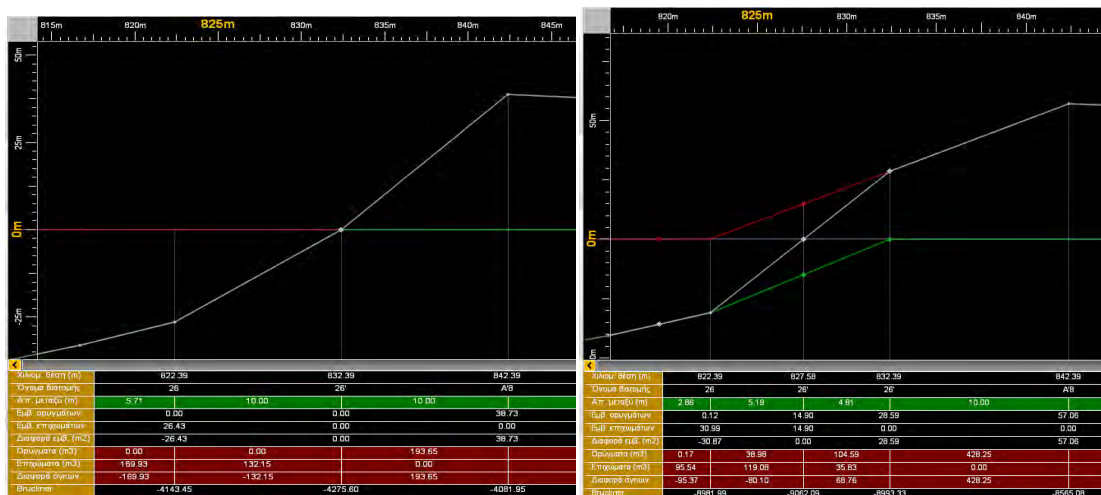
Στο σχήματα 4-49, φαίνονται τα διαγράμματα επιφανειών για πύκνωση ανά 1 μέτρο. Στα αριστερά βρίσκεται το διάγραμμα του έργου Agria01 και στα δεξιά του Agria10. Η μορφή των διαγραμμάτων είναι παρόμοια, δηλαδή τα εμβαδά των χωματισμών παρ' όλο που δεν είναι ίσα (αφού χρησιμοποιείται διαφορετική τυπική διατομή και διαφορετική μηκοτομή) ακολουθούν την ίδια αύξηση ή μείωση.

Στο σχήμα 4-50, φαίνονται τα διαγράμματα επιφανειών για πύκνωση ανά 20 μέτρα. Στα αριστερά βρίσκεται το διάγραμμα του έργου Agria01 και στα δεξιά του Agria10. Σε αντίθεση με το σχήμα 4-49, σε αυτά τα διαγράμματα δεν υπάρχει καμία αντιστοιχία. Για το έργο Agria10 το διάγραμμα επιφανειών των ανά 20m είναι σχεδόν ίδιο με το αντίστοιχο των ανά 1 μέτρο, ενώ δεν ισχύει το ίδιο στο έργο Agria01.

Συμπερασματικά στο έργο Agria10, το οποίο έχει τυπική διατομή $\beta 2\sigma$, η κλασσική μέθοδος υπολογίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια τους χωματισμούς σε σύγκριση με το έργο Agria01, το οποίο έχει τυπική διατομή $\gamma 2$. Στην παρούσα περίπτωση η κλασσική μέθοδος φαίνεται να είναι ακριβέστερη για την φαρδύτερη διατομή. Βεβαία αυτός ο ισχυρισμός δεν μπορεί γενικευτεί, καθώς συγκρίνεται ένα μικρό κομμάτι δρόμου για δύο διαφορετικές μηκοτές.



Σχήμα 4- 49: Διαγράμματα επιφανειών για πύκνωση ανά 1m των έργων Agria01 και Agria10 αντίστοιχα



Σχήμα 4- 50: Διαγράμματα επιφανειών για πύκνωση ανά 1m των έργων Agria01 και Agria10 αντίστοιχα

Κεφάλαιο 5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων

Εν κατακλείδι, χρησιμοποιήθηκαν 45 έργα οδοποιίας, τα οποία είχαν την ίδια οριζοντιογραφία, αλλά διαφορετικές μηκοτομές. Μέσω αυτών έγινε διερεύνηση των δύο μεθόδων των εφαρμοστέων μηκών, δηλαδή της απλοποιημένης κατά την οποία το εφαρμοστέο μήκος προκύπτει πάντα ως το ημιάθροισμα της απόστασης μεταξύ δύο διαδοχικών διατομών και της κλασσικής.

Αρχικά προκειμένου να βρεθεί η ακριβής τιμή των χωματισμών έγινε πύκνωση διατομών ανά 20, 10, 5, 2, 1 μέτρα για τα 45 έργα με τυπική διατομή γ_2 . Από την διαδικασία αυτή προέκυψε:

- ✓ ότι όσο αυξάνεται η πύκνωση των διατομών τόσο οι όγκοι συγκλίνουν στην τιμή της ανά 1 μέτρο πύκνωσης
- ✓ τα αποτελέσματα των όγκων των χωματισμών που προκύπτουν από την πύκνωση ανά 1 μέτρο θεωρούνται ως η ακριβής τιμή υπολογισμού για κάθε έργο

Στη συνέχεια έγιναν υπολογισμοί των όγκων των χωματισμών για τρεις διαφορετικές τυπικές διατομές: $\beta_2\sigma$, γ_2 , ζ_2 . Επίσης για τυπική διατομή γ_2 για τα 45 έργα βρέθηκαν οι όγκοι των χωματισμών για τα δύο μισά κάθε δρόμου. Οι υπολογισμοί έγιναν σύμφωνα με την απλοποιημένη μέθοδο των εφαρμοστέων μηκών και σύμφωνα με την κλασσική για πύκνωση διατομών ανά 20 μέτρα. Οι τιμές αυτές για κάθε έργο συγκρίθηκαν με την θεωρούμενη ως ακριβή τιμή, δηλαδή αυτή που προκύπτει από την πύκνωση ανά 1 μέτρο. Η σύγκριση έγινε μέσω των αποκλίσεων, δηλαδή της αφαίρεσης της θεωρούμενης ως ακριβούς τιμή από τους αντίστοιχους όγκους των χωματισμών που προκύπτουν από τις δύο μεθόδους. Συνοψίζοντας προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα:

- ✓ Για κανέναν από τους τρεις τύπους διατομών $\beta_2\sigma$, γ_2 και ζ_2 δεν μπορεί να ειπωθεί με βεβαιότητα ότι κάποια από τις δύο μεθόδους των εφαρμοστέων μηκών υπολογίζει με περισσότερη ακρίβεια τους όγκους χωματισμών, αφού υπάρχουν περιπτώσεις και για τις δύο μεθόδους που δίνουν ακριβή αποτελέσματα ή που τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων ταυτίζονται.
- ✓ Η απλοποιημένη μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών, για την συγκεκριμένη οριζοντιογραφία προσέγγιζε πάντα ακριβέστερα τους όγκους των χωματισμών των ορυγμάτων για όλες τις περιπτώσεις.
- ✓ Από το διάγραμμα αποκλίσεων των επιχωμάτων και των ορυγμάτων, φαίνεται ότι η απλοποιημένη μέθοδος υπολογίζει τους όγκους των χωματισμών με παρόμοιο τρόπο και για τις τρεις τυπικές διατομές, καθώς υπάρχει μία ομοιομορφία στα αποτελέσματα της. Αντίθετα τα αποτελέσματα της κλασσικής μεθόδου είχαν μία ακανόνιστη μορφή.

- ✓ Αν για ένα έργο η μία μέθοδος υπολογίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια τους όγκους, δεν σημαίνει ότι για όλα τα κομμάτια του δρόμου θα ισχύει αυτό.
- ✓ Οι δύο μέθοδοι σε πολλές περιπτώσεις ήταν ισοδύναμες, δηλαδή έδιναν τα ίδια αποτελέσματα.
- ✓ Στην φαρδύτερη διατομή ($\beta 2\sigma$) για τον υπολογισμό των επιχωμάτων ο αριθμός των έργων για τα οποία η απλοποιημένη μέθοδος είναι ακριβέστερη, είναι σχεδόν ίδιος με αυτόν της κλασσικής, δηλαδή οι δύο μέθοδοι σε αυτήν την περίπτωση είναι ισοδύναμες.
- ✓ Για τις πιο στενές διατομές ($\gamma 2$, $\zeta 2$) η απλοποιημένη μέθοδος φαίνεται να προσεγγίζει καλύτερα τους όγκους χωματισμών για τα επιχώματα.

5.2 Συμπεράσματα

Με βάση τα αποτελέσματα από τα 45 έργα οδοποιίας, τα οποία είχαν την ίδια οριζοντιογραφία, αλλά διαφορετικές μηκοτομές προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα. Αυτά αρχικά αφορούν μόνο την συγκεκριμένη οριζοντιογραφία, αλλά θα μπορούσαν σε ορισμένα σημεία να γενικευτούν:

- ✓ Όσο αυξάνεται η πύκνωση των διατομών ενός έργου τόσο οι όγκοι των επιχωμάτων όσο και των ορυγμάτων συγκλίνουν προς την ακριβέστερη τιμή τους, πού είναι αυτή για πύκνωση ανά 1 μέτρο.
- ✓ Για κανέναν από τους τρεις τύπους διατομών $\beta 2\sigma$, $\gamma 2$ και $\zeta 2$ δεν μπορεί να ειπωθεί με βεβαιότητα ότι κάποια από τις δύο μεθόδους των εφαρμοστέων μηκών υπολογίζει με περισσότερη ακρίβεια τους όγκους χωματισμών, αφού υπάρχουν περιπτώσεις και για τις δύο μεθόδους που δίνουν ακριβή αποτελέσματα ή που τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων ταυτίζονται.
- ✓ Παρ' ότι χρησιμοποιήθηκε η ίδια οριζοντιογραφία, αλλά διαφορετικές μηκοτομές, δεν φαίνεται ότι μπορεί να προκύψει κάποια εξάρτηση από αυτό, αφού καμία μέθοδος δεν έδινε πάντα καλύτερα αποτελέσματα και για τα 45 έργα.
- ✓ Χρησιμοποιώντας ως παράμετρο τις διαφορετικές μηκοτομές και ως σταθερά την οριζοντιογραφία, δεν μπορεί να προκύψει κανένα συμπέρασμα που να γενικεύει την χρήση κάποιας μεθόδου. Με λίγα λόγια, καμία μέθοδος δεν υπολόγιζε πάντα ακριβέστερα τους όγκους των χωματισμών για όλες τις μηκοτομές.
- ✓ Η απλοποιημένη μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών, για την συγκεκριμένη οριζοντιογραφία προσέγγιζε πάντα ακριβέστερα τους όγκους των χωματισμών των ορυγμάτων για όλες τις περιπτώσεις. Άρα μπορεί να θεωρηθεί ότι η συγκεκριμένη μέθοδος είναι κατάλληλη για τον υπολογισμό των ορυγμάτων για την παρούσα οριζοντιογραφία.
- ✓ Από το διάγραμμα αποκλίσεων των επιχωμάτων και των ορυγμάτων, φαίνεται ότι η απλοποιημένη μέθοδος υπολογίζει τους όγκους των χωματισμών με παρόμοιο τρόπο και για τις τρεις τυπικές διατομές, καθώς υπάρχει μία ομοιομορφία στα αποτελέσματα της. Αυτό κάνει την συγκεκριμένη μέθοδο

πιο αξιόπιστη, σε αντίθεση με την κλασσική μέθοδο, που δεν μπορεί κανείς να προβλέψει πως θα υπολογίσει τους χωματισμούς.

- ✓ Δεν υπάρχει καμία αμφισβήτηση ότι κάποια μέθοδος δεν μπορεί να προσεγγίσει σωστά τους όγκους των χωματισμών, αφού σε ορισμένες περιπτώσεις και οι δύο μέθοδοι κατάφεραν να υπολογίζουν ακριβώς τα αποτελέσματα, δηλαδή ήταν ισοδύναμες.
- ✓ Αν για ένα έργο η μία μέθοδος υπολογίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια τους όγκους, δεν σημαίνει ότι για όλα τα κομμάτια του δρόμου θα ισχύει αυτό.

Με επιφύλαξη μόνο μπορεί να θεωρηθεί ότι η απλοποιημένη μέθοδος αποδίδει πιο αξιόπιστα αποτελέσματα, καθώς για τα 45 έργα που μελετηθήκαν υπήρχε μια ομοιομορφία μεταξύ των τελικών όγκων των χωματισμών. Επομένως, σαν πρόταση να αντικατασταθεί η κλασσική μέθοδος των εφαρμοστέων μηκών από την απλοποιημένη, θα μπορούσε να αφορά μόνο κατά τον υπολογισμό των χωματισμών με την χρήση προγραμμάτων, γιατί απλοποιείται η υπολογιστική διαδικασία.

Ακόμα, προκειμένου να ξεπεραστεί οποιαδήποτε αμφιβολία για την χρήση της απλοποιημένης μεθόδου από έναν μελετητή ενός έργου οδοποιίας, το οποίο είναι έργο απαιτητικό και με μεγάλη ευθύνη, διαβεβαιώνεται ότι συνήθως τα αποτελέσματα της είναι ακριβέστερα ή και ισοδύναμα από αυτά της κλασσικής μεθόδου. Συγκεκριμένα κατά τον υπολογισμό των ορυγμάτων για τα 45 έργα που μελετήθηκαν έδινε πάντα ακριβέστερα αποτελέσματα από την κλασσική.

5.3 Προτάσεις

Τέλος, θα μπορούσε να γίνει περαιτέρω μελέτη του αντικείμενου της διερεύνησης των μεθόδων υπολογισμού χωματισμών. Συγκεκριμένα, θα ήταν ενδιαφέρον να εξετασθούν οι ιδιαίτερες περιπτώσεις σαν και αυτές του κεφαλαίου 4.8 σε ένα 3D περιβάλλον, ώστε να κατανοηθεί πως ακριβώς προκύπτουν οι όγκοι των χωματισμών. Επίσης, θα μπορούσε να αποτελέσει αντικείμενο έρευνας μεταγενέστερων διπλωματικών εργασιών και η διερεύνηση των δύο μεθόδων υπολογισμού των χωματισμών, της απλοποιημένης και της κλασσικής μεθόδου των εφαρμοστέων μηκών, για χρήση διαφορετικών ανάγλυφων στην ίδια οριζοντιογραφία και μηκοτομή. Με άλλα λόγια θα ήταν ενδιαφέρον να εξετασθούν τα αποτελέσματα των χωματισμών που προκύπτουν από ένα ανάγλυφο και μικρές παραλλαγές αυτού στην ίδια οριζοντιογραφία.

Κεφάλαιο 6 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

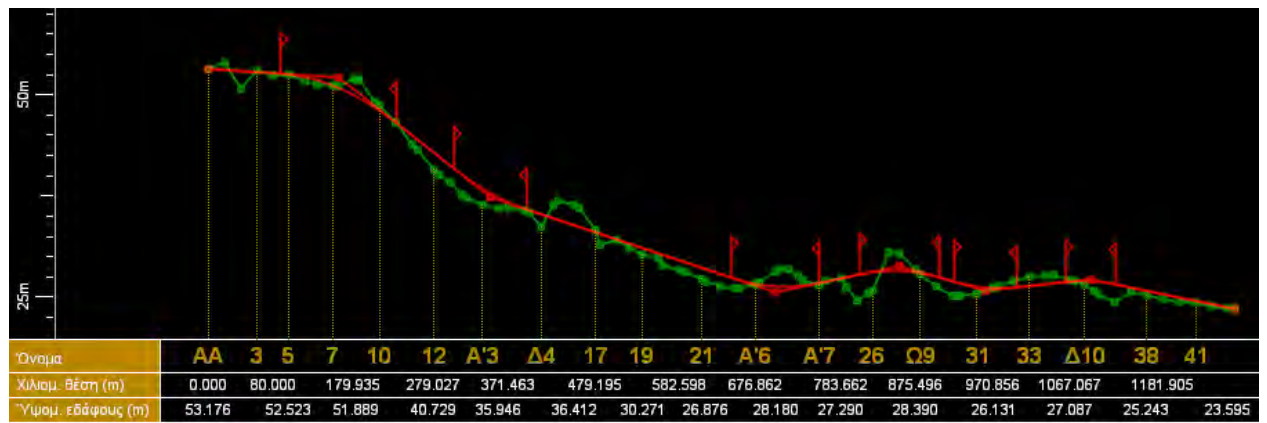
- [1] Αποστελέρης Α., «ΟΔΟΠΪΑ Ι-ΧΑΡΑΞΕΙΣ & ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΩΜΑΤΙΣΜΩΝ ΘΕΩΡΙΑ ΚΑΙ ΠΡΑΚΤΙΚΗ», Αθήνα 2015
- [2] Γκίζας Ι., «ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΧΩΜΑΤΙΣΜΩΝ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, 2016
- [3] Γκούντας Ι., «Οδοποιία-Θεωρία» . Αναρτήθηκε την 18/8/2017 από:
<https://openclass.teiwm.gr/modules/document/file.php/ENV-POL107/%CE%9F%CE%B4%CE%BF%CF%80%CE%BF%CE%B9%CE%AF%CE%B1-%20%CE%98%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%AF%CE%B1.pdf>
- [4] Κανελλαΐδης Γ., Καλτσούνης Α., Μαλέρδος Γ., Γλαρός Γ., « Σημειώσεις Οδοποιίας ΙΙ,-Χωματισμοί-Κίνηση Εκχωμάτων», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα 2001
- [5] Καρακικές Ι., «ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΤΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΧΩΜΑΤΙΣΜΩΝ», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, 2016
- [6] Λυκουργιώτης Σ., «ΟΔΟΠΟΙΑ 2: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΟΔΩΝ». Ανακτήθηκε την 18/8/2017 από:
<http://eclass.teipat.gr/eclass/modules/document/file.php/768136/%CE%98%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%AF%CE%B1/%CE%9F%CE%B4%CE%BF%CF%80%CE%BF%CE%B9%CF%8A%CE%B1%202.pdf>
- [7] Μαρινέλλη Μ. «ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΛΓΟΡΙΘΜΩΝ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο,2012.
 Ανακτήθηκε την 18/8/2017 από:
http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/handle/123456789/7214/marinellim_earthmving.pdf?sequence=1
- [8] Μίντσης Γ., «Οδοποιία ΙΙ, Ενότητες 5&6: Χωματισμοί, κίνηση και διανομή γαιών», Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Ανακτήθηκε την 18/8/2017 από:
https://opencourses.auth.gr/modules/document/file.php/OCRS372/%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%BF%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82%20%CE%9C%CE%B1%CE%B8%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CF%82/5%20%26%206_%CE%A7%CF%89%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CF%83%CE%BC%CE%BF%CE%AF,%20%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CE%B7%CF%83%CE%B7%20%CE%BA%CE%B1%CE%B9%20%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CE%BD%CE%BF%CE%BC%CE%AE%20%CE%B3%CE%B1%CE%B9%CF%8E%CE%BD.pdf

- [9] Πισπιρίγκος Α., «ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΓΑΙΩΝ», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2014. Ανακτήθηκε την 18/8/2017 από:
http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/handle/123456789/39026/pispirigkos_thesis.pdf?sequence=1
- [10] Anadelta Tessera Manual 09-1-2015. Ανακτήθηκε την 18/8/2017 από:
<http://anadelta.com/index-gr.php?s=downloads>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΜΗΚΟΤΟΜΕΣ

Σχήμα 1: Μηκοτομή Agria01



Σχήμα 2: Μηκοτομή Agria02



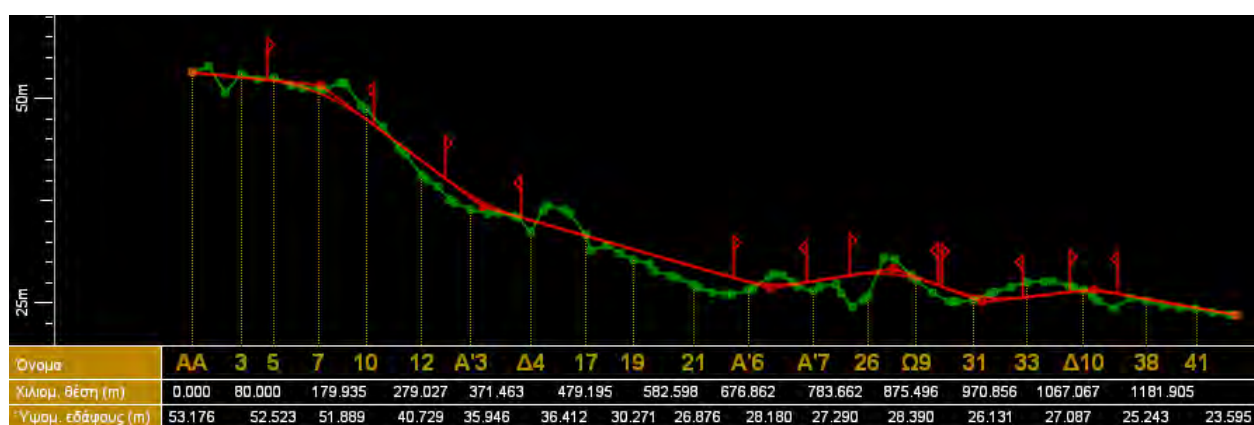
Σχήμα 3: Μηκοτομή Agria03



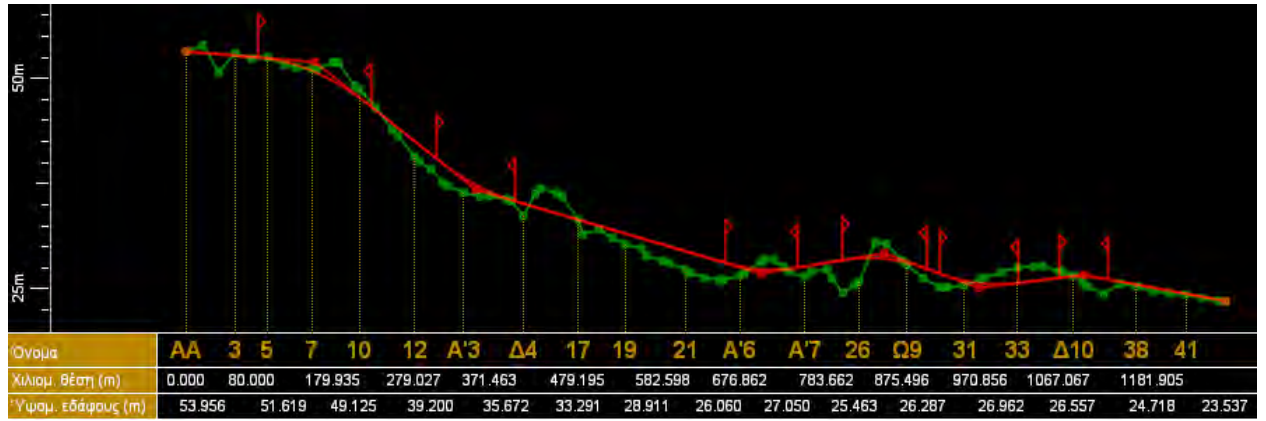
Σχήμα 4: Μηκοτομή Agria04



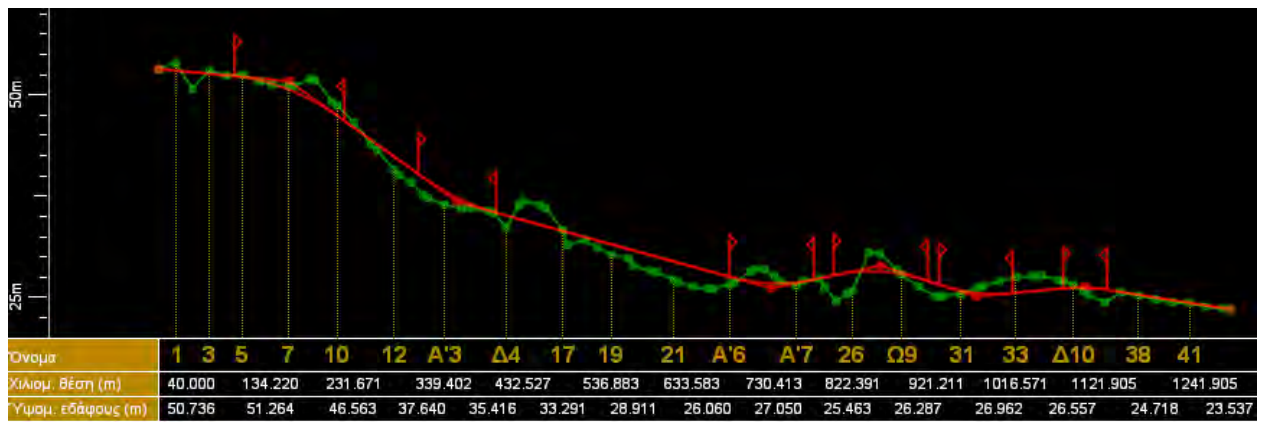
Σχήμα 5: Μηκοτομή Agria05



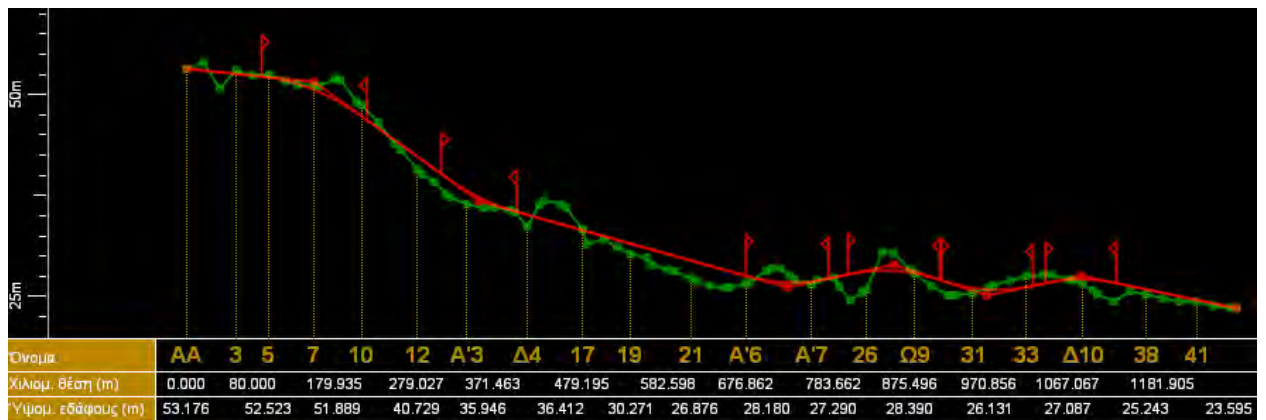
Σχήμα 6: Μηκοτομή Agria06



Σχήμα 7: Μηκοτομή Αγρια07



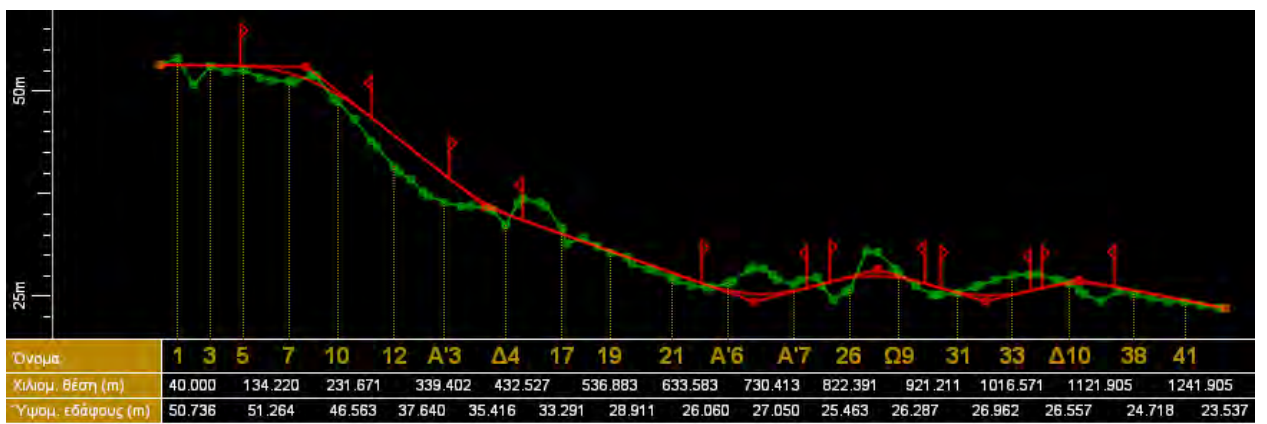
Σχήμα 8: Μηκοτομή Αγρια08



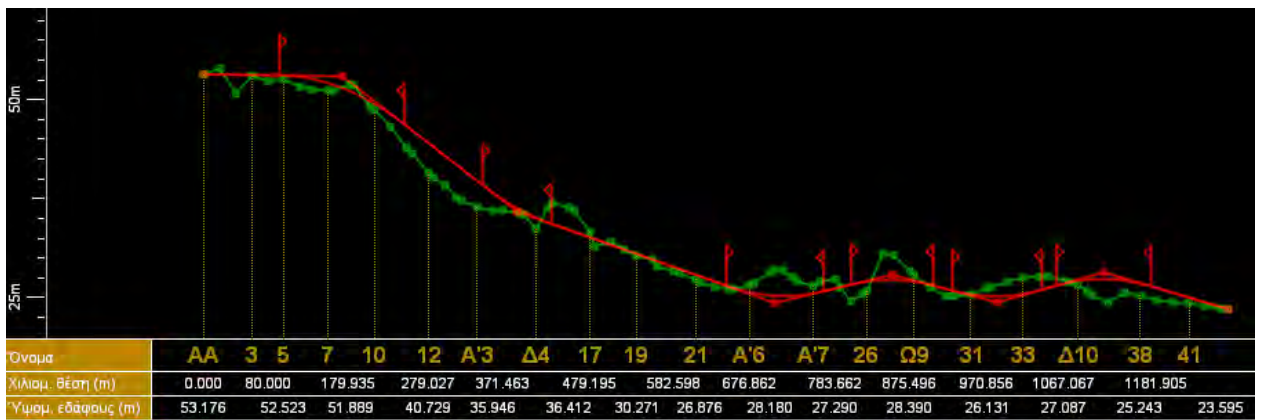
Σχήμα 9: Μηκοτομή Αγρια09



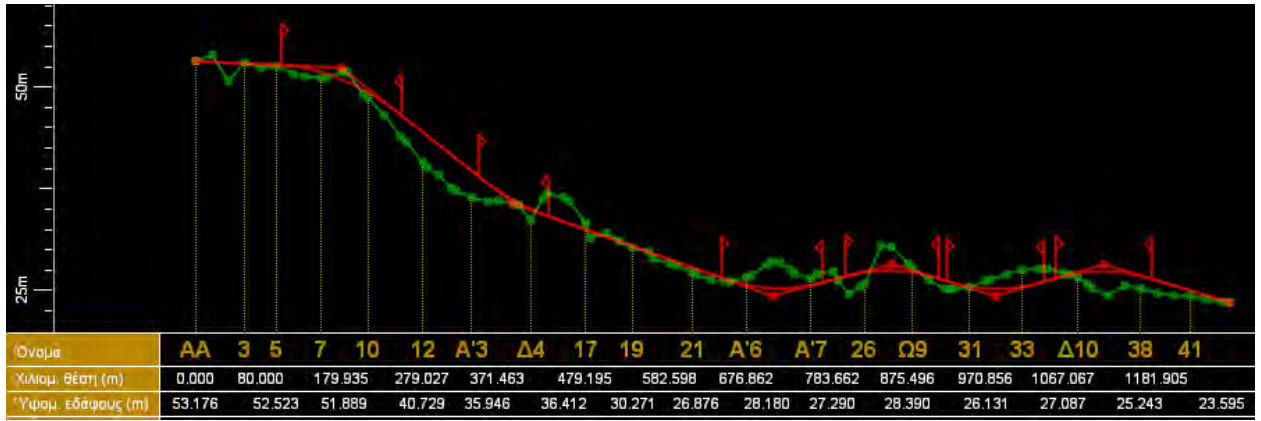
Σχήμα 10: Μηκοτομή Agria10



Σχήμα 11: Μηκοτομή Agria11



Σχήμα 12: Agria12



Σχήμα 13: Μηκοτομή Agria13



Σχήμα 14: Μηκοτομή Agria14



Σχήμα 15: Μηκοτομή Agria15



Σχήμα 16: Μηκοτομή Agria16



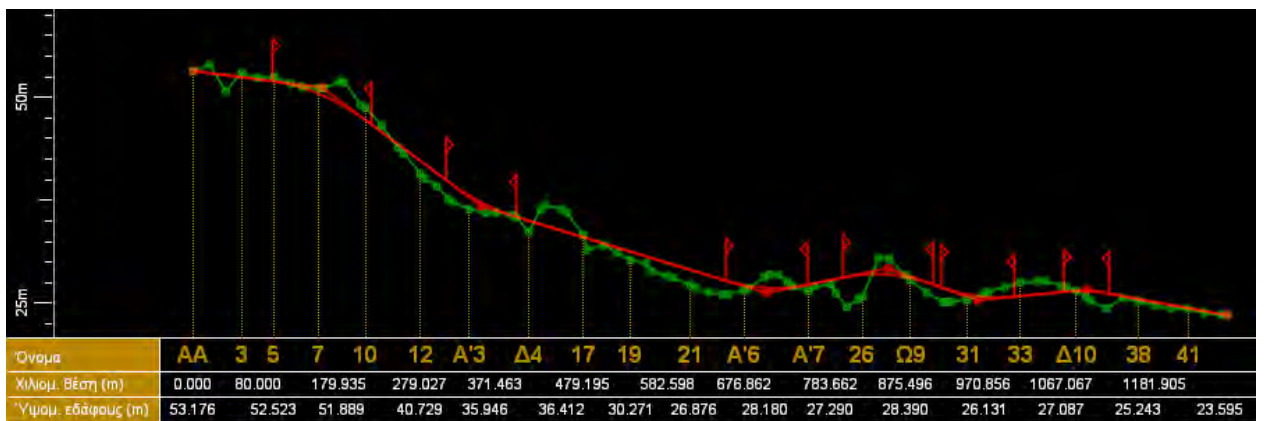
Σχήμα 17: Μηκοτομή Agria17



Σχήμα 18: Μηκοτομή Agria18



Σχήμα 19: Μηκοτομή Agria19



Σχήμα 20: Μηκοτομή Agria20



Σχήμα 21: Μηκοτομή Agria21



Σχήμα 22: Μηκοτομή Agria22



Σχήμα 23: Μηκοτομή Agria23



Σχήμα 24: Μηκοτομή Agria24



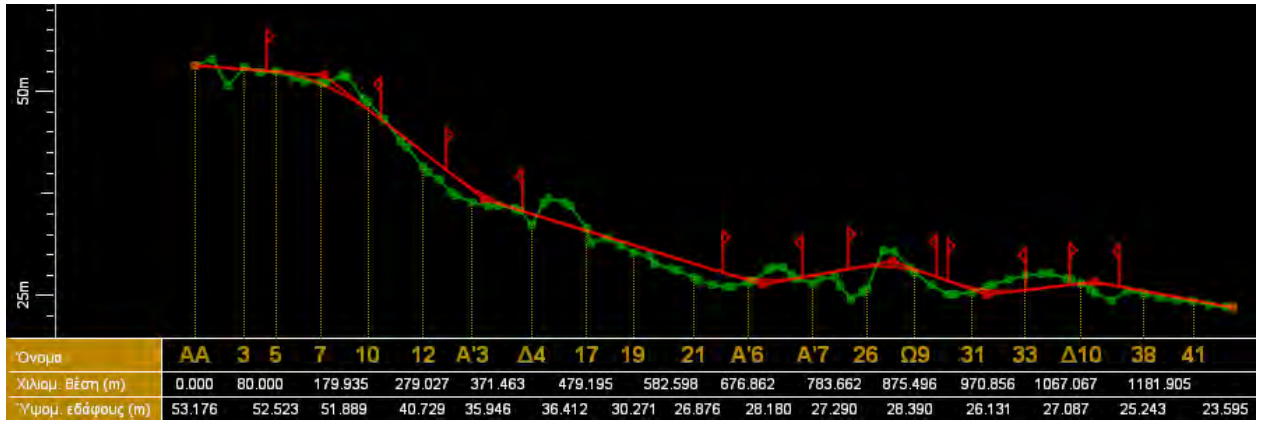
Σχήμα 25: Μηκοτομή Agria25



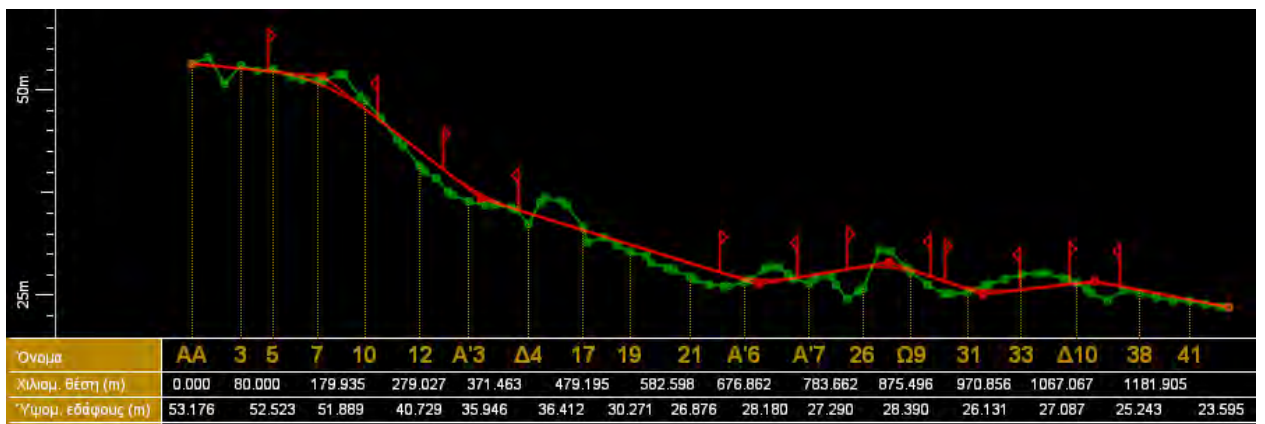
Σχήμα 26: Μηκοτομή Agria26



Σχήμα 27: Μηκοτομή Agria27



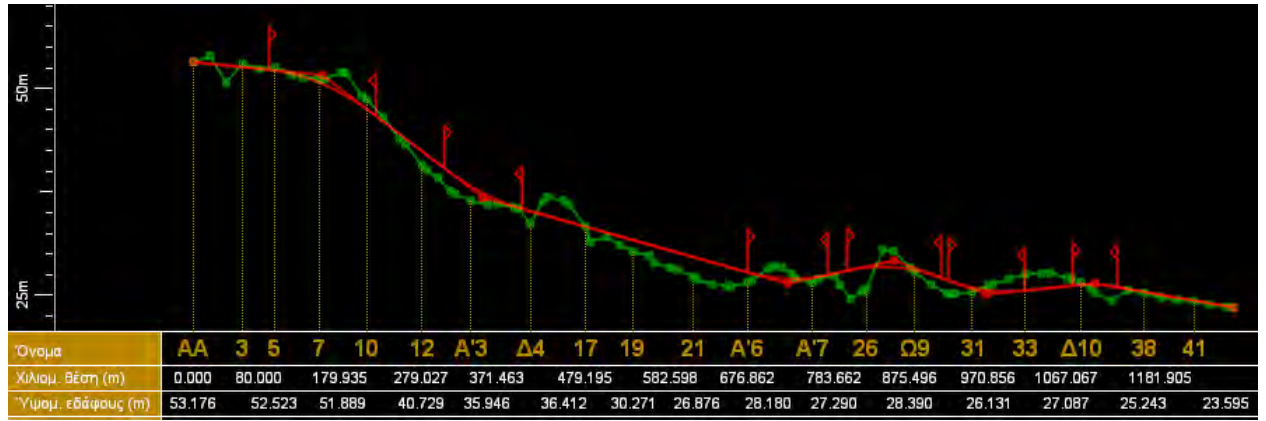
Σχήμα 28: Μηκοτομή Agria28



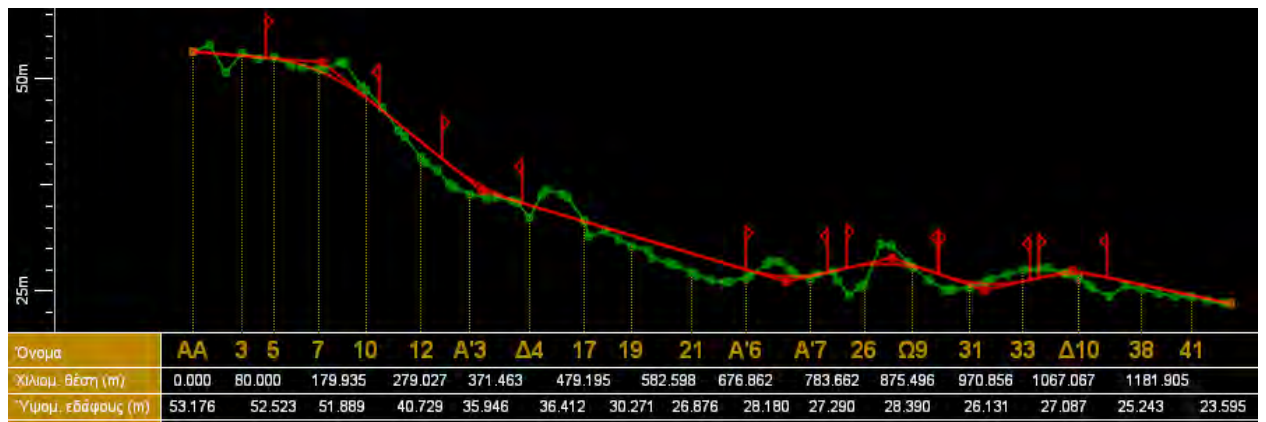
Σχήμα 29: Μηκοτομή Agria29



Σχήμα 30: Μηκοτομή Agria30



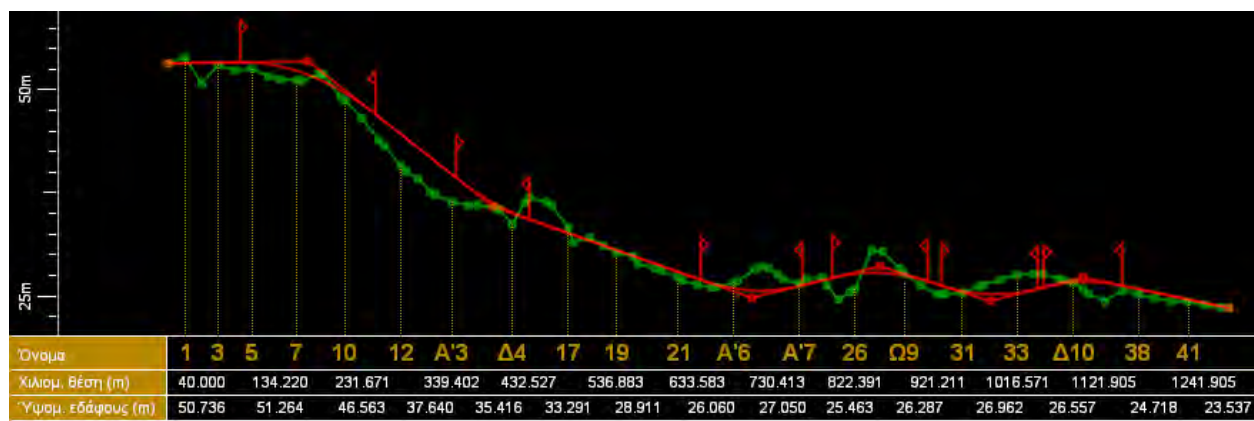
Σχήμα 31: Μηκοτομή Agria31



Σχήμα 32: Μηκοτομή Agria32



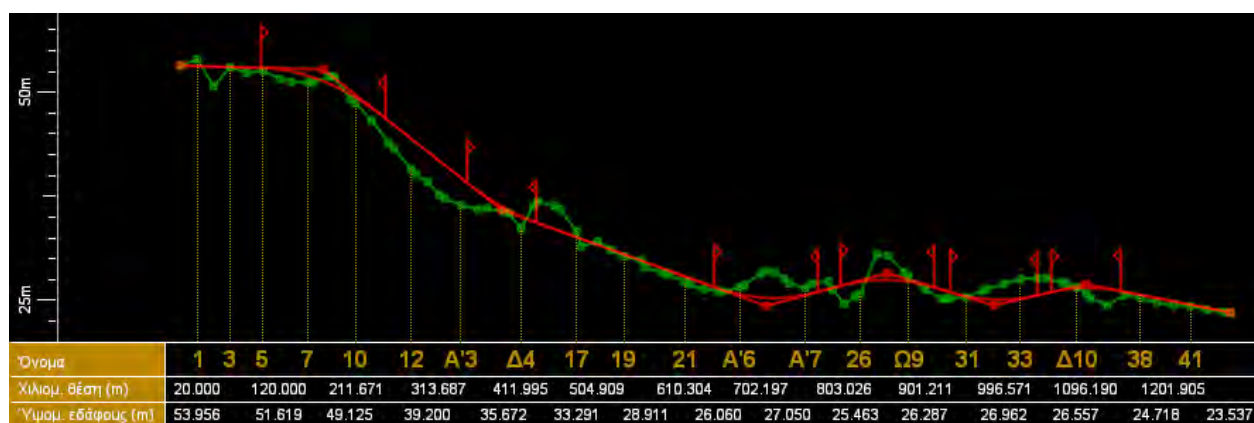
Σχήμα 33: Μηκοτομή Agria33



Σχήμα 34: Μηκοτομή Agria34



Σχήμα 35: Μηκοτομή Agria35



Σχήμα 36: Μηκοτομή Agria36



Σχήμα 37: Μηκοτομή Agria37



Σχήμα 38: Μηκοτομή Agria38



Σχήμα 39: Μηκοτομή Agria39



Σχήμα 40: Μηκοτομή Agria40



Σχήμα 41: Μηκοτομή Agria41



Σχήμα 42: Μηκοτομή Agria42



Σχήμα 43: Μηκοτομή Agria43



Σχήμα 44: Μηκοτομή Agria44

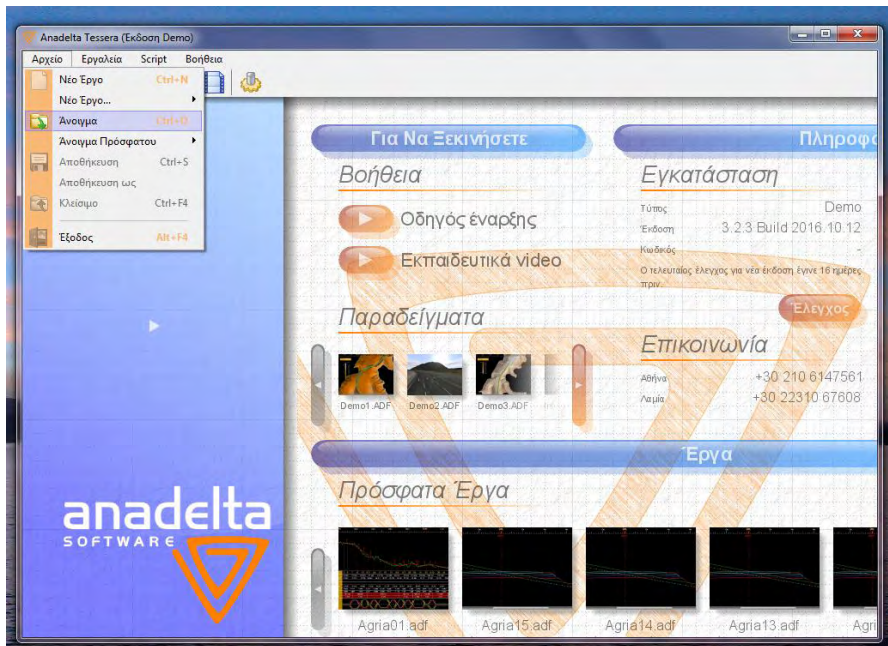


Σχήμα 45: Μηκοτομή Agria45

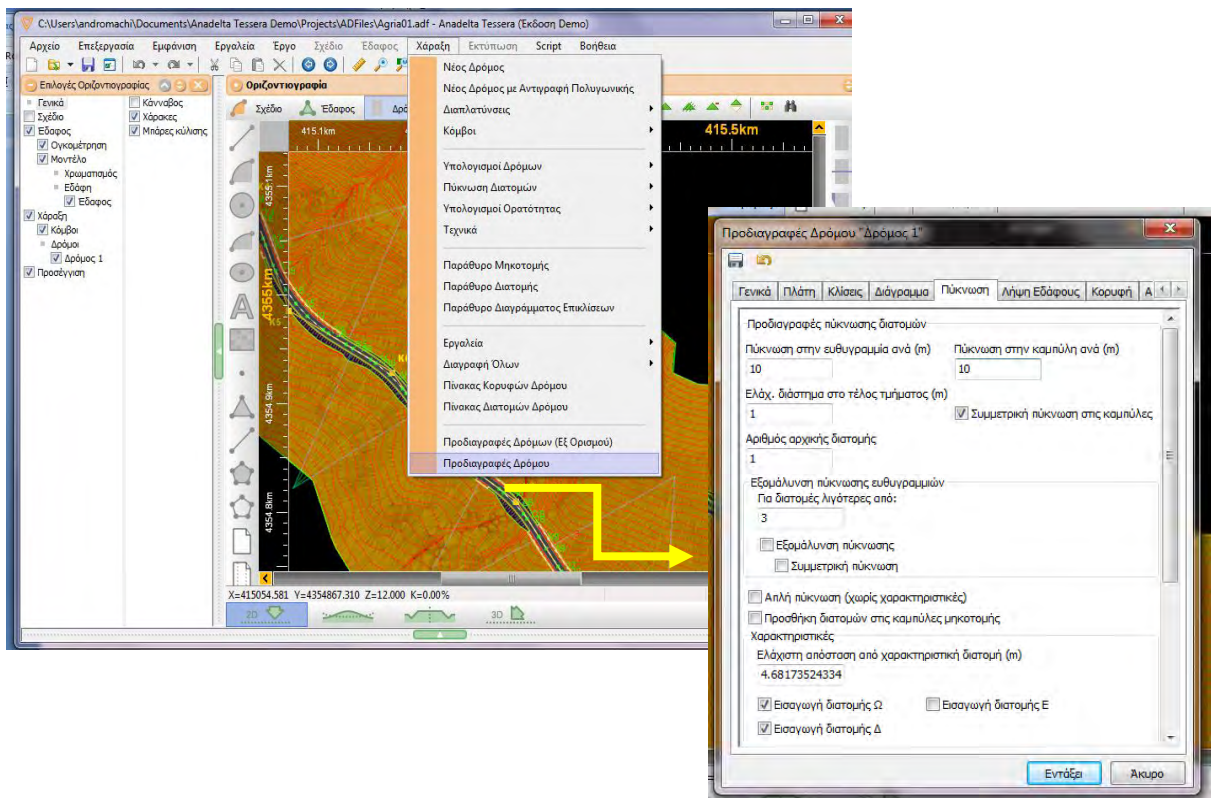
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

1. Διαδικασία πύκνωσης διατομών στο Anadelta Tessera

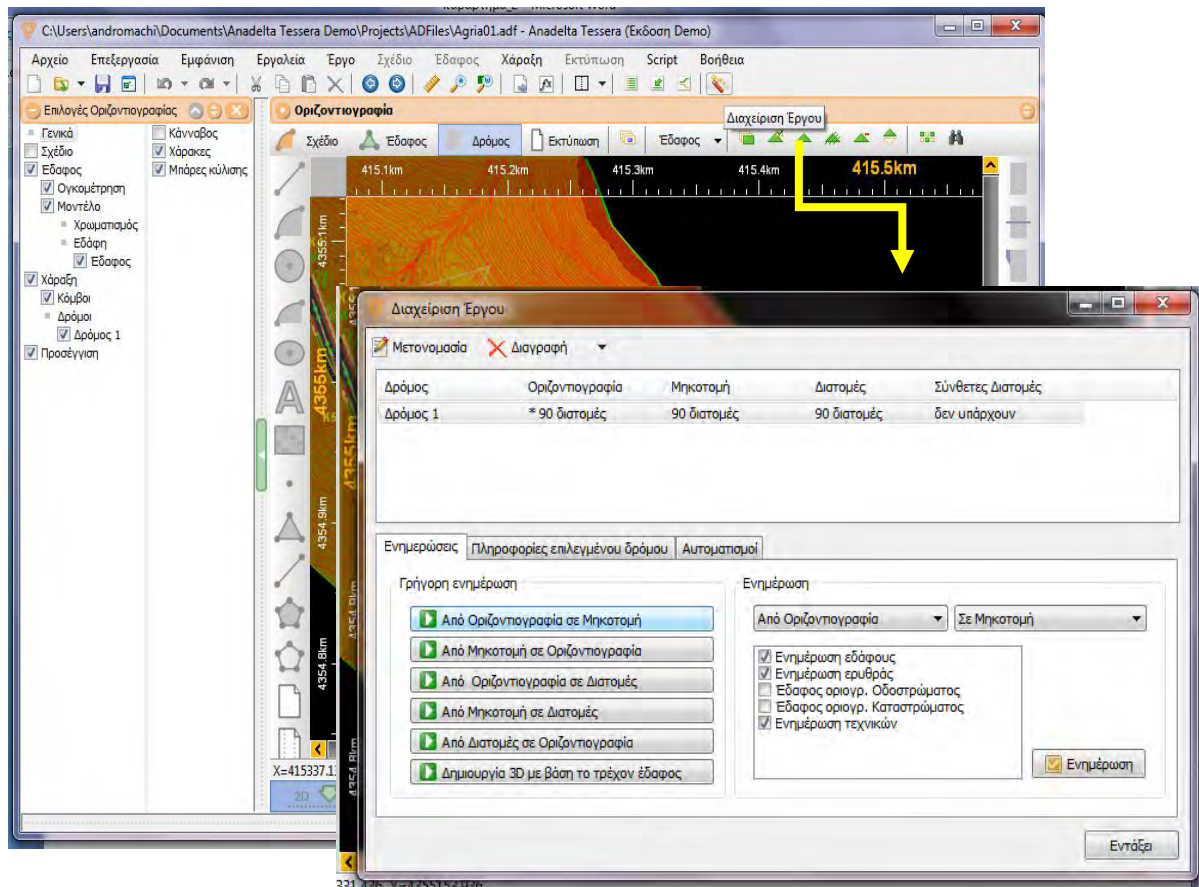
- ✓ Άνοιγμα αρχείου π.χ. Agria01.ADF στο Anadelta Tessera



- ✓ Στον χώρο εργασίας της Οριζοντιογραφία :
Χάραξη → **Προδιαγραφές δρόμου** → **Πύκνωση** (αλλάζονται τα πρώτα δυο κελία πάνω)



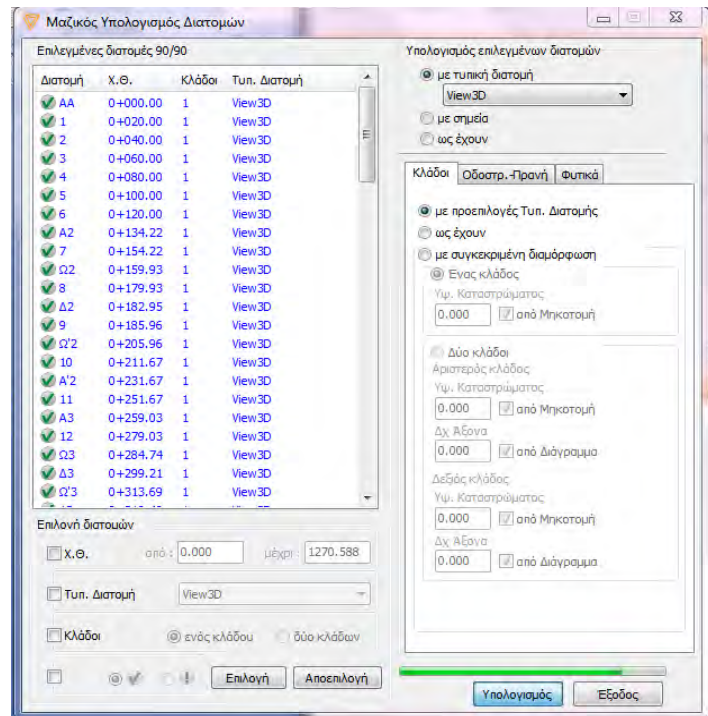
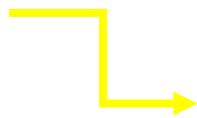
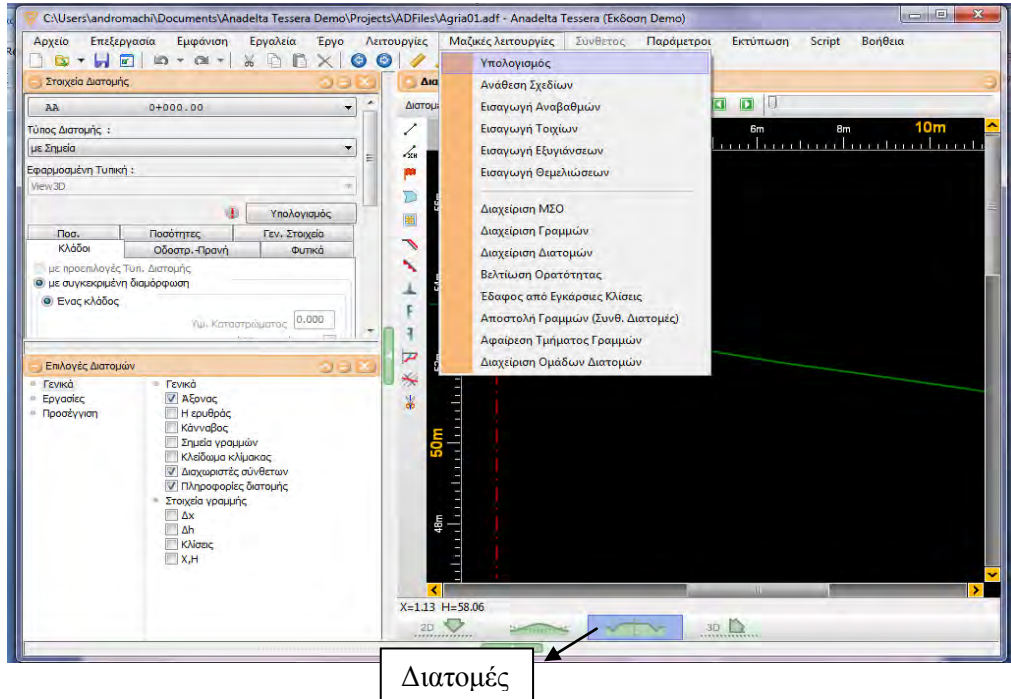
- ✓ Στη συνέχεια γίνεται ενημέρωση της Μηκοτομής και των Διατομών:
Διαχείριση έργου→**Από Οριζοντιογραφία σε Μηκοτομή & Από Οριζοντιογραφία σε Διατομές**



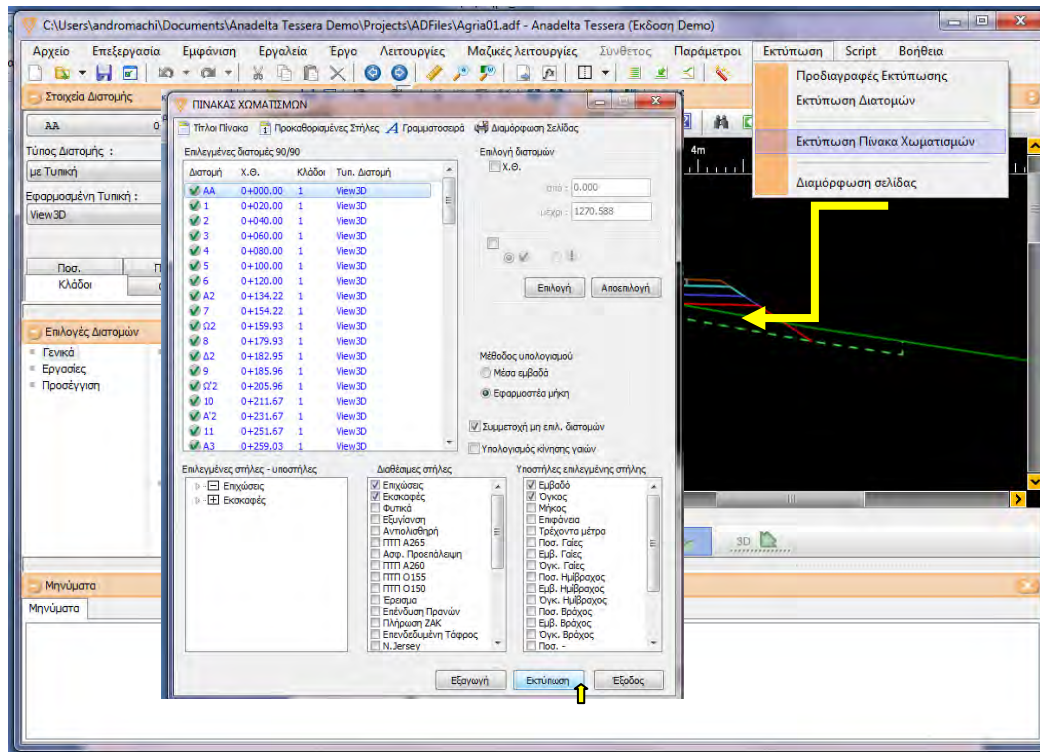
2. Διαδικασία υπολογισμού διατομών και εκτύπωση πίνακα χωματισμών

✓ Στο χώρο εργασίας Διατομές : **Μαζικές λειτουργίες** → **Υπολογισμός** →

→ **Υπολογισμός**



- ✓ Στο χώρο εργασίας Διατομές : Εκτύπωση → Εκτύπωση Πίνακα χωματισμών



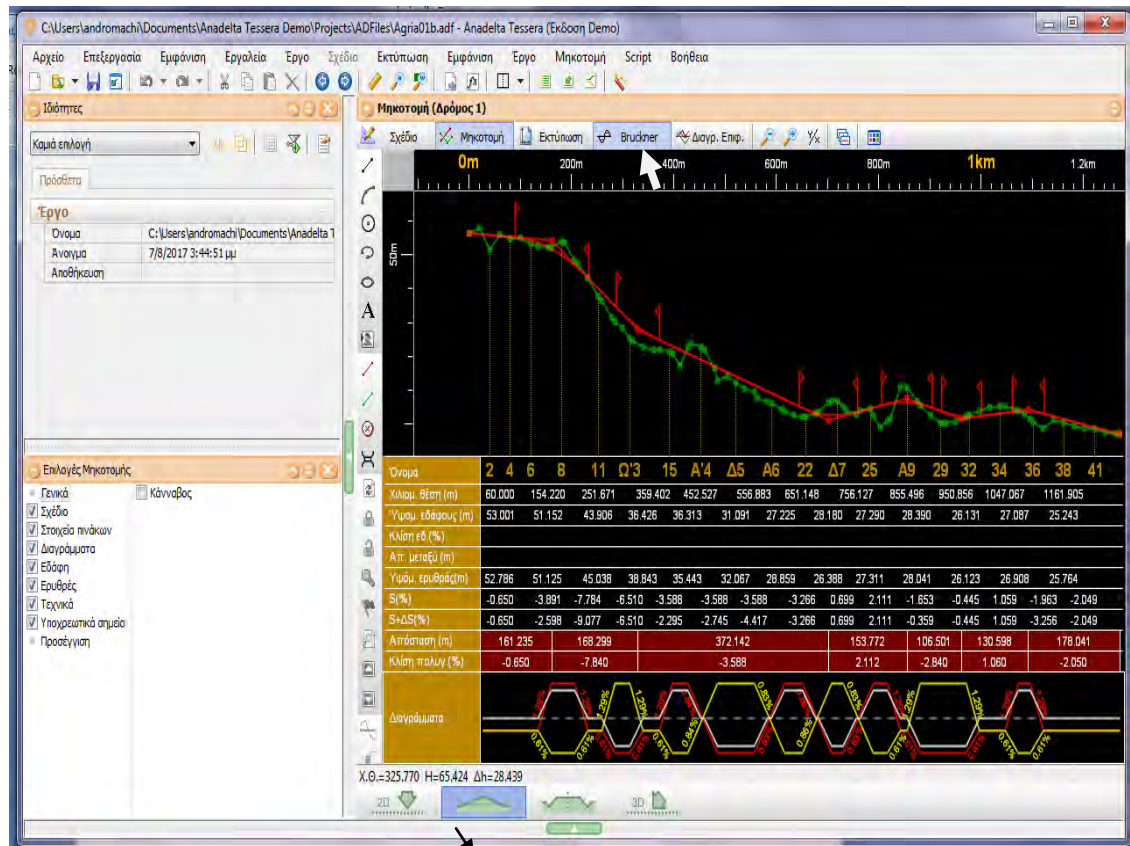
Προεπισκόπηση Πίνακα Χωματισμών

Σελίδα 2 / 2

Γενικά Στοιχεία				Επιχώσεις		Εκκαυφές	
Όνομα Διατομής	Χιλιμετρική Θέση	Απόσταση Μεταξύ	Εφαρμοστέο Μήκος	Εμβαδό	Όγκος	Εμβαδό	Όγκος
Από Μεταφορά				9272.04			
		20.00		4406.12			
A'6	676.862	5.34	12.67	1.09	13.81	3.24	41.05
A7	682.197	20.00	12.67	0.04	0.51	7.14	90.46
23	702.197	5.71	12.86	0.00	0.00	29.60	380.51
Ω7	707.912	5.71	8.48	0.00	0.00	35.29	299.26
Δ7	719.162	11.25	11.25	0.00	0.00	34.63	389.59
Ω7	730.413	5.71	8.48	0.00	0.00	21.99	186.48
24	736.127	20.00	12.86	0.00	0.00	14.00	179.97
A'7	756.127	20.00	13.77	2.10	28.91	2.96	40.74
A8	763.662	7.53	13.77	0.38	4.96	5.92	81.49
25	783.662	20.00	12.86	0.65	8.36	3.80	48.85
Ω8	789.376	5.71	9.68	12.76	123.52	0.00	0.00
Δ8	803.026	13.65	13.65	46.52	635.00	0.00	0.00
Ω'8	816.677	13.65	9.68	33.09	320.31	0.00	0.00
26	822.391	5.71	12.86	28.43	339.78	0.00	0.00
A'8	842.391	20.00	16.55	0.00	0.00	38.73	641.18
A9	855.496	13.11	16.55	0.00	0.00	35.89	594.16
27	875.496	20.00	12.86	0.28	3.60	10.35	133.05
Ω9	881.211	5.71	12.86	1.96	25.20	4.61	59.26
28	901.211	20.00	20.00	13.55	271.00	0.10	2.00
29	921.211	20.00	12.41	21.66	268.80	0.00	0.00
Δ9	926.033	4.82	4.82	19.98	96.30	0.00	0.00
30	930.856	4.82	12.41	17.66	219.16	0.04	0.50
31	950.856	20.00	20.00	9.32	186.40	1.05	21.00
Ω'9	970.856	20.00	12.86	1.54	19.80	6.31	81.12
32	978.571	5.71	12.86	0.34	4.37	8.58	110.30

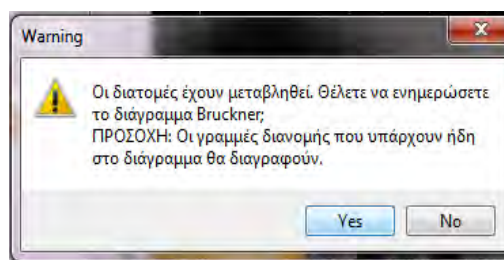
3. Διαδικασία εξαγωγής εμβαδών Ορυγμάτων & Επιχωμάτων

- ✓ Στο χώρο εργασίας Μηκοτομή: **Bruckner**

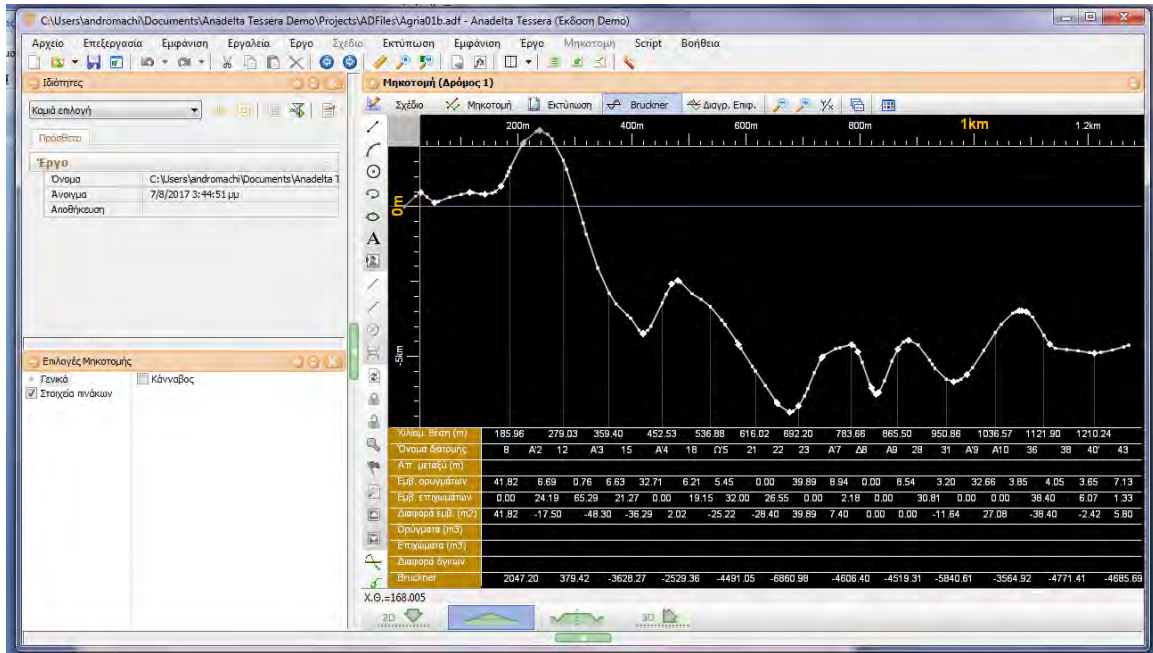


Μηκοτομή

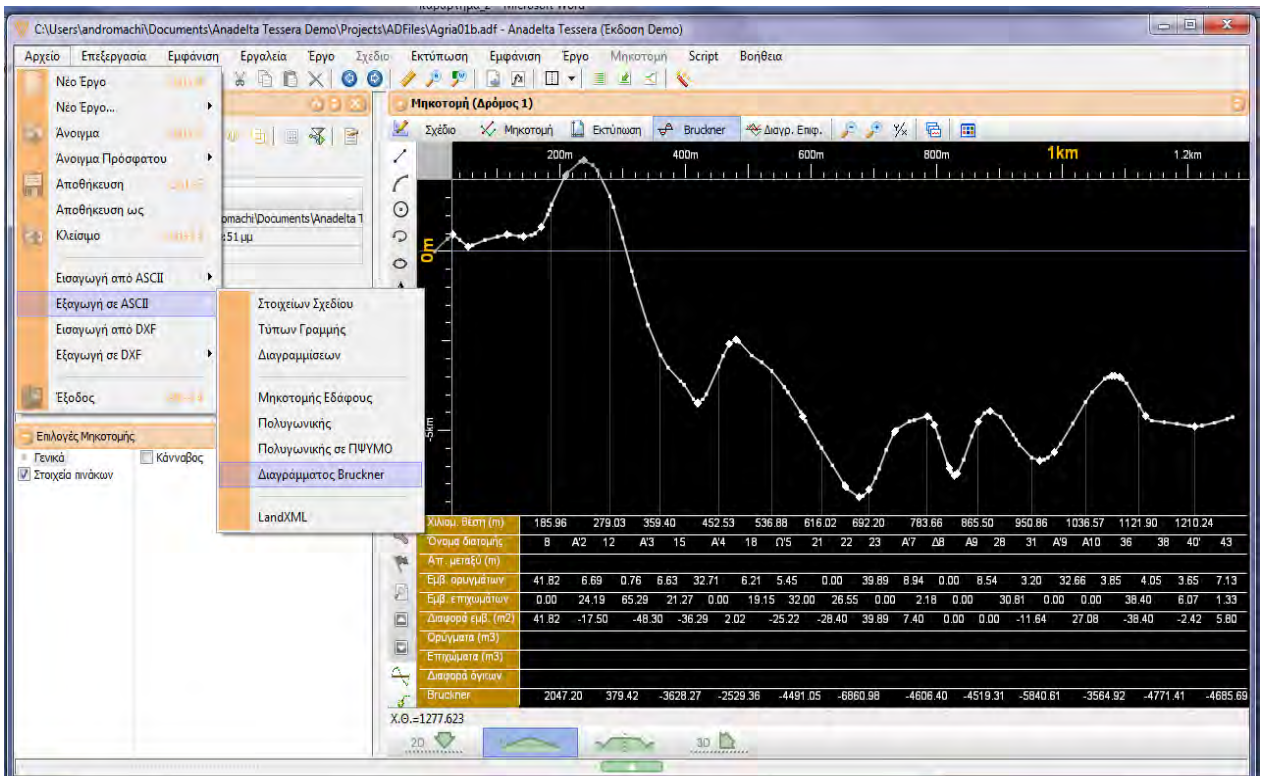
- ✓ Στο παρακάτω προειδοποιητικό παράθυρο, που εμφανίζεται επιλέγεται Yes.



Έτσι δημιουργείται το διάγραμμα Bruckner, το οποίο φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



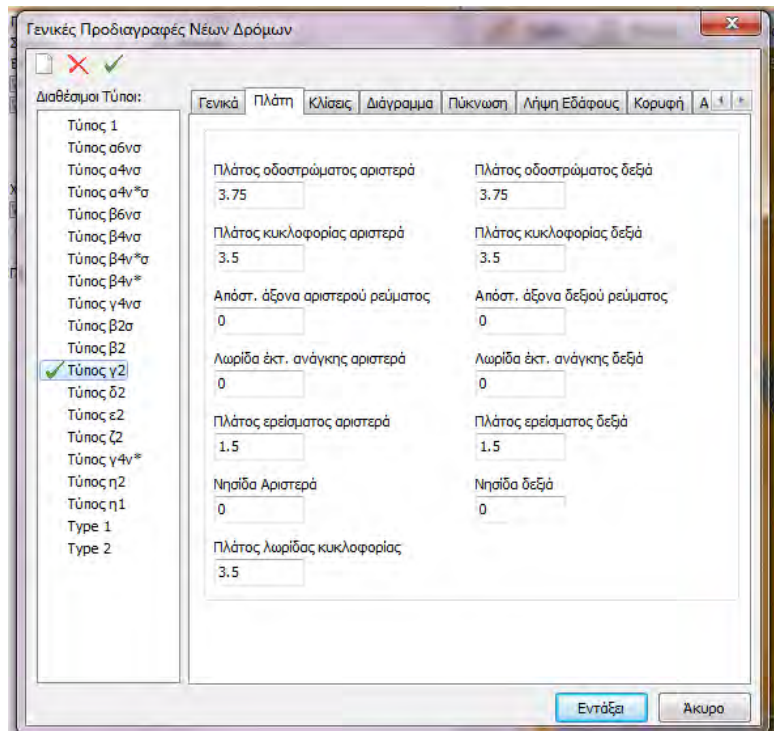
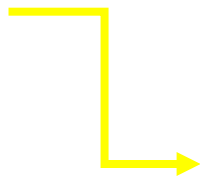
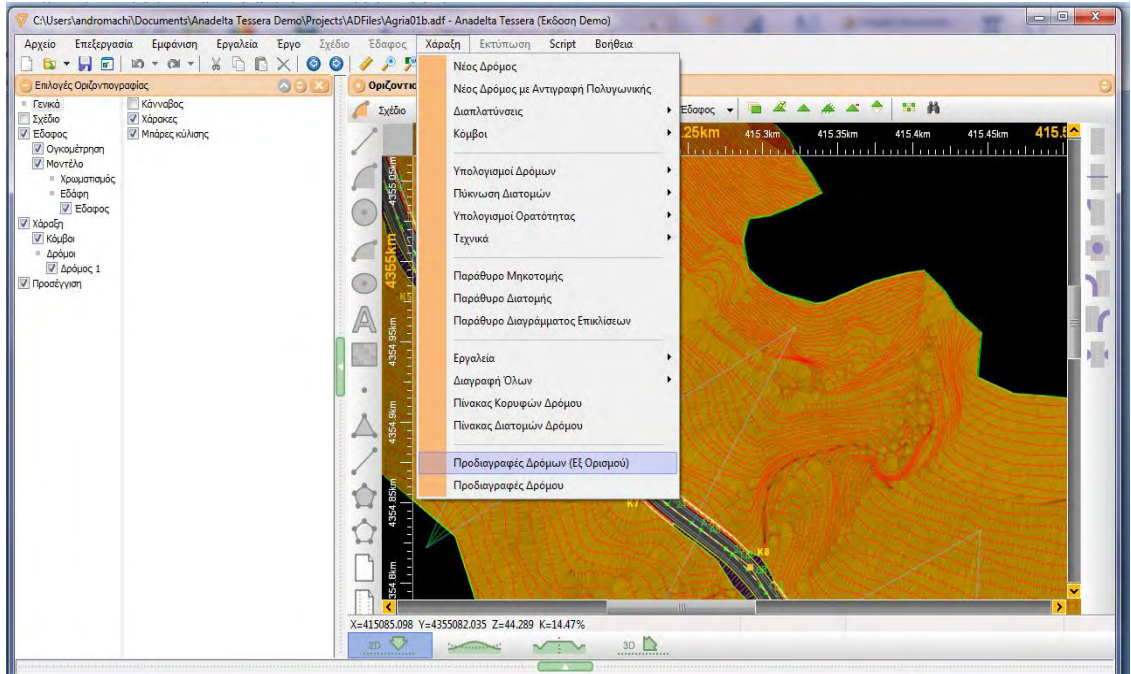
✓ Αρχείο-> Εξαγωγή σε ASCII → Διαγράμματος Bruckner




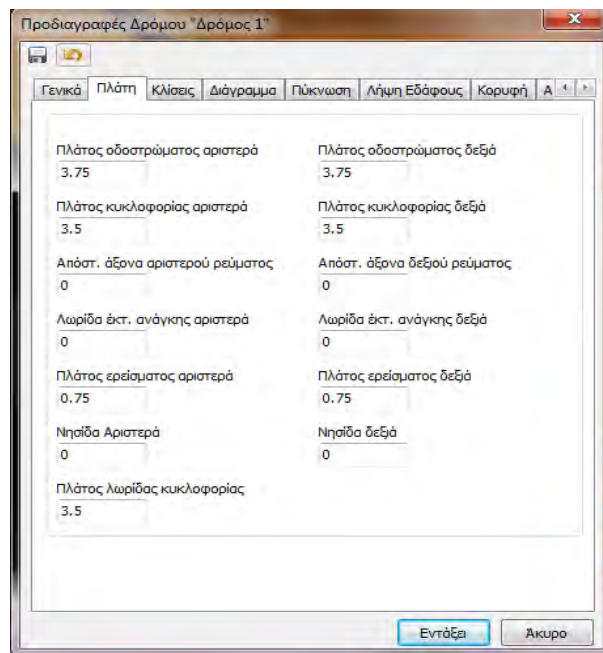
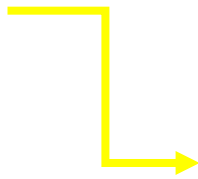
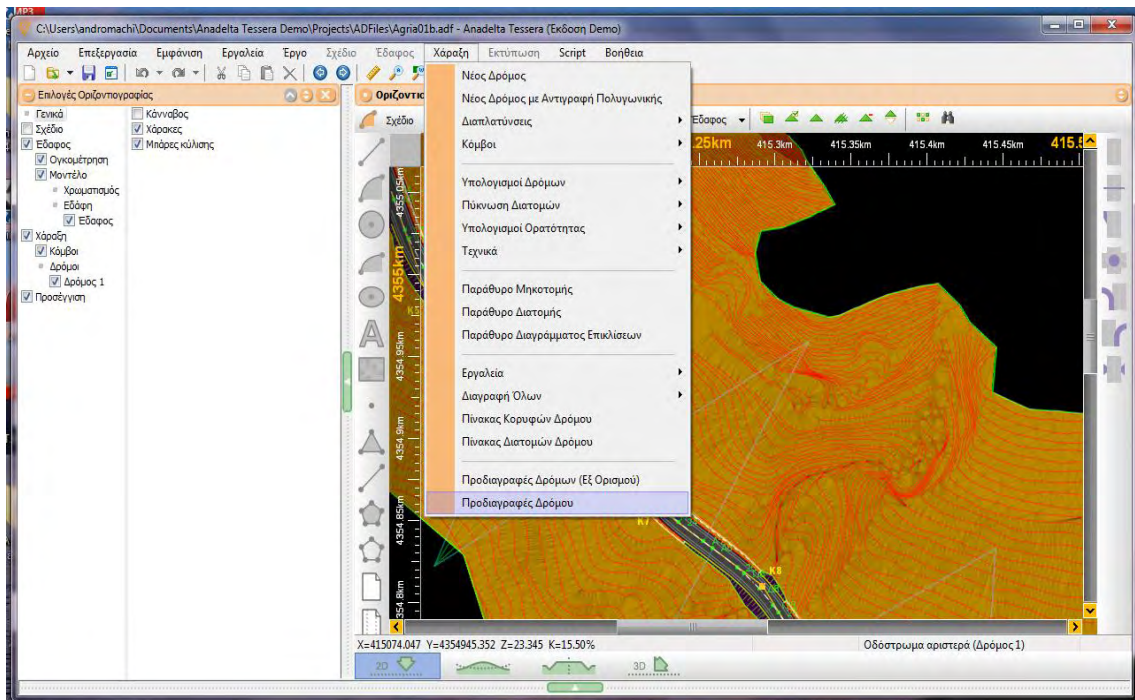
Κατά την εξαγωγή σε ASCII δεν αποθηκεύουμε τις εμβόλιμες διατομές. Στη συνέχεια ανοίγω το αρχείο που παράχθηκε από την διαδικασία αυτήν με Open Office, και τα δεδομένα είναι έτοιμα προς χρήση.

4. Διαδικασία ορισμού τυπικής διατομής

- ✓ Στο χώρο εργασίας Οριζοντιογραφία:
Χάραξη → Προδιαγραφές δρόμου (Εξ ορισμού) → Επιλέγεται η τυπική διατομή που θέλουμε (π.χ. Τύπος γ2) → καρτέλα Πλάτη → Εντάξει



✓ Χάραξη → Προδιαγραφές δρόμου → καρτέλα Πλάτη →  → Εντάξει



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

1. Τυπική διατομή γ2

Έργο	Πύκνωση(m)	Επιχώματα(m ³)	Ορύγματα(m ³)	Αποκλίσεις Επιχωμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4	Αποκλίσεις Ορυγμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4		
Agria01	ολόκληρο το έργο	20	13.090,48	9.699,81	79,22	0,61%			-281,97	-2,82%			
		10	12.951,79	10.030,18	-59,47	-0,46%			48,40	0,48%			
		5	13.016,98	9.988,04	5,72	0,04%			6,26	0,06%			
		2	13.007,88	9.983,30	-3,38	-0,03%			1,52	0,02%			
		1	13.011,26	9.981,78	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	12.702,32	9.442,46	-308,94	-2,37%	1	0	-539,32	-5,40%	1	0	
	1ο μισό	20	8.657,96	4.406,67	105,43	1,23%			-134,72	-2,97%			
		1	8.552,53	4.541,39	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	8.420,46	4.375,09	-132,07	-1,54%			-166,30	-3,66%			
		2ο μισό	20	4.433,37	5.293,93	-25,37	-0,57%			-146,46	-2,69%		
			1	4.458,74	5.440,39	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
			20(λ/4)	4.281,86	5.067,37	-176,88	-3,97%			-373,02	-6,86%		
Agria02	ολόκληρο το έργο	20	11.229,18	10.772,96	127,96	1,15%			-248,56	-2,26%			
		10	11.052,41	11.076,71	-48,81	-0,44%			55,19	0,50%			
		5	11.097,99	11.017,21	-3,23	-0,03%			-4,31	-0,04%			
		2	11.096,65	11.022,71	-4,57	-0,04%			1,19	0,01%			
		1	11.101,22	11.021,52	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	10.894,78	10.563,45	-206,44	-1,86%	1	0	-458,07	-4,16%	1	0	
	1ο μισό	20	6.877,45	5.412,84	149,47	2,22%			-104,32	-1,89%			
		1	6.727,98	5.517,16	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	6.694,35	5.412,80	-33,63	-0,50%			-104,36	-1,89%			
		2ο μισό	20	4.352,52	5.361,03	-20,71	-0,47%			-143,33	-2,60%		
			1	4.373,23	5.504,36	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
			20(λ/4)	4.200,43	5.150,66	-172,80	-3,95%			-353,70	-6,43%		
Agria03	ολόκληρο το έργο	20	9.482,21	13.501,01	116,96	1,25%			-259,48	-1,89%			
		10	9.310,99	13.812,11	-54,26	-0,58%			51,62	0,38%			
		5	9.358,04	13.750,87	-7,21	-0,08%			-9,62	-0,07%			
		2	9.361,38	13.762,21	-3,87	-0,04%			1,72	0,01%			
		1	9.365,25	13.760,49	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	9.136,26	13.287,42	-228,99	-2,45%	1	0	-473,07	-3,44%	1	0	
	1ο μισό	20	5.328,39	7.502,84	123,60	2,37%			-127,53	-1,67%			
		1	5.204,79	7.630,37	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	5.152,88	7.502,82	-51,91	-1,00%			-127,55	-1,67%			
		2ο μισό	20	4.154,65	5.999,26	-5,82	-0,14%			-130,86	-2,13%		
			1	4.160,47	6.130,12	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
			20(λ/4)	3.983,38	5.784,61	-177,09	-4,26%			-345,51	-5,64%		
Agria04	ολόκληρο το έργο	20	10.895,74	12.381,03	117,22	1,09%			-251,24	-1,99%			
		10	10.715,58	12.679,18	-62,94	-0,58%			46,91	0,37%			
		5	10.768,27	12.619,48	-10,25	-0,10%			-12,79	-0,10%			
		2	10.774,62	12.634,02	-3,90	-0,04%			1,75	0,01%			
		1	10.778,52	12.632,27	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	10.524,70	12.178,13	-253,82	-2,35%	1	0	-454,14	-3,60%	1	0	
	1ο μισό	20	6.013,87	7.017,51	106,68	1,81%			-138,64	-1,94%			
		1	5.907,19	7.156,15	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	5.841,53	7.002,91	-65,66	-1,11%			-153,24	-2,14%			
		2ο μισό	20	4.882,86	5.364,53	11,53	0,24%			-111,59	-2,04%		
			1	4.871,33	5.476,12	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
			20(λ/4)	4.683,17	5.175,22	-188,16	-3,86%			-300,90	-5,49%		

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΧΩΜΑΤΙΣΜΩΝ

Έργο	Πύκνωση(m)	Επιχώματα(m ³)	Ορύγματα(m ³)	Αποκλίσεις Επιχωμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4	Αποκλίσεις Ορυγμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4		
Agria05	ολόκληρο το έργο	20	13.059,34	10.724,35	156,09	1,21%			-218,97	-2,00%			
		10	12.845,72	10.994,41	-57,53	-0,45%			51,09	0,47%			
		5	12.896,19	10.933,00	-7,06	-0,05%			-10,32	-0,09%			
		2	12.900,24	10.944,61	-3,01	-0,02%			1,29	0,01%			
		1	12.903,25	10.943,32	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	12.646,92	10.538,63	-256,33	-1,99%	1	0	-404,69	-3,70%	1	0	
	1ο μισό	20	7.454,07	5.729,25	121,58	1,66%			-131,75	-2,25%			
		1	7.332,49	5.861,00	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	7.274,73	5.720,60	-57,76	-0,79%			-140,40	-2,40%			
		2ο μισό	20	5.606,40	4.996,00	35,65	0,64%			-86,32	-1,70%		
			1	5.570,75	5.082,32	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
			20(λ/4)	5.372,19	4.818,03	-198,56	-3,56%			-264,29	-5,20%		
Agria06	ολόκληρο το έργο	20	12.323,74	11.727,29	142,54	1,17%			-233,73	-1,95%			
		10	12.124,01	12.012,08	-57,19	-0,47%			51,06	0,43%			
		5	12.174,85	11.950,49	-6,35	-0,05%			-10,53	-0,09%			
		2	12.178,13	11.962,48	-3,07	-0,03%			1,46	0,01%			
		1	12.181,20	11.961,02	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	11.931,65	11.535,11	-249,55	-2,05%	1	0	-425,91	-3,56%	1	0	
	1ο μισό	20	6.997,56	6.359,98	110,83	1,61%			-142,77	-2,20%			
		1	6.886,73	6.502,75	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
			6.830,19	6.351,33	-56,54	-0,82%			-151,42	-2,33%			
		2ο μισό	20	5.327,24	5.368,28	32,78	0,62%			-89,99	-1,65%		
			1	5.294,46	5.458,27	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
			20(λ/4)	5.101,47	5.183,78	-192,99	-3,65%			-274,49	-5,03%		
Agria07	ολόκληρο το έργο	20	12.801,32	11.182,95	156,03	1,23%			-219,80	-1,93%			
		10	12.588,71	11.454,98	-56,58	-0,45%			52,23	0,46%			
		5	12.638,55	11.392,39	-6,74	-0,05%			-10,36	-0,09%			
		2	12.642,06	11.404,29	-3,23	-0,03%			1,54	0,01%			
		1	12.645,29	11.402,75	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	12.395,20	10.994,16	-250,09	-1,98%	1	0	-408,59	-3,58%	1	0	
	1ο μισό	20	7.366,64	5.807,97	121,71	1,68%			-131,36	-2,21%			
		1	7.244,93	5.939,33	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
			7.188,30	5.799,32	-56,63	-0,78%			-140,01	-2,36%			
		2ο μισό	20	5.435,72	5.375,90	35,37	0,65%			-87,52	-1,60%		
			1	5.400,35	5.463,42	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
			20(λ/4)	5.206,90	5.194,85	-193,45	-3,58%			-268,57	-4,92%		
Agria08	ολόκληρο το έργο	20	11.097,12	12.925,15	66,26	0,60%			-301,21	-2,28%			
		10	10.968,16	13.274,59	-62,70	-0,57%			48,23	0,36%			
		5	11.022,65	13.218,97	-8,21	-0,07%			-7,39	-0,06%			
		2	11.026,43	13.227,77	-4,43	-0,04%			1,41	0,01%			
		1	11.030,86	13.226,36	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	10.769,40	12.686,81	-261,46	-2,37%	1	0	-539,55	-4,08%	1	0	
	1ο μισό	20	6.942,19	6.355,21	98,32	1,44%			-141,13	-2,17%			
		1	6.843,87	6.496,34	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	6.774,22	6.346,36	-69,65	-1,02%			-149,98	-2,31%			
		2ο μισό	20	4.155,86	6.571,00	-31,13	-0,74%			-159,02	-2,36%		
			1	4.186,99	6.730,02	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
			20(λ/4)	3.995,18	6.340,45	-191,81	-4,58%			-389,57	-5,79%		

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΧΩΜΑΤΙΣΜΩΝ

Έργο	Πύκνωση(m)	Επιχώματα(m ³)	Ορύγματα(m ³)	Αποκλίσεις Επιχωμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4	Αποκλίσεις Ορυγμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4		
Agria09	ολόκληρο το έργο	20	11.886,80	11.583,67	56,48	0,48%			-296,51	-2,50%			
		10	11.761,59	11.929,12	-68,73	-0,58%			48,94	0,41%			
		5	11.820,83	11.872,82	-9,49	-0,08%			-7,36	-0,06%			
		2	11.826,04	11.881,79	-4,28	-0,04%			1,61	0,01%			
		1	11.830,32	11.880,18	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	11.566,81	11.365,97	-263,51	-2,23%	1	0	-514,21	-4,33%	1	0	
	1ο μισό	20	6.820,41	6.569,26	94,68	1,41%			-144,68	-2,15%			
		1	6.725,73	6.713,94	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	6.655,46	6.560,41	-70,27	-1,04%			-153,53	-2,29%			
		2ο μισό	20	5.067,37	5.015,37	-37,22	-0,73%			-150,87	-2,92%		
			1	5.104,59	5.166,24	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
			20(λ/4)	4.911,36	4.805,56	-193,23	-3,79%			-360,68	-6,98%		
Agria10	ολόκληρο το έργο	20	15.428,70	11.884,58	239,93	1,58%			-153,94	-1,28%			
		10	15.156,88	12.110,17	-31,89	-0,21%			71,65	0,60%			
		5	15.180,02	12.032,44	-8,75	-0,06%			-6,08	-0,05%			
		2	15.184,67	12.039,48	-4,10	-0,03%			0,96	0,01%			
		1	15.188,77	12.038,52	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	15.005,54	11.547,74	-183,23	-1,21%	0	1	-490,78	-4,08%	1	0	
	1ο μισό	20	12.045,48	4.162,99	258,28	2,19%			-7,77	-0,19%			
		1	11.787,20	4.170,76	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	11.807,37	4.043,89	20,17	0,17%			-126,87	-3,04%			
		2ο μισό	20	3.384,33	7.722,47	-17,24	-0,51%			-145,28	-1,85%		
			1	3.401,57	7.867,75	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
			20(λ/4)	3.198,17	7.503,86	-203,40	-5,98%			-363,89	-4,63%		
Agria11	ολόκληρο το έργο	20	13.898,77	13.901,30	211,99	1,55%			-185,47	-1,32%			
		10	13.665,09	14.164,29	-21,69	-0,16%			77,52	0,55%			
		5	13.673,68	14.077,11	-13,10	-0,10%			-9,66	-0,07%			
		2	13.683,17	14.088,16	-3,61	-0,03%			1,39	0,01%			
		1	13.686,78	14.086,77	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	13.480,49	13.880,77	-206,29	-1,51%	0	1	-206,00	-1,46%	1	0	
	1ο μισό	20	11.513,67	4.334,70	257,07	2,28%			-8,69	-0,20%			
		1	11.256,60	4.343,39	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	11.238,51	4.331,20	-18,09	-0,16%			-12,19	-0,28%			
		2ο μισό	20	2.386,09	9.567,65	-44,08	-1,81%			-175,72	-1,80%		
			1	2.430,17	9.743,37	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
			20(λ/4)	2.241,99	9.549,57	-188,18	-7,74%			-193,80	-1,99%		
Agria12	ολόκληρο το έργο	20	14.908,91	13.720,61	193,08	1,31%			-196,72	-1,41%			
		10	14.690,33	13.998,01	-25,50	-0,17%			80,68	0,58%			
		5	14.700,87	13.907,13	-14,96	-0,10%			-10,20	-0,07%			
		2	14.711,92	13.919,23	-3,91	-0,03%			1,90	0,01%			
		1	14.715,83	13.917,33	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	14.536,18	13.704,36	-179,65	-1,22%	0	1	-212,97	-1,53%	1	0	
	1ο μισό	20	11.152,16	4.392,32	254,17	2,33%			-9,98	-0,23%			
		1	10.897,99	4.402,30	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	10.885,31	4.387,47	-12,68	-0,12%			-14,83	-0,34%			
		2ο μισό	20	3.757,69	9.329,33	-60,14	-1,58%			-185,69	-1,95%		
			1	3.817,83	9.515,02	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
			20(λ/4)	3.650,87	9.316,89	-166,96	-4,37%			-198,13	-2,08%		

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΧΩΜΑΤΙΣΜΩΝ

Έργο	Πύκνωση(m)	Επιχώματα(m ³)	Ορύγματα(m ³)	Αποκλίσεις Επιχωμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4	Αποκλίσεις Ορυγμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4		
Agria13	ολόκληρο το έργο	20	14.478,69	13.714,35	191,43	1,34%			-194,28	-1,40%			
		10	13.261,67	13.989,28	-1.025,59	-7,18%			80,65	0,58%			
		5	14.275,25	13.901,24	-12,01	-0,08%			-7,39	-0,05%			
		2	14.282,67	13.909,77	-4,59	-0,03%			1,14	0,01%			
		1	14.287,26	13.908,63	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	14.114,64	13.702,21	-172,62	-1,21%	0	1	-206,42	-1,48%	1	0	
	1ο μισό	20	10.517,16	4.831,82	246,38	2,40%			-15,90	-0,33%			
		1	10.270,78	4.847,72	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	10.284,52	4.826,12	13,74	0,13%			-21,60	-0,45%			
		2ο μισό	20	3.962,52	8.883,58	-53,95	-1,34%			-177,33	-1,96%		
			1	4.016,47	9.060,91	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
			20(λ/4)	3.830,12	8.878,09	-186,35	-4,64%			-184,82	-2,04%		
Agria14	ολόκληρο το έργο	20	13.402,99	13.716,63	153,52	1,16%			-230,81	-1,65%			
		10	13.241,39	14.014,42	-8,08	-0,06%			66,98	0,48%			
		5	13.238,32	13.939,37	-11,15	-0,08%			-8,07	-0,06%			
		2	13.245,10	13.948,36	-4,37	-0,03%			0,92	0,01%			
		1	13.249,47	13.947,44	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	13.081,86	13.711,53	-167,61	-1,27%	1	0	-235,91	-1,69%	1	0	
	1ο μισό	20	9.628,83	5.306,70	199,26	2,11%			-56,80	-1,06%			
		1	9.429,57	5.363,50	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	9.440,34	5.306,32	10,77	0,11%			-57,18	-1,07%			
		2ο μισό	20	3.775,12	8.410,98	-44,77	-1,17%			-172,96	-2,01%		
			1	3.819,89	8.583,94	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
			20(λ/4)	3.641,52	8.405,21	-178,37	-4,67%			-178,73	-2,08%		
Agria15	ολόκληρο το έργο	20	13.507,58	15.041,40	163,86	1,23%			-216,19	-1,42%			
		10	13.319,62	15.338,14	-24,10	-0,18%			80,55	0,53%			
		5	13.334,88	15.254,76	-8,84	-0,07%			-2,83	-0,02%			
		2	13.338,58	15.258,25	-5,14	-0,04%			0,66	0,00%			
		1	13.343,72	15.257,59	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	13.175,76	15.033,78	-167,96	-1,26%	1	0	-223,81	-1,47%	1	0	
	1ο μισό	20	10.018,26	5.223,97	213,43	2,18%			-39,96	-0,76%			
		1	9.804,83	5.263,93	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	9.822,75	5.223,80	17,92	0,18%			-40,13	-0,76%			
		2ο μισό	20	3.490,24	9.818,66	-48,66	-1,37%			-175,01	-1,75%		
			1	3.538,90	9.993,67	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
			20(λ/4)	3.353,01	9.809,98	-185,89	-5,25%			-183,69	-1,84%		
Agria16	ολόκληρο το έργο	20	10.911,95	11.520,70	66,13	0,61%			-295,19	-2,50%			
		10	10.786,77	11.865,17	-59,05	-0,54%			49,28	0,42%			
		5	10.849,50	11.817,90	3,68	0,03%			2,01	0,02%			
		2	10.842,07	11.816,66	-3,75	-0,03%			0,77	0,01%			
		1	10.845,82	11.815,89	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	10.557,03	11.279,45	-288,79	-2,66%	1	0	-536,44	-4,54%	1	0	
	1ο μισό	20	6.372,75	6.283,62	90,25	1,44%			-150,74	-2,34%			
		1	6.282,50	6.434,36	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	6.170,74	6.267,42	-111,76	-1,78%			-166,94	-2,59%			
		2ο μισό	20	4.540,00	5.238,00	-23,32	-0,51%			-143,53	-2,67%		
			1	4.563,32	5.381,53	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
			20(λ/4)	4.386,29	5.012,03	-177,03	-3,88%			-369,50	-6,87%		

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΧΩΜΑΤΙΣΜΩΝ

Έργο	Πύκνωση(m)	Επιχώματα(m ³)	Ορύγματα(m ³)	Αποκλίσεις Επιχωμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4	Αποκλίσεις Ορυγμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4		
Agria17	ολόκληρο το έργο	20	11.379,27	10.861,52	95,54	0,85%			-264,30	-2,38%			
		10	11.222,22	11.174,78	-61,51	-0,55%			48,96	0,44%			
		5	11.284,01	11.124,88	0,28	0,00%			-0,94	-0,01%			
		2	11.279,45	11.126,41	-4,28	-0,04%			0,59	0,01%			
		1	11.283,73	11.125,82	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	11.018,80	10.639,06	-264,93	-2,35%	1	0	-486,76	-4,38%	1	0	
	1ο μισό	20	6.367,11	5.911,60	104,42	1,67%			-137,99	-2,28%			
		1	6.262,69	6.049,59	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	6.172,24	5.894,65	-90,45	-1,44%			-154,94	-2,56%			
		2ο μισό	20	5.012,98	4.950,81	-8,06	-0,16%			-125,42	-2,47%		
			1	5.021,04	5.076,23	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
			20(λ/4)	4.846,56	4.744,41	-174,48	-3,47%			-331,82	-6,54%		
Agria18	ολόκληρο το έργο	20	11.658,66	10.396,64	141,51	1,23%			-237,28	-2,23%			
		10	11.470,59	10.690,47	-46,56	-0,40%			56,55	0,53%			
		5	11.515,44	10.630,60	-1,71	-0,01%			-3,32	-0,03%			
		2	11.512,40	10.634,91	-4,75	-0,04%			0,99	0,01%			
		1	11.517,15	10.633,92	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	11.313,71	10.187,11	-203,44	-1,77%	1	0	-446,81	-4,20%	1	0	
	1ο μισό	20	7.306,98	5.036,49	163,07	2,28%			-93,07	-1,81%			
		1	7.143,91	5.129,56	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	7.113,29	5.036,45	-30,62	-0,43%			-93,11	-1,82%			
		2ο μισό	20	4.352,52	5.361,03	-20,71	-0,47%			-143,33	-2,60%		
			1	4.373,23	5.504,36	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
			20(λ/4)	4.200,43	5.150,66	-172,80	-3,95%			-353,70	-6,43%		
Agria19	ολόκληρο το έργο	20	11.395,22	10.976,17	165,51	1,47%			-219,28	-1,96%			
		10	11.190,63	11.254,81	-39,08	-0,35%			59,36	0,53%			
		5	11.223,69	11.192,47	-6,02	-0,05%			-2,98	-0,03%			
		2	11.225,51	11.196,18	-4,20	-0,04%			0,73	0,01%			
		1	11.229,71	11.195,45	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	11.061,50	10.755,53	-168,21	-1,50%	1	0	-439,92	-3,93%	1	0	
	1ο μισό	20	7.443,53	4.863,76	183,67	2,53%			-73,87	-1,50%			
		1	7.259,86	4.937,63	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	7.240,66	4.862,91	-19,20	-0,26%			-74,72	-1,51%			
		2ο μισό	20	3.952,49	6.113,34	-17,36	-0,44%			-144,48	-2,31%		
			1	3.969,85	6.257,82	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
			20(λ/4)	3.820,84	5.892,61	-149,01	-3,75%			-365,21	-5,84%		
Agria20	ολόκληρο το έργο	20	10.679,95	12.702,66	108,42	1,03%			-259,71	-2,00%			
		10	10.507,98	13.009,79	-63,55	-0,60%			47,42	0,37%			
		5	10.561,29	12.950,02	-10,24	-0,10%			-12,35	-0,10%			
		2	10.567,62	12.964,26	-3,91	-0,04%			1,89	0,01%			
		1	10.571,53	12.962,37	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	10.317,63	12.494,98	-253,90	-2,40%	1	0	-467,39	-3,61%	1	0	
	1ο μισό	20	5.969,90	7.161,71	104,17	1,78%			-141,24	-1,93%			
		1	5.865,73	7.302,95	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	5.800,77	7.147,56	-64,96	-1,11%			-155,39	-2,13%			
		2ο μισό	20	4.711,01	5.542,01	5,21	0,11%			-117,41	-2,07%		
			1	4.705,80	5.659,42	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
			20(λ/4)	4.516,86	5.347,42	-188,94	-4,01%			-312,00	-5,51%		

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΧΩΜΑΤΙΣΜΩΝ

Έργο	Πύκνωση(m)	Επιχώματα(m ³)	Ορύγματα(m ³)	Αποκλίσεις Επιχωμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4	Αποκλίσεις Ορυγμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4	
Agria21	ολόκληρο το έργο	20	11.169,94	12.377,55	126,63	1,15%		-236,32	-1,87%			
		10	10.977,69	12.662,49	-65,62	-0,59%		48,62	0,39%			
		5	11.033,12	12.601,17	-10,19	-0,09%		-12,70	-0,10%			
		2	11.039,37	12.615,70	-3,94	-0,04%		1,83	0,01%			
		1	11.043,31	12.613,87	0,00	0,00%		0,00	0,00%			
		20(λ/4)	10.786,38	12.182,69	-256,93	-2,33%	1	0	-431,18	-3,42%	1	0
	1ο μισό	20	6.004,26	7.173,30	101,31	1,72%		-142,36	-1,95%			
		1	5.902,95	7.315,66	0,00	0,00%		0,00	0,00%			
		20(λ/4)	5.836,71	7.159,50	-66,24	-1,12%		-156,16	-2,13%			
		2ο μισό	20	5.166,66	5.205,28	26,31	0,51%		-92,93	-1,75%		
			1	5.140,35	5.298,21	0,00	0,00%		0,00	0,00%		
			20(λ/4)	4.949,67	5.023,19	-190,68	-3,71%		-275,02	-5,19%		
Agria22	ολόκληρο το έργο	20	11.178,57	11.823,79	127,09	1,15%		-242,64	-2,01%			
		10	10.990,32	12.114,39	-61,16	-0,55%		47,96	0,40%			
		5	11.041,08	12.054,29	-10,40	-0,09%		-12,14	-0,10%			
		2	11.047,83	12.068,25	-3,65	-0,03%		1,82	0,02%			
		1	11.051,48	12.066,43	0,00	0,00%		0,00	0,00%			
		20(λ/4)	10.818,77	11.619,40	-232,71	-2,11%	1	0	-447,03	-3,70%	1	0
	1ο μισό	20	6.335,59	6.438,14	117,15	1,88%		-129,55	-1,97%			
		1	6.218,44	6.567,69	0,00	0,00%		0,00	0,00%			
		20(λ/4)	6.173,74	6.423,54	-44,70	-0,72%		-144,15	-2,19%			
		2ο μισό	20	4.843,95	5.386,62	10,91	0,23%		-112,12	-2,04%		
			1	4.833,04	5.498,74	0,00	0,00%		0,00	0,00%		
			20(λ/4)	4.645,03	5.195,86	-188,01	-3,89%		-302,88	-5,51%		
Agria23	ολόκληρο το έργο	20	11.822,28	11.272,21	132,40	1,13%		-236,76	-2,06%			
		10	11.627,46	11.556,91	-62,42	-0,53%		47,94	0,42%			
		5	11.681,88	11.498,82	-8,00	-0,07%		-10,15	-0,09%			
		2	11.685,37	11.510,30	-4,51	-0,04%		1,33	0,01%			
		1	11.689,88	11.508,97	0,00	0,00%		0,00	0,00%			
		20(λ/4)	11.440,73	11.074,77	-249,15	-2,13%	1	0	-434,20	-3,77%	1	0
	1ο μισό	20	6.823,70	5.970,47	114,62	1,71%		-131,51	-2,16%			
		1	6.709,08	6.101,98	0,00	0,00%		0,00	0,00%			
		20(λ/4)	6.648,58	5.957,17	-60,50	-0,90%		-144,81	-2,37%			
		2ο μισό	20	4.999,61	5.302,67	18,81	0,38%		-104,32	-1,93%		
			1	4.980,80	5.406,99	0,00	0,00%		0,00	0,00%		
			20(λ/4)	4.792,15	5.117,60	-188,65	-3,79%		-289,39	-5,35%		
Agria24	ολόκληρο το έργο	20	12.314,67	11.069,31	142,23	1,17%		-222,99	-1,97%			
		10	12.109,40	11.342,49	-63,04	-0,52%		50,19	0,44%			
		5	12.161,99	11.281,50	-10,45	-0,09%		-10,80	-0,10%			
		2	12.169,72	11.293,85	-2,72	-0,02%		1,55	0,01%			
		1	12.172,44	11.292,30	0,00	0,00%		0,00	0,00%			
		20(λ/4)	11.922,16	10.874,39	-250,28	-2,06%	1	0	-417,91	-3,70%	1	0
	1ο μισό	20	7.086,87	5.843,19	115,40	1,66%		-127,47	-2,13%			
		1	6.971,47	5.970,66	0,00	0,00%		0,00	0,00%			
		20(λ/4)	6.910,88	5.832,29	-60,59	-0,87%		-138,37	-2,32%			
		2ο μισό	20	5.228,91	5.227,04	27,95	0,54%		-94,60	-1,78%		
			1	5.200,96	5.321,64	0,00	0,00%		0,00	0,00%		
			20(λ/4)	5.011,28	5.042,11	-189,68	-3,65%		-279,53	-5,25%		

Έργο	Πύκνωση(m)	Επιχώματα(m ³)	Ορύγματα(m ³)	Αποκλίσεις Επιχωμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4	Αποκλίσεις Ορυγμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4		
Agria25	ολόκληρο το έργο	20	12.130,78	11.342,44	136,41	1,14%			-229,06	-1,98%			
		10	11.930,18	11.620,65	-64,19	-0,54%			49,15	0,42%			
		5	11.984,30	11.560,14	-10,07	-0,08%			-11,36	-0,10%			
		2	11.991,66	11.573,13	-2,71	-0,02%			1,63	0,01%			
		1	11.994,37	11.571,50	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	11.744,41	11.149,67	-249,96	-2,08%	1	0	-421,83	-3,65%	1	0	
	1ο μισό	20	6.852,69	6.151,05	109,38	1,62%			-134,21	-2,14%			
		1	6.743,31	6.285,26	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	6.683,95	6.140,15	-59,36	-0,88%			-145,11	-2,31%			
		2ο μισό	20	5.279,18	5.192,36	28,13	0,54%			-93,88	-1,78%		
			1	5.251,05	5.286,24	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
			20(λ/4)	5.060,46	5.009,52	-190,59	-3,63%			-276,72	-5,23%		
Agria26	ολόκληρο το έργο	20	11.748,92	11.713,28	136,99	1,18%			-228,47	-1,91%			
		10	11.546,82	11.991,18	-65,11	-0,56%			49,43	0,41%			
		5	11.601,64	11.930,74	-10,29	-0,09%			-11,01	-0,09%			
		2	11.609,08	11.943,39	-2,85	-0,02%			1,64	0,01%			
		1	11.611,93	11.941,75	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	11.368,74	11.514,44	-243,19	-2,09%	1	0	-427,31	-3,58%	1	0	
	1ο μισό	20	6.743,94	6.201,47	114,98	1,73%			-128,09	-2,02%			
		1	6.628,96	6.329,56	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	6.572,52	6.190,27	-56,44	-0,85%			-139,29	-2,20%			
		2ο μισό	20	5.005,99	5.512,75	23,02	0,46%			-99,44	-1,77%		
			1	4.982,97	5.612,19	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
			20(λ/4)	4.796,23	5.324,17	-186,74	-3,75%			-288,02	-5,13%		
Agria27	ολόκληρο το έργο	20	11.880,83	11.184,12	160,86	1,37%			-208,38	-1,83%			
		10	11.659,71	11.444,44	-60,26	-0,51%			51,94	0,46%			
		5	11.710,54	11.382,56	-9,43	-0,08%			-9,94	-0,09%			
		2	11.716,87	11.393,93	-3,10	-0,03%			1,43	0,01%			
		1	11.719,97	11.392,50	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	11.503,06	10.978,51	-216,91	-1,85%	1	0	-413,99	-3,63%	1	0	
	1ο μισό	20	7.023,95	5.607,19	140,54	2,04%			-105,30	-1,84%			
		1	6.883,41	5.712,49	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	6.851,65	5.594,74	-31,76	-0,46%			-117,75	-2,06%			
		2ο μισό	20	4.857,87	5.577,85	21,32	0,44%			-102,16	-1,80%		
			1	4.836,55	5.680,01	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
			20(λ/4)	4.651,41	5.383,77	-185,14	-3,83%			-296,24	-5,22%		
Agria28	ολόκληρο το έργο	20	11.169,58	11.760,16	152,39	1,38%			-218,22	-1,82%			
		10	10.959,54	12.030,03	-57,65	-0,52%			51,65	0,43%			
		5	11.008,04	11.966,62	-9,15	-0,08%			-11,76	-0,10%			
		2	11.014,16	11.980,15	-3,03	-0,03%			1,77	0,01%			
		1	11.017,19	11.978,38	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	10.800,88	11.555,72	-216,31	-1,96%	1	0	-422,66	-3,53%	1	0	
	1ο μισό	20	6.396,54	6.072,57	139,05	2,22%			-110,61	-1,79%			
		1	6.257,49	6.183,18	0,00	0,00%			0,00	0,00%			
		20(λ/4)	6.224,35	6.055,82	-33,14	-0,53%			-127,36	-2,06%			
		2ο μισό	20	4.773,96	5.688,59	14,26	0,30%			-106,61	-1,84%		
			1	4.759,70	5.795,20	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
			20(λ/4)	4.576,53	5.499,90	-183,17	-3,85%			-295,30	-5,10%		

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΧΩΜΑΤΙΣΜΩΝ

Έργο	Πύκνωση(m)	Επιχώματα(m ³)	Ορύγματα(m ³)	Αποκλίσεις Επιχωμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4	Αποκλίσεις Ορυγμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4	
Agria29	ολόκληρο το έργο	20	10.814,30	12.189,22	128,46	1,20%			-240,31	-1,93%		
		10	10.628,86	12.481,69	-56,98	-0,53%			52,16	0,42%		
		5	10.676,65	12.417,99	-9,19	-0,09%			-11,54	-0,09%		
		2	10.682,90	12.431,38	-2,94	-0,03%			1,85	0,01%		
		1	10.685,84	12.429,53	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
		20(λ/4)	10.467,06	11.977,83	-218,78	-2,05%	1	0	-451,70	-3,63%	1	0
	1ο μισό	20	6.203,71	6.367,13	129,90	2,14%			-120,47	-1,86%		
		1	6.073,81	6.487,60	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
			6.040,27	6.350,38	-33,54	-0,55%			-137,22	-2,12%		
		20	4.611,48	5.823,07	-0,55	-0,01%			-118,86	-2,00%		
		1	4.612,03	5.941,93	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
		20(λ/4)	4.426,79	5.627,45	-185,24	-4,02%			-314,48	-5,29%		
Agria30	ολόκληρο το έργο	20	10.220,22	13.483,13	66,36	0,65%			-305,18	-2,21%		
		10	10.098,52	13.838,43	-55,34	-0,55%			50,12	0,36%		
		5	10.147,23	13.779,29	-6,63	-0,07%			-9,02	-0,07%		
		2	10.149,85	13.790,46	-4,01	-0,04%			2,15	0,02%		
		1	10.153,86	13.788,31	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
		20(λ/4)	9.912,57	13.244,80	-241,29	-2,38%	1	0	-543,51	-3,94%	1	0
	1ο μισό	20	6.296,07	6.721,18	106,38	1,72%			-137,97	-2,01%		
		1	6.189,69	6.859,15	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
		20(λ/4)	6.138,18	6.708,18	-51,51	-0,83%			-150,97	-2,20%		
		20	3.925,04	6.763,06	-39,12	-0,99%			-166,10	-2,40%		
		1	3.964,16	6.929,16	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
		20(λ/4)	3.774,39	6.536,62	-189,77	-4,79%			-392,54	-5,67%		
Agria31	ολόκληρο το έργο	20	12.352,14	12.121,29	101,89	0,83%			-270,20	-2,18%		
		10	12.193,46	12.441,92	-56,79	-0,46%			50,43	0,41%		
		5	12.244,64	12.383,65	-5,61	-0,05%			-7,84	-0,06%		
		2	12.245,77	12.392,85	-4,48	-0,04%			1,36	0,01%		
		1	12.250,25	12.391,49	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
		20(λ/4)	11.981,25	11.911,73	-269,00	-2,20%	1	0	-479,76	-3,87%	1	0
	1ο μισό	20	7.438,51	6.152,16	108,82	1,48%			-145,31	-2,31%		
		1	7.329,69	6.297,47	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
			7.266,67	6.145,51	-63,02	-0,86%			-151,96	-2,41%		
		20	4.914,69	5.970,13	-5,87	-0,12%			-123,89	-2,03%		
		1	4.920,56	6.094,02	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
		20(λ/4)	4.714,59	5.766,22	-205,97	-4,19%			-327,80	-5,38%		
Agria32	ολόκληρο το έργο	20	12.263,98	10.821,86	70,21	0,58%			-283,00	-2,55%		
		10	12.127,46	11.155,56	-66,31	-0,54%			50,70	0,46%		
		5	12.184,17	11.098,60	-9,60	-0,08%			-6,26	-0,06%		
		2	12.189,32	11.106,41	-4,45	-0,04%			1,55	0,01%		
		1	12.193,77	11.104,86	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
		20(λ/4)	11.922,71	10.600,82	-271,06	-2,22%	1	0	-504,04	-4,54%	1	0
	1ο μισό	20	7.376,84	5.748,70	107,85	1,48%			-130,39	-2,22%		
		1	7.268,99	5.879,09	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
		20(λ/4)	7.197,62	5.739,85	-71,37	-0,98%			-139,24	-2,37%		
		20	4.888,14	5.074,05	-36,64	-0,74%			-151,72	-2,90%		
		1	4.924,78	5.225,77	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
		20(λ/4)	4.725,08	4.860,97	-199,70	-4,05%			-364,80	-6,98%		

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΧΩΜΑΤΙΣΜΩΝ

Έργο	Πύκνωση(m)	Επιχώματα(m ³)	Ορύγματα(m ³)	Αποκλίσεις Επιχωμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4	Αποκλίσεις Ορυγμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4	
Agria33	ολόκληρο το έργο	20	12.492,44	10.648,79	83,33	0,67%		-283,60	-2,59%			
		10	12.351,52	10.982,47	-57,59	-0,46%		50,08	0,46%			
		5	12.405,60	10.927,22	-3,51	-0,03%		-5,17	-0,05%			
		2	12.405,66	10.933,76	-3,45	-0,03%		1,37	0,01%			
		1	12.409,11	10.932,39	0,00	0,00%		0,00	0,00%			
		20(λ/4)	12.145,79	10.430,25	-263,32	-2,12%	1	0	-502,14	-4,59%	1	0
	1ο μισό	20	7.498,90	5.675,51	120,77	1,64%		-132,12	-2,27%			
		1	7.378,13	5.807,63	0,00	0,00%		0,00	0,00%			
		20(λ/4)	7.316,15	5.667,06	-61,98	-0,84%		-140,57	-2,42%			
		2ο μισό	20	4.994,57	4.974,22	-36,42	-0,72%		-150,54	-2,94%		
			1	5.030,99	5.124,76	0,00	0,00%		0,00	0,00%		
			20(λ/4)	4.829,64	4.763,19	-201,35	-4,00%		-361,57	-7,06%		
Agria34	ολόκληρο το έργο	20	14.947,56	12.270,35	232,40	1,58%		-160,80	-1,29%			
		10	14.684,83	12.503,15	-30,33	-0,21%		72,00	0,58%			
		5	14.706,07	12.424,97	-9,09	-0,06%		-6,18	-0,05%			
		2	14.710,26	12.432,17	-4,90	-0,03%		1,02	0,01%			
		1	14.715,16	12.431,15	0,00	0,00%		0,00	0,00%			
		20(λ/4)	14.534,01	11.925,10	-181,15	-1,23%	0	1	-506,05	-4,07%	1	0
	1ο μισό	20	11.843,75	4.132,15	258,96	2,24%		-4,22	-0,10%			
		1	11.584,79	4.136,37	0,00	0,00%		0,00	0,00%			
		20(λ/4)	11.603,80	4.020,25	19,01	0,16%		-116,12	-2,81%			
		2ο μισό	20	3.104,86	8.139,09	-25,51	-0,81%		-155,68	-1,88%		
			1	3.130,37	8.294,77	0,00	0,00%		0,00	0,00%		
			20(λ/4)	2.930,21	7.904,85	-200,16	-6,39%		-389,92	-4,70%		
Agria35	ολόκληρο το έργο	20	14.209,91	12.529,67	240,53	1,72%		-154,33	-1,22%			
		10	13.939,82	12.754,63	-29,56	-0,21%		70,63	0,56%			
		5	13.964,29	12.681,81	-5,09	-0,04%		-2,19	-0,02%			
		2	13.964,37	12.684,07	-5,01	-0,04%		0,07	0,00%			
		1	13.969,38	12.684,00	0,00	0,00%		0,00	0,00%			
		20(λ/4)	13.783,26	12.179,76	-186,12	-1,33%	0	1	-504,24	-3,98%	1	0
	1ο μισό	20	11.002,77	4.531,32	270,32	2,52%		5,22	0,12%			
		1	10.732,45	4.526,10	0,00	0,00%		0,00	0,00%			
		20(λ/4)	10.725,80	4.418,07	-6,65	-0,06%		-108,03	-2,39%			
		2ο μισό	20	3.208,13	7.999,29	-28,79	-0,89%		-158,62	-1,94%		
			1	3.236,92	8.157,91	0,00	0,00%		0,00	0,00%		
			20(λ/4)	3.057,46	7.761,68	-179,46	-5,54%		-396,23	-4,86%		
Agria36	ολόκληρο το έργο	20	13.102,81	14.175,80	203,29	1,58%		-192,34	-1,34%			
		10	12.879,32	14.446,44	-20,20	-0,16%		78,30	0,54%			
		5	12.887,49	14.359,92	-12,03	-0,09%		-8,22	-0,06%			
		2	12.895,56	14.369,51	-3,96	-0,03%		1,37	0,01%			
		1	12.899,52	14.368,14	0,00	0,00%		0,00	0,00%			
		20(λ/4)	12.710,04	14.151,66	-189,48	-1,47%	0	1	-216,48	-1,51%	1	0
	1ο μισό	20	10.769,98	4.519,81	246,73	2,34%		-15,33	-0,34%			
		1	10.523,25	4.535,14	0,00	0,00%		0,00	0,00%			
		20(λ/4)	10.518,38	4.513,76	-4,87	-0,05%		-21,38	-0,47%			
		2ο μισό	20	2.333,79	9.657,08	-42,47	-1,79%		-175,91	-1,79%		
			1	2.376,26	9.832,99	0,00	0,00%		0,00	0,00%		
			20(λ/4)	2.191,65	9.637,91	-184,61	-7,77%		-195,08	-1,98%		

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΧΩΜΑΤΙΣΜΩΝ

Έργο	Πύκνωση(m)	Επιχώματα(m ³)	Ορύγματα(m ³)	Αποκλίσεις Επιχωμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4	Αποκλίσεις Ορυγμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4	
Agria37	ολόκληρο το έργο	20	11.613,38	15.120,36	186,15	1,63%		-209,96	-1,37%			
		10	11.409,19	15.407,01	-18,04	-0,16%		76,69	0,50%			
		5	11.416,45	15.322,34	-10,78	-0,09%		-7,98	-0,05%			
		2	11.423,95	15.331,82	-3,28	-0,03%		1,50	0,01%			
		1	11.427,23	15.330,32	0,00	0,00%		0,00	0,00%			
		20(λ/4)	11.271,77	15.099,24	-155,46	-1,36%	0	1	-231,08	-1,51%	1	0
	1ο μισό	20	9.390,09	5.051,03	229,56	2,51%		-33,30	-0,65%			
		1	9.160,53	5.084,33	0,00	0,00%		0,00	0,00%			
		20(λ/4)	9.177,39	5.050,53	16,86	0,18%		-33,80	-0,66%			
		2ο μισό	20	2.224,17	10.070,49	-42,53	-1,88%		-184,50	-1,80%		
			1	2.266,70	10.254,99	0,00	0,00%		0,00	0,00%		
			20(λ/4)	2.094,38	10.048,71	-172,32	-7,60%		-206,28	-2,01%		
Agria38	ολόκληρο το έργο	20	15.045,13	13.255,64	191,21	1,29%		-195,79	-1,46%			
		10	14.825,44	13.531,12	-28,48	-0,19%		79,69	0,59%			
		5	14.839,04	13.442,44	-14,88	-0,10%		-8,99	-0,07%			
		2	14.849,90	13.453,11	-4,02	-0,03%		1,68	0,01%			
		1	14.853,92	13.451,43	0,00	0,00%		0,00	0,00%			
		20(λ/4)	14.674,90	13.239,74	-179,02	-1,21%	0	1	-211,69	-1,57%	1	0
	1ο μισό	20	10.672,69	4.471,45	250,92	2,41%		-12,93	-0,29%			
		1	10.421,77	4.484,38	0,00	0,00%		0,00	0,00%			
		20(λ/4)	10.415,88	4.464,15	-5,89	-0,06%		-20,23	-0,45%			
		2ο μισό	20	4.373,38	8.785,25	-58,76	-1,33%		-181,79	-2,03%		
			1	4.432,14	8.967,04	0,00	0,00%		0,00	0,00%		
			20(λ/4)	4.259,02	8.775,59	-173,12	-3,91%		-191,45	-2,14%		
Agria39	ολόκληρο το έργο	20	15.176,19	13.314,50	199,64	1,33%		-190,21	-1,41%			
		10	14.942,81	13.575,77	-33,74	-0,23%		71,06	0,53%			
		5	14.961,66	13.494,82	-14,89	-0,10%		-9,89	-0,07%			
		2	14.972,34	13.505,96	-4,21	-0,03%		1,25	0,01%			
		1	14.976,55	13.504,71	0,00	0,00%		0,00	0,00%			
		20(λ/4)	14.795,05	13.188,57	-181,50	-1,21%	0	1	-316,14	-2,34%	1	0
	1ο μισό	20	11.077,73	4.339,64	257,59	2,38%		-6,97	-0,16%			
		1	10.820,14	4.346,61	0,00	0,00%		0,00	0,00%			
		20(λ/4)	10.804,16	4.221,34	-15,98	-0,15%		-125,27	-2,88%			
		2ο μισό	20	4.099,46	8.975,87	-56,94	-1,37%		-182,22	-1,99%		
			1	4.156,40	9.158,09	0,00	0,00%		0,00	0,00%		
			20(λ/4)	3.990,89	8.967,22	-165,51	-3,98%		-190,87	-2,08%		
Agria40	ολόκληρο το έργο	20	14.392,17	13.886,09	185,52	1,31%		-200,49	-1,42%			
		10	14.179,90	14.166,38	-26,75	-0,19%		79,80	0,57%			
		5	14.194,18	14.079,14	-12,47	-0,09%		-7,44	-0,05%			
		2	14.202,30	14.087,73	-4,35	-0,03%		1,15	0,01%			
		1	14.206,65	14.086,58	0,00	0,00%		0,00	0,00%			
		20(λ/4)	14.038,33	13.872,95	-168,32	-1,18%	0	1	-213,63	-1,52%	1	0
	1ο μισό	20	10.403,27	4.923,76	241,48	2,38%		-19,96	-0,40%			
		1	10.161,79	4.943,72	0,00	0,00%		0,00	0,00%			
		20(λ/4)	10.178,83	4.917,86	17,04	0,17%		-25,86	-0,52%			
		2ο μισό	20	3.989,90	8.963,40	-54,95	-1,36%		-179,46	-1,96%		
			1	4.044,85	9.142,86	0,00	0,00%		0,00	0,00%		
			20(λ/4)	3.859,51	8.955,09	-185,34	-4,58%		-187,77	-2,05%		

Έργο	Πύκνωση(m)	Επιχώματα(m ³)	Ορύγματα(m ³)	Αποκλίσεις Επιχωμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4	Αποκλίσεις Ορυγμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4
Agria41	ολόκληρο το έργο	20	14.194,27	14.226,76	177,91	1,27%		-208,22	-1,44%		
		10	13.986,67	14.510,89	-29,69	-0,21%		75,91	0,53%		
		5	14.003,04	14.426,77	-13,32	-0,10%		-8,21	-0,06%		
		2	14.011,76	14.436,11	-4,60	-0,03%		1,13	0,01%		
		1	14.016,36	14.434,98	0,00	0,00%		0,00	0,00%		
		20(λ/4)	13.853,34	14.212,74	-163,02	-1,16%	0	1	-222,24	-1,54%	1
	1ο μισό	20	10.322,80	4.994,86	237,64	2,36%		-24,37	-0,49%		
		1	10.085,16	5.019,23	0,00	0,00%		0,00	0,00%		
		20(λ/4)	10.104,25	4.988,76	19,09	0,19%		-30,47	-0,61%		
	2ο μισό	20	3.872,47	9.232,99	-58,72	-1,49%		-182,76	-1,94%		
		1	3.931,19	9.415,75	0,00	0,00%		0,00	0,00%		
		20(λ/4)	3.749,09	9.223,98	-182,10	-4,63%		-191,77	-2,04%		
Agria42	ολόκληρο το έργο	20	13.204,01	13.905,12	150,28	1,15%		-234,02	-1,66%		
		10	13.018,86	14.204,74	-34,87	-0,27%		65,60	0,46%		
		5	13.042,25	14.130,99	-11,48	-0,09%		-8,15	-0,06%		
		2	13.049,48	14.139,93	-4,25	-0,03%		0,79	0,01%		
		1	13.053,73	14.139,14	0,00	0,00%		0,00	0,00%		
		20(λ/4)	12.885,40	13.897,04	-168,33	-1,29%	1	0	-242,10	-1,71%	1
	1ο μισό	20	9.390,35	5.420,98	191,29	2,08%		-63,37	-1,16%		
		1	9.199,06	5.484,35	0,00	0,00%		0,00	0,00%		
		20(λ/4)	9.208,26	5.420,48	9,20	0,10%		-63,87	-1,16%		
	2ο μισό	20	3.814,66	8.485,23	-40,00	-1,04%		-169,56	-1,96%		
		1	3.854,66	8.654,79	0,00	0,00%		0,00	0,00%		
		20(λ/4)	3.677,14	8.476,56	-177,52	-4,61%		-178,23	-2,06%		
Agria43	ολόκληρο το έργο	20	13.210,08	13.931,30	142,05	1,09%		-239,97	-1,69%		
		10	13.032,61	14.235,47	-35,42	-0,27%		64,20	0,45%		
		5	13.058,12	14.163,97	-9,91	-0,08%		-7,30	-0,05%		
		2	13.063,65	14.172,15	-4,38	-0,03%		0,88	0,01%		
		1	13.068,03	14.171,27	0,00	0,00%		0,00	0,00%		
		20(λ/4)	12.872,86	13.698,09	-195,17	-1,49%	1	0	-473,18	-3,34%	1
	1ο μισό	20	9.235,12	5.706,86	174,56	1,93%		-76,79	-1,33%		
		1	9.060,56	5.783,65	0,00	0,00%		0,00	0,00%		
		20(λ/4)	9.048,68	5.706,37	-11,88	-0,13%		-77,28	-1,34%		
	2ο μισό	20	3.975,95	8.225,50	-31,51	-0,79%		-162,12	-1,93%		
		1	4.007,46	8.387,62	0,00	0,00%		0,00	0,00%		
		20(λ/4)	3.824,18	7.991,72	-183,28	-4,57%		-395,90	-4,72%		
Agria44	ολόκληρο το έργο	20	13.401,14	15.189,76	158,53	1,20%		-221,72	-1,44%		
		10	13.219,54	15.492,03	-23,07	-0,17%		80,55	0,52%		
		5	13.234,29	15.408,49	-8,32	-0,06%		-2,99	-0,02%		
		2	13.237,95	15.412,26	-4,66	-0,04%		0,78	0,01%		
		1	13.242,61	15.411,48	0,00	0,00%		0,00	0,00%		
		20(λ/4)	13.075,68	15.180,95	-166,93	-1,26%	1	0	-230,53	-1,50%	1
	1ο μισό	20	9.883,86	5.397,68	208,47	2,15%		-46,28	-0,85%		
		1	9.675,39	5.443,96	0,00	0,00%		0,00	0,00%		
		20(λ/4)	9.697,84	5.397,51	22,45	0,23%		-46,45	-0,85%		
	2ο μισό	20	3.518,22	9.793,35	-49,01	-1,37%		-174,18	-1,75%		
		1	3.567,23	9.967,53	0,00	0,00%		0,00	0,00%		
		20(λ/4)	3.377,84	9.783,44	-189,39	-5,31%		-184,09	-1,85%		

Έργο	Πύκνωση(m)	Επιχώματα(m ³)	Ορύγματα(m ³)	Αποκλίσεις Επιχωμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4	Αποκλίσεις Ορυγμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4
Agria45	ολόκληρο το έργο	20	13.112,40	15.331,68	146,66	1,13%		-231,22	-1,49%		
		10	12.938,72	15.639,50	-27,02	-0,21%		76,60	0,49%		
		5	12.957,30	15.559,20	-8,44	-0,07%		-3,70	-0,02%		
		2	12.961,48	15.563,90	-4,26	-0,03%		1,00	0,01%		
		1	12.965,74	15.562,90	0,00	0,00%		0,00	0,00%		
			12.797,08	15.323,60	-168,66	-1,30%	1	0	-239,30	-1,54%	1
	1ο μισό	20	9.378,33	5.564,00	197,89	2,16%		-55,33	-0,98%		
		1	9.180,44	5.619,33	0,00	0,00%		0,00	0,00%		
			9.203,05	5.563,50	22,61	0,25%		-55,83	-0,99%		
	2ο μισό	20	3.734,97	9.768,95	-50,34	-1,33%		-174,63	-1,76%		
1		3.785,31	9.943,58	0,00	0,00%		0,00	0,00%			
		3.594,03	9.760,11	-191,28	-5,05%		-183,47	-1,85%			

2. Τυπική διατομή β2σ

Έργο	Πύκνωση (m)	Επιχώματα(m ³)	Ορύγματα(m ³)	Αποκλίσεις Επιχωμάτων	Αποκλ.(%)	λ/2	λ/4	Αποκλίσεις Ορυγμάτων	Αποκλ.(%)	λ/2	λ/4
Agría01	20(λ/2)	19.757,19	14.772,98	129,20	0,66%			-387,45	-2,56%		
	1	19.627,99	15.160,43	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	19.378,53	14.750,87	-249,46	-1,27%	1	0	-409,56	-2,70%	1	0
Agría02	20(λ/2)	17.327,34	16.350,09	186,38	1,09%			-353,76	-2,12%		
	1	17.140,96	16.703,85	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	17.023,57	16.327,68	-117,39	-0,68%	0	1	-376,17	-2,25%	1	0
Agría03	20(λ/2)	14.870,62	20.066,54	176,21	1,20%			-365,79	-1,79%		
	1	14.694,41	20.432,33	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	14.413,28	19.761,54	-281,13	-1,91%	1	0	-670,79	-3,28%	1	0
Agría04	20(λ/2)	16.813,94	18.553,26	190,69	1,15%			-343,13	-1,82%		
	1	16.623,25	18.896,39	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	16.299,58	18.284,10	-323,67	-1,95%	1	0	-612,29	-3,24%	1	0
Agría05	20(λ/2)	19.740,18	16.287,72	209,98	1,08%			-316,11	-1,90%		
	1	19.530,20	16.603,83	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	19.334,47	16.017,49	-195,73	-1,00%	0	1	-586,34	-3,53%	1	0
Agría06	20(λ/2)	18.706,65	17.649,84	191,32	1,03%			-335,03	-1,86%		
	1	18.515,33	17.984,87	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	18.179,54	17.370,75	-335,79	-1,81%	1	0	-614,12	-3,41%	1	0
Agría07	20(λ/2)	19.385,89	16.910,49	205,36	1,07%			-320,93	-1,86%		
	1	19.180,53	17.231,42	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	18.994,35	16.635,87	-186,18	-0,97%	0	1	-595,55	-3,46%	1	0
Agría08	20(λ/2)	17.074,10	19.272,37	112,16	0,66%			-417,75	-2,12%		
	1	16.961,94	19.690,12	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	16.590,52	19.250,55	-371,42	-2,19%	1	0	-439,57	-2,23%	1	0
Agría09	20(λ/2)	18.165,13	17.457,30	120,79	0,67%			-393,63	-2,21%		
	1	18.044,34	17.850,93	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	17.694,92	17.417,36	-349,42	-1,94%	1	0	-433,57	-2,43%	1	0
Agría10	20(λ/2)	22.380,39	17.427,41	240,47	1,09%			-301,81	-1,70%		
	1	22.139,92	17.729,22	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	22.139,17	17.409,20	-0,75	0,00%	0	1	-320,02	-1,81%	1	0
Agría11	20(λ/2)	20.324,20	20.150,85	213,64	1,06%			-338,09	-1,65%		
	1	20.110,56	20.488,94	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	20.087,19	20.114,56	-23,37	-0,12%	0	1	-374,38	-1,83%	1	0
Agría12	20(λ/2)	21.647,03	19.814,04	203,31	0,95%			-338,23	-1,68%		
	1	21.443,72	20.152,27	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	21.444,01	19.790,74	0,29	0,00%	0	1	-361,53	-1,79%	1	0
Agría13	20(λ/2)	21.071,33	19.842,65	206,13	0,99%			-336,73	-1,67%		
	1	20.865,20	20.179,38	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	20.840,42	19.825,98	-24,78	-0,12%	0	1	-353,40	-1,75%	1	0
Agría14	20(λ/2)	19.690,18	19.906,19	179,05	0,92%			-372,26	-1,84%		
	1	19.511,13	20.278,45	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	19.294,95	19.891,10	-216,18	-1,11%	1	0	-387,35	-1,91%	1	0
Agría15	20(λ/2)	19.824,39	21.629,38	196,57	1,00%			-347,41	-1,58%		
	1	19.627,82	21.976,79	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	19.557,74	21.612,90	-70,08	-0,36%	0	1	-363,89	-1,66%	1	0
Agría16	20(λ/2)	16.835,06	17.340,48	129,50	0,78%			-393,26	-2,22%		
	1	16.705,56	17.733,74	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	16.356,95	17.323,00	-348,61	-2,09%	1	0	-410,74	-2,32%	1	0
Agría17	20(λ/2)	17.521,83	16.490,66	168,63	0,97%			-349,02	-2,07%		
	1	17.353,20	16.839,68	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	17.147,12	16.231,68	-206,08	-1,19%	1	0	-608,00	-3,61%	1	0
Agría18	20(λ/2)	17.909,19	15.818,62	195,66	1,10%			-342,58	-2,12%		
	1	17.713,53	16.161,20	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	17.596,66	15.796,13	-116,87	-0,66%	0	1	-365,07	-2,26%	1	0

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΧΩΜΑΤΙΣΜΩΝ

Έργο	Πύκνωση (m)	Επιχώματα(m ³)	Ορύγματα(m ³)	Αποκλίσεις Επιχωμάτων	Αποκλ.(%)	λ/2	λ/4	Αποκλίσεις Ορυγμάτων	Αποκλ.(%)	λ/2	λ/4
Agría19	20(λ/2)	17.489,49	16.523,37	195,82	1,13%			-349,68	-2,07%		
	1	17.293,67	16.873,05	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/2)	17.195,50	16.500,12	-98,17	-0,57%	0	1	-372,93	-2,21%	1	0
Agría20	20(λ/2)	16.511,79	18.985,00	176,48	1,08%			-356,73	-1,84%		
	1	16.335,31	19.341,73	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/2)	16.011,45	18.708,97	-323,86	-1,98%	1	0	-632,76	-3,27%	1	0
Agría21	20(λ/2)	17.155,23	18.526,53	197,26	1,16%			-331,76	-1,76%		
	1	16.957,97	18.858,29	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/2)	16.620,76	18.268,81	-337,21	-1,99%	1	0	-589,48	-3,13%	1	0
Agría22	20(λ/2)	17.238,26	17.821,91	200,01	1,17%			-334,01	-1,84%		
	1	17.038,25	18.155,92	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/2)	16.706,30	17.550,73	-331,95	-1,95%	1	0	-605,19	-3,33%	1	0
Agría23	20(λ/2)	18.107,09	17.056,58	205,69	1,15%			-326,46	-1,88%		
	1	17.901,40	17.383,04	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/2)	17.697,90	16.793,10	-203,50	-1,14%	0	1	-589,94	-3,39%	1	0
Agría24	20(λ/2)	18.772,67	16.773,60	208,89	1,13%			-321,44	-1,88%		
	1	18.563,78	17.095,04	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/2)	18.349,77	16.489,00	-214,01	-1,15%	1	0	-606,04	-3,55%	1	0
Agría25	20(λ/2)	18.511,26	17.148,11	205,22	1,12%			-322,27	-1,84%		
	1	18.306,04	17.470,38	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/2)	18.096,60	16.866,37	-209,44	-1,14%	1	0	-604,01	-3,46%	1	0
Agría26	20(λ/2)	18.010,03	17.664,82	201,13	1,13%			-326,91	-1,82%		
	1	17.808,90	17.991,73	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/2)	17.615,46	17.374,54	-193,44	-1,09%	0	1	-617,19	-3,43%	1	0
Agría27	20(λ/2)	18.231,10	16.954,72	216,13	1,20%			-319,81	-1,85%		
	1	18.014,97	17.274,53	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/2)	17.858,11	16.696,12	-156,86	-0,87%	0	1	-578,41	-3,35%	1	0
Agría28	20(λ/2)	17.257,48	17.740,27	219,68	1,29%			-313,99	-1,74%		
	1	17.037,80	18.054,26	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/2)	16.874,75	17.471,13	-163,05	-0,96%	0	1	-583,13	-3,23%	1	0
Agría29	20(λ/2)	16.761,71	18.319,49	193,82	1,17%			-337,54	-1,81%		
	1	16.567,89	18.657,03	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/2)	16.247,30	18.041,21	-320,59	-1,93%	1	0	-615,82	-3,30%	1	0
Agría30	20(λ/2)	15.889,00	20.019,48	114,77	0,73%			-421,42	-2,06%		
	1	15.774,23	20.440,90	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/2)	15.443,64	20.010,36	-330,59	-2,10%	1	0	-430,54	-2,11%	1	0
Agría31	20(λ/2)	18.726,53	18.168,87	139,58	0,75%			-381,10	-2,05%		
	1	18.586,95	18.549,97	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/2)	18.182,03	17.908,68	-404,92	-2,18%	1	0	-641,29	-3,46%	1	0
Agría32	20(λ/2)	18.725,42	16.438,83	133,26	0,72%			-385,83	-2,29%		
	1	18.592,16	16.824,66	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/2)	18.386,21	16.393,37	-205,95	-1,11%	1	0	-431,29	-2,56%	1	0
Agría33	20(λ/2)	19.008,69	16.198,28	132,71	0,70%			-383,10	-2,31%		
	1	18.875,98	16.581,38	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/2)	18.660,53	16.153,80	-215,45	-1,14%	1	0	-427,58	-2,58%	1	0
Agría34	20(λ/2)	21.756,29	17.932,48	227,48	1,06%			-317,96	-1,74%		
	1	21.528,81	18.250,44	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/2)	21.539,75	17.912,76	10,94	0,05%	0	1	-337,68	-1,85%	1	0
Agría35	20(λ/2)	20.807,77	18.314,00	241,06	1,17%			-307,56	-1,65%		
	1	20.566,71	18.621,56	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/2)	20.589,39	18.294,74	22,68	0,11%	0	1	-326,82	-1,76%	1	0
Agría36	20(λ/2)	19.303,84	20.556,38	211,62	1,11%			-344,59	-1,65%		
	1	19.092,22	20.900,97	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/2)	19.070,22	20.516,89	-22,00	-0,12%	0	1	-384,08	-1,84%	1	0

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΧΩΜΑΤΙΣΜΩΝ

Έργο	Πύκνωση (m)	Επιχώματα(m ³)	Ορύγματα(m ³)	Αποκλίσεις Επιχωμάτων	Αποκλ.(%)	λ/2	λ/4	Αποκλίσεις Ορυγμάτων	Αποκλ.(%)	λ/2	λ/4
Agría37	20(λ/2)	17.349,49	21.888,89	214,68	1,25%			-351,55	-1,58%		
	1	17.134,81	22.240,44	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/2)	17.109,38	21.845,67	-25,43	-0,15%	0	1	-394,77	-1,78%	1	0
Agría38	20(λ/2)	21.868,47	19.193,27	204,53	0,94%			-337,55	-1,73%		
	1	21.663,94	19.530,82	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/2)	21.669,66	19.175,22	5,72	0,03%	0	1	-355,60	-1,82%	1	0
Agría39	20(λ/2)	22.031,38	19.247,19	210,12	0,96%			-332,08	-1,70%		
	1	21.821,26	19.579,27	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/2)	21.810,80	19.228,30	-10,46	-0,05%	0	1	-350,97	-1,79%	1	0
Agría40	20(λ/2)	20.950,55	20.076,26	203,18	0,98%			-341,99	-1,67%		
	1	20.747,37	20.418,25	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/2)	20.721,81	20.059,27	-25,56	-0,12%	0	1	-358,98	-1,76%	1	0
Agría41	20(λ/2)	20.683,03	20.539,63	200,84	0,98%			-345,79	-1,66%		
	1	20.482,19	20.885,42	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/2)	20.459,51	20.521,10	-22,68	-0,11%	0	1	-364,32	-1,74%	1	0
Agría42	20(λ/2)	19.432,09	20.157,62	177,88	0,92%			-376,33	-1,83%		
	1	19.254,21	20.533,95	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/2)	19.046,97	20.146,95	-207,24	-1,08%	1	0	-387,00	-1,88%	1	0
Agría43	20(λ/2)	19.406,76	20.180,75	170,12	0,88%			-384,78	-1,87%		
	1	19.236,64	20.565,53	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/2)	19.024,01	20.172,02	-212,63	-1,11%	1	0	-393,51	-1,91%	1	0
Agría44	20(λ/2)	19.674,66	21.828,98	193,65	0,99%			-350,54	-1,58%		
	1	19.481,01	22.179,52	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/2)	19.437,35	21.810,85	-43,66	-0,22%	0	1	-368,67	-1,66%	1	0
Agría45	20(λ/2)	19.318,39	22.030,16	186,86	0,98%			-357,73	-1,60%		
	1	19.131,53	22.387,89	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/2)	19.057,29	22.012,04	-74,24	-0,39%	0	1	-375,85	-1,68%	1	0

3. Τυπική διατομή ζ2

Έργο	Πύκνωση (m)	Επιχώματα(m ³)	Ορύγματα(m ³)	Αποκλίσεις Επιχωμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4	Αποκλίσεις Ορυγμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4
Agría01	20(λ/2)	10.154,60	7.585,12	35,95	0,36%			-241,12	-3,08%		
	1	10.118,65	7.826,24	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	9.835,06	7.223,42	-283,59	-2,80%	1	0	-602,82	-7,70%	1	0
Agría02	20(λ/2)	8.599,90	8.420,18	91,22	1,07%			-207,27	-2,40%		
	1	8.508,68	8.627,45	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	8.310,42	8.108,54	-198,26	-2,33%	1	0	-518,91	-6,01%	1	0
Agría03	20(λ/2)	7.216,47	10.662,00	95,19	1,34%			-210,76	-1,94%		
	1	7.121,28	10.872,76	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	6.836,30	10.479,16	-284,98	-4,00%	1	0	-393,60	-3,62%	1	0
Agría04	20(λ/2)	8.374,83	9.740,38	96,84	1,17%			-207,39	-2,08%		
	1	8.277,99	9.947,77	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	7.968,42	9.566,98	-309,57	-3,74%	1	0	-380,79	-3,83%	1	0
Agría05	20(λ/2)	10.128,41	8.372,66	114,12	1,14%			-186,15	-2,17%		
	1	10.014,29	8.558,81	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	9.799,57	8.211,81	-214,72	-2,14%	1	0	-347,00	-4,05%	1	0
Agría06	20(λ/2)	9.546,89	9.205,64	111,60	1,18%			-191,44	-2,04%		
	1	9.435,29	9.397,08	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	9.206,85	9.053,23	-228,44	-2,42%	1	0	-343,85	-3,66%	1	0
Agría07	20(λ/2)	9.919,59	8.750,16	117,73	1,20%			-185,53	-2,08%		
	1	9.801,86	8.935,69	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	9.575,22	8.599,97	-226,64	-2,31%	1	0	-335,72	-3,76%	1	0
Agría08	20(λ/2)	8.549,85	10.199,80	65,54	0,77%			-245,97	-2,35%		
	1	8.484,31	10.445,77	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	8.262,35	10.008,97	-221,96	-2,62%	1	0	-436,80	-4,18%	1	0
Agría09	20(λ/2)	9.194,85	9.098,09	51,37	0,56%			-243,91	-2,61%		
	1	9.143,48	9.342,00	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	8.809,51	8.923,70	-333,97	-3,65%	1	0	-418,30	-4,48%	1	0
Agría10	20(λ/2)	12.328,75	9.480,22	224,31	1,85%			-100,42	-1,05%		
	1	12.104,44	9.580,64	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	11.942,34	9.212,36	-162,10	-1,34%	0	1	-368,28	-3,84%	1	0
Agría11	20(λ/2)	11.047,27	11.136,94	187,56	1,73%			-137,30	-1,22%		
	1	10.859,71	11.274,24	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	10.723,22	11.031,97	-136,49	-1,26%	0	1	-242,27	-2,15%	1	0
Agría12	20(λ/2)	11.874,92	11.015,30	163,08	1,39%			-152,91	-1,37%		
	1	11.711,84	11.168,21	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	11.587,86	10.911,99	-123,98	-1,06%	0	1	-256,22	-2,29%	1	0
Agría13	20(λ/2)	11.511,85	10.990,42	155,06	1,37%			-153,50	-1,38%		
	1	11.356,79	11.143,92	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	11.232,98	10.878,76	-123,81	-1,09%	0	1	-265,16	-2,38%	1	0
Agría14	20(λ/2)	10.601,38	10.971,47	122,32	1,17%			-182,36	-1,63%		
	1	10.479,06	11.153,83	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	10.328,12	10.763,81	-150,94	-1,44%	1	0	-390,02	-3,50%	1	0
Agría15	20(λ/2)	10.690,92	12.083,44	131,22	1,24%			-181,01	-1,48%		
	1	10.559,70	12.264,45	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	10.438,74	12.074,76	-120,96	-1,15%	0	1	-189,69	-1,55%	1	0
Agría16	20(λ/2)	8.380,49	9.059,51	42,52	0,51%			-245,51	-2,64%		
	1	8.337,97	9.305,02	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	7.991,71	8.866,79	-346,26	-4,15%	1	0	-438,23	-4,71%	1	0
Agría17	20(λ/2)	8.739,47	8.492,88	60,00	0,69%			-225,50	-2,59%		
	1	8.679,47	8.718,38	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	8.430,05	8.309,99	-249,42	-2,87%	1	0	-408,39	-4,68%	1	0

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΧΩΜΑΤΙΣΜΩΝ

Έργο	Πύκνωση (m)	Επιχώματα(m ³)	Ορύγματα(m ³)	Αποκλίσεις Επιχωμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4	Αποκλίσεις Ορυγμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4
Agría18	20(λ/2)	8.944,19	8.116,97	100,12	1,13%			-196,49	-2,36%		
	1	8.844,07	8.313,46	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	8.655,71	7.810,03	-188,36	-2,13%	1	0	-503,43	-6,06%	1	0
Agría19	20(λ/2)	8.746,16	8.621,42	131,06	1,52%			-170,43	-1,94%		
	1	8.615,10	8.791,85	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	8.426,23	8.340,31	-188,87	-2,19%	1	0	-451,54	-5,14%	1	0
Agría20	20(λ/2)	8.200,80	10.005,87	90,38	1,11%			-213,92	-2,09%		
	1	8.110,42	10.219,79	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	7.805,51	9.843,07	-304,91	-3,76%	1	0	-376,72	-3,69%	1	0
Agría21	20(λ/2)	8.606,94	9.739,41	103,36	1,22%			-197,27	-1,99%		
	1	8.503,58	9.936,68	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	8.194,49	9.586,71	-309,09	-3,63%	1	0	-349,97	-3,52%	1	0
Agría22	20(λ/2)	8.588,88	9.271,87	102,29	1,21%			-201,27	-2,12%		
	1	8.486,59	9.473,14	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	8.181,00	9.096,12	-305,59	-3,60%	1	0	-377,02	-3,98%	1	0
Agría23	20(λ/2)	9.112,17	8.820,55	101,18	1,12%			-199,62	-2,21%		
	1	9.010,99	9.020,17	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	8.806,25	8.652,23	-204,74	-2,27%	1	0	-367,94	-4,08%	1	0
Agría24	20(λ/2)	9.519,85	8.649,19	114,71	1,22%			-190,50	-2,16%		
	1	9.405,14	8.839,69	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	9.207,17	8.481,20	-197,97	-2,10%	1	0	-358,49	-4,06%	1	0
Agría25	20(λ/2)	9.376,08	8.877,29	111,51	1,20%			-192,96	-2,13%		
	1	9.264,57	9.070,25	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	9.067,06	8.710,67	-197,51	-2,13%	1	0	-359,58	-3,96%	1	0
Agría26	20(λ/2)	9.061,01	9.177,08	117,58	1,31%			-189,49	-2,02%		
	1	8.943,43	9.366,57	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	8.738,04	9.019,86	-205,39	-2,30%	1	0	-346,71	-3,70%	1	0
Agría27	20(λ/2)	9.145,26	8.734,53	133,05	1,48%			-174,08	-1,95%		
	1	9.012,21	8.908,61	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	8.802,86	8.464,75	-209,35	-2,32%	1	0	-443,86	-4,98%	1	0
Agría28	20(λ/2)	8.556,47	9.209,66	115,91	1,37%			-183,25	-1,95%		
	1	8.440,56	9.392,91	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	8.226,46	9.048,73	-214,10	-2,54%	1	0	-344,18	-3,66%	1	0
Agría29	20(λ/2)	8.273,19	9.571,63	97,36	1,19%			-197,88	-2,03%		
	1	8.175,83	9.769,51	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	7.961,90	9.404,54	-213,93	-2,62%	1	0	-364,97	-3,74%	1	0
Agría30	20(λ/2)	7.825,24	10.663,14	65,35	0,84%			-246,12	-2,26%		
	1	7.759,89	10.909,26	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	7.463,49	10.468,35	-296,40	-3,82%	1	0	-440,91	-4,04%	1	0
AgríaB1	20(λ/2)	9.573,74	9.538,21	77,58	0,82%			-222,59	-2,28%		
	1	9.496,16	9.760,80	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	9.248,04	9.355,76	-248,12	-2,61%	1	0	-405,04	-4,15%	1	0
Agría32	20(λ/2)	9.477,44	8.454,96	57,07	0,61%			-239,35	-2,75%		
	1	9.420,37	8.694,31	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	9.205,74	8.277,32	-214,63	-2,28%	1	0	-416,99	-4,80%	1	0
Agría33	20(λ/2)	9.651,20	8.314,11	53,87	0,56%			-241,43	-2,82%		
	1	9.597,33	8.555,54	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	9.375,68	8.139,44	-221,65	-2,31%	1	0	-416,10	-4,86%	1	0
AgríaB4	20(λ/2)	11.916,35	9.803,94	216,29	1,85%			-107,03	-1,08%		
	1	11.700,06	9.910,97	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	11.520,57	9.527,93	-179,49	-1,53%	0	1	-383,04	-3,86%	1	0

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΧΩΜΑΤΙΣΜΩΝ

Έργο	Πύκνωση (m)	Επιχώματα(m ³)	Ορύγματα(m ³)	Αποκλίσεις Επιχωμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4	Αποκλίσεις Ορυγμάτων	Αποκλ. (%)	λ/2	λ/4
Agria35	20(λ/2)	11.281,59	10.007,75	215,94	1,95%			-104,32	-1,03%		
	1	11.065,65	10.112,07	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	10.921,71	9.727,94	-143,94	-1,30%	0	1	-384,13	-3,80%	1	0
Agria36	20(λ/2)	10.359,25	11.346,64	173,16	1,70%			-148,35	-1,29%		
	1	10.186,09	11.494,99	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	10.056,69	11.235,11	-129,40	-1,27%	0	1	-259,88	-2,26%	1	0
Agria37	20(λ/2)	9.099,03	12.101,95	147,55	1,65%			-170,12	-1,39%		
	1	8.951,48	12.272,07	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	8.837,71	11.975,36	-113,77	-1,27%	0	1	-296,71	-2,42%	1	0
Agria38	20(λ/2)	11.970,87	10.628,18	159,14	1,35%			-151,27	-1,40%		
	1	11.811,73	10.779,45	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	11.673,20	10.525,29	-138,53	-1,17%	0	1	-254,16	-2,36%	1	0
Agria39	20(λ/2)	12.085,86	10.691,43	173,86	1,46%			-141,95	-1,31%		
	1	11.912,00	10.833,38	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	11.767,27	10.595,09	-144,73	-1,21%	0	1	-238,29	-2,20%	1	0
Agria40	20(λ/2)	11.443,38	11.129,30	150,82	1,34%			-160,46	-1,42%		
	1	11.292,56	11.289,76	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	11.172,57	11.013,67	-119,99	-1,06%	0	1	-276,09	-2,45%	1	0
Agria41	20(λ/2)	11.280,09	11.409,38	142,30	1,28%			-167,95	-1,45%		
	1	11.137,79	11.577,33	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	11.019,75	11.290,27	-118,04	-1,06%	0	1	-287,06	-2,48%	1	0
Agria42	20(λ/2)	10.432,43	11.130,24	120,20	1,17%			-183,34	-1,62%		
	1	10.312,23	11.313,58	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	10.187,46	10.922,62	-124,77	-1,21%	1	0	-390,96	-3,46%	1	0
Agria43	20(λ/2)	10.454,65	11.156,84	115,33	1,12%			-188,96	-1,67%		
	1	10.339,32	11.345,80	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	10.120,59	10.956,18	-218,73	-2,12%	1	0	-389,62	-3,43%	1	0
Agria44	20(λ/2)	10.606,48	12.206,72	126,91	1,21%			-185,15	-1,49%		
	1	10.479,57	12.391,87	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	10.359,66	12.196,84	-119,91	-1,14%	0	1	-195,03	-1,57%	1	0
Agria45	20(λ/2)	10.353,13	12.323,05	113,27	1,11%			-192,59	-1,54%		
	1	10.239,86	12.515,64	0,00	0,00%			0,00	0,00%		
	20(λ/4)	10.114,32	12.309,70	-125,54	-1,23%	1	0	-205,94	-1,65%	1	0