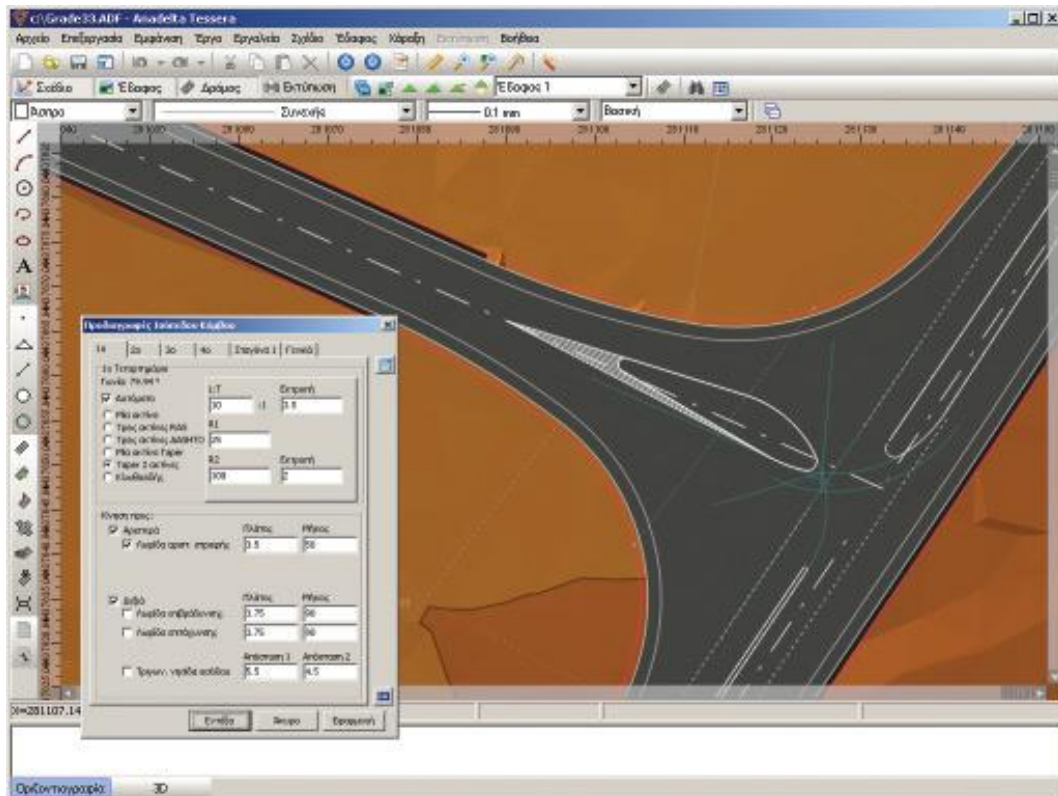


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΜΕΣΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
ΕΡΓΩΝ ΟΔΟΠΟΙΑΣ



ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ-ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

Κακαβάς Παναγιώτης
Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
Αν. Καθηγητής

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

Νικόλαος Μπεκρής
Βασίλειος Ζαρκάδης
Θοδωρής Βρεττός

ΠΑΤΡΑ, 2015

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ολοκληρώνοντας τις σπουδές μας επιλέξαμε το θέμα της εν λόγω πτυχιακής εργασίας λόγω του προγράμματος σπουδών της σχολής μας αλλά και του ενδιαφέροντός μας για τα έργα Οδοποιίας.

Η πτυχιακή εργασία «Ο ρόλος των ψηφιακών μέσων στην κατασκευή έργων Οδοποιίας» , έχει ως σκοπό να αποκτήσουμε γνώσεις πιο συγκεκριμένες πάνω στην μελέτη και την κατασκευή των έργων οδοποιίας, αλλά και να αποκτήσουμε μια εξοικείωση με τα ηλεκτρονικά προγράμματα που κυκλοφορούν στην αγορά και κάνουν την εργασία του μελετητή πιο εύκολη και πιο γρήγορη.

Θέλουμε να ευχαριστήσουμε θερμά τους Καθηγητές μας για τις γνώσεις που μας παρείχαν και συγκεκριμένα τον επόπτη μας κύριο Κακαβά Παναγιώτη, Αν. Καθηγητή του Τμήματος μας για την πολύτιμη βοήθεια που μας παρείχε καθόλα την διάρκεια εκπόνησης της εν λόγω πτυχιακής εργασίας.

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστή: Ο κάτωθι υπογεγραμμένος σπουδαστής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο σπουδαστής
(Ονοματεπώνυμο)

.....

(Υπογραφή)

Νικόλαος Μπερένης
~~.....~~
Βασίλειος Ζαχαρίας
~~.....~~
Θεόδωρος Βεστιάς
~~.....~~

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας είναι η παρουσίαση και η ανάλυση της διαδικασίας κατασκευής έργων Οδοποιίας. Περιγράφουμε την απλή – παραδοσιακή μέθοδο (χειρόγραφη) και την ψηφιακή μέθοδο μέσω ηλεκτρονικών προγραμμάτων και οργάνων.

Η πτυχιακή μας εργασία αποτελείται από την ιστορική αναδρομή των έργων οδοποιίας, τα στάδια που απαιτούνται για την ολοκλήρωση του έργου. Επίσης, περιγράφονται οι μέθοδοι και τα όργανα που συλλέγουμε τα δεδομένα που απαιτούνται για την εκπόνηση των εν λόγω μελετών.

Παρουσιάζουμε αναλυτικά τον τρόπο υπολογισμού των ενδιαφερομένων αποτελεσμάτων (χωματισμοί, υψόμετρα, αποστάσεις, κ.λπ). Για την παρουσίαση των ψηφιακών διαδικασιών και αποτελεσμάτων χρησιμοποιήσαμε προγράμματα που κυκλοφορούν ελεύθερα στο διαδίκτυο ή είναι σε μορφή demo.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

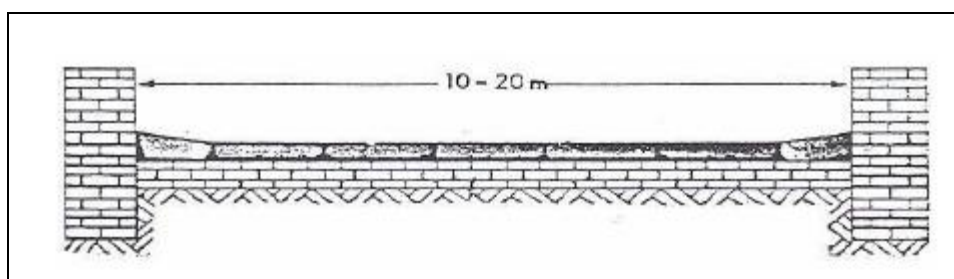
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗΚΑ	6
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	6
1.2 ΟΡΙΣΜΟΙ	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ.....	18
2.1 ΓΕΝΙΚΑ	18
2.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΜΕΣΩ Η/Υ.....	20
2.3 ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	70
3.1 ΟΡΓΑΝΑ	70
3.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΟΡΓΑΝΩΝ	80
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	86
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	87
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	88

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η εξέλιξη της οδοποιίας είναι στενά συνδεδεμένη με την ιστορική εξέλιξη της ανθρωπότητας. Τη σημερινή της μορφή (διάσταση) άρχισε να την παίρνει, όταν για το σχεδιασμό και την κατασκευή των οδικών υποδομών έγινε αναγκαία η ανθρώπινη σκέψη και η ανθρώπινη εργασία. Μέχρι τότε οι άνθρωποι στις μετακινήσεις τους ακολουθούσαν το ρου των ποταμών ή άλλων φυσικών διαβάσεων.

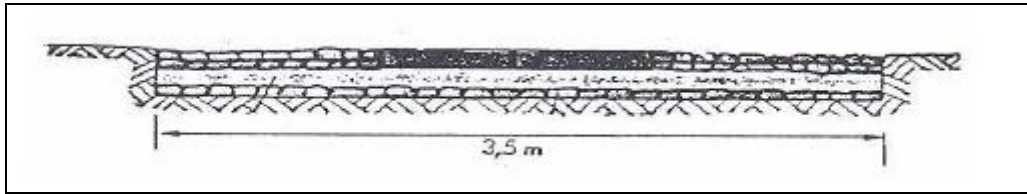
Οι πρώτες ενδείξεις σχεδιασμού και κατασκευής τέτοιων έργων, δηλαδή οδικών έργων, των οποίων ο σχεδιασμός και η κατασκευή απαιτούσε ανθρώπινη σκέψη και ανθρώπινη εργασία, είναι οι λιθόστρωτοι δρόμοι που κατασκευάστηκαν στη Μεσοποταμία -όπου ανακαλύφθηκε και ο τροχός- περί το 4000 π.Χ. Ακολουθούν οι πλινθόστρωτοι δρόμοι στην Ινδία περί το 3000 π.Χ. και οι λιθόστρωτοι δρόμοι της Μινωικής Εποχής στην Κρήτη. Αξιόλογα οδικά έργα έχουν επίσης να επιδείξουν η Αρχαία Αίγυπτος, η Περσία, η Βαβυλώνα, οι Σουμέριοι κ.λ.π. (εικόνα 1).



Εικόνα 1. Οδός που κατασκευάστηκε στη Βαβυλώνα περί το 600 π.Χ.

Πηγή: Richter, Th.: *Entwurf von Strassen ausserhalb bebaute Gebiete*, T.U. Berlin 2004, κεφ. 1,σελ. 2

Η πρώτη επίσης γνωστή μεγάλη υπεραστική οδός, είναι αυτή που ένωνε την πρωτεύουσα των Ασσυρίων Σούζα (Susa) με τις Σάρδεις (Sardes) δια μέσου της πόλης Νινίβε (Ninive) και η οποία είχε μήκος 2500 km. Η αρχαιότερη οδός που σώζεται μέχρι σήμερα, κατασκευάστηκε στην Κρήτη περί το 1700 π.Χ., είχε μήκος περί τα 50 km και ένωνε την Κνωσό με την πόλη Γόρτυνα και τις νότιες ακτές της Νήσου (εικόνα 2).



Εικόνα 2. Οδός που κατασκευάσθηκε στην Κρήτη περί το 1700 π.Χ.

Πηγή: Huschek, S.: *Grundlage des Strassenbaus*, T.U. Berlin 1999, σελ. 4

Έμφαση στην οδοποιία δόθηκε και στη μετέπειτα εποχή της Αρχαίας Ελλάδας και ιδιαίτερα στην αστική οδοποιία, όπου τέθηκαν οι βάσεις ενός πραγματικού οδικού σχεδιασμού. Έτσι από την περίοδο αυτή, η αστική οδός δεν είναι πλέον μια τυχαία χάραξη, δηλαδή ένα τυχαίο μονοπάτι που ακολουθεί το έδαφος, αλλά αρχίζει να αποτελεί ένα έργο γεωμετρικά σχεδιασμένο και προσαρμοσμένο στις απαιτήσεις της πόλης (οικισμού), στα πλαίσια ενός οργανωμένου οδικού δικτύου. Ο διαχωρισμός της πόλης σε τετράγωνα, εφοδιασμένα με τους απαιτούμενους δημόσιους χώρους και τις ανάλογες οδικές υποδομές είναι δημιούργημα αυτής της εποχής. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η πόλη της Μιλήτου. Έτσι λοιπόν, στα πλαίσια αυτής της εξέλιξης, η οδός δεν ακολουθεί πλέον το έδαφος, όπως γινόταν μέχρι τότε, αλλά σχεδιάζεται και υλοποιείται με βάση τον πολεοδομικό σχεδιασμό, επιτακτική αρχή και της σημερινής αστικής οδοποιίας. Κυρίαρχο όχημα την περίοδο αυτή ήταν, όπως γνωρίζουμε, οι δίτροχες ιππήλατες άμαξες.

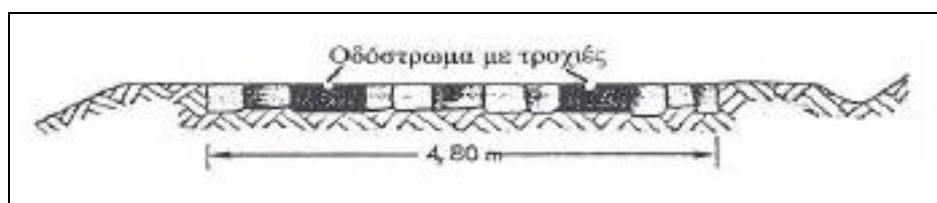
Ιδιαίτερη επίσης στην οδοποιία της Αρχαίας Ελλάδας ήταν και η συμβολή του Μ. Αλεξάνδρου, ο οποίος, πέραν των άλλων, παρέλαβε και το οδικό δίκτυο των Περσών και των υπολοίπων λαών που κατέκτησε και απάρτισαν τη μεγάλη αυτοκρατορία του. Το οδικό αυτό δίκτυο, όχι μόνο το συντήρησε, αλλά το βελτίωσε και το επέκτεινε με τους Θρακιώτες τεχνίτες του. Τα έργα αυτά δεν είχαν μόνο στρατιωτική σημασία, αλλά συνέβαλλαν σημαντικά και στην ανάπτυξη του εμπορίου. Οι οδοί του μεταξιού που ένωναν τη Μεσόγειο με την Κίνα είχαν ως βάση τα έργα αυτά.

Με βάση λοιπόν τα παραπάνω βλέπουμε, ότι η τεχνική που εφαρμόστηκε στην αρχική αυτή φάση της οδοποιίας και η οποία έθεσε τις βάσεις για την περαιτέρω εξέλιξή της είναι άξια θαυμασμού. Κύριο γνώρισμα της τεχνικής αυτής, η οποία αποτελεί και τον πυρήνα κατασκευής των σημερινών (σύγχρονων) οδικών έργων, είναι, όπως φαίνεται και από τα παραπάνω σχήματα, ότι οι οδικές κατασκευές αποτελούνται από περισσότερες στρώσεις. Η κατασκευή αυτή αποδείχθηκε αναγκαία για την ανθεκτικότητα των οδών, τόσο στις αρνητικές επιδράσεις των καιρικών φαινομένων (βροχοπτώσεις, παγετός κ.λπ.), όσο και των αξονικών φορτίων, τα οποία βέβαια όσο μικρά και εάν ήταν -σε σχέση με τα σημερινά-,

δημιουργούσαν προβλήματα σε μια οδό με μειωμένη ικανότητα έδρασης, λόγω της κακής αποστράγγισης.

Άξιο επίσης θαυμασμού της εποχής αυτής αποτελεί και η αναγνώριση των πλεονεκτημάτων που προσφέρουν οι τροχιές στις μεταφορές και η τοποθέτησή (σκάλισή) τους στο οδόστρωμα, όπου κινούνταν οι τροχοί των ιππήλατων και λοιπών ζωήλατων οχημάτων. Η τεχνική αυτή, δηλαδή ο τρόπος αυτός μεταφοράς, εφαρμόζονταν, όπως είναι σε όλους μας γνωστό, ιδιαίτερα στην αστική οδοποιία, μέχρι τα τέλη περίπου του 19ου αιώνα, όπου αντικαταστάθηκε από το σιδηρόδρομο και το αυτοκίνητο. Ευρήματα τέτοιων αρχαίων οδικών έργων υπάρχουν τόσο στη Μάλτα (2000 π.Χ) όσο και στη χώρα μας (Αρχαία Ελλάδα) λίγο αργότερα (εικόνα 3).

Σύμφωνα λοιπόν με την έως τώρα παρουσίαση, βλέπουμε, ότι το κύριο πρόβλημα της οδοποιίας, το οποίο ζητούσε άμεση επίλυση, ήταν η ανθεκτικότητά της, ενώ η γεωμετρία, λόγω των μικρών ταχυτήτων και διαστάσεων των ιππήλατων και λοιπών ζωήλατων οχημάτων δεν δημιουργούσε ιδιαίτερες δυσκολίες. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί, ότι τα οδικά έργα που κατασκευάστηκαν αυτή την περίοδο βοήθησαν σημαντικά και στην κατασκευή των άλλων μεγάλων τεχνικών έργων, όπως οι Πυραμίδες κ.λ.π.



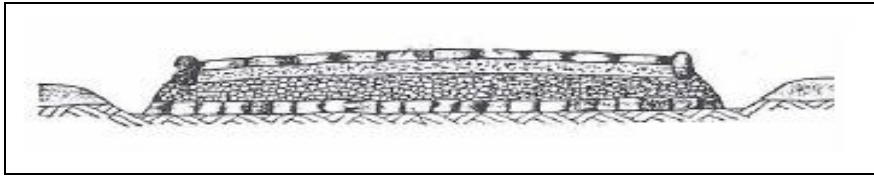
Εικόνα 3. Οδόστρωμα με τροχιές στην Αρχαία Ελλάδα. Κατασκευάστηκε περί το 700 π. Χ

Πηγή: Huschek, S.: *Grundlage*, ο.π., σελ. 4

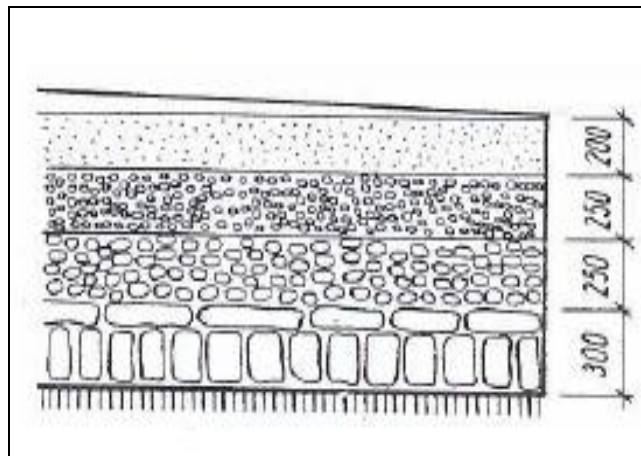
Σημείο επίσης κορυφής στην εξέλιξη της οδοποιίας αποτέλεσε και η ρωμαϊκή εποχή. Καθοριστικό κίνητρο ήταν εδώ η ανάγκη ελέγχου της αχανούς αυτοκρατορίας. Το οδικό δίκτυο των Ρωμαίων εκτεινόταν από τη Βόρεια Θάλασσα μέχρι τη Σαχάρα και από τον Ατλαντικό μέχρι τη Μεσοποταμία. Λόγω της άρτιας κατασκευής του, το δίκτυο αυτό παρέμεινε σε λειτουργία για πολλούς αιώνες και μετά την κατάρρευση της ρωμαϊκής αυτοκρατορίας. Κέντρο αναφοράς αυτού του οδικού δικτύου ήταν βέβαια η Ρώμη.

Το παραπάνω οδικό δίκτυο ήταν ιεραρχημένο και η ποιότητα κατασκευής των επι μέρους τμημάτων του είχε άμεση σχέση με αυτή την ιεράρχηση. Αποτελούνταν από το πρωτεύον λιθόστρωτο τμήμα, από το δευτερεύον χαλικόστρωτο τμήμα και από ξυλόστρωτα (σανιδόστρωτα) τμήματα (εικόνες 4, 5 και 6).

Το πρωτεύον δίκτυο (λιθόστρωτο τμήμα) ανέρχονταν σε 90.000 km και το δευτερεύον (χαλικόστρωτο τμήμα) σε 300.000 km.

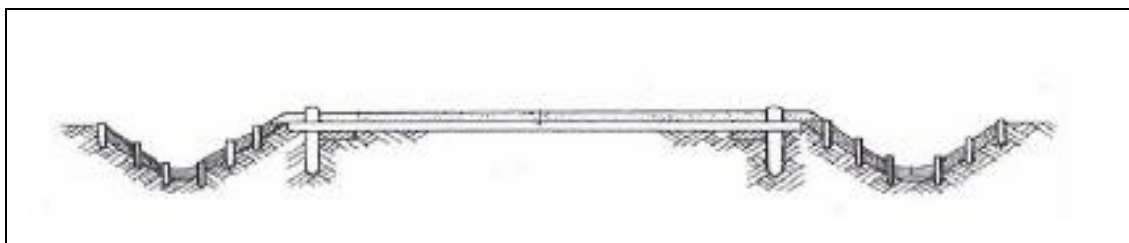


Εικόνα 4. Λιθόστρωτη ρωμαϊκή οδός



Εικόνα 5. Χαλικόστρωτη ρωμαϊκή οδός

Πηγή: Klohss, L.: *Konstruktionslehre des Strassenbaus*. VEB Verlag fuer Bauwesen, Berlin, 1978, σελ. 10



Εικόνα 6. Σανιδόστρωτη ρωμαϊκή οδός

Πηγή: Klohss, L.: *Konstruktionslehre*, ο.π., σελ. 10

Ως υλικά κατασκευής χρησιμοποιήθηκαν κυρίως αυτά που υπήρχαν στην περιοχή του έργου. Σε δύσκολα τμήματα οι στρώσεις του οδοστρώματος έφταναν και τις έξι. Η αποστράγγιση της οδού γινόταν, όπως φαίνεται και από τα παραπάνω σχήματα, με τη βοήθεια της εγκάρσιας κλίσης (επίκλισης), η οποία ήταν αμφικλινής και ανέρχονταν στο 6%, τιμή που ισχύει και σήμερα για μη ασφαλοσρωμένα οδοστρώματα, και των πλευρικών τάφρων (αύλακες). Η τεχνική αυτή, η οποία, όπως είδαμε, ήταν γνωστή και στην Αρχαία Ελλάδα, αποτελεί τη βάση και της σημερινής οδοποιίας.

Το παραπάνω οδικό δίκτυο, το οποίο ήταν και το πρώτο υπεραστικό οργανωμένο οδικό δίκτυο (σύστημα) είχε την ανάλογη πληροφοριακή σήμανση, στις απαιτήσεις βέβαια της εποχής εκείνης, ήταν χιλιομετρμένο, συντηρούνταν συστηματικά και είχε τις απαιτούμενες υποδομές ξεκούρασης και διανυκτέρευσης (ξενώνες).

Κύριο γνώρισμά του, όσον αφορά το γεωμετρικό σχεδιασμό, ήταν οι μεγάλες ευθυγραμμίες, οι οποίες καθιερώθηκαν στην ορολογία της οδοποιίας ως «Ρωμαϊκές Ευθυγραμμίες». Οι Ρωμαίοι προτιμούσαν τα μεγάλα ευθύγραμμα τμήματα τόσο για λόγους ασφάλειας όσο και για να μειώσουν τις αποστάσεις. Οι αλλαγές κατεύθυνσης (πορείας) είχαν ως κύρια επιδίωξη την καλύτερη προσαρμογή του οδικού έργου στο έδαφος. Οι μέγιστες κατά μήκος κλίσεις ανέρχονταν στο 10%, και οι οποίες ήταν συχνό φαινόμενο. Οι τιμές αυτές της κατά μήκος κλίσης ισχύουν και σήμερα, όπως γνωρίζουμε, για ταχύτητα μελέτης μικρότερη ή ίση των 60 χιλιομέτρων ανά ώρα.

Η πτώση της ρωμαϊκής αυτοκρατορίας παρέσυρε μαζί της και την εξέλιξη της οδοποιίας. Το αξιοθαύμαστο οδικό δίκτυο που είχαν κατασκευάσει άρχισε να καταρρέει. Τα κρατίδια που τη διαδέχθηκαν δεν ήταν σε θέση να το συντηρήσουν και εκτός αυτού δεν τους ήταν απαραίτητο, διότι οι δραστηριότητές τους είχαν περιοριστεί κυρίως εντός των συνόρων τους. Σε ανεκτό επίπεδο διατηρήθηκαν μόνο κάποια τμήματα που είχαν εμπορική σημασία.

Άξια επίσης θαυμασμού είναι και η οδοποιία των Inkas, αν και ο τροχός τους ήταν άγνωστος. Το δίκτυό τους ανέρχονταν κατά τον 15ο αιώνα σε 23.000 km. Οι Inkas χρησιμοποιούσαν αποκλειστικά τις ευθείες (ευθυγραμμία), ενώ τις υψομετρικές διαφορές τις κάλυπταν με σκάλες.

Δύο σπουδαία οδικά τους έργα είναι η ορεινή βασιλική οδός και η βασιλική οδός κατά μήκος της ακτής (παραθαλάσσια), οι οποίες ενώνονταν μεταξύ τους με κάθετους άξονες. Στον ευρωπαϊκό χώρο στην οδοποιία άρχισε ξανά να δίνεται έμφαση κατά τον 18ο αιώνα και κυρίως ως μέσο προώθησης του εμπορίου και της οικονομίας. Από το χρονικό αυτό σημείο γίνεται γνωστικό αντικείμενο των τεχνικών επιστημών, δηλαδή του Μηχανικού.

Το 1712 γράφεται από το μηχανικό οδοποιίας Hubert Gautier το πρώτο βιβλίο οδοποιίας, στο οποίο δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στην αποστράγγιση της οδού. Το 1747 ιδρύεται στο Παρίσι η πρώτη σχολή οδοποιίας με τον τίτλο «Ecole Nationale des Ponts et Chaussées» (Σχολή Κατασκευής Γεφυρών και Οδών).

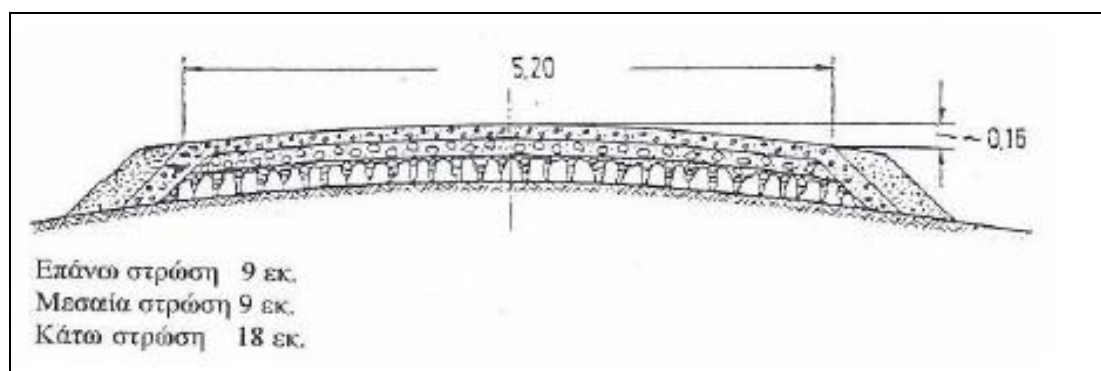
Το 1775 εκδίδονται από τον Tresquet οδηγίες κατασκευής λιθόστρωτων οδών, οι οποίες χαρακτηρίστηκαν ως οι πρώτες προδιαγραφές (κανονισμοί) κατασκευής οδικών έργων. Στην εξέλιξη της οδοποιίας αυτής της εποχής, ιδιαίτερος ήταν και ο ρόλος του Μ. Ναπολέοντα, ο οποίος με τις εκστρατείες του επιτάχυνε την ανανέωση και επέκταση του οδικού δικτύου (εικόνα 7). Η ρωμαϊκή ευθεία ανακαλύπτεται εκ νέου και αποτελεί το καθοριστικό στοιχείο της χάραξης.



Εικόνα 7. Οδός που κατασκευάστηκε από το Μ. Ναπολέοντα περί το 1810

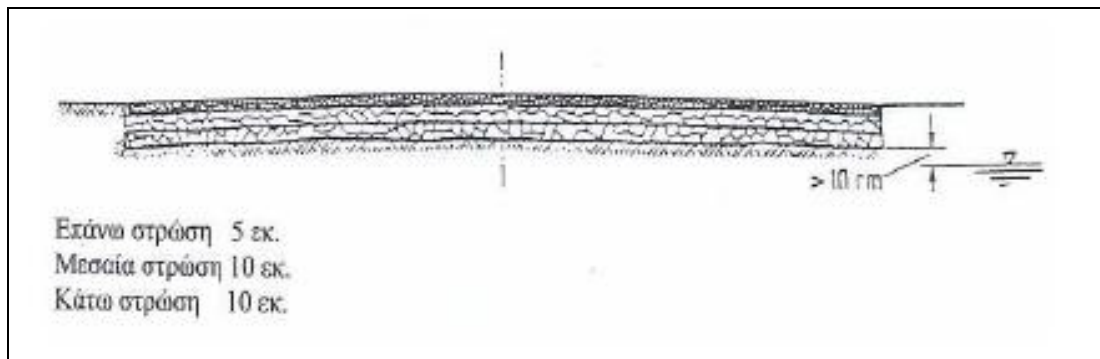
Πηγή: Rictre, Th.: *Grundlage*, σελ. 3

Η γαλλική σχολή οδοποιίας όπως και ο Άγγλος McAdam (1815) αναπτύσσουν νέες κατασκευαστικές μεθόδους (εικόνες 8 και 9). Η μέθοδος του McAdam επεκράτησε της γαλλικής, διότι είχε το πλεονέκτημα της εύκολης επισκευής. Οι πρώτες ασφαλτοστρώσεις οδικών έργων έγιναν σε δρόμους τύπου McAdam, με αποτέλεσμα να καθιερωθεί η ονομασία αυτή ως όρος της οδοποιίας και οι ασφαλτοστρωμένοι δρόμοι να ονομάζονται και McAdam.



Εικόνα 8. Γαλλική μέθοδος κατασκευής οδών

Πηγή: Huschek, S.: *Grundlag.*, ο.π., σελ. 3

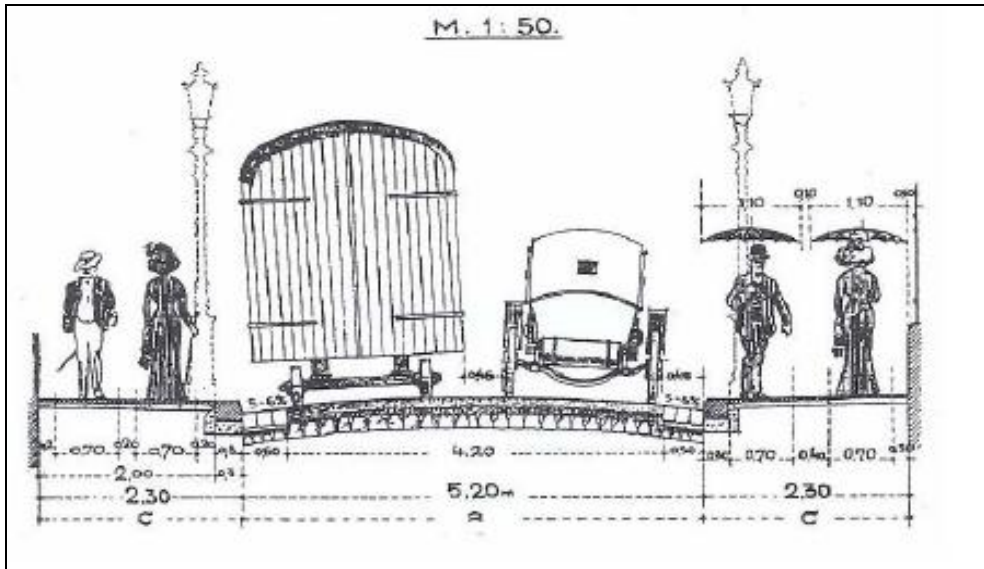


Εικόνα 9. Μέθοδος McAdam

Πηγή: Huschek, S.: *Grundlage*, ο.π., σελ. 3

Με την εμφάνιση του σιδηροδρόμου κατά το 18ο αιώνα και λίγο αργότερα του αυτοκινήτου αρχίζει μια νέα εποχή για την οδοποιία και ιδιαίτερα για το Γεωμετρικό Σχεδιασμό. Η σύνδεση ευθείας και καμπύλης αρχίζει να προβληματίζει. Η ελάχιστη ακτίνα της οριζοντιογραφίας που κυριαρχούσε όλο το προηγούμενο διάστημα, ήταν αυτή που καθοριζόταν από τη γεωμετρία των ιππήλατων και λοιπών ζώηλατων οχημάτων. Με την αύξηση όμως του αριθμού των αυτοκινήτων και των ταχυτήτων τους οι μικρές ακτίνες άρχισαν να γίνονται επικίνδυνες, όπως επίσης και η συνύπαρξη αυτοκινήτων και αμαξιών στους ίδιους δρόμους (εικόνα 10). Οι ελάχιστες ακτίνες που συνιστούσαν στη Γερμανία αυτή την εποχή (1870) ήταν 50 m για κύριους οδούς, 30 m για δευτερεύουσες και 10 m για εμπορικούς. Το 1887 δημοσιεύεται από τον Launhardt το πρώτο βιβλίο που αφορά τη χάραξη και φέρει τον τίτλο “Theorie des Trassierens” (Θεωρία της Χάραξης).

Ο οδικός σχεδιασμός που ακολουθεί, όπου το αυτοκίνητο αποτελεί το κυρίαρχο όχημα, μπορεί να χωριστεί σε τρεις χρονικές περιόδους. Η πρώτη διαρκεί μέχρι τη μεγάλη παγκόσμια οικονομική κρίση του μεσοπολέμου (1929) και ασχολείται κυρίως με τις διαστάσεις και τη γεωμετρία οδήγησης του ενός οχήματος. Στην περίοδο αυτή και ιδιαίτερα στη δεκαετία του '20 η αύξηση του αριθμού των αυτοκινήτων ήταν θεαματική. Η δεύτερη περίοδος που διαρκεί μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του '70 επικεντρώνεται στη δυναμική του αυτοκινήτου και στις προβλέψεις εξέλιξης της κυκλοφορίας. Η τρίτη και τελευταία διαρκεί μέχρι σήμερα και είναι προσανατολισμένη στην προσαρμογή της οδού στις ψυχολογικές και φυσιολογικές απαιτήσεις (δυνατότητες) του ανθρώπου και στην προστασία του περιβάλλοντος. Κύρια αιτία για αυτόν τον προσανατολισμό είναι η έντονη κριτική που άρχισε να ασκείται, κυρίως από τα τέλη της δεκαετίας του '60, στη μεγάλη αύξηση του αυτοκινήτου και των αρνητικών επιδράσεών του.



Εικόνα 10. Τυπική διατομή μιας αστικής οδού από το 1911

Πηγή: Weise, G., Durth, W., u.a.: *Strassenbau - Planung und Betrieb*, Verlag feur Bauwesen, Berlin 1997, σελ. 23

Το 1924 κατασκευάζεται στην Ιταλία ο πρώτος ευρωπαϊκός αυτοκινητόδρομος, είχε μήκος 130 km και πλάτος 10 m. Μέχρι το 1935 κατασκευάστηκαν άλλα 500 km τέτοιου αυτοκινητόδρομου. Κύριο στοιχείο της χάραξης ήταν, όπως και στη ρωμαϊκή εποχή, οι μεγάλες ευθυγραμμίες. Το 1924 ιδρύεται στη Γερμανία η *Εταιρεία Μελέτης Οδικών Έργων* (Studiengesellschaft für Automobilstrassenbau-STUFA), η οποία έθεσε τις βάσεις για την ανάπτυξη των οδικών προδιαγραφών. Το 1934 μετονομάζεται σε *Εταιρεία Ερευνών Έργων Οδοποιίας* (Forschungsgesellschaft für Strassenwesen-FG), της οποίας μέχρι σήμερα αντικείμενο είναι ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη προδιαγραφών (κανονισμών) οδικών έργων. Σήμερα φέρει την ονομασία *Εταιρεία Έρευνας Οδοποιίας και Μεταφορών* (Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen- FGSV) [12]. Παρόμοιοι φορείς άρχισαν να ιδρύονται την εποχή αυτή και σε άλλα κράτη, όπως π.χ Αγγλία, Γαλλία, ΗΠΑ κ.λ.π.

Η *Εταιρεία Μελέτης Οδικών Έργων* (STUFA) εκδίδει το 1929/30 ολοκληρωμένο πληροφοριακό δελτίο για τις τυπικές διατομές και το 1937 ως *Εταιρεία Ερευνών Έργων Οδοποιίας* (FG) τους πρώτους ολοκληρωμένους κανονισμούς-προδιαγραφές (RAL 1937), που αφορούν την κατασκευή υπεραστικών οδικών έργων, οι οποίες επανεκδίδονται συμπληρωμένες και βελτιωμένες το 1939 και το 1942.

Το 1937 γίνονται οι πρώτες αναφορές στην αναγκαιότητα του τόξου συναρμογής. Σαν λύση προτάθηκε η συναρμογή, δηλαδή η μετάβαση από την ευθυγραμμία στο κυκλικό τόξο να γίνεται με κυκλικό τόξο διπλάσιας ακτίνας.

Από το 1942 εφαρμόζεται η κλωθοειδής ως τόξο συναρμογής, η οποία άνοιξε το δρόμο για μια ευχερή (άνετη) χάραξη, όπου η ταχύτητα διαδρομής βρίσκεται σε αρμονία με τη γεωμετρία της οδού.

Από την περίοδο αυτή η κλωθοειδής αποτελεί ένα από τα βασικότερα μεγέθη της γεωμετρίας της οδού.

Την περίοδο επίσης αυτή αρχίζει να αναθεωρείται η σπουδαιότητα της ευθυγραμμίας ως στοιχείο της χάραξης, διότι θεωρείται ότι επηρεάζει αρνητικά τη δυναμική της κίνησης και εκτός αυτού τα μεγάλα ευθύγραμμα τμήματα ενισχύουν το αίσθημα της κόπωσης και μονοτονίας, δυσχεραίνουν την εκτίμηση των αποστάσεων και αυξάνεται ο κίνδυνος θάμβωσης κατά τις νυχτερινές ώρες από τα αντιθέτως κινούμενα οχήματα.

Στα τέλη της δεκαετίας του '50 (Γερμανικοί Κανονισμοί-RAL 1957) ένα νέο μέγεθος υπεισέρχεται στη χάραξη της οδού, που είναι η «Ταχύτητα Μελέτης-Ve» βάσει της οποίας καθορίζονται, όπως γνωρίζουμε, όλα τα υπόλοιπα μεγέθη, που έχουν σχέση με τη γεωμετρία της οδού.

Μέχρι τότε η ταχύτητα δεν λαμβάνονταν ως μέγεθος υπολογισμού. Την ταχύτητα μελέτης (Ve) έχει ως βάση και η V85.

Αποτέλεσμα επίσης αυτής της περιόδου στην εξέλιξη της οδοποιίας είναι και η συσχέτιση με τη βοήθεια οριακών (ελαχίστων) τιμών της οριζοντιογραφίας, της μηκοτομής και των επικλίσεων.

Στο χρονικό διάστημα που ακολουθεί οι κανονισμοί της οδοποιίας ανανεώνονται σε διεθνές επίπεδο, σε τακτά χρονικά διαστήματα, με βάση την εξέλιξη του αυτοκινήτου και τη ζήτηση για οδικές υποδομές,. Επιδίωξη των παραπάνω κανονισμών είναι η κατασκευή σύγχρονων οδικών έργων, τα οποία θα διακρίνονται πρωτίστως για την ασφάλεια, τη λειτουργικότητα, την οικονομικότητα, την άνεση της διαδρομής και την προστασία του περιβάλλοντος. Ανακεφαλαιώνοντας, λοιπόν, μπορούμε να πούμε ότι η Οδοποιία άρχισε να διαμορφώνεται ως γνωστικό αντικείμενο, όταν έγινε αναγκαία η ανθρώπινη σκέψη και η ανθρώπινη εργασία για την κάλυψη της ζήτησης των μετακινήσεων, διότι οι υπάρχουσες φυσικές διαβάσεις δεν ικανοποιούσαν πλέον αυτές τις ανάγκες.

Άξιο θαυμασμού είναι εδώ, ότι κεντρικός πυρήνας της κατασκευής αυτών των πρώτων οδικών έργων (4000 π.Χ.) είναι η πολυστρωματική κατασκευή.

Η μέθοδος αυτή αποτελεί τη θεμελιώδη αρχή όλων των οδικών και λοιπών συναφών έργων μέχρι και σήμερα. Δηλαδή, με άλλα λόγια, οι τεχνικοί της αρχικής αυτής φάσης της Οδοποιίας κατανόησαν, ότι οι αρνητικές επιδράσεις των καιρικών φαινομένων και των φορτίων π.χ. αξονικών φορτίων σε ένα οδικό έργο μπορούν να αντιμετωπισθούν αποτελεσματικά μόνο με την πολυστρωματική κατασκευή.

Ο γεωμετρικός σχεδιασμός, λόγω των μικρών ταχυτήτων των ιππήλατων και λοιπών ζώηλατων αμαξών, δεν είχε ιδιαίτερες απαιτήσεις. Με την εμφάνιση όμως του αυτοκινήτου και τη ραγδαία του εξέλιξη και εξάπλωση αναγκάζεται να προσαρμοστεί (αναβαθμιστεί) και ιδιαίτερα μετά τον Β΄

Παγκόσμιο Πόλεμο για να καλύψει τις νέες αξιώσεις της Οδοποιίας, της οποίας κύριος στόχος συνεχίζει να είναι η επαρκής κάλυψη της ζήτησης για ποιοτικές οδικές υποδομές, όπου η ασφάλεια των χρηστών έχει τον πρώτο λόγο.

1.2 ΟΡΙΣΜΟΙ

Οδοποιία : είναι το σύνολο των εργασιών για την κατασκευή μια οδού και η τεχνική για τη διαμόρφωση και για την κατασκευή αυτή.

Οδός : είναι η λωρίδα του εδάφους , που διαμορφώνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να επιτρέπει την κυκλοφορία τροχοφόρων και πεζών επάνω της.

Οδόστρωμα : είναι το μέρος της οδού το οποίο προορίζεται για την κυκλοφορία των τροχοφόρων. Διακρίνεται σε εύκαμπτο και δύσκαμπτο οδόστρωμα.

Ερείσματα : είναι εδαφικές ζώνες, δεξιά και αριστερά του οδοστρώματος. Στις αστικές οδούς έχουν την μορφή του πεζοδρομίου.

Κατάστρωμα οδού : είναι το σύνολο της επιφάνειας του οδοστρώματος και των ερεισμάτων μιας οδού.

Όρυγμα : είναι το τμήμα του φυσικού εδάφους που αφαιρείται για να διαμορφώσουμε την οδό.

Έκχωμα : είναι τα προϊόντα της εκσκαφής των ορυγμάτων. Κατά κανόνα χρησιμοποιούνται για την διαμόρφωση της οδού στα τμήματα που η επιφάνεια τους είναι ψηλότερη από το φυσικό έδαφος.

Επίχωμα : είναι το υλικό που τοποθετείται εκεί, όπου η επιφάνεια της οδού προβλέπεται να είναι ψηλότερη από το φυσικό έδαφος.

Άξονας οδού : είναι η τομή του άξονα της οδού με το φυσικό έδαφος, πάντα σε οριζόντια προβολή.

Μηκοτομή : είναι η τομή του άξονα της οδού με το κατάστρωμά της.

Μηκοτομή εδάφους : είναι η τομή του άξονα της οδού με το φυσικό έδαφος.

Διατομή : είναι η τομή της οδού και του εδάφους με επίπεδα κατακόρυφα και κάθετα στον άξονα της οδού.

Τάφρος : είναι τα αυλάκια που ανοίγονται κατά κανόνα δεξιά και αριστερά στα ορύγματα των οδών της υπαίθρου, για να διαφύγουν τα ύδατα της βροχής.

Οριζοντιογραφία : είναι η παράσταση της οδού σε οριζόντια προβολή με κλίμακα.

Ισοκλινής γραμμή : ονομάζουμε την ισόπλευρη τεθλασμένη γραμμή, που χαράζεται στην υψομετρική οριζοντιογραφία, με καθορισμένη κλίση και οι κορυφές της βρίσκονται σε ισούψεις καμπύλες.

Πολυγωνική γραμμή : ονομάζουμε την ευθυγράμμιση των κλάδων της ισοκλινούς γραμμής με ευθείες που είναι μεγαλύτερες από τους κλάδους της ισοκλινούς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η φιλοσοφία των σημερινών προγραμμάτων σχεδιασμού οδών είναι αυτή της παροχής των κατάλληλων εργαλείων ώστε ο Μηχανικός να μπορεί να πραγματοποιήσει τμήματα της μελέτης με ταχύτητα και με τη μέγιστη δυνατή αυτοματοποίηση, τόσο στους υπολογισμούς και όσο και στην αποτύπωση των στοιχείων της μελέτης στο σχέδιο. Η επιλογή των βασικών στοιχείων σε κάθε επίπεδο της μελέτης γίνεται από τον Μηχανικό (λόγου χάρη οι κορυφές της πολυγωνικής, ο τύπος της διατομής κτλ), με βάση την εμπειρία του και τους ισχύοντες κανονισμούς. Μέσω του Η/Υ παρέχονται ουσιαστικά τα εργαλεία σχεδιασμού και συνδυασμού των επιλογών του Μηχανικού (πχ σχεδιασμός καμπύλης επιλεγόμενης ακτίνας στην κορυφή πολυγωνικής, εφαρμογή διατομής στη χάραξη για την εξαγωγή όγκων χωματισμών) αλλά και εργαλεία ελέγχου των Κριτηρίων Ποιότητας της Χάραξης που θέτουν οι Κανονισμοί. Με τα παραπάνω αυτά η εργασία του Μηχανικού απλοποιείται σημαντικά. Διαφορετικές εναλλακτικές λύσεις χαράξεων εφαρμόζονται ευκολότερα και παρουσιάζονται εποπτικά. Υπολογισμοί σημαντικού όγκου όπως και πολύπλοκα, τελικά σχέδια παράγονται αυτόματα, γρήγορα και με ακρίβεια, βάσει προτύπων που ο μελετητής έχει καθορίσει (πχ οι διατομές μιας οδού με βάση κάποια τυπική διατομή). Παρόλα αυτά, μπορεί να ισχυριστεί κανείς ότι η πληθώρα των σημερινών προγραμμάτων σχεδιασμού οδών δεν είναι τίποτε περισσότερο από σχεδιαστικά προγράμματα με εκτεταμένες λειτουργίες.

Είναι γεγονός ότι ο παραπάνω ισχυρισμός δεν απέχει από την πραγματικότητα. Άλλωστε, τα περισσότερα προγράμματα (όπως και το εκπαιδευτικό πρόγραμμα που παρουσιάζεται σε αυτό το τεύχος) είναι βασισμένα σε κάποιο υπάρχον σχεδιαστικό πρόγραμμα. Ο σχεδιασμός μιας οδού αποτελεί σε μεγάλο βαθμό προϊόν ανθρώπινης λογικής και εμπειρίας, αφού ο Μηχανικός καλείται να αντιμετωπίσει κάθε περίπτωση ξεχωριστά, με βάση τις ιδιαίτερες συνθήκες της, το δε πρόβλημα της χάραξης μιας οδού είναι σύνθετο και προφανώς δεν έχει μονοσήμαντη λύση. Επιπλέον, μια οδός και τα κριτήρια σχεδιασμού της δεν μπορούν να προσομοιωθούν – απεικονιστούν με αυστηρή μαθηματική λογική (όπως ίσως ο φορέας μιας κατασκευής από σκυρόδεμα), αλλά απαιτείται η ανθρώπινη κρίση για την εφαρμογή τους. Εν κατακλείδι, ο ανθρώπινος παράγοντας είναι απαραίτητος για την επιλογή της τελικής χάραξης. Συνεπώς, είναι φυσιολογικός ο περιορισμός των προγραμμάτων σχεδιασμού σε υποβοηθητικά εργαλεία σχεδιασμού και υπολογισμών.

Πρέπει να σημειωθεί ότι κατά καιρούς έχουν γίνει προσπάθειες για την περαιτέρω αυτοματοποίηση του σχεδιασμού οδών. Οι προσπάθειες αυτές κινήθηκαν (α) στον τομέα του σχεδιασμού «ειδικών τεμαχίων» μιας οδού (πχ κόμβοι) και (β) στην επιλογή βέλτιστης χάραξης με τη χρήση κάποιων προκαθορισμένων κριτηρίων. Η περίπτωση (α) αφορά τον αυτόματο σχεδιασμό κάποιων στοιχείων της οδού, τα οποία είναι λίγο έως πολύ τυποποιημένα, με τη εισαγωγή του ελάχιστου δυνατού αριθμού παραμέτρων. Λόγου χάρη, για την περίπτωση ισόπεδων κόμβων εκτός αστικών περιοχών, όπου οι παράμετροι του περιβάλλοντος χώρου, οι οποίοι επηρεάζουν τον σχεδιασμό είναι λίγες, ενώ ο σχεδιασμός είναι τυποποιημένος βάσει κανονισμών, έχουν αναπτυχθεί προγράμματα Η/Υ, με τη βοήθεια των οποίων, χρησιμοποιώντας μικρό αριθμό παραμέτρων, σχεδιάζεται η οριζοντιογραφία των κόμβων. Όσο για την περίπτωση (β), έχουν γίνει προσπάθειες ανάπτυξης αλγορίθμων για τη βελτιστοποίηση της χάραξης σύμφωνα με κάποια παράμετρο του σχεδιασμού, συνήθως την οικονομικότητα, (δηλαδή την ελαχιστοποίηση των χωματουργικών εργασιών).

Σε αυτή την κατεύθυνση έχουν χρησιμοποιηθεί αλγόριθμοι βασιζόμενοι στη στατιστική, πρότυπα γραμμικού προγραμματισμού και ευρεστικοί αλγόριθμοι. Παρόλα αυτά, παρέχεται λύση η οποία είναι βέλτιστη ως προς μια συγκεκριμένη παράμετρο (ή στην καλύτερη περίπτωση σε περιορισμένο αριθμό αυτών – τότε όμως ο αλγόριθμος γίνεται ιδιαίτερα σύνθετος και ενδεχομένως χρονοβόρος ως προς την εύρεση κάποιας βέλτιστης λύσης). Τα αποτελέσματα των αλγορίθμων αυτών μπορούν να αποτελέσουν μέσο σύγκρισης ως προς την επιλογή ανάμεσα σε διαφορετικές χαράξεις αλλά και πρώτες προσεγγίσεις στην εφαρμογή μιας νέας χάραξης. Σε ελάχιστες περιπτώσεις όμως είναι δυνατό να αποτελέσουν τη καλύτερη λύση σε μια χάραξη.

Τα παραπάνω αποτελούν σε γενικές γραμμές τη φιλοσοφία λειτουργίας των προγραμμάτων σχεδιασμού οδών. Ο αναγνώστης θα πρέπει να γνωρίζει ότι ακόμη και με τη χρήση των προγραμμάτων αυτών θα πρέπει να έχει τον πρώτο λόγο στο σχεδιασμό της οδού, χρησιμοποιώντας τις γνώσεις, την κρίση και την εμπειρία του.

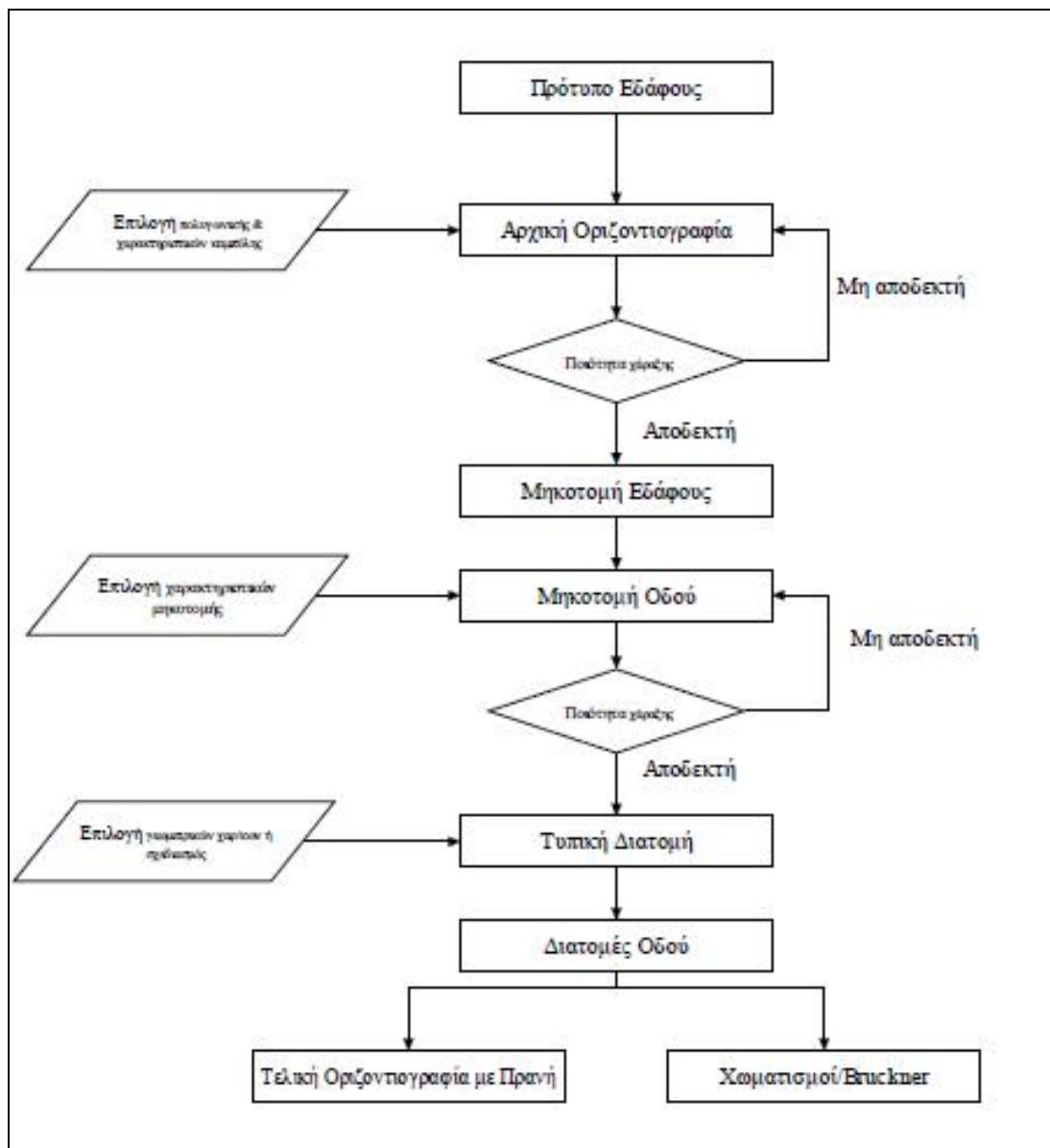
2.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΜΕΣΩ Η/Υ

Ανεξάρτητα από τη χρήση Η/Υ, η συνήθης πορεία για τον σχεδιασμό μιας οδού περιέχει τα εξής βήματα:

1. Αποτύπωση Εδάφους – Δημιουργία Προτύπου Εδάφους
2. Χάραξη Αρχικής Οριζοντιογραφίας Οδού
3. Εύρεση Μηκοτομής Εδάφους
4. Χάραξη Μηκοτομής Οδού
5. Κατασκευή Διαγράμματος Επικλίσεων
6. Εκλογή – Δημιουργία Τυπικής Διατομής
7. Παραγωγή Διατομών
8. Χάραξη Τελικής Οριζοντιογραφίας Οδού με Πρανή
9. Υπολογισμός Ποσοτήτων Χωματισμών
10. Κατασκευή διαγράμματος όγκου χωματισμών και κίνησης γαιών.

Η αποτύπωση εδάφους έχει προηγηθεί και έχει αποδοθεί στον Μηχανικό με τον ένα ή τον άλλο τρόπο (τοπογραφικό διάγραμμα, ψηφιακό πρότυποδάφους κ τλ). Η αρχική οριζοντιογραφία της οδού περιέχει μόνο τα βασικά στοιχεία του άξονά της (ευθείες, τόξα, καμπύλες συναρμογής), ενώ η τελική οριζοντιογραφία αποτελεί μια πλήρη οριζοντιογραφική αποτύπωση της οδού και περιλαμβάνει τις λωρίδες κυκλοφορίας, τα έργα αποστράγγισης, τα πρανή της οδού, πιθανές διευρύνσεις και διαπλατύνσεις, τεχνικά έργα κτλ.

Τα παραπάνω βήματα ακολουθούνται σε γενικές γραμμές και κατά τον σχεδιασμό με τη βοήθεια Η/Υ, φαίνονται στην εικόνα 11.



Εικόνα 11. Βήματα Σχεδιασμού Οδών με τη βοήθεια Η/Υ

Ορισμένα από αυτά, όπως η παραγωγή της μηκοτομής του εδάφους, των διατομών αλλά και τελική οριζοντιογραφία, πραγματοποιούνται σχεδόν αυτόματα, σύμφωνα με τα προηγούμενα βήματα. Αναλυτικότερα:

(α) Αποτύπωση Εδάφους – Δημιουργία Προτύπου Εδάφους

Συνήθως δίνονται εκ των προτέρων συντεταγμένες σημείων του εδάφους, σύμφωνα με τα περιγραφόμενα, σε κατάλληλη ηλεκτρονική μορφή. Η δημοφιλέστερη μέθοδος για τη δημιουργία προτύπου εδάφους από τα στοιχεία αυτά είναι ο Τριγωνισμός. Δημιουργείται έτσι το ψηφιακό πρότυπο εδάφους, επί του οποίου είναι δυνατή η χάραξη της οδού. Τα προγράμματα

H/Y έχουν ενσωματωμένους τους κατάλληλους αλγορίθμους ώστε να πραγματοποιηθεί ο τριγωνισμός λαμβάνοντας υπόψη τις γραμμές αλλαγής κλίσης και να χαραχτούν οι ισοϋψείς του εδάφους ώστε να είναι κατά το δυνατόν πιο ομαλές.

(β) Χάραξη Αρχικής Οριζοντιογραφίας Οδού

Σύμφωνα με την παραδοσιακή διαδικασία σχεδιασμού οδών προτείνεται η χρήση ισοκλινούς για την πρώτη προσέγγιση του άξονα της οδού. Παρότι η διαδικασία αυτή είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί με τη βοήθεια H/Y, παραλείπεται και χαράσσεται απευθείας η πολυγωνική της οδού. Αυτό προφανώς προϋποθέτει σχετική εμπειρία στον σχεδιασμό οδών, την οποία όμως θεωρείται ότι ο Μηχανικός θα διαθέτει. Αφού οριστούν οι κορυφές της πολυγωνικής, καθορίζονται τα βασικά χαρακτηριστικά των καμπύλων της οδού (ακτίνες κύκλων και κάποιο χαρακτηριστικό των τόξων συναρμογής όπως το μήκος ή η παράμετρος A) και υπολογίζονται αυτόματα οι υπόλοιπες παράμετροι των καμπύλων. Με βάση αυτά σχεδιάζεται και ο άξονας της οδού.

Ο Μηχανικός έχει τη δυνατότητα να τροποποιήσει τις θέσεις των κορυφών της πολυγωνικής ή των στοιχείων των καμπύλων. Επιπλέον, σε κάποια προγράμματα διατίθεται δυνατότητες ελέγχου της ποιότητας της χάραξης της οριζοντιογραφίας, σύμφωνα με κριτήρια κανονισμών. Με αυτόν τον τρόπο ο χρήστης μπορεί να πραγματοποιήσει προκαταρκτικούς ελέγχους της ποιότητας της χάραξής του.

(γ) Εύρεση Μηκοτομής Εδάφους

Διαθέτοντας το πρότυπο εδάφους και την οριζοντιογραφία, από το πρόγραμμα H/Y δημιουργείται αυτόματα η μηκοτομή του εδάφους.

(δ) Χάραξη Μηκοτομής Οδού

Διαθέτοντας τη μηκοτομή του εδάφους κατά μήκος της οριζοντιογραφίας, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τις κορυφές ή σημεία διέλευσης της μηκοτομής της οδού και να επιλέξει τα χαρακτηριστικά των τόξων στρογγύλευσης των κυρτωμάτων και των κοιλωμάτων της. Οι απαραίτητοι υπολογισμοί και ο σχεδιασμός πραγματοποιούνται αυτόματα. Σε κάποια προγράμματα διατίθενται διαδικασίες ελέγχου της ποιότητας χάραξης της μηκοτομής (έλεγχοι κλίσεων, ορατότητας κτλ), που βασίζονται σε κανονισμούς, οπότε ο Μηχανικός μπορεί να έχει μια καλή αρχική εικόνα για την ποιότητα χάραξης της μηκοτομής της οδού.

(ε) Κατασκευή Διαγράμματος Επικλίσεων

Σύμφωνα με την οριζοντιογραφία και τους χρησιμοποιούμενους κανονισμούς, παράγεται αυτόματα το διάγραμμα επικλίσεων της οδού. Ο χρήστης έχει στη συνέχεια τη δυνατότητα να επέμβει στο διάγραμμα εφόσον θέλει να πραγματοποιήσει αλλαγές σε κάποιες θέσεις του.

(στ) Εκλογή – Δημιουργία Τυπικής Διατομής

Καθορίζονται από τον χρήστη τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της τυπικής διατομής που θα εφαρμοστεί σε τμήματα ή σε όλο το μήκος της οδού. Ο καθορισμός γίνεται με την εισαγωγή στο πρόγραμμα των βασικών διαστάσεων της διατομής όπως ο αριθμός και πλάτος των λωρίδων ανά κατεύθυνση, ή γραφικά οπότε εισάγονται ουσιαστικά οι συντεταγμένες του περιγράμματος της τυπικής διατομής. Η δεύτερη μέθοδος είναι προφανώς πληρέστερη αφού έτσι στην τυπική διατομή είναι δυνατόν να περιληφθούν τεχνικά έργα όπως αγωγοί απορροής ή τοίχοι αντιστήριξης. Μπορεί επίσης να καθοριστεί διαφορετική τυπική διατομή σε τμήματα της οδού (πχ εφόσον υπάρχει γέφυρα, βοηθητική οδός ή τοίχος αντιστήριξης, αν αυξομειώνεται ο αριθμός των λωρίδων της οδού κτλ). Πολλά προγράμματα περιέχουν έτοιμες βιβλιοθήκες τυπικών διατομών, από τις οποίες ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει αυτούσιες ή κατάλληλα τροποποιημένες τυπικές διατομές.

(ζ) Παραγωγή Διατομών

Συνδυάζοντας τις τυπικές διατομές, την οριζοντιογραφία, τη μηκοτομή και το πρότυπο εδάφους, παράγονται αυτόματα οι διατομές της οδού ανά τακτά χρονικά διαστήματα ή/και σε προκαθορισμένες θέσεις.

(η) Χάραξη Τελικής Οριζοντιογραφίας Οδού

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, από τα προγράμματα παράγεται αυτόματα η τελική οριζοντιογραφία της οδού, η οποία περιλαμβάνει τις λωρίδες κυκλοφορίας, τις τάφρους απορροής των υδάτων, τα πρανή της οδού αλλά και ειδικές κατασκευές που έχουν καθοριστεί από τις τυπικές διατομές ή έχουν εφαρμοστεί απευθείας στην παραγωγή της τελικής οριζοντιογραφίας, σύμφωνα με κάποιους κανονισμούς (πχ διευρύνσεις). Επιπρόσθετα, σε ορισμένα προγράμματα υπάρχει η δυνατότητα τρισδιάστατης απεικόνισης της οδού, ώστε να μπορεί να γίνει και οπτικός έλεγχος της ποιότητας της χάραξης στο χώρο. Για να γίνει κάτι τέτοιο, πέρα από το ψηφιακό πρότυπο του εδάφους, δημιουργούνται από τα προγράμματα με ανάλογο τρόπο και τα

ψηφιακά πρότυπα της επιφάνειας της οδού, των τεχνικών έργων, των πρανών κτλ.

(θ) Υπολογισμός Ποσοτήτων Χωματισμών – Κατασκευή διαγράμματος όγκου χωματισμών και κίνησης γαιών.

Μέσω των προγραμμάτων υπάρχει επιπλέον η δυνατότητα υπολογισμού των χωματισμών της οδού και η κατασκευή των ανάλογων διαγραμμάτων, με τη χρήση κατάλληλων αλγορίθμων ή προτύπων βελτιστοποίησης της μετακίνησης των γαιών.

Τα προγράμματα Η/Υ για τον σχεδιασμό οδών παρέχουν τα κατάλληλα εργαλεία για την πραγματοποίηση των παραπάνω βημάτων. Επιπρόσθετα, παρέχουν και δυνατότητες σχεδιασμού «ειδικών τεμαχίων» οδών (ισόπεδους κόμβους, προσβάσεις σε ανισόπεδους κόμβους, λωρίδες επιτάχυνσης και επιβράδυνσης, εσοχές), τεχνικών έργων, έργων αποχέτευσης υδάτων, εποπτείας της χάραξης σε τρεις διαστάσεις αλλά και ελέγχους ορατότητας και ποιότητας της χάραξης βάσει κανονισμών. Τα εργαλεία αυτά υποβοηθούν σημαντικά τον Μηχανικό ως προς την εργασία του, πρέπει όμως να χρησιμοποιούνται προσεκτικά και να εξετάζονται για την ορθότητα και την ποιότητα των αποτελεσμάτων που αποδίδουν. Ιδιαίτερα, σε ότι αφορά τα εργαλεία ελέγχου της ποιότητας της χάραξης, θα πρέπει πάντα να συνυπολογίζονται και οι παράγοντες «συμβιβασμός» και «ανοχή», αφού ενδέχεται να υπάρχουν άλλες παράμετροι οι οποίες να υπερισχύουν των γενικών κριτηρίων που ορίζουν οι Κανονισμοί.

2.3 ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ

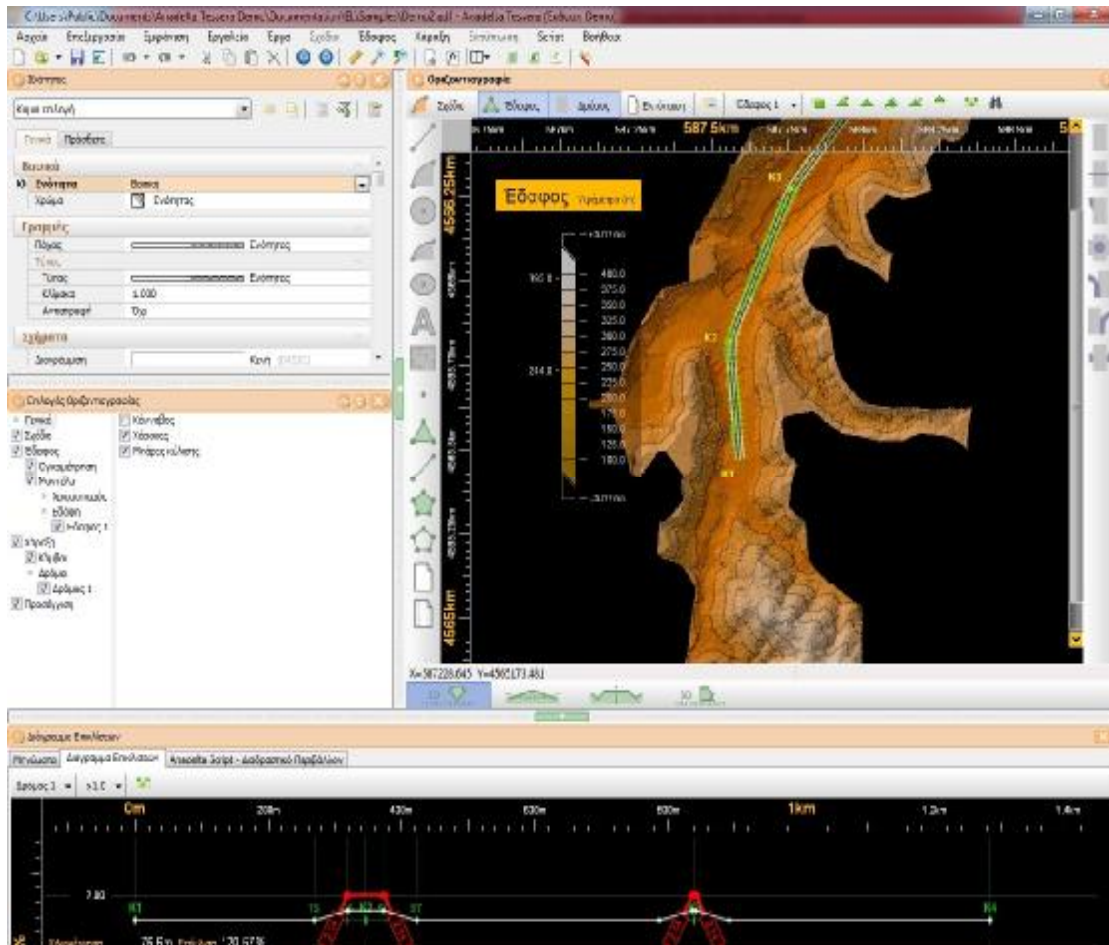
Στη αγορά υπάρχουν αρκετά προγράμματα ψηφιακής Οδοποιίας. Ένα από αυτά είναι **Tessera** της Anadelta .



Εικόνα 12. Αρχικό παράθυρο διαλόγου προγράμματος.

Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται το αρχικό παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται με την εκκίνηση του προγράμματος. Σε αυτό το σημείο μπορούμε να διαλέξουμε να φορτώσουμε μια υπάρχουσα μελέτη ή να δημιουργήσουμε ένα καινούργιο αρχείο γι αυτήν.

Ακόμα το πρόγραμμα μας δίνει την δυνατότητα να παρακολουθήσουμε βίντεο με παραδείγματα εφαρμογής των διαφόρων εργαλείων που διαθέτει.

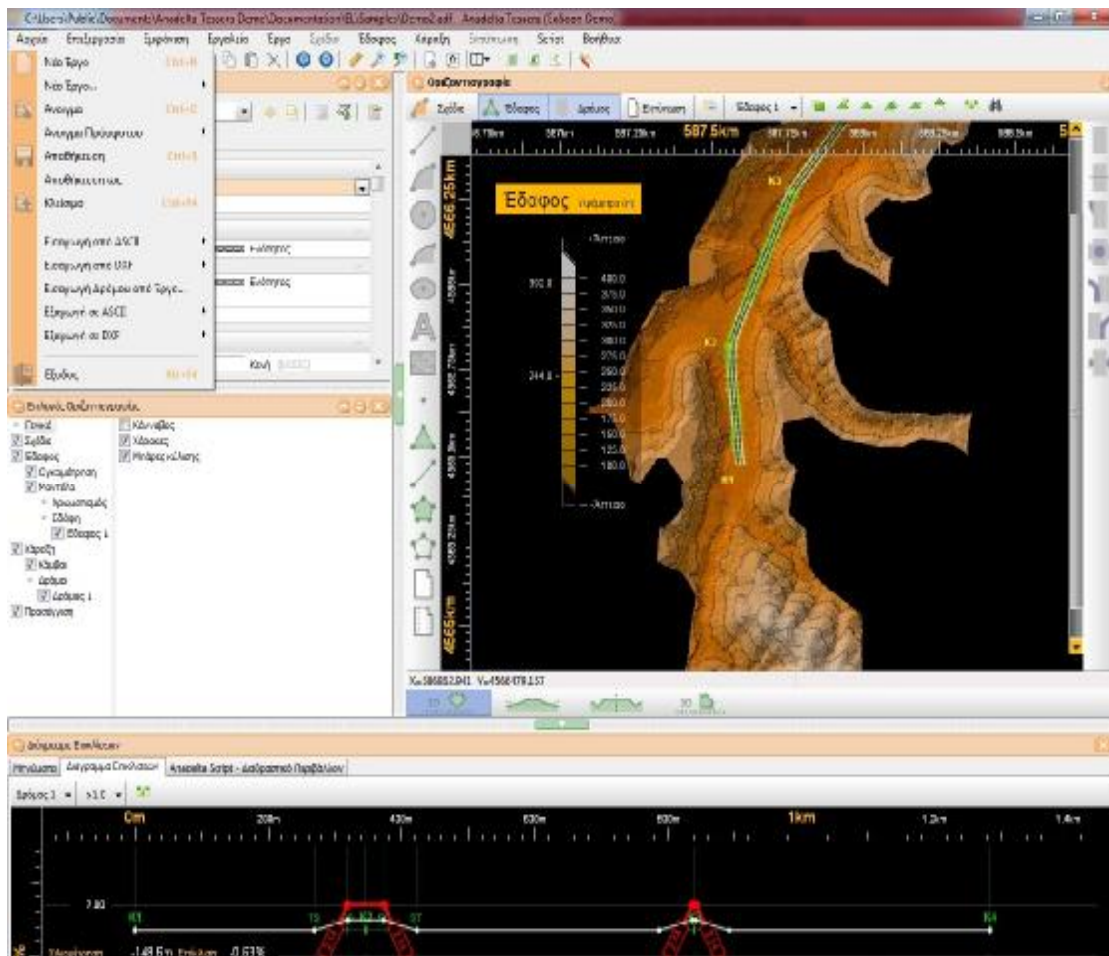


Εικόνα 13. Αρχική επιφάνεια εργασίας

Η παραπάνω εικόνα είναι η πρώτη που εμφανίζεται εφόσον έχουμε επιλέξει την φόρτωση μιας υπάρχουσας μελέτης. Μπορούμε να διακρίνουμε τις καρτέλες του προγράμματος που βρίσκονται ψηλά στην οθόνη. Ακόμα βλέπουμε μια προεπισκόπηση δεξιά της οθόνης μας (οριζοντιογραφία).

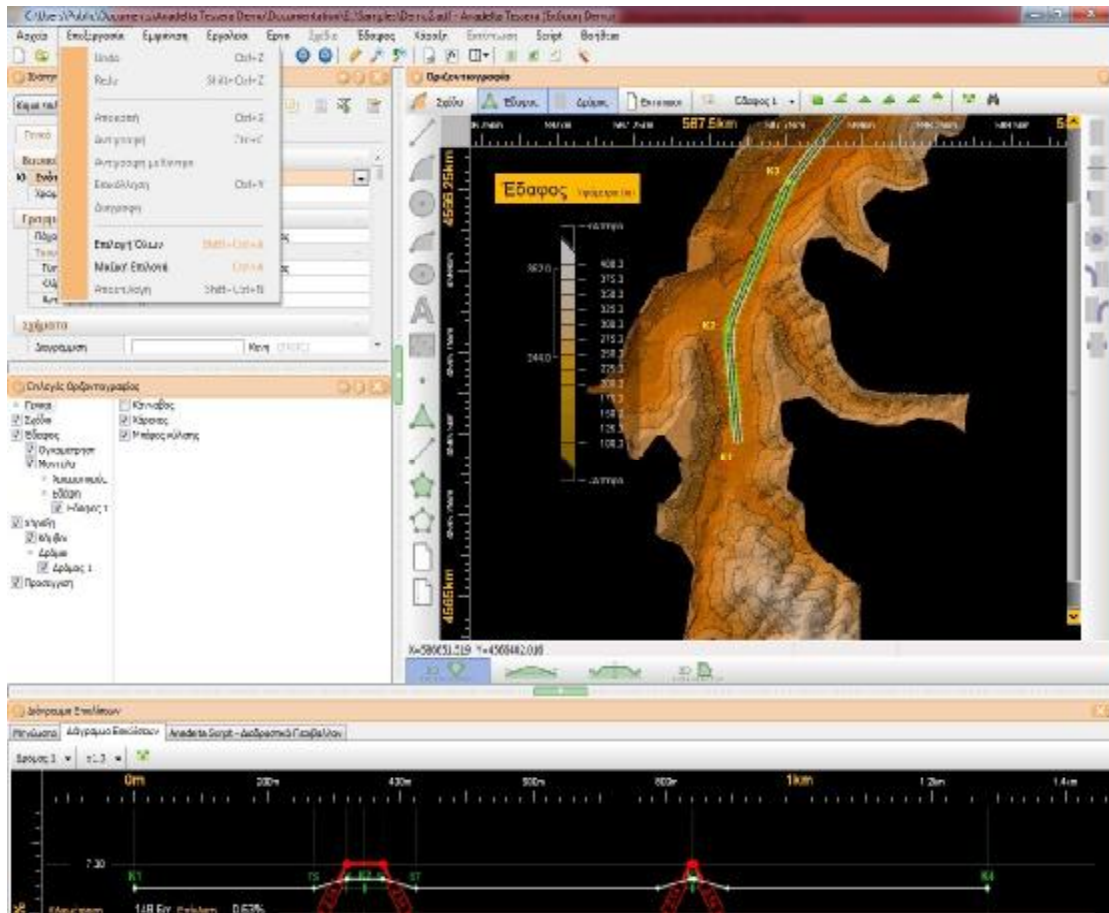
Χαμηλά στην οθόνη μας διακρίνουμε ένα διάγραμμα επικλήσεων. Αριστερά της οθόνης μας δίνονται οι επιλογές για να διαλέξουμε τι θα εμφανίζεται στις προεπισκοπήσεις μας.

Πάμε να δούμε με την σειρά τι επιλογές μας δίνουν οι καρτέλες του προγράμματος.



Εικόνα 14. Καρτέλα "Αρχείο"

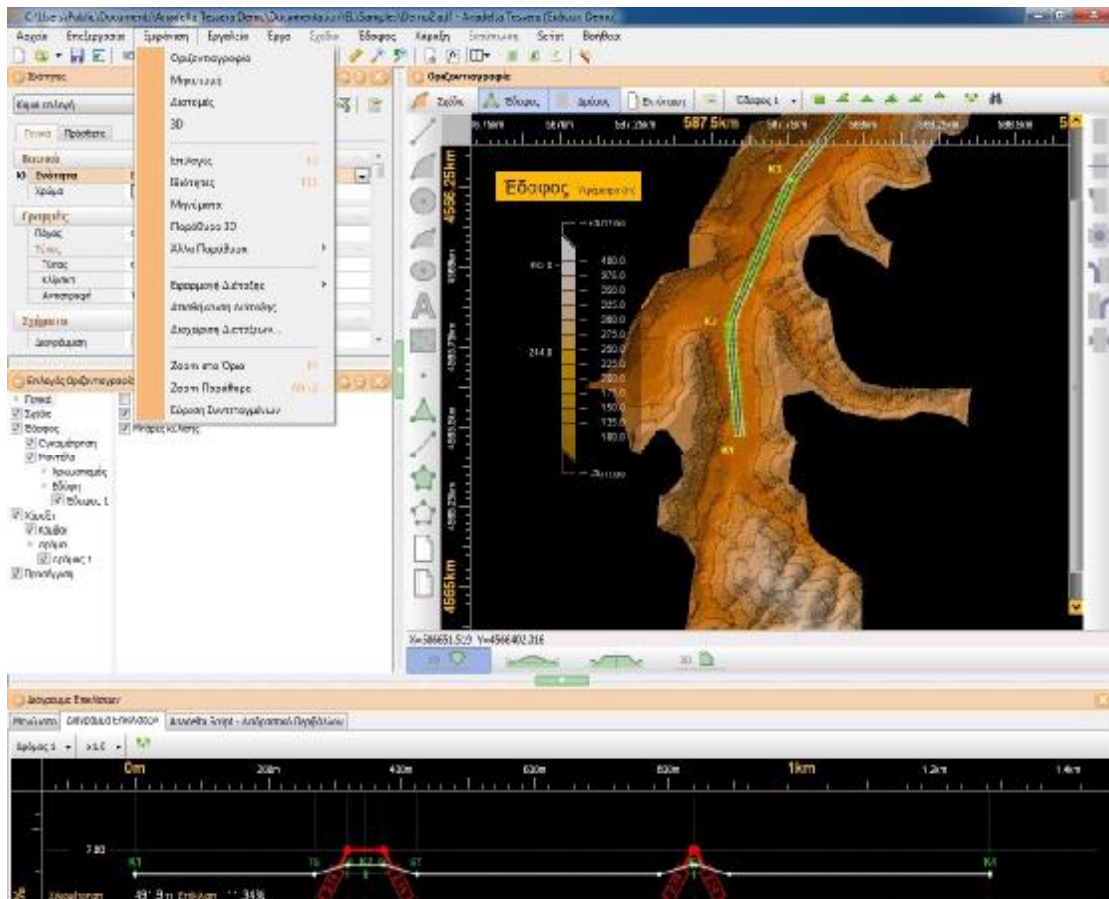
Η πρώτη μας καρτέλα «Αρχείο» αφορά τις βασικές δυνατότητες που έχει οποιοδήποτε πρόγραμμα. Σε αυτήν την καρτέλα μπορούμε να αποθηκεύσουμε ότι έχουμε σχεδιάσει, να ανοίξουμε νέο έργο, να φορτώσουμε ένα παλαιό. Επιπλέον να δίνει την δυνατότητα να εισάγουμε δεδομένα σε διάφορες μορφές με σκοπό να δημιουργήσουμε ένα νέο αρχείο.



Εικόνα 15. Καρτέλα "επεξεργασία" .

Στην καρτέλα «επεξεργασία» έχουμε τις κοινές εντολές :

- αναίρεση , κάποια ενέργειας
- επικόλληση
- αντιγραφή
- αποκοπή
- επιλογή στοιχείων



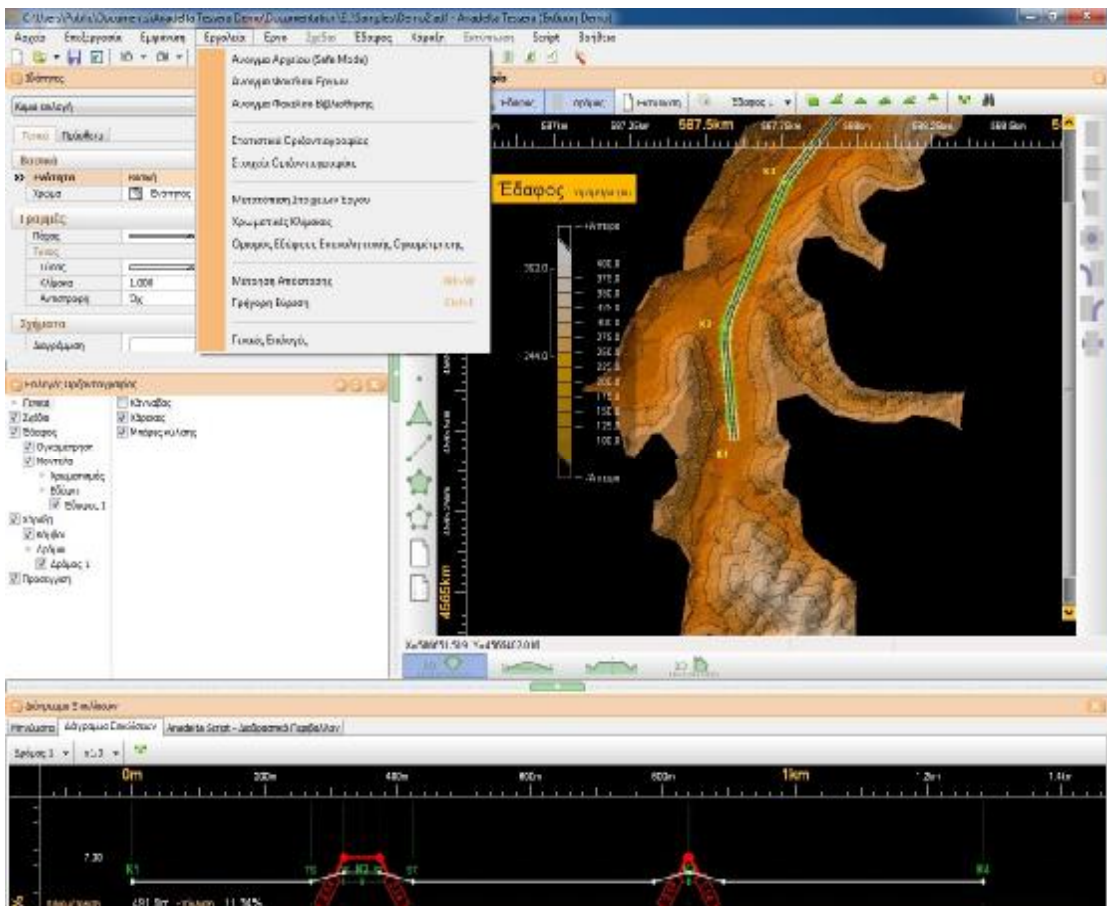
Εικόνα 16. Καρτέλα "Εμφάνιση" .

Η καρτέλα «Εμφάνιση» είναι μια από τις πιο σημαντικές καρτέλες του προγράμματος διότι μέσω αυτής μπορούμε να επιλέξουμε τι θα εμφανιστεί στην οθόνη. Από την εν λόγω καρτέλα δεν έχουμε μόνο την εμφάνιση κάποιων δεδομένων αλλά μέσω αυτής τα σχέδια και οι πληροφορίες που εμφανίζονται είναι επεξεργάσιμα, οπότε μπορούμε να εργαστούμε πάνω σε αυτά.

Όπως βλέπουμε οι επιλογές της καρτέλας είναι τα βασικά σχέδια και διαγράμματα που χρειαζόμαστε σε μια μελέτη Οδοποιίας.

1. Οριζοντιογραφία
2. Μηκτομή
3. Διατομές
4. 3D

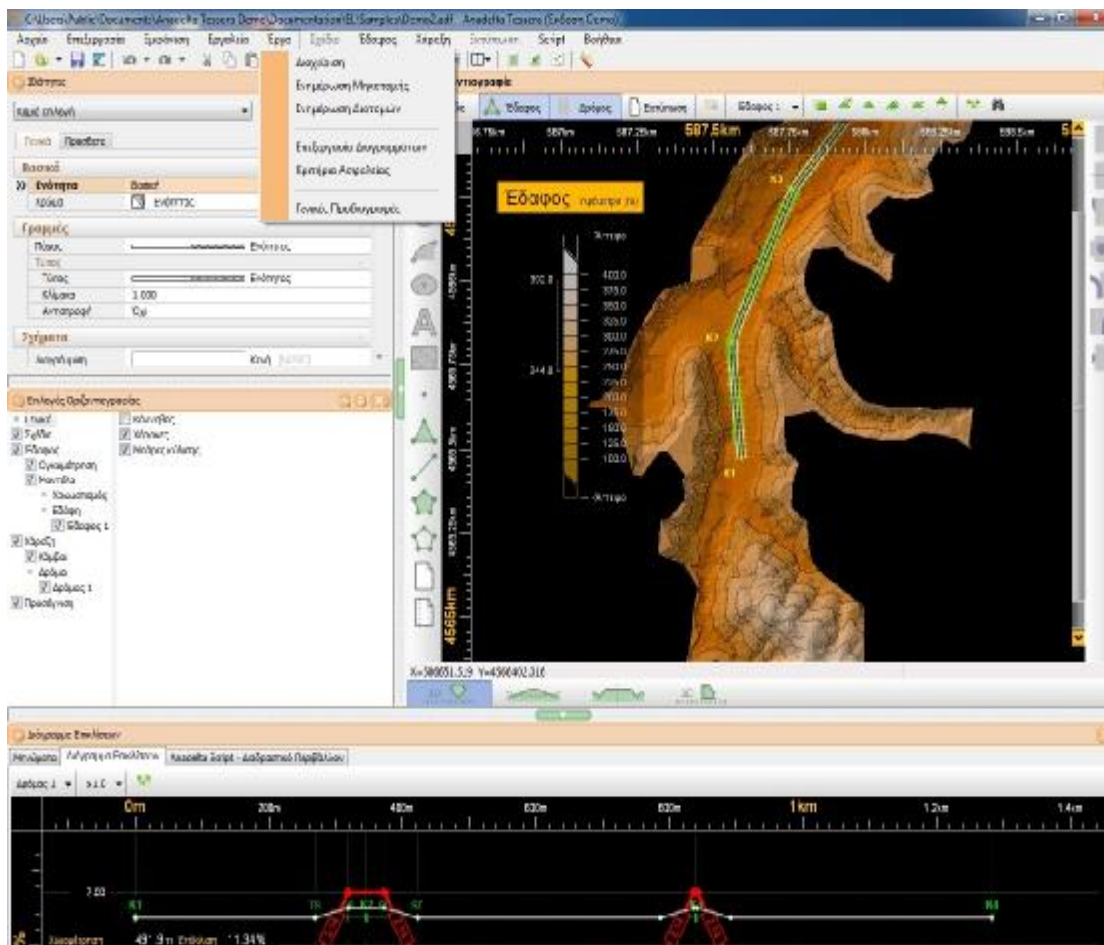
Επιπλέον, υπάρχουν επιλογές για τον τρόπο παρουσίασης αυτών.



Εικόνα 17. Καρτέλα «Εργαλεία»

Στην καρτέλα «Εργαλεία» μας δίνονται επιλογές για την επεξεργασία υπαρχόντων δεδομένων, όπως τα στοιχεία των διατομών (συντεταγμένες, κλπ).

Επιπλέον μας δίνεται η επιλογή να δούμε τις ποσότητες των γαιών ανάμεσα στις διατομές καθώς επίσης και το ποσοστό αυτών σε διάφορες κατηγορίες γαιών (βραχώδη, ημιβραχώδη και γαιώδη).



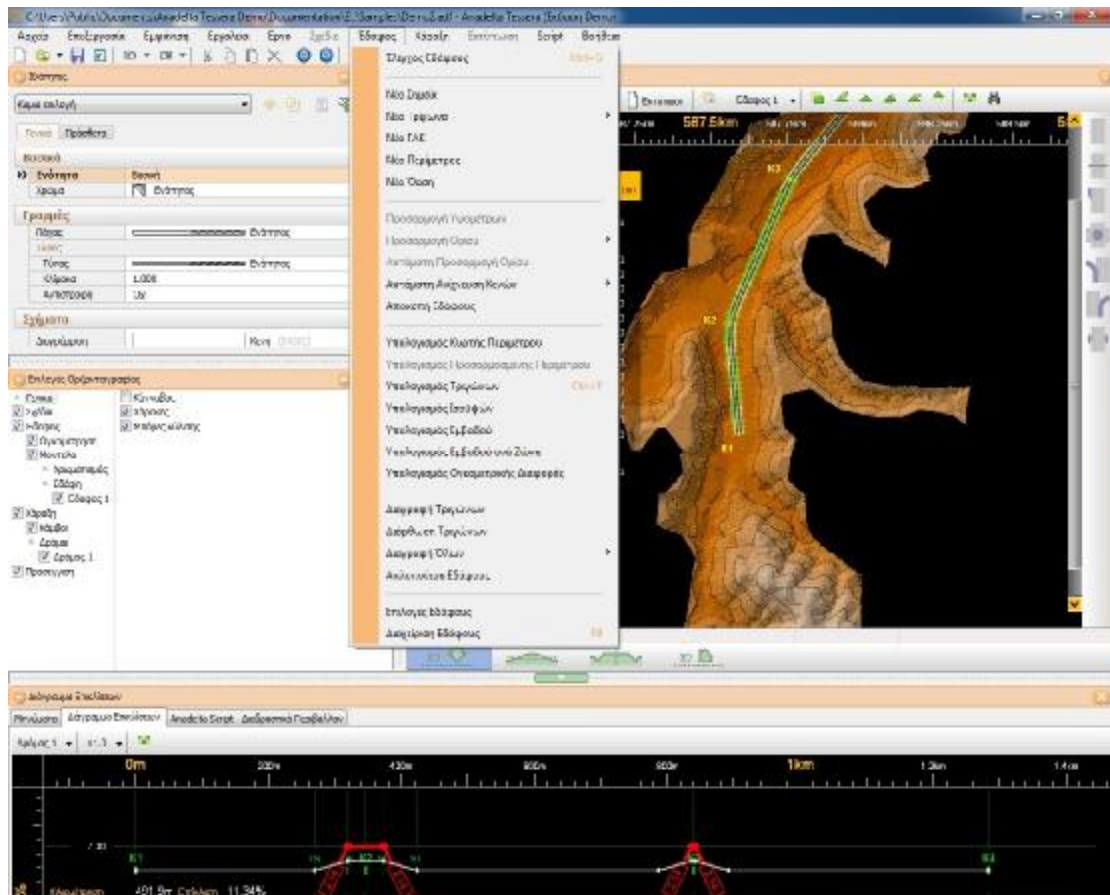
Εικόνα 18. Καρτέλα «έργο»

Στην καρτέλα «έργο» μας δίνονται οι επιλογές :

1. **Διαχείριση** , όπου έχουμε μια συνολική εικόνα του έργου, όπως πόσες διατομές έχει το έργο μας, καθώς και την δυνατότητα να ενημερώνουμε το συνολικό έργο εφόσον έχουμε παρέμβει σε κάποιο μέρος του, π.χ αν έχουμε αλλάξει κάτι στην οριζοντιογραφία θα πρέπει να ενημερωθούν η μηκοτομή και οι διατομές, κλπ.
2. **Ενημέρωση** , μας δίνει τμηματικά την ενημέρωση των λοιπών διαγραμμάτων όπως αναφέρουμε παραπάνω.
3. Επεξεργασία διαγραμμάτων, μπορούμε να παρέμβουμε σε βασικά στοιχεία της χάραξης της οδού όπως οι ακτίνες καμπυλότητας τόσο στις οριζόντιες όσο και στις κατακόρυφες καμπύλες.
4. Κριτήρια ασφάλειας, με βάσει τις αποστάσεις μεταξύ των καμπυλών, καθώς και επίσης τις κλίσεις που δημιουργούνται το πρόγραμμα μας

ελέγχει αν τηρούνται τα κριτήρια ασφαλείας όπως αυτά ορίζονται από την κείμενη νομοθεσία.

5. Γενικές προδιαγραφές, αφορά συμβολισμούς και γενικές παραδοχές για την μελέτη.

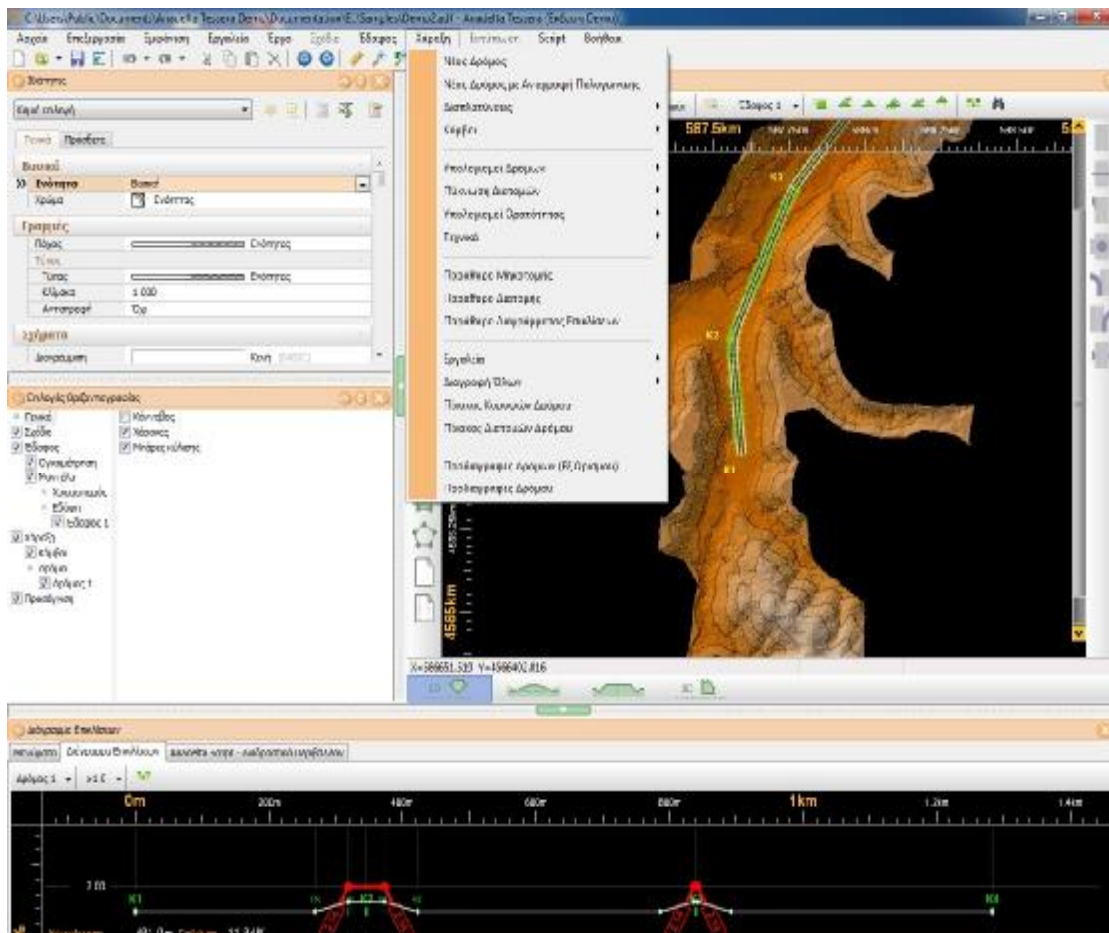


Εικόνα 19.Καρτέλα «έδαφος».

Σε αυτή την καρτέλα έχουμε όλα τα εργαλεία ούτως ώστε να δημιουργήσουμε ένα μοντέλο εδάφους που να μπορέσουμε να χαράξουμε στην συνέχεια την οδό μας.

Έχουμε επιλογή για να φτιάξουμε ένα μοντέλο εδάφους μέσω :

1. Είτε μέσω τριγώνων
2. Είτε μέσω ισούψων καμπυλών



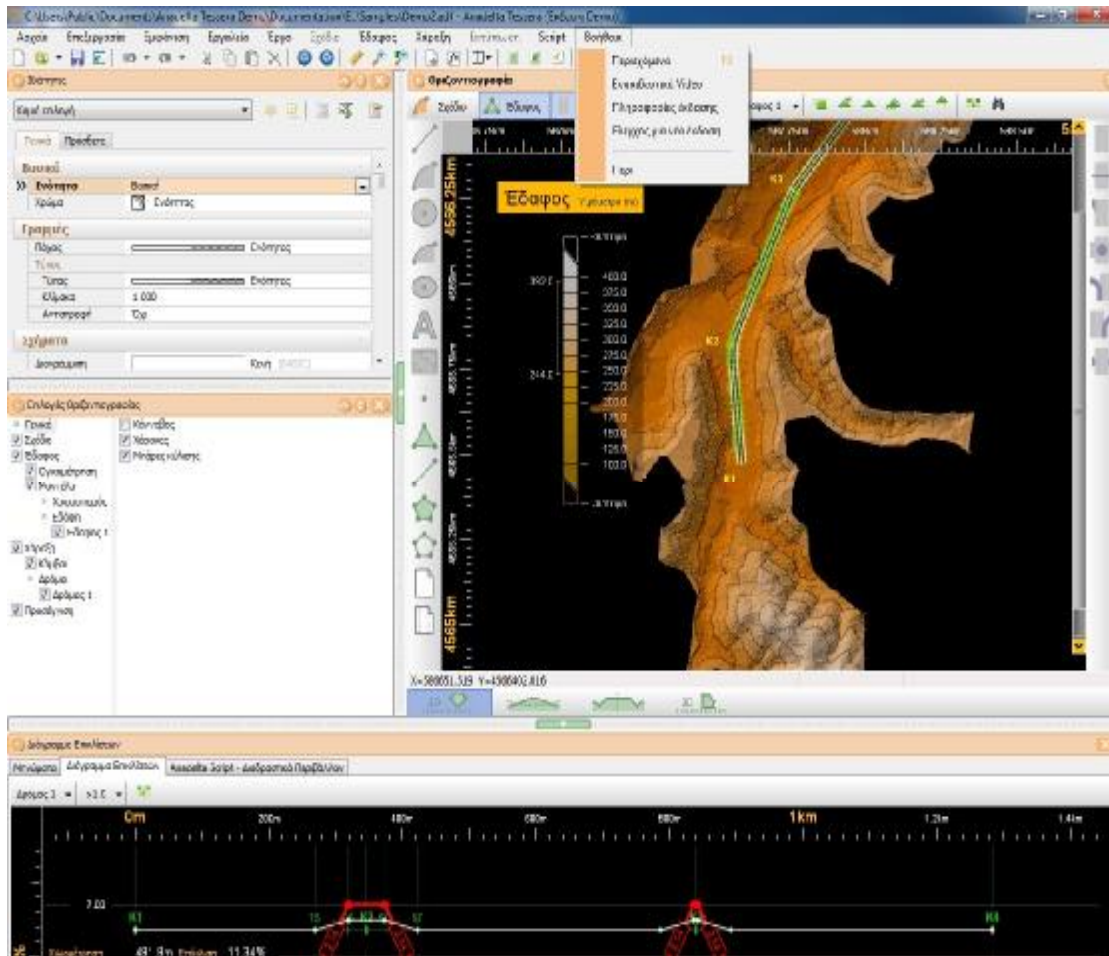
Εικόνα 20. Καρτέλα «χάραξη»

Στην καρτέλα «χάραξη» έχουμε όλα τα εργαλεία για να πραγματοποιήσουμε την χάραξη της οδού μας πάνω στο μοντέλο εδάφους που έχουμε ήδη δημιουργήσει ή σχεδιάσει.

Οφείλουμε να τονίσουμε ότι καθώς δείχνουμε την πορεία του δρόμου μας, κατασκευάζεται ταυτόχρονα όλο το κατάστρωμα της οδού, μέσω της κατηγορίας οδού που έχουμε δώσει και των γεωμετρικών χαρακτηριστικών που έχουμε εισάγει.

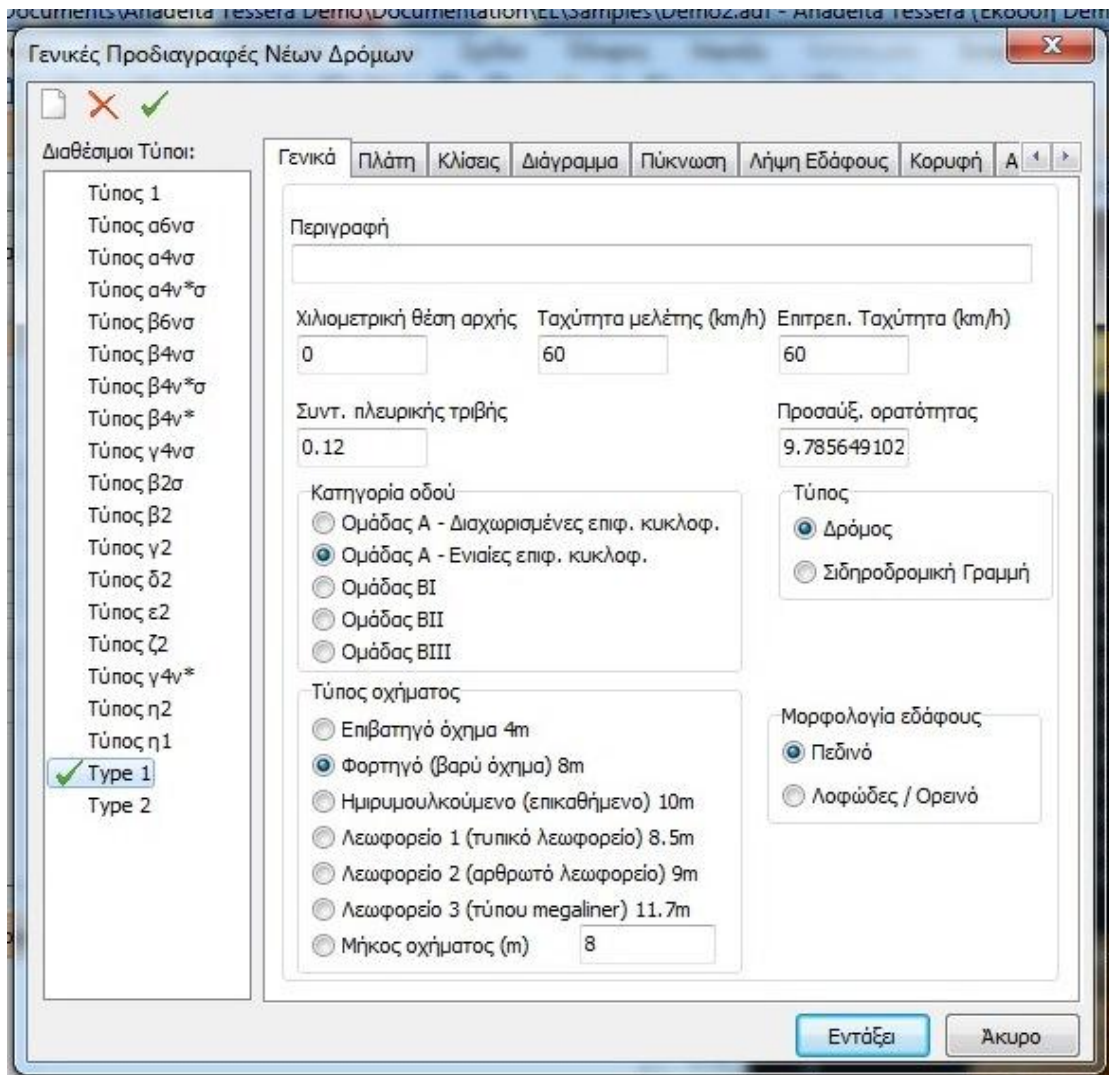
Ακόμα μας δίνει την εντολή να εισάγουμε κόμβους ανάλογα με την περίπτωση που έχουμε.

Τα στοιχεία της οδού (κατηγορία, λωρίδες κλπ) τα εισάγουμε στις εντολές «Προδιαγραφές Δρόμου», χαμηλά στην καρτέλα.



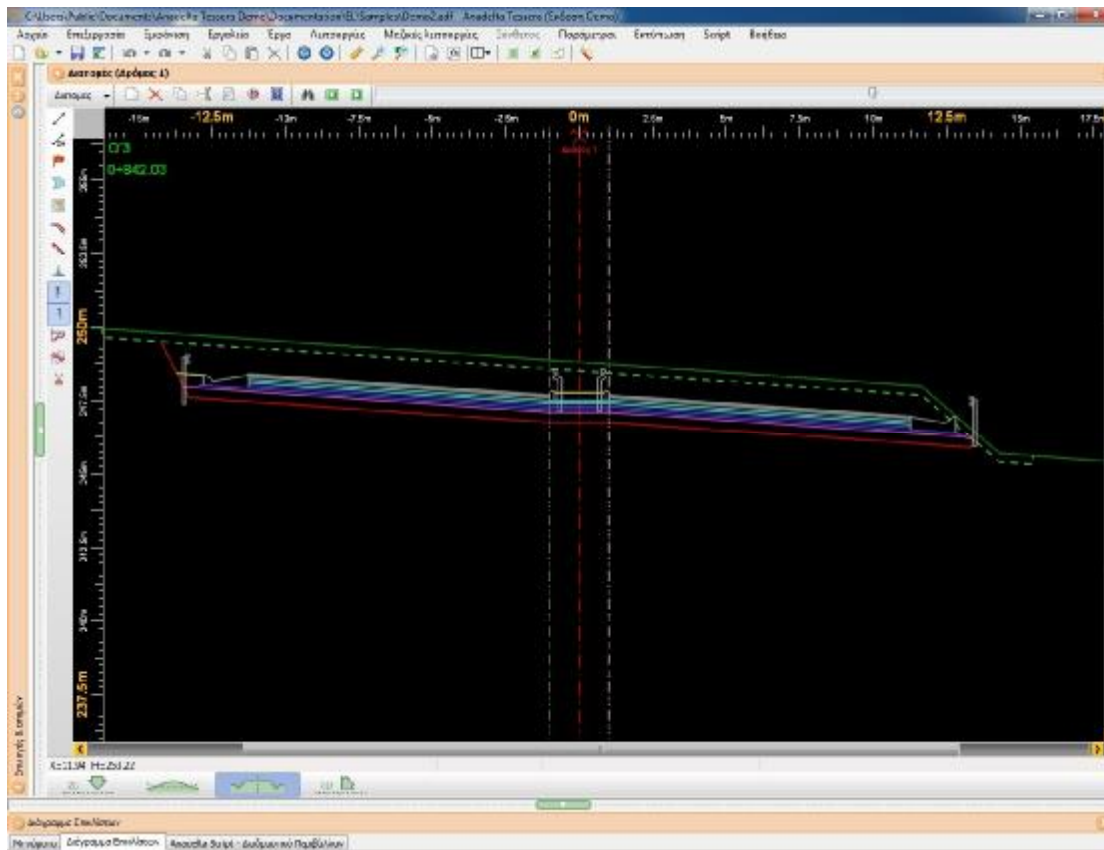
Εικόνα 21. Καρτέλα «Βοήθεια»

Στην καρτέλα «Βοήθεια» έχουμε την δυνατότητα να παρακολουθήσουμε τα εκπαιδευτικά βίντεο που αναφέραμε προηγουμένως και να δώσουμε στο πρόγραμμα την εντολή να συνδεθεί με τον server και κάνει τυχόν αναβαθμίσεις.



Εικόνα 22. Εντολή Προδιαγραφές Δρόμου

Σε αυτή την καρτέλα, όπως αναφέραμε παραπάνω, μπορούμε και επιλέγουμε την κατηγορία της οδού που επιθυμούμε να χαράξουμε.



Εικόνα 25. Διατομές.

Ένα άλλο πρόγραμμα μελετών Οδοποιίας είναι το Prost :

Οριζοντιογραφία Στο γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής είναι δυνατή η σχεδίαση οριζοντιογραφιών δρόμων, σιδηροδρομικών γραμμών, ανοικτών και κλειστών αγωγών, χρησιμοποιώντας όλες τις διαθέσιμες λειτουργίες του CAD. Όσον αφορά τον ορισμό της χάραξης, ο χρήστης έχει την ευχέρεια να εργαστεί με όλα τα γνωστά οριζοντιογραφικά στοιχεία: ευθεία, κλωθοειδής καμπύλη, ωειδής καμπύλη, κύκλος, παραβολή.

Υπάρχει δυνατότητα επεξεργασίας της χάραξης στο γραφικό περιβάλλον είτε μετακινώντας τις κορυφές της πολυγωνικής είτε τροποποιώντας τις καμπύλες μεταξύ των ευθυγραμμίων. Υπάρχουν εντολές για την ολοκλήρωση της σχεδίασης της χάραξης με πλευρές οδού, λωρίδες, διαπλατύνσεις και χώρους στάθμευσης. Οι ακμές της οριζοντιογραφίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη σχεδίαση του καταστρώματος ή τάφρων, αγωγών και άλλων στις διατομές. Το ProSt S επιτρέπει τον καθορισμό ή τον αυτόματο υπολογισμό διαπλατύνσεων, στοιχείων διατομών, μηκών, σύμφωνα με τους κανονισμούς. Η διαχείριση πολλαπλών αξόνων επιτρέπει τη διαχείριση περίπλοκων έργων, όπως η σχεδίαση κόμβων.

Όταν το ProSt χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με την τοπογραφική εφαρμογή Torco, η μελέτη οδοποιίας γίνεται σε τοπογραφικό υπόβαθρο

σημείων, τριγώνων, ισοϋψών καμπυλών κ.λ.π. Η εισαγωγή οριζοντιογραφικών δεδομένων και διάφορες συμπληρωματικές λειτουργίες, όπως η εισαγωγή διατομών, γεωμετρικών σημειώσεων και οριζοντιογραφίας του έργου, γίνονται μέσα στο σχεδιαστικό περιβάλλον.

Η εισαγωγή διατομών μπορεί να γίνει και στο παράθυρο εργασίας της οριζοντιογραφίας, είτε με αποστάσεις είτε με συντεταγμένες.

Διαστασιολόγηση

Για να δημιουργήσετε διαστασιολόγηση στη χάραξη, αρκεί να εισάγετε τα δεδομένα που ορίζουν την χάραξη. Το πρόγραμμα εισάγει τη διαστασιολόγηση και τις θέσεις των σημείων των διατομών. Το πρόγραμμα εισάγει τη διαστασιολόγηση και τις θέσεις των σημείων των διατομών, παρέχοντας μια ολοκληρωμένη εικόνα του σχεδίου σας.

Οριζοντιογραφία από διατομές

Η ολοκλήρωση του σχεδίου της οριζοντιογραφίας, μπορεί να γίνει αυτόματα από τις διατομές, εμπεριέχοντας όλα τα στοιχεία που υπάρχουν σε αυτές (πεζοδρόμια, πρανή, τοίχοι αντιστήριξης, ορύγματα). Η δημιουργία τρισδιάστατου μοντέλου του έργου και η σύνδεση με το μοντέλο του εδάφους επιτρέπει τον έλεγχο αυτού σε σχέση με την υπάρχουσα κατάσταση, τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, τον υπολογισμό όγκου χωματισμών κ.τ.λ. Το τελικό μοντέλο μπορεί να απεικονιστεί φωτορεαλιστικά μέσα από το Vista.

Μηκοτομή

Η κατασκευή της μηκοτομής απαιτεί την εισαγωγή αποστάσεων και υψομέτρων του εδάφους και του έργου. Ο ορισμός υψομέτρων ερυθράς γίνεται χειροκίνητα ή με ορισμό ευθυγραμμίων και καμπύλων. Η επεξεργασία της μηκοτομής μπορεί να γίνει άμεσα, με τη μετακίνηση των κορυφών των ευθυγραμμίων ή με τροποποίηση των καμπυλών. Η μετακίνηση των κορυφών μπορεί να είναι ελεύθερη, να εξαρτάται από την κλίση της πρώτης ή της δεύτερης ευθυγραμμίας ή να περιορίζεται από το υψόμετρο ή την απόσταση. Στην ίδια μηκοτομή μπορούν να εισαχθούν μέχρι 10 διαφορετικά σύνολα ευθυγραμμίων και καμπυλών, που μπορεί να αναπαριστάνουν υδραυλικά έργα, τοίχους και άλλα.

Τα στοιχεία του εδάφους και του έργου μπορούν να εισαχθούν χειροκίνητα ή να προκύψουν αυτόματα με παρεμβολή στο μοντέλο του εδάφους ή σε τοπογραφικά σημεία εντός συγκεκριμένης ζώνης. Η μηκοτομή μπορεί να υπολογιστεί και από διατομές. Η ολοκλήρωση της μηκοτομής μέσα στο CAD επιτρέπει τη διόρθωση των δεδομένων και τη βελτίωση του σχεδίου (π.χ. προσθήκη συμβόλων) με βάση τις επιθυμίες του χρήστη.

Η διαστασιολόγηση είναι πλήρως αυτόματη και διαμορφώνεται από το χρήστη. Επίσης είναι δυνατή η προσθήκη δεδομένων που δεν υπάρχουν στο έργο (ονομασίες δρόμων, είδη αγωγών κ.λ.π.). Εάν απαιτηθεί, η μηκοτομή

μπορεί να ολοκληρωθεί με τον αυτόματο υπολογισμό κάποιων στοιχείων της και το σχεδιασμό υψομετρικών διαφορών, διαπλατύνσεων, οριζοντιογραφικών στοιχείων (ευθείες, καμπύλες). Εκτός από τις γραμμές εδάφους και ερυθράς είναι δυνατή η εισαγωγή επιπλέον γραμμών όπως τοίχοι, τάφροι, αγωγοί κ.λ.π.

Υδραυλική μηκοτομή

Συγκεκριμένες λειτουργίες του προγράμματος επιτρέπουν την δημιουργία υδραυλικής μηκοτομής για αγωγούς ύδρευσης και αποχέτευσης. Υπάρχει διαθέσιμη βιβλιοθήκη συμβόλων υδραυλικών στοιχείων.

Έλεγχος τακτικής

Το ProSt S επιτρέπει την διαχείριση και τον έλεγχο των παραμέτρων (οριζοντιογραφικών, υψομετρικών) του έργου με βάση τις εκάστοτε προδιαγραφές. Η εφαρμογή επιτρέπει λεπτομερή αναφορά, επαληθεύοντας για κάθε στοιχείο την ικανοποίηση ή όχι των κανονισμών που ισχύουν και προτείνοντας τις αποδεκτές τιμές. Παρόμοιος έλεγχος εκτελείται και στα υψομετρικά στοιχεία (ευθυγραμμίες και καμπύλες). Προκειμένου να ληφθούν οι ταχύτητες κατά μήκος της χάραξης, το πρόγραμμα υπολογίζει το διάγραμμα ταχυτήτων, το οποίο μπορεί να εκτυπωθεί ή να εισαχθεί σε πίνακα.

Διατομές

Ο ορισμός της θέσης των σημείων εδάφους και έργου μπορεί να γίνει χειροκίνητα ή αυτόματα, με χρήση του ψηφιακού μοντέλου. Η εισαγωγή τυπικής διατομής μπορεί να πραγματοποιηθεί αυτόματα (στο σύνολο του έργου ή σε μέρος αυτού), ημι-αυτόματα (σε μια διατομή) ή χειροκίνητα (συνδέοντας τα στοιχεία ένα προς ένα). Είναι δυνατό να οριστούν οι τιμές των παραμέτρων μιας τυπικής διατομής για την αρχική και τελική διατομή, οπότε το πρόγραμμα θα υπολογίσει τις τιμές για τις ενδιάμεσες διατομές με παρεμβολή. Εξίσου απλά γίνονται και οι υπολογισμοί χωματοουργικών στις διατομές κατά όρυγμα και κατά επίχωμα. Δεν υπάρχει περιορισμός στον αριθμό σημείων κάθε στοιχείου (π.χ. εδάφους). Το ProSt επιτρέπει τη δημιουργία πινάκων όπου μπορεί ο χρήστης να ορίσει κάποιες κύριες παραμέτρους σύμφωνα με τη χιλιομετρική θέση της διατομής. Για παράδειγμα, μπορεί ο χρήστης να ορίσει την τυπική διατομή που θα χρησιμοποιηθεί στις διάφορες διατομές και κατά την εισαγωγή των τυπικών διατομών το πρόγραμμα θα αντιστοιχίσει αυτόματα το αρχείο κάθε τυπικής διατομής. Η επεξεργασία των διατομών ολοκληρώνεται με την διαδικασία των επιμετρήσεων και την διαχείριση πολύπλοκων εργασιών, όπου είναι απαραίτητος ο ορισμός των κανόνων για τις εμβαδομετρήσεις.

Τυπικές διατομές

Οι τυπικές διατομές κατασκευάζονται σε ξεχωριστό παράθυρο, όπου επιλέγονται τα παραμετρικά αντικείμενα που τις αποτελούν και ορίζονται οι ρυθμίσεις τους. Κάθε αντικείμενο μπορεί να συνδέεται σε σημεία άλλου αντικειμένου ή σε κάποια πολυγραμμή της οριζοντιογραφίας ή της μηκοτομής. Με τον τρόπο αυτό μπορεί ο χρήστης να ορίσει στην οριζοντιογραφία και στην μηκοτομή τη θέση και το μέγεθος των αντικειμένων. Το πρόγραμμα διαθέτει εκτεταμένη βιβλιοθήκη παραμετρικών αντικειμένων (καταστρώματα, τάφροι, ρείθρα, τοίχοι) επιτρέποντας την κατασκευή ακόμα και σύνθετων τυπικών διατομών.

Είναι δυνατό να οριστούν συνθήκες μεταξύ των παραμέτρων των αντικειμένων. Για παράδειγμα, μπορεί ο χρήστης να ορίσει κάποια συνθήκη σύμφωνα με την οποία αν η επίκλιση της διατομής είναι μεγαλύτερη από 4% το ρείθρο θα έχει συγκεκριμένο μέγεθος ή ότι το πλάτος του οδοστρώματος θα είναι 3.5m για συγκεκριμένες θέσεις διατομών και 3.75m για κάποιες άλλες. Το σχήμα και μέγεθος των τυπικών διατομών μπορούν να διαφέρουν κατά δεξιά και αριστερή πλευρά ή κατά όρυγμα και επίχωμα. Στο ίδιο παράθυρο κατασκευής των τυπικών διατομών υπάρχει και δυνατότητα προσομοίωσης, ώστε να αναλύεται η συμπεριφορά της τυπικής διατομής σε όλες τις πιθανές καταστάσεις, χωρίς να είναι απαραίτητη η εισαγωγή της στις διατομές.

Ογκομετρήσεις

Οι ογκομετρήσεις πραγματοποιούνται ανά διατομή ή συνολικά και επαναληπτικά. Επιπλέον εργαλεία του προγράμματος δίνουν την δυνατότητα της εξαίρεσης τμημάτων της οριζοντιογραφίας από τους υπολογισμούς. Επίσης, οι ογκομετρήσεις μπορούν να γίνουν και με ορισμό Θέσης Εργασίας, όπου οι όγκοι υπολογίζονται από κάποιο αρχικό υψόμετρο ή μεταξύ δύο υψόμετρων.

Χάραξη

Ισχυρές λειτουργίες επιτρέπουν τη δημιουργία τοπογραφικών σημείων από τα στοιχεία της οδού. Συγκεκριμένα, είναι δυνατόν να δημιουργηθούν σημεία σταθερής απόστασης κατά μήκος του άξονα, σε επιλεγμένα σημεία και στις διατομές. Επίσης, μπορούν να δημιουργηθούν σημεία αριστερά και δεξιά του άξονα σε καθορισμένη απόσταση ή κατά μήκος πολυγραμμής. Τα υψόμετρα των σημείων μπορούν να υπολογιστούν από την μηκοτομή ή από κάποιο στοιχείο διατομής. Αποτύπωση μπορεί να δημιουργηθεί και από κάποιο στοιχείο διατομής. Είναι δυνατόν να δημιουργηθούν τοπογραφικά σημεία ορίζοντας την απόσταση από την αρχή και την απόκλιση από τον άξονα ή να υπολογιστούν η απόσταση και απόκλιση συνόλου σημείων από τον άξονα.

Σχέδια

Η εξαγωγή των σχεδίων από το πρόγραμμα έχει οργανωθεί με ακρίβεια με σκοπό την καλύτερη παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Οι παράμετροι σχεδιασμού αφορούν το μέγεθος του χαρτιού, τη θέση και το μέγεθος του υπομνήματος, τη θέση του πίνακα των υπολογισμών. Έτσι τα σχέδια μπορούν να εξαχθούν σε ψηφιακή μορφή (dxf) ή να εκτυπωθούν απευθείας από το πρόγραμμα. Επιπλέον, υπάρχει δυνατότητα παραγωγής των σχεδίων σύμφωνα με τις Προδιαγραφές Ψηφιακής Υποβολής Μελετών Οδοποιίας (Π.Ψ.Υ.Μ.Ο.).

Αναφορές

Υπάρχουν διαθέσιμες αναφορές για το σχεδιαστικό και το επιμετρητικό κομμάτι του έργου, που περιλαμβάνουν εκτύπωση οριζοντιογραφικών στοιχείων (ευθεία, κλωθοειδής, παραβολή, διαπλάτυνση κλπ), μηκοτομών (τομές, κατακόρυφες καμπύλες, συμπληρωματικά στοιχεία κλπ), διατομών (εδάφους, έργου κλπ), όγκων. Οι αναφορές σχετικά με τα χωματοουργικά έργα έχουν διαμορφωθεί έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιούνται και επιμετρητικά.

Ένα άλλο πρόγραμμα είναι το ΟΔΟΣ 8 :

Το ΟΔΟΣ 8, είναι η τελευταίας γενιάς έκδοση λογισμικού οδοποιίας της σειράς ΟΔΟΣ. Είναι κατ' εξοχήν πρόγραμμα σχεδιασμού οδικών έργων, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την υποβοήθηση της μελέτης έργων «διαδρόμου» με την ευρύτερη έννοια (σιδηροδρομικών έργων, τροχοδρόμων αεροδρομίων, τάφρων, κλπ.).

Σχεδιασμένο από επαγγελματίες μελετητές οδοποιίας, ενσωματώνει διαδικασίες και τεχνικές, που προσομοιώνουν την πραγματική πρακτική σχεδιασμού, με απλές και προφανείς διαδικασίες.

Διαβάζει απ' ευθείας οποιοδήποτε αρχείο DWG ως τοπογραφικό υπόβαθρο για τη μελέτη οδοποιίας και αξιοποιεί άμεσα την περιεχόμενη γεωμετρική πληροφορία του DWG (άμεση λήψη διατομών από τριδιάστατα στοιχεία γραμμών, πολυ-γραμμών, κλπ.).

Περιέχει πλήρη σειρά εργαλείων σχεδιασμού για την αντιμετώπιση όλων των επιπέδων της μελέτης οδών και κυκλοφοριακών κόμβων (οριζοντιογραφίας, μηκοτομής, διαγραμμάτων επικλίσεων, διαπλάτυνσεων και διατομών).

Παρέχει ασυναγώνιστες δυνατότητες ελεύθερου σχεδιασμού τυπικής διατομής οποιασδήποτε μορφής, σχήματος, διαστάσεων και εξαρτήσεων από τα στοιχεία της μελέτης, ή από τριδιάστατες γραμμές (strings). Υπολογίζει αυτόματα τις διατομές των οδών του έργου και διαθέτει όλα τα απαραίτητα εργαλεία διαμόρφωσης είτε κάθε διατομής ξεχωριστά, είτε ομάδας διατομών.

Αντιδρά σε κάθε ενέργεια του χρήστη ενημερώνοντας αυτόματα και σε πραγματικό χρόνο, όλα τα επηρεαζόμενα στοιχεία της μελέτης και το τριδιάστατο μοντέλο του έργου. Παρέχει τη δυνατότητα φωτορεαλιστικής εποπτείας του έργου, καθώς και προσομοίωσης οδήγησης, ταυτόχρονα με την υλοποίηση της μελέτης.

Ελέγχει και βασίζει τους αυτοματισμούς του στις ελληνικές οδηγίες ΟΜΟΕ-ΛΚΟΔ, ΟΜΟΕ-Χ, ΟΜΟΕ-Δ 2001, στα πρότυπα ΠΚΕ της ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ ΑΕ και στις γερμανικές οδηγίες σχεδιασμού αυτοκινητοδρόμων RAA 2008 και ισόπεδων κόμβων RAL-K-1.

Εξάγει αυτόματα και με πλήρη παραμετροποίηση, πίνακες προμέτρησης / υπολογισμών σε αρχεία Excel, καθώς και τα σχέδια της μελέτης σε αρχεία DWG, αυτόνομα, χωρίς παρεμβολή άλλου CAD προγράμματος.

Υπόβαθρο - εποπτεία μελέτης

Το ΟΔΟΣ 8, ενσωματώνοντας την τεχνολογία *OpenDesign*, χρησιμοποιεί ως αρχεία τοπογραφικών υποβάθρων, απ' ευθείας αρχεία DWG, χωρίς καμμία ανάγκη μετατροπής τους. Κατά την ανάγνωση του αρχείου DWG, δημιουργεί αυτόματα ψηφιακό μοντέλο εδάφους (DTM), που ενημερώνεται από όλα τα τριδιάστατα στοιχεία που ανιχνεύονται στο αρχείο. Όλη η πληροφορία του αρχείου με όλα τα πρωτογενή σχεδιαστικά χαρακτηριστικά της (οργάνωση και ονοματολογία layers, χρώμα, κλπ.), παρουσιάζεται στα παράθυρα της οριζοντιογραφίας και τριδιάστατης εποπτείας του ΟΔΟΣ 8. Το DTM που δημιουργείται από το ΟΔΟΣ 8 παρέχει στο χρήστη :

- Ø ένδειξη υψομέτρου επιφάνειας εδάφους σε πραγματικό χρόνο με την κίνηση του mouse,
- Ø εξαγωγή διατομών εδάφους (~1000 διατομές/δλ) με παρεμβολή οποιωνδήποτε τριδιάστατων στοιχείων - γραμμών/πολυγραμμών/τριγώνων, κλπ. - υπάρχουν στο αρχείο),
- Ø δυνατότητα snap από σημεία του υποβάθρου, από οποιαδήποτε εντολή του ΟΔΟΣ 8,
- Ø σκιασμένη τριδιάστατη εικόνα του DTM.

Πρακτικά, αυτό σημαίνει ότι με το ΟΔΟΣ 8, είναι άμεσα δυνατή η λήψη διατομών από αρχεία DWG, που περιέχουν ψηφιακά μοντέλα τριγώνων TIN, ψηφιοποιημένες ισοϋψείς καμπύλες, ή συνδυασμό των στοιχείων αυτών, ανεξάρτητα από την προέλευση των αρχείων αυτών.

Βάσει των συντεταγμένων της περιοχής του υποβάθρου, είναι δυνατή η αυτόματη συλλογή κατάλληλων αποσπασμάτων δορυφορικών εικόνων, μέσω του Google Earth, γεωαναφορά και επίθεσή τους στο ψηφιακό υπόβαθρο της μελέτης. Παρέχεται επίσης η δυνατότητα ρύθμισης της εποπτείας

των ατμοσφαιρικών συνθηκών στην περιοχή του έργου (καθαρότητα ατμόσφαιρας, θέση φωτισμού, κλπ.).

Με τα εργαλεία αυτά και χρησιμοποιώντας άμεσα τα πρωτογενή δεδομένα του τοπογραφικού υποβάθρου του έργου (αρχεία DWG) μπορεί να δημιουργηθεί ταχύτατα ένα πλήρες μετρητικής και θεματικής πληροφορίας, τριδιάστατο ψηφιακό υπόβαθρο εργασίας.

Το ΟΔΟΣ 8 ενσωματώνει νέα μηχανή γραφικών τεχνολογίας OpenGL, με δυνατότητες τόσο διδιάστατης εποπτείας (zoom, pan, κλπ.) των παραθύρων του ΟΔΟΣ κατά το πρότυπο των γνωστών CAD λογισμικών, όσο και τριδιάστατης εποπτείας και πλοήγησης του έργου κατά το πρότυπο του Google Earth. Αυτές οι δυνατότητες του ΟΔΟΣ 8 το καθιστούν πραγματικά ανοιχτό λογισμικό οδοποιίας, ικανό να λειτουργήσει με τη χρήση πρωτογενών σχεδιαστικών δεδομένων, χωρίς καμία ανάγκη μετατροπών, χρήσης ειδικών προγραμμάτων και ανάλογων εξαρτήσεων του χρήστη.

Εργαλεία σχεδιασμού Οδοποιίας

Η μελέτη μιας οδού με το ΟΔΟΣ 8 πραγματοποιείται ταυτόχρονα και στις τρεις διαστάσεις σχεδιασμού της, σε μία οθόνη εργασίας. Κάθε επίπεδο της μελέτης (οριζοντιογραφία-μηκοτομή-διάγραμμα ταχυτήτων V85/επικλίσεων/διαπλατυνσεων, κλπ.-τυπική διατομή-διατομή) κάθε οδού του έργου, καθώς και η εποπτεία του τριδιάστατου μοντέλου του συνολικού έργου, απεικονίζονται ταυτόχρονα, σε αντίστοιχα παράθυρα του προγράμματος.

Το ΟΔΟΣ 8 παρέχει πλήθος εξειδικευμένων εντολών σχεδιασμού οριζοντιογραφίας, μηκοτομής και επικλίσεων, είτε γραφικά, είτε μέσω πινάκων (πολυγωνικής-καμπυλών, επικλίσεων και υπερυψώσεων ανά καμπύλη, κλπ.) ανεξάρτητων οδικών τμημάτων, καθώς και εξαρτημένων από οδούς του έργου συνδεδεμένων κλάδων ανισόπεδων κόμβων, καθώς και ισόπεδων κόμβων.

Ο αρχικός καθορισμός της χάραξης μιας οδού τόσο οριζοντιογραφικά όσο και μηκοτομικά, γίνεται μέσω της ελεύθερης γραφικής εισαγωγής πολυγωνικής. Ο λεπτομερής γεωμετρικός σχεδιασμός του άξονα, υλοποιείται μέσω των ειδικά σχεδιασμένων εντολών του ΟΔΟΣ 8, με απόλυτο έλεγχο της επηρεαζόμενης γεωμετρίας από το χρήστη, με δυνατότητες γεωμετρικών δεσμεύσεων (π.χ. Μεταβολή κυκλικού τόξου, έτσι ώστε να διέρχεται από δύο σημεία, με δεδομένη ακτίνα, με διατήρηση της θέσης και του τόξου συναρμογής εξόδου της προηγούμενης καμπύλης και εφαπτομενική σύνδεση με την επόμενη κορυφή πολυγωνικής, «ολίσθηση» κλάδου επί καμπύλης, αυτόματη κατασκευή "S", κλπ.).

Υπάρχει η δυνατότητα ορισμού Σημείων και τριδιάστατων Γραμμών Ελέγχου (strings), γραφικά, ή ως απόσπασμα γραμμικών στοιχείων οδού του έργου (άξονα, οριογραμμών, ευρών κατάληψης, κλπ.).

Τα Σημεία και οι Γραμμές Ελέγχου μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα πλαίσια όλων των εντολών δεσμευμένου σχεδιασμού του ΟΔΟΣ 8.

Όλες οι ρυθμίσεις λειτουργίας του προγράμματος μαζί με τις παραμέτρους σχεδιασμού και απεικόνισης των στοιχείων της μελέτης, του έργου συνολικά, αλλά και κάθε δρόμου ξεχωριστά, αποθηκεύονται αυτόματα, επιτρέποντας στο χρήστη να επιστρέψει στη μελέτη του έργου και να ξεκινήσει ακριβώς εκεί που την άφησε.

Σύγχρονη τεχνολογία σχεδιασμού

Το ΟΔΟΣ, από το 2000, έχει ενσωματώσει ως κανονισμούς ελέγχου επάρκειας γεωμετρικού σχεδιασμού οδών, τις Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων (ΟΜΟΕ). Το ΟΔΟΣ 8 ενσωματώνει επιπλέον στοιχεία των ΟΜΟΕ-ΛΚΟΔ και ΟΜΟΕ-Δ σχετικά με τη λειτουργική κατάσταση και την εφαρμοστέα τυπική διατομή κάθε μελετώμενου οδικού τμήματος, των ΟΜΟΕ-ΚΑΟ για το σχεδιασμό αστικών οδών, καθώς και τις γερμανικές οδηγίες RAA 2008 για τον σχεδιασμό αυτοκινητοδρόμων και συνδετηρίων κλάδων ανισόπεδων κόμβων. Οι ΟΜΟΕ-Χ δίνουν έμφαση στην «ποσοτικοποίηση» της ποιότητας του σχεδιασμού από πλευράς ασφάλειας, μέσω της εισαγωγής στη μελέτη των τριών κριτηρίων ασφαλείας επίτευξης αρμονίας και συνέχειας

- Ø στη μελέτη (Κριτήριο I),
- Ø στη λειτουργική ταχύτητα (Κριτήριο II) και
- Ø στη δυναμική της κίνησης των οχημάτων (Κριτήριο III).

Το ΟΔΟΣ 8 έχει αφομοιώσει όλους τους προβλεπόμενους ελέγχους των ανωτέρω κανονισμών, στο μέγιστο βαθμό λεπτομέρειας. Κατά την επεξεργασία της μελέτης παρουσιάζει σε πραγματικό χρόνο, ρυθμιζόμενους από το χρήστη Πίνακες Ελέγχου μεγεθών γεωμετρικού σχεδιασμού κάθε οδού του έργου και αναφέρει λεπτομερώς όλες τις παραβάσεις των οριακών τιμών και συνθηκών που προβλέπονται από τις ΟΜΟΕ-Χ, μέσω του εξελιγμένου συστήματος επισήμανσης και αναφοράς λαθών σχεδιασμού, που ενσωματώνει.

Μετά από την εισαγωγή ή οποιαδήποτε μεταβολή οποιουδήποτε στοιχείου μελέτης οδού του έργου, όλα τα αντικείμενα της μελέτης, που επηρεάζονται ή απορρέουν άμεσα ή έμμεσα, για παράδειγμα το διάγραμμα ταχυτήτων V85 (λαμβάνοντας υπόψιν ανεξάρτητες / μερικώς εξαρτημένες και εξαρτημένες ευθυγραμμίες), το διάγραμμα επικλίσεων, το διάγραμμα διαπλατυνσεων εσωτερικού καμπυλών, το διάγραμμα εφαρμογής στραγγιστικής στρώσης, οι περιβάλλουσες ορατότητας για στάση, κλπ.), καθώς και οι Πίνακες Ελέγχου, επανυπολογίζονται και ανανεώνονται αυτόματα. Οι υπολογισμοί των στοιχείων μελέτης κάθε οδού βασίζονται στη λειτουργική κατάταξή της, το μοντέλο V85 της Ελλάδας, την οριζοντιογραφική και υψομετρική χάραξή της και τις διαστάσεις του τυπικού οδοστρώματος.

Επιπλέον, στα πλαίσια των ελέγχων του γεωμετρικού σχεδιασμού, το ΟΔΟΣ 8 παρέχει τη δυνατότητα εποπτικού ελέγχου απορροής ομβρίων

καταστρώματος (θέσεις υδρολίσθησης/ολίσθησης λόγω παγετού), κατά μήκος της οδού, καθώς και αναλυτικού υπολογισμού περιβαλλουσών ορατότητας, με προκαθοριζόμενες από το χρήστη συνθήκες (εγκάρσια θέση-ύψος οδηγού/εμποδίου).

Πέρα από τους στατικούς ελέγχους (σύγκρισης με τις οριακές τιμές), παρέχεται επίσης και η δυνατότητα προσομοίωσης της κίνησης του παρατηρητή επί της οδού, με αυτόματη «οδήγηση» (παρατήρηση από δεδομένη εγκάρσια απόσταση από τον άξονα και δεδομένη υψομετρική διαφορά από το οδόστρωμα). Η προσομοίωση οδήγησης χρησιμοποιείται ως το κύριο εργαλείο του μελετητή στον ακριβή έλεγχο διάθεσης των απαιτούμενων μηκών ορατότητας για στάση και για προσπέραση. Ο έλεγχος ορατότητας γίνεται με κίνηση του παρατηρητή με αυτόματη «οδήγηση», με μεταβλητή ταχύτητα, προκύπτουσα από το διάγραμμα ταχυτήτων V85 της οδού, ή καθορισμένο από το χρήστη αντίστοιχο διάγραμμα και ταυτόχρονη κίνηση προκαθορισμένου εμποδίου, στην ίδια κατεύθυνση με το όχημα παρατήρησης, εφόσον ελέγχεται η ορατότητα για στάση, ή στην αντίθετη, αντίστοιχα για προσπέραση, μπροστά και σε απόσταση από τη θέση παρατήρησης ίση με το απαιτούμενο σε κάθε θέση μήκος ορατότητας. Στις θέσεις όπου το εμπόδιο δεν είναι ορατό, (λόγω της παρεμβολής π.χ. του φυσικού εδάφους, πρηνούς ορύγματος, προπορευόμενου οχήματος, κλπ.), δεν διατίθεται το απαιτούμενο μήκος ορατότητας και συνεπώς απαιτούνται κατάλληλες διορθωτικές ενέργειες (π.χ. διεύρυνση πλατύσματος στη βάση πρηνών ορύγματος, αλλαγή χάραξης), κατάλληλη οριζόντια διαγράμμιση, κλπ.

Τέλος, το ΟΔΟΣ 8 παρέχει τη δυνατότητα ελέγχου επάρκειας της γεωμετρίας και των διαστάσεων οδοστρώματος, τόσο σε συνήθη οδοστρώματα, όσο και σε ειδικές περιπτώσεις (διαμορφώσεις κόμβων, εισόδους παραγωγικών μονάδων, χώρων στάθμευσης, κλπ.), μέσω των οπισθοτροχιών που παράγονται από τον προσομοιωτή κίνησης όλων των προβλεπόμενων κατά RAS-Q οχημάτων σε προκαθορισμένη τροχιά.

Διατομές - Προμετρήσεις

Ο σχεδιασμός των διατομών γίνεται εντελώς αυτόματα από το ΟΔΟΣ 8. Οι θέσεις των διατομών (πάσσαλοι) μπορούν να εισαχθούν εναλλακτικά με πολλούς τρόπους. Αυτόματα, στις χαρακτηριστικές θέσεις (Α, Ω, Δ, Ω', Α', κλπ.) των καμπυλών, σε επιλεγμένες θέσεις γραφικά από το χρήστη, ομαδικά σε επιλεγμένες περιοχές με βήμα, με ανάγνωση σειριακών αρχείων (π.χ. αρχείων τύπου GRD των ΠΨΥΜΟ), κλπ.

Η λήψη διατομών εδάφους γίνεται με παρεμβολή σε πραγματικό χρόνο του ψηφιακού μοντέλου εδάφους.

Πλήθος εντολών επεξεργασίας των διατομών διατίθενται στο χρήστη.

Χαρακτηριστικά αναφέρονται :

- Ø Μεταβολή οδηγίων σχεδιασμού πρηνών ορύγματος/αναβαθμών ευστάθειας/επιχώματος
- Ø Διέλευση πρηνούς από επιλεγμένο σημείο Αντικατάσταση/Διαπλάτυνση ΚΤΔ οριογραμμών και νησίδας
- Ø Εισαγωγή άοπλων/οπλισμένων τοίχων αντιστήριξης/ορίων προμέτρησης
- Ø Εισαγωγή διάταξης αναβαθμών αγκύρωσης/σκαφών εξυγίανσης
- Ø Εισαγωγή περιοχών μηδενικών φυτικών γαιών
- Ø Διατήρηση υφισταμένου οδοστρώματος με αυτόματη συμπλήρωση προκαθορισμένου υλικού

Εφόσον στο έργο υπάρχουν πολλές οδοί (ή άλλα έργα «διαδρόμου» π.χ. τάφροι αποχέτευσης ομβρίων, αρδευτικά κανάλια, κλπ.), το ΟΔΟΣ 8 παρέχει τη δυνατότητα καθορισμού της ιεραρχίας «κατασκευαστικής προτεραιότητας» μεταξύ των οδών του έργου. Οι διατομές κάθε οδού του έργου «κλείνουν» αυτόματα πάνω σε μοντέλο αναφοράς, που προκύπτει ως επαλληλία του φυσικού εδάφους με τα τριδιάστατα μοντέλα άλλων οδών του έργου, ιεραρχικά προηγούμενων της επεξεργαζόμενης οδού. Κατά την εποπτεία κάθε διατομής οδού του έργου, απεικονίζονται πλέον αυτόματα από το ΟΔΟΣ 8, οι διατομές όλων των υπολοίπων οδών του έργου, με απόλυτη ακρίβεια, ως τομές με τα τριδιάστατα μοντέλα κάθε επί μέρους οδού. Με τη νέα αυτή δυνατότητα του ΟΔΟΣ 8, καταργούνται όλες οι παρωχημένες, χρονοβόρες και προσεγγιστικές διαδικασίες υπολογισμού και απεικόνισης «σύνθετων» διατομών (εισαγωγή πασσάλων με αντιστοίχιση, ειδική ονοματολογία, κλπ.).

Το ΟΔΟΣ 8 υπολογίζει αυτόματα και σε οποιαδήποτε φάση επεξεργασίας της μελέτης, όλα τα προμετρητικά στοιχεία των διατομών (επιφάνειες βασικών χωματισμών, υλικών οδοστρωσίας /στρώσεων έδρασης, ΙΒΟ, καθορισμένων από το χρήστη υλικών). Βάσει των προμετρητικών στοιχείων, υπολογίζονται και εξάγονται αυτόματα σε μορφή αρχείων Excel, πλήρεις καθοριζόμενοι από το χρήστη πίνακες προμέτρησης (πίνακας χωματισμών, πίνακες προμέτρησης υλικών και εργασιών).

Πέραν των προμετρητικών στοιχείων, το ΟΔΟΣ 8 μπορεί να εξαγάγει σε μορφή αρχείων Excel, καθοριζόμενους από το χρήστη πίνακες οποιωνδήποτε στοιχείων πασσάλων (ερυθρό υψόμετρο, επικλίσεις, διαπλάτυνσεις, κλπ.) και διατομών (στοιχεία διατομών εδάφους, χωματοουργικού, κλπ.).

Απόλυτη αυτονομία

Μέσω της τεχνολογίας OpenDesign που ενσωματώνεται στο ΟΔΟΣ 8, η παραγωγή όλων των σχεδίων της μελέτης, γίνεται αυτόνομα σε αρχεία

DWG. Τα παραγόμενα από το ΟΔΟΣ σχέδια είναι πλήρη, όσον αφορά τη γραμμογραφία και τους συμβολισμούς, τα υπομνήματα κειμένου και τη δομή τους. Η αυτόνομη παραγωγή σχεδίων από το ΟΔΟΣ :

- Ø περιορίζει τις απαιτήσεις CAD συστήματος, σε απλές σχεδιαστικές και εκτυπωτικές λειτουργίες, εκτελέσιμες από απλά χαμηλού κόστους CAD προγράμματα (π.χ. *AutoCAD LT*, *IntelliCAD*).
- Ø απαλλάσσει το χρήστη από την υποχρέωση αγοράς προγραμματιζόμενων CAD συστημάτων, περιπτώσεων για τις ανάγκες της μελέτης οδοποιίας.
- Ø ανοίγει το δρόμο για την ελεύθερη πλέον επιλογή από το χρήστη οποιασδήποτε σχεδιαστικής πλατφόρμας διαβάζει απ' ευθείας αρχεία DWG (π.χ. *Microstation*).
- Ø Ανεξαρτητοποιεί οριστικά τη χρήση του ΟΔΟΣ από οποιοδήποτε CAD σύστημα.

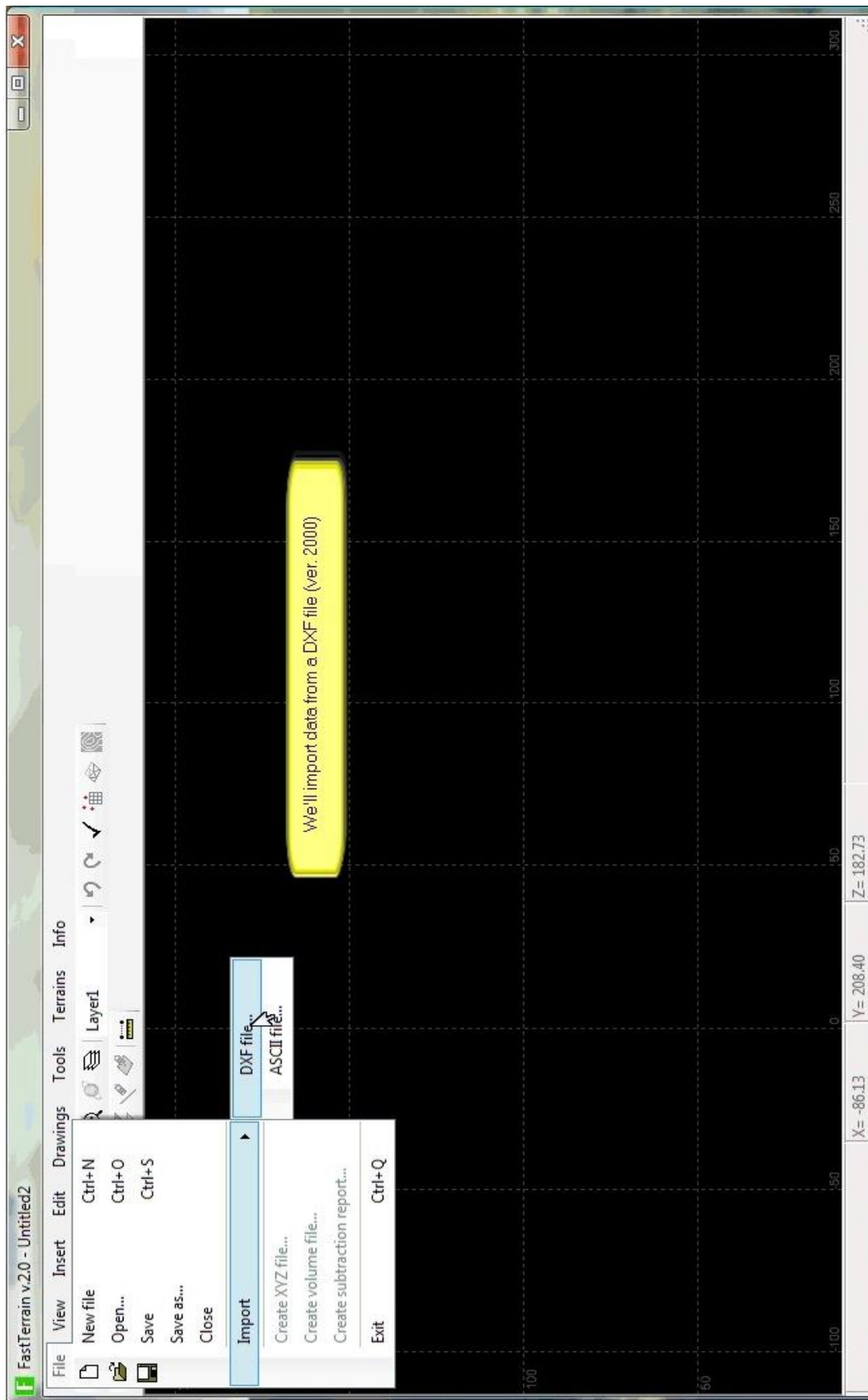
Προγράμματα μοντέλου εδάφους :

Το FastTerrain είναι λογισμικό δημιουργίας, επεξεργασίας και απεικόνισης στο χώρο 3D μοντέλων εδάφους. Το πρόγραμμα περιλαμβάνει λειτουργίες για την εισαγωγή υποχρεωτικών γραμμών, οπών κλπ καθώς επίσης και λειτουργίες υπολογισμού ισοϋψων και όγκων χωματισμών. Με το FastTerrain μπορείτε να κάνετε επιμετρήσεις εκσκαφών χρησιμοποιώντας μοντέλα εδάφους. Ιδανική επιλογή για μηχανικούς, τοπογράφους, αρχιτέκτονες.

Κύριες δυνατότητες

- Δημιουργία μοντέλου εδάφους και ισοϋψών.
- Αφαίρεση μοντέλων και υπολογισμός όγκων επιχωμάτων και ορυγμάτων (Pro).
- Δημιουργία διαγράμματος εκσκαφών με βάση το περίγραμμα της θεμελίωσης (Pro).
- Βελτιστοποίηση μοντέλων εδάφους που δημιουργήθηκαν από ισοϋψεις με την απομάκρυνση όλων των επίπεδων τριγώνων (Pro).

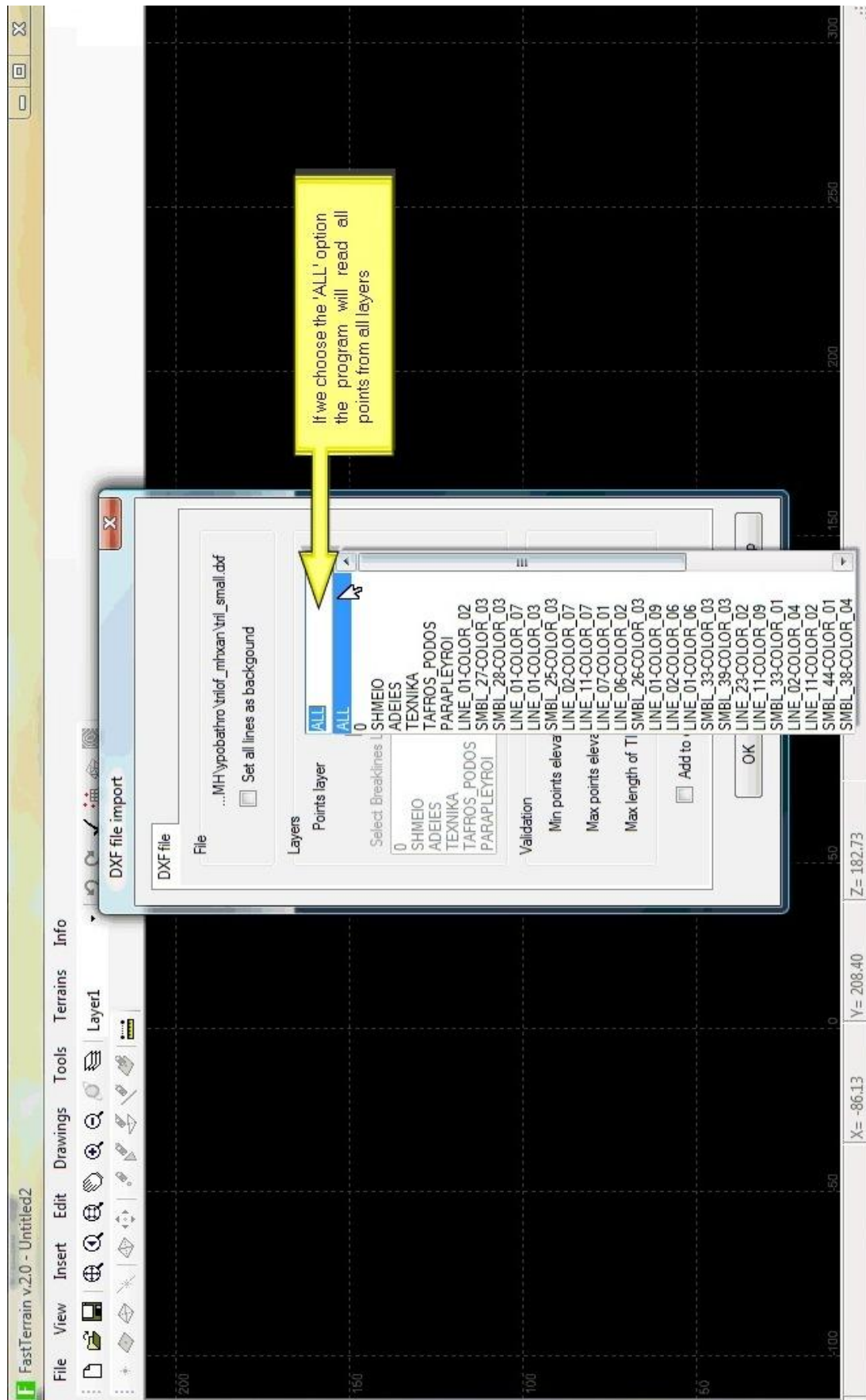
Το FastTerrain περιλαμβάνει έναν ευέλικτο τρόπο εισαγωγής δεδομένων που επιτρέπει την εισαγωγή αρχείων ascii (κειμένου) που δημιουργήθηκαν από άλλα λογισμικά ή εξοπλισμό. Δεδομένα μπορούν να εισαχθούν επίσης από αρχεία DXF ή κατευθείαν από το AutoCAD μέσω τεχνολογίας ActiveX. Τα παραγόμενα σχέδια μπορούν να εξαχθούν σαν αρχεία DXF ή κατευθείαν στο AutoCAD.



Εικόνα 26. Εισαγωγή αρχείου συντεταγμένων από gps.



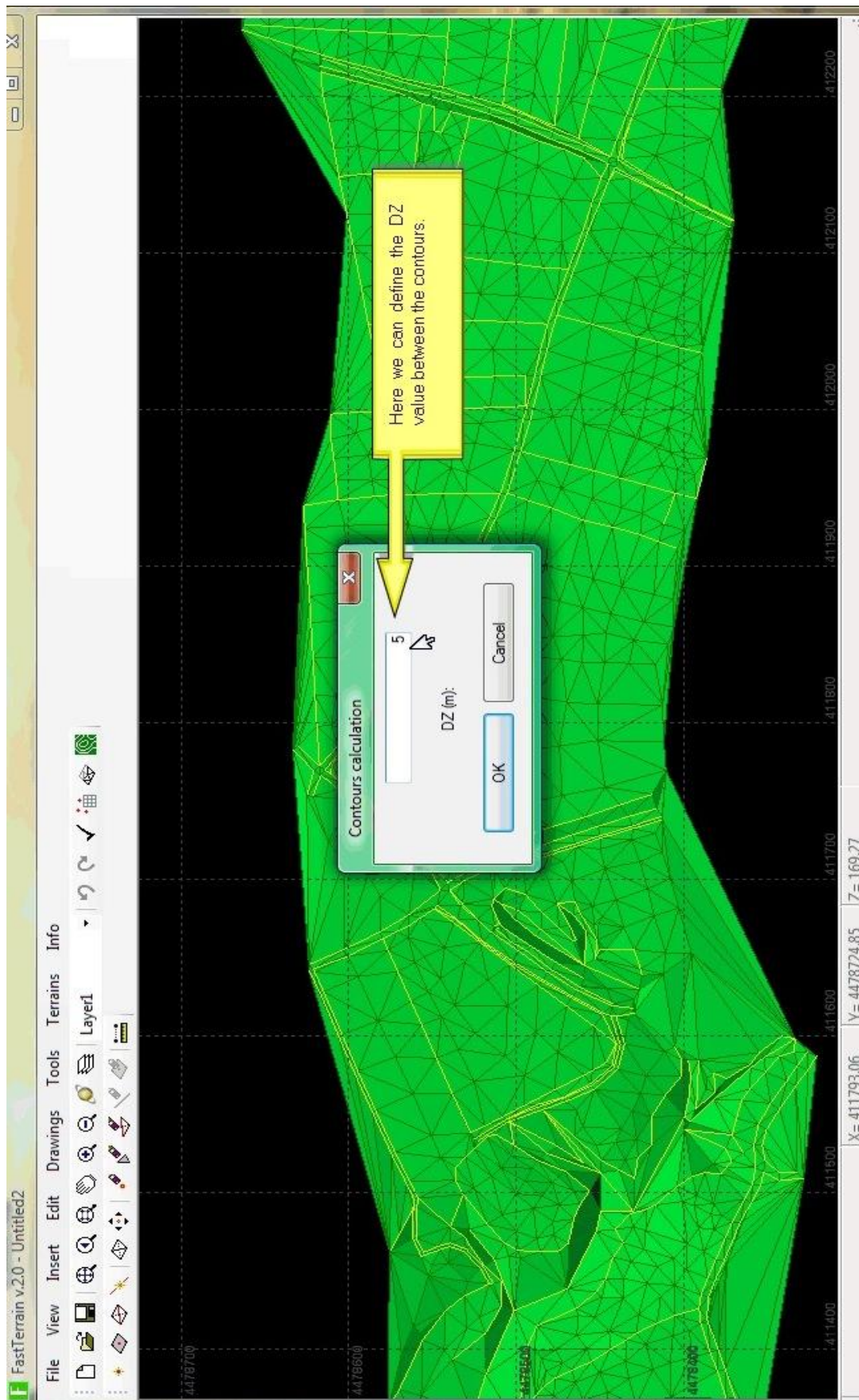
Εικόνα 27. Εύρεση αρχείου



Εικόνα 28. Επιλογές τρόπου εισαγωγής των δεδομένων



Εικόνα 29. Αρχείο μοντέλου εδάφους από το πρόγραμμα μέσω τριγώνων.



Εικόνα 30. Επιλογή υψομετρικών καμπυλών.



Εικόνα 31. Δημιουργία υψομετρικών καμπυλών στο μοντέλο εδάφους.

Πρόγραμμα GGCAD :

Περιλαμβάνει όλες τις λειτουργίες για την σύνταξη Τοπογραφικού σχεδίου όσον αφορά τις δύο διαστάσεις Χ,Υ.

- Εισαγωγή σημείων στο σχέδιο απ' ευθείας από το πρόγραμμα GGTOP ή από σειριακά αρχεία ή με πληκτρολόγηση σε κελιά μέσω ειδικού προγράμματος για τον σκοπό αυτό.
- Τα σημεία εισάγονται ως ενιαίες οντότητες (σημείο, κωδικός, υψόμετρο σε χωριστά layers) με την μορφή Block ή ως απλά Points (χωρίς αριθμούς και υψόμετρα) όταν χρειάζονται μόνο για το μοντέλο εδάφους και όχι για απόδοση.
- Εμφάνιση της περιγραφής των σημείων (δρόμος, κτίσμα...) στην επιφάνεια του σχεδίου, αν περιέχεται στο αρχείο ως πέμπτο πεδίο (Κωδικός Χ Υ Ζ Περιγραφή)
- Αυτόματη σύνδεση συνεχόμενων ταχυμετρικών, με γραμμές που είναι δηλωμένες στην περιγραφή των σημείων (π.χ. OR για όριο, SR για συρματόπλεγμα, DR για δρόμο κλπ). Η διαδικασία λειτουργεί προαιρετικά.
- Προσθήκη νέων ταχυμετρικών με κλικ στην οθόνη ή στις κορυφές γραμμών όπου δεν υπάρχουν ήδη.
- Υπολογισμός υψομέτρου σημείου από τα γειτονικά του (εφαρμόζοντας ΔΗ, με γραμμική παρεμβολή ή με παρεμβολή από τρία άλλα που το περιβάλλουν).
- Στις περιπτώσεις σχεδιασμένου polyline του οποίου μερικές ενδιάμεσες κορυφές δεν αντιστοιχούν σε ταχυμετρικό, υπάρχει η δυνατότητα να προστεθούν νέα ταχυμετρικά με ταυτόχρονο υπολογισμό του υψομέτρου τους από τα υπόλοιπα, με γραμμική παρεμβολή. Το ίδιο αν υπάρχουν ενδιάμεσα σημεία χωρίς υψόμετρο.
- Απόδοση σχεδίων με απλές ή με σύνθετες ιδιότητες γραμμών (π.χ. SR, OR _SR).
- Απ ευθείας κατασκευή σύνθετων σχημάτων (κτίριο 2 ή τριών σημείων, εσοχές κλπ)
- Εμπλουτιζόμενες βιβλιοθήκες τοπογραφικών συμβόλων
- Εμπλουτιζόμενες βιβλιοθήκες συχνά χρησιμοποιούμενων φράσεων κειμένου
- Διαστασιολόγηση ευθυγράμμων τμημάτων ή τεθλασμένης πλευράς, με κλικ στα σημεία ή με επιλογή των γραμμών, με την μορφή απλού αριθμού ή με αναγραφή και των σημείων που πατάνε οι κορυφές.
- Διαγραμμίσεις κλειστών ή ανοικτών κτιρίων με παραμετροποιημένες διαστάσεις
- Βασικές εμβαδομετρήσεις
- Τοποθέτηση πίνακα συντεταγμένων στο σχέδιο οποιασδήποτε εμβαδομέτρησης του GGCAD ή οποιουδήποτε σχεδιασμένου Polyline
- Έλεγχος απόκλισης μεταξύ μετρηθέντος εμβαδού και του Εθνικού Κτηματολογίου
- Δημιουργία σκαριφήματος γεωμετρικών μεταβολών για εγγραφή στο εθνικό κτηματολόγιο.

- Διανομές οικοπέδων με τέσσερις τρόπους (από κορυφή του αρχικού εμβαδού, κατά μήκος πλευράς με καθορισμό μήκους του προσώπου, παράλληλα ή κάθετα σε πλευρά). Το αρχικό σχήμα εμβαδομετρείται επί τόπου ή διαβάζεται από οτιδήποτε έχει εμβαδομετρηθεί στο σχέδιο, με κλικ στον κωδικό του.
- Εργαλεία επεξεργασίας και αποσφαλμάτωσης (εξάλειψης ατελειών) σχεδίων
- Μετατροπή ή Εξαγωγή σχεδίων με διαφορετική κωδικοποίηση των Layers για χρήση από άλλα προγράμματα.
- Εργαλείο επεξεργασίας ή δημιουργίας σειριακών αρχείων συντεταγμένων με κελιά.
- Μεταγλωτισμός σειριακών αρχείων
- Εξαγωγή σε σειριακά αρχεία ή Excel, συντεταγμένων σημείων ή στοιχείων εμβαδομετρήσεων
- Εκτύπωση τευχών σημείων και εμβαδομετρήσεων
- Μετατροπές X,Y συντεταγμένων σχεδίων με κοινά σημεία
- Μετατροπές X,Y συντεταγμένων σχεδίων απ' ευθείας από HATT στο ΕΓΣΑ με συντελεστές (σε συνεργασία το αντίστοιχο πρόγραμμα του υπολογιστικού μέρους GGTOP)
- Εκτύπωση εξασφαλίσεων σε τετράδες ανά σελίδα A4. Το zoom κάθε στάσης με τις εξασφαλίσεις της, ρυθμίζεται από τον χρήστη ή προσαρμόζεται αυτόματα ώστε να χωράει.
- Διαμόρφωση πινακίδων ορθών, κεκλιμένων, όνουχα, κανάβου, τίτλων.
- Σχεδίαση υπομνήματος σημειακών συμβόλων, συμβολισμών γραμμών και λεκτικών, με προεπισκόπηση του χώρου που πρόκειται να καλύψουν ώστε να αποφεύγεται επικάλυψη με άλλα σχεδιαστικά αντικείμενα.
- Στοιχίση κορυφών εμβαδομετρήσεων στην διχοτόμο, έξω από το σχήμα ή μέσα σε αυτό, σε απόσταση από την κορυφή την οποία μπορεί να καθορίσει ο χρήστης.
- Μετατροπή των ταχυμετρικών σε παρόμοια σημεία με ταυτόχρονη μεταφορά τους σε διαφορετικά layers.

Μοντέλο εδάφους – Ισοϋψείς – Χωματισμοί (MIX)

Με το πρόγραμμα αυτό εκτελούνται οι λειτουργίες που αφορούν την τρίτη διάσταση Z

- Εισαγωγή σημείων από το GGTOP ή από αρχεία ASCII
- Υπολογισμός - σχεδίαση του μοντέλου εδάφους με 3DFACES, Επεξεργασία των 3DFACES με ταυτόχρονη προεπισκόπηση των ισοϋψών
- Υπολογισμός - σχεδίαση ισοϋψών
- Εξαγωγή αρχείων Π.Ψ.Υ.Μ.Ο.
- Σχεδίαση δοκιμαστικών τομών σε μορφή απλής μηκοτομής.
- Εξαγωγή αρχείων για άνοιγμα με το πρόγραμμα μηκοτομής του GGCAD
- Εξαγωγή αρχείων διατομών (*.GRD)

- Υπολογισμοί χωματισμών με μέσες επιφάνειες και σχεδίαση διατομών. Ο πίνακας υπολογισμών μπορεί να εκτυπωθεί από το πρόγραμμα ή να αποθηκευτεί σε αρχείο του excel.
- Μετατροπές τρισδιάστατων οντοτήτων σε δισδιάστατες
- Μετατροπές δισδιάστατων οντοτήτων σε τρισδιάστατες βάσει της ταχυμετρίας ή βάσει του μοντέλου εδάφους με παρεμβολή.
- Αλλαγή υψομετρικής αφετηρίας του σχεδίου.
- Σχεδίαση συμβόλων κατά μήκος ενός polyline που δείχν

Μηκοτομή + Β κεφάλαιο πράξης εφαρμογής (ΜΒΚ) Το πρόγραμμα της μηκοτομής περιλαμβάνει ολόκληρο το 2ο κεφάλαιο της πράξης εφαρμογής καθώς και όλες τις λειτουργίες των «τομών εδάφους – χωματισμοί», που παρέχονται με το πρόγραμμα του μοντέλου εδάφους.

- Εργασίες στην οριζοντιογραφία
- Σχεδίαση αξόνων παράλληλα σε Ρ.Γ. ή μέσες ευθείες
- Κατάστρωση - αρίθμηση οδών
- Αρίθμηση αξονοδιασταυρώσεων
- Καθορισμός των σημείων που προβάλλονται τα κατώφλια στους άξονες
- Εξαγωγή της χιλιομέτρησης των καταστρωμένων οδών σε αρχεία μηκοτομής του προγράμματος.
- Ενημέρωση των κορυφών στην οριζοντιογραφία με τα υψόμετρα της ερυθράς που προέκυψαν από την επίλυση των μηκοτομών.
- Σχεδίαση συμβόλων που δείχνουν την ροή των ομβρίων όπως προκύπτει από τις κλίσεις της ερυθράς. Εργασίες μηκοτομής
- Εύχρηστος πίνακας εισαγωγής - διόρθωσης των στοιχείων εδάφους
- Εισαγωγή στοιχείων από αρχείο *.GRD
- Δυνατότητα προσαρμογής της μηκοτομής στο είδος της μελέτης με έτοιμα σενάρια όπως Κλασική αστική με Ρ.Γ. ή με μία γραμμή εδάφους
- Δυνατότητα δημιουργίας νέων σεναρίων ή αλλαγής της εμφάνισης των έτοιμων όπως αλλαγή της σειράς αναγραφής των στοιχείων, αλλαγή του τίτλου, ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση γραμμών στοιχείων ή εμφάνιση κεκλιμένων μηκών
- Πύκνωση με ενδιάμεσες διατομές
- Υπολογισμός ενδιάμεσων υψομέτρων διατομών με παρεμβολή βάσει των μηκών
- Δυνατότητα υπολογισμού των υψομέτρων της 2ης ή της 3ης γραμμής, με εφαρμογή ΔΗ από τα υψόμετρα άλλης
- Έλεγχος επάρκειας και καταλληλότητας στοιχείων
- Οποιοσδήποτε συνδυασμός κλιμάκων μηκών και υψών
- Σχεδίαση κατωφλίων δεξιά ή αριστερά
- Ενημέρωση της προς επίλυση μηκοτομής με στοιχεία της ερυθράς των τεμνόμενων οδών που έχουν ήδη επιλυθεί
- Σχεδίαση τμημάτων της ερυθράς με διάφορους τρόπους όπως με σημείο και κλίση, σημείο και ΔΗ κλπ.

- Κτηματογράφηση (ΚΤΑ) Το πρόγραμμα αυτό λειτουργεί ως πρώτο στάδιο για την εκπόνηση της Πράξης εφαρμογής ή ως επέκταση του βασικού σχεδιαστικού πακέτου.
- Σχεδίαση γραμμών διοικητικών και κτηματολογικών διαιρέσεων • Επεξεργασία ορίων ιδιοκτησιών
- Σχεδίαση απλών κύκλων ορίων ή με αρίθμηση ανά κτηματολογική ενότητα
- Εμβαδομέτρηση ιδιοκτησιών
- Εκτύπωση τευχών
- Δυνατότητα τοποθέτησης πινάκων συντεταγμένων στο σχέδιο ανά ιδιοκτησία
- Αρίθμηση – εμβαδομέτρηση κτιρίων
- Εξαγωγή αρχείων εγκυκλίου 13 / 96 • Εισαγωγή – εξαγωγή σειριακών αρχείων δομής ARC/INFO
- Σχεδιαστικό Πράξης Εφαρμογής (SPE) Πρόκειται για το μέρος της πράξης εφαρμογής που αφορά το σχέδιο και όλες τις εμβαδομετρήσεις που την αφορούν. Χρησιμοποιεί ως πρωτογενή στοιχεία τις εκτελεσθείσες εμβαδομετρήσεις του προγράμματος «κτηματογράφηση».
- Σχεδίαση γραμμών πολεοδομικού
- Διαγράμμιση περιοχών
- Εμβαδομέτρηση Ο.Τ. – Αρίθμηση κορυφών
- Υπολογισμός εμβαδών τμημάτων ιδιοκτησιών μετά τη ρυμοτόμηση
- Εξαγωγή αρχείου εμβαδομετρήσεων (*.pro) για αυτόματη ενημέρωση άλλων προγραμμάτων υπολογισμού εισφορών
- Σχεδίαση των ορίων των τελικών ιδιοκτησιών με απ' ευθείας σχεδίαση ή με κόψιμο εμβαδού.
- Αρίθμηση ιδιοκτησιών
- Αρίθμηση κορυφών με αυτόματη εύρεση αυτών που ταυτίζονται με τις αρχικές (διπλός κύκλος) και αυτών που είναι νέες (κύκλος με X)
- Δημιουργία σχέσης αρχικών προς τελικές
- Εμβαδομέτρηση τελικών ιδιοκτησιών
- Συσχέτιση των τελικών ιδιοκτησιών με τις αρχικές που αντιστοιχούν.
- Υπολογισμός εμβαδών τμημάτων μετά την τακτοποίηση για συμπλήρωση των στηλών διάθεσης εισφορών και προσκύρωσης.
- Εξαγωγή πίνακα σχέσης αρχικών προς τελικές
- Εξαγωγή πίνακα αδιάθετων οικοπέδων
- Εμφάνιση – Εκτύπωση πινάκων εμβαδομετρήσεων
- Δυνατότητα τοποθέτησης στο σχέδιο, πινάκων συντεταγμένων Ο.Τ. ή τελικών ιδιοκτησιών
- Διαμόρφωση πινακίδων - τίτλων.

Παρουσίαση των εργαλείων που παρέχει το **autoCAD Civil 3D** για τη δημιουργία και παρουσίαση ψηφιακών μοντέλων εδάφους και θα εστιάσουμε στη παραγωγή του μοντέλου από ισούψεις καμπύλες.

Το AutoCAD Civil 3D υποστηρίζει δύο ειδών μοντέλα, το μοντέλο tin και το μοντέλο grid. Η βάση και των δύο μοντέλων είναι ένα πλήθος από τρισδιάστατα σημεία τα οποία συνθέτουν την επιφάνεια και κατ' επέκταση το ψηφιακό μοντέλο.

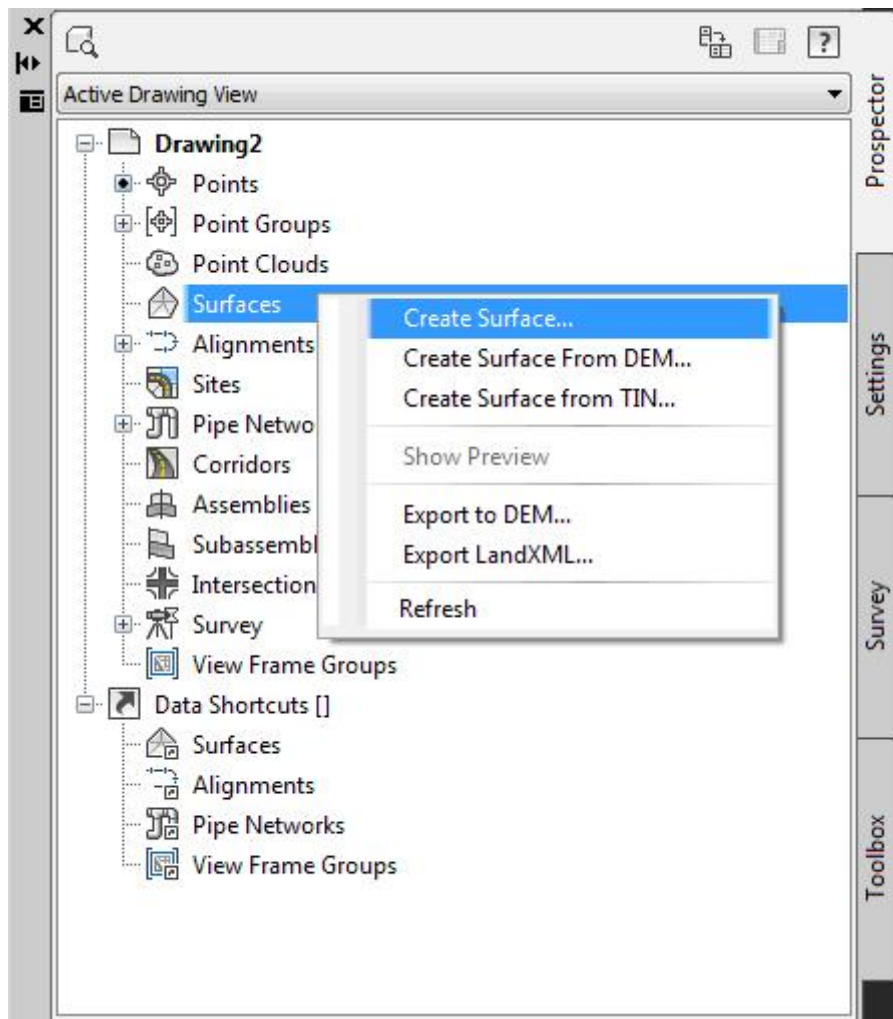
Στο μοντέλο tin τα σημεία είναι ακανόνιστα. Η επιφάνεια αποδίδεται με τρισδιάστατα τρίγωνα των οποίων οι κορυφές είναι τα σημεία του μοντέλου. Στο μοντέλο grid τα σημεία βρίσκονται σε μορφή καννάβου με σταθερή ισοδιάσταση κατά x και y.

Για τη σχεδίαση ψηφιακού μοντέλου εδάφους σε μορφή τριγώνων tin χρησιμοποιείται το αντικείμενο AECC_TIN_SURFACE.

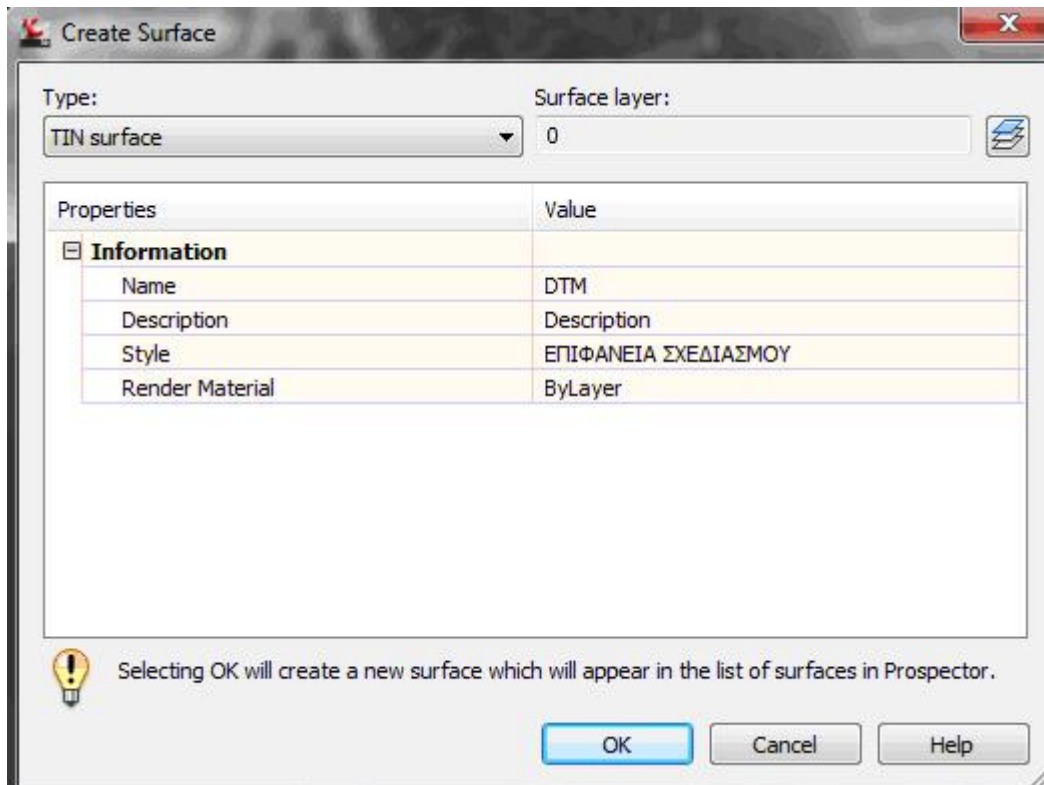
Τα βασικά χαρακτηριστικά και πλεονεκτήματα του αντικειμένου είναι :

1. Υποστήριξη δεδομένων από πλήθος πηγών
 - a. Γραμμές τριγώνων από AutoCAD αντικείμενα (3DFACE, 3D LINE, POLYFACE)
 - b. Σημεία από AutoCAD αντικείμενα (POINT, BLOCK, TEXT)
 - c. Ισούψεις καμπύλες από AutoCAD αντικείμενα POLYLINE
 - d. Αρχεία συντεταγμένων σε ASCII και mdb
 - e. Ομάδες σημείων σε μορφή Civil Points
2. Υποστήριξη ασυνεχειών breaklines με φιλικό και εύχρηστο τρόπο. Οι γραμμές πρέπει να είναι σε μορφή POLYLINE και δε χρειάζεται να είναι τρισδιάστατες.
3. Υποστήριξη style εμφάνισης της επιφάνειας για την απλοποίηση της εμφάνισης της επιφάνειας (π.χ. ΙΣΟΥΨΕΙΣ, ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗ, ΒΕΛΗ ΚΛΙΣΗΣ). Εύκολη και γρήγορη εμφάνιση θεματικών χαρτών.
4. Εύκολη διόρθωση της επιφάνειας με υποστήριξη ιστορικότητας

Το πρώτο βήμα είναι η δημιουργία μίας νέας επιφάνειας από την εντολή Surfaces<Create Surface...



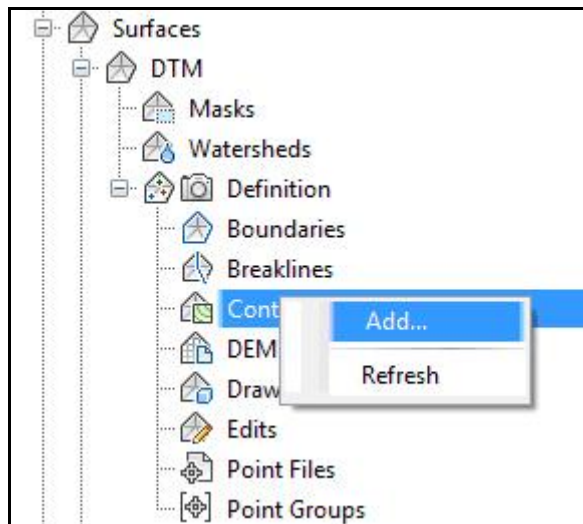
Εικόνα 32. Δημιουργία νέας επιφάνειας από το Civil toolspace



- α)Επιλογή Τύπου (tin/grid)επιφανείας
- β)Όνομα & Περιγραφή επιφανείας
- γ)Επιλογή στυλ εμφάνισης

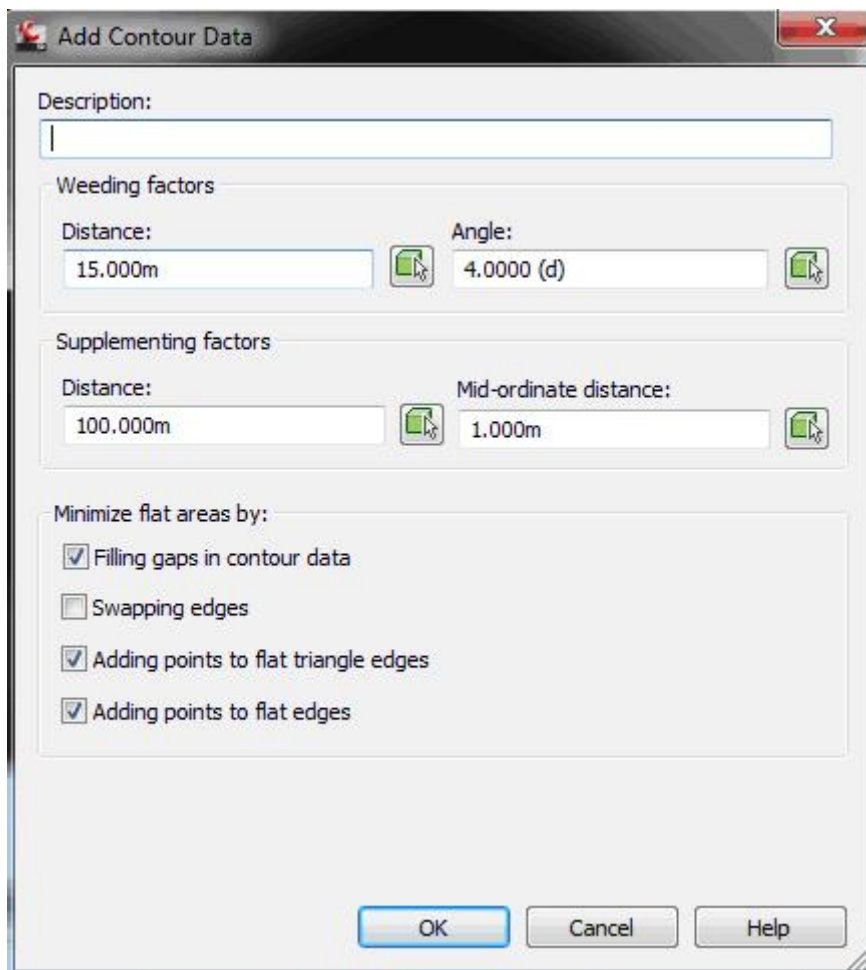
ΠΡΟΣΟΧΗ Θα πρέπει να προυπάρχουν στο πρότυπο σχέδιο που έχει επιλεχθεί. Θα γίνει ειδική αναφορά στη συνέχεια

Στη συνέχεια αφού δημιουργηθεί η επιφάνεια δίνονται τα δεδομένα σε δένδροειδή μορφή στο πεδίο Definition. Εμείς θα χρησιμοποιήσουμε ισουψείς καμπύλες από απλές polyline του σχεδίου μας. Θα χρησιμοποιήσουμε την εντολή Add.. από το κόμβο Contours.



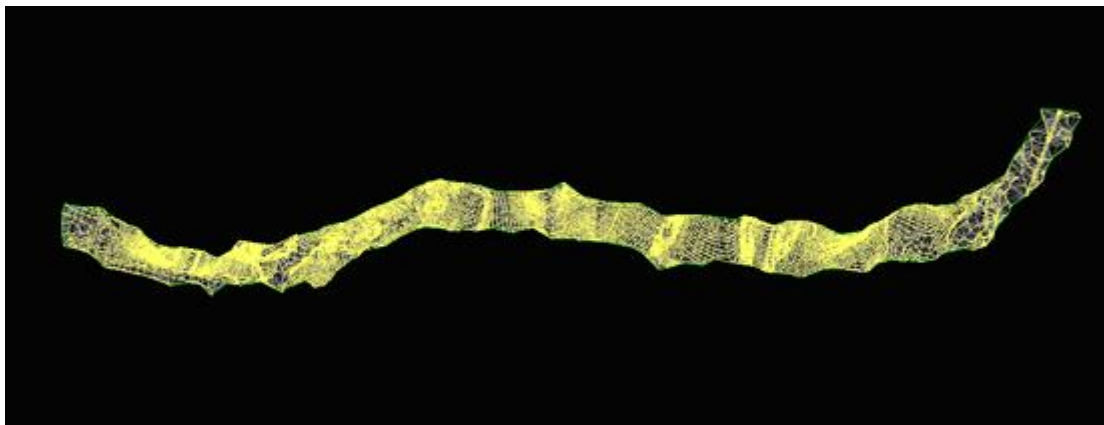
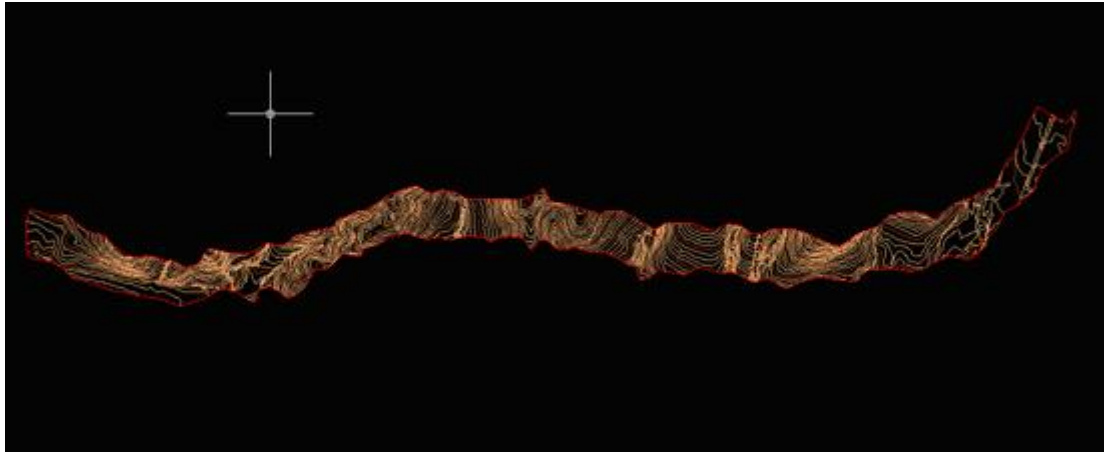
Εικόνα 33. Προσθήκη ισοϋψών καμπυλών

Μπορούμε να γενικεύσουμε ή και να πυκνώσουμε τις κορυφές των γραμμών τροποποιώντας τους ανάλογους συντελεστές.

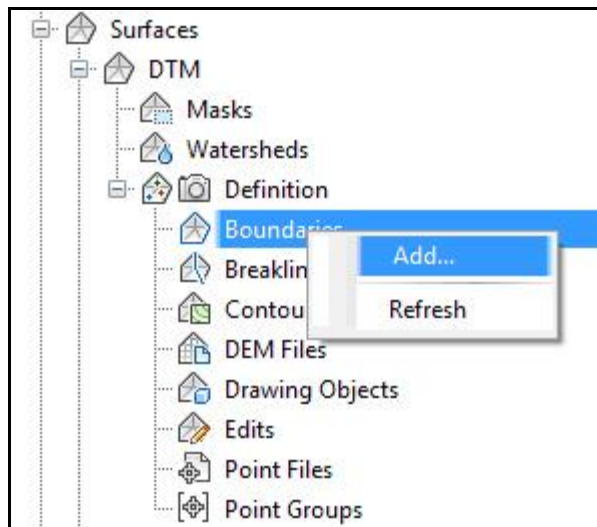


- α) Περιγραφή
- β) Συντελεστές μείωσης των κορυφών των ισοϋψών
- γ) Συντελεστές πύκνωσης των κορυφών των ισοϋψών

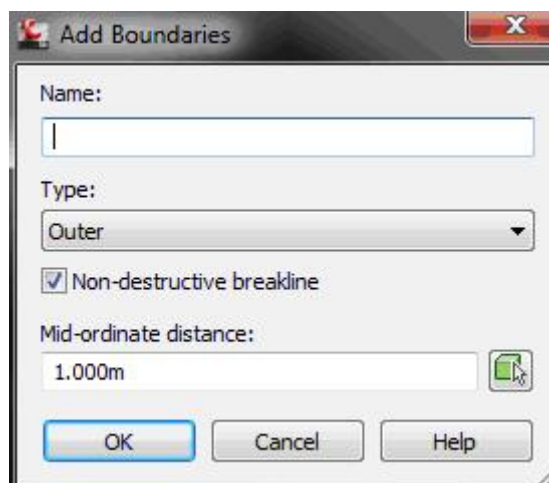
Αφού επιλέξουμε τις ισοϋψείς καμπύλες από το σχέδιο εμφανίζεται και τα τρίγωνα και του ψηφιακού μοντέλου εδάφους.



Για την οριοθέτηση του μοντέλου μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και όρια επιφανείας εξωτερικά ή εσωτερικά (νησιά) από το κόμβο Boundaries.



Προσθήκη boundaries από polylines του τρέχοντος σχεδίου.

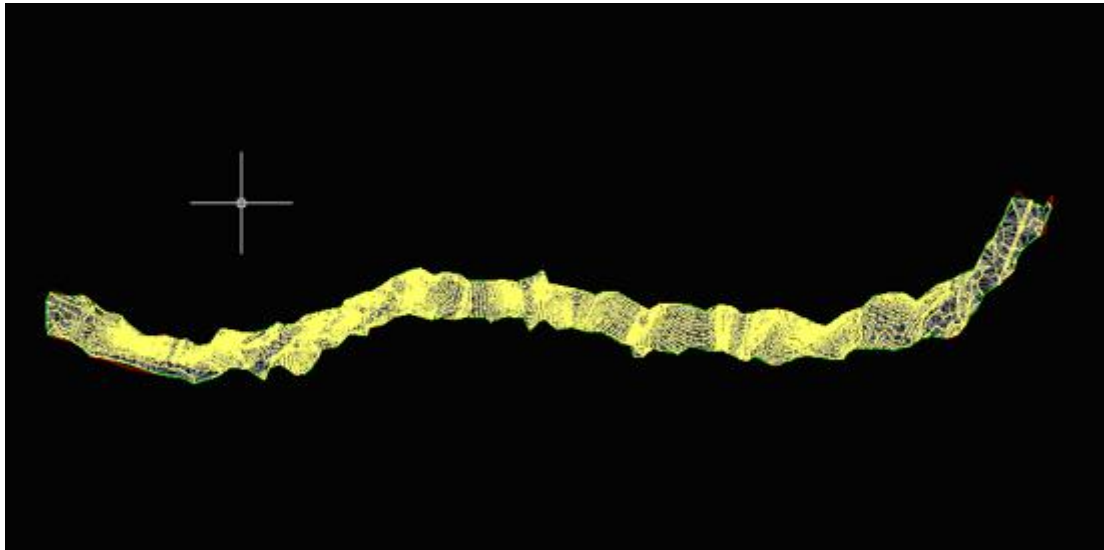


Εικόνα 34. Ορισμός ονόματος και τύπου boundaries

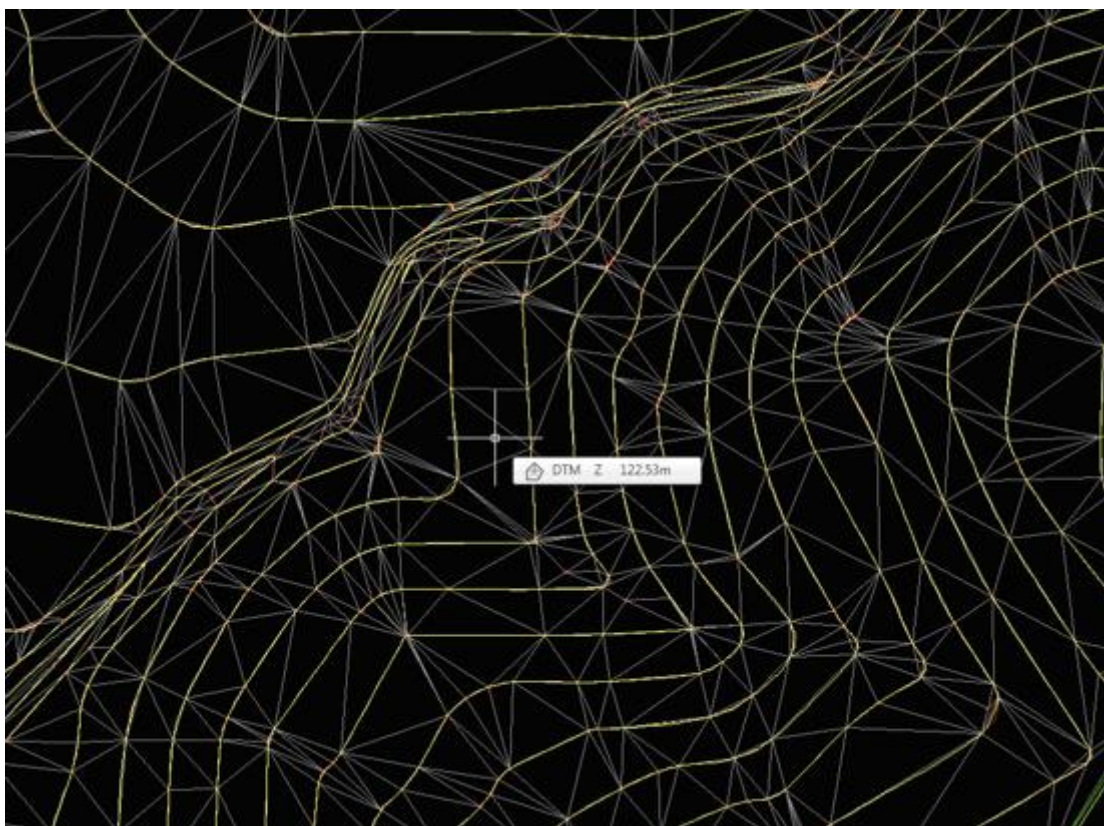
Ορισμός ονόματος και τύπου boundaries:

1. Outer. Εξωτερικό όριο. Δεν δημιουργούνται τρίγωνα έξω από τη περίμετρο του ορίου.
2. Show. Δημιουργούνται τρίγωνα μέσα στη περίμετρο του ορίου. Χρησιμοποιείται σε περίπτωση νησίδων.
3. Hide. Δεν δημιουργούνται τρίγωνα μέσα στη περίμετρο του ορίου.

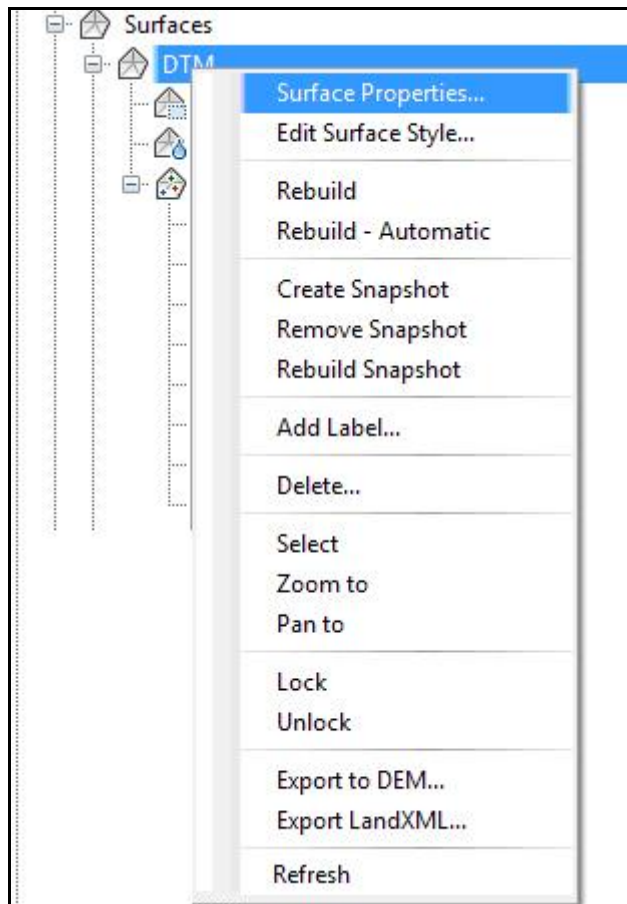
Η τελική επιφάνεια φαίνεται παρακάτω.



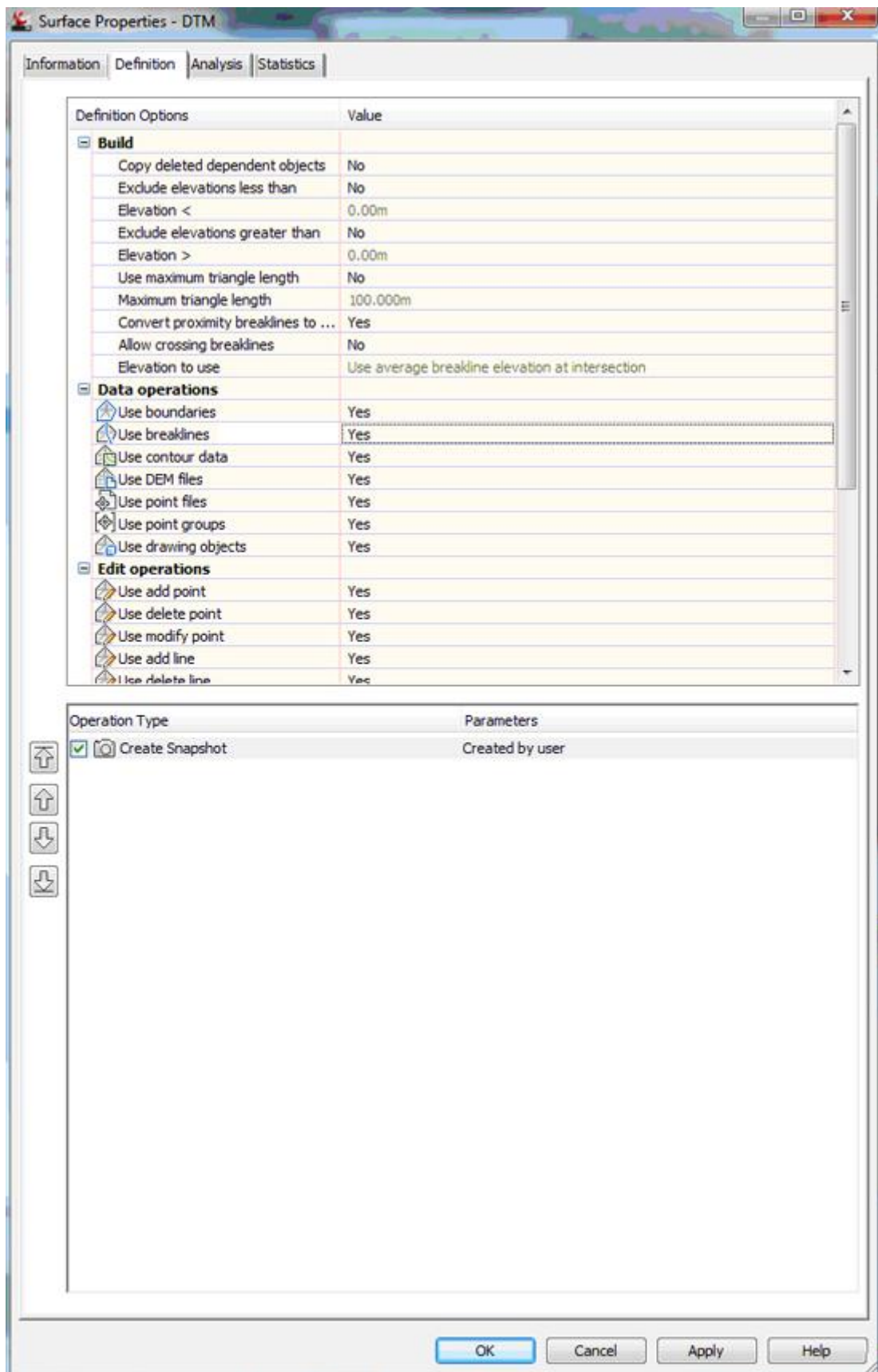
Σε κάθε σημείο πλέον της επιφάνειας μπορεί να υπολογιστεί και υψόμετρο.



Οι ιδιότητες της επιφάνειας καθορίζονται επιλέγοντας την επιφάνεια στο δέντρο και από το αναδυόμενο μενού την εντολή Surface Properties...



Εικόνα 35.

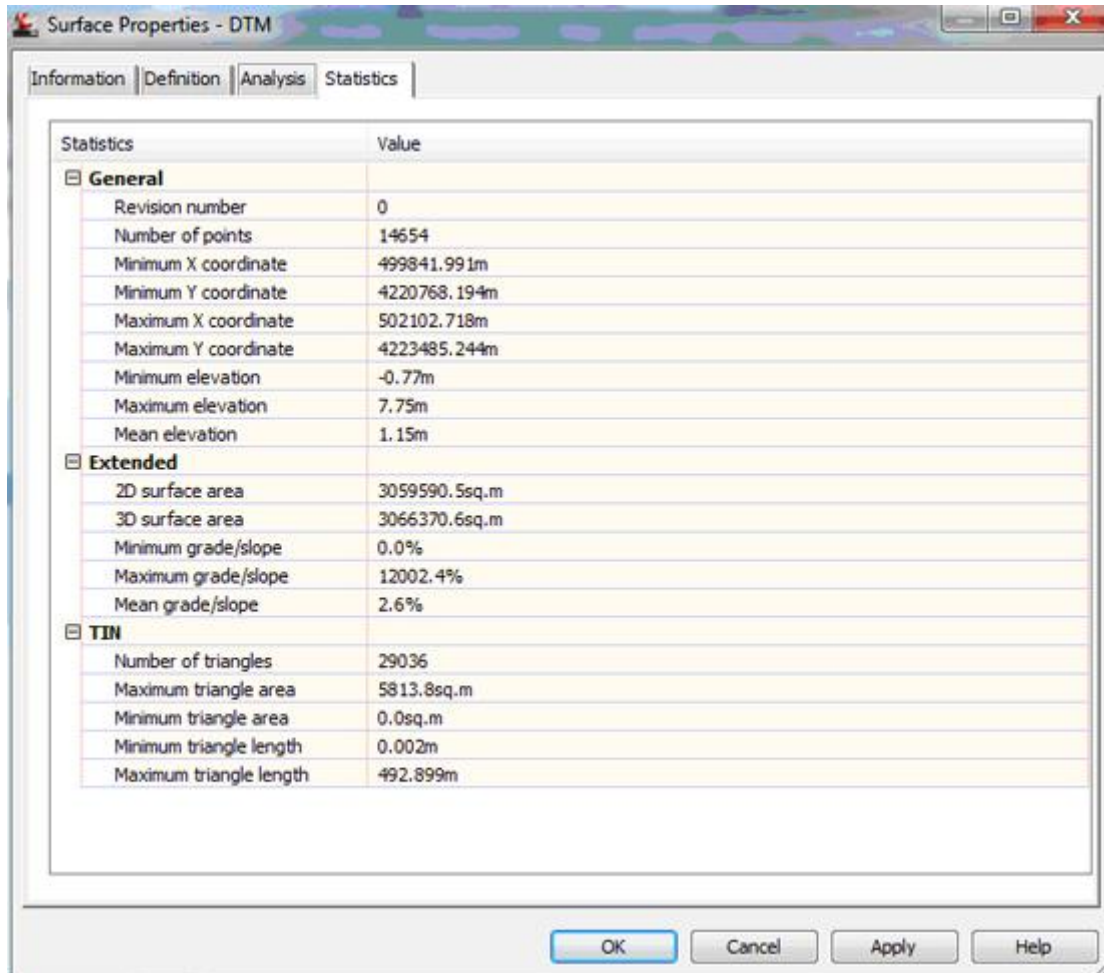


Εικόνα 36.

α) Επιλογή αποκλεισμού σημείων με υψόμετρο μεγαλύτερο ή μικρότερο από...

β) Επιλογή αποκλεισμού γραμμών τριγώνων με μήκος μεγαλύτερο από...

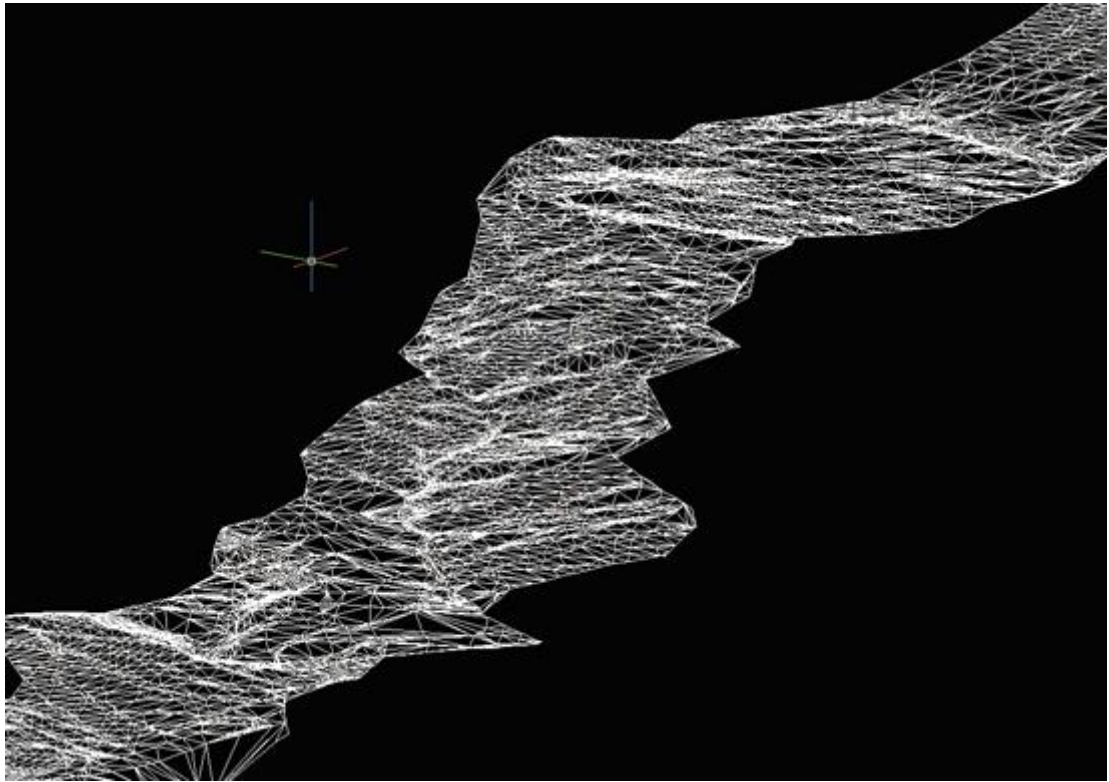
Αντίστοιχα τα στατιστικά της επιφάνειας είναι διαθέσιμα στο tab Statistics.



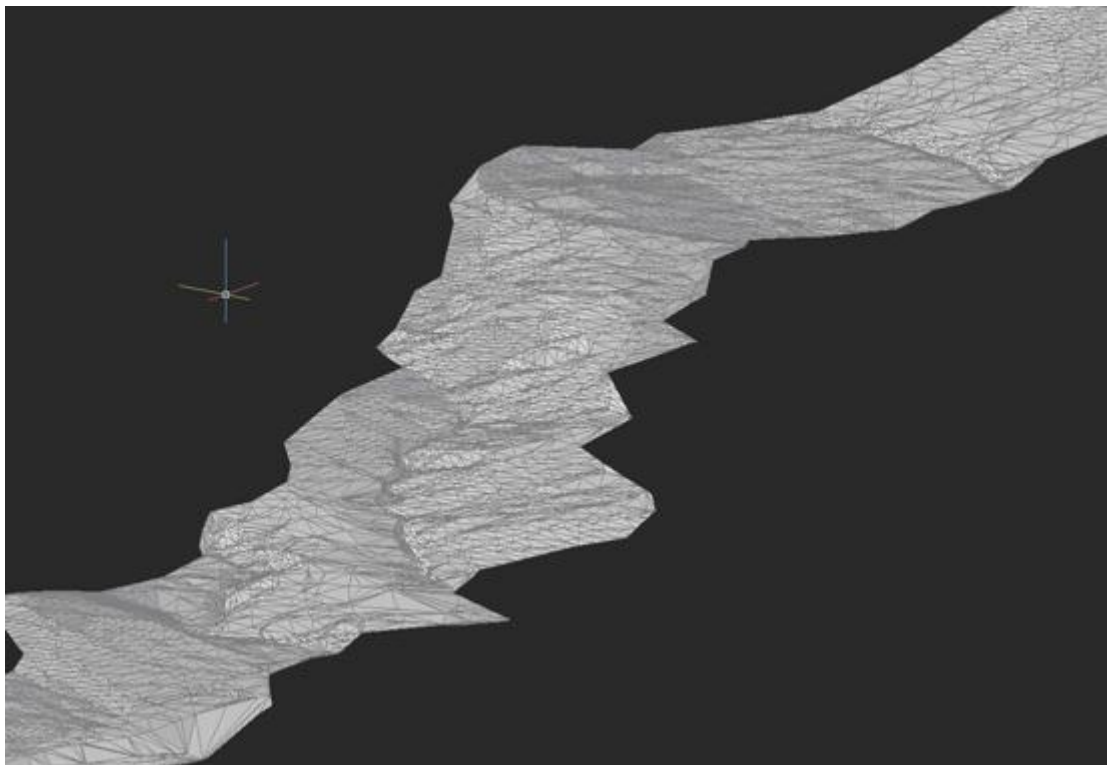
Εικόνα 37.

Η επιφάνεια μπορεί να εμφανιστεί και τρισδιάστατα.

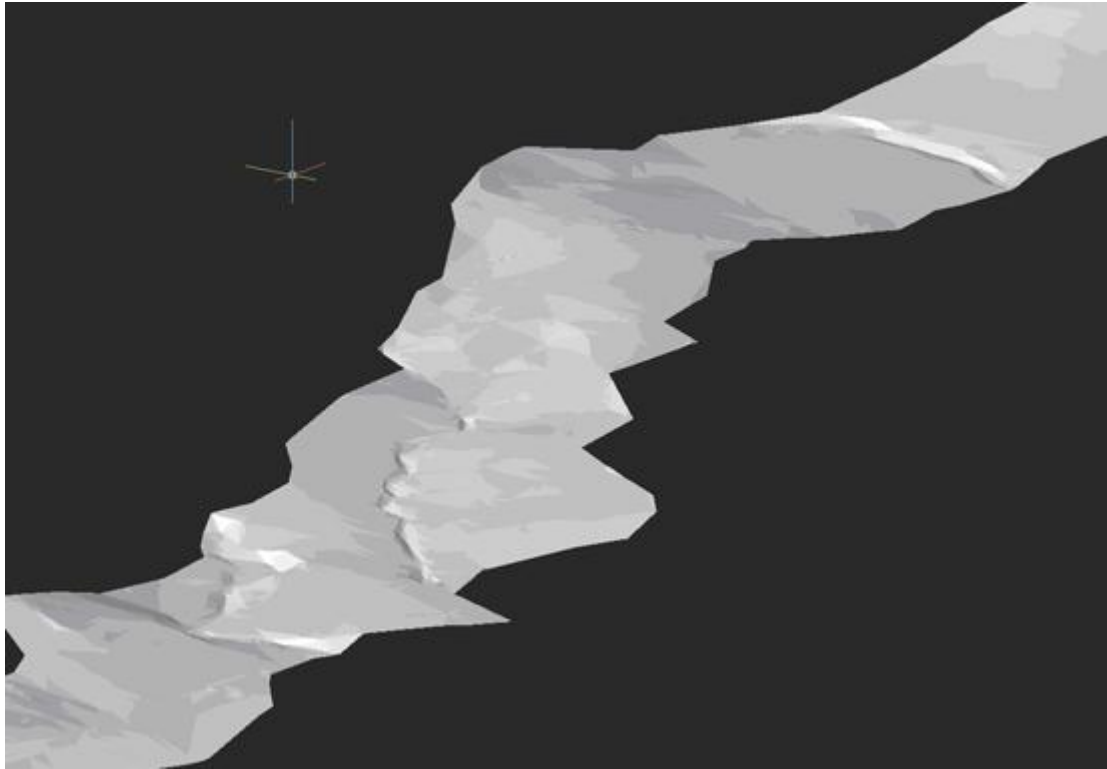
Παρακάτω φαίνεται η επιφάνεια σε 3DWireframe mode.



Εικόνα 38. 3DWireframe mode.



Εικόνα 39. realistic mode



Εικόνα 40. σε shaded mode

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1 ΟΡΓΑΝΑ

ΘΕΟΔΟΛΙΧΟ

Το θεοδόλιχο είναι Τοπογραφικό Όργανο μέτρησης οριζοντίων γωνιών και ζενίθιων αποστάσεων. Το θεοδόλιχο είναι όργανο αρκετά μεγάλης ακρίβειας, διότι διαθέτει άριστα οπτικά συστήματα που ανακλούν τα είδωλα χωρίς παραμορφώσεις και διαθλάσεις. Το όργανο τοποθετείται σε σταθερή βάση (με τη βοήθεια ενός τρίποδα) η οποία εξασφαλίζει την ακινησία του καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων. Ακόμη διαθέτει σύστημα πρισμάτων και μεγεθυντικών φακών για την ανάγνωση των μετρήσεων με ακρίβεια 0.001^{grad}.

Το μοναδικό μειονέκτημα του οργάνου είναι το μεγάλο βάρος του και συνεπώς η δυσκολία χρήσης του σε δυσπρόσιτα εδάφη.

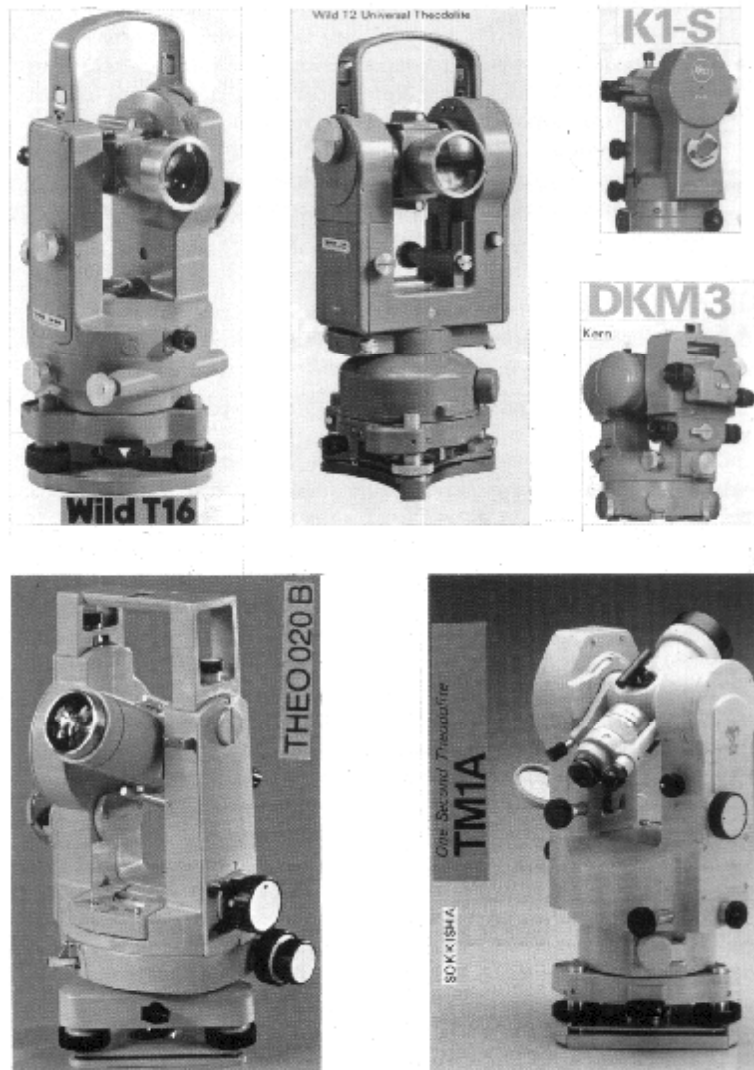
ΜΕΡΗ ΤΟΥ ΘΕΟΔΟΛΙΧΟΥ

Το όργανο αποτελείται από τα εξής κύρια τμήματα:

- Ø Ένα **τηλεσκόπιο**, στο φακό του οποίου υπάρχει ένα σταυρόνημα. Το σταυρόνημα είναι δύο κάθετοι μεταξύ τους άξονες, λεπτού πάχους. Η σκόπευση του σημείου, που αποτελεί το στόχο, γίνεται με τη βοήθεια του σταυρονήματος. Θα πρέπει ο στόχος να βρίσκεται πάντα στο σημείο τομής των αξόνων του σταυρονήματος.
- Ø Το τηλεσκόπιο είναι στερεωμένο σε ένα **οριζόντιο άξονα**. Ο οριζόντιος άξονας στηρίζεται σταθερά σε ένα ανάστροφο μεταλλικό «Π», που λέγεται **άντυγα**. Το τηλεσκόπιο μπορεί να περιστρέφεται γύρω από αυτόν τον άξονα, κάνοντας οπτική σάρωση σε ένα κατακόρυφο επίπεδο. Ο οριζόντιος άξονας του τηλεσκοπίου λέγεται **δευτερεύων άξονας του οργάνου**.
- Ø Στο ένα σκέλος της άντυγας είναι σταθερά στερεωμένος ένας **κατακόρυφος δίσκος**, αριθμημένος σε βαθμούς (grad). Η μηδενική ένδειξη του δίσκου ταυτίζεται με την διεύθυνση του ζενίθ του τόπου. Το **ζενίθ** είναι ο αντίποδας του κέντρου της γης - δηλαδή ένα σημείο στο άπειρο, κατακόρυφα επάνω από τον τόπο στάσης του θεοδολίχου. Σε κάθε σκόπευση του τηλεσκοπίου, η ένδειξη του κατακόρυφου δίσκου μας δίνει τη ζενίθια απόσταση της διεύθυνσης.
- Ø Το σώμα στηρίζεται με τη βοήθεια τριών κοχλιών στη βάση του οργάνου. Οι κοχλίες χρησιμοποιούνται για να πετύχουμε την ακριβή

οριζοντίωση του οριζόντιου δίσκου του οργάνου. Η όλη κατασκευή της βάσης λέγεται **τρικόχλιο**. Ο έλεγχος της οριζοντίωσης του δίσκου γίνεται με τη βοήθεια μιας **σφαιρικής** και μιας **σωληνωτής αεροστάθμης**.

- Ø Η κεφαλή της άντυγας στηρίζεται με μια άρθρωση στο **σώμα στήριξης** του οργάνου. Η άρθρωση επιτρέπει περιστροφή όλης της άντυγας γύρω από τον άξονά της. Ο άξονας στήριξης της άντυγας λέγεται **πρωτεύων άξονας του οργάνου**. Με την περιστροφή αυτή γίνεται οπτική σάρωση του οριζοντίου επιπέδου, στο οποίο βρίσκεται το τηλεσκόπιο. Στη θέση στήριξης της άντυγας υπάρχει ένας **οριζόντιος δίσκος** αριθμημένος σε βαθμούς (grad). Σε κάθε σκόπευση του τηλεσκοπίου ο οριζόντιος δίσκος μας δίνει την οριζόντια γωνία της διεύθυνσης.



Εικόνα 41. Θεοδόλιχος

Το θεοδόλιχο μετρά δεξιόστροφα τη διέδρη γωνία, που σχηματίζουν δύο κατακόρυφα επίπεδα.

Το πρώτο επίπεδο είναι δεδομένο. Είναι το επίπεδο το οποίο ορίζει ο οριζόντιος δίσκος του οργάνου, με τη μηδενική του διεύθυνση.

Το δεύτερο είναι εκείνο το κατακόρυφο επίπεδο, στο οποίο ανήκει η διεύθυνση του σημείου που σκοπεύουμε.

Με την περιστροφή της άντυγας δεν περιστρέφεται ο οριζόντιος δίσκος, συνεπώς στην τελική θέση σκόπευσης η ανάγνωση της ένδειξης του οριζόντιου δίσκου είναι η γωνία διεύθυνσης του στόχου.

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΖΕΝΙΘΙΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ

Το σημείο, που σκοπεύουμε με το τηλεσκόπιο, δεν βρίσκεται σχεδόν ποτέ στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο με το θεοδόλιχο. Για να μπορέσουμε να το δούμε μέσα από το τηλεσκόπιο, πρέπει να στρέψουμε το τηλεσκόπιο κατακόρυφα, γύρω από τον δευτερεύοντα άξονά του. Κατά τις περιστροφές αυτές δεν περιστρέφεται ο κατακόρυφος δίσκος. Επομένως, στην τελική θέση του τηλεσκοπίου η ένδειξη του κατακόρυφου δίσκου μας δίνει την ζενίθια απόσταση της διεύθυνσης του στόχου.

ΑΝΑΓΝΩΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Δίπλα ακριβώς από το τηλεσκόπιο υπάρχει ένα σύστημα μεγεθυντικών φακών και πρισμάτων, που καταλήγει σε ένα προσοφθάλμιο φακό. Μέσα από αυτόν το φακό μπορούμε να διαβάσουμε την ένδειξη των γωνιών σε κάθε σκόπευση του θεοδόλιχου. Η κατασκευή είναι τέτοια ώστε να εμφανίζονται ταυτόχρονα στην ίδια σκόπευση οι ενδείξεις και των δύο δίσκων του θεοδόλιχου. Έτσι, με μια ματιά στο φακό αυτό, βλέπουμε τις μετρήσεις της ζενίθιας απόστασης (V) και της οριζόντιας γωνίας (Hz)

Οφείλουμε να επισημάνουμε ότι η τεχνολογία εξελίσσεται συνεχώς και τα ταχύμετρα που πωλούνται στην αγορά έχουν πολλές ψηφιακές ευκολίες όπως :

1. Υπολογισμός αποστάσεων
2. Υπολογισμός επιφανείας
3. Υπολογισμός υψομετρικών διαφορών



Εικόνα 42. εξελιγμένο ταχύμετρο

ΧΩΡΟΒΑΤΗΣ

Ο χωροβάτης είναι το Τοπογραφικό όργανο, που χρησιμοποιείται στη μέτρηση των υψομέτρων σημείων.

Η περιγραφή του οργάνου μοιάζει πολύ με εκείνη του θεοδόλιχου, είναι όμως πιο απλή. Αποτελείται από ένα τηλεσκόπιο, προσαρμοσμένο σε ένα κατακόρυφο άξονα. Στη βάση του οργάνου υπάρχει ένας οριζόντιος δίσκος, αριθμημένος σε βαθμούς. Με την περιστροφή του τηλεσκοπίου ο δίσκος παραμένει σταθερός, ώστε σε κάθε θέση μέτρησης του οργάνου να μπορούμε να διαβάσουμε τη διεύθυνση της σκοπευόμενης ευθυγραμμίας.

Το τηλεσκόπιο δεν μπορεί να κινηθεί γύρω από οριζόντιο άξονα και συνεπώς δεν υπάρχει η δυνατότητα μέτρησης ζενίθιων αποστάσεων - ή κατακόρυφων γωνιών. Αυτή η κατασκευή, όμως, δίνει στο όργανο μεγάλη ακρίβεια της οριζοντίωσης του οπτικού άξονα του τηλεσκοπίου, η οποία δεν διαταράσσεται κατά τη διάρκεια των μετρήσεων. Η μόνη δυνατότητα του τηλεσκοπίου είναι οριζόντια περιστροφή με σάρωση στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο. Όταν, λοιπόν, σκοπεύσουμε τη σταδία, που έχει τοποθετηθεί σε ένα σημείο, στο σταυρόνημα του τηλεσκοπίου διαβάζουμε απ' ευθείας το ύψος σκοπεύσεως. Το ύψος του οργάνου είναι εύκολο να μετρηθεί. Συνεπώς,

μπορούμε να υπολογίσουμε με μεγάλη ακρίβεια την υψομετρική διαφορά του σημείου στάσης του οργάνου από το σημείο, όπου βρίσκεται η σταδία.

Επί πλέον, ο χωροβάτης μας δίνει τη δυνατότητα να μετρήσουμε και τις γωνίες διεύθυνσεως των σκοπευόμενων σημείων. Συνεπώς, με τη χρήση του οργάνου, μπορούμε να κάνουμε όλες τις μετρήσεις, που χρειάζονται για μια πλήρη αποτύπωση των σημείων μια έκτασης. Βεβαίως, δεν έχουμε τη δυνατότητα μέτρησης των αποστάσεων. Σε αυτό θα δώσει τη λύση μια μετροταινία με ακόντια.



Εικόνα 43. Χωροβάτης παλαιάς τεχνολογίας.



Εικόνα 44. Χωροβάτης νέας τεχνολογίας.

Και τα δύο ανωτέρω όργανα χρειάζονται για την εφαρμογή των στοιχείων οδοποιίας στο έδαφος τόσο κατά την έναρξη των εργασιών όσο και κατά την εξέλιξη.

GPS

Το GPS (Global Positioning System), Παγκόσμιο Σύστημα Στιγματοθέτησης, ή Θεσιθεσίας είναι ένα παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού γεωγραφικής θέσης, (στίγματος), ακίνητου ή κινητού χρήστη, το οποίο βασίζεται σε ένα "πλέγμα" εικοσιπεντάριων δορυφόρων της Γης, εφοδιασμένων με ειδικές συσκευές εντοπισμού, οι οποίες ονομάζονται "πομποδέκτες GPS". Οι πομποδέκτες αυτοί παρέχουν ακριβείς πληροφορίες για τη θέση ενός σημείου, το υψόμετρό του, την ταχύτητα και την κατεύθυνση της κίνησης του. Επίσης, σε συνδυασμό με ειδικό λογισμικό χαρτογράφησης μπορούν να απεικονίσουν γραφικά τις πληροφορίες αυτές.

Το σύστημα ξεκίνησε από το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ και ονομάστηκε "NAVSTAR GPS" (Navigation Signal Timing and Ranging Global Positioning System). Το δορυφορικό αυτό σύστημα ρυθμίζεται καθημερινά από τη Βάση Πολεμικής Αεροπορίας Στριβερ (Schriever) με κόστος 400 εκατομμύρια δολάρια το χρόνο.

Τα σημεία του ορίζοντα, ή ακόμη και τα αστέρια, χρησιμοποιούνταν από την αρχαιότητα για τον προσανατολισμό των ανθρώπων. Ένα σταθερό άστρο στον ουρανό, με γνωστή γεωγραφική θέση ως προς το σημείο παρατήρησης, αποτελούσε σημείο αναφοράς και βοηθούσε τους ανθρώπους στο να βρουν τη σωστή πορεία τους. Στον προσανατολισμό συνέβαλαν αργότερα και άλλα μέσα, όπως η πυξίδα και ο εξάντας. Ωστόσο ο εξάντας είναι εύχρηστος μόνο για τον προσδιορισμό του γεωγραφικού πλάτους, ενώ η χρήση του για τον προσδιορισμό του γεωγραφικού μήκους είναι δύσκολη και εξαιρετικά σύνθετη, πράγμα που αποτελεί ένα σημαντικό μειονέκτημα για προσδιορισμό του στίγματος στην θάλασσα. Ως αποτέλεσμα, τον 17ο αιώνα, το Ηνωμένο Βασίλειο συνέστησε ένα συμβούλιο επιστημόνων, το οποίο θα επιβράβευε χρηματικά όποιον θα μπορούσε να εφεύρει ένα όργανο, το οποίο θα επέτρεπε τον ακριβή υπολογισμό και των δύο γεωγραφικών συντεταγμένων, δηλαδή μήκους και πλάτους.

Το 1761, ο Άγγλος ωρολογοποιός Τζον Χάρισσον (John Harrison), ύστερα από προσπάθειες δώδεκα ετών, κατασκεύασε ένα όργανο, το οποίο δεν ήταν άλλο από το γνωστό σημερινό χρονόμετρο. Σε συνδυασμό με τον εξάντα, το χρονόμετρο επέτρεπε τον υπολογισμό του στίγματος των πλοίων με εξαιρετική ακρίβεια (για τα δεδομένα της εποχής). Πέρασαν αρκετά χρόνια μέχρι να δημιουργηθούν τα πρώτα συστήματα εντοπισμού θέσης που βασίζονταν σε ηλεκτρομαγνητικά κύματα (ραντάρ, στα μέσα του 20ού αιώνα. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιήθηκαν ευρύτατα κατά τη διάρκεια του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου (και χρησιμοποιούνται ακόμη). Τα συστήματα εντοπισμού θέσης της εποχής αποτελούνταν από ένα δίκτυο σταθμών βάσης και κατάλληλους δέκτες.

Ανάλογα με την ισχύ του σήματος που λάμβανε κάθε δέκτης από σταθμούς γνωστής γεωγραφικής θέσης, σχηματίζονταν δύο ή περισσότερες συντεταγμένες, μέσω των οποίων προσδιοριζόταν η θέση των σημείων ενδιαφέροντος επάνω σε ένα χάρτη. Στην περίπτωση αυτή, όμως, συνέβαιναν υπήρχαν δύο διαφορετικά προβλήματα: Στην πρώτη περίπτωση η χρήση

σταθμών βάσης, που θα εξέπεμπαν σήμα σε υψηλή συχνότητα, διέθεταν μεν υψηλή ακρίβεια εντοπισμού, αλλά είχαν μικρή εμβέλεια. Στη δεύτερη περίπτωση συνέβαινε το ακριβώς αντίθετο, δηλαδή ο σταθμός βάσης χρησιμοποιούσε μεν χαμηλή συχνότητα εκπομπής σήματος, προσφέροντας έτσι υψηλότερη εμβέλεια, αλλά και η ακρίβεια που παρείχε ήταν χαμηλή.

Έστω και με αυτά τα προβλήματα, η αρχή της χρήσης ραδιοκυμάτων για τον εντοπισμό της θέσης ενός σημείου είχε ήδη γίνει. Το Global Positioning System στη σημερινή του μορφή βασίζεται σε παρεμφερή τεχνολογία. Συνδυάζει όλες τις μεθόδους που είχαν χρησιμοποιηθεί στον ουρανό, δηλαδή την τεχνολογία των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων καθώς και την παρατήρηση ενός –τεχνητού αυτή τη φορά- ουράνιου σώματος. Οι σταθμοί βάσης που λαμβάνουν και δέχονται τα απαραίτητα ηλεκτρομαγνητικά κύματα δεν είναι πλέον επίγειοι, αλλά εδρεύουν σε δορυφόρους.

Ένα δίκτυο πολυάριθμων (24 - 32) δορυφόρων που βρίσκεται σε σταθερή θέση γύρω από τον πλανήτη μας, βοηθά τους δέκτες GPS να παρέξουν το ακριβές στίγμα ενός σημείου οπουδήποτε στον κόσμο. Όταν, το 1957, πραγματοποιήθηκε η εκτόξευση του δορυφόρου Σπούτνικ, οι άνθρωποι είχαν ήδη αντιληφθεί ότι ένα τεχνητό ουράνιο σώμα κοντά στη Γη είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί για να εντοπιστεί η θέση ενός σημείου πάνω στον πλανήτη. Αμέσως μετά την εκτόξευσή του, οι ερευνητές του Ινστιτούτου Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης (MIT) διαπίστωσαν ότι το σήμα που λαμβανόταν από τον δορυφόρο αυξανόταν καθώς αυτός πλησίαζε προς το επίγειο σημείο παρατήρησης και μειωνόταν όταν ο δορυφόρος απομακρυνόταν από αυτό. Αυτό ήταν και το πρώτο βήμα για την υλοποίηση της τεχνολογίας που σήμερα αποκαλείται Global Positioning System. Με τον ίδιο τρόπο που η θέση ενός δορυφόρου μπορούσε να εντοπιστεί ανάλογα με την ισχύ του σήματος που λαμβάνεται από αυτόν, υπήρχε και η δυνατότητα να συμβεί το ακριβώς αντίθετο: Ο δορυφόρος να εντοπίσει την ενός σημείου θέση με ιδιαίτερη ακρίβεια. Στην πραγματικότητα ένας δορυφόρος δεν είναι αρκετός για να υπάρξουν ακριβή αποτελέσματα, αλλά απαιτούνται τουλάχιστον τρεις, όπως θα δούμε στη συνέχεια.

Το GPS αρχικά δημιουργήθηκε αποκλειστικά για στρατιωτική χρήση και ανήκε στη δικαιοδοσία του αμερικανικού Υπουργείου Εθνικής Άμυνας. Στα μέσα της δεκαετίας του 1960 το σύστημα δορυφορικής πλοήγησης, γνωστό τότε με την ονομασία Transit System, χρησιμοποιήθηκε ευρέως από το αμερικανικό ναυτικό. Απαιτήθηκαν αρκετές δεκαετίες, μέχρι δηλαδή τα μέσα της δεκαετίας του 1990, ώστε το σύστημα GPS να εξελιχθεί, να γίνει ιδιαίτερα ακριβές και να αρχίσει να διατίθεται για ελεύθερη χρήση από το ευρύ κοινό.

Το σύστημα εντοπισμού θέσης GPS σχηματίζει ένα παγκόσμιο δίκτυο, με εμβέλεια που καλύπτει ξηρά, θάλασσα και αέρα. Εξαιτίας αυτής της έκτασής του, είναι απαραίτητος ο διαχωρισμός του σε επιμέρους τμήματα όπου πραγματοποιούνται όλες οι λειτουργίες του αλλά και ο συντονισμός του. Αναλυτικά, τα τμήματα αυτά είναι:

- Διαστημικό τμήμα: Αποτελείται από το δίκτυο των 24 - 32 δορυφόρων που ήδη αναφέραμε. Οι δορυφόροι αυτοί «σκεπάζουν» ομοιόμορφα με το σήμα τους ολόκληρο τον πλανήτη, γεγονός που αποδεικνύει τη φιλοσοφία που κρύβεται πίσω από τη λειτουργία του συστήματος GPS, δηλαδή τη διαθεσιμότητά του σε κάθε σημείο της Γης, ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος να αποπροσανατολιστεί κανείς ποτέ και πουθενά.

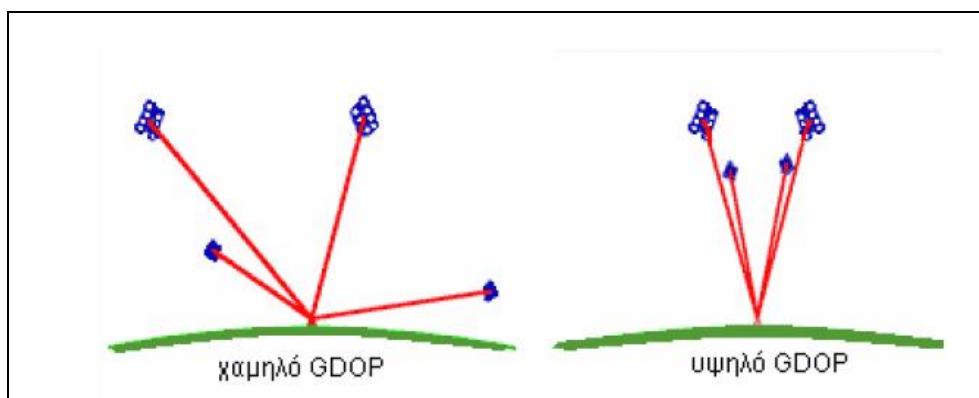
Όλοι οι δορυφόροι βρίσκονται σε ύψος 12.552 μιλίων (20.200 χιλιομέτρων) πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και εκτελούν δύο περιστροφές γύρω από τη Γη κάθε 24ωρο. Η κατασκευάστρια εταιρεία είναι η Rockwell International, η εκτόξευσή τους πραγματοποιήθηκε από το ακρωτήριο Canaveral, ενώ η τροφοδοσία τους με ηλεκτρική ενέργεια πραγματοποιείται μέσω των φωτοβολταϊκών συστημάτων που διαθέτουν.

· Επίγειο τμήμα ελέγχου: Οι δορυφόροι, όπως είναι αναμενόμενο, είναι πολύ πιθανό να αντιμετωπίσουν ανά πάσα στιγμή προβλήματα στη σωστή λειτουργία τους. Οι έλεγχοι που πραγματοποιούνται σε αυτούς αφορούν στη σωστή τους ταχύτητα και υψόμετρο και στην κατάσταση της επάρκειάς τους σε ηλεκτρική ενέργεια. Παράλληλα, εφαρμόζονται όλες οι διορθωτικές ενέργειες που αφορούν στο σύστημα χρονομέτρησης των δορυφόρων, ώστε να αποτρέπεται η παροχή λανθασμένων πληροφοριών στους χρήστες του συστήματος. Το τμήμα επίγειου ελέγχου αποτελείται από ένα επανδρωμένο και τέσσερα μη επανδρωμένα κέντρα, εγκατεστημένα σε ισάριθμες περιοχές του πλανήτη.

Οι περιοχές αυτές είναι οι εξής: α) Κολοράντο (ΗΠΑ) β) Χαβάη (Ανατολικός Ειρηνικός Ωκεανός) γ) Ascension Island (Ατλαντικός Ωκεανός) δ) Diego Garcia (Ινδικός Ωκεανός) ε) Kwajalein (Δυτικός Ειρηνικός Ωκεανός)

Ο κυριότερος σταθμός βάσης είναι αυτός του Κολοράντο, ο οποίος είναι μάλιστα και ο μοναδικός που βρίσκεται στην ξηρά. Αναλαμβάνει τον έλεγχο της σωστής λειτουργίας των εναπομεινάντων τεσσάρων σταθμών, καθώς και τον συντονισμό τους. Σημειώνοντας τη θέση των σταθμών αυτών πάνω σε έναν παγκόσμιο χάρτη, παρατηρεί κανείς ότι η διάταξή τους δεν είναι τυχαία, αλλά ακολουθούν μια γραμμή παράλληλη με τα γεωγραφικά μήκη της Γης.

· Το τμήμα τελικού χρήστη: Απαρτίζεται από τους χιλιάδες χρήστες δεκτών GPS ανά την υφήλιο. Οι δέκτες αυτοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο κατά τη διάρκεια μιας απλής πεζοπορίας, όσο και σε οχήματα ή θαλάσσια σκάφη και κατά κανόνα διαθέτουν αρκετά μικρές διαστάσεις. Για να προσφέρουν όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες, οι δέκτες συνδυάζονται με ειδικό λογισμικό, που προβάλλει ένα χάρτη στην οθόνη της συσκευής GPS. Πρόκειται, δηλαδή, για λογισμικό που λαμβάνει από τους δορυφόρους τις πληροφορίες για το στίγμα του σημείου στο οποίο βρίσκεται ο δέκτης και τις μετατρέπει σε κατανοητή «ανθρώπινη» μορφή, πληροφορώντας το χρήστη για την ακριβή γεωγραφική του θέση.



Εικόνα 45.

Ανάλογα με τη γεωμετρία που έχουν οι δορυφόροι, είναι δυνατόν να αυξηθεί ή να ελαττωθεί το λάθος θέσης στις μετρήσεις. Μία μεγάλη γωνία μεταξύ των δορυφόρων χαμηλώνει το GDOP, και παρέχει μία καλύτερη μέτρηση. Αντίθετα, μία μικρή γωνία μεταξύ των δορυφόρων δίνει υψηλότερο GDOP (κακή γεωμετρία δορυφόρων) με αποτέλεσμα οι μετρήσεις να είναι χειρότερες. Εάν ο δέκτης επιλέξει δορυφόρους οι οποίοι είναι ευρέως διασκορπισμένοι στον ουρανό τότε το GDOP είναι χαμηλό, ενώ αν επιλέξει δορυφόρους οι οποίοι βρίσκονται κοντά ο ένας στον άλλον, τότε το GDOP είναι υψηλό (σχήμα 9). Οι καλοί δέκτες προσδιορίζουν τους δορυφόρους που θα δώσουν το χαμηλότερο GDOP.

Ουσιαστικά, το GDOP ή DOP (Dilution of precision) είναι ένα μέτρο της ποιότητας των δεδομένων που λαμβάνονται από τους δορυφόρους και μετρά τη συνολική απόκλιση από την πραγματική θέση ενός GPS συστήματος. Μία αποδεκτή τιμή του GDOP είναι μικρότερη από 5.

Το GDOP αναλύεται σε κάποιους όρους. Οι όροι αυτοί μετράνε την ακρίβεια του συστήματος GPS, η οποία συνεχώς μεταβάλλεται καθώς οι δορυφόροι κινούνται και έτσι αλλάζει η γεωμετρία τους. Οι όροι αυτοί είναι:

- **TDOP** (Time Dilution of Precision) είναι ένα μέτρο το οποίο δείχνει κατά πόσο η γεωμετρία του δορυφόρου επηρεάζει τη δυνατότητα του GPS δέκτη να βρίσκει το χρόνο με ακρίβεια.
- **HDOP** (Horizontal Dilution Of Precision) είναι ένα μέτρο το οποίο δείχνει κατά πόσο οι θέσεις των δορυφόρων είναι καλά διευθετημένες στον ουρανό, ώστε ο υπολογισμός του γεωγραφικού μήκους και πλάτους να γίνεται με ακρίβεια. Ένα HDOP με τιμή μικρότερη από 4 δίνει την καλύτερη ακρίβεια, μεταξύ 4 και 8 δίνει αποδεκτή ακρίβεια και μεγαλύτερη από 8 δίνει φτωχή, μη αποδεκτή ακρίβεια. Οι μεγάλες τιμές στο HDOP είναι δυνατόν να προκληθούν εάν οι δορυφόροι βρίσκονται σε πολύ μεγάλα ύψη.
- **VDOP** (Vertical Dilution Of Precision) είναι ένα μέτρο το οποίο δείχνει κατά πόσο οι θέσεις των δορυφόρων είναι καλά διευθετημένες στον ουρανό, ώστε ο υπολογισμός της κάθετης απόστασης να γίνεται με ακρίβεια. Ψηλές τιμές του VDOP σημαίνουν μικρή ακρίβεια και μπορεί να προκληθούν εάν οι δορυφόροι βρίσκονται σε χαμηλά ύψη.



Εικόνα 46. Διπλόσυχο GPS

3.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΟΡΓΑΝΩΝ

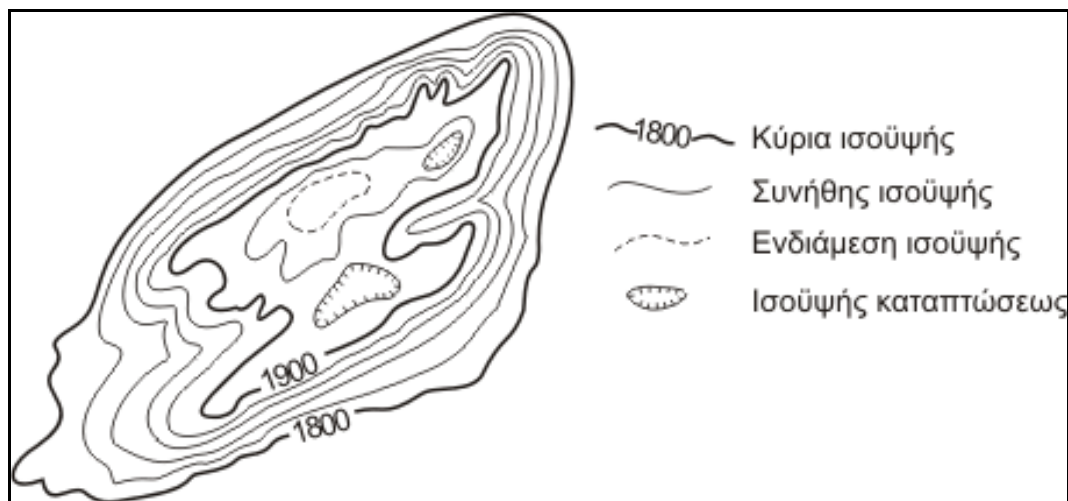
Τα έργα οδοποιίας, κατά κύριο λόγο είναι Δημόσια Έργα. Τα Δημόσια Έργα χωρίζονται σε δύο στάδια, το ένα είναι η «μελέτη» του έργου και το δεύτερο η «κατασκευή» του. Δεν θα μπορούμε σε λεπτομέρειες των δύο σταδίων, τρόπος επιλογής Αναδόχου, προσφορές κ.λ.π .

Τόσο για την σύνταξη της Μελέτης όσο και για την παρακολούθηση της κατασκευής οι μετρήσεις πεδίου είναι απαραίτητες και μη αμφισβητήσιμες. Τα ανωτέρω είναι εύκολο να πραγματοποιηθούν με τα παρακάτω όργανα :

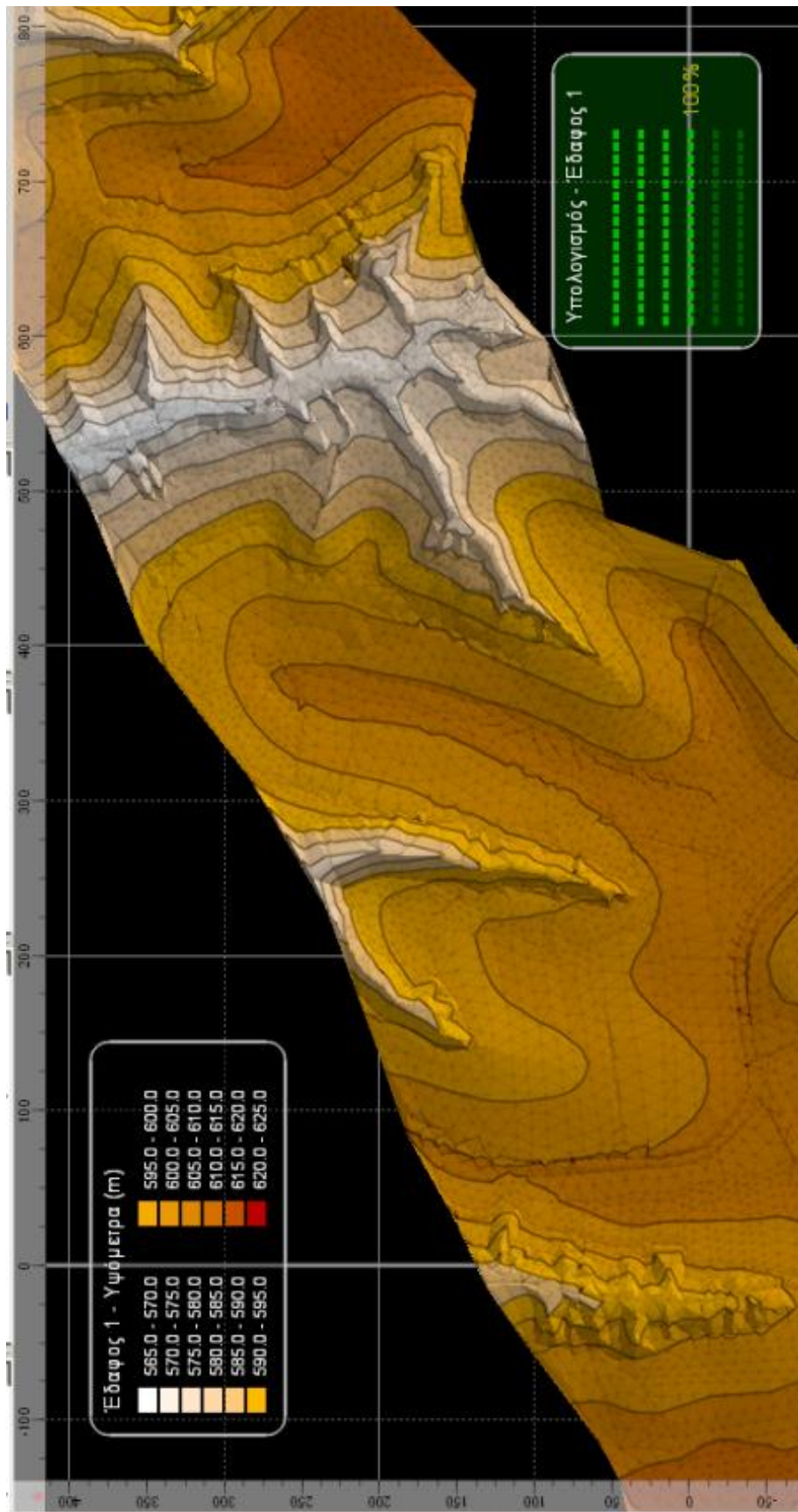
1. Ταχύμετρο
2. Χωροβάτη
3. Gps

Η πρώτη εργασία που έχουμε να κάνουμε είναι η δημιουργία του «**ψηφιακού μοντέλου εδάφους**». Για να το επιτύχουμε αυτό θα πρέπει να σαρώσουμε την επιφάνεια όπου θα διέλθει ο οδός μας με τα όργανα gps όπου θα έχουμε συντεταγμένες και υψόμετρα. Αυτή η εργασία θα πρέπει να γίνει συντεταγμένα και με προσοχή διότι θα επηρεάσει τους όγκους χωματισμών. Τα προγράμματα που αναφέραμε παραπάνω έχουν την επιλογή να δημιουργήσουν το μοντέλο εδάφους δίνοντας τους τα δεδομένα σε κατάλληλη μορφή.

Φυσικά υπάρχουν πιο ειδικευμένα προγράμματα που κάνουν την εν λόγω δουλειά με μεγαλύτερη ακρίβεια.



Εικόνα 47. Ισοψής καμπύλες.



Εικόνα 48. Ψηφιακό μοντέλο εδάφους

Ως προς την μελέτη οδοποιίας δεν έχουμε κάποια άλλη διαδικασία συλλογής δεδομένων διότι ακολουθεί μόνο η χάραξη της οδού και η εκλογή της βέλτιστης λύσης.

Κατά την διάρκεια της κατασκευής η ενόργανη παρακολούθηση είναι απαραίτητη. Γενικά είναι η εξής :

1. Χάραξη του άξονα της οδού
2. Υψομετρική ενημέρωση κατά την διαδικασία μετακίνησης χωματισμών
3. Χάραξη της θέσης διαφορών τεχνικών έργων
4. Δημιουργία σταθερών σημείων

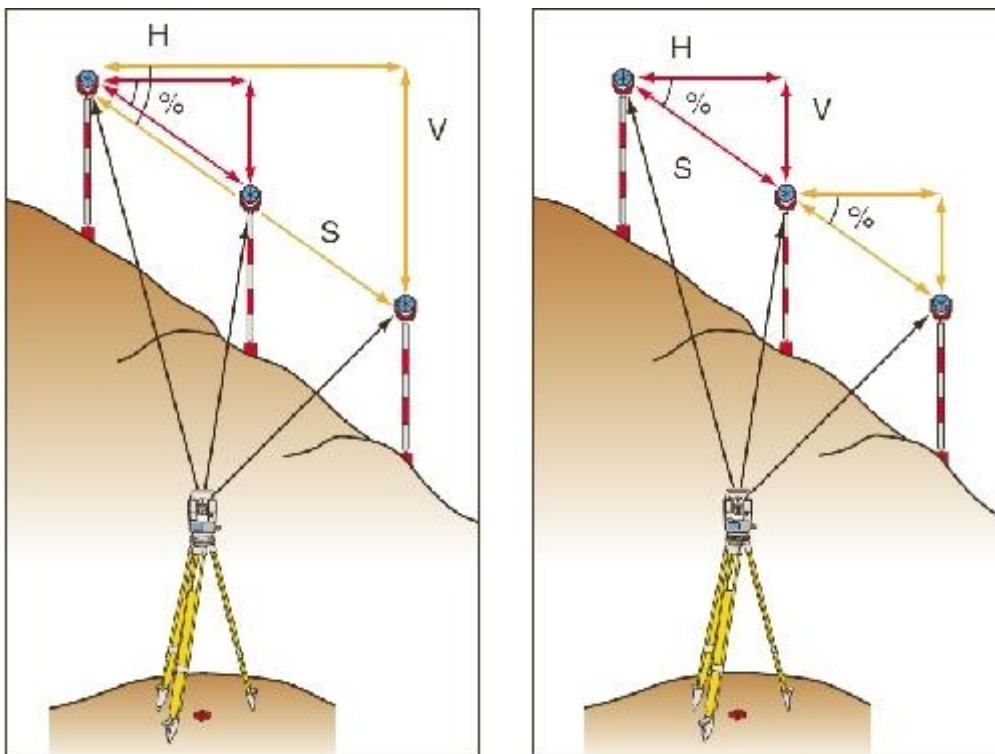
Οι παραπάνω εργασίες γίνονται συνεχώς, διορθώνοντας τυχόν αποκλίσεις και καθοδηγούν τα συνεργεία εκσκαφής. Το τοπογραφικό συνεργείο σε ένα εργοτάξιο Οδοποιίας ίσως είναι το σημαντικότερο και το πιο απαιτητικό τμήμα της. Είναι εύκολο να κατανοήσουμε την περίπτωση όπου δεν γίνει σωστά η χάραξη της οδού τόσο οριζοντιογραφικά όσο και υψομετρικά.



Εικόνα 49. Χάραξη με gps

Η χάραξη μπορεί να γίνει τόσο με το ταχύμετρο όσο και με το gps, καθώς και με την χρήση των δύο, ανάλογα με την περίπτωση. Τα δεδομένα για την χάραξη, συντεταγμένες και υψόμετρα, δίνονται από την μελέτη του έργου.

Η υψομετρική παρακολούθηση πραγματοποιείται κυρίως με τους χωροβάτες. Βέβαια και η χρήση του ταχυμέτρου για την παρακολούθηση των υψομέτρων βρίσκει συχνά χρήση.



Εικόνα 50. Στοιχεία μετρήσεων

Πολλές φορές δεν είναι δυνατό να κάνουμε όλες τις μετρήσεις σε μια μόνο ημέρα εργασίας. Οι εργασίες Τοπογραφικών μετρήσεων απαιτούν εργασία μεγάλου χρονικού διαστήματος. Σε καθημερινή επίσκεψή στην περιοχή που εργαζόμαστε, πρέπει να μπορούμε εύκολα να βρούμε τα σημεία, για να συνεχίσουμε τις εργασίες. Απαραίτητο θα είναι, λοιπόν, να έχουμε τοποθετήσει στο έδαφος διάφορα εποπτικά μέσα, τα οποία θα μας καθοδηγούν στην επανεύρεση των σημείων.

Σήμανση σημείου είναι η υλοποίηση αυτού με εποπτικά υλικά μέσα.

Γνωρίζουμε από την Γεωμετρία ότι ένα σημείο δεν έχει διαστάσεις. Συνεπώς δεν είναι ορατό. Στη Γεωμετρία, ένα σημείο ορίζεται σαν η τομή δύο Γεωμετρικών Τόπων. Γεωμετρικοί Τόποι είναι όλα τα σημειοσύνολα: ευθείες, κύκλοι, κ.λπ. Σύμφωνα με τα παραπάνω, γνωρίζουμε ότι: Η τομή δύο ευθειών ορίζει ένα σημείο. Το κέντρο ενός κύκλου ορίζει ένα σημείο. Η τομή δύο τόξων ορίζει ένα σημείο κ.ο.κ.

Επομένως η επιλογή του εποπτικού μέσου, που θα χρησιμοποιήσουμε για τη σήμανση ενός σημείου, θα εκμεταλλεύεται τα παραπάνω θεωρήματα της Γεωμετρίας. Δεν είναι παραδεκτό π.χ. να ορίσουμε ένα σημείο αντιστοιχίζοντας αυτό με ένα δένδρο. Το δένδρο έχει πολύ παχύ και ακανόνιστο κορμό ώστε δεν είναι δυνατό να βρούμε τον άξονά του, ο οποίος θα προσδιορίζει το σημείο του εδάφους.

Αναφέρθηκε ήδη ότι το διαχρονικά σταθερό στοιχείο ενός σημείου είναι η κατακόρυφος του τόπου. Σε μια Τοπογραφική εργασία οι περισσότερες μετρήσεις γίνονται με χρήση αυτής της κατακόρυφου. Συνεπώς, είναι απαραίτητο να έχουμε εποπτεία της κατακόρυφου, όταν θα κάνουμε τις σκοπεύσεις και τις μετρήσεις. Η κατακόρυφος είναι μια ευθεία γραμμή, δηλαδή ένα σημειοσύνολο. Συνεπώς δεν είναι ούτε αυτή ορατή. Για να δείξουμε τη θέση της ώστε να είναι ορατή από κάποια απόσταση, πρέπει να τοποθετήσουμε στη θέση του σημείου κατακόρυφα κάποιο όργανο, που να έχει γραμμική μορφή, δηλαδή να υλοποιήσουμε την κατακόρυφο.

Επισήμανση σημείου λέγεται η υλοποίηση της κατακόρυφου του τόπου.

Για τις επισημάνσεις σημείων χρησιμοποιούνται τα ακόντια. Η περιγραφή αυτών των Τοπογραφικών οργάνων γίνεται στην παράγραφο **Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε..** Τοποθετούμε το ακόντιο ώστε η αιχμή της κάτω άκρης του να βρίσκεται ακριβώς στο σημείο τομής των Γεωμετρικών Τόπων, που υπάρχουν στην κατασκευή σήμανσης. Φροντίζουμε ώστε το ακόντιο να είναι ακριβώς κατακόρυφο και το σταθεροποιούμε σε αυτή τη θέση μέχρι να ολοκληρωθεί η μέτρηση.

Παρά την προσπάθεια να κάνουμε ασφαλή σήμανση των σημείων μιας έκτασης, αυτό δεν είναι πάντα αποτελεσματικό. Πολλές φορές χάνονται οι πάσσαλοι, που χρησιμοποιήσαμε για την σήμανση, είτε επειδή καλύπτονται από φερτά υλικά, είτε επειδή κατά λάθος μετατοπίζονται από περαστικούς.

Πρέπει να έχουμε λάβει τα μέτρα μας, ώστε να είναι πάντα δυνατός ο προσδιορισμός της θέσης ενός πολύ σημαντικού σημείου. Τέτοια σημαντικά σημεία είναι τα σημεία στάσης των Τοπογραφικών οργάνων κατά τη διάρκεια οδεύσεων.

Εξασφάλιση σημείου λέγεται ο προσδιορισμός Γεωμετρικών Τόπων, η τομή των οποίων ορίζει το σημείο.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Η χρήση ηλεκτρονικών προγραμμάτων είναι αναγκαία για την εγκυρότητα και την ταχεία απόδοση αποτελεσμάτων.
2. Η χρήση ηλεκτρονικών προγραμμάτων μας επιτρέπει την εύκολη και άμεση επαλήθευση αποτελεσμάτων.
3. Καλύτερη παρουσίαση δεδομένων και αποτελεσμάτων.
4. Ευκολότερη επεξεργασιμότητα των δεδομένων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. http://el.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System
2. <http://www.asiathr.gr/content/files/Artcles/Seamanship/seamanship7.pdf>
3. <http://www.diolkos3d.com/GR/dtmsg.html>
4. <http://www.ggtop.gr/ggcad/GGCAD.htm>
5. <http://www.cadlab.gr/el/blogandtutorialsgr/item/35-acadmaptut008.html>
6. Σημειώσεις μαθήματος "Τοπογραφία Ι" ΓΡΗΓΟΡΗΣ Κ. ΔΑΝΙΗΛ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΦ. Τ.Ε.Ι. ΛΑΜΙΑΣ
- 7.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Οδός που κατασκευάστηκε στη Βαβυλώνα περί το 600 π.Χ.	6
Εικόνα 2. Οδός που κατασκευάστηκε στην Κρήτη περί το 1700 π.Χ.	7
Εικόνα 3. Οδόστρωμα με τροχιές στην Αρχαία Ελλάδα. Κατασκευάστηκε περί το 700 π.Χ.	8
Εικόνα 4. Λιθόστρωτη ρωμαϊκή οδός	9
Εικόνα 5. Χαλικόστρωτη ρωμαϊκή οδός	9
Εικόνα 6. Σανιδόστρωτη ρωμαϊκή οδός	9
Εικόνα 7. Οδός που κατασκευάστηκε από το Μ. Ναπολέοντα περί το 1810	11
Εικόνα 8. Γαλλική μέθοδος κατασκευής οδών	11
Εικόνα 9. Μέθοδος McAdam	12
Εικόνα 10. Τυπική διατομή μιας αστικής οδού από το 1911	13
Εικόνα 11. Βήματα Σχεδιασμού Οδών με τη βοήθεια Η/Υ	21
Εικόνα 12. Αρχικό παράθυρο διαλόγου προγράμματος.	25
Εικόνα 13. Αρχική επιφάνεια εργασίας	26
Εικόνα 14. Καρτέλα "Αρχείο"	27
Εικόνα 15. Καρτέλα "επεξεργασία"	28
Εικόνα 16. Καρτέλα "Εμφάνιση"	29
Εικόνα 17. Καρτέλα «Εργαλεία»	30
Εικόνα 18. Καρτέλα «έργο»	31
Εικόνα 19. Καρτέλα «έδαφος».	32
Εικόνα 20. Καρτέλα «χάραξη»	33
Εικόνα 21. Καρτέλα «Βοήθεια»	34
Εικόνα 22. Εντολή Προδιαγραφές Δρόμου	35
Εικόνα 23. Οριζοντιογραφία.	36
Εικόνα 24. Μηκοτομή οδου.	36
Εικόνα 25. Διατομές.	37
Εικόνα 26. Εισαγωγή αρχείου συντεταγμένων από gps.	48
Εικόνα 27. Εύρεση αρχείου	49
Εικόνα 28. Επιλογές τρόπου εισαγωγής των δεδομένων	50
Εικόνα 29. Αρχείο μοντέλου εδάφους από το πρόγραμμα μέσω τριγώνων.	51
Εικόνα 30. Επιλογή υψομετρικών καμπυλών.	52
Εικόνα 31. Δημιουργία υψομετρικών καμπυλών στο μοντέλο εδάφους.	53
Εικόνα 32. Δημιουργία νέας επιφάνειας από το Civil toolspace	59
Εικόνα 33. Προσθήκη ισοϋψών καμπυλών	61
Εικόνα 34. Ορισμός ονόματος και τύπου boundaries	63

Εικόνα 35.....	65
Εικόνα 36.....	66
Εικόνα 37.....	67
Εικόνα 38. 3DWireframe mode.....	68
Εικόνα 39. realistic mode.....	68
Εικόνα 40. σε shaded mode.....	69
Εικόνα 41. Θεοδόλιχος.....	71
Εικόνα 42. εξελιγμένο ταχύμετρο.....	73
Εικόνα 43. Χωροβάτης παλαιάς τεχνολογίας.....	74
Εικόνα 44. Χωροβάτης νέας τεχνολογίας.....	74
Εικόνα 45.....	77
Εικόνα 46. Διπλόσυχνο GPS.....	79
Εικόνα 47. Ισοϋψής καμπύλες.....	80
Εικόνα 48. Ψηφιακό μοντέλο εδάφους.....	81
Εικόνα 49. Χάραξη με gprs.....	82
Εικόνα 50. Στοιχεία μετρήσεων.....	83