

ΔΥΟ ΛΟΓΙΑ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ

Το βιβλίο αυτό γράφτηκε από τους συγγραφείς με σκοπό να συμβάλουν στην εκπαιδευτική διαδικασία του μαθήματος της Τοπογραφίας Ι.

Το βιβλίο είναι γραμμένο με τον απλούστερο κατά το δυνατό λόγο, για να γίνει κατανοητό από σπουδαστές που έρχονται σε επαφή με το αντικείμενο για πρώτη φορά.

Το βιβλίο περιέχει δέκα τέσσερα (14) κεφάλαια. Στο πρώτο που είναι 100 σελίδων, γίνεται μία σύντομη ιστορική διαδρομή της επιστήμης της Τοπογραφίας, για να ενημερωθούν οι αναγνώστες αφ' ενός για την εξέλιξη της Τοπογραφίας, αφ' ετέρου να γνωρίσουν πως συνέβαλαν σε αυτήν οι αρχαίοι υμών πρόγονοι.

Στα επόμενα δέκα (10) κεφάλαια αναπτύσσεται η επιστήμη της Τοπογραφίας, με απλά λόγια και πλήθος σχημάτων και εικόνων, για να είναι κατά το δυνατόν κατανοητές οι έννοιες και ορισμοί που αναπτύσσονται στα κεφάλαια αυτά.

Στα επόμενα δύο (2) κεφάλαια παρουσιάζεται ο εξοπλισμός των εργαστηρίων και ο τρόπος χρήσης αυτού.

Στο τελευταίο κεφάλαιο τίθενται αποσπάσματα από την Ελληνική νομοθεσία που αφορούν τον τρόπο σύνταξης των Τοπογραφικών Διαγραμμάτων και τις αμοιβές των μηχανικών που συντάσσουν αυτά.

*Καριώτης Γεώργιος - Παναγιωτόπουλος Ελευθέριος
ΜCs Διπλωματούχοι Αγρονόμοι Τοπογράφοι Μηχανικοί*

ΣΥΝΤΟΜΗ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΗΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ

Στο Κεφάλαιο αυτό περιέχονται:

- ➔ 1.1 Εισαγωγή
- ➔ 1.2 Χάρτες της αρχαιότητας
- ➔ 1.3 Χάρτες στην Ευρώπη του μεσαίωνα
- ➔ 1.4 Ιστορική εξέλιξη των τοπογραφικών οργάνων
 - ➔ 1.4.1 Μονάδες μέτρησης
 - ➔ 1.4.2 Όργανα και μέθοδοι μέτρησης
- ➔ 1.5 Το αναλογικό Ταχύμετρο

1.1 Εισαγωγή

Ιστορική αναδρομή της γεωδαισίας

Η γεωδαισία προέρχεται από τις Ελληνικές λέξεις γη και δαίω ή δαίομαι, δηλαδή μοιράζω τη γη.

Η Γεωδαισία είναι η επιστήμη που ασχολείται με τη θεωρητική σπουδή των μεθόδων και την επιλογή των απαραίτητων οργάνων, για την εκτέλεση των αναγκαιών μετρήσεων και υπολογισμών, που θεωρούνται ικανές να προσδιορίσουν τη μορφή και το μέγεθος ολόκληρης της γήινης επιφάνειας ή τμημάτων αυτής και να απεικονίσουν σε χάρτες, να προσδιορίσουν το γήινο πεδίο βαρύτητας και διαχρονικά να παρακολουθείται η εξέλιξη του. Η **Γεωδαισία** αποτελεί, στο πρακτικό της μέρος, μια συνδυασμένη εφαρμογή της τριγωνομετρίας και της γεωγραφίας με χρήση, ανώτερων μαθηματικών και κυρίως, στατιστικών μεθόδων για τον υπολογισμό των απαιτούμενων μεγεθών. Μια γεωδαιτική πράξη μέτρησης έχει να κάνει με παρατηρήσεις γωνιών, αποστάσεων και βαρύτητας, που με τις κατάλληλες πράξεις και στατιστικές μεθόδους μπορούν να αποδώσουν με προσδιορισμένη ακρίβεια, το ανάγλυφο της περιοχής, σε ένα ορισμένο σύστημα αναφοράς. Τις περασμένες δεκαετίες η Γεωδαισία ονομαζόταν «Ανωτέρα Γεωδαισία» ή «Ελληψοειδής Γεωδαισία».

Η **Τοπογραφία**, ως κλάδος της Γεωδαισίας, ασχολείται με τη μέτρηση, τον υπολογισμό και την απεικόνιση των μικρών σχετικά τμημάτων της γήινης επιφάνειας, δίνοντας έμφαση στις λεπτομερείς αποτυπώσεις. Τις περασμένες δεκαετίες η Τοπογραφία ονομαζόταν «Κατωτέρα Γεωδαισία». Η βασική διαφορά της από τη Γεωδαισία είναι το προς μελέτη μικρό μέγεθος της γήινης επιφάνειας, χωρίς να λαμβάνονται αισθητά υπόψη οι επιδράσεις του γήινου πεδίου βαρύτητας.

Η Γεωδαισία είναι από τις αρχαιότερες επιστήμες, εντάσσεται στον κλάδο των γεωεπιστημών και έχει στενή σχέση με την Αστρονομία. Η αληθινή και ακριβής γνώση της ουράνιας δυναμικής και οι χωρικές ιδιότητες του ηλιακού συστήματος είναι θεμελιώδεις για την πρακτική της γεωδαισίας.

Η δημιουργία των χαρτών γεννήθηκε από τη βασική ανάγκη του προϊστορικού ανθρώπου να αποτυπώσει το ζωτικό του χώρο σε κάποιο υλικό, για άμεση και συνολική εποπτεία του γήινου χώρου. Οι πρώτοι χάρτες σύμφωνα με τον Raisz (1948), πρέπει να εμφανίστηκαν πριν από τη γραφή, έτσι όπως τουλάχιστο προκύπτει από μαρτυρίες ταξιδιωτών που ήρθαν σε επαφή με πρωτόγονους λαούς, που χωρίς να έχουν ανακαλύψει τη γραφή, ζωγράφιζαν χάρτες. Ο χάρτης λειτούργησε και λειτούργει ως χωρικό μέσον αποτύπωσης και καταγραφής του φυσικού και πολιτισμικού γίνεσθαι ενός τόπου. Επομένως ο χάρτης, δεν πρέπει να λαμβάνεται μόνο ως ιστορικό δεδομένο, αλλά και ως ερευνητικό στοιχείο της αντίληψης του «χώρου μέσα στο χρόνο», της ιστορίας των ανθρωπίνων πράξεων, ιδεολογιών, πολιτισμών.

Οι ερευνητές των αρχαίων πολιτισμών διερευνούν με ποιο τρόπο εξασφάλιζαν την κοσμογραφική δυνατότητα οι αρχαίοι λαοί. Η αρχαιογεωδαισία, στο τομέα της έρευνας, έχει να επιδείξει μοναδικές μεθόδους αξιολόγησης και κατανόησης των

αρχαίων πολιτισμών για τις έννοιες της γεωγραφίας, του τόπου, της γης και του σύμπαντος, έτσι όπως μας μεταφέρονται από τις αρχαιολογικές μαρτυρίες. Η σκόπιμη γεωδαιτική διάταξη των προϊστορικών μνημείων μπορεί να καταδείξει θεμελιώδεις ή σύνθετες γεωδαιτικές, αστρονομικές και κοσμογραφικές γνώσεις των αρχαίων και προϊστορικών πολιτισμών.

Θεμελιώδεις καθήκον των αρχαίων κοινωνιών ήταν ο προσδιορισμός του χώρου και η γνώση τη θέσης τους σε κάθε τους δραστηριότητα. Η ανάγκη για μετρήσεις δημιουργήθηκε από τις αρχές της ανθρώπινης ύπαρξης. Η ανάγκη αυτή έγινε μεγαλύτερη από τότε που ο άνθρωπος σταμάτησε τη νομαδική ζωή, δημιούργησε οικισμούς και άρχισε να καλλιεργεί τη γη. Η αύξηση του ενδιαφέροντος για την καλύτερη κατανόηση των διαφόρων φυσικών φαινομένων και της γης έπαιξε σημαντικό ρόλο στην εμφάνιση και εξέλιξη του πολιτισμού. Από τα ιστορικά δεδομένα φαίνεται η τάση προσδιορισμού της θέσης να περιλαμβάνεται στο εννοιολογικό πλαίσιο των μύθων που διαμόρφωναν την κοσμολογία τους, είτε με περιγραφική πληροφορία, είτε με διάγραμμα.

Η επιστημονική αντιμετώπιση του χαρτογραφικού περιεχομένου των ιστορικών χαρτών με μεθόδους νέων τεχνολογιών, παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, για την εξαγωγή συμπερασμάτων που σχετίζονται άμεσα με τον τεχνολογικό πολιτισμό συγκεκριμένων ιστορικών χαρτογραφικών περιόδων αλλά και με τα ιδιαίτερα τεχνικά και μεθοδολογικά χαρακτηριστικά "χαρτογραφικών σχολών" και επώνυμων χαρτογράφων.

Η απόδοση του χάρτη είναι αποτέλεσμα μετρήσεων και υπολογισμών. Η μέτρηση απαιτεί τη κατασκευή των απαραίτητων οργάνων. Οι επιστήμονες εστίασαν την προσοχή τους αρχικά στη μέτρηση αποστάσεων και γωνιών. Σταδιακά βελτίωναν τα όργανα από πλευράς ευχρηστίας, ανθεκτικότητας, ακρίβειας και κόστους κατασκευής.

Μεγάλη ώθηση στην ανάπτυξη μεθόδων και οργάνων γεωδαισίας και τοπογραφίας δόθηκε από τον Ιούλιο Καίσαρα όταν αποφάσισε να χαρτογραφήσει τη Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία. Το έργο ολοκληρώθηκε από τον διάδοχο του, Αύγουστο περίπου 37-20 π.Χ. Οι αγρομέτρες διδάσκονται γεωμετρία, μαθηματικά, αστρονομία, στοιχεία νομοθεσίας φιλοσοφία και μουσική. Στις εργασίες των αγρομετρών προστέθηκε και η εκτίμηση της ποιότητας των εδαφών και αρχίζει να δημιουργείται ένα είδος εκτιμητικού κτηματολογίου. Ο Αύγουστος ενθάρρυνε την ακριβή οριοθεσία των διανομών και τη διατήρηση των κτηματολογικών αρχείων. Τα όρια σημαίνονταν με λίθινα ορόσημα και ο νόμος απαγόρευε τη μετάθεση των οροσήμων.

Οι «γεωδαίτες» ή «τοπογράφοι» και μετά τον 4ο αιώνα ήταν δημόσιοι υπάλληλοι, στρατιωτικοί και ελεύθεροι επαγγελματίες, οι οποίοι αρχίζουν να οργανώνονται σε σωματεία. Στα καθήκοντά τους περιλαμβάνονταν και η διανομή της γης για οικιστικούς λόγους. Ήταν βασικοί διαιτητές (πραγματογνώμονες) στη τακτοποίηση των διαφωνιών και σε οριοθετήσεις για οποιονδήποτε λόγο. Η αμοιβή καταβαλλόταν εξ ημισείας από τους διαφωνούντες, αν όμως από φυσική καταστροφή απαιτείτο επαναπροσδιορισμός των ορίων, τότε καταβαλλόταν από το δημόσιο. Για τις οριοθετήσεις, διανομές, κληρονομίες τακτοποιήσεις διαφορών ως προς τα όρια άρχισαν να θεσπίζονται κανόνες και να περιβάλλονται οι διαδικασίες με νομικό πλαίσιο. Σχετικές αναφορές υπάρχουν στο Θεοδοσιανό κώδικα (408-450) και στον Ιουστινιάνειο

κώδικα και τους Πανδέκτες (530-533). Προβλεπόταν και ποινές για τους τοπογράφους που δεν έκαναν σωστά τη δουλειά τους, αλλά γίνεται και αναφορά στη χρήση των οργάνων. Για διάκριση των ορίων των αγρών οι Βυζαντινοί τοποθετούσαν διακριτικά γνωρίσματα και τα ονόμαζαν με διάφορα ονόματα: οροί, σύνορα, συνόρια, τερμόνια. Υλικά κατασκευής ήταν στήλοι (κίονες), οξείς λίθοι, δένδρα, ξύλα. Συνήθιζαν τους λίθους, όπου χάραζαν σταυρούς ή και γράμματα, όπως και στα δένδρα. Οι καλούμενοι οροφύλακες ήταν ειδικοί φύλακες και επόπτες των συνόρων, οι οποίοι έπαιζαν και τον ρόλο των οριοδεικτών σε περίπτωση επαναπροσδιορισμού των ορίων.

Κατά τους Βυζαντινούς χρόνους υπήρχε μεγάλο ενδιαφέρον για όσες γεωγραφικές γνώσεις υπήρχαν (χάρτες, οδοιπορικά, περιηγητικά βιβλία) και υπηρετούσαν πολιτικούς και θρησκευτικούς σκοπούς.

Κατά τον 11ο αιώνα συντάσσεται το κτηματολόγιο των Θηβών, από το οποίο δεν σώζονται μεν διαγράμματα αλλά υπάρχουν κτηματολογικοί πίνακες που δίνουν σημαντικές πληροφορίες για το βυζαντινό φορολογικό σύστημα του 10ου και 11ου αιώνα.

Η τοπογραφική τεχνική όλα αυτά τα χρόνια μέχρι και τον 14ο αιώνα βασίζεται στα όμοια τρίγωνα και στις αναλογίες.

Από τον 14ο μέχρι και τον 16ο αιώνα επέρχονται αλλαγές στη φεουδαρχική οικονομία της Ευρώπης που αφορούν στο μέγεθος της ιδιοκτησίας της γης με αποτέλεσμα να καταρρεύσει το σύστημα διαχείρισης γης της μεσαιωνικής περιόδου. Μέχρι εκείνη την εποχή μόνο οι κυβερνήτες των κρατών και των πόλεων παρήγαγαν χάρτες. Ένας χάρτης δεν περιείχε μόνο τη χωρική πληροφορία, αλλά ήταν και πολιτικό έγγραφο που βεβαίωνε την ιδιοκτησία.

Το 1510 περίπου εμφανίζονται οι πρώτοι ισπανικοί χάρτες σε εθνικό επίπεδο, ενώ στις αναπτυσσόμενες Κάτω Χώρες υπήρχαν από το 1530 περίπου χαρτογραφημένα αγροτεμάχια. Το 1570 ο Φλαμανδός χαρτογράφος Abraham Ortelius εξέδωσε τον 1ο άτλαντα του νέου κόσμου με τις μέχρι τότε εξερευνησεις στον Ειρηνικό και Ινδικό Ωκεανό. Τον 16ο αιώνα οι άγγλοι γαιοκτήμονες αρχίζουν να συντάσσουν διαγράμματα των κτημάτων τους για κατοχύρωση της ιδιοκτησίας τους και την ίδια περίοδο η Σουηδία παρήγαγε τον 1ο εθνικό της χάρτη.

Ο 17ος αιώνας χαρακτηρίστηκε από καινοτομίες στην ιστορία της εξέλιξης της τεχνολογίας και των επιστημών και ιδιαίτερα στο τομέα της τοπογραφίας με την εφεύρεση του τηλεσκοπίου. Η προσαρμογή του στα τοπογραφικά όργανα και η επινόηση ειδικών συστημάτων βαθμολόγησης για μεγαλύτερη ακρίβεια στη μέτρηση γωνιών δημιουργεί ένα ιδιαίτερο κλάδο τεχνιτών, οι οποίοι εξειδικεύονται στα οπτικά και στις χαράξεις των δίσκων των οργάνων. Η βαθμονόμηση τόξου αποτελούσε δύσκολη εργασία μέχρι τον 18ο αιώνα, όπου κατασκευάστηκαν οι πρώτες μηχανές βαθμονόμησης. Μέχρι το τέλος του 17ου αιώνα είχε διαμορφωθεί η μορφή του θεοδόλιχου και χρησιμοποιείται ως όργανο μέτρησης οριζόντιων και κατακόρυφων γωνιών. Εξελίσσεται με ακριβέστερη διαίρεση των κύκλων και εφοδιάζεται με ακριβέστερα συστήματα ανάγνωσης.

Ο Newton (1643-1727) διατυπώνει τον νόμο της βαρύτητας (δημοσίευση 1687), ότι η μεταβολή της περιόδου ταλάντωσης του εκκρεμούς είναι συνάρτηση της μεταβολής του βάρους του, που εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος. Με τα συμπεράσματα σχετικά με τη βαρύτητα και τη περιστροφική κίνηση της γης, διατυπώνει την άποψη ότι το σχήμα της γης είναι ένα **ελλειψοειδές εκ περιστροφής**, όπου η βαρύτητα, αυξάνει από τον ισημερινό προς τους πόλους. Ο Bouguer (1698-1758) εισάγει την έννοια της «ισοδυναμικής» επιφάνειας και αναπτύσσει μέθοδο αναγωγής της τιμής της βαρύτητας στην επιφάνεια της θάλασσας (αναγωγή Bouguer). Ο Clairaut (1713-1765) εγκαινιάζει τη βαρυτημετρική γεωδαιτική μέθοδο, η οποία επιτρέπει τον προσδιορισμό των γεωμετρικών παραμέτρων του σχήματος της γης, από τα δεδομένα των τιμών βαρύτητας.

Εκτός από τις μετρήσεις τόξων μεσημβρινού και της βαρύτητας με εκκρεμή δευτερολέπτου, ο προσδιορισμός του σχήματος και της μάζας της γης αποτελούσαν τα πιο ενδιαφέροντα θέματα της εποχής. Για να βελτιωθεί η ακρίβεια υπολογισμών του μεγέθους και του σχήματος της γης κατέληξαν οι επιστήμονες ότι πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι αποκλίσεις του νήματος της στάθμης από τη κατακόρυφο του τόπου. Ο Carl Friedrich Gauss (1777-1855) λαμβάνοντας υπόψη την έννοια της ισοδυναμικής επιφάνειας του γήινου πεδίου βαρύτητας, την αποδίδει ως μαθηματική επιφάνεια της γης που προσεγγίζει καλλίτερα τη μέση στάθμη της θάλασσας. Η επιφάνεια αυτή, στην οποία το διάνυσμα της βαρύτητας είναι κάθετο σε κάθε της σημείο, ονομάστηκε **γεωειδές**, από τον Johann Benedikt Listing, το έτος 1873.

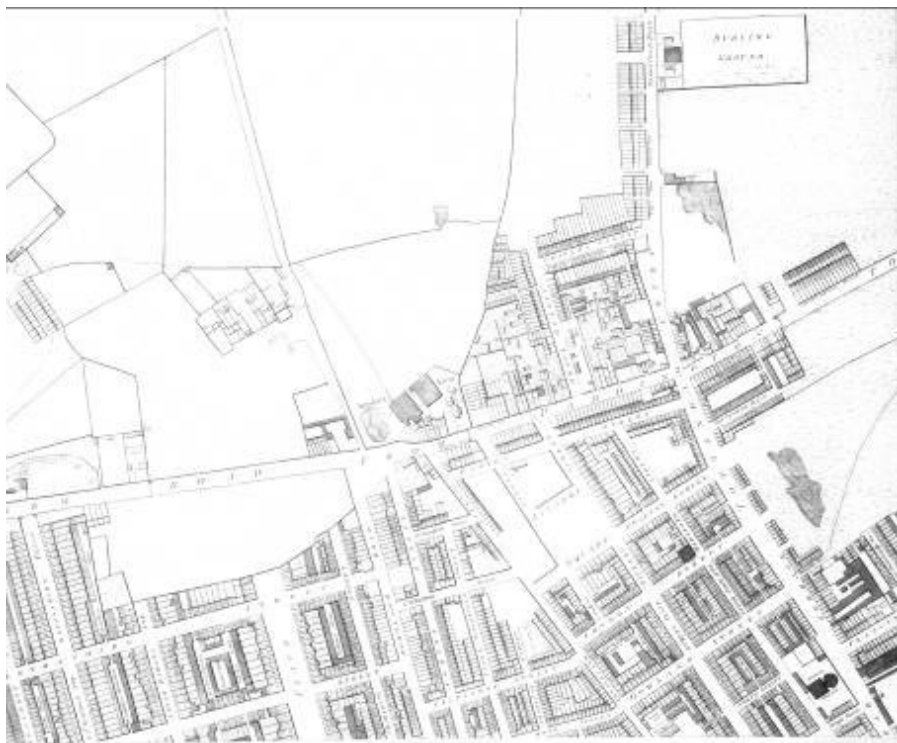
Κατά τον 18ο αιώνα ενισχύθηκε η τοπογραφική δραστηριότητα, αφενός λόγω αυξανόμενων αστικών αναγκών για βασικά δεδομένα και αφετέρου για συστηματική τοπογραφική αποτύπωση των εδαφών σε εθνικό επίπεδο. Το αποτέλεσμα των χαρτογραφικών δεδομένων απαιτούσε ικανότητες, επιστημονική κατάρτιση και τεχνικά μέσα και έτσι δημιουργήθηκαν οι εθνικοί οργανισμοί τοπογραφικών αποτυπώσεων, οι οποίοι δαπάνησαν μεγάλα ποσά για τις αποτυπώσεις των πόλεων και τη σύνταξη αστικών χαρτών, όπως και για τις εγκαταστάσεις κρατικών ή διακρατικών τριγωνομετρικών δικτύων. Η τεχνική του **τριγωνισμού** αναπτύχθηκε το 1617 από τον Ολλανδό μαθηματικό Snellius, ως βασική εργασία γεωδαιτικών και χαρτογραφικών εφαρμογών. Μέσω της μεθόδου του τριγωνισμού, αφενός γινόταν προσπάθεια προσδιορισμού του μήκους μιας μοίρας κατά μήκος ενός μεσημβρινού, αφετέρου δημιουργούσαν σταθερά σημεία στην επιφάνεια της γης. Ο Gauss παράλληλα και ανεξάρτητα από τον Adrien Marie Legendre (1752-1833), εφάρμοσε τη **μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων** στην ανάλυση των παρατηρήσεων.

Το 1671 ο Zan Picard, ιδρυτικό μέλος της Βασιλικής Ακαδημίας των Επιστημών, στο Παρίσι, αναφέρει «*με τη μέθοδο του τριγωνισμού δεν θα αποκτήσουμε μόνο ένα χάρτη, τον ακριβέστερο που έγινε ποτέ, αλλά θα έχουμε τη δυνατότητα να προσδιορίσουμε το μέγεθος της γης με μεγαλύτερη βεβαιότητα σε σχέση με όλους τους άλλους που το επιχείρησαν μέχρι τώρα*». Το 1783 προτάθηκε να συνδεθούν με τριγωνισμό τα αστεροσκοπεία Παρισιού και Γκρήνουιτς (διακρατικό δίκτυο), ώστε να υπολογιστεί η απόσταση μεταξύ των δύο εθνικών μεσημβρινών. Η τεχνική του τριγωνισμού



Φωτ. 1.25. Χάρτης Cassini 1756 περιοχή μεταξύ Παρισιού και Βερσαλλιών

Ο Ρίτσαρντ Χόργουντ (1758-1803) ξεκίνησε την δημιουργία λεπτομερούς χάρτη του Λονδίνου, ώστε η απεικόνιση να μην περιορίζεται απλά και μόνο στη κατάδειξη του οικοπέδου και του σπιτιού αλλά και με το όνομα ή τον αριθμό της οδού, σε κλίμακα 26 ιντσών (66 εκατοστά) προς 1 μίλι (1,6 χιλιόμετρα). Η διάρκεια εκπόνηση του εγχειρήματος διήρκησε από το 1790 μέχρι το 1799 και αποτελείται από 32 φύλλα χάρτη. Θεωρείται ορόσημο ενός διαγράμματος αστικής περιοχής.



Φωτ. 1.26. *Plan of the Cities of London and Westminster, του Ρίτσαρντ Χόργουντ*

Ο Τόμας Μίλν, δραστηριοποιείται στη Βρετανία με ενεργή συμμετοχή στη αποτύπωση του Λονδίνου με τον Ρίτσαρντ Χόργουντ. Ο χάρτης χρήσεων γης του Λονδίνου και της ευρύτερης περιοχής αποδίδει με ακρίβεια και λεπτομέρεια τη διαίρεση των οικοπέδων πιθανώς ως υπόβαθρο να χρησιμοποιήθηκε τα στοιχεία αποτύπωσης του Λονδίνου και στοιχεία της Χαρτογραφικής Υπηρεσίας. Χρησιμοποιεί γράμματα της αλφαβήτου σε συνδυασμό με χρώματα και 4 είδη γραμμοσκίασης για την απόδοση των χρήσεων γης αλλά και της κλιμακούμενης δόμησης στο αστικό ιστό της πόλης.

Το 19ο αιώνα με την ανάπτυξη των επιστημών, οι οποίες για πρώτη φορά εισήγαγαν το χάρτη ως εργαλείο μελέτης και έρευνας του γνωστικού τους αντικειμένου, συνέβαλαν στην εξέλιξη της χαρτογραφίας. Η βιομηχανική επανάσταση επέδρασε θετικά στη δημιουργία νέας μορφής χαρτών, έγχρωμους, ακριβέστερους, αλλά κυρίως μικρότερου κόστους κατασκευής.



Φωτ. 1.27. Χάρτης χρήσεων γης του Λονδίνου, του Τόμας Μιλν

Εμφανίζεται, δηλαδή, μια νέα κατηγορία χαρτών που έχει αντικείμενο την απεικόνιση φαινομένων του γεωγραφικού χώρου, όχι κατ' ανάγκη συγκεκριμένων ή ορατών, η οποία μελλοντικά θα δημιουργήσει ένα ιδιαίτερο τομέα της χαρτογραφίας, τη θεματική χαρτογραφία. Στις αρχές του 19ου αιώνα εμφανίζονται οι πρώτοι γεωλογικοί χάρτες και στη συνέχεια, άτλαντες μετεωρολογίας, ωκεανογραφίας, βιολογίας, εθνογραφίας κλπ. Οι σχολικοί χάρτες και άτλαντες χρησιμοποιούνται σταθερά ως βοηθήματα στην εκπαίδευση.

Η χώρα που διακρίνεται για την παραγωγή χαρτών το 19ο αιώνα είναι η Γερμανία. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των χαρτών αυτών είναι η ακρίβεια και το πλήθος των λεπτομερειών απόδοσης και η πολυχρωμία.



Φωτ. 1.28. Φύλλο χάρτη της Χαρτογραφικής Υπηρεσίας της Αγγλίας σε κλίμακα 1 ίντσα προς 1 μίλι τυπωμένος το 1914

Αν ο 19ος αιώνας μπορεί να χαρακτηριστεί ως ο αιώνας των εθνικών χαρτογραφήσεων, ο 20ος αιώνας μπορεί να χαρακτηριστεί ως ο αιώνας των χαρτογραφήσεων σε διεθνές επίπεδο. Στην αλλαγή αυτή συνετέλεσε η εισαγωγή της αεροφωτογραφίας στη μέθοδο κατασκευής του χάρτη κατά τον 20ο αιώνα, η φωτογραφία, η συνεχής εξέλιξη της φωτολιθογραφίας και της φωτοχαρακτικής έχουν συνεχή επίδραση στην ποιότητα των παραγομένων χαρτών. Ραγδαία είναι η εξέλιξη της θεματικής χαρτογραφίας ιδιαίτερα μετά το 2ο παγκόσμιο πόλεμο. Η εισαγωγή του ηλεκτρονικού υπολογιστή και η συνεχής εξέλιξη των ηλεκτρονικών τεχνικών εξοπλισμών και λογισμικών, έχει επιφέρει ριζικές αλλαγές σε όλα τα στάδια της χαρτογραφικής διαδικασίας συλλογή, επεξεργασία και απόδοση.

Όλο και περισσότερες επιστήμες και τεχνολογίες χρησιμοποιούν πλέον τους χάρτες, ως μέσα έρευνας και μελέτης. Τα μεγάλα τεχνικά έργα, το κτηματολόγιο, η οργάνωση και επέκταση του αστικού χώρου (πολεοδομικά σχέδια), η πρόβλεψη, πρόληψη και διαχείριση φυσικών καταστροφών, απαιτούν σχεδιασμό και μελέτη σε χάρτες υπόβαθρα.

καθορισμένων εκ των προτέρων.

Τέτοιες ιδιότητες δύναται να είναι:

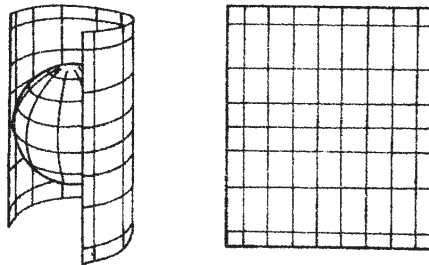
- α. η τήρηση του εμβαδού (εμβαδοτηρητικοί χάρτες)
- β. η τήρηση των γωνιών (γωνιοτηρητικοί χάρτες)
- γ. η τήρηση της κλίμακας
- δ. η τήρηση της κατεύθυνσης

Η εκλογή του κατάλληλου συστήματος προβολής εξαρτάται:

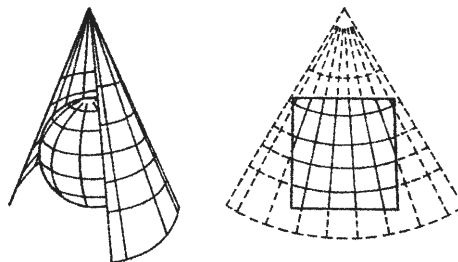
- α. από την έκταση που θα απεικονισθεί
- β. από το είδος και το σκοπό που θα εξυπηρετήσει ο χάρτης

Ανάλογα με το είδος της αναπτυσκόμενης επιφάνειας πάνω στη οποία γίνεται η απεικόνιση, διακρίνονται τα παρακάτω είδη:

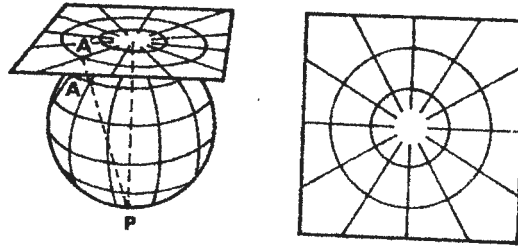
- α. κυλινδρικές
- β. κωνικές
- γ. επίπεδες ή αζιμουθιακές απεικονίσεις.



Σχ. 2.14. Κυλινδρική προβολή



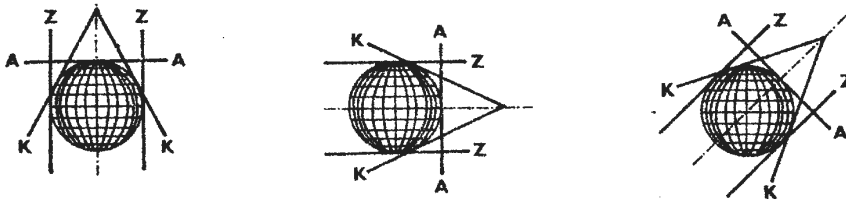
Σχ. 2.15. Κωνική προβολή



Σχ.2.16. Επίπεδη ή Αζιμουθιακή προβολή

Ανάλογα με το αν ο άξονας απεικόνισης είναι παράλληλος κάθετος ή λοξός προς τον άξονα περιστροφής της Γης, διακρίνονται τα εξής είδη:

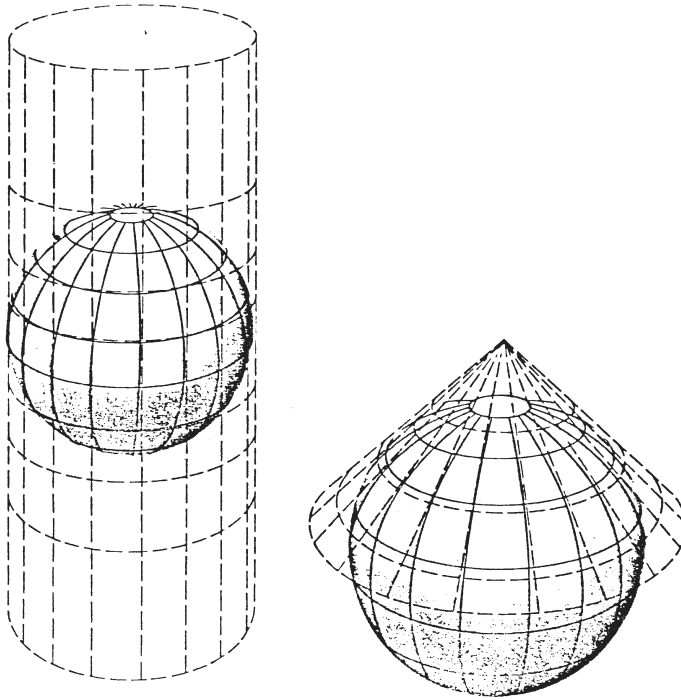
- α. ορθή απεικόνιση (άξονας απεικόνισης παράλληλος προς τον πολικό άξονα).
- β. εγκάρσια απεικόνιση (άξονας απεικόνισης κάθετος προς τον πολικό άξονα).
- γ. πλάγια απεικόνιση (άξονας προβολής λοξός)



Σχ. 2.17. Ορθή, εγκάρσια και πλάγια προβολή

Ανάλογα με τη σχέση των ημιαξόνων της δείκτριας του TISSOT (περαιτέρω ανάλυση δεν κρίνεται σκόπιμος να περιγραφεί στο παρόν σύγγραμμα) διακρίνονται:

- α. Σύμμορφες ή ορθομορφικές απεικονίσεις (γωνιακές παραμορφώσεις ίσες με το μηδέν, κλίμακα παραμένει ίδια για κάθε διεύθυνση όχι και για κάθε σημείο)
- β. Ισοδύναμες απεικονίσεις (αποτελεί περίπτωση διατήρησης των εμβαδών).



Σχ.2.18. Προβολή της σφαιρικής επιφάνειας σε κυλινδρική ή κωνική

Στον Ελλαδικό χώρο παρουσιάζουν ιδιαίτερη σημασία, οι κυλινδρικές και αζιμουθιακές προβολές.

Σαν **επιφάνειες κύριας προβολής** χρησιμοποιούνται

- α. Οριζόντιο επίπεδο (για μικρές εκτάσεις απεικόνισης περίπου 10 Km)
- β. Επιφάνεια σφαίρας
- γ. Επιφάνεια ελλειψοειδούς
- δ. Γωειδές (για επιστημονικές εργασίες)

2.4.2 Εφαρμογές προβολής στην Ελλάδα

Το Γεωδαιτικό Σύστημα αναφοράς (ΓΣΑ) – Datum:

- ➔ Δίνει αρχικές συν/νες σε ένα αυθαίρετο σημείο και επιλέγεται ένα ελλειψοειδές αναφοράς



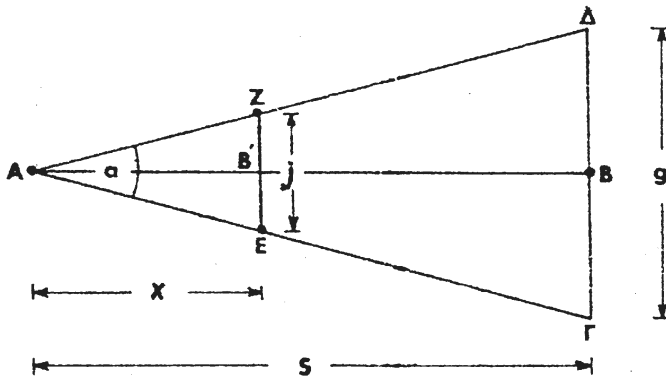
Τα όργανα που απαιτούνται για την εφαρμογή της ταχυμετρικής μεθόδου είναι το ταχύμετρο και η σταδία.

Το ταχύμετρο είναι ένα θεοδόλιχο, στο σταυρόνημα του οποίου υπάρχουν επί πλέον τα σταδιομετρικά νήματα ή ταχυμετρικά νήματα ή σταυρονήματα. Είναι βοηθητικές χαραγές πάνω στη πλάκα του σταυρονήματος του τηλεσκοπίου και απέχουν κατά γνωστή απόσταση j μεταξύ τους.

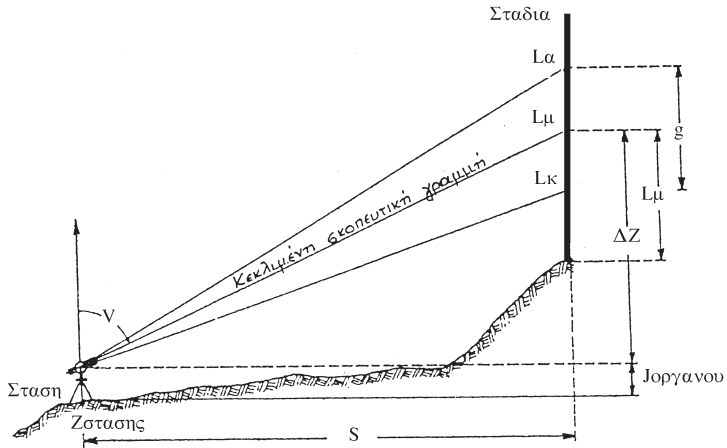
Α είναι η κορυφή της παραλλακτικής γωνίας (σημείο του ματιού μας), η οποία απέχει δεδομένη απόσταση x , από το επίπεδο των σταδιομετρικών νημάτων που στο παρακάτω σχήμα είναι τα E και Z και ευρίσκονται χαραγμένα στο τηλεσκόπιο του ταχυμέτρου πάνω σε κάποιο φακό.

Από τα όμοια τρίγωνα $ΑΓΔ$ και $ΑΕΖ$ προκύπτει

$S = x * g / j = k * g$ όπου $k = x / j$ σταθερά που εξαρτάται από τις τιμές των x και j . Για διευκόλυνση των υπολογισμών οι κατασκευαστές οργάνων, καθόρισαν την τιμή **$k=100$** με κατάλληλη εκλογή της απόστασης j σε σχέση με τη x



Σχ.3.17. Σχηματική παράσταση μέτρησης μήκους με ταχυμετρική μέθοδο



Σχ.3.18. Σχηματική παράσταση μέτρησης μήκους με ταχυμετρική μέθοδο σε κεκλιμένο έδαφος

Η σταδία είναι ξύλινος ή αλουμινένιος κανόνας του οποίου το μήκος είναι 3, 4, 5 μέχρι και 6 m. Το ξύλο επεξεργάζεται ειδικά, ώστε να αντέχει στην υγρασία και να εξασφαλίζεται η σταθερότητα στις διαστάσεις του.

Οι σταδίες αλουμινίου είναι πολύ ελαφρότερες η μεταφορά τους ευκολότερη, αλλά η αντοχή τους μειωμένη σε σχέση με τις ξύλινες. Η μικρότερη υποδιαίρεση είναι το 1cm. Ανά 10cm αναγράφονται οι αριθμοί με τέτοιες διαστάσεις, ώστε να διαβάζονται άνετα από μακρινές αποστάσεις (συνήθως 150m για ταχύμετρα που διαθέτουν τηλεσκόπια με μεγέθυνση 30X). Ανά 1m αλλάζει το χρώμα της σταδίας (άσπρο, κόκκινο, ή άσπρο, μαύρο, κ.λπ.), ώστε να παρουσιάζει κατάλληλη αντίθεση και ευκρίνεια. Συνήθως εφοδιάζονται με σφαιρική αεροστάθμη, η οποία εξυπηρετεί στη καλή κατακόρυφωση. Οι περισσότερες είναι πτυσσόμενες, ώστε και να είναι εύκολη η μεταφορά και να προστατεύεται η αριθμημένη επιφάνεια.

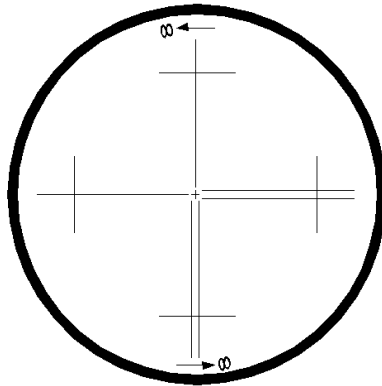


Σχ.3.19. Τμήμα συνήθους σταδίας

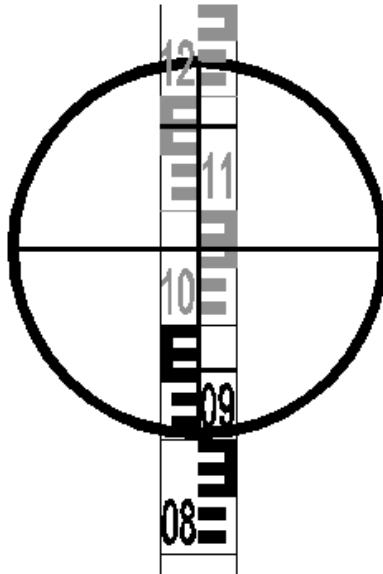
Το τμήμα της σταδίας που βρίσκεται ανάμεσα στα σταδιομετρικά νήματα του τηλεσκοπίου του ταχυμέτρου, όταν σκοπεύεται η σταδία, λέγεται απόκομμα και συνήθως συμβολίζεται με το γράμμα g , και υπολογίζεται από τον τύπο.

$$g = L\alpha - L\kappa$$

Την σταδία διαβάζουμε με την βοήθεια του τηλεσκοπίου του ταχυμέτρου.



Σχ.3.20. Συνήθη σταδιομετρικά νήματα ταχυμέτρου



Σχ.3.21. Αναγνώσεις σε σταδία $L\alpha=1,172, L\mu=1,066, L\kappa=0,960$

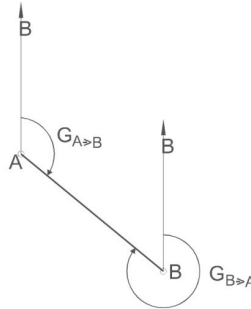
Παράδειγμα 4ο.

Γνωρίζουμε την γωνία διεύθυνσης της ευθείας AB, $G_{A \rightarrow B}$. Θα υπολογίσουμε την γωνία διεύθυνσης $G_{B \rightarrow A}$.

Θα εφαρμόσουμε τον τύπο:

$$G_{B \rightarrow A} = G_{A \rightarrow B} + 200(-400) = 143.876 + 200(-400) = 343.876$$

Το (-400) δεν το χρησιμοποιούμε διότι το άθροισμα $G_{A \rightarrow B} + 200$ δεν υπερβαίνει τους 400 βαθμούς.



Σχ. 5.8. Σχηματική παράσταση του 4ου παραδείγματος

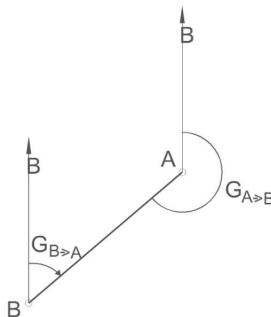
Παράδειγμα 5ο.

Γνωρίζουμε την γωνία διεύθυνσης της ευθείας AB, $G_{A \rightarrow B} = 254.441$. Θα υπολογίσουμε την γωνία διεύθυνσης $G_{B \rightarrow A}$.

Θα εφαρμόσουμε τον τύπο:

$$G_{B \rightarrow A} = G_{A \rightarrow B} + 200(-400) = 254.441 + 200(-400) = 54.441$$

Το (-400) το χρησιμοποιούμε διότι το άθροισμα $G_{A \rightarrow B} + 200$ υπερβαίνει τους 400 βαθμούς.



Σχ. 5.9. Σχηματική παράσταση του 5ου παραδείγματος

Παράδειγμα 6ο.

Γνωρίζουμε τις συντεταγμένες των σημείων A με $X_A=138,55$, $\Psi_A=-327,49$ και B με $X_B=214,18$ και $\Psi_B=-278,62$, το μήκος $S_{A\Gamma}=62,36$ m και το μήκος της καθέτου ΔΓ στην AB, $S_{\Gamma\Delta}=45,00$ m. Θα υπολογίσουμε τις συντεταγμένες των σημείων Γ και Δ.

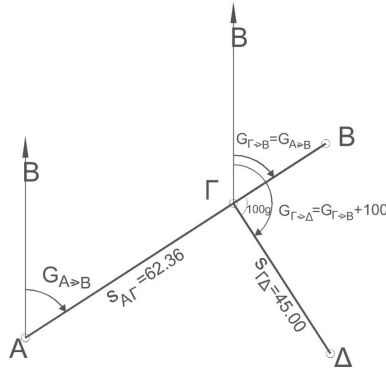
Κατ' αρχήν θα υπολογίσουμε την γωνία διεύθυνσης $G_{A \rightarrow B}$.

Θα εφαρμόσουμε το δεύτερο θεμελιώδες πρόβλημα:

$$\tan \alpha = \frac{\pm |\Delta_x|}{\pm |\Delta_\psi|} = \frac{\pm |X_B - X_A|}{\pm |\Psi_B - \Psi_A|} = \frac{214,18 - 138,55}{-278,62 - (-327,49)} = \frac{+|75,63|}{+|48,87|} = 1,5475752$$

$\tan^{-1} 1,5475752 = 63,478 = \alpha$ από στρογγυλοποίηση του 63,47842342, (για τις γωνίες αρκούν 3 δεκαδικά ψηφία).

Τα πρόσημα $\Delta X > 0$ και $\Delta \Psi > 0$ άρα από τον πίνακα υπολογισμού της γωνίας διεύθυνσης έχουμε $G_{A \rightarrow B} = \alpha = 63,478$.



Σχ. 5.10. Σχηματική παράσταση του 6ου παραδείγματος

Κατόπιν θα υπολογίσουμε τις συντεταγμένες του σημείου Γ με την βοήθεια του πρώτου θεμελιώδους προβλήματος και γνωρίζοντας ότι: $G_{A \rightarrow B} = G_{A \rightarrow \Gamma}$ διότι το σημείο Γ βρίσκεται πάνω στην ευθεία AB.

$$X_\Gamma = X_A + S_{A\Gamma} * \sin G_{A \rightarrow \Gamma} = 138,55 + 62,36 * \sin 63,478 = 138,55 + 52,38 = 190,93$$

$$\Psi_\Gamma = \Psi_A + S_{A\Gamma} * \cos G_{A \rightarrow \Gamma} = -327,49 + 62,36 * \cos 63,478 = -327,49 + 33,84 = -293,65$$

Στην συνέχεια θα υπολογίσουμε την γωνία διεύθυνσης $G_{\Gamma \rightarrow \Delta}$:

$$G_{\Gamma \rightarrow \Delta} = G_{\Gamma \rightarrow B} + 100 = G_{A \rightarrow B} + 100 = 63,478 + 100 = 163,478$$

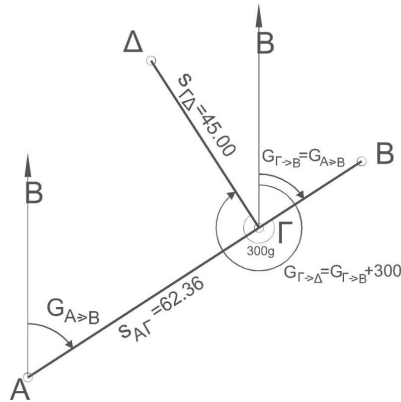
Τέλος θα υπολογίσουμε τις συντεταγμένες του σημείου Δ με την βοήθεια του πρώτου θεμελιώδους προβλήματος:

$$X_\Delta = X_\Gamma + S_{\Gamma\Delta} * \sin G_{\Gamma \rightarrow \Delta} = 190,92 + 45,00 * \sin 163,478 = 190,92 + 24,42 = 215,34$$

$$\Psi_\Delta = \Psi_\Gamma + S_{\Gamma\Delta} * \cos G_{\Gamma \rightarrow \Delta} = -293,65 + 45,00 * \cos 163,478 = -293,65 - 37,80 = -331,45$$

Παράδειγμα 7ο.

Γνωρίζουμε τις συντεταγμένες των σημείων Α με $X_A=348,63$, $\Psi_A=-327,49$ και Β με $X_B=424,26$ και $\Psi_B=-278,62$, το μήκος $S_{A\Gamma}=62,36$ m και το μήκος της καθέτου ΔΓ στην ΑΒ, $S_{\Gamma\Delta}=45,00$ m. Θα υπολογίσουμε τις συντεταγμένες των σημείων Γ και Δ.



Σχ. 5.11. Σχηματική παράσταση του 7ου παραδείγματος

Κατ' αρχήν θα υπολογίσουμε την γωνία διεύθυνσης $G_{A\rightarrow B}$.

Θα εφαρμόσουμε το δεύτερο θεμελιώδες πρόβλημα:

$$\tan \alpha = \frac{\pm |\Delta X|}{\pm |\Delta \Psi|} = \frac{\pm |X_B - X_A|}{\pm |\Psi_B - \Psi_A|} = \frac{424.26 - 348.63}{-278.62 - (-327.49)} = \frac{+|75.63|}{+|48.87|} = 1.5475752$$

$\tan^{-1} 1,5475752 = 63,478 = \alpha$ από στρογγυλοποίηση του 63,47842342, (για τις γωνίες αρκούν 3 δεκαδικά ψηφία).

Τα πρόσημα $\Delta X > 0$ και $\Delta \Psi > 0$ άρα από τον πίνακα υπολογισμού της γωνίας διεύθυνσης έχουμε $G_{A\rightarrow B} = \alpha = 63,478$.

Κατόπιν θα υπολογίσουμε τις συντεταγμένες του σημείου Γ με την βοήθεια του πρώτου θεμελιώδους προβλήματος και γνωρίζοντας ότι: $G_{A\rightarrow B} = G_{A\rightarrow \Gamma}$ διότι το σημείο Γ βρίσκεται πάνω στην ευθεία ΑΒ.

$$X_{\Gamma} = X_A + S_{A\Gamma} \cdot \sin G_{A\rightarrow \Gamma} = 348.63 + 62,36 \cdot \sin 63.478 = 348.63 + 52.38 = 401.01$$

$$\Psi_{\Gamma} = \Psi_A + S_{A\Gamma} \cdot \cos G_{A\rightarrow \Gamma} = -327,49 + 62,36 \cdot \cos 63.478 = -327.49 + 33.84 = -293.65$$

Στην συνέχεια θα υπολογίσουμε την γωνία διεύθυνσης $G_{\Gamma\rightarrow \Delta}$:

$$G_{\Gamma\rightarrow \Delta} = G_{\Gamma\rightarrow B} + 300 = G_{A\rightarrow B} + 300 = 63.478 + 300 = 363.478$$

Τέλος θα υπολογίσουμε τις συντεταγμένες του σημείου Δ με την βοήθεια του πρώτου θεμελιώδους προβλήματος: