



# Τεχνικό Τοπογραφικό Σχέδιο

Γ. Καριώτου

*ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ &  
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ  
ΤΕ*



# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Κεντρικής Μακεδονίας» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



# Μονάδες μέτρησης

Το έργο του Τοπογράφου είναι να απεικονίσει τις λεπτομέρειες που υπάρχουν πάνω στη επιφάνεια του εδάφους. Στις τοπογραφικές εργασίες χρησιμοποιούνται οι γωνίες και τα μήκη, από την επεξεργασία των οποίων προκύπτουν οι συντεταγμένες και τα εμβαδά των επιφανειών.

Στη Τοπογραφία οι συνηθέστερες μονάδες μέτρησης γωνιών είναι η **μοίρα** και ο **βαθμός**.

Η μοίρα ( $1^\circ$ ), αντιπροσωπεύει τόξο ίσο προς  $1/360$  της περιφέρειας.

Υποδιαιρείται σε  $60'$  πρώτα λεπτά ( $'$ ) και κάθε πρώτο λεπτό ( $1'$ ) σε  $60''$  δεύτερα λεπτά ( $''$ ).

Ο βαθμός ( $1^g$ ) αντιπροσωπεύει τόξο ίσο προς  $1/400$  της περιφέρειας.

Υποδιαιρείται σε  $100c$  (πρώτα του βαθμού) και  $1c$  σε  $100cc$  (δεύτερα του βαθμού). Στα σύγχρονα Τοπογραφικά γωνιομετρικά όργανα, γίνεται χρήση των βαθμών και των υποδιαιρέσεων αυτών.

Για τη μέτρηση αποστάσεων, στην Ελλάδα, έχει καθιερωθεί το μέτρο (m), τα πολλαπλάσιά του και υποδιαιρέσεις αυτού.

Στη πράξη υλοποιείται από κανόνα κατασκευασμένο από πλατίνα επί του οποίου είναι χαραγμένο το μοναδιαίο μήκος του μέτρου. Ο κανόνας βρίσκεται σε θερμοκρασία με εκείνη που αντιστοιχεί στη τήξη του πάγου. Αντίγραφα του προτύπου υπάρχουν στις υπηρεσίες Μέτρων και Σταθμών των διαφόρων χωρών.

- Πολλαπλάσια και υποδιαιρέσεις του μέτρου
- 1 χιλιόμετρο (Km) = 1000.00 m
- 1 εκατόμετρο (hm) = 100.00 m
- 1 παλάμη (dm) = 0.10 m
- 1 εκατοστό (cm) = 0.01 m
- 1 χιλιοστό (mm) = 0.001 m
- 1 μικρό ( $\mu\text{m}$ ) =  $1 : 10^6$  m
- 1 μίλι-μικρό (nm) =  $1 : 10^9$  m

# Κλίμακα σχεδίασης

## Γενικά

Απεικονίζουμε πολλές φορές με σχέδια τις πόλεις, τους οικισμούς, τα αγροκτήματα, τα οικόπεδα, τα κτίρια, βιομηχανικά αντικείμενα, μηχανές, καθώς και εξαρτήματα τους.

Όλα αυτά τα θέματα έχουν διαφορετικό μέγεθος. Πολλά από αυτά δε χωρούν στο χαρτί, στο φυσικό τους μέγεθος, ενώ άλλα είναι πολύ μικρά, για να μπορέσουμε να τα μελετήσουμε ή για να δώσουμε σαφείς οδηγίες για την κατασκευή τους.

Γι' αυτούς τους λόγους, όταν τα σχεδιάζουμε, μικραίνουμε ή μεγαλώνουμε τις πραγματικές τους διαστάσεις. Δηλαδή σχεδιάζουμε υπό **κλίμακα**.



Στη σχεδίαση υπό κλίμακα υπάρχει μια σχέση ανάμεσα στο σχεδιασμένο μήκος ενός αντικειμένου και στο αντίστοιχο πραγματικό. Η κλίμακα δηλαδή είναι η σχέση ενός πραγματικού μήκους προς το μήκος του ίδιου αντικειμένου στο σχέδιο.

Με μαθηματικούς λοιπόν όρους η κλίμακα είναι ένα κλάσμα με αριθμητή το σχεδιασμένο μήκος ( $\alpha_1$ ) και παρονομαστή το αντίστοιχο πραγματικό μήκος του αντικειμένου ( $\alpha_2$ ).

Σε κάθε σχέδιο αναγράφεται η κλίμακα σχεδίασης σε θέση εμφανή με τη μορφή  $1:\alpha$  (π.χ.  $1:10$ ,  $1:20$ ,  $1:50$ ,  $1:100$  κ.λπ.).

Αυτό σημαίνει ότι μια μονάδα μήκους του σχεδίου αντιστοιχεί σε **α** μονάδες μήκους του πραγματικού αντικειμένου, μετρημένου πάντα στις ίδιες μονάδες μήκους (π.χ. μέτρα, εκατοστά, χιλιοστά κ.τ.λ.).

Δηλαδή όταν γράφουμε σε ένα σχέδιο την κλίμακα 1:50 εννοούμε ότι ένα μέτρο του σχεδίου αντιστοιχεί σε 50 μέτρα του πραγματικού μήκους, πράγμα που σημαίνει ότι τα μήκη στο σχέδιο είναι 50 φορές μικρότερα απ' ό,τι στην πραγματικότητα ή, αντίστροφα, τα μήκη στο πραγματικό αντικείμενο είναι 50 φορές μεγαλύτερα απ' ό,τι στο σχέδιο.

# Η σχεδίαση σε μεγέθυνση

Στην περίπτωση που χρειάζεται να σχεδιάσουμε πολύ μικρά αντικείμενα και η σχεδίαση σε φυσικό μέγεθος, δηλαδή η κλίμακα 1:1, δε μας βοηθάει να δώσουμε σαφείς πληροφορίες, σχεδιάζουμε το αντικείμενο σε μεγέθυνση. Δηλαδή οι διαστάσεις (τα μεγέθη) του σχεδίου είναι μεγαλύτερα από τα μεγέθη της πραγματικότητας.

Τότε, η κλίμακα γράφεται με τη μορφή  $\alpha:1$  (π.χ. 2:1, 5:1, 10:1). Αυτό σημαίνει ότι  $\alpha$  μονάδες μήκους σχεδίου αντιστοιχούν σε 1 μονάδα μήκους του πραγματικού αντικειμένου, μετρημένου πάντα στις ίδιες μονάδες μήκους.

Δηλαδή όταν γράφουμε σ' ένα σχέδιο την κλίμακα 2:1, εννοούμε ότι δύο εκατοστά του σχεδίου αντιστοιχούν σε 1 εκατοστό του πραγματικού μήκους

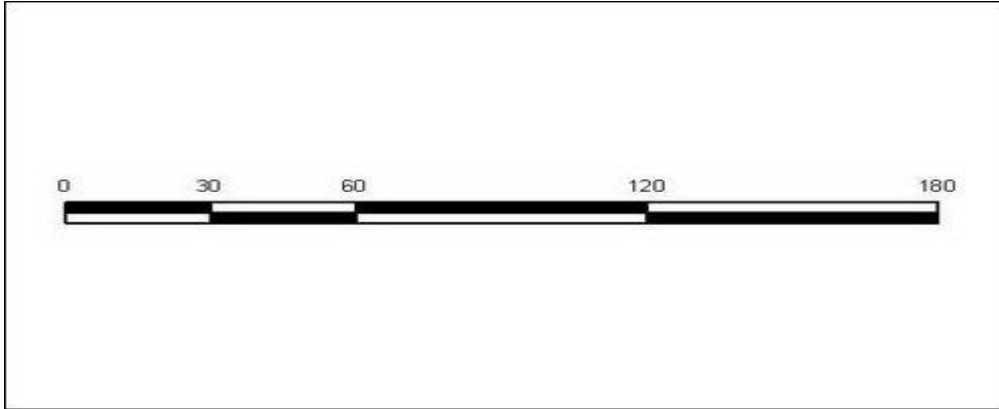
# Οι συνηθέστερες κλίμακες σχεδίασης

- Όπως ήδη αναφέρθηκε, ανάλογα με το μέγεθος του αντικειμένου και με τις πληροφορίες που θέλουμε να δώσουμε με το σχέδιο, χρησιμοποιούμε διαφορετικές κλίμακες σχεδίασης.
- Έτσι, για τοπογραφικά και πολεοδομικά σχέδια που αναπαριστούν μεγάλες φυσικές εκτάσεις (βουνά, αγρούς, γήπεδα) ή οικισμούς και πόλεις, χρησιμοποιούμε τις μικρές κλίμακες, όπως είναι οι 1:10.000, 1:5.000, 1:2.000, 1:1.000, 1:500, 1:200.

- Για τη σχεδίαση κτιρίων, τεχνικών έργων, βιομηχανικών αντικειμένων, σκηνικών (π.χ. γέφυρες, πλοία, αυτοκίνητα και σκηνικά θεάτρου ή κινηματογράφου), χρησιμοποιούμε τις μεσαίες κλίμακες, όπως 1:200, 1:100, 1:50 και 1:20.
- Για τις λεπτομέρειες όλων των παραπάνω και για το σχεδιασμό εξαρτημάτων χρησιμοποιούμε τις μεγάλες κλίμακες, όπως 1:20, 1:10, 1:5, 1:2, 1:1.
- Οι σχεδιαστικές κλίμακες, όταν παριστάνονται με τη μορφή που έχουμε αναφέρει μέχρι τώρα, δηλ. 1:20, 1:200, 1:2000, 1:20000 κ.τ.λ., **ονομάζονται αριθμητικές κλίμακες.**

# Η γραφική κλίμακα

- Υπάρχει όμως κι άλλος τρόπος παράστασης μιας κλίμακας. Αντί δηλαδή να γράφουμε αριθμητικά την κλίμακα στο σχέδιο, τη συμβολίζουμε γραφικά.
- Σχεδιάζουμε ένα ευθύγραμμο τμήμα σ' ένα εμφανές μέρος του σχεδίου. Το υποδιαιρούμε σε ίσα μέρη. Καθένα από αυτά αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο πραγματικό μήκος.
- Τα ίσα αυτά μέρη φέρουν αρίθμηση που ξεκινάει από το 0. Ο αριθμός που υπάρχει δίπλα σε κάθε υποδιαίρεση, δείχνει το πραγματικό μήκος που παριστάνει στο σχέδιο το μήκος της υποδιαίρεσης



Με μια ευθεία χωρισμένη σε ίσα διαστήματα, επάνω στην οποία φαίνονται οι πραγματικές αποστάσεις.

0 10 20 30 40 50 60 70 80

Χιλιόμετρα



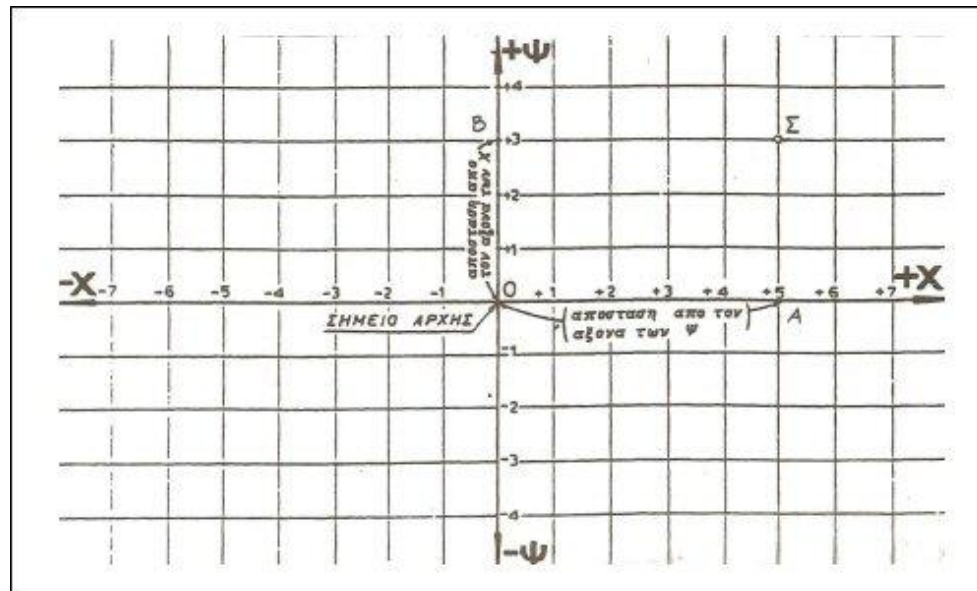
- Η γραφική κλίμακα χρησιμοποιείται ως εξής: Για να μετρήσουμε ένα ευθύγραμμο τμήμα του σχεδίου, το μεταφέρουμε με το διαστημόμετρο ή με το διαβήτη πάνω στη γραφική κλίμακα, τοποθετώντας τη μια ακίδα στο μηδέν. Τότε η άλλη ακίδα δείχνει κατευθείαν το πραγματικό μέγεθος του ευθύγραμμου τμήματος.
- Η γραφική κλίμακα έχει μια μεγάλη χρησιμότητα σε σχέση με την αριθμητική. Στις περιπτώσεις που μας χρειάζεται να σμικρύνουμε ή να μεγεθύνουμε ένα σχέδιο, για να το αναπαραγάγουμε (π.χ. με φωτογράφιση), η γραφική κλίμακα που είναι πάνω στο σχέδιο αλλάζει και αυτή μέγεθος, ανάλογα, με αποτέλεσμα να μπορούμε να τη χρησιμοποιήσουμε, για να καταλάβουμε τις πραγματικές διαστάσεις του σχεδιασμένου αντικειμένου, ενώ αυτό δε συμβαίνει με την αριθμητική κλίμακα. Γι' αυτό και πολλές φορές αναγράφουμε και με τους δύο τρόπους την κλίμακα στο σχέδιο



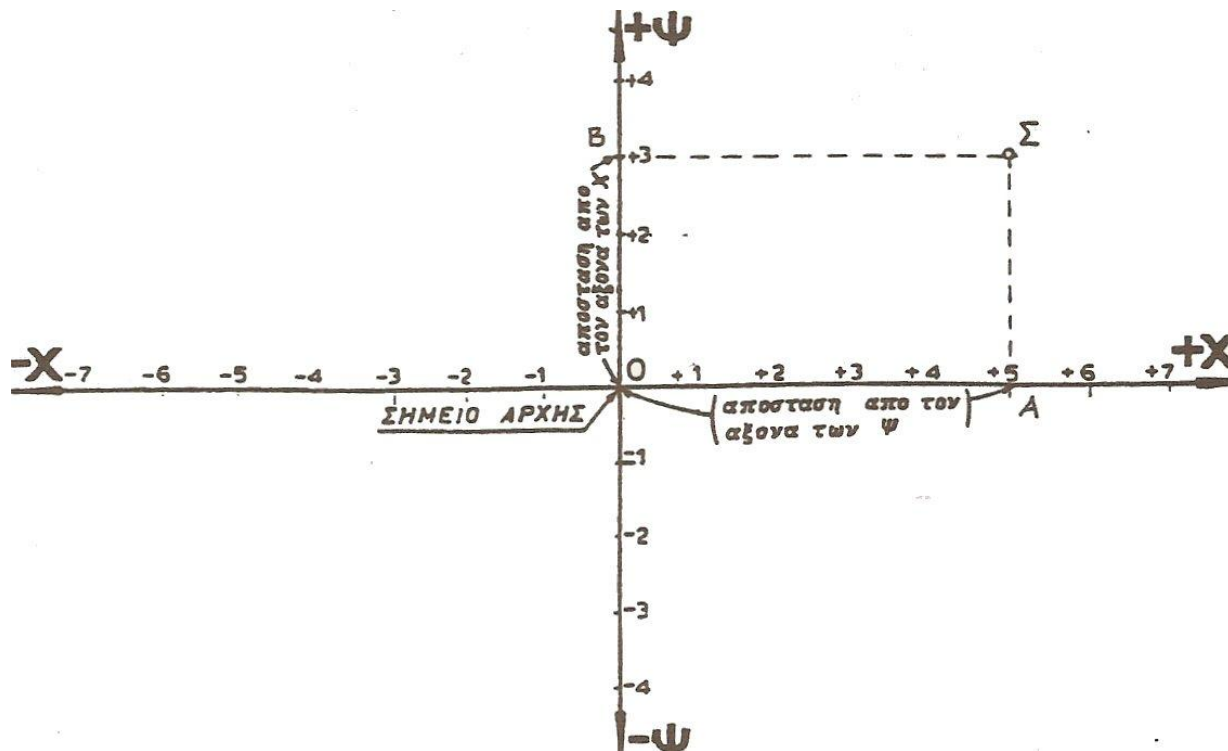
- Οι κλίμακες σχεδίασης, λοιπόν, συνδέουν το δισδιάστατο σχέδιο με την πραγματικότητα. Όλα τα μήκη και οι επιφάνειες του σχεδίου παρουσιάζονται μικρότερα, ίσα ή μεγαλύτερα από τα πραγματικά.
- Δε συμβαίνει όμως το ίδιο με τις γωνίες, που παραμένουν αναλλοίωτες. Δηλαδή, μια γωνία  $30^\circ$  στην πραγματικότητα, σχεδιάζεται  $30^\circ$  και στο σχέδιο.
- Δεν πρέπει τέλος να ξεχνάμε ότι, ανεξάρτητα από την κλίμακα σχεδίασης, όλες οι διαστάσεις που αναγράφονται στο σχέδιο δείχνουν πάντα τα πραγματικά μεγέθη.

# Τι είναι ο κানাβος και πως σχεδιάζεται;

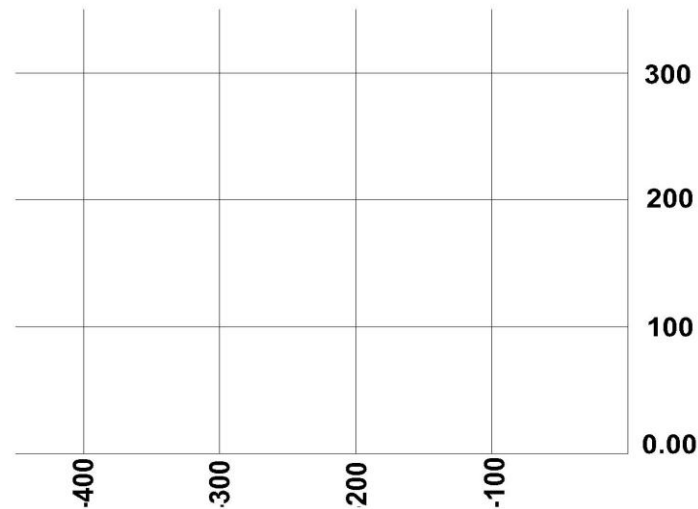
- Ο προσδιορισμός του  $\Sigma$  πάνω στο σχέδιο μπορεί να γίνει ευκολότερα και με μεγαλύτερη ακρίβεια, αν έχουν σχεδιασθεί από πριν οι γραμμές που είναι παράλληλες προς τους άξονες  $OX$  και  $OY$  (παρακάτω εικόνες). Στην περίπτωση αυτή δε χρειάζεται να γίνουν οι μετρήσεις από την αρχή των αξόνων  $O$ . Το πλέγμα των γραμμών αυτών, που δημιουργεί ένα δίκτυο τετραγώνων, λέγεται **κানাβος**.



- Ο κάρναβος χρησιμοποιείται απαραίτητως στους χάρτες και στα τοπογραφικά διαγράμματα, όπου τα σημεία έχουν τοποθετηθεί με τις συντεταγμένες τους.



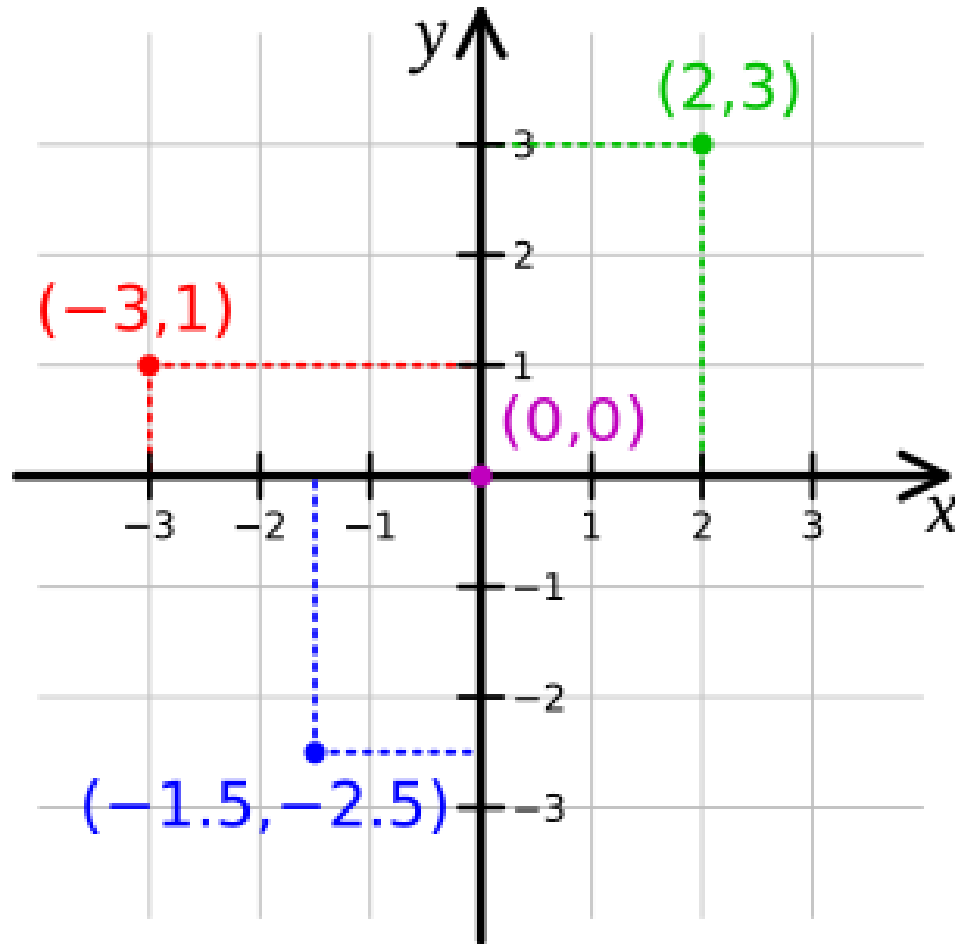
- Στο τοπογραφικό σχέδιο, οι αποστάσεις μεταξύ των παράλληλων γραμμών είναι **πάντα 10cm** ανεξαρτήτως κλίμακας. Αυτή διακρίνεται από τον οπλισμό του κανάβου.



- Η διεύθυνση του βορρά ταυτίζεται με τη διεύθυνση του θετικού ημιάξονα ΟΥ, όταν χρησιμοποιείται το κρατικό σύστημα αναφοράς των συντεταγμένων.
- Τότε λέμε ότι ο κানাβος του τοπογραφικού σχεδίου είναι **προσανατολισμένος**. Οι γραμμές του κανάβου φροντίζουμε συνήθως να είναι περίπου παράλληλες προς τις πλευρές του χαρτιού σχεδίασης χωρίς όμως αυτό να είναι απαραίτητο.

# Καρτεσιανές συντεταγμένες στο επίπεδο

- ο καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων στο επίπεδο αποτελείται από δύο προσανατολισμένες ευθείες, κάθετες μεταξύ τους, οι οποίες καλούνται συμβατικά **άξονας τετμημένων** (οριζόντιος άξονας) και **άξονας τεταγμένων** (κατακόρυφος άξονας) και συμβολίζονται αντίστοιχα με  $x$  και  $y$ . Το σημείο όπου τέμνονται λέγεται **αρχή του συστήματος συντεταγμένων**



Καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων.  
 $x$  = άξονας τετμημένων,  
 $y$  = άξονας τεταγμένων

- Ένα σημείο πάνω στο καρτεσιανό επίπεδο προσδιορίζεται μοναδικά από ένα ζεύγος αριθμών, την τετμημένη και την τεταγμένη. Η τετμημένη είναι η απόσταση του σημείου από τον άξονα  $y$  και η τεταγμένη είναι η απόσταση του σημείου από τον άξονα  $x$ . Η τετμημένη και η τεταγμένη αποτελούν τις *συντεταγμένες* του σημείου. Με αυτή τη σύμβαση, η αρχή των αξόνων ταυτίζεται με το σημείο  $(0,0)$ .



- Επιπλέον ορίζεται απόσταση ίση με 1, σύμφωνα με την οποία αριθμούνται οι άξονες. Οι *συντεταγμένες*  $(x_P, y_P)$  ενός σημείου  $P$  δηλώνουν τη θέση του  $P$  κατά την ορθή προβολή του στους άξονες τετμημένων και τεταγμένων αντίστοιχα

# Καρτεσιανές συντεταγμένες στο χώρο

- Εντελώς αντίστοιχα επιχειρήματα ισχύουν και στην περίπτωση των τριών ή και ανώτερων διαστάσεων. Στις τρεις διαστάσεις, εκτός από τους άξονες  $x$  και  $y$  ορίζουμε και έναν τρίτο άξονα  $z$ , κάθετο στο επίπεδο που ορίζουν οι δύο πρώτοι. Έτσι κάθε σημείο στο χώρο μπορεί να παρασταθεί από μία μοναδική τριάδα αριθμών  $(x,y,z)$ , με κάθε συντεταγμένη να αντιστοιχεί στην κάθετη απόσταση του σημείου από κάθε έναν από τους τρεις άξονες αντίστοιχα.

Καρτεσιανό  
σύστημα  
συντεταγμένων στις  
τρεις διαστάσεις.  
Κάθε σημείο P στο  
χώρο μπορεί να  
παρασταθεί με μία  
τριάδα αριθμών  
( $x,y,z$ ), κάθε μία εκ  
των οποίων  
αντιστοιχεί στην  
κάθετη απόσταση  
του σημείου από  
τον αντίστοιχο  
άξονα

