

Αρχιτέκτων Μηχανικός MSc

- Διαστασιολόγηση στο Μηχανολογικό Σχέδιο
- Γεωμετρικές Κατασκευές
- Ασκήσεις



*Κάθε γνήσιο αντίτυπο φέρει την υπογραφή του συγγραφέα*

ISBN 978-960-456-321-0

© Copyright: Ν. Χ. Ράκας, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, 2012

---

*Το παρόν έργο πνευματικής ιδιοκτησίας προστατεύεται κατά τις διατάξεις του ελληνικού νόμου (Ν.2121/1993 όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει σήμερα) και τις διεθνείς συμβάσεις περί πνευματικής ιδιοκτησίας. Απαγορεύεται απολύτως η άνευ γραπτής άδειας του εκδότη κατά οποιοδήποτε τρόπο ή μέσο αντιγραφή, φωτοανατύπωση και εν γένει αναπαραγωγή, εκμίσθωση ή δανεισμός, μετάφραση, διασκευή, αναμετάδοση στο κοινό σε οποιαδήποτε μορφή (ηλεκτρονική, μηχανική ή άλλη) και η εν γένει εκμετάλλευση του συνόλου ή μέρους του έργου.*

---

**Φωτοστοιχειοθεσία**

**Εκτύπωση**

**Βιβλιοδεσία**

**Π. ΖΗΤΗ & Σια ΟΕ**

18ο χλμ Θεσ/νίκης-Περαίας

Τ.Θ. 4171 • Περαία Θεσσαλονίκης • Τ.Κ. 570 19

Τηλ.: 2392.072.222 - Fax: 2392.072.229 • e-mail: info@ziti.gr



**www.ziti.gr**

**ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ - ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ:**

Αρμενοπούλου 27, 546 35 Θεσσαλονίκη

Τηλ.: 2310.203.720, Fax: 2310.211.305 • e-mail: sales@ziti.gr

**ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ - ΕΝΩΣΗ ΕΚΔΟΤΩΝ ΒΙΒΛΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ:**

Στοά του Βιβλίου (Πεσμαζόγλου 5), 105 64 Αθήνα • Τηλ.-Fax: 210.3211.097

**ΑΠΟΘΗΚΗ ΑΘΗΝΩΝ - ΠΩΛΗΣΗ ΧΟΝΔΡΙΚΗ:**

Ασκληπιού 60, 114 71 Αθήνα

Τηλ.-Fax: 210.3816.650 • e-mail: athina@ziti.gr

**ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟ:** www.ziti.gr

## Πρόλογος

**Σ**υνθέτοντας αυτό το βιβλίο, είχα την πρόθεση να προσφέρω ένα εγχειρίδιο τεχνικού σχεδίου, απλό και κατανοητό, που να είναι όμως ικανοποιητικά πλήρες και ιδιαίτερα αυστηρό.

Το βιβλίο είναι δομημένο σε αυτοτελείς θεματικές ενότητες, ώστε ο αναγνώστης κάθε φορά να ασχολείται μ' ένα τομέα του τεχνικού σχεδίου. Η διάρθρωση των θεματικών ενότητων και η δομή του βιβλίου αποτέλεσαν αντικείμενο ιδιαίτερης προσοχής και προσπάθειας. Η προσέγγιση των θεμάτων έγινε με τη μεγαλύτερη δυνατή σαφήνεια και διεξοδικότητα, ώστε να επιτευχθεί ένα σύνολο κατά το δυνατόν ολοκληρωμένο και κατανοητό. Αποτελείται από εννέα θεματικές ενότητες (εφτά κεφάλαια, το παράρτημα και τις ασκήσεις). Οι ασκήσεις (εκτυπώσιμες σε μέγεθος A4, σε μορφή pdf), το παράρτημα καθώς και πρόσθετο έγχρωμο εποπτικό υλικό παρατίθενται σε μορφή hypertext στο συνοδευτικό CD-ROM. Πιο αναλυτικά, η δομή του βιβλίου έχει ως εξής:

- Στο **πρώτο κεφάλαιο** αναφέρονται οι βασικές γνώσεις για το τεχνικό σχέδιο, ενώ στο συνοδευτικό CD-ROM παρουσιάζονται τα υλικά και τα διατιθέμενα μέσα σχεδίασης και η χρήση των σχεδιαστικών οργάνων για την κατασκευή τεχνικών σχεδίων.
- Η γραμμογραφία και γραφή γραμμάτων και αριθμών είναι το αντικείμενο του **δεύτερου κεφαλαίου**. Στο συνοδευτικό CD-ROM περιέχεται πληθώρα θεμάτων για εξάσκηση στη γραμμογραφία, όπως επίσης παραδείγματα και τρόποι γραφής.
- Οι σχεδιαστικές κλίμακες με σχετικά παραδείγματα και ασκήσεις αναφέρονται στο **τρίτο κεφάλαιο**.
- Το **τέταρτο κεφάλαιο** αναφέρεται με πληρότητα στις γεωμετρικές κατασκευές που συχνά είναι απαραίτητες για τη σχεδίαση σύνθετων κατασκευών. Στο συνοδευτικό CD-ROM παρουσιάζονται χαρακτηριστικά παραδείγματα της πρακτικής χρησιμότητας των γεωμετρικών κατασκευών.
- Οι μέθοδοι αναπαράστασης των αντικειμένων από την τρισδιάστατη εικόνα τους σε μια επίπεδη επιφάνεια χαρτιού σχεδίασης, καθώς και πληθώρα βασικών θεωρητικών και πρακτικών γνώσεων και παραδείγματα που βοηθούν στην κατανόηση των μεθόδων και των τεχνικών πρακτικών σύνταξης του τεχνικού σχεδίου, είναι το αντικείμενο του **πέμπτου κεφαλαίου**. Στο συνο-

δευτικό CD-ROM περιέχονται εφαρμογές στην πράξη και εικόνες σε αξονομετρική και προοπτική παράσταση.

- Το **έκτο κεφάλαιο** αναφέρεται στις τομές και πως αυτές πραγματοποιούνται στο σχέδιο.
- Η διαστασιολόγηση στο μηχανολογικό σχέδιο είναι το αντικείμενο του **έβδομου κεφαλαίου**.
- Στο **παράρτημα** (στο συνοδευτικό CD-ROM) αναφέρονται η χρησιμότητα της χρυσής τομής, ο συμβολισμός της Ιερής Τομής, η κατασκευή του πεντάκτινου αστεριού (πεντάλφα) και η ερμηνεία του ανά τους αιώνες, το τρίγωνο του Πασκάλ, η ακολουθία Fibonacci κ.α.
- Τέλος στο συνοδευτικό CD-ROM περιέχεται μια πληθώρα από προτεινόμενες προς λύση **ασκήσεις** μηχανολογικού σχεδίου, οι οποίες δίνουν μια πρώτης τάξεως ευκαιρία για εμπέδωση των θεωρητικών γνώσεων και εφαρμογή τους σε πράξη.

Το έργο αυτό απευθύνεται στο διδάσκοντα και στο διδασκόμενο ή στον ελεύθερο αναγνώστη, με απώτερο σκοπό να καλύψει πολυποίκιλες ανάγκες τους.

Παρόλο που καταβλήθηκε κάθε δυνατή προσπάθεια για να προσφερθεί μια εργασία ολοκληρωμένη και συνεπής προς τους στόχους της, είναι πιθανόν να εντοπισθούν σφάλματα και παραλείψεις. Για το λόγο αυτό θα επιθυμούσα την κριτική από κάθε φοιτητή καθώς και την εποικοδομητική κρίση από τους εκπαιδευτικούς, ως ενεργό συμμετοχή για την διόρθωση τυχόν σφαλμάτων. e-mail: [rakas@kozani.teikoz.gr](mailto:rakas@kozani.teikoz.gr)

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στους συναδέλφους:

- **Αραβαντινό Αντώνη** Διπλ. Πολιτικό Μηχανικό ΕΜΠ,
  - **Λιάκο Θωμά** Διπλ. Πολιτικό Μηχανικό υποψήφιο Διδάκτορα Α.Π.Θ, και
  - **Νεστορόπουλο Ευάγγελο** Dipl.-Ing. Universitaet D-Dortmund
- για την πολύτιμη συνεισφορά τους στη συγγραφή του παρόντος πονήματος.

# Περιεχόμενα

## Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup>: Εισαγωγή στο σχέδιο

1.1	Τι είναι σχέδιο; Φυσιογνωμία–χρησιμότητα του μαθήματος .....	21
1.2	Συμβατικά μέσα, υλικά και βασικά όργανα σχεδίασης .....	CD-ROM
1.2.1	Γενικά .....	CD-ROM
1.2.2	Τραπέζι σχεδίασης–σχεδιαστήριο .....	CD-ROM
1.2.3	Πινακίδα σχεδίασης .....	CD-ROM
1.2.4	Κάθισμα εργασίας .....	CD-ROM
1.2.5	Ταφ .....	CD-ROM
1.2.6	Παραλληλογράφος ή παραλλήλο (parallilo) .....	CD-ROM
1.2.7	Τρίγωνα .....	CD-ROM
1.2.8	Διαβήτη .....	CD-ROM
1.2.9	Χάρακες–υποδεκάμετρα .....	CD-ROM
1.2.10	Κλιμακόμετρο .....	CD-ROM
1.2.11	Μοιρογνωμόνιο–βαθμογνωμόνιο–αναγωγέας .....	CD-ROM
1.2.12	Καμπυλόγραμμα .....	CD-ROM
1.2.13	Εύκαμπτοι–ευλύγιστοι κανόνες .....	CD-ROM
1.2.14	Οδηγοί τυποποιημένης γραφής (στένσιλ ή σαμπλόνες) γραμμάτων, αριθμών, συμβόλων, τυποποιημένων σχημάτων κ.α. ....	CD-ROM
1.3	Βασικά εργαλεία σχεδίασης–αναλώσιμα υλικά .....	CD-ROM
1.3.1	Μολύβια .....	CD-ROM
1.3.2	Γραφίδες–μύτες μολυβιών .....	CD-ROM
1.3.3	Μέσα λέπτυνσης του άκρου γραφίδων μολυβιών .....	CD-ROM
1.3.4	Μέσα διαγραφής του ίχνους γραφής .....	CD-ROM
1.3.5	Επιφάνειες γραφής, χαρτιά σχεδίου .....	CD-ROM
1.3.6	Μέγεθος χαρτιού σχεδίου .....	CD-ROM
1.3.7	Κολλητική ταινία (sellotape) .....	CD-ROM
1.3.8	Όργανα γραφής με μελάνη–γραμμογράφοι .....	CD-ROM
1.3.9	Μελάνη σχεδίου .....	CD-ROM

## Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Γραμμογραφία, γραφή γραμμάτων και αριθμών

2.1	Είδη και πάχη γραμμών .....	27
2.2	Χάραξη γραμμών .....	35
2.2.1	Χάραξη γραμμών με οδηγούς .....	36
2.2.2	Χάραξη κύκλων, τόξων κύκλου με διαβήτη .....	38
2.2.3	Χάραξη γραμμών με ελεύθερο χέρι .....	39
2.3	Θέματα πρακτικής άσκησης στη γραμμογραφία .....	CD-ROM
2.3.1	Σχεδίαση με ελεύθερο χέρι .....	CD-ROM
2.3.2	Θέματα χάραξης γραμμών – κύκλων .....	CD-ROM
2.3.3	Σχεδίαση θεμάτων σε κানাβο .....	CD-ROM
2.3.4	Μαϊάνδροι .....	CD-ROM
2.3.5	Διακοσμητικά θέματα – μοτίβα .....	CD-ROM
2.3.6	Συναρμογή καμπύλων γραμμών .....	CD-ROM
2.3.7	Γραμμοσκίαση με βάση την έλλειψη .....	CD-ROM
2.3.8	Θέματα σύγχρονης τέχνης .....	CD-ROM
2.3.9	Αυτοκόλλητα διαφανή φύλλα με τυποποιημένα σχήματα και σύμβολα .....	CD-ROM
2.4	Γράμματα και αριθμοί .....	39
2.4.1	Γενικά .....	39
2.4.2	Τρόποι γραφής .....	CD-ROM
2.4.3	Τύποι γραμμάτων .....	41
2.4.4	Μέγεθος γραμμάτων και αριθμών .....	42
2.4.5	Βοηθητικές γραμμές – οδηγοί .....	44
2.4.6	Χαρακτήρες γραμμάτων και αριθμών .....	CD-ROM
2.4.7	Παραδείγματα γραφής από διάφορες οικογένειες χαρακτήρων .....	CD-ROM

## Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>: Κλίμακα σχεδίασης

3.1	Έννοια – ορισμός .....	51
3.2	Μορφή και ερμηνεία της κλίμακας .....	52
3.3	Συνηθέστερες κλίμακες σχεδίασης .....	55
3.4	Γραφική κλίμακα .....	56
3.5	Προβλήματα σχετιζόμενα με την κλίμακα σχεδίασης .....	61
3.6	Παραδείγματα εφαρμογής για τη χρήση της κλίμακας .....	61
3.7	Ασκήσεις σχετικές με τις κλίμακες σχεδίασης .....	68

<b>3.8 Μέτρηση μεγεθών</b> .....	70
3.8.1 Παχύμετρα .....	70
3.8.2 Μικρόμετρα .....	72

## **Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>: Γεωμετρικές κατασκευές**

<b>4.1. Βασικές γεωμετρικές έννοιες</b> .....	77
<b>4.2 Είδη γραμμών στο επίπεδο</b> .....	78
4.2.1 Ευθεία γραμμή .....	78
4.2.2 Τεθλασμένη ή πολυγωνική γραμμή .....	79
4.2.3 Κλειστή πολυγωνική γραμμή .....	80
4.2.4 Καμπύλη γραμμή .....	80
4.2.5 Μικτή γραμμή .....	81
4.2.6 Ημιευθεία .....	81
4.2.7 Κάθετες γραμμές .....	81
4.2.8 Παράλληλες γραμμές .....	82
4.2.9 Ευθύγραμμο τμήμα .....	82
4.2.9.1 Σύγκριση ευθύγραμμων τμημάτων .....	83
4.2.9.2 Σύμμετρα-ασύμμετρα ευθύγραμμα τμήματα .....	83
4.2.9.3 Ευθύγραμμα τμήματα ανάλογα .....	84
4.2.9.4 Θεώρημα του Θαλή .....	84
<b>4.3 Γωνίες</b> .....	85
4.3.1 Είδη γωνιών .....	87
4.3.2 Κυρτή και μη κυρτή γωνία .....	88
4.3.3 Παραπληρωματικές, συμπληρωματικές γωνίες .....	88
4.3.4 Κατακορυφήν γωνίες .....	89
4.3.5 Ζεύγη γωνιών .....	89
4.3.6 Συνθήκη παραλληλίας δύο ευθειών .....	90
4.3.7 Διχοτόμος γωνίας .....	92
4.3.8 Εφεξής ή διαδοχικές γωνίες .....	92
4.3.9 Διχοτόμοι δύο κατακορυφήν γωνιών .....	92
4.3.10 Ιδιότητες εφεξής και παραπληρωματικών γωνιών .....	93
4.3.11 Διχοτόμοι εφεξής και παραπληρωματικών γωνιών .....	93
<b>4.4 Κύκλος</b> .....	93
4.4.1 Ορισμοί .....	93
4.4.2 Σχετικές θέσεις σημείου και κύκλου .....	98

4.4.3	Σχετικές θέσεις ευθείας και κύκλου .....	98
4.4.4	Σχετικές θέσεις δύο κύκλων .....	99
4.4.5	Μέτρο τόξου και μέτρο γωνίας .....	103
4.4.6	Θεώρημα του Miquel .....	105
4.4.7	Σημείο Miquel τεσσάρων ευθειών .....	106
4.5	<b>Τρίγωνα</b> .....	107
4.5.1	Στοιχεία τριγώνου .....	108
4.5.2	Ιδιότητες των τριγώνων .....	113
4.6	<b>Τετράπλευρα</b> .....	119
4.6.1	Ιδιότητες των τετράπλευρων .....	119
4.7	<b>Παραλληλόγραμμα - είδη παραλληλογράμμων</b> .....	121
4.7.1	Τετράγωνο .....	121
4.7.2	Ορθογώνιο παραλληλόγραμμο .....	121
4.7.3	Πλάγιο παραλληλόγραμμο .....	121
4.7.4	Ρόμβος .....	122
4.7.5	Τραπεζίο .....	123
4.7.6	Χαρακτηριστικές ιδιότητες των παραλληλόγραμμων .....	124
4.8	<b>Πολύγωνα</b> .....	126
4.8.1	Στοιχεία πολύγωνων .....	127
4.8.2	Κανονικά πολύγωνα .....	129
4.8.3	Γενικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα κανονικών πολυγώνων ...	132
4.9	<b>Απλές γεωμετρικές κατασκευές</b> .....	135
4.9.1	Διαίρεση ευθύγραμμου τμήματος AB, το οποίο ορίζουν δύο σημεία A και B, σε δύο ίσα μέρη ή χάραξη της μεσοκάθετης σε ευθύγραμμο τμήμα AB .....	135
4.9.2	Κατασκευή κάθετης σε ευθεία (ε) από δεδομένο σημείο Γ πάνω σ' αυτήν .....	136
4.9.3	Κατασκευή κάθετης σε ευθεία (ε) από δεδομένο σημείο Γ εκτός αυτής .....	136
4.9.4	Κατασκευή κάθετης στο άκρο B ευθύγραμμου τμήματος AB ..	137
4.9.5	Διαίρεση ευθύγραμμου τμήματος σε ορισμένο αριθμό ίσων μερών .....	138
4.9.6	Χάραξη ευθείας παράλληλης σε άλλη και διερχόμενης από δεδομένο σημείο .....	138
4.9.7	Κατασκευή τριγώνου με δοσμένες τις τρεις πλευρές του .....	139



4.9.8	Κατασκευή τριγώνου με δοσμένες τις δύο πλευρές του και την απέναντι γωνία μιας πλευράς .....	139
4.9.9	Κατασκευή τριγώνου με δοσμένη τη μία πλευρά του και τις δύο απέναντι γωνίες .....	140
4.9.10	Κατασκευή ισόπλευρου τριγώνου με δοσμένο το ύψος του ...	140
4.9.11	Κατασκευή τετραγώνου με δοσμένη την πλευρά του .....	141
4.9.12	Διαίρεση γωνίας σε δύο ίσα μέρη .....	141
4.9.13	Διαίρεση ορθής γωνίας σε τρία ίσα μέρη (τριχοτόμηση γωνίας) .....	142
4.9.14	Διχοτόμηση γωνίας που οι πλευρές της δεν τέμνονται στα όρια του σχεδίου .....	142
4.9.15	Μεταφορά γωνίας από μια θέση σε άλλη .....	143
4.9.16	Διαίρεση ευθύγραμμου τμήματος σε μέσο και άκρο λόγο. (Χρυσή τομή) .....	144
4.9.17	Χάραξη τόξων κύκλου και εφαπτόμενων σε κυκλικά τόξα .....	145
4.9.18	Κατασκευή περιφέρειας κύκλου που να διέρχεται από τρία μη συνευθειακά σημεία .....	149
4.10	<b>Συναρμογή ευθειών και κυκλικών τόξων</b> .....	149
4.10.1	Συναρμογή δύο κάθετων ευθειών με τόξο κύκλου ακτίνας $R$ .....	149
4.10.2	Συναρμογή δύο ευθειών, που τέμνονται υπό τυχαία γωνία, με τόξο κύκλου ακτίνας $R$ .....	150
4.10.3	Συναρμογή δύο παράλληλων ευθειών με τόξο κύκλου .....	150
4.10.4	Συναρμογή κύκλου και ευθείας με τόξο γνωστής ακτίνας $R$ . Το τόξο εφάπτεται εξωτερικά στον κύκλο .....	151
4.10.5	Συναρμογή κύκλου και ευθείας με τόξο γνωστής ακτίνας $R$ . Το τόξο εφάπτεται εσωτερικά στον κύκλο .....	151
4.10.6	Συναρμογή δύο ευθειών με δύο τόξα κύκλου ακτίνων $R_1$ και $R_2$ , με γνωστό το σημείο σύνδεσης του ενός τόξου με μια από τις ευθείες .....	152
4.10.7	Συναρμογή δύο κύκλων ( $O_1, R_1$ ) και ( $O_2, R_2$ ) με τόξο κύκλου ακτίνας $R$ . Το τόξο εφάπτεται εξωτερικά στους δύο κύκλους .....	152
4.10.8	Συναρμογή δύο κύκλων ( $O_1, R_1$ ) και ( $O_2, R_2$ ) με τόξο κύκλου ακτίνας $R$ . Το τόξο εφάπτεται εξωτερικά στον ένα κύκλο και εσωτερικά στον άλλον .....	153

4.10.9	Συναρμογή δύο κύκλων ( $O_1, R_1$ ) και ( $O_2, R_2$ ) με τόξο κύκλου ακτίνας $R$ . Οι δύο κύκλοι εφάπτονται στο εσωτερικό μέρος του τόξου .....	154
4.10.10	Κλωθοειδής καμπύλη .....	154
4.11	<b>Κατασκευή κανονικών πολύγωνων</b> .....	158
4.11.1	Κατασκευή κανονικού τριγώνου εγγεγραμμένου σε κύκλο .....	158
4.11.2	Κατασκευή κανονικού τετραγώνου εγγεγραμμένου σε κύκλο .....	159
4.11.3	Κατασκευή κανονικού πενταγώνου .....	159
4.11.4	Κατασκευή κανονικού εξαγώνου εγγεγραμμένου σε κύκλο .....	163
4.11.5	Κατασκευή κανονικού επταγώνου εγγεγραμμένου σε κύκλο .....	164
4.11.6	Κατασκευή κανονικού οχταγώνου εγγεγραμμένου σε κύκλο .....	166
4.11.7	Κατασκευή κανονικού εννεαγώνου εγγεγραμμένου σε κύκλο (κατά προσέγγιση) .....	167
4.11.8	Κατασκευή κανονικού δεκάγωνα εγγεγραμμένου σε κύκλο .....	167
4.11.9	Κατασκευή κανονικού εντεκάγωνα εγγεγραμμένου σε κύκλο (κατά προσέγγιση) .....	168
4.11.10	Κατασκευή κανονικού δωδεκάγωνα εγγεγραμμένου σε κύκλο .....	168
4.11.11	Κατασκευή κανονικού δεκαπεντάγωνα εγγεγραμμένου σε κύκλο .....	169
4.11.12	Κατασκευή οποιουδήποτε κανονικού πολύγωνα εγγεγραμμένου σε κύκλο .....	171
4.11.13	Υπολογισμός του μήκους της πλευράς κανονικού πολύγωνα εγγεγραμμένου σε κύκλο ( $O, R$ ), σε συνάρτηση με την ακτίνα του κύκλου .....	172
4.12	<b>Οι κωνικές τομές κατά τον Απολλώνιο</b> .....	173
4.12.1	Έλλειψη .....	175
4.12.1.1	Η έλλειψη ως κωνική τομή .....	177
4.12.1.2	Χάραξη εφαπτόμενης σε έλλειψη .....	178
4.12.1.3	Χάραξη ευθείας κάθετης σε σημείο $M$ έλλειψης .....	178
4.12.1.4	Διάφοροι τρόποι κατασκευής έλλειψης .....	180

4.12.2	Παραβολή .....	188
4.12.2.1	Χάραξη παραβολής .....	188
4.12.2.2	Εφαρμογές της παραβολής .....	192
4.12.3	Υπερβολή .....	193
4.12.3.1	Χάραξη υπερβολής .....	194
4.12.3.2	Εφαρμογές της υπερβολής .....	197
4.13	Κατασκευή διάφορων επίπεδων καμπύλων .....	198
4.13.1	Ωοειδής καμπύλη .....	198
4.13.2	Έλικά σε επίπεδη επιφάνεια. (Σπείρα του Αρχιμήδη) .....	200
4.13.2.1	Κατασκευή σπείρας .....	201
4.13.3	Σχεδίαση εξελιγμένων καμπύλων γραμμών .....	202
4.13.4	Κατασκευή κυκλοειδούς .....	204
4.13.5	Κατασκευή επικυκλοειδούς – υποκυκλοειδούς καμπύλης ...	206
4.13.6	Ημιτονοειδής καμπύλη .....	207
4.13.7	Έλικά του Pascal .....	208
4.14	Η κυλινδρική έλικά και η χάραξή της .....	208
4.14.1	Χαρακτηριστικά γνωρίσματα της έλικας .....	209
4.14.2	Χάραξη της έλικας .....	210
4.15	Πρακτική χρησιμότητα των γεωμετρικών κατασκευών .....	CD-ROM
4.16	Γεωμετρικά στερεά σώματα .....	211
4.16.1	Πολύεδρα .....	211
4.16.2	Πρίσματα και στοιχεία αυτών .....	212
4.16.2.1	Ιδιότητες των πρισμάτων .....	214
4.16.2.2	Εμβαδόν – όγκος ορθού πρίσματος .....	214
4.16.3	Πυραμίδες .....	215
4.17	Στερεά εκ περιστροφής .....	217
4.17.1	Κύλινδρος .....	218
4.17.2	Κώνος και κόλυρος κώνος .....	220
4.17.2.1	Εμβαδό και όγκος κώνου .....	221
4.17.2.2	Εμβαδό και όγκος κόλυρου κώνου .....	222
4.17.3	Σφαίρα .....	222
4.17.4	Ελλειψοειδές .....	224
4.17.5	Υπερβολοειδές .....	225
4.17.6	Τορροειδές .....	226
4.18	Κανονικά ή πλατωνικά στερεά .....	226

## Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup>:

### Κατασκευή τεχνικών σχεδίων με τη μέθοδο των προβολών

<b>5.1</b>	<b>Εισαγωγικές έννοιες</b>	231
<b>5.2</b>	<b>Προβολή με τη βοήθεια της παραστατικής γεωμετρίας</b>	232
5.2.1	Ορθή προβολή σημείου	232
1.	Παράσταση σε ένα επίπεδο προβολής	232
2.	Παράσταση σε δύο επίπεδα προβολής	232
3.	Παράσταση σε τρία ή περισσότερα επίπεδα προβολής	233
5.2.2	Ορθή προβολή ευθείας	234
1.	Παράσταση σε ένα επίπεδο προβολής	234
2.	Παράσταση σε δύο επίπεδα προβολής	234
5.2.3	Ορθή προβολή επιπέδου	235
1.	Το προβαλλόμενο επίπεδο είναι παράλληλο με το προβολικό	235
2.	Το προβαλλόμενο επίπεδο είναι κάθετο στο προβολικό	235
3.	Το προβαλλόμενο επίπεδο σχηματίζει οξεία γωνία με το προβολικό	236
5.2.4	Ορθή προβολή στερεού	236
<b>5.3</b>	<b>Μέθοδοι παράστασης ενός αντικειμένου - είδη προβολών</b>	237
5.3.1	Κεντρική προβολή	238
5.3.2	Παράλληλη προβολή	239
5.3.3	Μέθοδος ορθών προβολών	240
5.3.3.1	Ορθές προβολές σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό σύστημα προβολής (ISO-E)	242
5.3.3.2	Ορθές προβολές σύμφωνα με το Αμερικάνικο σύστημα προβολής (ISO-A)	243
5.3.3.3	Ορθές προβολές με τη χρήση βελών αναφοράς	243
5.3.4	Πρακτικές οδηγίες για την παρουσίαση αντικειμένου σε ορθές προβολές	244
5.3.5	Πρακτικές οδηγίες για την πορεία σχεδίασης των τριών βασικών όψεων διαφόρων αντικειμένων	253
5.3.6	Παραδείγματα σχεδίασης ορθών προβολών	255
5.3.7	Ειδικές όψεις	261
5.3.8	Μερική σχεδίαση όψεων - ημιόψεις	261

5.3.9	Βοηθητικές όψεις .....	262
5.3.10	Σχεδίαση λεπτομερειών .....	265
5.3.11	Σχεδίαση καμπυλοτήτων .....	266
5.3.12	Παράσταση αντικειμένων μεγάλου μήκους .....	267
5.3.13	Σχεδίαση αρχικών μορφών .....	267
5.4	Προοπτικό σχέδιο .....	268
5.5	Αξονομετρικό σχέδιο .....	272
5.5.1	Μονομετρική αξονομετρική προβολή (ισομετρική) .....	274
5.5.2	Διμετρική αξονομετρική προβολή .....	278
5.5.3	Τριμετρική αξονομετρική προβολή .....	282
5.5.4	Βήματα σχεδίασης αξονομετρικού ενός αντικειμένου .....	284
5.6	Εφαρμογές στην πράξη .....	CD-ROM
5.7	Εικόνες σε αξονομετρική και προοπτική παράσταση .....	CD-ROM

## Κεφάλαιο 6<sup>ο</sup>: Τομές

6.1	Τι είναι τομή στο σχέδιο; .....	291
6.2	Επίπεδο τομής .....	292
6.3	Είδη τομών .....	294
6.3.1	Ολική τομή ή απλά τομή .....	294
6.3.2	Σύνθετη τομή ή τομή σε πολλά επίπεδα .....	296
6.3.3	Ημιτομή ή τομή 90° .....	297
6.3.4	Μερική τομή ή τομή θραύσης .....	299
6.3.5	Τοπική τομή – εγκάρσια τομή .....	300
6.4	Χαρακτηρισμός τομών ανάλογα με τη θέση του επιπέδου τομής, σε σχέση με τα επίπεδα προβολής .....	303
6.5	Χρησιμότητα της τομής .....	306
6.6	Γενικές παρατηρήσεις για τη σχεδίαση των τομών .....	308
6.7	Παραδείγματα σχεδίασης τομών .....	317

## Κεφάλαιο 7<sup>ο</sup>: Διαστασιολόγηση σχεδίου

7.1	Τοποθέτηση διαστάσεων στο μηχανολογικό σχέδιο .....	327
7.1.1	Γενικά .....	327
7.1.2	Στοιχεία διαστάσεων .....	328
7.1.3	Κανόνες για τις γραμμές διαστάσεων και τη χάραξή τους ....	330

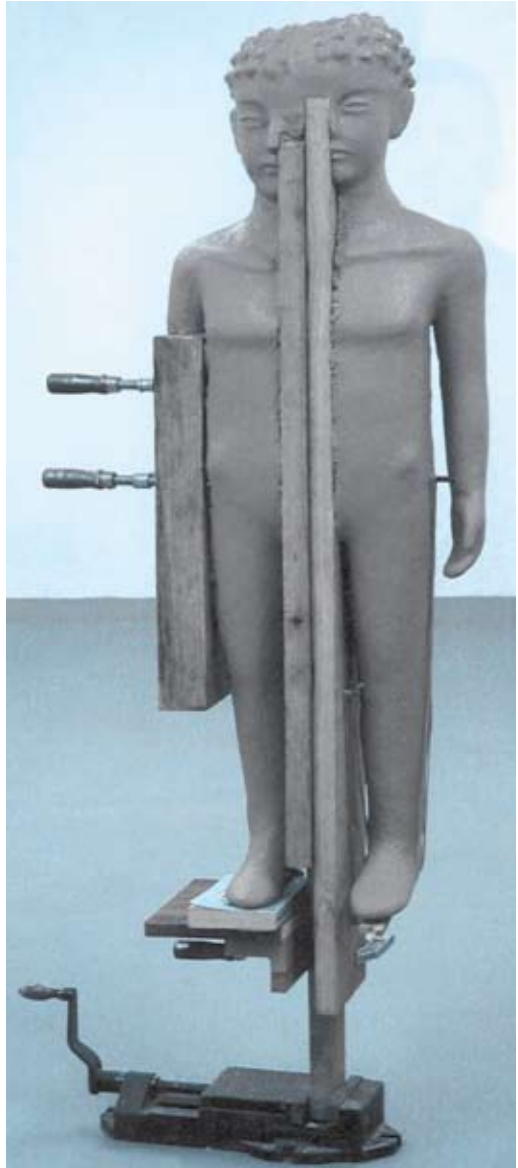
7.1.4	Αριθμητική έκφραση των διαστάσεων με μονάδες μέτρησης .....	332
7.1.5	Τοποθέτηση διαστάσεων στις όψεις .....	334
7.1.6	Τοποθέτηση διαστάσεων σε γωνίες, κύκλους, τόξα κύκλων .....	343
7.1.7	Τοποθέτηση διαστάσεων σε αποτμήσεις γωνιών στους άξονες ή ατράκτους .....	353
7.1.8	Τοποθέτηση διαστάσεων από σταθερή αφετηρία .....	355
7.1.9	Διαστασιολόγηση γεωμετρικής μορφής .....	355
7.1.10	Διαστασιολόγηση με βάση το σύστημα αξόνων $x\ y\ z$ .....	356
	1. Διαστασιολόγηση με βάση τις καρτεσιανές συντεταγμένες .	356
	2. Διαστασιολόγηση με πολικές συντεταγμένες .....	359
	3. Μεικτό σύστημα διαστασιολόγησης .....	359
7.1.11	Σύμβολα που χρησιμοποιούνται στη διαστασιολόγηση .....	361
7.1.12	Βοηθητικές διαστάσεις και διαστάσεις ελέγχου .....	367
7.1.13	Γραμμές παραπομπής .....	367
<b>Παράρτημα</b>	.....	CD-ROM
8.1	Ιερή τομή .....	CD-ROM
8.2	Χρυσή τομή .....	CD-ROM
8.3	Άνθρωπος του Βιτρούβιου του Leonardo da Vinci .....	CD-ROM
8.4	Η ακολουθία Fibonacci και η φύση .....	CD-ROM
8.5	Το τρίγωνο του Πασκάλ .....	CD-ROM
8.6	Το κανονικό αστεροειδές πεντάγωνο (πεντάκτινο αστέρι ή πεντάλφα) .....	CD-ROM
8.7	Υπόμνημα .....	CD-ROM
<b>Ασκήσεις</b>	.....	CD-ROM

## Βιβλιογραφία 371

A.	Ελληνόγλωσση .....	371
B.	Ξενόγλωσση και ξενόγλωσση σε ελληνική μετάφραση .....	373
Γ.	Ιστότοποι .....	373

## Κεφάλαιο 6

### Τομές



**Mark Manders, Ολλανδός καλλιτέχνης**  
***Μικρή άψητη πήλινη μορφή***

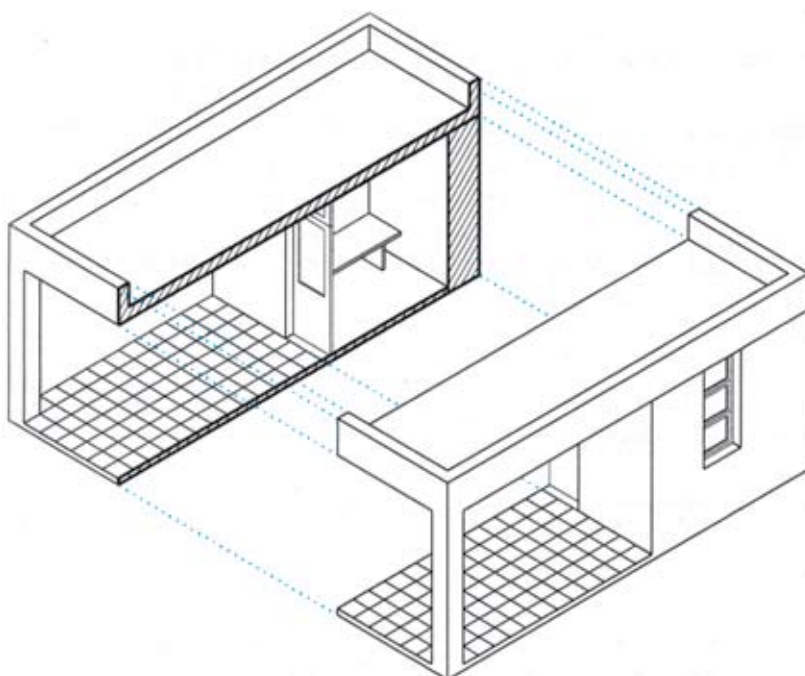
Συμμετοχή με ένα γλυπτό του στην 1<sup>η</sup> Μπιενάλε της Αθήνας 2007  
*“Destroy Athens”*



## 6.1 Τι είναι τομή στο σχέδιο;

Πολλές φορές στο σχέδιο χρειάζεται να απεικονίσουμε αντικείμενα τα οποία έχουν πολύπλοκη μορφή ή εσωτερικές λεπτομέρειες που δεν είναι εύκολο να γίνουν αντιληπτές από τις όψεις τους. Όταν π.χ. βλέπουμε τις όψεις ενός κτιρίου, δεν μπορούμε να γνωρίζουμε την εσωτερική του διαμόρφωση ή τη δομή του.

Μπορούμε όμως να θεωρήσουμε ότι ένα επίπεδο τέμνει το υπό σχεδίαση αντικείμενο και το χωρίζει σε δύο τμήματα, ώστε, μετά την απομάκρυνση του ενός, να μας αποκαλύπτεται το εσωτερικό του. Το τμήμα που απομένει μπορούμε να το απεικονίσουμε σε ένα σχέδιο ορθής προβολής. Το σχέδιο που προκύπτει από μια τέτοια διαδικασία, το ονομάζουμε τομή.



Σχήμα 6.1. Τομή ισόγειου κτιρίου.

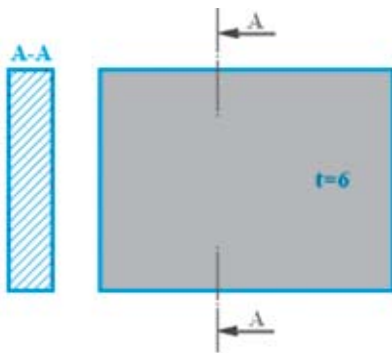
**Τομή**, λοιπόν, είναι ένα σχέδιο ορθής προβολής ενός αντικειμένου, όπως ακριβώς είναι και μία όψη του. Το τμήμα του αντικειμένου, που αποκόπτεται από το επίπεδο τομής και που βρίσκεται μπροστά (προς το μέρος του παρατηρητή), θεωρείται ότι το απομακρύνουμε και αυτό που απομένει το παρουσιάζουμε σαν όψη. Τομή επίσης ονομάζουμε και τη διαδικασία με την οποία παίρνουμε ένα τέτοιο σχέδιο.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι τομή σε ένα σχέδιο κάνουμε για να τονίσουμε την παραστατικότητα του σχεδίου, για να δείξουμε εσωτερικές λεπτομέρειες, που δεν μπορούμε να δούμε με τις όψεις, και για να τοποθετήσουμε διαστάσεις στις εσωτερικές αυτές λεπτομέρειες.

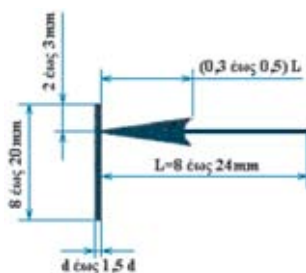
## 6.2 Επίπεδο τομής

Η τομή στο τεχνικό σχέδιο είναι μια νοητική διεργασία, πραγματοποιείται με ένα φανταστικό επίπεδο, κάθετο στο επίπεδο σχεδίασης, σε κάποια επιλεγμένη θέση. Το επίπεδο με το οποίο πραγματοποιείται η τομή ονομάζεται **επίπεδο τομής**. Η θέση του προσδιορίζεται με το ίχνος του, το οποίο σχεδιάζεται σε μία από τις όψεις του αντικειμένου. Η πορεία της τομής, εφόσον αυτή δεν είναι άμεσα κατανοητή, δηλώνεται με χοντρή ενδεικτική αξονική γραμμή σε μια όψη, η οποία παριστάνει το ίχνος του επιπέδου τομής. Η ενδεικτική αξονική γραμμή της τομής δεν σχεδιάζεται σε όλο το μήκος του αντικειμένου αλλά μόνο στην αρχή, πολλές φορές ενδιάμεσα (στην σύνθετη τομή) και στο τέλος.

Η κατεύθυνση της τομής δηλώνεται με δύο βέλη στα άκρα της ενδεικτικής γραμμής της τομής, τα οποία δείχνουν την φορά των οπτικών ακτίνων θέασης του αντικειμένου και τα οποία είναι μεγαλύτερα από τα βέλη των διαστάσεων. Δίπλα ή πάνω από τα βέλη τοποθετούνται γράμματα ή αριθμοί για να δείξουν το επίπεδο τομής και την ονομασία της τομής. Το ύψος των γραμμάτων (ή αριθμών) είναι κατά μία βαθμίδα μεγαλύτερα από τα αντίστοιχα των διαστάσεων.

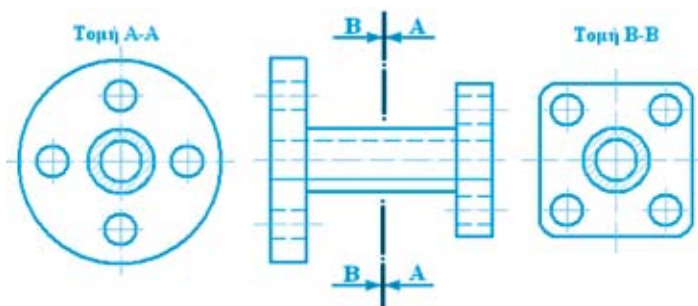


Σχήμα 6.2. Ενδεικτική αξονική γραμμή της τομής.



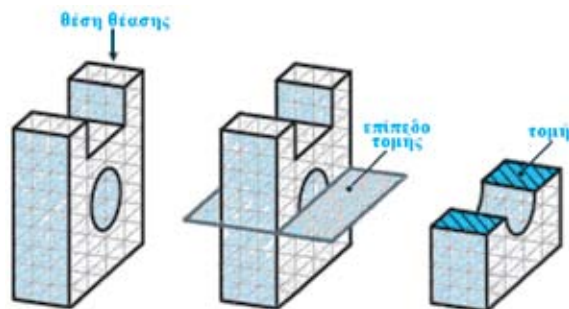
d: το πάχος της κύριας γραμμής σχεδίου

Σχήμα 6.3. Διαστάσεις βέλους στα άκρα της ενδεικτικής γραμμής της τομής.



Σχήμα 6.4. Σήμανση της θέσης και της κατεύθυνσης του επιπέδου τομής.

Η τομή πραγματοποιείται κατά κανόνα με ένα επίπεδο κάθετο στην κατεύθυνση θέασης του αντικειμένου και σχεδιάζεται σαν απλή όψη, με την διαφορά ότι οι περιοχές του τεμαχίου, όπου το επίπεδο τομής κόβει υλικό, διαγραμμαρίζονται. Το μέρος του τεμαχίου, από το επίπεδο τομής μέχρι τη θέση θέασης, «απομακρύνεται» και ο σχεδιαστής «βλέπει» το υπόλοιπο τεμάχιο το οποίο στη συνέχεια σχεδιάζει σαν όψη.



Σχήμα 6.5. Τομή με επίπεδο κάθετο στην κατεύθυνση θέασης του αντικειμένου.

Η τομή στα μηχανολογικά αντικείμενα γίνεται κυρίως κατά μήκος ενός άξονα συμμετρίας του αντικειμένου, αλλά και σε οποιοδήποτε άλλο τμήμα του αντικειμένου κρίνεται σκόπιμο, λόγω της ειδικής μορφής του.

Η κοινή επιφάνεια του επιπέδου τομής με το υλικό (ή τα υλικά) του αντικειμένου ονομάζεται **επιφάνεια τομής** ή και **τεμνόμενη επιφάνεια**. Η επιφάνεια αυτή παριστάνεται με διάφορους τρόπους, ανάλογα με το είδος του τεχνικού σχεδίου στο οποίο αναφέρεται.

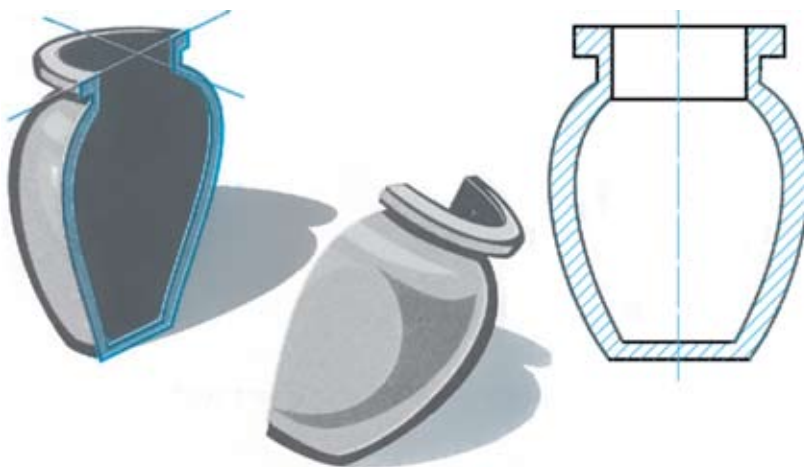
### 6.3 Είδη τομών

Γενικά μπορεί να ειπωθεί ότι υπάρχουν πέντε είδη τομών από τα οποία τα πιο συνηθισμένα είναι τα δύο πρώτα.

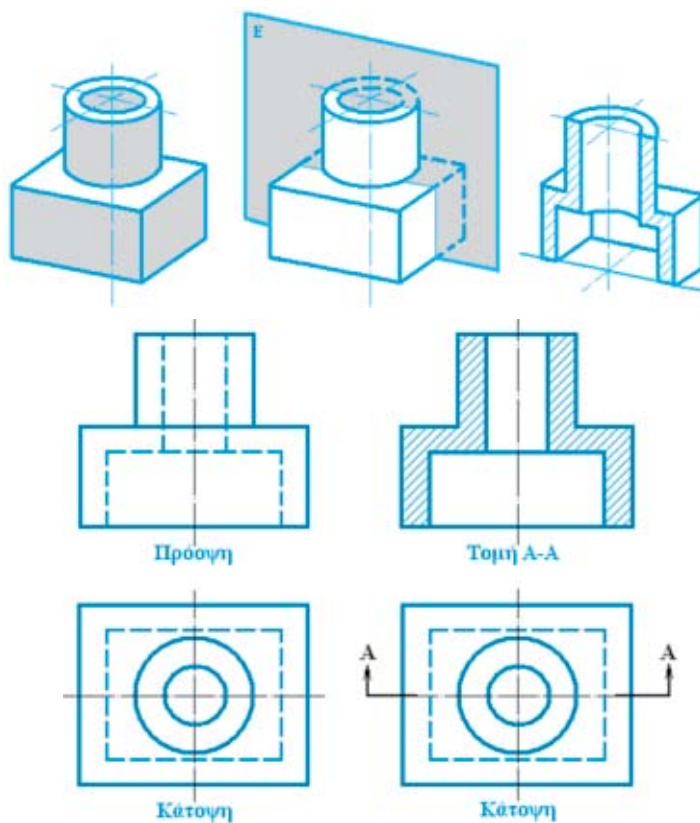
1. **Ολική τομή ή απλά τομή**
2. **Σύνθετη τομή ή τομή σε πολλά επίπεδα**
3. **Ημιτομή ή τομή 90°**
4. **Μερική τομή ή τομή θραύσης**
5. **Τοπική τομή ή εγκάρσια τομή**

#### 6.3.1 Ολική τομή ή απλά τομή

Ολική τομή ονομάζεται εκείνη η τομή, κατά την οποία το αντικείμενο κόβεται από το επίπεδο τομής σε όλο το μήκος του. Η τομή αυτή γίνεται κυρίως κατά μήκος ενός άξονα συμμετρίας του εξαρτήματος



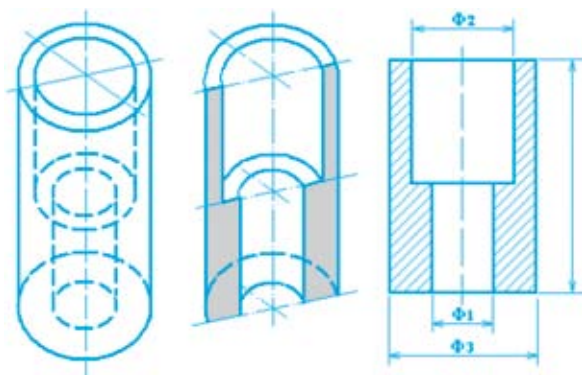
Σχήμα 6.6. Βάζο σε ολική τομή.



Σχήμα 6.7. Ολική τομή.

Στο επόμενο σχήμα φαίνεται:

- ένα απλό κυλινδρικό τεμάχιο με εσωτερική οπή
- το τεμάχιο που απομένει από την τμήση με το επίπεδο τομής
- και τέλος, στο δεξί μέρος του σχήματος, η προκύπτουσα ολική τομή

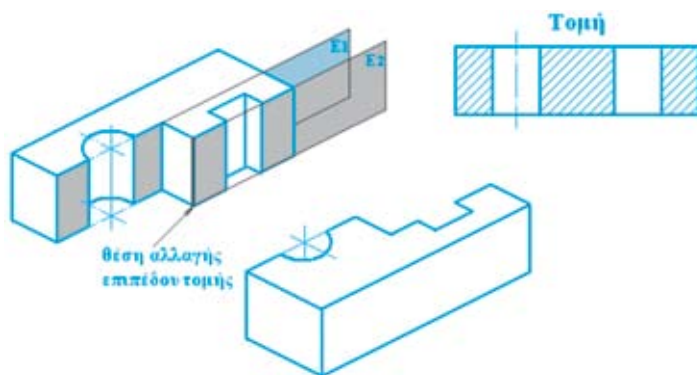


Σχήμα 6.8. Ολική τομή σε κυλινδρικό τεμάχιο.

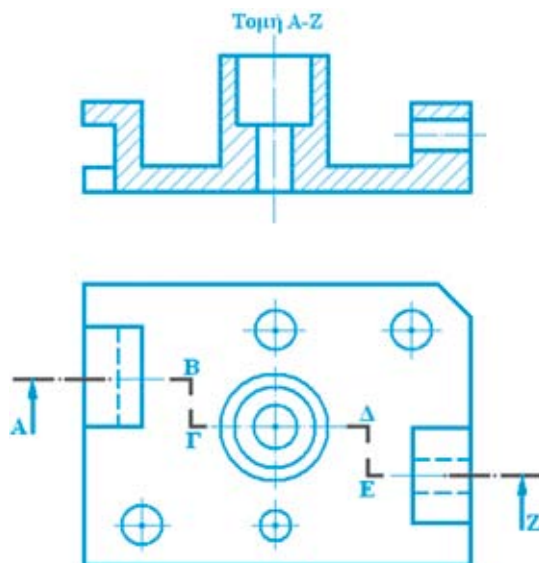
### 6.3.2 Σύνθετη τομή ή τομή σε πολλά επίπεδα

Πολλές φορές πραγματοποιούνται τομές ταυτόχρονα με περισσότερα από ένα επίπεδα, προκειμένου να φανούν περισσότερες λεπτομέρειες, σε διάφορες θέσεις του αντικειμένου, που παρουσιάζουν εξαιρετικό ενδιαφέρον, και οι οποίες δεν βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο.

Στην ουσία, η σύνθετη τομή «αφαιρεί» από το αντικείμενο ένα «σπαστό» τμήμα του.



Σχήμα 6.9. Σύνθετη τομή με δύο επίπεδα.

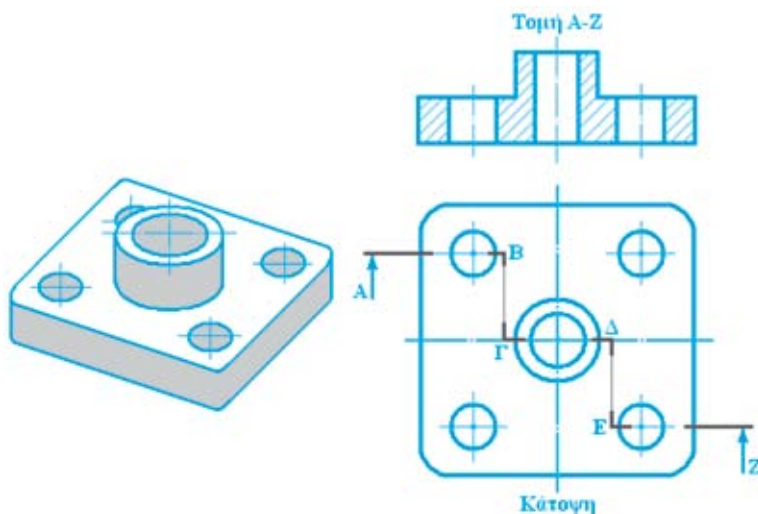


Σχήμα 6.10. Πορεία των επιπέδων τομής στη σύνθετη τομή.

Στη σύνθετη τομή το ίχνος των επιπέδων τομής είναι μια τεθλασμένη γραμμή. Η πορεία της τομής ορίζεται με την χοντρή αξονική γραμμή, ενώ ονομάζονται με κεφαλαία γράμματα σε αλφαβητική σειρά, η αρχή, το τέλος και οι αλλαγές κατεύθυνσης της πορείας τομής.

Για να περιγραφούν π.χ. με σαφή τρόπο οι λεπτομέρειες του εξαρτήματος στο σχήμα 6.11, οι οποίες βρίσκονται σε διαφορετικά επίπεδα, έπρεπε κανονικά να γίνουν τρεις τομές. Με τη σύνθετη τομή, που γίνεται με τρία επίπεδα τομής κατά μήκος της τεθλασμένης γραμμής A-B-Γ-Δ-E-Z, σχεδιάζονται σε ένα μόνο σχήμα ταυτόχρονα και οι τρεις αυτές τομές.

Η σύνθετη τομή χαρακτηρίζεται από το πρώτο και το τελευταίο γράμμα (Τομή A-Z). Ακμές που δημιουργούνται από τα ίχνη των επιπέδων τομής δεν σχεδιάζονται.



Σχήμα 6.11. Σύνθετη τομή με τρία επίπεδα.

### 6.3.3 Ημιτομή ή τομή 90°

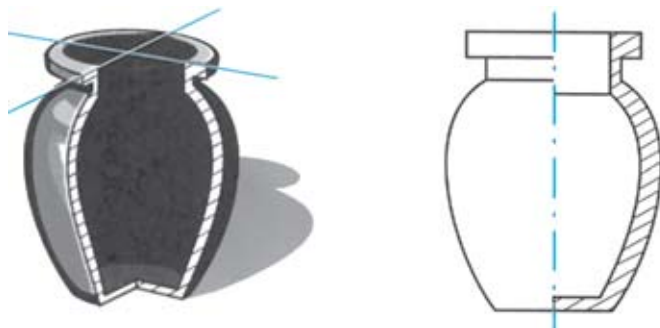
Μερικά συμμετρικά ως προς ένα ή δύο άξονες εξαρτήματα ή μηχανήματα και κυρίως αυτά που προκύπτουν εκ περιστροφής, μπορούν να σχεδιαστούν κατά το μισό σαν όψη και το άλλο μισό σαν τομή, ώστε να παρέχονται με μία όψη όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες. Με την παράσταση αυτή, που λέγεται **ημιτομή**, παρουσιάζονται ταυτόχρονα οι εσωτερικές διαμορφώσεις αλλά και η εξωτερική όψη του αντικειμένου.

Η ημιτομή γίνεται από δύο επίπεδα τομής τα οποία είναι κάθετα μεταξύ τους. Το τμήμα του αντικειμένου που περιέχεται μέσα στη γωνία των δύο επιπέδων απομακρύνεται νοητά και το υπολειπόμενο τμήμα παρουσιάζεται σαν ορθή

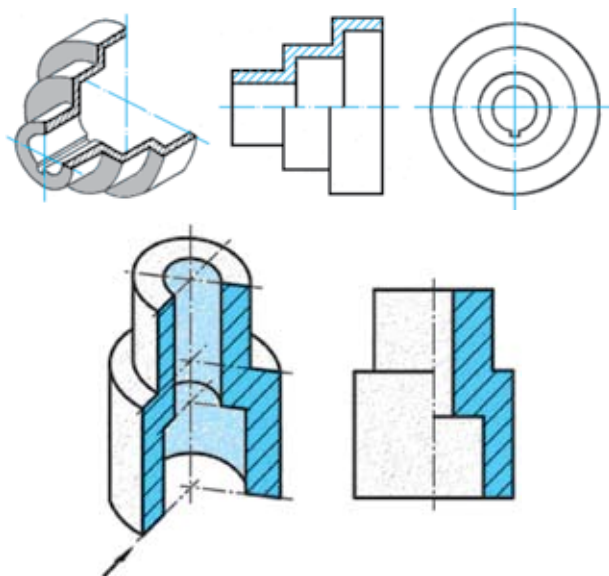


προβολή, με το μισό εξάρτημα σε τομή και το άλλο μισό σε όψη, δηλαδή γίνεται συνδυασμός μισής όψης και μισής τομής, με αποτέλεσμα να εξοικονομείται χρόνος σχεδίασης, χωρίς αυτό να αποβαίνει σε βάρος της πληρότητας και της ευκρίνειας του σχεδίου

Στην ημιτομή η θέση των επιπέδων τομής δεν χαρακτηρίζεται. Η ακμή της δίδεξης γωνίας των δύο κάθετων επιπέδων τομής συμπίπτει με τον άξονα συμμετρίας του αντικειμένου και δεν σχεδιάζεται στην ημιτομή. Η διαχωριστική γραμμή ανάμεσα στο τμήμα σε ημιτομή και στο αντίστοιχο σε όψη γίνεται με αξονική γραμμή.



Σχήμα 6.12. Βάζο σε ημιτομή.



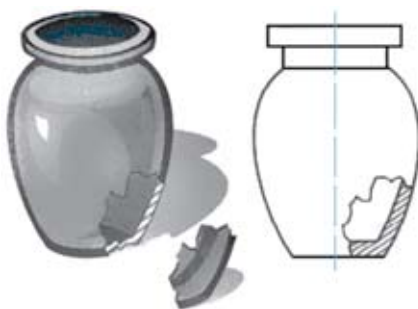
Σχήμα 6.13. Μηχανολογικά εξαρτήματα σε ημιτομή.



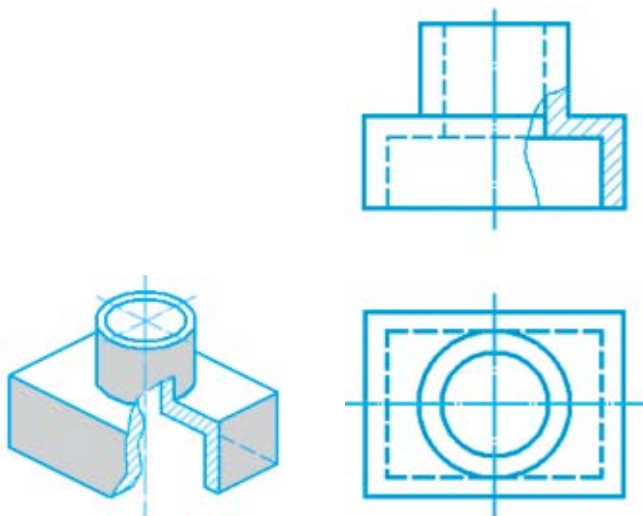
### 6.3.4 Μερική τομή ή τομή θραύσης

Με τη μερική τομή αποτέμενεται ένα μικρό μέρος του αντικειμένου και απομένει για σχεδίαση το υπόλοιπο. Η μερική τομή γίνεται όταν πρέπει να αποτυπωθούν στο σχέδιο λεπτομέρειες του εσωτερικού του αντικειμένου, για να φανεί μια λεπτομέρεια σε τομή, αποφεύγοντας έτσι την σχεδίαση ολόκληρης της τομής. Στη μερική τομή, η οποία οριοθετείται με γραμμή ελευθέρας χειρός, θεωρείται ότι μόνο η καθορισμένη περιοχή τέμνεται ενώ το υπόλοιπο τεμάχιο παρουσιάζεται κανονικά σε όψη.

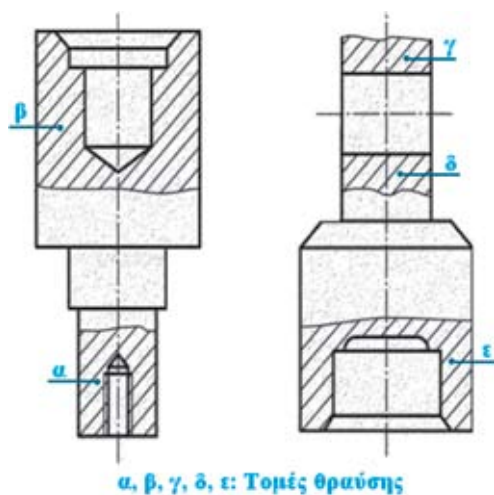
Πλεονέκτημα της τομής αυτής είναι ότι σε μία και μόνο όψη παριστάνονται και περιγράφονται ταυτόχρονα τόσο οι εξωτερικές όσο και οι εσωτερικές λεπτομέρειες του αντικειμένου.



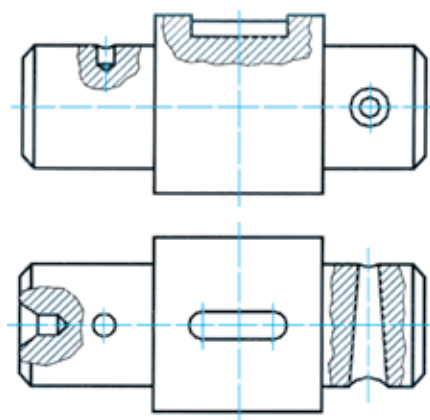
Σχήμα 6.14. Βάζο σε μερική τομή.



Σχήμα 6.15. Μηχανολογικό εξάρτημα σε μερική τομή.



Σχήμα 6.16. Μερική τομή ή τομή θραύσης.



Σχήμα 6.17. Μερική τομή σε άξονα με αύλακα για σφήνα, με οπή κεντραρίσματος και οπή για κωνική σφήνα.

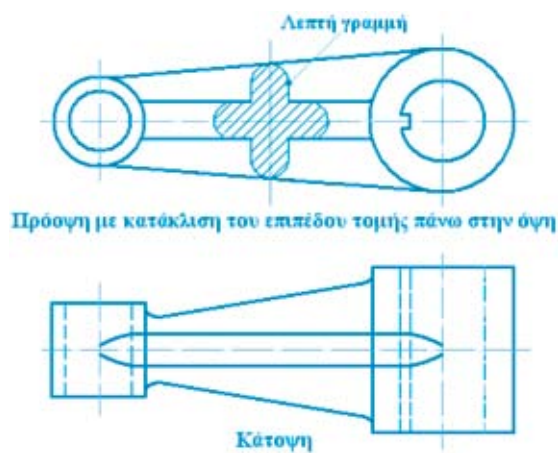
### 6.3.5 Τοπική τομή – εγκάρσια τομή

Η τοπική τομή είναι μια πλήρης τομή και απεικονίζει ένα τμήμα ενός συνόλου. Χρησιμοποιείται για να δείξει την τομή ενός συγκεκριμένου τμήματος του αντικειμένου προκειμένου να περιγραφεί η μορφή του ταυτόχρονα σε περισσότερες από μία θέσεις. Έτσι, αντί να πραγματοποιηθούν πολλές τομές και να τοποθετηθούν σε διάφορες θέσεις του χαρτιού σχεδίου, κόβεται το αντικείμενο σε επιλεγμένες θέσεις και δείχνεται η διατομή του. Η τοπική τομή γίνεται είτε με κατάκλιση του επιπέδου τομής επί τόπου πάνω στο σχέδιο της όψης, οπότε ο ορισμός της τομής γίνεται με λεπτή συνεχή γραμμή, είτε έξω από το περίγραμμα του σχεδίου της όψης, οπότε αυτή σχεδιάζεται με παχιά συνεχή γραμμή και τοποθετείται κοντά στην όψη, ενώ συνδέεται μαζί της με μια αξονική γραμμή.

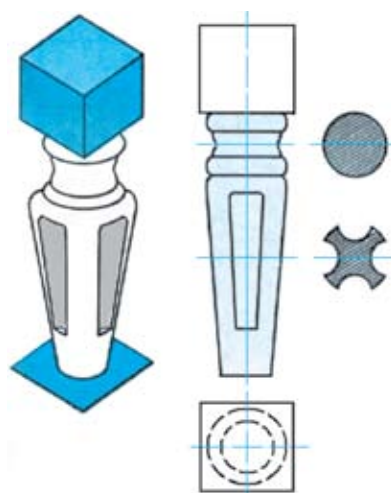
Πλεονέκτημα της τοπικής τομής είναι ότι ταυτόχρονα με το σχεδιασμό της όψης γίνεται εμφανής και η μορφή της διατομής του εξαρτήματος (Σχήμα 6.18, 6.19).

Εάν είναι αναγκαίο μπορεί να γίνουν περισσότερες τοπικές τομές (πολλαπλές τομές) στο ίδιο τεμάχιο για να φανούν οι διατομές του αντικειμένου (τομή προφίλ) σε διάφορες θέσεις του.

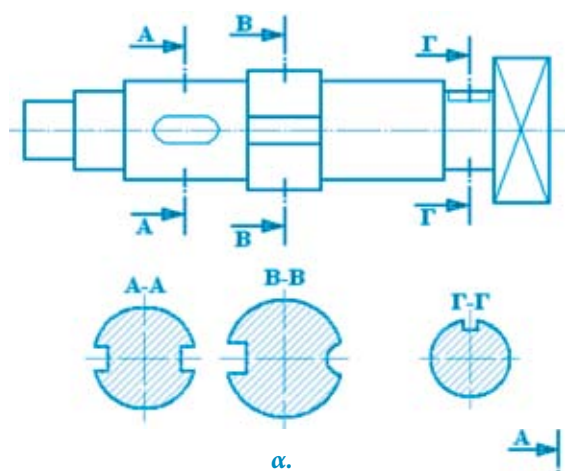
Πολλαπλές τομές σε αντικείμενα, όπως στους άξονες του σχήματος, 6.20 (α&β) πρέπει να τοποθετούνται συνεχόμενα η μία μετά την άλλη.



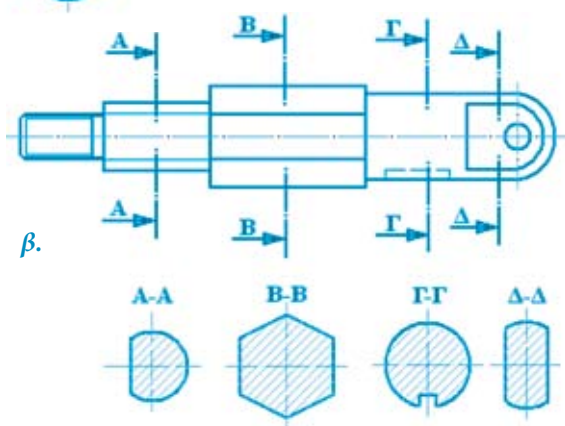
Σχήμα 6.18. Τοπική τομή με κατάκλιση του επιπέδου τομής.



Σχήμα 6.19. Τοπική τομή έξω από το περίγραμμα της όψης.

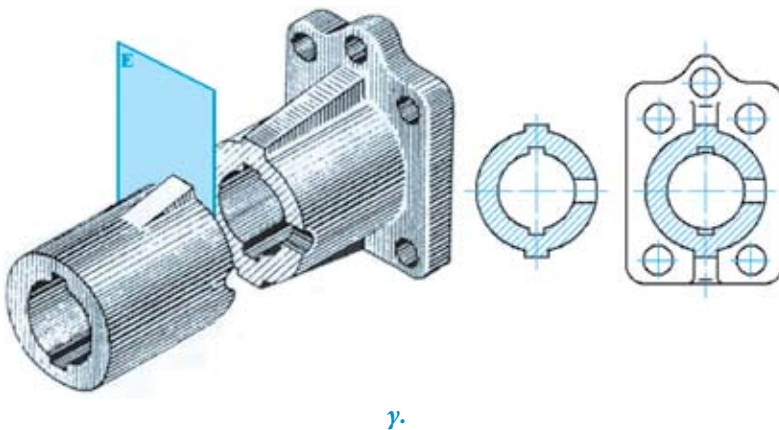
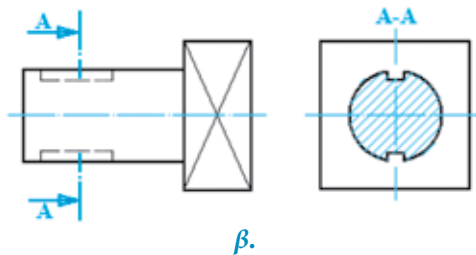
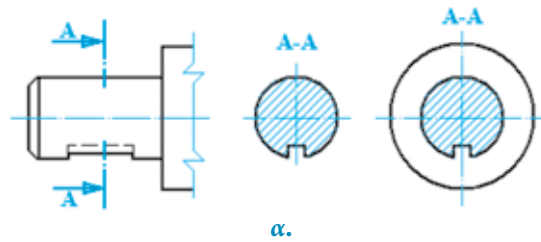


Σχήμα 6.20. Πολλαπλές τομές στο ίδιο τεμάχιο.



Οι τομές προφίλ μπορούν να σχεδιάζονται απλοποιημένες. Μπορεί όμως να αποφεύγεται η σχεδίαση των ακμών, των περιγραμμάτων και γενικά η σχεδίαση των διαμορφώσεων που υπάρχουν πίσω από το επίπεδο τομής, όταν δεν συνεισφέρουν στην καλύτερη κατανόηση του σχεδίου. Παρατηρώντας π.χ. στο σχήμα 6.21 (α) την τομή Α-Α διαπιστώνουμε πως ενώ πίσω από την τομή θα έπρεπε να διακρίνεται και ο κύκλος της μεγαλύτερης διαμέτρου του άξονα, αυτός δεν υπάρχει.

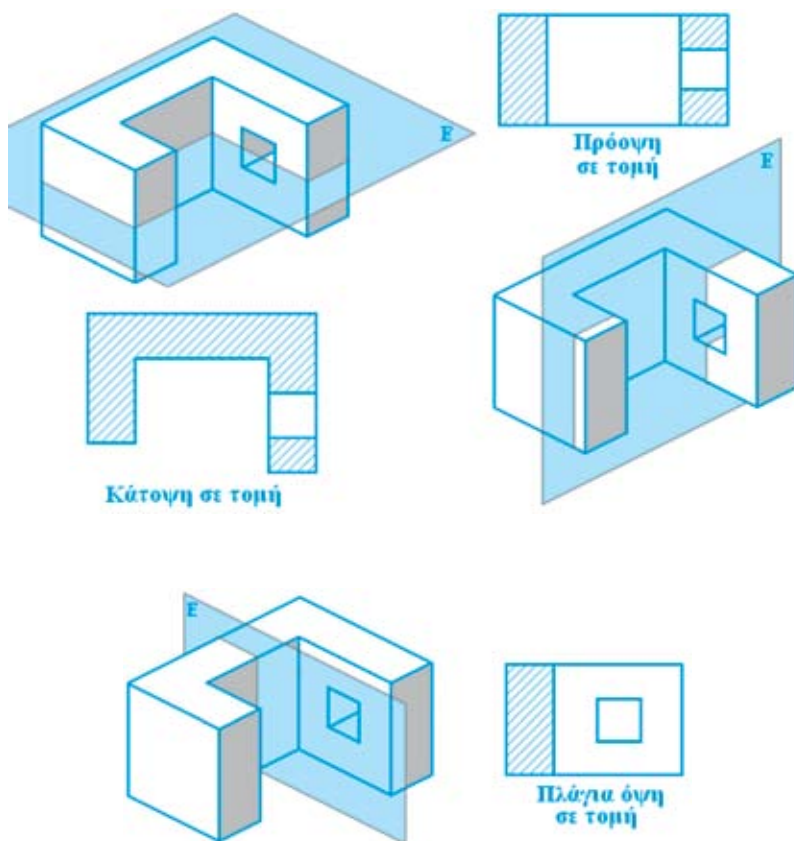
Σε περίπτωση που είναι απαραίτητο να σχεδιαστούν κανονικά οι τομές προφίλ, σχήμα 6.21 (γ), τότε σχεδιάζουμε και τις διαμορφώσεις πίσω από το επίπεδο τομής.



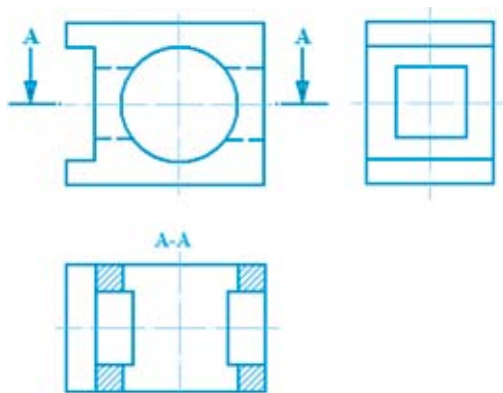
Σχήμα 6.21. Διαμορφώσεις πίσω από το επίπεδο τομής.

## 6.4 Χαρακτηρισμός τομών ανάλογα με τη θέση του επιπέδου τομής, σε σχέση με τα επίπεδα προβολής

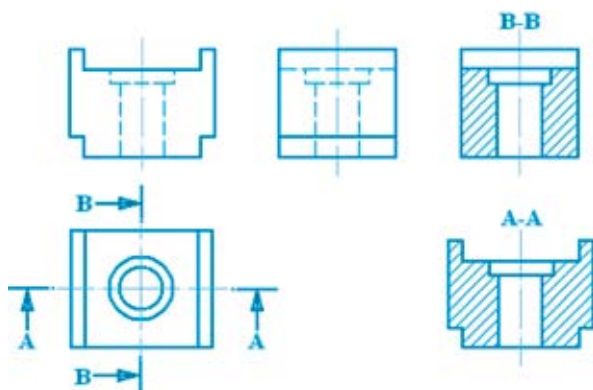
- ▶ Ανάλογα με τη θέση του επιπέδου τομής, σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο προβολής ( $E_2$ ), διακρίνονται οι πιο κάτω περιπτώσεις:
  - Το επίπεδο τομής είναι παράλληλο προς το οριζόντιο επίπεδο προβολής ( $E_2$ ), οπότε προκύπτει η **κάτοψη σε τομή**.
  - Το επίπεδο τομής είναι κάθετο στο οριζόντιο ( $E_2$ ) και παράλληλο προς το μετωπικό επίπεδο προβολής ( $E_1$ ) οπότε προκύπτει η **πρόοψη σε τομή**.
  - Το επίπεδο τομής είναι κάθετο στο οριζόντιο ( $E_2$ ) και παράλληλο προς το πλάγιο επίπεδο προβολής ( $E_3$ ) οπότε προκύπτει η **πλάγια όψη σε τομή**.



Σχήμα 6.22. Επίπεδο τομής σε τρεις διαφορετικές θέσεις σε σχέση με τα επίπεδα προβολής.

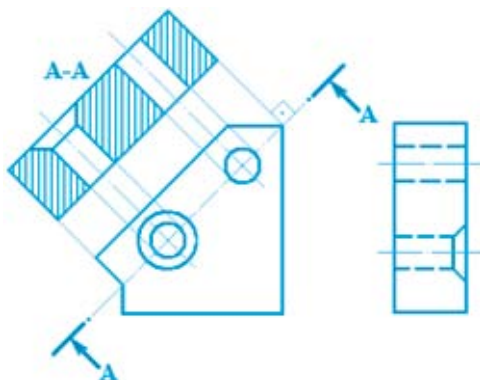


Σχήμα 6.23. Κάτοψη σε τομή.



Σχήμα 6.24. Πρόοψη και πλάγια όψη σε τομή.

- Το επίπεδο τομής σχηματίζει με το οριζόντιο επίπεδο προβολής τυχαία γωνία διάφορη της ορθής (Σχήμα 6.25).

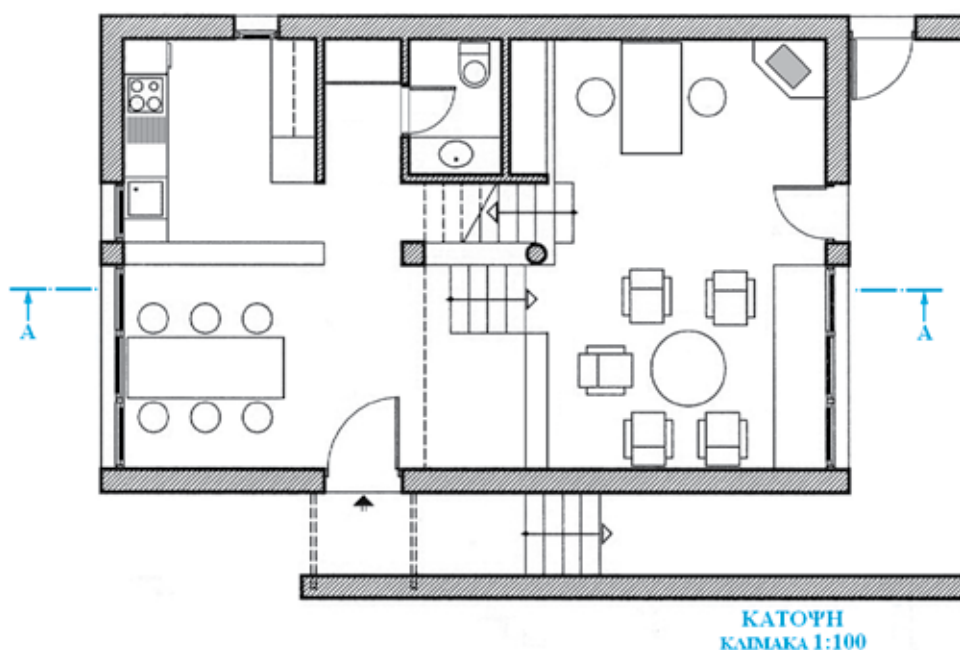


Σχήμα 6.25. Κεκλιμένη τομή.

- ▶ Ανάλογα με την κατεύθυνση του επιπέδου τομής στο οικοδομικό σχέδιο οι τομές χαρακτηρίζονται ως **κατά μήκος** ή **διαμήκεις**, όταν το κτίριο τέμνεται κατά τη διεύθυνση της μεγαλύτερης διάστασής του (μήκους) και ως **εγκάρσιες** ή **κατά πλάτος**, όταν τέμνεται κατά την διεύθυνση της μικρότερης διάστασής του (πλάτους).

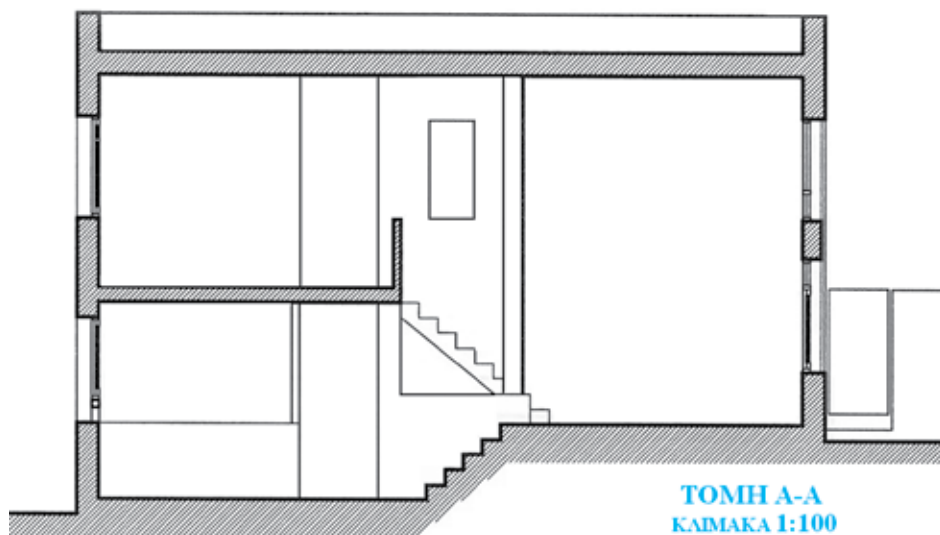
Ονομάζονται με ζεύγη κεφαλαίων γραμμάτων, ή αριθμών π.χ. Α-Α, Β-Β, 1-1 κ.λπ., με τα οποία παραπέμπουν στην κάτοψη, όπου ορίζεται το ίχνος του επιπέδου τομής. Έτσι έχουμε τον χαρακτηρισμό της τομής ως ΤΟΜΗ Α-Α, ΤΟΜΗ Β-Β ή ΤΟΜΗ 1-1, ΤΟΜΗ 2-2 κ.λπ.

Στο οικοδομικό σχέδιο επιλέγεται η θέση του επιπέδου τομής, έτσι ώστε να τέμνονται τα πιο “ενδιαφέροντα” δομικά στοιχεία της κατασκευής, όπως τοίχοι, ενδιάμεσα χωρίσματα, ανοίγματα (πόρτες, παράθυρα), πλάκες, στηθαία, κλίμακες (σκάλες) κ.ά.



Σχήμα 6.26. Κάτοψη με σήμανση της θέσης του ίχνους του επιπέδου τομής.

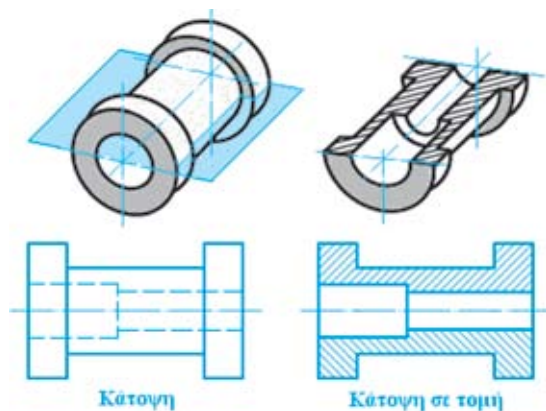




Σχήμα 6.27. Τομή Α-Α.

## 6.5 Χρησιμότητα της τομής

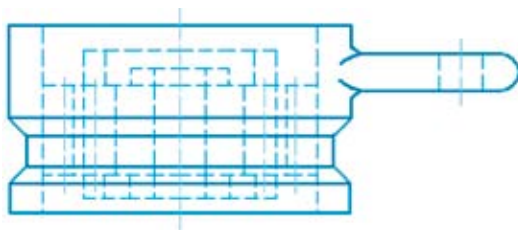
Στο επόμενο σχήμα καταδεικνύεται η χρησιμότητα της τομής. Η κάτοψη, στη συγκεκριμένη περίπτωση θα ήταν ακριβώς ίδια με την πρόοψη. Η κάτοψη σε τομή όμως “αποκαλύπτει” το εσωτερικό του τεμαχίου, μετατρέποντας τις μη ορατές ακμές σε ορατές. Το κυλινδρικό τεμάχιο του σχήματος 6.28 με εσωτερική διαμόρφωση, κόβεται από ένα οριζόντιο επίπεδο και στο κάτω μέρος του σχήματος παρουσιάζεται η αντίστοιχη κάτοψη και η κάτοψη σε τομή.



Σχήμα 6.28. Κάτοψη και κάτοψη σε τομή κυλινδρικού τεμαχίου.

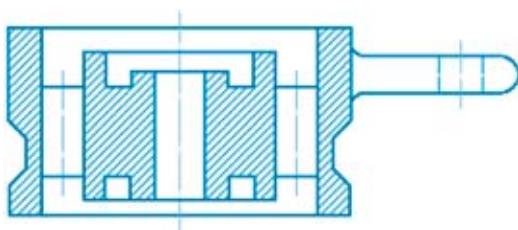


Η εσωτερική διαμόρφωση του αντικειμένου στο σχέδιο της όψης (Σχήμα 6.29) παρουσιάζεται με ένα πλήθος από διακεκομμένες γραμμές και έτσι δημιουργείται σύγχυση ως προς την εσωτερική μορφή του αντικειμένου.

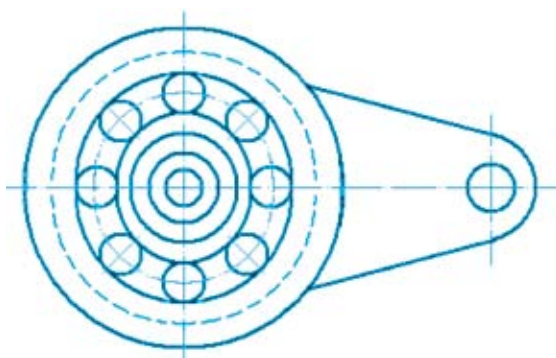


Σχήμα 6.29. Όψη με πολλές διακεκομμένες γραμμές.

Για να αποφευχθεί αυτή η σύγχυση σχεδιάζεται μια τομή (Σχήμα 6.30) ώστε να καταδειχθεί η πραγματική του εσωτερική δομή.



Σχήμα 6.30. Το ίδιο αντικείμενο σε σχέδιο τομής.



Σχήμα 6.31. Το ίδιο αντικείμενο σε κάτοψη.

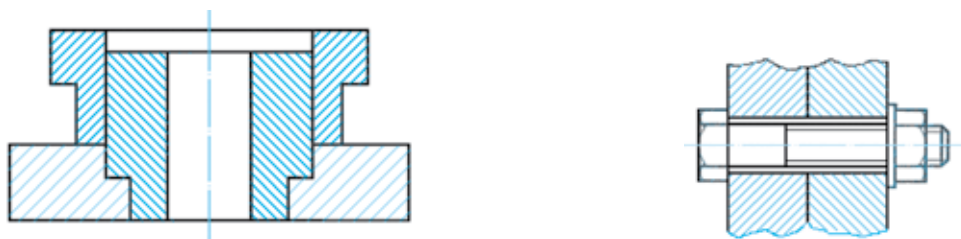
## 6.6 Γενικές παρατηρήσεις για τη σχεδίαση των τομών

1. Η τομή διακρίνεται και ξεχωρίζει από τις υπόλοιπες όψεις λόγω της διαγράμμισης. Η διαγράμμιση γίνεται με λεπτή συνεχή γραμμή, με κλίση  $45^\circ$  ως προς τον άξονα του τεμαχίου ή το περίγραμμα της επιφάνειας τομής και με την ίδια απόσταση ανάμεσα στις γραμμές, προκειμένου για περιοχές του ίδιου εξαρτήματος. Η απόσταση των γραμμών διαγράμμισης εξαρτάται από το μέγεθος της τομής και την κλίμακα σχεδίασης και παραμένει ίδια για όλες τις τομές που γίνονται στο ίδιο αντικείμενο, στο ίδιο σχέδιο.

Η μορφή της διαγράμμισης είναι τυποποιημένη σύμφωνα με τον κανονισμό (DIN 201) και διαφορετική για κάθε κατηγορία και είδος υλικού. Σε μερικές περιπτώσεις χρησιμοποιείται ειδική συνθηματική διαγράμμιση ή ειδικός χρωματισμός σε μια τομή, για τον καθορισμό του είδους του υλικού.

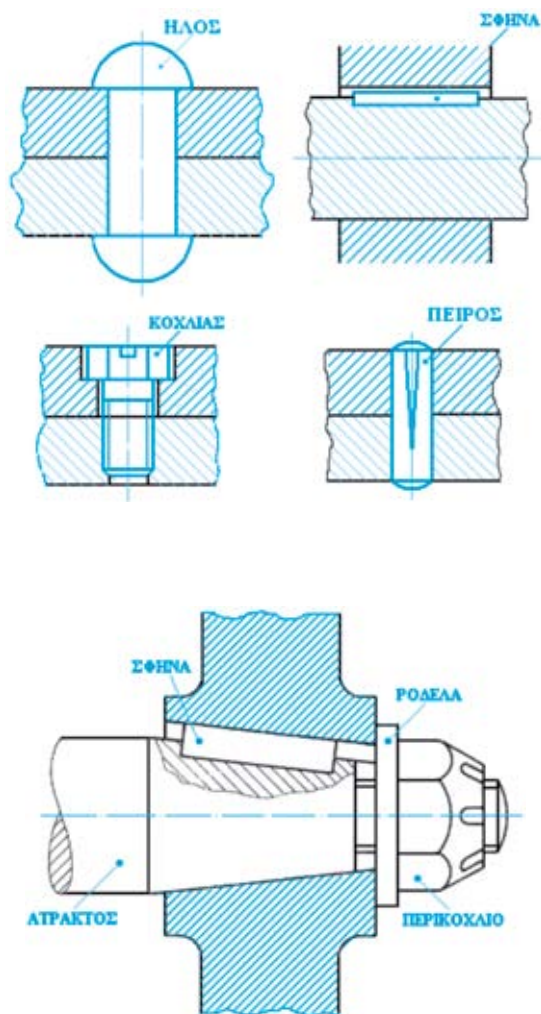
2. Όταν στο σχέδιο της τομής παρουσιάζονται δύο διαφορετικά υλικά σε επαφή ή διαφορετικά εξαρτήματα, που είναι συνδεδεμένα σε μια διάταξη κατά ένα οποιοδήποτε τρόπο, οι τεμνόμενες επιφάνειες έχουν διαγράμμιση αντίστροφη, με κάθετη μεταξύ τους διεύθυνση και πάλι όμως με κλίση  $45^\circ$ .

Είναι σημαντικός αυτός ο κανόνας, δηλαδή, το ότι οι επιφάνειες τομών στο ίδιο αντικείμενο διαγραμμίζονται πάντα με τον ίδιο τρόπο (κλίση και απόσταση γραμμών) γιατί έτσι διακρίνονται τα ξεχωριστά αντικείμενα σε σχέδιο συναρμολογημένης διάταξης.



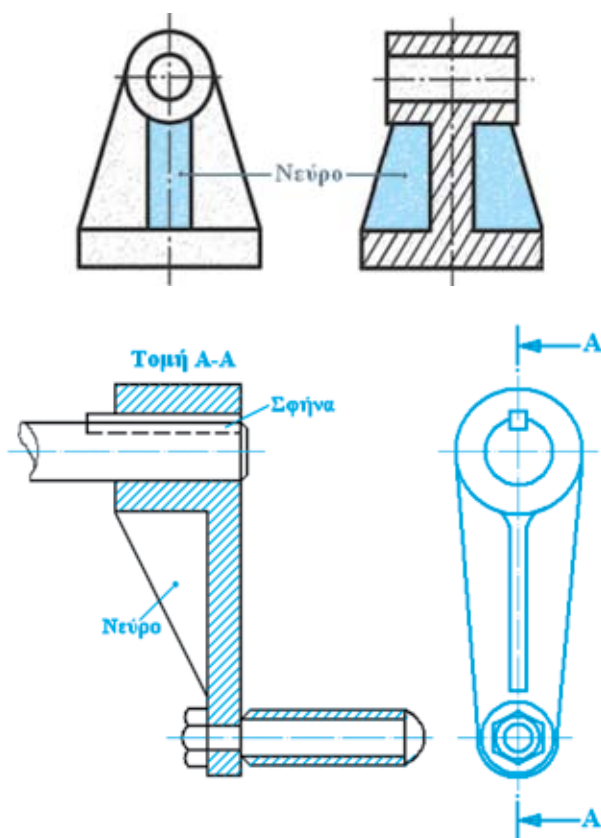
Σχήμα 6.32. Διαγράμμιση σε τομή εξαρτήματος αποτελούμενο από διάφορα συναρμολογημένα τεμάχια.

3. Μερικά απλά στοιχεία μηχανών, τυποποιημένα τεμάχια, όπως κοχλίες (βίδες), περικόχλια (παξιμάδια), ήλοι (καρφιά, περτσίνια), πείροι, σφήνες, κρίκοι αλυσίδων, ροδέλες, σφαίρες εδράνων κύλισης, άξονες, άτρακτοι, βραχίονες τροχών και τροχαλιών, γκρόβερ κ.λπ., όταν τέμνονται από το επίπεδο τομής, δεν διαγραμμίζονται στις διαμήκεις τομές.



Σχήμα 6.33. Τυποποιημένα στοιχεία μηχανών που δεν διαγραμμίζονται στην τομή.

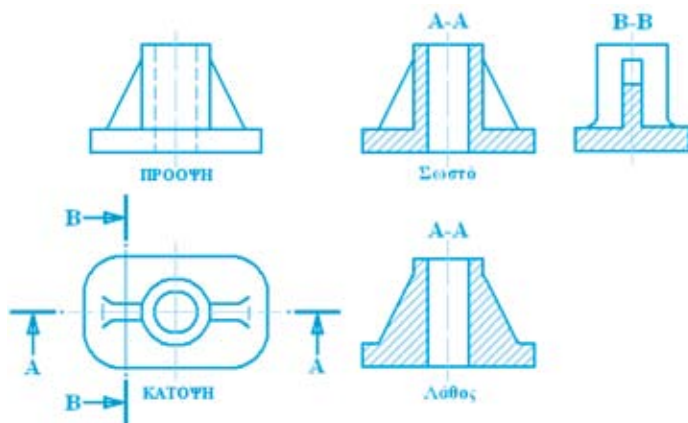
4. Εκτός από τα τυποποιημένα τεμάχια δεν διαγραμμίζονται στην τομή και τα νεύρα στα διάφορα εξαρτήματα. Τα νεύρα είναι διαμορφώσεις ενίσχυσης (νεύρα δυσκαμψίας) σε ένα εξάρτημα με σκοπό την εξασφάλιση μεγαλύτερης αντοχής του σε συνθήκες λειτουργίας (Σχήμα 6.34).



Σχήμα 6.34. Οι νευρώσεις δεν διαγραμμίζονται στην τομή.

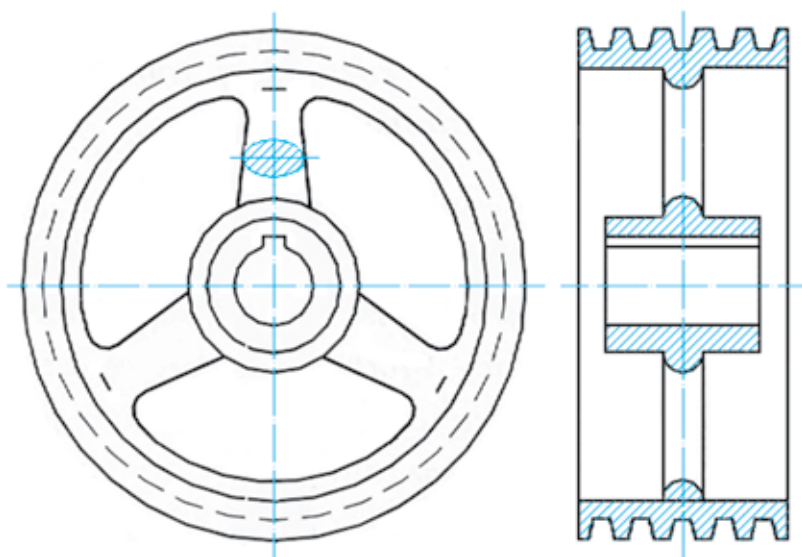
Στο σχήμα 6.35 γίνεται τομή σε εξάρτημα που έχει δύο νεύρα δυσκαμψίας με επίπεδο παράλληλο με το μετωπικό επίπεδο προβολής. Μολονότι το επίπεδο τομής κόβει κατά μήκος τα δύο νεύρα, αυτά στην τομή δεν διαγραμμίζονται. Εάν γινόταν η διαγράμμιση τότε στην τομή δεν θα ξεχώριζε το κυλινδρικό μέρος του αντικειμένου, αλλά ούτε και από τη βάση του, οπότε το αντικείμενο θα φαινόταν συμπαγές και δεν θα ήταν ορατή και η ακτίνα στρογγυλέματος που υπάρχει στη βάση του κυλίνδρου, λόγω χύτευσης του τεμαχίου.

Όταν το επίπεδο τομής διαπερνά την νευρώση παράλληλα με την πλευρά που έχει τη μεγαλύτερη επιφάνεια δεν διαγραμμίζεται, στην περίπτωση όμως που το νεύρο κόβεται με εγκάρσιο επίπεδο (τομή Β-Β, Σχήμα 6.35) τότε διαγραμμίζεται το τμήμα του νεύρου που τέμνεται.



Σχήμα 6.35. Νεύρα δυσκαμψίας σε τομή.

5. Όταν το επίπεδο τομής διαπερνά κατά μήκος βραχίονες τροχαλιών ή οδοντωτών τροχών μεγάλης σχετικά διαμέτρου, τότε οι βραχίονες αυτοί μολονότι κόβονται δεν διαγραμμίζονται. Για να φανεί όμως η μορφή της διατομής του νεύρου των ακτίνων γίνεται μια τοπική τομή.



Σχήμα 6.36. Βραχίονας τροχού σε τομή.

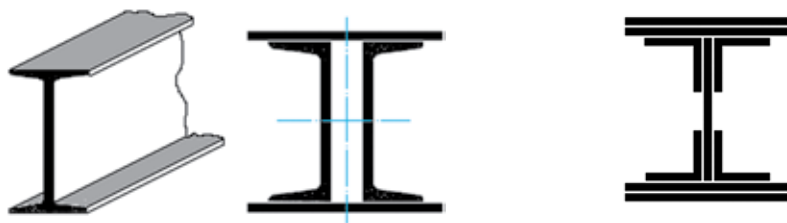
6. Σε τομές μεγάλων σχεδιαστικών επιφανειών δεν γίνεται διαγράμμιση όλης της τομής αλλά μιας στενής ζώνης στο εσωτερικό της περιμέτρου της τομής.



Σχήμα 6.37. Διαγράμμιση σε μεγάλη σχεδιαστική επιφάνεια.

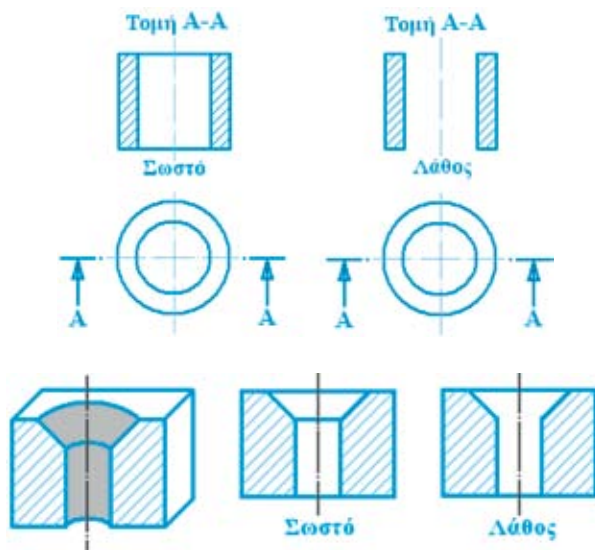
7. Όταν οι διατομές των σχεδιαστικών αντικειμένων είναι πολύ μικρές ή στενόμακρες, όπως π.χ. τομές σε ελάσματα, στα προφίλ των στοιχείων μεταλλικών κατασκευών κ.λπ., τότε αντί για διαγράμμιση μαυρίζεται η επιφάνεια της τομής της διατομής.

Όταν σ' αυτή τη διάταξη ακουμπούν δύο ή περισσότερα διαφορετικά προφίλ, τότε οι δύο επιφάνειες, που είναι όμοια χρωματισμένες, χωρίζονται από μια στενή λευκή λωρίδα, καλούμενη “αρμός φωτός”.



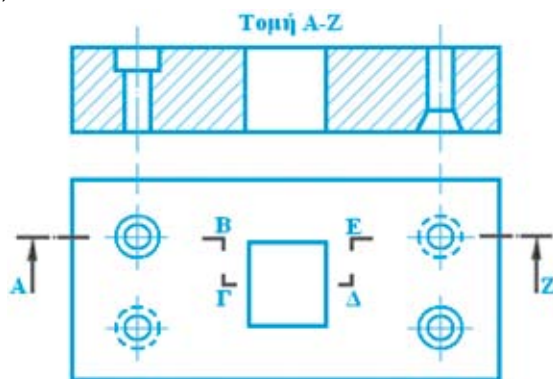
Σχήμα 6.38. Παράσταση τομής σε διατομή προφίλ – αρμός φωτός.

8. Γενικά σε μια τομή και ιδιαίτερα επάνω στη διαγραμμισμένη επιφάνεια της τομής δεν τοποθετούνται διακεκομμένες γραμμές, εκτός και αν είναι τελείως απαραίτητο για την καλύτερη κατανόηση του σχεδίου. Στην περίπτωση αυτή είναι προτιμότερο να γίνει ακόμα μία όψη με μερική τομή έτσι ώστε το σχέδιο να γίνει περισσότερο κατανοητό.
9. Τομή επάνω σε τομή και μερική τομή ή τοπική τομή επάνω σε τομή δεν επιτρέπεται να γίνεται.
10. Ακμές που δεν τις συναντά το επίπεδο τομής και οι οποίες είναι ορατές στην προβολή του αντικείμενου σχεδιάζονται, γιατί, σύμφωνα με τον ορισμό της τομής, προβάλλεται το αντικείμενο που απομένει μετά την τομή σαν να ήταν όψη (Σχήμα 6.39).



Σχήμα 6.39

11. Η θέση του επιπέδου τομής δεν είναι απαραίτητο να χαρακτηριστεί όταν πρόκειται για μια απλή τομή και η θέση του είναι προφανής. Αν δεν ισχύουν τα προηγούμενα ή αν υπάρχει μια σύνθετη τομή, τότε πρέπει οπωσδήποτε να χαρακτηριστεί η θέση των επιπέδων της τομής με γράμματα που τοποθετούνται στην αρχή, στα σημεία καμπής και στο τέλος του ίχνους των επιπέδων τομής.

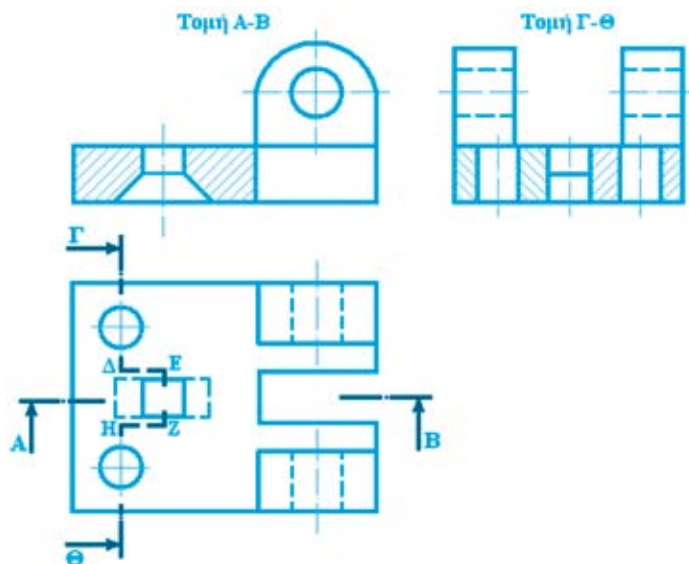


Σχήμα 6.40. Σήμανση του ίχνους των επιπέδων τομής.

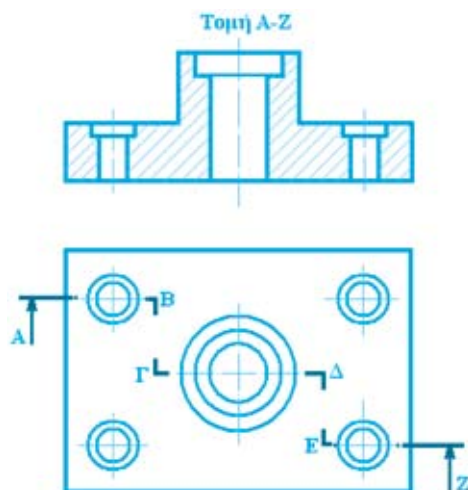
12. Αν η μορφή του αντικειμένου απαιτεί περισσότερες τομές, τότε χαρακτηρίζονται οπωσδήποτε οι τομές αυτές με κεφαλαία γράμματα, πάνω δε από το σχέδιο της τομής γράφεται η λέξη τομή και τα αντίστοιχα γράμματα που τη χαρακτηρίζουν, π.χ. 'Τομή Γ-Θ' (Σχήμα 6.41). Στη σύνθετη τομή γράφεται



δίπλα από τη λέξη τομή το πρώτο και το τελευταίο γράμμα χαρακτηρισμού της τομής, π.χ. 'Τομή Α-Ζ' (Σχήμα 6.42). Η θέση του επιπέδου τομής χαρακτηρίζεται συνήθως στην κάτοψη.



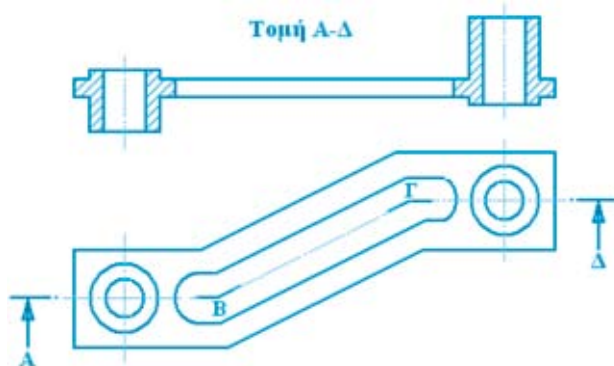
Σχήμα 6.41. Απλή και σύνθετη τομή.



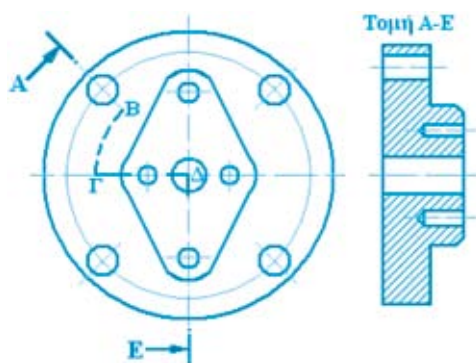
Σχήμα 6.42. Σύνθετη τομή με ίχνος επιπέδων τομής τεθλασμένη γραμμή.

13. Στη σύνθετη τομή η γραμμή τομής (επίπεδο τομής) μπορεί να αποτελείται από ευθύγραμμο ή και καμπύλο τμήματα, που σχηματίζουν μεταξύ τους ορθή ή οποιαδήποτε άλλη γωνία.



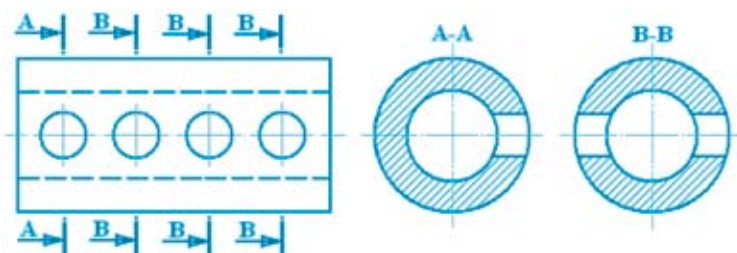


Σχήμα 6.43. Σύνθετη τομή με τεμνόμενα επίπεδα με γωνία διάφορη της ορθής.



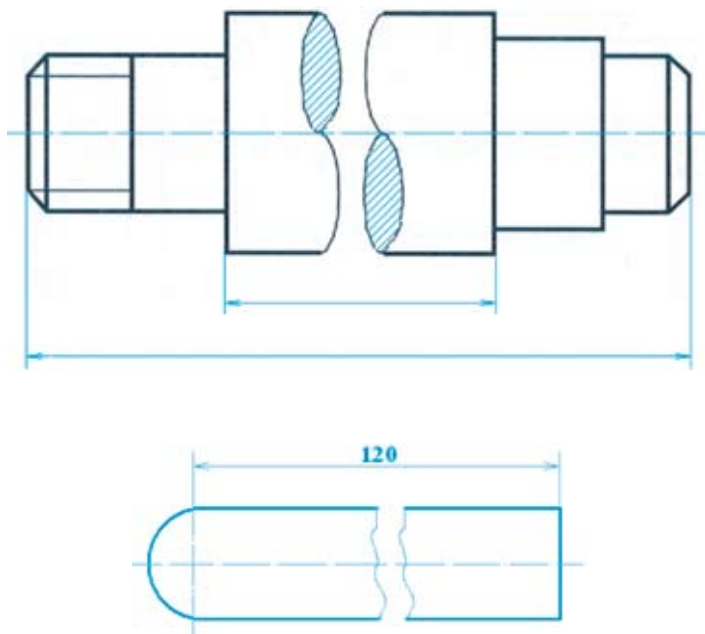
Σχήμα 6.44. Ίχνη επιπέδων τομής με ευθύγραμμο και καμπύλο τμήματα.

14. Όταν σε διάφορα τμήματα ενός αντικείμενου υπάρχουν όμοιες διατομές τότε ο χαρακτηρισμός της τομής, από επίπεδα τομής που διέρχονται από τον άξονα των διατομών αυτών, μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας τα ίδια γράμματα και να σχεδιάζεται η διατομή μία μόνο φορά (Σχήμα 6.45).



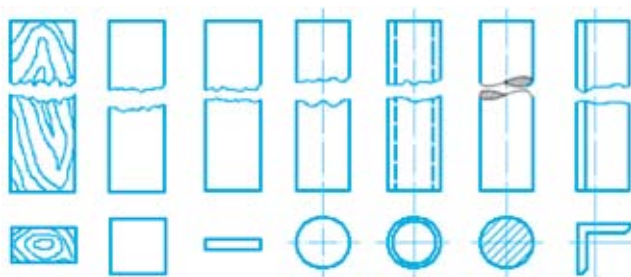
Σχήμα 6.45. Τομή σε όμοιες διατομές.

- 15.** Επιμήκη σώματα (σωλήνες, ράβδοι προφίλ κυκλικής, ορθογωνικής ή τετραγωνικής διατομής, σώματα κυλινδρικά, κωνικά, πρισματοειδή κ.λπ.) λόγω του μεγάλου μήκους τους πρέπει να σχεδιαστούν υπό κλίμακα σμίκρυνσης για να χωρέσουν στο χαρτί σχεδίασης. Σ' αυτή την περίπτωση ίσως κάποιες λεπτομέρειες του αντικειμένου γίνουν δυσδιάκριτες, αφού συρρικνώνεται η διάσταση που αναφέρεται στη διατομή τους. Για να μη συμβεί αυτό μπορούν να σχεδιαστούν σε πραγματικό μέγεθος, κλίμακα 1:1 ή και σε μεγέθυνση, αφού ελαττωθεί το σχεδιαστικό τους μήκος με αποκοπή ενός τμήματός τους, ίδιας διατομής, που δεν έχει ιδιαίτερες κατασκευαστικές λεπτομέρειες. Στις τομές αυτές αναγράφεται η πραγματική διάσταση του μήκους του αντικειμένου και όχι αυτή που προκύπτει μετά την απότμηση. Η γραμμή διάστασης στην προκειμένη περίπτωση δεν διακόπτεται.



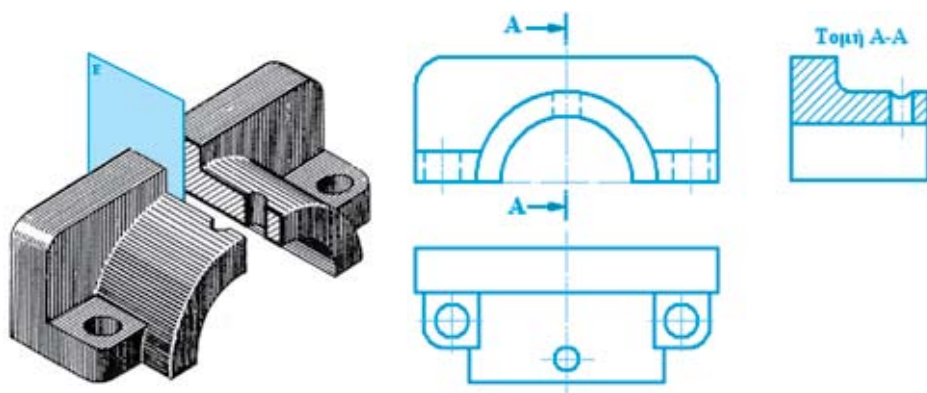
Σχήμα 6.46. Απότμηση αντικειμένων μεγάλου μήκους.

- 16.** Η γραμμή τομής στα εξαρτήματα ορθογωνικής ή κυλινδρικής διατομής, στους σωλήνες, καθώς και στους μεταλλικούς δοκούς, πραγματοποιείται με γραμμή 'ελευθέρας χειρός' όποτε η σχεδίαση απλουστεύεται.

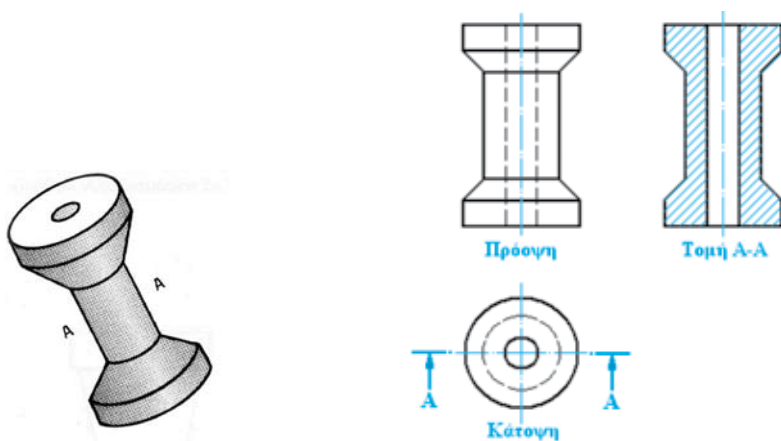


Σχήμα 6.47. Διατομές - προφίλ. διαφόρων υλικών.

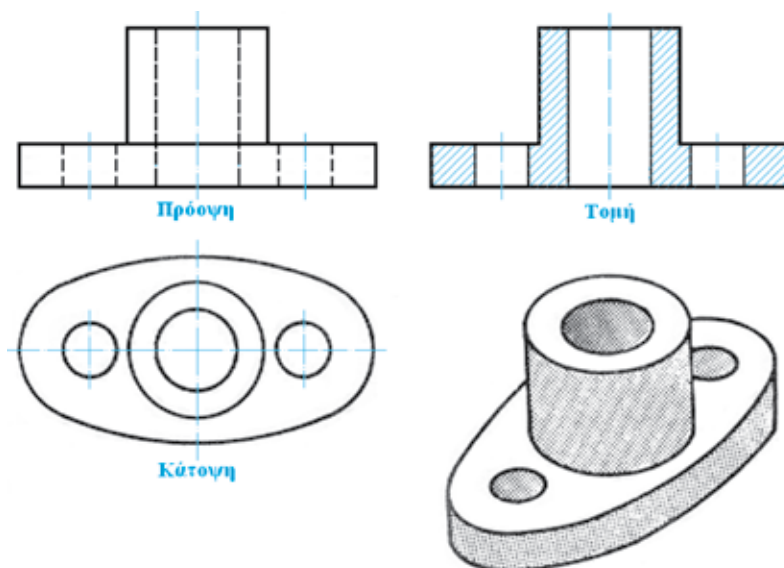
## 6.7 Παραδείγματα σχεδίασης τομών



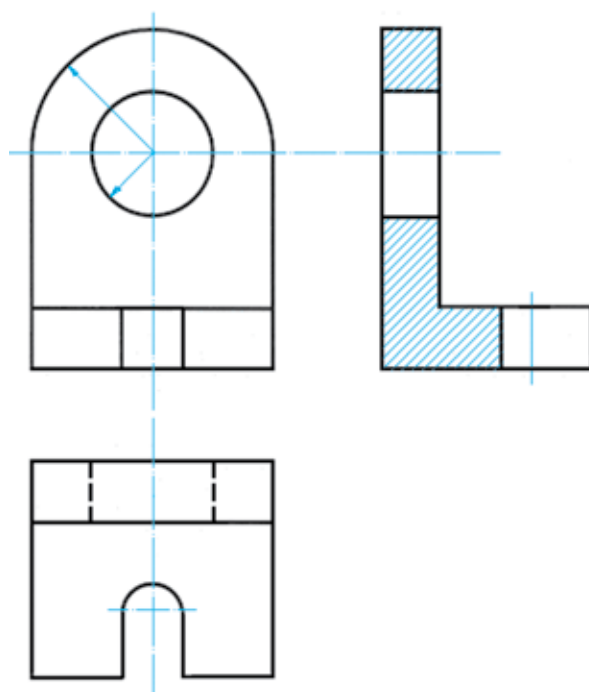
Σχήμα 6.48. Αξονομετρικό, κάτοψη, πρόοψη και τομή Α-Α.



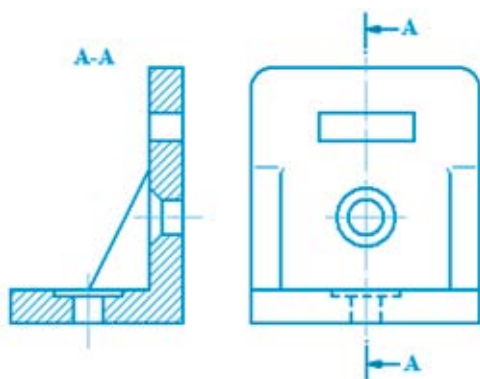
Σχήμα 6.49. Καρούλι σε αξονομετρικό, κάτοψη, όψη και τομή Α-Α.



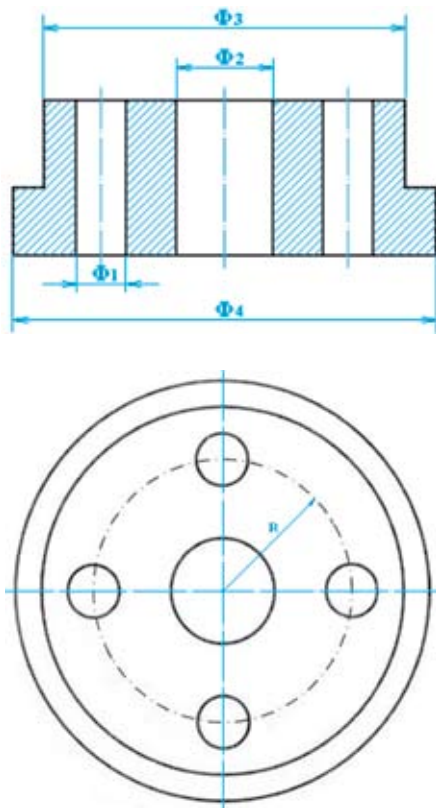
Σχήμα 6.50. Αξονομετρικό, κάτοψη, πρόοψη και τομή. Δεν υπάρχει σήμανση της θέσης του ίχνους του επιπέδου τομής επειδή η θέση είναι προφανής.



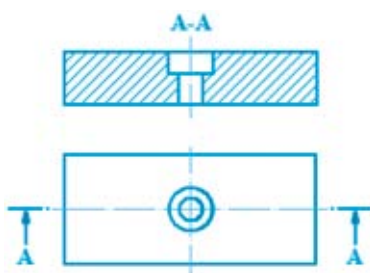
Σχήμα 6.51. Κάτοψη, πρόοψη και πλάγια όψη από αριστερά σε τομή.



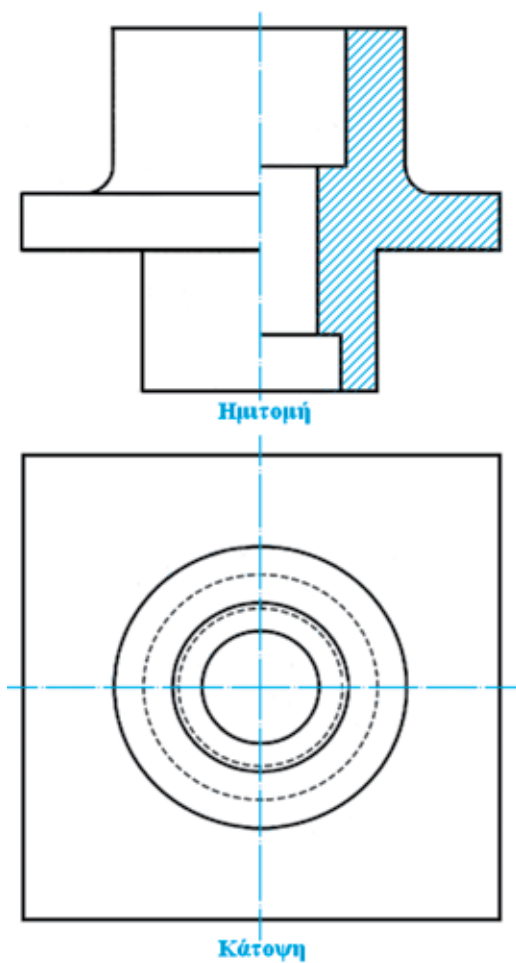
Σχήμα 6.52. Πρόοψη και πλάγια όψη από δεξιά σε τομή.



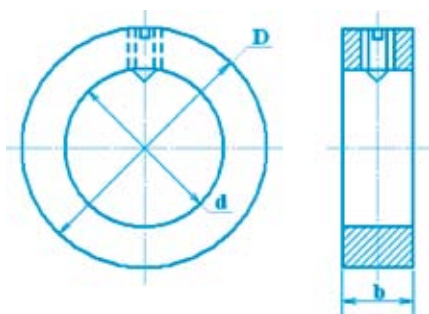
Σχήμα 6.53. Κάτοψη και όψη σε τομή. Δεν υπάρχει σήμανση της θέσης του ίχνους του επιπέδου τομής επειδή η θέση είναι προφανής.



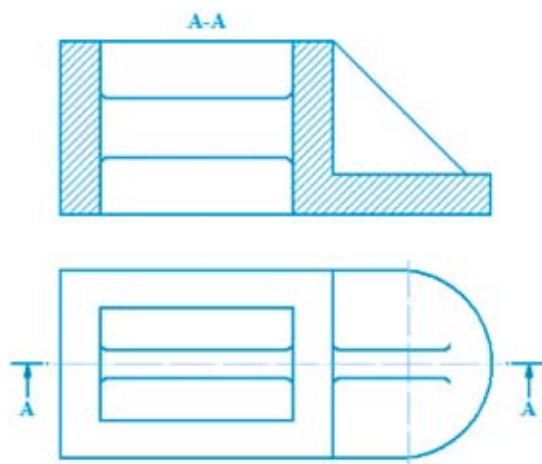
Σχήμα 6.54. Κάτοψη και όψη σε τομή.



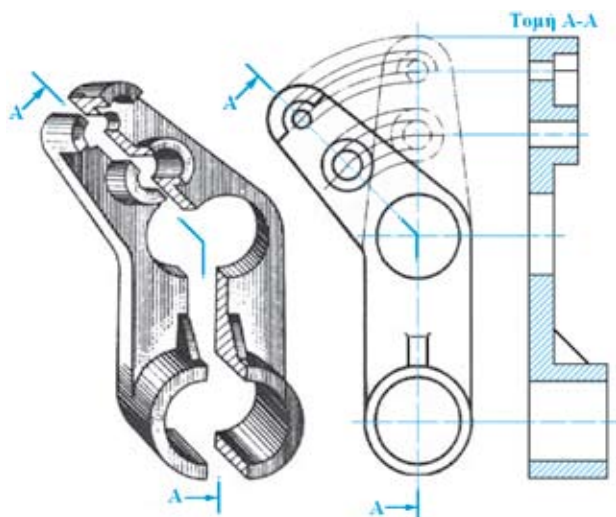
Σχήμα 6.55. Κάτοψη και όψη σε ημιομή.



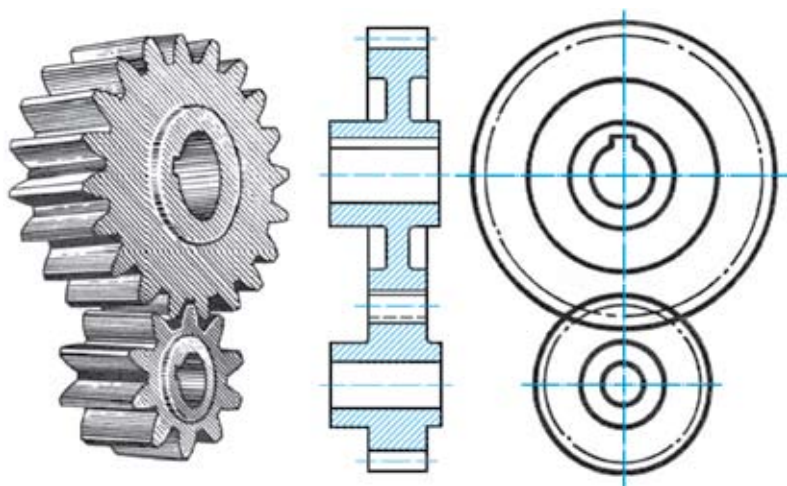
Σχήμα 6.56. Τομή σε δαχτυλίδι θέσης για τη στήριξη εξαρτημάτων σε άξονα.



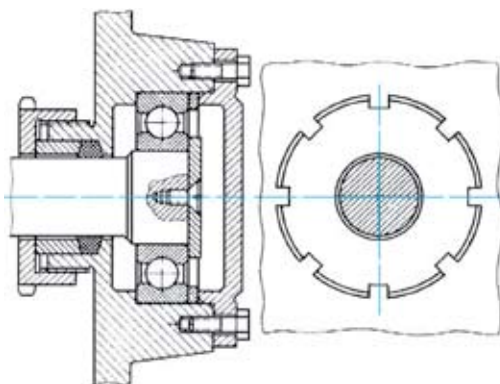
Σχήμα 6.57. Κάτοψη και Τομή A-A. Τα νεύρα δεν διαγραφμίζονται.



Σχήμα 6.58. Σύνθετη τομή με γραμμή τομής που σχηματίζει τυχαία γωνία.

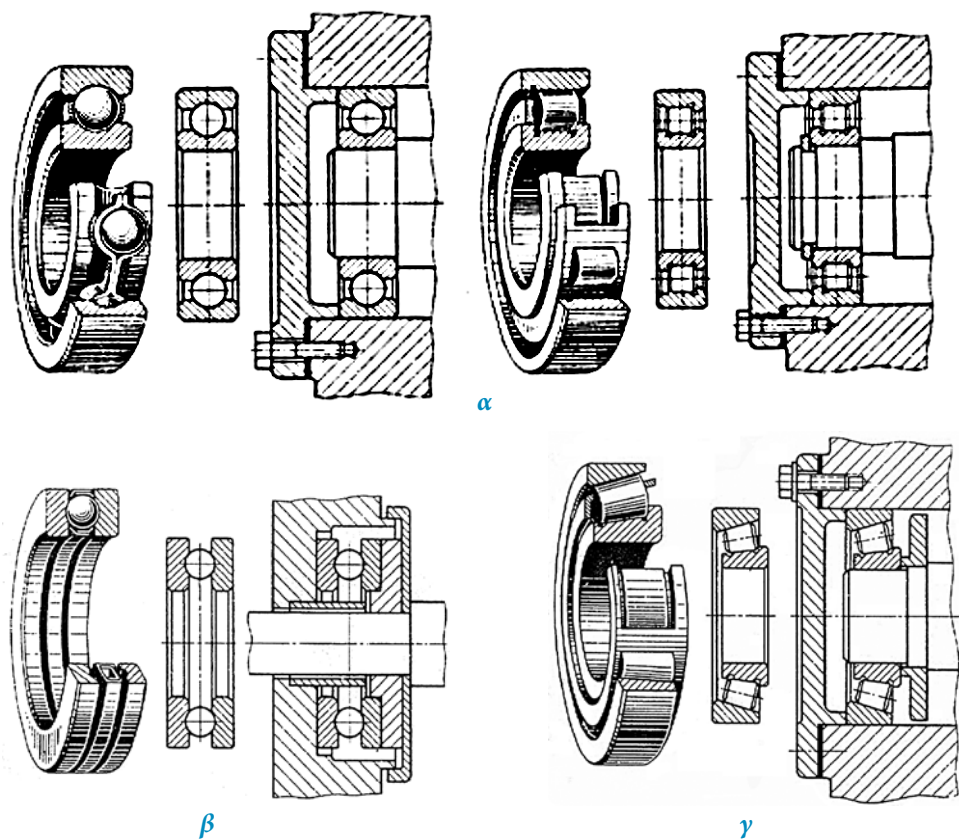


Σχήμα 6.59. Σχεδιαστική παράσταση εξωτερικής εμπλοκής παράλληλων οδοντωτών τροχών σε τομή.

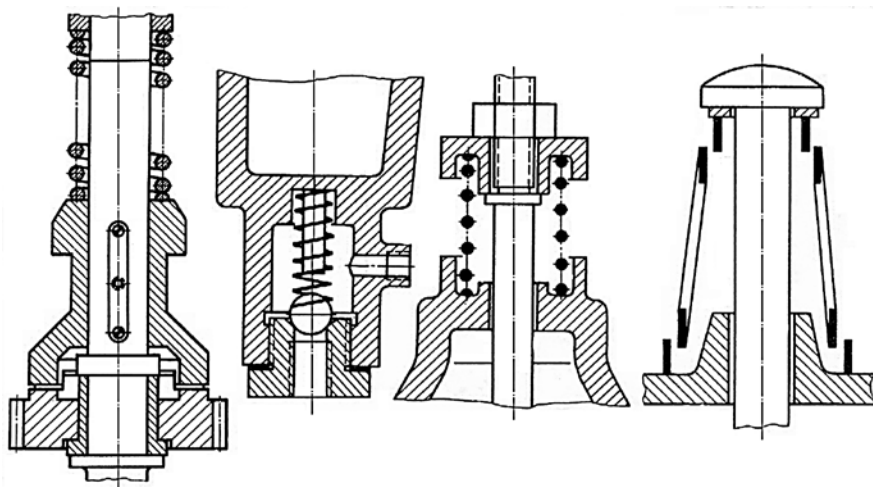


Σχήμα 6.60. Δαχτυλίδι στεγανότητας. Συναρμολογημένη διάταξη σε τομή.

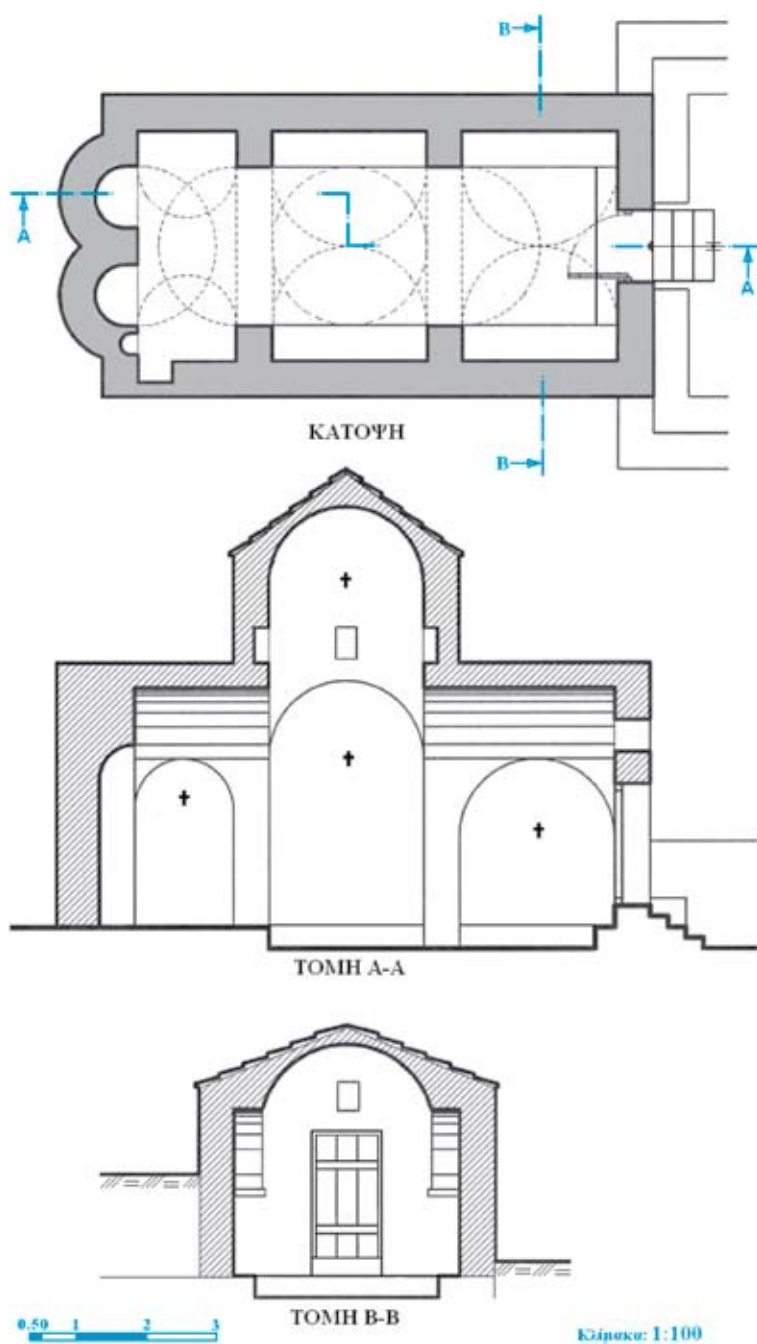




Σχήμα 6.61. Σχεδιαστική παράσταση τομής α) ακτινικών β) αξονικού και γ) κωνικού ρουλεμάν.



Σχήμα 6.62. Τομές σε συναρμολογημένες διατάξεις μηχανολογικών κατασκευών (εφαρμογές ελατηρίων).



Σχήμα 6.63. Κάτοψη και τομές μονόχωρου Ναού.