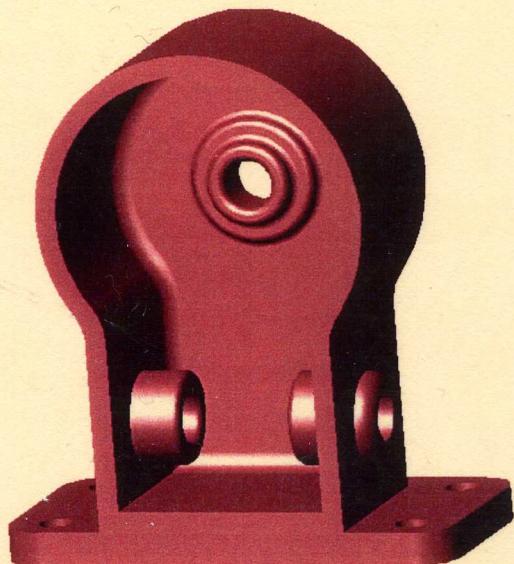


**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΣΕΡΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: « Κατασκευή και Σχεδίαση Δοκιμίων σε Τομή ».



Οι Σπουδαστές:

Λεονταρίδης Ιωάννης
Μερκούρης Νικόλαος

Εισηγητής:
κος Τσούλκας Ηλίας

**ΣΕΡΡΕΣ
ΜΑΙΟΣ 2007**

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Με την εξέλιξη των τεχνολογιών, δηλαδή των επιστημών που σχετίζονται με τα αντικείμενα μελέτης των μηχανικών (Μηχανολόγων, Ηλεκτρολόγων, Πολιτικών Μηχανικών, Αρχιτεκτόνων κ.α.), αλλά και τη γενικότερη ανάπτυξη των κοινωνιών, δημιουργήθηκε η ανάγκη για παραγωγή περισσότερων, συγχρονοτέρων και πολυπλοκότερων προϊόντων. Η παραγωγή των οποίων προϋποθέτει τη σχεδιομελέτη τους και κατά συνέπεια τη ύπαρξη των κατασκευαστικών τους σχεδίων. Η εκπόνηση ενός τόσο μεγάλου αριθμού σχεδίων καθημερινά, σ' όλα τα μήκη και πλάτη της υφηλίου, οδήγησε στην ανάγκη αξιοποίησης των μεγάλων υπολογιστικών δυνατοτήτων που παρέχουν οι Η/Υ, αλλά και των τεράστιων αποθηκευτικών τους μέσων. Στη διεθνή αλλά και στην ελληνική, αγορά κυκλοφορούν διάφορα προγράμματα σχεδιασμού με τη βοήθεια Η/Υ, τα οποία διακρίνονται για τις ευκολίες που παρέχουν στο σχεδιαστή (εξοικονόμηση χρόνου και κόπου), αλλά και για τη δυνατότητα σύνδεσής τους με σύγχρονες μονάδες παραγωγής (π.χ. C.N.C. κέντρα κατεργασίας, τόρνοι, φρέζες) για την άμεση και απρόσκοπτη παραγωγή και κατασκευή των σχεδιαζόμενων αντικειμένων.

Η εκπόνηση και η διακίνηση των πληροφοριών σε υποστηριζόμενα από ηλεκτρονικούς υπολογιστές εργοτάξια, στα οποία οι διάφορες διαδικασίες έχουν αυτοματοποιηθεί, γίνεται μέσω ειδικών «γλωσσών» με τη βοήθεια κατάλληλων λειτουργικών συστημάτων. Όλη η διαδικασία διακίνησης των πληροφοριών ελέγχεται από ηλεκτρονικό υπολογιστή, συνεργαζόμενο με αποκεντρωμένα στα διάφορα τμήματα, περαιτέρω υπολογιστικά συστήματα.

Εν προκειμένω οι όροι CIM (computer aided manufacturing), CAD (computer aided design), CAP (computer aided planning), CAM (computer aided machining), CAQ (computer aided quality control), CAA (computer aided assembly), όπως και ο όρος PPS (Produktionsplanung und Steuerung) περιγράφουν διαδικασίες υποστηριζόμενες από ηλεκτρονικό υπολογιστή και συγκεκριμένα διαδικασίες παραγωγής (CIM), σχεδιομελέτης (CAD), προγραμματισμού (CAP), κατεργασίας (CAM), ποιοτικού ελέγχου (CAQ) και συναρμολόγησης (CAA). Ο γερμανικός όρος PPS αναφέρεται επίσης στον προγραμματισμό και καθοδήγηση μιας παραγωγικής διαδικασίας με τη βοήθεια υπολογιστικών συστημάτων.

Η πραγματοποίησή όλων των παραπάνω δομών παραγωγής έγινε εφικτή μέσω της εξέλιξης των ηλεκτρονικών υπολογιστών αλλά και της σύγχρονης εξέλιξης ψηφιακά καθοδηγούμενων (NC, numerical control)

εργαλειομηχανών, μετρικών μηχανημάτων, ρομπότ και άλλων μηχανικών διατάξεων.

Τόσο στα εργοτάξια με πλήρη αυτοματοποίηση, που αποτελούν ακόμη και σήμερα ένα σχετικά μικρό ποσοστό του συνόλου των συμβατικών εργοταξίων, όσο και στα συμβατικά εργοτάξια, στα οποία μάλιστα μπορεί να έχει αποκατασταθεί η αυτόματη επικοινωνία εσωτερικά και μεταξύ μεμονωμένων τμημάτων τους, είναι αναγκαίο να υπάρχει η δυνατότητα όπως οι απαραίτητες πληροφορίες για κάθε διαδοχική διαδικασία, κατά τη μορφοποίηση ενός τεμαχίου «συντάσσονται» και «διαβάζονται» με έναν εύκολο αλλά συγχρόνως και «διεθνή» τρόπο παραστάσεως.

Ένας «συμβατικός» τρόπος παραστάσεως πληροφοριών, απαραίτητων στα διάφορα τμήματα ενός εργοταξίου παραγωγής μηχανολογικών τεμαχίων, αποτελεί το Μηχανολογικό Σχέδιο.

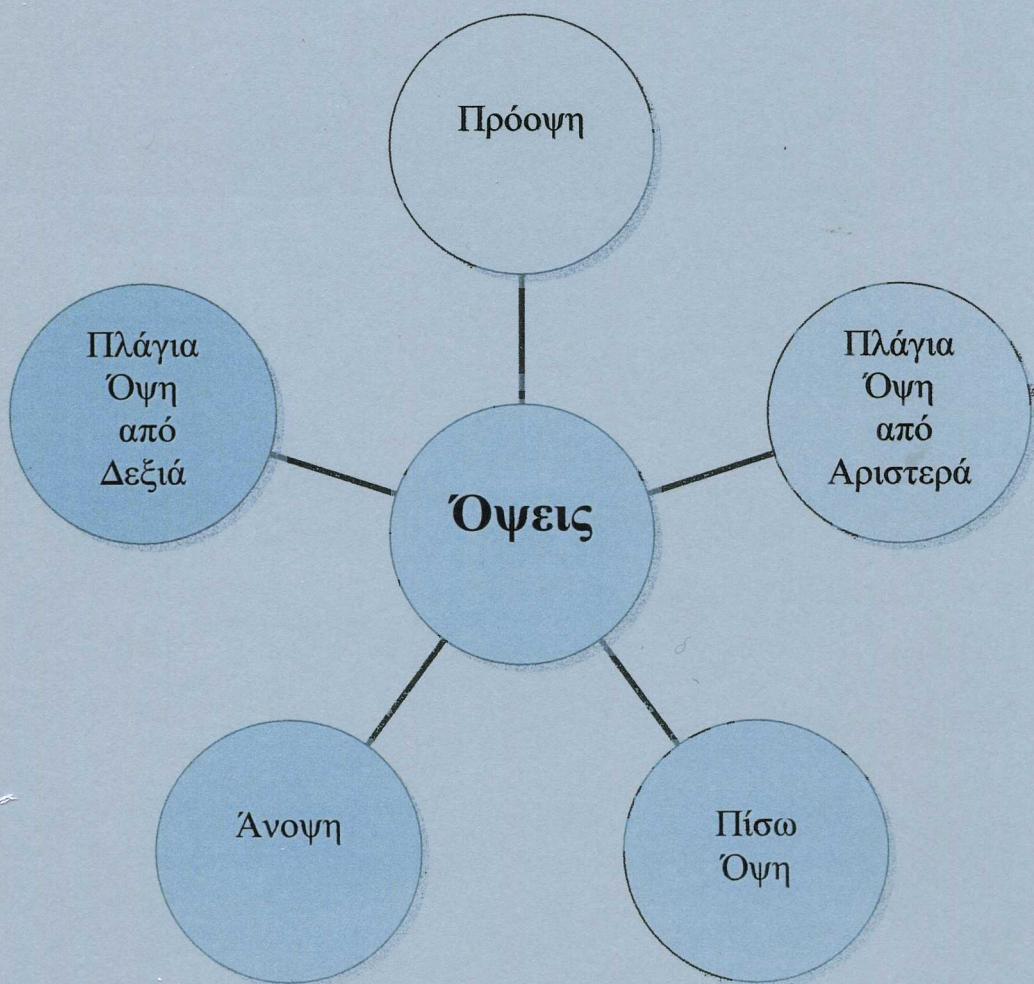
Το Μηχανολογικό Σχέδιο έχει για τους λόγους αυτούς μία εξαιρετική σπουδαιότητα. Αποτελεί μία διεθνή «γλώσσα» συνεννόησης μεταξύ των εργαζομένων τόσο ενός εργοταξίου όσο και διαφόρων εργοταξίων. Ανάλογα με το τμήμα στο οποίο απευθύνεται έχει και κάποιο άλλο ιδιαίτερο τρόπο σύνταξης. Έτσι τα σχέδια διακρίνονται σε κατασκευαστικά σχέδια, σε σχέδια κατεργασιών, ποιοτικού ελέγχου, συναρμολόγησης κ.λπ.

Οι περισσότεροι κανόνες της «γλώσσας» αυτής έχουν εκπονηθεί μετά από μακρόχρονη συνεργασία μεταξύ των μηχανικών όλου του κόσμου, που άρχισε ήδη από τις αρχές του εικοστού αιώνα. Οι κανονισμοί εκδίδονται υπό την αιγίδα του Διεθνή Οργανισμού Τυποποιήσεως ISO (International Standard Organization) και έχουν γίνει αποδεκτοί από όλους του μηχανικούς του κόσμου. Οι κανονισμοί αυτοί μάλιστα προέρχονται και από εθνικές επιτροπές βιομηχανικών τυποποιήσεων. Τέτοιες εθνικές επιτροπές τυποποιήσεων είναι π.χ. το Γερμανικό Ινστιτούτο Τυποποιήσεων DIN (Deutsches Institut fur Normung), ο Ελληνικός Οργανισμός Τυποποιήσεων ΕΛΟΤ και άλλοι.

Ολοκληρώνοντας τον πρόλογό μας αυτό, θα πρέπει να επισημάνουμε ότι το Μηχανολογικό Σχέδιο, αν και διέπεται από αυτούς τους διεθνείς κανονισμούς, δεν μαθαίνεται με την ανάγνωση και μόνο των σχετικών κανονισμών. Το Μηχανολογικό Σχέδιο μαθαίνεται και κυρίως κατανοείται μέσω της προσωπικής εκπόνησης σχεδίων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΣΕ ΟΨΕΙΣ



1. Γενικά

Ένα αντικείμενο -εξάρτημα ή μηχάνημα- μπορούμε να το παραστήσουμε σε ένα επίπεδο, αν το φωτογραφίσουμε ή κάνουμε το προοπτικό του σχέδιο. Στην πρώτη περίπτωση πρέπει να υπάρχει οπωσδήποτε το αντικείμενο. Εκτός όμως από την καλή απόδοση της μορφής του πρέπει να υπάρχει και η δυνατότητα να τοποθετήσουμε πάνω στο σχέδιό μας και τις διάφορες διαστάσεις του. Και αυτό δεν είναι πάντοτε εύκολο ή δυνατό. Οι δύο παραπάνω τρόποι παράστασης, φωτογραφία ή προοπτικό σχέδιο, δεν μας δίνουν επαρκή στοιχεία για την κατασκευή του εξαρτήματος. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούμε το «Μηχανολογικό Σχέδιο», όπου με τη βοήθεια απλών κανόνων προβολής της παραστατικής γεωμετρίας και ιδιαίτερα της ορθογώνιας παράλληλης προβολής, σχεδιάζουμε το εξάρτημα ή μηχάνημα σε όψεις, για να δούμε τις εξωτερικές λεπτομέρειες και σε τομές τις εσωτερικές. Η παράσταση αυτή δεν είναι ευκολονόητη για τους μη τεχνικούς, αλλά δίνεται η δυνατότητα στον μελετητή να παραστήσει με σαφήνεια όλες τις λεπτομέρειες του εξαρτήματος και να τοποθετήσει εύκολα και με μεγάλη ευκρίνεια και ακρίβεια όλες τις απαραίτητες για την κατασκευή διαστάσεις.

2. Παράσταση Αντικειμένου σε Όψεις

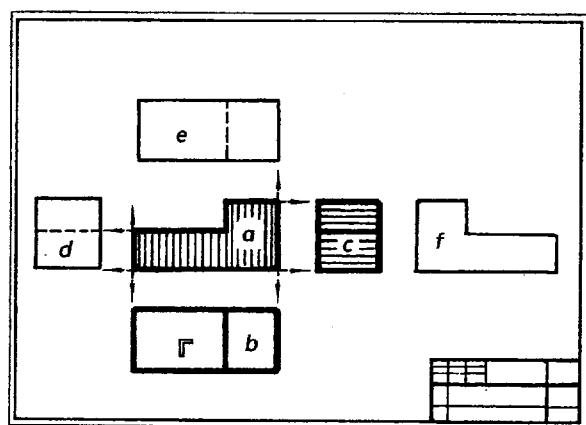
Για να ορίσουμε ένα αντικείμενο -εξάρτημα ή μηχάνημα-, έτσι που να μπορέσουμε αργότερα να το κατασκευάσουμε, πρέπει να το παρουσιάσουμε σε διάφορες όψεις και τομές, δηλαδή θα χρειαστεί να το παρατηρήσουμε από διάφορα οπτικά σημεία. Η κατάταξη των όψεων και των τομών γίνεται σύμφωνα με προκαθορισμένους κανόνες (DIN 6-1). Οι κανόνες αυτοί θα μας βοηθήσουν να εκπονήσουμε το σχέδιο π.χ. ενός εξαρτήματος που έχουμε μπροστά μας και που το σχέδιο αυτό θα είναι ίδιο από οποιονδήποτε σχεδιαστή και να γίνει. Με βάση το σχέδιο αυτό και μόνο, πρέπει στη συνέχεια σε ένα οποιοδήποτε εργοστάσιο να κατασκευαστεί ένα νέο εξάρτημα πανομοιότυπο με το αρχικό.

Όμοια, ακολουθώντας τους κανόνες αυτούς, θα μπορέσουμε να αποτυπώσουμε σε σχέδιο ένα εξάρτημα ή μηχάνημα που υπολογίσαμε ή σκεφτήκαμε και στη συνέχεια να το κατασκευάσουμε.

Κατά τη σχεδίαση ενός εξαρτήματος ακολουθούμε την εξής σειρά:

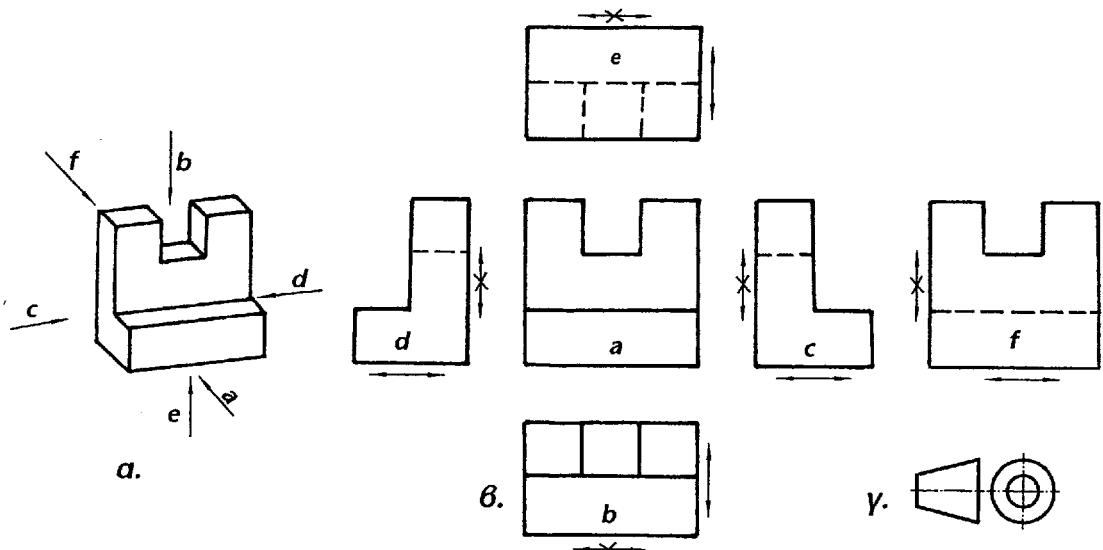
- α. Σχεδιάζουμε την πρόψη (a), με όσες λεπτομέρειες είναι καταρχάς δυνατό αν σχεδιαστούν.
- β. Περιστρέφουμε το εξάρτημα γύρω από τον διαμήκη άξονά του κατά 90° προς τα κάτω.
Η προβολή της πλευράς που έχουμε μπροστά μας είναι η κάτοψη (b). Επαναφέρουμε το εξάρτημα στην αρχική του θέση και το περιστρέφουμε τώρα κατά 90° γύρω από τον κατακόρυφό του άξονα, προς τα δεξιά. Η όψη που θα πάρουμε τώρα είναι η πλάγια όψη από αριστερά (c).
- γ. Όμοια εργαζόμενοι βρίσκουμε και τις υπόλοιπες όψεις, δηλαδή την πλάγια όψη από δεξιά (d), την άνοψη (e) και την πίσω όψη (f).
- δ. Συμπληρώνουμε τις λεπτομέρειες των όψεων με τη βοήθεια προβολών.

Η διάταξη των όψεων που περιγράψαμε και φαίνεται στο Σχήμα 1, είναι για το Μηχανολογικό Σχέδιο «κανόνας απαράβατος». Θα πρέπει οπωσδήποτε στο σχέδιο μας η κάτοψη και η άνοψη να βρίσκονται αντίστοιχα ακριβώς κάτω και πάνω από την πρόψη, η πλάγια όψη από αριστερά στο δεξιό μέρος της πρόψης και η πλάγια όψη από δεξιά στο αριστερό μέρος. Επιπλέον θα πρέπει και οι δύο αυτές όψεις να βρίσκονται στο ίδιο ύψος της πρόψης.



Σχήμα 1. Κατάταξη των όψεων στην κόλλα σχεδιάσεως.

Στο Σχήμα 2, που ακολουθεί, τα βέλη ορίζουν τη δυνατότητα ή μη μετακίνησης των όψεων.

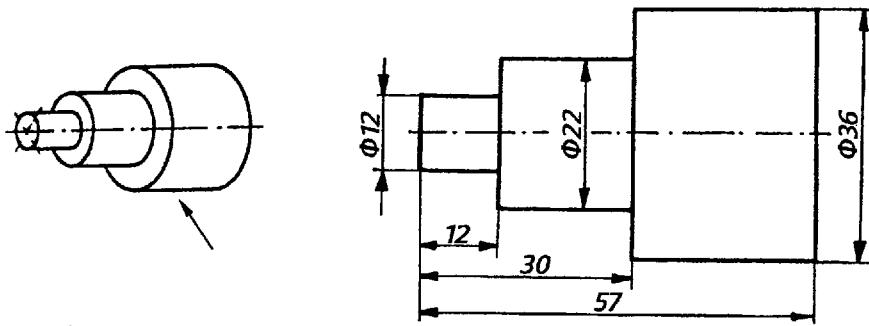


Σχήμα 2. Σχεδίαση απλού εξαρτήματος σε έξι όψεις (επαρκούν και δύο μόνο).

α. Προοπτικό σχέδιο, β. Κατασκευαστικό σχέδιο, γ. Σύμβολο μεθόδου προβολής.

Γενικά, ο αριθμός των όψεων εξαρτάται από την πολυπλοκότητα του εξαρτήματος. Ο βασικός κανόνας όμως για τον αριθμό των απαιτούμενων όψεων είναι, ότι «**σχεδιάζουμε το εξάρτημα σε τόσες όψεις όσες απαιτούνται για να περιγράψουμε την εξωτερική μορφή και τις εξωτερικές λεπτομέρειες του εξαρτήματος**».

Σε απλά εξαρτήματα αρκούν και δύο μόνο όψεις π.χ. πρόσωψη και κάτωψη ή μία πλάγια όψη. Σε περιπλοκότερα εξαρτήματα ή μηχανήματα ίσως απαιτούνται και περισσότερες από τις τυποποιημένες όψεις και τομές. Πολλές φορές για να αυξήσουμε την παραστατικότητα του σχεδίου μας, κάνουμε ενδεχομένως και μία όψη παραπάνω. Υπάρχουν εξαρτήματα τα οποία σχεδιάζουμε και σε μία μόνο όψη π.χ. κυλινδρικά, όπου όμως μία όψη αντικαθίσταται με το σύμβολο της διαμέτρου \emptyset , όπως φαίνεται και στο Σχήμα 3.



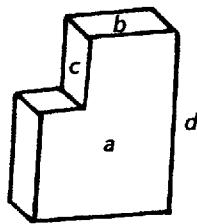
Σχήμα 3. Σχεδίαση απλού άξονα.

Οι τρόποι σχεδίασης είναι τυποποιημένοι κατά το DIN 6-1 (DIN ISO 5456-2 και DIN ISO 128-30) και χαρακτηρίζονται με τη μέθοδο προβολής 1 και 3 (Σχήμα 4).

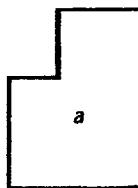
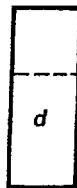
Μέθοδος προβολής	Σύμβολο
Μέθοδος προβολής 1	
Μέθοδος προβολής 3	

Σχήμα 4. Σύμβολα μεθόδων προβολής.

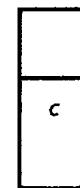
Η «μέθοδος προβολής 1» χρησιμοποιείται στις χώρες της κεντρικής Ευρώπης (Σχήμα 5), η δε «μέθοδος προβολής 3» στις Η.Π.Α. και στη Μεγάλη Βρετανία. Στην περίπτωση αυτή η διάταξη των όψεων είναι εντελώς αντίθετη, δηλαδή σε μία όψη δεν σχεδιάζουμε τις λεπτομέρειες που βλέπουμε μπροστά μας, αλλά αυτές που βρίσκονται στην πίσω πλευρά του εξαρτήματος όπως παρατηρούμε και στο Σχήμα 6.



a.



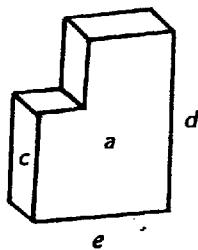
b.



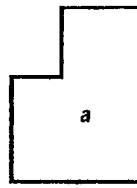
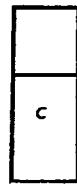
γ.

Σχήμα 5. α. Προοπτικό σχέδιο, β. Όψεις εξαρτήματος με την μέθοδο προβολής 1, γ. Σύμβολο μεθόδου προβολής 1.

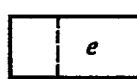
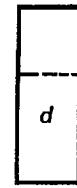
Σε σχέδια που απευθύνονται σε χώρες με διαφορετικές μεθόδους προβολής πρέπει το σύμβολο της αντίστοιχης μεθόδου να τοποθετείται σε ειδική θέση του υπομνήματος.



a.



b.

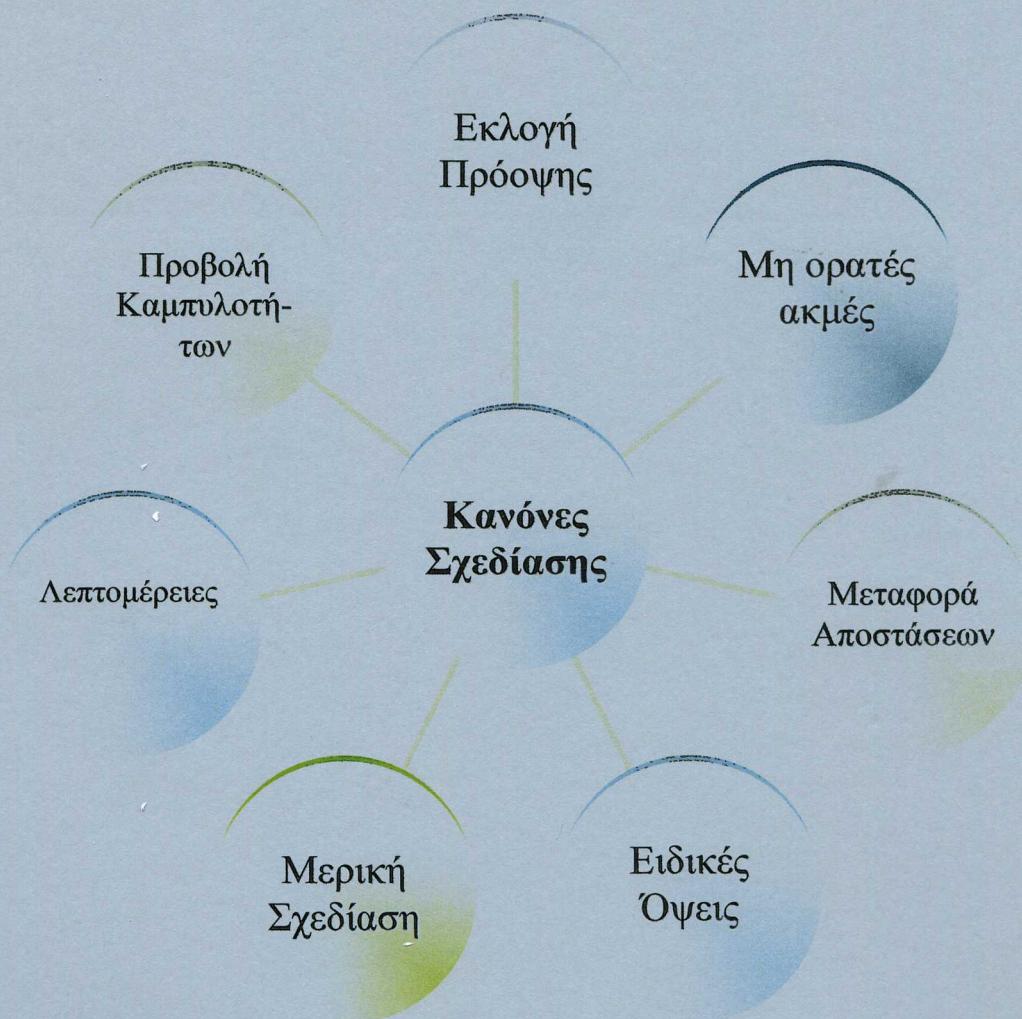


γ.

Σχήμα 6. α. Προοπτικό σχέδιο, β. Όψεις σύμφωνα με τη μέθοδο προβολής 3, γ. Σύμβολο μεθόδου προβολής 3.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΚΑΝΟΝΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ

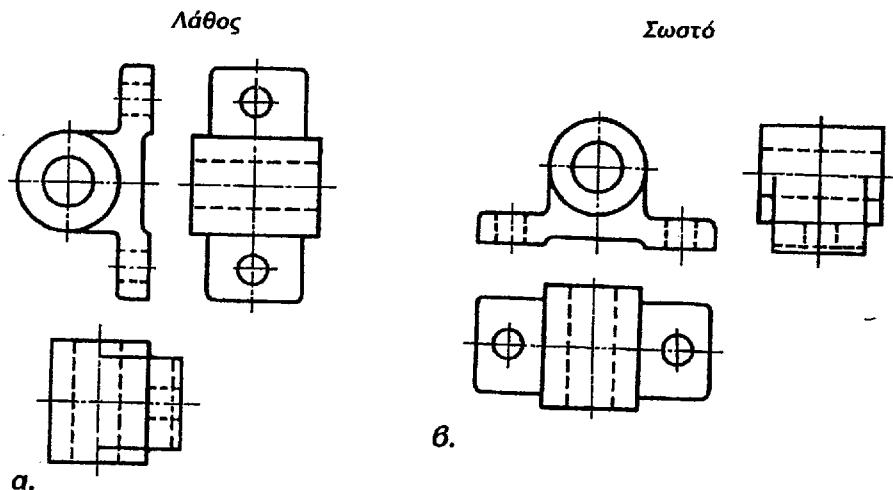


Οι κανόνες σχεδίασης είναι απλοί, παρουσιάζουν όμως ορισμένες δυσκολίες εξαιτίας της πολυμορφίας και πολυπλοκότητας των μηχανολογικών κατασκευών. Παραθέτουμε λοιπόν τους βασικούς κανόνες σχεδίασης ενός Μηχανολογικού Σχεδίου.

1. Εκλογή Πρόσωψης

Για την εκλογή της πρόσωψης λαμβάνουμε υπόψη μας και τα εξής βασικά:

- α) Το εξάρτημα τοποθετείται στην πραγματική ή την πιθανή θέση που έχει αυτό στο μηχάνημα (Σχήμα 7).
- β) Μετά εκλέγουμε για πρόσωψη εκείνη που έχει τις περισσότερες λεπτομέρειες.

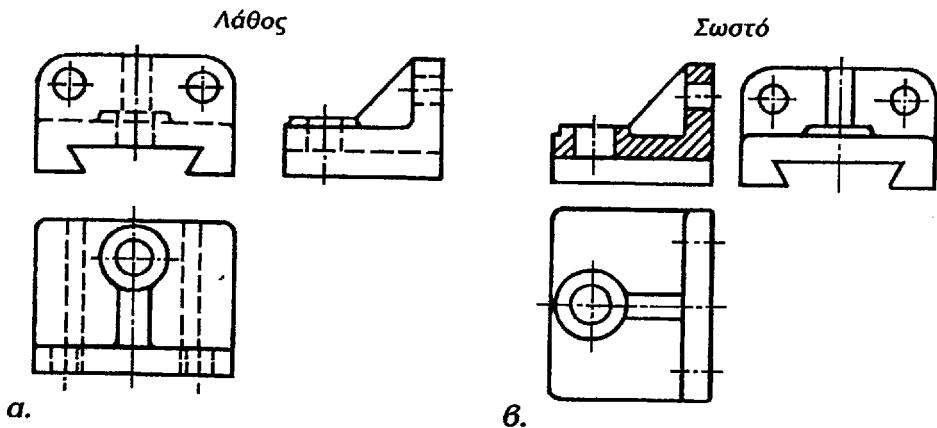


Σχήμα 7. Εκλογή Πρόσωψης.

2. Μη Ορατές Ακμές

Οι διακεκομμένες γραμμές που όπως γνωρίζουμε ανήκουν στις μη ορατές ακμές, δυσκολεύονται πολλές φορές την κατανόηση του σχεδίου. Για τον λόγο αυτό η επιλογή των όψεων γίνεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε αυτές να γίνονται ορατές ή να εμφανίζονται σε όσο το δυνατό περιορισμένο αριθμό (Σχήμα 8). Στο Σχήμα 8β, με την αλλαγή των θέσεων των όψεων και τομή στη θέση της πρόσωψης όπου φαίνονται όλες οι εσωτερικές λεπτομέρειες, εξαλείψαμε όλες τις διακεκομμένες γραμμές. Στα συνοπτικά σχέδια αποφεύγουμε την τοποθέτηση διακεκομμένων γραμμών, όταν οι λεπτομέρειες στις οποίες ανήκουν περιγράφονται επαρκώς σε άλλες όψεις ή τομές. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα της

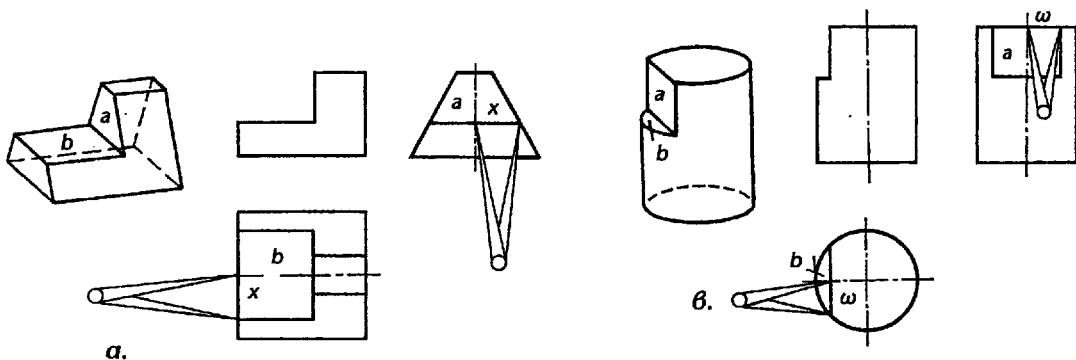
τακτικής που ακολουθούμε στο σχεδιασμό για την αποφυγή εμφάνισης πολλών διακεκομμένων γραμμών φαίνεται στο Σχήμα 8 που ακολουθεί.



Σχήμα 8. Μη ορατές γραμμές.

3. Μεταφορά Αποστάσεων

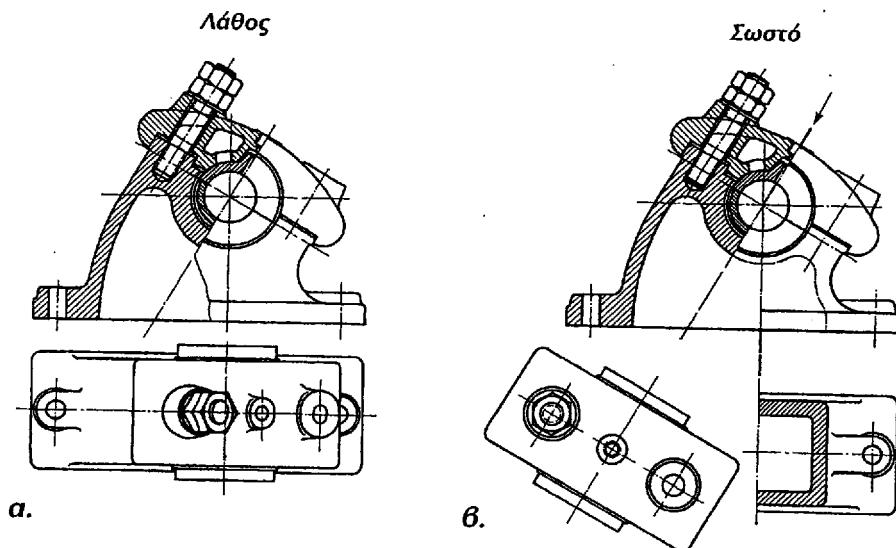
Σε ένα σχέδιο, συνήθως, δεν υπάρχει η δυνατότητα να τελειώσουμε εκατό τοις εκατό μία όψη και μετά να προχωρήσουμε στη σχεδίαση της επόμενης. Πολλά στοιχεία των λεπτομερειών της μιας όψης προκύπτουν από προβολές των άλλων. Στα δύο σχήματα που ακολουθούν, βλέπουμε τον τρόπο μεταφοράς μιας απόστασης από τη μια όψη στην άλλη. Στο Σχήμα 9α την απαραίτητη διάσταση « x » για την ολοκλήρωση της κάτοψης τη λαμβάνουμε από την πλάγια όψη, στο δε Σχήμα 9β η διάσταση « ω » μεταφέρεται από την κάτοψη στην πλάγια όψη.



Σχήμα 9. α. Μεταφορά της απόστασης « x » από την πλάγια όψη στην κάτοψη.
β. Μεταφορά της απόστασης « ω » από την κάτοψη στην πλάγια όψη.

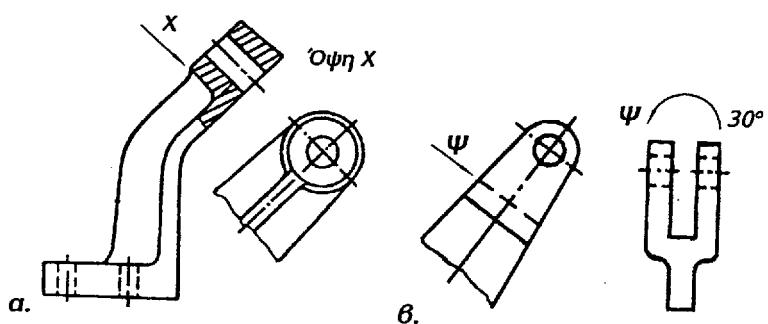
4. Ειδικές Όψεις

Αν μια λεπτομέρεια ενός εξαρτήματος ή μηχανήματος δεν είναι παράλληλη προς το επίπεδο προβολής, η όψη που θα μας δώσει στο επίπεδο αυτό σε ορισμένες κατευθύνσεις θα είναι συρρικνωμένη (Σχήμα 10α). Οι λεπτομέρειες που εμφανίζονται και είναι πολύ δύσκολο να σχεδιαστούν και δεν προσφέρουν τίποτε στον κατασκευαστή. Για το λόγο αυτό είναι προτιμότερο να προβάλλουμε τις λεπτομέρειες αυτές



Σχήμα 10. Προβολή λεπτομερειών σε παράλληλα επίπεδα
(α. Λάθος, β. Σωστό).

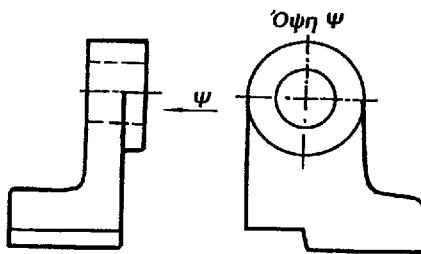
σε επίπεδα παράλληλα προς αυτές (Σχήμα 10β). Ετσι η σχεδίαση γίνεται ευκολότερη, οι λεπτομέρειες εμφανίζονται σε πραγματικές αναλογίες και μπορούμε με σαφήνεια και τη μορφή του εξαρτήματος να καταλάβουμε και τις απαιτούμενες για την κατασκευή διαστάσεις να τοποθετήσουμε (Σχήμα 10, 11α).



Σχήμα 11. α. Όψη «X», β. Περιστροφή όψεως «X».

Αν απαιτείται, περιστρέφουμε το επίπεδο αυτής της ειδικής όψης «Ψ», ώστε να συμπίπτει με ένα από τα βασικά επίπεδα προβολής (Σχήμα 11β).

Πολλές φορές, ιδίως σε σκαριφήματα, δεν έχουμε προβλέψει στην κόλλα σχεδίασης χώρο για να τοποθετήσουμε μια ακόμη απαιτούμενη όψη. Στην περίπτωση αυτή, δείχνουμε με βέλος την όψη που θέλουμε να σχεδιάσουμε και την τοποθετούμε όπου στην κόλλα μας υπάρχει



Σχήμα 12. Ειδική Όψη «Ψ».

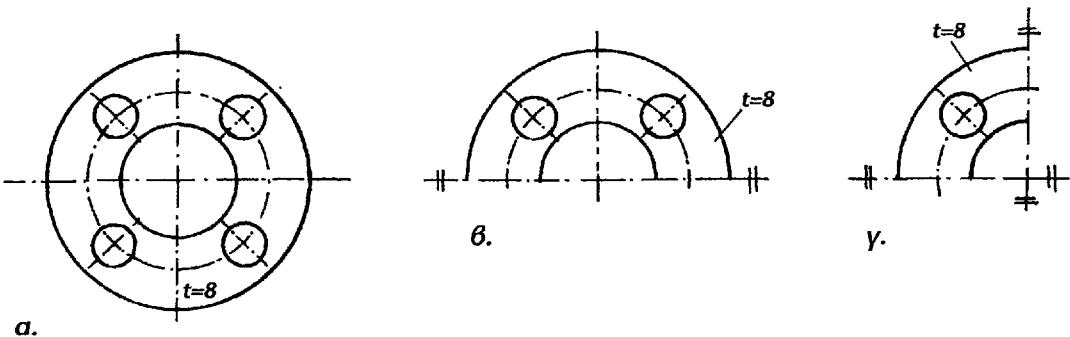
ελεύθερος χώρος (Σχήμα 12). Στα κανονικά μας σχέδια αυτό πρέπει όμως να αποφεύγεται. Η κατεύθυνση προβολής της ειδικής όψης χαρακτηρίζεται με βέλος και κεφαλαίο γράμμα. Επάνω από την όψη γράφουμε τη λέξη «Όψη...» ή μόνο το γράμμα. Μια τέτοια περίπτωση φαίνεται στο Σχήμα 12.

5. Μερική Σχεδίαση

Σε συμμετρικά κυρίως εξαρτήματα, επιτρέπεται η σχεδίαση ενός μέρους του εξαρτήματος, αρκεί η παράσταση αυτή να μας δίδει σαφή στοιχεία για τη μορφή και τις διαστάσεις ολόκληρου του εξαρτήματος. Στο Σχήμα 13 βλέπουμε τις δυνατότητες σχεδίασης μια κυκλικής φλάντζας. Έτσι μπορούμε να τη σχεδιάσουμε ολόκληρη (α), μισή (β), ή και ένα τέταρτο (γ). Προς τον σκοπό αυτό βάζουμε επάνω στον άξονα τομής το σύμβολο συμμετρίας, που αποτελείται από δύο μικρές λεπτές συνεχείς γραμμές, κάθετες επάνω στον άξονα (Σχήμα 13β,γ).

Όταν έχουμε ομοιόμορφα πάχη, ιδιαίτερα σε λεπτά ελάσματα, όπως λαμαρίνες, αντί να σχεδιάσουμε κάποια όψη για να δείξουμε το πάχος αυτό, γράφουμε επάνω στην επιφάνεια της όψης το γράμμα **t**

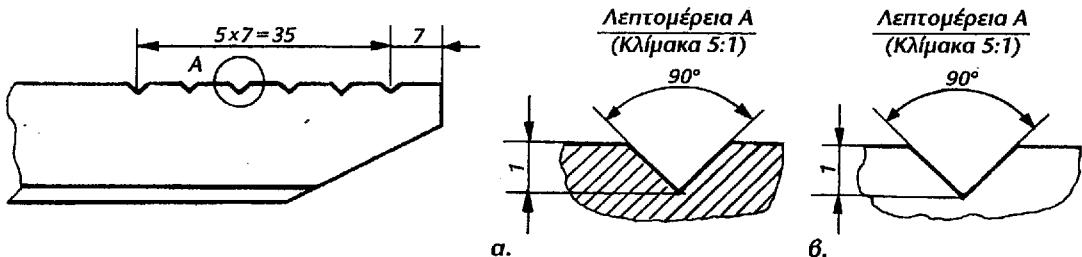
ακολουθούμενο από την τιμή του πάχους του ελάσματος, π.χ. $t=8$ (Σχήμα 13).



Σχήμα 13. Μερική παράσταση εξαρτημάτων:
α. Ολόκληρη, β. Μισή, γ. Ενός τετάρτου.

6. Λεπτομέρειες

Πολλές φορές υπάρχουν πολύ μικρές λεπτομέρειες που στην κλίμακα σχεδίασης δεν μπορούν να παραστούν με σαφήνεια, ούτε υπάρχει η δυνατότητα να τοποθετηθούν οι διαστάσεις.

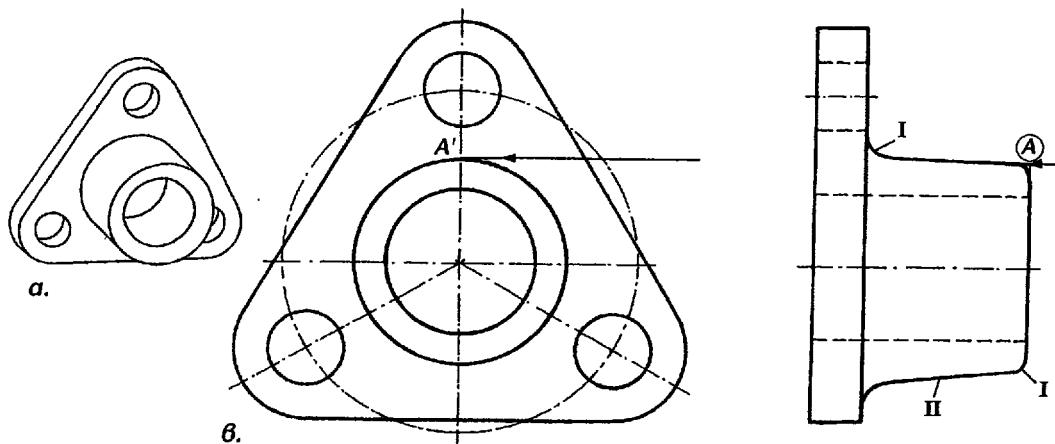


Σχήμα 14. Σχεδίαση λεπτομέρειας α. Σε τομή, β. Σε όψη.

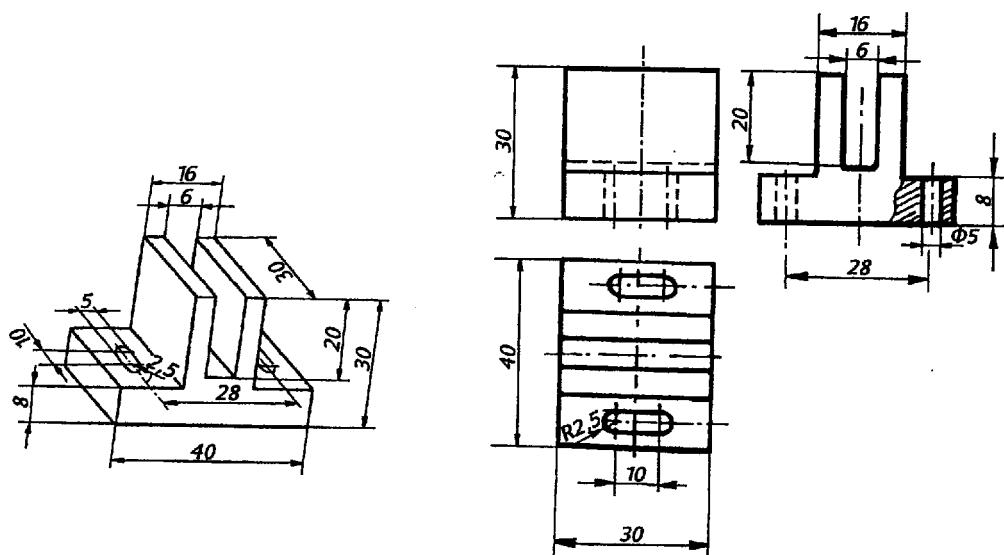
7. Προβολή Καμπυλοτήτων

Καμπυλότητες (Σχήμα 15 I), δεν προβάλλονται και επομένως δεν σχεδιάζονται. Το ίδιο ισχύει και αν η κλίση ακμών είναι πολύ μικρή (Σχήμα 15 II). Άρα, στο Σχήμα 15β, στην πρόοψη, σχεδιάζουμε μία μόνο περιφέρεια που αντιστοιχεί στο σημείο της οριζόντιας γραμμής με την πλάγια A.

Για να γίνουν κατανοητά τα παραπάνω ακολουθεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα μια τέτοιας καμπυλότητας στο Σχήμα 15.



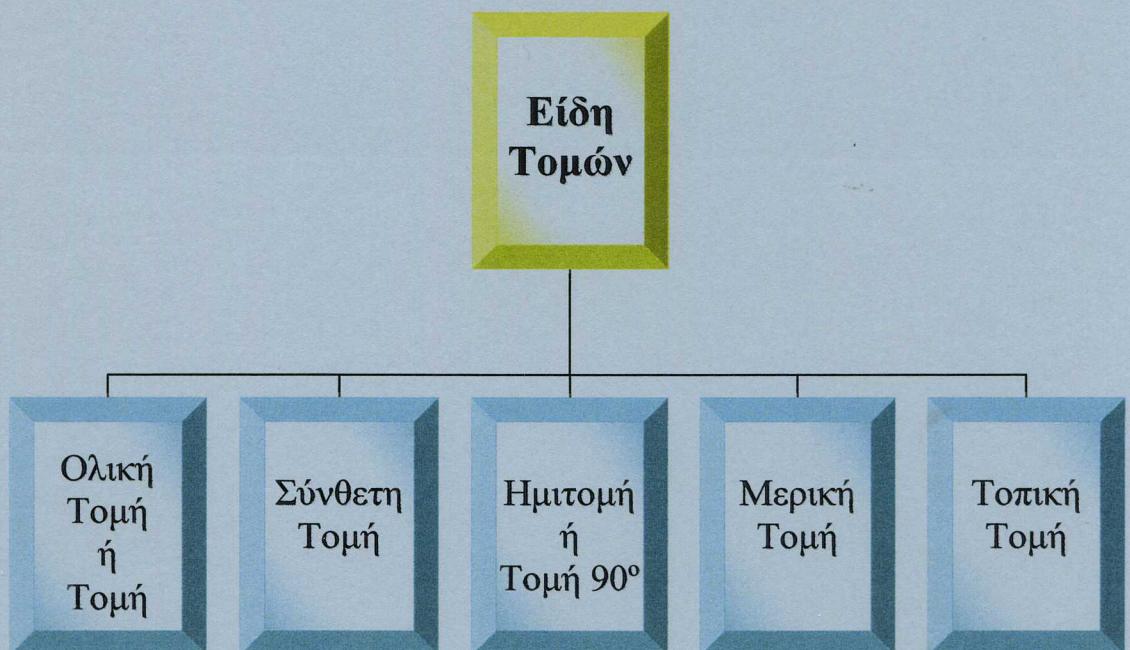
Σχήμα 15. Προβολή καμπυλοτήτων (Ι) και ακμών με μικρή κλίση (ΙΙ).



Σχήμα 16. Σχεδίαση απλού εξαρτήματος σε τρεις όψεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΤΟΜΕΣ



Όπως αναφερθήκαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, με τις όψεις περιγράφουμε το εξάρτημα ή το μηχάνημα εξωτερικά. Στη Μηχανολογία όμως σπάνια θα συναντήσουμε ένα εξάρτημα χωρίς εσωτερικές λεπτομέρειες. Για να τις μελετήσουμε κάνουμε τις απαραίτητες τομές.

Γενικά, οι αιτίες που μας αναγκάζουν να κάνουμε μία τομή είναι:

1. Για να δείξουμε τις εσωτερικές λεπτομέρειες.
2. Για να τοποθετήσουμε διαστάσεις στις εσωτερικές αυτές λεπτομέρειες, γιατί, όπως γνωρίζουμε από τους κανόνες διαστασιολόγησης, απαγορεύεται η τοποθέτηση διαστάσεων σε διακεκομμένες γραμμές.
3. Για να αυξήσουμε την παραστατικότητα μιας λεπτομέρειας. Δεν θα πρέπει να ξεχνάμε ότι ο τεχνίτης, που από το σχέδιό μας θα κατασκευάσει το εξάρτημα, πρέπει πρώτα να έχει σαφή εικόνα της μορφής του και των εξωτερικών και εσωτερικών λεπτομερειών του.

Την τομή λοιπόν θα την κάνουμε, ακόμη και αν συντρέχει και ένας μόνο λόγος από τους προαναφερθέντες, π.χ. η ανάγκη τοποθέτησης και μιας μόνο διάστασης σε μία εσωτερική λεπτομέρεια.

Η τομή είναι **νοητή**. Αυτό σημαίνει ότι το εξάρτημα σχεδιάζεται κομμένο μόνο στη θέση της τομής, ενώ στις υπόλοιπες όψεις σχεδιάζεται ολόκληρο.

Στην τομή θεωρούμε ότι ένα εξάρτημα ή μηχάνημα κόβεται κατά μήκος ενός ευθύγραμμου άξονα, μιας τεθλασμένης γραμμής. Στη θέση που το επίπεδο τομής συναντά υλικό η επιφάνεια αυτή διαγραμμίζεται (Σχήμα 17, 18, 20, 21).

Η διαγράμμιση γίνεται με λεπτές συνεχείς γραμμές και έχει πάντοτε κλίση 45° προς αριστερά ή δεξιά (Σχήμα 25 μέχρι Σχήμα 29).

Η θέση της τομής σημειώνεται με την ειδική γραμμή τομών (χονδρή αξονική γραμμή), η οποία στα άκρα φέρει βέλη (Σχήμα 30) και τοποθετείται στην κόλλα σχεδίασης εκεί που δείχνουν τα βέλη, ή στη θέση της αντίστοιχης πλάγιας όψεως, αν αυτή είναι κενή.

Είδη Τομών

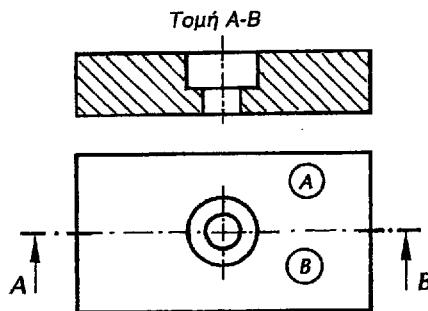
Γενικά μπορούμε να πούμε ότι έχουμε πέντε είδη τομών, από τα οποία τα πιο συνηθισμένα είναι τα δύο πρώτα.

1. Ολική τομή ή απλώς «Τομή».
2. Σύνθετη τομή.
3. Ημιτομή ή Τομή 90° .
4. Μερική τομή.
5. Τοπική τομή.

1. Ολική Τομή ή απλώς Τομή (Σχήμα 17)

Η τομή αυτή γίνεται κατά μήκος του άξονα του εξαρτήματος ή του μηχανήματος. Το επίπεδο τομής χωρίζει το εξάρτημα σε δύο μέρη **A** και **B**, από τα οποία απομακρύνουμε αυτό που είναι μεταξύ μας και του νοητού επιπέδου τομής **B**.

Το κομμάτι **A** που μένει το σχεδιάζουμε σαν να είναι όψη, με τη διαφορά ότι διαγραμμίζουμε το μέρος εκείνο που το επίπεδο τομής συναντά υλικό.



Σχήμα 17. Τομή.

Πλεονεκτήματα της τομής αυτής είναι:

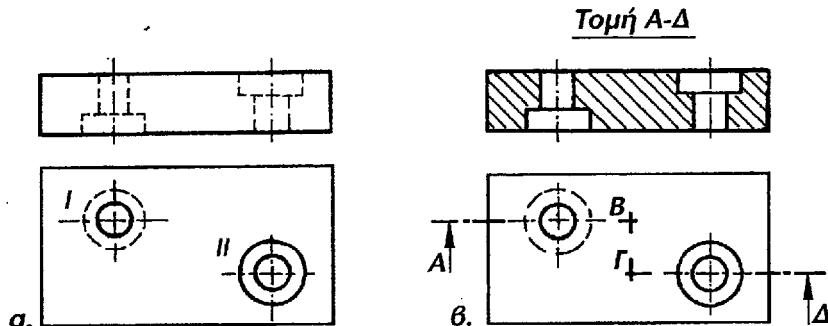
- Σαφής παράσταση του εσωτερικού του εξαρτήματος.
- Καλή επιμέτρηση – τοποθέτηση διαστάσεων στο εσωτερικό του εξαρτήματος.

2. Σύνθετη Τομή (Σχήμα 18)

Στην τομή αυτή δείχνουμε λεπτομέρειες που βρίσκονται σε διαφορετικά επίπεδα τομής.

Για να περιγράψουμε τις λεπτομέρειες **I** και **II** του εξαρτήματος του Σχήματος 18α, έπρεπε να κάνουμε δύο τομές, μία στη θέση **I** και μία στη θέση **II**. Με τη σύνθετη τομή που γίνεται κατά μήκος της γραμμής **ABΓΔ** σχεδιάζουμε σε ένα και μόνο σχήμα ταυτόχρονα και τις δύο αυτές τομές (Σχήμα 18β). Η ακμή που δημιουργείται από το οριζόντιο επίπεδο τομής **AB** και το κάθετο **ΓΒ** δεν υπάρχει στην τομή, επειδή «**ακμές που δημιουργούνται από επίπεδα τομής δεν σχεδιάζονται**». Την τομή τη χαρακτηρίζουμε με το πρώτο και το τελευταίο γράμμα (Τομή **A-Δ**).

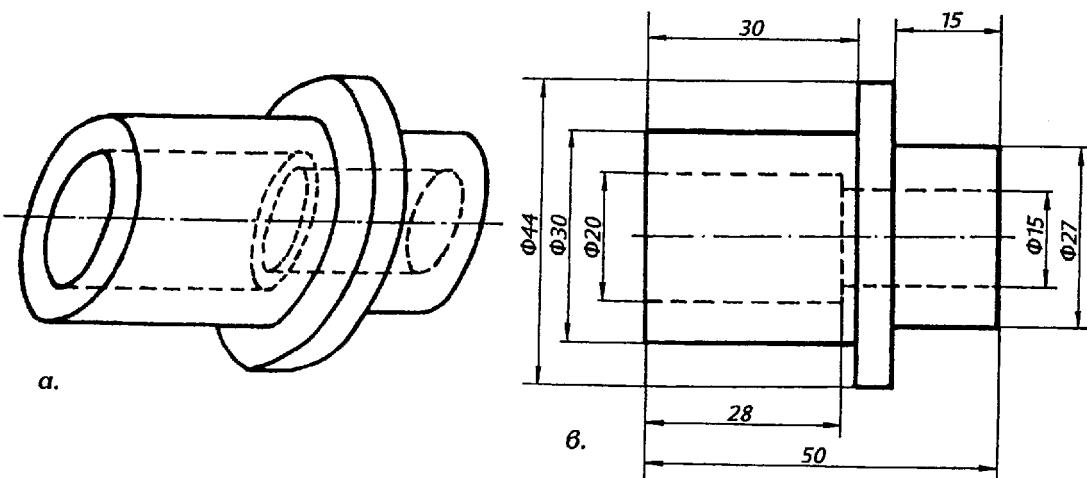
Έτσι λοιπόν εφαρμόζοντας τον παραπάνω κανόνα για τις σύνθετες τομές για ένα τυπικό παράδειγμα εξαρτήματος θα πάρουμε το παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 18. Πλάκα με δύο οπές: α. Σε πρόοψη, β. Σε σύνθετη τομή Α-Δ.

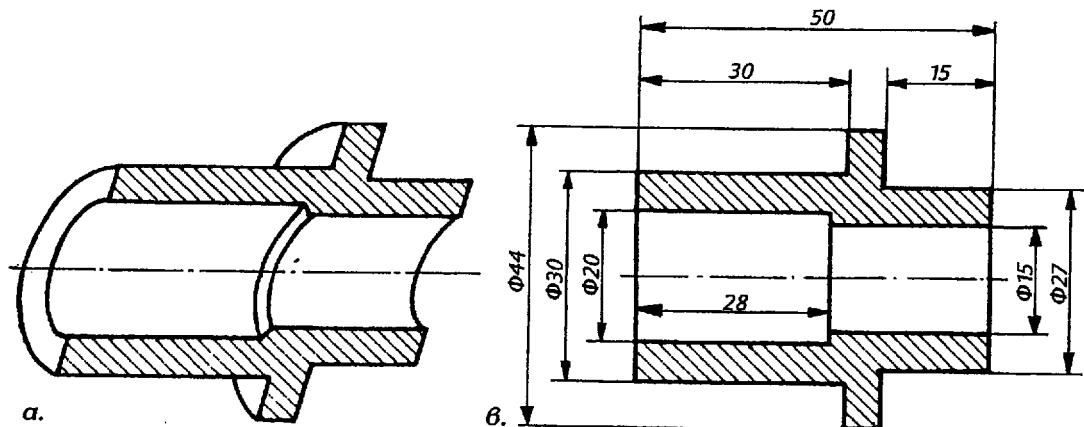
3. Ημιτομή ή Τομή 90° (Σχήμα 21)

Σε μερικά συμμετρικά εξαρτήματα ή μηχανήματα και κυρίως εξαρτήματα που κατασκευάζονται εκ περιστροφής, π.χ. έμβολο μηχανής ΜΕΚ, εφαρμόζουμε την ημιτομή. Για να περιγράψουμε το εξάρτημα του Σχήματος 19α, κάνουμε την όψη (Σχήμα 19β). Ναι μεν δείχνουμε τις εσωτερικές λεπτομέρειες με τις διακεκομμένες γραμμές, δεν επιτρέπεται



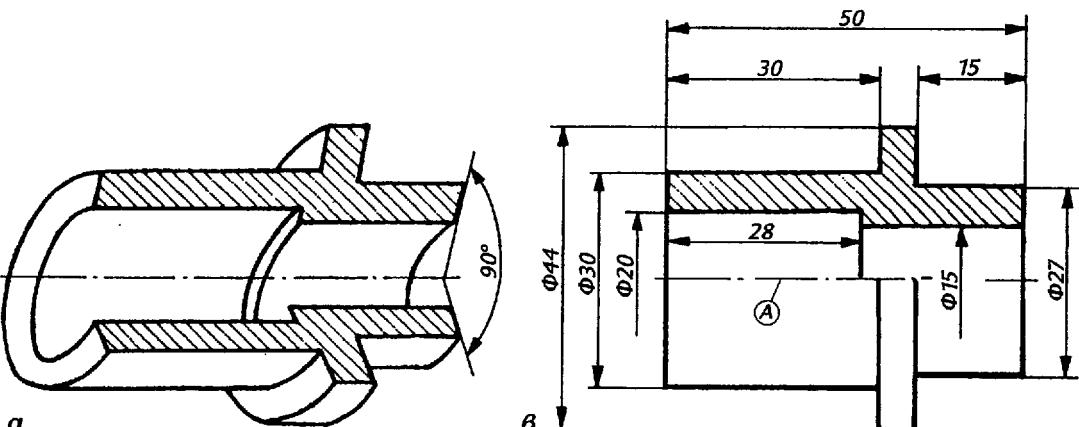
Σχήμα 19. Όψη. α. Προοπτικό σχέδιο, β. Πρόοψη.

όμως να τοποθετήσουμε τις διαστάσεις $\varnothing 20$, $\varnothing 15$ και 28 σ' αυτές. Επομένως, πρέπει να κάνουμε και μία τομή (Σχήμα 20β). Στην όψη και στην τομή βλέπουμε ότι υπάρχει απόλυτη συμμετρία του άνω και κάτω της γραμμής συμμετρίας μέρους.



Σχήμα 20. Τομή. α. Προοπτικό σχέδιο β. Τομή.

Άρα, μπορούμε να κάνουμε συνδυασμό της όψης και της τομής. Στην περίπτωση της ημιτομής έχουμε δύο επίπεδα τομής που σχηματίζουν μεταξύ τους ορθή γωνία (Σχήμα 21α). Η ακμή της γωνίας πέφτει πάνω στον άξονα συμμετρίας του εξαρτήματος.



Σχήμα 21. Ημιτομή. α. Προοπτικό σχέδιο, β. Ημιτομή.

Το κομμάτι που βρίσκεται μέσα σε αυτή τη γωνία το απομακρύνουμε και σχεδιάζουμε το υπόλοιπο. Έτσι, το σχέδιο που παίρνουμε παρουσιάζει το μισό εξάρτημα σε τομή και το άλλο μισό σε όψη, δηλαδή κάνουμε συνδυασμό μισής όψης και μισής τομής, με αποτέλεσμα να κερδίζουμε χρόνο σχεδίασης χωρίς αυτό να είναι εις βάρος της πληρότητας και της ευκρίνειας του σχεδίου μας. Η ακμή που δημιουργούν τα δύο επίπεδα τομής δεν σχεδιάζεται, στη δε θέση της υπάρχει η αξονική γραμμή A.

Πλεονεκτήματα της τομής αυτής είναι:

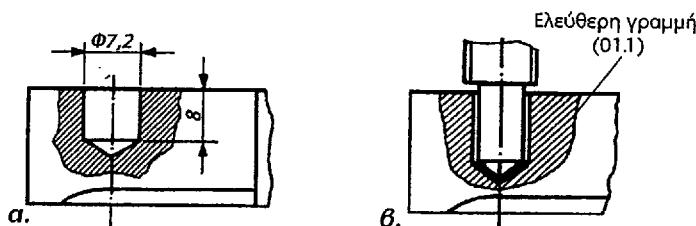
- Σαφής παράσταση της εξωτερικής μορφής και των λεπτομερειών του εξαρτήματος.
- Σαφής παράσταση της εσωτερικής μορφής και των λεπτομερειών του εξαρτήματος.
- Σαφής παράσταση των τοιχωμάτων του εξαρτήματος.
- Δυνατότητα τοποθέτησης εσωτερικών διαστάσεων.

Την τομή αυτή δεν τη χαρακτηρίζουμε με τη γραμμή τομής.

4. Μερική Τομή (Σχήμα 22)

Για να μη σχεδιάζουμε όλο το εξάρτημα σε τομή και προκειμένου να δείξουμε μια απλή λεπτομέρεια, μπορούμε στη θέση μόνο της λεπτομέρειας να κάνουμε τομή (Σχήμα 22).

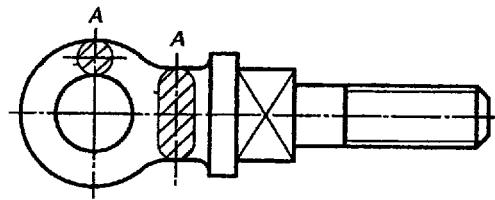
Πλεονέκτημα της τομής αυτής είναι το ότι σε μία μόνο όψη περιγράφουμε τόσο εξωτερικές, όσο και εσωτερικές λεπτομέρειες.



Σχήμα 22. Μερική τομή. α. Απλή, β. Δύο συνεργαζόμενων εξαρτημάτων.

5. Τοπική Τομή (Σχήμα 23)

Προκειμένου να περιγράψουμε τη μορφή ενός εξαρτήματος ταυτόχρονα σε περισσότερες θέσεις, κάνουμε την τοπική τομή. Έτσι, αντί να κάνουμε πολλές τομές και να τις τοποθετήσουμε σε διαφορετικά μέρη του σχεδίου μας, κόβουμε το εξάρτημα στις θέσεις αυτές, το περιστρέφουμε επιτόπου κατά 90° και σχεδιάζουμε επάνω στην όψη την τομή. Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 23, στη λεπτομέρεια Α, η τοπική τομή είναι μία αρκετά χρήσιμη τομή.

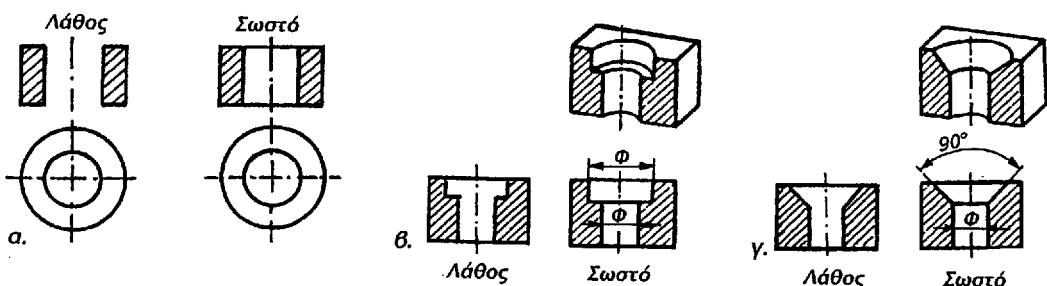


Σχήμα 23. Τοπική τομή.

Πλεονέκτημα της τομής αυτής είναι η σαφής περιγραφή της διατομής του εξαρτήματος ταυτόχρονα με την όψη.

Γενικές Παρατηρήσεις για τη Σχεδίαση των Τομών

- ◆ Τομή επάνω σε τομή και μερική τομή ή τοπική τομή επάνω σε τομή δεν επιτρέπεται να γίνει.
- ◆ Σε μια τομή, και ιδιαίτερα επάνω στη διαγράμμιση, δεν βάζουμε διακεκομμένες γραμμές.
- ◆ Ακμές που δεν συναντά το επίπεδο τομής, φαίνονται όμως στην προβολή, σχεδιάζονται γιατί σύμφωνα με τον ορισμό, για να βρούμε την τομή, προβάλλουμε το κομμάτι του εξαρτήματος που μένει σαν να ήταν όψη. Άρα, στο Σχήμα 24α, το πρώτο σχήμα είναι λάθος, επειδή δεν βάλαμε την προβολή της ημιπεριφέρειας.

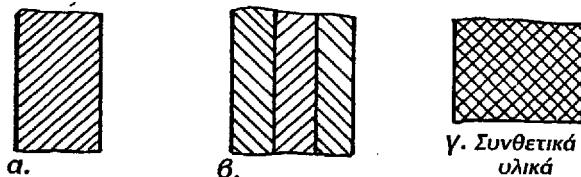


Σχήμα 24. Προβάλλομενες ακμές στην τομή.

Και στα σχήματα 24β και γ πρέπει να γράψουμε όλες τις προβολές των ημιπεριφερειών. Αυτό θα πρέπει να το προσέξουμε ιδιαιτέρως, γιατί στην πράξη πολλές φορές εσφαλμένα αυτές παραλείπονται.

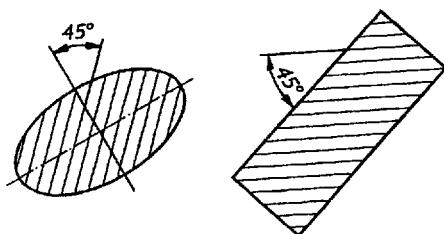
- ◆ Η μορφή της διαγράμμισης είναι τυποποιημένη κατά DIN 201 και διαφορετική για κάθε κατηγορία και είδος υλικού. Στο Μηχανολογικό Σχέδιο, συνήθως χρησιμοποιείται η γενική

μορφή διαγράμμισης (Σχήμα 25), και μόνο σε ορισμένες περιπτώσεις, π.χ. σε συνοπτικά σχέδια, όταν υπάρχει λόγος να φανεί το υλικό του κάθε εξαρτήματος, εφαρμόζουμε τη σχετική τυποποίηση. Πάντως, και τότε είμαστε υποχρεωμένοι να αναφέρουμε το υλικό στο υπόμνημα και στον κατάλογο τεμαχίων.



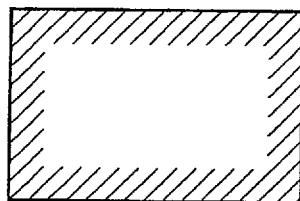
Σχήμα 25. Γραμμές διαγράμμισης.

- ◆ Η κλίση των γραμμών διαγράμμισης είναι πάντοτε 45° προς τα αριστερά ή δεξιά. Για διαφορετικά εξαρτήματα που είναι συνδεδεμένα κατά ένα οποιοδήποτε τρόπο είναι αντίστροφη (Σχήμα 25β). Η κλίση παραμένει ίδια για όλες τις τομές του ίδιου εξαρτήματος στο ίδιο πάντα σχέδιο. Η απόσταση των γραμμών διαγράμμισης εξαρτάται από το μέγεθος της τομής και την κλίμακα. Και αυτή παραμένει ίδια για όλες τις τομές που γίνονται στο ίδιο εξάρτημα στο ίδιο σχέδιο.
- ◆ Η φορά της διαγράμμισης έχει κλίση 45° προς τις βασικές ακμές ή του άξονα συμμετρίας, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 26.



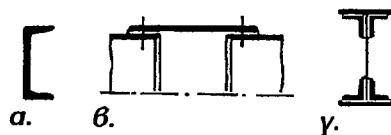
Σχήμα 26. Φορά γραμμών διαγράμμισης.

- ◆ Σε πολύ μεγάλες επιφάνειες τομής επιτρέπεται η διαγράμμιση να γίνει στην περιφέρεια του περιγράμματος του εξαρτήματος (Σχήμα 27).



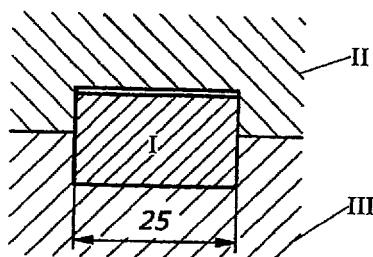
Σχήμα 27. Μεγάλες επιφάνειες.

- ◆ Τις πολύ λεπτές επιφάνειες τομής τις μαυρίζουμε (Σχήμα 28α). Αν έχουμε περισσότερα διαφορετικά εξαρτήματα στην τομή, τότε μεταξύ των εξαρτημάτων αυτών αφήνουμε ένα κενό (Σχήμα 28β, γ).



Σχήμα 28. Πολύ λεπτές επιφάνειες.

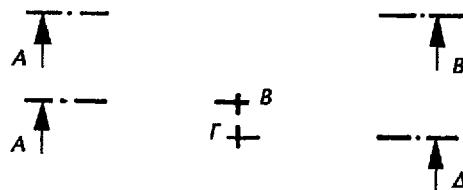
- ◆ Σε συνοπτικά σχέδια, όπου έχουμε περισσότερα εξαρτήματα που συνεργάζονται μεταξύ τους, η διαγράμμιση δύο γειτονικών εξαρτημάτων είναι αντίστροφη. Σε περίπτωση που η διαγράμμιση δύο εξαρτημάτων συμπίπτει, π.χ. Σχήμα 29 το τεμάχιο I και III, τότε, και για να αποφύγουμε οποιαδήποτε λανθασμένη ανάγνωση του σχεδίου μας, διατηρούμε την κλίση των 45° αλλά κάνουμε τη διαγράμμιση του τεμαχίου I πιο πυκνή.



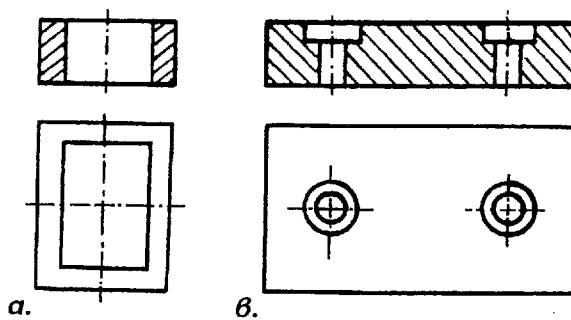
Σχήμα 29. Διαγράμμιση σε συνοπτικά σχέδια.

- ◆ Η φορά του επιπέδου τομής χαρακτηρίζεται με τη γραμμή τομής, η οποία αποτελείται από δύο παύλες και μία τελεία. Αυτή δεν κόβει όλο το εξάρτημα (Σχήματα 30, 32, 33, 46, 47, 48, 49) αλλά η μία παύλα ακουμπά στην εξωτερική ακμή. Στα άκρα της

βάζουμε βέλη ανάλογα με τα βέλη των γραμμών διαστάσεων αλλά μεγαλύτερα και γράφουμε τυποποιημένα κεφαλαία γράμματα σύμφωνα με τους κανόνες αναγραφής διαστάσεων. Το ύψος των γραμμάτων αυτών είναι κατά μία βαθμίδα μεγαλύτερο από τους αριθμούς των διαστάσεων.



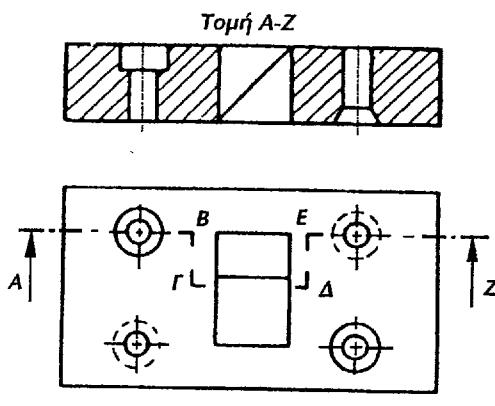
Σχήμα 30. Γραμμή τομής.



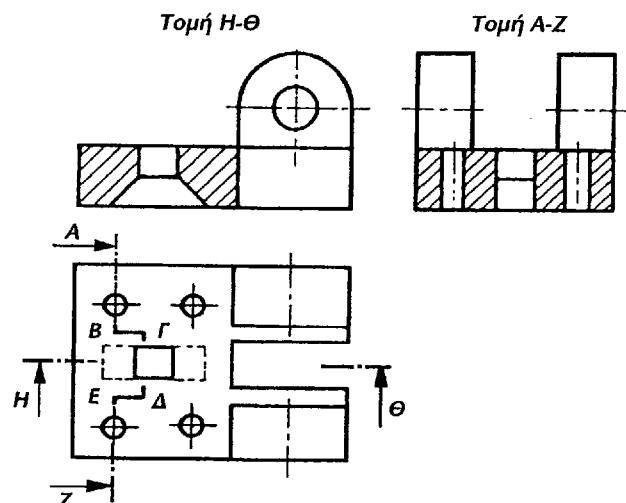
Σχήμα 31. Απλές τομές.

- ◆ Η θέση της τομής δεν χρειάζεται να χαρακτηριστεί, αν έχουμε μια απλή τομή και η θέση του επιπέδου τομής είναι καταφανής (Σχήμα 31α, β).
- ◆ Αν δεν ισχύουν τα προηγούμενα ή αν έχουμε μια σύνθετη τομή, τότε πρέπει οπωσδήποτε να χαρακτηρίσουμε τη θέση της τομής (Σχήμα 32, 33). Σε σχετικά απλές μορφές αυτής της περίπτωσης χαράζουμε μόνο τη γραμμή τομής και δεν βάζουμε γράμματα ούτε και την αναφέρουμε πάνω από την τομή. Την τομή την τοποθετούμε εκεί που δείχνουν τα βέλη (Σχήμα 32) ή σε ελεύθερη θέση πλάγιας όψης (Σχήμα 33, Τομή Α-Ζ).
- ◆ Αν η μορφή του εξαρτήματος απαιτεί περισσότερες τομές, τότε χαρακτηρίζουμε οπωσδήποτε τις τομές αυτές με κεφαλαία γράμματα, πάνω δε από την τομή γράφουμε τη λέξη Τομή και τα αντίστοιχα γράμματα π.χ. Τομή Η-Θ (Σχήμα 33). Στη σύνθετη τομή γράφουμε δίπλα από τη λέξη τομή το πρώτο και το

τελευταίο γράμμα, π.χ. **Τομή Α-Ζ** (Σχήμα 32). Η τομή χαρακτηρίζεται συνήθως στην κάτοψη.

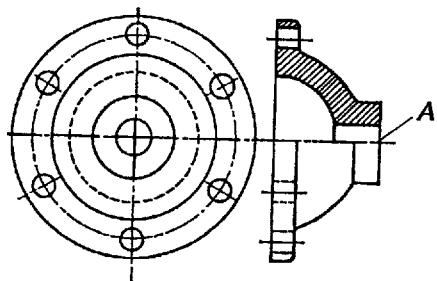


Σχήμα 32. Σύνθετη τομή.



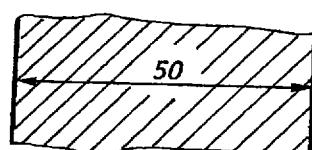
Σχήμα 33. Απλή και σύνθετη τομή.

- ◆ Στις ημιτομές η θέση της τομής δεν χαρακτηρίζεται. Επίσης, η ακμή που δημιουργείται από τα δύο επίπεδα τομής δεν σχεδιάζεται αλλά παραμένει η αξονική γραμμή (Σχήμα 34Α).



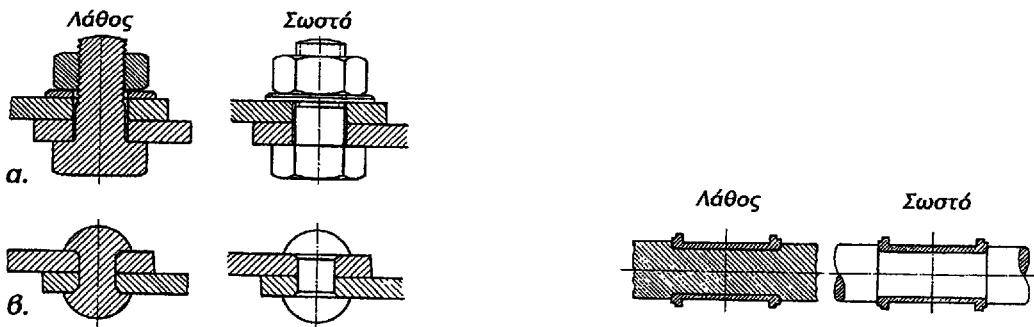
Σχήμα 34. Χαρακτηρισμός ημιτομής.

- ◆ Η διάσταση καλό είναι να γράφεται έξω από την επιφάνεια της τομής. Αν όμως γραφεί πάνω στην τομή, τότε πρέπει στη θέση εκείνη να μην υπάρχει διαγράμμιση (Σχήμα 35).



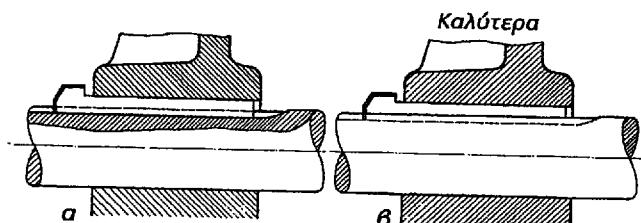
Σχήμα 35. Τοποθέτηση διαστάσεων σε διαγραμμισμένη επιφάνεια.

◆ Μερικά απλά στοιχεία μηχανών, όπως **κοχλίες**, **περικόχλια** (Σχήμα 36α), **ήλοι** (Σχήμα 36β), **άξονες**, **άτρακτοι** (Σχήμα 37,38), **βραχίονες τροχών** και **τροχαλιών** (Σχήμα 39), **νεύρα** (Σχήμα 40), **κρίκοι αλυσίδων** (Σχήμα 40), **σφήνες** (Σχήμα 42), **σφαίρες**, **πείροι** κ.λπ., δεν κόβονται στις διαμήκεις **τομές**.

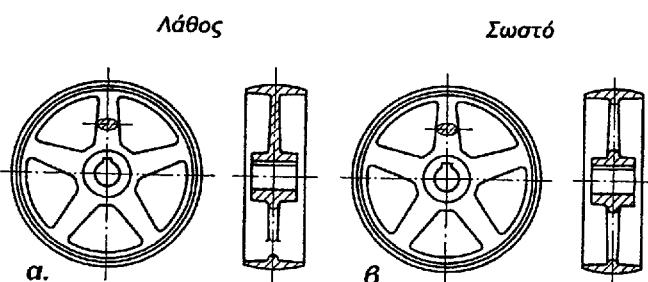


Σχήμα 36. Κοχλίες, περικόχλια, ήλοι.

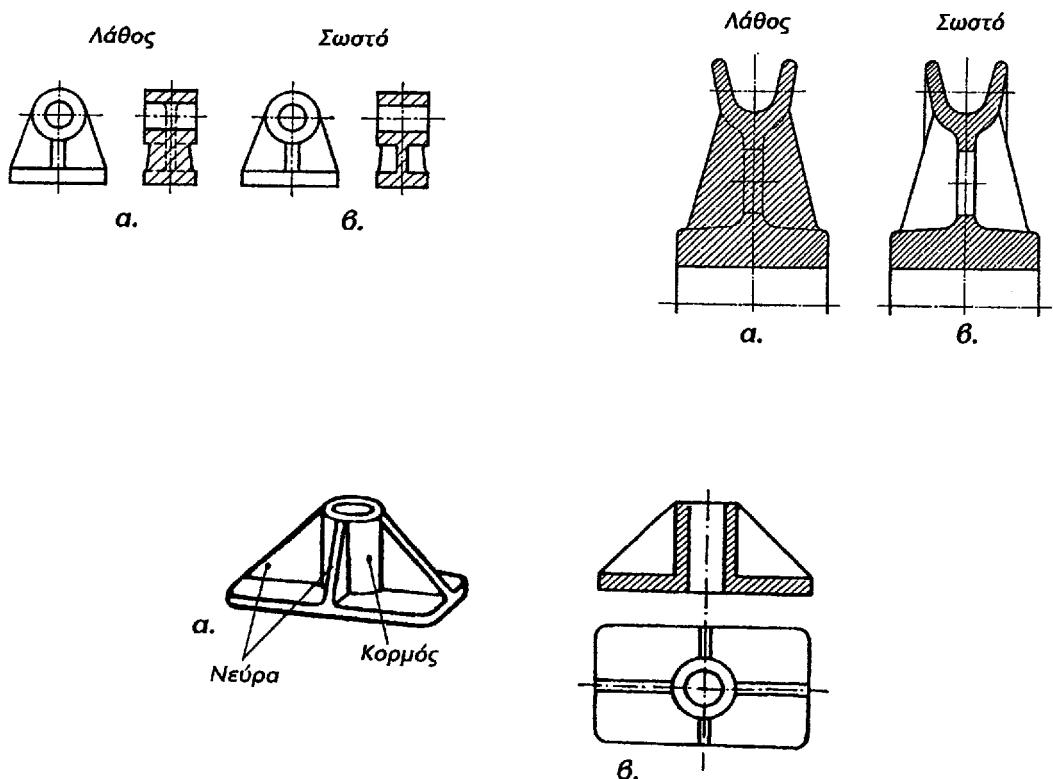
Σχήμα 37. Άξονες.



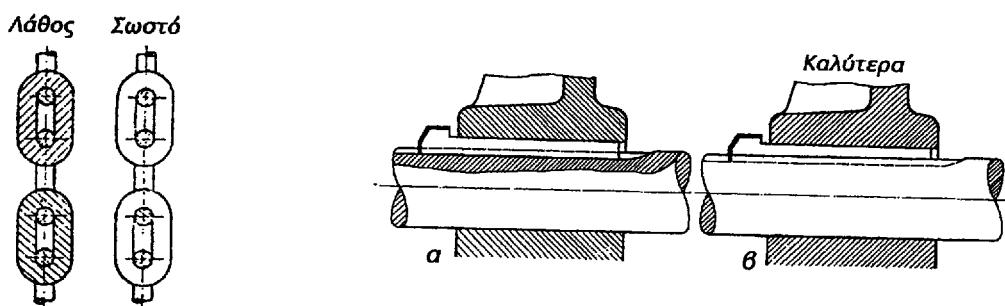
Σχήμα 38. Άτρακτοι.



Σχήμα 39. Βραχίονες τροχών και τροχαλιών.



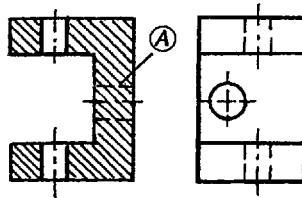
Σχήμα 40. Σχεδίαση νεύρων.



Σχήμα 41. Κρίκοι αλυσίδων.

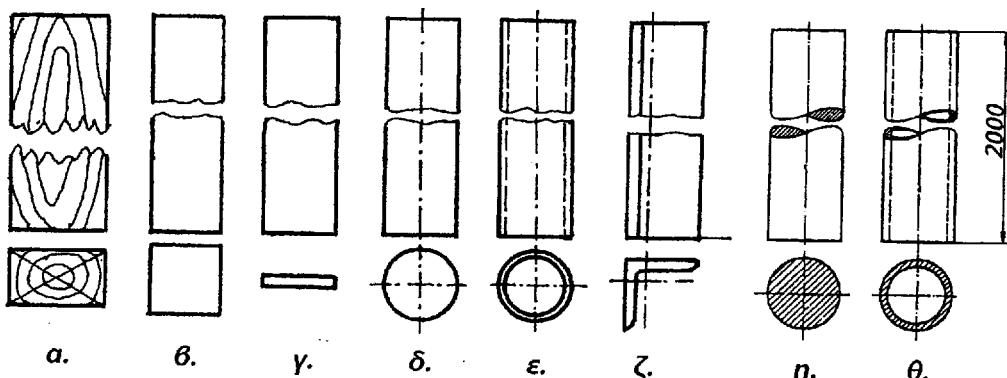
Σχήμα 42. Σφήνες.

◆ Γενικά στις τομές δεν γράφουμε διακεκομμένες γραμμές, εκτός και αν είναι απαραίτητο για την καλύτερη κατανόηση του σχεδίου. Στο Σχήμα 43 τοποθετήσαμε τις διακεκομμένες γραμμές στην τομή A, για να δείξουμε ότι η οπή ξετρυπά τη βάση του εξαρτήματος. Έτσι, κερδίζουμε χρόνο σχεδίασης. Προτιμότερο είναι όμως να γίνει μία ακόμη όψη με μερική τομή, ώστε το σχέδιο μας και περισσότερο κατανοητό να είναι και να μπορέσουμε να τοποθετήσουμε διαστάσεις εκτός σχεδίου.



Σχήμα 43. Διακεκομμένες γραμμές σε τομή.

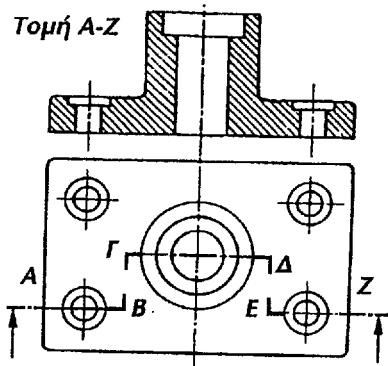
◆ Επιμήκη σώματα (τετράγωνα, ορθογώνια, κυλινδρικά, κωνικά, πρισματοειδή, σωλήνες, προφίλ) λόγω του μεγάλου μήκους τους πρέπει να σχεδιαστούν υπό κλίμακα, οπότε συρρικνώνεται η διατομή τους. Για να μη συμβεί αυτό, μπορούν να σχεδιαστούν σε κλίμακα 1:1 ή και μεγέθυνση, αφού αποκοπεί το μέρος που δεν έχει λεπτομέρειες, οπές κ.λπ., όπως δείχνει το Σχήμα 44. Στις τομές αυτές γράφουμε την πραγματική διάσταση του μήκους π.χ. 2000, και όχι αυτή που έχει το εξάρτημά μας στο σχέδιο. Η γραμμή τομής στα κυλινδρικά εξαρτήματα και στους σωλήνες έχει αντικατασταθεί με ελεύθερη γραμμή τύπου 01.1, οπότε η σχεδίαση απλουστεύεται εις βάρος όμως της παραστατικότητας. Η παράσταση του Σχήματος 44 η και θ δεν είναι πλέον τυποποιημένη αλλά χρησιμοποιείται στην πράξη.



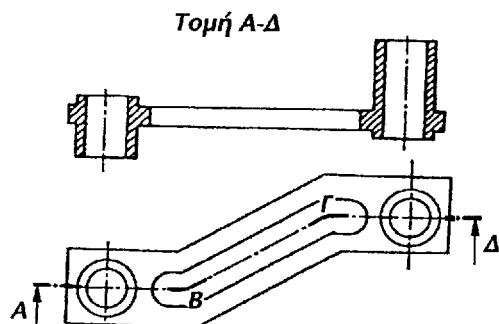
Σχήμα 44. Τομή σε επιμήκη σώματα.

◆ Στη σύνθετη τομή η γραμμή τομής (επίπεδο τομής) μπορεί να αποτελείται από ευθύγραμμα ή και καμπύλα τμήματα, που σχηματίζουν μεταξύ τους ορθή ή οποιαδήποτε άλλη γωνία (Σχήμα 45, 46, 47, 48). Για την κατασκευή των τομών των Σχημάτων 47 και 48 ακολουθούμε την εξής διαδικασία. Πρώτα σχεδιάζουμε το μέρος της τομής που προκύπτει από το επίπεδο τομής που συμπίπτει με τον κατακόρυφο άξονα. Στη συνέχεια

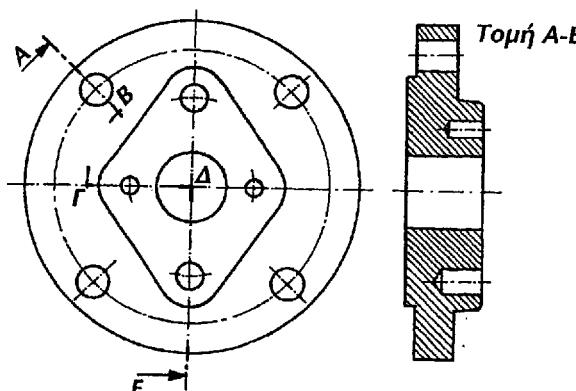
περιστρέφουμε το εξάρτημα μέχρι που διαδοχικά και τα άλλα επίπεδα τομής θα συμπέσουν πάλι με τον κατακόρυφο άξονα. Έτσι όλες οι λεπτομέρειες της τομής εμφανίζονται σε πραγματική μορφή και διαστάσεις.



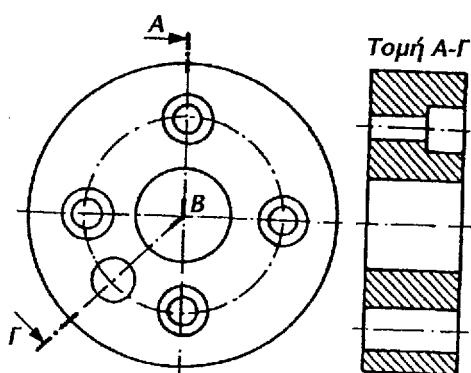
Σχήμα 45. Σύνθετη τομή.



Σχήμα 46. Σύνθετη τομή.

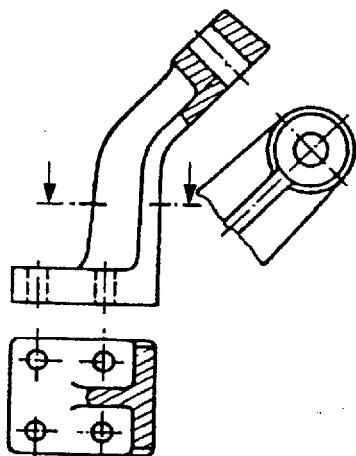


Σχήμα 47. Σύνθετη τομή.

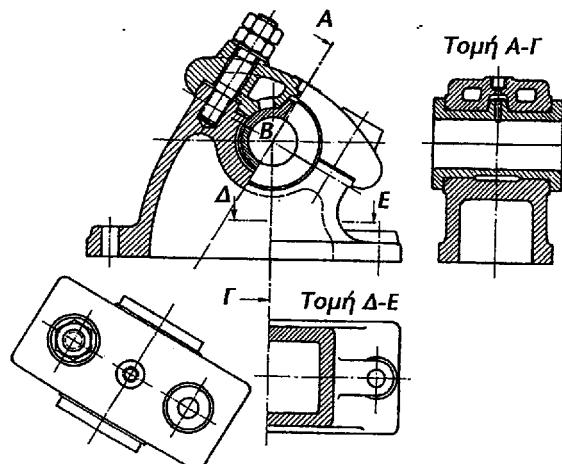


Σχήμα 48. Σύνθετη τομή.

◆ Πλευρές εξαρτημάτων, που δεν είναι παράλληλες προς τα γνωστά επίπεδα προβολής και επομένως μας δίνουν περίπλοκες όψεις ή τομές χωρίς πραγματικές διαστάσεις, μπορούν να σχεδιαστούν σε βοηθητικά επίπεδα προβολής παράλληλα σε αυτές (Σχήμα 49, 50). Έτσι, και η σχεδίαση γίνεται ευκολότερη και η τοποθέτηση διαστάσεων είναι δυνατή, επειδή οι διάφορες αποστάσεις εμφανίζονται σε πραγματικά μεγέθη.

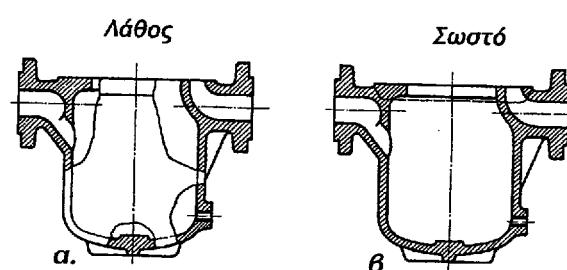


Σχήμα 49. Βοηθητικά επίπεδα.



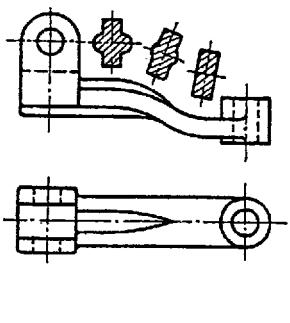
Σχήμα 50. Βοηθητικά επίπεδα.

◆ Γενικά, θα πρέπει να αποφεύγουμε να τοποθετούμε πάνω σε μία όψη πολλές μερικές τομές. Προτιμότερο είναι να κάνουμε τότε μια ολική τομή. Η λύση β στο Σχήμα 51 είναι πιο σωστή και πιο εύκολη.



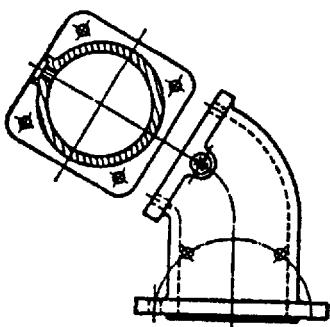
Σχήμα 51. Επιλογή είδους τομής.

- ◆ Στο Σχήμα 52 έχουμε κάνει τοπικές τομές. Με τον τρόπο αυτό βλέπουμε τη διατομή του εξαρτήματος σε διάφορες θέσεις και διαμορφώνουμε γνώμη για τη συνολική του μορφή.

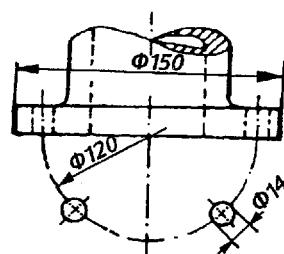


Σχήμα 52. Τοπικές τομές.

- ◆ Τις λεπτομέρειες μιας όψης, π.χ. οπές σε φλάντζα, μπορούμε να δείξουμε χωρίς να κάνουμε την κάτοψη της φλάντζας, αν πάνω στην όψη (Σχήμα 53) ή κάτω από την όψη (Σχήμα 54) κάνουμε κατάκλιση της αξονικής γραμμής των κέντρων των οπών και ορίζουμε πάνω σ' αυτή τη θέση και το μέγεθος των οπών.



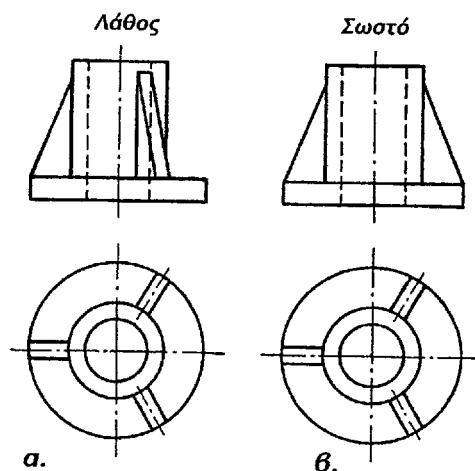
Σχήμα 53. Πάνω στην όψη.



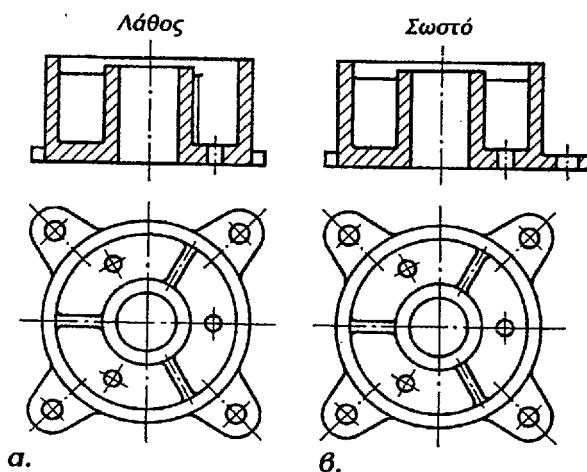
Σχήμα 54. Κάτω από την όψη.

Στη συνέχεια βλέπουμε μερικά παραδείγματα σωστής σχεδίασης όψεων και τομών.

Το σχέδιο μας γίνεται πιο παραστατικό και σωστό, αν το εξάρτημα αφού σχεδιαστεί ένα μέρος της όψης ή της τομής, περιστραφεί, ώστε η όψη ή η τομή να συμπέσει με το επίπεδο προβολής (Σχήμα 55, 56).

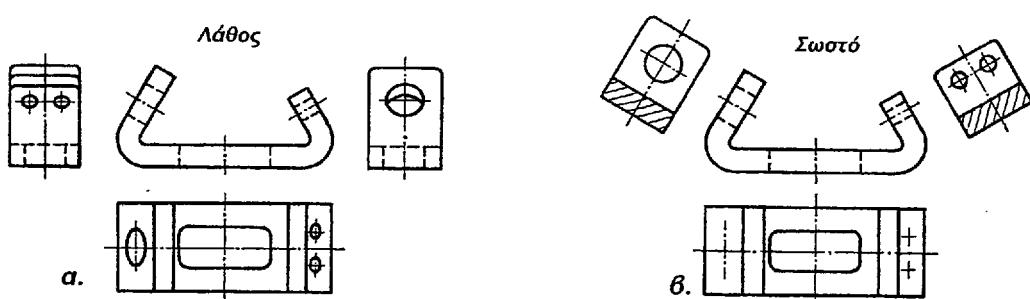


Σχήμα 55. Περιστροφή όψεως στο επίπεδο προβολής.



Σχήμα 56. Περιστροφή τομής στο επίπεδο προβολής.

Στο Σχήμα 57 βλέπουμε πως με τις βοηθητικές τομές που κάναμε σε επίπεδα προβολής παράλληλα προς τις πλευρές, το σχέδιό μας έγινε πιο εύκολο και πιο κατανοητό, ενώ ταυτόχρονα έγινε δυνατή και η τοποθέτηση των διαστάσεων.

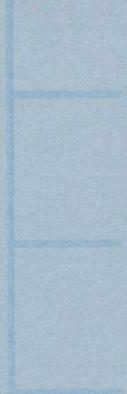


Σχήμα 57. Απλούστευση σχεδίασης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ

ΚΑΝΟΝΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ



Βασικές Περιπτώσεις

Ειδικές Περιπτώσεις

Παρατηρήσεις & Παραδείγματα

Μία από τις σημαντικότερες εργασίες του σχεδιαστή, αλλά και η πιο δύσκολη και υπεύθυνη, είναι η σωστή τοποθέτηση των διαστάσεων στο σχέδιο.

Με την τοποθέτηση των διαστάσεων, των συμβόλων ποιότητας επιφανειών, των ανοχών και συναρμογών, ολοκληρώνεται και το σχέδιό μας. Θα πρέπει λοιπόν να βάλουμε και να τις τοποθετήσουμε έτσι, που να μπορεί να κατασκευαστεί το εξάρτημα χωρίς εμείς να δώσουμε καμιά άλλη πληροφορία.

Η αναγραφή σωστών είναι μία δύσκολη τέχνη, που η εκμάθησή της εκτός από τις θεωρητικές και τεχνικές γνώσεις απαιτεί και πάρα πολύ εξάσκηση και εμπειρία.

Ακόμη πρέπει να συμπληρώσουμε ότι στο Μηχανολογικό Σχέδιο δεν επιτρέπεται να μετράμε διαστάσεις από το σχέδιό μας, παρά να χρησιμοποιούμε αυτές που είναι γραμμένες. Και αυτό γιατί και η ακρίβεια του μετρήματος δεν επαρκεί για την κατασκευή και οι διαστάσεις αλλοιώνονται ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες και τον τρόπο πολυγράφησης του σχεδίου. Στη συνέχεια λοιπόν θα δοθούν μερικοί βασικοί και ειδικοί κανόνες και στη συνέχεια παραδείγματα για να καλυφθούν όσο το δυνατό περισσότερες περιπτώσεις που εμφανίζονται στην πράξη.

1. Βασικοί Κανόνες

a. Οι διαστάσεις στο Μηχανολογικό Σχέδιο γράφονται πάντοτε σε χιλιοστά του μέτρου (mm), γι' αυτό και πίσω από τον αριθμό δεν τοποθετούμε τη μονάδα. Αν μια διάσταση γραφεί σε διαφορετική μονάδα, τότε γράφουμε οπωσδήποτε πίσω από τον αριθμό τη μονάδα αυτή, π.χ. 28cm. Ήταν σες χρησιμοποιούνται μόνο σε σπειρώματα σωλήνων και μερικών κοχλιών και γράφονται ως κλάσματα, π.χ. 15/8", 3/4", 1 1/2" κ.λπ.

β. Όλες οι διαστάσεις του σχεδίου αντιστοιχούν στο επεξεργασμένο (έτοιμο) εξάρτημα, εκτός από μερικές περιπτώσεις που δίνονται και οι αρχικές διαστάσεις του εξαρτήματος, π.χ. σε χντά ή αν αυτό διαμορφωθεί σε πρέσα ή στράντζα.

γ. Πρώτα δίνουμε τις κύριες διαστάσεις του εξαρτήματος (μήκος, πλάτος, ύψος) και μετά των λεπτομερειών.

δ. Η διάσταση τοποθετείται στην όψη εκείνη που φαίνεται στο πραγματικό της μέγεθος.

ε. Διαστάσεις μιας λεπτομέρειας φροντίζουμε να τις τοποθετούμε στην ίδια όψη.

στ. Δεν πρέπει να τοποθετούμε περισσότερες διαστάσεις από αυτές που είναι απολύτως απαραίτητες για την κατασκευή του εξαρτήματος.

ζ. Δίδουμε κατά προτίμηση τις διαστάσεις εκείνες που είναι δυνατό και εύκολο να μετρηθούν με τα συνηθισμένα όργανα μέτρησης.

η. Κάθε διάσταση τοποθετείται μία και μόνο φορά ή στην πρόσωψη ή στην κάτοψη ή στις πλάγιες όψεις ή στις τομές και αυτό για να ελαττώσουμε στο ελάχιστο τις πηγές λαθών.
Γιατί, αν χρειαστεί να γίνει αλλαγή μιας διάστασης, τότε μπορεί να ξεχαστεί η ίδια σε μια όψη και το εξάρτημα να κατασκευαστεί με την παλιά.

θ. Απαγορεύεται η τοποθέτηση διαστάσεων σε διακεκομμένες γραμμές.

ι. Το πάχος λαμαρίνας ή ισοπαχούς εξαρτήματος, αν δεν υπάρχει άλλη όψη ή τομή όπου να φαίνεται, ορίζεται με το t.
Π.χ. t=4 σημαίνει πάχος εξαρτήματος 4 mm.

ια. Γενικά τα παραπάνω ισχύουν τόσο για τη σχεδίαση με το χέρι, όσο και με H/Y.

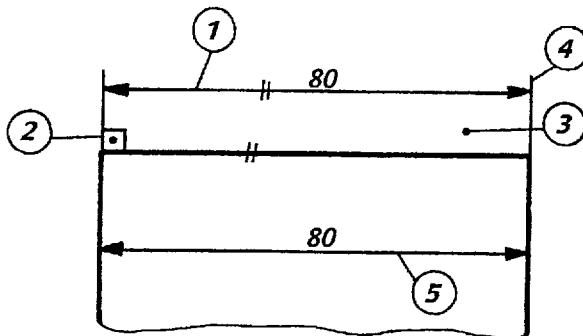
2. Τεχνική Αναγραφής Διαστάσεων

Ο τρόπος αναγραφής διαστάσεων είναι τυποποιημένος κατά το DIN 406-11, παράλληλα όμως πρέπει να ληφθούν υπόψη και οι σχετικές προδιαγραφές σχετικά με την τυποποίηση της γραφής, ποιότητας επιφανειών, ανοχές, κ.λπ. Οδηγός όμως για τη σωστή τοποθέτησή τους θα είναι αυτό το ίδιο το εξάρτημα και η εμπειρία μας.

Ειδικότερα πρέπει να προσέξουμε τα παρακάτω:

α) Για την τοποθέτηση των διαστάσεων χρησιμοποιούμε τις κύριες και τις βοηθητικές γραμμές διαστάσεως (Σχήμα 58 Σημάνσεις 1 και 2).

Το πάχος των γραμμών αυτών αντιστοιχεί προς το πάχος της λεπτής συνεχούς γραμμής, δηλαδή $0,25 \text{ mm}$.



Σχήμα 58. Γραμμές διαστάσεων.

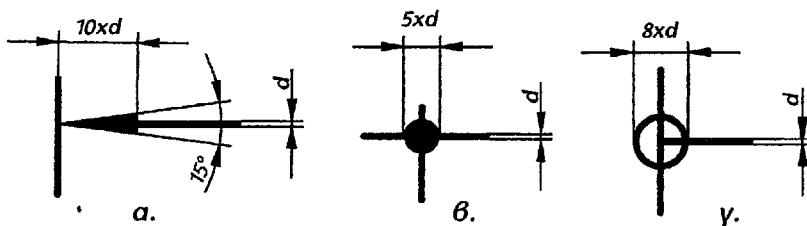
Η κύρια γραμμή διάστασης είναι πάντοτε παράλληλη προς την ακμή που ορίζει το μέγεθος. Η βοηθητική γραμμή διάστασης είναι σχεδόν πάντοτε κάθετη προς την ακμή που ορίζουμε το μέγεθος, άρα και προς την κύρια, εκτός ειδικών περιπτώσεων - π.χ. κώνος, όπου για καλύτερη διαφάνεια γράφεται πλάγια με κλίση 60° (Σχήμα 69) – και εφάπτεται τόσο στην ακμή όσο και στο βέλος της κύριας γραμμής διαστάσεων. Η ελάχιστη απόσταση μεταξύ της κύριας γραμμής διάστασης και της ακμής, που επισημαίνεται με το 3 στο Σχήμα 58, είναι περίπου 10 mm και μεταξύ παραλλήλων γραμμών περίπου $7 \text{ με } 8 \text{ mm}$. Η βοηθητική γραμμή προεξέχει του βέλους της κυρίας 2 μέχρι 3 mm, που επισημαίνεται στο Σχήμα 58 με το 4.

Πρέπει να αποφεύγουμε:

- I. Οι κύριες και οι βοηθητικές γραμμές διαστάσεων να τέμνονται μεταξύ τους ή να τέμνουν ακμές.
- II. Να χρησιμοποιούμε ακμές ως βοηθητικές γραμμές διαστάσεων, εκτός περιπτώσεων όπου δεν υπάρχει άλλη δυνατότητα ή δεν επηρεάζεται η σαφήνεια του σχεδίου.
- III. Οι βοηθητικές γραμμές διαστάσεων απαγορεύεται να χαράσσονται από τη μία όψη έως την άλλη.

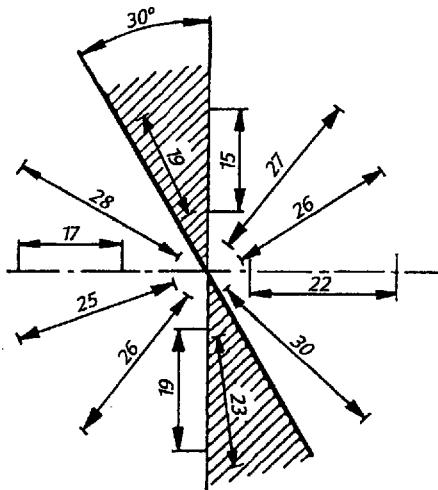
β) Στις άκρες της κύριας γραμμής διαστάσεων τοποθετούμε βέλη (Σχήμα 59α). Το άνοιγμα του βέλους είναι 15° , το δε μήκος $L \approx 10 \cdot d$. Όπου d , το πάχος της γραμμής των γραμμών διαστάσεων. Για κλίμακα σχεδίου 1:1 είναι $L \approx 3,5 \text{ mm}$. Σε περιπτώσεις που δεν υπάρχει χώρος βάζουμε αντί για βέλος τελεία με διάμετρο $5 \cdot d$ (Σχήμα 59β).

Σε περίπτωση αλλεπάλληλης τοποθέτησης διαστάσεων βάζουμε στην αρχή το σύμβολο του Σχήματος 59γ.

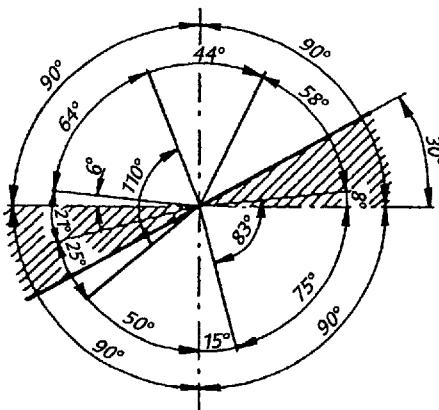


Σχήμα 59. α. Βέλος, β. Τελεία, γ. Αρχή μέτρησης διάστασης.

γ) Οι αριθμοί των διαστάσεων έχουν τυποποιημένο ύψος, γράφονται στο Μηχανολογικό Σχέδιο κυρίως σε πλάγια γραφή και τοποθετούνται έτσι, που να διαβάζονται από μπροστά ή από δεξιά.



Σχήμα 60. Αναγραφή αριθμών.

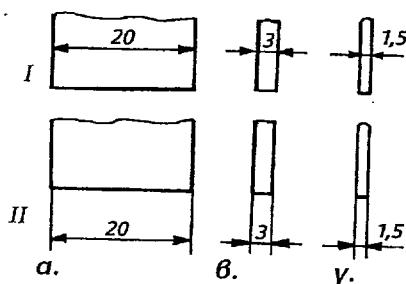


Σχήμα 61. Αναγραφή γωνιών.

Στα Σχήματα 60 και 61 βλέπουμε τη φορά της γραφής των διαστάσεων σε ευθείες και σε γωνίες. Η τοποθέτηση διαστάσεων στους διαγραμμισμένους τομείς πρέπει να αποφεύγεται. Οι αριθμοί πρέπει να γράφονται με ευκρίνεια. Το ύψος τους είναι τυποποιημένο κατά DIN 6776-1, εξαρτάται από την κλίμακα του σχεδίου, πρέπει όμως να μην είναι μικρότερο από 3,5 mm και να παραμένει το ίδιο για όλες τις διαστάσεις της ίδιας κόλλας. Με άλλα λόγια, αν ο χώρος που έχουμε στη διάθεσή μας είναι μικρός, δεν επιτρέπεται να γράψουμε διάσταση με χαμηλότερο ύψος. Πίσω από μερικούς αριθμούς, οι οποίοι μπορούν να διαβαστούν και ανάποδα, όπως 6, 9, 66, 68, 86, 98 και 99, βάζουμε τελεία, π.χ. 9., για να αποκλειστεί η λανθασμένη ανάγνωσή τους.

δ) Οι αριθμοί διαστάσεων τοποθετούνται επάνω και περίπου στη μέση της κύριας γραμμής διαστάσεων
(Σχήματα 58, 62 Ια, ΙΙα).

Βασικά ο αριθμός τοποθετείται όπως δείχνει το Σχήμα 62 Ια. Όλες οι άλλες περιπτώσεις είναι εξαιρέσεις. Αν το κενό μεταξύ των βοηθητικών γραμμών είναι μικρό, τότε τα βέλη τοποθετούνται εκτός και ο αριθμός γράφεται μεταξύ αυτών (Περίπτωση β). Βασικά ο αριθμός τοποθετείται όπως δείχνει το Σχήμα 62 Ια. Όλες οι άλλες περιπτώσεις είναι εξαιρέσεις. Αν το κενό μεταξύ των βοηθητικών γραμμών είναι μικρό, τότε τα βέλη τοποθετούνται εκτός και ο αριθμός γράφεται μεταξύ αυτών (Περίπτωση β).



Σχήμα 62. Αριθμοί διαστάσεων.

Τέλος, σε πολύ μικρό κενό βάζουμε τα βέλη εξωτερικά και γράφουμε τον αριθμό πάνω δεξιά (Περίπτωση γ).

Ο τρόπος αυτός της αναγραφής των διαστάσεων σε σχέση με τον παλαιό, δηλαδή την τοποθέτηση του αριθμού σε κενό στη μέση της κύριας γραμμής διαστάσεων, έχει το πλεονέκτημα ότι είναι πιο εύκολος και γρήγορος, άλλα έχει και το μειονέκτημα, ιδίως αν έχουμε πολλές διαστάσεις τη μία επάνω από την άλλη, να υπάρξουν λάθη στην ανάγνωση.

Βασικές Περιπτώσεις

Κριτήρια για την εκλογή του τρόπου τοποθέτησης διαστάσεων, είναι η μορφή της όψης που έχουμε ή η διαδικασία κατασκευής του εξαρτήματος.

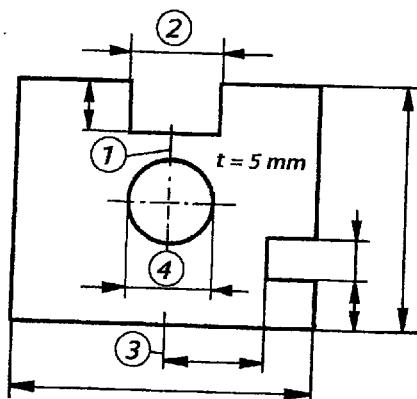
1. Συμμετρικές Όψεις

Ένα εξάρτημα ή μηχάνημα κατά τη σχεδίασή του σε όψεις και τομές μπορεί να μας δώσει και συμμετρικές όψεις. Μία όψη μπορεί να είναι συμμετρική προς τον οριζόντιο, τον κάθετο ή και τους δύο άξονες. Ο άξονας συμμετρίας χωρίζει το εξάρτημα σε δύο όμοια κομμάτια. Η όψη χαρακτηρίζεται συμμετρική και αν ακόμη στο ένα κομμάτι υπάρχουν διαφορετικές λεπτομέρειες από το άλλο π.χ. οπή, εγκοπή κ.λπ. (Σχήμα 63). Η συμμετρία του εξαρτήματος σημειώνεται με τον άξονα συμμετρίας, που είναι η γνωστή αξονική γραμμή. Η γραμμή αυτή προεξέχει από τις πλευρές του εξαρτήματος περίπου 3 mm (Σχήμα 63, επισήμανση 3).

Το πλεονέκτημα των αξόνων είναι ότι διευκολύνεται η τοποθέτηση των διαστάσεων και ελαττώνεται ο απαιτούμενος αριθμός τους.

Γενικά έχουμε να παρατηρήσουμε τα παρακάτω:

- I. Η θέση της αξονικής γραμμής δεν ορίζεται.
- II. Οι διαστάσεις δίνονται με βάση την αξονική γραμμή (Σχήμα 63, επισήμανση 2).
- III. Οι άξονες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βοηθητικές γραμμές διαστάσεων. Τότε πρέπει το μέρος της αξονικής γραμμής, που βρίσκεται έξω από τις ακμές του εξαρτήματος, να γίνει λεπτή συνεχής (επισήμανση 3 στο Σχήμα 63).
- IV. Στη θέση που υπάρχει διάσταση πρέπει η αξονική γραμμή να διακόπτεται (επισήμανση 4 στο Σχήμα 63).

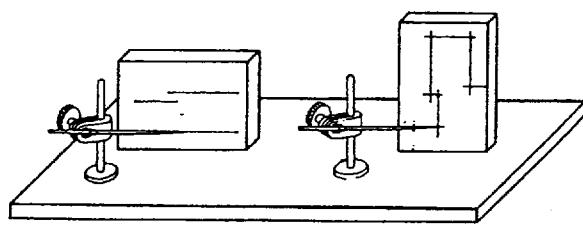


Σχήμα 63. Συμμετρική όψη.

2. Μη Συμμετρικές Όψεις

Κατά την κατασκευή του εξαρτήματος πρέπει ο τεχνίτης πρώτα να μεταφέρει το σχέδιο στο αρχικό του αδιαμόρφωτο κομμάτι.

Άρα, κατά την τοποθέτηση των διαστάσεων στο σχέδιο πρέπει να περάσουν διαδοχικά από το



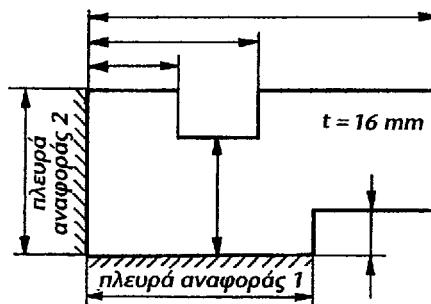
Σχήμα 64. Μεταφορά σχεδίου σε εξάρτημα.

μναλό του μελετητή όλες οι εργασίες που πρέπει να κάνει αυτός για την προαναφερθείσα εργασία.

Στο παράδειγμα του Σχήματος 64 βλέπουμε ότι το αρχικό εξάρτημα τοποθετείται στο τραπέζι, όπου με ειδικά όργανα χαράσσονται

πρώτα οριζόντια και μετά κάθετα οι λεπτομέρειες του σχεδίου. Προηγείται φυσικά η κατεργασία της οριζόντιας και κάθετης ακμής, ώστε αυτό να ευθυγραμμίζεται απόλυτα, να “κάθεται σωστά” όπως λέμε, με το τραπέζι εργασίας.

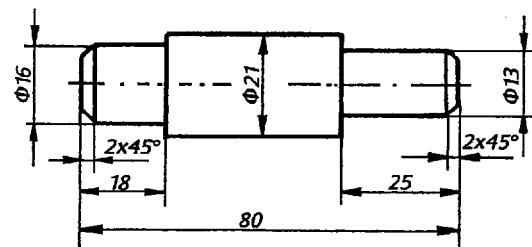
Κατά την τοποθέτηση των διαστάσεων εκλέγουμε την αριστερή κατακόρυφη και την κάτω οριζόντια γραμμή ως «πλευρές αναφοράς». Αυτό σημαίνει ότι τα μήκη αρχίζουν από την κάθετη και όλα τα ύψη από την οριζόντια πλευρά αναφοράς. Οι πλευρές αναφοράς συμπίπτουν με τους άξονες x και z του καρτεσιανού συστήματος αξόνων. Στην κάτοψη εκλέγουμε ακμή αναφοράς που συμπίπτει με τον y-άξονα.



Σχήμα 65. Ασύμμετρη όψη.

3. Ανάλογα με τον Τρόπο Κατασκευής του Εξαρτήματος

Τις περισσότερες φορές και ιδιαίτερα σε εξαρτήματα που διαμορφώνονται σε εργαλειομηχανές, π.χ. τόρνο, ο τρόπος διαμόρφωσής τους, δηλαδή οι διάφορες «φάσεις κατεργασίας» του εξαρτήματος μας βοηθάνε ή μας αναγκάζουν να ακολουθήσουμε έναν



Σχήμα 66. Άξονας.

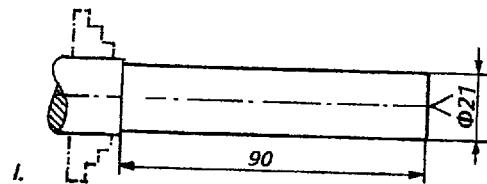
ορισμένο τρόπο τοποθέτησης των διαστάσεων. Φυσικά ο σχεδιαστής θα πρέπει να γνωρίζει τον τρόπο λειτουργίας των διαφόρων εργαλειομηχανών.

Τα παραπάνω θα τα επεξηγήσουμε με τη βοήθεια ενός παραδείγματος που φαίνεται στο Σχήμα 67.

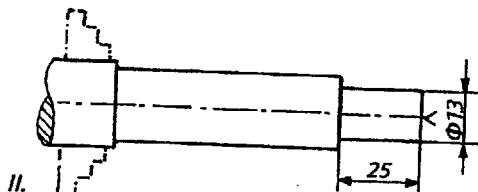
Ζητείται η κατασκευή ενός άξονα σύμφωνα με το σχέδιο του Σχήματος 66. Η κατεργασία του άξονα θα γίνει σε τόρνο.

Οι διάφορες φάσεις κατεργασίας είναι οι εξής:

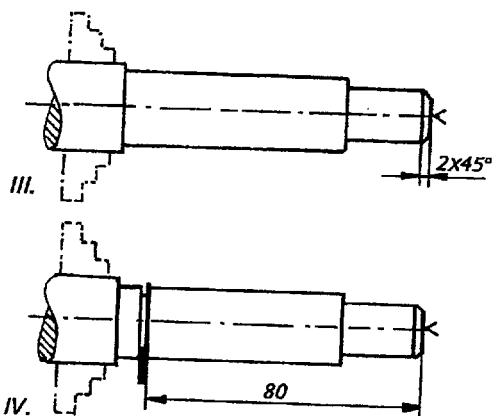
I. Αρχικά θα πάρουμε ένα κυλινδρικό κομμάτι με διάμετρο λίγο μεγαλύτερη από 21 mm. Στην πρώτη φάση θα τορνίρουμε τον κύλινδρο στη διάμετρο $\varnothing 21$ mm και μήκος λίγο μεγαλύτερο των 80mm, έστω 90mm.



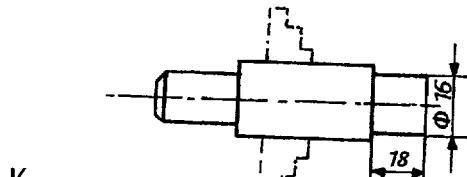
II. Τόρνευση της πρώτης διαβάθμισης του άξονα σε $\varnothing 13$ mm και μήκος 25mm.



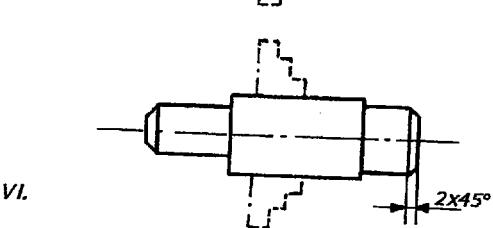
III. Τόρνευση του σπασίματος $2 \cdot 45^\circ$



IV. Κοπή του άξονα σε μήκος 80mm.



V. Αναστροφή του άξονα και τόρνευση της άλλης πλευράς σε $\varnothing 16$ mm και μήκος 18mm.



VI. Τόρνευση του σπασίματος $2 \cdot 45^\circ$

Σχήμα 67. Φάσεις κατεργασίας άξονα.

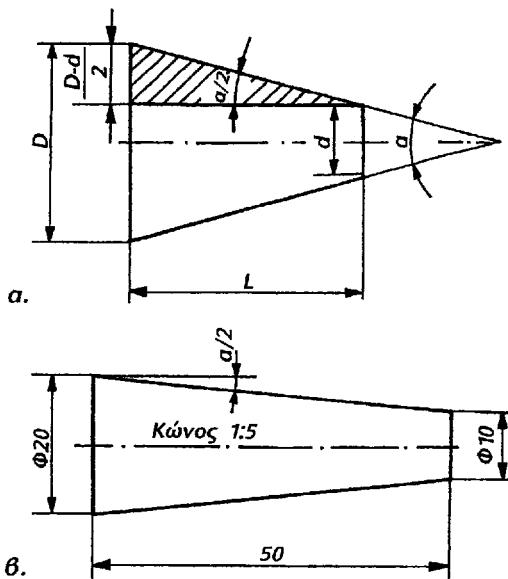
Σύμφωνα με τις φάσεις κατεργασίας που περιγράψαμε τοποθετήσαμε και τις διαστάσεις στο σχέδιο του Σχήματος 66.

Ειδικές Περιπτώσεις

1. Διαστάσεις σε Κώνους

Στις κωνικές επιφάνειες διακρίνουμε κατά DIN 254 τις παρακάτω διαστάσεις:

	Κώνος	Κολ. Κώνος
Μεγάλη διάμετρος	D	D
Μικρή διάμετρος	-	D
Μήκος	K	ℓ
Κωνικότητα	$1:x = D : K$	$1:x = (D-d) : \ell$
Κλίση του κώνου	$1:2x = (D/2) : K$	$1:2x = [(D-d)/2] : \ell$
Γωνία κλίσης	$a/2$	$a/2$



Σχήμα 68. Κώνος & κόλουρος κώνος.

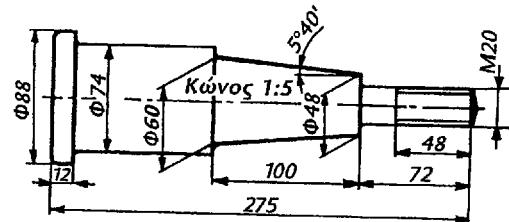
Από τα παραπάνω μεγέθη, για τη σχεδίαση του κώνου ή κόλουρου κώνου είναι απαραίτητα τα D, K ή D, d, ℓ . Κατά την κατεργασία όμως μιας κωνικής επιφάνειας χρειάζεται οπωσδήποτε η γωνία κλίσης a , για τη ρύθμιση του εργαλειοφορέα.

Η κλίση του κώνου πρέπει να δοθεί, όταν αυτός ελεγχθεί με ελεγκτήρια.

Η λέξη «κώνος» πρέπει οπωσδήποτε να αναγράφεται πάνω από

τον άξονα του κώνου (Σχήμα 68). Η γωνία κλίσης ενός κόλουρου κώνου υπολογίζεται από τη σχέση εφ.($a/2$) = [(D-d)/(2·ℓ)].

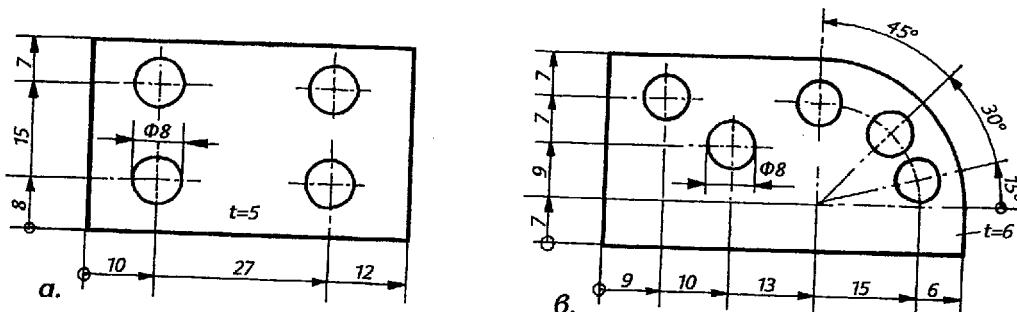
Στους κώνους και ιδιαίτερα όταν η κλίση είναι μικρή, για λόγους καλύτερης σαφήνειας του σχεδίου, η γωνία μεταξύ της κύριας και της βοηθητικής γραμμής διαστάσεων είναι 60° , όπως φαίνεται και στο Σχήμα 69.



Σχήμα 69. Κώνος με μικρή κλίση.

2. Ανξανόμενη Διαστασιολόγηση (Προσθετική)

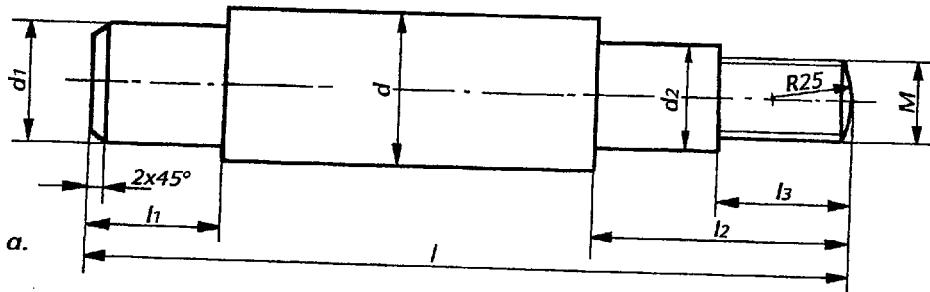
Στην περίπτωση αυτή καθορίζουμε μία αρχή (0,0), από την οποία ξεκινώντας γράφουμε τη μία διάσταση πίσω από την άλλη. Το μηδενικό σημείο μπορεί να συμπίπτει με μία από τις γωνίες του εξαρτήματος (Σχήμα 70α) ή με κάποια χαρακτηριστική λεπτομέρεια (Σχήμα 70β).



Σχήμα 70. Τοποθέτηση διαστάσεων από σταθερή αρχή.

3. Διαστασιολόγηση Γεωμετρικής Μορφής

Πολλές φορές δίνουμε τη γεωμετρική μορφή και τις σταθερές διαστάσεις ενός εξαρτήματος, τις δε μεταβαλλόμενες τις χαρακτηρίζουμε με γράμματα. Στη συνέχεια σε έναν πίνακα γράφουμε τις μεταβαλλόμενες διαστάσεις ανάλογα με προκαθορισμένα δεδομένα, π.χ. μέγεθος, φόρτιση κ.λπ. Στο Σχήμα 71 έχουμε στο α) τη γεωμετρική μορφή ενός άξονα με τις σταθερές διαστάσεις ($2 \cdot 45^\circ$, R25), και στον πίνακα β) τις μεταβαλλόμενες διαστάσεις που προέκυψαν από υπολογισμούς ή άλλα κατασκευαστικά στοιχεία.



Nr	I	l_1	l_2	l_3	d	d_1	d_2	M
1	200	30	55	30	35	25	24	M22
2	300	35	60	32	38	28	25	M22
3	400	40	60	34	40	30	28	M24
4	500	40	65	36	45	32	30	M24

Σχήμα 71. α. Γεωμετρική μορφή, β. Πίνακας διαστάσεων.

4. Διαστασιολόγηση Βάση Αξόνων

Στον τρόπο αυτό προσδιορίζουμε το μέγεθος και τις λεπτομέρειες του εξαρτήματος με βάση το σύστημα των αξόνων x, y, z. Αυτό το είδος της διαστασιολόγησης, διευκολύνει τη δημιουργία των προγραμμάτων των NC-εργαλειομηχανών. Υπάρχουν τρία συστήματα διαστασιολόγησης με βάση το σύστημα αξόνων που χρησιμοποιείται:

- I. Το Καρτεσιανό σύστημα αξόνων.
- II. Το Πολικό σύστημα αξόνων.
- III. Το Μεικτό σύστημα διαστασιολόγησης.

I. Καρτεσιανό σύστημα αξόνων.

Οι άξονες x, y, z σχηματίζουν μεταξύ τους ορθή γωνία. Ανάλογα με το είδος της εργαλειομηχανής έχουμε και τη θέση των αξόνων. Ο άξονας του σφικτήρα (τσοκ) συμπίπτει με τον z-άξονα. Ετσι σε ένα τόρνο ο z-άξονας είναι οριζόντιος, ενώ σε μία κατακόρυφη φρέζα κάθετος. Παράλληλα με το βασικό σύστημα αξόνων (καρτεσιανό), χρησιμοποιούμε πολλές φορές ανάλογα με τη θέση των λεπτομερειών και τον τρόπο λειτουργίας της εργαλειομηχανής, και βοηθητικά συστήματα αξόνων.

II. Πολικό σύστημα αξόνων.

Στο σύστημα αυτό προσδιορίζουμε τη θέση των λεπτομερειών με την ακτίνα R και τη γωνία φ. Η ακτίνα ξεκινά από το κέντρο της

λεπτομέρειας, η δε γωνία έχει φορά αντίθετη της φοράς των δεικτών του ωρολογίου και είναι πάντοτε θετική. Τα μεγέθη που προκύπτουν για κάθε λεπτομέρεια καταγράφονται σε πίνακα.

III. Μεικτό σύστημα διαστασιολόγησης.

Τα διάφορα συστήματα διαστασιολόγησης μπορούν να συνδυαστούν. Αυτό εξαρτάται από τη μορφή και τις λεπτομέρειες του εξαρτήματος και το είδος και τον τρόπο λειτουργίας των εργαλειομηχανών. Προτιμότερο είναι, αν δεν υπάρχουν ιδιαίτεροι λόγοι, να μην γίνεται ανάμιξη των διαφόρων συστημάτων, επειδή αυτό ενδεχομένως να οδηγήσει σε λανθασμένη κατανόηση και ανάγνωση των διαστάσεων.

Παρατηρήσεις & Παραδείγματα

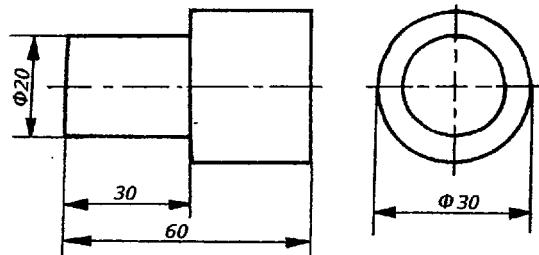
Προτού δοθούν και επεξηγηθούν μερικά παραδείγματα, είναι σκόπιμο να δοθεί ένας συγκεντρωτικός πίνακας των πιο συνηθισμένων συμβόλων που χρησιμοποιούνται κατά την αναγραφή των διαστάσεων.

a/a	Σύμβολο	Χρήση	a/a	Σύμβολο	Χρήση
1	←	Βέλος διαστάσεων	9	SW 12	Άνοιγμα κλειδιού
2	↔	Σημείο αντί για βέλος	10	t=5	Δηλώνει πάχος, π.χ. 5 mm
3	∅	Αρχή μέτρησης	11	(25)	Βοηθητική διάσταση
4	Φ 100	Διάμετρος π.χ. 100 mm	12	[100]	Αρχική προ της κατεργασίας διάσταση
5	R 10	Ακτίνα π.χ. 10 mm	13	50	Διάσταση δεν συμφωνεί με την κλίμακα
6	□ 10	Τετράγωνο π.χ. 10 mm	14	(32-0.4)	Διάσταση που θα ελεγχθεί σε όλα τα τεμάχια
7	S Φ 50	Διάμετρος σφαίρας π.χ. 50 mm	15	— —	Σύμβολο συμμετρίας
8	SR 25	Ακτίνα σφαίρας π.χ. 25 mm	16	⌒ 200	Μήκος τόξου, π.χ. 200 mm

Σχήμα 72. Σύμβολα διαστάσεων.

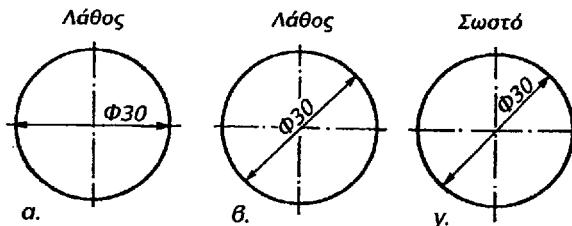
Στη συνέχεια θα δούμε και θα επεξηγήσουμε διάφορες περιπτώσεις αναγραφής διαστάσεων που συναντάμε συχνά στην πράξη.

- Με το σύμβολο \emptyset χαρακτηρίζουμε διαμέτρους κυλίνδρων και οπών σε όψη ή σε τομή (Σχήματα 73, 74, 75).



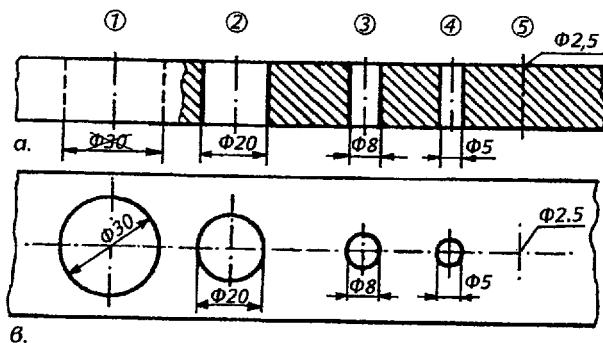
Σχήμα 73. Διαστασιολόγηση κυλίνδρων.

- Δεν πρέπει να χρησιμοποιείται για γραμμή διάστασης άξονας περιφέρειας, ούτε και η διάσταση να γράφεται στο κέντρο της περιφέρειας (Σχήμα 74 α, β).



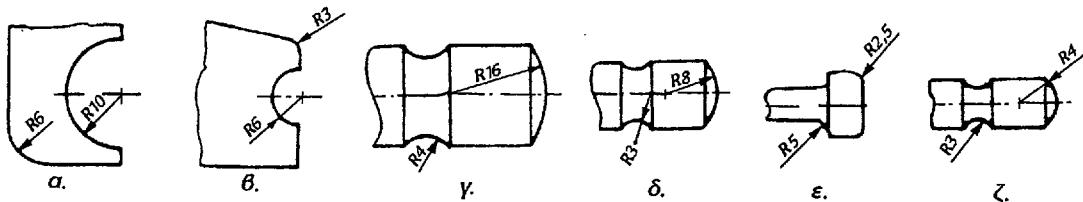
Σχήμα 74. Διαστασιολόγηση οπών.

- Στο Σχήμα 75 φαίνονται διάφορες δυνατές τοποθετήσεις διαστάσεων σε περιφέρειες (κάτοψη και τομή). Αν μία οπή είναι πολύ μικρή, τότε και κατ' εξαίρεση η διάμετρός της δίνεται με το \emptyset και τον αριθμό χωρίς γραμμές διάστασης (Σχήμα 75, επισήμανση 5).



Σχήμα 75. Αναγραφή διαστάσεων οπών
α. σε τομή, β. σε όψη.

● Ημιπεριφέρειες ή καμπυλότητες δίνονται με ακτίνα (Σχήμα 76). Αυτή έχει ένα μεγάλο βέλος, εκεί που συναντά την καμπύλη. Το κέντρο ή χαρακτηρίζεται με άξονες, μικρό κύκλο, τελεία, ή δεν σημειώνεται καθόλου, η δε ακτίνα γράφεται, αν γίνεται, με κλίση 45° .



Σχήμα 76. Αναγραφή διαστάσεων.

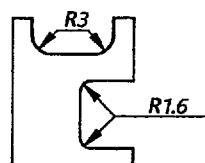
Σε όλες τις περιπτώσεις βάζουμε μπροστά από τον αριθμό το γράμμα **R** (Radius), ο δε αριθμός γράφεται πάντοτε επάνω από την ακτίνα. Στα σχέδιά μας πρέπει να τοποθετούμε τυποποιημένες καμπυλότητες σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα κατά DIN 250 και προτιμούμε συνήθως τις τιμές με την έντονη γραφή.

					0,2				0,3		0,4		0,5		0,6		0,8	
1		1,2		1,6		2		2,5		3		4		5		6		8
10		12		16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80
00	110	125	140	160	180	200											90	

Σχήμα 77. Πίνακας με τυποποιημένες ακτίνες R (DIN 250).

● Στην περίπτωση που στο σχέδιό μας έχουμε περισσότερες ακτίνες με το ίδιο μέγεθος μπορούμε να τις βάλουμε συγκεντρωτικά, όπως δείχνει το Σχήμα 78.

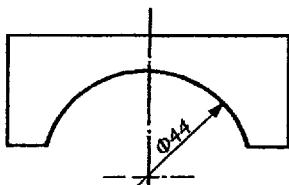
Όταν στις όψεις και τομές του σχεδίου μας έχουμε περισσότερες ακτίνες που έχουν το ίδιο μέγεθος και μερικές με διαφορετικό,



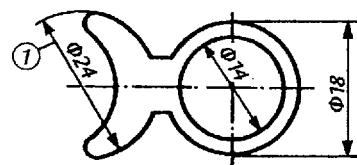
Σχήμα 78. Ακτίνες.

γράφουμε αυτές που έχουν το διαφορετικό μέγεθος στις θέσεις που εμφανίζονται, τις όμοιες δεν τις αναφέρουμε, αλλά επάνω από το υπόμνημα κάνουμε την παρατήρηση, «Καμπύλες που δεν δίδονται να γίνουν με R...».

● Για να τοποθετήσουμε διάσταση σε τμήμα περιφέρειας ή γράφουμε μία ακτίνα την επεκτείνουμε από την πλευρά του κέντρου και γράφουμε μπροστά από τον αριθμό (μήκος διαμέτρου) το σύμβολο Ø (Σχήμα 79, π.χ. Ø44), ή συμπληρώνουμε την περιφέρεια με λεπτή συνεχή γραμμή και γράφουμε κανονικά τη διάμετρο (Σχήμα 80, επισήμανση 1).

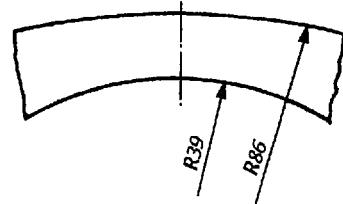


Σχήμα 79. Τμήμα περιφέρειας.



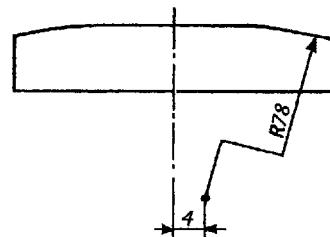
Σχήμα 80. Τμήμα περιφέρειας.

● Αν το κέντρο τόξου περιφέρειας είναι έξω από την επιφάνεια σχεδίασης της κόλλας του σχεδίου, τότε δίνουμε τη διάσταση με την ακτίνα, π.χ. R39 (Σχήμα 81).



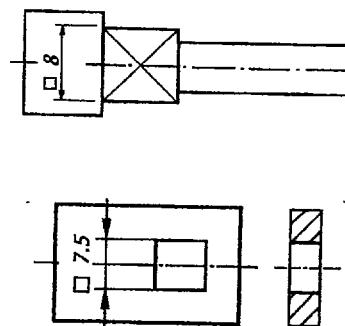
Σχήμα 81. Τόξο περιφέρειας.

● Αν το κέντρο του τόξου βρίσκεται εκτός της επιφάνειας σχεδίασης της κόλλας του σχεδίου και δεν συμπίπτει με την αξονική γραμμή, τότε δίδουμε την εκκεντρότητα, π.χ. 4, και την ακτίνα (Σχήμα 82).



Σχήμα 82. Εκκεντρότητα.

● Ο διαγώνιος σταυρός χαρακτηρίζει επίπεδες τετράγωνες επιφάνειες. Το πάχος των γραμμών του είναι ίσο με το πάχος των γραμμών διαστάσεων. Το σύμβολο του τετραγώνου γράφεται μπροστά από τον αριθμό της διάστασης με ύψος το ύψος του μικρού γράμματος 7/10 h (Σχήμα 83).



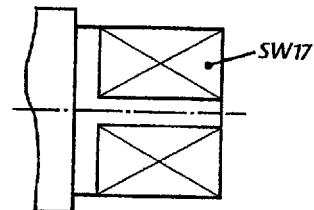
Σχήμα 83. □ Επιφάνειες.

● Στις σφαίρες δίνεται η διάμετρος ή η ακτίνα. Μπροστά δε από τον αριθμό γράφεται αντίστοιχα το σύμβολο **SØ** ή **SR** (Σχήμα 84).



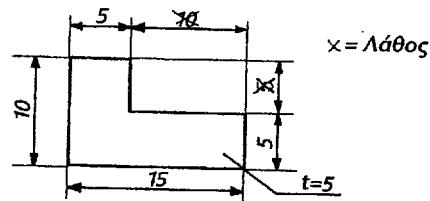
Σχήμα 84. Σφαίρες.

● Στις κεφαλές των κοχλιών και στα περικόχλια το άνοιγμα του απαιτούμενου κλειδιού δηλώνεται με **SW** (Σχήμα 85).

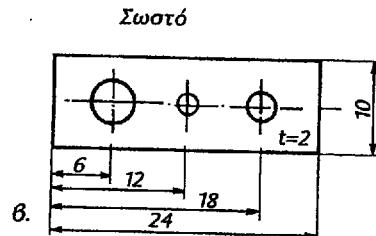
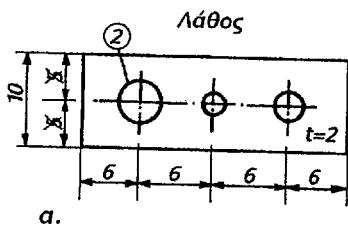


Σχήμα 85. Κεφαλές κοχλιών.

● Αποφεύγουμε την τοποθέτηση αλυσιδωτών διαστάσεων, γιατί τότε και πρόσθετοι υπολογισμοί από τον τεχνίτη απαιτούνται και υπάρχει κίνδυνος πολλαπλασιασμού ενός σφάλματος.



Σχήμα 86. Διαστασιολόγηση.

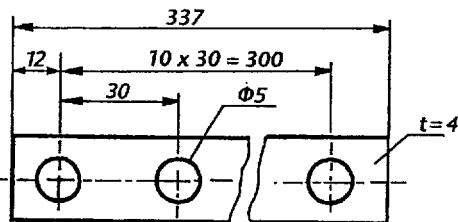


Σχήμα 89. Αλυσιδωτή διαστασιολόγηση.

Αν στο Σχήμα 89α γίνει ένα σφάλμα στην απόσταση της πρώτης οπής (επισημαίνεται με το 2), τότε κατά την κατασκευή το σφάλμα αυτό θα μεταφερθεί στη δεύτερη, την τρίτη και στο συνολικό μήκος του εξαρτήματος, κάτι που δεν μπορεί να συμβεί στην περίπτωση β.

● Σε περίπτωση που έχουμε πολλές λεπτομέρειες, π.χ. οπές, σε ίσες αποστάσεις ορίζουμε την απόσταση της πρώτης οπής από την ακμή

αναφοράς και στη συνέχεια δίδουμε το πλήθος των οπών επί την απόσταση (Σχήμα 90).

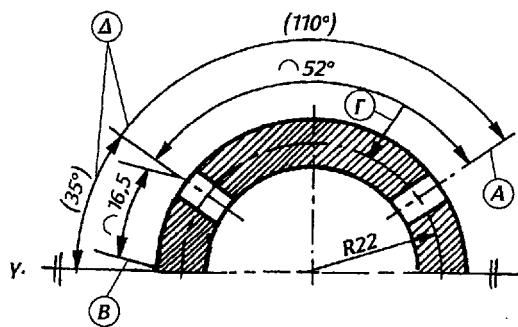


Σχήμα 90. Πολλές λεπτομέρειες.

● Το μήκος του τόξου δίδεται με την προσθήκη στον αριθμό της διάστασης του ειδικού συμβόλου του Σχήματος 91α. Σε περίπτωση που το σχέδιο γίνει με το χέρι τοποθετείται ένα τόξο επάνω από την διάσταση β. Η κύρια γραμμή διάστασης είναι και αυτή τόξο, με κέντρο το κέντρο το κέντρο του εξαρτήματος. Οι βιοηθητικές γραμμές, για τόξα που αντιστοιχούν σε γωνίες $>90^\circ$ είναι ακτινικές (Σχήμα 91), για γωνίες $\leq 90^\circ$ είναι παράλληλες με τη διχοτόμο της γωνίας (Σχήμα 91, επισήμανση B).

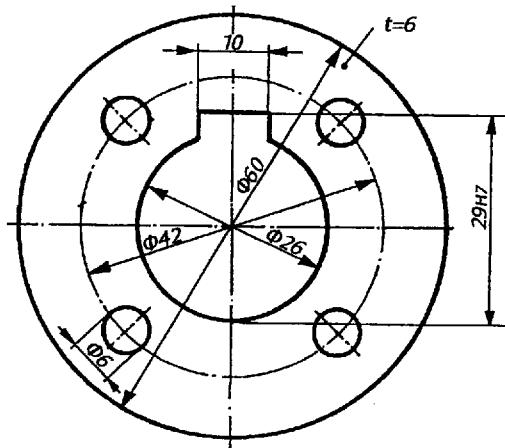
Με βέλος δείχνουμε το τόξο στο οποίο αναφέρεται η διάσταση (Σχήμα 91, επισήμανση Γ).

Πολλές φορές δίδουμε ως βιοηθητική διάσταση και τις γωνίες στις οποίες ανήκουν τα τόξα (Σχήμα 91, επισήμανση Δ). Εδώ θα πρέπει να επισημάνουμε ότι από κατασκευαστικής πλευράς είναι ευκολότερο να χαραχθούν ή να μετρηθούν στο εξάρτημα οι γωνίες από ότι τα τόξα.



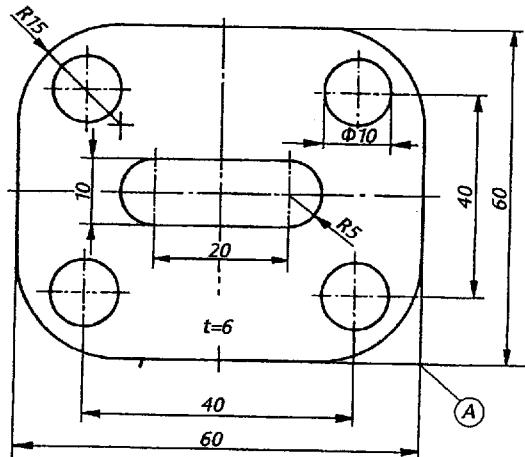
Σχήμα 91. Μήκος και γωνία τόξου.

● Στο Σχήμα 92 βλέπουμε τον τρόπο τοποθέτησης διαστάσεων σε μια κυκλική πλάκα πάχους 6 mm. Εδώ πρέπει να προσέξουμε τον τρόπο τοποθέτησης των διαστάσεων στο σφηνότοπο.



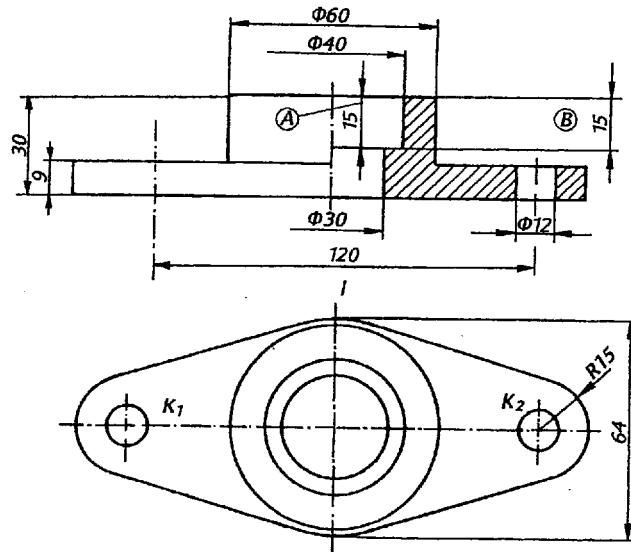
Σχήμα 92. Διαστάσεις σε σφηνότοπο.

● Στην πλάκα του Σχήματος 93 προτιμήσαμε οι βοηθητικές γραμμές διαστάσεων, επισήμανση *A*, να τέμνονται εκτός του σχεδίου παρά να βάλουμε μία διάσταση επί του σχεδίου. Την επιμήκη (οβάλ) οπή τη δίδουμε καλύτερα με την απόσταση των κέντρων των ημιπεριφερειών, το φάρδος και τη διάμετρο των οπών.



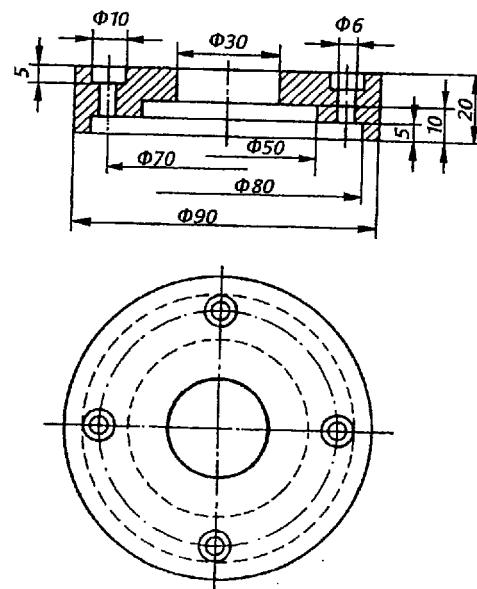
Σχήμα 93. Επιμήκης οπή.

● Στο Σχήμα 94 έχουμε σχεδιάσει σε ημιτομή και κάτοψη μία οβάλ φλάντζα. Το περίγραμμα της φλάντζας στην κάτοψη δίδεται με την απόσταση των δύο κέντρων *K1* και *K2*, την κάθετη απόσταση 64 mm που αντιστοιχεί στη διάμετρο της κεντρικής περιφέρειας και τις ακτίνες *R15* των δύο ακραίων περιφερειών. Οι διάμετροι Ø40 και Ø30 στην ημιτομή δίδονται με γραμμή διάστασης που έχει ένα μόνο βέλος. Η απόσταση 15 (επισήμανση *B*) δίδεται εκτός σχεδίου, με το μειονέκτημα ότι η βοηθητική γραμμή διάστασης τέμνει ακμές και διαγράμμιση. Προτιμότερο είναι να γραφεί αυτή επί του σχεδίου, επισήμανση *A*.



Σχήμα 94. Επιμήκης φλάντζα.

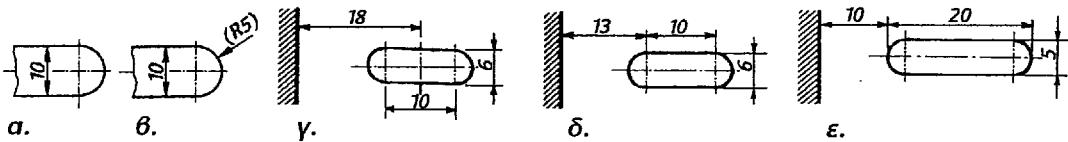
● Η κυκλική πλάκα του σχήματος 95 έχει σχεδιαστεί σε τομή και κάτοψη. Επειδή η θέση της τομής είναι καταφανής, δεν χαρακτηρίστηκε στην κάτοψη ούτε και ονομάστηκε στην τομή. Φροντίζουμε όλες τις διαστάσεις που προκύπτουν από το επίπεδο τομής να τις τοποθετούμε στην τομή. Όταν έχουμε πολλές διαστάσεις, των οποίων οι γραμμές διαστάσεων είναι παράλληλες μεταξύ τους π.χ. Ø50, Ø70, Ø80, Ø90, και για την αποφυγή λαθών κατά την ανάγνωση, βάζουμε στις γραμμές διαστάσεων μόνο από τη μία πλευρά βέλη και γράφουμε τους αριθμούς εναλλάξ στην πλευρά των βελών. Τη Ø90 μπορούσαμε να την τοποθετήσουμε στην κάτοψη.



Σχήμα 95. Τομή και κάτοψη.

● Οι επιμήκεις οπές καθορίζονται με το πλάτος ή το πλάτος και την ακτίνα ως βοηθητική όμως διάσταση (Σχήμα 96 α και β). Είναι σκόπιμο η ακτίνα να δίδεται για να τονίσουμε ότι η επιμήκης οπή καταλήγει σε ημιπεριφέρειες. Η οριοθέτηση μιας επιμήκους οπής εξαρτάται από το εξάρτημα και τον τρόπο κατασκευής της οπής. Όταν το

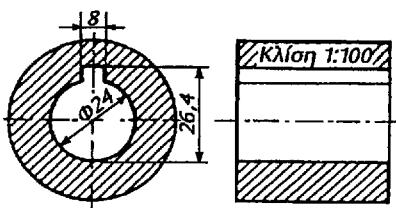
εξάρτημα κατασκευαστεί σε μηχανές αφαίρεσης υλικού (π.χ. τρυπάνι), τότε πρέπει να δοθούν τα κέντρα των οπών, η απόσταση μεταξύ τους και η θέση της οπής (Σχήμα 96 γ και δ).



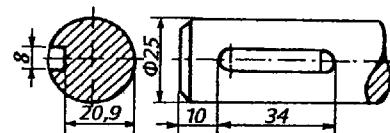
Σχήμα 96. Τοποθέτηση διαστάσεων σε επιμήκεις οπές.

Όταν χρησιμοποιήσουμε μηχανές διαμόρφωσης με κοπτικά εργαλεία που έχουν τη μορφή και τις διαστάσεις της οπής, τότε δίδουμε την απόσταση των χείλους της οπής από άξονα ή πλευρά αναφοράς (Σχήμα 96 ε).

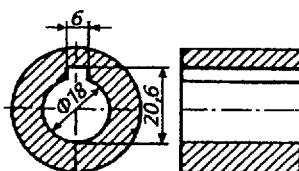
Η τοποθέτηση διαστάσεων σε σφηνότοπους ορίζεται από το DIN 406 (Σχήμα 97, 98 και 99).



Σχήμα 97. Σφηνότοπος.

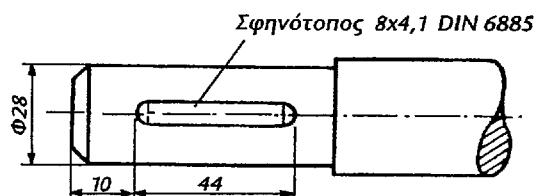


Σχήμα 98. Σφηνότοπος.



Σχήμα 99. Σφηνότοπος.

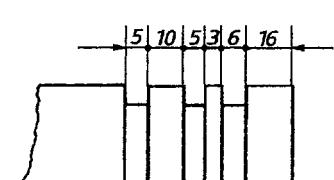
● Αν έχουμε μία μόνο όψη, τότε μπορούμε να δώσουμε διαστάσεις του σφηνότοπου με λέξη, π.χ. Σχήμα 100.



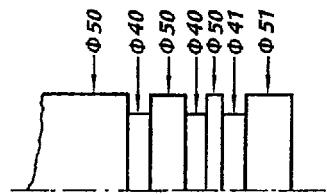
Σχήμα 100. Μία όψη σφηνότοπου.

● Στις περιπτώσεις που έχουμε να γράψουμε πολλές διαστάσεις και ο χώρος που έχουμε στη διάθεσή μας δεν επαρκεί, μπορούμε να τις τοποθετήσουμε κατά το Σχήμα 101. Βέλη μπαίνουν δεξιά και αριστερά,

ενώ η τομή των γραμμών διαστάσεων δείχνεται με τελεία. Οι αριθμοί γράφονται στο κενό. Στις ίδιες περιπτώσεις οι διάμετροι μπορούν να γραφούν όπως δείχνει το Σχήμα 102.

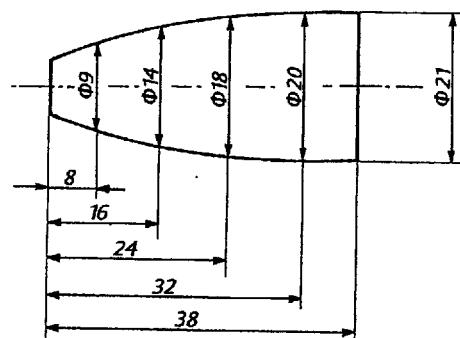


Σχήμα 101. Διαστάσεις τμημάτων.



Σχήμα 102. Διαστάσεις κυλίνδρων.

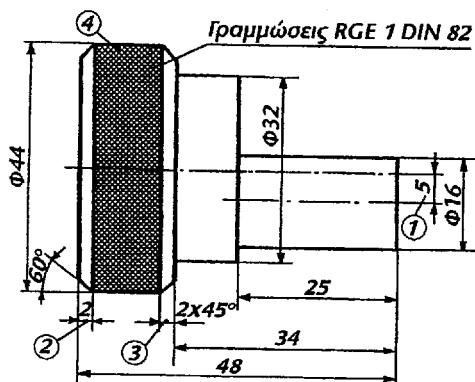
● Σε ειδικές περιπτώσεις και όταν έχουμε μια τυχούσα καμπύλη (Σχήμα 103) προσδιορίζουμε διάφορα σημεία της καμπύλης και στη συνέχεια τα συνδέουμε με καμπυλόγραμμο.



Σχήμα 103. Τυχούσα καμπύλη.

● Η εκκεντρότητα δύο περιφερειών δίνεται με την απόσταση των κέντρων (Σχήμα 104, επισήμανση 1). «Σπασίματα» σε κυλινδρικά εξαρτήματα δίνονται με την αναγραφή της γωνίας κλίσης και της απόστασης (Σχήμα 104, επισήμανση 2). Μόνο αν η γωνία κλίσης είναι 45° , γράφονται γωνία και απόσταση μαζί, π.χ. $2 \cdot 45^\circ$ (επισήμανση 3).

Γραμμώσεις πάνω σε κυλινδρικές επιφάνειες (τιρτίρι) κάνουμε για να πιάνονται καλύτερα. Υπάρχουν διάφορες



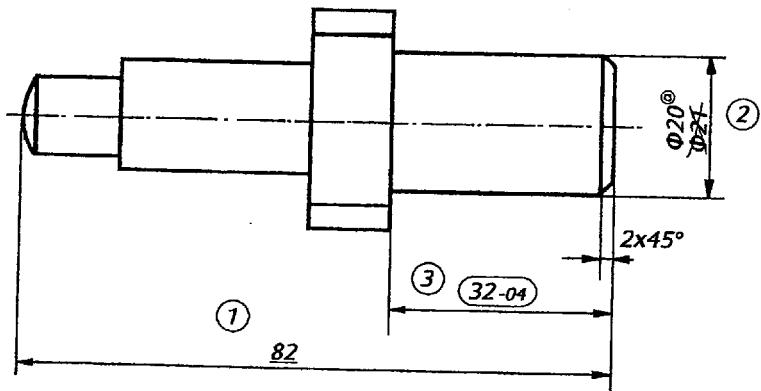
Σχήμα 104. Γραμμώσεις & εκκεντρότητα.

μορφές γραμμώσεων που είναι τυποποιημένες κατά το DIN 82.

Σύμφωνα με την τυποποίηση, πίσω από τη λέξη «γραμμώσεις» γράφουμε: **α)** το γράμμα R (=γραμμώσεις), **β)** το γράμμα της βασικής μορφής (A, B, G ή K), **γ)** το γράμμα της κατεύθυνσης και μορφής των αυλακιών (A=αξονικά, L=αριστερά, R=δεξιά, E=υπερυψωμένα, V=βυθισμένα) και τέλος **δ)** το βήμα (t).

Π.χ. RGE 1 DIN 825 = Γραμμώσεις βασικής μορφής G, με υπερυψωμένα αυλάκια και βήμα t = 1 mm. Οι γραμμώσεις σχεδιάζονται σε ολόκληρη την επιφάνεια (Σχήμα 104, επισήμανση 4) ή σε ένα μέρος της.

● Αν κατά την τοποθέτηση των διαστάσεων πρέπει να αλλάξουμε μία από αυτές, τη σβήνουμε και στη θέση της βάζουμε τη νέα. Η νέα διάσταση πρέπει να υπογραμμιστεί. Αυτό σημαίνει ότι αυτή η διάσταση δεν συμφωνεί με την κλίμακα (Σχήμα 105, επισήμανση 1).

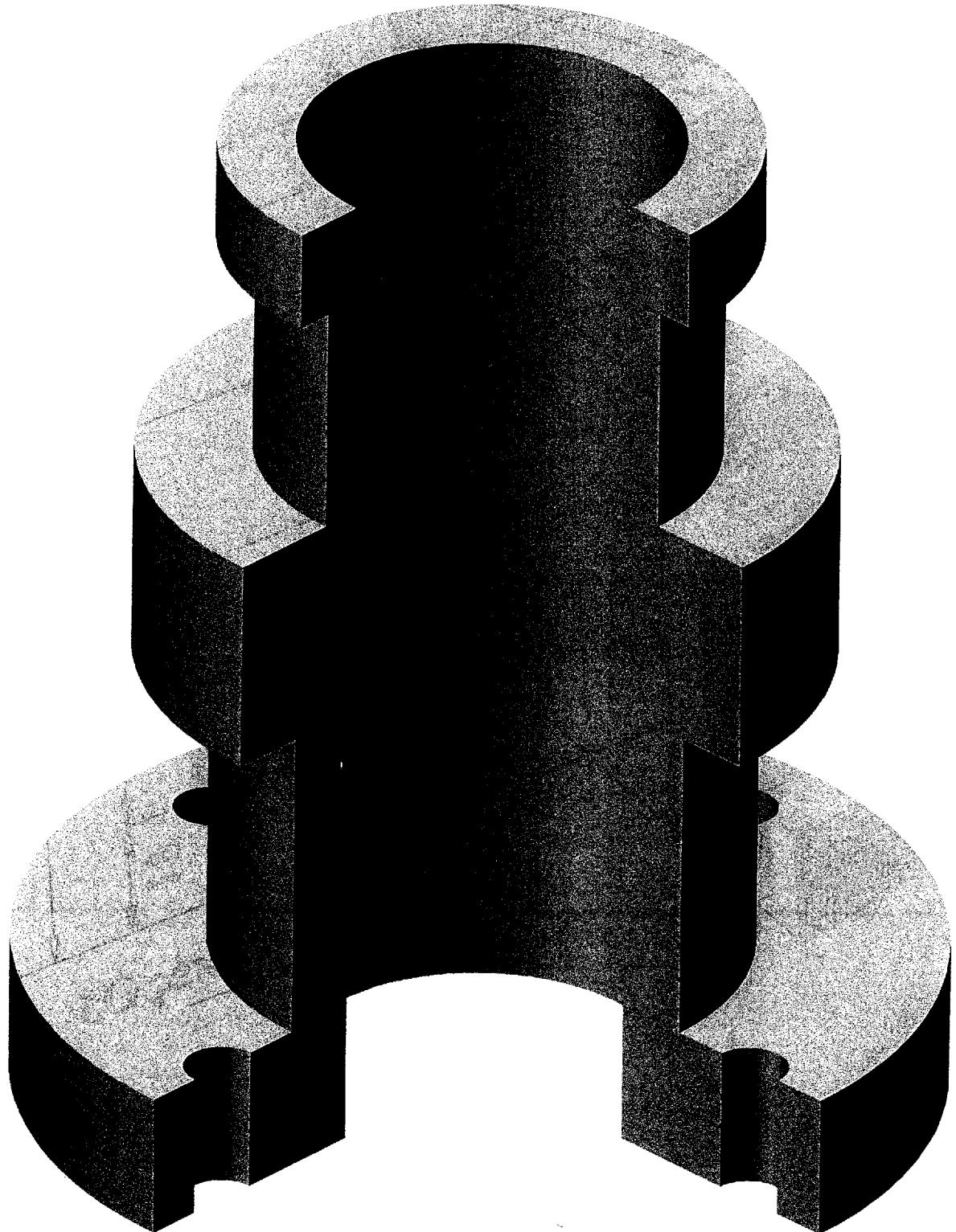


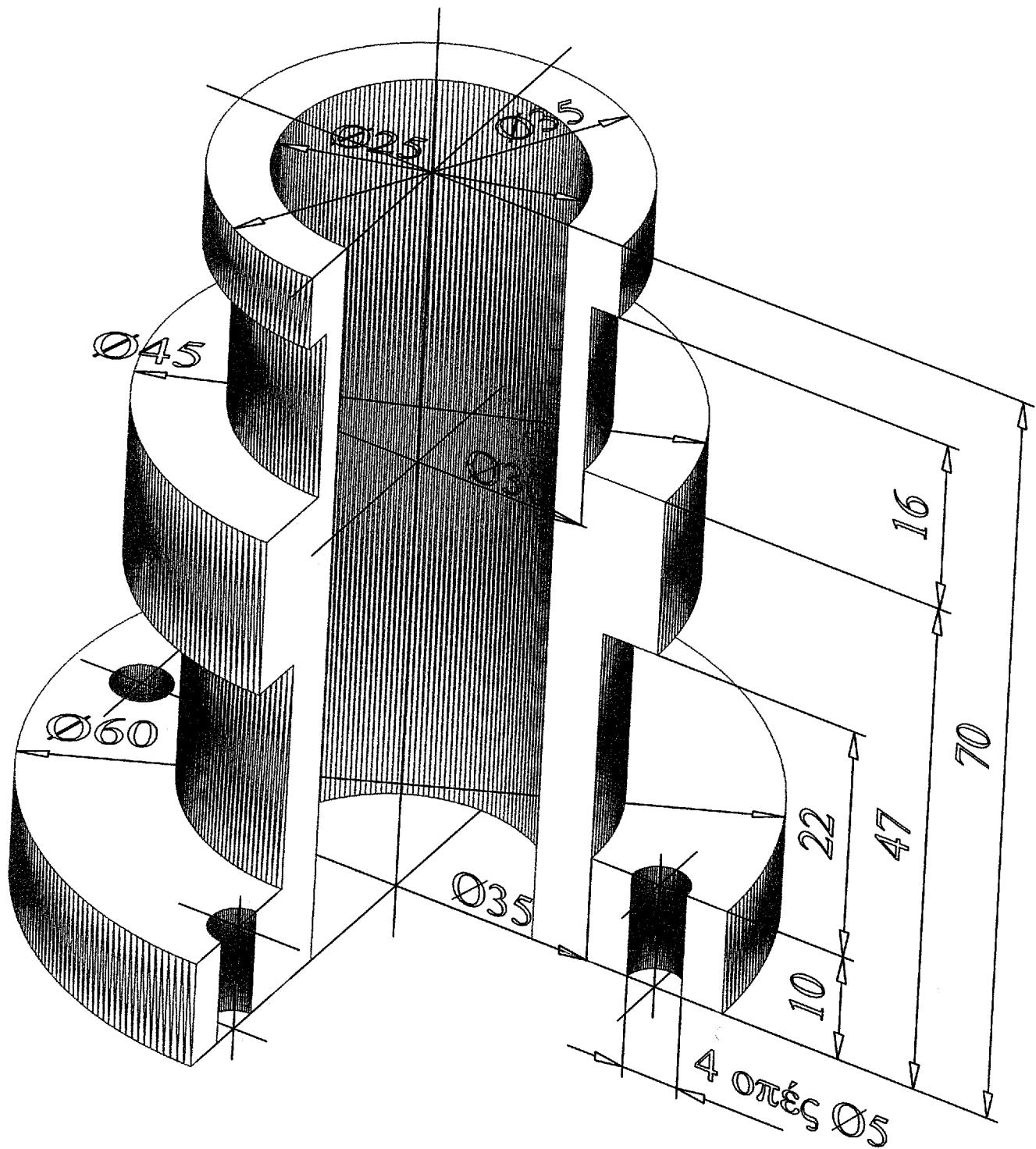
Σχήμα 105. Αλλαγές διαστάσεων – Ειδικά σύμβολα.

Αν πρέπει να γίνει αλλαγή διάστασης, αφού έχουν ήδη κατασκευαστεί εξαρτήματα, τότε πρέπει να διαγράψουμε την παλιά, πάνω από αυτή να γράψουμε τη νέα και πάνω δεξιά από τον αριθμό να βάλουμε σε περιφέρεια ένα χαρακτηριστικό γράμμα (Σχήμα 105, επισήμανση 2). Η αλλαγή αυτή μαζί με το αντίστοιχο γράμμα σημειώνεται σε ειδική θέση στο υπόμνημα.

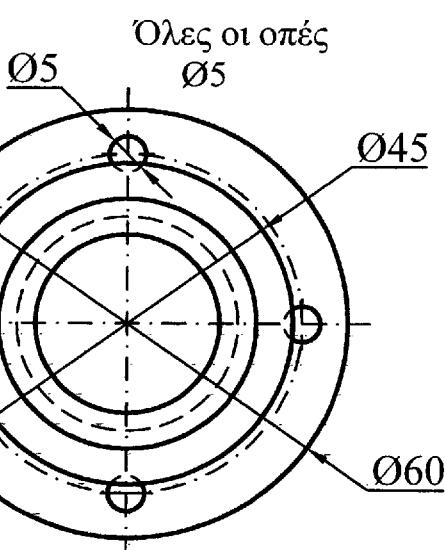
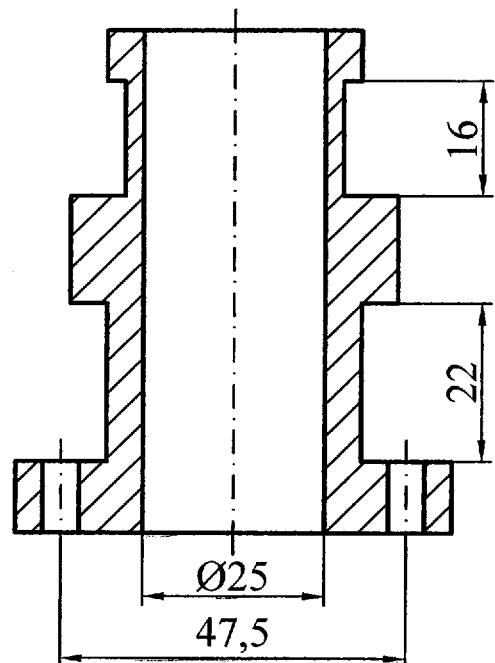
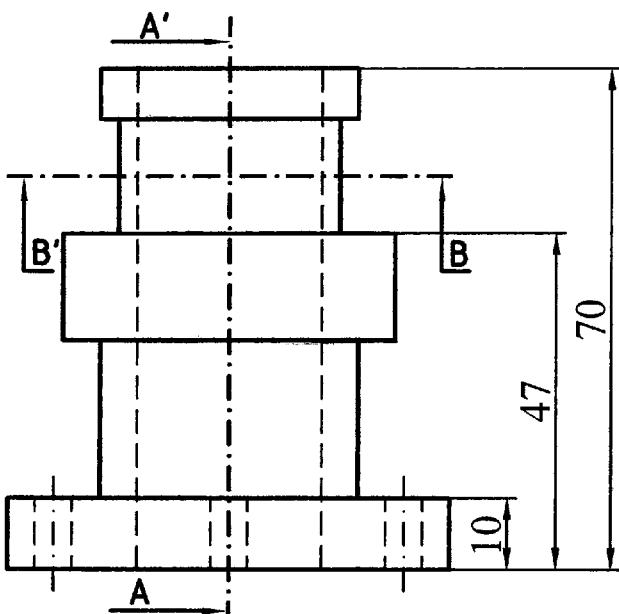
Το ειδικό σύμβολο (32-0.4), επισήμανση 3, σημαίνει ότι πρέπει να δοθεί μεγάλη προσοχή στη διάσταση, που είναι μέσα σ' αυτό και να ελέγχεται αυτή σε κάθε κομμάτι που κατασκευάζεται.

ΔOKIMIO 1

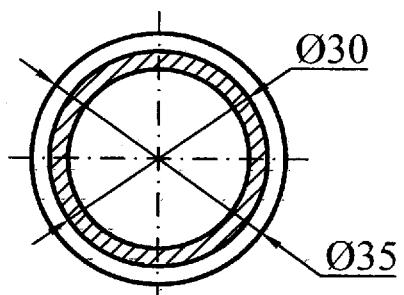




ΤΟΜΗ Α'-Α



ΤΟΜΗ Β'-Β



Ημερομ.Σχεδίασης : 07/12/2006

Μελετήθηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Σχεδιάστηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Ελέγχθηκε Τσούλκας Ηλίας

**A. T. E. I. ΣΕΡΡΩΝ ΣΤΕΦ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

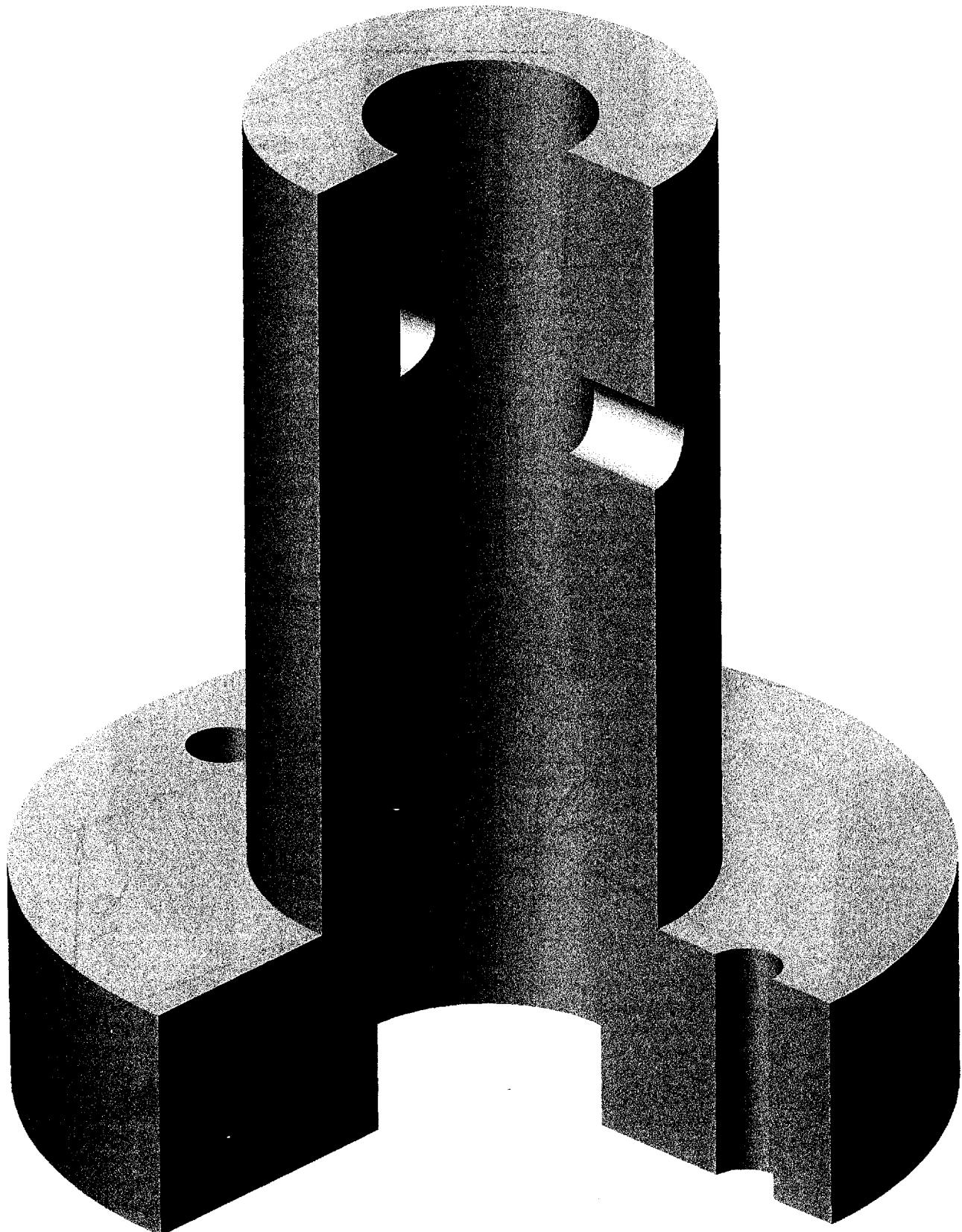
Κλίμακα :

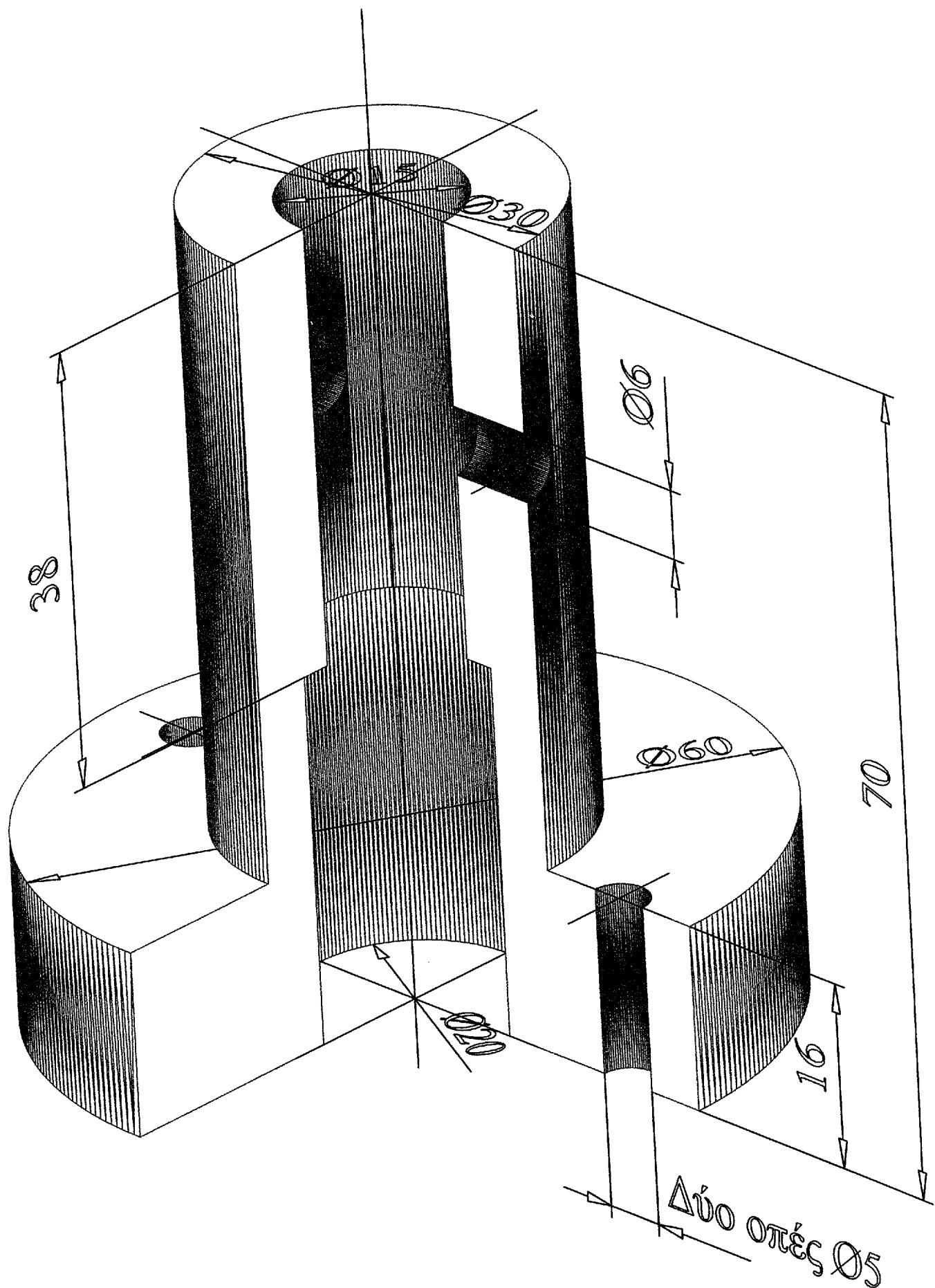
1:1

**ΟΨΕΙΣ & ΤΟΜΗ
ΔΟΚΙΜΙΩΝ**

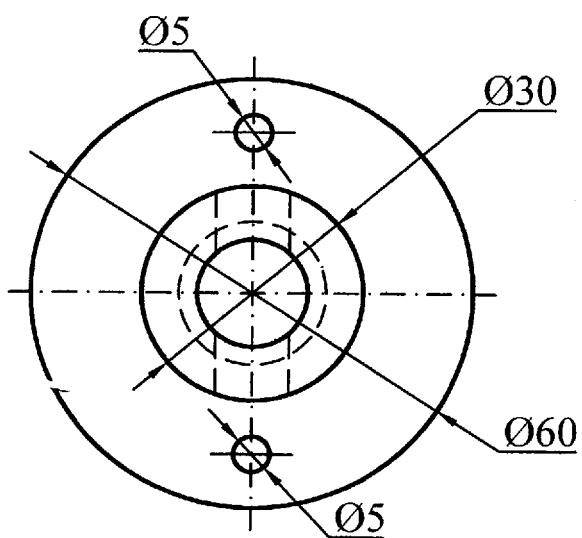
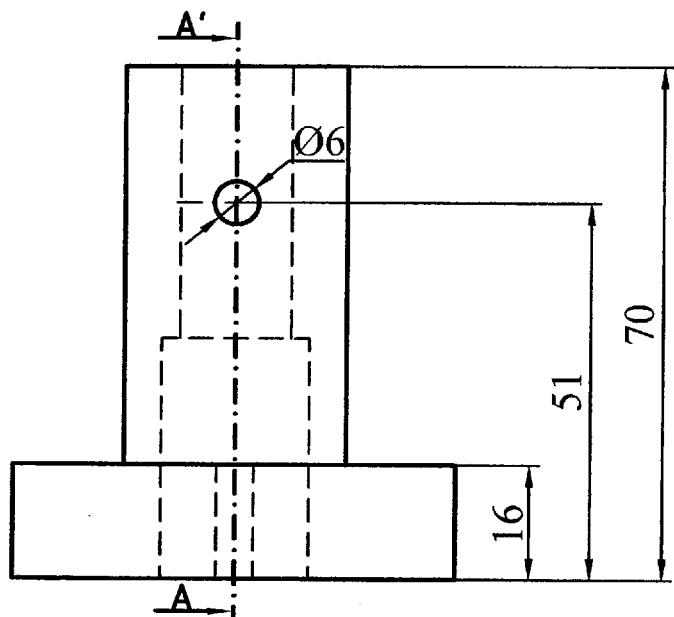
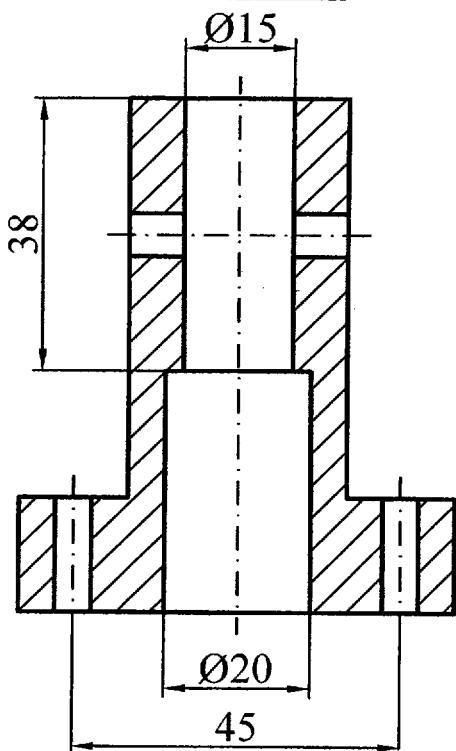
ΔΟΚΙΜΙΟ 01

ΔΟΚΙΜΙΟ 2





ΤΟΜΗ Α'-Α'



Ημερομ.Σχεδίασης : 03/01/2007

Μελετήθηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Σχεδιάστηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Ελέγχθηκε Τσουύλκας Ηλίας

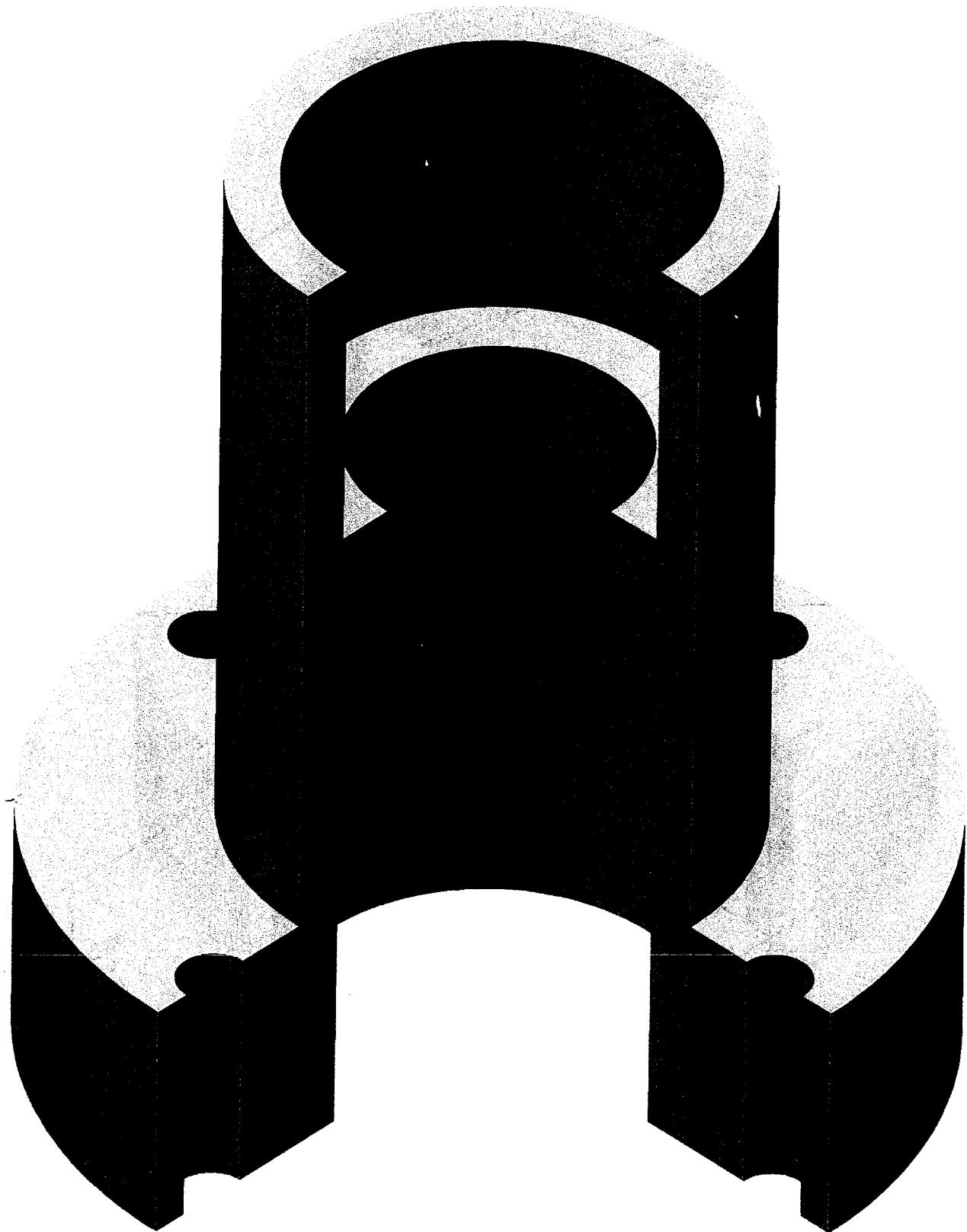
Κλίμακα :
1:1

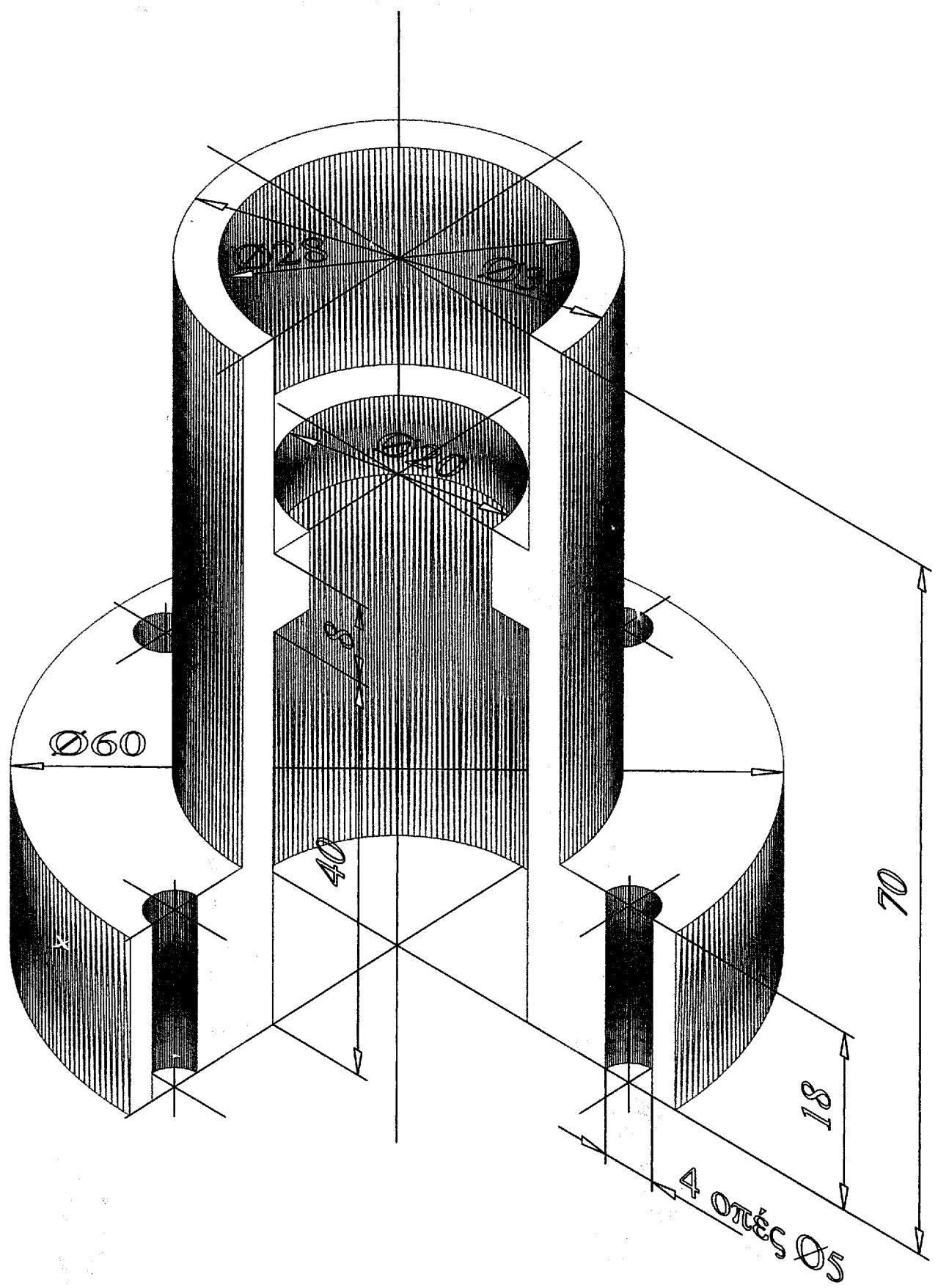
A. T. E. I. ΣΕΡΡΩΝ ΣΤΕΦ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

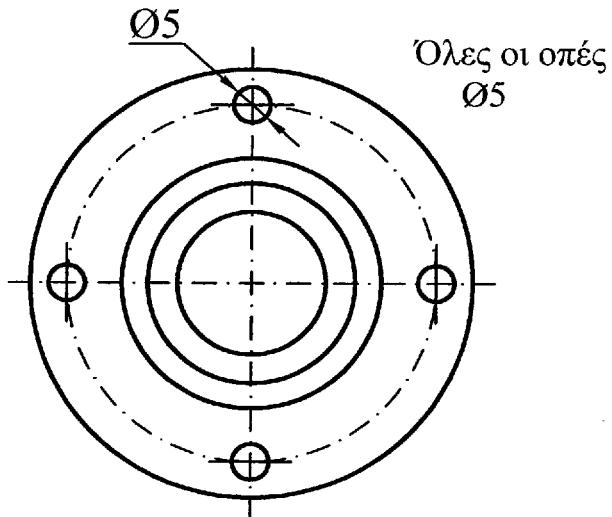
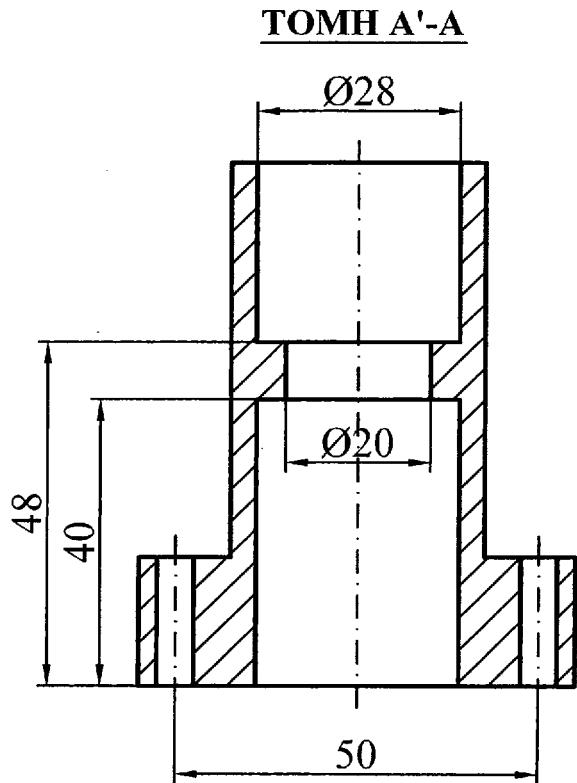
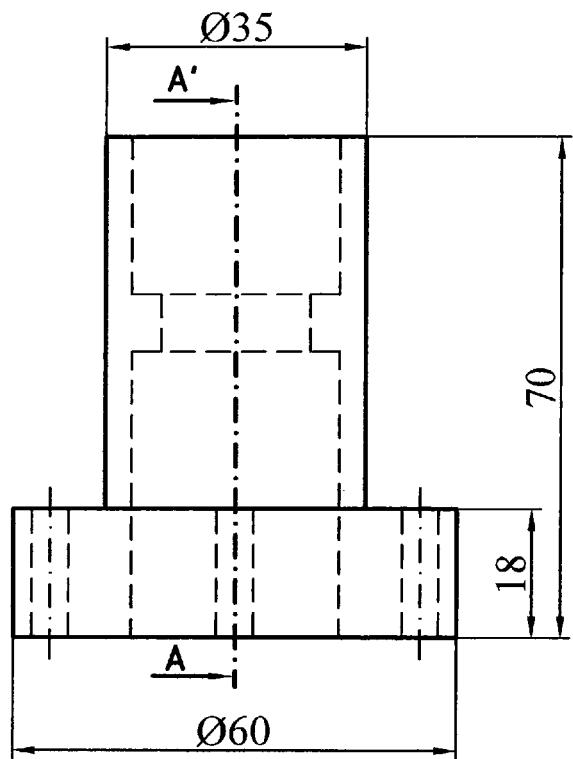
ΟΨΕΙΣ & ΤΟΜΗ
ΔΟΚΙΜΙΩΝ

ΔΟΚΙΜΙΟ 02

ΔΟΚΙΜΙΟ 3







Ημερομ.Σχεδίασης : 03/01/2007	
Μελετήθηκε	Λεονταρίδης-Μερκούρης
Σχεδιάστηκε	Λεονταρίδης-Μερκούρης
Ελέγχθηκε	Τσουύλκας Ηλίας

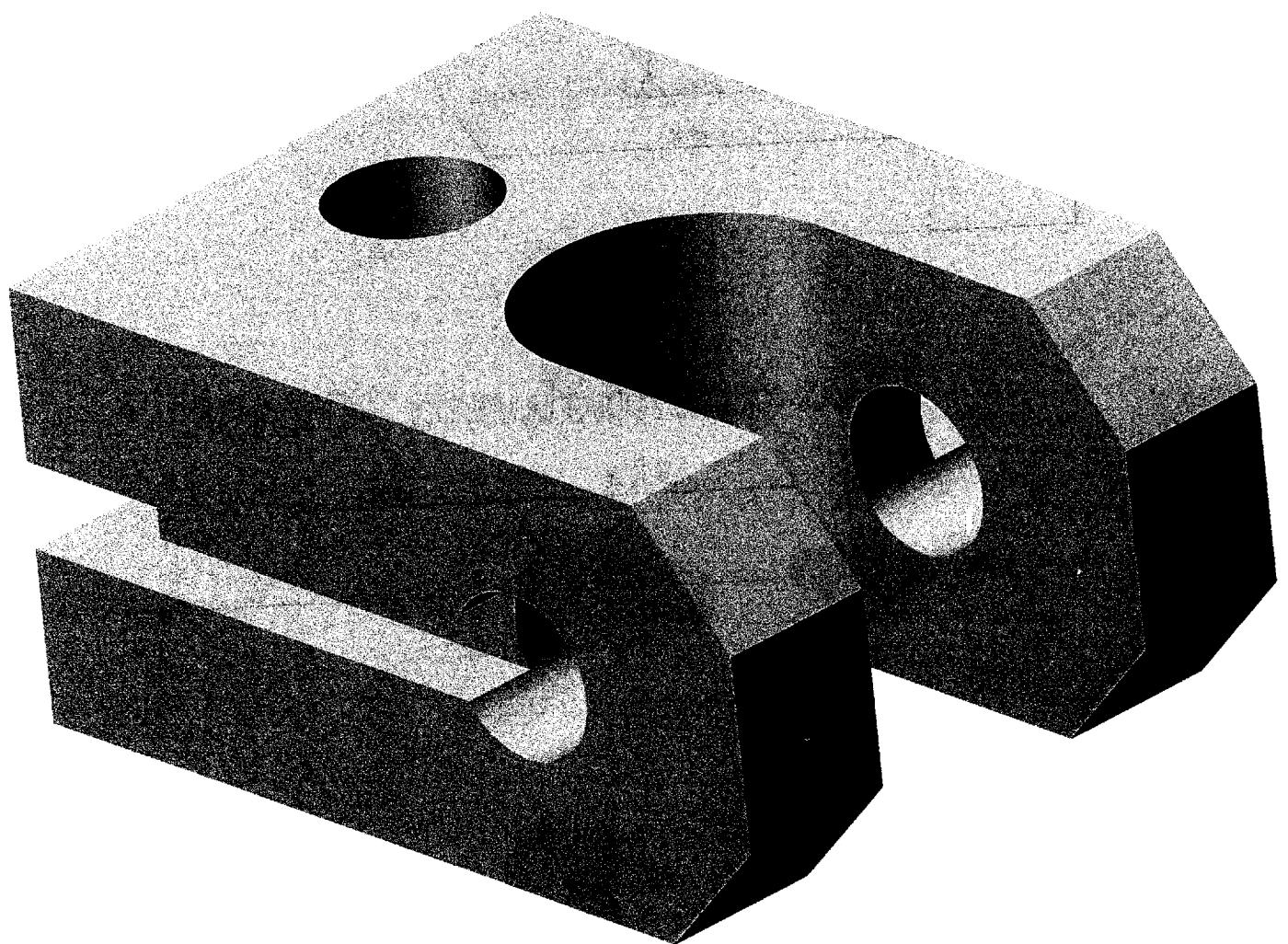
A. T. E. I. ΣΕΡΡΩΝ ΣΤΕΦ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

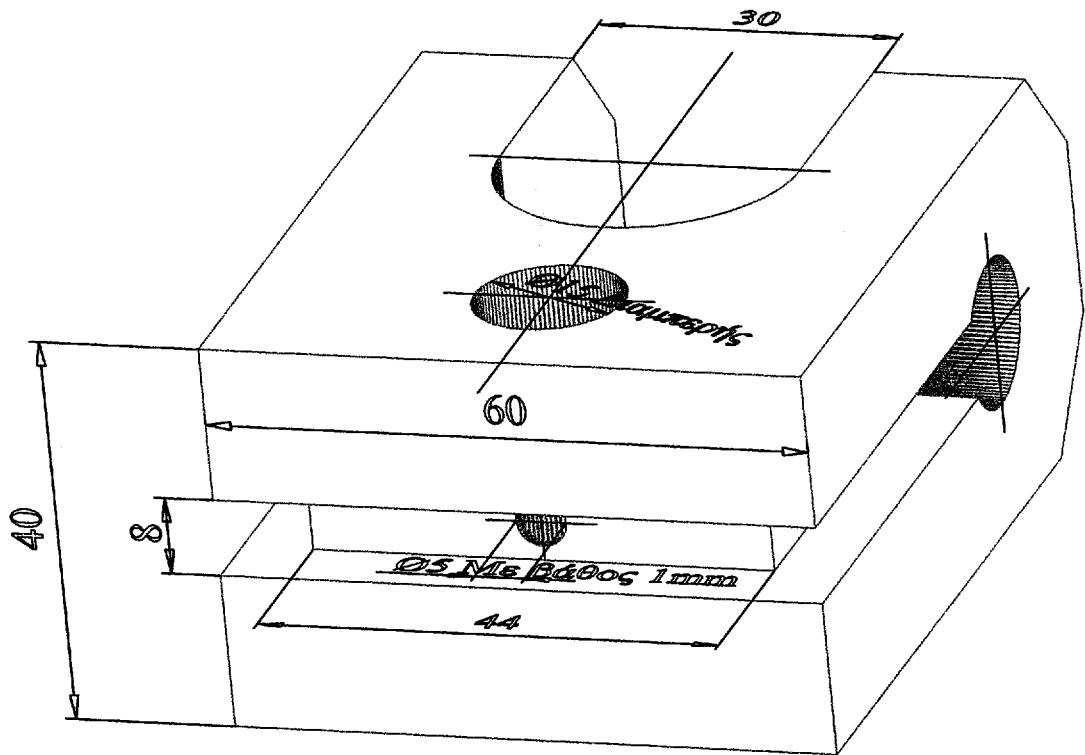
Κλίμακα :
1:1

ΟΨΕΙΣ & ΤΟΜΗ
ΔΟΚΙΜΙΩΝ

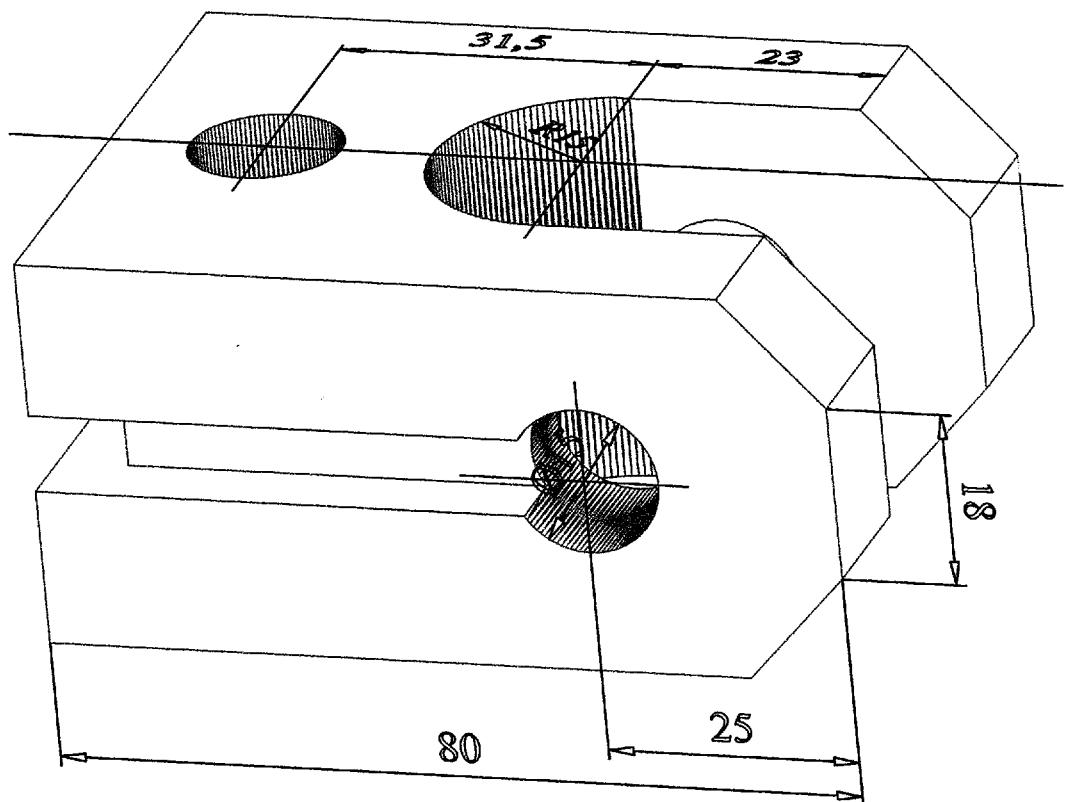
ΔΟΚΙΜΙΟ 03

ΔΟΚΙΜΙΟ 4

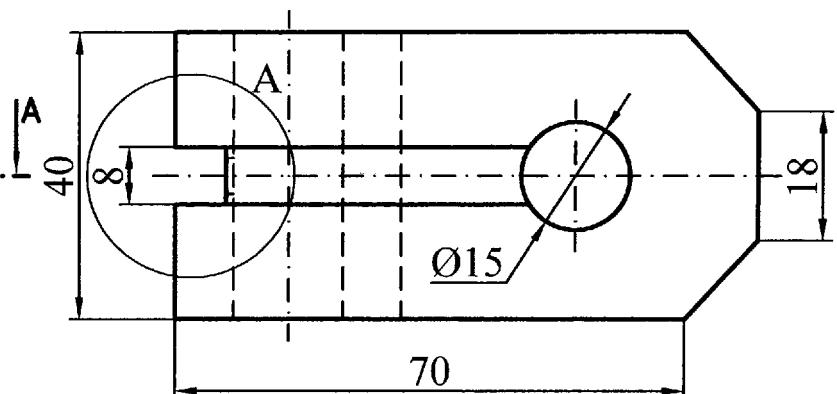
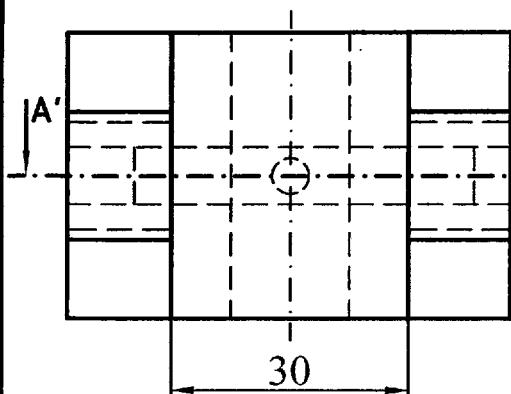




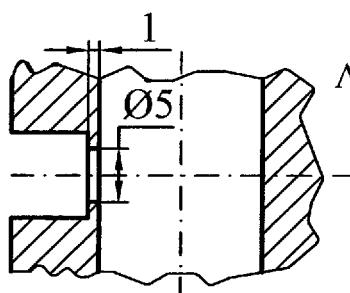
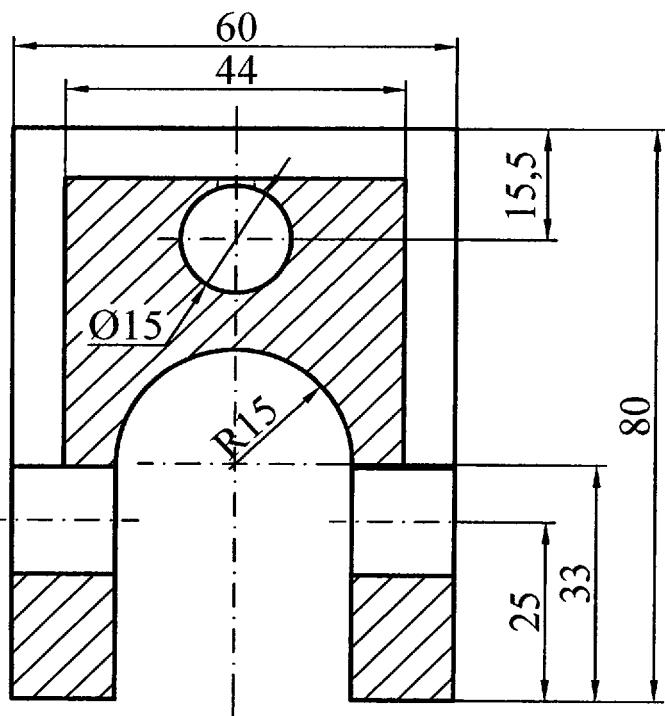
Όλα τα σπασίματα $10 \times 45^\circ$



Όλα τα σπασίματα γωνιών 10x45°



ΤΟΜΗ Α'-Α



Λεπτομέρια Α
Κλίμακα 2:1

Ημερομ.Σχεδίασης : 03/01/2007	
Μελετήθηκε	Λεονταρίδης-Μερκούρης
Σχεδιάστηκε	Λεονταρίδης-Μερκούρης
Ελέγχθηκε	Τσούλκας Ηλίας

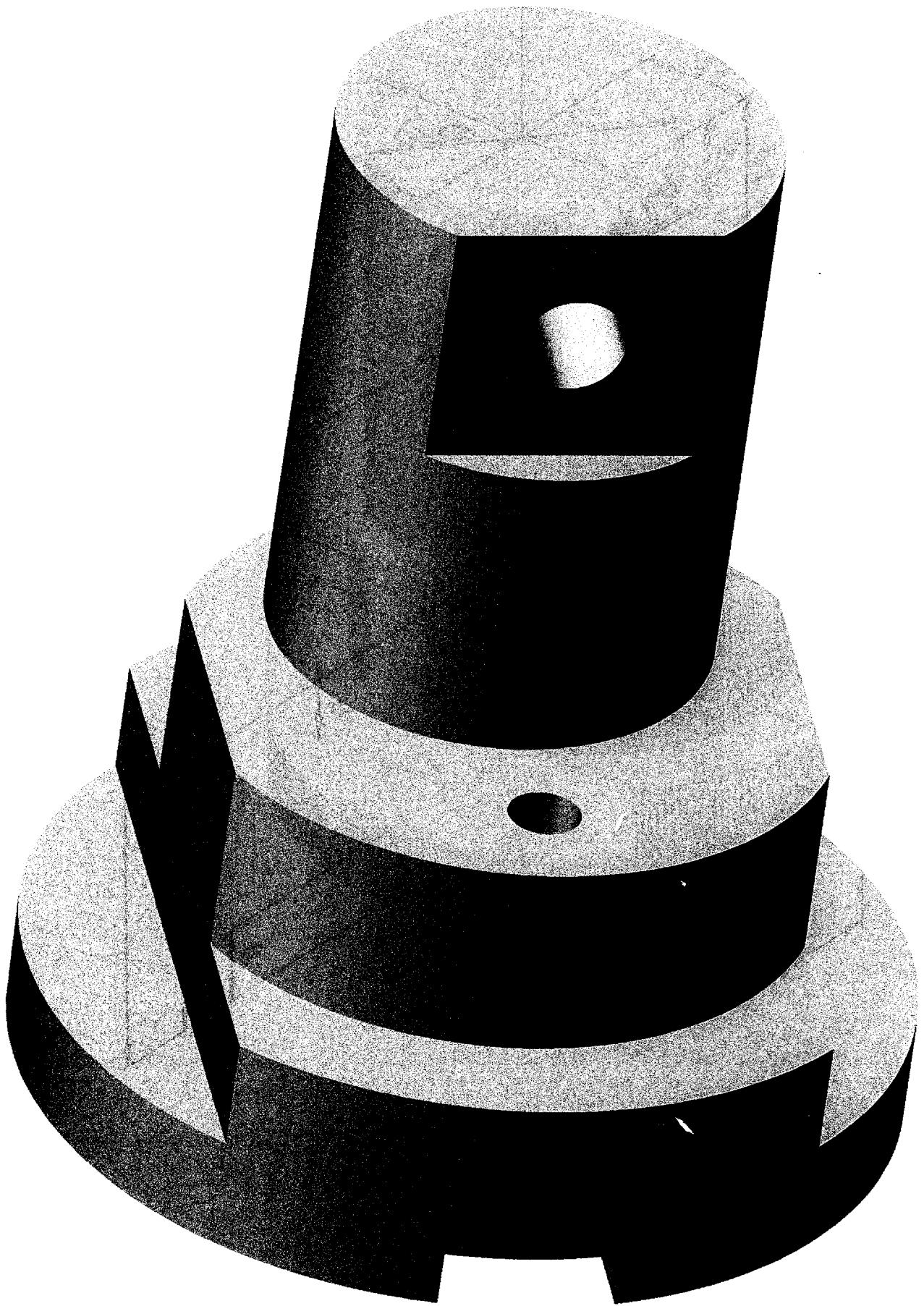
A. T. E. I. ΣΕΡΡΩΝ ΣΤΕΦ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

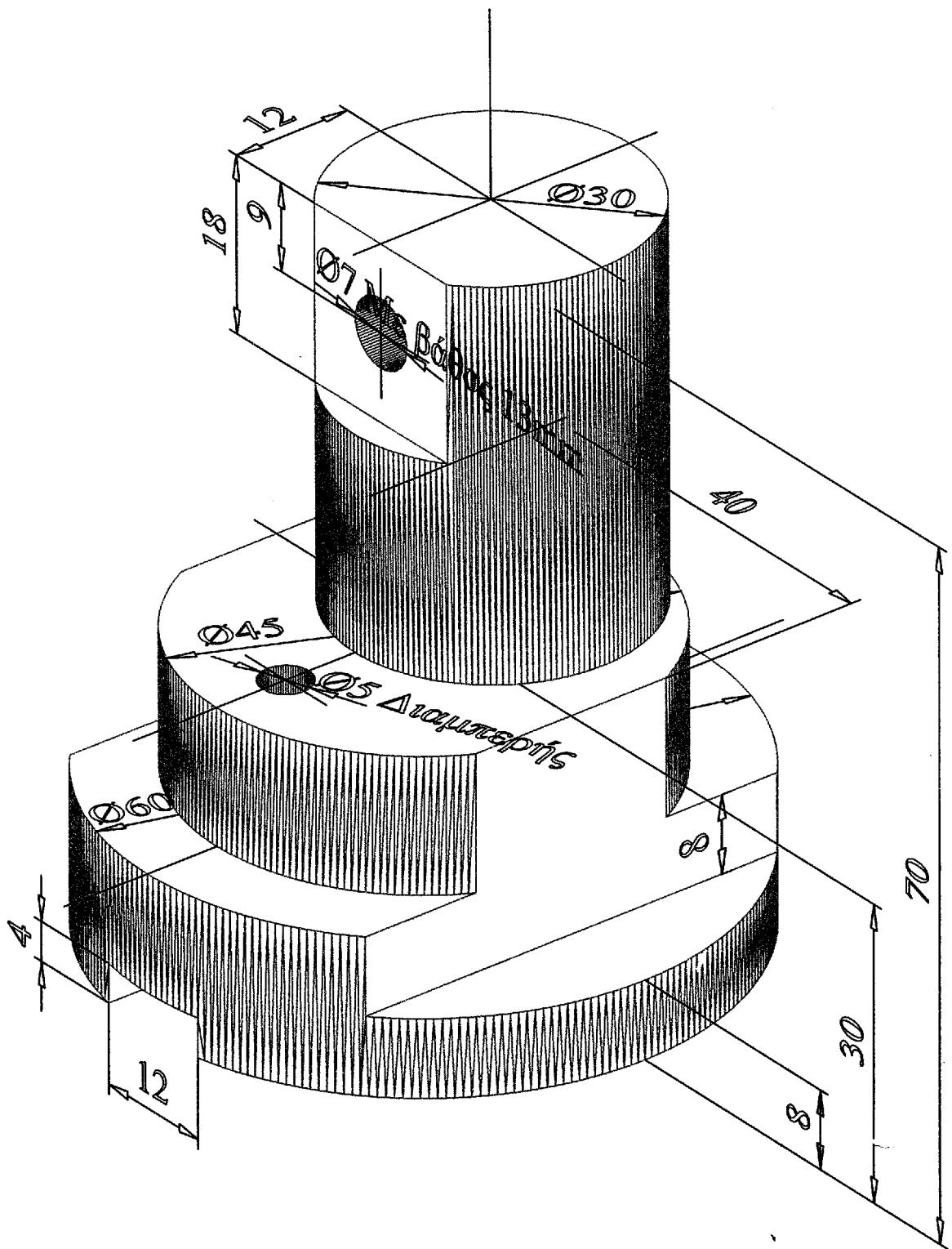
Κλίμακα :
1:1

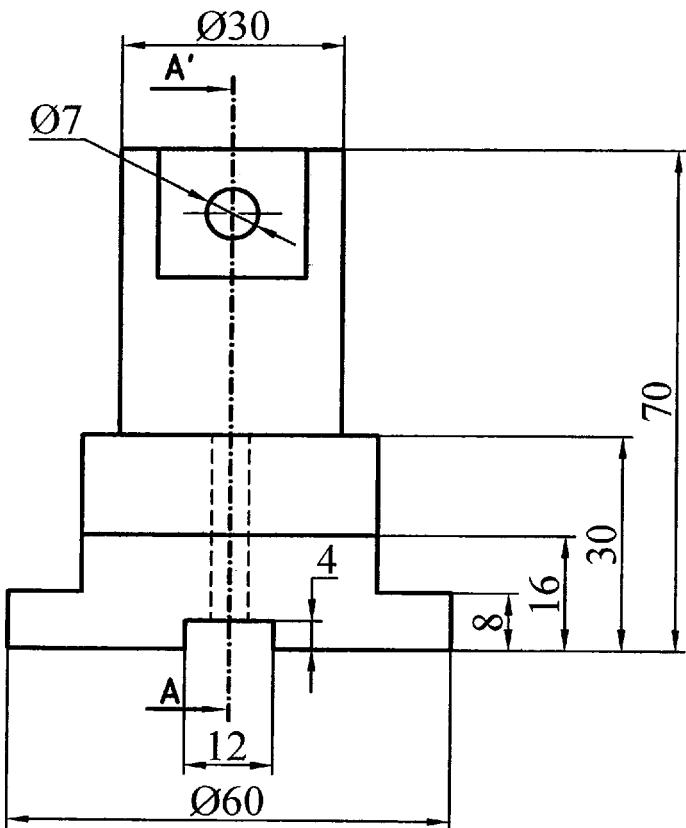
ΟΨΕΙΣ & ΤΟΜΗ
ΔΟΚΙΜΙΩΝ

ΔΟΚΙΜΙΟ 04

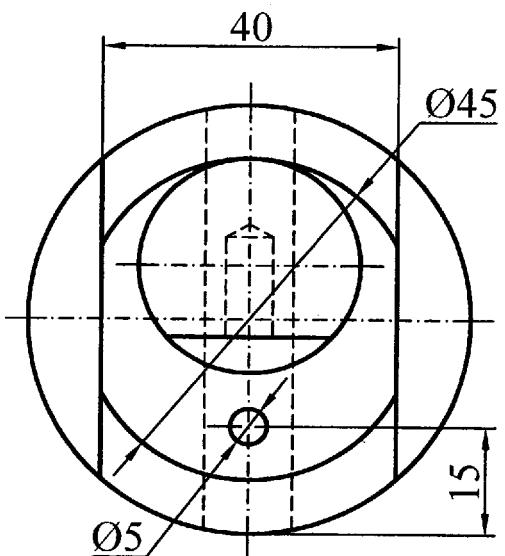
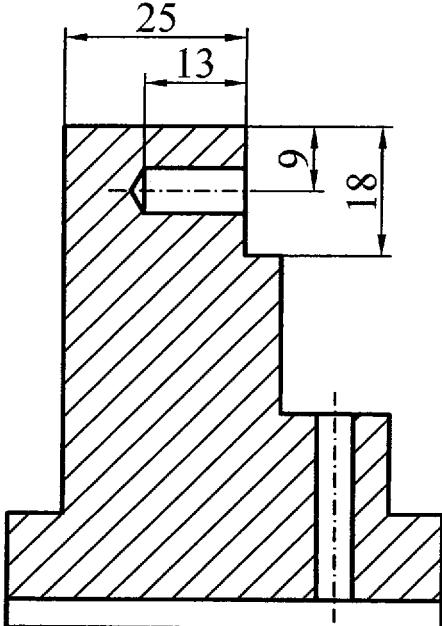
ΔΟΚΙΜΙΟ 5







ΤΟΜΗ Α'-Α



Ημερομ.Σχεδίασης : 03/01/2007

Μελετήθηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Σχεδιάστηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Ελέγχθηκε Τσούλκας Ηλίας

Κλίμακα :

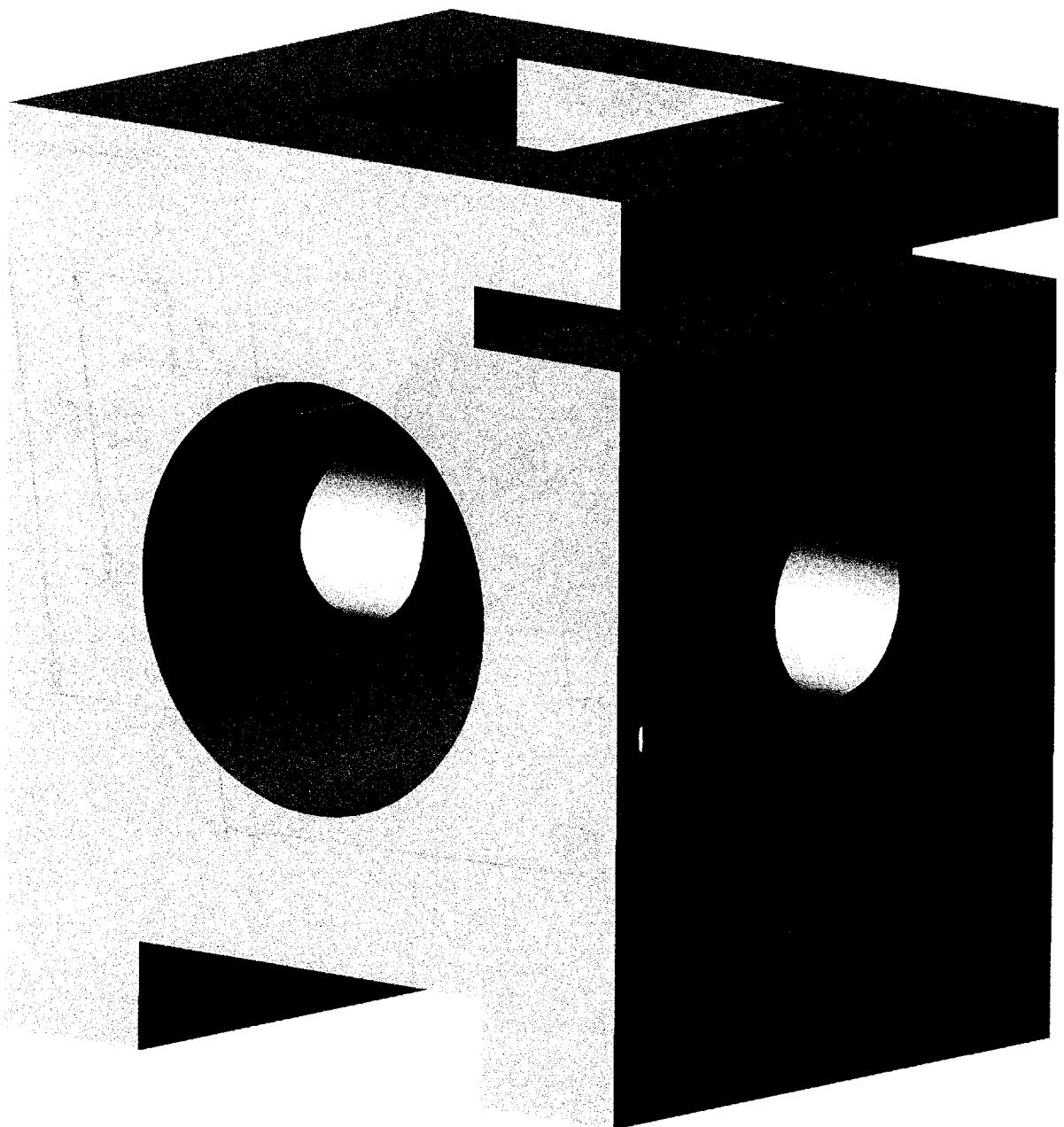
1:1

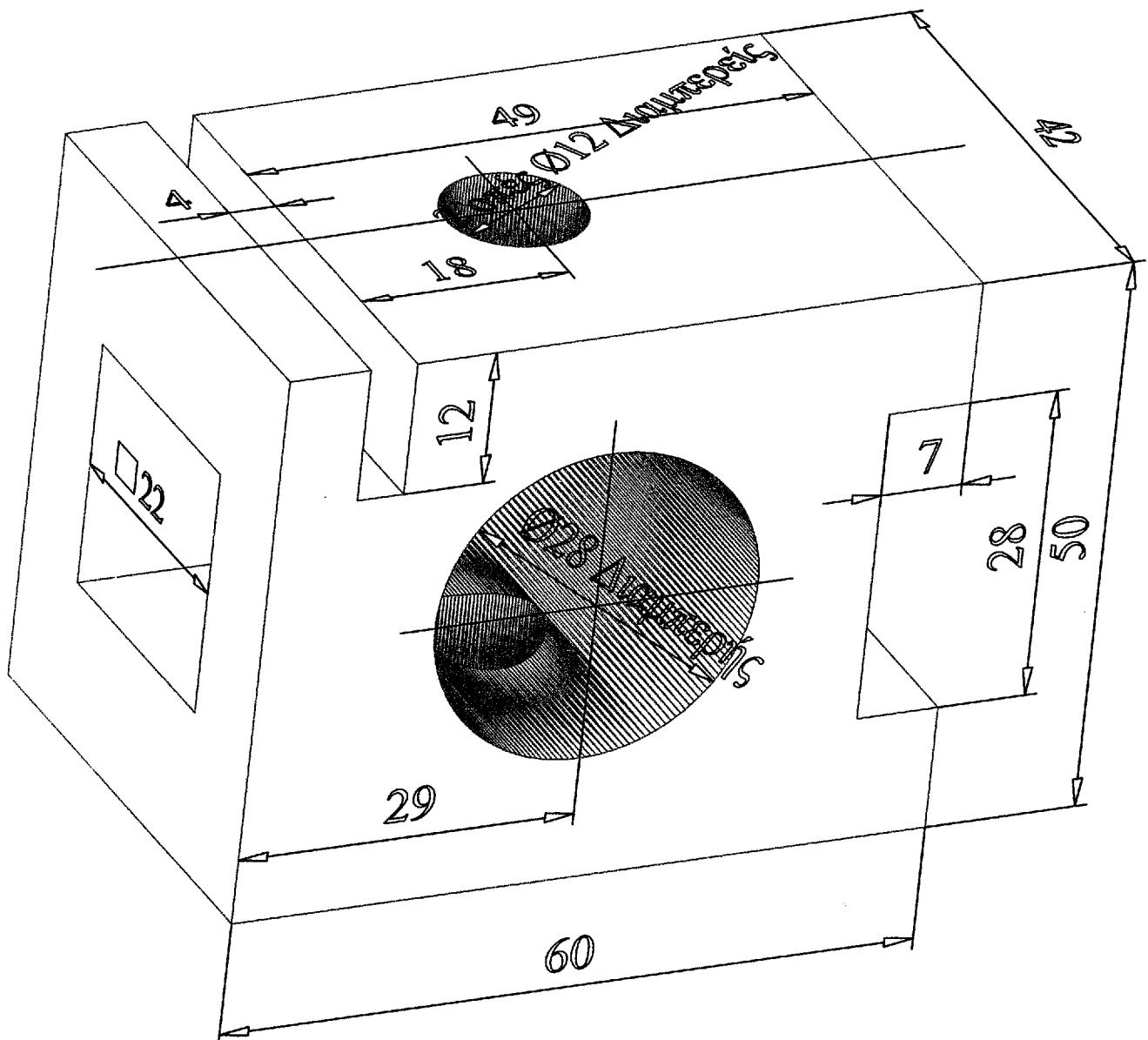
**A. T. E. I. ΣΕΡΡΩΝ ΣΤΕΦ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΟΨΕΙΣ & ΤΟΜΗ
ΔΟΚΙΜΙΩΝ**

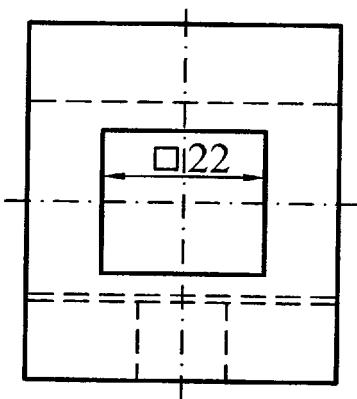
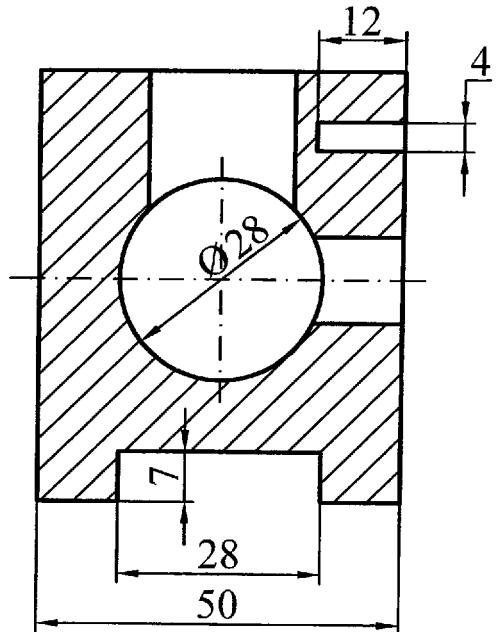
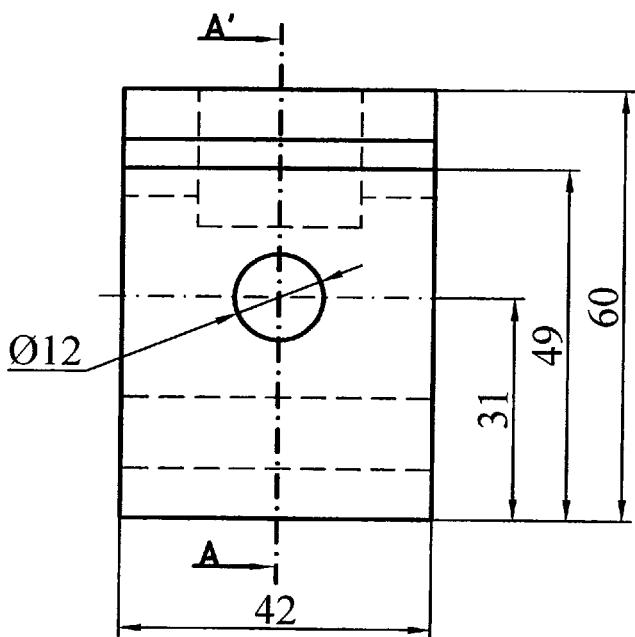
ΔΟΚΙΜΙΟ 05

ΔΟΚΙΜΙΟ 6





ΤΟΜΗ A'-A



Ημερομ.Σχεδίασης :	03/01/2007
Μελετήθηκε	Λεονταρίδης-Μερκούρης
Σχεδιάστηκε	Λεονταρίδης-Μερκούρης
Ελέγχθηκε	Τσούλκας Ηλίας

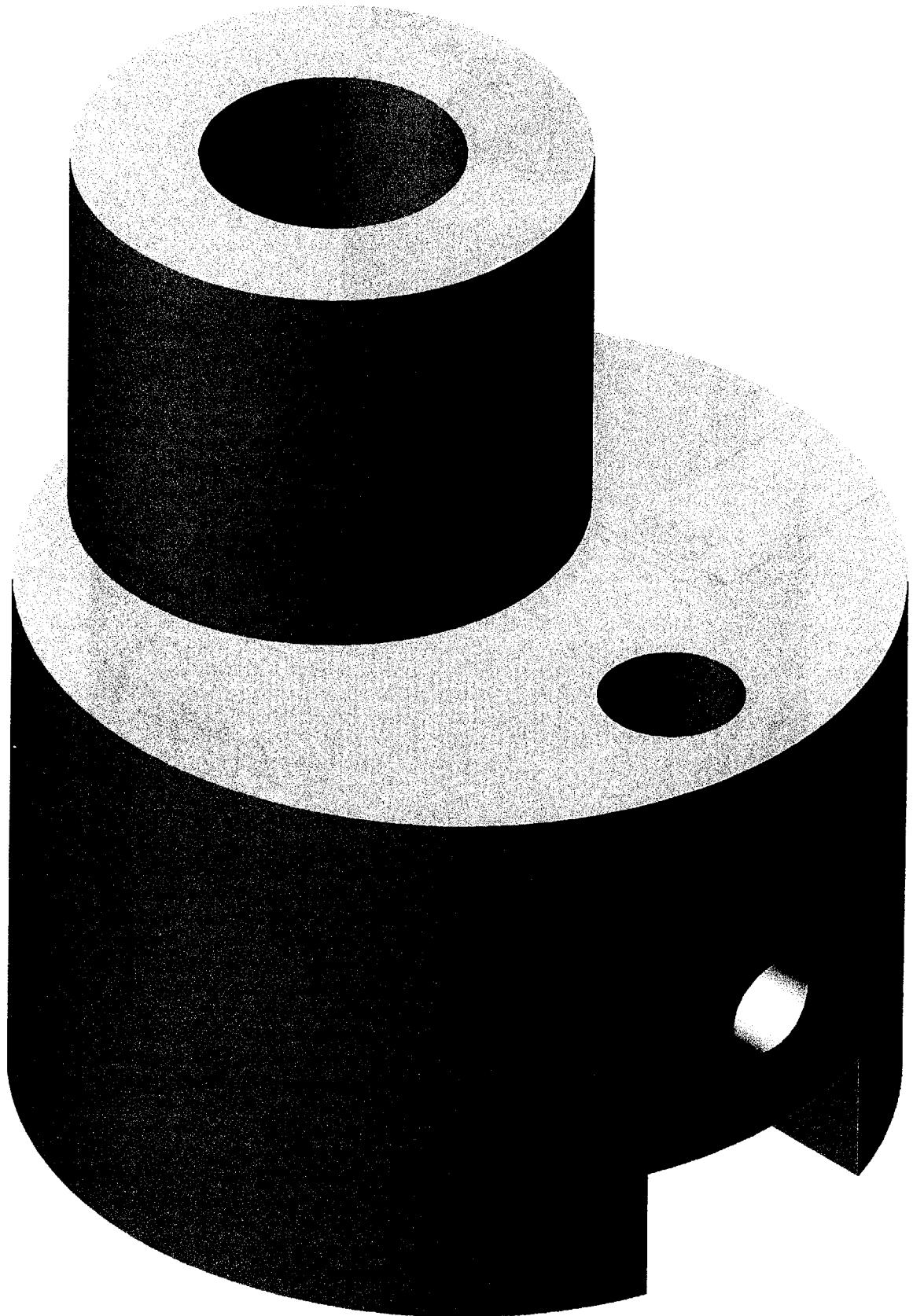
A. T. E. I. ΣΕΡΡΩΝ ΣΤΕΦ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

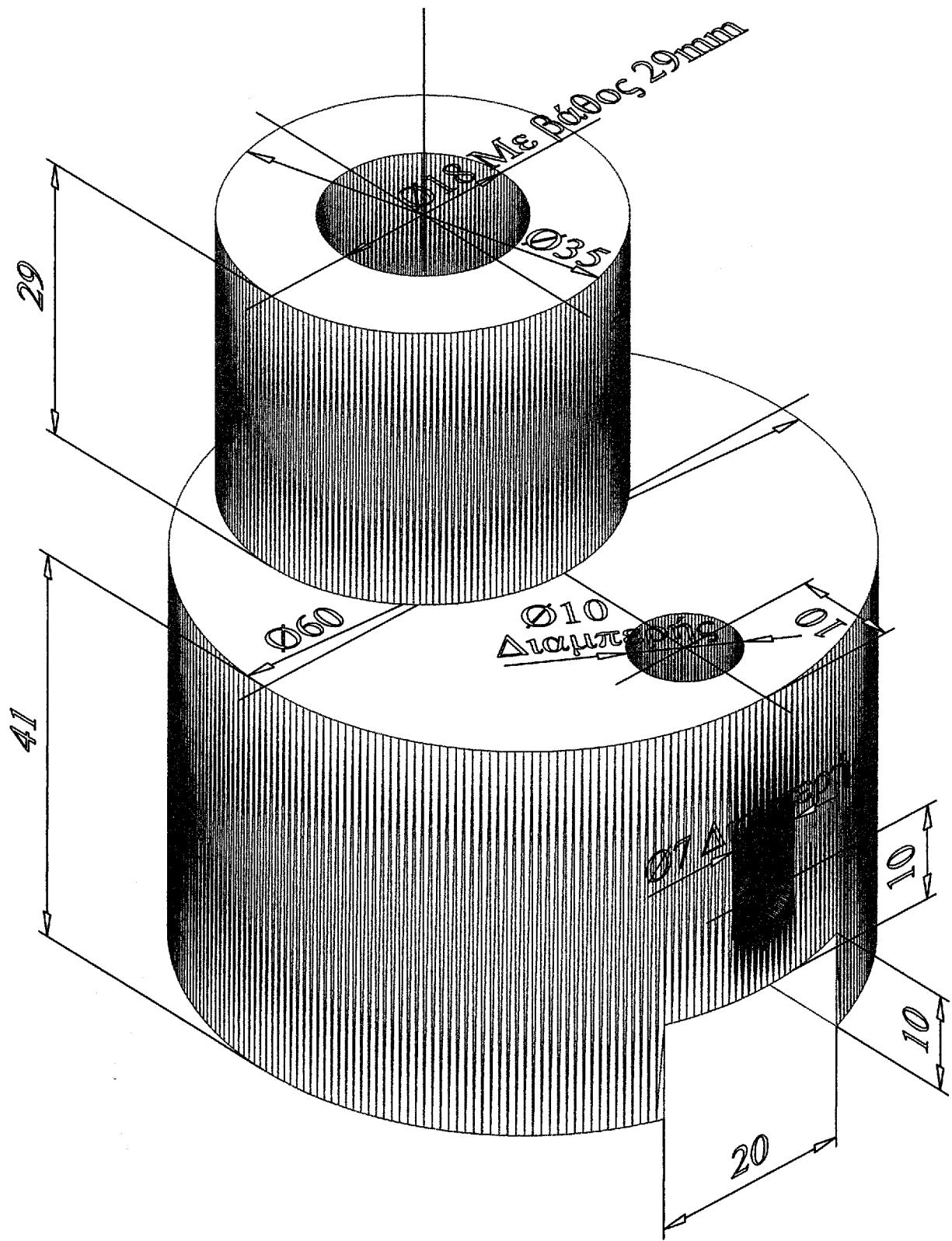
Κλίμακα:
1:1

ΟΨΕΙΣ & ΤΟΜΗ
ΔΟΚΙΜΙΩΝ

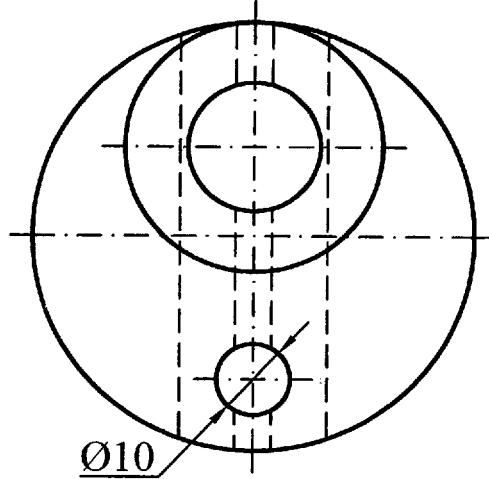
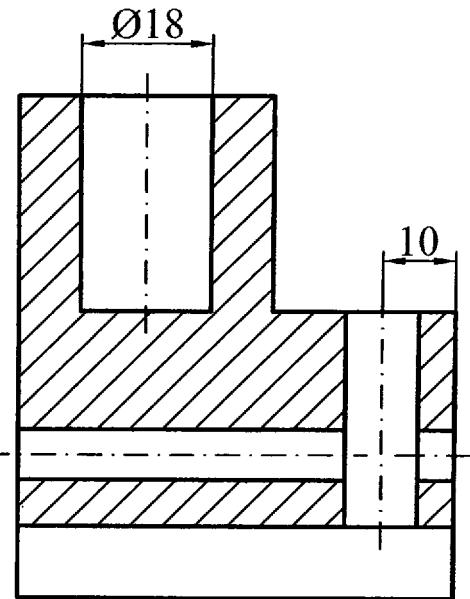
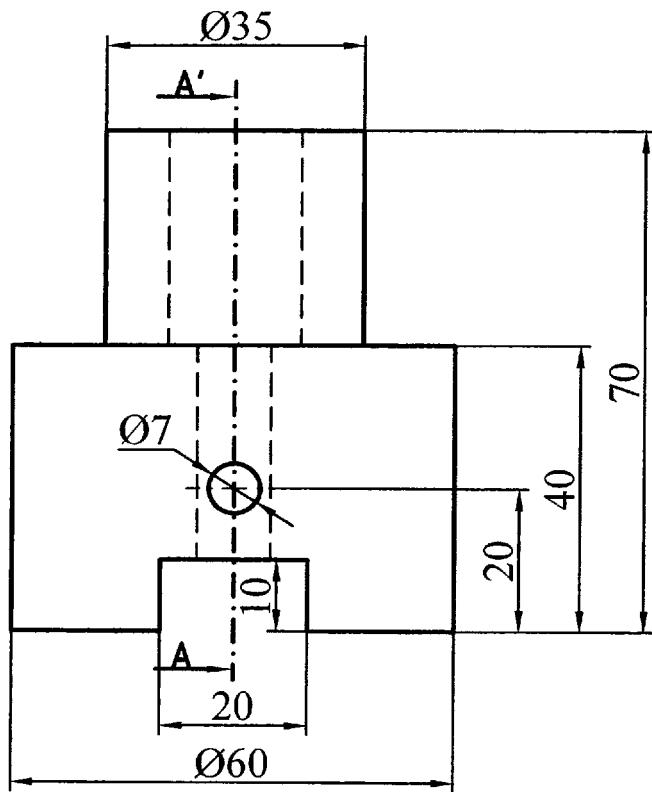
ΔΟΚΙΜΙΟ 06

ΔΟΚΙΜΙΟ 7





ΤΟΜΗ Α'-Α



Ημερομ.Σχεδίασης :	03/01/2007
Μελετήθηκε	Λεονταρίδης-Μερκούρης
Σχεδιάστηκε	Λεονταρίδης-Μερκούρης
Ελέγχθηκε	Τσούλκας Ηλίας

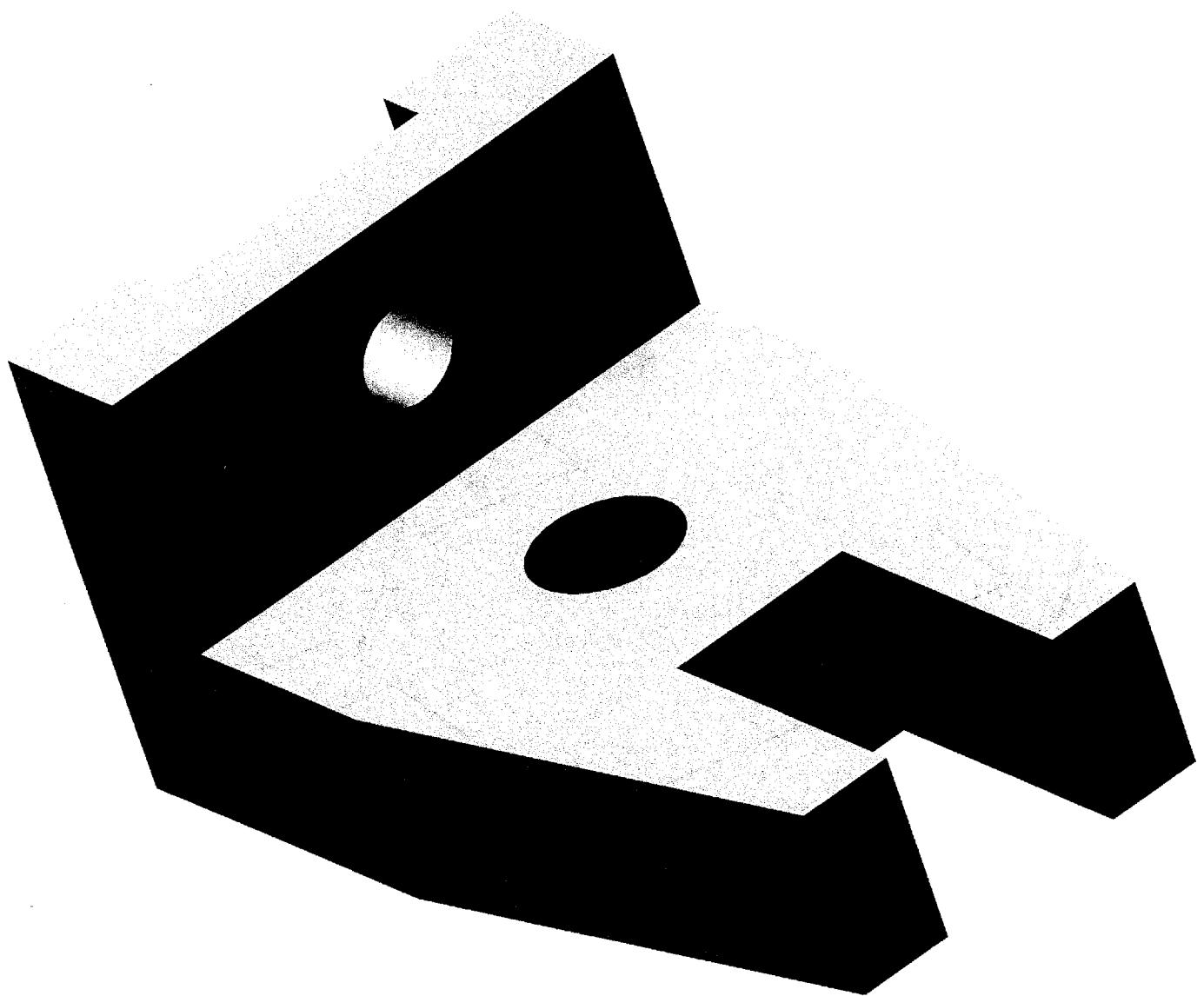
A.T.E.I. ΣΕΡΡΩΝ ΣΤΕΦ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

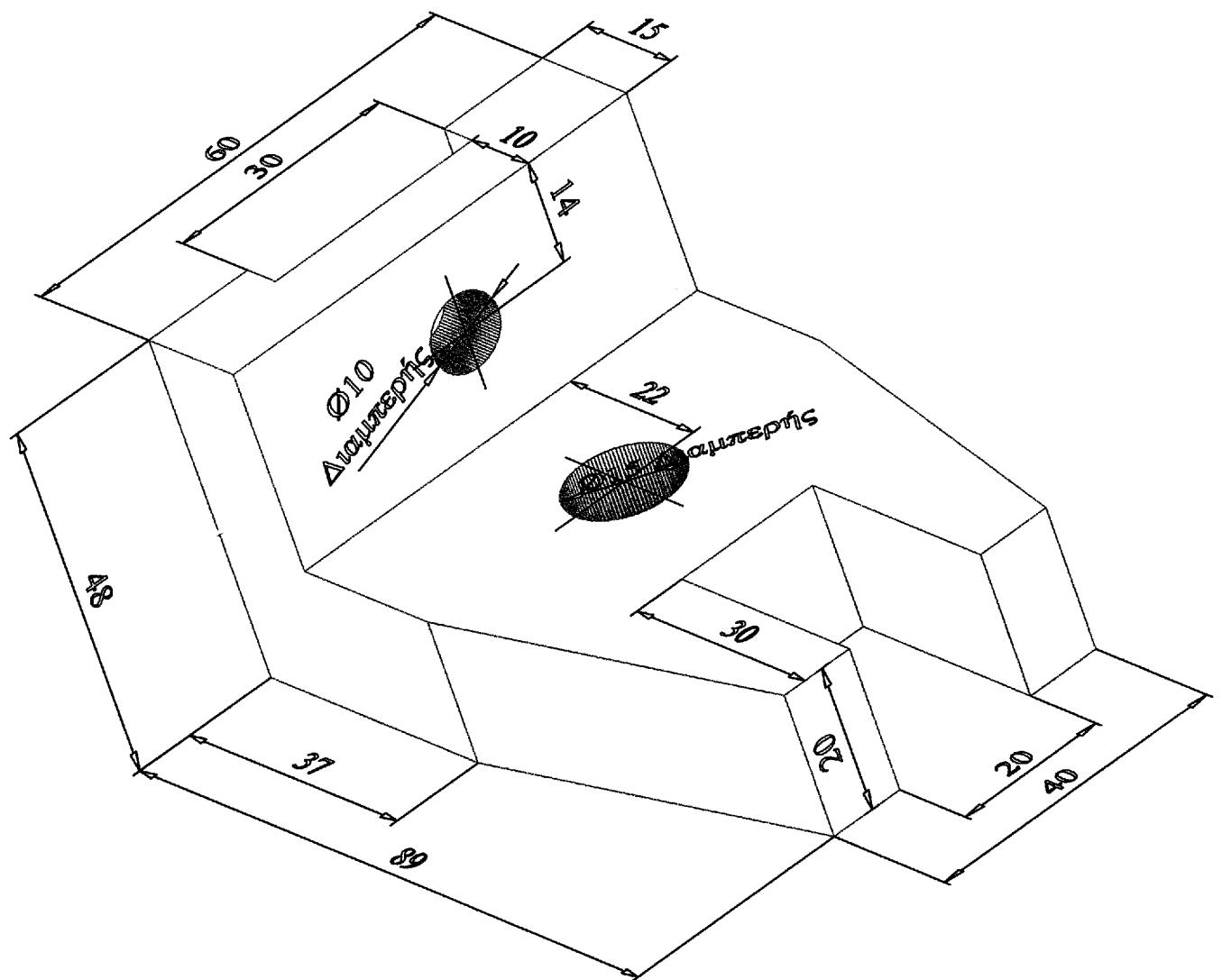
Κλίμακα :
1:1

ΟΨΕΙΣ & ΤΟΜΗ
ΔΟΚΙΜΙΩΝ

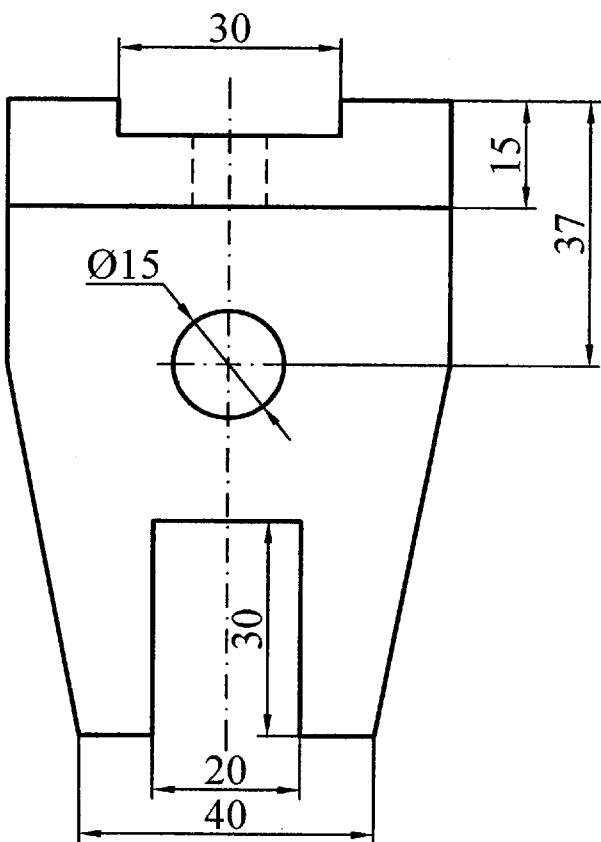
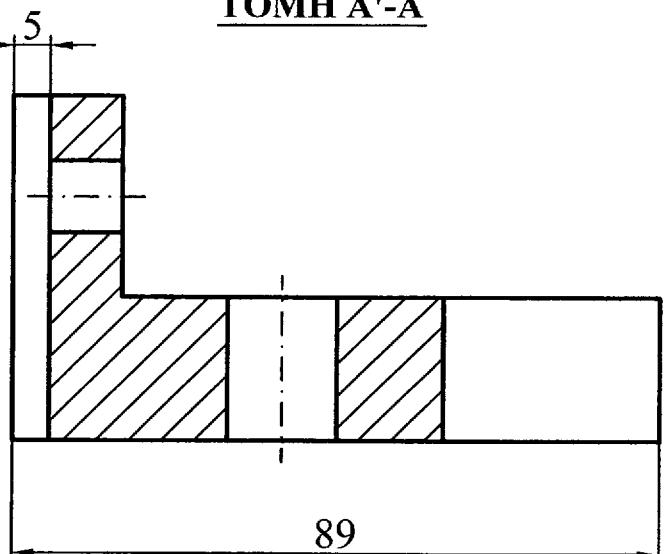
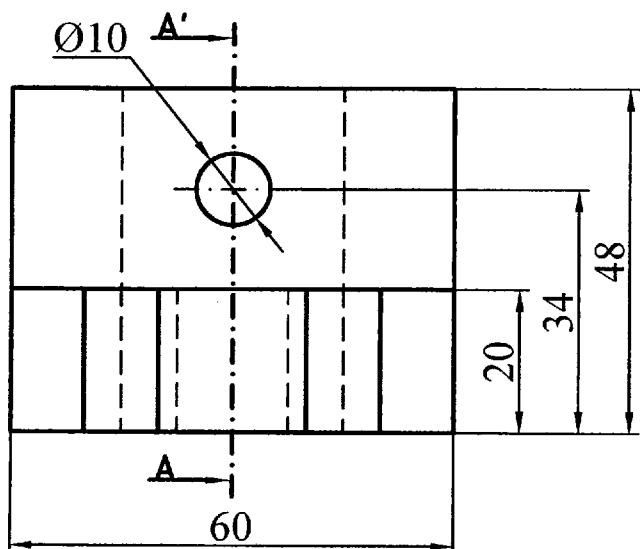
ΔΟΚΙΜΙΟ 07

ΔΟΚΙΜΙΟ 8





TOMH A'-A



Ημερομ.Σχεδίασης : 03/01/2007

Μελετήθηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Σχεδιάστηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Ελέγχθηκε Τσούλκας Ηλίας

**A. T. E. I. ΣΕΡΡΩΝ ΣΤΕΦ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

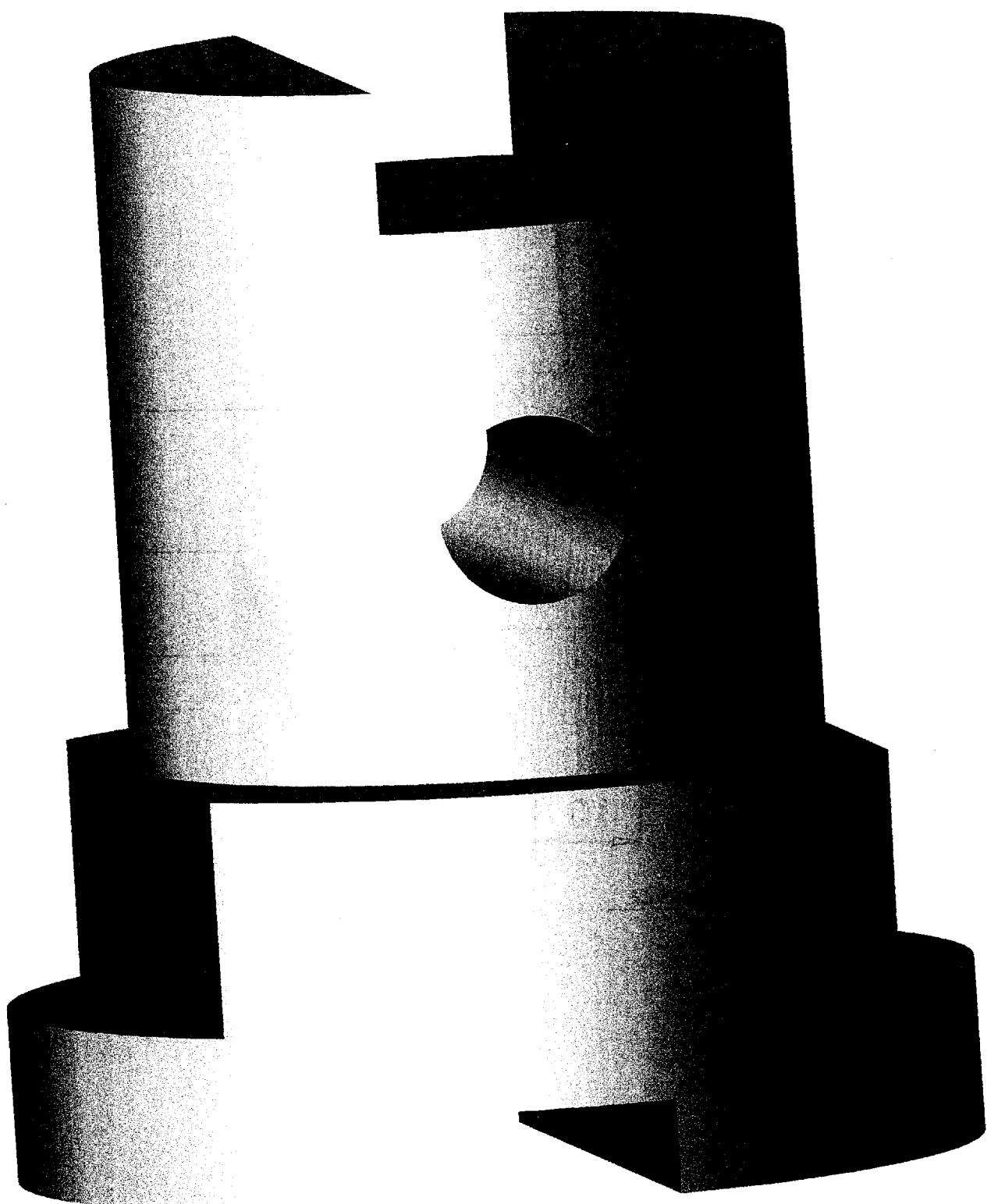
Κλίμακα :

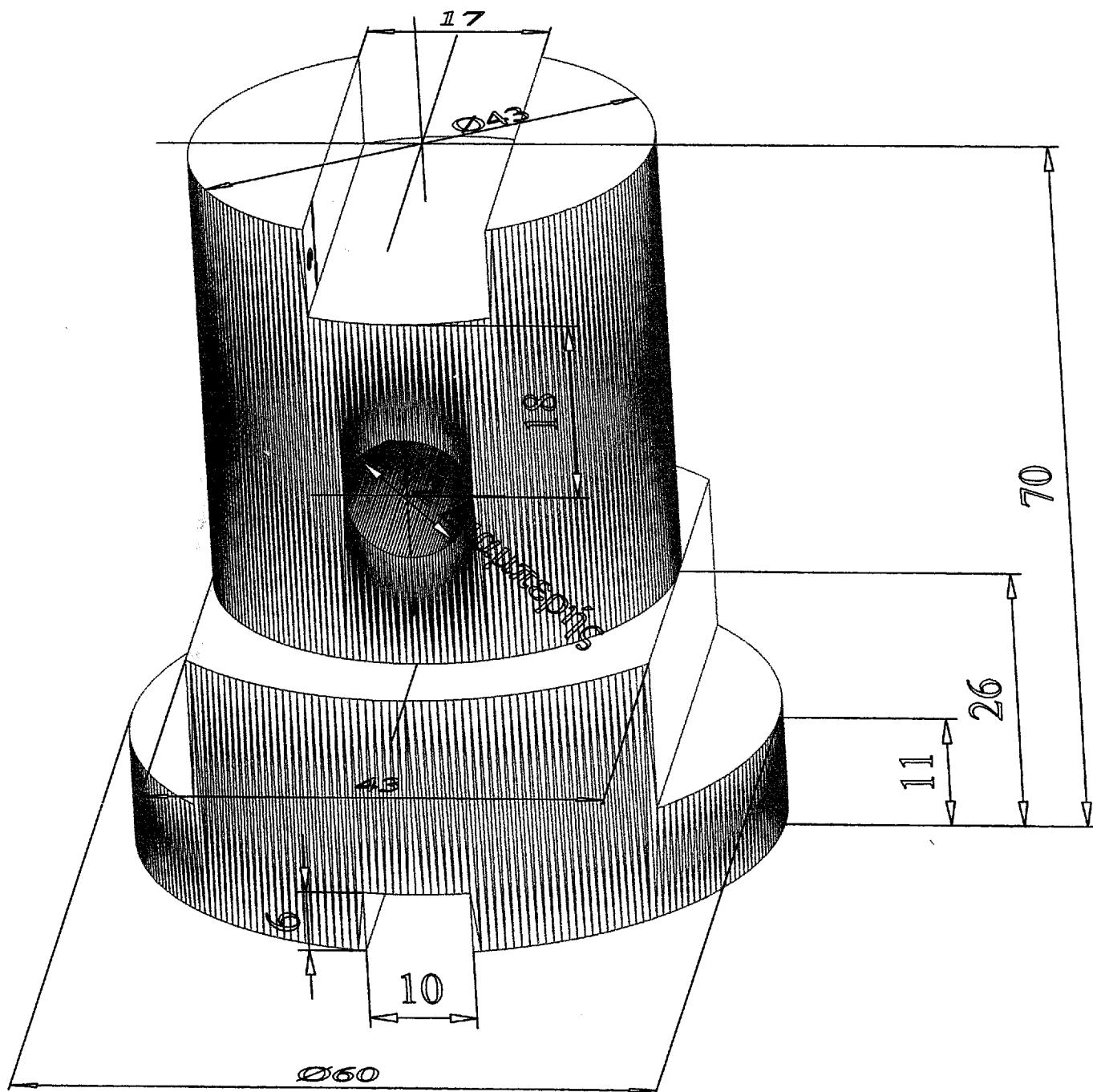
1:1

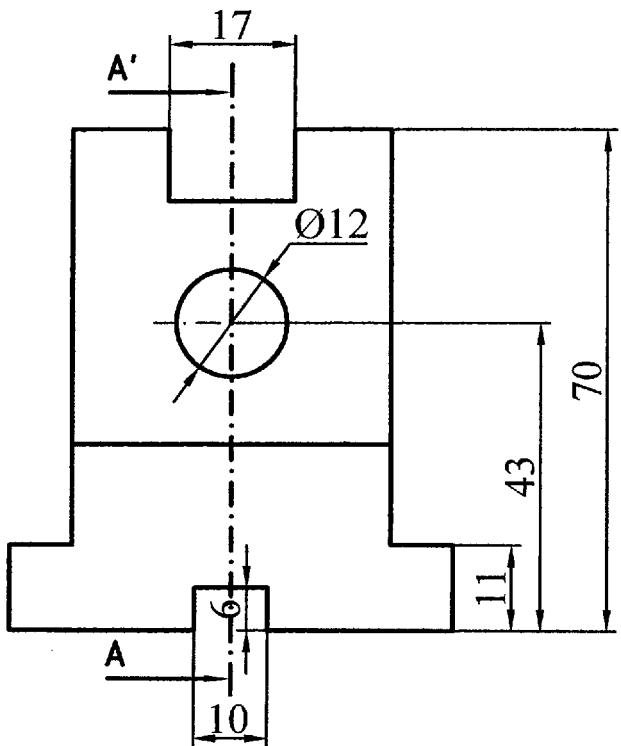
**ΟΨΕΙΣ & ΤΟΜΗ
ΔΟΚΙΜΙΩΝ**

ΔΟΚΙΜΙΟ 08

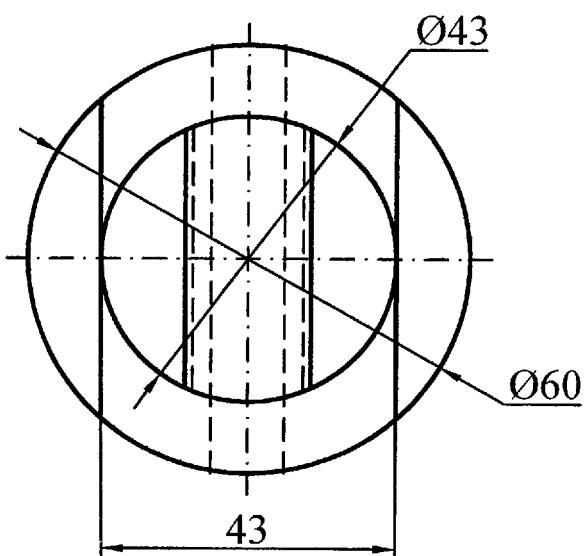
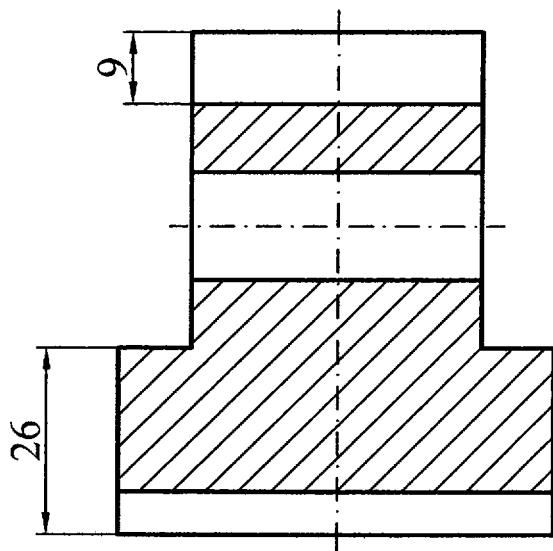
ΔΟΚΙΜΙΟ 9







ΤΟΜΗ Α'-Α



Ημερομ.Σχεδίασης : 03/01/2007

Μελετήθηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Σχεδιάστηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Ελέγχθηκε Τσούλκας Ηλίας

**A. T. E. I. ΣΕΡΡΩΝ ΣΤΕΦ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

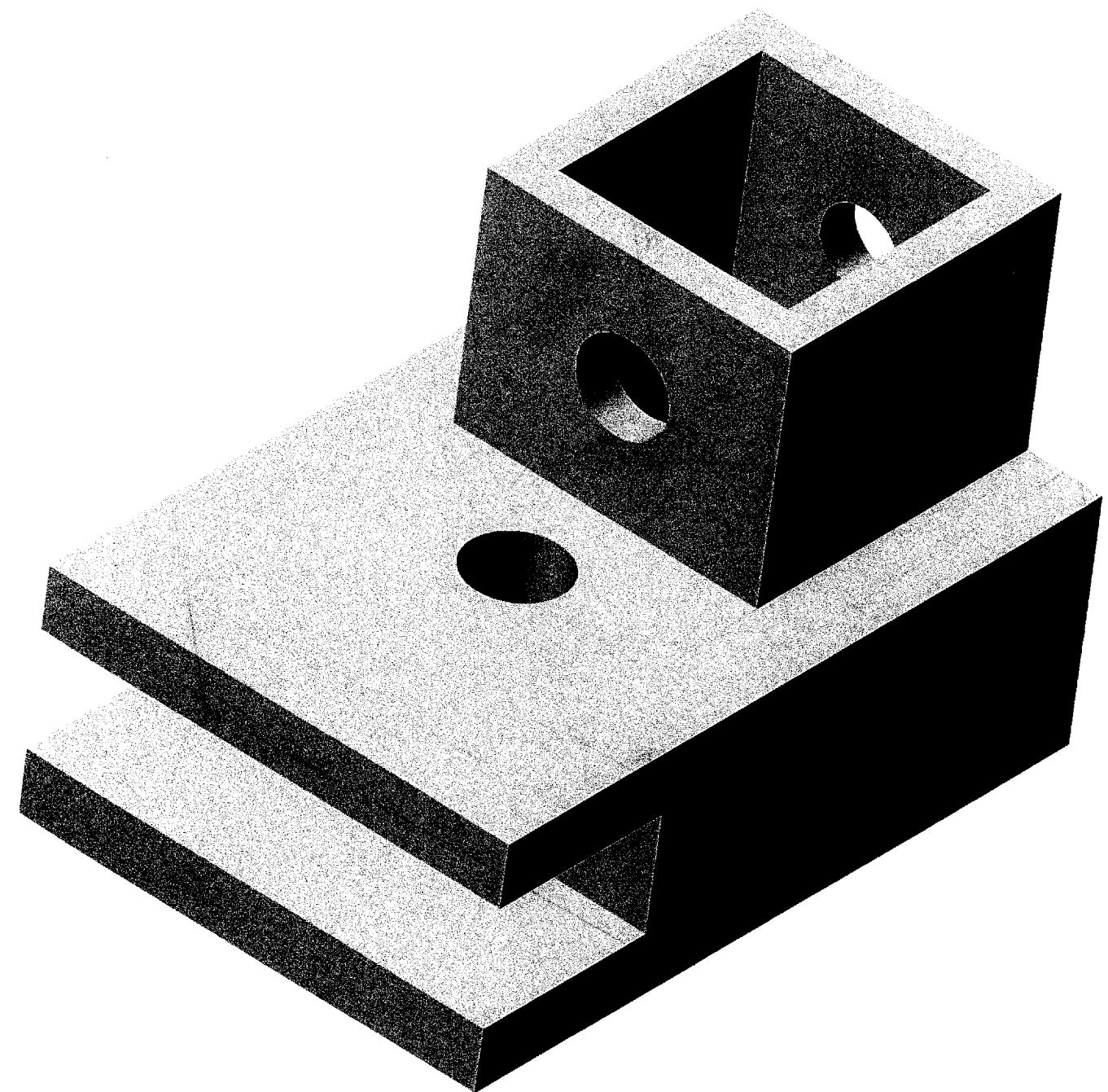
Κλίμακα :

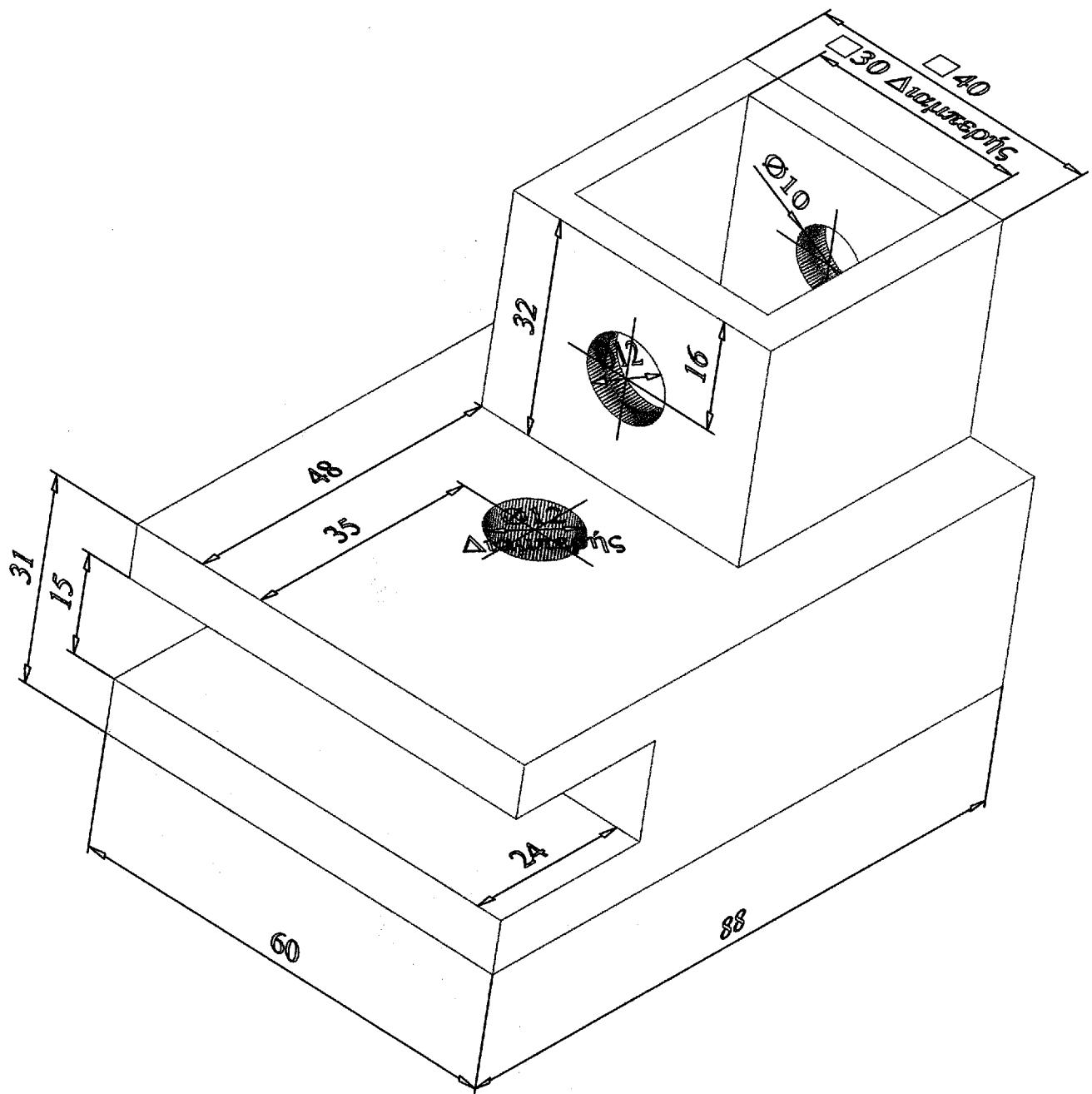
1:1

**ΟΨΕΙΣ & ΤΟΜΗ
ΔΟΚΙΜΙΩΝ**

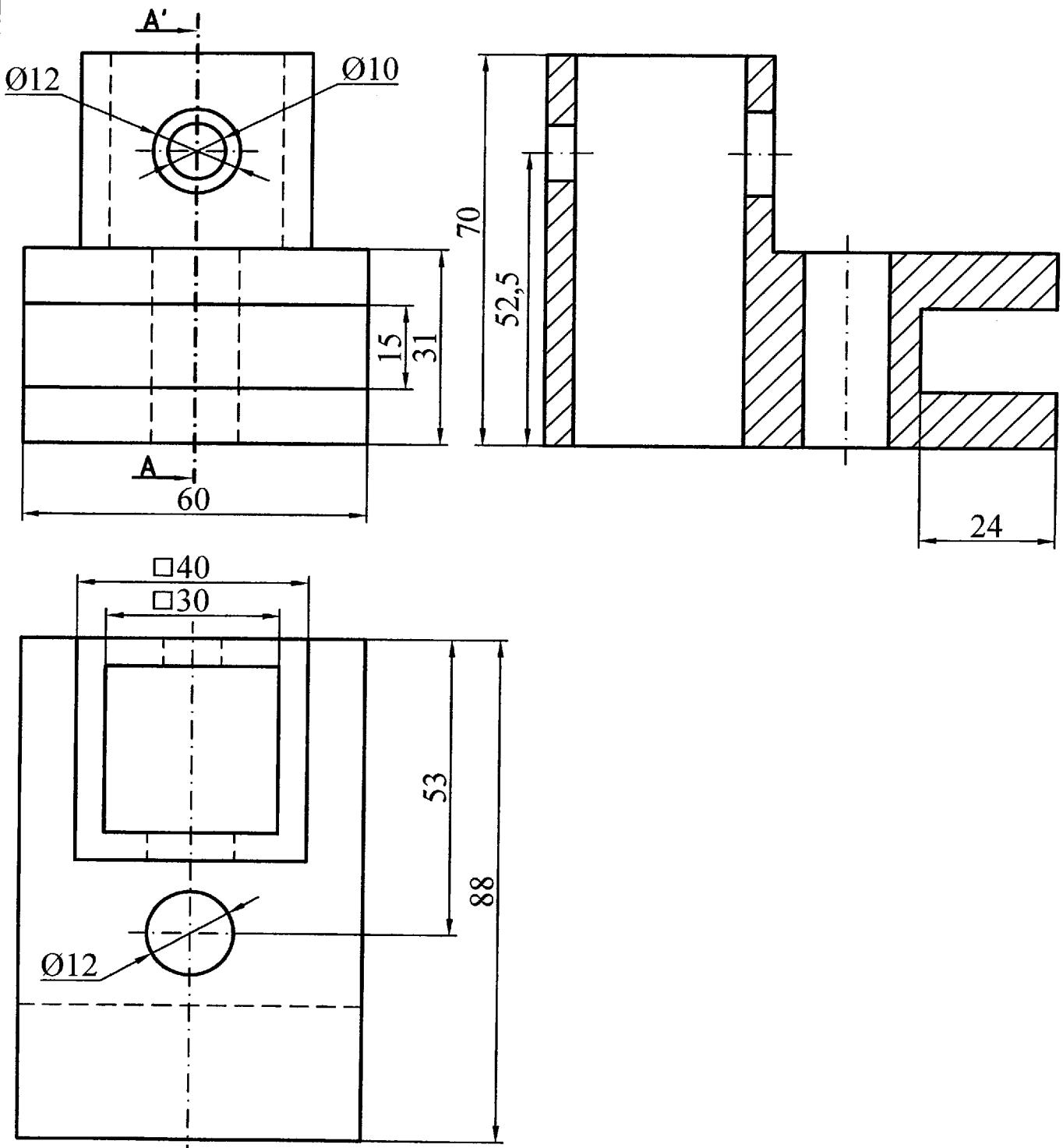
ΔΟΚΙΜΙΟ 09

ΔΟΚΙΜΙΟ 10





TOMH A'-A



Ημερομ.Σχεδίασης : 03/01/2007

Μελετήθηκε	Λεονταρίδης-Μερκούρης
Σχεδιάστηκε	Λεονταρίδης-Μερκούρης
Ελέγχθηκε	Τσούλκας Ηλίας

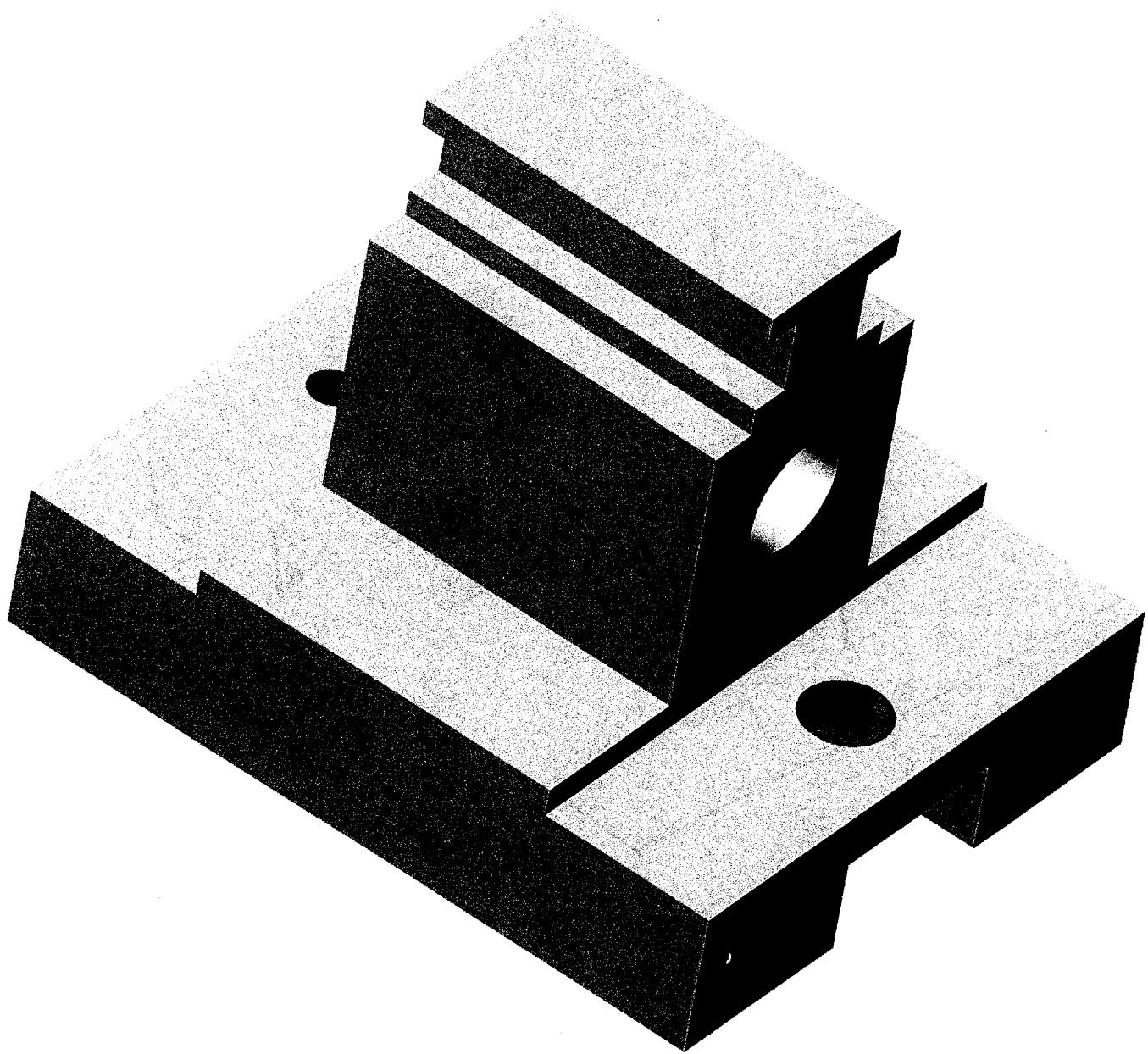
A. T. E. I. ΣΕΡΡΩΝ ΣΤΕΦ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

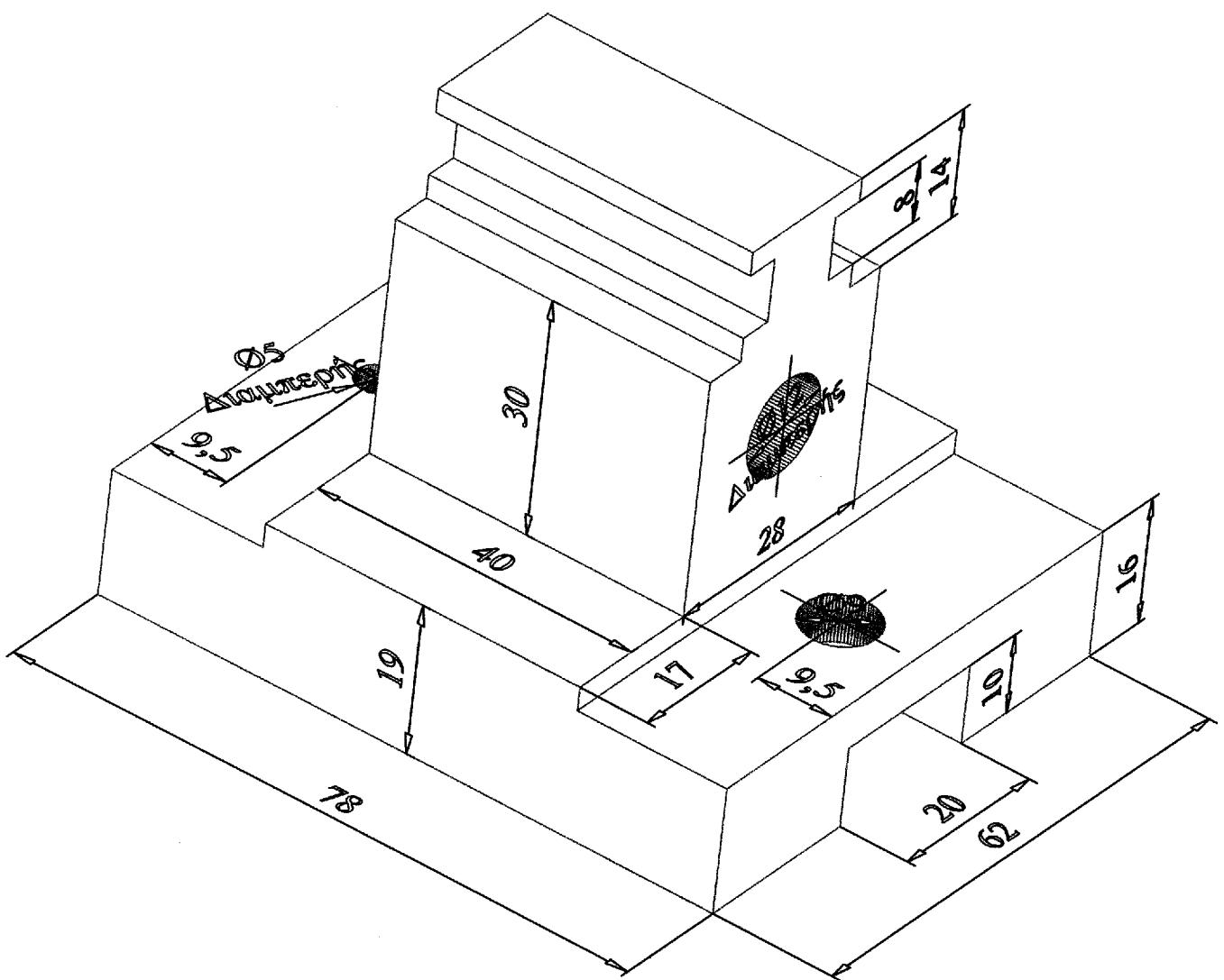
Κλίμακα :
1:1

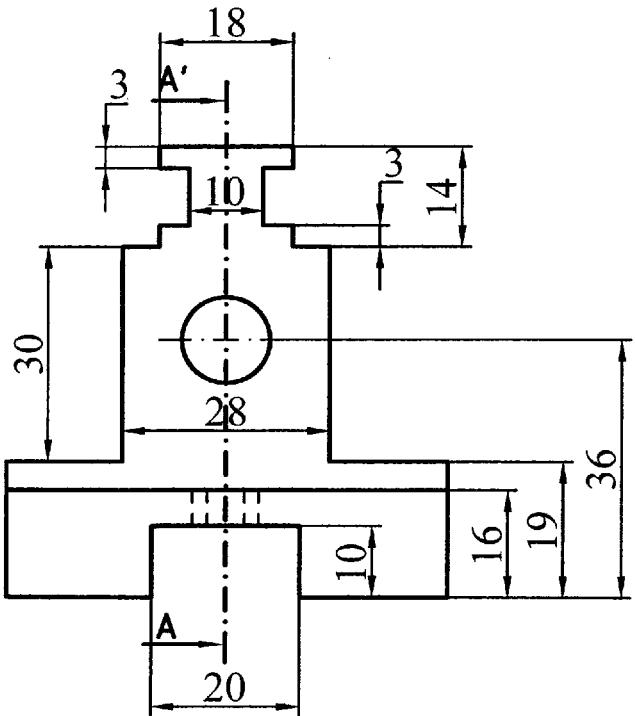
ΟΨΕΙΣ & TOMH
ΔΟΚΙΜΙΩΝ

ΔΟΚΙΜΙΟ 10

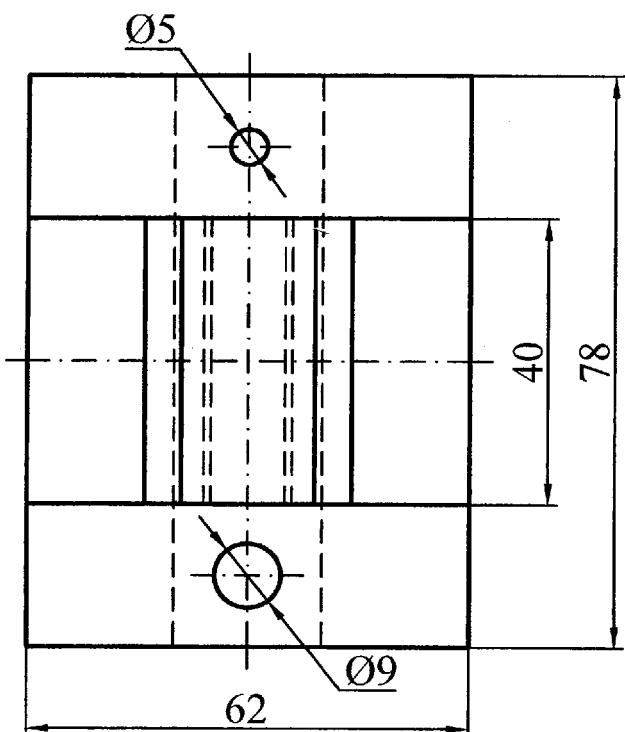
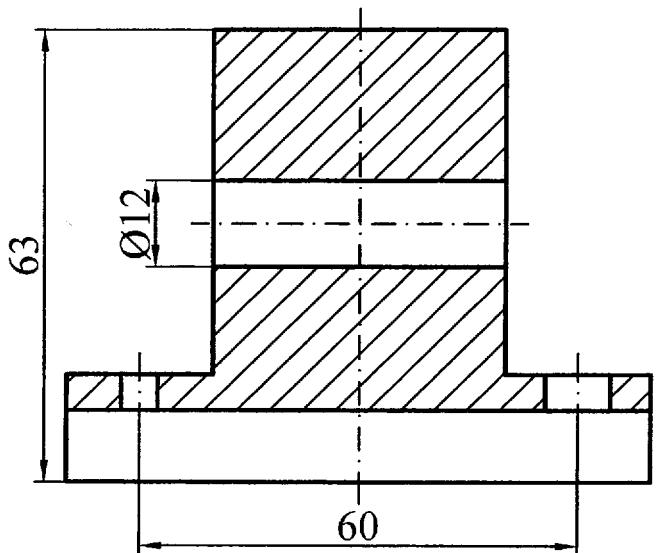
ΔΟΚΙΜΙΟ 11







ΤΟΜΗ Α'-Α



Ημερομ.Σχεδίασης : 03/01/2007

Μελετήθηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Σχεδιάστηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Ελέγχθηκε Τσούλκας Ηλίας

**A. T. E. I. ΣΕΡΡΩΝ ΣΤΕΦ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

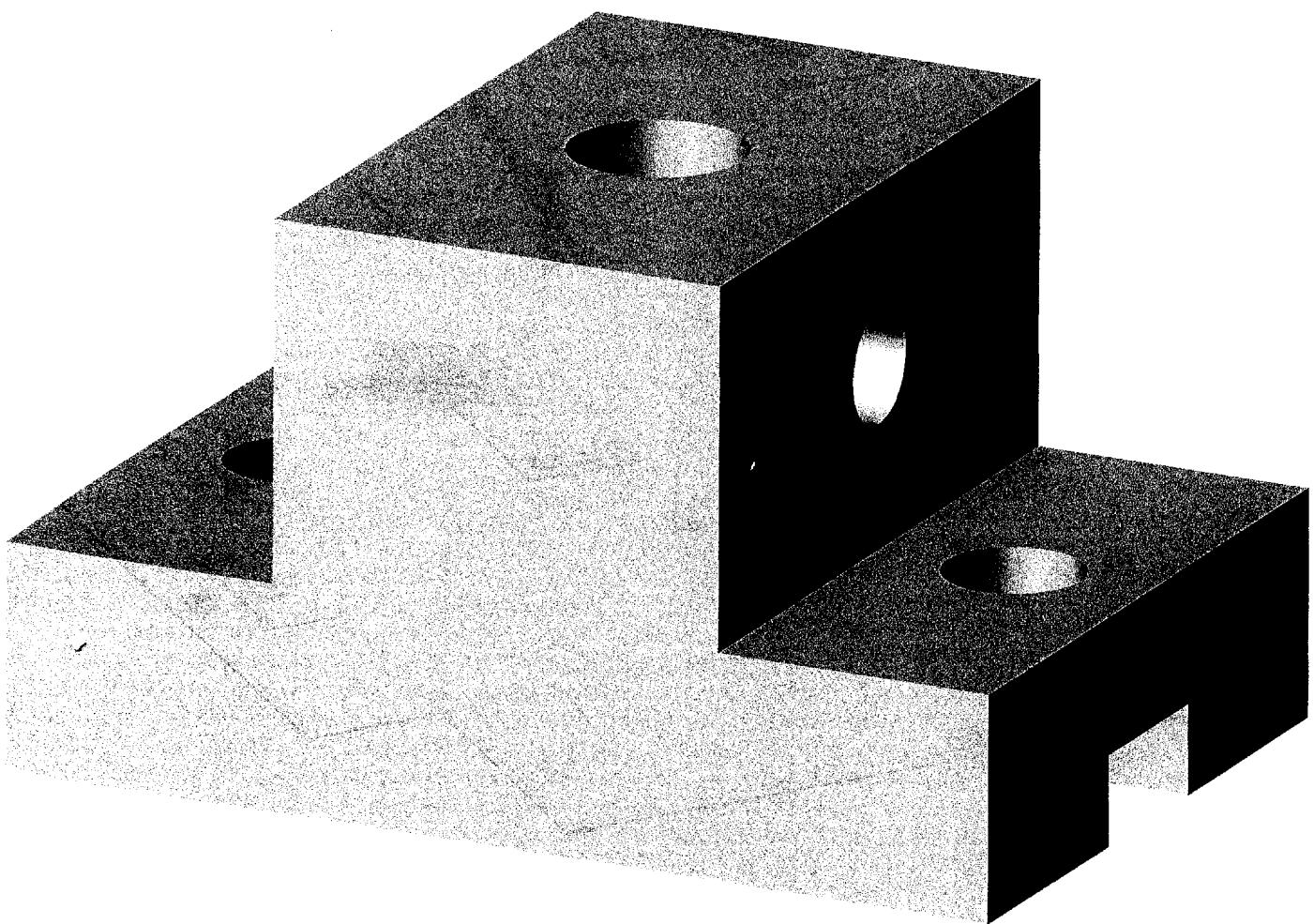
Κλίμακα :

1:1

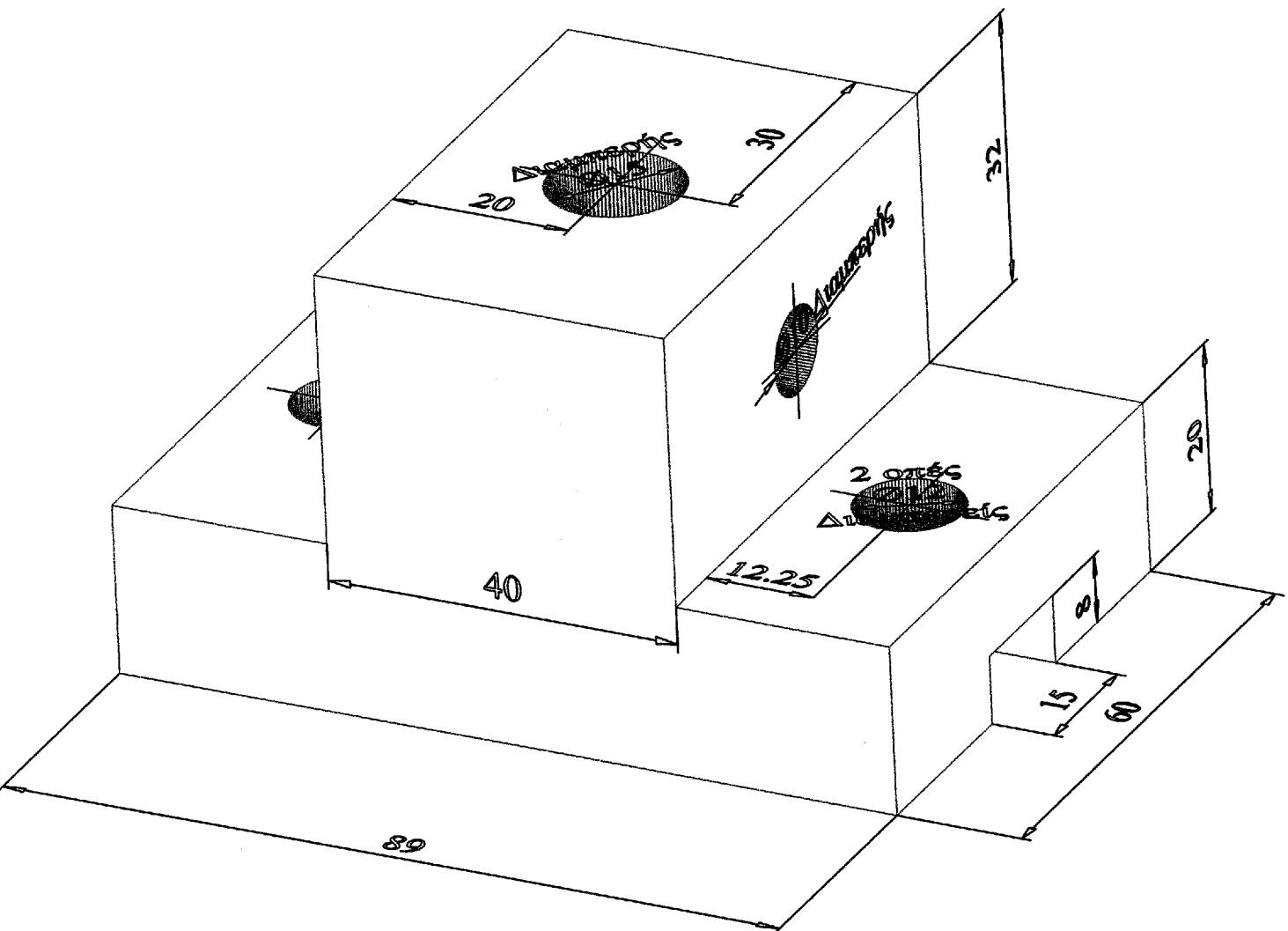
**ΟΨΕΙΣ & ΤΟΜΗ
ΔΟΚΙΜΙΩΝ**

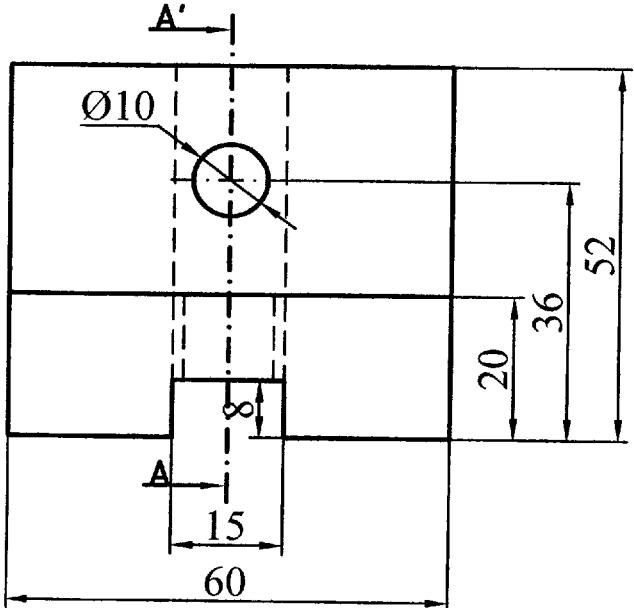
ΔΟΚΙΜΙΟ 11

ΔΟΚΙΜΙΟ 12

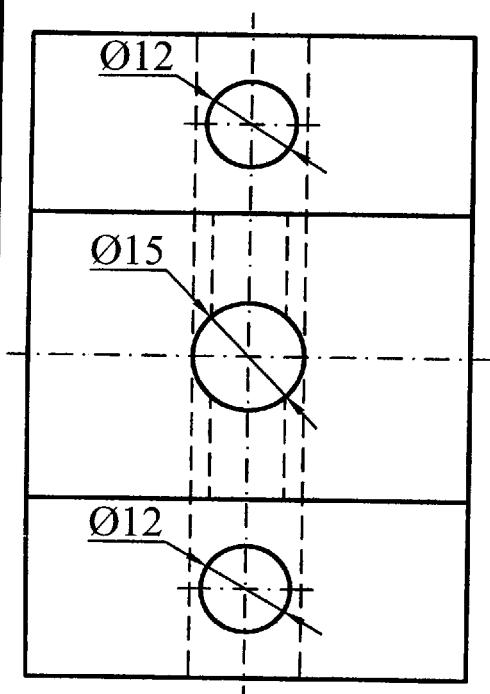
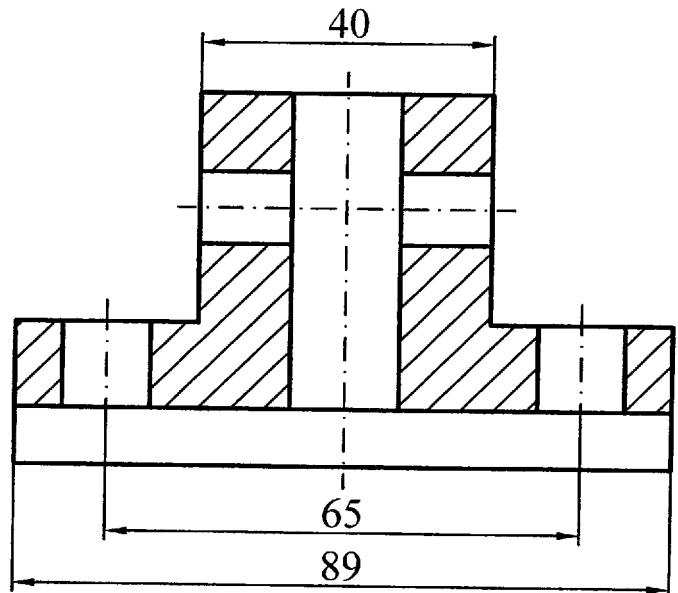


T.E.I. ΣΕΡΡΩΝ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ





ΤΟΜΗ Α'-Α



Ημερομ.Σχεδίασης : 03/01/2007

Μελετήθηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Σχεδιάστηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Ελέγχθηκε Τσούλκας Ηλίας

Κλίμακα :

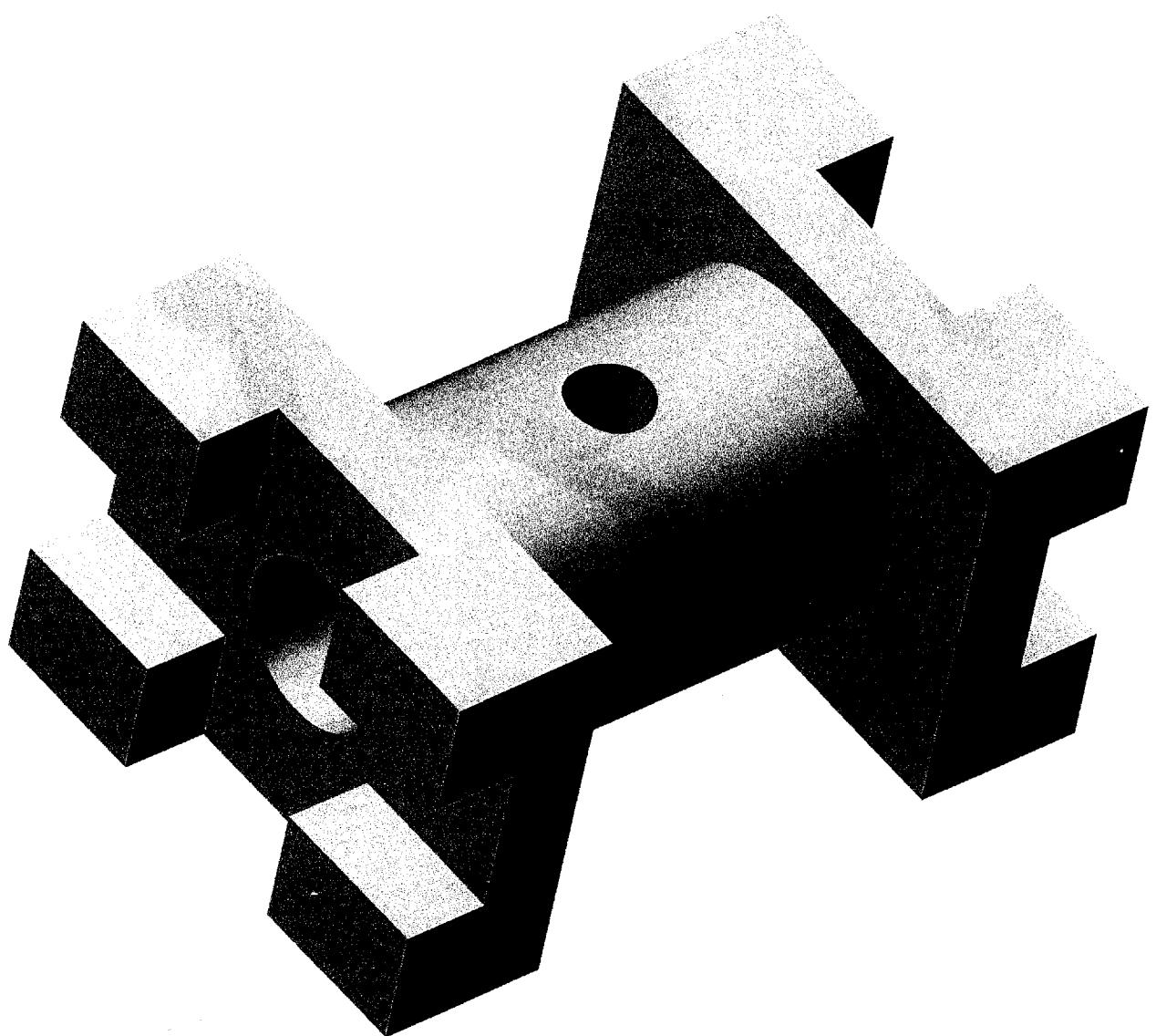
1:1

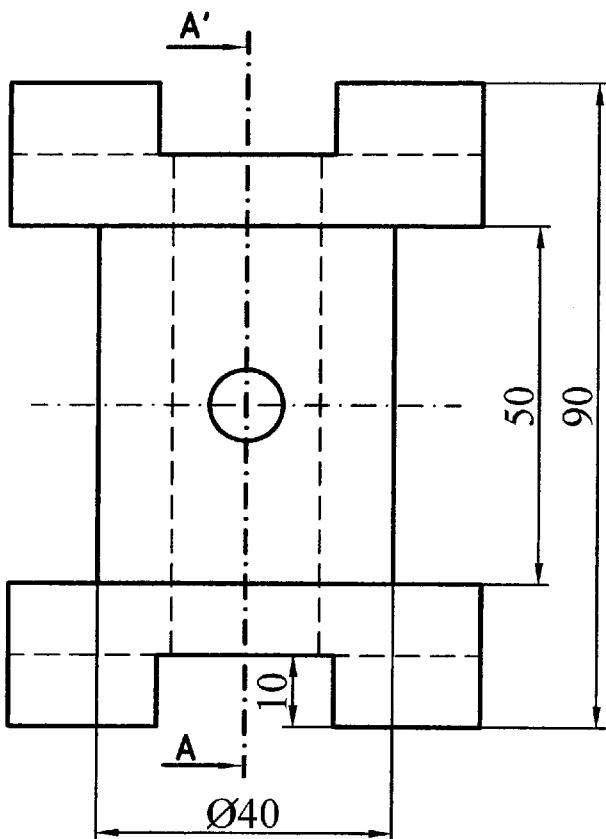
**A. T. E. I. ΣΕΡΡΩΝ ΣΤΕΦ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΟΨΕΙΣ & ΤΟΜΗ
ΔΟΚΙΜΙΩΝ**

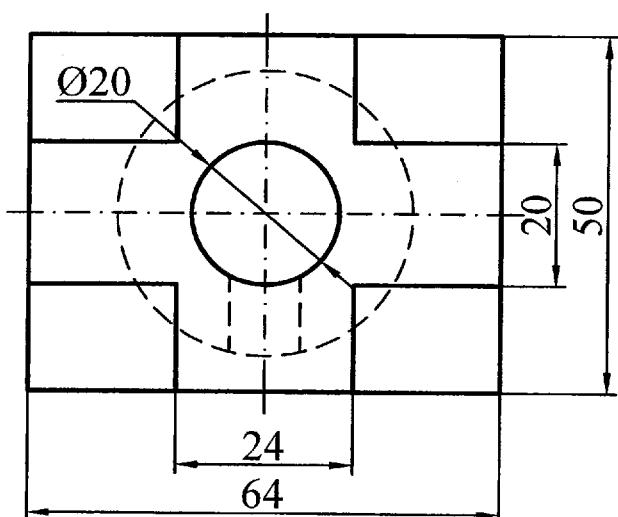
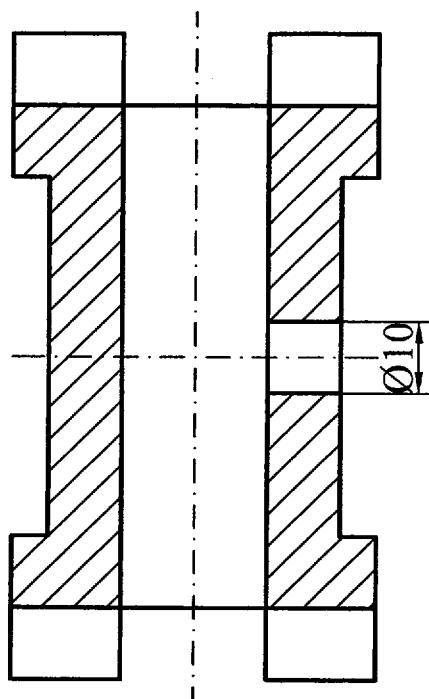
ΔΟΚΙΜΙΟ 12

ΔΟΚΙΜΙΟ 13





ΤΟΜΗ Α'-Α



Ημερομ.Σχεδίασης : 03/01/2007

Μελετήθηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Σχεδιάστηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Ελέγχθηκε Τσούλκας Ηλίας

Κλίμακα :

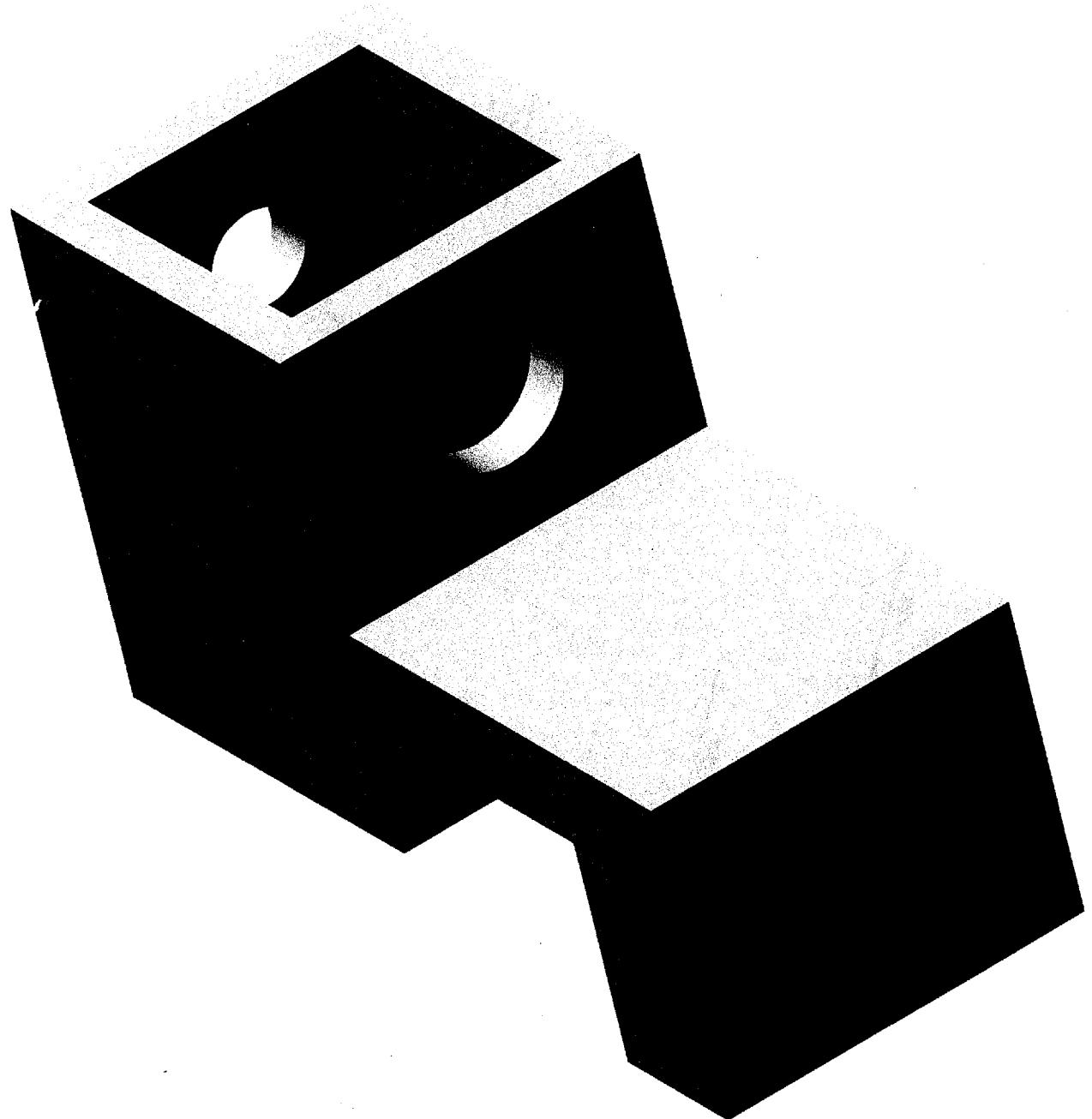
1:1

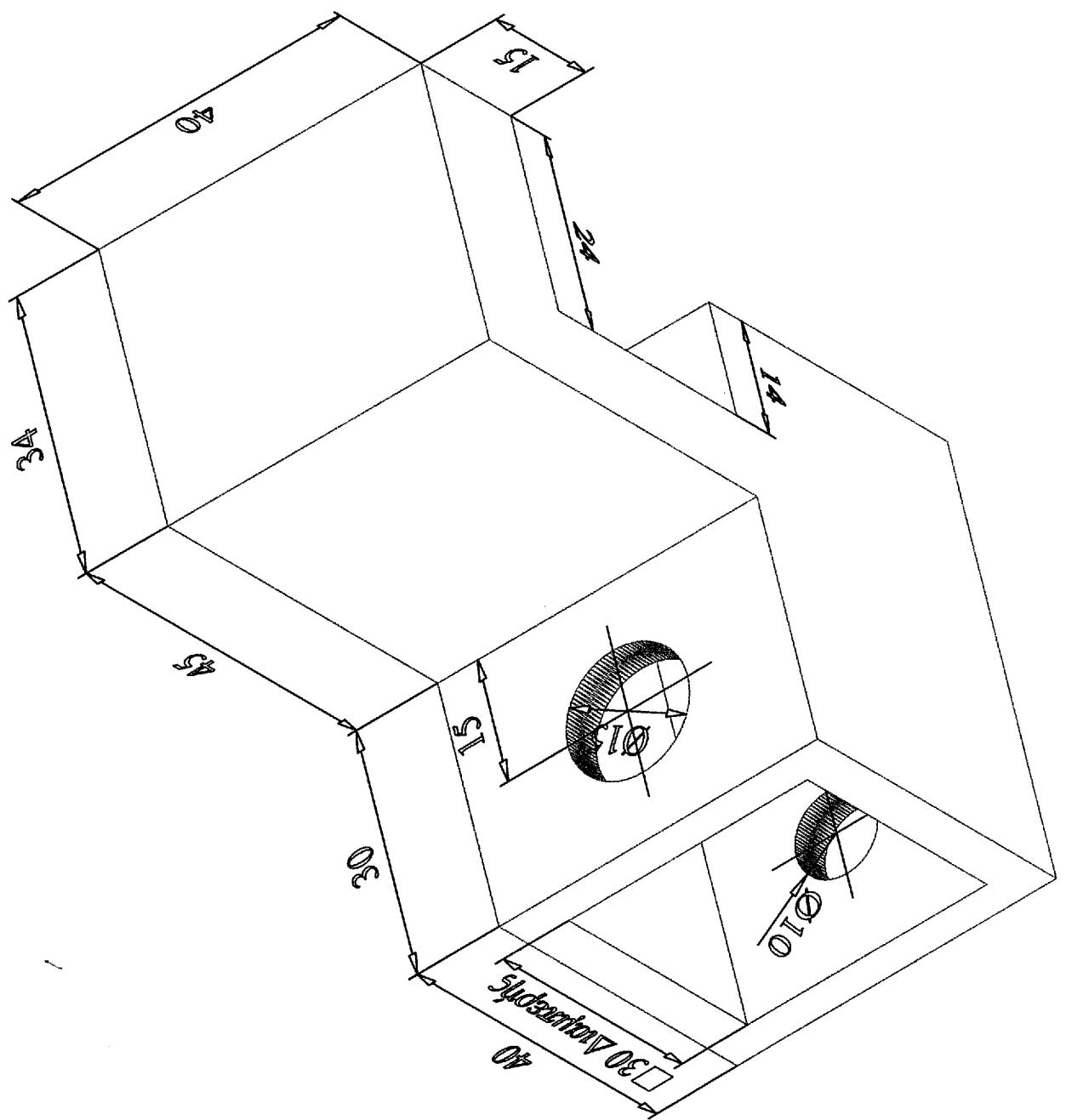
**A. T. E. I. ΣΕΡΡΩΝ ΣΤΕΦ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΟΨΕΙΣ & ΤΟΜΗ
ΔΟΚΙΜΙΩΝ**

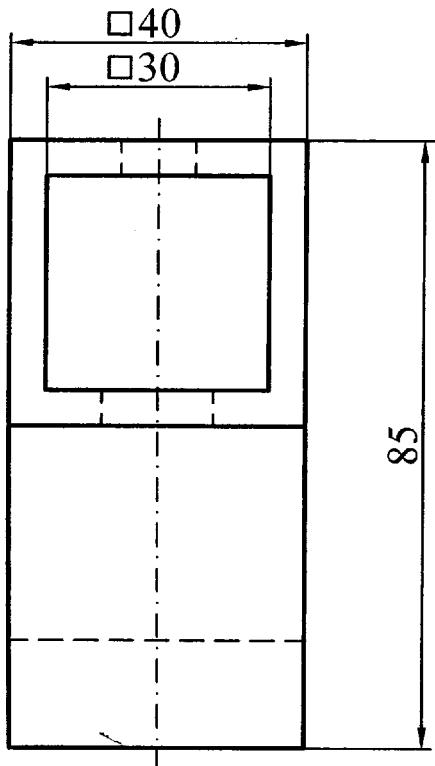
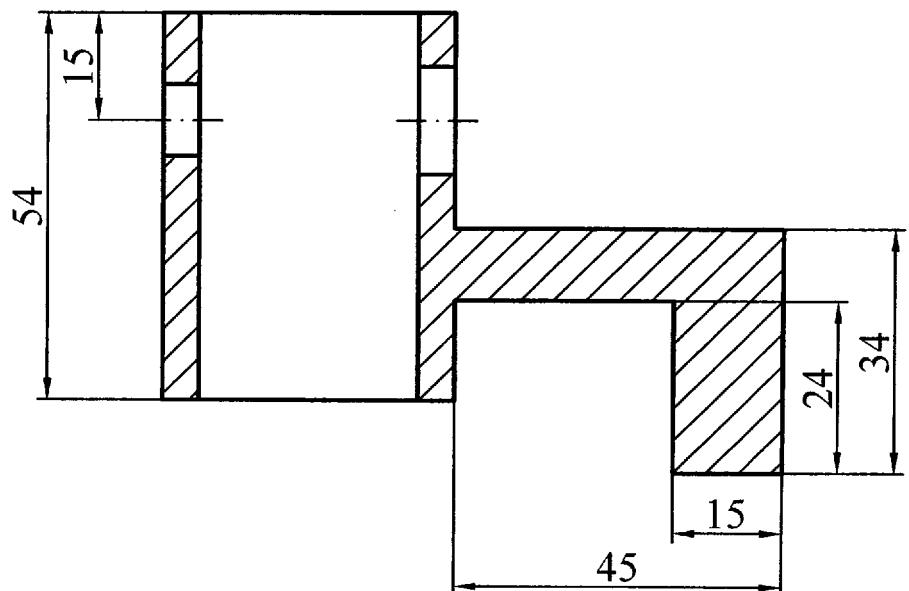
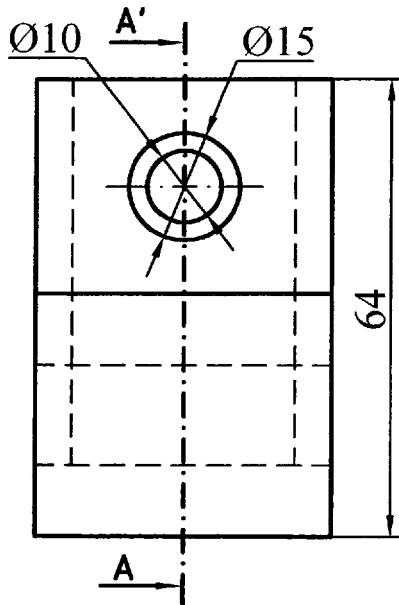
ΔΟΚΙΜΙΟ 13

ΔΟΚΙΜΙΟ 14





ΤΟΜΗ Α'-Α



Ημερομ.Σχεδίασης : 03/01/2007

Μελετήθηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Σχεδιάστηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Ελέγχθηκε Τσούλκας Ηλίας

Κλίμακα :

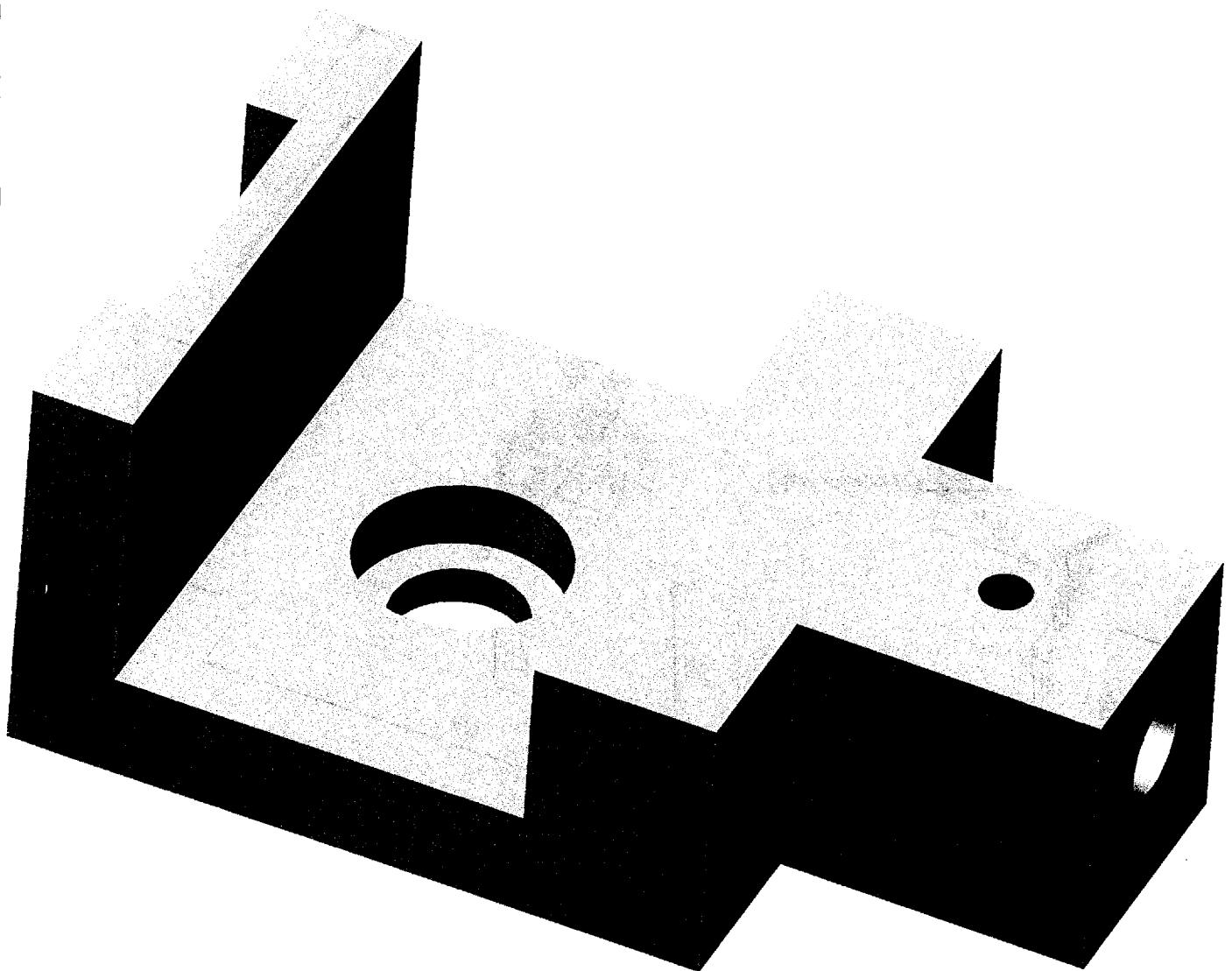
1:1

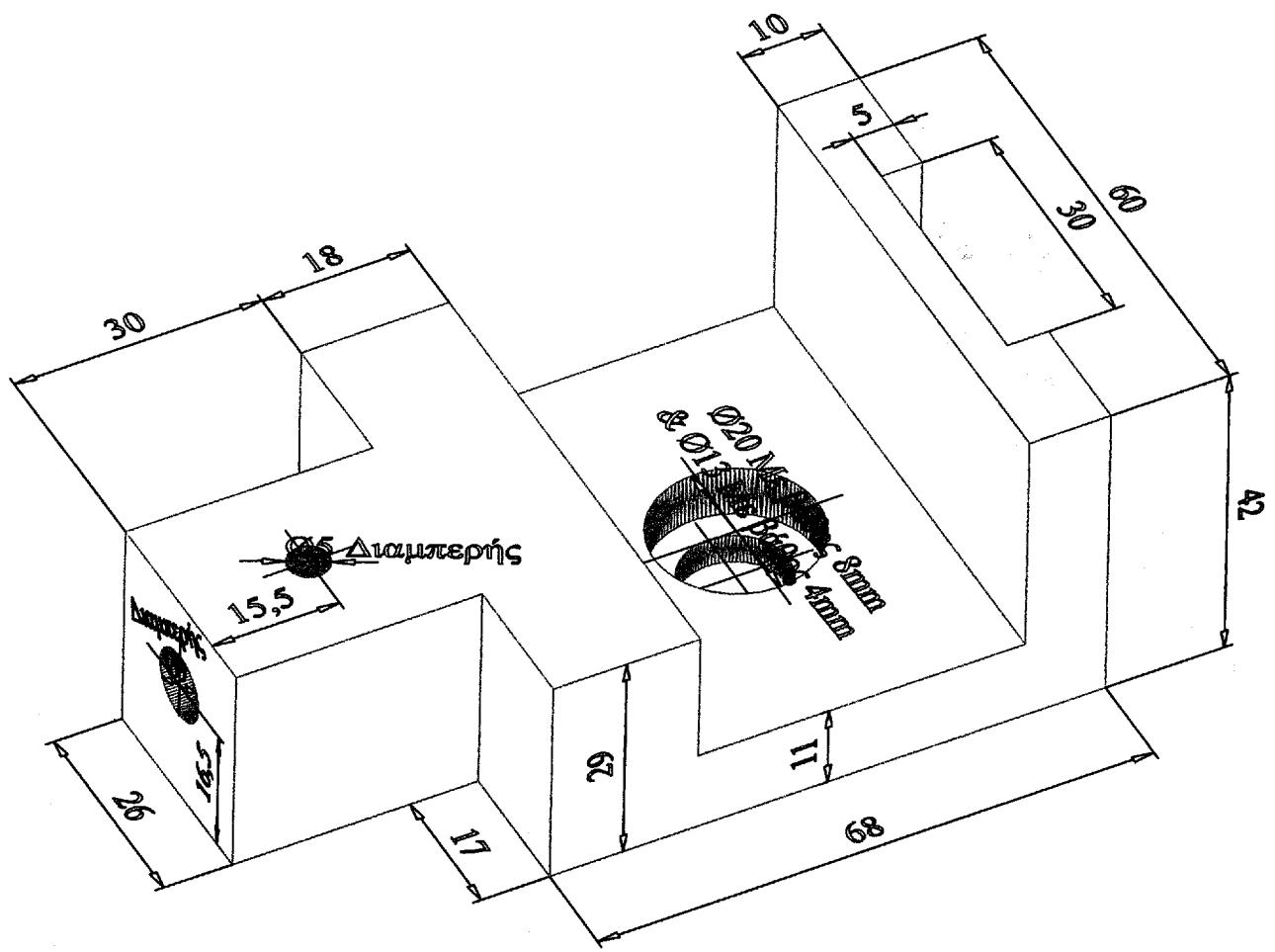
**A. T. E. I. ΣΕΡΡΩΝ ΣΤΕΦ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΟΨΕΙΣ & ΤΟΜΗ
ΔΟΚΙΜΙΩΝ**

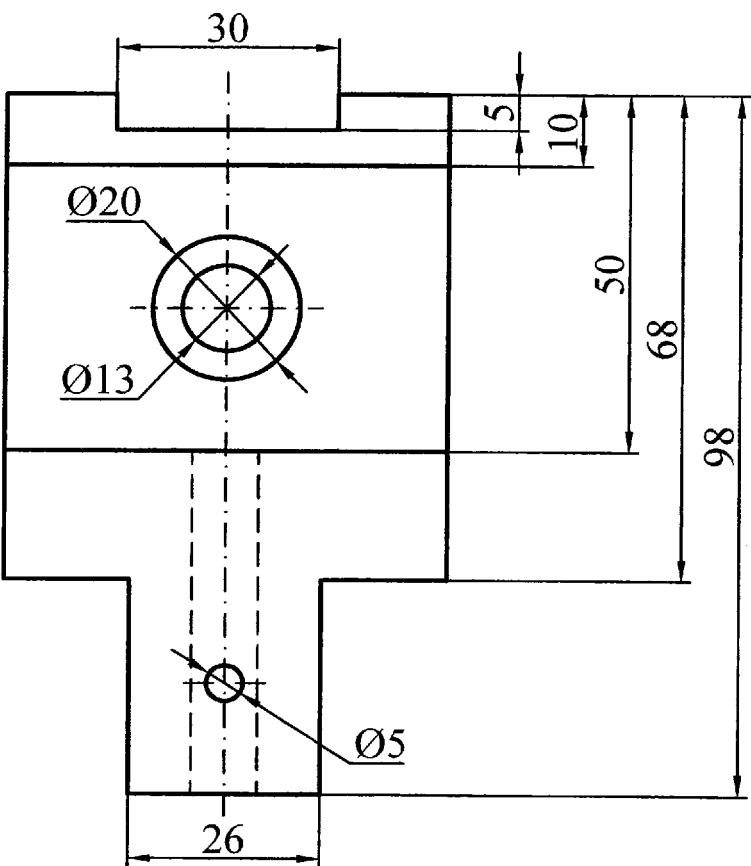
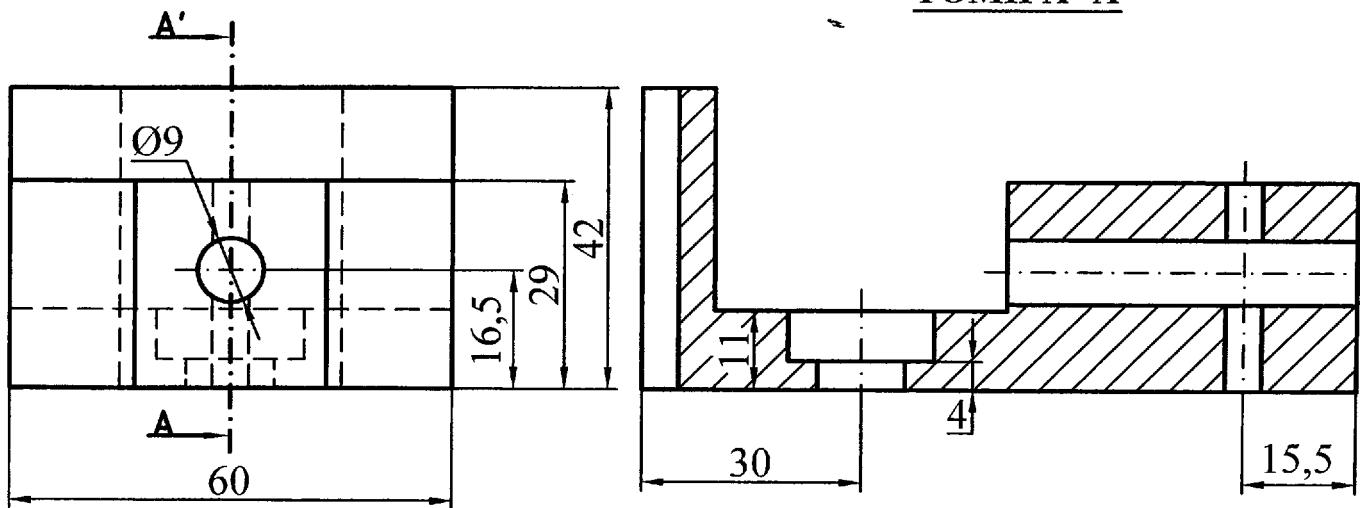
ΔΟΚΙΜΙΟ 14

ΔΟΚΙΜΙΟ 15





ΤΟΜΗ Α'-Α



Ημερομ.Σχεδίασης : 03/01/2007

Μελετήθηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Σχεδιάστηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Ελέγχθηκε Τσούλκας Ηλίας

Κλίμακα :

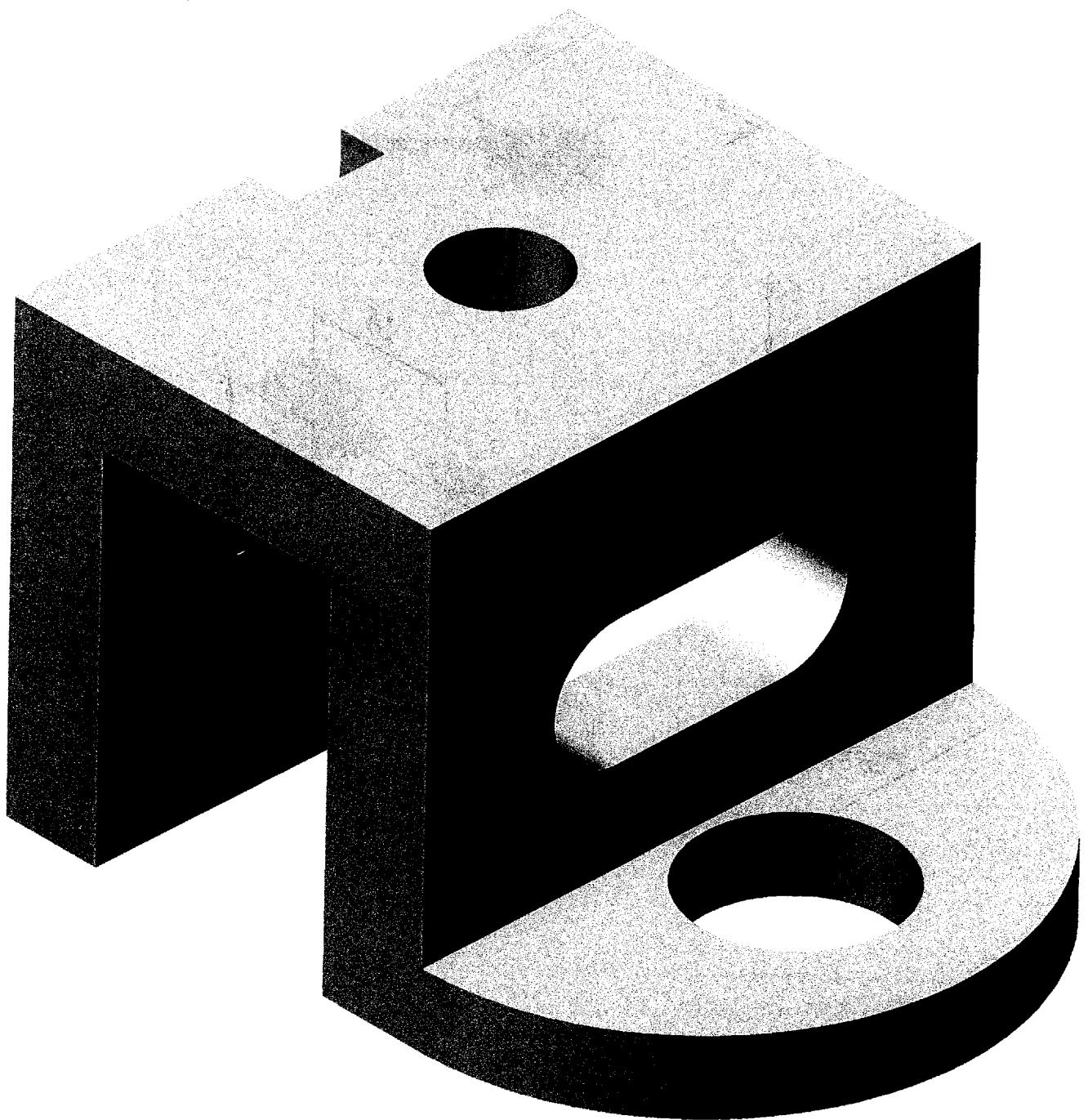
1:1

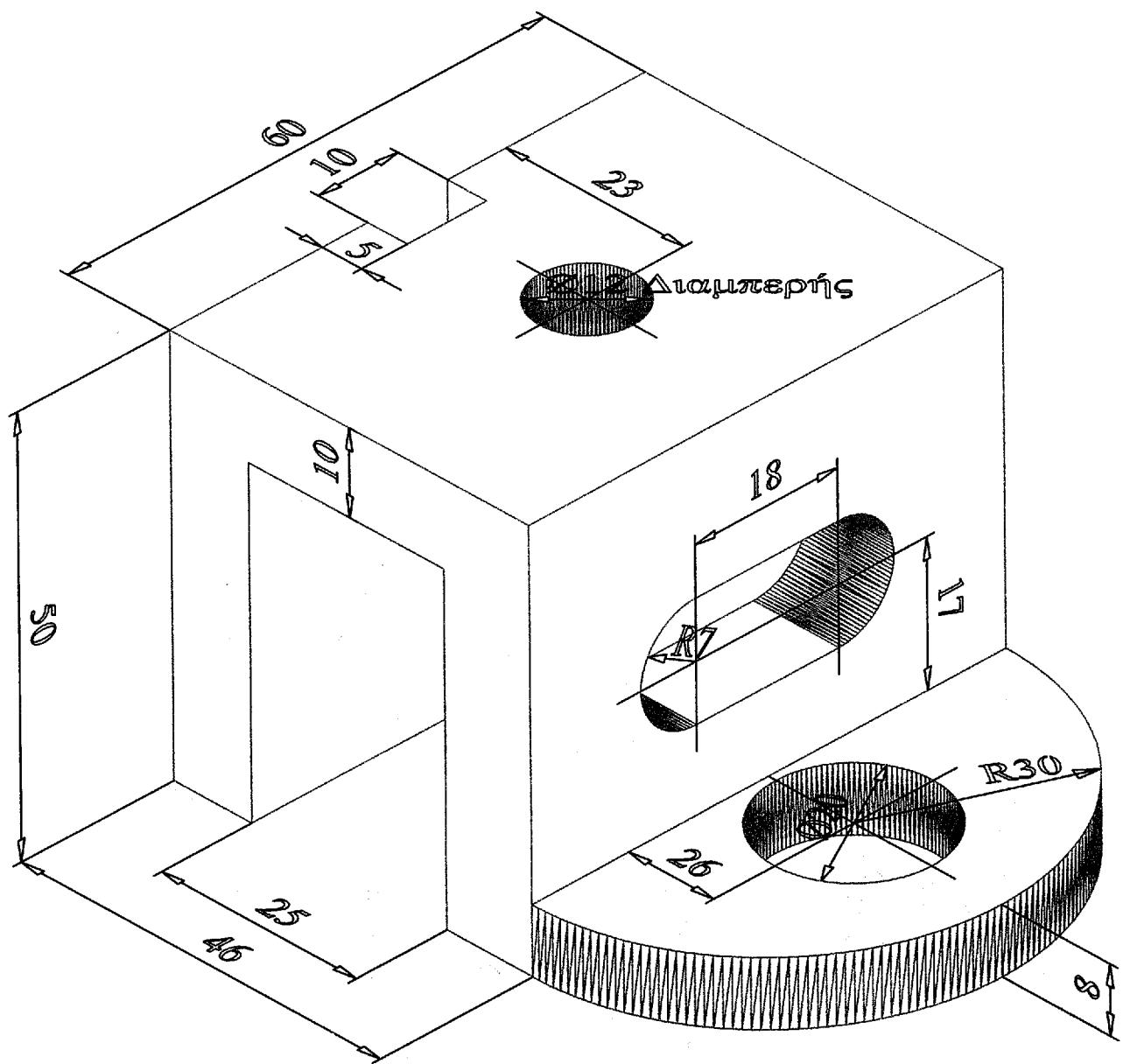
**A. T. E. I. ΣΕΡΡΩΝ ΣΤΕΦ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

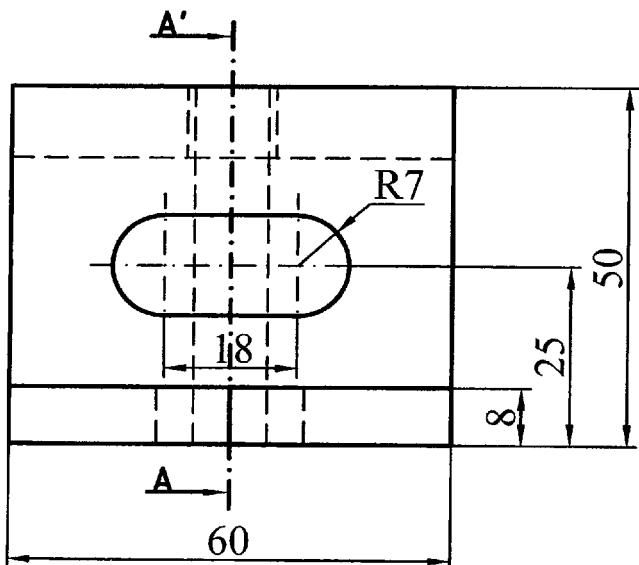
**ΟΨΕΙΣ & ΤΟΜΗ
ΔΟΚΙΜΙΩΝ**

ΔΟΚΙΜΙΟ 15

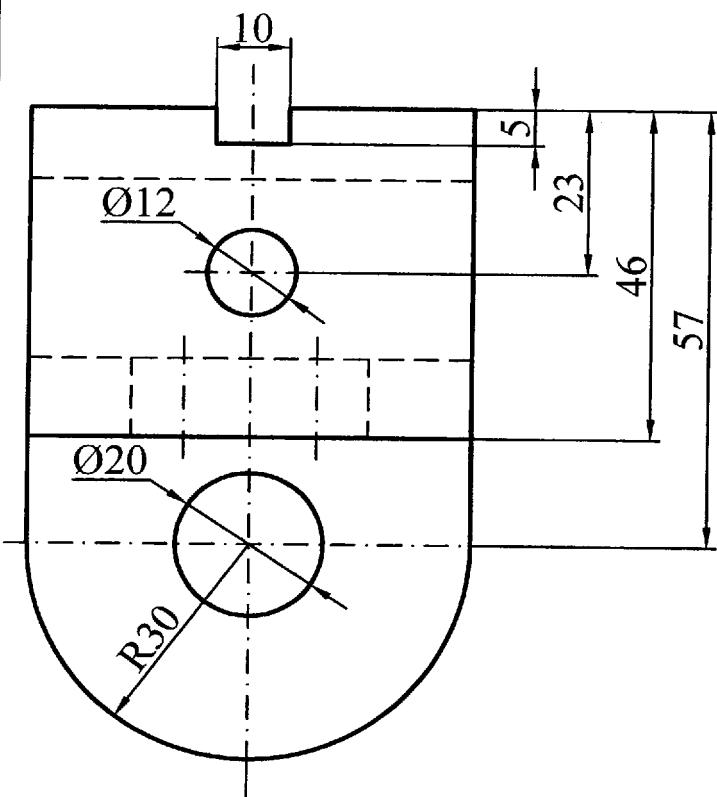
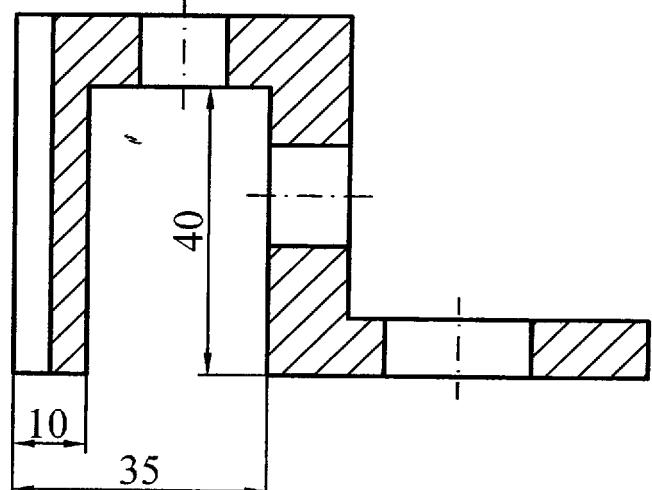
ΔΟΚΙΜΙΟ 16







TOMH A'-A



Ημερομ.Σχεδίασης : 03/01/2007

Μελετήθηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Σχεδιάστηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Ελέγχθηκε Τσούλκας Ηλίας

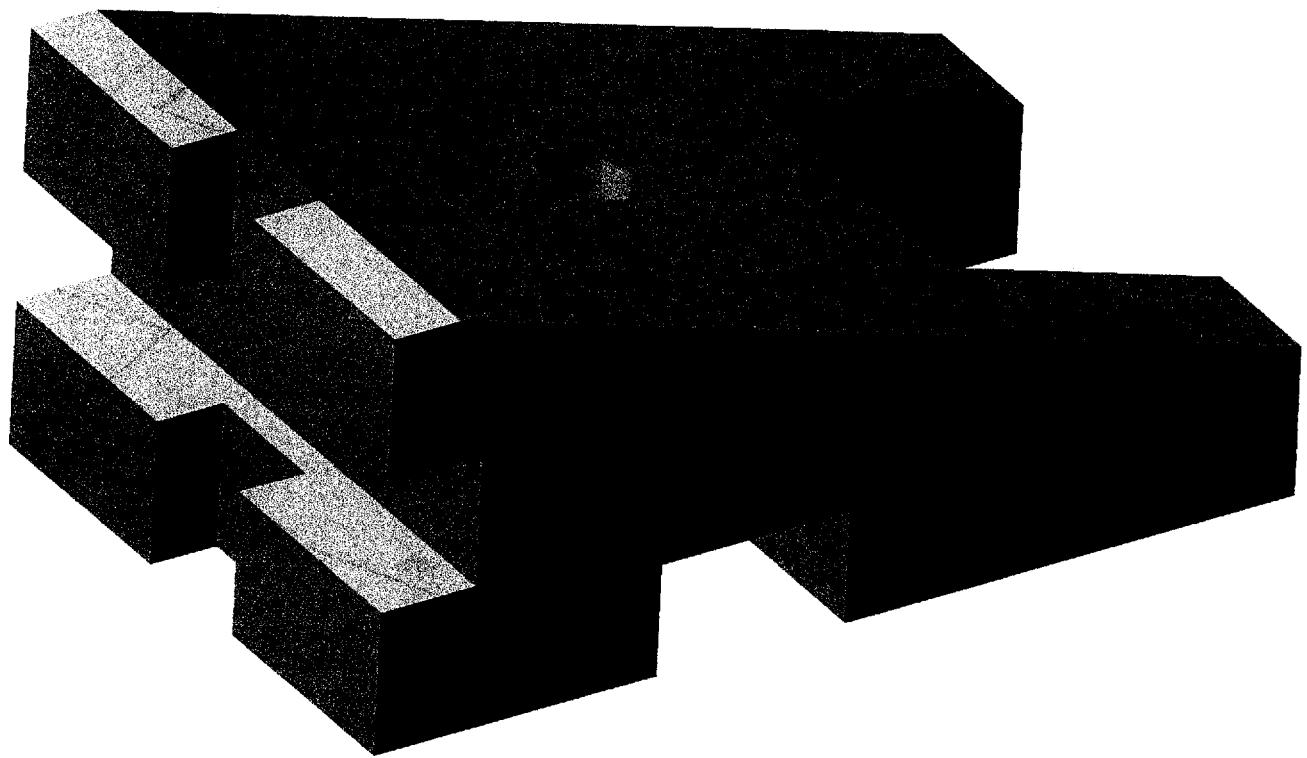
A . T . E . I . Σ E P P Ω N ΣΤΕΦ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

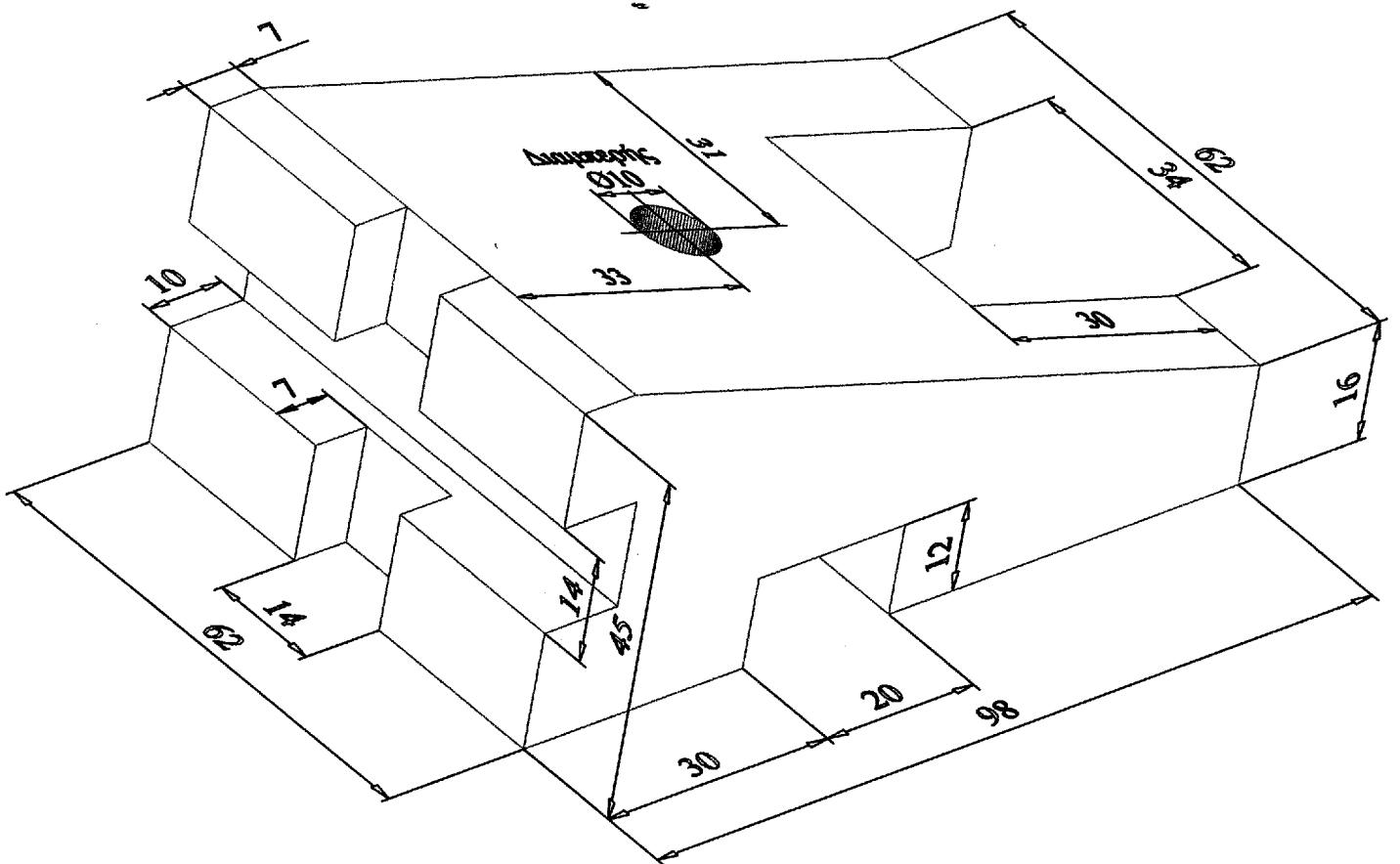
Κλίμακα :
1:1

ΟΨΕΙΣ & ΤΟΜΗ
ΔΟΚΙΜΙΩΝ

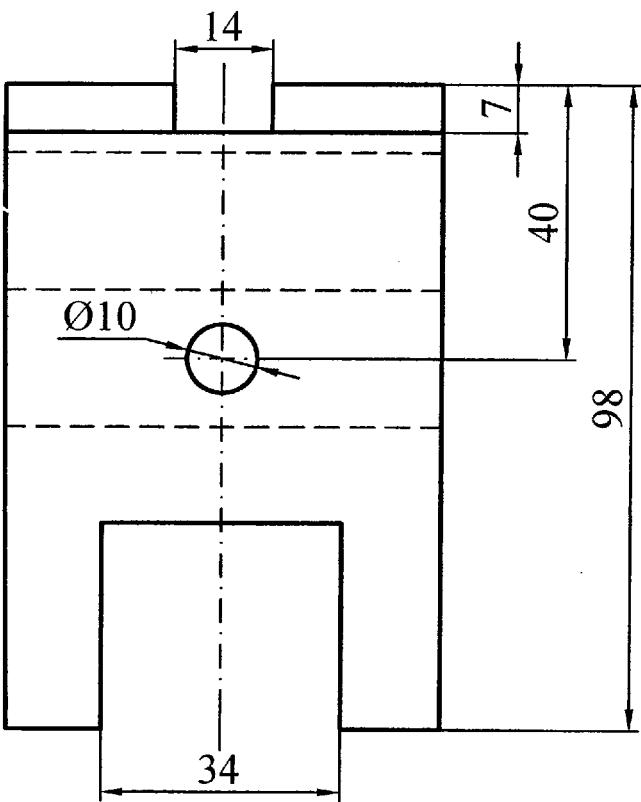
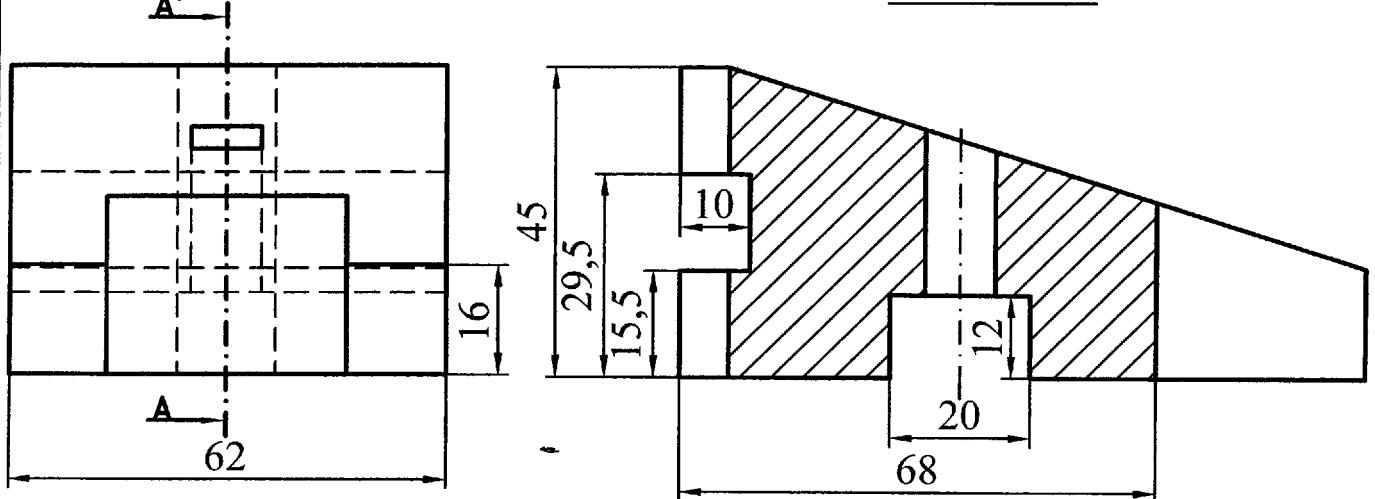
ΔΟΚΙΜΙΟ 16

ΔΟΚΙΜΙΟ 17





TOMH A'-A



Ημερομ.Σχεδίασης : 03/01/2007

Μελετήθηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Σχεδιάστηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Ελέγχθηκε Τσούλκας Ηλίας

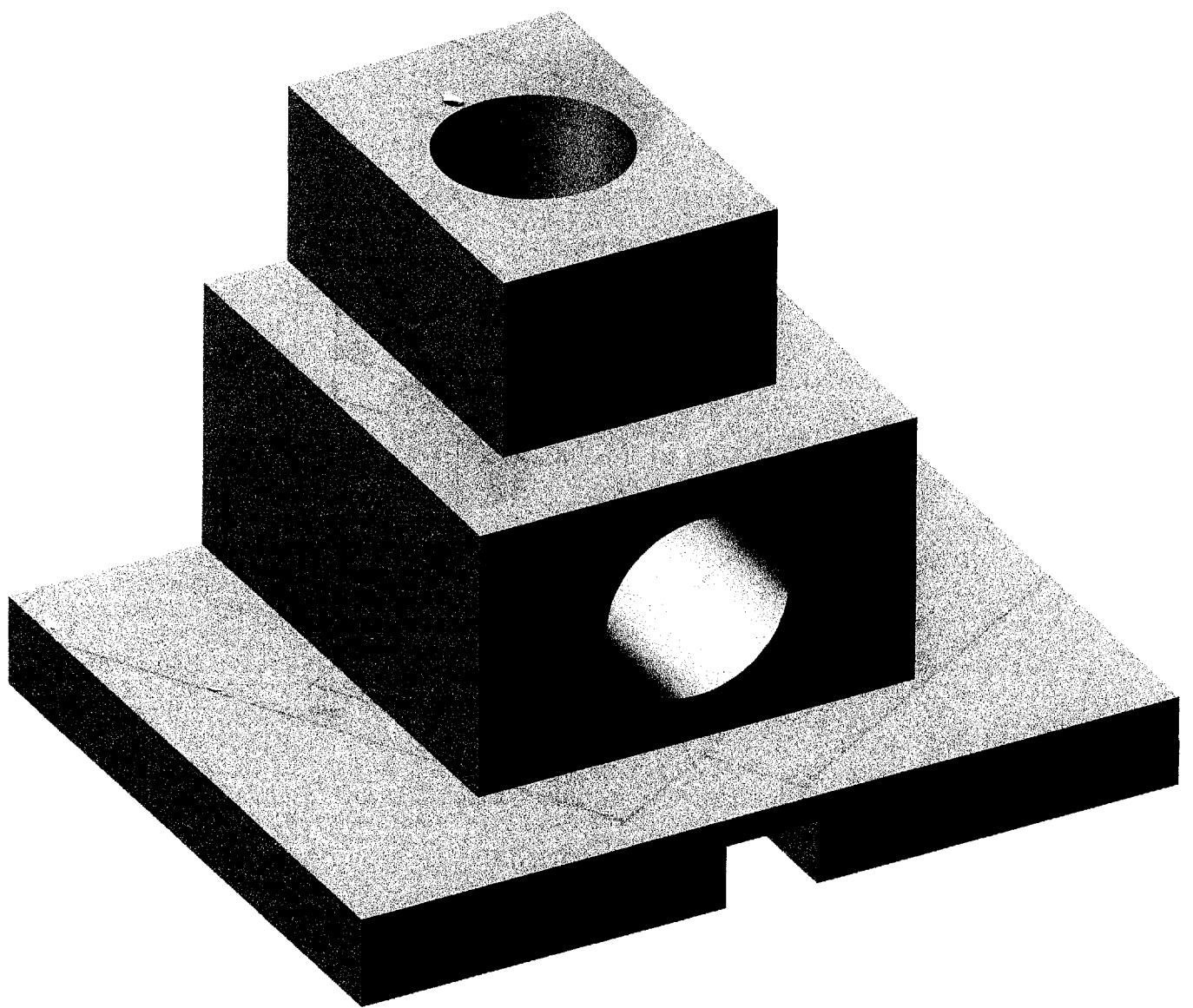
**A. T. E. I. ΣΕΡΡΩΝ ΣΤΕΦ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

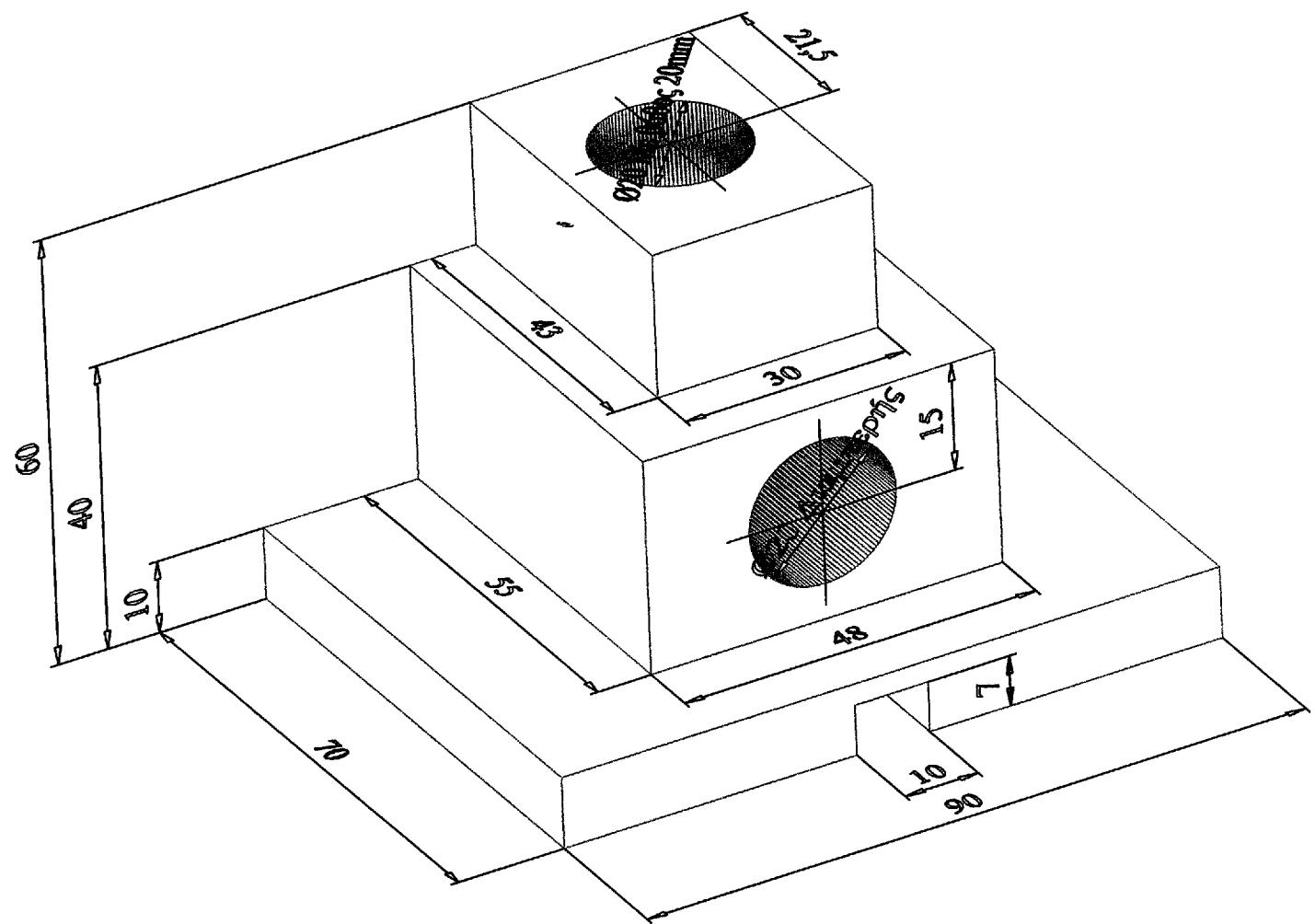
Κλίμακα :
1:1

**ΟΨΕΙΣ & ΤΟΜΗ
ΔΟΚΙΜΙΩΝ**

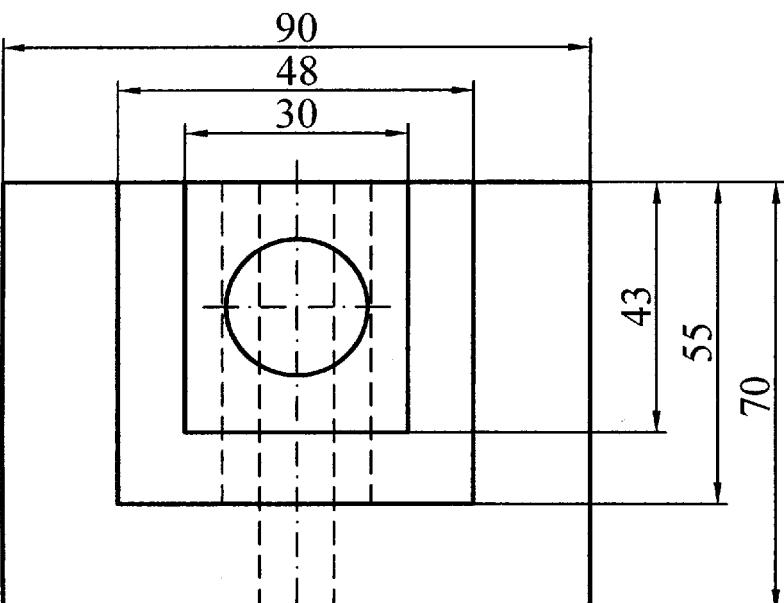
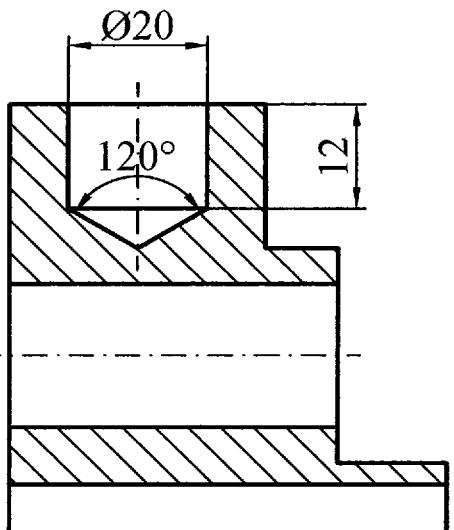
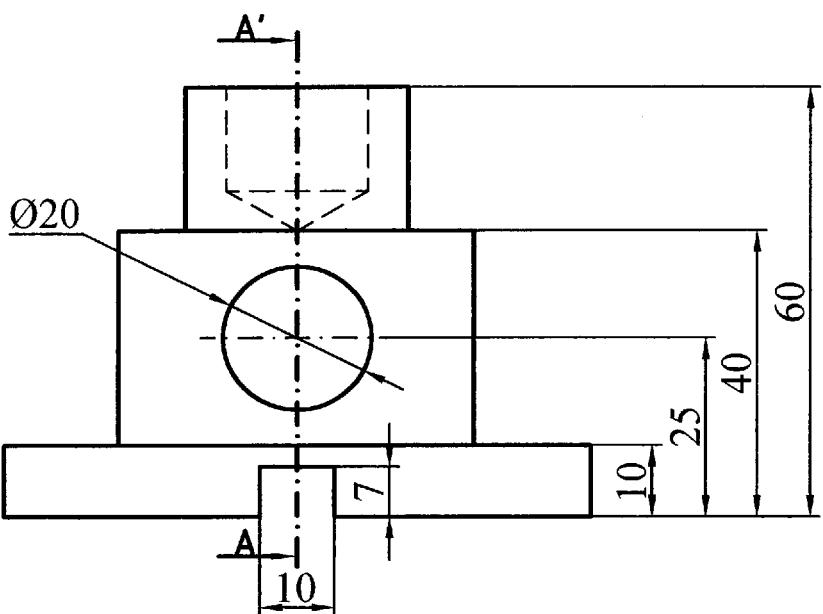
ΔΟΚΙΜΙΟ 17

ΔΟΚΙΜΙΟ 18





TOMH A'-A



Ημερομ.Σχεδίασης : 03/01/2007

Μελετήθηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Σχεδιάστηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Ελέγχθηκε Τσουύλκας Ηλίας

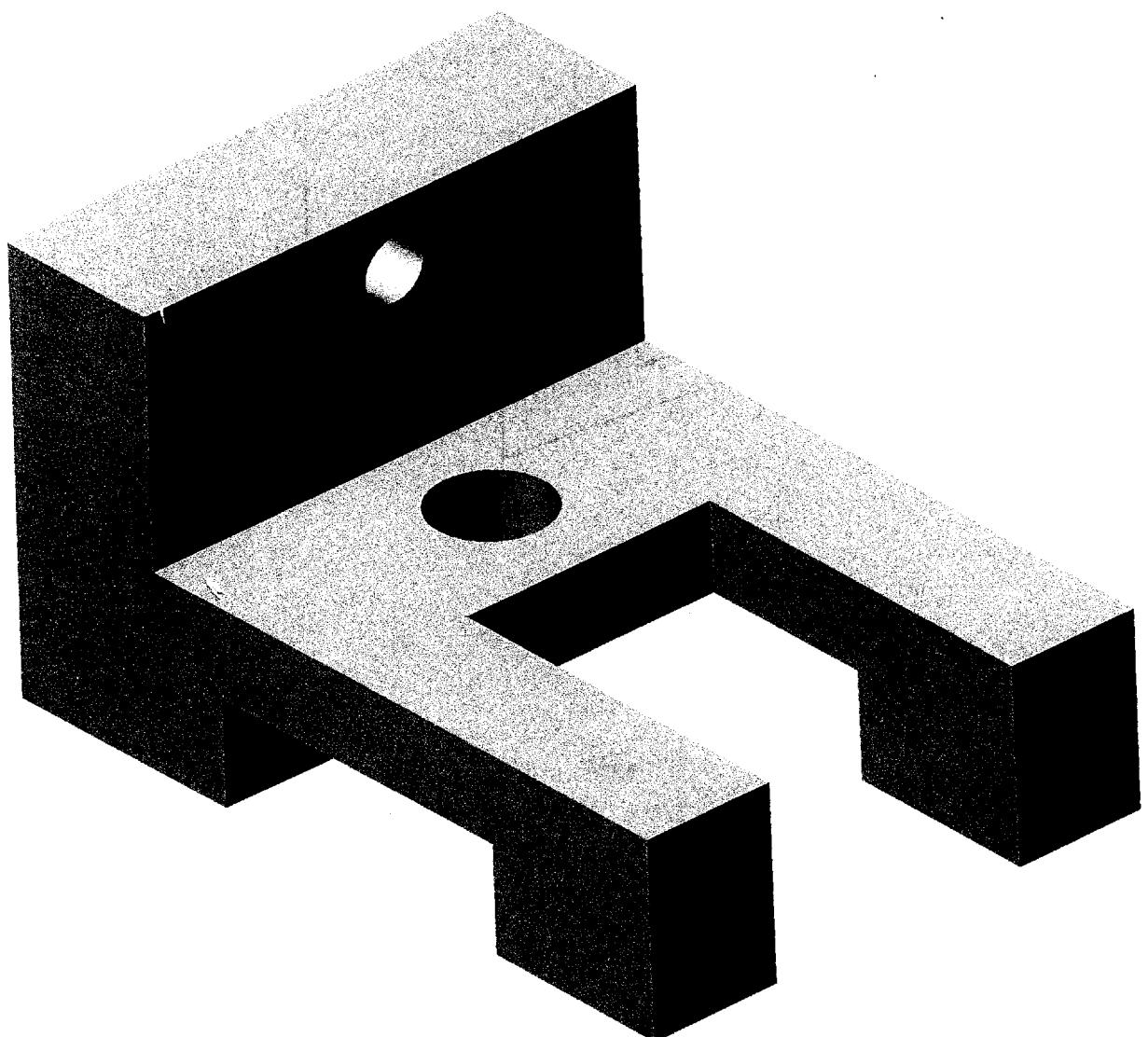
A. T. E. I. ΣΕΡΡΩΝ ΣΤΕΦ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Κλίμακα :
1:1

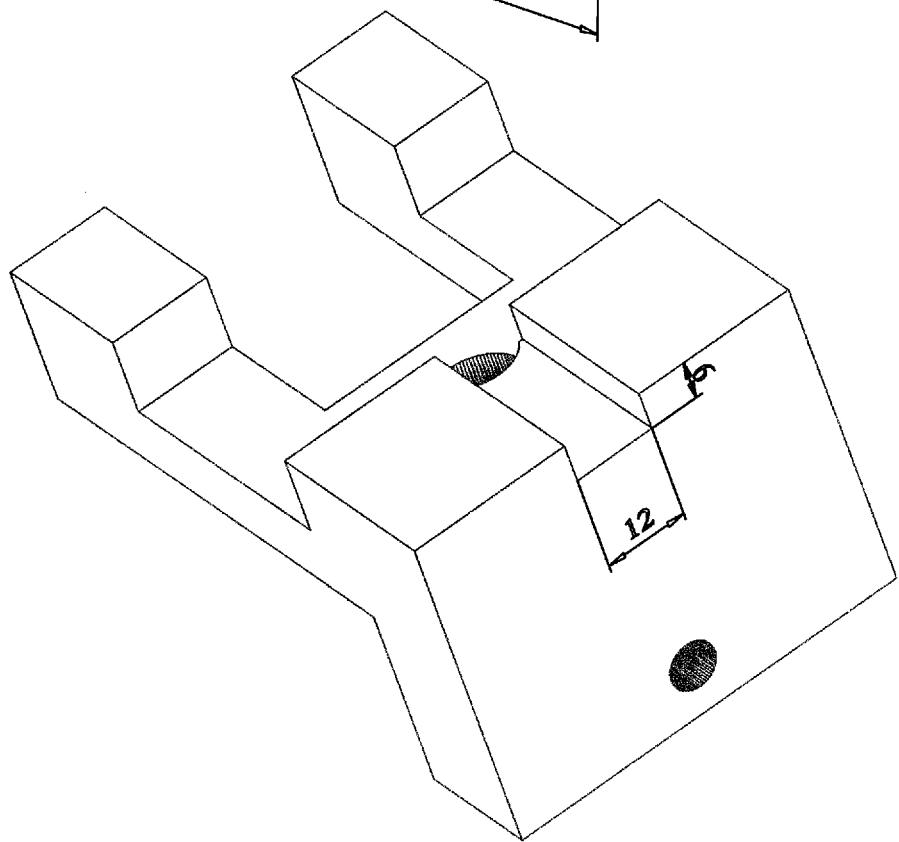
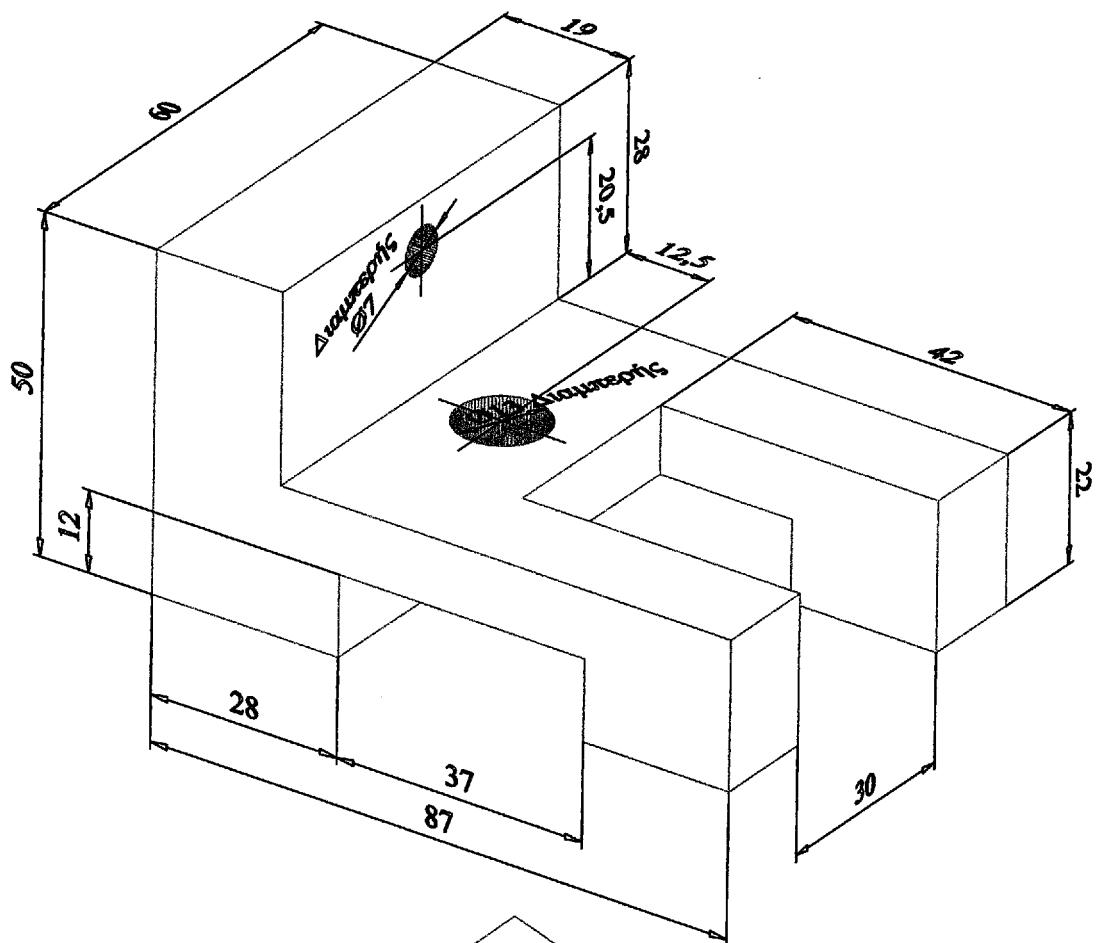
**ΟΨΕΙΣ & ΤΟΜΗ
ΔΟΚΙΜΙΩΝ**

ΔΟΚΙΜΙΟ 18

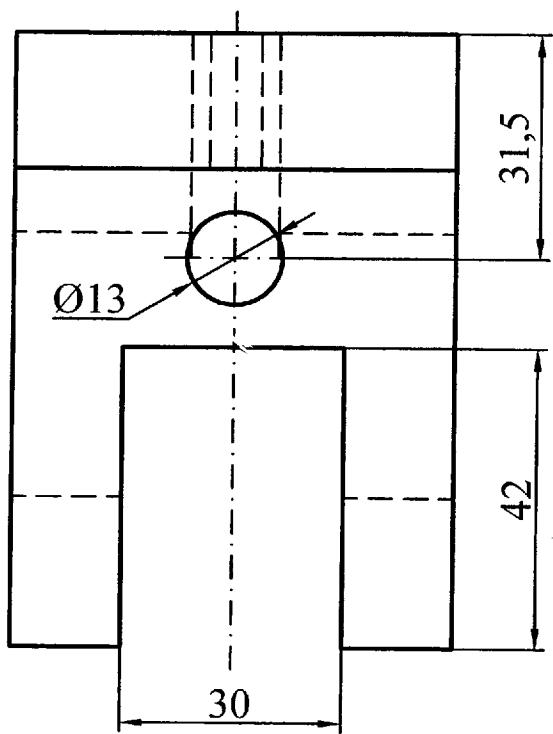
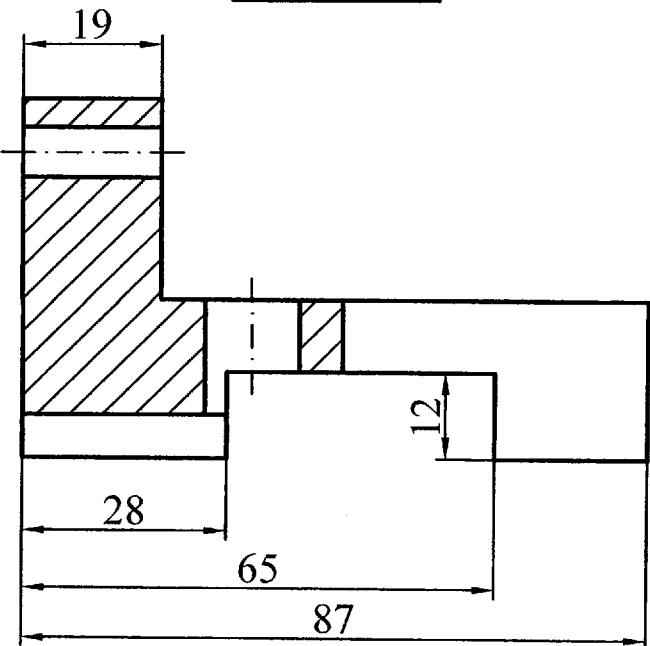
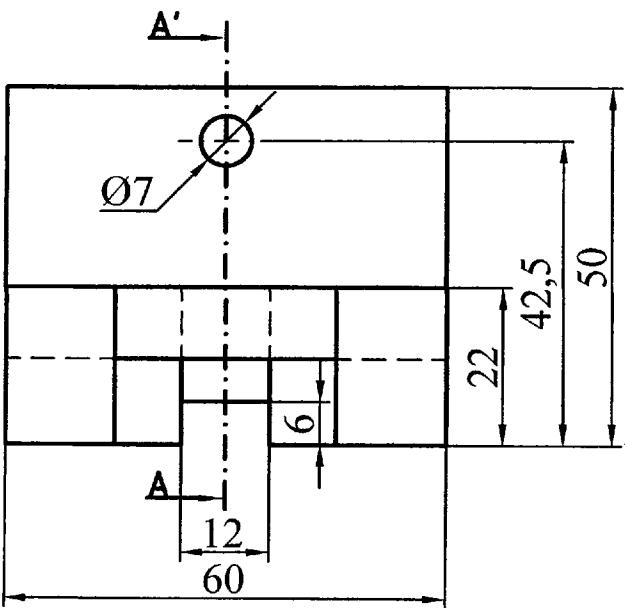
ΔΟΚΙΜΙΟ 19



Τ.Ε.Ι. ΣΕΡΡΩΝ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



ΤΟΜΗ Α'-Α



Ημερομ.Σχεδίασης : 03/01/2007

Μελετήθηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Σχεδιάστηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Ελέγχθηκε Τσούλκας Ηλίας

**A. T. E. I. ΣΕΡΡΩΝ ΣΤΕΦ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

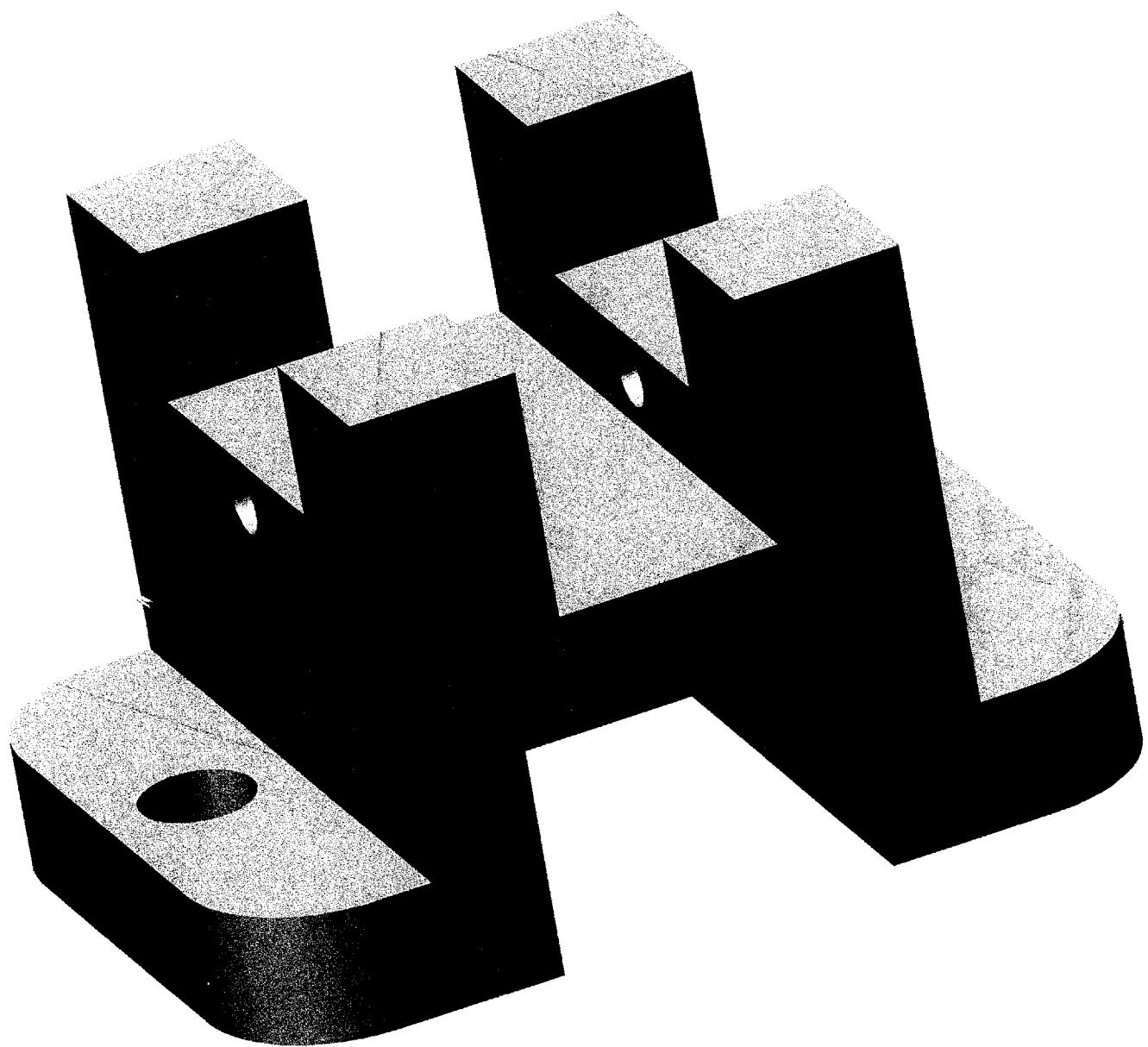
Κλίμακα :

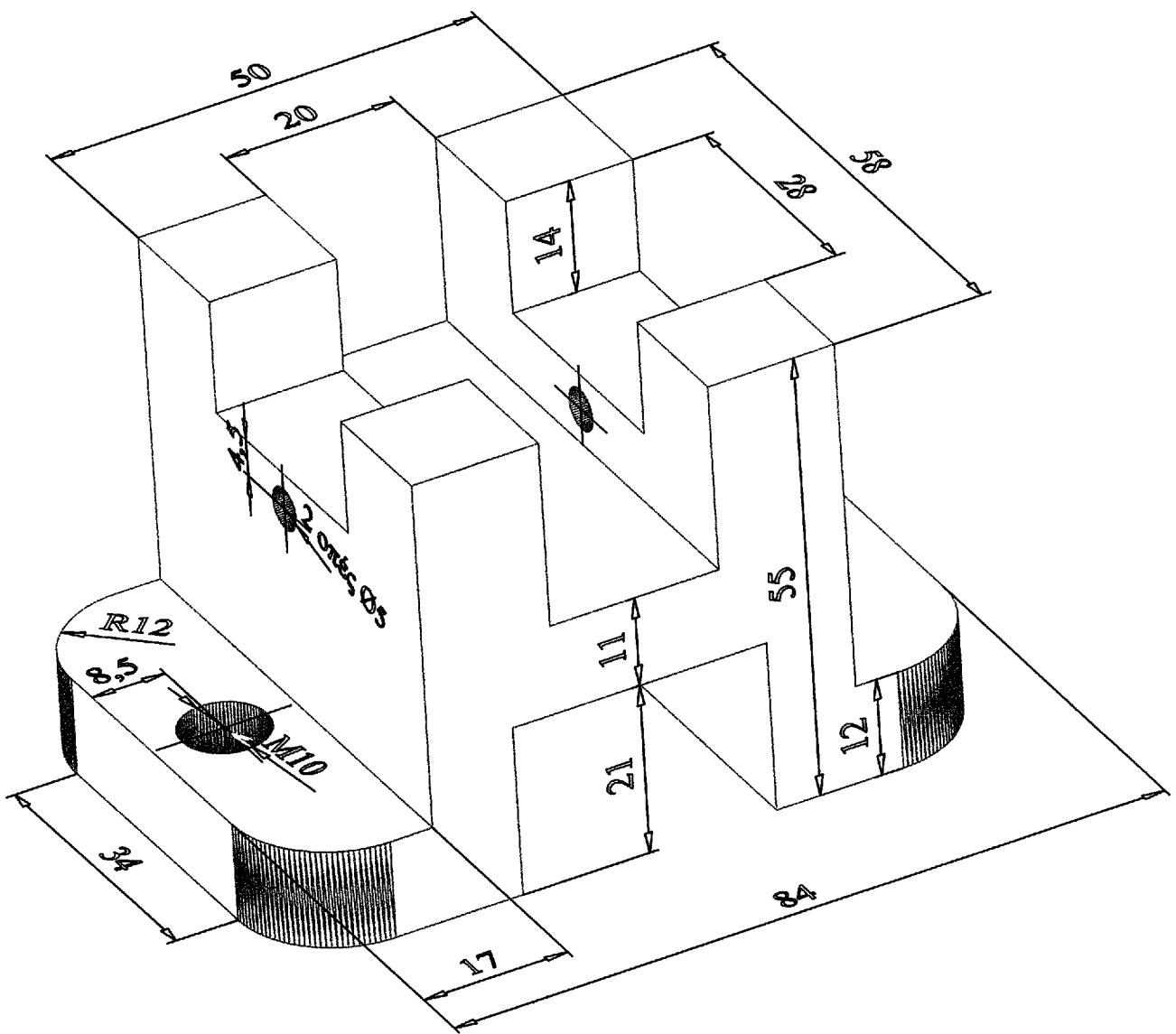
1:1

**ΟΨΕΙΣ & ΤΟΜΗ
ΔΟΚΙΜΙΩΝ**

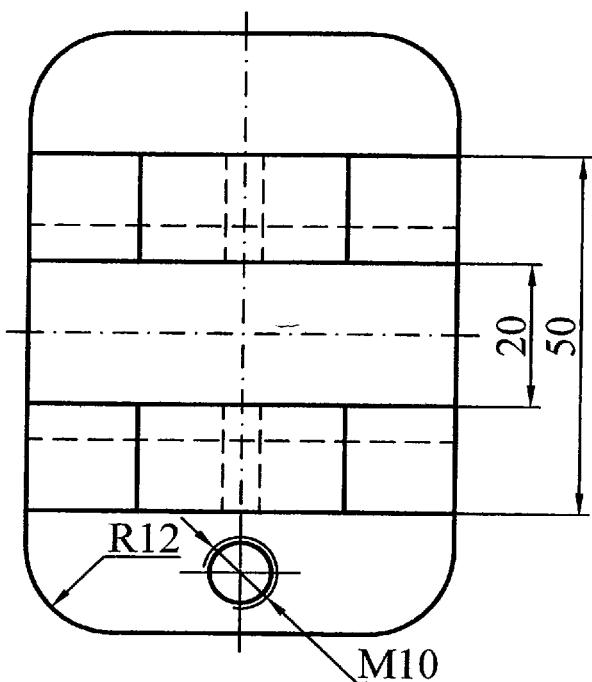
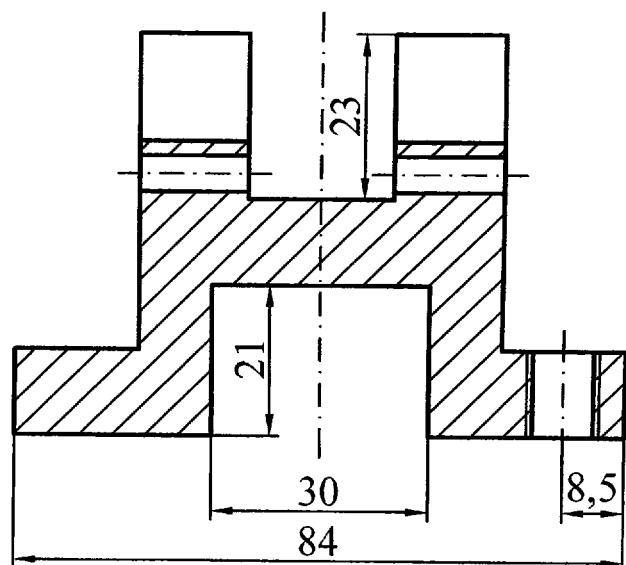
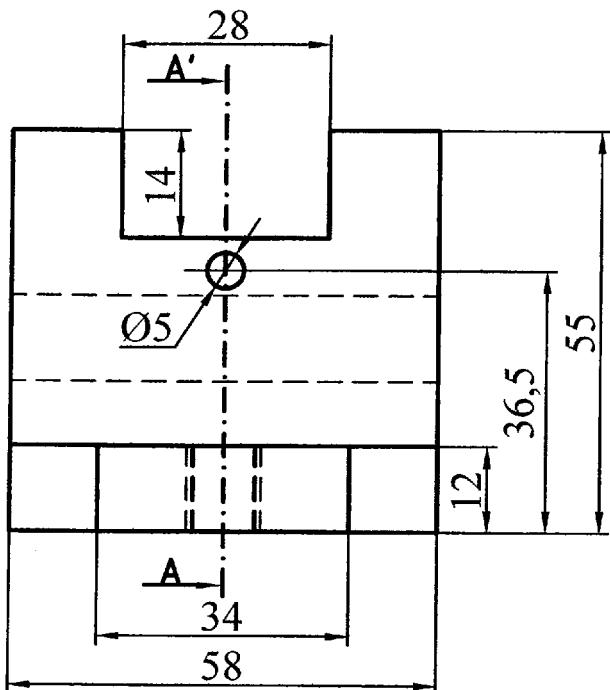
ΔΟΚΙΜΙΟ 19

ΔΟΚΙΜΙΟ 20





ΤΟΜΗ Α'-Α



Όλα τα τόξα
R12

Ημερομ.Σχεδίασης : 03/01/2007

Μελετήθηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Σχεδιάστηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Ελέγχθηκε Τσούλκας Ηλίας

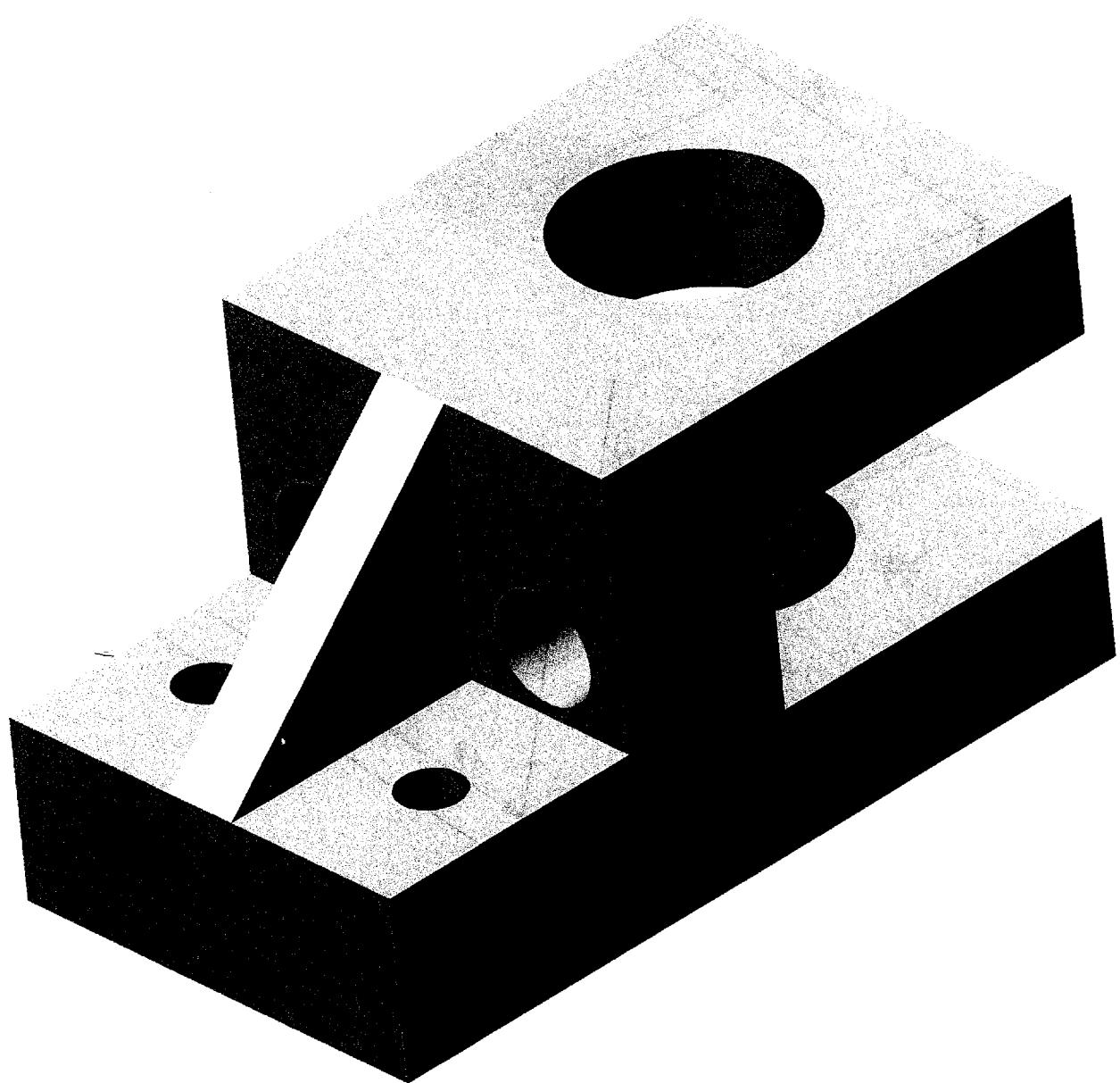
A. T. E. I. ΣΕΡΡΩΝ ΣΤΕΦ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

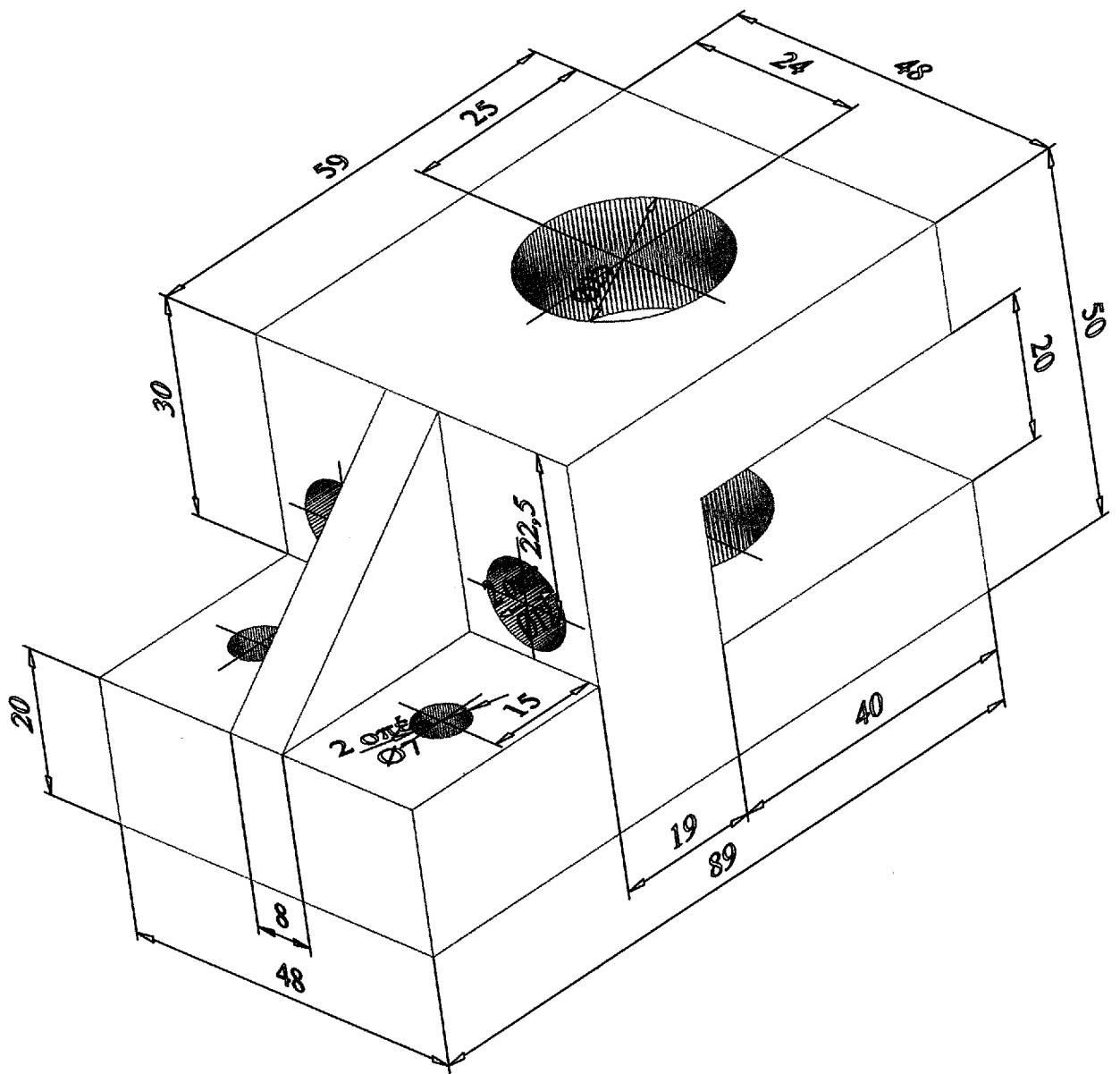
Κλίμακα :
1:1

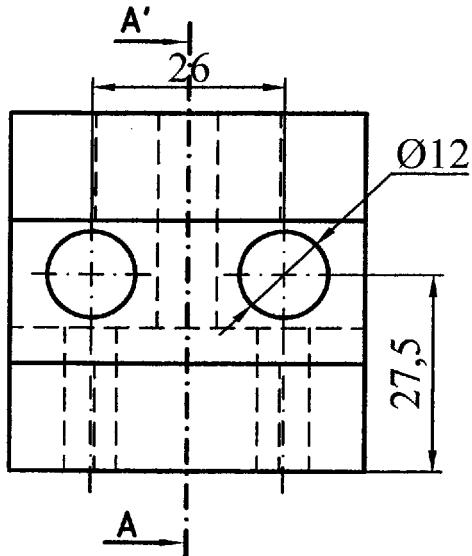
ΟΦΕΙΣ & ΤΟΜΗ
ΔΟΚΙΜΙΩΝ

ΔΟΚΙΜΙΟ 20

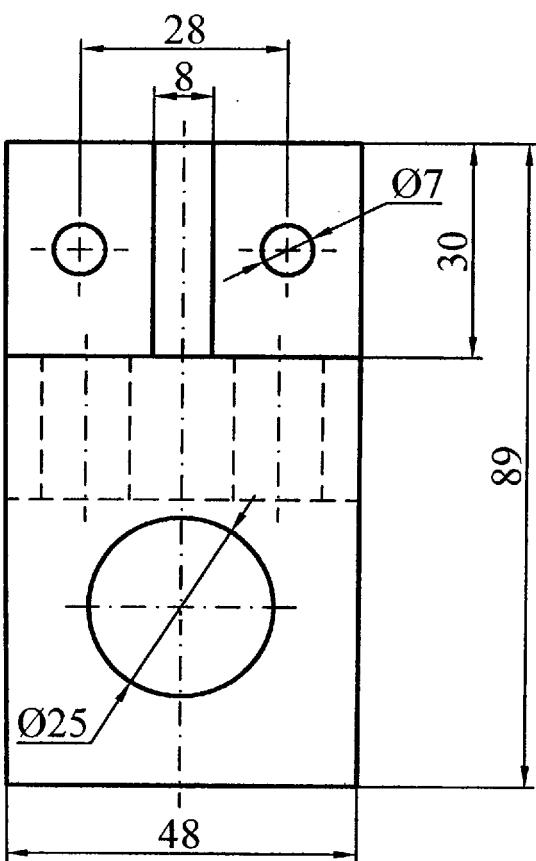
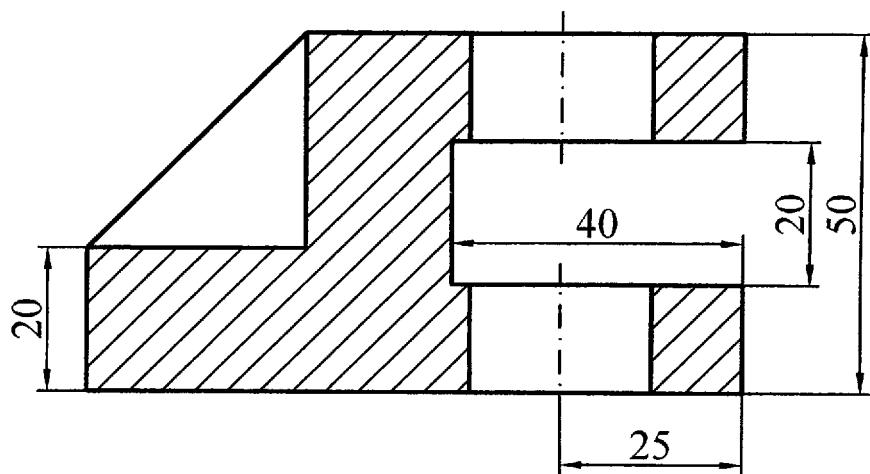
ΔΟΚΙΜΙΟ 21







ΤΟΜΗ Α'-Α



Ημερομ.Σχεδίασης : 03/01/2007

Μελετήθηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Σχεδιάστηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Ελέγχθηκε Τσούλκας Ηλίας

Κλίμακα :

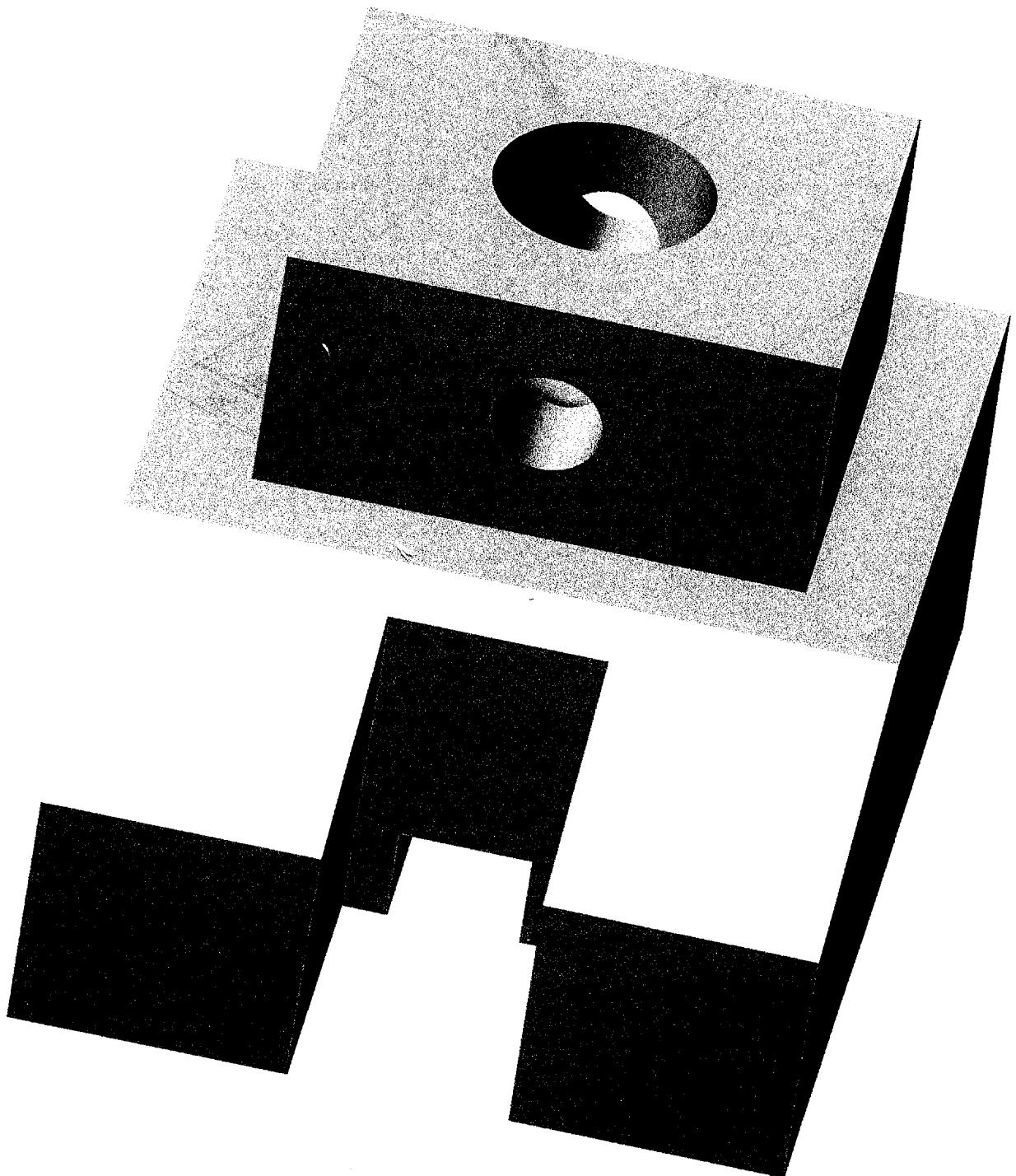
1:1

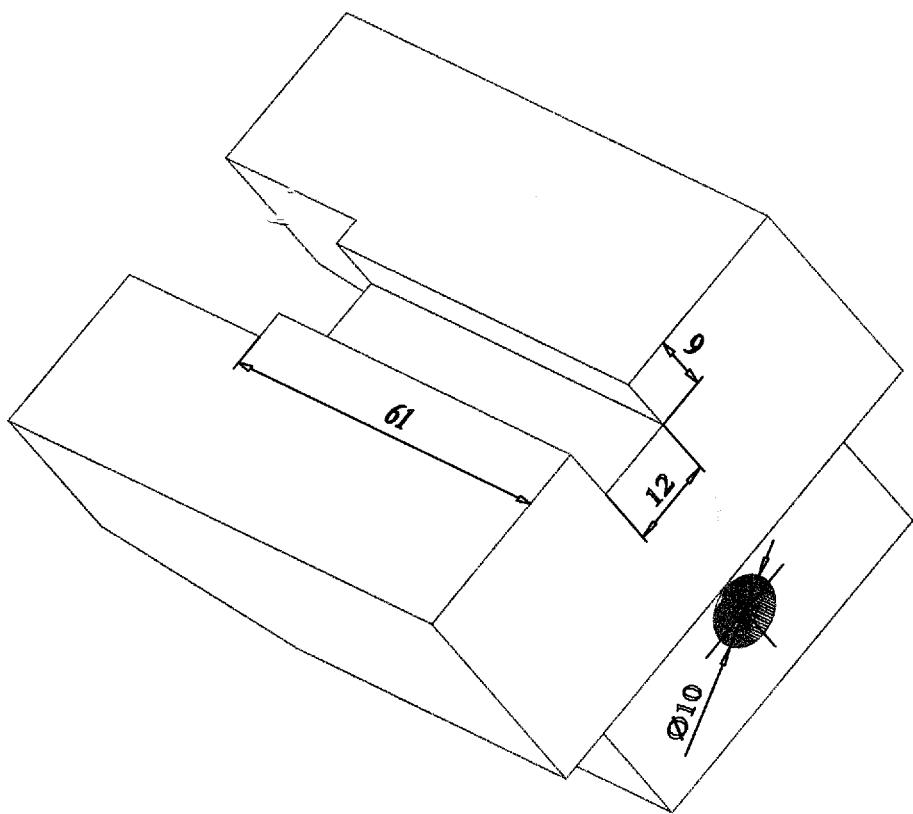
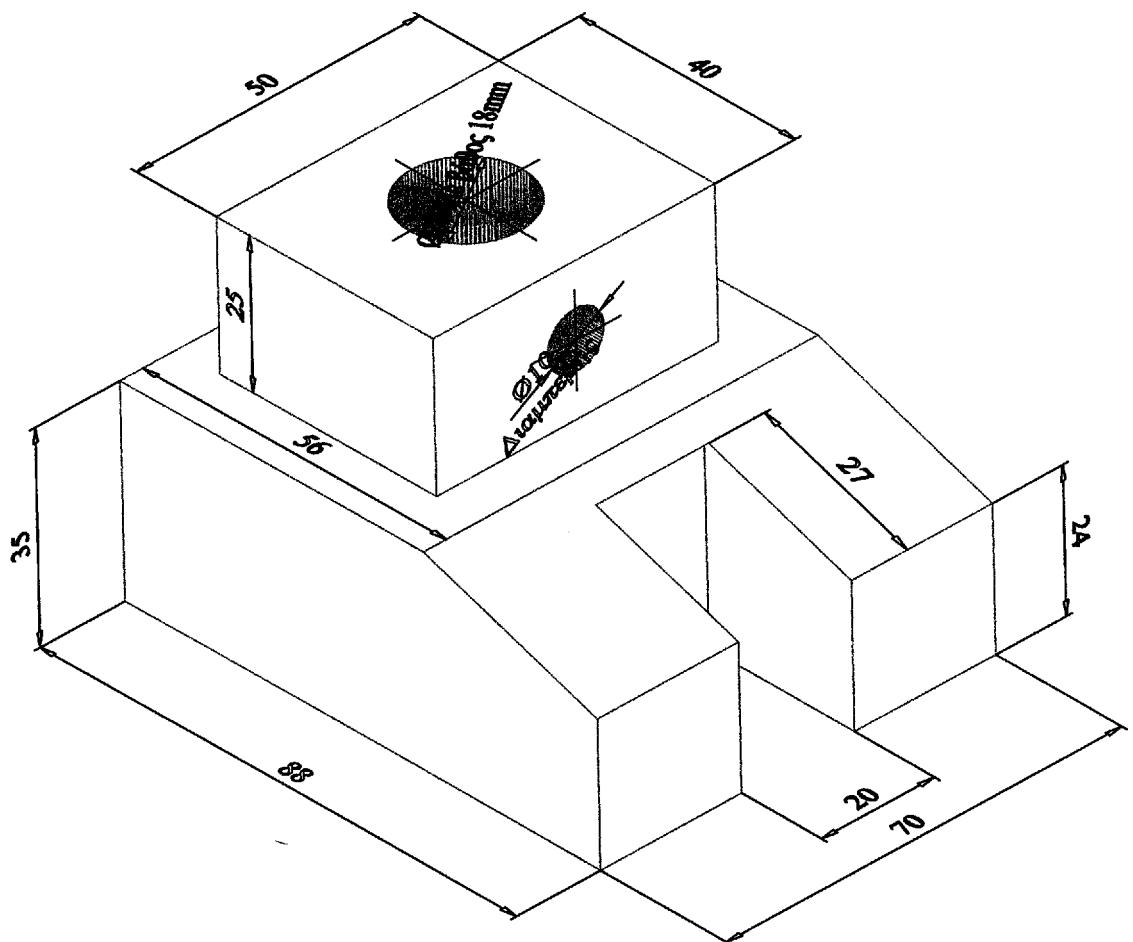
A. T. E. I. ΣΕΡΡΩΝ ΣΤΕΦ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

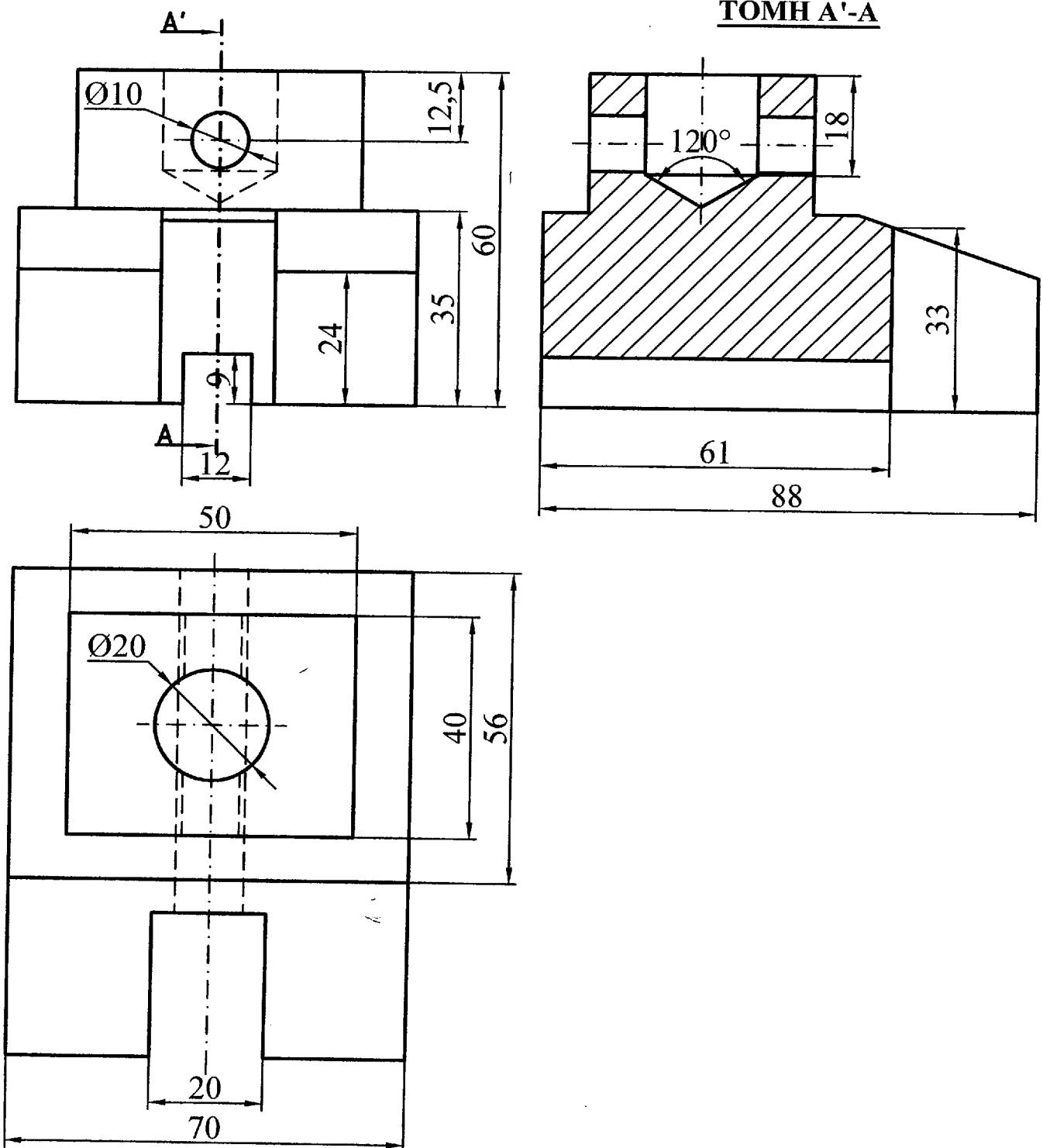
ΟΨΕΙΣ & ΤΟΜΗ
ΔΟΚΙΜΙΩΝ

ΔΟΚΙΜΙΟ 21

ΔΟΚΙΜΙΟ 22







Ημερομ.Σχεδίασης : 03/01/2007

Μελετήθηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Σχεδιάστηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Ελέγχθηκε Τσούλκας Ηλίας

**A. T. E. I. ΣΕΡΡΩΝ στεφ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

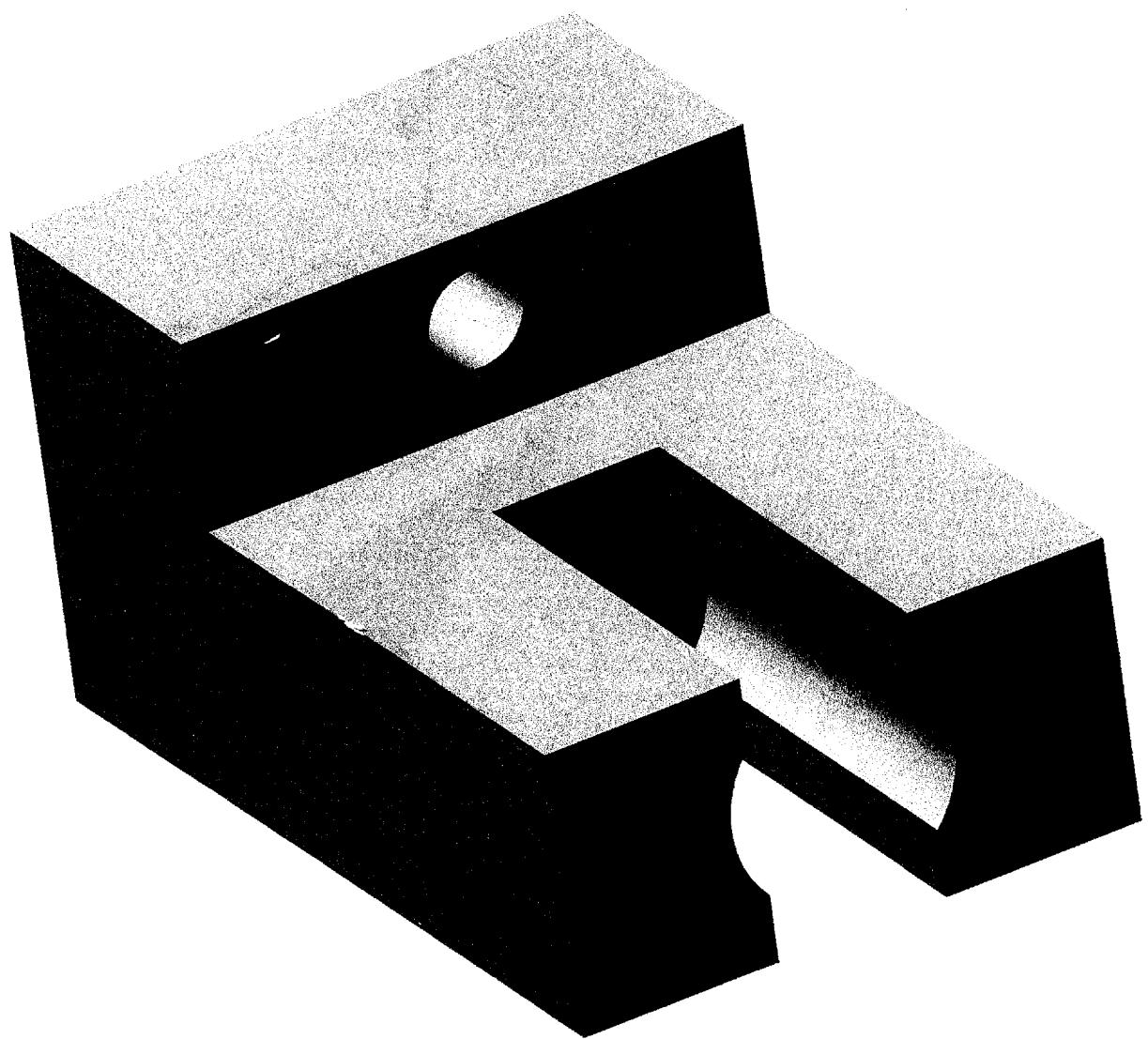
Κλίμακα :

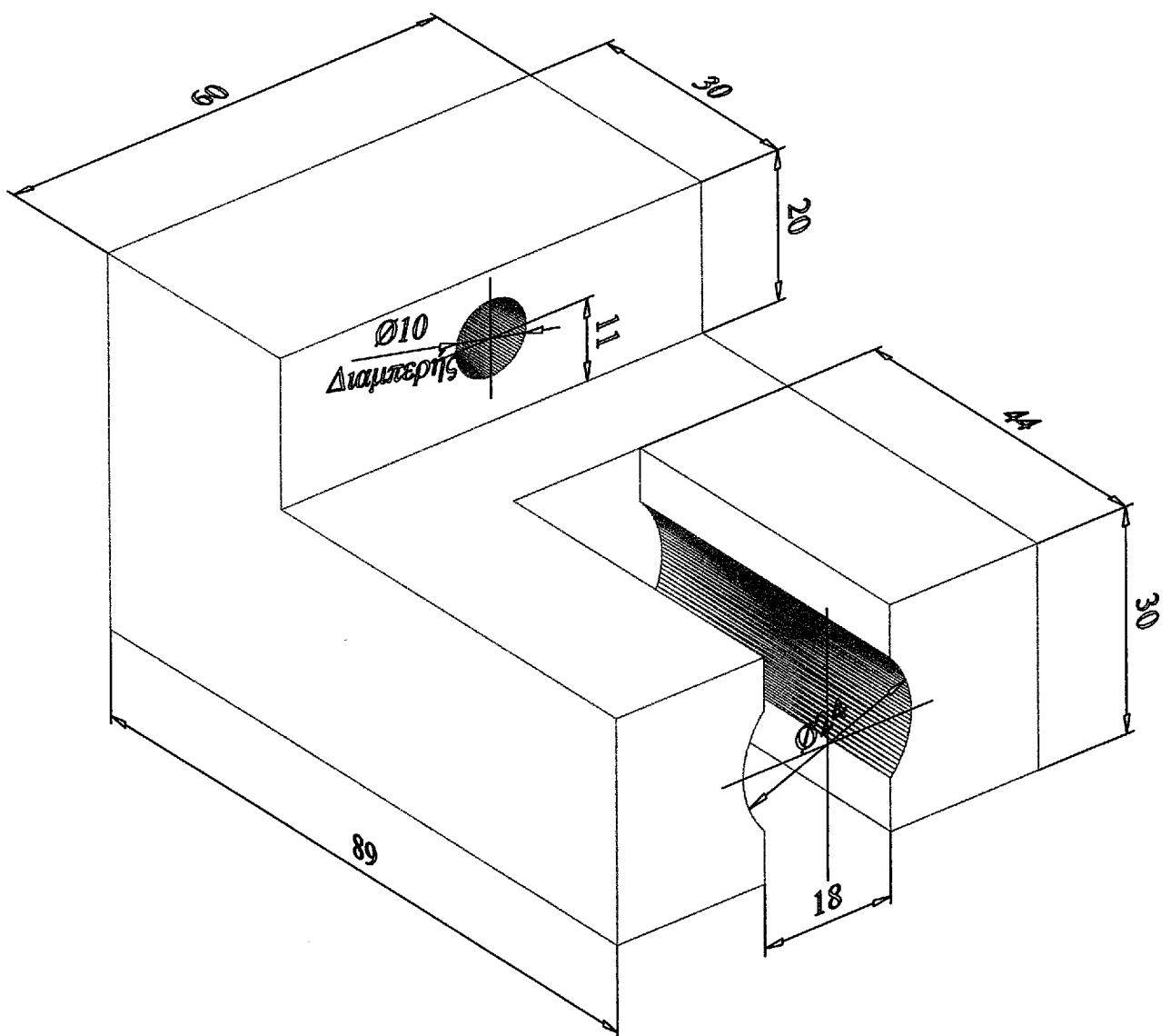
1:1

**ΟΨΕΙΣ & ΤΟΜΗ
ΔΟΚΙΜΙΩΝ**

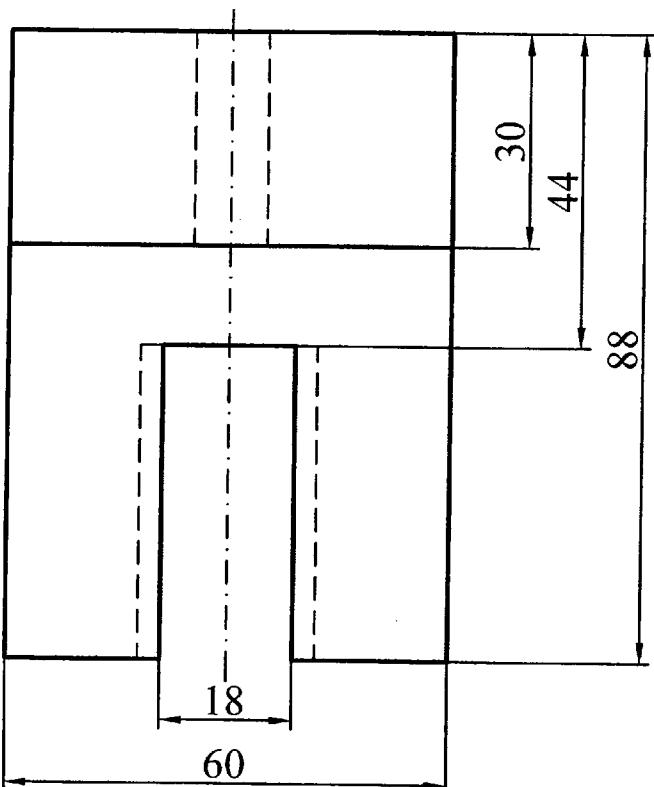
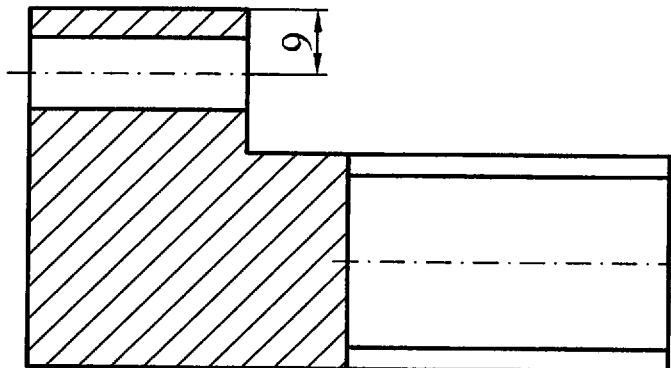
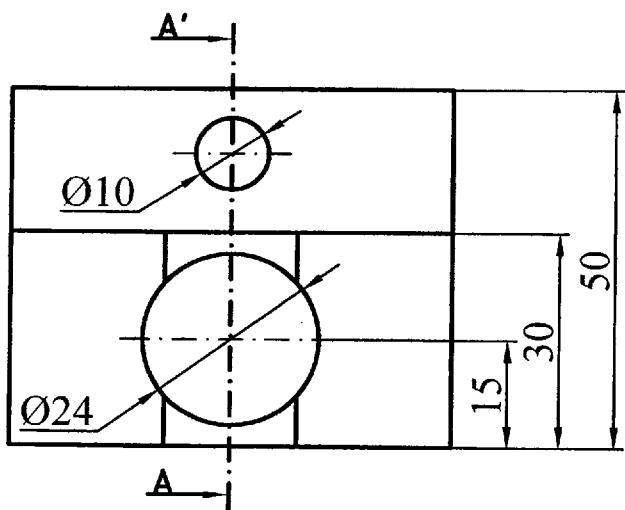
ΔΟΚΙΜΙΟ 22

ΔΟΚΙΜΙΟ 23





ΤΟΜΗ A'-A



Ημερομ.Σχεδίασης : 03/01/2007

Μελετήθηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Σχεδιάστηκε Λεονταρίδης-Μερκούρης

Ελέγχθηκε Τσούλκας Ηλίας

Κλίμακα :

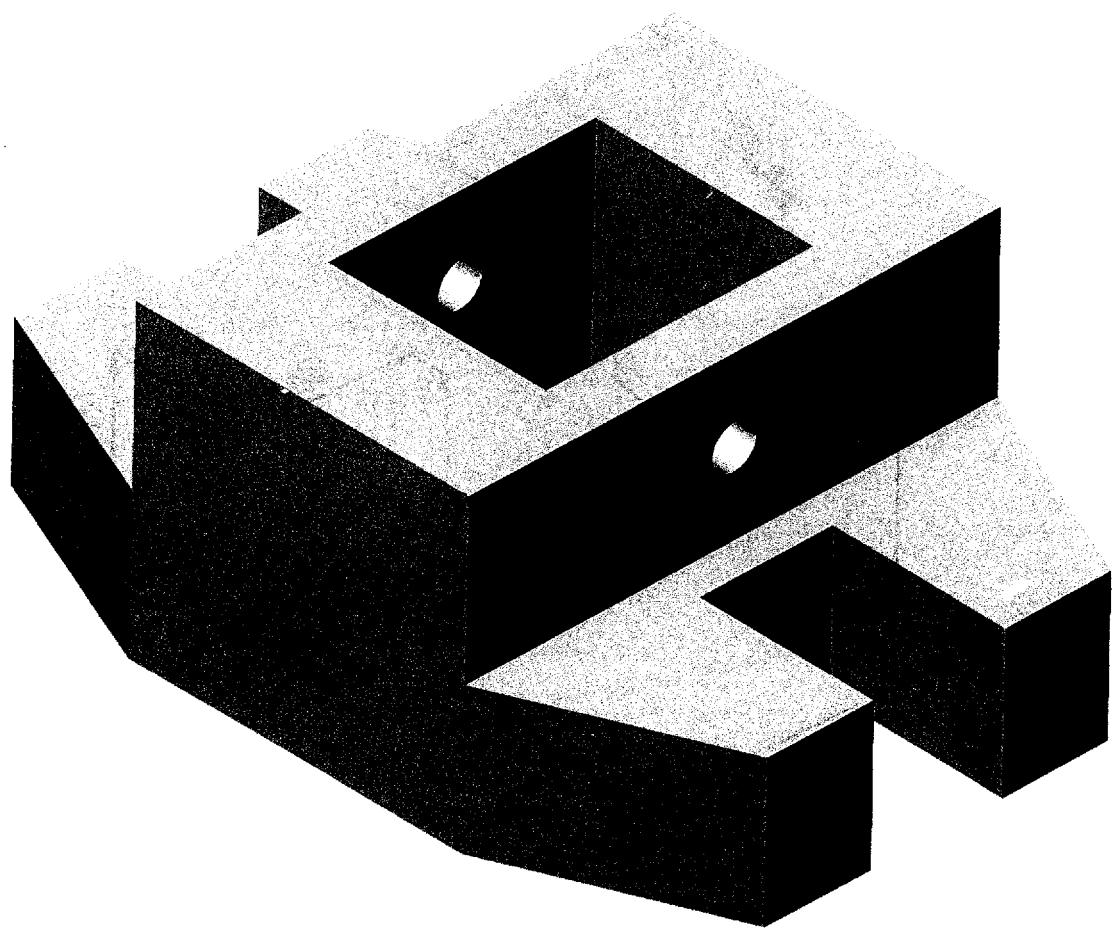
1:1

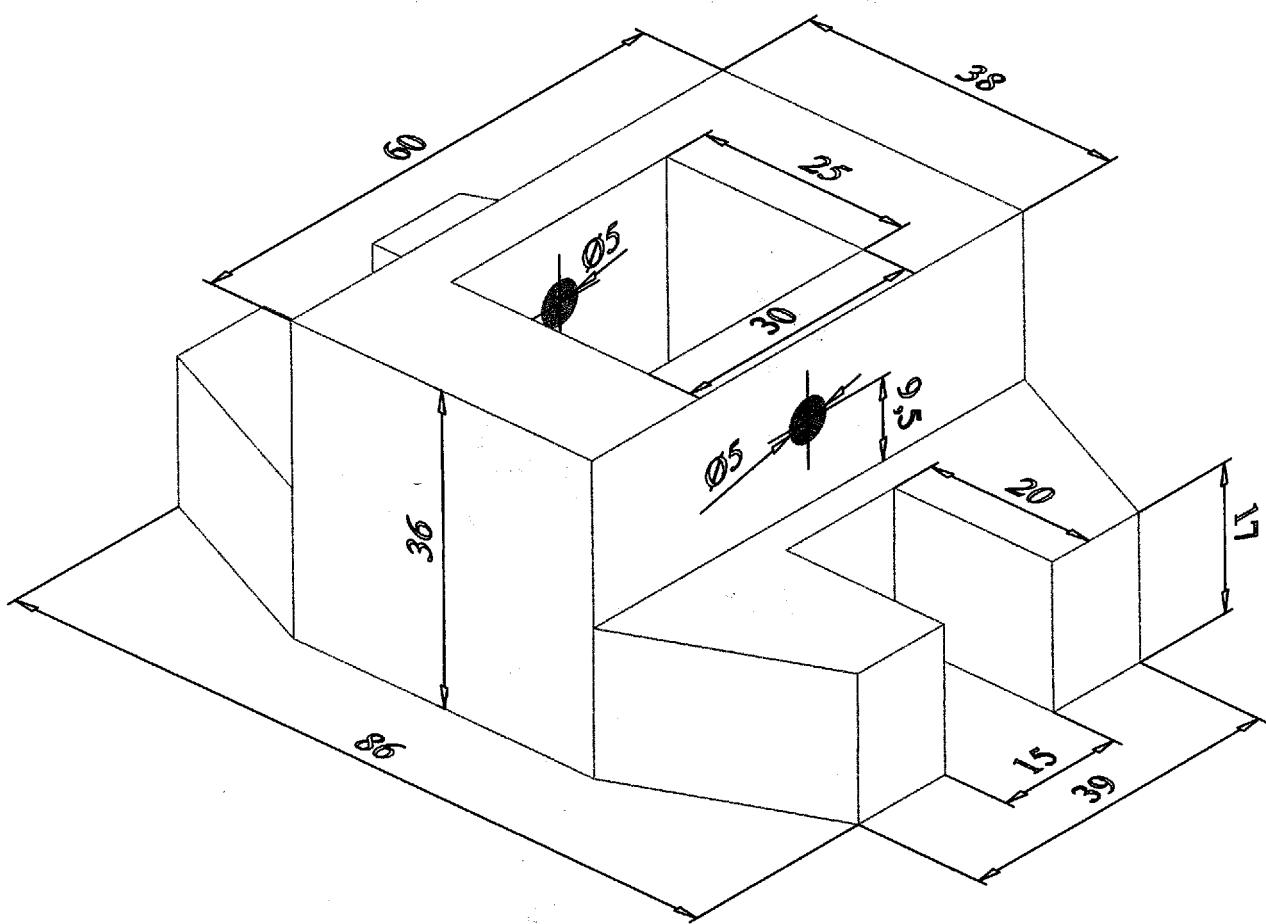
**A. T. E. I. ΣΕΡΡΩΝ ΣΤΕΦ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΟΨΕΙΣ & ΤΟΜΗ
ΔΟΚΙΜΙΩΝ**

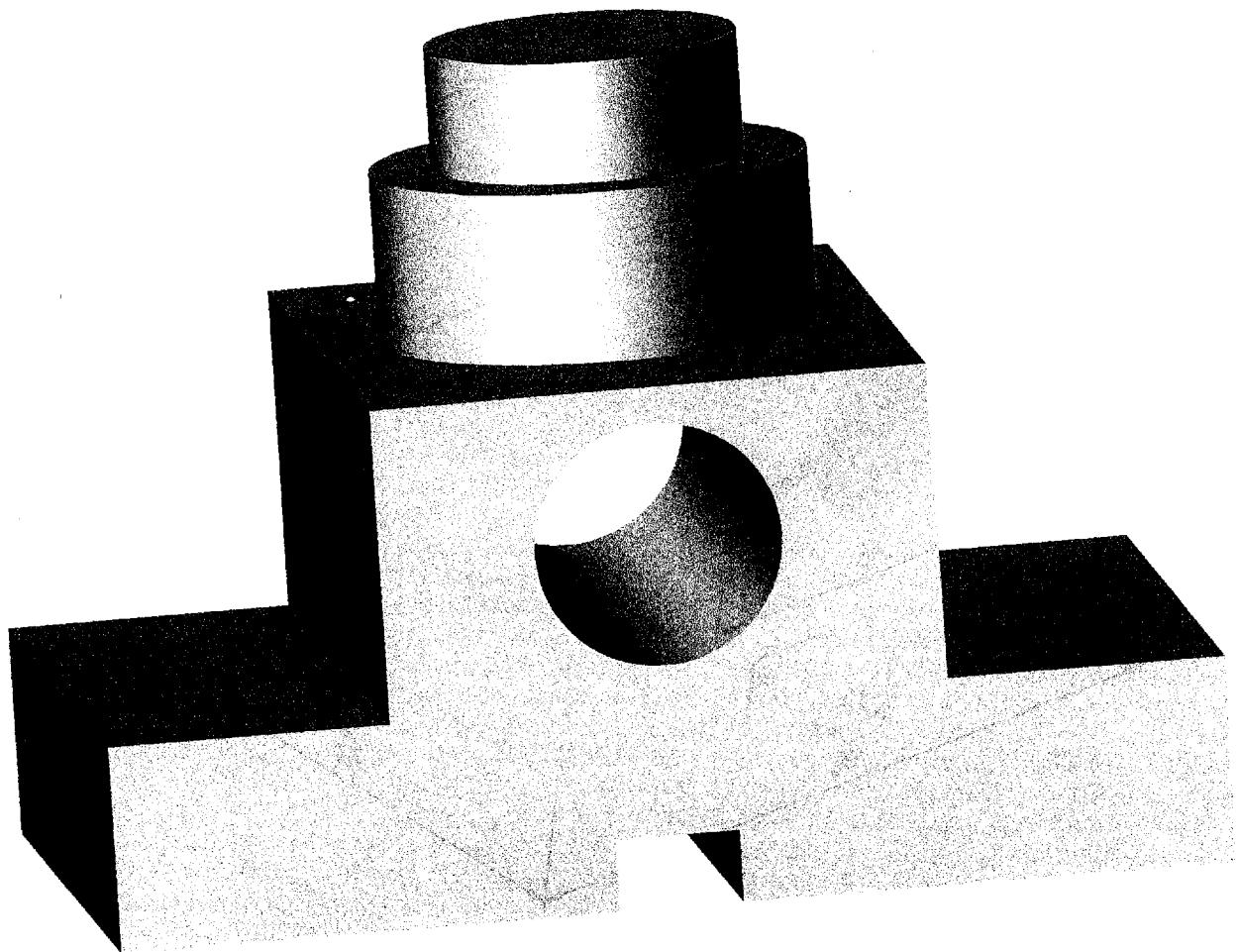
ΔΟΚΙΜΙΟ 23

ΔΟΚΙΜΙΟ 24

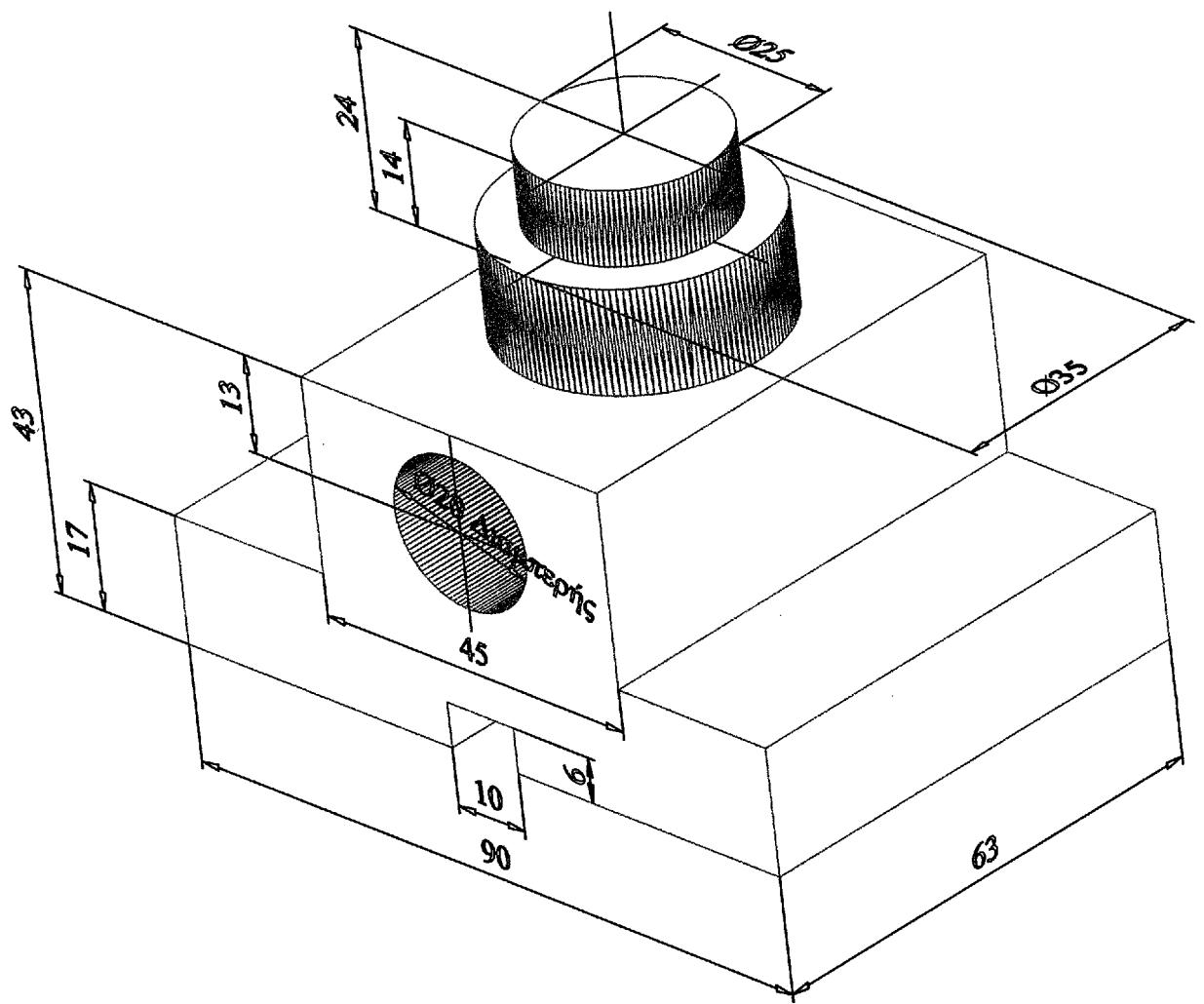


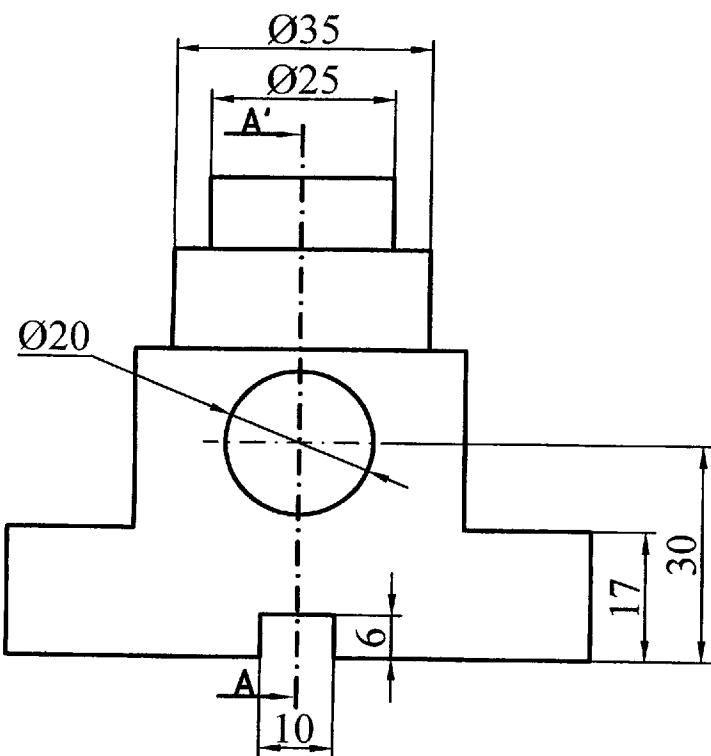


ΔΟΚΙΜΙΟ 25

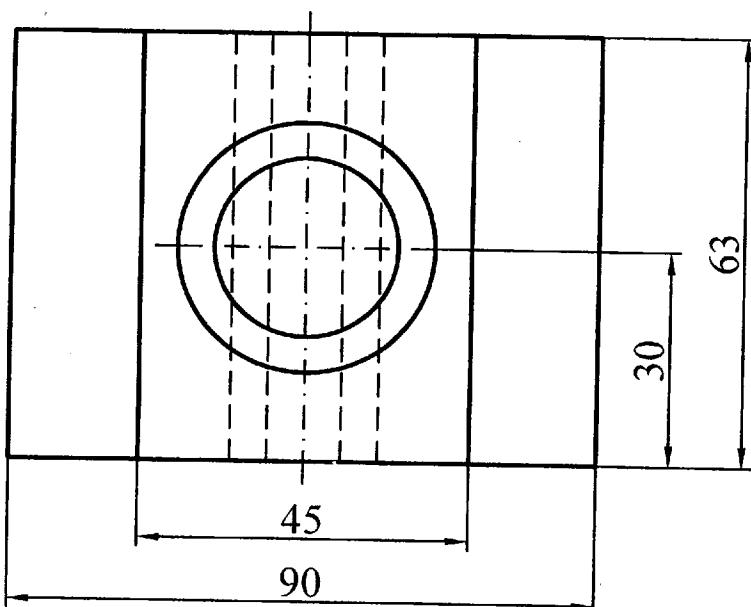
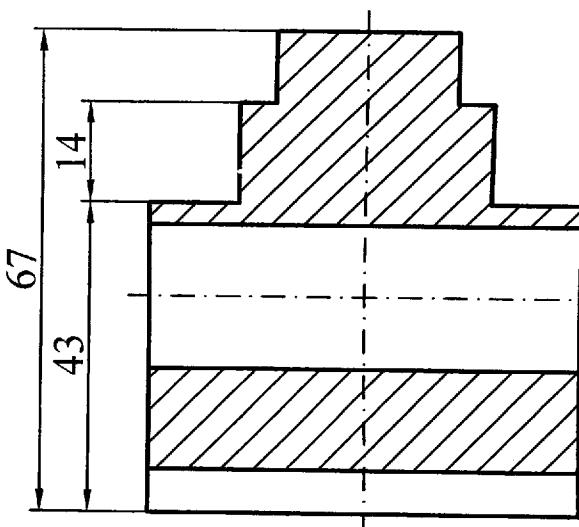


Τ.Ε.Ι. ΣΕΡΡΩΝ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ





TΟΜΗ Α'-Α



Ημερομ.Σχεδίασης : 03/01/2007

Μελετήθηκε	Λεονταρίδης-Μερκούρης
Σχεδιάστηκε	Λεονταρίδης-Μερκούρης
Ελέγχθηκε	Τσούλκας Ηλίας

A. T. E. I. ΣΕΡΡΩΝ ΣΤΕΦ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Κλίμακα :
1:1

ΟΨΕΙΣ & ΤΟΜΗ
ΔΟΚΙΜΙΩΝ

ΔΟΚΙΜΙΟ 25

BΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. «Μηχανολογικό Σχέδιο», Γ.Ι. και Ν.Ι. Παρίκου, Εκδόσεις ΙΩΝ.
2. «Γεωμετρικό και Μηχανολογικό Σχέδιο», Υπουργείο Παιδείας Κύπρου.
3. «Μηχανολογικό Σχέδιο», Ευστάθιος Αθ. Ζωγόπουλος, Εκδόσεις Κλειδάριθμος.
4. «Σχεδίαση με χρήση Η/Υ», Ανθυμίδης Κωνσταντίνος, Σημειώσεις για το μάθημα του AutoCAD, Σεπτέμβριος 2003.
5. «Μηχανολογικό Σχέδιο», Βασίλειος Παπαμητούκας, UNIVERSITY STUDIO PRESS.
6. «Κανονισμοί Μηχανολογικού Σχεδίου», Κ.-Δ. Εμμ. Μπουζάκης, Εκδόσεις Γιαχούδη- Γιαπούλη Ο.Ε.

