ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

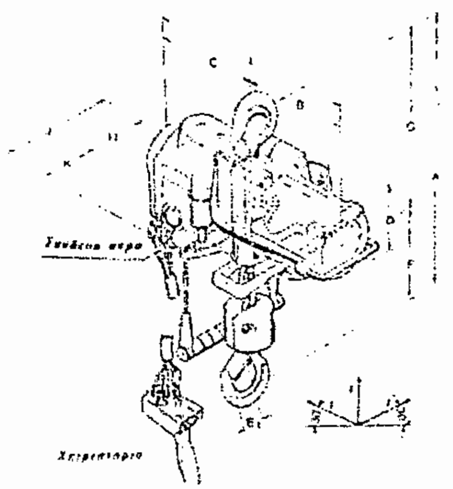
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Αξονομετρικό – Προοπτικό Σχέδιο και Σκιαγραφία»

των σπουδαστών :

Ψαρρού Νικόλαου

Ζαραγκότα Ιωάννη



Προοπτικό σχέδιο αεροκίνητου βαρούλκου

Εισηγήτρια :

Πανούτσου – Μουζακίτη Αλίκη

Καθηγήτρια Εφαρμογών

Τμημ. Μηχανολογίας

Πάτρα 2000

Πρόλογος

Η πτυχιακή αυτή, εκπονήθηκε στα πλαίσια της υποχρεωτικής για την απόκτηση πτυχίου εργασίας, για τη σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα Μηχανολογίας.

Η εργασία αυτή αναπτύσσει θέματα αξονομετρικού και προοπτικού σχεδίου με εφαρμογή στη Μηχανολογία. Εισηγήτρια είναι η κυρία Μουζακίτη Αλίκη, καθηγήτρια Εφαρμογών του Τμήματος Μηχανολογίας, την οποία θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά γιατί με καθοδήγησε ορθά στην διεκπεραίωση της εργασίας με την παροχή όλων των απαραίτητων πληροφοριών.

Τέλος θα ήθελα να αναφερθώ στους ανθρώπους εκείνους που με στήριξαν και με εμψύχωσαν μέχρι να φέρω εις πέρας αυτή την εργασία : την πραγματική φίλη μου Μαίρη Φαρμάκη, την αγαπημένη μου Αλεξάνδρα, καθώς και την οικογένειά μου και ιδιαιτέρως την αδελφή μου Σοφία (η οποία έπαιξε καταλυτικό ρόλο στην πραγματοποίησή της)

Περιεχόμενα

Σελ.

Πρόλογος 1
Περιεχόμενα 2
1. Εισαγωγή 3

2. Αξονομετρικά σχέδια 5
2.1 Βασική μέθοδος 5
2.2 Ισομετρική μέθοδος 7
2.2.1. Ισομετρική προβολή κύκλων 9
2.3 Διμετρική προβολή 10
2.4 Ιππευτική προβολή 16
2.5 Τριμετρική προβολή 20
2.6 Πλάγια αξονομετρική προβολή 20
2.7 Αξονομετρική προβολή δικτύων 23

3. Προοπτικά σχέδια 27
3.1 Παραδοχές 28
3.2 Προοπτικό σημείου 29
3.2.1 Μέθοδος των δύο σημείων φυγής 29
3.2.2 Μέθοδος ενός σημείου φυγής και ενός σημείου αποστάσεως 30
3.2.3 Προοπτικό σημείο χώρου 31
3.3 Προοπτικό ευθείας 32
3.3.1 Το σημείο φυγής της ευθείας α 32
3.3.2 Το προοπτικό της α 34
3.3.3 Τα σημεία αποστάσεως 34
3.4 Προοπτικό κύκλου 41
3.4.1 Προοπτικό οριζόντιου κύκλου 41
3.5 Προοπτικό κώνου και κυλίνδρου 44
3.5.1 Προοπτικό κώνου 44
3.5.2 Προοπτικό κυλίνδρου 48

4. Σύγκριση μεταξύ αξονομετρίας και προοπτικής 52

5. Σκιαγραφία 53
5.1 Παραδοχές 53
5.2 Αυτοσκιά πολυέδρου 54
5.3 Αυτοσκιά κώνου και κυλίνδρου 57
5.4 Αυτοσκιά κώνου και κυλίνδρου 59

6. Βιβλιογραφία 66

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με το μηχανολογικό σχέδιο δίνουμε τη σωστή εικόνα ενός εξαρτήματος. Ο τεχνικός που το διαβάζει πρέπει μελετώντας το να βρίσκει όλες τις πληροφορίες, χωρίς να χρειάζεται πρόσθετες έντυπες ή προφορικές επεξηγήσεις.

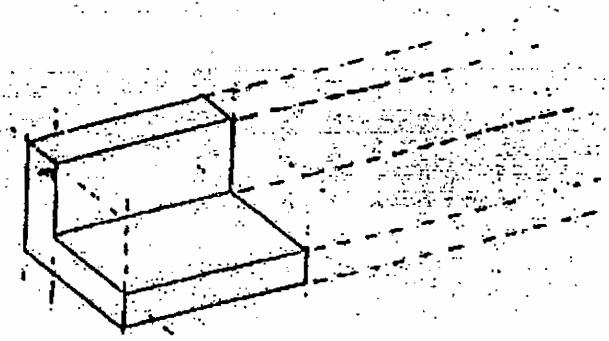
Το σωστό μηχανολογικό σχέδιο είναι η πιο σαφής, η πιο απλή, η πιο ακριβής και η πιο σύντομη γλώσσα. Για να το πετύχουμε αυτό πρέπει το σχέδιο να είναι πλήρες και σύμφωνα με τους τεχνικούς κανόνες σχεδιάσεως. Για να παρασταθεί σωστά ένα αντικείμενο υπάρχουν διάφορα συστήματα και μέθοδοι. Στις πιο γνωστές μεθόδους τρισδιάστατης σχεδίασης ανήκουν το ***προοπτικό*** και το ***αξονομετρικό σχέδιο.***

Στο ***προοπτικό σχέδιο*** (σχήμα 1) δίνουμε μια εικόνα του αντικειμένου όπως το βλέπουμε από κοντά. Οι πλευρές συγκλίνουν προς τη γωνία που το βλέπουμε. Οι γωνίες και τα μήκη δεν εικονίζονται με την ίδια κλίμακα. Το προοπτικό σχέδιο λοιπόν ενός *αντικειμένου* είναι κάτι σαν τη φωτογραφία του.

Σχήμα 1.

Πάντως θα πρέπει να τονιστεί ότι το προοπτικό σχέδιο είναι περισσότερο ένα σχέδιο, που θα μας βοηθήσει να καταλάβουμε γρηγορότερα την κατασκευή και δε μπορεί να αντικαταστήσει το κατασκευαστικό ή συνοπτικό σχέδιο ενός εξαρτήματος ή μηχανής. Ακόμη, προοπτικά σχέδια χρησιμοποιούμε για τη διδασκαλία του μαθήματος του μηχανολογικού σχεδίου, αν δεν έχουμε στη διάθεσή μας δοκίμια.

Στο ***αξονομετρικό σχέδιο*** **(σχήμα 2)** παρουσιάζουμε το αντικείμενο με τρόπο ανάλογο προς το προοπτικό σχέδιο δηλαδή, βλέπουμε ταυτόχρονα τρεις όψεις με τη διαφορά, ότι δεχόμαστε, πως το αντικείμενο που σχεδιάζουμε το βλέπουμε από πολύ μακριά οπότε οι πραγματικά παράλληλες ακμές του αντικειμένου παρουσιάζονται στο σχέδιο επίσης παράλληλες και όχι συγκλίνουσες ή αποκλίνουσες όπως στο προοπτικό σχέδιο.



Σχήμα 2.

1α. Σκιά

Η σκιά είναι συνέπεια έλλειψης φωτός. Η εστία του φωτός είναι το σημείο από όπου ακτινοβολεί το φως. Αυτό προέρχεται από δυο ειδών πηγές, τις τεχνητές και τις φυσικές. *Τεχνητές* είναι αυτές που κατασκευάζει ο άνθρωπος και θεωρούμε πάντα σε προσιτή απόσταση. Φυσικές είναι τα άστρα, από τα οποία το κυριότερο είναι ο Ήλιος. Η σκιά που προέρχεται από τον Ήλιο είναι αυτή που συνήθως σχεδιάζουμε στο τεχνικό σχέδιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

2. ΑΞΟΝΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ

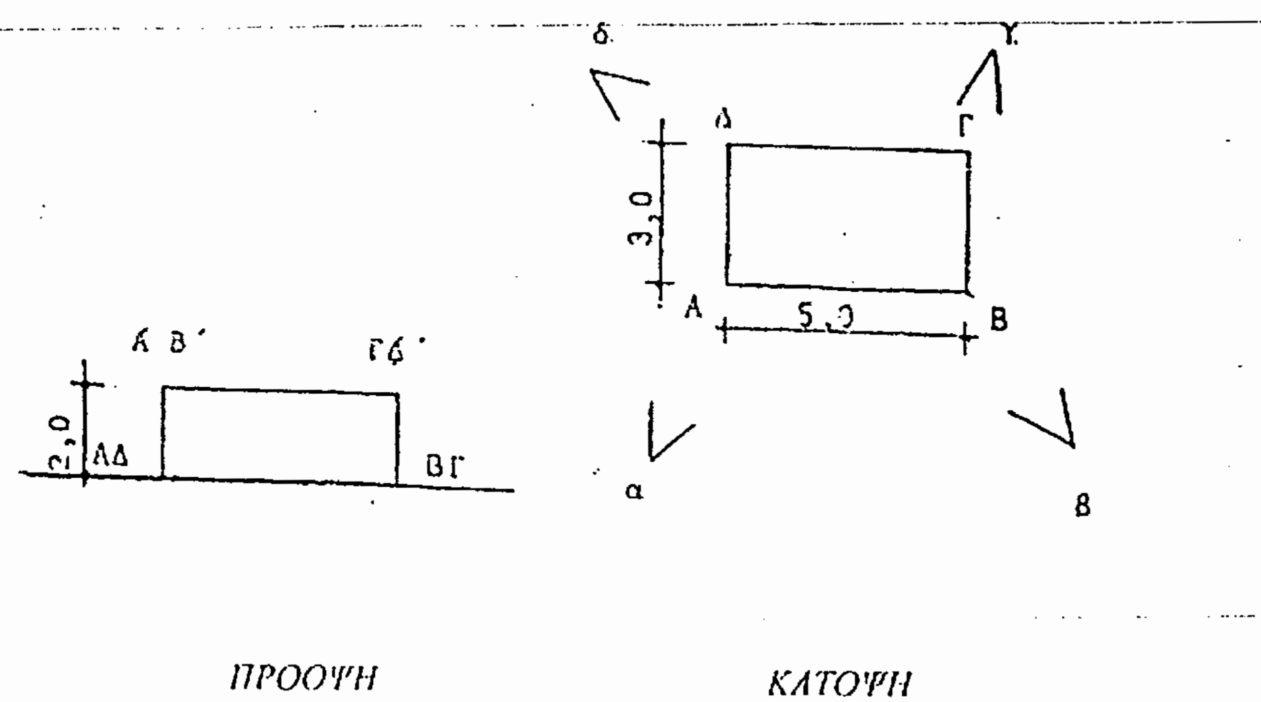
Υπάρχουν πολλά συστήματα αξονομετρικών προβολών, που το ένα διαφέρει από το άλλο ως προς τη γωνία που σχηματίζουν μεταξύ τους οι άξονες του συστήματος αξόνων Χ,Ψ,Ζ και, ως προς την κλίμακα που παίρνουμε πάνω από αυτούς.

Τα πιο συνηθισμένα είδη προβολής είναι η ισομετρική και η διμετρική προβολή (και η πλάγια προβολή). Η εκλογή της μιας ή της άλλης προβολής εξαρτάται από τις λεπτομέρειες που θέλουμε να δείξουμε.

Γενικά χρησιμοποιούμε την ισομετρική προβολή, όταν θέλουμε να δείξουμε βασικές λεπτομέρειες και στις τρεις πλευρές του αντικειμένου, και την διμετρική προβολή όταν το ενδιαφέρον μας συγκεντρώνεται μόνο σε μια όψη, που είναι η πλευρά του αντικειμένου που βρίσκεται μπροστά μας.

2.1 Βασική μέθοδος

Συνήθως από ένα αντικείμενο διαθέτουμε δυο όψεις : *την πρόσοψη ή πλάγια όψη* και *την κάτοψη* **(σχήμα 3).** Για να γίνουν αυτές αντιληπτές, υπάρχουν πολλές δυνατές θέσεις από όπου μπορούμε να σταθούμε και να τις παρατηρήσουμε. (Πιθανές θέσεις δείχνονται στο **σχήμα 3**).



Σχήμα 3

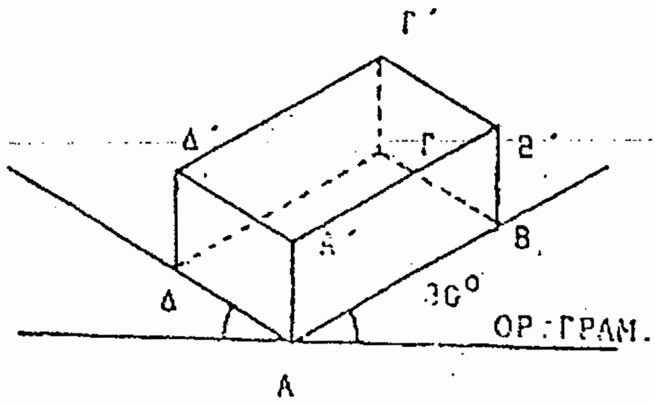
Αν θεωρήσουμε ότι βλέπουμε το ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο του σχήματος 3 από τη θέση α της κατόψεως, θα εργαστούμε με τον ακόλουθο τρόπο για την κατασκευή της αξονομετρικής απεικόνισής του.

1. Σχεδιάζουμε στην κόλλα μας μια οριζόντια γραμμή. Από τυχαίο σημείο Α αυτής της γραμμής, φέρουμε με το τρίγωνο δυο ευθείες υπό γωνία 30°. (Για το μέγεθος της γωνίας θα αναφερθούμε παρακάτω).

2. Πάνω στην αριστερή ευθεία **(σχήμα 3α)** σχεδιάζουμε υπό κλίμακα ένα τμήμα ΑΔ = 3.0 m και στην δεξιά ευθεία ένα τμήμα ΑΒ = 5.0 m.

3. Αν από τα σημεία Δ και Β φέρουμε παράλληλους προς τις ΑΒ και ΑΔ, στο σημείο τομής των έχουμε το σημείο Γ.

4. Για να βρούμε την πάνω έδρα, είτε φέρουμε κατακόρυφες (κάθετες στην αρχική μας οριζόντια γραμμή) από τις τέσσερις κορυφές Α, Β, Γ, Δ του παραλληλογράμμου που έχουμε σχεδιάσει και πάνω σε αυτές τις κατακόρυφες παίρνουμε ίσα τμήματα ΑΑ΄ = ΒΒ΄=ΓΓ΄= ΔΔ΄= 3.0 m ή υψώνουμε μια κάθετο από το Α και παίρνουμε ΑΑ΄= 3.0 m και από το Α΄ φέρνουμε τις Α΄Β΄ παράλληλη προς ΑΒ, Α΄Δ΄ παράλληλη προς ΑΔ. Υψώνουμε καθέτους από τα Δ και Β και τα σημεία τομής τους με τις προηγούμενες παραλλήλους είναι τα ζητούμενα Δ΄, Β΄. Για το Γ΄ εφαρμόζουμε την διαδικασία που αναφέρθηκε στην παράγραφο 3 για το Γ.



Σχήμα 3α

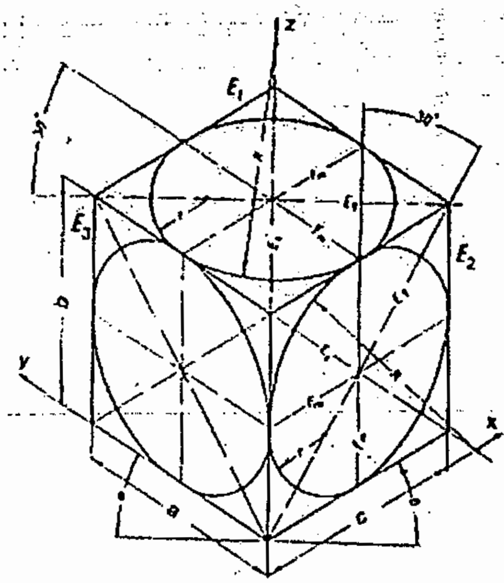
2.2 Ισομετρική προβολή

Η ισομετρική προβολή είναι η πιο διαδεδομένη αξονομετρική προβολή. Αυτό που την χαρακτηρίζει είναι ότι έχουμε και στους τρεις άξονες του συστήματος των αξόνων X, Ψ, Z την ίδια κλίμακα, δηλαδή είναι a : b : c = 1 : 1 : 1.

Στην τυποποιημένη κατά το DIN 5 (εκτέλεση A) ισομετρική προβολή, οι γωνίες του X και του Ψ άξονα ως προς την οριζόντια γραμμή είναι 30°. Η προβολή αυτή χαρακτηρίζεται με 30° / 30° / 1 : 1 : 1.

<u>Στοιχεία Κατασκευής:</u>

Σχέση πλευρών: a : b : c = 1 : 1 : 1
Γωνίες: α = 30°, β = 30°
Απόσταση: E_μ = a (πλευρά κύβου)
Σχέση αξόνων ελλείψεων: 1 ≈ 1,7
Μήκος Αξόνων Ελλείψεων:
Μεγάλος Άξονας : F_g = 1,2 a
Μικρός Άξονας: $F_k = F_g$: 1,7
Ακτίνες Ελλείψεων:
Μεγάλη Ακτίνα: R = 1,06 a
Μικρή Ακτίνα: r = 0,2



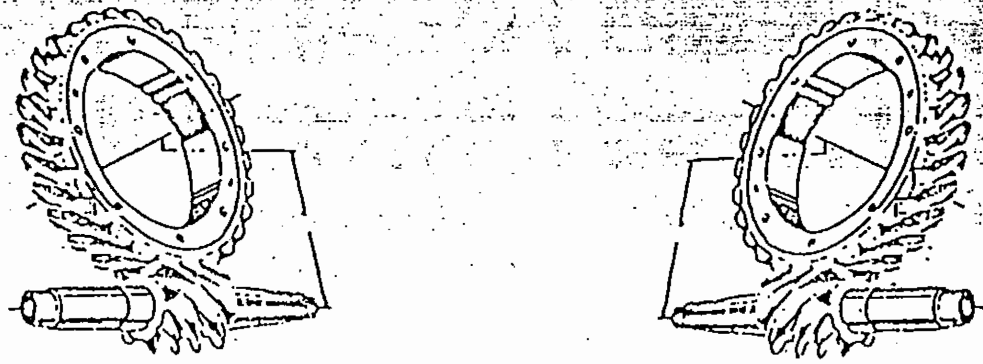
Σχήμα 4. Ισομετρική παράσταση ενός κύβου (DIN 5- A)

Κυρίως σε μια αξονομετρική παράσταση δυσκολία παρουσιάζει η σχεδίαση των περιφερειών που (συνήθως) εμφανίζονται στις τρεις παρατηρούμενες επιφάνειες ως ελλείψεις.

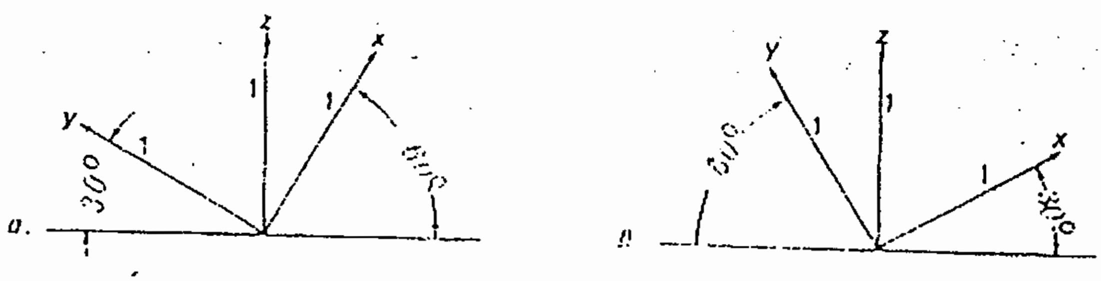
Στην τυποποιημένη ισομετρική προβολή 30° / 30° / 1 : 1 : 1, οι ελλείψεις και στις τρεις πλευρές είναι ίσες με σχέση αξόνων περίπου 1 προς 1,7 **(σχήμα 4)**.

Μια άλλη μη τυποποιημένη ισομετρική προβολή είναι η "Στρατιωτική Προβολή", που χαρακτηρίζεται με 30° / 60° / 1 : 1 : 1 ή κατοπτρικά με 60° / 30° / 1 : 1 : 1 (σχήμα 5).

Το πλεονέκτημα της προβολής αυτής είναι το ότι οι περιφέρειες στην κάτοψη σχεδιάζονται ως κύκλοι. Οι περιφέρειες των άλλων δυο πλευρών είναι ελλείψεις με σχέση αξόνων 1 : 1,7 η πρώτη και 1 : 3,7 η δεύτερη.



Ζεύγος ατέρμονα κορώνας στα δύο συστήματα



α) Σύστημα 30° / 60° / 1 : 1 : 1

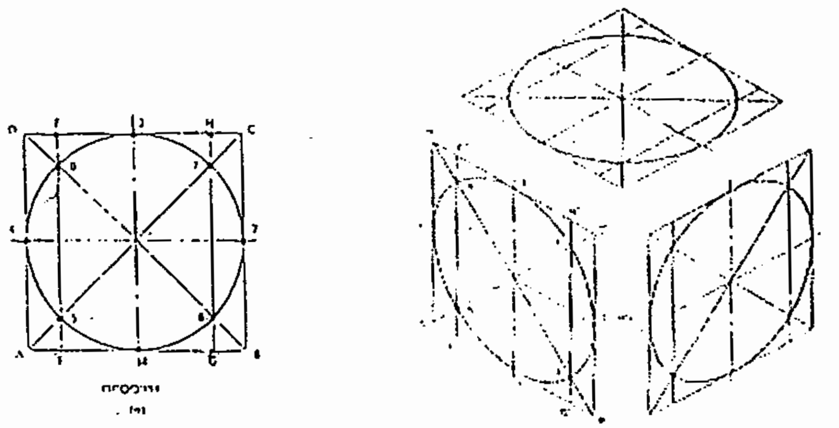
β) Σύστημα 60° / 30° / 1 : 1 : 1

Σχήμα 5

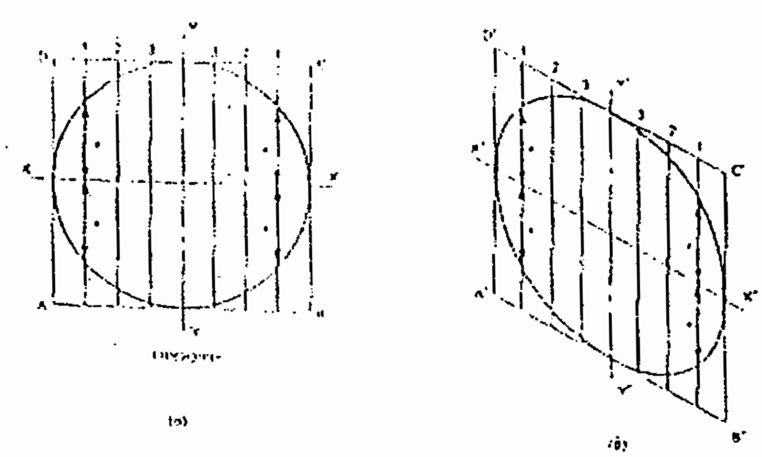
2.2.1 Ισομετρική Προβολή Κύκλων

Υπάρχουν οι παρακάτω μέθοδοι που χρησιμοποιούνται κατά την ισομετρική προβολή κύκλων.

Στο σχήμα 6 βλέπουμε τη ***μέθοδο των διαγωνίων (ή των οκτώ σημείων)***. Κατ' αυτή σχεδιάζεται ο κύκλος εγγεγραμμένος στο τετράγωνο. Αφού χαραχθούν οι διαγώνιοι, στη συνέχεια μεταφέρονται τα σημεία στα προβολικά επίπεδα με τη βοήθεια διαστημομέτρου.



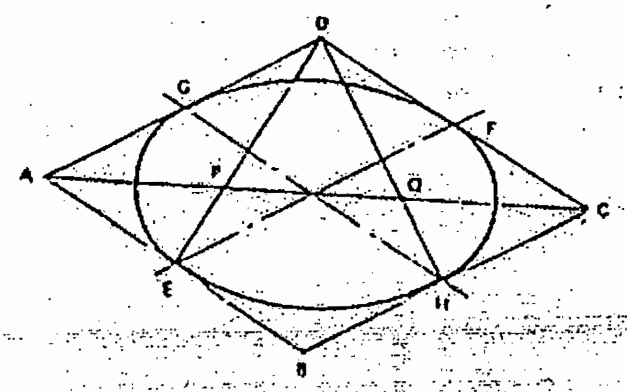
Σχήμα 6. Ισομετρική προβολή κύκλων με τη μέθοδο των διαγωνίων.



Σχήμα 7.

Στο *σχήμα 7* βλέπουμε την ***μέθοδο των τεταγμένων***. Στον εγγεγραμμένο κύκλο φέρνουμε τεταγμένες (**σχήμα 7 α**). Τα σημεία τομής των τεταγμένων με την περιφέρεια του κύκλου μεταφέρονται στο ισομετρικό επίπεδο (**σχήμα 7 β**).

Πολλές φορές για την σχεδίαση των ελλείψεων χρησιμοποιούνται προσεγγιστικοί τρόποι κατασκευής, όπως φαίνεται στο **σχήμα 8.**

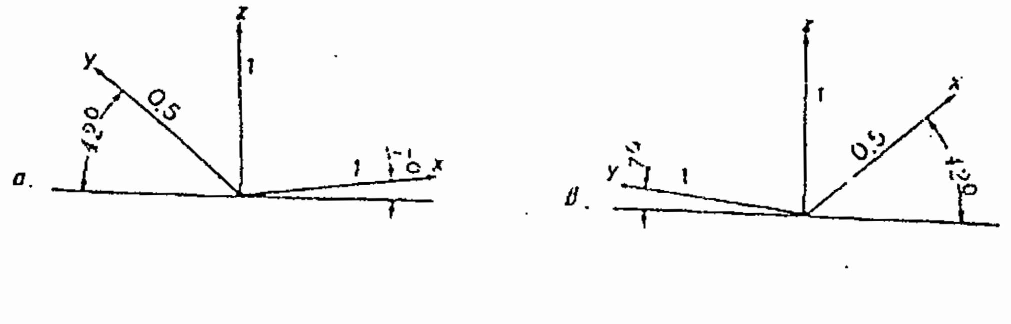


Σχήμα 8. Ισομετρική προβολή κύκλου με προσεγγιστική μέθοδο.

Σε αυτήν, ο κύκλος στην ισομετρική προβολή χαράζεται με τέσσερα τόξα. Χαράζουμε τις αξονικές EF και GH στο ισομετρικό τετράγωνο ABCD με πλευρές ίσες με τη διάμετρο του κύκλου. Στη συνέχεια χαράζουμε τη διαγώνια AC. Ενώνουμε μια από τις κορυφές D ή B εδώ την D τα μέσα των απέναντι πλευρών. Οι γραμμές αυτές συναντούν τη διαγώνιο AC στα σημεία P και O. Με κέντρο το σημείο P χαράζουμε το τόξο EG. Με κέντρο το σημείο O χαράζουμε το τόξο FH. Με κέντρο το σημείο B χαράζουμε το τόξο GF και τέλος με κέντρο το σημείο D χαράζουμε το τόξο EH.

2.3 Διμετρική προβολή

Η τυποποιημένη διμετρική προβολή (DIN 5 - B) χαρακτηρίζεται με 7° / 42° / 1 : 1 : 0,5 ή κατοπτρικά με 42° / 7° / 0,5 : 1 : 1 **(σχήμα 9).**



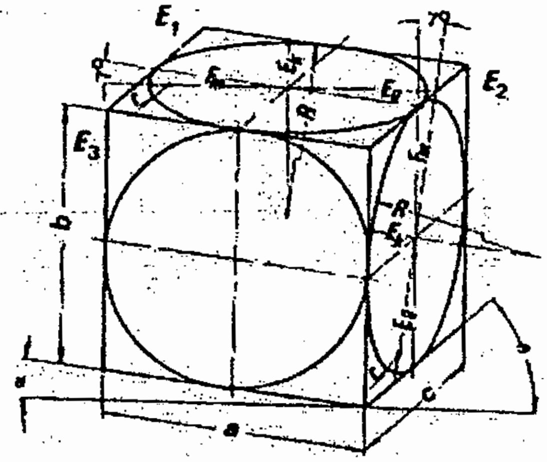
α) Σύστημα με 7° / 42° / 1 : 1 : 0,5 β) Σύστημα 42° / 7° / 0,5 : 1 : 1

Σχήμα 9. Τυποποιημένη διμετρική προβολή

Στην προβολή αυτή όλες οι περιφέρειες εμφανίζονται ως ελλείψεις. Στην εμπρόσθια πλευρά η έλλειψη Ε3 είναι περίπου περιφέρεια και συνήθως σχεδιάζεται ως τέτοια **(σχήμα 10)**.

Στοιχεία Κατασκευής:

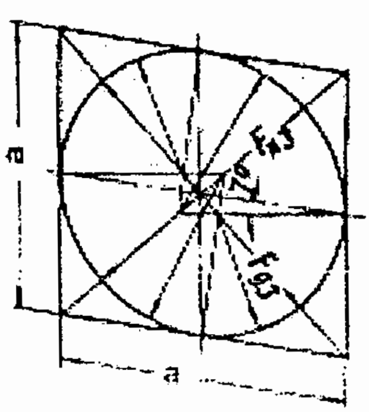
Σχέση πλευρών: a : b : c = 1 : 1 : 0,5
Γωνίες: $\alpha = 7^o$, $\beta = 42^o$
Απόσταση F_m = a (μήκος πλευράς)
Σχέσεις αξόνων: Έλλειψη: $E_3 \approx 1 : 1$
Ελλείψεις: E_1 και $E_2 \approx 1 : 3$
Μέγεθος αξόνων ελλείψεων:
Έλλειψη E_3: $E_{\gamma 3} \approx 1{,}06$ a, $E_{k3} \approx 0{,}9\ E_g$
Ελλείψεις E_1 και E_2: $E_2 : E_{g1} = E_{g2} = 1{,}06$ a
$E_{k1} = E_{k2} = E_{g12}: 3$
Ακτίνες ελλείψεων:
Ακτίνα R ≈ 1,6 a
Ακτίνα r ≈ 0,06 a



Σχήμα 10. Διμετρική παράσταση κύβου με κύκλους (DIN 5 - B)

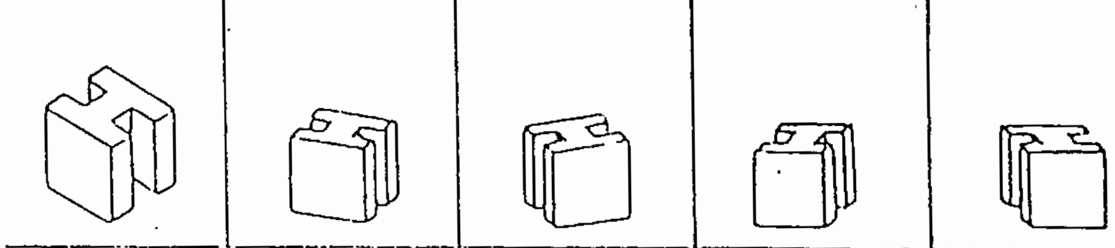
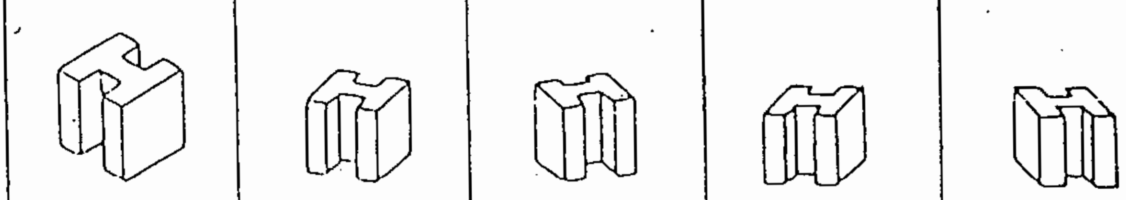
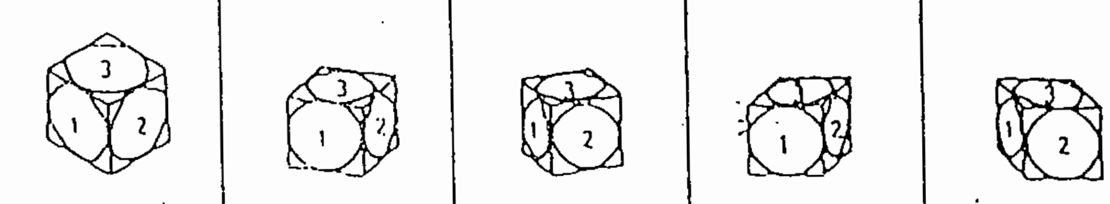
Οι δυο άλλες περιφέρειες σχεδιάζονται με σχέση αξόνων περίπου 1:3. Στην έλλειψη E_1, ο μεγάλος άξονας είναι οριζόντιος, στην έλλειψη E_2 είναι κάθετος στον άξονα των 7^0 ενώ στην έλλειψη E_3 και οι δυο άξονες συμπίπτουν με τις διαγώνιες του ρόμβου. Και στις τρεις αυτές ελλείψεις οι άξονες είναι κάθετοι μεταξύ τους.

Η έλλειψη E_2 σχεδιάζεται συνήθως ως περιφέρεια. Για μεγαλύτερη ακρίβεια, σχεδιάζουμε αυτή με τέσσερα τόξα, που γράφονται με κέντρα και ακτίνες, που προσδιορίζονται γραφικά **(σχήμα 11)**.

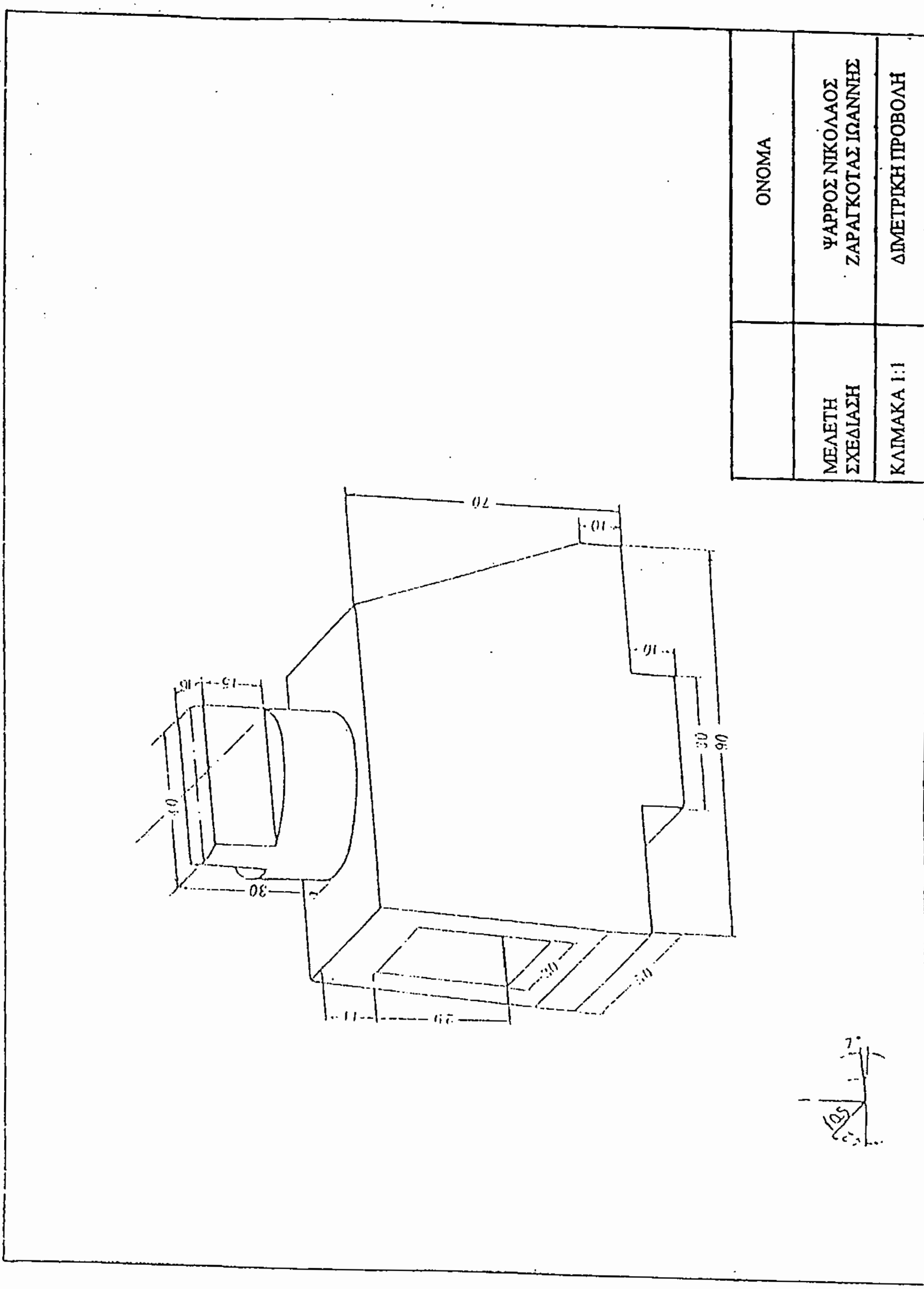


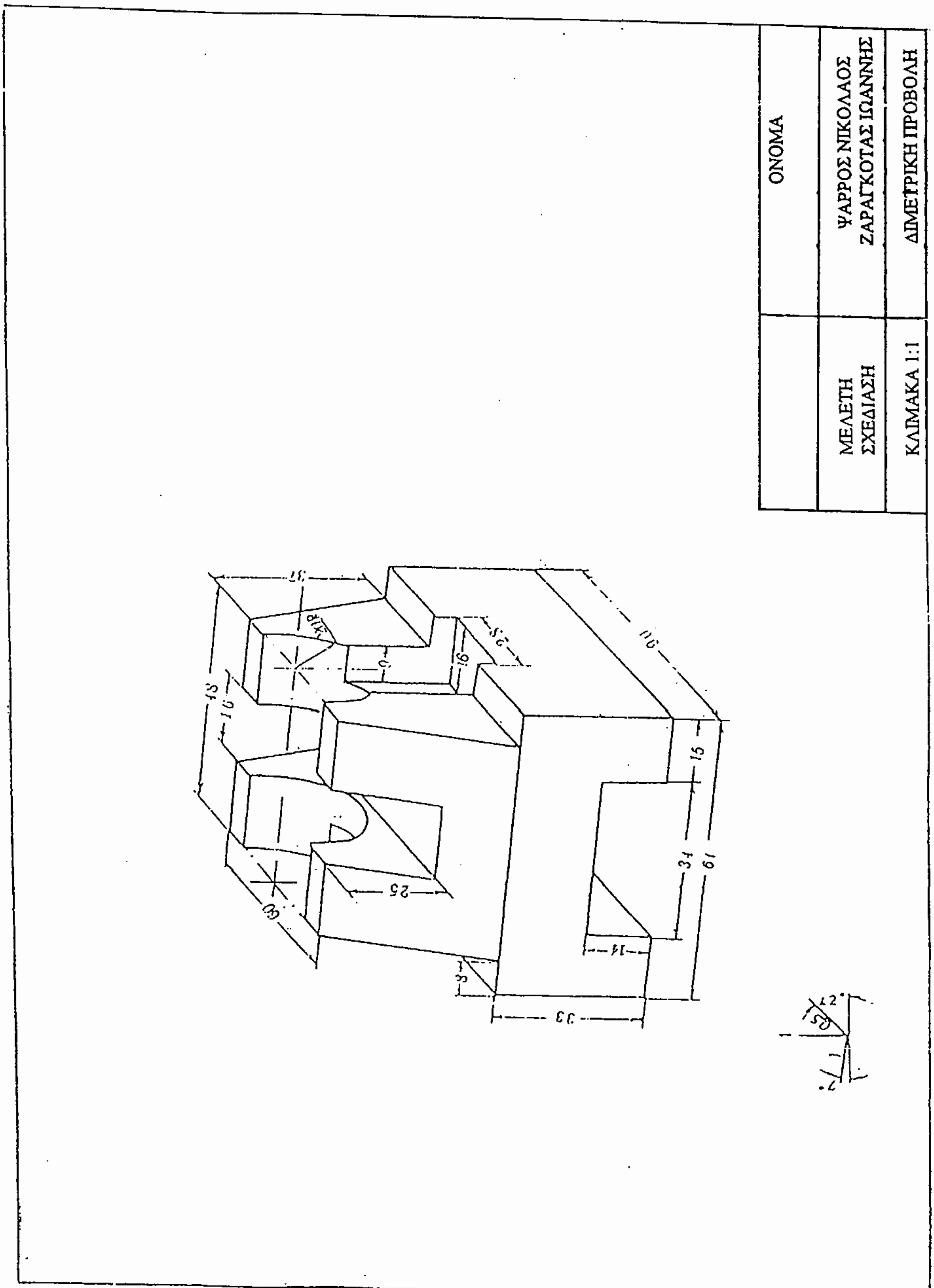
Σχήμα 11. Προσεγγιστική σχεδίαση ελλείψεως.

Από τα μέσα των πλευρών του ρόμβου φέρνουμε ευθείες που έχουν κλίση 7^0. Αυτές τέμνουν τους άξονες της ελλείψεως (διαγώνιες του ρόμβου) σε σημεία που είναι και κέντρα των τόξων της ελλείψεως.

ημασια	Τυποποιημενη αξονομ. προβολη DIN 5			Ιπευτικη προβολη	
	Α: Ισομετρικη	Β: Διμετρικη			
ια	30°/30°	7°/42°	42°/7°	0°/45°	45°/0°
ιαδειγμα 1.					
ιαδειγμα 2. εξαρτημα του παραδειγματος 1 εχει ιατραφει κατα ο)					
ατημα ινων					
μακες	1:1:1	1:1:0,5	0,5:1:1	1:1:0,5	0,5:1:1
παρασταση ν κυκλων ις πλευρες					
σεις αξονων 1	1:1,7	≈ Κυκλος	1:3 (1:3,2)	Κυκλος	1:3
ς ελλειψεις 2	1:1,7	1:3 (1:3,2)	≈ Κυκλος	1:3	Κυκλος
3	1:1,7	1:3 (1:3,2)	1:3 (1:3,2)	1:3	1:3
ικτηρισμος	30°/30°/1:1:1	7°/42°/1:1:0,5	42°/7°/0,5:1:1	0°/45°/1:1:0,5	45°/0°/0,5:1:1

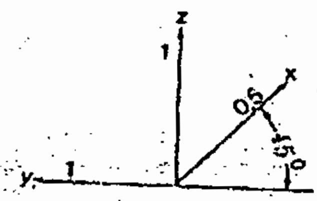
Πίνακας. Αξονομετρικές προβολές


ΟΝΟΜΑ
ΜΕΛΕΤΗ
ΣΧΕΔΙΑΣΗ
ΨΑΡΡΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
ΖΑΡΑΓΚΟΤΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:1
ΔΙΜΕΤΡΙΚΗ ΠΡΟΒΟΛΗ
70
10
10
30
90
30
15
10
40
30
11
29
105

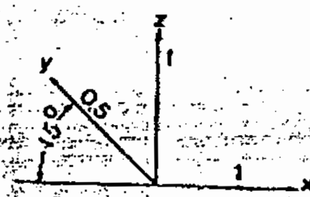

ΟΝΟΜΑ
ΨΑΡΡΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
ΖΑΡΑΓΚΟΤΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
ΜΕΛΕΤΗ
ΣΧΕΔΙΑΣΗ
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:1
ΔΙΜΕΤΡΙΚΗ ΠΡΟΒΟΛΗ

2.4 Ιππευτική προβολή

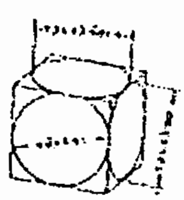
Μια άλλη μη τυποποιημένη, αλλά συχνά χρησιμοποιούμενη προβολή είναι η λεγόμενη " Ιππευτική Προβολή " με σύστημα αξόνων 0° / 45° / 1 : 1 : 0,5 ή κατοπτρικά 45° / 0° / 0.5 : 1 : 1 **(σχήμα 12)**



α) Σύστημα 0° / 45° / 1 : 1 :0,5



β) Σύστημα 45° / 0° / 0.5 : 1 : 1



γ) Παράσταση κύβου με κύκλους στο σύστημα

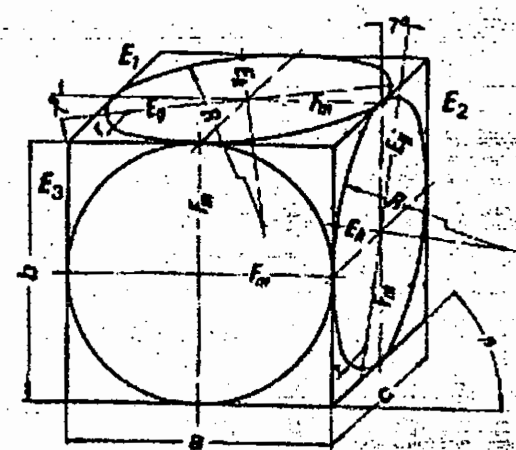
Σχήμα 12.

Στην προβολή αυτή παραμένουν στην πρόοψη οι κάθετες πλευρές, ενώ οι οριζόντιες , οι κύκλοι και όλες οι διαστάσεις εμφανίζονται με το πραγματικό τους μέγεθος .

Οι περιφέρειες στις άλλες πλευρές εμφανίζονται ως ίσες ελλείψεις με σχέση αξόνων 1 : 3,2. Οι ελλείψεις αυτές σχεδιάζονται συνήθως ως τόξα περιφερειών με ακτίνες R και r.

Στοιχεία Κατασκευής:

Σχέση πλευρών: a : b : c = 1 : 1 : 0,5
Γωνίες: β = 45°, α = 0°
Απόσταση F_m = a (μήκος πλευράς)
Σχέση αξόνων:
Έλλειψη E_1 και E_2 ≈ 1 : 3,2
Μεγέθη αξόνων:
Μεγάλος άξονας: E_g ≈ 1,07
Μικρός άξονας: E_k ≈ 3,2
Ακτίνες ελλείψεων:
R ≈ 1,5 a, r = R : 20

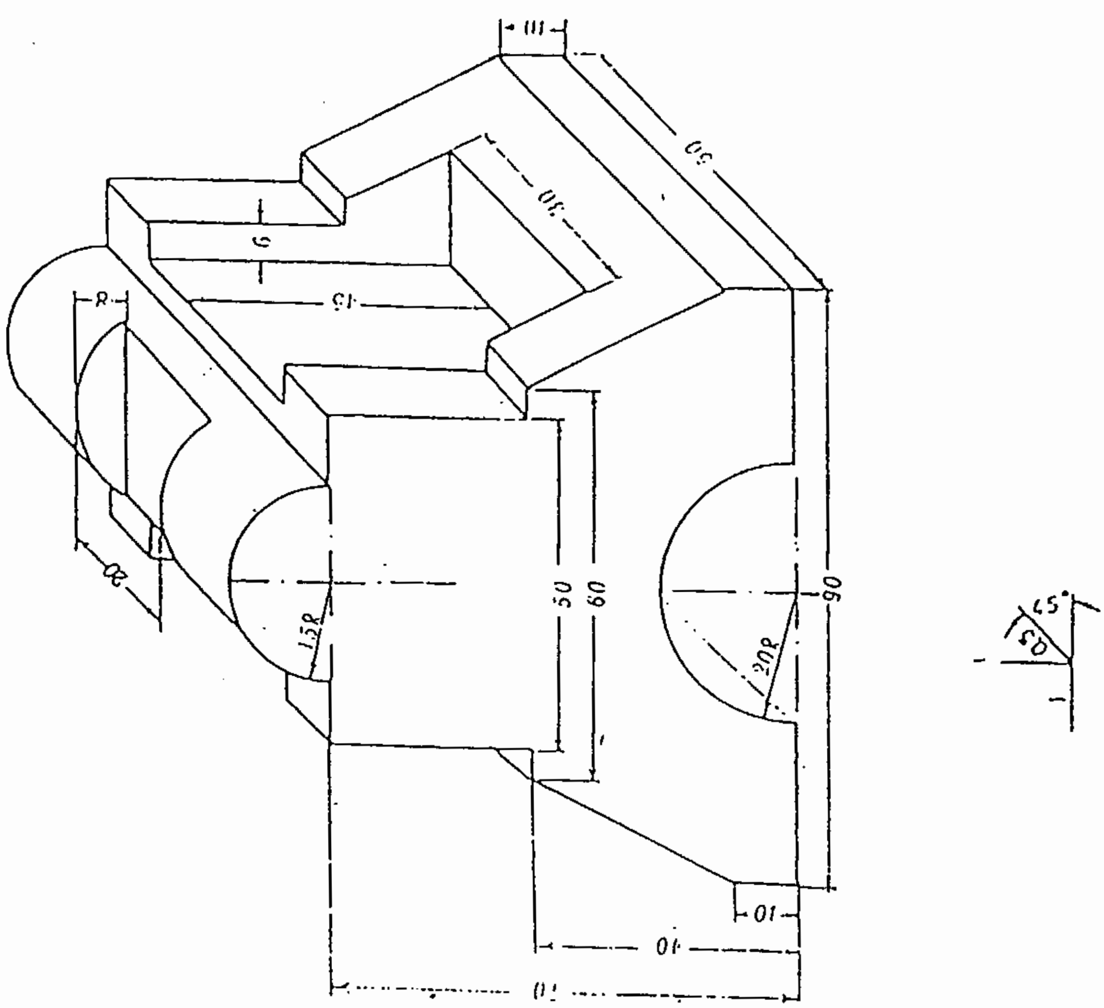


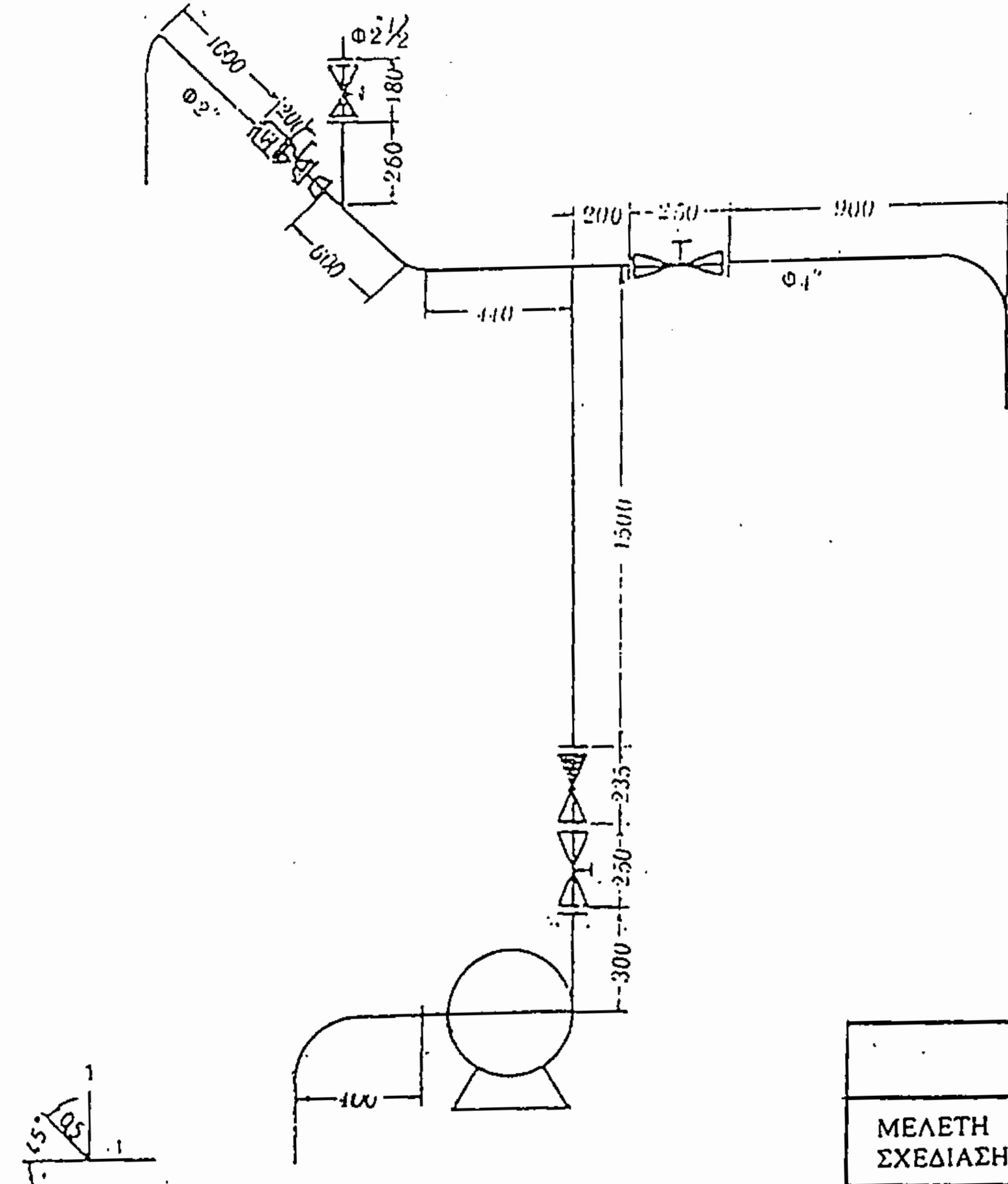
Σχήμα 13. Παράσταση κύβου με κύκλους σε ιππευτική προβολή.

Ο μεγάλος άξονας στην έλλειψη E_1 έχει κλίση 7^0, στην έλλειψη E_2 είναι κάθετος σε ευθεία που σχηματίζει με την οριζόντια γωνία 7^0. Οι άξονες των ελλείψεων είναι κάθετοι μεταξύ τους (σχ.13).

Εκτός από την ιππευτική προβολή με κλίμακα 1 : 1 : 0,5 υπάρχει και αυτή με κλίμακα 1 : 1 : 0,7 ($0,5\sqrt{2}$ ± 0,7). Η προβολή με κλίμακα 1 : 1 : 0,7 χαρακτηρίζεται από καλλίτερη αναπαράσταση των εικόνων σε σύγκριση με αυτών της άλλης κλίμακας.

	ΟΝΟΜΑ
ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ	ΨΑΡΡΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΖΑΡΑΓΚΟΤΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:1	ΙΠΠΕΥΤΙΚΗ ΠΡΟΒΟΛΗ





	ΟΝΟΜΑ
ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ	ΨΑΡΡΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΖΑΡΑΓΚΟΤΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:1	ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ)

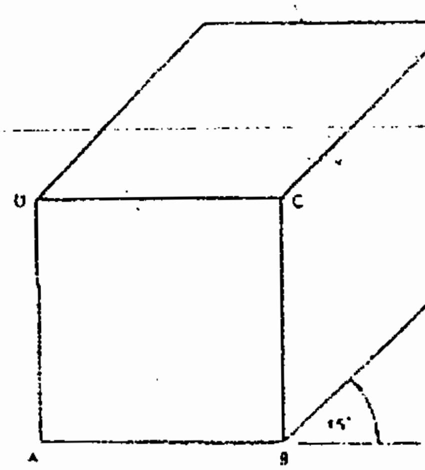
2.5 Τριμετρική προβολή

Εκτός από τη διμετρική προβολή υπάρχει και η τριμετρική προβολή στην οποία έχουμε τρεις κλίμακες, μια για κάθε άξονα (για παράδειγμα: 0^0 / 30^0 / 0,9 : 1 : 0,6. Η προβολή αυτή μας βοηθά να κατασκευάσουμε το αξονομετρικό εάν έχουμε τις δυο όψεις του εξαρτήματος.

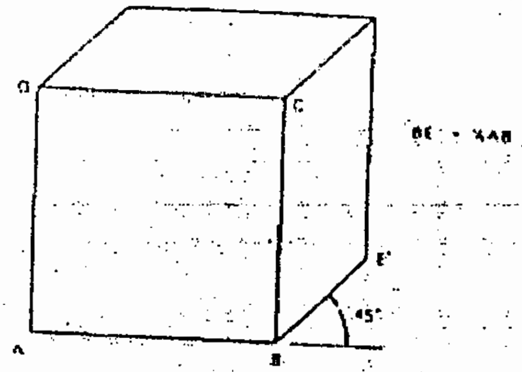
2.6 Πλάγια αξονομετρική προβολή

Στην αρχή κατασκευάζουμε την πρόοψη στον οριζόντιο άξονα και δημιουργούμε το βάθος φέρνοντας παράλληλες με κλίση 45^0 ή 30^0. Το βάθος μπορούμε να το σχεδιάσουμε με την ίδια κλίμακα που σχεδιάστηκε η πρόοψη **(σχήμα 14)** και ονομάζεται *μέθοδος Cavalier*. Μπορούμε όμως να το σχεδιάσουμε με το ήμισυ των μηκών της πραγματικής κλίμακας **(σχήμα 15)** και ονομάζεται *μέθοδος Cabinet*.

Το σύστημα της πλάγιας αξονομετρικής προβολής πλεονεκτεί έναντι των προβολών αντικειμένων με κυκλικά ή καμπύλα σχήματα, γιατί μπορούμε να χαράξουμε τους κύκλους στην πρόοψη και τις καμπύλες στα κανονικά τους σχήματα.

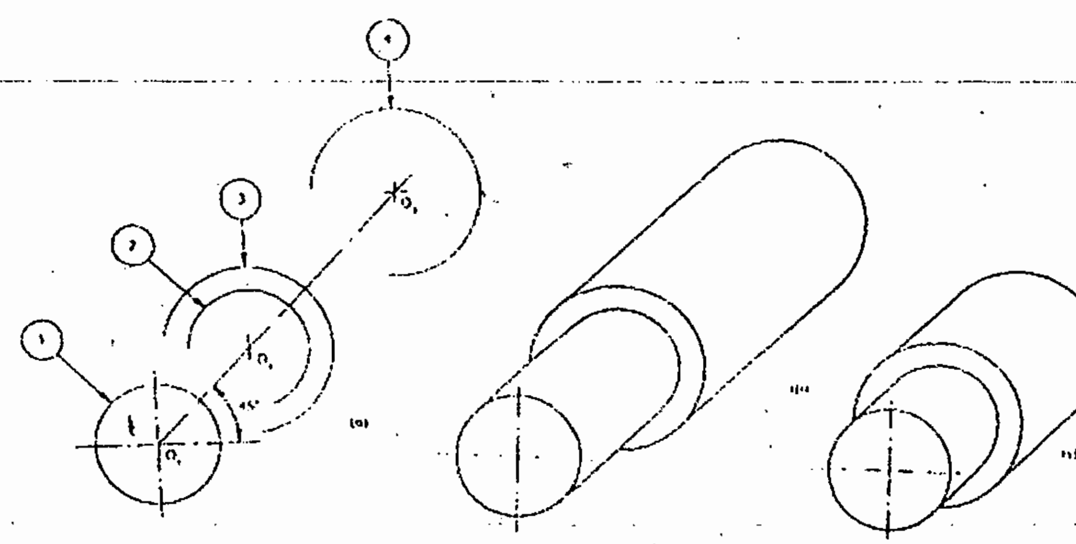


Σχήμα 14. Πλάγια αξονομετρική προβολή με τη μέθοδο *Cavalier*.



Σχήμα 15. Πλάγια αξονομετρική προβολή με τη μέθοδο *Cabinet.*

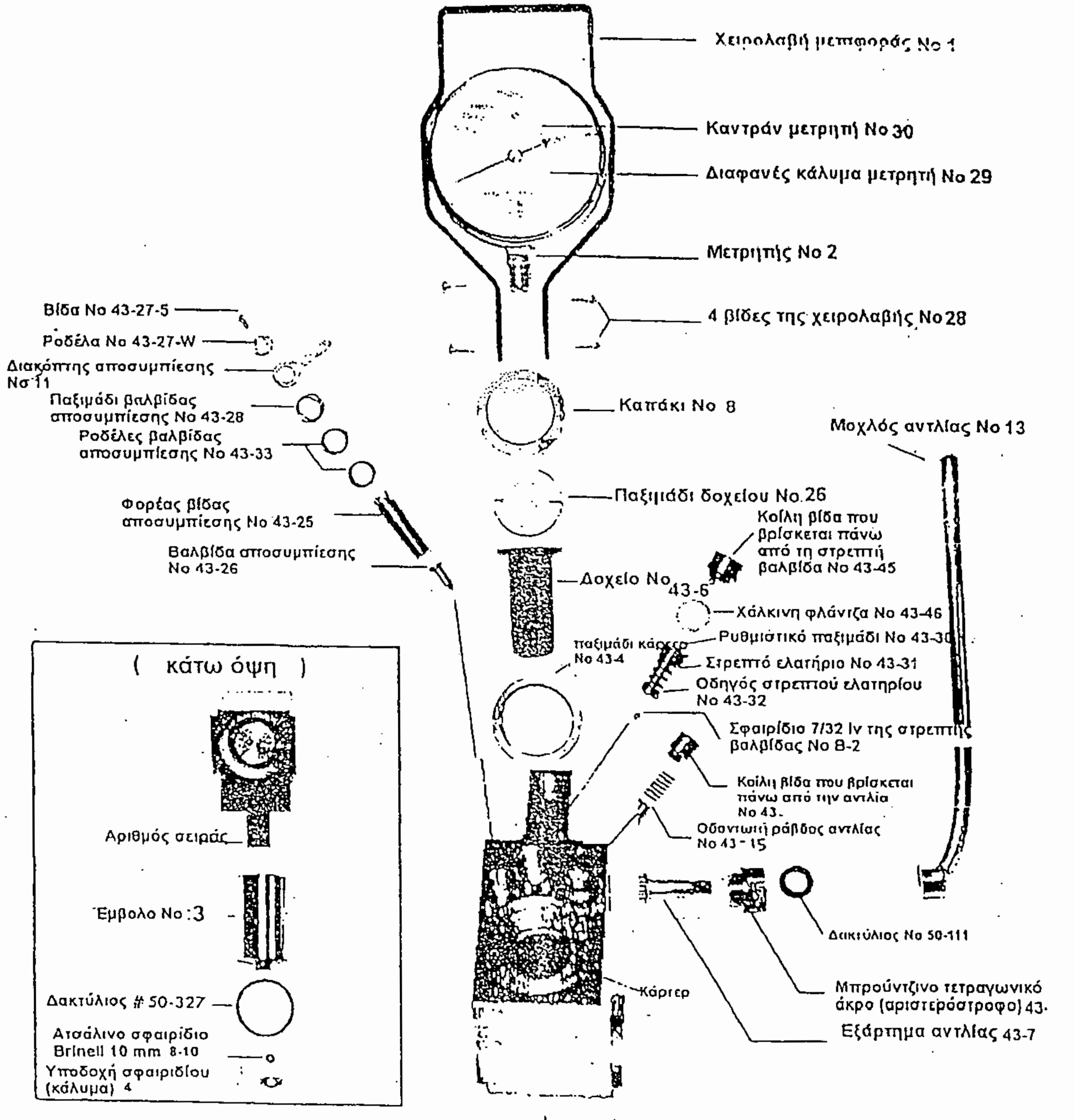
Στο **σχήμα 16** βλέπουμε τα στάδια χαράξεως της πλάγιας αξονομετρικής προβολής μιας κυλινδρικής περόνης. Συγκεκριμένα, στο **σχήμα 16α** φαίνονται οι κύκλοι που χαράζονται πρώτα για να ενωθούν στη συνέχεια με τις παράλληλες προς την αξονική πλευρές και να συμπληρώσουν την προβολή με τη μέθοδο Cavalier. Στο **σχήμα 16γ** παριστάνεται το ίδιο εξάρτημα σχεδιασμένο με το σύστημα Cabinet.

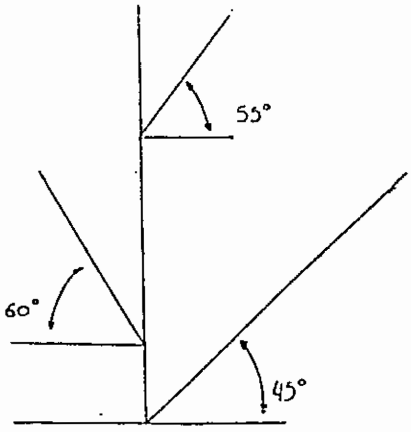


Σχήμα 16. Στάδια πλάγιας αξονομετρικής προβολής κυλινδρικής περόνης (*μέθοδο Cavalier και μέθοδο Cabinet*)

ΤΜΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΚΕΦΑΛΗΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

(πάνω όψη)

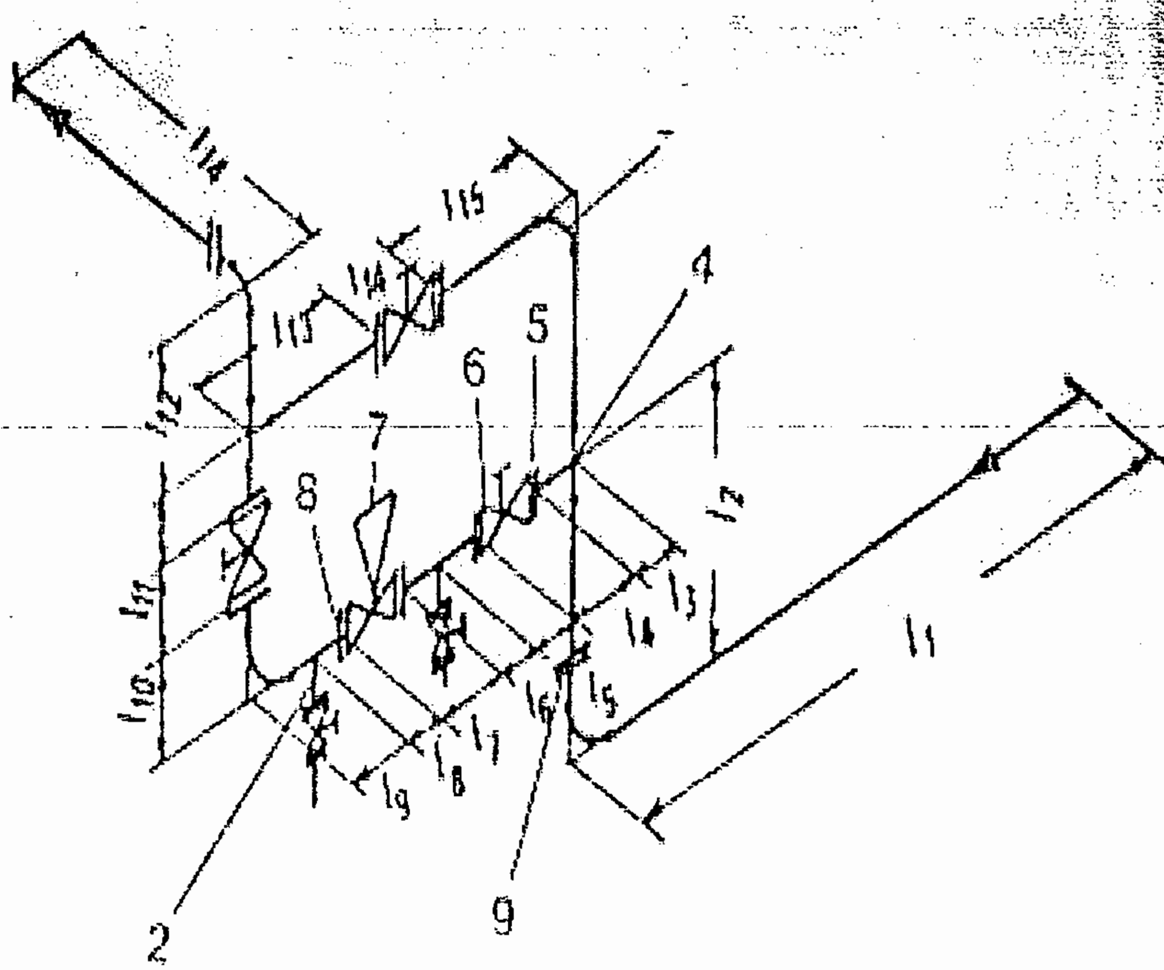




2.7 Αξονομετρική Προβολή Δικτύων

Γενικά στη σχεδίαση δικτύων δε χρησιμοποιούμε πολλές λεπτομέρειες, επειδή οι σωλήνες και τα εξαρτήματα είναι τυποποιημένα, οπότε χρησιμοποιούμε διαστάσεις μόνο στα μήκη τους.

Στην αξονομετρική παράσταση το δίκτυο σχεδιάζεται αξονομετρικά και τοποθετούμε τις διαστάσεις των μηκών στο σύστημα των αξόνων χ, ψ, ζ, όπως φαίνεται στο **σχήμα 17.**

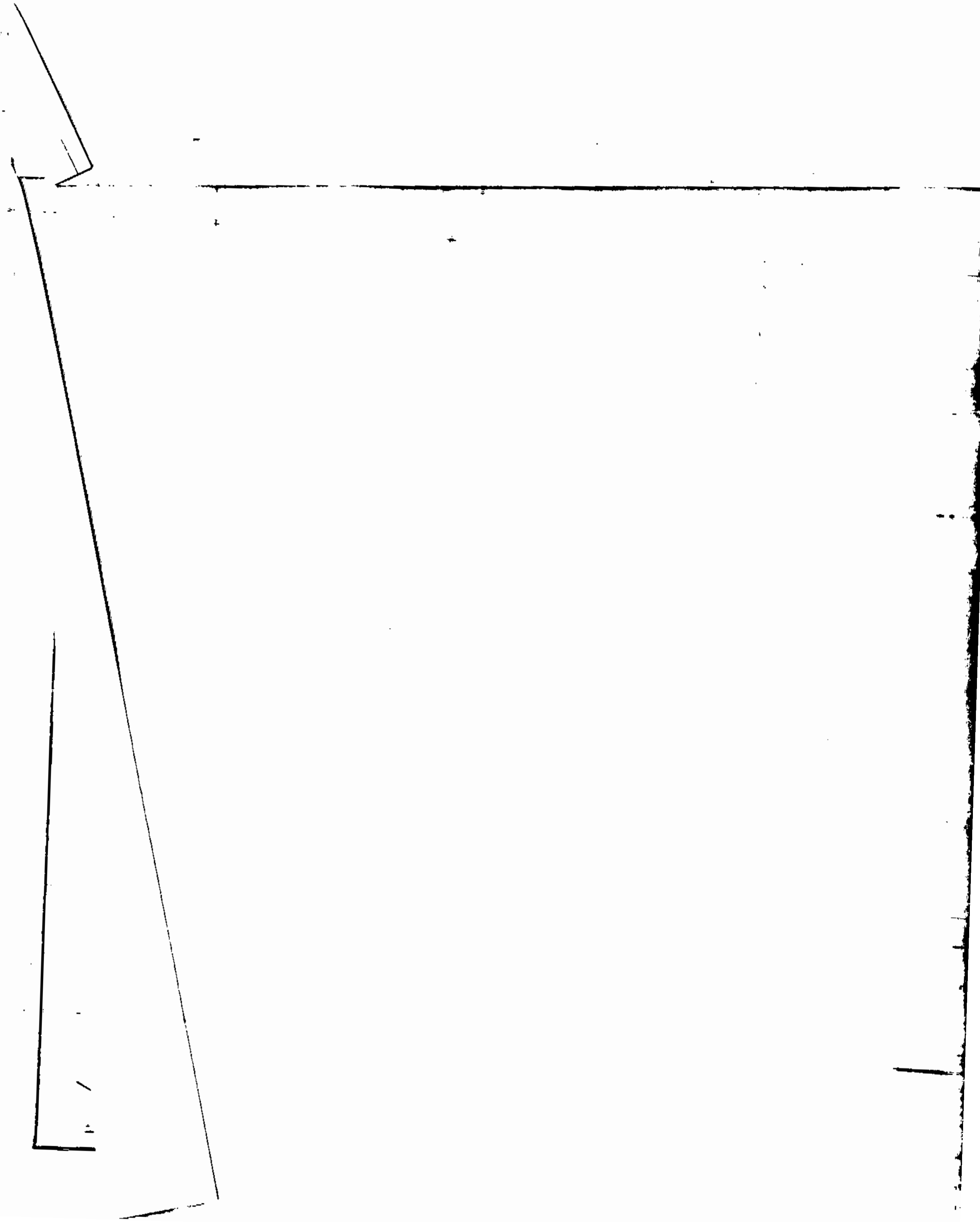


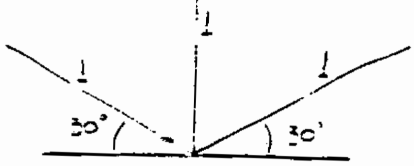
Σχήμα 17. Αξονομετρική παράσταση δικτύου

Συμβολική παράσταση	Επεξήγηση συμβόλων
1. Σωλήνες - Στήριξη	
	Γενικά σωλήνας ρεύσης, Σωλήνας μέ βέλος διεύθυνσης
	Επέκταση
	Μετακινούμενος σωλήνας
	Διασταύρωση δύο σωλήνων χωρίς σύνδεση
	Σύνδεση δύο σωλήνων (σταυρός)
	Στήριγμα σωλήνα (γενικά)
	Ελεύθερο στήριγμα (σωλήνας γλυστρά)
	Σταθερή στήριξη
	Στήριξη από πάνω
	Στήριξη από κάτω
2. Συνδέσεις	
	Σύνδεση γενικά
	Σύνδεση μέ φλάντζες
	Σύνεση μέ μούφα
	Κοχλίωση
	Λυόμενη σύνδεση
	Συγκολλητή ή κολλητή σύνδεση
3. Επιστόμια - Λοιπά εξαρτήματα	
	Επιστόμιο γενικά
	Επιστόμιο κλειστό
	Επιστόμιο ανοικτό
	Ρύθμιση μέ χειρολαβή
	Μηχανική ρύθμιση

Συμβολική παράσταση	Επεξήγηση συμβόλων
	Ρύθμιση μέ έμβολο
	Ρύθμιση μέ μαγνήτη
	Ρύθμιση μέ κινητήρα
	Ρύθμιση μέ μεμβράνη
	Ρύθμιση μέ πλωτήρα
	Διακόπτης
	Ασφαλιστική βαλβίδα μέ ελατήριο
	Ασφαλιστική βαλβίδα μέ βάρος
	Μειωτήρας πίεσης
	Βαλβίδα αντεπιστροφής
	Βάνα γενικά (σύρτης)/ χειροκίνητη βάνα
	Κρουνός
	Κλαπέ αντεπιστροφής
	Κλαπέ στραγγαλισμού
	Αντισταθμιστής τύπου Ω
	Ολισθαίνων αντισταθμιστής
	Φυγοκεντρική αντλία ,/ κυκλοφορητής
	Φίλτρο
	Μετρητής στάθμης - δείκτης στάθμης
	Μετρητής νερού
	Ελεγκτής πίεσης
	Ρυθμιστής γενικά
	Μανόμετρο
	Θερμόμετρο

Πίνακας. Συμβολική παράσταση σωληνώσεων και μερικών εξαρτημάτων σωληνώσεων κατά DIN-2429





ΟΝΟΜΑ
ΑΡΡΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
ΑΓΚΟΤΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ

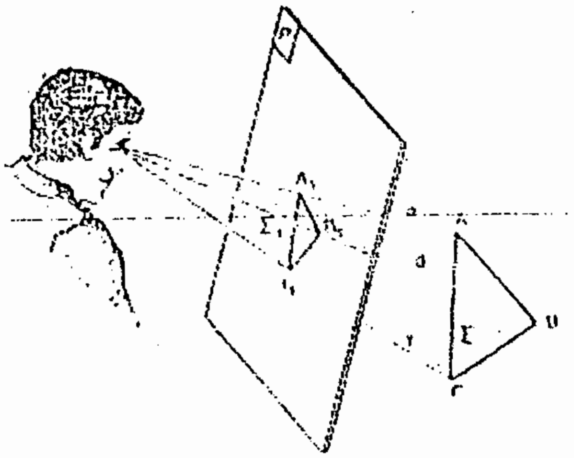
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

3. ΠΡΟΟΠΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ

3.1 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

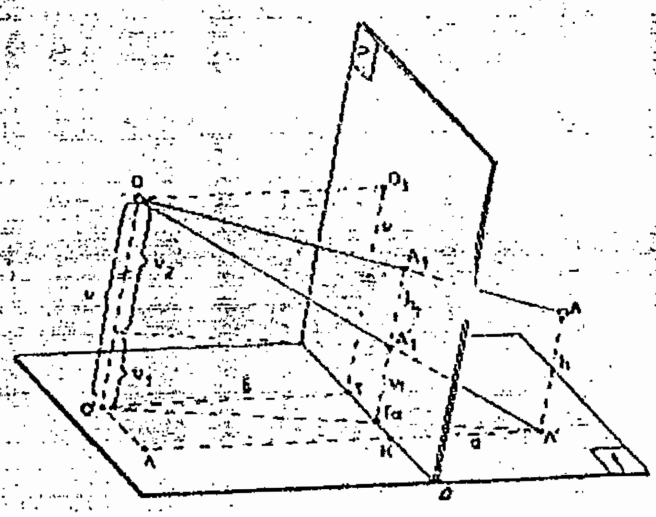
Έστω Σ ένα τυχαίο επίπεδο σχήμα του επεκτεταμένου Ευκλείδειου χώρου (**σχήμα 18**). Θεωρούμε κεντρική δέσμη ευθειών και επιπέδων Ο (α, β, γ,......) - όπου το σημείο Ο κατά παραδοχή δεχόμαστε ότι είναι το μάτι του παρατηρητή- που έχει ακτίνες και επίπεδα που περνούν από τις κορυφές και τις ακμές του Σ ή εφάπτονται στις γραμμές και επιφάνειές του Σ. Αν τμήσουμε τη δέσμη Ο με ένα επίπεδο Ρ, που δεν περνάει από το Ο, παίρνουμε πάνω στο Ρ ένα σχήμα $Σ_1$ που ονομάζεται προοπτικό σχήμα του Σ ή προοπτική εικόνα του Σ ή για συντομία απλά προοπτικό.

Το σημείο Ο ονομάζεται οπτικό κέντρο ή σημείο οράσεως ενώ το επίπεδο Ρ ονομάζεται επίπεδος πίνακας ή για συντομία απλά πίνακας.



Σχήμα 18.

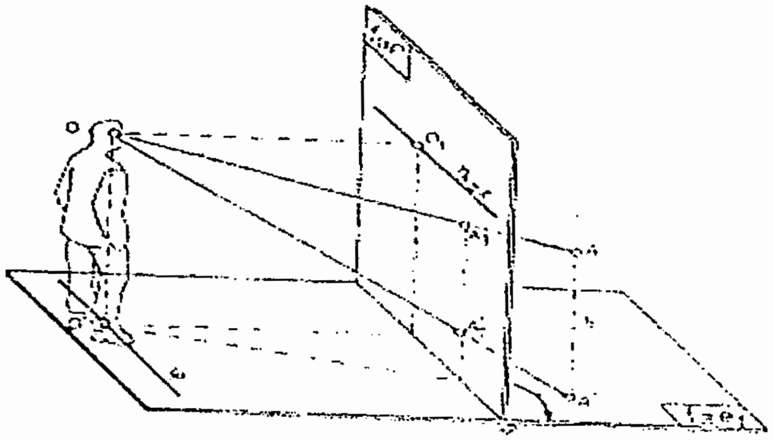
Έστω F το οριζόντιο επίπεδο προβολής, Ρ ο πίνακας που τέμνει πλάγια ή κάθετα το F και Ο ένα τυχαίο σημείο οράσεως (**σχήμα 19**). Ονομάζουμε γραμμή βάσης του πίνακα την ευθεία β (που είναι η ευθεία τομής των F και Ρ). Αν φέρουμε από το Ο το εγκάρσιο (κάθετο) επίπεδο στη βάση του πίνακα, αυτό τέμνει τη β στο Τ. Με $Ο_1$ συμβολίζουμε την προβολή από το Ο πάνω στο Ρ του επ' άπειρου σημείο ευθείας του F κάθετης στην β. Το $Ο_1$ θα βρίσκεται στην τομή του εγκάρσιου επιπέδου με το Ρ και λέμε ότι το $Ο_1$ είναι το προοπτικό του επ' άπειρου σημείου οριζόντιων ευθειών κάθετων στη β. Αν από το σημείο Ο φέρουμε παράλληλη στην $Ο_1$, αυτή θα τμήση το F στο Ο΄ (πάνω στην τομή του εγκάρσιου επιπέδου με το F). Το O΄ έχει προοπτικό το επ' άπειρο σημείο ευθείας του P κάθετης στο β. Το παραλληλόγραμμο O O_1 T O΄ θα είναι πλάγιο ή ορθογώνιο αν ο πίνακας τέμνει αντίστοιχα πλάγια ή κάθετα το F. Την απόσταση O΄O = TO_1 = U ονομάζουμε ύψος του ορίζοντα.



Σχήμα 19

Για να απλουστέψουμε την κατασκευή του αληθινού μεγέθους του προοπτικού τους, στην προοπτική κατασκευάζουμε πρώτα το προοπτικό της βάσης τους (κάτοψης) με τη βοήθεια των σημείων φυγής και μετά βρίσκουμε τα ύψη τους με την βοήθεια της προοπτικής κλίμακας υψών.

Παίρνουμε λοιπόν ένα σύστημα δύο επιπέδων, ενός οριζόντιου (F ≡ e1) που το θεωρούμε επίπεδο βάσης και ενός κατακόρυφου (F_1 ≡ P) που το θεωρούμε πίνακα και ένα τυχαίο σημείο οράσεως O. Τα δυο επίπεδα F και F_1 που τέμνονται κατά την ευθεία β τα συσχετίζουμε κατά την προοπτικότητα που έχει το κέντρο O, άξονα β και κάθε σημείο A του F έχει αντίστοιχο ένα σημείο A_1 του F_1.



Σχήμα 20.

Το επίπεδο που είναι παράλληλο στο F και περνάει από το P τέμνει το επίπεδο F_1 κατά την ευθεία φυγής η_1, που είναι η προοπτική εικόνα της επ' άπειρου ευθείας του επιπέδου F για το δοσμένο σύστημα (σχήμα 20).

Την ευθεία η_1 στην προοπτική την ονομάζουμε οριζόντια και την συμβολίζουμε με ε. Πάνω στην $\eta_1 \equiv \varepsilon$ βρίσκονται τα σημεία φυγής όλων των οριζόντιων ευθειών. Το σημείο O_1, ορθή προβολή του O πάνω στο F_1, είναι το σημείο φυγής των ευθειών που είναι κάθετες στο F_1 και το ονομάζουμε πρωτεύων σημείο φυγής. Το επ' άπειρου σημείο της $\eta_1 \equiv \varepsilon$ είναι το σημείο φυγής των οριζόντιων ευθειών που 'ναι παράλληλες στον άξονα β.

Παρατήρηση

Για τον καθορισμό της θέσης του σημείου οράσεως λαμβάνουμε περιορισμούς που προκύπτουν:

α) Από την προτίμησή μας να είναι ορατό κάποιο τμήμα του αντικειμένου που σχεδιάζουμε

β)Από τις διαστάσεις αυτού του αντικειμένου και την φυσιολογία του ματιού.

Τοποθετούμε λοιπόν τον παρατηρητή (άρα το O)σε θέση και ύψος τέτοια ώστε αυτός να "βλέπει" εκείνη την περιοχή του αντικείμενου που μας ενδιαφέρει να αναδείξουμε.

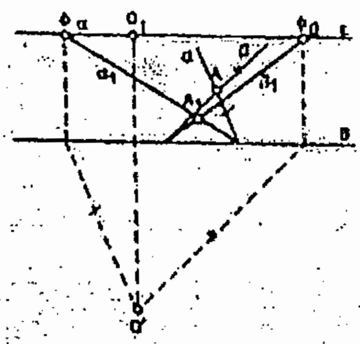
Ακόμη, ανάλογα με το πλάτος και το ύψος του αντικειμένου καθορίζουμε την απόσταση του παρατηρητή έτσι ώστε οι ακραίες οπτικές ακτίνες να σχηματίζουν γωνία περίπου 45°. Αποφεύγουμε να απομακρύνουμε πολύ τον παρατηρητή γιατί τότε το προοπτικό θα μοιάζει με παράλληλη προβολή ή να τον προσεγγίσουμε πολύ γιατί θα προκύψουν παραμορφώσεις.

3.2 Προοπτικό σημείου

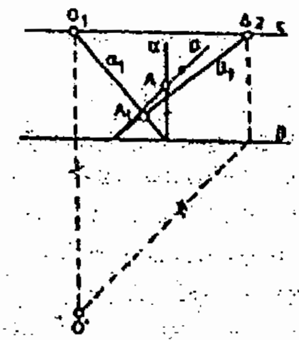
3.2.1 Μέθοδος των δυο σημείων φυγής

Θεωρούμε το σημείο A τομή δυο ευθειών (έστω α και β) με το επίπεδο F. Το προοπτικό σημείο A_1 θα 'ναι το σημείο τομής των α_1 και β_1 των α και β **(σχήμα 21).**

Συνήθως οι ευθείες α και β είναι γραμμές που ζητάμε το προοπτικό του. Αν δεν είναι, τότε διαλέγουμε ευθείες που μας διευκολύνουν στη σχεδίαση. Για παράδειγμα μια ευθεία κάθετη στη βάση του πίνακα και μια κλίση 45° (σχήμα 22).



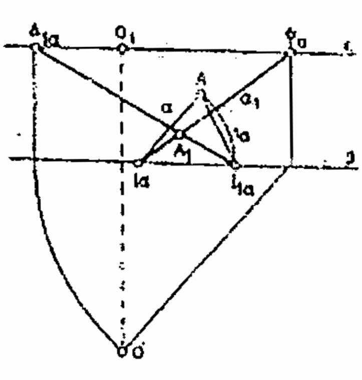
Σχήμα 21.



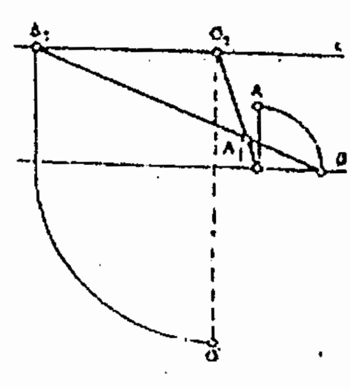
Σχήμα 22.

3.2.2.Μέθοδος ενός σημείου και ενός σημείου αποστάσεως

Θεωρούμε ότι το σημείο Α βρίσκεται πάνω σε μια τυχαία ευθεία α. Το προοπτικό του A_1 θα βρίσκεται πάνω στην προοπτική $α_1$ της α και στην προοπτική της ευθείας 1 α που περνά από το Α και ισοκλίνει ως προς την α και τη βάση του πίνακα β.



Σχήμα 23.



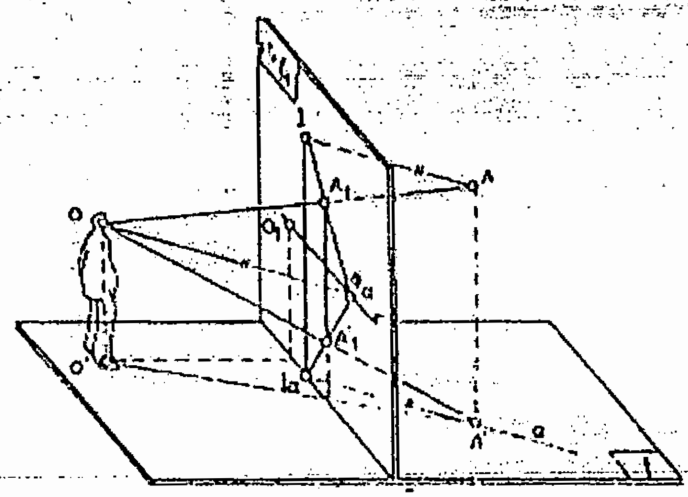
Σχήμα 24.

Η ευθεία 1 α έχει σημείο φυγής το ένα σημείο αποστάσεως που αντιστοιχεί στο Φ α (**σχήμα 23**). Αν διαλέξουμε την α κάθετη στη βάση του πίνακα β, τότε χρησιμοποιούμε το πρωτεύων σημείο φυγής και ένα από τα πρωτεύοντα σημεία αποστάσεως **(σχήμα 24)**.

3.2.3 Προοπτικό σημείου χώρου

Έστω σημείο Α τυχαίο στο χώρο. Κατασκευάζουμε με μια από τις ήδη προαναφερόμενες μεθόδους το προοπτικό A'_1 οριζόντιας προβολής Α΄ του Α. Έστω ότι χρησιμοποιούμε μια ευθεία α του οριζόντιου επιπέδου που περνά από το Α΄, το σημείο φυγής και το ένα σημείο αποστάσεως που αντιστοιχεί σε αυτό. Αν από το Α φέρουμε παράλληλη προς την α που τέμνει τον πίνακα στο Ι, τότε Ια = ΑΑ΄.

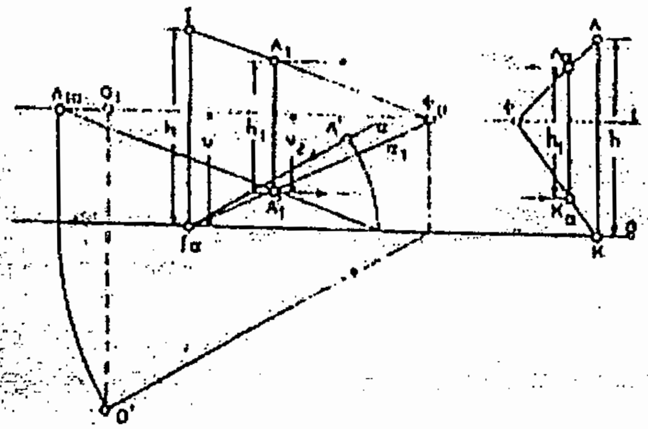
Καταλήγουμε λοιπόν στην παρακάτω κατασκευή **(σχήμα 25)**. Στην κάθετη πάνω στη β στο σημείο Ια ορίζουμε το υψόμετρο h του Α. Το προοπτικό A_1 του Α βρίσκεται πάνω στην κατακόρυφη στο A'_1 και στην ευθεία $I\Phi_\alpha$, προοπτική της ΙΑ.



Σχήμα 25.

Για να απλοποιήσουμε την σχεδίαση και να αποφύγουμε τις περιττές γραμμές χρησιμοποιούμε μια άλλη κατασκευή **(σχήμα 26)**. Σύμφωνα με αυτή, σε τυχαίο σημείο Κ της βάσης του πίνακα φέρνουμε κάθετη και ορίζουμε πάνω σε αυτή τμήμα ΚΛ ίσο με το υψόμετρο h του Α. Στη συνέχεια ενώνουμε τα Κ και Λ με τυχαίο επίσης σημείο Φ του ορίζοντα. Αν τώρα από το A'_1 φέρουμε παράλληλη στη β που τέμνει την ΚΦ στο σημείο ΚΑ και εκεί κάθετη στη β, το τμήμα της καθέτου που ορίζουν οι ΦΚ και ΦΛ είναι ίσο με το $A_1A'_1$, όπως εύκολα αποδεικνύεται. Με τη βοήθεια λοιπόν του τριγώνου ΦΚΛ βρίσκουμε το προοπτικό οποιουδήποτε σημείου που ΄χει υψόμετρο ΚΛ = h, αρκεί να ‘χει κατασκευαστεί το προοπτικό της πρώτης προβολής του.

Για σημεία άλλων υψομέτρων κατασκευάζουμε τα αντίστοιχα τρίγωνα με δύο κορυφές Φ και Κ και την άλλη που ορίζεται κάθε φορά από το υψόμετρο. Τα τρίγωνα αυτά αποτελούν την προοπτική κλίμακα υψών.



Σχήμα 26.

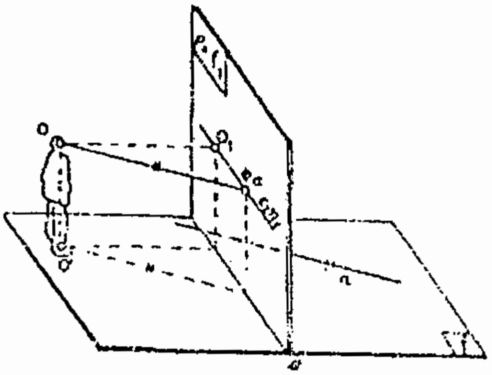
3.3 Προοπτικό ευθείας

3.3.1 Το σημείο φυγής της ευθείας α

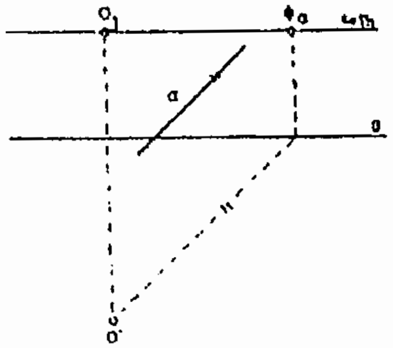
Μας δίνετε πάνω στο οριζόντιο επίπεδο Φ μια τυχαία ευθεία.. Ζητάμε να κατασκευάσουμε το σημείο φυγής της **(σχήμα 27)**.

Επειδή η ευθεία είναι οριζόντια, το σημείο της βρίσκεται πάνω στον ορίζοντα που 'ναι η ευθεία φυγής των οριζόντιων επιπέδων. Η κατασκευή του είναι η εξής:

Η οπτική του ακτίνα που' ναι παράλληλη με την ευθεία α θα τμήσει τον πίνακα στο σημείο φυγής α. Αρκεί λοιπόν από το σημείο Ο να φέρουμε ευθεία παράλληλη στην α και από το σημείο τομής με τη βάση του πίνακα κάθετη, που θα τμήσει τον ορίζοντα στο σημείο φυγής **(σχήμα 28)**.



Σχήμα 27.



Σχήμα 28.

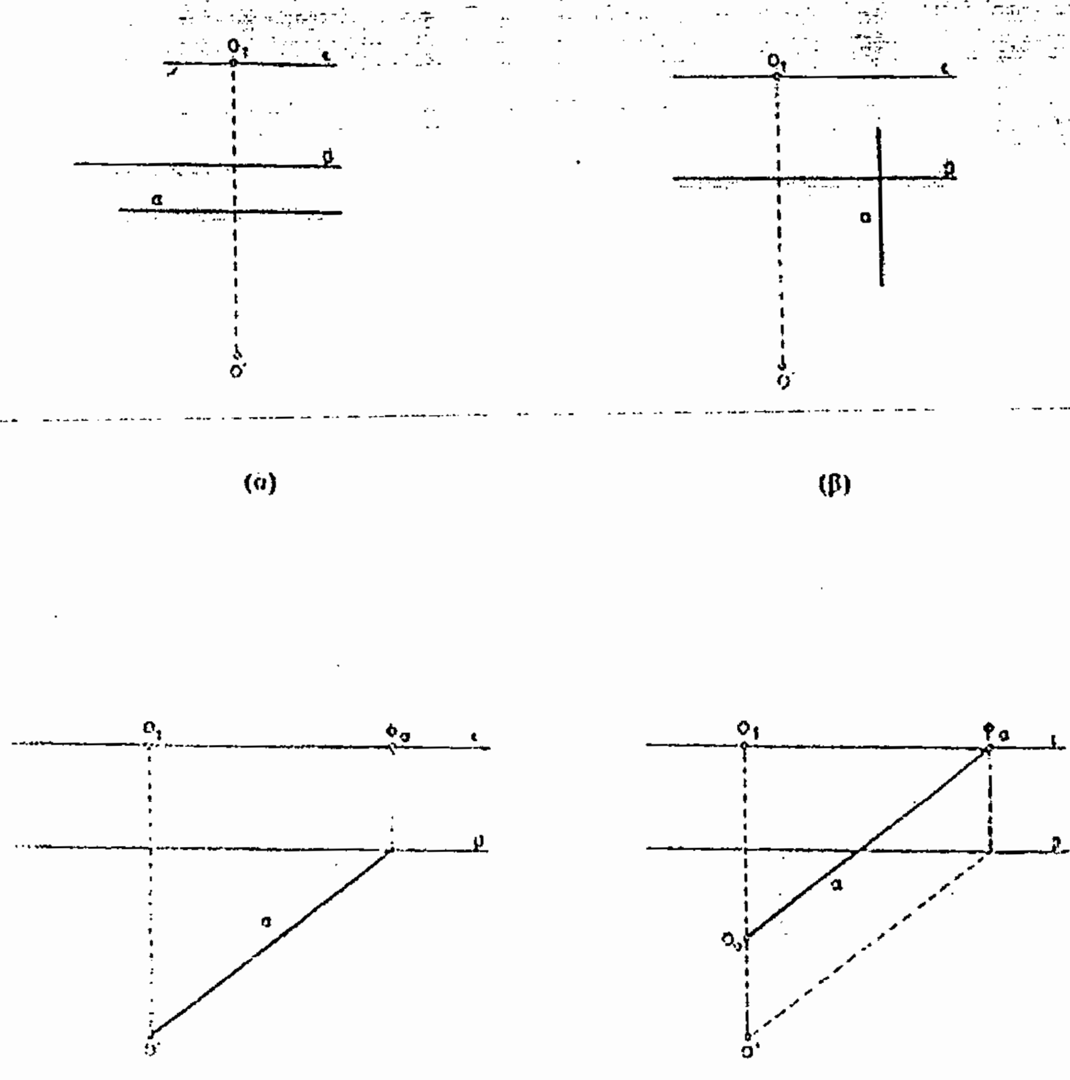
Ειδικές θέσεις της ευθείας α

1. Η ευθεία α είναι παράλληλη στη βάση του πίνακα, Σημείο φυγής της θα ‘ναι το επ’ άπειρο σημείο του ορίζοντα **(σχήμα 29 α)**.

2. Η ευθεία α είναι κάθετη στη βάση του πίνακα. Σημείο φυγής της θα είναι το O_I, το πρωτεύων σημείο φυγής **(σχήμα 29 β)**.

3. Η ευθεία α περνά από το Ο΄. Αν στη τομή της με την β φέρουμε την κάθετη σε αυτήν, τότε αυτή με τη σειρά της θα τμήσει τον ορίζοντα στο σημείο φυγής της α **(σχήμα 29 γ)**.

4. Η ευθεία α περνά από το O_o , κατάκλιση του κέντρου της ομολογίας. Σε αυτή την περίπτωση σημείο φυγής της θα ‘ναι η τομή της με τον ορίζοντα **(σχήμα 29 δ)**.



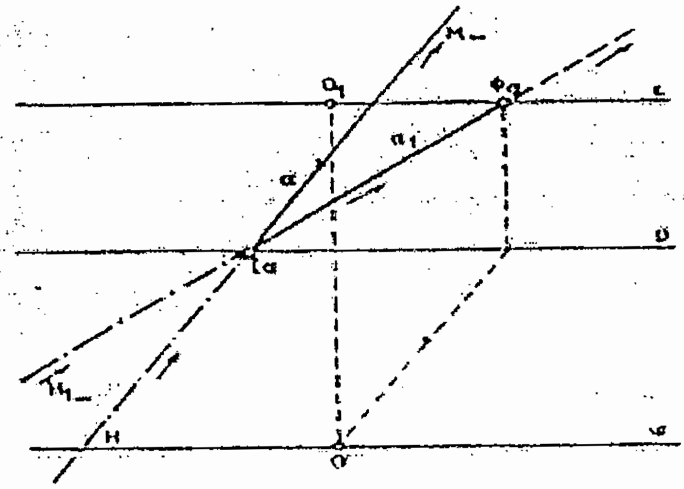
(α) (β)

(γ) (δ)

Σχήμα 29 (α, β, γ, δ).

3.3.2 Το προοπτικό της ευθείας α

Μας δίνεται πάνω στο οριζόντιο επίπεδο Φ μια τυχαία ευθεία. Ζητάμε να κατασκευάσουμε την προοπτική της α_1 **(σχήμα 30)**.

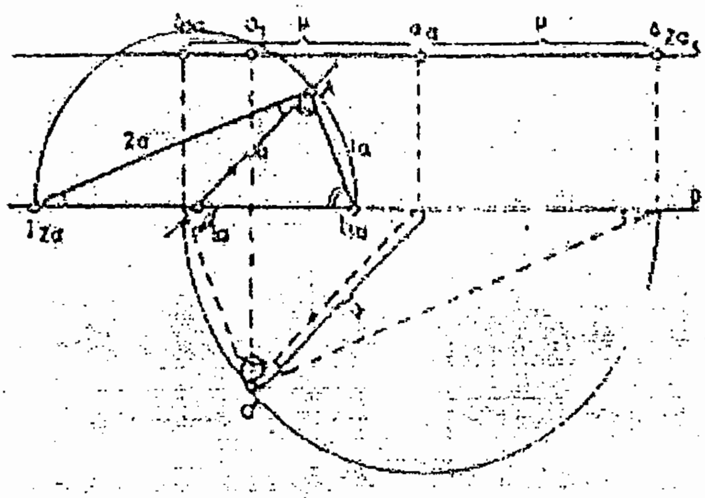


Σχήμα 30.

Αρκεί να βρούμε δυο σημεία της. Ένα σημείο της α_1 είναι το σημείο τομής της με τον άξονα β (Ια). Το σημείο αυτό ταυτίζεται με το προοπτικό του. Ένα άλλο σημείο της α_1 που μπορούμε να βρούμε είναι το σημείο φυγής της α, προοπτικό του επ' άπειρου σημείο της Φα. Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι η κατασκευή της α_1 είναι απλή.

3.3.3. Τα σημεία αποστάσεως

Έστω μια τυχαία ευθεία α του οριζόντιου επιπέδου e_1 και Φα το σημείο φυγής της. Από ένα σημείο της Α μπορούμε να φέρουμε δυο ευθείες που να ισοκλίνουν ως προς αυτή και τον άξονα β, τις 1 α και 2 α. τα σημεία φυγής των ευθειών αυτών τα ονομάζουμε σημεία αποστάσεως που αντιστοιχούν στο Φα (ή την ευθεία α) και το συμβολίζουμε με $\Delta_{1\alpha}$ και $\Delta_{2\alpha}$. Τα $\Delta_{1\alpha}$ και $\Delta_{2\alpha}$ απέχουν από το Φα απόσταση ίση με την απόσταση του Ο από αυτό **(σχήμα 31)**.



Σχήμα 31.

Τα πρωτεύοντα σημεια αποστάσεως ($Δ_1$ και $Δ_2$) είναι τα σημεία αποστάσεως που αντιστοιχούν στο πρωτεύων σημείο φυγής O_1 (ή σε ευθεία κάθετη στη β).

Ειδικές θέσεις της ευθείας α

1. Η ευθεία α περνά από το Ο και είναι παράλληλη στη βάση του πίνακα. Είναι δηλαδή η ευθεία α η ευθεία φυγής φ. Προοπτική της θα 'ναι η επ' άπειρου ευθεία του επιπέδου P.

2. Η ευθεία α είναι τυχαία παράλληλη στη βάση του πίνακα. Η προοπτική της θα 'ναι και αυτή παράλληλη στη β. Επειδή σημείο τομής της α με τη β είναι το επ' άπειρου σημείο της και σημείο φυγής της πάλι το επ' άπειρου σημείο της, δεν μπορούμε να προσδιορίσουμε την προοπτική της με τα μέχρι εδώ γνωστά.

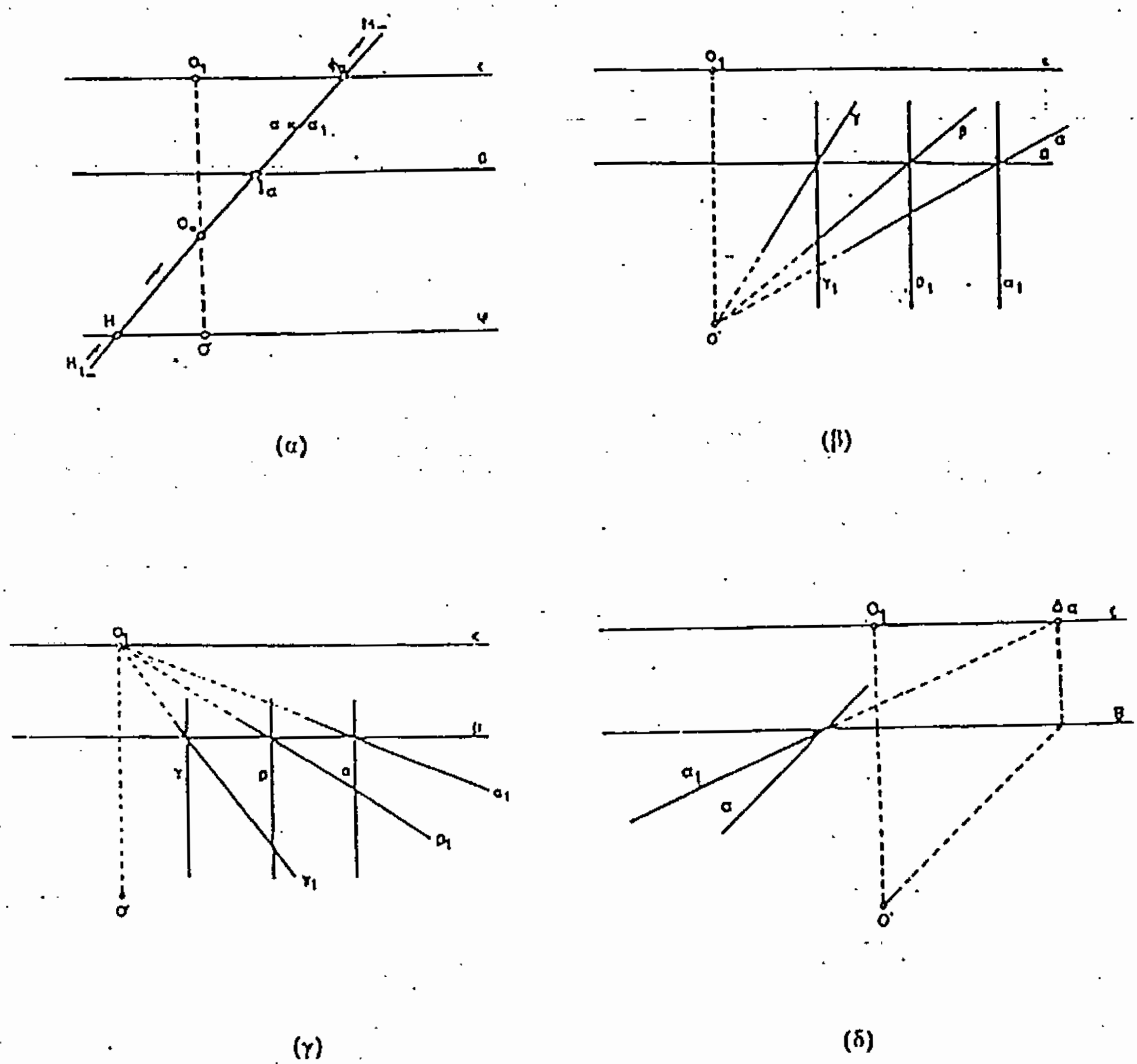
3. Η ευθεία α περνάει από το σημείο O_o κατάκλισης του Ο πάνω στο e1. Η α και η προοπτική της ταυτίζονται **(σχήμα 32 α)**.

4. Η ευθεία α είναι τυχαία, που περνά από το Ο΄. Η προοπτική της θα είναι κάθετη στη βάση του πίνακα **(σχήμα 32 β)**.

5. Η ευθεία α είναι κάθετη στη βάση του πίνακα. Η προοπτική της θα περνά από το O_1 **(σχήμα 32 γ)**.

6. Η ευθεία α περνά από το Ο και είναι κάθετη στη βάση του πίνακα. Σε αυτή την περίπτωση έχουμε ταύτιση αυτής και της προοπτικής της.

7. Η ευθεία α σχηματίζει γωνία 45° με τη βάση του πίνακα. Τα σημεία φυγής των ευθειών αυτών ισοκλίνουν ως προς τη βάση του πίνακα και την ευθεία Ο΄Ο είναι τα σημεία αποστάσεως που αντιστοιχούν στο πρωτεύον σημείο φυγής. Προοπτική της α είναι η $α_1$ **(σχήμα 32 δ)**.

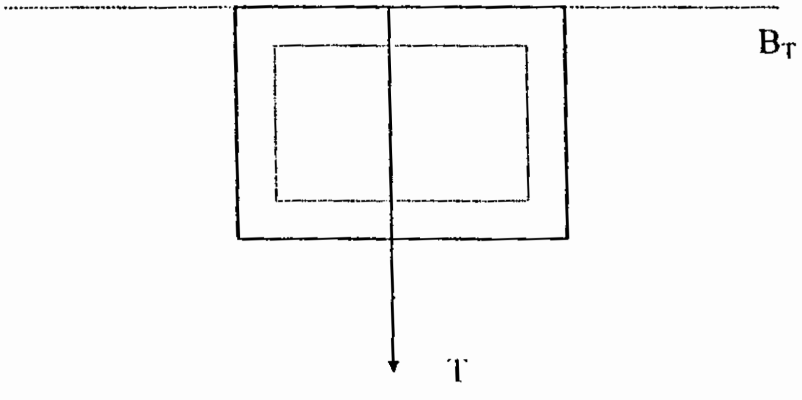


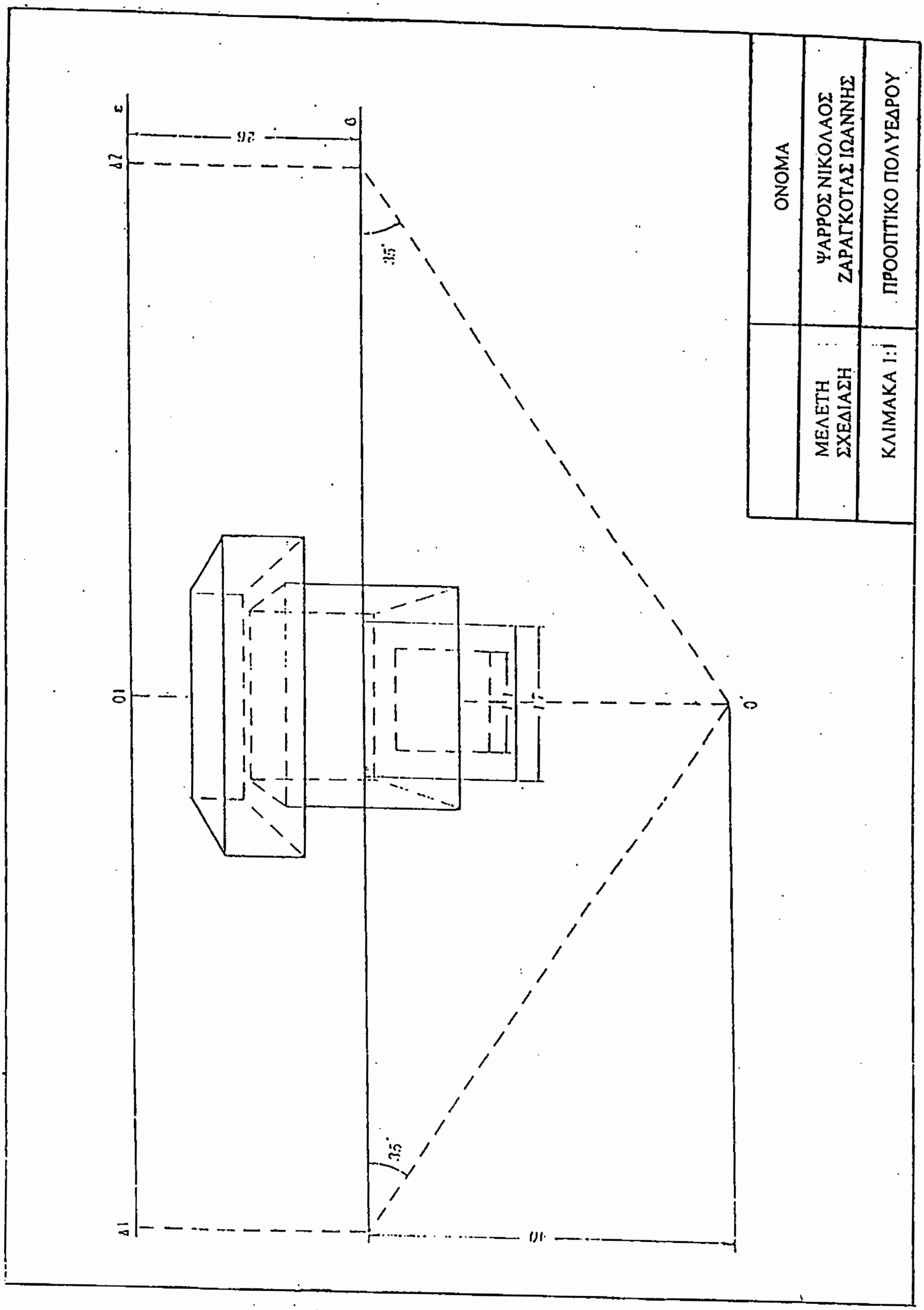
Σχήμα 32(α ,β, γ, δ).

ΕΦΑΡΜΟΓΗ 8

ΠΡΟΟΠΤΙΚΟ ΠΟΛΥΕΔΡΟ

Έστω ότι ο παρατηρητής κάθεται στη θέση Τ.

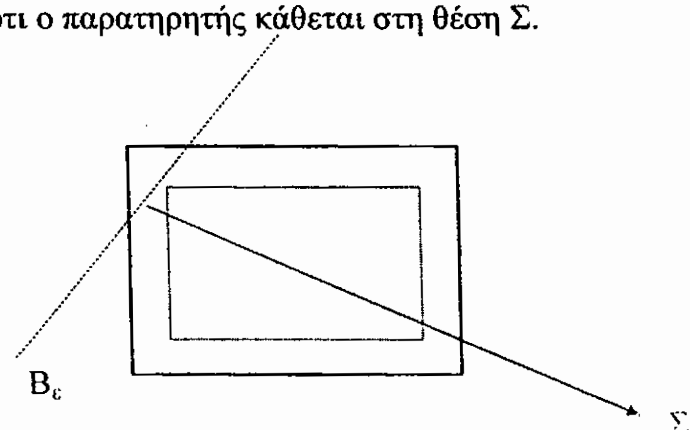


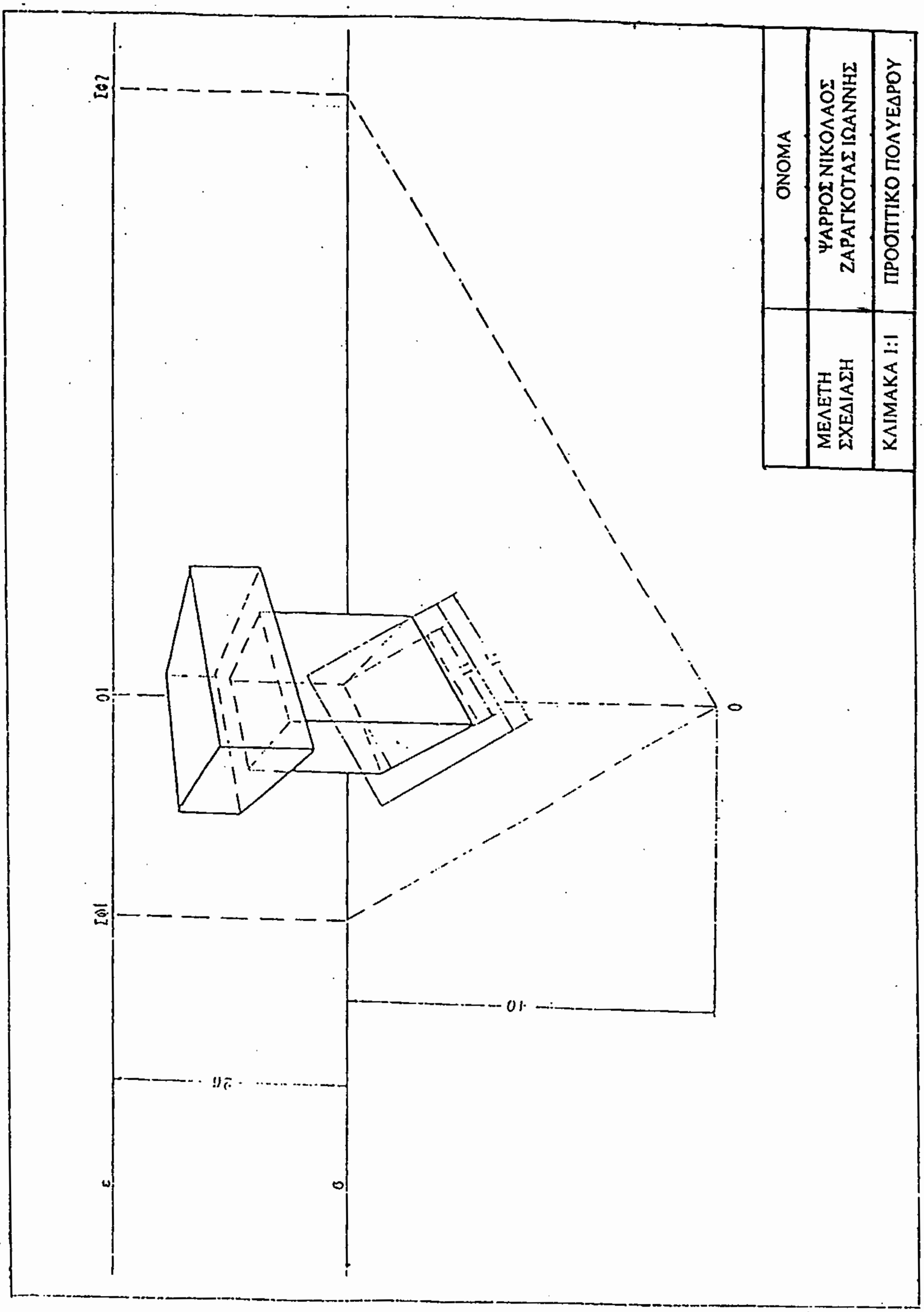

ΟΝΟΜΑ
ΨΑΡΡΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
ΖΑΡΑΓΚΟΤΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
ΠΡΟΟΠΤΙΚΟ ΠΟΛΥΕΔΡΟΥ
ΜΕΛΕΤΗ
ΣΧΕΔΙΑΣΗ
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:1
35°
35°
26
10
17

ΕΦΑΡΜΟΓΗ 9

ΠΡΟΟΠΤΙΚΟ ΠΟΛΥΕΔΡΟ

Έστω ότι ο παρατηρητής κάθεται στη θέση Σ.

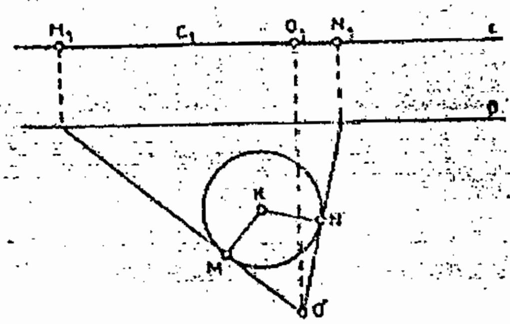



ΟΝΟΜΑ
ΨΑΡΡΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
ΖΑΡΑΓΚΟΤΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
ΠΡΟΟΠΤΙΚΟ ΠΟΛΥΕΔΡΟΥ
ΜΕΛΕΤΗ
ΣΧΕΔΙΑΣΗ
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:1
Σφ2
ο1
Σφ1
ο
10
26
ε
σ

3.4 Προοπτικό κύκλου

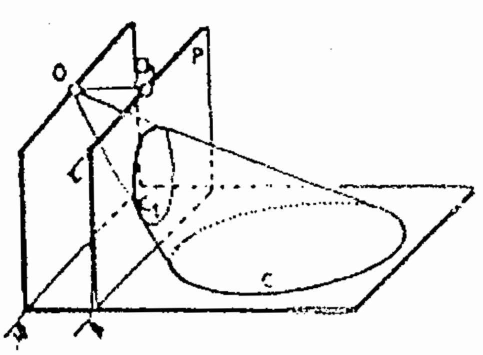
3.4.1 Προοπτικό Οριζόντιου κύκλου C

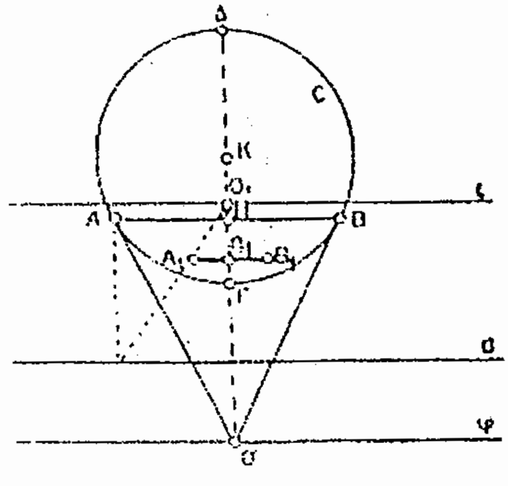
α) Το επίπεδο ε του κύκλου είναι το επίπεδο του ορίζοντα. Το προοπτικό c_1 του κύκλου θα είναι πάνω στον ορίζοντα ένα ευθύγραμμο τμήμα που ορίζεται από τις εφαπτόμενες στον κύκλο από το σημείο O **(σχήμα 33).**



Σχήμα 33.

β) Το ε είναι το επίπεδο του εδάφους, ενώ το κέντρο K του κύκλου βρίσκεται πάνω στην OO_1. Αν ο κύκλος C δεν τέμνει την ευθεία φυγής τότε το προοπτικό του θα είναι μια έλλειψη **(σχήμα 34).**

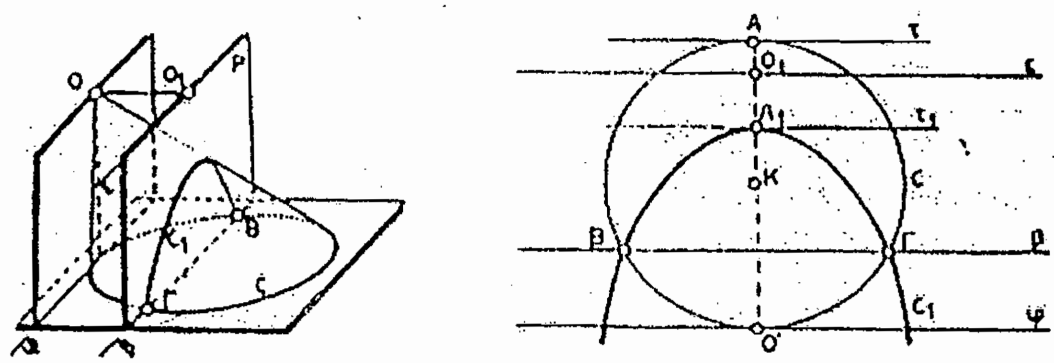




Σχήμα 34.

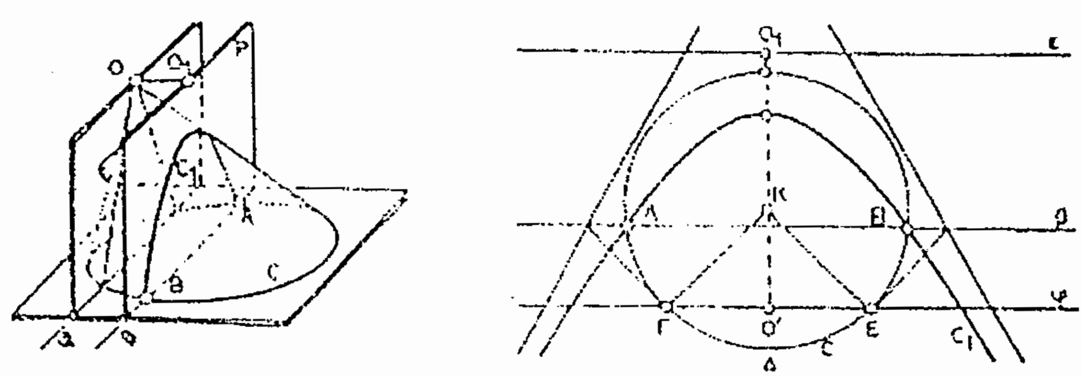
Σε αυτή τη περίπτωση ο μεγάλος άξονας της έλλειψης θα είναι το προοπτικό της πολικής ΑΒ του σημείου Ο΄ ως προς τον κύκλο C, ενώ το κέντρο της το προοπτικό του πόλου Π της ευθείας φυγής φ.

Όταν όμως ο κύκλος εφάπτεται της ευθείας φυγής (**σχήμα 35**) το προοπτικό του c_1 θα είναι μια παραβολή με άξονα την $O'O_1$ και κορυφαία εφαπτομένη την προοπτική της εφαπτομένης του κύκλου στο σημείο Α.



Σχήμα 35.

Στην περίπτωση όπου ο κύκλος τέμνει την ευθεία φυγής φ (**σχήμα 36**) το προοπτικό του θα είναι το ένα σκέλος υπερβολής με άξονα την $O'O_1$ και ασύμπτωτες τις προοπτικές των εφαπτόμενων στα σημεία τομής με την φ.



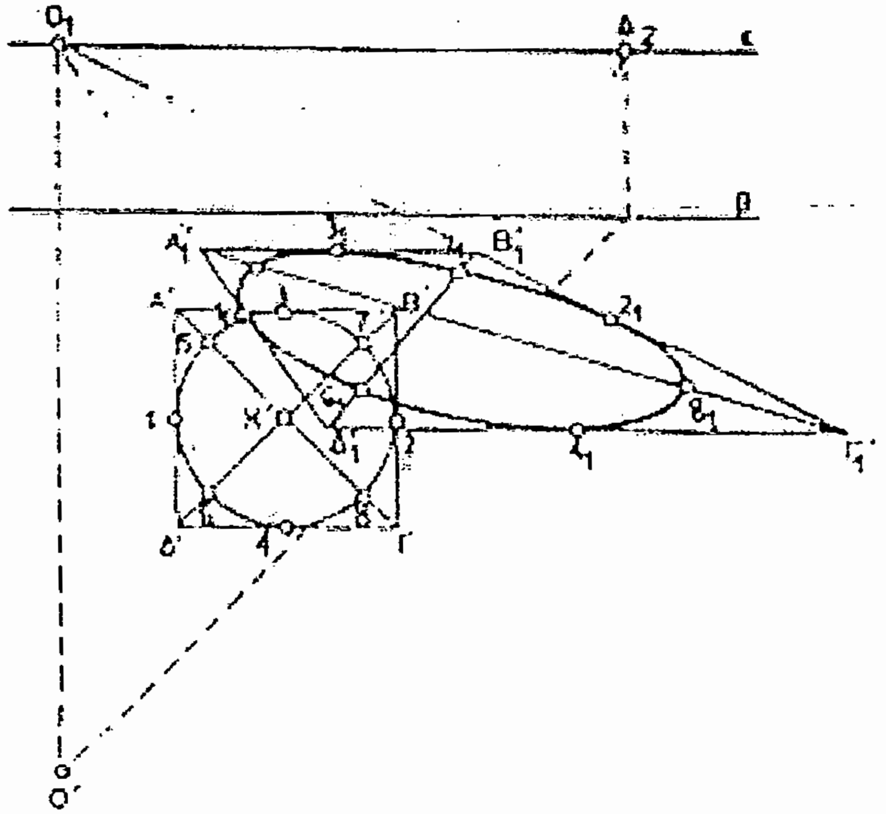
Σχήμα 36.

♦Γενική Περίπτωση :

Το e είναι τυχαίο οριζόντιο επίπεδο. Ο κύκλος C δίνεται με την οριζόντια προβολή του C΄ και το υψόμετρο του h. Αρκεί να βρούμε το προοπτικό της C΄ και να το μεταφέρουμε στο ύψος h.

Η μέθοδος που συνήθως χρησιμοποιούμε είναι η μέθοδος των οκτώ σημείων. Αυτή η μέθοδος μας δίνει αρκετά μεν σημεία της προοπτικής καμπύλης ώστε να είναι δυνατόν να την χαράξουμε, ελάχιστα δε από τα κύρια γεωμετρικά στοιχεία της.

Θεωρούμε τα περιγεγραμμένο γύρω από το κύκλο τετράγωνο **(σχήμα 37)**. Τα τέσσερα σημεία επαφής και τα τέσσερα σημεία τομής του κύκλου με τις διαγώνιες του τετραγώνου είναι τα χαρακτηριστικά σημεία. Βρίσκουμε το προοπτικό του τετραγώνου και τις προοπτικές θέσεις των οκτώ σημείων στο επίπεδο του εδάφους και μετά στο οριζόντιο επίπεδο υψόμετρο h και χαράζουμε την κωνική έλλειψη (όταν η c δεν έχει κοινό σημείο) και υπερβολή (όταν η c έχει δυο κοινά σημεία).

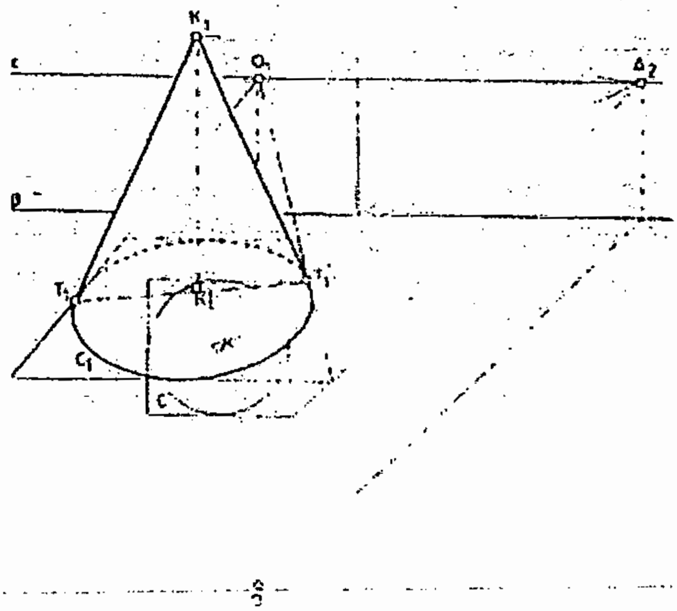


Σχήμα 37.

3.5 Προοπτικό Κώνου και Κυλίνδρου

3.5.1 Προοπτικό κώνου

α) Μας δίνεται μαζί με τις δυο προβολές του ένας ορθός (ή πλάγιος) κώνος που στέκεται πάνω σε οριζόντιο επίπεδο F. Ζητάμε το προοπτικό του όταν ο παρατηρητής βρίσκεται στη θέση Ο (Ο, O_1) (**σχήμα 38**).



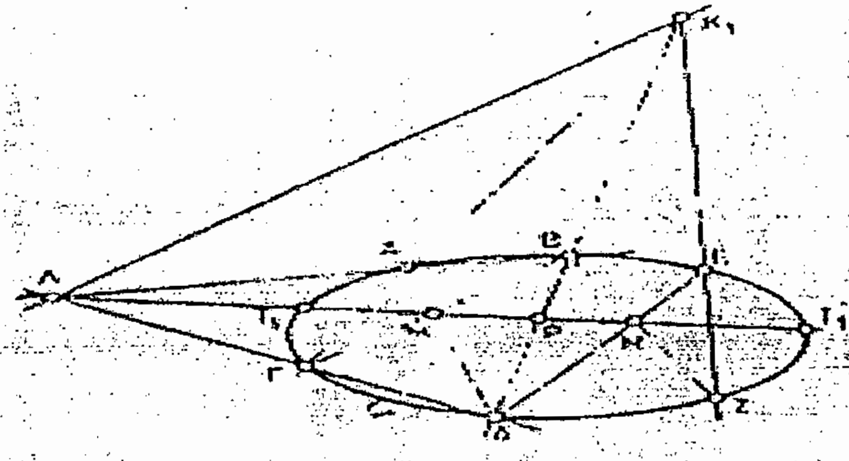
Σχήμα 38.

Με τα μέχρι τώρα δεδομένα μπορούμε να βρούμε το προοπτικό C_1 της βάσης του και την προοπτική θέση K_1 της κορυφής του.

Αν από το K_1 φέρουμε εκείνες τις γενέτειρες του κώνου που εφάπτονται στη βάση του C_1, θα έχουμε το προοπτικό του. Για να φέρουμε αυτές τις εφαπτόμενες, αρκεί να κατασκευάσουμε την πολική του K_1 ως προς την κωνική C_1 της βάσης.

<u>Κατασκευή:</u> Από το K_1 φέρουμε τρεις τυχαίες ευθείες $K_1Γ$, $K_1Δ$, K_1Z που τέμνουν την C_1 στα σημεία Α και Γ, Β και Δ, Ε και Ζ (**σχήμα 39**).

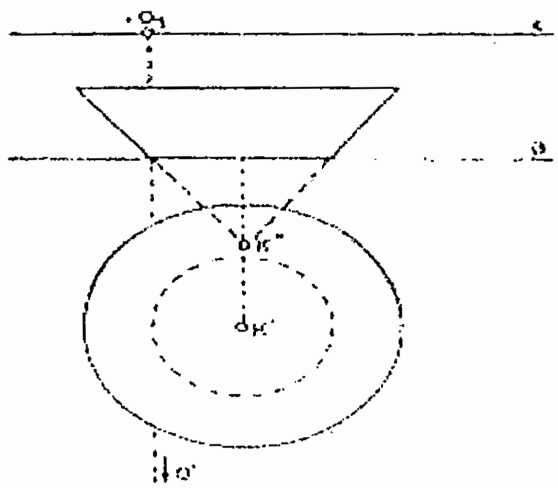
Τα σημεία τομής Μ των ΑΔ και ΓΒ, και Ν των ΒΖ και ΕΔ βρίσκονται πάνω στην πολική T_1T_1' που ζητάμε. Οι ευθείες K_1T_1 και K_1T_1' είναι οι οριακές γενέτειρες του κώνου για την θέση Ο του παρατηρητή.



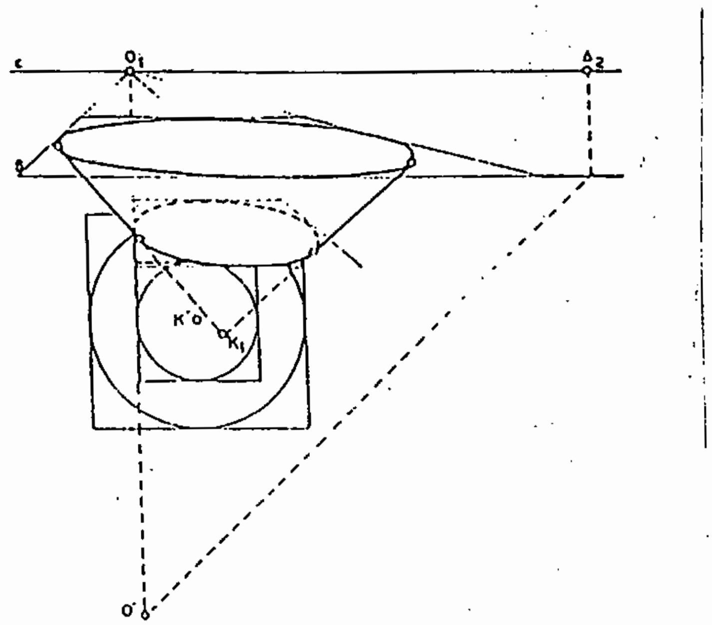
Σχήμα 39.

β) Την ίδια κατασκευή χρησιμοποιούμε κι όταν ο κώνος στέκεται σε τυχαίο επίπεδο, κατακόρυφο ή λοξό, ή σε επίπεδο F_1, αρκεί να μπορούμε να βρούμε το προοπτικό της βάσης του και της κορυφής του.

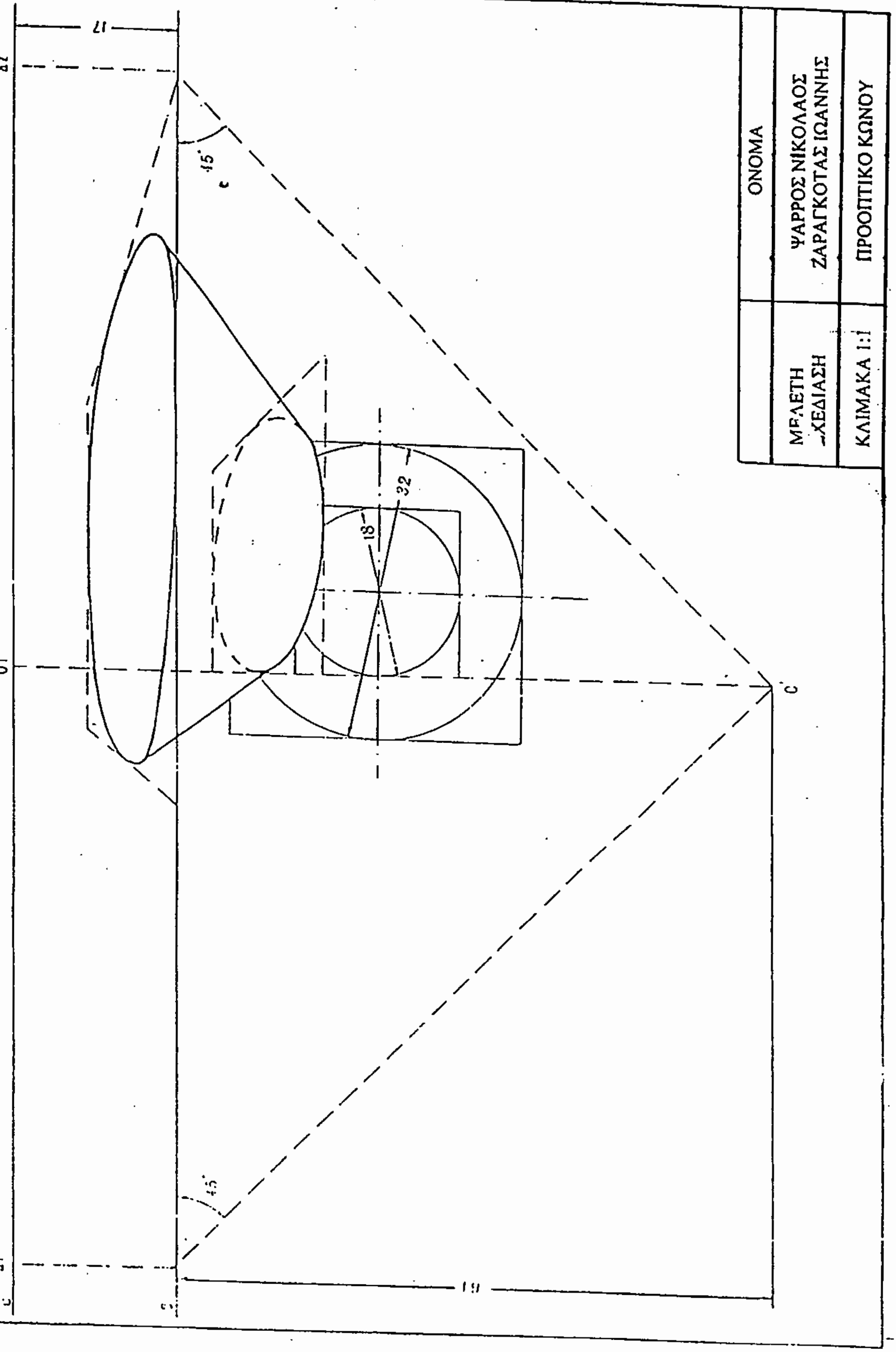
γ) Όταν μας δοθεί ένας κόλουρος κώνος με τις προβολές του, για να βρούμε το προοπτικό του μπορούμε να προεκτείνουμε τις οριακές γενέτειρες του μέχρι να ορίσουμε την κορυφή του κώνου από τον οποίο προήλθε **(σχήμα 40)**. Του κώνου αυτού κατασκευάζουμε το προοπτικό, όπως παραπάνω και κατόπιν το προοπτικό της μικρής βάσης του κόλουρου κώνου **(σχήμα 41)**.



Σχήμα 40.



Σχήμα 41.

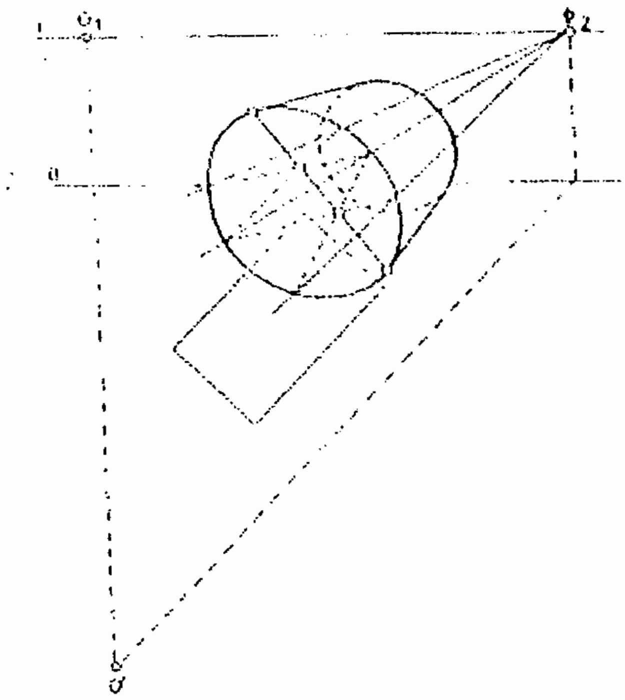

ΟΝΟΜΑ
ΨΑΡΡΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
ΖΑΡΑΓΚΟΤΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
ΠΡΟΟΠΤΙΚΟ ΚΩΝΟΥ
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:1
45°
45°
32
18
17
Δ2
Δ1
01
c

3.5.2. Προοπτικό Κυλίνδρου

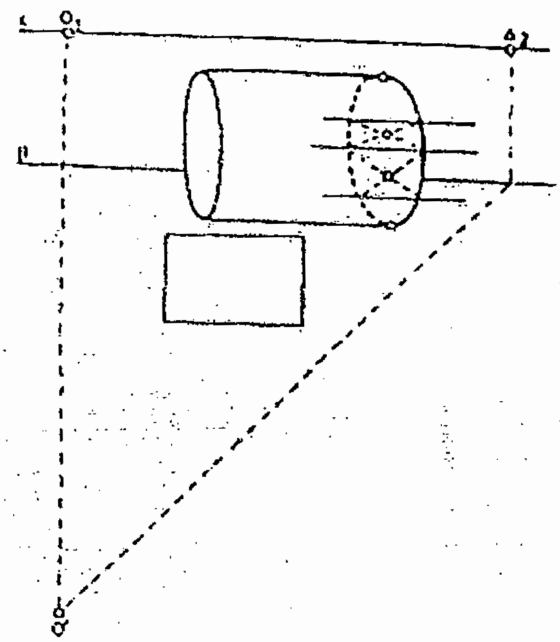
Έστω ότι ζητάμε να βρούμε το προοπτικό ενός κυλίνδρου που μας δίνεται με τις δυο προβολές του. Ο κύλινδρος μπορεί να είναι:

1. Ορθός ή λοξός και να πατάει με τη βάση του στο F ή στο F_1 ή σε παράλληλο επίπεδο με αυτά
2. Ορθός ή λοξός και να πατάει με μια γενέτειρα στο F ή στο F_1 ή σε παράλληλο με αυτά
3. Ορθός ή λοξός και να πατάει σε ένα τυχαίο επίπεδο.

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την κατασκευή που περιγράψαμε στον κώνο. Αρχικά δηλαδή σχεδιάζουμε την κωνική της βάσης για να βρούμε τις ακραίες γενέτειρες. Στη συνέχεια κατασκευάζουμε είτε τη πολική του σημείου φυγής των γενέτειρων στην περίπτωση όπου αυτές είναι λοξές ως προς τον πίνακα (**σχήμα 42**) ή την πολική του επ' άπειρου σημείου της κατεύθυνσης τους στην περίπτωση που αυτές είναι παράλληλες προς τον πίνακα (**σχήμα 43**).

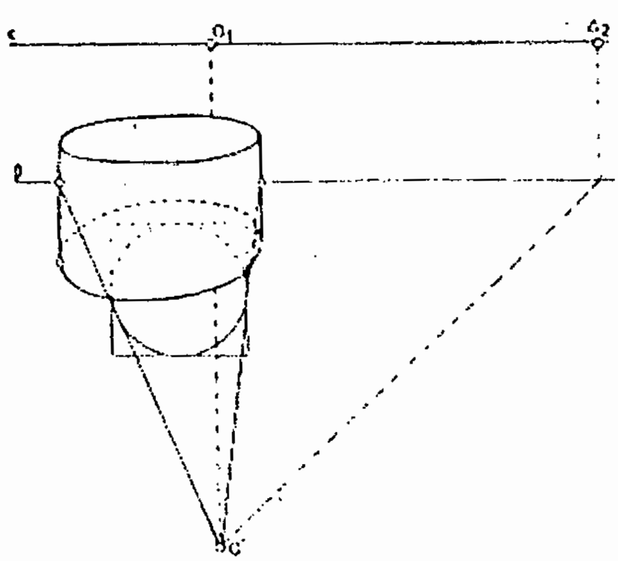


Σχήμα 42.

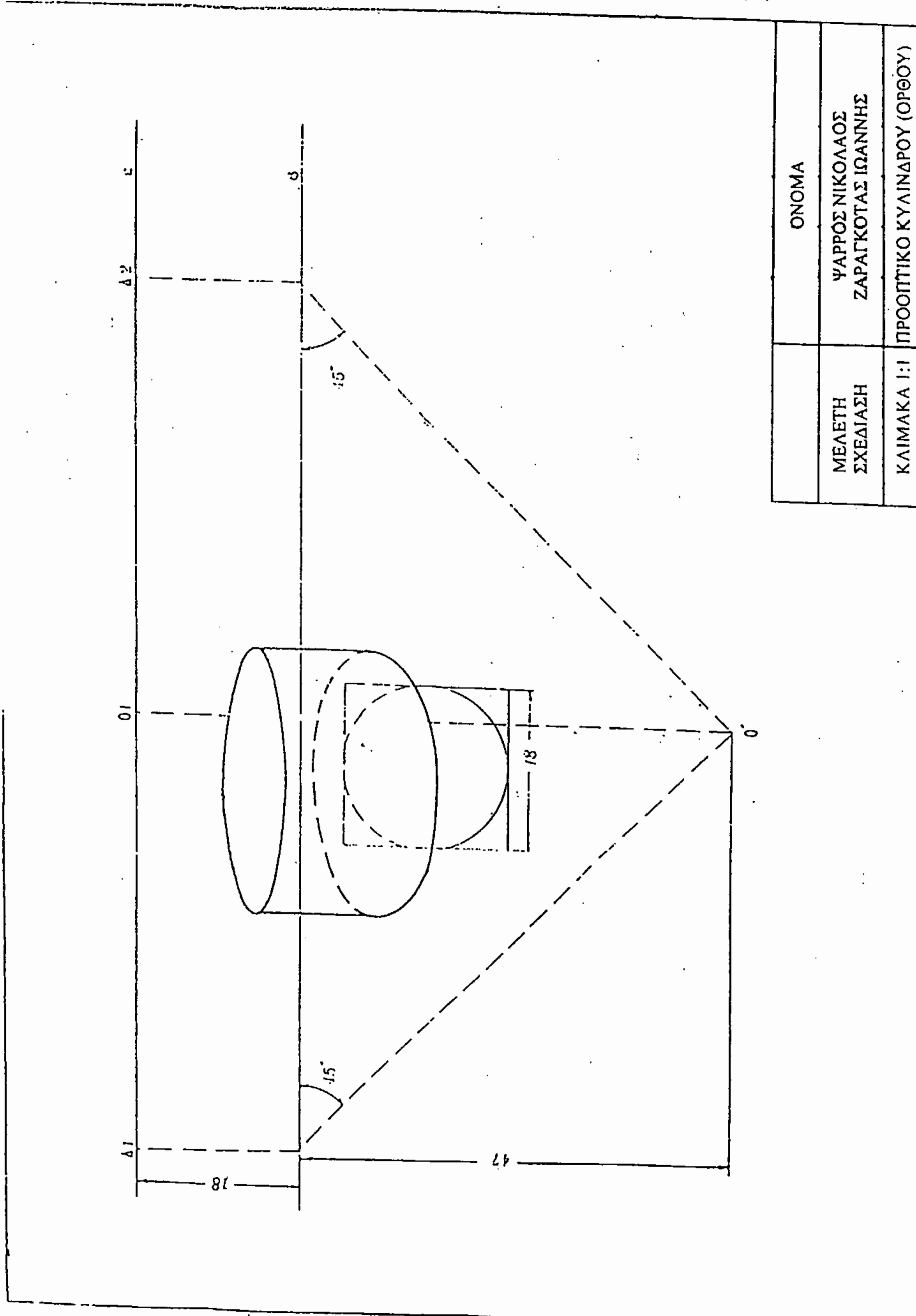


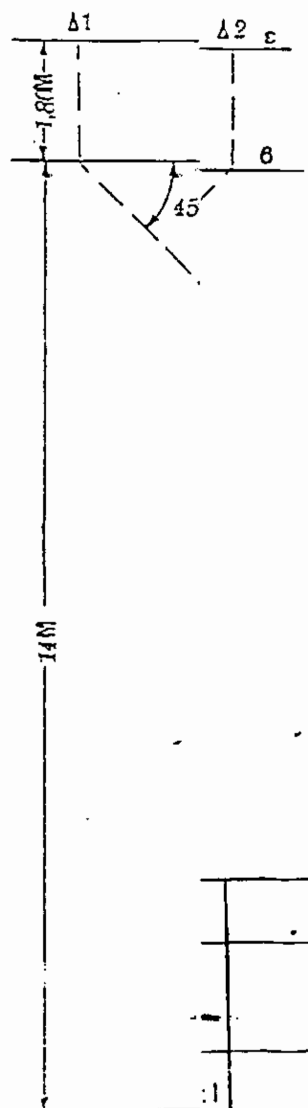
Σχήμα 43.

Στην ειδική περίπτωση που ο κύλινδρος στέκεται με τη βάση του στο F_1 και οι γενέτειρες του είναι κατακόρυφες, η κατασκευή τους απλοποιείται. Περνούν από τα σημεία τομής των οριακών οπτικών ακτινών με τη βάση του πίνακα (**σχήμα 44**).



Σχήμα 44.


ΟΝΟΜΑ
ΜΕΛΕΤΗ
ΣΧΕΔΙΑΣΗ
ΨΑΡΡΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
ΖΑΡΑΓΚΟΤΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:1
ΠΡΟΟΠΤΙΚΟ ΚΥΛΙΝΔΡΟΥ (ΟΡΘΟΥ)
ε
δ
Δ2
Δ1
Ο1
Ο'
45°
45°
18
18
47



	ΟΝΟΜΑ
	ΨΑΡΡΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΖΑΡΑΓΚΟΤΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
:1	ΠΡΟΟΠΤΙΚΟ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

4 Σύγκριση μεταξύ αξονομετρίας και προοπτικής

Γενικότερα αυτά τα δυο συστήματα της γραφικής παρουσιάσεως ενός διαστήματος ή ενός όγκου, δείχνουν την πραγματικότητα του αντικειμένου αλλά με διαφορετική προοπτική.

Συγκεκριμένα,

Η **προοπτική** περιγράφει ένα αντικείμενο όπως υποπίπτει στην αντίληψή μας, όταν το παρατηρούμε στο χώρο, ενώ

Η **αξονομετρία** παρουσιάζει μια πραγματικότητα αναλογιών στο χώρο, παραλλάζοντας την οπτική εικόνα που δημιουργείται.

Πράγματι, σε ένα προοπτικό σχέδιο όλες οι γραμμές συναντώνται στο κέντρο προβολής και δημιουργούν κατά αυτόν τον τρόπο ένα οπτικό κώνο. Αντίθετα στην αξονομετρία το σχέδιο διατηρεί τις πραγματικές του αναλογίες καθόσον οι προβάλλουσες είναι παράλληλες, Για παράδειγμα: εάν έχουμε να σχεδιάσουμε σιδηροδρομικές γραμμές, αυτές συναντώνται σε ένα σημείο στο προοπτικό σχέδιο, ενώ παραμένουν παράλληλες στο αξονομετρικό σχέδιο.

Εάν κανείς δίνει μεγαλύτερη σημασία στην περιγραφή των μετρικών αναλογιών στο χώρο, τότε θα προτιμήσει την αξονομετρική παράσταση. Όμως εάν θέλει να δημιουργήσει οπτική εντύπωση, θα προτιμήσει τη σχεδίαση του αντικειμένου σε προοπτική παράσταση.

Στην πραγματικότητα η αξονομετρία χρησιμοποιείται για την παρουσίαση λεπτομερειών, ενώ η προοπτική για σχέδια συνόλου.

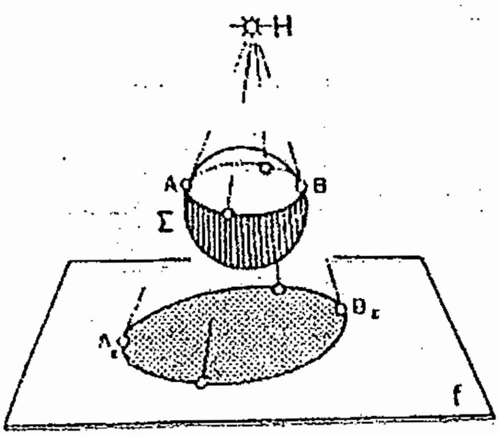
Και τα δυο όμως αυτά συστήματα γραφικής παρουσιάσεως αντικειμένων έχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Για παράδειγμα ένα από τα βασικά μειονεκτήματα του αξονομετρικού σχεδίου είναι ότι παραμορφώνει ελαφρά τα αντικείμενα που προβάλει. Η διόρθωση αυτών των παραμορφώσεων γίνεται με το προοπτικό που ακολουθεί γεωμετρικά τις αρχές της οράσεως.

Βασικό χαρακτηριστικό του προοπτικού σχεδίου είναι ότι προβάλει ένα σχέδιο που μας βοηθάει να καταλάβουμε γρηγορότερα την κατασκευή του και δεν μπορεί σε καμία περίπτωση να αντικαταστήσει το αξονομετρικό σχέδιο ενός εξαρτήματος.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι το προοπτικό σχέδιο δεν χρησιμοποιείται για την κατασκευή ενός εξαρτήματος. Αντίθετα το αξονομετρικό σχέδιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το μηχανολογικό σχεδιασμό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ
5. ΣΚΙΑΓΡΑΦΙΑ
5.1 Παραδοχές

Έστω ένα αντικείμενο Σ που το θεωρούμε αδιαφανές **(σχήμα 45)**.



Σχήμα 45.

Ένα τμήμα της επιφάνειας του φωτίζεται από φωτεινή πηγή Η. Οι ακτίνες που πέφτουν στο φωτισμένο αυτό τμήμα φαίνονται σαν να εισχωρούν στο αντικείμενο Σ. Αν φανταστούμε προς στιγμή ότι αυτές εξακολουθούσαν την πορεία τους και μέσα από.το αντικείμενο Σ, τότε θα έβγαιναν από αυτό, από το όχι φωτισμένο τμήμα του. Το τμήμα της επιφάνειας του Σ που δεν φωτίζεται λέγεται αυτοσκιά.

Η γραμμή της επιφάνειας του αντικειμένου Σ, που διαχωρίζει το φωτισμένο τμήμα της επιφάνειας του από την αυτοσκιά λέγεται περίγραμμα της αυτοσκιάς.

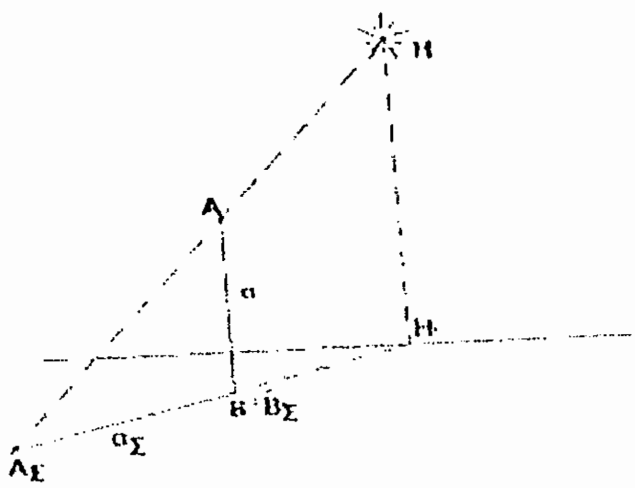
Οι φωτεινές ακτίνες που συναντούν το περίγραμμα της αυτοσκιάς εφάπτονται στην επιφάνεια του αντικειμένου και αποτελούν μια κυλινδρική ή κωνική επιφάνεια (είτε η φωτεινή πηγή είναι σημείο επ' άπειρο ή όχι) που ονομάζεται κύλινδρος ή κώνος του περιγράμματος. Το τμήμα του κυλίνδρου ή του κώνου του περιγράμματος που βρίσκεται προς την πλευρά της αυτοσκιάς ονομάζεται σκιά του αντικειμένου **(σχήμα 46)**.

Σχήμα 46.

Εξ' αιτίας της πολύ μακρινής απόστασης του ήλιου από τη γη, μπορεί να θεωρηθεί ότι αυτός είναι επ' άπειρο σημείο, δηλαδή ότι οι φωτεινές ακτίνες που πέφτουν πάνω σε ένα αντικείμενο είναι παράλληλες μεταξύ τους.

Η προοπτική εικόνα του ήλιου είναι το Η. Η οριζόντια προβολή του είναι επίσης επ' άπειρο σημείο, άρα η εικόνα της οριζόντιας προβολής του θα βρίσκεται πάνω στον ορίζοντα.

Με τα μέχρι εδώ δεδομένα, η σκιά της α είναι η $α_Σ$ **(σχήμα 47)**.



Σχήμα 47.

Ο ήλιος μπορεί να πάρει διάφορες θέσεις σε σχέση με τον πίνακα και σε κάθε διαφορετική θέση του ήλιου αντιστοιχεί μια θέση της εικόνας του:

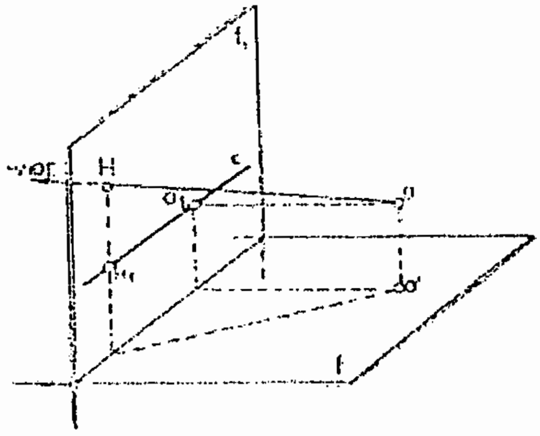
α) Ο ήλιος στο χώρο, έξω από τον πίνακα, μπροστά από τον παρατηρητή (η εικόνα του Η πάνω από τον ορίζοντα)

β) Ο ήλιος πίσω από τον παρατηρητή (η εικόνα του Η κάτω από τον ορίζοντα)

γ) Ο ήλιος πάνω από στον πίνακα.

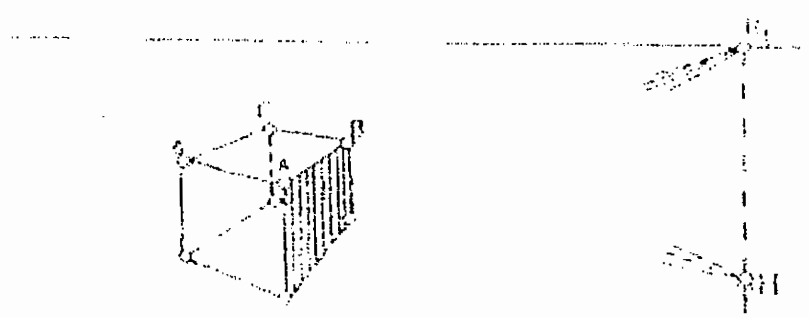
5.2 Αυτοσκιά πολυέδρου

Περίπτωση Α. Ο ήλιος είναι μπροστά από τον παρατηρητή και έξω από τον πίνακα. Η εικόνα του βρίσκεται πάνω από τον ορίζοντα και μάλιστα προς τα δεξιά της κεντρικής οπτικής ακτίνας όταν ο ήλιος βρίσκεται στο χώρο προς τα δεξιά του παρατηρητή και αντίστροφα **(σχήμα 48)**.



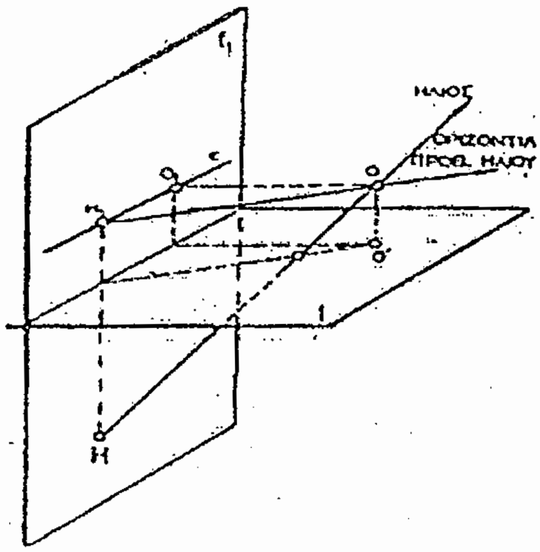
Σχήμα 48.

Στο **σχήμα 49** φαίνεται η αυτοσκιά ενός ορθού πρίσματος σε προοπτική θέση. Στην περίπτωση αυτή, φαίνονται από τον παρατηρητή τα σκιερά κυρίως μέρη, γιατί η σκιά πέφτει προς το μέρος του παρατηρητή.



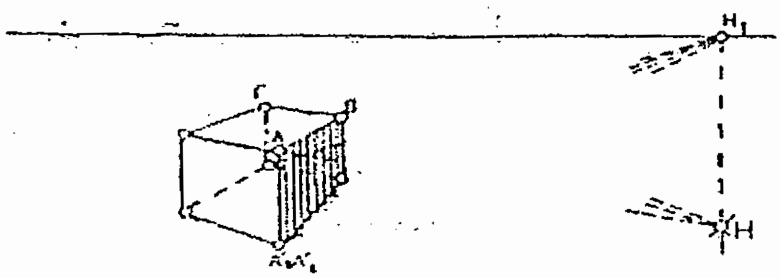
Σχήμα 49.

Περίπτωση Β. Ο ήλιος βρίσκεται πίσω από τον παρατηρητή. Η εικόνα του **(σχήμα 50)** είναι ένα σημείο κάτω από τον ορίζοντα και μάλιστα προς τα δεξιά της κεντρικής οπτικής ακτίνας όταν ο ήλιος στο χώρο βρίσκεται στα αριστερά του παρατηρητή και αντίστροφα. Στην περίπτωση αυτή, ο παρατηρητής βλέπει τη φωτισμένη πλευρά του αντικειμένου.



Σχήμα 50.

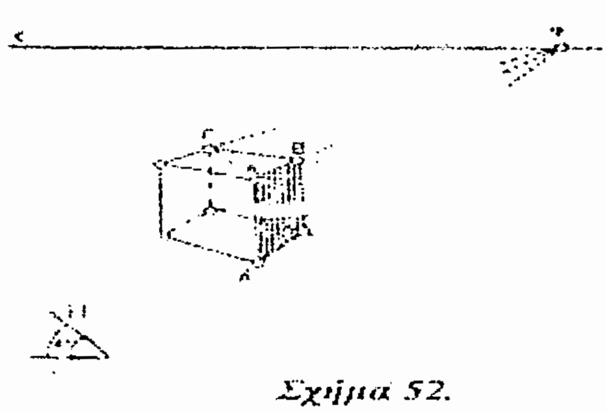
Στο **σχήμα 51** φαίνεται η αυτοσκιά ενός ορθού πρίσματος σε προοπτική θέση.



Σχήμα 51.

Περίπτωση Γ. Όταν ο ήλιος βρίσκεται στο επίπεδο του πίνακα, οι φωτείνες ακτίνες είναι παράλληλες σε αυτό.

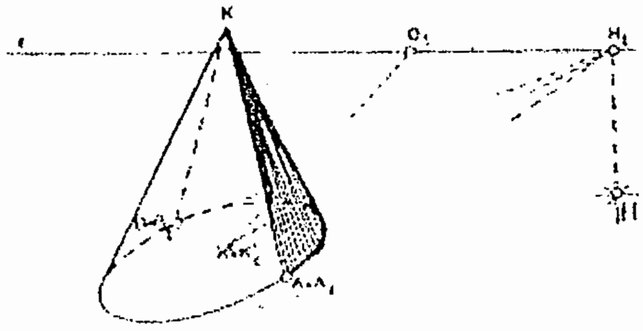
Στο **σχήμα 52** φαίνεται η αυτοσκιά ενός ορθού πρίσματος σε προοπτική θέση.



Σχήμα 52.

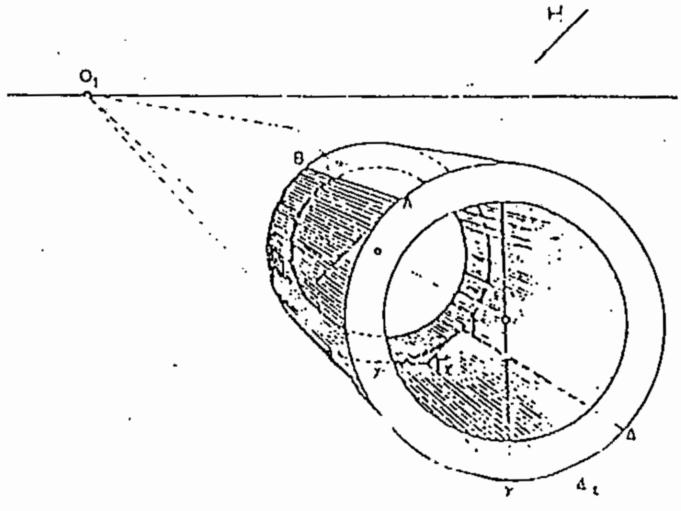
5.3. Αυτοσκιά κώνου και κυλίνδρου

<u>**Κώνου:**</u> Στο **σχήμα 53** παρουσιάζεται προοπτικά ένας κώνος που φωτίζεται από τον ήλιο Η (εικόνα της ορθής προβολής του είναι το H_1). Οι γενέτειρες επαφής ΚΑ και ΚΒ ορίζουν την αυτοσκιά του κώνου.



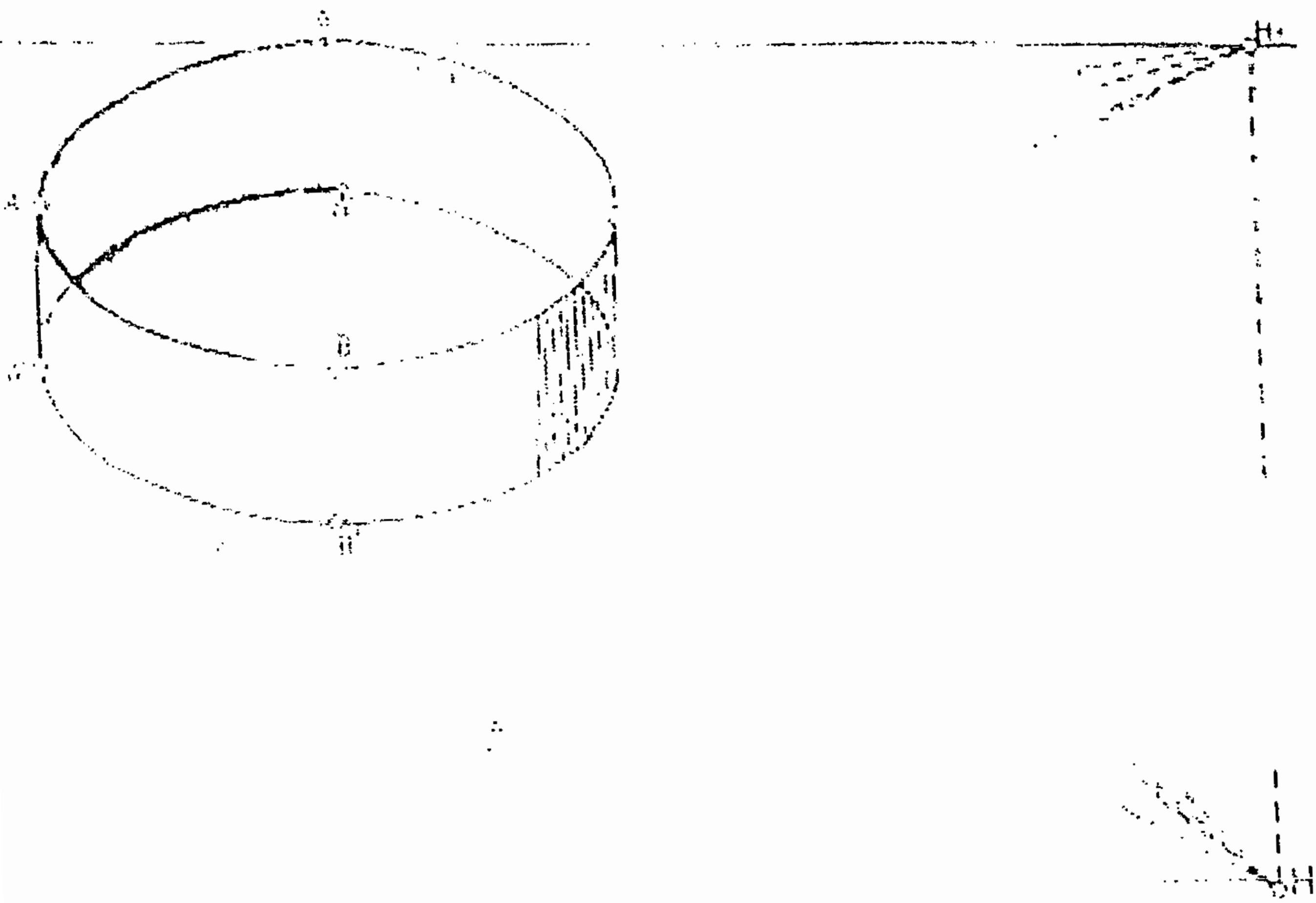
Σχήμα 53.

<u>**Κυλίνδρου:**</u> Στο **σχήμα 54**, δίνεται προοπτικά ένας κενός κύλινδρος που εφάπτεται με μια γενέτειρα του στο έδαφος. Έχει άξονα κάθετο στο πίνακα και φωτίζεται από τον ήλιο με διεύθυνση Η.



Σχήμα 54.

Δίνεται στο **σχήμα 55** το προοπτικό ορθού κενού κυλίνδρου που η εικόνα του ήλιου βρίσκεται πίσω από τον παρατηρητή.

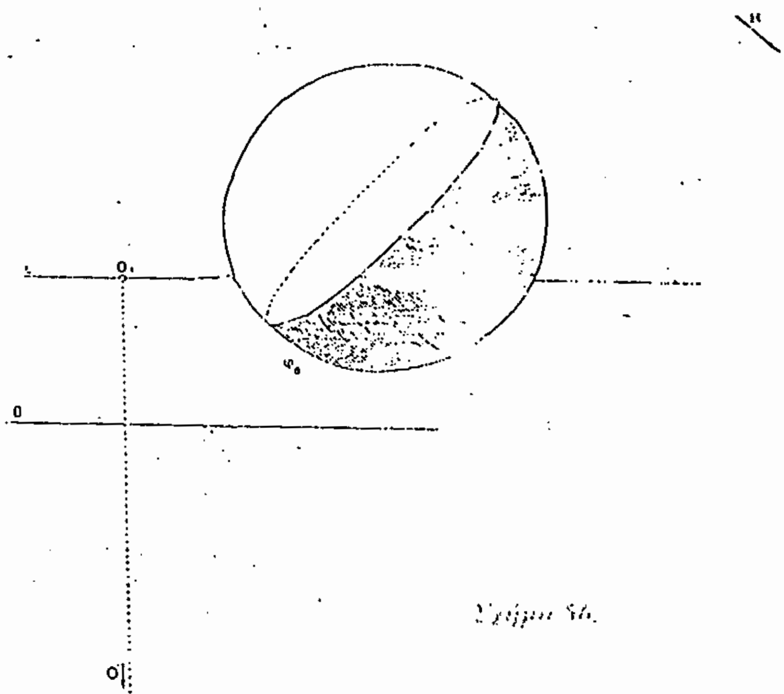


Σχήμα 55.

5.4 Αυτοσκιά σφαίρας

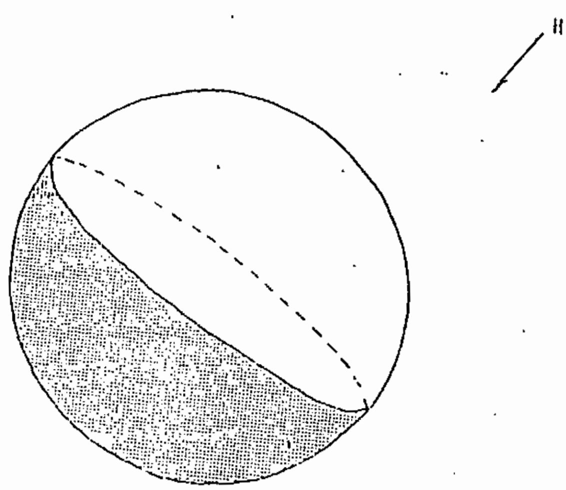
Μια σφαίρα όταν φωτίζεται από τον ήλιο έχει το μισό της επιφάνειάς της στο φως και το άλλο μισό στη σκιά. Το περίγραμμα της σφαίρας από τον ήλιο, δηλαδή ο κύκλος επαφής της με τον περιγεγραμμένο κύλινδρο, είναι ο μέγιστος κύκλος της σφαίρας κάθετος στις φωτεινές ακτίνες και το όριο φωτεινού και σκιερού τμήματός της.

Α. Σε οριζόντιο επίπεδο



Σχήμα 56.

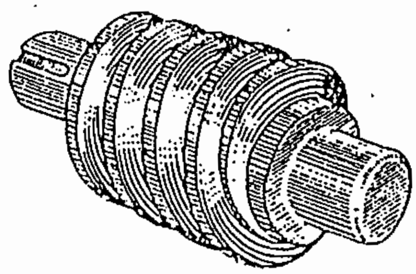
Β. Σε κατακόρυφο επίπεδο



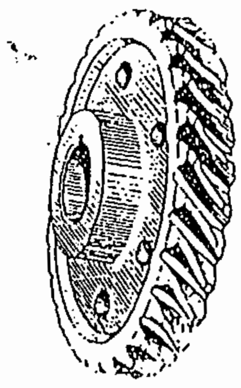
Σχήμα 57.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ 13

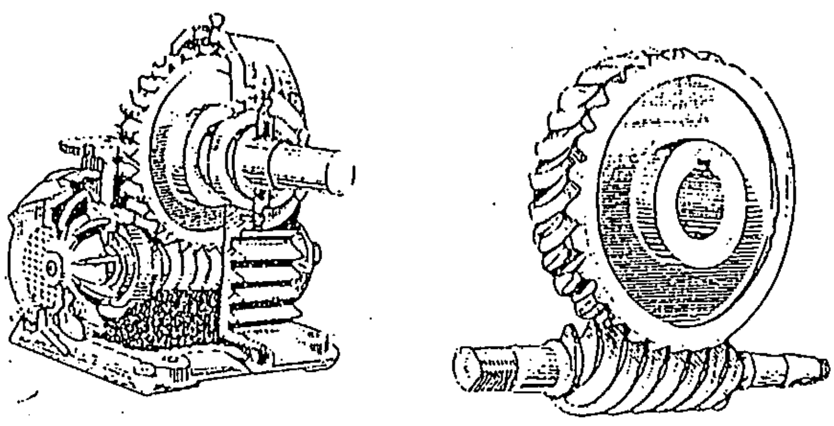
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ



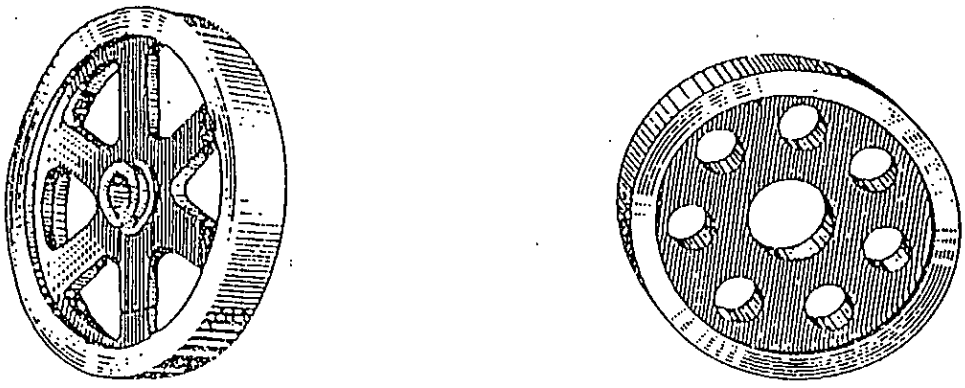
Ατέρμονας - κοχλίας



Οδοντοτός τροχός



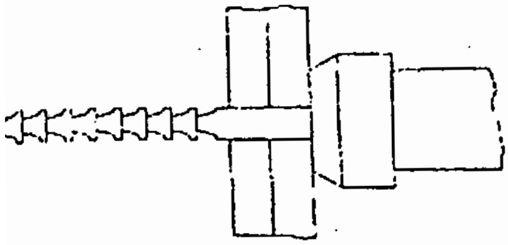
Ζεύγος ατέρμονα κοχλία – κορώνας



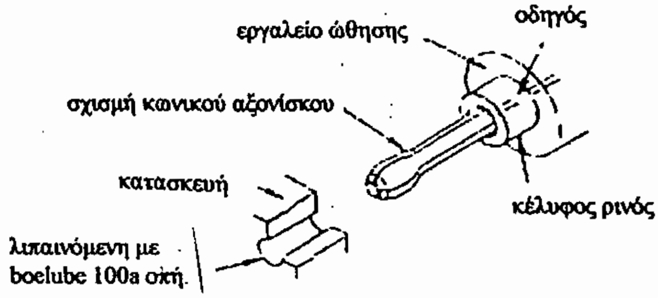
Τροχαλίες

ΕΦΑΡΜΟΓΗ 14

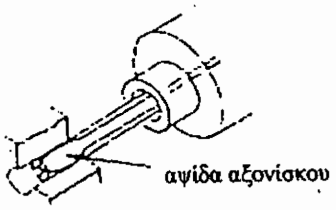
Σειρά εργασίας της εν ψυχρώ διάνοιξης οπών ηλώσεων



1 : Διατρητής οπής η ρεκτιφιέ στο αρχικό μέγεθος .



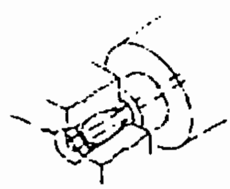
Βήμα 2 : Οδηγός τοποθέτησης κωνικού αξονίσκου και κελύφους ρινός στην οπλική ώθηση.



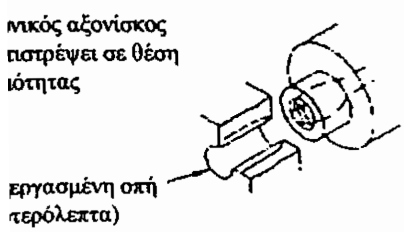
3 : Εισαγωγή αξονίσκου στην οπή.

Βήμα 4 : Ολοκληρωμένη δίοδος οπής

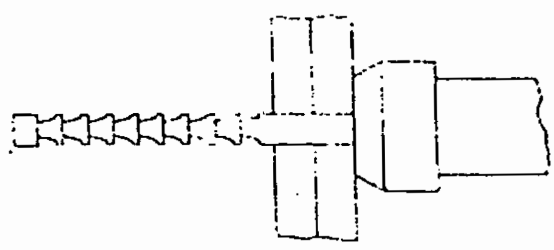
ήμα 5 : Προέκταση οδηγού



Βήμα 6 : Ενεργός ώθηση κωνικού αξονίσκου δια μέσω της οπής



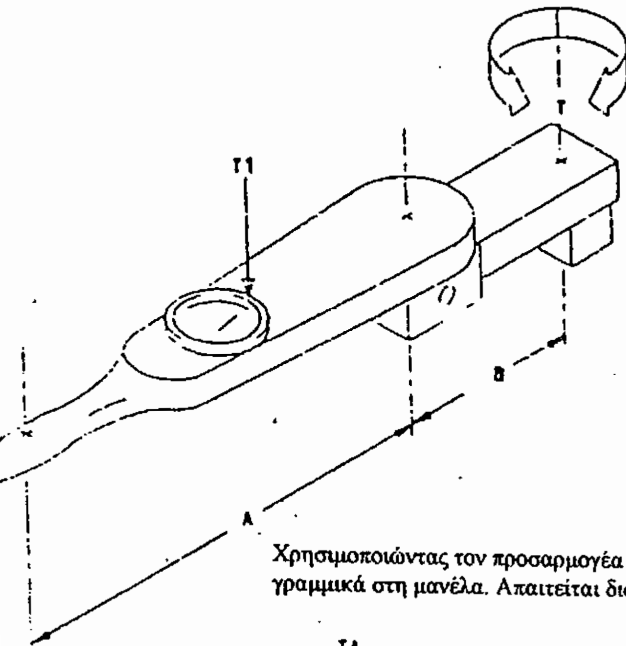
Ολοκλήρωση της εν ψυχρώ διαδικασίας



Βήμα 8 : Διατρητής οπής η ρεκτιφιέ στο τελικό μέγεθος

ΕΦΑΡΜΟΓΗ 15

Προσαρμογέας δυνάμεων περιστροφής της μανέλας και των προεκτάσεών τους



$$T1 = \frac{TA}{A + B}$$

A = Μήκος προσαρμογέα, και προέκταση ανάμεσα στον προσαρμογέα και στο σημείο περιστροφής της μανέλας (όταν χρησιμοποιείται)

B = Μέγεθος δύναμης περιστροφής της μανέλας και προέκταση χειρολαβής (όταν χρησιμοποιείται)

T = Ακριβής δύναμη περιστροφής στο περικόχλιο

T1 = Ενδεικτική δύναμη περιστροφής στη μανέλα

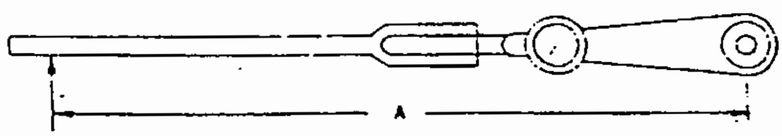
Παράδειγμα
A = 12 IN.
B = 3 IN.
T = 160 POUND-INCHES
$$T1 = \frac{160 \times 12}{12 + 3}$$
T1 = 128 POUND-INCHES

Χρησιμοποιώντας τον προσαρμογέα γραμμικά στη μανέλα. Απαιτείται διορθωση

$$T1 = \frac{TA}{A + B}$$

ΜΕΘΟΔΟΣ 1

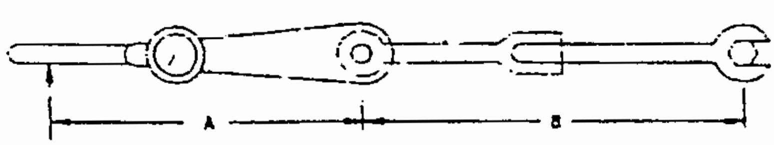
ρησιμοποιούμε την προέκταση μονο
αν δεν είναι απαραίτητη καμία διόρθωση



ΜΕΘΟΔΟΣ 2

ίται διόρθωση, όταν χρησιμοποιούμε
σαρμογέα με επέκταση ανάμεσα στον
μογέα και τη μανέλα, γραμμικά στη μανέλα.

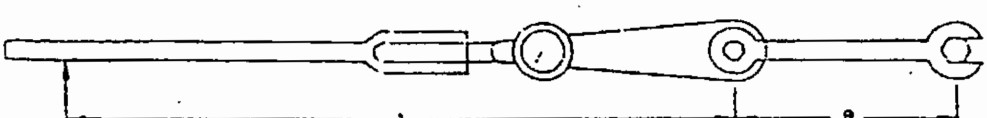
$$T1 = \frac{TA}{A + B}$$



ΜΕΘΟΔΟΣ 3

ιτείται διόρθωση, όταν χρησιμοποιούμε προέκταση
έλας και προσαρμογέα

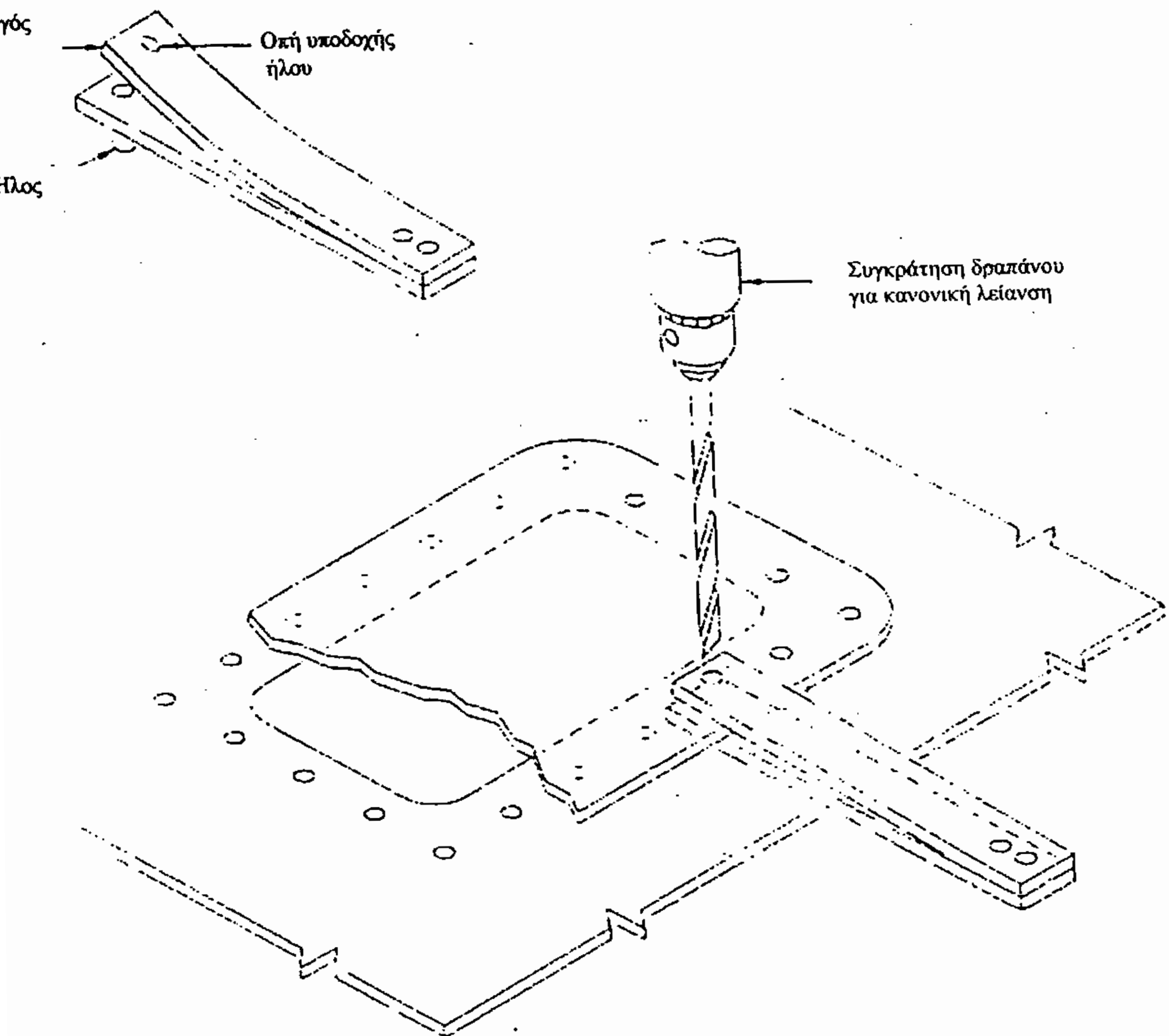
$$T1 = \frac{TA}{A + B}$$



ΜΕΘΟΔΟΣ 4

ΕΦΑΡΜΟΓΗ 16

Αναζητητής οπής



ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΗΛΟΥ		ΔΙΕΘΝΗΣ	ΔΙΕΘΝΗΣ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΕΙΣ	100^0 CSK	100^0 ΕΠΙΠΕΔΗ ΚΕΦΑΛΗ	82^0 CKS	82^0 CKS	120^0 CSK/CB	ΠΕΙΡΟΣ
		ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΥΛΩΝ ΝΟ.							
ΥΛΙΚΟ	ΤΥΠΟΣ	BACR 15 BB	BACR 15 FT	BACR 15 BA	BACR 15 CE	BACR 15 DG	BACR 15 FH	BACR 15 FV	BACR 15 BO
2117 (AD)	Με μικρη οπή								
2017 (D)	Υπερυψωμένη οπή εκτός								
2024 (DD)	Υπερυψωμένες δίπλες πάυλες εκτός								Παύλα διπλού Περιριθωρίου
5056 (B)	Υπερυψωμένος σταυρός								
1100 (A)	Λείος								
7050 (KE)	Υπερυψωμένος κύκλος εκτός								Διατρητότητος κύκλος
ΤΥΠΟΣ ΝΙΚΕΛΙΟΥ-ΧΑΛΚΟΥ									

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

BOBYKOLYUOBOV S.K. Ασκήσεις Μηχανολογικού Σχεδίου. Εκδοτικός οργανισμός Φούντας Γ.

ΔΕΜΕΖΗ Α., 1985. Σχέδιο. Αθήνα.

ΚΑΜΠΟΥΡΙΔΗΣ Γ. 1994. Σημειώσεις μηχανολογικού σχεδίου. 1. Πάτρα

ΠΑΝΤΕΛΕΑΚΗ Π., 1969. Αξονομετρικό προοπτικό και σκιαγραφία. Αθήνα

ΠΑΠΠΑ Ι. Α., ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΠΟΥΛΟΥ Ε.Δ. Μηχανολογικό σχέδιο. Σ.Ε.Λ.Ε.Τ.Ε./Π.Α.Τ.Ε.Σ.

ΠΑΠΑΜΗΤΟΥΚΑ Β., 1983. Μηχανολογικό σχέδιο. Θεσσαλονίκη.

ΡΕΒΕΘΙΑΝΟΥ Κ., ΤΑΚΑ Ε. Προοπτική και σκιαγραφία. Εκδοτικός οίκος Αφών Κυριακίδη. Θεσσαλονίκη.

ΠΑΝΟΥΤΣΟΥ – ΜΟΥΖΑΚΙΤΗ ΑΛΙΚΗ, ΚΑΒΑΛΙΕΡΑΤΟΣ ΝΙΚΟΣ, 1994. Εργαστηριακές ασκήσεις μηχανολογικού σχεδίου 2 Πάτρα.