

Ιστορία των Αυτομάτων

Από τον αρχαίο ελληνικό μύθο, τα ομηρικά έπη και τις ιστορίες του Ηροδότου, μέχρι και τα βυζαντινά χρόνια τα αυτόματα συνδέουν το τεχνικό όραμα, το όνειρο του ανθρώπου να κατασκευάσει μηχανές αυτοκίνητες, που να ενεργούν από μόνες τους, σαν όντα αληθινά, με την εξελιγμένη και εφαρμοσμένη τεχνολογία κάθε εποχής, συνδέουν την τεχνολογία με την ποίηση, την αισθητική και την τέχνη. Αποκαθιστούν έτσι μian ιστορική αδικία, ανεβάζοντας την παραγνωρισμένη αρχαία ελληνική τεχνολογία στο επίπεδο των άλλων αδιαμφισβήτητων δημιουργημάτων του ελληνικού πνεύματος.

Ήρωνας ο Αλεξανδρινός

Ο Ήρωνας, μαζί με τον Κτησίβιο και τον Φίλωνα, ανήκει στην περίφημη σχολή των μηχανικών της Αλεξάνδρειας. Έζησε πιθανότατα τον πρώτο π.Χ. αιώνα, δίδαξε στο Μουσείο της Αλεξάνδρειας και συνόψισε στα έργα του Πνευματικά και Αυτοματοποιητική τη μέχρι τότε γνωστή καθώς και τη νέα τεχνολογία των αυτομάτων, πνευματικών, υδραυλικών και μηχανικών αυτοκινήτων μηχανών και θεάτρων.

Αυτοματοποιητική

Η Αυτοματοποιητική, το τελευταίο έργο του Ήρωνα, ασχολείται με τα αυτόματα θέατρα, αυτοκίνητες μηχανές ικανές να παρουσιάζουν παραστάσεις και να προκαλούν θαυμασμό και ικανοποίηση στους θεατές τους.

**Αυτοματοποιητική
Ἡρώνα του Αλεξανδρινού**

*Ἡρώνας Ἀλεξανδρέως
Περὶ Αὐτοματοποιητικῆς*

Δημήτριος Καλλιγερόπουλος

Η τέχνη της κατασκευής των αυτομάτων

**Αυτοματοποιητική
Ἡρώνα του Αλεξανδρινού**

*Ἡρωνος Ἀλεξανδρέως
Περὶ Αὐτοματοποιητικῆς*

Μετάφραση, σχόλια, σχέδια:
Δημήτριος Καλλιγερόπουλος

ISBN 960-90520-0-2

ΑΡΧΑΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Η τέχνη της κατασκευής των αυτομάτων

**Αυτοματοποιητική
Ἡρώνα του Αλεξανδρινού**

*Ἡρωνος Ἀλεξανδρέως
Περὶ Αὐτοματοποιητικῆς*

© Καλλιγερόπουλος Δημήτριος
Δεκελείας & Ρόδου, Β' Κατοικίες 20, Ν. Φιλαδέλφεια
143 42 Αθήνα, τηλ. 2770222
Πρώτη έκδοση 1996

Φωτοστοιχειοθεσία: «Φοινίκη»

Απαγορεύεται η αναδημοσίευση ολόκληρου ή μέρους του βιβλίου αυτού με οποιοδήποτε μέσο χωρίς τη γραπτή άδεια του συγγραφέα.

Περιέχει:

- το αρχαίο ελληνικό κείμενο ● νεοελληνική μετάφραση
- εισαγωγή για την ιστορία των αυτομάτων και το έργο του Ἡρώνα
- μεταφραστικά σχόλια ● λεξικό τεχνικών όρων
- **71 πρωτότυπα σχέδια**



Αθήνα 1996

*Στους νέους,
που την αρχαία ελληνική τεχνολογία
δε γνώρισαν, δε σπούδασαν,
δε διδάχθηκαν*

Πρόλογος

Το βιβλίο αυτό είναι η πρώτη ελληνική έκδοση της Αυτοματοποιητικής του Ήρωνα του Αλεξανδρινού. Είναι η πρώτη φορά που παρουσιάζεται στην Ελλάδα το αρχαίο ελληνικό κείμενο του περίφημου αυτού τεχνολόγου μηχανικού. Και μαζί του ελπίζουμε να ξαναζωντανεύουν, με τη νέα ελληνική γλώσσα και με τη γλώσσα των σχεδίων, οι ιδέες και τα έργα της ελληνιστικής τεχνολογίας, η σύνδεση της τεχνικής με την τέχνη, η εφαρμογή των πιο σύνθετων λογικά προγραμματισμένων κινήσεων για τη δημιουργία ενός νέου τεχνητού και αυτοκίνητου κόσμου στην υπηρεσία του ανθρώπου.

Η ευθύνη για το εγχείρημα αυτό είναι μεγάλη. Γιατί πέφτει στις πλάτες ενός ανθρώπου, ενός μη ειδικού, και όχι των ταγμένων από την πολιτεία συλλογικών της οργάνων, το βάρος μιας έκδοσης που καθυστέρησε 20 περίπου αιώνες. Και γιατί ακόμα βαρειά είναι η ευρωπαϊκή προκατάληψη, που για χρόνια υποτίμησε την αρχαία ελληνική τεχνολογία και την ξεχώρισε από την ποίηση, τη φιλοσοφία και την τέχνη.

Την προκατάληψη αυτή, που βαθαίνει το ρήγμα ανάμεσα στο σύγχρονο και τον αρχαίο τεχνικό κόσμο, που διχάζει και σήμερα τον πολιτισμό μας, αφήνοντας την τεχνολογία αμπόλιαστη από κάθε θεωρητική ή αισθητική αναζήτηση, που αποξενώνει βίαια και την κλασική από την τεχνική μας παιδεία, αντιστρατεύτηκε με σθένος ο γερμανός μελετητής της αρχαίας ελληνικής τεχνικής Hermann Diels, γράφοντας:

«Φτάσαμε ψηλά—ποιός το αμφισβητεί—αλλά στεκόμαστε εδώ, γιατί πατάμε πάνω στις πλάτες αμέτρητων γενεών προγόνων, και πάνω απ' όλα στις πλάτες των ελλήνων διανοητών και τεχνιτών, που τους θεούς ελάτρευαν» (Hermann Diels, Αρχαία Τεχνολογία, Επτά Διαλέξεις 1920-1924, Osnabrück, 1965, Πρόλογος στην πρώτη έκδοση, 1914).

Το θάρρος για την εκπλήρωση του χρέους αυτού άντλησα από τους νέους ανθρώπους, από το ενδιαφέρον, την αγνότητα, την αναζήτηση αξιών που επέδειξαν, χωρίς συμφέρον, επιφανειακό εντυπωσιασμό, εθνικισμό και πατριδοκαπηλεία. Νομίζω πως παρασύρθηκα μάλιστα από ένα αισιόδοξο αεράκι μιας αργοπορημένης, δειλής, διάσπαρτης, αλλά νέας ελληνικής αναγέννησης.

Ευχαριστώ θερμά όλους όσους συνέβαλαν στην έκδοση αυτού του βιβλίου και ιδιαίτερα: τον πατέρα μου για την υλική υποστήριξη, τον αρχιτέκτονα Μανώλη Κορρέ για τις παρατηρήσεις του στα σχέδια, τη φιλόλογο Μαρία Βλαχού για τις φιλολογικές της παρατηρήσεις, το Γιάννη Σούκη για την επιμελημένη στοιχειοθεσία και τις πολύτιμες συμβουλές του, τη Λουΐζα Γκίκα για τη φροντίδα και τη συνολική επιμέλεια της έκδοσης.

Δημήτρης Καλλιγερόπουλος

Αθήνα 1996

Περιεχόμενα

Πρόλογος	9
Περιεχόμενα	11
Κατάλογος σχημάτων	14
Εισαγωγή	17
1. Τα αυτόματα από τον αρχαίο ελληνικό μύθο μέχρι τα ελληνιστικά χρόνια	18
2. Η θέση των αυτομάτων μέσα στην εξέλιξη της τεχνολογίας	21
3. Τα ελληνιστικά αυτόματα	26
4. Οι αλεξανδρινοί μηχανικοί και το έργο τους	30
5. Τα πνευματικά του Ήρωνα και το πρόβλημα της εφαρμογής τους στην παραγωγή	35
6. Η Αυτοματοποιητική του Ήρωνα	39
Γενικά σχόλια της έκδοσης	43
1. Σχόλια για το αρχαίο κείμενο	43
2. Σχόλια για τη μετάφραση	44
3. Σχόλια για τα σχήματα	44
Η Αυτοματοποιητική του Ήρωνα του Αλεξανδρινού	
1. Το περιεχόμενο της Αυτοματοποιητικής και τα είδη των αυτομάτων	51
2. Γενικές τεχνικές οδηγίες που αφορούν την υποδομή και την προεργασία για την κατασκευή των αυτομάτων	59
Βιβλίο Α. Κινητά αυτόματα	
3. Η διάταξη, η γεωμετρία, η μορφή του κινητού αυτομάτου	75
4. Η παράσταση, οι κινήσεις του κινητού αυτομάτου	81
5. Η ευθύγραμμη κίνηση του αυτομάτου	85

6. Ο προγραμματισμός της ευθύγραμμης μετάβασης και επιστροφής	89
7. Η κυκλική κίνηση του αυτομάτου	93
8. Στερεομετρική ερμηνεία του μηχανισμού κυκλικής κίνησης	95
9. Η κίνηση του αυτομάτου σε ορθογώνιο παραλληλόγραμμο	97
10. Αυτόματο ανέβασμα και κατέβασμα των τροχών	101
11. Σύνθετες ελικοειδείς κινήσεις του αυτομάτου	106
12. Ο μηχανισμός για το άναμμα της φωτιάς στους βωμούς	113
13. Το υδραυλικό σύστημα για την εκροή υγρών από την κούπα και το θύρσο του Διονύσου και ο μηχανισμός περιστροφής των ειδώλων	116
14. Ο μηχανισμός παραγωγής ήχων από τύμπανα και κύμβαλα	122
15. Ο μηχανισμός για το στεφάνωμα του περιστύλιου	124
16. Ο χορός των Βακχών	127
17. Η κάλυψη των σχοινιών	130
18. Ο πολλαπλασιασμός των στροφών κατά την μετάδοση της κίνησης	133
19. Ανεξάρτητοι μηχανισμοί κίνησης	136

Βιβλίο Β. Σταθερά αυτόματα

20. Αναφορά στην παράδοση των σταθερών αυτομάτων και ιδιαίτερα στο έργο του Φίλωνα του Βυζάντιου	143
21. Γενικά για το πρόβλημα των αυτόματων θεάτρων	148
22. Αρχαίες παραστάσεις αυτόματων θεάτρων και η σύγχρονη παράσταση του Ήρωνα με το μύθο του Ναυπλίου	150
23. Ο μηχανισμός για να ανοίγουν και να κλείνουν οι πόρτες του θεάτρου σε προγραμματισμένα χρονικά διαστήματα	166
24. Οι μηχανισμοί για τις κινήσεις των Δαναών στην πρώτη πράξη της παράστασης	174
25. Το πέρασμα από την πρώτη στη δεύτερη πράξη της παράστασης και ο μηχανισμός αλλαγής των σκηνικών	178
26. Ο μηχανισμός για τον παράπλου των πλοίων στην τρίτη πράξη	182
27. Ο μηχανισμός για την κίνηση των δελφινιών	187
28. Ο μηχανισμός για το άναμμα του πυρσού στην τέταρτη πράξη	190
29. Η μηχανή της Αθηνάς στην πέμπτη πράξη	196

30. Η πτώση του κεραυνού και η εξαφάνιση της μορφής του Αίαντα στην πέμπτη πράξη	198
--	-----

Παραρτήματα

Παράρτημα 1. Αλφαβητικό ευρετήριο τεχνικών όρων της Αυτοματοποιητικής	203
Παράρτημα 2. Επιλογή αποσπασμάτων της Αυτοματοποιητικής καταναμημένων κατά θέματα	211
1. Αρχαίοι αυτοματοποιοί	212
2. Αρχαία συγγράμματα	212
3. Σύγχρονοι αυτοματοποιοί	213
4. Τεχνικές καινοτομίες	213
5. Κριτική στους παλαιότερους	214
6. Δημόσιοι διαγωνισμοί	215
7. Μηχανές όμοιες με την πραγματικότητα	215
8. Από μηχανής μορφές	216
9. Αυτόματες κινήσεις	216
10. Χαρακτηριστικά των αυτομάτων	217
11. Πρωτότυπα σχέδια	217
12. Διδασκαλία των αυτομάτων	218
13. Θεωρητικές αναζητήσεις	218
14. Αναφορές στο πείραμα και την πράξη	218
Παράρτημα 3. Χειρόγραφα, εκδόσεις της Αυτοματοποιητικής και Βιβλιογραφία	219
1. Τα χειρόγραφα της Αυτοματοποιητικής	220
2. Οι πρώτες εκδόσεις της Αυτοματοποιητικής	220
3. Σχετική με τα αρχαία αυτόματα βιβλιογραφία	221

Κατάλογος σχημάτων

1. Αρχαίο κινητό αυτόματο	53
2. Αρχαίο σταθερό αυτόματο	55
3. Η σκηνή του σταθερού αυτομάτου	57
4. Οι τροχοί κυλούν μέσα σε ράγες	60
5. Άξονες και έδρανα περιστροφής	61
6. Κινητήρια συστήματα (α) με σύστρεμμα νεύρων, (β) με μολύβδινο βάρος	65
7. Ο μηχανισμός κίνησης του κινητού αυτομάτου	67
8. Άξονες διαφορετικών διαμέτρων συνεπάγονται διαφορετικές ταχύτητες	68
9. Οι περιελίξεις στον κινητήριο άξονα	69
10. Το κινητό αυτόματο του Ήρωνα	73
11. Αρχαία ελληνικά μέτρα	74
12. Η βάση, το τροχοκιβώτιο	75
13. Οι κίνες της βάσης	76
14. Βάση, κίνες και επιστύλιο	77
15. Περίοπτος ναός πάνω στο επιστύλιο	78
16. Διόνυσος και Νίκη	79
17. Βάκχες και βωμοί	80
18. Όψη του κινητού αυτομάτου του Ήρωνα	83
19. Το μέγεθος του κινητού αυτομάτου	84
20. Η κάτοψη του πλαισίου του κινητού αυτομάτου	87
20α. Η κάτοψη του πλαισίου του κινητού αυτομάτου, σύμφωνα με το πρωτότυπο σχέδιο του χειρογράφου Α	45
21. Η πίσω όψη του κινητού αυτομάτου	88
22. Προγραμματισμός των κινήσεων με περιελίξεις	91
23. Πλάγια όψη του κινητού αυτομάτου	92
24. Ο μηχανισμός κυκλικής κίνησης του αυτομάτου	94
25. Στερεομετρική σχεδίαση του μηχανισμού κυκλικής κίνησης	96
26. Ο μηχανισμός κίνησης του πλαισίου σε ορθογώνιο παραλληλόγραμμο	98
27. Τεχνικά στοιχεία για την κατασκευή του θαλάμου	100
28. Οι ανυψούμενοι τροχοί	102
29. Κανόνας και κοχλίας ανύψωσης των τροχών	104
30. Ο μηχανισμός αυτόματης ανύψωσης των τροχών	105
31. Μηχανισμός ελικοειδούς κίνησης	107
32. Παραλλαγή του μηχανισμού ελικοειδούς κίνησης με τρεις κινητήριους τροχούς	110
33. Τροχοκιβώτιο με μηχανισμό ανεξάρτητης κίνησης των τροχών	112
34. Ο μηχανισμός για το αυτόματο άναμμα της φωτιάς στο βωμό	115
35. Ο μηχανισμός συγχρονισμένης εκροής υγρών	119
36. Ο μηχανισμός περιστροφής των ειδώλων	121
37. Ο μηχανισμός παραγωγής ήχων από τύμπανα και κύμβαλα	123
38. Ο μηχανισμός για το στεφάνωμα του περιστύλιου	125
39. Ο μηχανισμός για την περιστροφή των Βακχών	129
40. Η κατασκευή για την κάλυψη των σχοινιών	131
41. Ο μηχανισμός πολλαπλασιασμού των στροφών για την επιμήκυνση της πορείας	134
42. Σύστημα δύο ανεξάρτητων μηχανισμών κίνησης	137
43. Το σταθερό αυτόματο θέατρο του Ήρωνα	141
44. Αυτόματη εμφάνιση της μορφής της Αθηνάς	145
45. Αυτόματοι μηχανισμοί που παράγουν τον ήχο της βροντής	147
46. Αρχαίο προσωπίο που ανοιγοκλείνει τα μάτια	151
47. Πρόσοψη του σταθερού αυτομάτου θεάτρου του Ήρωνα	153
48. Σκηνή πρώτη. Οι Δαναοί επισκευάζουν τα πλοία	155
49. Σκηνή δεύτερη. Οι Αχαιοί ρίχνουν τα πλοία στη θάλασσα	157
50α. Σκηνή τρίτη. Θάλασσα και ουρανός	158

50β. Σκηνή τρίτη (συνέχεια). Τα πλοία ταξιδεύουν	159
50γ. Σκηνή τρίτη (συνέχεια). Τα δελφίνια κολυμπούν	160
50δ. Σκηνή τρίτη (συνέχεια). Η θάλασσα φουρτουνιάζει	161
51. Σκηνή τέταρτη. Ο Ναύπλιος με τον πυρσό και η Αθηνά	163
52α. Σκηνή πέμπτη. Τα πλοία βουλιάζουν και ο Αίαντας κολυμπά	164
52β. Σκηνή πέμπτη (συνέχεια). Η Αθηνά και ο κεραυνός	165
53. Η κατασκευή της σκηνής	167
54. Ο κινητήριος μηχανισμός του σταθερού αυτομάτου (πλάγια τομή)	169
55. Ο μηχανισμός περιστροφής των θυρών	171
56. Ο μηχανισμός αυτόματης περιστροφής των θυρών	173
57. Ο μηχανισμός για την αυτόματη κίνηση των χεριών	177
58. Ο μηχανισμός αλλαγής των σκηνικών	181
59. Ο μηχανισμός για τον παράπλου των πλοίων	185
60. Ο μηχανισμός για την κίνηση των δελφινιών	189
61. Εσωτερική διάταξη των μηχανισμών	191
62. Ο μηχανισμός για το άναμμα του πυρσού	193
63. Η μηχανή της Αθηνάς	197
64. Ο μηχανισμός για την πτώση του κεραυνού και την κάλυψη του ειδώλου του Αίαντα	199
65. Αρίδα, χειροκίνητο τρυπάνι	204
66. Τόρνος χειροκίνητος	209

Εισαγωγή

Η Αυτοματοποιητική του Ήρωνα του Αλεξανδρινού γράφτηκε πιθανότατα τον 1ο π.Χ. αιώνα. Περιγράφει δύο είδη αρχαίων ελληνικών αυτόματων θεάτρων, μηχανών δηλαδή αυτοκίνητων, ικανών να παρουσιάζουν ολόκληρες θεατρικές παραστάσεις, να εμφανίζουν μορφές που κινούνται από μόνες τους, «να παράγουν ήχους, να ανάβουν φωτιές, να στολίζονται με λουλούδια, να κάνουν όποια κίνηση θέλουμε χωρίς να πλησιάσει κανείς τις μορφές / *ως αν τις ελθται δυνατόν έστι κινείν μηδενός προσιόντος τοις ζωδίοις*» (I.6). Και αναλύει στη συνέχεια τη λειτουργία και τον προγραμματισμό των επιμέρους πολύπλοκων μηχανισμών.

Θαυμασμό προκαλούσαν τα αυτόματα στην αρχαιότητα «*διά τε τὸ ποικίλον τῆς ἐν αὐτῇ δημιουργίας καὶ διὰ τὸ ἐκπληκτον τῆς θεωρίας / τόσο για την ποικιλομορφία των κατασκευών που περιείχαν, όσο και για την έκπληξη που προκαλούσε η όψη τους*» (I.1). Ακόμη μεγαλύτερο θαυμασμό είναι φυσικό να προκαλούν τα αυτόματα αυτά σήμερα, δύο χιλιάδες χρόνια αργότερα.

Στόχος όμως του βιβλίου αυτού δεν είναι να αναδείξει απλώς αυτόν τον θαυμασμό. Δεν είναι να προβάλει τα αυτόματα της αρχαιότητας σαν παράδοξα αλλά πρακτικά ασήμαντα ευρήματα, σαν ενδιαφέροντα αλλά περιθωριακά στοιχεία ενός ξεχασμένου πνευματικού πολιτισμού, σαν εντυπωσιακά παιχνίδια, επινοήματα όμως κατώτερα των μεγάλων πνευματικών επιτευγμάτων της αρχαίας Ελλάδας.

Αντίθετα, στόχος μας είναι να αναδείξουμε μian αντίληψη, που θα αναζητά μέσα στα αρχαία αυτόματα αξίες και αρετές, ιδέες και γνώσεις, πόθους και όνειρα του ανθρώπινου πνεύματος, που θα συνδέει τα μυθικά αυτόματα των ομηρικών επών με τις πρώτες επιστημονικές σκέψεις των προσωκρατικών φιλοσόφων, που θα ενώνει τις θεωρητικές ιδέες των κλασικών στοχαστών με την επινοητικότητα των αλεξανδρινών μηχανικών στα ελληνιστικά χρόνια, που θα εντάσσει τα αυτόματα μέσα στην ιστορία της ανθρώπινης δημιουργίας, που θα αποκαθιστά την ιστορική αδικία και θα αναδεικνύει μέσα από τα αυτόματα την παραγνωρισμένη ελληνική τεχνική σκέψη,

που θα συνδέει την σε πολλούς άγνωστη ελληνική τεχνολογία με τα άλλα πνευματικά επιτεύγματα του πολιτισμού μας, την επιστημονική γνώση, τη φιλοσοφία, την ποίηση και την τέχνη.

1. Τα αυτόματα από τον αρχαίο ελληνικό μύθο μέχρι τα ελληνιστικά χρόνια

Περιγραφές διάφορες τεχνολογικών ευρημάτων και οραμάτων, θαυμαστών τεχνικών κατασκευών και επινοήσεων, κι ανάμεσά τους περιγραφές αυτομάτων, μηχανών δηλαδή που κινούνται από μόνες τους, με ενέργεια εσωτερική, σαν ζωντανά όντα, βρίσκονται διάσπαρτες μα άφθονες μέσα στις γραπτές αρχαίες ελληνικές ιστορικές πηγές. Βρίσκονται διάσπαρτες και μέσα στον αρχαίο ελληνικό μύθο, μέσα στους στίχους των επών, μέσα στις μυθικές παραδόσεις, άλλοτε σαν ποιητικές περιγραφές αξιολογών τεχνολογικών ανθρωπινων επιτευγμάτων κι άλλοτε σαν φανταστικές τεχνικές επιδόσεις που αποδίδονται στους θεούς.

Στα ομηρικά έπη περιέλαβε ο ποιητής, κατά τα μέσα του 8ου π.Χ. αιώνα, τις πρώτες αναφορές τέτοιων μυθικών αυτομάτων. Κι όπως έπλασε τους θεούς των ελλήνων, έπλασε, ίσως πρώτος ο Όμηρος, και τον τεχνικό όρο: **αυτόματα**. «Αυτόμαται δε πύλαι μύκον ουρανοῦ / αυτόματα άνοιξαν τρίζοντας οι πύλες του ουρανού», γράφει στο Ε 749 της Ιλιάδας. «Είκοσι όλους κι όλους μαστόρευε τρίποδες ο Ήφαιστος», γράφει στο Σ 372 της Ιλιάδας, «και κάτω από τη βάση καθενός άρμοζε ρόδες χρυσές, για να μπορούν αυτόματα, από μόνοι τους, αυτοκίνητοι (αυτόματοι, κατά τον Όμηρο, μοναχοσάλευτοι, κατά τον Κακριδή) να μπαίνουν στον θεών τη σύναξη. Ένα θαύμα να τους βλέπει κανείς (θαῦμα ιδέσθαι)». Κι ακολουθούν, στο μυστικό εργαστήρι του τεχνολόγου θεού, τα αυτορυθμιζόμενα φυσερά (Σ 468) και οι χρυσές θερααινίδες (Σ 410).

Κι όταν στο άλλο έπος του ποιητή, το έπος για την τέχνη της θάλασσας, το έπος για τους λαούς της Μεσογείου, τον ύμνο στην ευστροφία και την εφευρετικότητα του πολυμήχανου Οδυσσέα, την Οδύσσεια, ο Οδυσσέας φτάνει στο, μυθικό ίσως, νησί των Φαιάκων, μπαίνει στο παλάτι του βασιλιά Αλκίνοου και βλέπει τους χρυσούς και ασημένιους σκύλους του Ήφαιστου να το φυλάγουν (η 91), ακούει από τον ίδιο το βασιλιά τα παρακάτω λόγια για τα ανθρώπινα επιτεύγματα των ναυτικών-μαστόρων της Σχερίας (θ 555):

«Πες μου για τη χώρα και το λαό σου και την πόλη σου, για να σε πάνε εκεί τα πλοία μας τα κατασκευασμένα με σκέψη (τιτυσκομένοι φρεσί νῆες / τα πλοία με την κατασκευασμένη σκέψη, με την τεχνητή νοημοσύνη θα λέγαμε σήμερα, τα πλοία με τους διαλογισμούς τους, λένε οι Καζαντζάκης - Κακριδής). Γιατί δεν υπάρχουν κυβερνήτες στα πλοία των Φαιάκων, ούτε πηδάλια σαν αυτά που έχουν τα άλλα καράβια. Αλλά... με εξαιρετική ταχύτητα (λαίτμα τάχιστα / σαν τα πουλιά) διανύουν τις θαλασσινές αποστάσεις, ακόμα κι όταν έχει σκοτάδι και συννεφιά. Και ποτέ δεν υπάρχει φόβος να πάθουν καμιά βλάβη ούτε να χαθούν».

Τρεις αιώνες αργότερα (περί το 450 π.Χ.) αναφέρει ο **Ηρόδοτος** στις Ιστορίες του, αρχαιότερα ίσως, αυτόματα των άλλων μεγάλων πολιτισμών της Μεσογείου, όπως αυτόματα συστήματα άρδευσης στην Αίγυπτο (II 149), τη Βαβυλώνα (I 185) και την Περσία (III 117), αυτοκίνητα νευρόσπαστα αιγυπτιακά αγάλματα (II 48) και πλοίαρια του Νείλου με συστήματα αυτομάτου ελέγχου της πορείας τους (II 96).

Πάμπολλες όμως είναι και οι αναφορές για τα ελληνικά αυτόματα στα κλασσικά χρόνια. Για τις αναφορές αυτές των κλασσικών φιλοσόφων είναι χαρακτηριστική η φράση του Ήρωνα στην εισαγωγή των Πνευματικών του:

«Τῆς πνευματικῆς πραγματείας σπουδῆς ἡξιωμένης πρὸς τῶν παλαιῶν φιλοσόφων τε καὶ μηχανικῶν, τῶν μὲν λογικῶς τὴν δύναμιν αὐτῆς ἀποδεδοκότων, τῶν δὲ καὶ δι' αὐτῆς τῆς τῶν αἰσθητῶν ἐνεργείας. / Η μελέτη των πνευματικών έγινε από τους παλαιούς φιλοσόφους και μηχανικούς με πολλή προσοχή, οι μεν εξετάζοντας τις δυνατότητες αυτών με τη λογική, οι δε χρησιμοποιώντας τις αισθήσεις και το πείραμα».

Έτσι προσπάθησαν με τη λογική να ερμηνεύσουν οι κλασσικοί τη μυθική παράδοση γύρω απ' τον μπρούτζινο γίγαντα Τάλω, που ο Ήφαιστος κατασκεύασε για να φυλάει την Κρήτη. Ο Πλάτωνας τον θεωρεί νομοφύλακα της Κρήτης, που πήρε την επωνυμία του χάλκινου από τους χάλκινους πίνακες με τους νόμους που κρατούσε (Πλάτων, Μένως, 320c).

Και ο **Σοφοκλής**, στο απόσπασμα 161 του Δαίδαλου (με τίτλο: το τέλος του Τάλω / *Τάλω εἴμαρτο τελευτῆσαι*), περιγράφει τον Τάλω σαν χάλκινο ρομπότ και προσπαθεί να ερμηνεύσει τη λειτουργία του: «Ο Τάλως είχε στὸν αστράγαλο (σφυρόν) αγωγὸ (σύριγγα) σκεπασμένο με μεμβράνη. Σύριγγα δε λέγεται η περόνη (το καρφί ασφαλείας)».

Πολλές όμως είναι οι αναφορές του μαθητή του Πλάτωνα, **Αριστοτέλη** (384-322 π.Χ.), στα αυτόματα των κλασικών χρόνων, αναφορές που αποτελούν πηγή και απόδειξη της ύπαρξης αυτοκίνητων μηχανών πολύ πριν από τη συγγραφή της Αυτοματοποιητικής. Θεωρώντας τα αυτόματα άξια θαυμασμού επιτεύγματα, που οι απλοί θεατές δεν μπορούσαν ν' αναγνωρίσουν την αιτία της κίνησής τους, αναφέρει: «*Ἄρχονται μὲν γὰρ ἀπὸ τοῦ θαυμάζειν πάντες, εἰ οὕτως ἔχει, καθάπερ τῶν θαυμάτων τ' αὐτόματα τοῖς μήπω τεθεωρηκόσι τὴν αἰτίαν.* / Γιατί όλοι αρχίζουν να εκπλήσσονται για τη φύση των πραγμάτων, όπως εκπλήσσονται και εκείνοι που βλέπουν τα αυτόματα (να κινούνται από μόνα τους) χωρίς ν' αναγνωρίζουν την αιτία της κίνησής τους» (Μετά τα Φυσικά, 983α 15).

Εξετάζοντας την αιτία για την κίνηση και την ανάπλαση του σπέρματος, ξεχωρίζει την εσωτερική από την εξωτερική κινητήρια ενέργεια των σωμάτων και συγκρίνει το αυτοκίνητο ζωντανό σπέρμα με το μηχανικό αυτόματο, λέγοντας: «*Τὸ σπέρμα ἔχει τὴν κίνησιν ἐν ἑαυτῷ ἢ ἐκεῖνο ἐκίνοι. ἐνδέχεται δὲ τότε μὲν τότε κινῆσαι. καὶ εἶναι οἶον τὰ αὐτόματα τῶν θαυμάτων.* / Το σπέρμα έχει εσωτερική κινητήρια δύναμη με την οποία το ίδιο κινείται. Μπορεί όμως το ένα να μεταδώσει την κίνηση στο άλλο. Έτσι κινούνται και τα αυτόματα των θαυματοποιών».

Και συνεχίζει εξετάζοντας τη λειτουργία των αυτομάτων: «*Ἐχοντα γὰρ πως ὑπάρχει δύναμιν τὰ μόρια ἡρεμοῦντα· ὧν τὸ πρῶτον ὅταν τι κινήσῃ τῶν ἐξωθεν, εὐθὺς τὸ ἐχόμενον γίγνεται ἐνεργεία. ὡσπερ οὖν ἐν τοῖς αὐτομάτοις, τρόπον μὲν τινα ἐκεῖνο κινεῖ οὐχ ἀπτόμενον νῦν οὐθενός, ἀψάμενον μέντοι.* / Τα μόρια (του σπέρματος και τα εξαρτήματα των αυτομάτων) διαθέτουν μιαν εσωτερική κινητήρια δύναμη όταν βρίσκονται σε ηρεμία. (Η εσωτερική αυτή δύναμη μετατρέπεται σε κίνηση) όταν κάτι από τα έξω κινήσει το πρώτο εξ αυτών, οπότε αμέσως μπαίνει σε λειτουργία το επόμενο. Έτσι λοιπόν και τα αυτόματα, κατά κάποιο τρόπο κινούνται χωρίς να τα αγγίζει κανείς, έχουν όμως δεχθεί (αρχικά) μιαν εξωτερική ώθηση» (Περὶ ζῶων γενέσεως, 734b 11).

Συγκρίνοντας ακόμα την κίνηση των ζώων με την κίνηση των αυτομάτων ο Αριστοτέλης αναφέρει: «*Ὡσπερ δὲ τὰ αὐτόματα κινεῖται μικρᾶς κινήσεως γινομένης, λυομένων τῶν στρεβλῶν και κρουουσῶν ἀλλήλας τὰς στρέβλας, ... οὕτω και τὰ ζῶα κινεῖται.* / Όπως κινούνται τα αυτόματα κάνοντας κινήσεις μικρές, καθώς απελευθερώνονται τα περιστρεφόμενα τμήματα και συμπαρασύρουν χτυπάντας το ένα το άλλο... έτσι κινούνται και τα ζῶα» (Περὶ ζῶων κινήσεως, 701b 2).

Μια πρώτη συγκεκριμένη αναφορά σε αυτόματο μηχανισμό έχουμε από τον ρωμαίο **Γέλλιο** (Gellius, 10, 12, 9) και αφορά τον φίλο του Πλάτωνα, Πυθαγόρειο φιλόσοφο, μηχανικό και στρατιωτικό **Αρχύτα τον Ταραντινό** (430-350 π.Χ.), ο οποίος «*ἐξυλίνην πετομένην ἐποίησε περιστερὰν*». Το αυτόματο αυτό περιστέρι του Αρχύτα αποτελούσε ίσως μια πρώτη εφαρμογή των πνευματικών συστημάτων και χρησιμοποιούσε, κατά τα λεγόμενα, σαν κινητήρια δύναμη θερμό πεπιεσμένο αέρα.

Στα ελληνιστικά όμως χρόνια βρίσκει η Αυτοματοποιητική τη δόξα της. Πρώτος ο Συρακούσιος **Αρχιμήδης** (287-212 π.Χ.), μαθηματικός και μηχανικός, που σπούδασε στην Αλεξάνδρεια και υπερασπίστηκε την πόλη του από την εισβολή των Ρωμαίων, άνοιξε το δρόμο στην εφαρμοσμένη μηχανική και κατασκεύασε πλήθος μηχανών, όπως τον ατέρμονα κοχλία, το πλανητάριο, το ατμοκίνητο πνευματικό του τηλεβόλο, το υδραυλικό του ωρολόγι, τους αυτόματους γερανούς των πλοίων, τις πολύπλοκες πολεμικές μηχανές κ.ά. Άνοιξε έτσι το δρόμο στην αλεξανδρινή σχολή των μηχανικών, του **Κτησίβιου**, του **Φίλωνα** και του **Ήρωνα**, που θα εξετάσουμε παρακάτω.

Το θεωρητικό, το γραπτό έργο των μηχανικών αυτών, όσο και όπως διασώθηκε, συνοδεύουν δύο αδιαφιλονίκητα αρχαιολογικά ευρήματα του 1ου π.Χ. αιώνα: Ο **μηχανισμός των Αντικυθήρων** που ανακαλύφθηκε το 1900 μ.Χ., μελετήθηκε ιδιαίτερα από τον αμερικανό **Dece de Solla Price**, και εκτίθεται σήμερα στο εθνικό αρχαιολογικό μουσείο των Αθηνών, και η **ύδραυλις** του Ήρωνα, που ανακαλύφθηκε πρόσφατα από τον καθ. κ. Παντερμαλή και εκτίθεται σήμερα στο αρχαιολογικό μουσείο του Δίου.

Τα αυτόματα που επιλεκτικά συλλέξαμε και παρουσιάσαμε μέχρι εδώ, θα πρόβαλλαν απομονωμένα κι αποκομμένα από το χώρο στον οποίο αναπτύχθηκαν, αν δεν επιδιώκαμε, συνοπτικά έστω, την ένταξή τους στην ιστορία της τεχνολογίας. Γιατί τα αυτόματα, σαν στοιχεία της τεχνικής σκέψης και σαν δημιουργήματα της υψηλότερης κάθε φορά τεχνολογίας, είναι κι αυτά αποτέλεσμα μιας ιστορικής εξέλιξης.

2. Η θέση των αυτομάτων μέσα στην εξέλιξη της τεχνολογίας

Στην πρώτη, τη **συλλεκτική περίοδο** του ανθρώπου, τη μητριαρχική περίοδο των γενών, αναπτύσσεται η τέχνη του κυνηγιού. Ο άν-

θρῶπος αξιοποιεί στο έπακρο τη φυσική, τη χειρωνακτική του δύναμη. Με τα χέρια του δουλεύει τα πρώτα υλικά, το ξύλο, τον πηλό, την πέτρα. Με το νου του ανακαλύπτει τη φωτιά «δάσκαλο κάθε τέχνης» (Αισχύλος, Προμηθέας Δεσμώτης, 110). Με την πείρα του κατασκευάζει εργαλεία και πρωτόγονες μηχανές, που ενισχύουν τις ικανότητές του, μεγεθύνουν τη δύναμη και την εμβέλειά του, όπως το ρόπαλο, το ακόντιο, τον πέλεκυ, το τόξο. Και η πρώτη αυτή τεχνική του σκέψη συμβαδίζει με τον πρωτόγονο τρόπο ζωής του, με την πάλη του για να δαμάσει τη φύση, με το δέος του για το άγνωστο, με την εξίσου πρωτόγονη, φανταστική, συμβολική ερμηνεία του κόσμου που επιδιώκει.

Ακολουθεί η **αγροτική περίοδος** του ανθρώπου, όπου αναπτύσσεται η τεχνική της γεωργίας. Ο άνθρωπος δουλεύει τη γη, την ποτίζει και τη βοηθά ν' ανθίσει. Έτσι δημιουργούνται οι μεγάλοι παραποτάμιοι πολιτισμοί. Τη δύναμη, τη ρώμη, την ανδρειοσύνη αντικαθιστά ο μόχθος, η κούραση, η σκληρή δουλειά. Ο άνθρωπος παράγει πια, δεν τα βρίσκει έτοιμα. Και η τεχνική του σκέψη διευρύνεται με την παρατήρηση και το πείραμα και οδηγείται στην ανακάλυψη των μετάλλων, στη σταδιακή εξέλιξη των εργαλείων του, στο δρεπάνι και το αλέτρι, στην αξιοποίηση της κινητήριας δύναμης των ζώων, στην κατασκευή μηχανών, που κινούνται με ζωική ή ανθρώπινη δύναμη και ελέγχονται με ανθρώπινη σκέψη, στην ανάπτυξη μεθόδων ύδρευσης, στην οικοδόμηση οικημάτων. Η μυθική του σκέψη πλάθει υπερφυσικά φανταστικά μυθολογικά όντα, ενώ διαμορφώνεται μια πυραμιδωτή κοινωνική δομή και μια έντονη ιεραρχία.

Ακολουθούν οι μεγάλες **μετακινήσεις των φύλων**. Τη σταθερότητα, τη μονότονη σύνδεση με τη γη και την παράδοση διαδέχονται η αλλαγή, η προσαρμογή, η κίνηση. Στην τεχνική σκέψη αυτό σημαίνει μετάβαση από την ευθεία στον κύκλο, στην αέναη περιστροφή, την εκτεταμένη χρήση του τροχού. Η μετακίνηση όμως φέρνει μαζί της τη σύγκρουση και τον πόλεμο. Για να νικήσεις τώρα στον πόλεμο δεν αρκεί ούτε η δύναμη ούτε η έριδα, η ευγενική άμιλλα των ειρηνικών χρόνων. Χρειάζεται η ευφυΐα, η ικανότητα, η δεξιότητα, η «μητις». Στον κόσμο των ηρώων, τη θέση του αντρωμένου Αχιλλέα παίρνει ο εφευρετικός και πολυμήχανος Οδυσσεύς. Στον ελληνικό χώρο, ο πολιτισμός αναπτύσσεται γύρω από το φωτεινό, σπαρμένο με χιλιάδες νησιά, πολύμορφο, πολυποίκιλο, δαιδαλωτό Αιγαίο. Στη θέση των μεγάλων παραποτάμιων πολιτισμών της Βαβυλωνίας και της Αιγύπτου, των πολιτισμών της σταθερότητας, της μεγαλοπρέπειας, της δύναμης και του θανάτου, αναπτύσσε-

ται ο ελληνικός αιγαιοπελαγίτικος πολιτισμός, ο πολιτισμός της κίνησης, της πολυμορφίας, της ευφυΐας, της δεξιοτεχνίας, της αρμονίας, της ζωής και του κάλλους. Και διαμορφώνεται τότε ο αρχαίος ελληνικός μύθος και οι θεοί του.

Τα **μέταλλα**, ο χρυσός, ο άργυρος, ο χαλκός, ο ορείχαλκος, ο σίδηρος, παίζουν διαδοχικά κυρίαρχο ρόλο στη διαμόρφωση των νέων κοινωνικών δομών. Η μεταλλοτεχνία, η οπλοποιία, η χυτευτική τέχνη, η χαλκουργική, η σιδηρουργία, η κοσμηματοποιία, η αγαλματοποιία, η χύτευση των πολύπλοκων μεταλλικών αγαλμάτων με τη μέθοδο του χαμένου κεριού, αποτελούν τότε την υψηλότερη μορφή της τεχνολογίας και συνδέονται με την αισθητική και την τέχνη. Ένας χαλκουργός θεός γεννιέται: ο Ήφαιστος. Τα διάφορα ελληνικά φύλλα συγκροτούνται σε νέα κύτταρα κοινωνικής δομής: τις ελληνικές πόλεις-κράτη. Πόλεις που αναπτύσσονται, επικοινωνούν και συγκρούονται. Φουντώνει έτσι η ανταλλαγή και το εμπόριο. Προοδεύει ταυτόχρονα η τέχνη της θάλασσας, η ναυπηγική και η ναυσιπλοΐα, η γεωγραφία και η αστρονομία, γεννιούνται τα μαθηματικά. Ο άνθρωπος γνωρίζει τον κόσμο. Από άνθρωπος κυνηγός, άνθρωπος της φύσης, από άνθρωπος γεωργός, παραγωγός, δουλευτής της γης, γίνεται άνθρωπος ταξιδιώτης, πολεμιστής, άνθρωπος του πολιτισμού και της τέχνης, άνθρωπος της σκέψης, κυρίαρχος του κόσμου, ήρωας Οδυσσεύς. Και ο Όμηρος πλάθει τη μορφή του ελληνικού έθνους.

Τη διάθεση για κυριαρχία του κόσμου συνοδεύει τώρα η επιδίωξη για την ερμηνεία του, όλα μπαίνουν σε τάξη. Οι θεοί και οι ήρωες συστηματοποιούνται, απαλλάσσονται από τα φανταστικά στοιχεία, παίρνουν ανθρώπινη μορφή, μοιάζουν αληθινοί. Οι μύθοι αντλούν στοιχεία από την ιστορία, μοιάζουν με ιστορία. Παράλληλα διαμορφώνεται η επιστημονική σκέψη και αναζητά στον υλικό κόσμο τα πρωταρχικά στοιχεία της φύσης και της ζωής. Έτσι οι προσωκρατικοί φιλόσοφοι της Ιωνίας οδηγούνται σε πρωτοφανείς ανακαλύψεις: ο ηλεκτρισμός, ο μαγνητισμός, η ατομική δομή της ύλης.

Αν σταματήσουμε λίγο στο μεγάλο αυτό σταθμό της ανθρώπινης σκέψης, στο γεφύρι της μετάβασης από το μύθο στην επιστήμη, και κοιτάξουμε από εδώ τα ομηρικά μυθικά αυτόματα, θα διαπιστώσουμε εύλογα ότι αυτά αποτελούσαν μια μυθική, ανθρωποκεντρική αντίληψη της τεχνολογίας. Όπως δηλαδή στον αρχαίο ελληνικό μύθο κυριαρχούσε ο ανθρωπομορφισμός και οι ποιητές έδιναν στα στοιχεία της φύσης, τη Γη, τον Ουρανό, τον Κεραυνό, τη Θάλασσα, μορφή ανθρώπινη, ζωντάνευαν τη φύση, θεωρούσαν τα φυσικά

στοιχεία έμψυχα, έτσι με την ίδια ανθρωποκεντρική αντίληψη θεωρούσαν ότι οι μηχανές μπορεί να έχουν ψυχή ή μπορεί από μόνες τους να κινούνται.

Όμως η μυθική αυτή αντίληψη εμπειρείχε μια τεχνική επιθυμία, ένα τεχνικό όραμα, έναν τεχνικό σχεδιασμό και επηρέασε με τη σειρά της τόσο τους αρχαίους τεχνικούς όσο κι τους πρώτους φυσικούς φιλοσόφους. Έτσι οι προσωκρατικοί φιλόσοφοι που απέδωσαν σε υλικά στοιχεία σαν το νερό και τον αέρα, τη γη και τη φωτιά, τη δημιουργία του κόσμου, εννοούσαν τα υλικά αυτά στοιχεία όχι άψυχα αλλά έμψυχα, με ψυχή, πνοή, ενέργεια, ικανά να κινηθούν και να δημιουργήσουν. Και η αντίληψη για τον έμψυχο υλικό κόσμο έγινε αντίληψη τεχνική, πρόθεση των αρχαίων τεχνιτών να προσθέσουν ενέργεια στα κατασκευάσματά τους, να δημιουργήσουν μηχανές ικανές να κινούνται αυτόματα, μηχανές άριστες, τέλειες και στο ακρότατο όριο όμοιες με ζωντανά όντα.

Η σύλληψη των αυτόματων μηχανών μετατρέπεται λοιπόν από μια πρώτη μυθική ανθρωποκεντρική αντίληψη της τεχνολογίας σε ένα χειροπιαστό πραγματοποιήσιμο τεχνολογικό όραμα και αποτελεί ένα μεγάλο άλμα στην τεχνική σκέψη. Το πρώτο άλμα ήταν η μετάβαση από τα εργαλεία, που επέκτειναν τη δύναμη του ανθρώπου, στις απλές μηχανές, που λειτουργούσαν με εξωτερική ενέργεια. Το άλμα όμως από έργα τεχνικά τέλεια στην κατασκευή τους σε έργα αυτόματα και αυτοκίνητα, σε μηχανές ικανές να κινούνται από μόνες τους, με εσωτερική ενέργεια και «ψυχή», είναι το ύστατο άλμα στην τεχνική σκέψη, το άλμα που αποδεσμεύει τη μηχανή από τον άνθρωπο, δημιουργεί έναν αυτόνομο τεχνικό κόσμο, ύψιστη μορφή της τεχνολογίας.

Οι τεχνικές προϋποθέσεις για την πραγματοποίηση του άλματος αυτού άρχισαν να ωριμάζουν στην ομηρική εποχή. Ήταν από τη μια μεριά η τελειότητα στην επεξεργασία των μετάλλων, η επιδεξιότητα στις λεπτοκατασκευές των χρυσοχόων και των οπλουργών. Και ήταν από την άλλη μεριά η ικανότητα να χρησιμοποιείται η φωτιά σαν πηγή ενέργειας, σαν δύναμη ανάπλασης του φυσικού κόσμου, σαν στοιχείο κίνησης και μετασχηματισμού της ύλης. Οι τεχνικές αυτές προϋποθέσεις επέτρεψαν τη διάπλαση του τεχνικού οράματος των αυτομάτων και ίσως το εγχείρημα των πρώτων προσπαθειών για την υλοποίηση αυτού του οράματος.

Στα κλασσικά χρόνια οι ελληνικές πόλεις-κράτη φθάνουν στην ακμή τους. Αλλά ταυτόχρονα ολοκληρώνουν τη διάσπαση ανάμεσα στη θεωρία, τη φιλοσοφία, την επιστήμη από τη μια και την τεχνι-

κή από την άλλη. Ολοκληρώνουν κοινωνικά και το χάσμα ανάμεσα στους ελεύθερους και τους δούλους, ανάμεσα στην ελεύθερη πνευματική δημιουργία και την εξαρτημένη χειρωνακτική εργασία. Και όμως τότε, πλάι στην ανάπτυξη της θεωρητικής και αφαιρετικής σκέψης, των φιλοσοφικών στοχασμών, των αφηρημένων αξιών και κατηγοριών, της ηθικής και της λογικής, της θεολογίας και της ψυχολογίας, πλάι στην ανάπτυξη της τέχνης, της ποίησης και των επιστημών, της γεωμετρίας και των μαθηματικών, της αστρονομίας και της μουσικής, της μηχανικής, της φυσικής και της ιατρικής, αναπτύσσονται στον αντίποδα της κοινωνικής ανισότητας οι ιδέες της δημοκρατίας, της αρετής, της δικαιοσύνης, της Νέμεσης και της Αιδούς, αναπτύσσεται στον αντίποδα των αφηρημένων ιδεών η απaráμιλλη ποιότητας εφαρμοσμένη τεχνική δημιουργία. Αριστουργήματα αρχιτεκτονικής σαν τον Παρθενώνα, περίφημα έργα αγαλματοποιίας, μεταλλοτεχνίας, κεραμικής, ζωγραφικής, μεγάλα τεχνικά έργα, λιμάνια, σήραγγες, υδραγωγεία, λατομεία κατασκευάζονται. Ο κλασσικός κόσμος ολοκληρώνεται όχι μόνο στη σκέψη, αλλά και στην τεχνική δημιουργία.

Αυτή είναι και η εποχή που αρχίζουν να κατασκευάζονται τα πρώτα ελληνικά αυτόματα, όπως αυτά που αναφέρει ο Αριστοτέλης και για τα οποία μιλήσαμε, κι όπως εκείνα που μνημονεύει ο Ήρωνας και για τα οποία θα μιλήσουμε αργότερα.

Είναι όμως στην τελευταία φάση της αρχαιότητας, την ελληνιστική εποχή, που ακολουθεί τη μεγάλη εκστρατεία του Αλέξανδρου, την εποχή που η ελληνική σκέψη ενώνεται με την παράδοση, τη σοφία, την πείρα των δύο άλλων μεγάλων πολιτισμών, του βαβυλωνιακού και του αιγυπτιακού, και αποκτά την οικουμενικότητά της, την εποχή όπου η οικουμενικότητα αυτή επιβάλλει την προσαρμογή της θεωρητικής σκέψης στην εφαρμογή, στην πρακτική εξυπηρέτηση των αναγκών του πολέμου και της κοινής ειρηνικής ζωής, είναι στην εποχή αυτή που αναδεικνύεται ιδιαίτερα η εφαρμοσμένη τεχνική σκέψη, το πρακτικό τεχνολογικό πνεύμα, που αναπτύσσονται τα εφαρμοσμένα μαθηματικά, που μελετώνται τα πνευματικά και τα υδραυλικά συστήματα, που ερευνώνται πειραματικά όλοι οι κλάδοι των φυσικών επιστημών, που συστηματοποιείται η μελέτη, η καταγραφή και η κατασκευή των αυτομάτων από τους αλεξανδρινούς μηχανικούς και ιδιαίτερα από τον Ήρωνα.

3. Τα ελληνιστικά αυτόματα

Η Αλεξάνδρεια θεμελιώθηκε το 330 π.Χ., στα μισά του 3ου π.Χ. αιώνα απέκτησε 400.000 κατοίκους κι έγινε αδιαμφισβήτητο το πολιτιστικό κέντρο της Μεσογείου. Το Μουσείο της μετατράπηκε από ιερό ναό των Μουσών σε ένα σημαντικό πνευματικό, ερευνητικό και εκπαιδευτικό ίδρυμα, που περιείχε την περίφημη βιβλιοθήκη, με 500.000 περίπου τόμους βιβλίων.

Κατά τους ελληνιστικούς χρόνους (323-31 π.Χ.) πραγματοποιείται στην Αλεξάνδρεια μια ιδιότυπη «Αναγέννηση» του αρχαίου ελληνικού πνεύματος. Κι όπως κατά τον 8ο π.Χ. αιώνα ο Όμηρος, μόνος ή με μια ομάδα αοιδών της Ιωνίας, έβαλε σε τάξη τις προφορικές ιστορικές παραδόσεις, συνέταξε ιστορικούς καταλόγους και διαμόρφωσε τη φυσιογνωμία των ελλήνων, έτσι και στην ελληνιστική Αλεξάνδρεια πέντε αιώνες αργότερα, καθήκον των στοχαστών ήταν να συλλέξουν, να επεξεργαστούν, να βάλουν σε τάξη το τεράστιο υλικό, γραπτό αυτή τη φορά, που κληρονόμησαν κυρίως από την κλασσική Ελλάδα, να προσθέσουν σ' αυτό τη σύγχρονη τεχνική εμπειρία, να το εμπλουτίσουν με τις γνώσεις άλλων λαών και να διαμορφώσουν έτσι τη νεά οικουμενική φυσιογνωμία του ελληνισμού. Με τη διαφορά ότι οι σύγχρονοι αυτοί στοχαστές ήταν αυτή τη φορά μηχανικοί, τεχνολόγοι, αυτοματοποιοί (βλέπε Παράρτημα 2. Θέμα 3. Σύγχρονοι αυτοματοποιοί).

Σεβασμός, αναγνώριση, συστηματική καταγραφή της παράδοσης από τη μιά, καινοτομία, πειραματισμός, εφαρμογή σύγχρονης τεχνολογίας από την άλλη, είναι τα δύο βασικά χαρακτηριστικά της αλεξανδρινής αυτής περιόδου (βλέπε Παράρτημα 2. Θέμα 4. Τεχνικές καινοτομίες). «*Αναγκαῖον νομίζομεν τὰ παραδοθέντα ὑπὸ τῶν ἀρχαίων εἰς τάξιν ἀγαγεῖν, καὶ ἃ ἡμεῖς δὲ προσευρήκαμεν εἰσθέσθαι.* / Θεωρούμε αναγκαίο, να βάλουμε σε τάξη όσα μας άφησαν οι αρχαίοι και να προσθέσουμε όσα εμείς καινούργια βρήκαμε», γράφει ο Ήρωνας στην εισαγωγή των Πνευματικῶν του.

Η πολλαπλή αναφορά του Ήρωνα σε παλαιότερους, προγενέστερους, αρχαίους αυτοματοποιούς (οἱ πρότερον, οἱ πρὸ ἡμῶν, οἱ παλαιοί, οἱ ἀρχαῖοι, βλ. Παράρτημα 2. Θέμα 1. Αρχαίοι αυτοματοποιοί) και σε παλαιότερα, προγενέστερα, αρχαία συγγράμματα και μεθόδους (τὰ πρότερον, τὰ πρὸ ἡμῶν ἀναγεγραμμένα, πολλά συντάγματα, βλ. Παράρτημα 2. Θέμα 2. Αρχαία συγγράμματα) επιβεβαιώνει ότι θεμελιακή δουλειά των αλεξανδρινῶν μηχανικῶν ήταν η συστηματική καταγραφή και μελέτη των έργων παλαιότερων μηχανικῶν,

νικῶν, πιθανότατα των κλασσικῶν χρόνων, στους οποίους ίσως πρέπει να αποδώσουμε και τις σημαντικότερες τεχνικές επινοήσεις, τις βασικές ιδέες για την κατασκευή αυτόματων μηχανῶν.

Οι αλεξανδρινοί μηχανικοί αξιοποίησαν αυτές τις ιδέες, δεν παρέλειψαν όμως να τις συμπληρώσουν, να τις επεξεργαστούν, να τις διορθώσουν και να προσθέσουν σ' αυτές δημιουργικά νέες εφευρέσεις (βλ. Παράρτημα 2, Θέμα 5. Κριτική στους παλαιότερους). Πρωτοπόροι οι ίδιοι στην τεχνολογία δεν σταμάτησαν να οικοδομούν τη γέφυρα που ενώνει την κλασσική με την ελληνιστική εποχή και να τιμούν το θεωρητικό υπόβαθρο που κληρονόμησαν από τα αρχαϊκά χρόνια.

Έτσι ο Ήρωνας θεωρεί ότι τα αυτόματα αποτελούν εφαρμογή των ιδιοτήτων των πρωταρχικῶν στοιχείων της κοσμογονίας, σύμφωνα με τη φυσική θεωρία των προσωκρατικῶν φιλοσόφων: «*Διὰ γὰρ συμπλοκῆς ἀέρος καὶ πυρὸς καὶ ὕδατος καὶ γῆς καὶ τῶν τριῶν στοιχείων ἢ καὶ τῶν τεσσάρων συμπλεκομένων ποικίλαι διαθέσεις ἐνεργοῦνται, αἱ μὲν ἀναγκαιοτάτας τῷ βίῳ τούτῳ χρειάζονται, αἱ δὲ ἐκπληκτικόν τινα θαυμασμὸν ἐπιδεικνύμεναι.* / Διότι με τη σύνθεση του αέρα, της φωτιάς, του νερού και της γης, και τη σύνθεση των τριῶν ή και των τεσσάρων αυτών στοιχείων, προκύπτουν διάφορες ιδιότητες (των αυτομάτων), που άλλες μεν τις χρειαζόμαστε για να αντιμετωπίσουμε ανάγκες της ζωής μας, άλλες δε μας δημιουργούν έκπληξη και θαυμασμό», γράφει ο Ήρωνας στην εισαγωγή των Πνευματικῶν του.

Χρηστικότητα, εφαρμογή της τεχνολογίας για βελτίωση της ζωής, για ελάφρυνση και αντικατάσταση του ανθρώπου από τη μιά, χαρά, ικανοποίηση, αισθητική, ψυχική ανακούφιση του ανθρώπου από την άλλη, είναι το νέο πνεύμα της ελληνιστικῆς τεχνολογίας. Αναγνώριση της αρχαίας φυσικῆς θεωρίας των προσωκρατικῶν φιλοσόφων και εφαρμογή των πιο σύγχρονων μεθόδων για την κατασκευή των αυτομάτων, είναι το αποτέλεσμα της ένωσης του κλασσικού αρχαίου ελληνικού πνεύματος με τη συσσωρευμένη τεχνολογική εμπειρία των ελληνιστικῶν χρόνων. «*Ἔστι γὰρ, ὡς συνελόντι εἰπεῖν, πᾶν μέρος τῆς μηχανικῆς ἐν αὐτῇ τῇ αὐτοματοποιητικῇ παραλαμβανόμενον διὰ τῶν κατὰ μέρος ἐν αὐτῇ ἐπιτελουμένων.* / Η αυτοματοποιητική», λέει ο Ήρωνας, «για να το πούμε συνεκτικά, περιλαμβάνει στις διάφορες επί μέρους λειτουργίες της όλους τους κλάδους της μηχανικῆς» (Αυτοματοποιητική I, I).

Πράγματι, οι αλεξανδρινοί μηχανικοί δημιούργησαν τα αυτόματά τους, αξιοποιώντας παράλληλα τις σύγχρονες εμπειρίες της ε-

φαρμοσμένης μηχανικής, της στατικής, της κινηματικής, της υδροδυναμικής, της ρευστομηχανικής, της θερμοδυναμικής και τις νέες θεωρητικές και πειραματικές μελέτες σχετικά με τις φυσικές ιδιότητες της ύλης, κυρίως των υγρών, των ατμών, των αερίων και του κενού. Άνοιξαν έτσι το μεγάλο κεφάλαιο των πνευματικών συστημάτων, αξιοποιώντας την πίεση των ρευστών και τη διαστολή του ατμού για την κίνηση των αυτομάτων. Αυτό αποτελούσε σταθμό για την αντιμετώπιση του ενεργειακού προβλήματος και θεμελιακή καινοτομία, την περιορισμένη εφαρμογή της οποίας θα εξετάσουμε αργότερα.

Οι αλεξανδρινοί μηχανικοί, με την διπλή έννοια του όρου: θεωρητικοί της μηχανικής επιστήμης και κατασκευαστές μηχανών, εφαρμόσαν τις θεωρητικές γνώσεις της γεωμετρίας και των μαθηματικών, της φυσικής και της αστρονομίας (βλ. Παράρτημα 2. Θέμα 13. Θεωρητικές αναζητήσεις) και παράλληλα αναγνώρισαν την αξία της πράξης, της εμπειρίας και του πειράματος (βλ. Παράρτημα 2. Θέμα 17. Αναφορές στο πείραμα και την πράξη). Έτσι συνέδεσαν την επιστημονική σκέψη με την τέχνη και την επιδεξιότητα των τεχνιτών. Τα ελληνιστικά αυτόματα συμπυκνώνουν πράγματι την εμπειρία των μαστόρων κάθε είδους, των ξυλουργών, των κατασκευαστών πλοίων και πολεμικών μηχανών, των μεταλλουργών, των χυτευτών, των υδραυλικών, των μηχανικών που γνώριζαν τη χρήση των τροχών, των πολύπλοκων οδοντωτών μηχανισμών μετάδοσης της κίνησης, των τροχαλιών και των ιμάντων, των κατασκευαστών λεπτότατων οργάνων, όπως είναι τα αστρολογικά όργανα, οι αστρολάβοι και τα υδραυλικά ωρολόγια, των χρυσοχών και των κατασκευαστών υδραυλικών συστημάτων, αυτών που έφτιαχναν τις χρυσές και ασκούριαστες βάνες, τις πολύπλοκες σωληνώσεις, τους στεγανούς υδραυλικούς διακόπτες, τις αντλίες, τα σιφόνια, τις βαλβίδες, τα έμβολα, και ακόμη των αγαματοποιών, των αρχιτεκτόνων και των ίδιων των αυτοματοποιών, που κατασκεύαζαν χρόνια τώρα αυτόματα θέατρα και αυτοκίνητες μηχανές.

Τα ελληνιστικά αυτόματα αποτελούν μια μορφή τεχνολογίας, που αντλεί γνώση από την εμπειρία του ανθρώπου και ταυτόχρονα προσανατολίζεται στον άνθρωπο, γίνεται κοινωνικό αγαθό. Έτσι η αυτοματοποιητική ήταν πρώτα απ' όλα αντικείμενο ελεύθερης διδασκαλίας και δεν αποτελούσε προνόμιο μιας περιορισμένης συντεχνίας (βλ. Παράρτημα 2. Θέμα 12. Διδασκαλία των αυτομάτων). Ο Ήρωνας επιλέγει ειδικά το έργο του Φίλωνα ως «πρὸς διδασκαλίαν ἀρμόζον / σαν το πιο κατάλληλο για διδασκαλία» (20.1) και επανει-

λημμένα αναφέρεται στους νέους μελετητές των αυτομάτων, όσους έχουν αποκτήσει πείρα, όσους καταγίνονται με τα αυτόματα (τοὺς ἐντυγχάνοντας, τοὺς πεπειραμένους, τοὺς καθ' ἡμᾶς) (βλ. Παράρτημα 2, Θέμα 4. Σύγχρονοι αυτοματοποιοί).

Αναμφίβολα ο Ήρωνας αναφέρεται εδώ σε μιαν ολόκληρη σχολή αλεξανδρινών μηχανικών και αυτοματοποιών που σπούδασαν την τέχνη των αυτομάτων και ασχολήθηκαν στη συνέχεια επαγγελματικά με την κατασκευή τους. Αφήνει επίσης να εννοηθεί ότι τα αυτόματα παρουσιάζονταν σε δημόσιους διαγωνισμούς (ἐπιδείξεις, βλ. 4.3), στους οποίους βραβεύονταν, από εκείνους που συμμετείχαν (τοὺς μεταχειριζομένους, βλ. 21.2), αυτός που θα επιδείκνυε την πιο χαριτωμένη, την πιο γλαφυρή, την πιο ωραία, (χαριεστέραν, γλαφυρωτάτην) παράσταση (βλ. Παράρτημα 2, Θέμα 6. Δημόσιοι διαγωνισμοί). Η γνώση, η χρήση, η θέα των αυτομάτων ήταν λοιπόν όχι για τους λίγους αλλά για τους πολλούς. Και το κριτήριο για την επιλογή τους ήταν η χαρά που προκαλούσαν.

Συγκρίνοντας τα αρχαία με τα σύγχρονα αυτόματα, ο Ήρωνας εντοπίζει τη διαφορά στο γλαφυρό της παράστασης και την πολυπλοκότητα των κατασκευών. «Οἱ μὲν οὖν ἀρχαῖοι κέχρηται ἀπλή τινι διαθέσει. οἱ δὲ καθ' ἡμᾶς μύθους τε ἐμβεβλήκασιν εἰς τοὺς πίνακας ἀστείους καὶ κινήσει κέχρηται πολλαῖς καὶ ἀνομοίαις. / Οι αρχαίοι χρησιμοποιούσαν μιαν απλή υπόθεση... οι σύγχρονοί μας αυτοματοποιοί όμως ανεβάζουν στις σκηνές των αυτόματων θεάτρων μύθους ευχάριστους και χρησιμοποιούν κινήσεις πολλές και ἀνόμοιες» (22.1) (βλ. Παράρτημα 2. Θέμα 10. Χαρακτηριστικά των αυτομάτων).

Τα ελληνιστικά αυτόματα αποτελούν τελικά την ολοκληρωμένη έμπρακτη υλοποίηση του τεχνικού οράματος που περιείχε ο αρχαίος ελληνικός μύθος. Τώρα, τα φυσικά του Ηφαίστου μπορούν πράγματι να κινούνται από μόνα τους. Οι από μηχανής θεοί των κλασσικών θεάτρων μπορούν πράγματι να εμφανίζονται και να χάνονται από τη σκηνή χωρίς να τους πλησιάσει κανείς (βλ. Παράρτημα 2. Θέμα 8. Από μηχανής μορφές).

Η σύνδεση των αυτομάτων αυτών με το μύθο γίνεται ακόμα και με το θέμα που παρουσιάζουν. Ο Ήρωνας στα Πνευματικά και ιδιαίτερα στην Αυτοματοποιητική του περιγράφει αυτόματα συστήματα και θέατρα που αναπαριστούν κάποιο μύθο, παρμένο από την αρχαία ελληνική μυθολογία, όπως την ιστορία του Ναυπλίου και του Αίαντα που επιστρέφει από τον Τρωικό πόλεμο, την αναπαράσταση διονυσιακών τελετών και θυσιών στο βωμό του Διονύσου, τη μορφή του Ηρακλή να εκτοξεύει βέλη κ.ά.

Έτσι τα αυτόματα συνδέουν την παράδοση, το μύθο, την ποίηση, την τέχνη με τη σύγχρονη τεχνολογία της εποχής, αξιοποιούν αντίστροφα την τεχνολογία για να παράξουν ποίηση, αισθητική και τέχνη, ανεβάζουν την αρχαία ελληνική τεχνολογία στο επίπεδο των άλλων αδιαμφισβήτητων δημιουργημάτων του ελληνικού πνεύματος και υλοποιούν το πανάρχαιο, το μυθικό τεχνικό όραμα, την πρόθεση, το όνειρο του ανθρώπου να κατασκευάσει μηχανές που να κινούνται από μόνες τους και να ενεργούν σαν όντα αληθινά, «καθάπερ ἐπὶ τῆς ἀληθείας» (βλ. Παράρτημα 2. Θέμα 7. Μηχανές όμοιες με την πραγματικότητα).

4. Οι Αλεξανδρινοί μηχανικοί και το έργο τους

Μέσα σ' αυτό το αλεξανδρινό πνεύμα της τάξης, της συλλογής, της επεξεργασίας, της κριτικής «Αναγέννησης» του αρχαίου ελληνικού πνεύματος, της πράξης, της εμπειρίας και της εφαρμογής, μέσα σ' αυτό το χώρο του Μουσείου και της βιβλιοθήκης, της έρευνας και της διδασκαλίας, αναδείχθηκαν οι αλεξανδρινοί μηχανικοί και δημιούργησαν τα αυτόματά τους.

Πρώτος μετά από το μεγάλο δάσκαλο Αρχιμήδη, είναι ο **Κτησίβιος** (300-230 π.Χ.). Γνήσιος αλεξανδρινός, γιος κουρέα, έγινε γνωστός για τον αυτόματο καθρέφτη που, κατά τον Βιτρούβιο, κατασκεύασε στο κουρείο του πατέρα του, και ο οποίος μπορούσε με ένα πνευματικό σύστημα να ανορθώνεται, παράγοντας ταυτόχρονα και μουσικούς ήχους.

Όμως ο Κτησίβιος προσέφερε πολύ περισσότερα απ' αυτό. Θεωρείται ο ιδρυτής της αλεξανδρινής σχολής μηχανικών, ο δάσκαλος στον οποίον αναφέρεται ρητά και ο λίγο νεώτερός του Φίλωνας και ο μεταγενέστερος Έρωνας, ο οποίος μάλιστα έφερε και το όνομα «*Έρωνας Κτησιβίου* / Έρωνας, μαθητής του Κτησίβιου». Αυτός μελέτησε θεωρητικά τα πνευματικά και υδραυλικά συστήματα και έγραψε σχετικό σύγγραμμα που αποτέλεσε πηγή για τους επόμενους μελετητές, αλλά δυστυχώς δεν διασώθηκε. Ασχολήθηκε πρωτοποριακά με τις τεχνικές εφαρμογές των πνευματικών και υδραυλικών συστημάτων, όπως τις υδραυλικές αντλίες, τα υδραυλικά μουσικά όργανα και ιδιαίτερα το αυτόματο υδραυλικό ωρολόγιο με τις μεταβλητές κλίμακες.

Δεύτερος θεωρείται ο **Φίλων ο Βυζάντιος**, ο οποίος έζησε ένα ορισμένο χρονικό διάστημα στην Αλεξάνδρεια και έγραψε το ση-

μαντικότερο τεχνικό εγχειρίδιο της ελληνιστικής αρχαιότητας, το περίφημο έργο: *Μηχανική Σύνταξις*. Το έργο αυτό αποτέλεσε τη βάση για την εκπαίδευση των νέων μηχανικών και τα κεφάλαιά του καθόρισαν τους κλάδους των εφαρμοσμένων τεχνικών επιστημών των αλεξανδρινών χρόνων. Το εγχειρίδιο αυτό περιείχε εννέα βιβλία, εκ των οποίων μόνο τα Πνευματικά σώθηκαν σε αραβική μετάφραση. Γνωρίζουμε όμως τους τίτλους των βιβλίων αυτών που είναι αποκαλυπτικοί για τη νέα ελληνιστική αντίληψη της σύγχρονης επιστήμης και για το περιεχόμενο των τεχνικών σπουδών στην Αλεξάνδρεια.

Οι τίτλοι αυτοί είναι:

1. Εισαγωγή στα εφαρμοσμένα και προσεγγιστικά *μαθηματικά*.
2. *Μοχλικά*, η σχετική θεωρία των μοχλών και της στατικής.
3. *Λιμενοποιικά*, η τεχνική της κατασκευής των λιμένων και στοιχειά δομικής και αρχιτεκτονικής.
4. *Βελοποιικά*, η θεωρία της βολής, η κινηματική και η κατασκευή βαλλιστικών όπλων.
5. *Πνευματικά*, η θεωρία που αφορά τις ιδιότητες των αερίων, του ατμού και του κενού και η κατασκευή ελεγχόμενων πνευματικών και υδραυλικών μηχανών.
6. *Αυτοματοποιητική*, η οποία συνοψίζει όλες τις παραπάνω γνώσεις και τις εφαρμόζει στην κατασκευή αυτόματων μηχανών και θεάτρων.

Τέλος, το έργο του Φίλωνα τελειώνει με τρία βιβλία αφιερωμένα σε εφαρμογές πολεμικών μηχανών.

Στα Πνευματικά του Φίλωνα που διασώθηκαν, περιλαμβάνονται μερικές από τις σημαντικότερες εφαρμογές των συστημάτων αυτών, όπως: τα σιφώνια, ενδιαφέροντα κλειστά συστήματα ελέγχου για τη ρύθμιση της στάθμης του νερού, πνευματικοί μηχανισμοί με πουλιά που τραγουδάνε, αυτόματοι νιπτήρες, διάφοροι τύποι αντλιών και μερικές πρώτες εφαρμογές αυτοκίνητων μηχανών.

Τρίτος κατά σειρά είναι ο **Έρωνας ο Αλεξανδρεύς**, ο *Έρωνας ο Κτησιβίου* ή ο *Έρωνας ο Μηχανικός*, που αν και ανήκει στους ελάχιστους αρχαίους συγγραφείς τεχνικών συγγραμμάτων, των οποίων το έργο σώθηκε σχεδόν ακέραιο, παραμένει μια αμφισβητούμενη προσωπικότητα. Δεν είναι εξακριβωμένο εάν έζησε τον 1ο π.Χ. ή τον 1ο μ.Χ. αιώνα, οι μελετητές μάλιστα του πολύπλοκου αυτού η-

ρώνειου ζητήματος τον εντάσσουν χρονικά σε περιόδους που κυμαίνονται μέσα σε ένα διάστημα μεγαλύτερο των τεσσάρων αιώνων.

Το **ηρώναιο ζήτημα** παρουσιάζεται στην βιβλιογραφία συνοπτικά ως εξής:

Ο Ήρων αναφέρει στα έργα του τον **Αρχιμήδη** (287-212 π.Χ.) και αναφέρεται από τον **Πάππο** (~300 μ.Χ., μαθηματικός, αστρονόμος και γεωγράφος από την Αλεξάνδρεια). Έτσι ιστορικά εντάσσεται σε μια χρονική περίοδο μεταξύ του 225 π.Χ. και του 275 μ.Χ. περίπου.

Από τον τίτλο των Βελοποικικών: *Ηρώνος Κτησιβίου Βελοποικικά*, μπορούμε να συμπεράνουμε αρχικά ότι ο Ήρων ήταν ή θεωρούσε τον εαυτό του μαθητή του Κτησιβίου, για τον οποίο κατά προσέγγιση γνωρίζουμε ότι έζησε στην Αλεξάνδρεια από το 300 π.Χ. μέχρι το 230 π.Χ. Ο **Baldi**, ο οποίος έκανε και την πρώτη έκδοση της Αυτοματοποιητικής στα ιταλικά το 1589, υποστηρίζει στο έργο του *Ηρώνος Κτησιβίου Βελοποικικά* (1616) ότι ο Ήρων έζησε περί το 120 π.Χ. και ήταν πράγματι μαθητής, με την έννοια ότι σπούδασε τα έργα, του Κτησιβίου. Ο **Haase** (1835) εντάσσει τον Ήωνα ακόμα παλαιότερα, θεωρώντας τον σύγχρονο του Πτολεμαίου του Φιλάδελφου και Ευεργέτη, δηλαδή περίπου σύγχρονο του Κτησιβίου περί τα μέσα του 3ου π.Χ. αιώνα. Και ο μαθηματικός **Hultsch** (1864) υποστηρίζει ότι ο Ήρων εντάσσεται ιστορικά στο τέλος του 2ου π.Χ. αιώνα.

Από το γεγονός ότι ο Ήρων επιδιώκει στο έργο του Διόπτρα «την μεταξύ Ἀλεξανδρείας και Ῥώμης ὁδὸν ἐκμετρήσαι», μπορούμε να συμπεράνουμε ότι έζησε σε μια περίοδο ιδιαίτερα αναπτυγμένων σχέσεων μεταξύ των δύο πόλεων και πιθανώς σε μια περίοδο όπου η Αλεξάνδρεια ήταν ήδη κάτω από ρωμαϊκή κατοχή. Η πρώτη πολιτική ένταξη της Αλεξάνδρειας στη ρωμαϊκή κυριαρχία γίνεται κατά την περίοδο του Πτολεμαίου του Γ', του Νέου Διονύσου, το 81 π.Χ. Έτσι ιστορικοί όπως ο **Martin** και ο **Cantor** εντάσσουν τον Ήωνα στο 100 π.Χ. Ο Βαρόνος **Carra de Vaux**, που έκανε και την πρώτη μετάφραση της μηχανικής του Ήωνα από τα αραβικά (1893), εντάσσει τον Ήωνα μετά τον στωικό Ποσειδώνιο, τον εφευρέτη ενός φημισμένου πλανητάριου, που έζησε περί το μέσο του 1ου π.Χ. αιώνα.

Ανατροπή στις παραπάνω υποθέσεις έφερε ο γερμανός ιστορικός **H. Diels** (1893), θεωρώντας ότι οι λατινισμοί που περιέχονται στην ορολογία του Ήωνα τον εντάσσουν ιστορικά στον 1ο μ.Χ. αιώνα.

Αντίθετη προς αυτή την ανατροπή είναι η παρατήρηση ότι ο παλαιότερος λατίνος μηχανικός που ασχολήθηκε με τα Πνευματικά και την Αυτοματοποιητική, ο **Βιτρούβιος**, που έζησε κατά το τέλος του 1ου π.Χ. αιώνα, και έγραψε το περίφημο έργο του *Περί Αρχιτεκτονικής - De Architectura* μεταξύ του 22 και του 14 π.Χ., αν και αναφέρεται επανειλημμένα στον Κτησίβιο και όχι στον Ήωνα, πρέπει να γνώριζε τον Ήωνα και τα έργα του, και να συμπεριέλαβε πολλά απ' αυτά στα κεφάλαια περί υδραυλικών μηχανών, περί ωροσκοπίων, περί μηχανικής και κυρίως περί αυτομάτων. Χαρακτηριστικά παραδείγματα η ύδραυλις και ιδιαίτερα η αιολόσφαιρα, η αρχή της ατμομηχανικής. Το ίδιο και ο ρωμαίος **Πλίνιος Γάιος ο Β** (23-79 μ.Χ.), ο συγγραφέας της *Φυσικής Ιστορίας - Naturalis Historia* και του γνωστού καταλόγου εφευρετών, αν και ονομαστικά δεν αναφέρεται στον Ήωνα, έχει αναπαράξει μηχανές του Ήωνα, όπως την ηρώναιο πρέσσα λαδιού.

Στην άποψη ότι ο Ήρων εντάσσεται στον 1ο μ.Χ. αιώνα καταλήγει μετά τον **Diels** και ο **W. Schmidt**, ο πρώτος μεταφραστής στα γερμανικά των έργων του Ήωνα (1899). Ο **Schmidt** τοποθετεί τον Ήωνα μετά το 55 μ.Χ. Οι γάλλοι **Carra de Vaux** και **Tannery** (1893) εντάσσουν τον Ήωνα μάλιστα στον 2ο μ.Χ. αιώνα, την περίοδο του αστρονόμου Πτολεμαίου (108-168 μ.Χ.). Ο γερμανός ιστορικός **O. Neugebauer**, μετά την μελέτη του για την ηρώνια Διόπτρα (1938), και ο Δανός μελετητής **G. Drachmann**, στο έργο του Κτησιβίου, Φίλων και Ήρων (1948), αποκρούουν την άποψη ότι ο Ήρων ήταν μεταγενέστερος ή και σύγχρονος του Πτολεμαίου, θεωρούν όμως και οι δύο ότι η χρησιμοποίηση της Διόπτρας για τη μέτρηση της απόστασης μεταξύ Αλεξάνδρειας και Ῥώμης έγινε με την παρατήρηση μιας συγκεκριμένης έκλειψης της Σελήνης, την οποία τοποθετούν χρονικά κατά το 62 μ.Χ. και συμπεραίνουν έτσι ότι ο Ήρων έζησε περί τον 1ο μ.Χ. αιώνα.

Στο έργο αυτό δεν θα υποστηρίξουμε με βεβαιότητα μία από τις παραπάνω απόψεις. Με ένα γενικότερο ιστορικό κριτήριο όμως θεωρούμε πιθανότερη την εκδοχή ο Ήρων να έζησε τον 1ο π.Χ. αιώνα. Για τους εξής λόγους:

1. Θεωρούμε βάσιμο το επιχείρημα ότι ο Ήρων ήταν ή θεωρούσε τον εαυτό του μαθητή του Κτησιβίου. Όχι με την στενή έννοια, αλλά με την αντίληψη που έχει μέχρι σήμερα επικρατήσει, ότι δηλαδή οι τρεις αυτοί μηχανικοί, ο Κτησίβιος πρώτος, ο Φίλων και ο Ήρων, αποτελούν μια σχολή αλεξανδρινών μηχανικών με κοινά χαρακτηριστικά.

2. Η σχολή αυτή πρέπει να αναπτύχθηκε με επίκεντρο το Μουσείο και τη βιβλιοθήκη της Αλεξάνδρειας, πριν από τη μερική ίσως καταστροφή της επί Ιουλίου Καίσαρα κατά το 31 π.Χ. Ο Ήρων πρέπει να είχε στη διάθεσή του όλα τα παλαιότερα συγγράμματα και να συνέλεξε απ' αυτά τα παραδείγματα των πνευματικών μηχανών και των αυτομάτων του. Ο Ήρων πρέπει να δίδαξε στο Μουσείο, ανοίγοντας με βάση τη Μηχανική Σύμβαση του Φίλωνα μια νέα εφαρμοσμένη και τεχνολογική κατεύθυνση στην εκπαίδευση, ιδρύοντας μέσα στο Μουσείο ένα είδος Τεχνολογικού Ιδρύματος ή Αλεξανδρινού Πολυτεχνείου για μηχανικούς.
3. Δεν αποκλείεται τέλος να υπάρχει μια έμμεση ή άμεση σύνδεση του Ήωνα και του έργου του με τον κατασκευαστή του Μηχανισμού των Αντικυθήρων, που χρονολογήθηκε με ακρίβεια και θεωρείται ότι κατασκευάστηκε περί το 81 π.Χ. Στον αραβικό κατάλογο *Fihrist* του *Muhammed ibn Ishák an-Nadim* (987 μ.Χ.) αναφέρεται ότι ανάμεσα στις αραβικές μεταφράσεις των έργων του Ήωνα υπήρχε και ένα με τον τίτλο: Περί λειτουργίας του αστρολάβου. Δυστυχώς η μετάφραση αυτή δεν σώθηκε. Η αδιαμφισβήτητη ύπαρξή της όμως, καθώς και οι ομοιότητες των πολύπλοκων μηχανισμών με τους οδοντωτούς τροχούς και τα γρανάζια, που περιγράφει ο Ήωνας στην Μηχανική του, με το περίφημο αναλογικό ομοίωμα του σύμπαντος, τον Αστρολάβο των Αντικυθήρων, μας επιτρέπουν την παραπάνω υπόθεση.

Ο Ήωνας είχε συνολικά ένα πλούσιο συγγραφικό έργο. Η δομή του έργου αυτού ακολουθεί τη δομή της Μηχανικής Σύμβασης του Φίλωνα, την οποία συμπληρώνει και εμπλουτίζει με νέες θεωρητικές μελέτες και τεχνικές καινοτομίες.

Στα έργα που σώθηκαν συγκαταλέγονται τα εξής:

1. *Όροι Γεωμετρίας και Γεωμετρικά*, που περιέχουν εφαρμοσμένα γεωμετρικά προβλήματα.
2. *Στερεομετρικά*, με πρακτικά προβλήματα στερεομετρίας.
3. *Περί μέτρων και Μετρικά Α, Β και Γ*, με γενικά προβλήματα μετρήσεων.
4. *Περί διόπτρας*, με στοιχεία τοπογραφικών μετρήσεων.

5. *Κατοπτρικά*, με στοιχεία οπτικής.
6. *Μηχανική*, από την οποία διασώθηκαν μόνο ελληνικά αποσπάσματα, ενώ το πλήρες κείμενο σώθηκε σε αραβική μετάφραση του *Kosta ben Luka*. Το σημαντικό αυτό βιβλίο περιέχει θεωρία της στατικής και της κινηματικής των σωμάτων, αναλύει τα πέντε απλά μηχανικά στοιχεία, τον τροχό, το μοχλό, το πολύσπαστο, τη σφήνα και τον κοχλία, εξετάζει τη μετάδοση κίνησης με οδοντωτούς τροχούς, τις ανυψωτικές μηχανές και άλλα σύνθετα συστήματα εφαρμοσμένης μηχανικής.
7. *Βελοποικιά*, το βιβλίο με τα παλαιότερα χειρόγραφα σχήματα, που περιέχει τη θεωρία της βολής και αναλύει τα ελληνιστικά βαλλιστικά όπλα.
8. *Πνευματικά Α και Β*, με τα αυτόματα πνευματικά και υδραυλικά συστήματα.
9. *Αυτοματοποιητική*, με τα αυτόματα θέατρα.

Στα έργα του Ήωνα που δεν σώθηκαν συγκαταλέγονται: τέσσερις τόμοι για τα υδραυλικά ωρολόγια, στους οποίους αναφέρεται ο ίδιος ο συγγραφέας στην εισαγωγή των Πνευματικών του, και το βιβλίο για τη λειτουργία του Αστρολάβου, για το οποίο ήδη μιλήσαμε.

Το συνολικό έργο του Ήωνα αποτελεί σταθμό στην ιστορία της τεχνολογίας, τόσο γιατί συστηματικά συνέλεξε τις μέχρι τότε γνωστές εμπειρίες όσο και για τις καινοτομίες και τις εφευρέσεις του, που άνοιξαν το δρόμο σε μια τεχνολογικά νέα εποχή.

5. Τα Πνευματικά του Ήωνα και το πρόβλημα της εφαρμογής τους στην παραγωγή

Ενώ ο Ήωνας αναφέρεται στα βιβλία του σε πολλά παλαιότερά του συγγράμματα με παραδείγματα αυτοκίνητων μηχανών, τα Πνευματικά του αποτελούν για μας το παλαιότερο από τα ελληνικά συγγράμματα που σώθηκαν στο πρωτότυπο και αφορούν εφαρμογές πνευματικών και υδραυλικών αυτόματων συστημάτων.

Το έργο αυτό, που χωρίζεται σε δύο βιβλία, αποτελεί μια συστηματική συλλογή παλαιότερων και σύγχρονων του συγγραφέα μηχανών, που κινούνταν με την πίεση του νερού, του ατμού και του αέρα, προκαλούσαν ήχους όμοιους με εκείνους των ζώων και των πουλιών και είχαν σαν στόχο είτε να στολίσουν δημόσιους χώρους και να ικανοποιήσουν αισθητικά τους θεατές τους είτε να χρησιμεύσουν πρακτικά για την αντιμετώπιση αναγκών, για ιδιωτική ή δημόσια χρήση.

Μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα των αυτόματων αυτών συστημάτων από τα Πνευματικά του Ήρωνα είναι:

1. **Αυτόματη σπονδή**, όπου «μόλις ανάψει φωτιά σ' ένα βωμό για θυσία, τότε από τα αγάλματα που στέκονται δίπλα στο βωμό ρέει αυτόματα σπονδή και η φωτιά σβήνει» (A12).
2. **Αυτόματες πύλες ναού**, όπου «μόλις γίνει η θυσία στο βωμο που βρίσκεται στην είσοδο ναού, οι πόρτες του ναού ανοίγουν αυτόματα, και μόλις σβήσει η φωτιά στο βωμό, οι πόρτες κλείνουν πάλι από μόνες τους» (A38).
3. **Αυτόματη κρήνη**, όπου με την εφαρμογή υδραυλικών σιφωνίων, μηχανικών συστημάτων μετάδοσης και πνευματικών μεθόδων παραγωγής ήχων, μία δημόσια κρήνη, με κελαηδήματα πουλιών και μια περιοδικά περιστρεφόμενη κουκουβάγια, λειτουργούσε αδιάκοπα (A16).
4. **Υδραυλικό μουσικό όργανο**, η *ύδραυλις*, με αυτόματο χειροκίνητο ή ανεμοκίνητο εμβολοφόρο πνευματικό μηχανισμό, που υπολείμματά της βρέθηκαν πρόσφατα και απέδειξαν ότι οι μηχανές του Ήρωνα δεν ήταν απραγματοποίητες τεχνικές επινοήσεις, αλλά υλοποιήθηκαν και εφαρμόστηκαν στα ελληνιστικά ακόμη χρόνια (A42, 43).
5. **Δίχρονη πυροσβεστική αντλία**, για την εκτόξευση νερού υπό πίεση, που λειτουργούσε με τη χρήση λεπτών υδραυλικών βαλβίδων και δύο αντίρροπων εμβολοφόρων αντλιών, σαν τις σημερινές δίχρονες μηχανές εσωτερικής καύσης (A28).
6. **Η σφαίρα του Αιόλου**, που μετέτρεπε τη διαστολή του θερμού ατμού σε κινητήρια περιστροφική δύναμη και αποτελούσε αναμφισβήτητα τον πρόδρομο της ατμομηχανής. «Πάνω από ένα θερμαινόμενο λέβητα με νερό», λέει ο Ήρωνας, «περιστρέφεται από μόνη της μια σφαίρα, σταθερή κατά τον ένα της άξονα» (B11).

Και ακόμα ανάμεσα στα πάμπολλα παραδείγματα αυτόματων μηχανών (80 συνολικά), τα Πνευματικά του Ήρωνα περιέχουν μερικά από τα πρώτα γνωστά κλειστά συστήματα ελέγχου, συστήματα με ανάδραση και αυτόματη ρύθμιση της λειτουργίας τους. Τέτοια συστήματα είναι:

1. Ο αυτόματος έλεγχος στάθμης υγρού, που αποτελεί βελτίωση παλαιότερων μεθόδων του Φίλωνα (A19).
2. Ο αυτόματος έλεγχος ροής υγρού (A20, B31).
3. Ο αυτόματος έλεγχος βάρους (B30).

Εύλογα γεννιέται εδώ το μεγάλο ερώτημα: Γιατί δεν εφαρμόστηκαν οι επινοήσεις του Ήρωνα, η ατμοκίνηση και ο αυτόματος έλεγχος των συστημάτων, στην παραγωγή, στις μεταφορές, στην αυτοματοποίηση των μηχανών;

Η απάντηση στο ερώτημα αυτό δεν είναι εύκολη. Γιατί εύκολο δεν είναι να υποθέσει κανείς, αν οι αρχαίοι έλληνες δεν μπορούσαν, δεν ήθελαν ή δεν χρειάζονταν τη μαζική παραγωγή των αυτόματων μηχανών τους και τη δημιουργία ενός νέου αυτοκίνητου τεχνητού κόσμου, που θα αντικαθιστούσε τον άνθρωπο. Μερικές μόνο πιθανές ερμηνείες μπορούμε εδώ ενδεικτικά να αναφέρουμε:

1. Τόσο η σημαντική εφεύρεση της ατμοκίνησης, της αρχής της ατμομηχανής, όσο και η συστηματική, επιστημονική μελέτη και σχεδίαση των αυτόματων συστημάτων, πρέπει να είναι εξαιρετικά νέα επιτεύγματα της ελληνιστικής τεχνικής σκέψης, που δεν πρόσλαβαν ακόμα να βρουν τη μαζική πρακτική εφαρμογή τους στην παραγωγή. Χρειάζεται χρόνος για να μετατραπεί μία ιδέα σε πράξη. Χρειάζεται μία περίοδος πειραματικής εφαρμογής σε διάφορους επί μέρους τομείς, πριν από την πλατειά διάδοση μιας νέας ριζοσπαστικής εφεύρεσης. Θα μπορούσαμε λοιπόν να υποθέσουμε ότι τα χρόνια του Ήρωνα αντιστοιχούν στα πρώτα βήματα, στις αρχές μιας ανολοκλήρωτης βιομηχανικής επανάστασης, χωρίς να γνωρίζουμε για τα χρόνια αυτά πώς, σε ποια έκταση και για ποια χρήση εφαρμόστηκαν οι τεχνολογικές αυτές εφευρέσεις.

2. Βασική, παραδοσιακή πηγή ενέργειας, κινητήρια δύναμη των περισσότερων μηχανών, ήταν τα ζώα και ο άνθρωπος, ειδικότερα ο δούλος. Ζώα και δούλοι υπήρχαν αρκετοί, ιδιαίτερα στα ελληνιστικά αυτά χρόνια, όπου οι διάδοχοι του Μεγάλου Αλεξάνδρου άπλωναν την κυριαρχία τους πάνω στο μεγαλύτερο μέρος του γνω-

στού τότε κόσμου. Η αντικατάσταση των δούλων με μηχανές δεν πρόβαλε σαν επιτακτική ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας. Αλλά ακόμη περισσότερο, η ενέργεια στην αρχαία Ελλάδα ήταν ταυτισμένη με την ψυχή, με τη ζωή, ήταν η ενέργεια των ζωντανών όντων. Πλάι σ' αυτήν ήταν οι φυσικές μορφές της ενέργειας, όπως η φωτιά, η πίεση του νερού, η δύναμη του αέρα, η δυναμική ενέργεια κατά την πτώση των σωμάτων. Η αντικατάσταση αυτών των ζωντανών και φυσικών μορφών ενέργειας με ενέργεια τεχνητή, κατασκευάσμα του ανθρώπου, όπως είναι ο ατμός κι όπως θα ήταν ο ηλεκτρισμός και το πετρέλαιο, απαιτούσε ένα επιπλέον άλμα στην τεχνική σκέψη, άλμα που έγινε πολλούς αιώνες αργότερα.

3. Ο άνθρωπος δεν ήταν μόνο πηγή ενέργειας αλλά ήταν και μία άριστη μηχανή, εξαιρετο σύστημα χειρωνακτικής εργασίας, ζωντανό εξάρτημα ελέγχου των άλλων μηχανών, αδιάσπαστο τμήμα κάθε ανθρωπομηχανής. Κανείς άλλος δεν μπορούσε να φτάσει την ποιότητα της δουλειάς του. Έτσι ο άνθρωπος φάνταζε αναντικατάστατος. Η πολυπλοκότητα των μηχανισμών που θα απαιτούνταν για την εξομοίωση και των πιο απλών ανθρώπινων λειτουργιών έμοιαζε απραγματοποίητη. Ένα ακόμα τεχνικό άλμα θα ήταν αναγκαίο, η αρχή του οποίου γίνεται με τον ιδιοφυή προγραμματισμό των κινήσεων, που πρώτος αναφέρει στην Αυτοματοποιητική του ο Ήρωνας, και το τέλος του φτάνει στη σύγχρονη εποχή μας.

4. Ο κοινωνικός διαχωρισμός των ελεύθερων και των δούλων, ο χωρισμός της πνευματικής και της χειρωνακτικής εργασίας, αν και δεν ήταν απόλυτος ούτε στην αρχαία Αθήνα ούτε στην ελληνιστική Αλεξάνδρεια, εμπόδιζε τους φιλοσόφους και τους μηχανικούς να ασχοληθούν με τα απλά πρακτικά προβλήματα του ανθρώπινου μόχθου και κράτησε τα αυτόματα εγκλωβισμένα στο στρατόπεδο της πνευματικής, επιστημονικής και καλλιτεχνικής δημιουργίας. Η αντικατάσταση των δούλων με μηχανές θα απαιτούσε όχι μόνο ένα τεχνικό αλλά και ένα κοινωνικό άλμα.

5. Όπως, τέλος, η μετάβαση από τα εργαλεία στις μηχανές, έτσι και η μετάβαση από τις απλές μηχανές στις αυτοκίνητες, αυτόματες, ανεξάρτητες μηχανές και η μαζική χρήση τους στην παραγωγή απαιτούσε μια μεγάλη τεχνολογική αυτοπεποίθηση: Ο άνθρωπος έπρεπε να ξεπεράσει το φόβο και να αποκτήσει τη σιγουριά πως μπορεί να δημιουργήσει έναν αυτόνομο τεχνητό κόσμο. Έπρεπε να αρνηθεί τον ανθρωποκεντρισμό, να αμφισβητήσει την κυριαχία της φύσης, να καταργήσει την αρμονία στις σχέσεις του ανθρώπου με

το φυσικό του περιβάλλον. Έπρεπε να ανατρέψει τις ιδέες αυτές, που επικρατούσαν στην αρχαία Ελλάδα, και να επιχειρήσει στο μυαλό του τον πλήρη διαχωρισμό της τεχνολογίας από την τέχνη, της χρησιμότητας από την ευχαρίστηση, της μηχανής από τον άνθρωπο. Και αυτό το διαχωρισμό είτε δεν ήταν ακόμη ώριμοι είτε δεν θέλησαν συνειδητά να ολοκληρώσουν οι μηχανικοί των ελληνιστικών χρόνων.

6. Η Αυτοματοποιητική του Ήρωνα

Το ελληνικό κείμενο της Αυτοματοποιητικής σώθηκε ακέραιο σε 39 τουλάχιστον χειρόγραφα (βλέπε Παράρτημα 3, Θέμα 1. Τα χειρόγραφα της Αυτοματοποιητικής). Αυτό και μόνο δείχνει το μεγάλο ενδιαφέρον που είχε το έργο του Ήρωνα για τους κατοπινούς του μελετητές. Το έργο αυτό διασώθηκε κατά τα ρωμαϊκά και τα βυζαντινά χρόνια, αξιοποιήθηκε από τους Άραβες και τους ευρωπαϊούς μηχανικούς του Μεσαίωνα, αποτέλεσε βάση για επανειλημμένες προσπάθειες ανακατασκευής των αυτόματων θεάτρων, μεταφράστηκε στα αραβικά, τα ιταλικά, τα γαλλικά και τα γερμανικά (βλέπε Παράρτημα 3. Θέμα 2. Οι πρώτες εκδόσεις της Αυτοματοποιητικής).

Η Αυτοματοποιητική του Ήρωνα είναι το αρχαιότερο γνωστό κείμενο που περιέχει περιγραφές αυτόματων μηχανικών συστημάτων ικανών να πραγματοποιούν προγραμματισμένες κινήσεις. Ο Ήρωνας παρουσιάζει στο έργο του τη μορφή και την τέχνη της κατασκευής των αρχαίων αυτόματων θεάτρων, και τα χωρίζει σε δύο είδη: το κινητό (*ύπάγον*) και το σταθερό (*στατόν*) αυτόματο.

Τα **κινητά αυτόματα** τα περιγράφει ως εξής: «Κατασκευάζονται ναοί ή βωμοί μετρίου μεγέθους, ικανοί να μετακινούνται αυτόματα και να στέκονται μετά σε καθορισμένες θέσεις. Και οι μορφές πάνω σε αυτούς κινούνται όλες από μόνες τους, με μια λογική ακολουθία κινήσεων που ταιριάζει στο σχετικό μύθο και τέλος επιστρέφουν στην αρχική τους θέση» (1.2). Τέτοια αυτόματα με τη μορφή ναών είχαν επάνω τους μορφές, όπως το Διόνυσο ή τη Νίκη, που μπορούσαν να περιστρέφονται, είχαν Βάκχες που χόρευαν κάτω από τον ήχο τυμπάνων και κυμβάλων, είχαν βωμούς όπου ξάφνου άναβαν αυτόματα φωτιές και πάλι αυτόματα λουλούδια στεφάνωναν το ναό και με συστήματα υδραυλικά έτρεχε γάλα ή κρασί σε τακτά χρονικά δι-

αστήματα (σχ. 11) (βλέπε Κεφάλαιο 4. Οι κινήσεις του κινητού αυτομάτου).

Τα σταθερά αυτόματα από την άλλη μεριά τα περιγράφει ο Ήρωνας ως εξής: «Πάνω σε ένα μικρό στύλο τοποθετείται μία σκηνή θεάτρου που διαθέτει πόρτες ικανές να ανοίγουν και που περιέχει διάταξη μορφών που αναπαριστούν ένα μύθο» (1.3).

Οι πόρτες ανοίγουν και κλείνουν αυτόματα και κάθε φορά νέες μορφές παρουσιάζονται μέχρις ότου ολοκληρωθεί η παράσταση (σχ. 43). «Και οι μορφές που εμφανίζονται ζωγραφισμένες στον πίνακα μπορεί όλες να φαίνεται ότι κινούνται, εάν ο μύθος το απαιτεί, άλλες σαν να πιονίζουν, άλλες σαν να δουλεύουν με σκεπάρνια, με σφυριά ή με πελέκια και να προκαλούν με κάθε κτύπο κρότο σαν τον αληθινό» (1.5). Και είναι ακόμα δυνατόν φωτιές ν' ανάβουν στη σκηνή, να παρουσιάζονται πλοία κινούμενα σε διάταξη στόλου, δελφίνια να κολυμπούν, μορφές να εμφανίζονται αυτόματα και να εξαφανίζονται πάλι, κεραυνοί να πέφτουν και ν' ακούγεται ο ήχος της βροντής. Τέτοιες παραστάσεις θεατρικών έργων με πέντε πράξεις παρουσιάζει ο Ήρωνας, προκαλώντας ιδιαίτερο θαυμασμό στους θεατές του (σχ. 48-52).

Και αφού τελειώσει με την περιγραφή της μορφής, της γεωμετρίας και των κινήσεων των αυτόματων θεάτρων του, περνά στη συνέχεια αναλυτικά στη λειτουργία και τον τρόπο της κατασκευής τους. Δύο είναι τα μεγάλα λειτουργικά προβλήματα που έχει να αντιμετωπίσει: Το ένα είναι το πρόβλημα του κινητήριου μηχανισμού, το δεύτερο είναι το πρόβλημα του προγραμματισμού των κινήσεων.

Όλες οι πολύπλοκες κινήσεις των μηχανισμών και στα δύο είδη των αυτόματων θεάτρων προκαλούνται από την πτώση ενός μολύβδινου κινητήριου βάρους μέσα σε μια μεγάλη κλεψύδρα. Το κινητήριο βάρος είναι συνδεδεμένο μέσω ενός νήματος με έναν περιστρεφόμενο κινητήριο άξονα που συνδέεται με τη σειρά του μηχανικά με τους τροχούς ή με τα άλλα κινούμενα τμήματα του αυτομάτου. Έτσι η πτώση του βάρους προκαλεί κίνηση των τροχών ή των άλλων κινούμενων τμημάτων (σχ. 7). Ο απλός αυτός τρόπος παραγωγής της απαιτούμενης εσωτερικής κινητήριας ενέργειας του αυτομάτου, με την αξιοποίηση της δυναμικής ενέργειας του μολύβδινου βάρους, εξασφαλίζει στο αυτόματο τη δυνατότητα να κινείται, κινώντας μαζί του και τον ίδιο τον κινητήριο μηχανισμό: Το βάρος πέφτοντας, προκαλεί το ίδιο την κίνησή του. Ακόμα η κλεψύδρα, που όπως είναι γνωστό στην αρχαιότητα ήταν ένα όργανο μέτρησης του χρόνου, αποτελεί και εδώ έναν αντίστοιχο μετρητή του χρόνου

λειτουργίας του αυτομάτου: Ο χρόνος εξομοιώνεται αναλογικά με τα αντίστοιχα διαστήματα που διανύει το βάρος μέσα στην κλεψύδρα ή με τα μήκη των σχοινιών, που συνδέουν τα κινητά μέλη με το βάρος και ξετυλίγονται κατά την πτώση του.

Ιδιοφυής είναι όμως ο τρόπος προγραμματισμού των πολύπλοκων κινήσεων: Με τρία διαφορετικά είδη περιελίξεων του νήματος γύρω από τον κινητήριο άξονα επιτυγχάνει ο Ήρωνας ένα τριαδικό σύστημα προγραμματισμού. Δεξιόστροφη, αριστερόστροφη και ελεύθερη περιέλιξη προκαλούν αντίστοιχα κίνηση προς τα εμπρός, προς τα πίσω ή ακινησία. Με την ψηφιακή λογική θα λέγαμε σήμερα ότι εξασφαλίζονται έτσι τρεις καταστάσεις λειτουργίας: +1, —1 ή 0 (σχ. 9). Και έτσι με μια ατέλειωτη σειρά τέτοιων λεπτών προγραμμάτων, αποτελούμενων από περιελίξεις νημάτων, γίνονται διαδοχικά όλες οι προγραμματισμένες κινήσεις, τόσο των κινητών όσο και των σταθερών αυτομάτων (σχ. 56).

Για τα κινητά αυτόματα ο Ήρωνας περιγράφει: Μηχανισμούς ευθύγραμμης πορείας και επιστροφής (σχ. 20), κυκλικής κίνησης του αυτομάτου (σχ. 24), ανύψωσης των τροχών και κίνησης σε ορθογώνιο παραλληλόγραμμο (σχ. 26), ανεξάρτητης κίνησης των τεσσάρων τροχών και σύνθετης ελικοειδούς κίνησης (σχ. 31-33). Ακόμα, μηχανισμούς για το αυτόματο άναμμα της φωτιάς στους βωμούς (σχ. 34), για τη συγχρονισμένη εκροή κρασιού και γάλατος (σχ. 35), για την περιστροφή των ειδώλων (σχ. 36), για την παραγωγή ήχων από τύμπανα και κύμβαλα (σχ. 37), για το στεφάνωμα του ναού με λουλούδια (σχ. 38), για το χορό των Βακχών (σχ. 39).

Για τη λειτουργία των σταθερών αυτομάτων ο Ήρωνας αναφέρει: Μηχανισμούς για την αυτόματη εμφάνιση της Αθηνάς (σχ. 44), για την παραγωγή του ήχου της βροντής (σχ. 45), για να ανοίγουν και να κλείνουν αυτόματα οι πόρτες του θεάτρου σε προγραμματισμένα χρονικά διαστήματα (σχ. 55, 56), για τις κινήσεις των μορφών που δουλεύουν με τα σφυριά (σχ. 57), για τη διαδοχική αλλαγή των σκηνικών (σχ. 58), για την κίνηση των δελφινιών και τον παράπλου των πλοίων (σχ. 59, 60), για το άναμμα του πυρσού (σχ. 62), για την πτώση του κεραυνού και την εξαφάνιση του ειδώλου του Αίαντα (σχ. 64).

Σε κάθε μηχανισμό, αφού περιγράψει πρώτα τη μορφή, τη γεωμετρία και την επιθυμητή λειτουργία του, αναλύει στη συνέχεια ο Ήρωνας το μηχανικό μέρος της κατασκευής και παραθέτει στο τέλος τον τρόπο της αυτόματης λειτουργίας (ίνα αυτόματον τοῦτο γίνεται) (βλέπε Παράρτημα 1. Θέμα 9. αυτόματες κινήσεις).

Τα αυτόματα θέατρα του Ήρωνα είναι ένα έργο τέχνης και συνάμα μια υψηλή μορφή τεχνολογίας. Με την Αυτοματοποιητική, ένα εξαιρετικά σύνθετο δημιούργημα της ελληνιστικής τεχνολογίας, που σε ό,τι αφορά τον προγραμματισμό του δεν διαφέρει σε τίποτε από ένα σύγχρονο λογικά προγραμματιζόμενο ρομπότ, γίνεται θέατρο, γλυπτική, ζωγραφική, ποίηση, τέχνη. Παρουσιάζεται σε παραστάσεις, γίνεται δημόσιο θέαμα, με αποκλειστικό στόχο το θαυμασμό, «τὸ ἐκπληκτὸν τῆς θεωρίας». Η καινοτομία που εισάγεται δεν είναι μόνο τεχνολογική. Είναι μια καινοτομία στην τέχνη. Είναι μια αυλαία που ανοίγει στη νέα τέχνη του θεάματος. Εκεί που τη χαρά δεν την έχει μόνο ο θεατής, αλλά και ο δημιουργός που μπόρεσε να πλάσει τον τεχνητό του κόσμο, έτσι «ὡς ἂν ἐπὶ τῆς ἀληθείας γίνοντο / σαν να γινόντουσαν όλα στην πραγματικότητα».

Γενικά σχόλια

1. Σχόλια για το αρχαίο κείμενο

Το αρχαίο ελληνικό κείμενο της έκδοσης αυτής στηρίχθηκε στην τελευταία γερμανική έκδοση της Αυτοματοποιητικής: Heronis Alexandrini, Opera que supersunt omnia, Vol. 1. Pneumatica et automata, Herons von Alexandria, Druckwerke und Automatentheater, Wilhelm Schmidt, Teubner, Leipzig 1899, όπως επανεκδόθηκε στη Στουτγάρδη το 1976. Η κριτική αυτή έκδοση στηρίχθηκε βασικά στο παλαιό χειρόγραφο A Marcianus 516, που χρονολογείται πιθανότατα περί τον 13ο μ.Χ. αιώνα. Συγκρίσεις έγιναν με τα χειρόγραφα Berolinensis 144 και Argentoratensis CIII 6 (βλ. Παράρτημα 3. Χειρόγραφα της Αυτοματοποιητικής). Η συμπλήρωση από εμάς των δυσανάγνωστων στο χειρόγραφο λέξεων έγινε με βάση τις κριτικές παρατηρήσεις της παραπάνω έκδοσης. Οι εικαζόμενες λέξεις περικλείονται σε τριγωνικές αγκύλες < >. Στο κείμενο διατηρήθηκε η παλαιά αρίθμηση των κεφαλαίων και των παραγράφων.

Με βάση τη διατύπωση του Ήρωνα: «ἐν μὲν οὖν τούτῳ τῷ βιβλίῳ περὶ τῶν ὑπαγόντων γράφομεν, ... ἐν δὲ τῷ ἑξῆς περὶ τῶν στατῶν αὐτομάτων γράφομεν» (1.8), χωρίσαμε το έργο σε δύο βιβλία: Α. Για τα κινητά, Β. Για τα σταθερά αυτόματα. Οι τίτλοι των κεφαλαίων είναι δικές μας προσθήκες. Για την καλύτερη αντιστοιχία του αρχαίου και του νέου ελληνικού κειμένου θεωρήσαμε ότι η εσωτερική αρίθμηση κάθε κεφαλαίου αντιστοιχεί σε παραγράφους, ενώ στην πραγματικότητα το αρχαίο κείμενο είναι συνεχές. Για να μη διασπάσουμε την ενότητα του αρχαίου κειμένου, προτιμήσαμε να σημειώσουμε τους δείκτες των μεταφραστικών και κριτικών σχολίων στη μετάφραση και όχι στο αρχαίο κείμενο.

2. Σχόλια για τη μετάφραση

Η μετάφραση έγινε από έναν ερασιτέχνη του είδους, έναν μηχανικό. Για το λόγο αυτό παρακαλούμε να μας συγχωρεθούν οι ατέλειες και οι αδόκιμοι νεωτερισμοί. Παρά την απλότητα της «κοινής ελληνικής», στην οποία είναι γραμμένο το έργο του Ήρωνα, η βασική μεταφραστική δυσκολία ήταν να αποδοθούν με ακρίβεια οι τεχνικοί όροι, οι τεχνικές εκφράσεις, τα τεχνικά νοήματα του κειμένου. «Ἰσπληγγῆ» π.χ. είναι το ξύλο με το οποίο χτυπούσαν τους χοίρους ή το τεντωμένο σχοινί στις αφετηρίες των σταδίων ή ένα ξύλινο εξάρτημα στους καταπέλτες, και το μεταφράσαμε «σύστρεμμα νεύρων», ένα είδος ελατήριου, η τάση του οποίου αποτελούσε εναλλακτική κινητήρια δύναμη των αυτομάτων. «Κνώδαξ» από την άλλη μεριά είναι το σημείο έδρασης και περιστροφής ενός άξονα, περιφραστικός τεχνικός όρος που θα μπορούσε να αποδοθεί με τη λέξη «στροφέας», λέξη όμως άγνωστη στους πολλούς. Προτιμήσαμε γι' αυτό την περίφραση. Συχνά, τέλος, επιλέξαμε την πολλαπλή ερμηνεία μιας λέξης έτσι ώστε να φωτιστεί από περισσότερες πλευρές και να κατανοηθεί η σημασία της, π.χ. «πλινθίον», «ορθογώνιο πλαίσιο σε σχήμα πλίνθου, κιβώτιο, τροχοκιβώτιο, βάση».

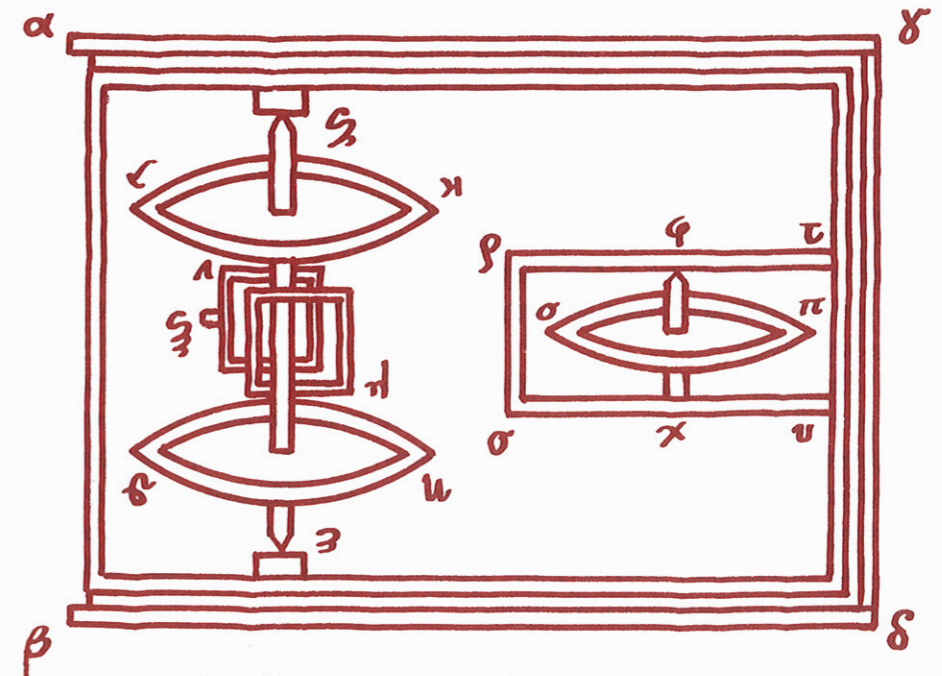
Περισσότερο για να διευκολύνουμε τον αναγνώστη να συγκρίνει τους αρχαίους ελληνικούς όρους με τις αντίστοιχες νεοελληνικές διατυπώσεις που επιλέξαμε, καθώς και να τις αντιπαραθέσει με άλλες πιθανές ερμηνείες, και λιγότερο για να παρεμβάλουμε πραγματολογικές παρατηρήσεις και διευκρινίσεις, πλαισιώσαμε το κείμενο με μεταφραστικά σχόλια, και παραθέσαμε παράλληλα στο Παράρτημα 1 του βιβλίου αλφαβητικό ευρετήριο τεχνικών όρων. Στο Παράρτημα 2 συλλέξαμε βασικά αποσπάσματα της Αυτοματοποιητικής, τα κατανείμαμε κατά θέματα και θεμελιώσαμε πάνω τους ορισμένα από τα συμπεράσματά μας. Στο Παράρτημα 3 παραθέσαμε τα σημαντικότερα χειρόγραφα και τις πρώτες εκδόσεις της Αυτοματοποιητικής, καθώς και μία επιλογή της σχετικής βιβλιογραφίας.

3. Σχόλια για τα σχήματα

Τα σχήματα είναι πρωτότυπα και σχεδιασμένα ελεύθερα. Αποτελούν μια μορφή αναστύλωσης του κειμένου. Και έγιναν με αποκλειστικό σκοπό να ζωντανέψουν, να δώσουν μορφή, εικόνα, όψη

στον γραπτό λόγο του Ήρωνα. Όπως κάθε αναστύλωση, περιέχουν όμως κι αυτά τον υποκειμενισμό του σχεδιαστή.

Για να μειώσουμε τον υποκειμενισμό αυτό, μελετήσαμε διεξοδικά τα σχέδια που είχαμε στη διάθεσή μας. Πρώτα απ' όλα γνωρίζουμε ότι ο ίδιος ο Ήρωνας συνόδευε το κείμενό του με σχέδια, σημείωνε πάνω σ' αυτά γράμματα όπως και στα γεωμετρικά σχήματα, και σχεδίαζε με την ίδια αφαιρετική γεωμετρική μέθοδο τις όψεις των μηχανισμών του, όπως λιτός και θεωρητικός ήταν ο λόγος του (βλέπε Παράρτημα 2. Θέμα 11. Πρωτότυπα σχέδια). Χαρακτηριστικά δείγματα των πρωτότυπων σχεδίων του Ήρωνα βρίσκουμε στα διασωθέντα χειρόγραφα (βλέπε π.χ. το πρωτότυπο σχέδιο της κάτοψης του πλαισίου του κινητού αυτομάτου από το χειρόγραφο A Marcianus 516, σχ. 20α, που το αναπαραστήσαμε στο αντίστοιχο σχήμα 20). Τα σχήματα αυτά είναι πράγματι συμβολικά, αφαιρετικά, γεωμετρικά και επίπεδα. Διαθέτουν αισθητικά τη λιτότητα των αρχαίων κούρων. Περιέχουν σύμβολα με τα οποία αναπαριστούν τα επιμέρους στοιχεία των μηχανισμών: το σύμβολο ενός τροχού, ενός άξονα, ενός εδράνου, ενός τυμπάνου περιέλιξης κλπ. Με τα σύμβολα αυτά συνθέτουν ένα είδος επίπεδων μηχανολογικών κυκλωμάτων και δημιουργούν έτσι μια ενιαία τεχνική διάλεκτο επικοινωνίας.



σχ. 20α. Η κάτοψη του πλαισίου του κινητού αυτομάτου, σύμφωνα με το πρωτότυπο σχέδιο του χειρογράφου A

Τα σχήματα όμως αυτά διαφέρουν από χειρόγραφο σε χειρόγραφο. Έτσι π.χ. το σχέδιο 20α του χειρογράφου A Marcianus 516, έχει ανεστραμμένα τα γράμματα του κινητήριου άξονα και των τροχών, ενώ το ίδιο σχέδιο στο μεταγενέστερο χειρόγραφο Argentoratensis CIII6, έχει τα γράμματα ορθά. Σχολιάζοντας την αναστροφή των γραμμάτων στα σχέδια των χειρογράφων, μπορούμε να υποθέσουμε τα εξής:

1. Πιθανώς η σκόπιμη αναστροφή των γραμμάτων σε ένα τμήμα του σχεδίου να αποτελούσε μια διαφοροποίηση του τμήματος αυτού από το υπόλοιπο σχήμα, ένα είδος χαρακτηρισμού, χρωματισμού ή τονισμού του.
2. Τα σχέδια αυτά ήταν ίσως σχεδιασμένα σε αυτόνομα φύλλα, εξυπηρετούσαν σκοπούς εκπαιδευτικούς και ήταν δυνατόν να διαβαστούν ταυτόχρονα από τις δύο πλευρές. Η αναστροφή των γραμμάτων συμβόλιζε δηλαδή ένα είδος διαλόγου.
3. Θα μπορούσε τέλος να υποθέσει κανείς ότι με τη βοήθεια κατόπτρων γινόταν προβολή των ανεστραμμένων τμημάτων του σχεδίου σε άλλο επίπεδο.

Δυστυχώς, τα πρωτότυπα σχέδια των χειρογράφων, εκτός από ελάχιστα δείγματα που περιέχονται σε μεταγενέστερες εκδόσεις, δεν είναι σε μας προσιτά. Γνωρίζουμε όμως ότι είναι και αυτά ελλιπή. Δεν υπάρχει π.χ. πουθενά αναπαράσταση του σταθερού αυτομάτου του Ήρωνα, ούτε των σκηνικών από τις πράξεις της παράστασης του Ναυπλίου.

Τα σχέδια της γερμανικής έκδοσης που προαναφέραμε, και που επεξεργάστηκαν οι W. Schmidt και H. Querfurth, στηρίχθηκαν βασικά στο χειρόγραφο A Marcianus 516. Είναι όμως και αυτά ελλιπή, και αισθητικά πολύ απομακρυσμένα από το πνεύμα του Ήρωνα του Αλεξανδρινού.

Επιδιώκοντας να διαφυλάξουμε αυτό το λιτό γεωμετρικό και αφαιρετικό πνεύμα και ταυτόχρονα να εξασφαλίσουμε πληρότητα, σαφήνεια, λειτουργικότητα και τεχνολογική αρτιότητα, τολμήσαμε να αναπαραστήσουμε εκ νέου τα αυτόματα του Ήρωνα, να συμπληρώσουμε τα κενά, και να αναπλάσουμε με τη φαντασία μας τη μορφή των θεατρικών σκηνών, την όψη των θεάτρων, τη δομή και τη λειτουργία των μηχανισμών τους.

Μερικά από τα πρωτότυπα σχέδια των χειρογράφων ήταν έγχρωμα. Χρώμα χρησιμοποιήσαμε και μεις τόσο στις παραστάσεις εκείνες, που ο Ήρωνας παρουσιάζει σαν έγχρωμες, όσο και στα

σχοινιά, για να διευκολύνουμε το διαχωρισμό τους από τα μηχανικά τμήματα, ή σε ορισμένα κινούμενα τμήματα για να τα ξεχωρίσουμε από τα σταθερά.

Η μορφή των σχεδίων αποτελεί αναμφίβολα και μία μορφή ερμηνείας του κειμένου. Η διατύπωση π.χ. «καθάπερ ναῖσκῳ / όπως και σε ένα μικρό ναό» (28.3) επιτρέπει με σαφήνεια να υποθέσουμε ότι το σταθερό αυτόματο θέατρο του Ήρωνα, και ειδικότερα η σκηνή του θεάτρου, είχε μορφή ελληνικού ναού (σχ. 43).

Αντίθετα, κατά την περιγραφή του κινητού αυτομάτου χρησιμοποιείται η διατύπωση: «τὸ ἐπιστύλιον ἐπίκειται κύκλῳ» (3.1), δηλαδή: κυκλικά, περιμετρικά, είτε μεταφορικά μεταφραζόμενο: ολόγυρα, γύρω-γύρω. Σύμφωνα με την πρώτη ερμηνεία επιλέξαμε κυκλικό επιστύλιο στο γενικό σχέδιο του κινητού αυτομάτου (σχ. 12). Σύμφωνα όμως με τη δεύτερη μεταφορική ερμηνεία, το επιστύλιο θα μπορούσε να ήταν τετράγωνο. Πράγματι, περιγράφοντας το μηχανισμό για το στεφάνωμα του επιστύλιου, ο Ήρωνας αναφέρεται σε: «πλέγμα ἐκ στεφάνων τετραγώνων» (15.2), τετράγωνο δηλαδή πλέγμα λουλουδιών, το οποίο τοποθετείται μέσα σε τετράγωνο θωράκιο, που φυσικό είναι να καλύπτεται με ένα τετράγωνο διακοσμητικό κυμάτιο. Έτσι, στο ειδικό σχήμα του μηχανισμού αυτού σχεδιάσαμε το επιστύλιο τετράγωνο (σχ. 37).

Υπάρχουν τέλος πολύπλοκα σχέδια, όπως εκείνο που αφορά τους δύο ανεξάρτητους μηχανισμούς κίνησης του κινητού αυτομάτου (σχ. 41) ή το άλλο που αφορά το μηχανισμό ανύψωσης και περιφοράς της Αθηνάς (σχ. 63), τα οποία απαιτούν φαντασία και επινοητικότητα για να συμπληρωθούν γραφικά οι λειτουργικές λεπτομέρειες που λείπουν από το αντίστοιχο απόσπασμα του αρχαίου κειμένου (βλέπε Κεφ. 19 και Κεφ. 29).

Αυτοματοποιητική
Ἡρώνα του Αλεξανδρινού

Ἡρώνος Ἀλεξανδρέως
Περὶ Αὐτοματοποιητικῆς

Κεφάλαιο 1

Το περιεχόμενο της Αυτοματοποιητικής και τα είδη των αυτομάτων

1 Τῆς αὐτοματοποιητικῆς πραγματείας ὑπὸ τῶν πρότερον ἀποδοχῆς ἠξιωμένης διὰ τε τὸ ποικίλον τῆς ἐν αὐτῇ δημιουργίας καὶ διὰ τὸ ἐκπληκτον τῆς θεωρίας. ἔστι γάρ, ὡς συνελόντι εἰπεῖν, πᾶν μέρος τῆς μηχανικῆς ἐν αὐτῇ τῇ αὐτοματοποιητικῇ παραλαμβανόμενον διὰ τῶν κατὰ μέρος ἐν αὐτῇ ἐπιτελουμένων.

1 Η μελέτη της Αυτοματοποιητικής, η συστηματική δηλαδή ενασχόληση με την τέχνη της κατασκευῆς αὐτόματων μηχανῶν⁽¹⁾, ἐβρίσκει μεγάλη ἀποδοχή⁽²⁾ στους προγενέστερους⁽³⁾, τόσο για την ποικιλομορφία⁽⁴⁾ των κατασκευῶν⁽⁵⁾ που περιείχε, ὅσο και για την ἐκπληξή⁽⁶⁾ που προκαλοῦσε η ὄψη τους.

Γιατί συμβαίνει, για να το πούμε συνοπτικά, η αυτοματοποιητική να περιλαμβάνει, στις διάφορες ἐπί μέρους λειτουργίες της, ὅλους τους κλάδους της μηχανικῆς⁽⁷⁾.

- 1.1** (1) αὐτόματος (ἐπίθ.) / ο αυτοκίνητος, ο ικανός να κινείται ἀπὸ μόνος του αὐτόματον, τό / μηχανή αυτοκίνητη, κινούμενη ἀπὸ μόνη της, με εσωτερική ἐνέργεια
αὐτοματοποιός, ὁ / ο μηχανικός, ο τεχνίτης που κατασκευάζει αὐτόματα
αὐτοματοποιητική, ἡ / η επιστήμη, η τέχνη και η τεχνική της κατασκευῆς των αυτομάτων
αὐτοματοποιητική πραγματεία, ἡ / η μελέτη, η διατριβή, η ἐπιμελής ιστορική καταγραφή, η συστηματική ενασχόληση με την τέχνη της κατασκευῆς των αυτομάτων
- (2) ἀποδοχῆς ἠξιωμένη / αὐτή που βρίσκει μεγάλη ἀποδοχή, ἀναγνώριση, εἶναι προσφιλῆς, ἀγαπητή
- (3) οἱ πρότερον / οἱ προγενέστεροι, οἱ παλαιότεροι
- (4) ποικίλον, τό / ποικιλία, ποικιλομορφία, πολυμορφία, πολυπλοκότητα
- (5) δημιουργία, ἡ / κατασκευή, ἔργο (η διαδικασία της δημιουργίας)
δημιούργημα, τό / κατασκευάσμα, τεχνικό ἐπίτευγμα, ἔργο τέχνης (το ἀποτέλεσμα της δημιουργίας)
- (6) ἐκπληκτον, τό / ἐκπληξή, θαυμασμός
- (7) πᾶν μέρος τῆς μηχανικῆς ἐν τῇ αὐτοματοποιητικῇ παραλαμβανόμενον / η αυτοματοποιητική περιλαμβάνει ὅλους τους κλάδους, ὅλα τα κεφάλαια της μηχανικῆς, (στην αυτοματοποιητική συμπεκνώνεται ὅλη η επιστημονική και τεχνολογική γνώση)

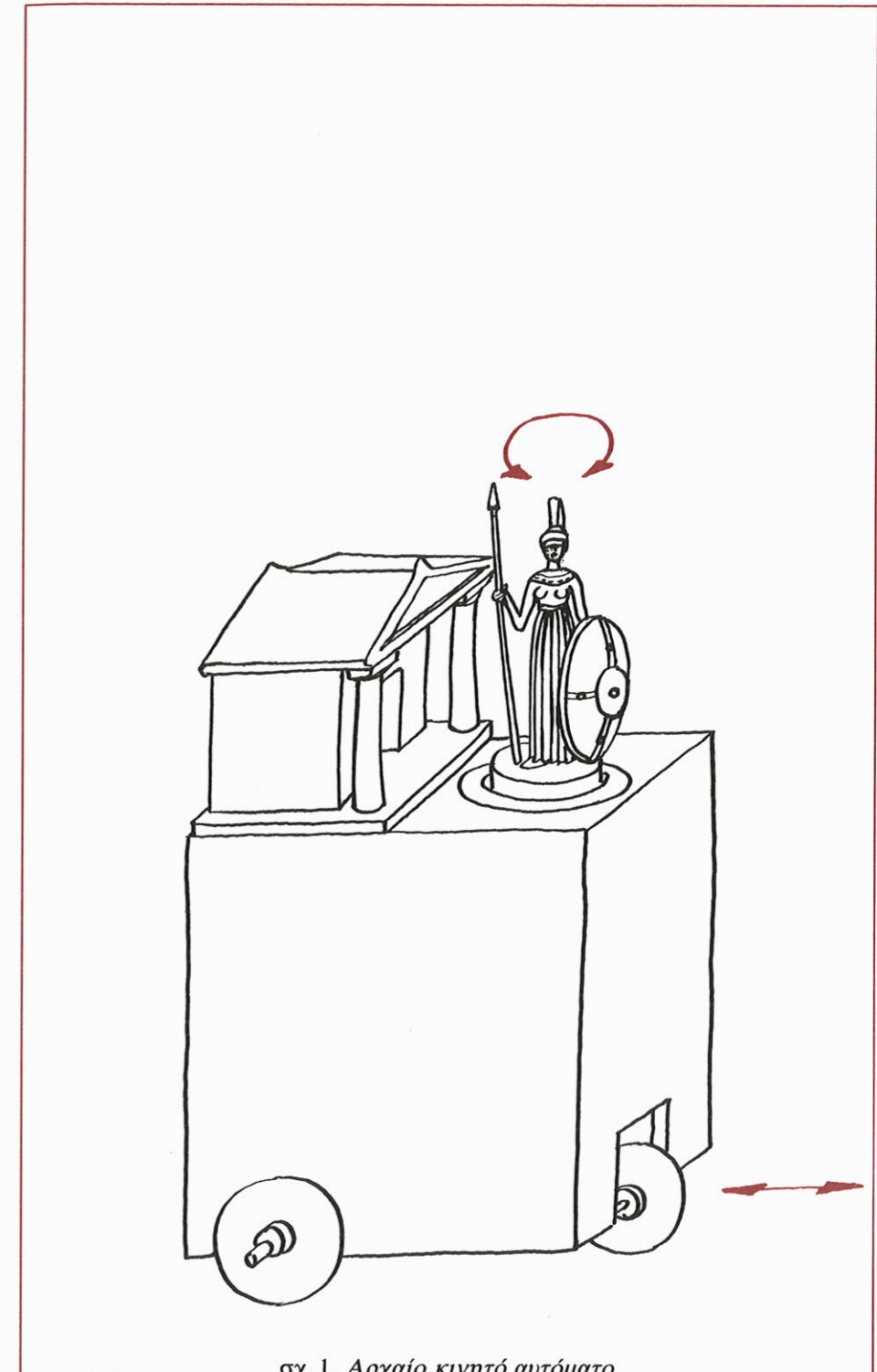
2 ἔστι δὲ αὐτῆς ἡ ἐπαγγελία τοιάδε· κατασκευάζονται ναοὶ ἢ βωμοὶ σύμμετροι αὐτόματοι τε προσαγόμενοι καὶ κατὰ τινὰς ὄρισμένους ἰστάμενοι τόπους, καὶ τῶν ἐνόνητων αὐτοῖς ζώδιων ἕκαστον ἰδίᾳ κινεῖται πρὸς λόγον τὸν κατὰ τὴν προκειμένην πρόθεσιν ἢ μῦθον ἀρμόζοντα, καὶ εἰς τὸν ἐξ ἀρχῆς ἀποκαθίστανται τόπον. τὰ μὲν οὖν τοιαῦτα δημιουργήματα τῶν αὐτομάτων καλεῖται ὑπάγοντα.

2 Ο στόχος⁽¹⁾ της αυτοματοποιητικής είναι ο εξής:

Κατασκευάζονται ναοὶ ἢ βωμοὶ μετρίου μεγέθους⁽²⁾, ἱκανοὶ να μετακινούνται αὐτόματα και να στέκονται μετὰ σε καθορισμένες θέσεις. Και οι μορφές, τα εἰδῶλα⁽³⁾ πάνω σε αὐτοὺς κινούνται ὅλα ἀπὸ μόνο τους⁽⁴⁾, με μια λογική ακολουθία κινήσεων που ταιριάζει στη δική μας πρόθεση ἢ στο σχετικό μῦθο, και τέλος επιστρέφουν στην αρχική τους θέση.

Τέτοιου εἶδους κατασκευάσματα αὐτομάτων μηχανῶν ονομάζονται κινητὰ αὐτόματα⁽⁵⁾ (σχ. 1).

- 1.2 (1) ἐπαγγελία, ἡ / υπόσχεση, πρόθεση, σκοπός, περιεχόμενο, στόχος ἐπάγγελμα, τό / το αποτέλεσμα της επαγγελίας
 (2) σύμμετρος (επίθ.) / μετρίου, αναλόγου, ἴσου μεγέθους
 (3) ζώδιον, τό / μορφή ζωντανού ὄντος, ἀνθρώπου ἢ ζώου, ομοίωμα, εἰδῶλο, εἰδῶλιο, ἀγαματίδιο ἢ σχέδιο
 (4) ἰδίᾳ κινεῖται / κινεῖται ἀπὸ μόνοσ του, με δική του ἐνέργεια
 (5) ὑπάγον αὐτόματον, τό / κινητό, κινούμενο, οδεύον αὐτόματο

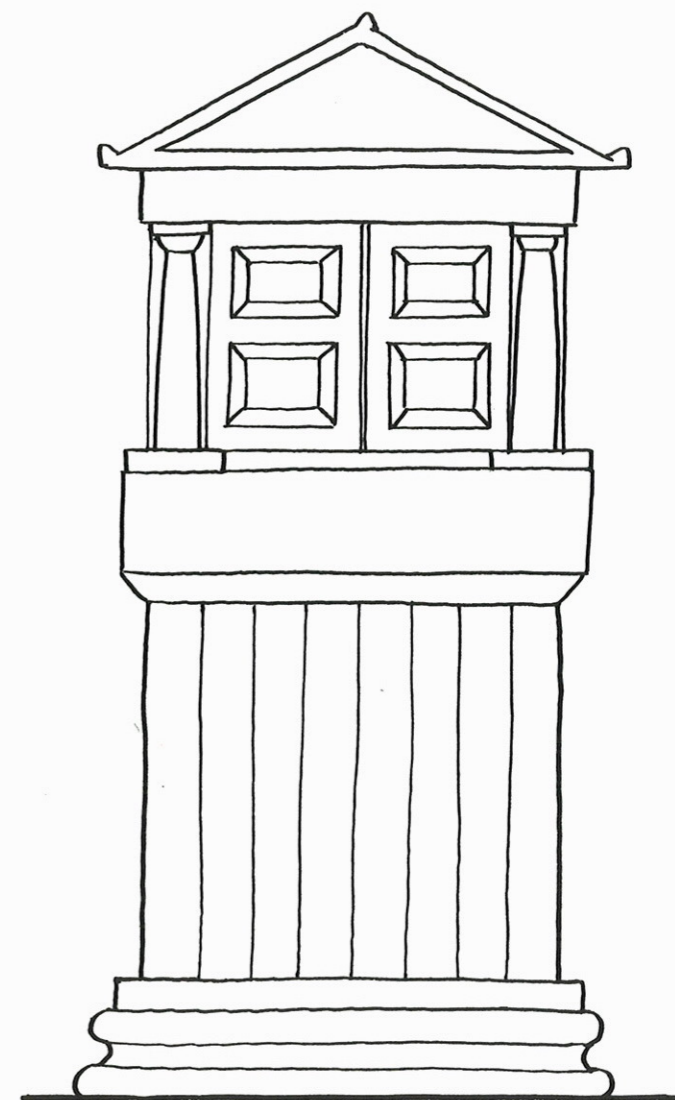


σχ. 1. Αρχαίο κινητό αὐτόματο

3 ἔστι δὲ καὶ ἕτερον εἶδος ἐν αὐτοῖς, ὃ καλεῖται στατόν. ἔστι δὲ καὶ τούτου ἡ ὑπόσχεσις τοιαύτη· ἐπὶ τινος κιονίσκου πίναξ ἐφέστηκε θύρας ἔχων ἀνοιγομένης, καὶ ἐν αὐτῷ <φαίνεται> διάθεσις ζωδίων πρὸς τινὰ μῦθον διεσκευασμένων.

3 Υπάρχει ὁμως και ἄλλο εἶδος αυτομάτων, που ονομάζεται σταθερό⁽¹⁾. Η λειτουργία⁽²⁾ αυτού του είδους των αυτομάτων είναι η εξής: Πάνω σε ένα μικρό στύλο⁽³⁾ τοποθετείται ένας πίνακας, μια σκηνή θεάτρου⁽⁴⁾, που διαθέτει πόρτες⁽⁵⁾, ικανές να ανοίγουν, και που περιέχει διάταξη μορφών⁽⁶⁾, που αναπαριστούν ένα μύθο (σχ. 2).

- 1.3** (1) στατόν αὐτόματον, τό / σταθερό, ιστάμενο, ὀρθιο αὐτόματο
 (2) ὑπόσχεσις, ἡ / υπόσχεση, πρόθεση, σκοπός, λειτουργία
 (3) κίων, ὁ / κιονίσκος, ὁ / μικρός στύλος, κολόνα, κίονας
 (4) πίναξ, ὁ / πίνακας, οθόνη, σκηνή θεάτρου
 (5) θύρ, ἡ / πόρτα, αυλαία
 (6) διάθεσις, ἡ / α) διάταξη, σύνθεση, περιεχόμενο, θέμα μιας εικόνας, β) διάταξη μορφών πάνω στη σκηνή, σκηνοθεσία, παράσταση



σχ. 2. Αρχαίο σταθερό αὐτόματο

4 κλεισμένου οὖν τοῦ πίνακος αἱ θύραι αὐτόματι ἀνοίγονται, καὶ φαίνεται ἡ τῶν ζωδίων τάξις γεγραμμένη· καὶ μετ' οὐ πολὺν χρόνον κλεισθεισῶν τῶν θυρῶν πάλιν αὐτομάτως καὶ ἀνοιχθεισῶν, ἑτέρα φαίνεται διάθεσις ζωδίων ἀρμόζουσα τῇ πρότερον φανείσῃ· καὶ πάλιν κλεισθεισῶν καὶ ἀνοιχθεισῶν τῶν θυρῶν ἑτέρα διάθεσις πάλιν φαίνεται ζωδίων ἀρμόζουσα τῇ πρότερον κειμένη, καὶ ἦτοι ἀπαρτίζει τὸν προκείμενον μῦθον ἢ πάλιν μετὰ ταύτην ἑτέρα φαίνεται, ἄχρις ἂν ἀπαρτισθῇ ὁ μῦθος.

5 καὶ τῶν φαινομένων δὲ ζωδίων τῶν γεγραμμένων ἐν τῷ πίνακι ἐν ἑκάστῳ ἐν κινήσει δύναται φαίνεσθαι, ἐὰν ἀπαιτῇ ὁ μῦθος, οἷον ἂ μὲν πρίζοντα, ἂ δὲ σκεπαρνίζοντα, ἂ δὲ σφύραις ἢ πελέκεσιν ἐργαζόμενα, ψόφον ποιοῦντα καθ' ἑκάστην πληγὴν καθάπερ ἐπὶ τῆς ἀληθείας.

6 δύνανται δὲ καὶ ἕτεροι κινήσεις ὑπὸ τὸν πίνακα γίνεσθαι, οἷον πῦρ ἀνάπτεσθαι ἢ

4 Ενώ λοιπόν ο πίνακας εἶναι αρχικά κλειστός, οἱ πόρτες ἀνοίγουν αὐτόματα, καὶ παρουσιάζεται σχεδιασμένη στον πίνακα ἡ διάταξη τῶν εἰδώλων. Καὶ μετὰ ἀπὸ λίγο χρόνο, πάλι αὐτόματα κλείνουν οἱ πόρτες καὶ ξανανοίγουν, καὶ μια νέα διάταξη μορφῶν παρουσιάζεται, προσαρμοσμένη στην προηγούμενη εἰκόνα. Καὶ πάλι κλείνουν καὶ ἀνοίγουν οἱ πόρτες, καὶ ἄλλη διάταξη μορφῶν ἐμφανίζεται, ταιριασμένη μετὰ τὴν προηγούμενη, που εἴτε ολοκληρώνει τὸ σχετικὸ μῦθο, εἴτε πάλι μετὰ ἀπὸ αὐτὴν ἄλλη παρουσιάζεται, μέχρις οὗτο ο μῦθος ολοκληρωθεῖ (σχ. 3).

5 Καὶ οἱ μορφές που ἐμφανίζονται ζωγραφισμένες στον πίνακα μπορεῖ ὅλες νὰ φαίνεται ὅτι κινούνται⁽¹⁾, ἐὰν ὁ μῦθος τὸ ἀπαιτεῖ, ἄλλες σαν νὰ πριονίζου⁽²⁾, ἄλλες σαν νὰ δουλεύουν με σκεπάρνια⁽³⁾, ἄλλες με σφυριά⁽⁴⁾ ἢ με πελέκια⁽⁵⁾, καὶ νὰ προκαλοῦν με κάθε κτύπο κρότο⁽⁶⁾ σαν τὸν ἀληθινό, ὅπως καὶ στην πραγματικότητα⁽⁷⁾.

6 Εἶναι ὅμως ἀκόμα δυνατόν κι ἄλλες κινήσεις νὰ γίνονται στη σκηνή, ὅπως φωτιά ν' ἀνάβει ἢ νὰ ἐμφα-

1.5 (1) ἐν κινήσει δύναται φαίνεσθαι / μπορεῖ νὰ φαίνεται ὅτι κινούνται, μπορεῖ νὰ παρουσιάζονται σε κίνηση, (πρόκειται γιὰ μορφές που κινούνται αὐτόματα)

(2) πρίζω / πριονίζω

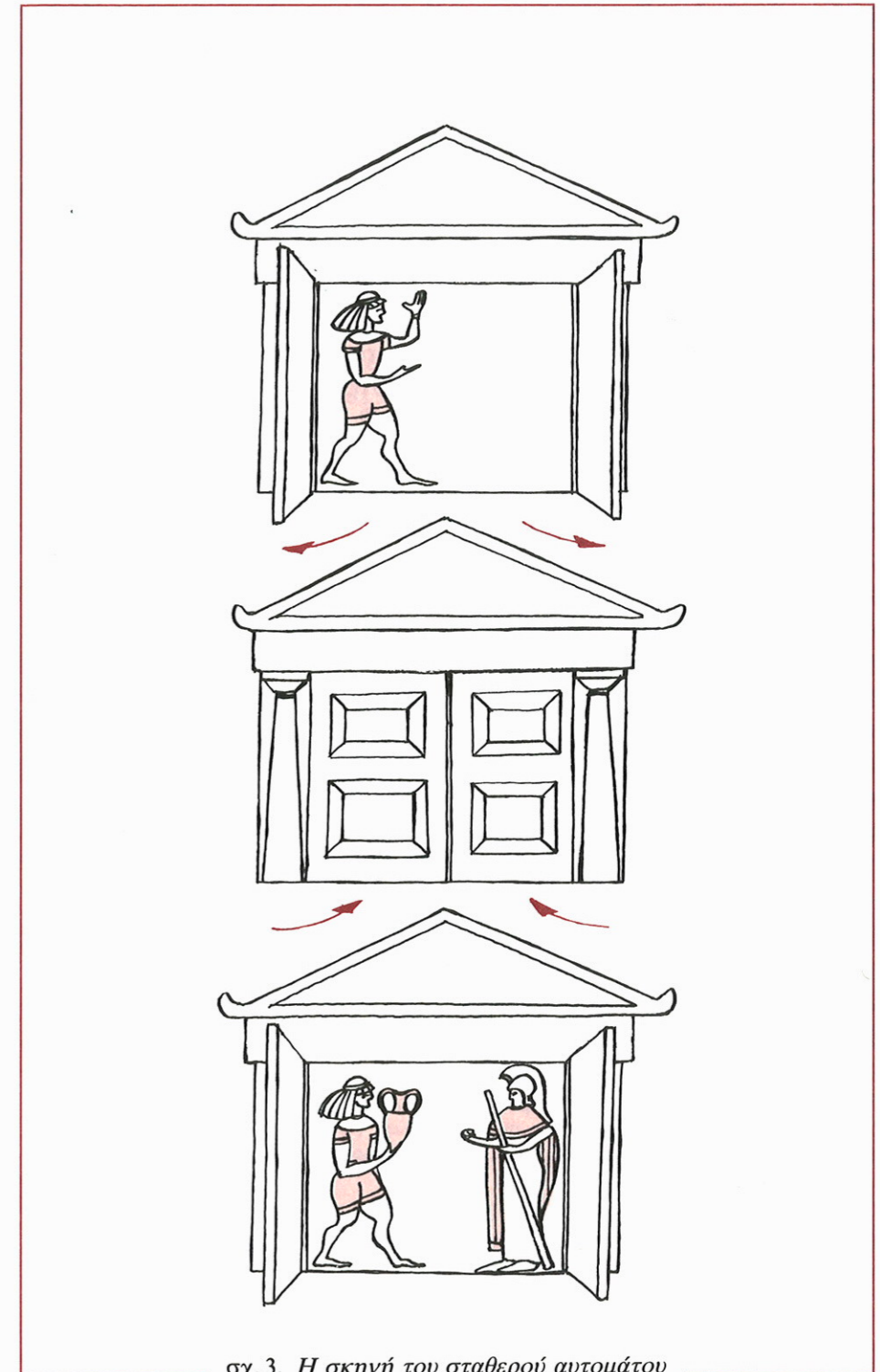
(3) σκεπαρνίζω / δουλεύω με τὸ σκεπάρνι

(4) σφύρα, ἢ / σφυρί

(5) πέλεκυς, ὁ / πελέκι, τσεκούρι

(6) ψόφος, ὁ / κρότος, ἦχος οξὺς

(7) καθάπερ ἐπὶ τῆς ἀληθείας / ὅπως καὶ στην πραγματικότητα, σαν τὰ ἀληθινά



σχ. 3. Η σκηνή του σταθερού αυτομάτου

ζώδια ἐπιφαίνεσθαι πρότερον μὴ φαινόμενα καὶ πάλιν ἀφανίζεσθαι. καὶ ἀπλῶς, ὡς ἂν τις ἔληται δυνατόν ἐστι κινεῖν μηδενὸς προσιόντος τοῖς ζωδίοις.

7 ἔστι δὲ ἡ τῶν στατῶν αὐτομάτων ἐνέργεια ἀσφαλεστέρα τε καὶ ἀκινδυνότερα καὶ μᾶλλον πᾶσαν ἐπιδεχομένη διάθεσιν τῶν ὑπαγόντων. ἐκάλουν δὲ οἱ παλαιοὶ τοὺς τὰ τοιαῦτα δημιουργοῦντας θαυματουργοὺς διὰ τὸ ἐκπληκτον τῆς θεωρίας.

8 ἐν μὲν οὖν τούτῳ τῷ βιβλίῳ περὶ τῶν ὑπαγόντων γράφομεν ἐκθέμενοι διάθεσιν ποικίλην κατὰ γε ἡμᾶς, ἥτις ἀρμόσει πάση διαθέσει πρὸς τὸ δύνασθαι τὸν προαιρούμενον ἐτέρως διατίθεσθαι μηδὲν ἐπιζητοῦντα πρὸς τὴν τῆς διαθέσεως ἐνέργειαν· ἐν δὲ τῷ ἐξῆς περὶ τῶν στατῶν αὐτομάτων γράφομεν.

νίζονται μορφές που προηγούμενα δεν φαίνονταν και να εξαφανίζονται πάλι⁽¹⁾. Και με μια λέξη, είναι δυνατόν να προκαλέσει κανείς οποιαδήποτε κίνηση επιθυμεί⁽²⁾ χωρίς να πλησιάσει τις μορφές.

7 Η λειτουργία⁽¹⁾ των σταθερών αυτομάτων είναι ασφαλέστερη, πιο ακίνδυνη και ικανή να παρουσιάσει περισσότερες παραστάσεις, από εκείνη των κινητών αυτομάτων. Οι παλαιότεροι⁽²⁾ ονόμαζαν θαυματοποιούς⁽³⁾ αυτούς που κατασκεύαζαν τέτοια αυτόματα, για το θαυμασμό που προκαλούσε η όψη τους⁽⁴⁾.

8 Σε αυτό λοιπόν το βιβλίο γράφουμε για τα κινητά αυτόματα παρουσιάζοντας μια κατά την κρίση μας πολύπλοκη⁽¹⁾ σύνθεση των μορφών του αυτομάτου. Είναι όμως δυνατή μια οποιαδήποτε παραλλαγή της σύνθεσης αυτής, γιατί όποιος θα επιθυμούσε να παρουσιάσει μια διαφορετική παράσταση, θα μπορούσε να το κάνει, χωρίς να χρειαστεί τίποτε επιπλέον για τη λειτουργία του αυτομάτου. Στο επόμενο δε βιβλίο γράφουμε για τα σταθερά αυτόματα.

1.6 (1) ζώδια ἐπιφαίνεσθαι πρότερον μὴ φαινόμενα / εμφανίζονται μορφές που προηγούμενα δεν φαίνονταν

(2) ὡς ἂν τις δυνατόν ἐστι κινεῖν / μπορεί να προκαλέσει κανείς οποιαδήποτε κίνηση επιθυμεί

1.7 (1) ἐνέργεια, ἡ / λειτουργία

(2) οἱ παλαιοί / οι παλιοί, οι παλαιότεροι του Ἴηωνα

(3) θαυματουργός, ὁ / θαυματοποιός, κατασκευαστής θαυμάτων, αξιοθαύμαστων έργων

(4) τὸ ἐκπληκτον τῆς θεωρίας / ο θαυμασμός, η έκπληξη που προκαλούσε η όψη (των αυτομάτων)

1.8 (1) ποικίλος (επίθ.) / πολύμορφος, πολύπλοκος, σύνθετος

Κεφάλαιο 2

Γενικές τεχνικές οδηγίες που αφορούν την υποδομή και την προεργασία για την κατασκευή των αυτομάτων

1 Δεῖ δὲ πρῶτον ἀπόκροτον εἶναι καὶ ἀκλινὲς καὶ ὀμαλὸν τὸ ἔδαφος ἐν ᾧ μέλλει τὸ αὐτόματον ὑπάγειν, ἵνα μῆτε οἱ τροχοὶ αὐτοῦ καταδύνωσι πιεζόμενοι μῆτε ἐμποδίζονται ὑπὸ τραχύτητός τινος μῆτε πρὸς ἀνάβασιν βιαζόμενοι εἰς τὸ ὀπίσω ἐπινεύωσιν.

2 ἂν δὲ μὴ ὑπάρχη τὸ ἔδαφος τοιοῦτον οἷον εἴρηται, δεῖ σανίδας ἀπορθώσαντας ἐπὶ τοῦ ἐδάφους διατιθέσθαι, ἐν αἷς κατὰ μῆκος ἔσονται σωλῆνες δι' ἐφηλωτῶν κανόνων πρὸς τὸ τοὺς τροχοὺς ἐν τοῖς σωλῆσι κυλίεσθαι. δεῖ δὲ τὰ ὑπάγονται κατασκευάζειν ἐκ κούφων τε καὶ ξηρῶν ξύλων, κἂν ἐξ ἄλλης δέ τινος ὕλης ὑπάρχη τι ἐν αὐτοῖς κατεσκευασμένον, καὶ τοῦτο δεήσει ὡς κουφότητα πειρᾶσθαι ποι-

1 Πρώτα απ' όλα πρέπει το έδαφος, στο οποίο πρόκειται να κινηθεί το αυτόματο, να είναι καλά πατημένο, στερεο⁽¹⁾, χωρίς κλίση και ομαλό. Έτσι οι τροχοί του δεν θα βουλιάζουν με την πίεση (του βάρους), δεν θα εμποδίζονται από κάποια ανωμαλία του εδάφους και δεν θα γυρίζουν προς τα πίσω λόγω (κάποιας) ανηφορικής κλίσης.

2 Εάν όμως δεν υπάρχει έδαφος τέτοιο, σαν αυτό που περιγράψαμε, πρέπει πάνω από το υπάρχον έδαφος⁽¹⁾ να στερεώσουμε σανίδες⁽²⁾, κατὰ μήκος των οποίων να προσαρμόσουμε μεταλλικές ράγες⁽³⁾, στερεωμένες με καρφωτούς⁽⁴⁾ ξύλινους οδηγούς⁽⁵⁾, για να κυλάνε οι τροχοί μέσα σ' αυτές τις ράγες (σχ. 4).

Τα κινητά αυτόματα πρέπει να είναι κατασκευασμένα από ελαφριά⁽⁶⁾ και ξερά ξύλα, κι αν κάποιο τμήμα τους είναι φτιαγμένο από άλλο υλικό, πρέπει να προσπαθήσουμε να το

2.1 (1) ἀπόκροτον ἔδαφος, τό / καλά πατημένο, στερεο έδαφος

2.2 (1) ἀπορθῶν ἐπὶ τοῦ ἐδάφους / στερεῶνω σε ορισμένο ὕψος πάνω από το έδαφος

(2) σανίς, ἡ / σανίδα

(3) σωλήν, ὁ / α) σωλήνας, κυκλικός ή ημικυκλικός αγωγός, (ὅπως αὐτός των συστημάτων ὕδρευσης), β) κυλινδρική εσοχή, ημικυκλική μεταλλική ράγα, αύλακα

(4) ἦλος, ὁ / ἦλος, καρφι ἐφηλωτός (επίθ.) / καρφωτός, καρφωμένος, στερεωμένος με ἦλος

(5) κανών, ὁ / κανόνας, ευθύγραμμη ξύλινη ράβδος, ξύλινος οδηγός, χάρακας

(6) κούφος (επίθ.) / κούφιος, ελαφρός

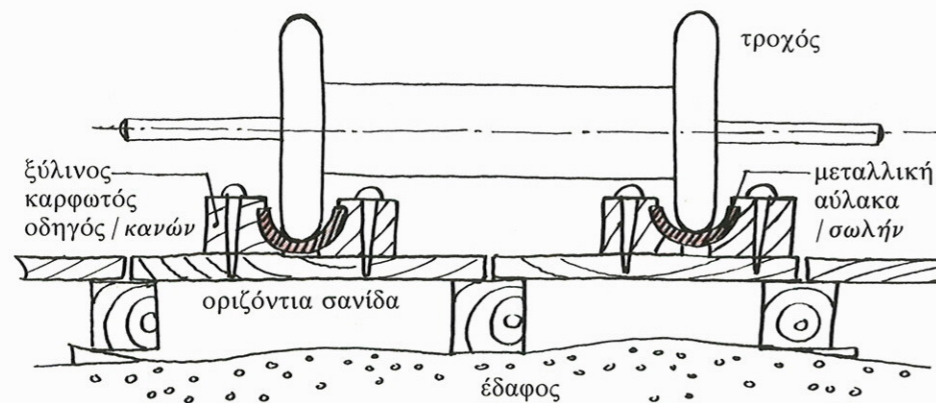
εἶν, ἵνα μὴ διὰ τὸ βάρος δυσκίνητα γένηται.

3 δεῖ δὲ καὶ ὅσ' ἂν ἐγκυκλίους στροφᾶς ἢ κινήσεις ποιῆται, ταῦτα ἔντορνα τε ἀκριβῶς καὶ περὶ ἃ κινεῖται λεία καὶ μὴ τραχέα ὑπάρχειν, οἷον οἱ μὲν τροχοὶ περὶ κνώδακας σιδηροῦς ἐμβεβηκότας εἰς ἐμπυελίδας σιδηρᾶς, τὰ δὲ ζώδια περὶ ἄξονας χαλκοῦς ἐμβεβηκότας εἰς χοινικίδας χαλκᾶς συνεσμηρισμένας αὐτοῖς.

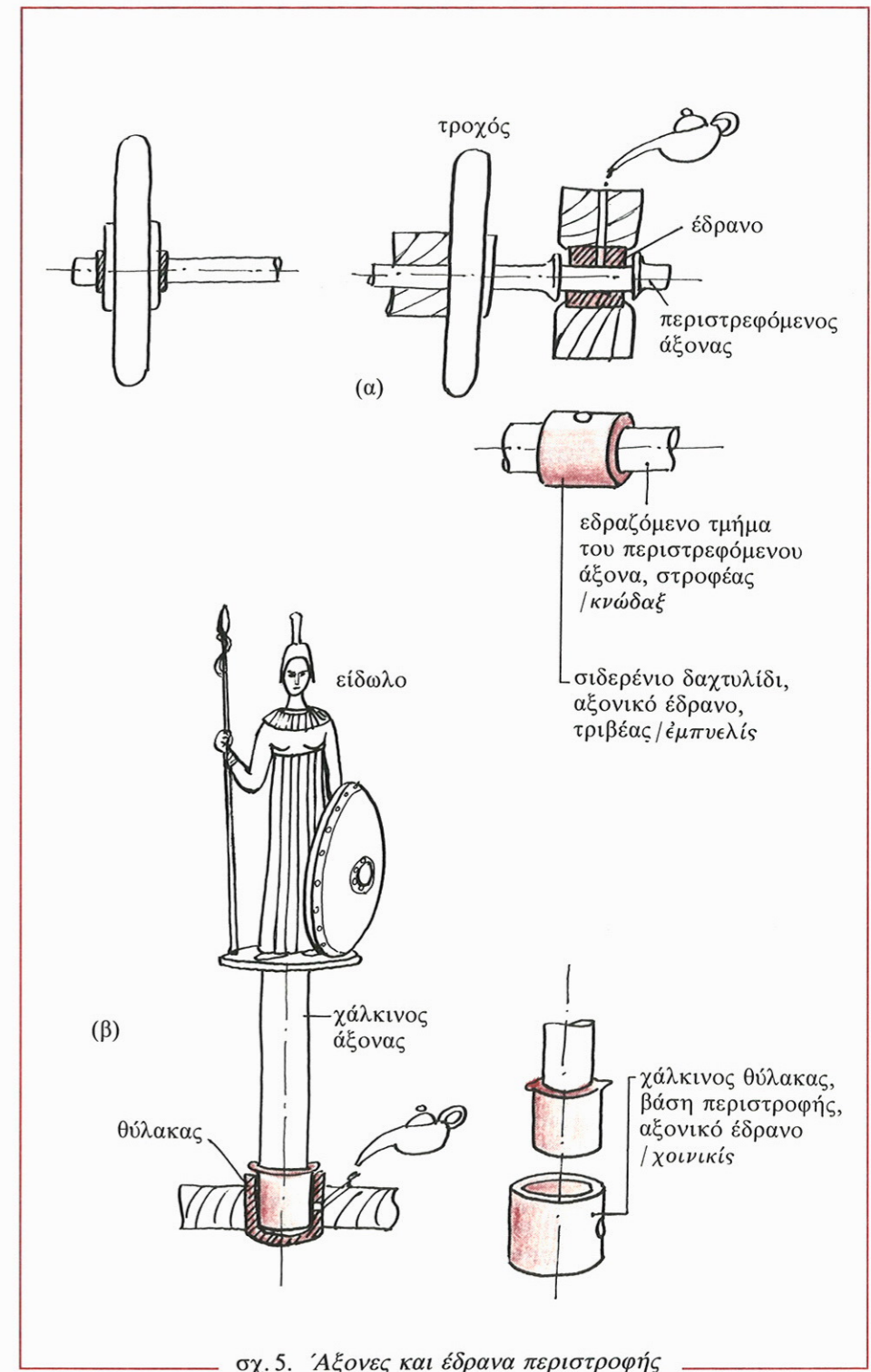
κάνουμε ὅσο το δυνατόν ελαφρότερο, για να μη γίνουν δυσκίνητα τα αὐτόματα λόγω του βάρους.

3 Πρέπει ἀκόμα τα μέλη που εκτελούν περιστροφές ἢ κυκλικές κινήσεις να εἶναι με ἀκρίβεια δουλεμένα στον τόρνο, τορνευτά⁽¹⁾, και οι ἐπιφάνειες, πάνω στις οποίες περιστρέφονται, να εἶναι λείες και ομαλές. Ἐτσι πρέπει και οι τροχοὶ να περιστρέφονται γύρω ἀπὸ σιδερένιους ἄξονες περιστροφῆς⁽²⁾, που ἐδράζονται μέσα σε σιδερένια δαχτυλίδια⁽³⁾, ἐνῶ τα εἰδῶλα πρέπει να κινούνται στερεωμένα σε χάλκινους ἄξονες, που περιστρέφονται μέσα σε καλὰ προσαρμοσμένους χάλκινους θύλακες⁽⁴⁾ (σχ. 5).

- 2.3 (1) ἔντορνος (ἐπίθ.) / τορνευτός, δουλεμένος στον τόρνο
 (2) κνώδαξ, ὄ / σημεῖο ἐδρασης και περιστροφῆς, ἐδραζόμενο τμήμα ἐνός περιστρεφόμενου ἄξονα, στροφῆας
 (3) πυελίς, ἢ / ἐμπυελίς, ἢ / ἐμπυελίδιον, τό / κοίλωμα μέσα στο οποίο περιστρέφεται το ἐδραζόμενο τμήμα ἐνός ἄξονα, ὀριζόντιο ἀξονικό ἐδρανο, δαχτυλίδι, τριβῆας
 (4) χοινικίς, ἢ / χοινικίδιον, τό / θύλακας μέσα στον οποίο περιστρέφεται ἄξονας, βάση περιστροφῆς, κοίλο ἀξονικό ἐδρανο ολισθήσεως



σχ. 4. Οι τροχοὶ κυλοῦν μέσα σε ράγες



σχ. 5. Ἄξονες και ἐδρανα περιστροφῆς

4 καὶ ἔλαιον δὲ παρεπιχέειν δεήσει εἰς ταῦτα, ὅπως κατὰ πάντα τρόπον εὐκύλιστα πάντα ὑπάρχη καὶ μηδὲν παρὰ τοῦτο σφίγμα γένηται· εἰ δὲ μή, οὐκ ἔσται τῶν προκειμένων κατὰ λόγον οὐδὲ ἔν. δεῖ δὲ καὶ τὰς σπάρτους, αἷς εἰς ταῦτα προσχρώμεθα, μήτε ἐπέκτασιν μήτε συστολῆν λαμβάνειν, ἀλλὰ τοιαύτας διαμένειν τοῖς μήκεσιν οἷαι καὶ ἐξ ἀρχῆς κατεστάθησαν.

5 τοῦτο δὲ ἔσται, ἐὰν λαβόντες αὐτὰς περὶ τινὰς πασσαλίσκους διατείναντες εὔμαλα καὶ ἐάσαντες αὐτὰς ὀλίγον χρόνον πάλιν ἐπεκτείνωμεν καὶ τοῦτο πλεονάκις ποιήσαντες κηρὸν μετὰ ῥητίνης καταψήσωμεν. βέλτιον δ' εἰ καὶ βάρος ἐξ αὐτῶν ἐξάψαντες ἐάσομεν ἐπὶ πλείονα χρόνον. προβασανισθεῖσα δὲ οὕτως οὐδεμίαν ἐπέκτασιν λήψεται ἢ παντελῶς βραχεῖαν. ἢ πάλιν ἀποκόψομεν, ὅταν ἐξαρτύσαντες τὸ αὐτόματόν τινα αὐτῶν παρεκτεταμένην εὐρωμεν.

4 Και πρέπει να τα λαδώνουμε όλα αυτά⁽¹⁾, για να κυλάνε σε όλες τις περιπτώσεις εύκολα και χωρίς τριβές⁽²⁾. Διαφορετικά τίποτε από όσα θα επιχειρήσουμε δεν πρόκειται να λειτουργήσει σωστά.

Πρέπει ακόμα και τα σχοινιά⁽³⁾ που χρησιμοποιούμε στα αυτόματα, ούτε να διαστέλλονται⁽⁴⁾ ούτε να συστέλλονται⁽⁵⁾, αλλά να διατηρούν σταθερό το αρχικό τους μήκος.

5 Αυτό γίνεται αν πάρουμε τα σχοινιά, τα τυλίξουμε σφιχτά γύρω από μικρούς πασσάλους, τα αφήσουμε τυλιγμένα για λίγο χρόνο, τα ξανατεντώσουμε, και αφού επαναλάβουμε τη διαδικασία πολλές φορές, τα αλείψουμε τελικά με κερί και ρετσίνα. Καλύτερα ακόμα είναι να κρεμάσουμε απ' αυτά ένα βάρος και να τα αφήσουμε για αρκετό χρόνο τεντωμένα. Αν τα επεξεργαστούμε έτσι, τότε δεν θα ξεχειλώσουν καθόλου ή θα ξεχειλώσουν ελάχιστα. Ή όταν πάλι ετοιμάσουμε⁽¹⁾ το αυτόματο και βρούμε κάποιο από αυτά να έχει ξεχειλώσει, τότε πρέπει να το κόψουμε.

2.4 (1) περιχέω ἔλαιον / λαδώνω, περιχύνω με λάδι

(2) σφίγμα, τό / σφίξιμο (λόγω τριβών κατά τη σχετική κίνηση μεταξύ δύο σωμάτων)

(3) σπάρτος, ὄ / σχοινί, φτιαγμένο από φυτικά υλικά, συνήθως σπάρτο, νήμα, κορδόνι, σπάγγος

(4) ἐπέκτασιν λαμβάνω / διαστέλλομαι, επιμηκύνομαι, ξεχειλώνω

(5) συστολῆν λαμβάνω / συστέλλομαι, κονταίνω

2.5 (1) ἐξαρτύω / παρασκευάζω, ετοιμάζω, συναρμολογώ

6 νευρίνω δὲ οὐδενὶ δεῖ χρῆσθαι, ἐπειδὴ παρεκτείνεται καὶ συστέλλεται κατὰ τὴν τοῦ ἀέρος περίστασιν, εἰ μὴ ἄρα ὅταν δέη ὑσπληγγί χρῆσασθαι. ὁ δὲ ὑσπληγγὺς ἔστω καθάπερ ἐν τοῖς καταπέλταις ὁ ἄξων κατατεταγμένος ἐν τῷ ἡμιτόνῳ, ὡς ἐξῆς ἔσται δῆλον· πάντα δὲ ταῦτα τὰ ὑπάγοντα τὴν ἀρχὴν λαμβάνει τῆς κινήσεως διὰ ὑσπληγγος ἢ λείας μολιβῆς.

7 κοινὸν δὲ ἔστι τοῦ κινουμένου καὶ τοῦ κινουμένου σπάρτος ἔχουσα τὴν μὲν μίαν ἀρχὴν πρὸς τῷ κινουμένῳ προσδεδεμένην, τὴν δὲ ἑτέραν πρὸς τῷ κινουμένῳ προσηγκυλωμέ-

6 Ποτέ δεν πρέπει να χρησιμοποιούμε νεύρα⁽¹⁾ (για σχοινιά), γιατί αυτά διαστέλλονται και συστέλλονται ανάλογα με τη φυσική κατάσταση του αέρα⁽²⁾. Εκτός και αν χρησιμοποιήσουμε διάταξη με σύστημα νευρών⁽³⁾. Τα νεύρα αυτά θα πρέπει τότε να ενταθούν με τον ίδιο τρόπο που συνδέεται στους καταπέλτες ο άξονας μέσα στο ημιτόνιο, όπως θα δούμε παρακάτω⁽⁴⁾.

Όλα λοιπόν τα κινητά αυτόματα έχουν σαν κινητήρια δύναμη, σαν αρχική αιτία⁽⁵⁾ της κίνησής τους, είτε (την τάση από) ένα σύστημα νευρών είτε (την ενέργεια από την πτώση) ενός μολύβδινου βάρους⁽⁶⁾.

7 Το κινητήριο⁽¹⁾ και το κινούμενο σώμα συνδέονται με ένα κοινό σχοινί, του οποίου η μία άκρη είναι δεμένη στο σώμα που προσδίδει την κίνηση και η άλλη άκρη είναι στερεωμένη με θηλιά⁽²⁾ πάνω στο κινου-

2.6 (1) νευρίνος, ὄ / νεύρο ζώου, (χρησιμοποιείται στις χορδές των τόξων ή στους καταπέλτες)

(2) ἀέρος περίστασις, ἡ / η φυσική κατάσταση του αέρα, οι ατμοσφαιρικές συνθήκες, (ζέστη ή κρύο, υγρασία ή ξηρότητα)

(3) ὑσπληγγί, ἡ / α) τεντωμένο σχοινί, νήμα, (σαν αυτό που έχουν στις αφετηρίες των αγώνων δρόμου), β) σύστημα νευρών, δέσμη νευρών τεντωμένων και στριμμένων σαν ελατήριο, (χρησιμοποιείται στους καταπέλτες, αλλά αποτελεί και εναλλακτική κινητήρια δύναμη των αυτομάτων)

(4) (Δεν υπάρχει στη συνέχεια του βιβλίου τέτοια αναφορά στα ελατήρια των καταπελών.)

(5) ἀρχή, ἡ / αφετηρία, αρχική αιτία, κινητήρια δύναμη

(6) λεία, ἡ / βάρος, αντίβαρο

2.7 (1) το κινουμέν / το κινητήριο, το σώμα που κινεί, που προσδίδει κίνηση σε ένα άλλο σώμα

(2) ἀγκύλη, ἡ / θηλιά, βρόχος

προσαγκυλώνω / θηλυκάνω, δένω με θηλιά

νην. τὸ δὲ κινούμενον ἄξων ἐ-
στὶ, περὶ δὲ ἢ σπάρτος περι-
εἴληται. τῷ δὲ ἄξονι προσα-
ραρότες εἰσὶ τροχοί, ὥστε τοῦ
ἄξονος στρεφομένου καὶ ἀ-
πειλισσομένης τῆς σπάρτου
συστρέφεισθαι καὶ τοὺς τρο-
χοὺς ἐρείδοντας ἐπὶ τὸ ἔδα-
φος. τοῖς δὲ τροχοῖς περίκει-
ται τὸ τοῦ ὑπάγοντος αὐτομά-
του πλινθίου.

8 τάσιν δὲ ὑσπληγγος ἢ βάρ-
ρος λείας δεῖ πρὸς τὰ ὄλα ἡρ-
μόσθαι, ὅπως μὴ κατακρατῆ-
ται ἡτοι τὸ βάρος ἢ ἢ τοῦ ὑσ-
πληγγος τάσιν ὑπὸ τοῦ
πλινθίου. αἱ δὲ ἐκ τῆς πορείας
κινήσεις γίνονται πασῶν τῶν
σπάρτων προσηγκυλωμένων
μὲν τοῖς κινουμένοις ὀργά-
νοισι, ἀποδεδεμένων δὲ εἰς τὴν
λείαν. ἢ δὲ λεία ἐστὶν ἕν τι
σύριγγι, ἀρμοστῶς καὶ εὐλύ-
τως δυναμένη κατεβαίνειν εἰς
αὐτήν.

μενο σώμα. Το κινούμενο αὐτὸ σώ-
μα εἶναι ἕνας ἄξωνας⁽³⁾, γύρω ἀπὸ τον
οποῖο εἶναι τυλιγμένο το σχοινί.
Στον ἄξωνα εἶναι ενσωματωμένοι
τροχοί⁽⁴⁾, ἔτσι ὥστε, ὅταν το σχοινί
ξετυλίγεται περιστρέφοντας τον ἄ-
ξωνα, να περιστρέφονται και οι
τροχοί που κυλοῦν πάνω στο ἔδα-
φος. Οι τροχοί περιβάλλονται ἀπὸ
το τροχοκιβώτιο, το ὀρθογώνιο
πλαίσιο (που ἀποτελεῖ τὴ βάση)⁽⁵⁾
του κινήτου αὐτομάτου (σχ. 6).

8 Η τάση του συστρέματος νεύ-
ρων ἢ το βάρος του ἀντίβαρου πρέ-
πει να εἶναι συνταριασμένα με το ὄ-
λο σύστημα, ἔτσι ὥστε το τροχοκι-
βώτιο να μὴ εξουδετερώνει το βάρ-
ρος ἢ τὴν τάση του συστρέματος⁽¹⁾.

Και οι υπόλοιπες κινήσεις, ὅπως
και ἐκεῖνη τῆς πορείας του αὐτομά-
του, γίνονται θηλυκάνοντας ὅλα τα
σχοινιά ἀπὸ τὴ μια μεριά πάνω στα
κινούμενα εξαρτήματα και συνδέο-
ντάς τα ἀπὸ τὴν ἄλλη με το ἀντίβα-
ρο. Το ἀντίβαρο μάλιστα βρίσκεται
μέσα σε ἕνα σωληνοειδὴ θάλαμο⁽²⁾,
και εἶναι σε θέση να κατεβαίνει μέ-
σα σ' αὐτὸν ἐφαρμοστά και εὐκόλα.

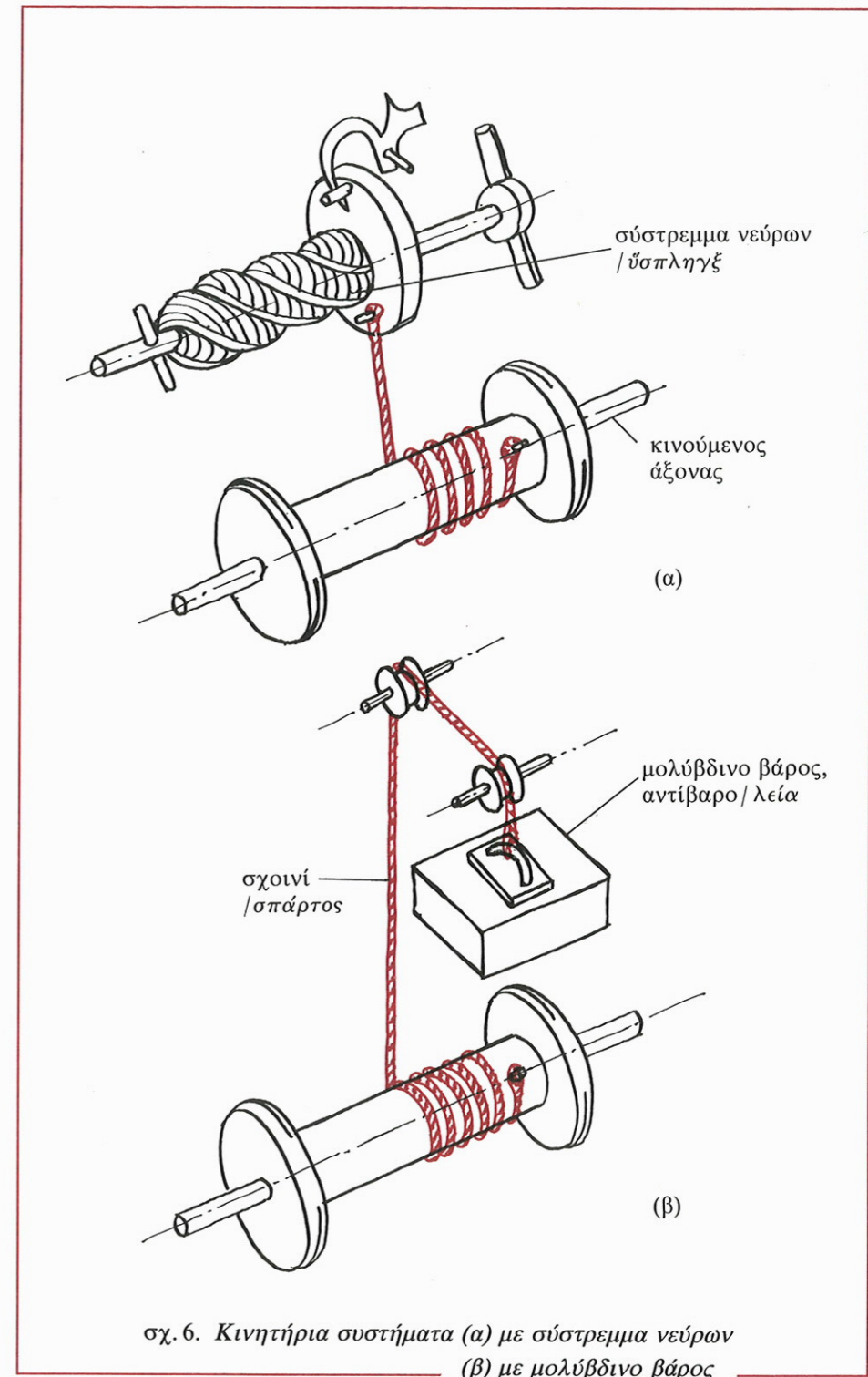
(3) ἄξων, ὁ / ἄξωνας

(4) τροχός, ὁ / τροχός, ρόδα

(5) πλινθίου, τό / μικρὴ πλίνθος, ὀρθογώνιο πλαίσιο σε σχῆμα πλίνθου, κιβώτιο,
τροχοκιβώτιο (που ἀποτελεῖ τὴ βάση του κινήτου αὐτομάτου)

2.8 (1) (Το βάρος του ἀντίβαρου ἢ ἡ τάση του συστρέματος δεν πρέπει να εξουδετε-
ρώνονται ἀπὸ τις τριβές που προκαλεῖ το βάρος του αὐτομάτου.)

(2) σύριγγι, ἢ / κυλινδρικός σωλήνας, σωληνοειδὴς θάλαμος, (ἕνα εἶδος κλεψύ-
δρας)



σχ. 6. Κινήτρια συστήματα (α) με σύστρεμμα νεύρων
(β) με μολύβδινο βάρος

9 ἐν δὲ τῇ σύριγγι ἐπὶ μὲν τῶν ὑπαγόντων ἢ κέγχρος ἢ νᾶπυ ἐμβάλλεται διὰ τὸ κοῦφά τε ἀμφότερα εἶναι καὶ ὀλισθηρά, ἐν δὲ τοῖς στατοῖς ἄμμος ξηρὰ ἐμβάλλεται, ὡν ἐκρεόντων διὰ τοῦ πυθμένα τῆς σύριγγος ἢ λεία ἢ ῥέμα καταφερομένη τὰς κινήσεις ἀποτελεῖ ἐπισπωμένη ἐκάστην σπάρτον. ἀρχὴ δὲ κινήσεως ἐστὶ τάσις σπάρτου, κινήσεως δὲ στάσις ἀπόλυσις σπάρτου ἐκπεσούσης τῆς ἀγκύλης ἀπὸ τοῦ τύλου τοῦ ἐν τῷ κινουμένῳ ὄργανῳ.

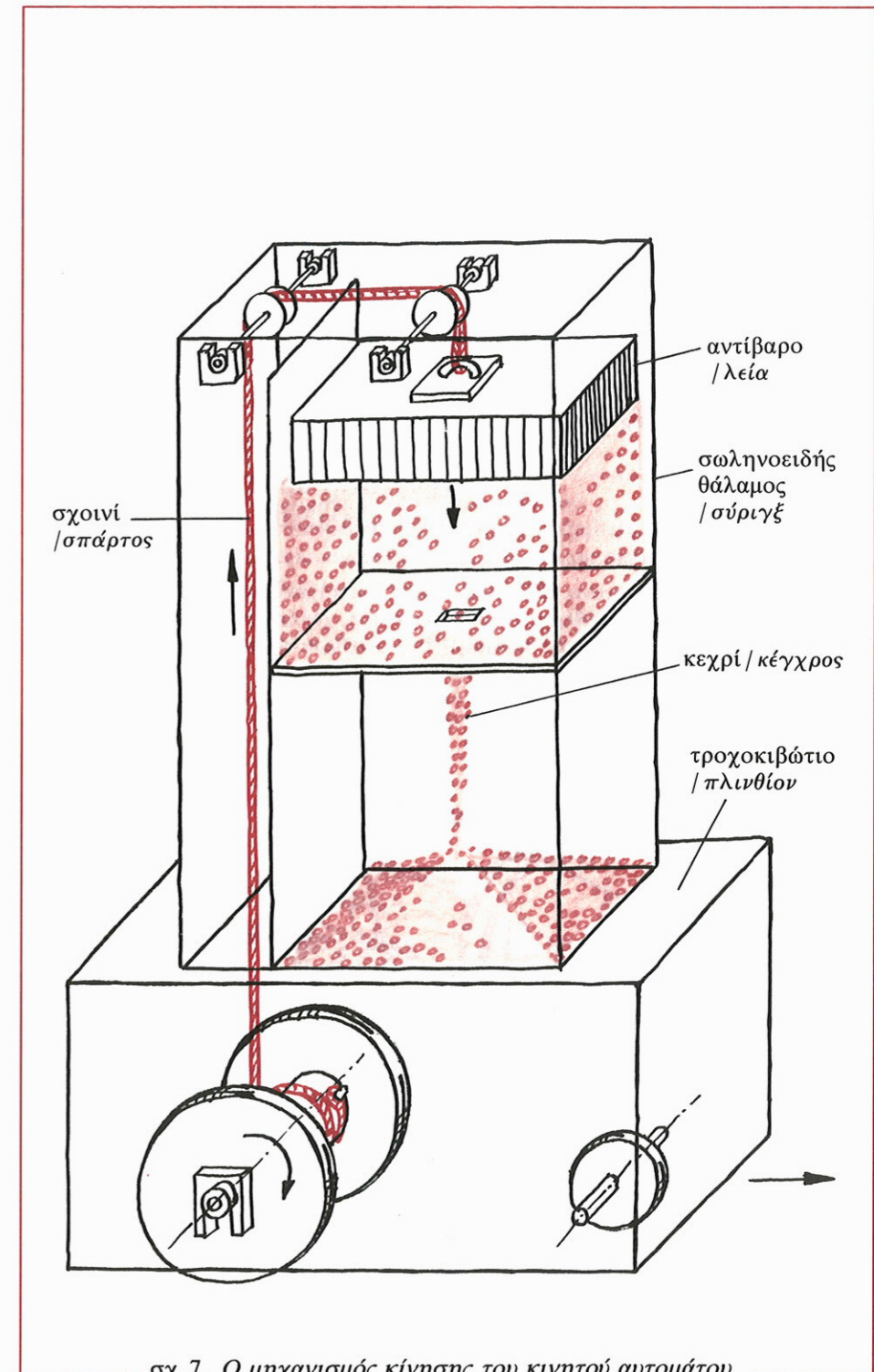
9 Μέσα στο θάλαμο, στα μεν κινητά αυτόματα ρίχνουμε κεχρί⁽¹⁾ ἢ σινάπι⁽²⁾, ἐπειδὴ καὶ τα δύο εἶναι ελαφριά καὶ γλιστροῦν εὐκόλα, στα δε σταθερά αυτόματα ρίχνουμε ξερὴ ἄμμο. Καθὼς τα υλικά αυτά χύνονται μέσα ἀπὸ τον πυθμένα του θαλάμου, το ἀντίβαρο κατεβαίνει ἀργά καὶ προκαλεῖ τις κινήσεις, τραβώντας κάθε ἓνα ἀπ' τα σχοινιά.

Ἡ κίνηση λοιπὸν ἀρχίζει με το τένωμα του σχοινιοῦ καὶ σταματᾷ, ὅταν το σχοινὶ λυθεῖ καὶ ἡ θηλιά πέσει ἀπὸ το ξυλόκαρφο⁽³⁾ που βρίσκεται πάνω στο κινούμενο ὄργανο (σχ. 7).

2.9 (1) κέγχρος, ὄ / κεχρί

(2) νᾶπυ, τό / σινάπι, (λεπτὸς σπόρος μικρότερος τῆς φακῆς)

(3) τύλος, ὄ / ξυλόκαρφο, πίσος



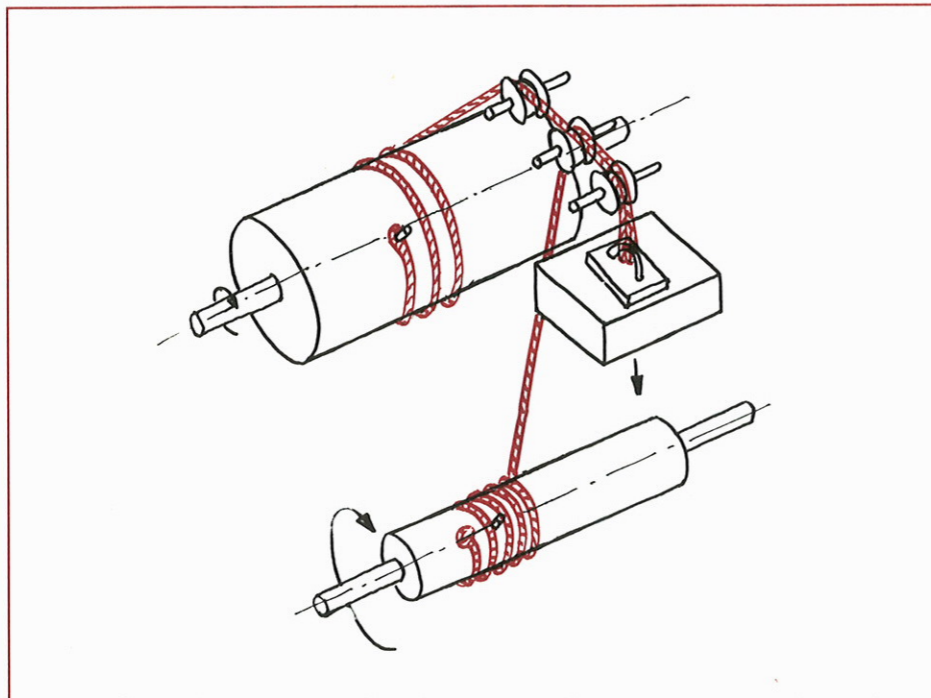
σχ. 7. Ο μηχανισμός κίνησης του κινητού αυτομάτου

10 αἰ δὲ ὑπὸ τῆς λείας ἑλκόμεναι σπάρτοι πᾶσαι ἰσοταχῶς μὲν ἑλκονται, οὐκ ἰσοταχεῖς δὲ τὰς κινήσεις ποιοῦνται διὰ τὸ μὴ περὶ ὅμοια ὄργανα αὐτὰς περιελθεῖσθαι, ἀλλὰ ἅς μὲν περὶ μείζονας κύκλους, ἅς δὲ περὶ ἐλάσσονας. δεῖ δὲ τῶν μὴ ἄμα κινουμένων ὀργάνων τὰς σπάρτους μὴ ἄμα τετάσθαι, ἀλλὰ τῶν ὑστερον κινουμένων τὰς σπάρτους χαλάσματα ἔχειν.

10 Όλα τα σχοινιά ἑλκονται ἀπὸ ἀντίβαρο με ἰση ταχύτητα, δὲν προκαλοῦν ὅμως ἰσοταχεῖς κινήσεις, γιατί δὲν εἶναι τυλιγμένα γύρω ἀπὸ ὅμοια εξαρτήματα⁽¹⁾, ἀλλὰ ἄλλα μὲν γύρω ἀπὸ ἄξονες με μεγαλύτερες διαμέτρους καὶ ἄλλα δὲ γύρω ἀπὸ μικρότερους (σχ. 8).

Πρέπει ἐπίσης τα σχοινιά τῶν εξαρτημάτων που δὲν κινούνται ἀμέσως (με τὸ ξεκίνημα τῶν ἄλλων κινήσεων), νὰ μὴ τεντώνονται ἀμέσως, ἀλλὰ τα σχοινιά τῶν εξαρτημάτων που κινούνται ἀργότερα, πρέπει νὰ ἔχουν (στην ἀρχή) ἐλεύθερες, χαλαρές περιελίξεις, χαλαρώματα⁽²⁾.

- 2.10** (1) ὄργανον, τό / ὄργανο, εξάρτημα, τμήμα τοῦ μηχανισμοῦ
 (2) χάλασμα, τό / ἐλεύθερη, χαλαρή περιέλιξη, χαλάρωμα, μπόσικο τοῦ σχοινοῦ, (δέσμη σχοινοῦ που προσκολλάται ἐλεύθερα πάνω στον κινητήριό ἄξονα χωρίς νὰ τυλίγεται γύρω ἀπ' αὐτόν)

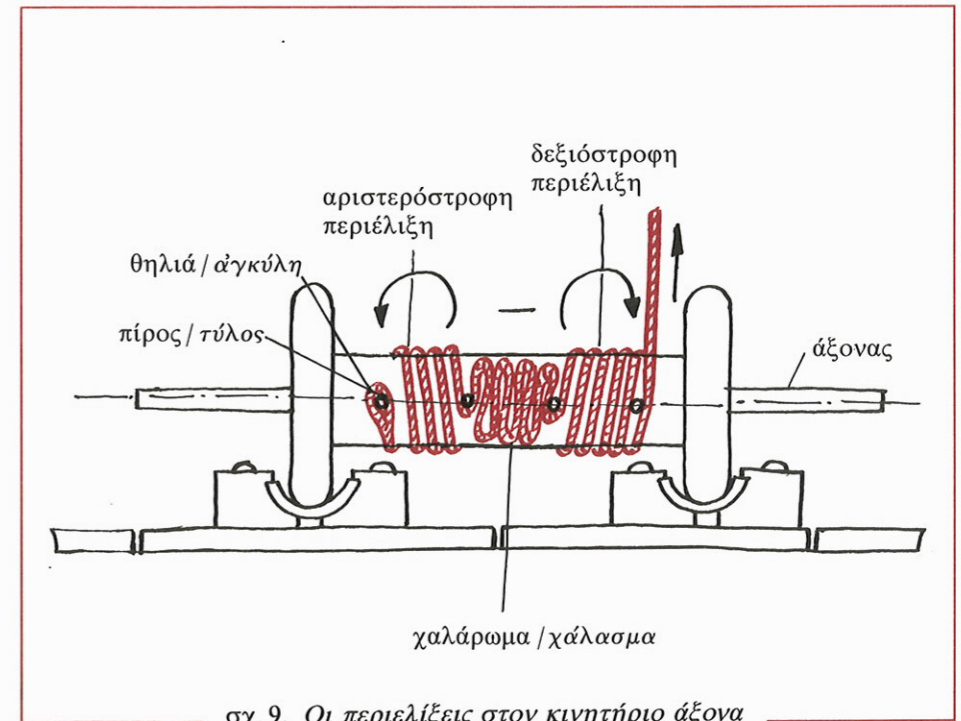


σχ. 8. Ἄξονες διαφορετικῶν διαμέτρων συνεπάγονται διαφορετικὲς ταχύτητες

11 τὰ δὲ χαλάσματα μηρύματα δεῖ ποιεῖν καὶ προσκολλᾶν κηρῶ ἐντὸς τοῦ πλινθίου κατὰ τὸν ἐπιβάλλοντα τόπον, ὅπως ἡ λεία ἐπισπωμένη τὸ χάλασμα πραέως τείνη τὴν σπάρτον. προσέχειν δὲ δεῖ καὶ ταῖς σπάρτοις, ὅπως ἐκάστη αὐτῶν τῶ ἰδίῳ ὀργάνῳ προσαγκυλωθῇ καὶ μὴ ἐπ' ἀριστερὰ τὴν ἐπέιλησιν λάβῃ· μιᾶς γὰρ αὐτῶν ἀλλαγείσης ἢ ἐπ' ἀριστερὰ ἐπειληθείσης τὰ ὅλα στάσιμ λήψεται.

11 Τα χαλαρώματα αὐτά πρέπει νὰ τὰ κάνουμε δέσμες⁽¹⁾ καὶ νὰ τὰ κολλᾶμε με κερί μέσα στο τροχοκιβώτιο στην κατάλληλη θέση, ἔτσι ὥστε τὸ ἀντίβαρο, τραβώντας τὸ χαλάρωμα, νὰ τεντώνει σιγά σιγά τὸ σχοινί. Ἀκόμα πρέπει νὰ προσέχουμε τα σχοινιά, ὥστε κάθε ἓνα ἀπὸ αὐτά νὰ θηλυκωθεῖ στο σωστό εξάρτημα⁽²⁾ καὶ νὰ μὴν τυλιχτεῖ ἀνάποδα⁽³⁾. Γιατί ἓνα ἀπὸ αὐτά ἀν μπερδευτεῖ ἢ τυλιχτεῖ ἀνάποδα, θὰ σταματήσουν ὅλα (σχ. 9).

- 2.11** (1) μήρυμα, τό / μηρυμάτιον, τό / δέσμη σχοινοῦ
 (2) ἴδιον ὄργανον / τὸ ἀντίστοιχο, τὸ δικό του εξάρτημα, (κάθε σχοινί ἀντιστοιχεῖ σε ἓνα ἰδιαίτερο κινούμενο εξάρτημα τοῦ μηχανισμοῦ)
 (3) ἐπ' ἀριστερὰ (ἐπίρρ.) / ἀνάποδα, ἀντίστροφα



σχ. 9. Οι περιελίξεις στον κινητήριό ἄξονα

12 δεῖ δὲ καὶ τὰς τῶν ἀρχαίων ἐκφυγεῖν διαθέσεις, ὅπως καινότερον τὸ κατασκεύασμα φαίνεται· δυνατὸν γάρ, ὡς προείρηται, ταῖς αὐταῖς μεθόδους χρώμενον ἑτέρας καὶ ἑτέρας διαθέσεις ποιῆσθαι. βέλτιον δ' ἐν τούτοις ἀναστρέψει ὁ χαριεστέραν ἐπινοῶν διάθεσιν. ἦν δὲ ἡμεῖς ἐκτιθέμεθα, ἔστι τοιαύτη.

12 Πρέπει ακόμα να αποφεύγουμε τις παραστάσεις των αρχαίων αυτοματοποιῶν⁽¹⁾, για να φαίνεται πιο σύγχρονο το αποτέλεσμα της κατασκευής⁽²⁾. Γιατί είναι δυνατόν, όπως πιο πάνω είπαμε, να χρησιμοποιήσει κανείς τις ίδιες μεθόδους και να δημιουργήσει τελείως διαφορετικές παραστάσεις. Καλύτερα⁽³⁾ δε απ' όλους θα πετύχει εκείνος που θα βρει την πιο χαριτωμένη διάταξη, εκείνη με τις περισσότερες επινοήσεις⁽⁴⁾.

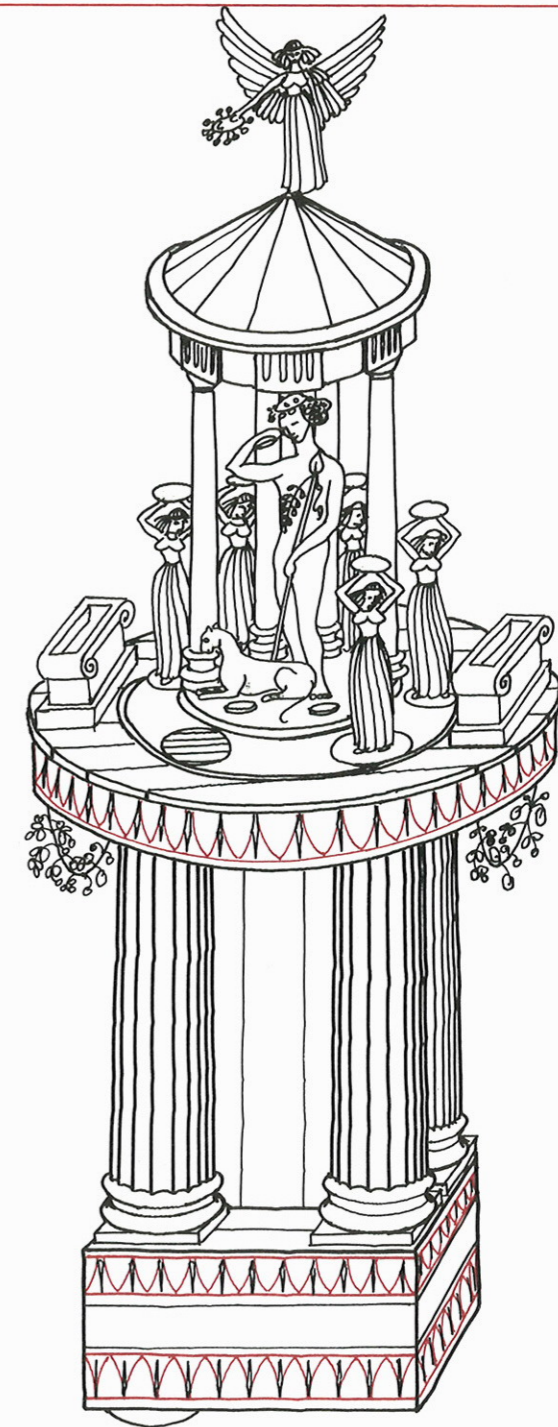
Η παράσταση που εμείς εκθέτουμε είναι η ακόλουθη.

2.12 (1) οἱ ἀρχαῖοι / οι αρχαῖοι αυτοματοποιοί
 (2) κατασκεύασμα, τό / το αποτέλεσμα της κατασκευής, τεχνικό δημιούργημα
 (3) βέλτιον (επίρρ.) / καλύτερα
 (4) χαρίεις, χαριέστερος (επίθ.) / αυτός με τις περισσότερες χάρες, τα πιο πολλά χαρίσματα: α) ο πιο όμορφος, β) ο πιο καλός, ο πιο αξιόλογος

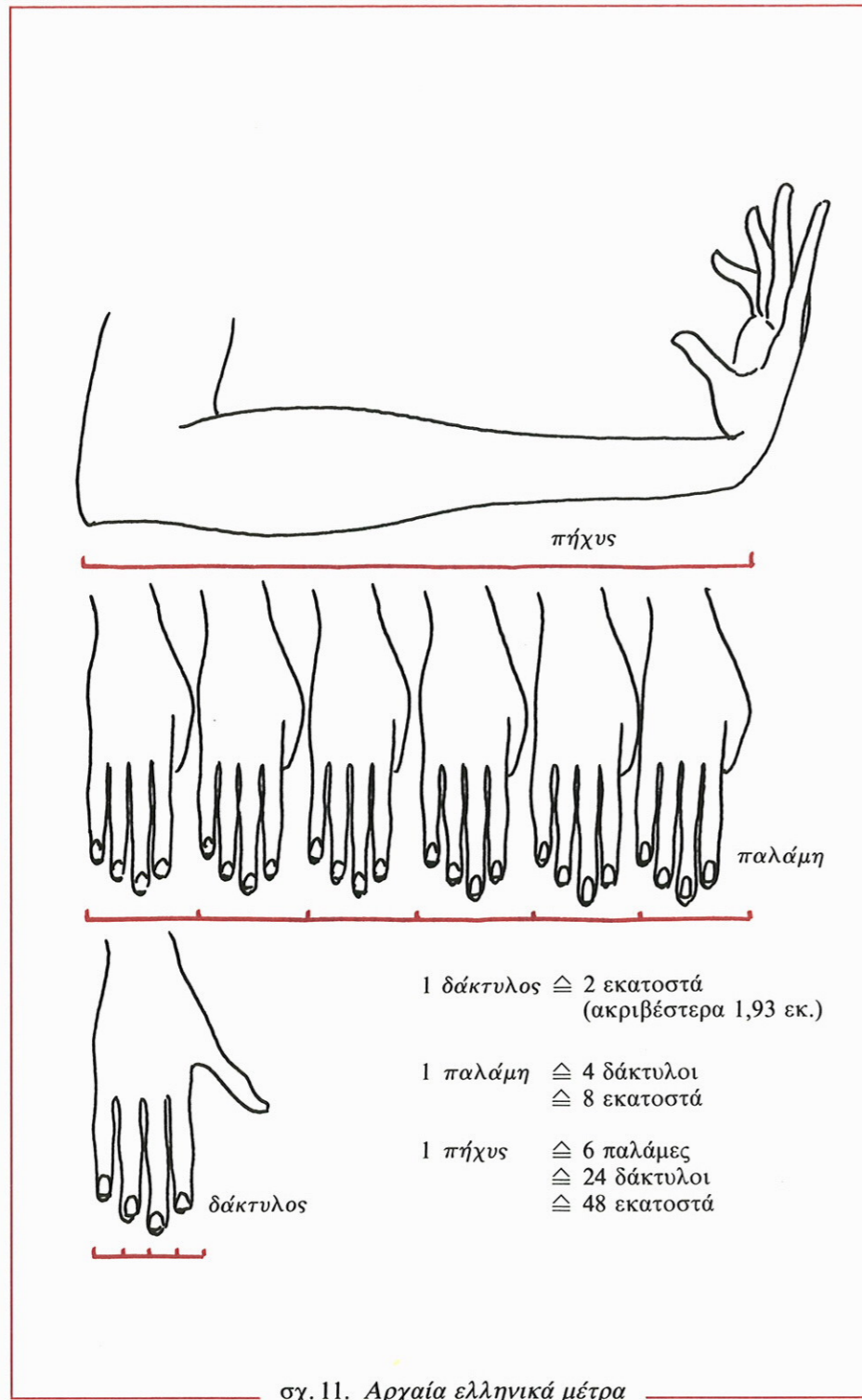
Βιβλίο Α

Κινητά αυτόματα

Περὶ ὑπαγόντων αὐτομάτων



σχ. 10. Το κινητό αυτόματο του Ήρωνα

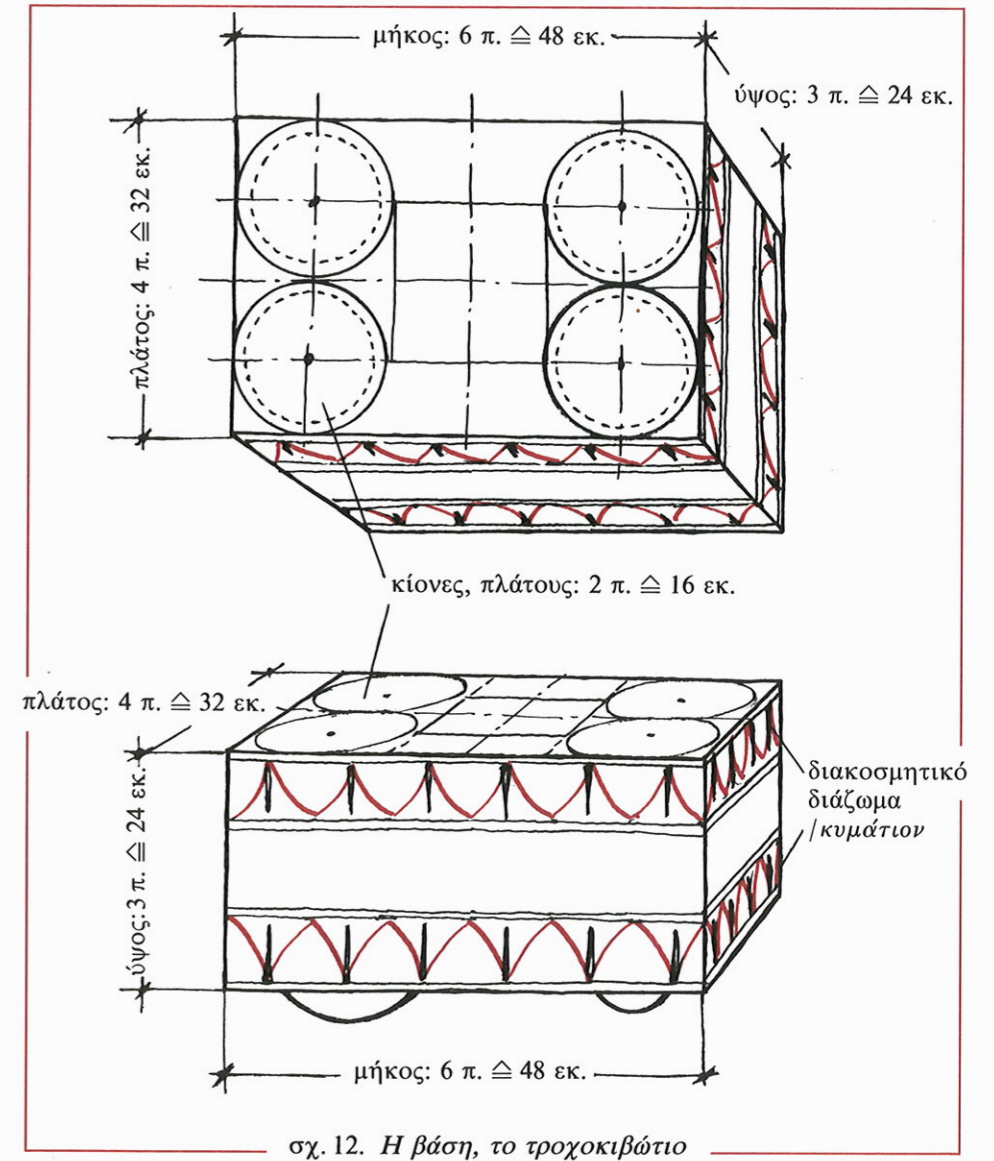


Κεφάλαιο 3

Η διάταξη, η γεωμετρία, η μορφή του κινητού αυτομάτου

1 Έστω βάσις μῆκος ἔχουσα ὡς πήχυος, πλάτος δὲ ὡς παλαιστῶν τεσσάρων, ὕψος δὲ

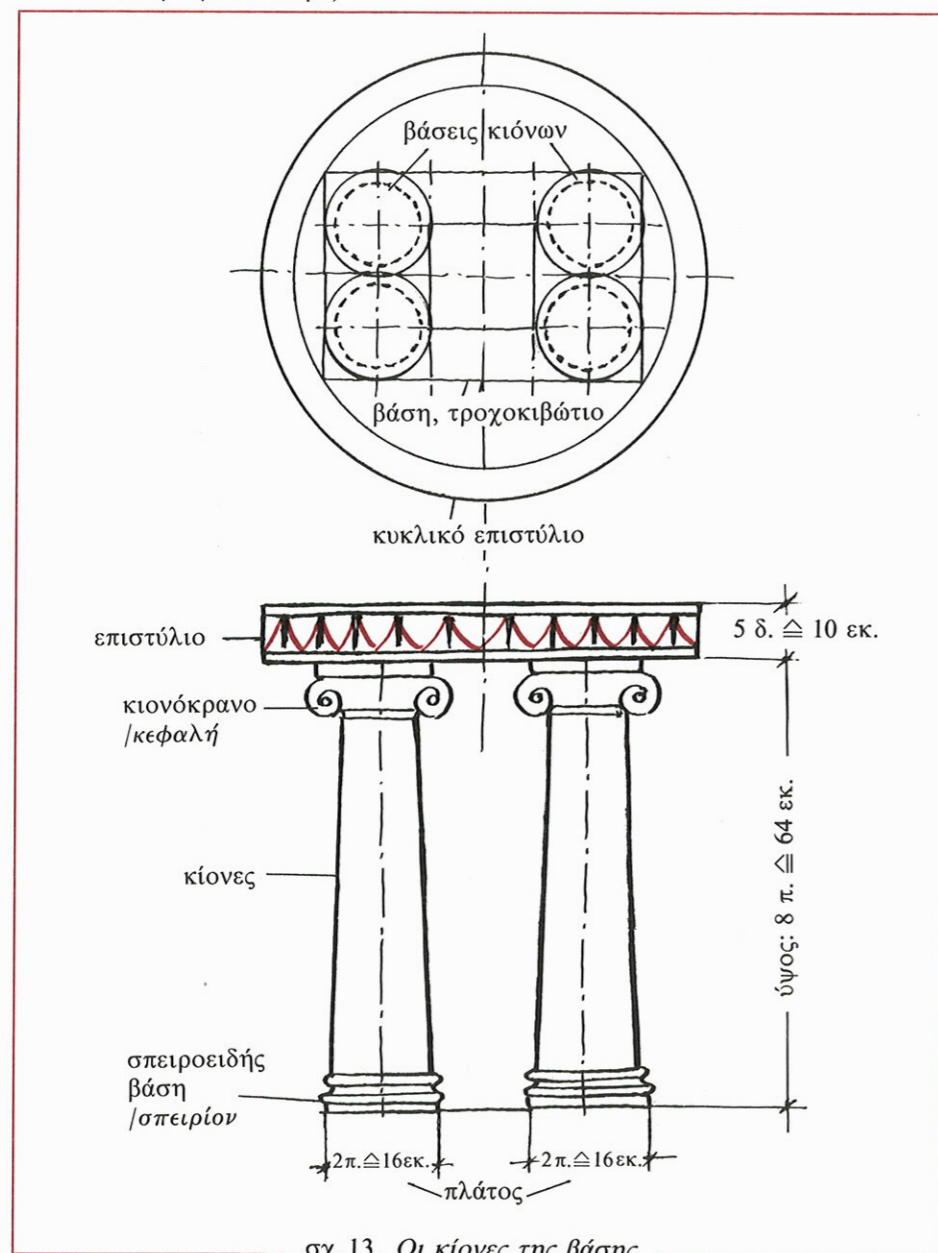
1 Η βάση έχει μήκος περίπου έναν πήχυ (48 εκ.), πλάτος μέχρι τέσσερις παλάμες (32 εκ.) και ὕψος μέχρι



ὡς παλαιστῶν τριῶν, κυμάτιον ἔχουσα περιτρέχον εἰς τε τὸ ἄνω καὶ τὸ κάτω μέρος. ἐπὶ δὲ τῶν γωνιῶν αὐτῆς ἐφέστη-

τρεις παλάμες (24 εκ.), ἐνῶ στο ἐπάνω καὶ στο κάτω μέρος τῆς ἔχει περιμετρικὰ ἓνα διακοσμητικὸ διάζωμα⁽¹⁾ (σχ. 12).

3.1 (1) κυμάτιον, τό / κυμάτιο, διακοσμητικὸ διάζωμα, (ζωγραφισμένο, χαραγμένο ἢ ἀνάγλυφο διάκοσμο)

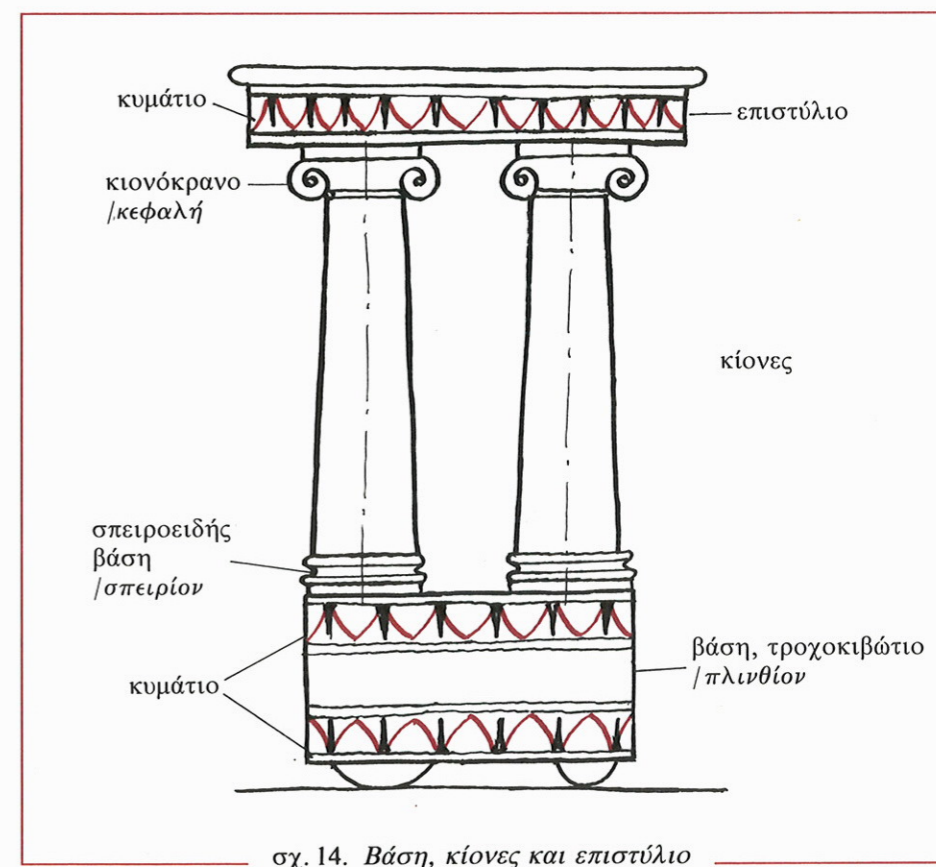


σχ. 13. Οἱ κίονες τῆς βάσης

κε κίονια τέσσαρα, ὕψος μὲν ἔχοντα ὡς παλαιστῶν ἡ', πλάτος δὲ παλαιστῶν δύο, ἔχοντα ὑποκείμενα σπειρία καὶ τούτοις ἀρμοζούσας κεφαλὰς ἐπικειμένους. ἐπὶ δὲ τῶν κεφαλῶν ἐπίκειται καθάπερ ἐπιστύλιον κύκλω ὕψος ἔχον ὄγδοον τοῦ κίονος ὄλου, ὡς δακτύλων ε'.

Στις γωνίες τῆς βάσης στέκονται τέσσερις μικροὶ στύλοι⁽²⁾, που ἔχουν ὕψος οκτὼ παλάμες (64 εκ.) καὶ πλάτος 2 παλάμες (16 εκ.), με σπειροειδεῖς βάσεις⁽³⁾ καὶ κιονόκρανα⁽⁴⁾ προσαρμωσμένα στην κορυφή. Πάνω στα κιονόκρανα εἶναι τοποθετημένο κυκλικὰ⁽⁵⁾ ἓνα εἶδος ἐπιστύλιου⁽⁶⁾, με ὕψος το ἓνα ὄγδοο του ὕψους του κίονα, δηλαδή πέντε δακτύλους (10 εκ.) (σχ. 13, 14).

- (2) κίων, ὄ / κίονιον, τό / μικρὸς στύλος, κίονας
 (3) σπειρίον, τό / σπειροειδῆς βάση των κίωνων
 (4) κεφαλή, ἡ / κιονόκρανο
 (5) κύκλω (ἐπίρρ.) / α) κυκλικὰ, περιμετρικὰ, εἴτε μεταφορικὰ: β) ολόγυρα, γύρω γύρω
 (6) ἐπιστύλιον, τό / ἐπιστύλιο, δοκὸς πάνω ἀπὸ τους στύλους



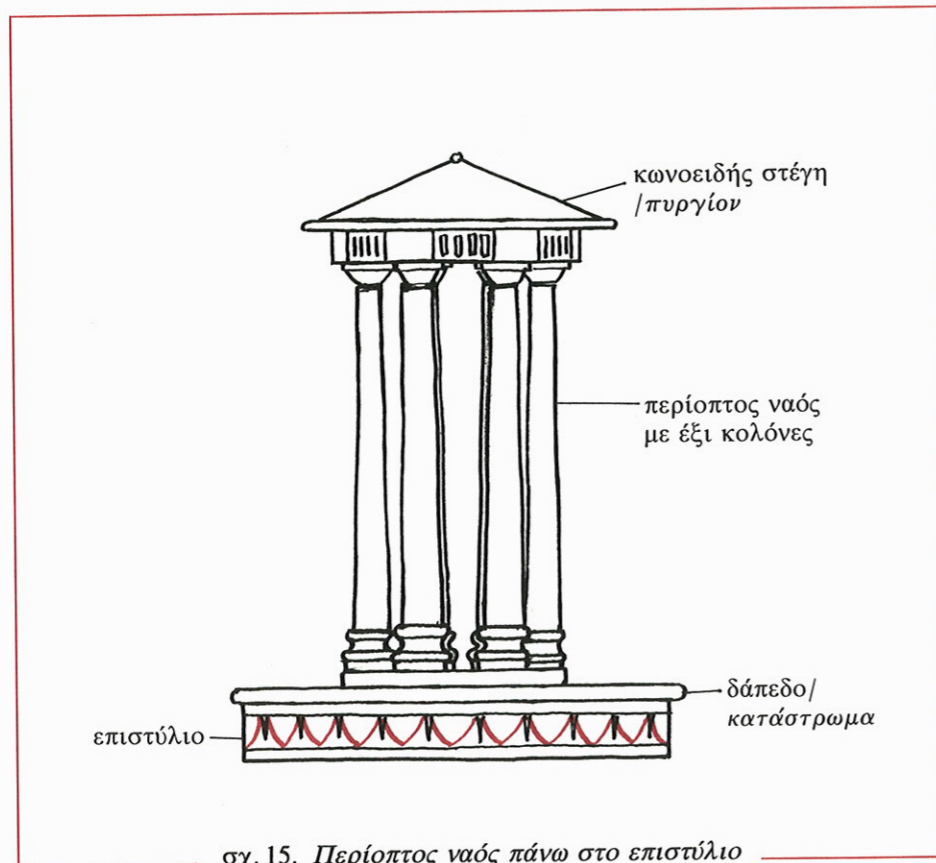
σχ. 14. Βάση, κίονες καὶ ἐπιστύλιο

2 κατὰ δὲ τῶν ἐπιστυλίων κατέστρωται σανίδια καλύπτοντα τὴν ἐπάνω ἐπιφάνειαν, καὶ περικείται κύκλω κυμάτιον. ἐπὶ δὲ τοῦ καταστρώματος ἐφέστηκε μέσον ναῖσκος στρογγύλος περιφανῆς ἔχων κίονας ἕξ. ἐπὶ δὲ τούτου πυργίον κωνοειδὲς ἐφέστηκε ἐντεταμένην ἔχον τὴν ἐπιφάνειαν, καθάπερ εἴρηται.

2 Πάνω στο επιστύλιο ἔχουν στρωθεῖ σανίδια, που καλύπτουν τὴν ἐπάνω ἐπιφάνεια, καὶ κυκλικά υπάρχουν γύρω γύρω πάλι διακοσμητικό διάζωμα.

Στο μέσον αὐτοῦ τοῦ δαπέδου⁽¹⁾ στέκεται ἕνας μικρός, στρογγυλός, περίοπτος⁽²⁾ ναός, που ἔχει ἕξι κολόνες. Πάνω του εἶναι τοποθετημένη κωνοειδῆς στέγη⁽³⁾ με εντεταμένη, ὅπως λέγεται, ἐπιφάνεια (σχ. 15).

- 3.2 ⁽¹⁾ καταστρώνω / κατασκευάζω ἐπίστρωμα, ἐπιστρώνω κατάστρωμα, τό / δάπεδο, πάτωμα, ἐπιστρωμένη ἐπάνω ἐπιφάνεια
⁽²⁾ περιφανῆς (επίθ.) / περίοπτος
⁽³⁾ πυργίον, τό / στέγη

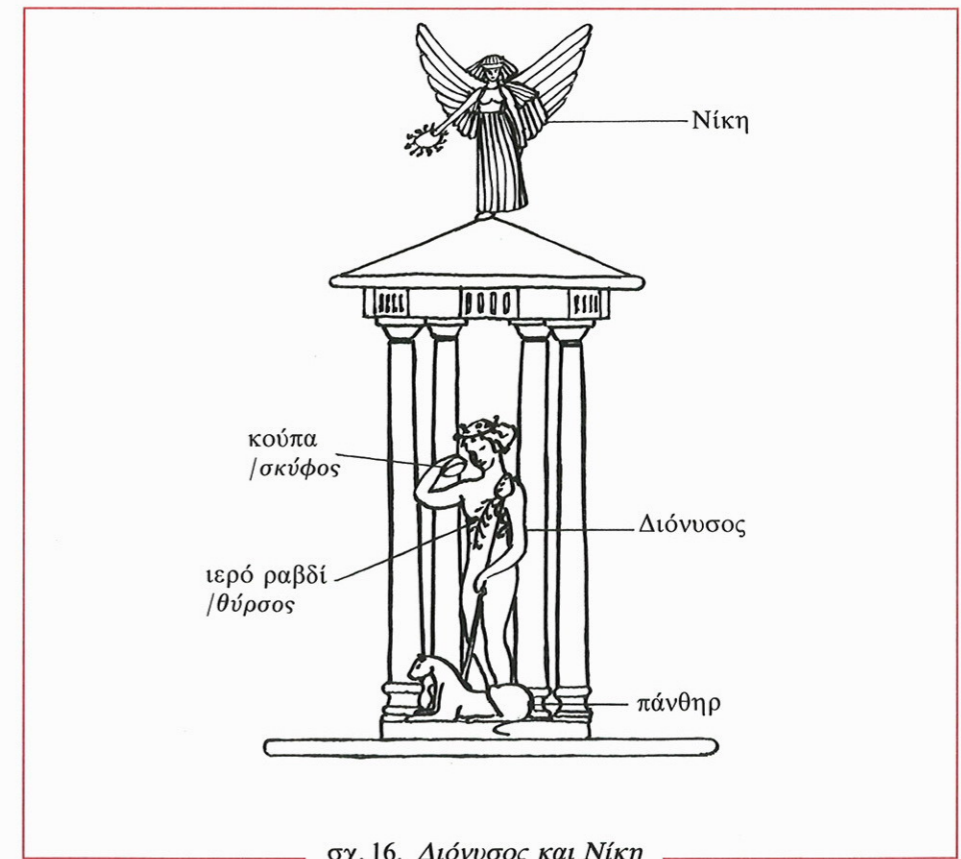


σχ. 15. Περίοπτος ναός πάνω στο επιστύλιο

3 ἐπὶ δὲ τῆς κορυφῆς ἐφέστηκε Νίκη ἐκπεπετακυῖα τὰς πτέρυγας καὶ ἐν τῇ δεξιᾷ χειρὶ στέφανον κατέχουσα. ἐν δὲ μέσῳ τοῦ ναῖσκου ζῶδιον Διονύσου ἐφέστηκε ἐν μὲν τῇ ἀριστερᾷ χειρὶ θύρσον κατέχον, ἐν δὲ τῇ δεξιᾷ σκύφον. παρακαθίζεται δὲ πανθηρίσκος πρὸς τοῖς τοῦ Διονύσου ποσί.

3 Καὶ στὴν κορυφὴ τῆς στέγης εἶναι στερεωμένη μια Νίκη, ἔχοντας ἀπλωμένα τα φτερά τῆς καὶ κρατώντας στὸ δεξί τῆς χέρι ἕνα στεφάνι. Στὴ μέση τοῦ μικροῦ ναοῦ εἶναι τοποθετημένο ἕνα ομοίωμα τοῦ Διονύσου, που κρατᾷ στὸ ἀριστερό του χέρι ἕνα ἱερό ραβδί⁽¹⁾ καὶ στὸ δεξί του χέρι μια κούπα⁽²⁾. Κοντὰ στα πόδια τοῦ Διονύσου κάθετα ἕνας μικρός πάνθηρας (σχ. 16).

- 3.3 ⁽¹⁾ θύρσος, ὁ / ἱερό ραβδί, στεφανωμένο με λουλούδια καὶ κορδέλλες, σύμβολο τοῦ θεοῦ Διονύσου
⁽²⁾ σκύφος, ὁ / πήλινο δοχεῖο, κούπα

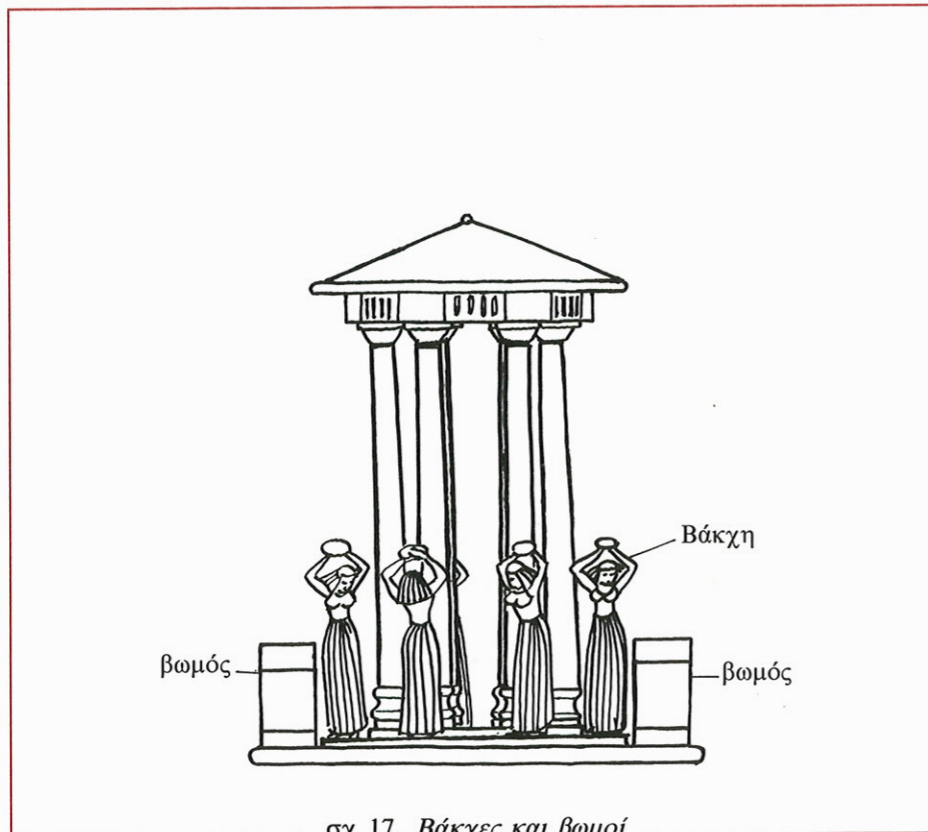


σχ. 16. Διόνυσος καὶ Νίκη

4 ἐν δὲ τοῖς ἔμπροσθεν καὶ τοῖς ὀπίσθεν μέρει τοῦ Διονύσου ἐπὶ τοῦ καταστρώματος βωμὸς ἐπίκειται ἔχων ξύσματα τῶν σανίδων τεκτονικὰ ξηρὰ ὥστε εὐκαυστα εἶναι. κατὰ δὲ κίονα τῶν ἐν τῷ ναῖσκῳ τοῦ Διονύσου παρέστηκεν ἐκτὸς τοῦ ναῖσκου Βάκχη⁽²⁾, που μπορεί να της δώσει διεσκευασμένη ὡς ἂν τις προαιρήται.

4 Μπροστά και πίσω από το Διόνυσο, πάνω στο δάπεδο βρίσκεται από ένας βωμός, γεμάτος με ροκανίδια⁽¹⁾, βγαλμένα απ' τις σανίδες και ξερά, για να είναι εύφλεκτα. Απέναντι από κάθε κολόνα του μικρού ναού του Διονύσου, και προς την εξωτερική πλευρά του ναού, στέκεται από μία Βάκχη⁽²⁾, που μπορεί να της δώσει κανείς όποια μορφή θέλει (σχ. 17).

3.4 ⁽¹⁾ τεκτονικά ξύσματα, τά / ροκανίδια
⁽²⁾ Βάκχη, ή / Βάκχη, ιέρεια του Διονύσου



σχ. 17. Βάκχες και βωμοί

Κεφάλαιο 4

Η παράσταση, οι κινήσεις του κινητού αυτομάτου

1 Τούτων δὲ οὕτως ὑπαρχόντων ἐν ἀρχῇ τεθέντος τοῦ αὐτομάτου ἐπὶ τινὰ τόπον καὶ ἀποστάντων μετ' οὐ πολὺν χρόνον ὑπάξει τὸ αὐτόματον ἐπὶ τινὰ ὠρισμένον τόπον. καὶ στάντος αὐτοῦ ἀνακαυθήσεται ὁ κατὰ πρόσθεν τοῦ Διονύσου βωμός. καὶ ἐκ μὲν τοῦ θύρσου τοῦ Διονύσου ἦτοι γάλα ἢ ὕδωρ ἐκπιτυσθήσεται, ἐκ δὲ τοῦ σκύφους οἶνος ἐκχυθήσεται ἐπὶ τὸν ὑποκείμενον πανθηρίσκον.

2 στεφανωθήσεται δὲ πᾶς ὁ παρὰ τοὺς τέσσαρας κίονας τῆς βάσεως τόπος. αἱ δὲ περικύκλῳ Βάκχαι περιελεύσονται χορεύουσαι περὶ τὸν ναῖσκον. καὶ ἦχος ἔσται τυμπάνων καὶ κυμβάλων. καὶ μετὰ ταῦτα σταθέντων τῶν ἦχων ἀποστραφήσεται τὸ τοῦ Διονύσου ζώδιον εἰς τὸ ἐκτὸς μέρος. ἅμα δὲ τούτῳ καὶ ἡ ἐπικειμένη τῷ πυργίῳ Νίκη συνεπιστραφήσεται.

3 καὶ πάλιν ὁ ἔμπροσθεν γεγονῶς τῷ Διονύσῳ βωμός, πρότερον δὲ ὀπίσθιος ὑπαρχων ἀνακαυθήσεται. καὶ πάλιν ἐκ μὲν τοῦ θύρσου ὁ ἀναπιτυσμός ἔσται, ἐκ δὲ τοῦ σκύ-

1 Αν υπάρχουν έτσι όλα αυτά, τοποθετούμε αρχικά το αὐτόματο σε κάποια θέση, και αφού απομακρυνθούμε, μετά από λίγο χρόνο μεταβαίνει το αὐτόματο σε κάποιαν ἄλλη ορισμένη θέση.

Κι όταν αυτό σταματήσει, φωτιά ανάβει στο βωμό μπροστά απ' το Διόνυσο. Κι απ' το ραβδί του Διονύσου αναβλύζει γάλα ή νερό κι απ' την κούπα του χύνεται κρασί πάνω στο μικρό πάνθηρα, που βρίσκεται από κάτω.

2 Και με λουλούδια στεφανώνεται ὅλος ο χώρος γύρω από τους τέσσερις στύλους της βάσης. Και οι κυκλικά τοποθετημένες Βάκχες γυρίζουν χορεύοντας γύρω από το μικρό ναό. Και ἦχος ακούγεται τυμπάνων και κυμβάλων.

Και μετά απ' αυτά, αφού οι ἦχοι σταματήσουν, στρέφεται η μορφή του Διονύσου προς τα έξω. Μαζί της στρέφεται και η μορφή της Νίκης πάνω στη στέγη.

3 Και πάλι ανάβει ο βωμός, που τώρα βρίσκεται μπροστά απ' το Διόνυσο, ενώ πριν ήταν πίσω του. Και πάλι αναβλύζει γάλα απ' το ιερό ραβδί και χύνεται κρασί απ' την κούπα. Και πάλι οι Βάκχες χορεύουν,

φοὺς ἢ ἔκχυσις. καὶ πάλιν αἱ Βάκχαι χορεύουσι περιερχόμεναι τὸν ναῖσκον μετὰ ψόφου τυμπάνων καὶ κυμβάλων. καὶ πάλιν σταθεισῶν αὐτῶν τὸ αὐτόματον ἀναχωρήσει εἰς τὸν ἐξ ἀρχῆς τόπον. καὶ οὕτως τέλος ἔξει ἢ ἐπίδειξις.

4 τοῖς δὲ εἰρημένοις μέτροις ἐχρησάμεθα ἀναγκαίως· μειζόνων γὰρ γενηθέντων ὑπόνοιαν ἔξει τὸ ὄραμα ὡς ἐντός τινος ταῦτα δημιουργοῦντος. διὸ δὴ ἔν τε τοῖς ὑπάγουσι καὶ ἐν τοῖς στατοῖς αὐτομάτοις δεῖ φυλάσσεσθαι τὰ μεγέθη διὰ τὴν ἐσομένην ὑπόνοιαν. τῆς οὖν διαθέσεως εἰρημένης ἐξῆς τὴν κατασκευὴν τῶν κατὰ μέρος ἐν αὐτῇ ποιησόμεθα.

γυρίζοντας γύρω ἀπὸ το μικρὸ ναό, με συνοδεία ἤχων ἀπὸ τύμπανα καὶ κύμβαλα.

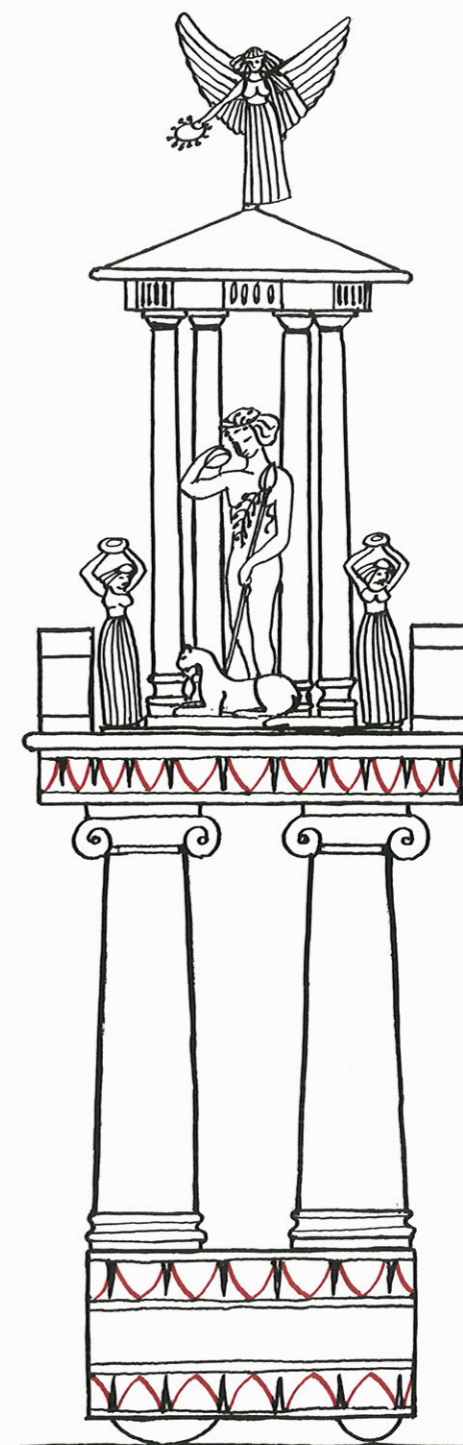
Καὶ ὅταν σταματήσουν ξανά, τὸ αὐτόματο ἐπανερχεται στὴν ἀρχικὴ τοῦ θέσης. Κι ἔτσι τελειώνει ἡ ἐπίδειξη⁽¹⁾ (σχ. 18).

4 Ἀναγκαστικά χρῆσιμοποιούμε τις διαστάσεις που ἀναφέραμε, γιατί ἀν τα αὐτόματα γίνουν μεγαλύτερα, τὸ θέαμα θα προκαλέσει τὴν υποψία, ὅτι ὅλες αὐτές τις κινήσεις τις κάνει κάποιος που βρίσκεται μέσα σ' αὐτά. Γι' αὐτὸ πρέπει λοιπὸν τόσο στα κινητὰ ὅσο καὶ στα σταθερὰ αὐτόματα να τηροῦνται οἱ διαστάσεις, για να ἀποφεύγονται τέτοιες υποψίες⁽¹⁾ (σχ. 19).

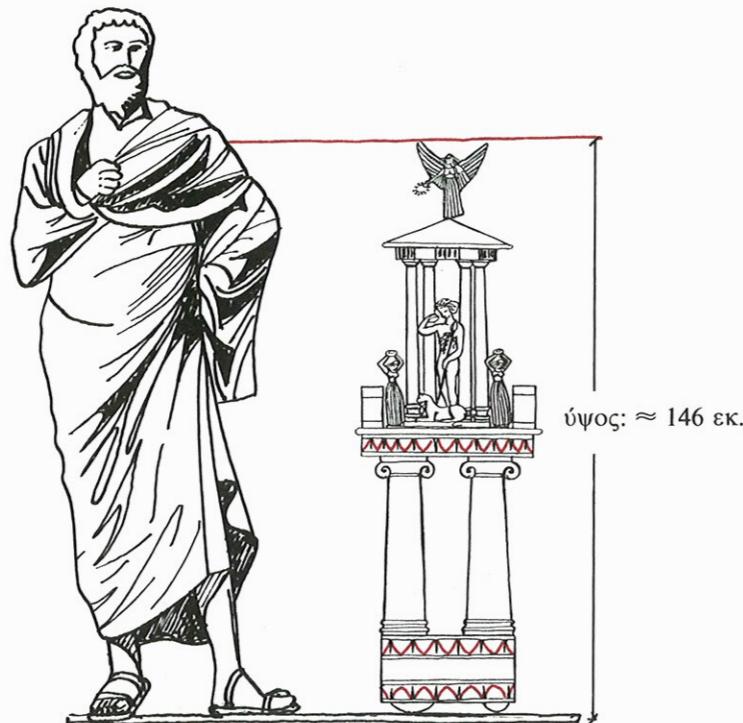
Ἀφοῦ περιγράψαμε λοιπὸν τὴ μορφή του αὐτομάτου, θα προχωρήσουμε στὴν κατασκευὴ ὅλων των ἐπιμέρους μηχανισμῶν του.

4.3 (1) ἐπίδειξις, ἢ / ἐπίδειξη, παρουσίαση, παράσταση

4.4 (1) Το ὕψος του κινητοῦ αὐτομάτου, σύμφωνα με τις διαστάσεις του Ἡρώνα (3.1), εἶναι: βάση: 24 εκ., κίονες βάσης: 64 εκ., ἐπιστύλιο: 10 εκ., σύνολο: 98 εκ. Ἀν θεωρήσουμε ὅτι ὁ περίοπτος ναὸς με τὴ βάση του ἦταν περίπου ἕναν πῆχυ ψηλός, δηλ. 48 εκ., τότε τὸ κινητὸ αὐτόματο θα εἶχε ὕψος: 146 εκ. Ἀντίστοιχο ἦταν καὶ τὸ ὕψος του σταθεροῦ αὐτομάτου



σχ. 18. Ὅψη του κινητοῦ αὐτομάτου του Ἡρώνα



σχ. 19. Το μέγεθος του κινητού αυτομάτου

Κεφάλαιο 5

Η ευθύγραμμη κίνηση του αυτομάτου

1 Οἱ μὲν οὖν πρὸ ἡμῶν τὴν ἐπὶ μιᾶς ὁδὸν τῆς τε πορείας καὶ τῆς ἀποπορείας παρέδωκαν ἡμῖν καὶ ταύτην κακοπαθῆ τε καὶ ἐπικίνδυνον· σπάνιον γὰρ ἐπιτυχεῖν κατακολουθοῦντα ταῖς ὑπ' αὐτῶν ἀναγεγραμμέναις μεθόδοις, ὡς ἔστι φανερόν τοῖς πεπειραμένοις αὐτῶν.

2 ἡμεῖς δὲ ὑποδείξομεν, ὡς ἔστι τὴν ἐπ' εὐθείας πορείαν καὶ ἀποπορείαν γίνεσθαι εὐκόπως τε καὶ ἀκινδύνως ἔτι τε καὶ ὡς ἔστι τὸ πλινθίον ἢ τὸ ζώδιον κατὰ κύκλου τοῦ δοθέντος φέρεσθαι, οὐ μὴν ἀλλὰ καὶ ἐν παραλληλογράμμῳ ὀρθογωνίῳ τῷ δοθέντι φέρεσθαι.

3 Καὶ πρότερον, ὡς ἐπὶ εὐθείας, ἐροῦμεν.

1 Οἱ προγενέστεροι μηχανικοί⁽¹⁾ μᾶς παρέδωσαν μηχανισμούς για την ευθύγραμμη μετάβαση⁽²⁾ και επιστροφή⁽³⁾ του αυτομάτου και αυτούς μάλιστα κακότεχνους και επικίνδυνους. Γιατί σπάνια μπορεί να πετύχει κανείς στο έργο του, αν ακολουθήσει τις μεθόδους που αυτοί έχουν γράψει⁽⁴⁾, όπως είναι φανερό σε όσους έχουν αποκτήσει πείρα⁽⁵⁾ με την εφαρμογή τέτοιων μεθόδων.

2 Εμείς όμως θα δείξουμε, πώς μπορεί εύκολα και ακίνδυνα να γίνει η ευθύγραμμη μετάβαση και επιστροφή, κι ακόμα πώς μπορεί το πλαίσιο ή το είδωλο να κινείται πάνω σε έναν ορισμένο κύκλο, αλλά και πάνω σε ένα δεδομένο ορθογώνιο παραλληλόγραμμο.

3 Αρχικά θα πούμε, πώς γίνεται η κίνηση πάνω σε ευθεία γραμμή.

5.1 (1) οἱ πρὸ ἡμῶν / οἱ πρὶν ἀπὸ μας, οἱ προγενέστεροί μας
 (2) πορεία, ἢ / ευθύγραμμη μετάβαση, κίνηση πρὸς τα εμπρός
 (3) ἀποπορεία, ἢ / ευθύγραμμη επιστροφή, κίνηση πρὸς τα πίσω
 (4) ἀναγεγραμμένοι μέθοδοι / μέθοδοι που ἔχουν γραφεί
 (5) οἱ πεπειραμένοι / ὅσοι ἔχουν πείρα, ἔχουν πειραματισθεῖ, ἔχουν δοκιμάσει να εφαρμόσουν

Ἐστω γάρ τι πλινθίον τὸ ΑΒΓΔ, ἐν ᾧ ἄξων διακείσθω ὁ ΕΖ ἐν κνώδαξι στρεφόμενος, ἐμβεβηκῶς εἰς πυελίδας οὖσας ἐν τοῖς τοῦ πλινθίου τοίχοις. τῷ δὲ ἄξωνι συμφυεῖς ἕστωσαν δύο τροχοὶ ἴσοι οἱ ΗΘ, ΚΛ τὰς περιφερείας εἰργασμένοι φακοειδεῖς· καὶ κατὰ μέσον τὸν ἄξωνα ἐξελίκτρα ἢ ΜΝ καὶ αὐτὴ συμφυῆς τῷ ἄξωνι, περὶ ἣν ἢ σπάρτος ἐπιληθήσεται.

4 ταύτη δὲ συμφυῆς ἔστω τύλος ὁ Ξ, περὶ δὴν ἢ τῆς σπάρτου ἀγκύλη περικείμεται. ἕτερος δὲ ἔστω τροχὸς κατὰ μέσην τὴν ΓΔ πλευρὰν ὁ ΟΠ ἐν πηγμάτωνι πολευόμενος τῷ ΡΣΤΥ περὶ ἄξωνα τὸν ΦΧ μικρὸν σφόδρα. οὕτως δὲ ἐνηρμόσθησαν οἱ ἄξωνες τῶν τροχῶν, ὥστε τὸ πλινθίον ἀκλινὲς καθεστάναι κατὰ πᾶν μέρος. τῆς οὖν ἀγκύλης τῆς σπάρτου περιβληθείσης περὶ τὸν Ξ τύλον, ἐπιλείσθω περὶ τὴν ἐξελίκτραν ἢ σπάρτος.

- 5.3 (1) πλινθίον, τό / ορθογώνιο πλαίσιο, τροχοκιβώτιο
 (2) ἄξων, ὁ / ἄξωνας
 (3) κνώδαξ, ὁ / κατεργασμένο στον τόρνο ἄκρο ενός ἄξωνα, σημείο ἐδρασης καὶ περιστροφῆς, στροφέας
 (4) πυελίς, ἢ / ἀξονικό ἐδρανο, δαχτυλίδι, τριβέας
 (5) φακοειδής (επίθ.) / σφαιρικός, κυρτός, σε σχῆμα φακού φακός, ὁ / ο καρπός της φακῆς
 (6) ἐξελίκτρα, ἢ / κύλινδρος περιέλιξης, καρούλι, κουβαρίστρα
 (7) σπάρτος, ὁ / σχοινί
- 5.4 (1) τύλος, ὁ / ξυλόκαρφο, πῖρος
 (2) ἀγκύλη, ἢ / θηλιά
 (3) πῆγμα, τό / ξύλινο πλαίσιο στήριξης, κριώμα, ξυλόδεμα, στήριγμα ἀπὸ ξύλα

Ἀς θεωρήσουμε λοιπὸν ἓνα ορθογώνιο πλαίσιο⁽¹⁾, τὸ ΑΒΓΔ, στο ὁποῖο τοποθετοῦμε ἓναν ἄξωνα⁽²⁾, τὸν ΕΖ, στρεφόμενο στα τορνευμένα ἄκρα του⁽³⁾, που κινούνται μέσα σε δαχτυλίδια⁽⁴⁾, ενσωματωμένα στα τοιχώματα του πλαισίου.

Στον ἄξωνα εἶναι ενσωματωμένοι δύο ἴσοι τροχοί, οἱ ΗΘ καὶ ΚΛ, με σφαιρικά κατεργασμένες⁽⁵⁾ περιφέρειες. Ὁ ἄξωνας διαπερνά στο μέσον ἓναν κύλινδρο περιέλιξης⁽⁶⁾, τὸν ΜΝ, που εἶναι ενσωματωμένος με τὸν ἄξωνα καὶ γύρω ἀπὸ τὸν ὁποῖο τυλίγουμε τὸ σχοινί⁽⁷⁾.

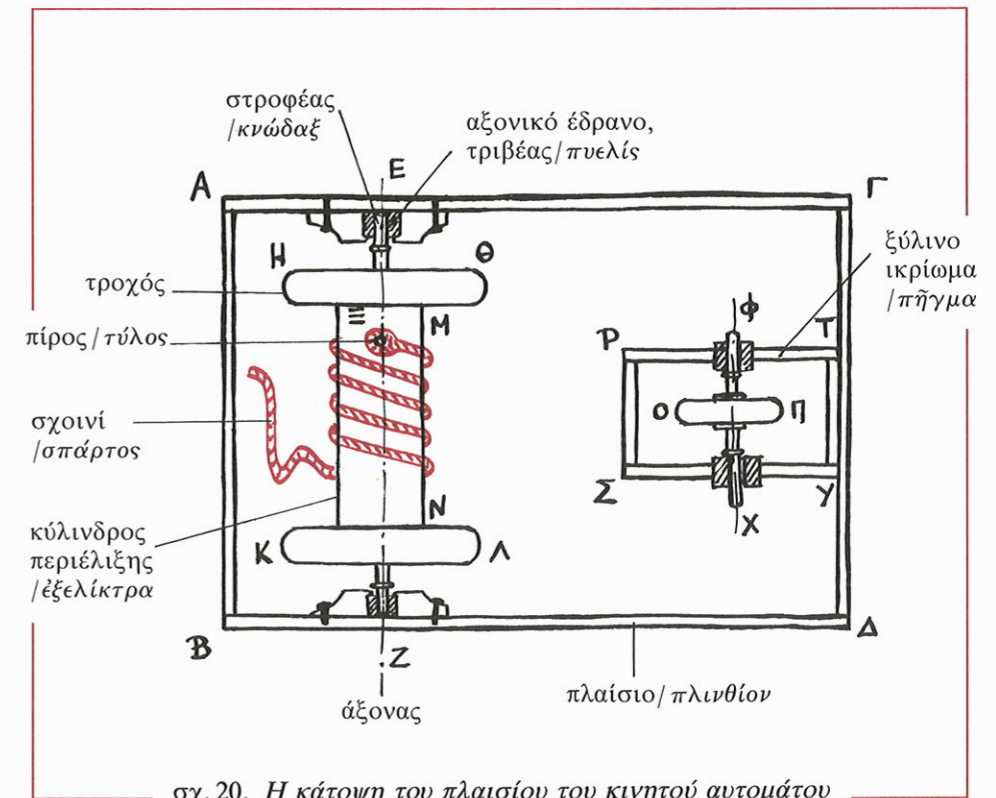
4 Στον κύλινδρο αὐτὸ εἶναι σφηνωμένο ἓνα ξυλόκαρφο⁽¹⁾, τὸ Ξ, στο ὁποῖο περνάμε τὴ θηλιά⁽²⁾ τοῦ σχοινοῦ. Ἄλλος ἓνας τροχός, ὁ ΟΠ, βρίσκεται στη μέση τῆς πλευρᾶς ΓΔ, μέσα σε ἓνα ξύλινο κριώμα⁽³⁾, τὸ ΡΣΤΥ, περιστρεφόμενος γύρω ἀπὸ ἓναν πολὺ μικρὸ ἄξωνα, τὸν ΦΧ (σχ. 20). Οἱ ἄξωνες τῶν τροχῶν εἶναι ἔτσι προσαρμοσμένοι, ὥστε τὸ πλαίσιο νὰ μὴν ἔχει κλίση πρὸς καμία πλευρά. Ἀφοῦ λοιπὸν περάσουμε τὴ θηλιά τοῦ σχοινοῦ στον πῖρο Ξ, τυλίγουμε τὸ σχοινί γύρω ἀπὸ τὸν κύλινδρο περιέλιξης.

5 καὶ σύριγγος ἐπικειμένης τετραγώνου πρὸς ὀρθὰς κατὰ μέσον τὸ πλινθίον, ἢ ἑτέρα ἀρχὴ τῆς σπάρτου διὰ τροχήλου ἀποδεδοσθῶ εἰς τὸ ἄνω μέρος τῆς σύριγγος καὶ ἐξήφθω εἰς μολιβοῦν βάρος ἐνδὸν ἐντὸς ἐν τῇ σύριγγι. οὐκοῦν ἐάν τις ἀφῆ τὸ βάρος ἐν τῇ σύριγγι κάτω φέρεσθαι, τείνει τὴν σπάρτον. αὕτη δὲ ἀπειλουμένη ἀπὸ τῆς ἐξελίκτρας ἐπιστρέψει τοὺς ΗΘ, ΚΛ τροχοὺς· οὗτοι δὲ κατὰ τοῦ ἐδά-

5 Στη μέση τοῦ πλαισίου καὶ κάθετα πάνω σ' αὐτὸ στήνουμε ἓνα τετράγωνο σωληνοειδῆ θάλαμο⁽¹⁾, περνάμε τὴν ἄλλη ἄκρη τοῦ σχοινοῦ μέσα ἀπὸ μιὰ τροχαλία⁽²⁾, φθάνουμε στο ἐπάνω μέρος τοῦ θαλάμου, καὶ τὴ συνδέουμε με τὸ μολύβδινο βάρος⁽³⁾ που βρίσκεται μέσα στο θάλαμο.

Ἀν λοιπὸν ἀφήσει κανεὶς τὸ βάρος νὰ πέσει μέσα στο θάλαμο, τότε αὐτὸ τεντώνει τὸ σχοινί, που με τὴ σειρά τοῦ ξετυλίγεται ἀπὸ τὸν κύλινδρο περιέλιξης καὶ περιστρέφει

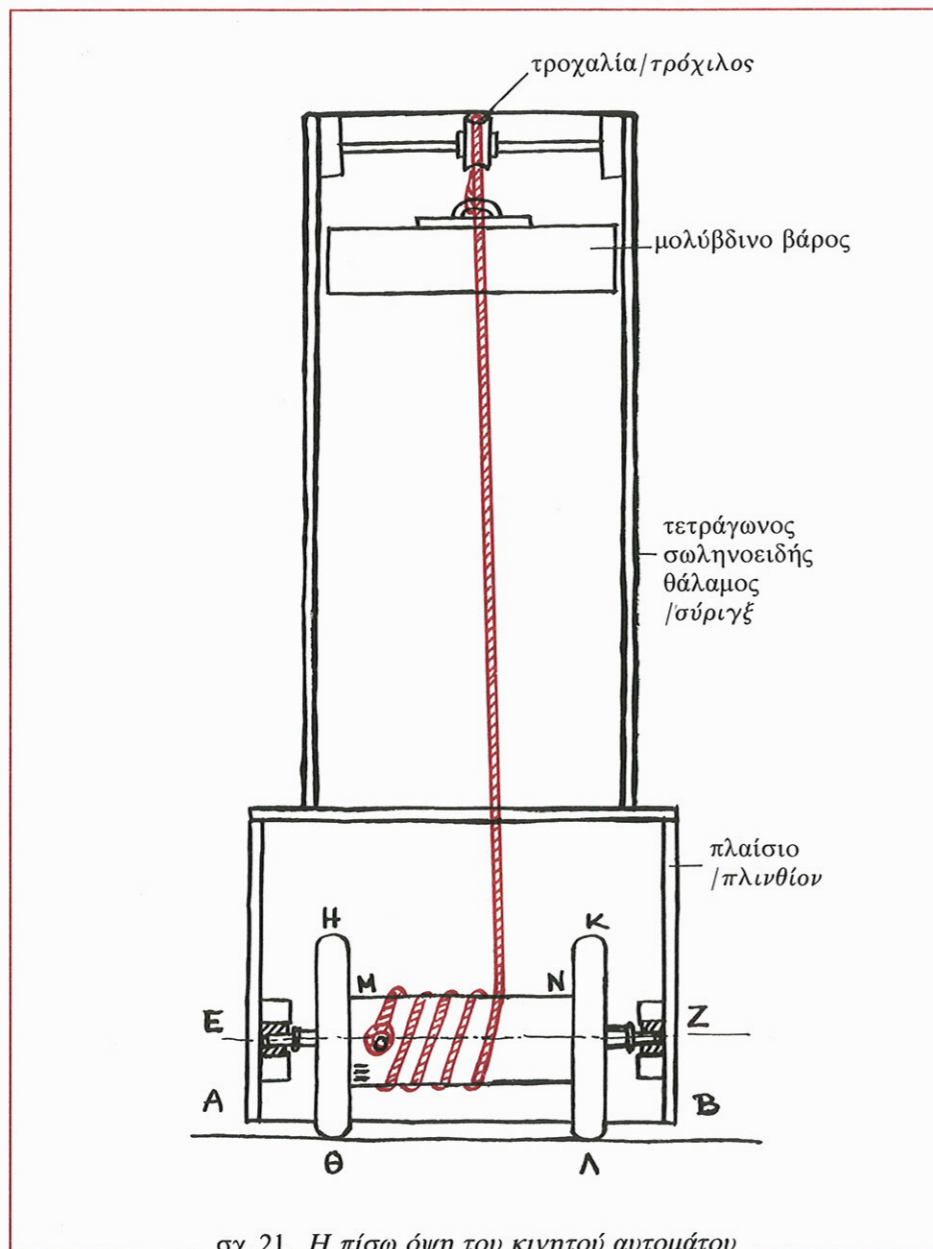
- 5.5 (1) σύριγγ, ἢ / σωληνοειδῆς θάλαμος
 (2) τροχίλος, ὁ / μικρὸς τροχός, τροχίσκος, τροχαλία
 (3) μολιβοῦν βάρος / μολύβδινο βάρος



σχ. 20. Ἡ κάτοψη τοῦ πλαισίου τοῦ κινητοῦ αυτομάτου

φους κυλιόμενοι άξουσι τὸ πλινθιον, ἄχρις ἂν ἦτοι ἢ ἀγκύλη ἐκπέση ἀπὸ τοῦ τύλου ἢ τὸ βάρος ἐπικαθίση τι- νί.

τους τροχούς ΗΘ και ΚΛ. Ἐτσι οι τροχοί, κυλώντας πάνω στο έδαφος, μετακινούν το πλαίσιο, ἔως ὅτου η θηλιά πέσει ἀπὸ τον πίρο ἢ το βάρος ἐπικαθήσει στο δάπεδο του θαλάμου (σχ. 21).



σχ. 21. Η πίσω όψη του κινητού αυτομάτου

Κεφάλαιο 6

Ο προγραμματισμός της ευθύγραμμης μετάβασης και επιστροφής

1 Ἡ μὲν οὖν πορεία γίνεται τὸν εἰρημένον τρόπον, ἢ δὲ ἀποπορεία οὕτως.

Ἐπειληθείσης γὰρ τῆς σπάρτου περὶ τὴν ἐξελίκτραν ἐπὶ τι μέρος, περιτεθεῖσα περὶ τὸν Ξ τύλον τὰ ἐναντία ἐπειλείσθω τῇ πρότερον περὶ τὴν ἐξελίκτραν. εἶτα ἀποδεδοσθω ὁμοίως εἰς τὴν λείαν κρίκου συνεχομένου αὐτῇ. πάλιν οὖν καταφερομένη ἢ λεία ἀπειλήσει τὴν πρώτην ἐπειλήσει, καὶ τὸ πλινθιον πορευθήσεται.

2 εἶτα ἀποστᾶσα ἀπὸ τοῦ τύλου εἰς τὰ ἐναντία ἐπιστρέψει τοὺς τροχούς. καὶ οὕτως ἔσται ἢ ἀποπορεία τοῦ πλινθίου. ἐὰν δὲ βουλόμεθα πορευθὲν τὸ πλινθιον στῆναι ἐπὶ τινα χρόνον καὶ οὕτως τὴν ἀποπορείαν ποιήσασθαι, ἐπειλήσαντες τὴν σπάρτον καὶ περιβαλόντες περὶ τὸν τύλον οὐκ εὐθέως τὰ ἐναντία ἐπειλησόμεθα, ἀλλὰ μηρυμάτιον ποιήσαντες καὶ προσκολλησάντες ἐπειλήσομεν ἐ-

1 Η ευθύγραμμη κίνηση προς τα εμπρός γίνεται λοιπόν με τον τρόπο που είπαμε, ενώ η επιστροφή, η αντίθετη δηλαδή κίνηση προς τα πίσω, γίνεται ως εξής.

Αφού τυλίξουμε το σχοινί σε ένα τμήμα του κυλίνδρου περιέλιξης (δεξιόστροφα) και το περάσουμε γύρω από τον πίρο Ξ, το τυλίγουμε κατόπιν στον κύλινδρο με φορά αντίθετη από την προηγούμενη (αριστερόστροφα). Ἐπειτα το δένουμε, ὅπως και πρώτα, με το αντίβαρο μέσω ενός κρίκου συνδεδεμένου μ' αυτό. Το αντίβαρο πέφτοντας ξετυλίγει τις πρώτες (δεξιόστροφες) περιελίξεις και έτσι το πλαίσιο κινείται προς τα εμπρός.

2 Όταν όμως το σχοινί ξεπεράσει τον πίρο, (αρχίζουν να ξετυλίγονται οι αριστερόστροφες περιελίξεις), οι τροχοί γυρίζουν ανάποδα, και έτσι γίνεται η επιστροφή του πλαισίου.

Αν όμως θέλουμε να προχωρήσει το πλαίσιο, να σταθεί ακίνητο για ένα χρονικό διάστημα και μετά να αρχίσει την επιστροφή, πρέπει να ενεργήσουμε ως εξής. Αφού τυλίξουμε το σχοινί και το περάσουμε γύρω από τον πίρο, να μην το ξανατυλίξουμε αμέσως προς την αντίθετη φορά, αλλά να σχηματίσουμε μια

πὶ τὴν ἐξελίκτραν καὶ πάλιν τὰ ἐναντία ἐπειλήσαντες ἀποδώσομεν εἰς τὴν λείαν, καὶ ἔσται τὸ προκείμενον.

3 ἔὰν δὲ καὶ πολλάκις βουλώμεθα πορεύεσθαι τε καὶ ἀποπορεύεσθαι τὸ πλινθίον, πλεονάκις καὶ τὰς ἐναλλαγὰς ἐπειλήσεις ποιησόμεθα καὶ τὰ διαστήματα ἡλίκα ἂν προαιρώμεθα καὶ τοὺς τῶν δαιμόνων χρόνους ποιήσομεν διὰ τῶν μηνυμάτων ἡλίκοις ἂν προαιρώμεθα.

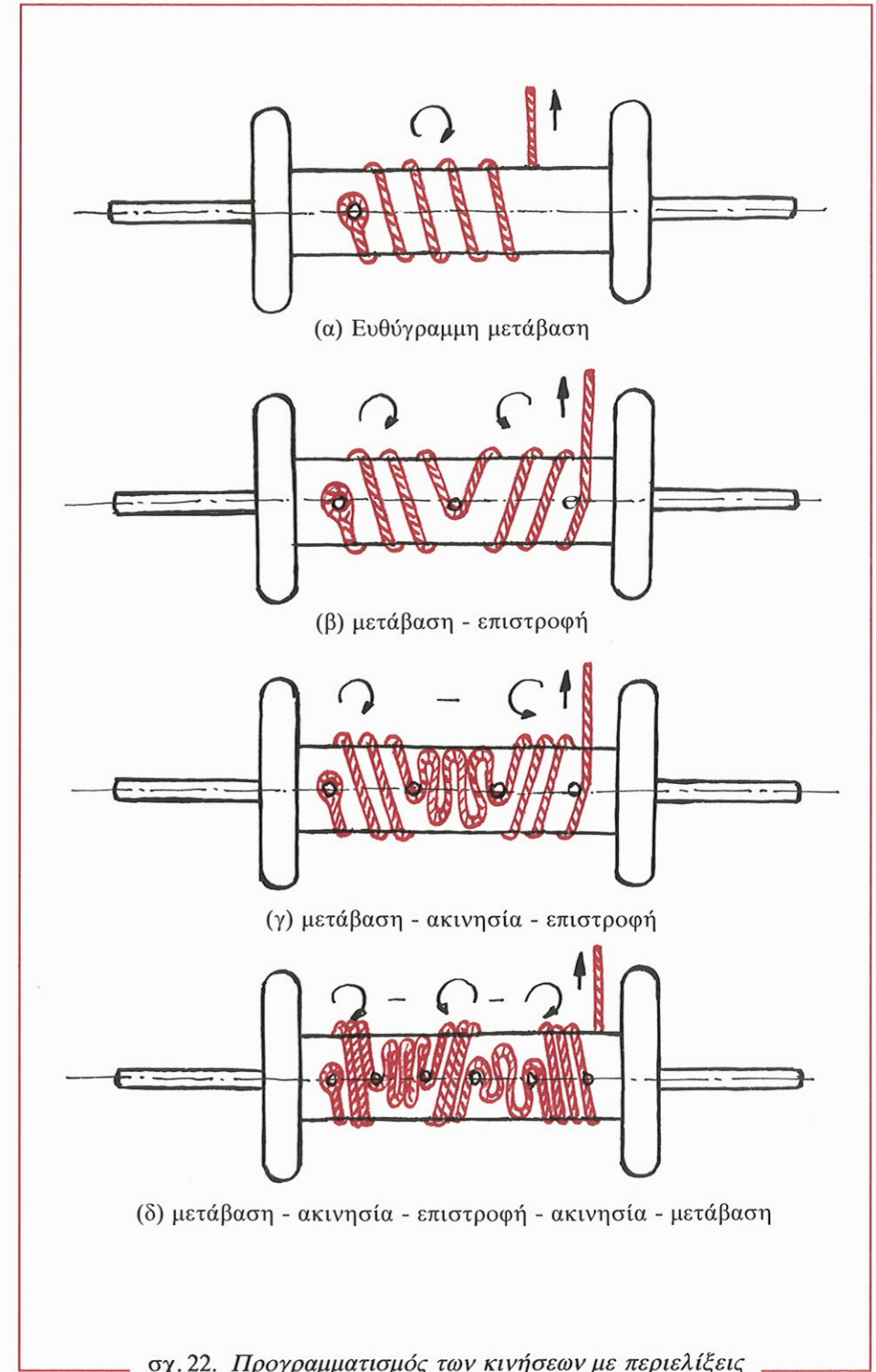
4 νοείσθω δὲ καὶ κατὰ κρόταφον τὸ πλινθίον σὺν τῇ σύριγγι ὀρώμενον, καὶ ἔστω πλινθίον μὲν τὸ ΨΩ, ἐξελίκτρα δὲ ἡ Σ, σύριγξ δὲ ἡ Τ, σπάρτος δὲ ἡ ΑΒ περὶ τροχίλον δὲ περικειμένη τὸν Γ, λεία δὲ ἡ Δ, ὁ δὲ ἐν αὐτῇ κρίκος ὁ Ε.

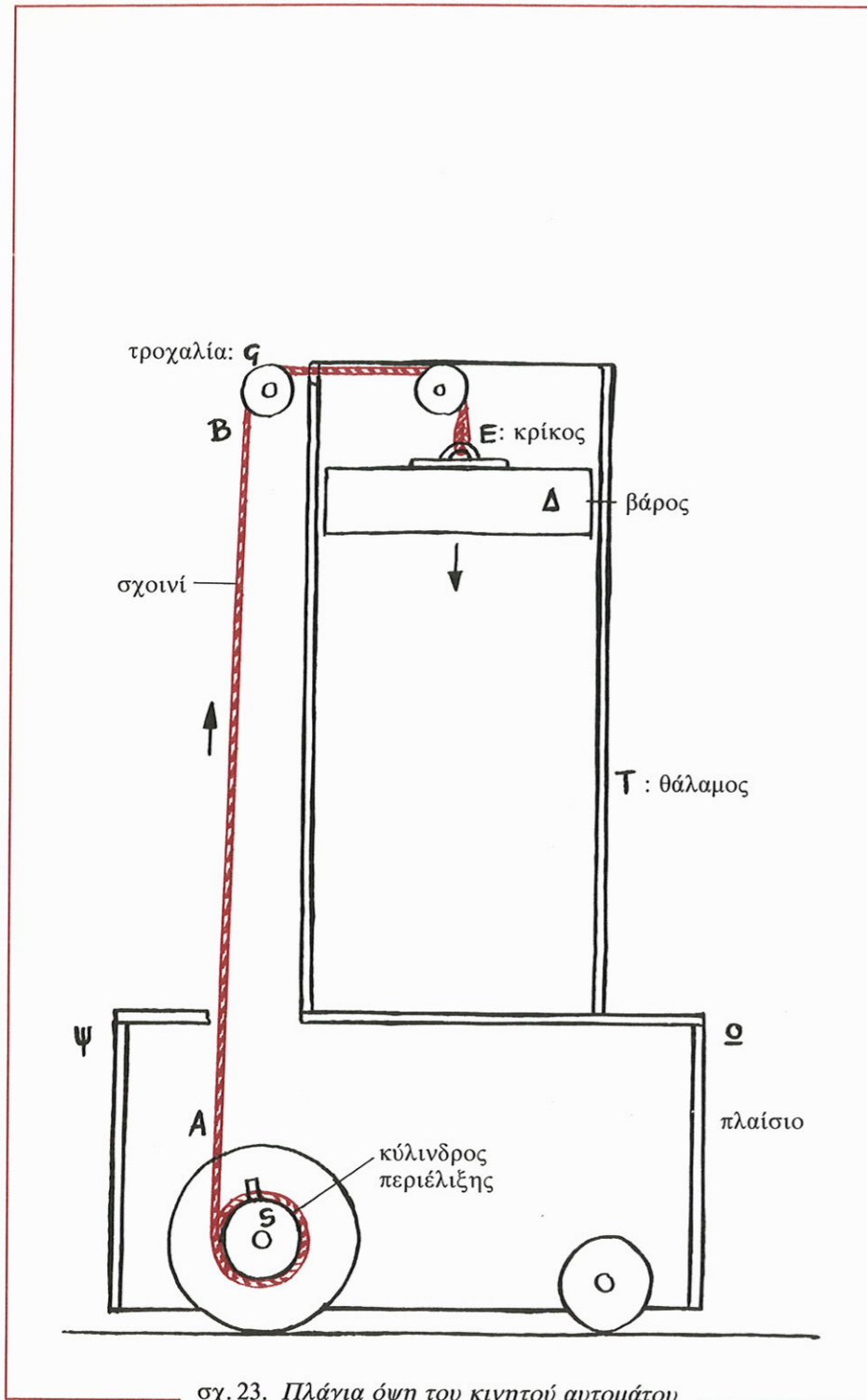
δέσμη⁽¹⁾, νὰ τὴν τυλίξουμε καὶ νὰ τὴν κολλήσουμε πάνω στον κύλινδρο, καὶ μετὰ πάλι νὰ τυλίξουμε τὸ σχοινὶ ἀντίθετα καὶ νὰ τὸ συνδέσουμε με τὸ ἀντίβαρο, ὅπως καὶ προηγούμενα.

3 Ἄν μάλιστα θέλουμε νὰ πηγαινεῖται πολλές φορές τὸ πλαίσιο, πρέπει τότε περισσότερες φορές νὰ κάνουμε τις εναλλασσόμενες αὐτὲς περιελίξεις. Μποροῦμε ἐπίσης νὰ ἐπιτύχουμε ὅσο μεγάλα διαστήματα καὶ χρόνους κίνησης τῶν μορφῶν θέλουμε, ἐπιμηκύνοντας τὰ τυλίγματα (σχ. 22).

4 Ἄς θεωρήσουμε ἀκόμα καὶ μιὰ πλάγια ὄψη τοῦ τροχοκιβώτιου με τὸ θάλαμο. Ἐστω ΨΩ τὸ πλαίσιο, Σ ὁ κύλινδρος περιελίξης, Τ ὁ θάλαμος τοῦ βάρους, ΑΒ τὸ σχοινὶ, τυλιγμένο στὴν τροχαλία Γ, Δ τὸ βᾶρος καὶ Ε ὁ κρίκος πάνω σ' αὐτό (σχ. 23).

6.2 (1) μηνυμάτων, τό / δέσμη





Κεφάλαιο 7

Η κυκλική κίνηση του αυτομάτου

1 Ἡ δὲ ἐπὶ κύκλου πορεία γίνεται τόνδε τὸν τρόπον.

Ἐστω γὰρ κύκλος, καθ' οὗ φέρεσθαι δεῖ τὸ πλινθίον, τὸ ΑΒΓ, οὗ κέντρον τὸ Δ. καὶ διήχθω τις ἡ ΑΔ, καὶ ταύτη ὀρθῆ ἀπὸ τοῦ Α ἢ ΕΑΖ· ἡ δὲ ΕΖ διάμετρος ἔστω ἐνὸς τῶν τριῶν τροχῶν, ἡλικίου ἂν προαιρώμεθα. διχοτομία δὲ αὐτῆς ἔστω τὸ Α. καὶ ἐπεζεύχθωσαν αἱ ΔΕ, ΔΖ.

2 τῷ δὲ μεγέθει τοῦ ἄξονος τῶν τροχῶν ἴση ἔστω ἡ ΑΗ, καὶ τῇ ΕΖ παράλληλος ἡ ΗΘΚ. τὸ δὲ πλινθίον ἔστω τὸ ΜΛΝΞ παράλληλον ἔχον τὴν ΝΞ τῇ ΑΔ. καὶ ἤχθω τις ἑτέρα ἡ ΔΟ, καὶ ταύτη πρὸς ὀρθὰς ἢ ΠΡ δίχα τεμνομένη ὑπὸ τοῦ Ο· ἔσονται δὲ αἱ τῶν τροχῶν θέσεις κατὰ διαμέτρους τὰς ΕΖ, ΘΚ, ΠΡ, ἄξονες δὲ αὐτῶν οἱ ΤΥ, ΟΧ.

3 οὕτως οὖν τετάχθωσαν οἱ τροχοὶ τῇ θέσει, ὥστε ἔστος ἐπ' αὐτῶν τὸ πλινθίον ἰσορροπεῖν. οἱ ἄρα κνώδακες τῶν ἄξόνων ἔσονται πρὸς τοῖς Τ, Υ, Ο, Χ σημείοις. πάλιν οὖν μεταξὺ τῶν Α, Η ἢ ἐξελίκτρα κείσθω, περὶ ἣν ἢ σπάρτος ἐ-

1 Η κυκλική πορεία του αυτομάτου γίνεται με τον εξής τρόπο. Ἀς θεωρήσουμε έναν κύκλο ΑΒΓ με κέντρο Δ, πάνω στον οποίο πρέπει να κινηθεῖ το πλαίσιο. Τραβάμε την ευθεία ΑΔ και φέρουμε, κάθετα σ' αυτήν στο σημείο Α, την ΕΑΖ. Με ΕΖ χαρακτηρίζουμε τη διάμετρο ενός από τους τρεις τροχούς και την επιλέγουμε όσο μεγάλη θέλουμε. Το μέσον αυτής είναι το Α. Γράφουμε τις ευθείες ΔΕ και ΔΖ.

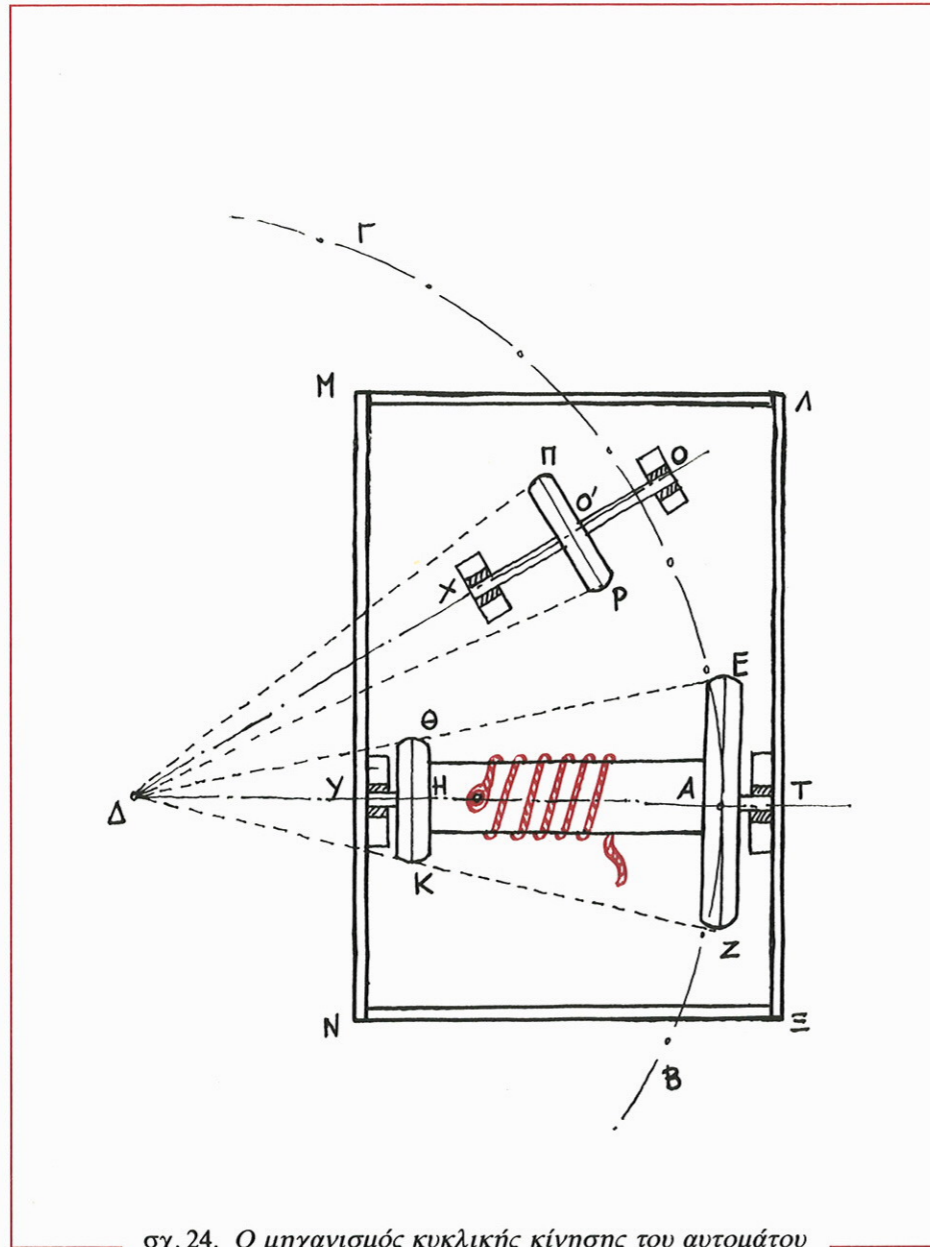
2 Ἐστω ΑΗ ευθύγραμμο τμήμα ἴσο με το μήκος του ἄξονα των τροχῶν και ΗΘΚ ευθεία παράλληλη προς την ΕΖ. Ἀς θεωρήσουμε ακόμα το πλαίσιο ΜΛΝΞ ἔχοντας την πλευρά ΝΞ παράλληλη προς την ΑΔ. Σύρουμε τώρα μιαν ἄλλη ευθεία, την ΔΟ, και κάθετα σ' αυτήν την ΠΡ, διχοτομούμενη στο σημείο Ο'. Ἀς εἶναι λοιπόν αυτές οι θέσεις των τροχῶν, με διαμέτρους τις ΕΖ, ΘΚ, ΠΡ και ἄξονες τους ΤΥ και ΟΧ.

3 Ἐτσι τοποθετημένοι οἱ τροχοί, κρατοῦν σε ἰσορροπία το πλαίσιο, που στηρίζεται πάνω τους. Τα σημεία ἐδρασης και περιστροφῆς των ἄξόνων εἶναι τα Τ, Υ, Ο, Χ. Ο κύλινδρος περιέλιξης τοποθετεῖται πάλι μεταξύ των σημείων Α και Η, γύρω του τυλίγεται το σχοινί, και επανα-

πειλείται, καὶ τὰ αὐτὰ γεγο-
νέτω τοῖς ἔμπροσθεν εἰρημέ-
νοις. καὶ οὕτως ἐνεχθήσεται
κατὰ τοῦ εἰρημένου κύκλου τὸ
πλινθίον.

λαμβάνονται ὅσα εἶπαμε προηγουμέ-
ως.

Κατ' αὐτὸν τρόπον κινεῖται πά-
νω στο δεδομένο κύκλο το πλαίσιο
(σχ. 24).



σχ. 24. Ο μηχανισμός κυκλικής κίνησης του αυτομάτου

Κεφάλαιο 8

Στερεομετρική ερμηνεία του μηχανισμού κυκλικής κίνησης

1 Ἐὰν γὰρ κῶνος κυλίηται
κατὰ ἐπιπέδου, ἢ μὲν βάσις
αὐτοῦ γράψει κύκλον, οὗ ἡ ἐκ
τοῦ κέντρου ἴση ἐστὶ τῇ τοῦ
κῶνου πλευρᾷ, ἢ δὲ κορυφή
αὐτοῦ μένει ἀκίνητος κέντρον
οὔσα τοῦ εἰρημένου κύκλου.

Οἱ δὲ EZ, ΘΚ, ΠΡ τροχοὶ ἐν
κῶνοις εἰσὶ δυσὶν, ὧν βάσεις
μὲν οἱ EZ, ΠΡ κύκλοι, κορυφή
δὲ τὸ Δ σημεῖον.

2 ὅτι δὲ οἱ κῶνοι οἱ ἰσοσκε-
λεῖς κυλιόμενοι κύκλους τε
γράφουσι καὶ τὴν κορυφήν ἔ-
χουσιν ἀκίνητον, φανερόν·
κείμενος γὰρ ἐν τῷ ἐπιπέδῳ
καὶ βεβηκῶς κατὰ τὴν ἑαυτοῦ
πλευρὰν ἰσορροπός ἐστιν ἐ-
αυτῷ· τέμνεται γὰρ ὑπὸ τοῦ
διὰ τῆς πλευρᾶς ἐκβαλλομέ-
νου ἐπιπέδου ὀρθοῦ πρὸς τὸν
ὀριζόντια δίχα. ὅταν δὲ ἑτέρα
δυνάμει κατακρατηθεὶς κυ-
λίηται, ἕκαστον τῶν ἐν τῇ ἐ-
πιφανείᾳ αὐτοῦ ἡμικυκλίων
τῶν ἐπὶ τὰ αὐτὰ τῇ ἴσῃ δυνά-
μει κατακρατεῖ τοῦ λοιποῦ
τοῦ αὐτοῦ κύκλου ἡμικυκλί-
ου, καὶ οὕτως τοῦτο κινεῖται.

3 ἐπινοουμένων δὲ τῶν ἡμι-
κυκλίων τῶν ἄχρι τῆς κορυ-
φῆς, οὗ λείπεται πρὸς τῇ κο-
ρυφῇ οὔτε ἡμικύκλιον οὔτε

1 Γιατί ὅταν ἓνας κῶνος κυλά πάνω
σε ἓνα ἐπίπεδο, τότε ἡ βάση του κῶ-
νου διαγράφει κύκλο, που ἡ ἀκτίνα
του εἶναι ἴση με τὴν πλευρά του κῶ-
νου, καὶ ἡ κορυφή του κῶνου μένει
ἀκίνητη στο κέντρο του κύκλου.

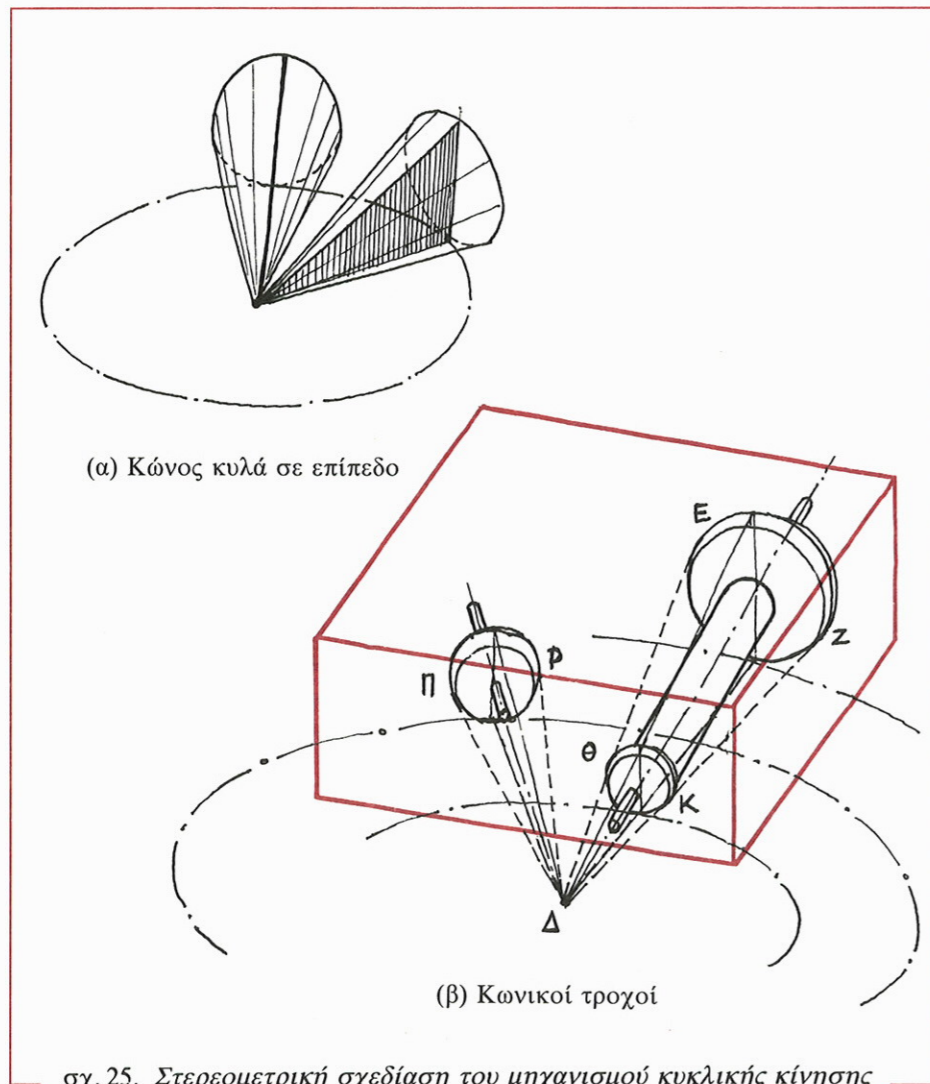
Οἱ τροχοὶ EZ, ΘΚ, ΠΡ περιέχο-
νται σε δύο κῶνους, που ἔχουν βά-
σεις τους κύκλους EZ καὶ ΠΡ καὶ
κορυφή το σημεῖο Δ (σχ. 25).

2 Εἶναι φανερό, ὅτι οἱ ἰσοσκελεῖς
κῶνοι κυλώντας διαγράφουν κύ-
κλους καὶ διατηροῦν ἀκίνητη τὴν
κορυφή τους. Γιατί ἓνας κῶνος, που
στέκεται πάνω στο ἔδαφος ακου-
μπώντας σε μια τοῦ πλευρά, ἰσορ-
ροπεῖ. Κι αὐτό, γιατί τέμνεται σε
δύο ἴσα μέρη ἀπὸ το κάθετο πρὸς
τον ὀριζόντια ἐπίπεδο που περιέχει
τὴν ἐφαπτόμενη πλευρά. Καὶ ὅταν ο
κῶνος κυλά ωθούμενος ἀπὸ μιαν ἐ-
ξωτερικὴ δύναμη, τότε κάθε ἡμικύ-
κλιο πάνω στὴν ἐπιφανείᾳ του ἀσκει
ἴση δύναμη στο ὑπόλοιπο ἡμικύ-
κλιο του αὐτοῦ κύκλου, καὶ ἔτσι κι-
νεῖται ὁ κῶνος ολόκληρος.

3 Θεωρώντας λοιπὸν τα ἡμικύκλια
που διαγράφονται πάνω στὴν ἐπιφά-
νεια του κῶνου μέχρι τὴν κορυφή
του, διαπιστώνουμε, ὅτι ἀκριβῶς ε-

ἄλλο τι διαστατόν. διὸ ἢ κινούσα δύναμις μηκέτι ἔχουσα, τίνι κατακρατήσει τοῦ ἐπὶ τὰ ἕτερα κειμένου μέρη, ἀδυνατεῖ κινῆσαι τὴν κορυφήν ἐν τῇ κατὰ τὴν ἐπιστροφῇ κινήσει, εἰ μὴ ἄρα κατὰ τὸν προωσμὸν ἢ ἐπικράτησις αὐτῆς γίνεται.

πάνω στην κορυφή δεν υπάρχει ούτε ημικύκλιο ούτε ἄλλο μέγεθος με διάσταση. Γι' αυτό και η κινητήρια δύναμη, μη ἔχοντας τι να κινήσει ἀπὸ τὴν ἄλλη μεριά, ἀδυνατεῖ να θέσει σε κίνηση τὴν κορυφή του κώνου κατὰ τὴν κυκλική του περιστροφή. Ἡ κορυφή θα κινήθει μόνο εἴν δώσουμε στον κώνο ὠθηση προς τα εμπρός.



Κεφάλαιο 9

Ἡ κίνηση του αυτομάτου σε ορθογώνιο παραλληλόγραμμο

1 Ἡ δὲ ἐν τῷ ὀρθογωνίῳ παραλληλογράμῳ πορεία τοῦ πλινθίου ἔσται τόνδε τὸν τρόπον.

Ἐστω γὰρ πλινθίον τὸ ΑΒΓΔ, ἐν ᾧ ἄξων ἔστω ὁ ΕΖ συμφυεῖς ἔχων τροχοὺς τοὺς ΗΘ, ΚΛ, ὁ δὲ τρίτος τροχὸς ἔστω ὁ ΜΝ, δι' ὧν ἢ τε πορεία καὶ ἢ ἀποπορεία γίνεται, ὡς προέγραπται. ἔστω δὲ καὶ ἕτερος ἄξων ὁ ΞΟ συμφυεῖς ἔχων τροχοὺς τοὺς ΠΡ, ΣΤ καὶ ὁμοίως τὸν ΥΦ.

2 ἐπάνω δὲ ἔστω ὁ ΞΟ ἄξων τοῦ ΕΖ ἄξονος ἀπέχων ἀπὸ τοῦ ΕΖ ἄξονος ἰκανόν. δυνάσθωσαν δὲ οἱ ΠΡ, ΣΤ τροχοὶ σὺν τῷ ΞΟ ἄξονι μετεωρίζεσθαι καὶ ταπεινοῦσθαι, ὡς ἐξῆς ἐροῦμεν· ὁμοίως δὲ καὶ ὁ ΥΦ τροχός. εἴν οὖν καταβιβάσωμεν τοὺς ΠΡ, ΣΤ, ΥΦ τροχοὺς, ὥστε ἐπικαθῆσαι τῷ ἐδάφει, μετεωρισθήσονται οἱ ΗΘ, ΚΛ, ΜΝ τροχοὶ ἀπὸ τοῦ ἐδάφους, καὶ ποιήσεται τὴν πορείαν τὸ πλινθίον διὰ τῶν ΠΡ, ΣΤ, ΥΦ.

3 καὶ ἀνασπασθέντος τοῦ ΞΟ ἄξονος, ὥστε πάλιν τοὺς ΗΘ, ΚΛ, ΜΝ ἐπικαθῆσαι τῷ ἐδάφει, καὶ δι' αὐτῶν τὴν ἐτέ-

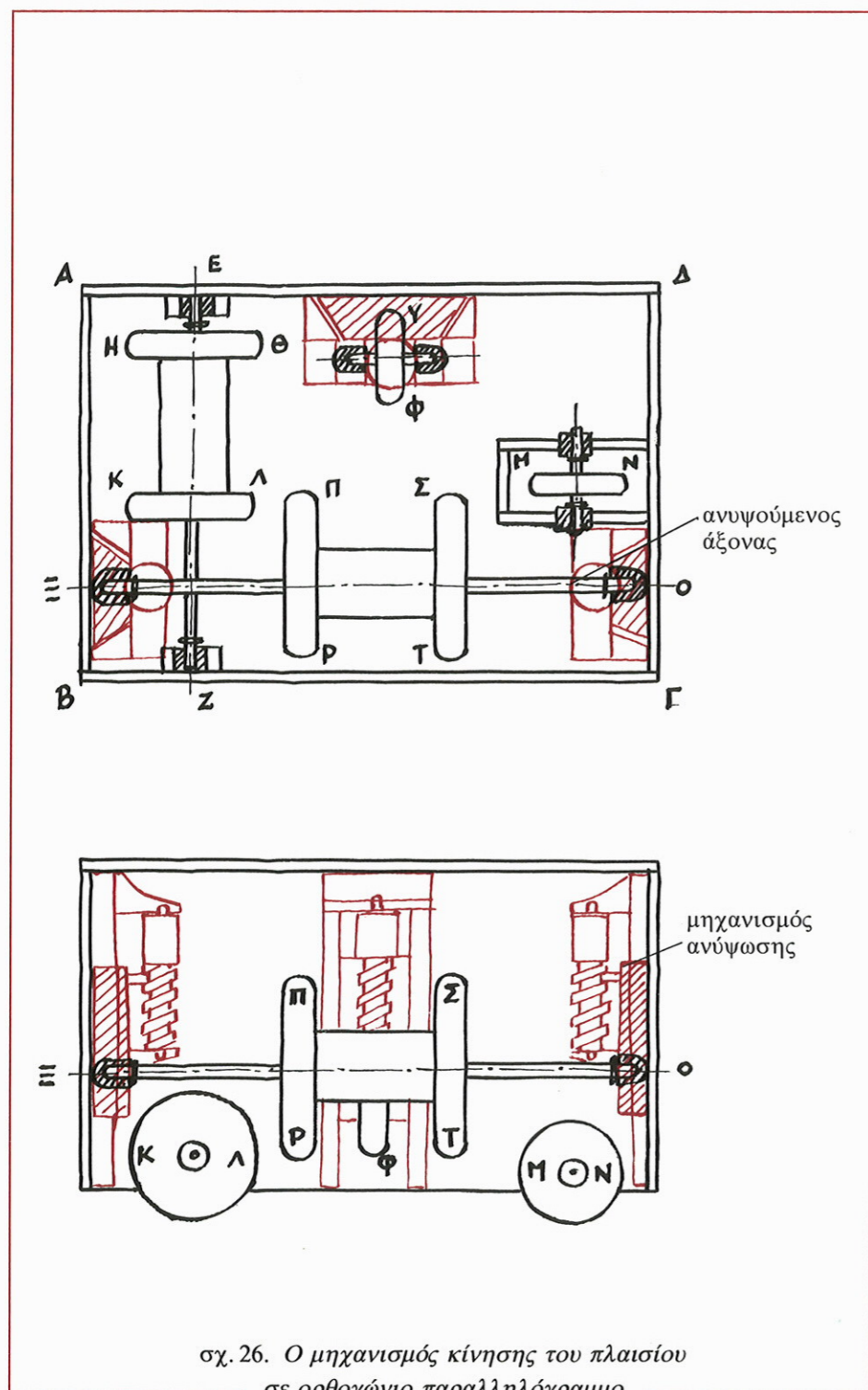
1 Ἡ κίνηση του πλαισίου σε ορθογώνιο παραλληλόγραμμο γίνεται ὡς ἐξῆς.

Ἄς θεωρήσουμε τὸ πλαίσιο ΑΒΓΔ, στο οποίο βρίσκεται ὁ ἄξωνας ΕΖ, με ενσωματωμένους τοὺς τροχοὺς ΗΘ καὶ ΚΛ, καὶ ἕνας τρίτος τροχός, ὁ ΜΝ. Με τοὺς τροχοὺς αὐτοὺς γίνεται ἡ ευθύγραμμη πορεία καὶ ἐπιστροφή, ὡπως περιγράψαμε παραπάνω. Ἐστω ὅμως καὶ ἕνας ἄλλος ἄξωνας, ὁ ΞΟ, με ενσωματωμένους τοὺς τροχοὺς ΠΡ, ΣΤ, καὶ ἕνας τρίτος πάλι τροχός, ὁ ΥΦ.

2 Ὁ ἄξωνας ΞΟ βρίσκεται πάνω ἀπὸ τὸν ἄξωνα ΕΖ καὶ σε αρκετὴ ἀπόσταση ἀπὸ αὐτόν. Οἱ τροχοὶ ΠΡ, ΣΤ, μαζί με τὸν ἄξωνα ΞΟ, ἔχουν τὴ δυνατότητα να ανυψώνονται (παρὰ μένοντας μετέωροι) καὶ να κατεβαίνουν (ακουμπώντας στο ἔδαφος), ὡπως θα ἐξηγήσουμε παρακάτω. Το ἴδιο καὶ ὁ τροχός ΥΦ (σχ. 26).

Ἄν λοιπὸν κατεβάσουμε τοὺς τροχοὺς ΠΡ, ΣΤ καὶ ΥΦ μέχρι να πατήσουν στο ἔδαφος, τότε ανυψώνονται οἱ τροχοὶ ΗΘ, ΚΛ, ΜΝ ἀπὸ το ἔδαφος καὶ τὸ πλαίσιο κινεῖται με τοὺς τροχοὺς ΠΡ, ΣΤ καὶ ΥΦ.

3 Ὅταν ὅμως ανυψωθεί ὁ ἄξωνας ΞΟ καὶ οἱ τροχοὶ ΗΘ, ΚΛ καὶ ΜΝ πατήσουν πάνω στο ἔδαφος, τὸ πλαίσιο κινεῖται προς τὴν ἄλλη



σχ. 26. Ο μηχανισμός κίνησης του πλαισίου
σε ορθογώνιο παραλληλόγραμμο

ραν τοῦ παραλληλογράμμου πλευρὰν πορευθήσεται τὸ πλινθίον. εἶτα πάλιν στάντος αὐτοῦ καταβιβασθήσονται οἱ ΠΡ, ΣΤ, ΥΦ, καὶ πάλιν δι' αὐτῶν τὴν ἑτέραν τοῦ παραλληλογράμμου πλευρὰν ἐνεχθήσεται τὸ πλινθίον. καὶ τούτου ἐναλλαγῆ γινομένου, ὡσάκις ἐὰν προαιρώμεθα ἐλεύσεται ἐπὶ τὸ παραλληλόγραμμον τὸ πλινθίον.

4 πορείας δὲ μονὰς ποιήσεται, ὡς ἂν προαιρώμεθα, διὰ τε τῶν τῆς σπάρτου ἐπιλήσεων καὶ τῶν χαλασμάτων.

Ἴνα οὖν μὴ τὸ βάρος τῆς λείας σφοδρότερον καταφερόμενον ἐν τῇ σύριγγι ταχέϊαν ποιῆται τὴν τοῦ πλινθίου κίνησιν, ἐμβαλοῦμεν ἐν τῇ σύριγγι κοῦφόν τι καὶ λεπτὸν καὶ γλίσχρον, οἶον κέγχρον ἢ νᾶπυ, εἰς δ' ἐπικείσεται ἡ λεία.

5 τρυπήσομεν δὲ τὸν πυθμένα τῆς σύριγγος συμμέτρῳ τρυπήματι, ὃ κλειθρίῳ ἀνοίχθησεται τε καὶ κλεισθήσεται ἐκδεθὲν σπάρτῳ, ἧς τὸ ἄκρον ἐκτὸς διὰ τρυπήματος φανερόν ἡμῖν ἔσται, ὅπως ὅταν βουλώμεθα κινεῖσθαι τὸ

πλευρὰ του παραλληλόγραμμου. Κι ἔπειτα πάλι, ὅταν αὐτὸ σταματήσει, κατεβαίνουν οἱ τροχοὶ ΠΡ, ΣΤ καὶ ΥΦ καὶ τὸ πλαίσιο κινεῖται με αὐτοῦς πάνω στην ἄλλη πλευρὰ του παραλληλόγραμμου. Κι αὐτὸ μπορεῖ να επαναληφθεῖ διαδοχικὰ και το πλαίσιο να κινεῖται πάνω στο παραλληλόγραμμο ὡσες φορές θέλουμε.

4 Μπορεῖ ἀκόμα τὸ πλαίσιο, με τὰ κατάλληλα τυλίγματα καὶ χαλαρώματα τοῦ σχοινοῦ, να κάνει ὡσες μεμονωμένες πορείες θέλουμε.

Για να μὴν κατεβαίνει ὁμως με ορμὴ τὸ βάρος μέσα στο θάλαμο καὶ κάνει γρήγορη τὴν κίνηση τοῦ πλαισίου, βάζουμε μέσα στο θάλαμο κάτι ελαφρὺ, λεπτόκοκκο καὶ γλιστερό, ὅπως κεχρί ἢ σινάπι, πάνω στο ὁποῖο να ἐπικάθεται τὸ βάρος.

5 Καὶ φτιάχνουμε στον πυθμένα του θαλάμου τρύπα⁽¹⁾ μετρίου μεγέθους, τὴν ὁποία ἀνοίγουμε καὶ κλείνουμε με ἓνα σύρτη⁽²⁾. Ὁ σύρτης εἶναι δεμένος με ἓνα σπάγγο⁽³⁾, που ἡ ἄκρη του περνάει μέσα ἀπὸ μια τρύπα, κρέμεται πρὸς τὰ ἔξω καὶ εἶναι ορατὴ σε μας (σχ. 27).

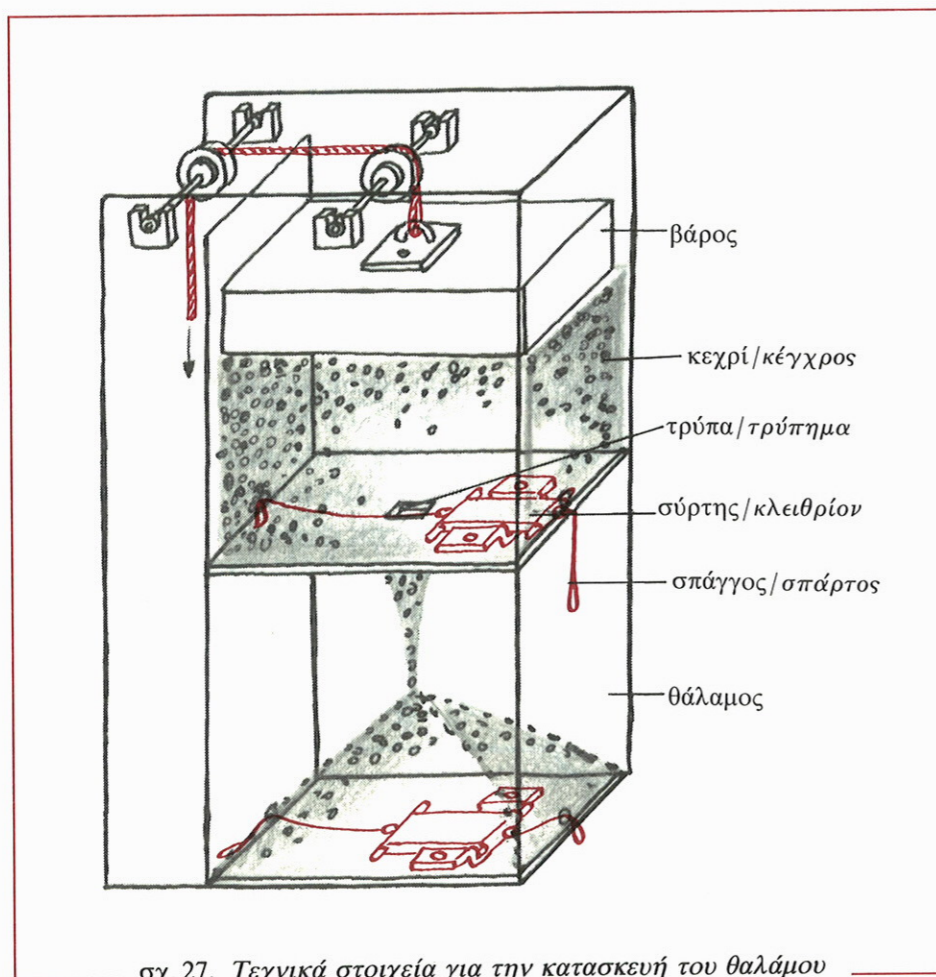
9.5 (1) τρύπημα, τό / τρύπα, ἀνοίγμα, σπή
τρύπᾱ / ἀνοίγω τρύπα με τρυπάνι
τρύπανον, τό / τρυπάνιον, τό / τρυπάνι
(2) κλειθρον, τό / κλειθρίον, τό / σύρτης, κλείστρο
(3) σπάρτος, ὄ / σχοινί, σπάγγο

πλινθίων, ἐπιλαμβανόμενοι τῆς σπάρτου λεληθότως ἀνοίξωμεν τὸ κλειθρίον. καὶ οὕτως τῆς κέγχρου ρεούσης ἡρέμα εἰς τὴν ὑποκειμένην βάσιν, κινεῖ τὸ πλινθίον.

6 ἵνα δὲ μὴ ἅμα τῶ ἀνοιχθῆναι τὸ κλειθρίον ὀρμῆν τὸ πλινθίον λάβῃ, ἔξει μικρὸν χαλασμάτιον ἢ σπάρτος, ὅπως ὀλίγης κέγχρου ἐκρυσίσης τότε ταθεῖσα κινήσει τὸ πλινθίον.

Ἔτσι, ὅταν θέλουμε να κινηθεῖ το πλαίσιο, τραβάμε το σπάγγο κρυφά και ανοίγουμε το σύρτη. Τότε το κεχρί αρχίζει να ρέει αργά προς τη βάση, που βρίσκεται από κάτω, και το πλαίσιο κινείται.

6 Για να μην κινηθεῖ ὁμως το πλαίσιο ἀπότομα με το ἀνοίγμα του σύρτη, ἀφήνουμε στην ἀρχὴ του σχοινιού ἕνα μικρὸ χαλάρωμα, ὥστε να τρέξει πρῶτα λίγο κεχρί και ἔπειτα να τεντωθεῖ το σχοινί και να κινήσει το πλαίσιο.



σχ. 27. Τεχνικά στοιχεία για την κατασκευή του θαλάμου

Κεφάλαιο 10

Αυτόματο ανέβασμα και κατέβασμα των τροχών

1 Ὡς δὲ δεῖ τοὺς τρεῖς τροχοὺς μετεωρίζεσθαι τε καὶ ταπεινοῦσθαι ἐναλλάξ, νῦν ἐροῦμεν.

Ἔστωσαν οἱ εἰρημένοι τροχοὶ τρεῖς οἱ AB, ΓΔ, ΕΖ, τῶν δὲ AB, ΓΔ ἄξων ὁ ΗΘ. φανερόν οὖν ὅτι οἱ πρὸς τοῖς Η, Θ κνῶδακες ἐνηρμοσμένοι εἰσὶν εἰς τινὰ ἐμπυελίδια ὄντα πρὸς τοῖς τοίχοις τοῦ πλινθίου. τὰ οὖν εἰρημένα ἐμπυελίδια ἔστω εἰς τινὰ κανόνια· τὰ δὲ κανόνια διὰ πελεκίνων καταβαινέτω ὀρθὰ εἰς τοὺς τοῦ πλινθίου τοίχους.

2 ὁμοίως δὲ καὶ τὸ ΕΖ τρόχιον ἔστω ἐν τινὶ κανονίῳ ὀρθῶ διὰ τινος πελεκίνου καταβαζομένῳ εἰς τὸν πρὸς τῶ ΕΖ τοῖχον τοῦ πλινθίου. ἔστω

1 Τώρα θα πούμε με ποιον τρόπο ἀνεβαίνουν⁽¹⁾ και κατεβαίνουν⁽²⁾ διαδοχικά οἱ τροχοί.

Θεωρούμε τους τρεις τροχοὺς, AB, ΓΔ και ΕΖ που ἀναφέραμε. Απὸ αὐτοὺς οἱ AB και ΓΔ ἔχουν ἄξονα τον ΗΘ (σχ. 28).

Εἶναι φανερό, ὅτι τα τμήματα ἐδρασης και περιστροφῆς Η και Θ των ἀξόνων εἶναι προσαρμοσμένα σε ἐδρανα που βρίσκονται πρὸς τα τοιχώματα του πλαισίου. Αὐτά τα ἐδρανα λοιπὸν θεωρούμε ὅτι εἶναι στερεωμένα σε κάτι μικροὺς κανόνες, ξύλινους οδηγούς⁽³⁾. Οἱ κανόνες αὐτοὶ ἐφάπτονται στα τοιχώματα του πλαισίου και μπορούν να κατεβαίνουν κατακόρυφα με τις πελεκημένες πλευρές, τις χελιδνοουρές⁽⁴⁾ που διαθέτουν.

2 Το ἴδιο και ο τροχὸς ΕΖ θεωρούμε ὅτι στηρίζεται σε ἕναν κανόνα και με τις χελιδνοουρές του κατεβαίνει συρταρωτὰ πάνω στο τοίχωμα του πλαισίου που βρίσκεται πλάι του.

10.1 (1) μετεωρίζω / υψώνω, σηκώνω ψηλά, ανεβάζω

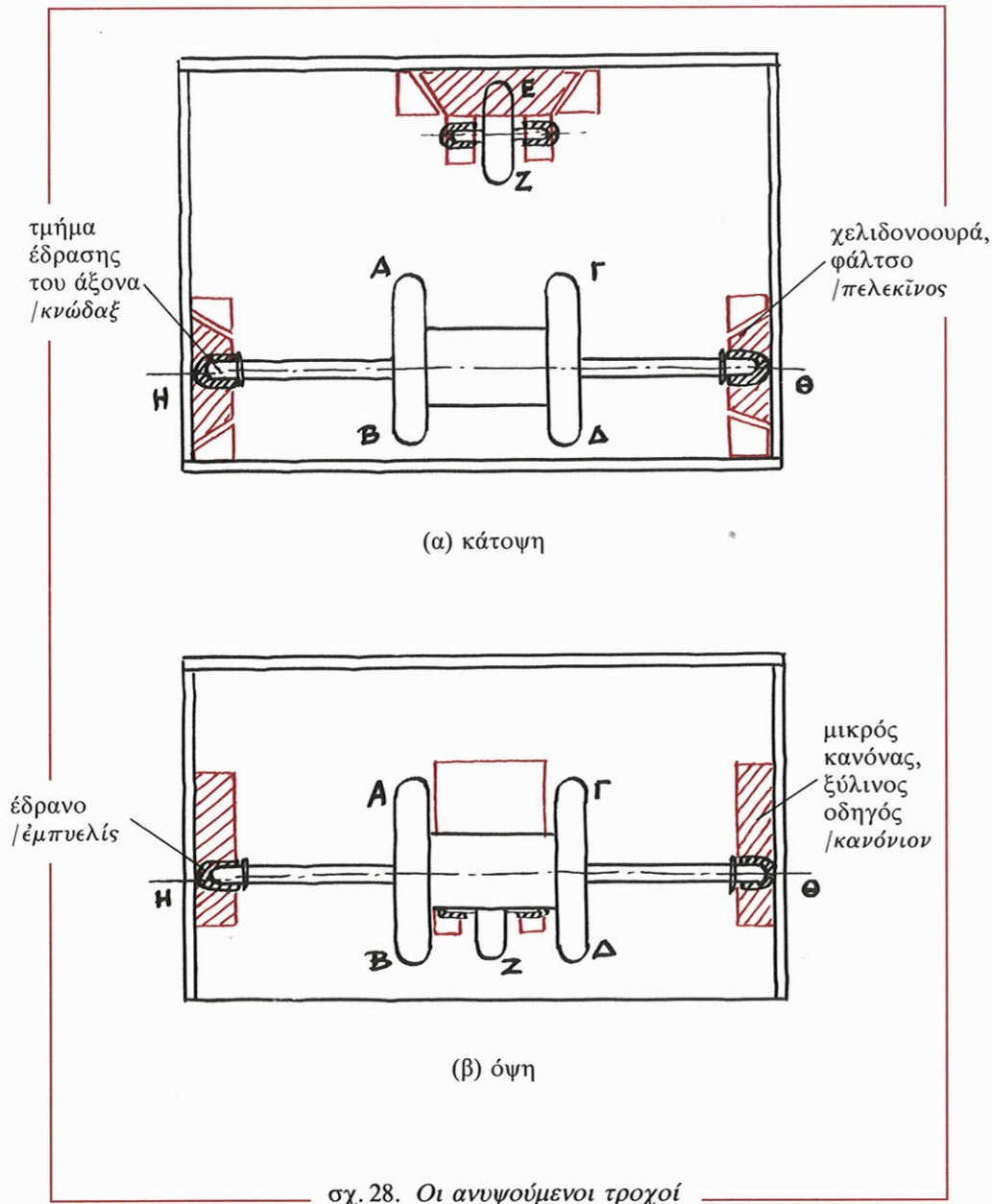
(2) ταπεινῶ / χαμηλώνω, κατεβάζω χαμηλά, υποβιβάζω

(3) κανόνιον, τό / μικρὸς κανόνας, μικρὴ ευθύγραμμη ξύλινη βέργα, ξύλινος οδηγός, πήχυς, πηχάκι

(4) πελεκίνος, ὁ / πελεκημένη, κεκλιμένη πλευρά, φάλτσο, (στην ξυλουργικὴ τέχνη τρόπος συρταρωτῆς συναρμογῆς δύο ξύλων, με διπλὸ φάλτσο ἀντίθετης φοράς, ἡ ονομαζόμενη: χελιδνοουρά)

οὖν τὸ μὲν εἰρημένον κανόνιον τὸ ΗΘ· ἐκκοπή δὲ ἐν αὐτῷ ἢ ΛΚΜΝ· ἐν δὲ ταύτῃ τρόχιον τὸ ΕΖ ἄξονα ἔχον τὸν ΞΟ. πρὸς δὲ τῷ Η ἄκρῳ τοῦ κανο-

ΑΣ εἶναι λοιπὸν ΗΘ' ο κανόνας που αναφέραμε, με χαραγμένη μέσα του την εγκοπή⁽¹⁾ ΛΚΜΝ. Μέσα στην εγκοπή βρίσκεται ο τροχός ΕΖ με ἄξονα τον ΞΟ. Στο ἄκρο Η' του



νίου τύλος ἐνειλείσθω ὁ Π· ἐν δὲ τῷ τοίχῳ τοῦ πλινθίου τῷ πρὸς τῷ ΕΖ ἐνειλείσθωσαν δύο γόμφοι καθάπερ κανόνια, οἱ ΡΣ, ΤΥ· ἐν δὲ τούτοις πολυέσθω κοχλίας ὁ ΦΧ, καὶ ἐμβεβηκῆτω ὁ Π τύλος εἰς τὴν τοῦ κοχλίου ἕλκα.

3 ἐὰν οὖν τις ἐπιστρέφῃ τὸν ΦΧ κοχλίαν, μετρωρισθήσεται καὶ ταπεινωθήσεται τὸ ΗΘ κανόνιον διὰ τοῦ Π τύλου. ἵνα οὖν αὐτόματον τοῦτο γίνηται, ἐπειλείσθω περὶ τὸ ἄργον μέρος τοῦ κοχλίου σπάρτος ἐναλλάξ τὰς ἐπειλήσεις ἔχουσα καὶ χαλάσματα διαμεμηρυμένα, ἀρμοστὰ τοῖς διαστήμασιν οἷς κινεῖται τὸ πλινθίον· τὰ δὲ αὐτὰ γεγονέτω καὶ ἐπὶ τῶν λοιπῶν δύο κανονίων, ἐν οἷς εἰσὶν οἱ πρὸς τοῖς Η, Θ κνώδακες.

4 δεῖ δὲ τοὺς τρεῖς κοχλίας ἴσους τοῖς πάχεσιν εἶναι καὶ τὰς ἐπειλήσεις τὰς περὶ αὐτοὺς ἀκριβῶς ἴσας καὶ τὰ χαλάσματα ὁμοίως, ὅπως ἅμα τε ἐπαίρωνται οἱ τρεῖς τροχοὶ καὶ ἅμα καθιῶνται· οὕτω γὰρ ἀσφαλῆς καὶ εὐκίνητος ἢ τοῦ πλινθίου πορεία ἔσται.

κανόνα σφηνώνουμε τον πύρο Π, ενώ στο τοίχωμα του πλαισίου, προς την πλευρά του τροχού ΕΖ, καρφώνουμε δύο ξύλινα στηρίγματα⁽²⁾ σαν κανόνες, τα ΡΣ και ΤΥ. Μέσα στα στηρίγματα αυτά περιστρέφεται ο κοχλίας⁽³⁾ ΦΧ και ο πύρος Π εισχωρεί μέσα στο σπείρωμα⁽⁴⁾ του κοχλίου (σχ. 29).

3 Αν κάποιος λοιπὸν περιστρέψει τον κοχλίας ΦΧ, θα ανυψωθεί ἢ θα κατέβει ο κανόνας ΗΘ' μέσω του πύρου Π.

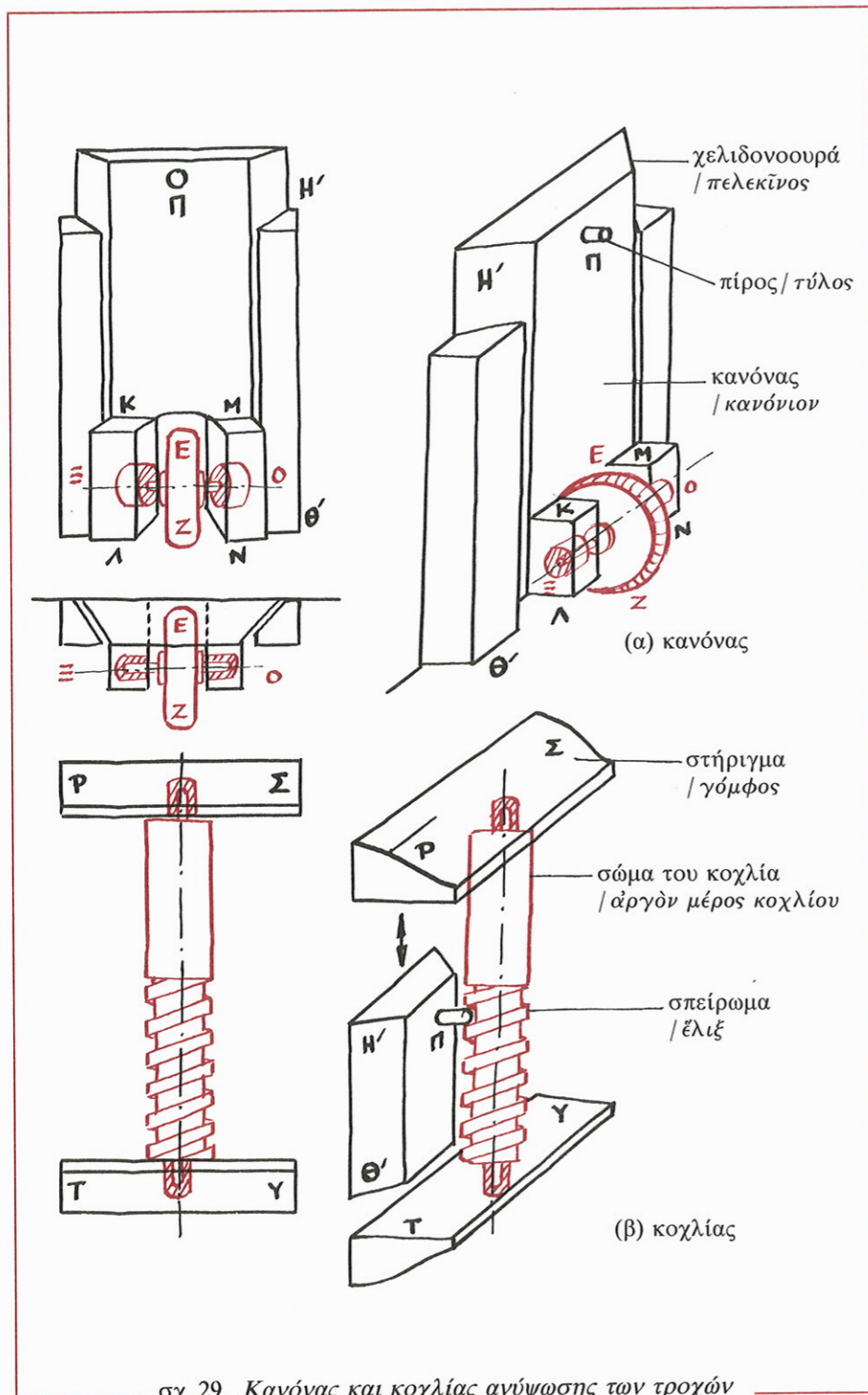
Για να γίνεται ὁμως αὐτό αὐτόματα⁽¹⁾, τυλίγουμε στο σώμα του κοχλίου, στο τμήμα δηλαδή εκείνο που δεν ἔχει σπείρωμα⁽²⁾, ἕνα σχοινί με διαδοχικές περιελίξεις και χαλαρώματα ἀνάλογα με τα διαστήματα που διανύει το πλαίσιο (σχ. 30).

Τα ἴδια κάνουμε και στους ἄλλους δύο κανόνες, στους οποιους καταλήγουν τα τμήματα περιστροφῆς των αξόνων Η και Θ.

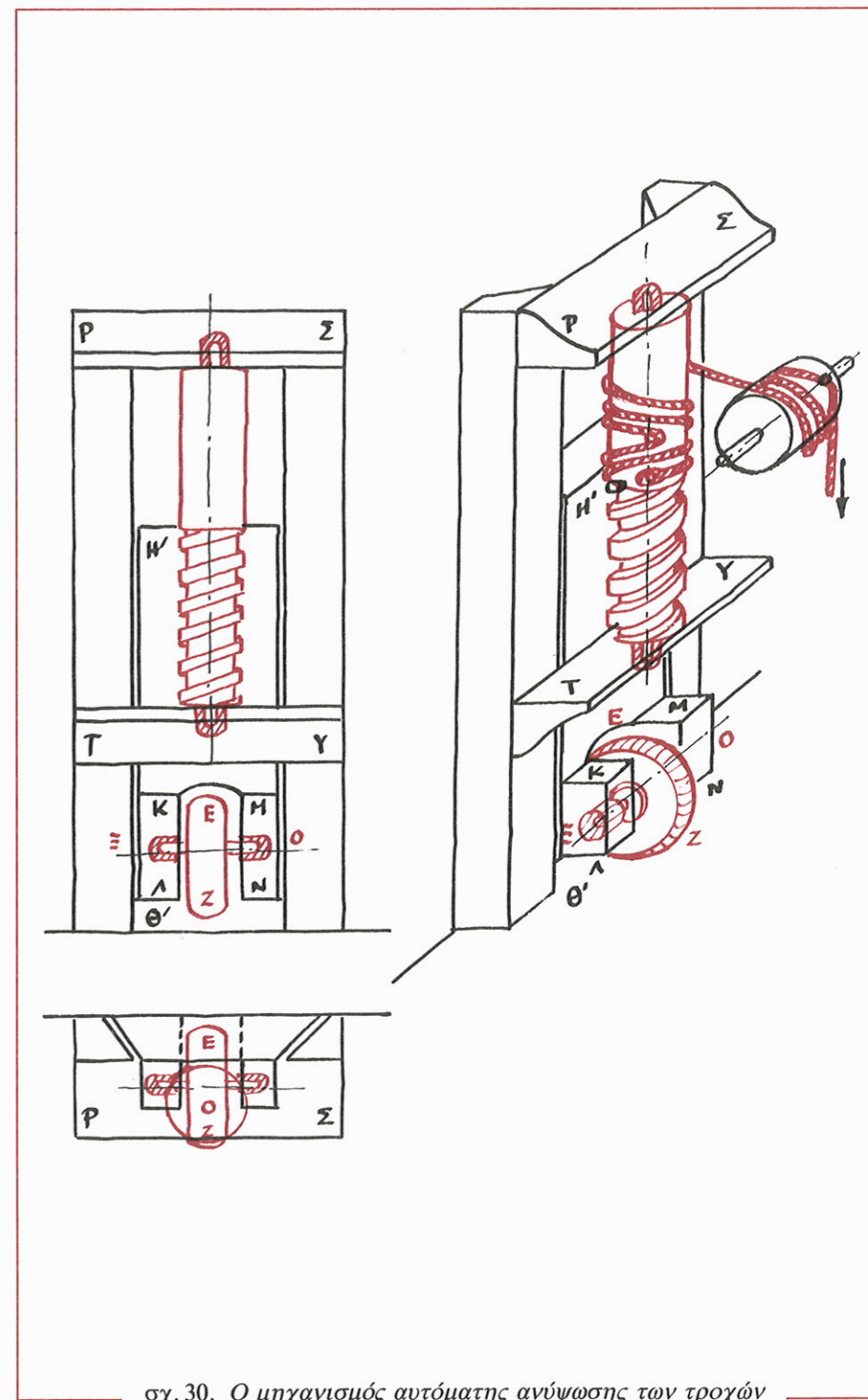
4 Πρέπει ἐπίσης και οἱ τρεῖς κοχλίες να εἶναι ἰσοπαχείς και τα τυλίγματα γύρω τους ἀκριβῶς ἴσα, ὅπως και τα χαλαρώματα, για να ανυψώνονται και να κατεβαίνουν ταυτόχρονα και οἱ τρεῖς τροχοί. Ἐτσι λοιπὸν γίνεται με ἀσφάλεια και ευκολία ἡ κίνηση του πλαισίου.

10.2 (1) ἐκκοπή, ἢ / εγκοπή, χάραξη
(2) γόμφος, ὁ / ξύλινος ἦλος, σφήνα, στηρίγμα
(3) κοχλίας, ὁ / κοχλίας, βίδα
(4) ἕλιξ, ὁ / ἕλικας, σπείρωμα ενός κοχλίου

10.3 (1) ἵνα αὐτόματον τοῦτο γίνηται / για να γίνεται αὐτόματα
(2) τὸ ἄργον μέρος τοῦ κοχλίου / το σώμα του κοχλίου, το τμήμα εκείνο που δεν ἔχει σπείρωμα



σχημα 29. Κανόνας και κοχλίας ανύψωσης των τροχών



σχημα 30. Ο μηχανισμός αυτόματης ανύψωσης των τροχών

Κεφάλαιο 11

Σύνθετες ελικοειδείς κινήσεις του αυτομάτου

1 Δυνατόν δέ ἐστὶ καὶ ἄλλως κάμπτειν τὸ πλινθίον, οὐ μόνον ἐν ὀρθογωνίῳ παραλληλογράμμῳ, ἀλλὰ καὶ ἐν παντὶ εὐθύγραμμῳ σχήματι· ἔτι δὲ καὶ τὴν πορείαν ὀφιώδη γίνεσθαι δυνατόν ἐστὶ καὶ πολλῶ εὐχερέστερον τῆς προγεγραμμένης μεθόδου.

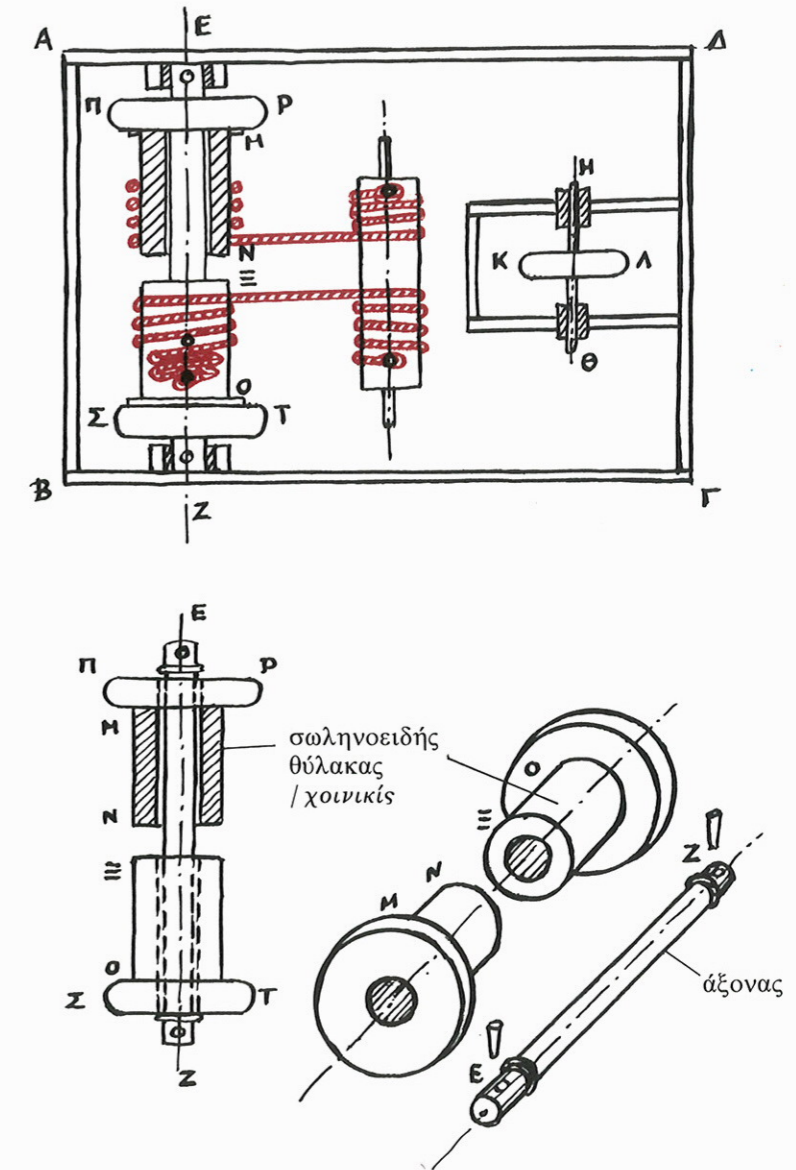
2 Ἐστὼ γὰρ τὸ πλινθίον, ἐν ᾧ εἰσὶν οἱ τροχοί, τὸ ΑΒΓΔ, ἐν ᾧ διακείσθωσαν ἄξονες δύο οἱ ΕΖ, ΗΘ, ὧν ὁ μὲν ΗΘ ἐν κνώδαξιν εὐλύτως στρεφέσθω ἔχων συμφυῆ τροχὸν τὸν ΚΛ, ὁ δὲ ΕΖ συναραρῶς ἔστω τῷ πλινθίῳ ἀπὸ τόρνου ἰσοπαχῆς εἰργασμένος. περὶ δὲ τοῦτον περικείσθωσαν χοινικίδες δύο αἱ ΜΝ, ΞΟ εὐλύτως καὶ ἀρμοστῶς περὶ αὐτὸν στρεφόμεναι καὶ αὐταὶ ἀπὸ τόρνου τὴν ἐντὸς καὶ τὴν ἐκτὸς ἐπιφάνειαν εἰργασμένοι. ταῖς δὲ χοινικίσι συμφεῖς ἔστωσαν τροχοὶ ἴσοι οἱ ΠΡ, ΣΤ.

1 Είναι ακόμα δυνατόν να κάνει το τροχοκιβώτιο κι άλλες κινήσεις, ὄχι μόνο σε ὀρθογώνιο παραλληλόγραμμο, ἀλλὰ καὶ σε οποιοδήποτε εὐθύγραμμο σχῆμα. Μπορεῖ μάλιστα να γίνει κίνηση ελικοειδῆς⁽¹⁾, με μέθοδο πολύ ευκολότερη ἀπὸ τὴν προηγούμενη.

2 Ἀς θεωρήσουμε λοιπὸν τὸ πλαίσιο ΑΒΓΔ, στο οποίο βρίσκονται οἱ τροχοί. Στο πλαίσιο εἶναι τοποθετημένοι δύο ἄξονες, οἱ ΕΖ καὶ ΗΘ, ἐκ των οποίων ὁ ΗΘ στρέφεται ελεύθερα στα σημεία περιστροφῆς του καὶ ἔχει ενσωματωμένο τὸν τροχὸ ΚΛ, ὁ δε ΕΖ εἶναι σταθερὰ προσαρμοσμένος στο πλαίσιο, ἰσοπαχῆς καὶ κατεργασμένος στον τόρνο. Ὁ ἄξονας αὐτὸς περιβάλλεται ἀπὸ δύο κοίλους σωληνοειδῆς θύλακες⁽¹⁾, τοὺς ΜΝ καὶ ΞΟ, που περιστρέφονται εὐκόλα καὶ εφαρμοστά γύρω ἀπὸ αὐτὸν καὶ ἔχουν κατεργασμένες στον τόρνο τόσο τὴν εσωτερικὴ ὅσο καὶ τὴν ἐξωτερικὴ τους ἐπιφάνεια. Στους θύλακες αὐτοὺς εἶναι ενσωματωμένοι δύο ἴσοι τροχοί, οἱ ΠΡ καὶ ΣΤ (σχ. 31).

11.1 (1) ὀφιώδης (επίθ.) / ελικοειδῆς, με πολλές στροφές, σε σχῆμα φιδιού

11.2 (1) χοινικός, ἢ / κοίλος σωληνοειδῆς θύλακας, μέσα στον οποίο περιστρέφεται ἄξονας



σχ. 31. Μηχανισμὸς ελικοειδοῦς κίνησης

3 ἐὰν οὖν περὶ ἑκατέραν χοι-
νικίδα σπάρτος περιελθῆ-
σα ἀποδοθῆ εἰς τὴν ἐν τῇ σύ-
ριγγι λείαν, συμβήσεται κα-
ταφερομένης τῆς λείας ἀπει-
λουμένων τῶν σπάρτων ἐπι-
στρέφεισθαι σὺν ταῖς χοινικί-
σι τοὺς τροχοὺς καὶ οὕτως τὸ
πλινθίον ἐπ' εὐθείας πορεύε-
σθαι συνεπιστρεφομένου καὶ
τοῦ ΚΛ τροχοῦ.

4 ἐὰν οὖν ἐκ τῶν ΠΡ, ΣΤ τρο-
χῶν ὁ ΠΡ μένη ἀκίνητος χά-
λασμα ἐχούσης τῆς κατ' αὐ-
τὸν σπάρτου, ἐπιστραφήσε-
ται ὁ ΣΤ τροχὸς καὶ συνεπι-
στρέψει τὸν ΚΛ, ἄχρις οὗ τὸ
ἐν τῇ ΜΝ χοινικίδι χάλασμα
τοῦ μηρύσματος ἐπισπάσε-
ται ἡ λεία. εἴτα πάλιν τάσιν
λαβούσης τῆς σπάρτου, ἅμα
οἱ ΠΡ, ΣΤ τροχοὶ στραφή-
σονται. καὶ ἐνεχθήσεται τὸ
πλινθίον ἐπὶ εὐθείας τῆς κα-
τὰ τὴν ἐπιστροφῆν τοῦ πλιν-
θίου γενηθείσης.

5 δεήσει οὖν τὸ εἰρημένον χά-
λασμα τοσοῦτον εἶναι, ὥστε ἐ-
πιστραφῆναι τὸ πλινθίον
κατὰ τὴν εὐθείαν ἢν βουλό-
μεθα αὐτὸ ἐνεχθῆναι. τὰ δ' αὐ-
τὰ ἐπινοείσθω καὶ ἐπὶ τοῦ ΣΤ
τροχοῦ. πλειόνων οὖν ἐπειλή-
σεων καὶ μηρυμάτων γινομέ-
νων ἀκολουθῶς ταῖς εἰρημέ-
ναις εὐθείαις, καθ' ἃς δεῖ φέ-
ρεσθαι τὸ πλινθίον, ἔσται
γεγονὸς τὸ προκείμενον.

3 Αν λοιπόν τυλίξουμε ένα σχοινί
γύρω από κάθε ένα θύλακα χωριστά
και το συνδέσουμε με το αντίβαρο
στο θάλαμο, τότε, καθώς πέφτει το
αντίβαρο, θα τεντωθούν τα σχοινιά,
θα περιστραφούν μαζί με τους θύλα-
κες οι τροχοί και έτσι το πλαίσιο θα
κινηθεῖ ευθύγραμμα, συμπαρασύ-
ροντας μαζί του και τον τροχὸ ΚΛ.

4 Αν όμως, από τους δύο τροχοὺς
ΠΡ και ΣΤ, παραμείνει ο τροχὸς ΠΡ
ακίνητος, εφόσον το νήμα του είναι
αρχικά τυλιγμένο ελεύθερα, και πε-
ριστραφεῖ ο τροχὸς ΣΤ συμπαρασύ-
ροντας τον ΚΛ, (τότε το πλαίσιο θα
κάνει κίνηση κυκλική), μέχρις ὅτου
το βάρος ξετυλίξει τις ελεύθερες
περιελίξεις στον θύλακα ΜΝ. Μετά
πάλι θα τεντωθεῖ το σχοινί και αμέ-
σως θα περιστραφούν (ταυτόχρονα)
οι τροχοὶ ΠΡ και ΣΤ. Και το πλαί-
σιο θα κινηθεῖ σε ευθεία γραμμὴ με-
τὰ τὴν περιστροφή του.

5 Οι ελεύθερες περιελίξεις που ἀ-
ναφέραμε πρέπει να εἶναι τόσες, ὥ-
στε το πλαίσιο να περιστραφεῖ (ἀπὸ
τὴν ἀρχικὴ του θέση) μέχρι τὴν ευ-
θεία, στην οποία θέλουμε να κινη-
θεῖ. Τα ἴδια θεωρούμε και για τον
τροχὸ ΣΤ. Αν γίνουν λοιπὸν περισ-
σότερα τυλίγματα και χαλαρώματα,
που να ἀντιστοιχοῦν στις ἐπιθυμη-
τὲς ευθείες (και τοὺς κύκλους) στους
οποίους πρέπει να κινηθεῖ το κιβώ-
τιο, τότε θα ἔχουμε πετύχει το ζητού-
μενο.

6 δεήσει δὲ τὰ τε μήκη τῶν ἐ-
πειλήσεων καὶ τὰ τῶν μηρυ-
μάτων ἐξ αὐτῆς τῆς πείρας
γίνεσθαι, ἀρχομένων ἡμῶν
τὰς ἐπειλήσεις ποιῆσθαι ἀπὸ
τοῦ τόπου ἐφ' οὗ μέλλει κα-
ταλήγειν τὸ πλινθίον· ἀνά-
παλιν γὰρ αὐτὸ κινουῦντες
ταῖς χερσίν, ὡς μέλλει πορεύε-
σθαι, ἐπειλήσομεν τὰς
σπάρτους καὶ χάλασμα δώ-
σομεν· οὕτω γὰρ ἀρξάμενον
πορεύεσθαι τὸ πλινθίον κα-
ταλήξει δεόντως εἰς τὸν τό-
πον ὅθεν ἤρξάμεθα ἐπειλεῖν
τὰς σπάρτους.

7 βέλτιον δὲ καὶ τὸν ΚΛ
τροχὸν ἐν χοινικίδι περικεῖ-
σθαι τῷ ΗΘ ἄξονι, τὸν δὲ ἄξο-
να συμφυῆ ὁμοίως τῷ πλιν-
θίῳ γίνεσθαι καθάπερ καὶ τὸν
ΕΖ καὶ πάλιν περὶ τὴν χοι-
νικίδα τοῦ ΚΛ τροχοῦ τὴν
σπάρτον ἐπειληθεῖσαν καὶ τὰ
χαλάσματα ἔχουσαν τῇ λεία
ἀποδοθῆναι, ὅπως ὅταν βου-
λώμεθα κάμπειν τὸ πλινθί-
ον, ἓνα τῶν ΠΡ, ΣΤ τροχῶν ἐ-
στάναι, δηλονότι χάλασμα-
τος ὄντος ἐν τῇ κατ' αὐτὸν
σπάρτῃ τῇ περὶ τὴν χοινικί-
δα, τὸν δὲ ΚΛ τροχὸν μετὰ
τοῦ λοιποῦ στρέφεισθαι τρο-
χοῦ, ἄχρις ἂν τὸ πλινθίον
τὴν δέουσαν λάβῃ ἐπιστρο-
φήν, εἴτα πάλιν ταθείσης τῆς

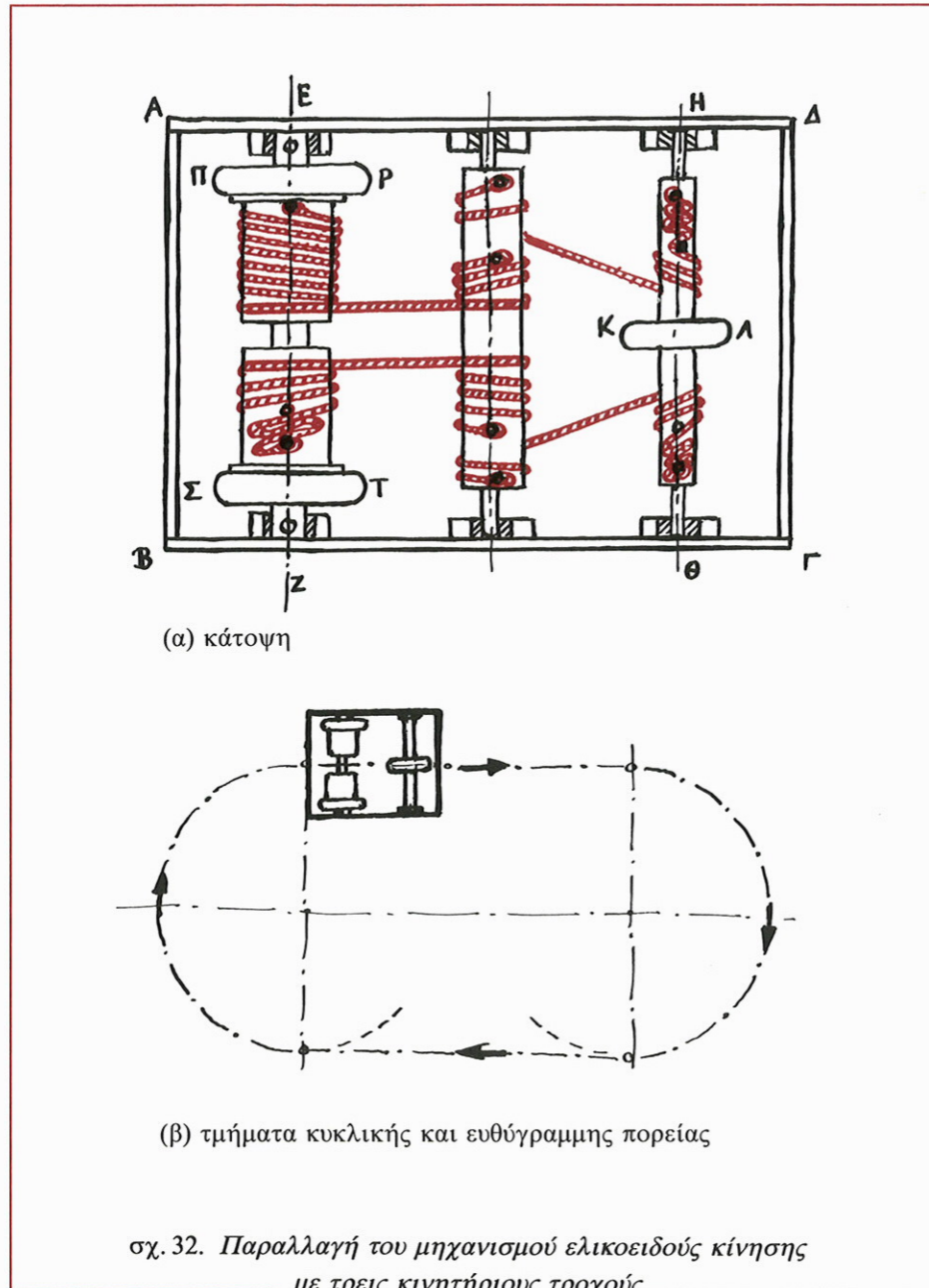
6 Θα πρέπει ὁμως τα μήκη των τυ-
λιγμάτων και των χαλαρωμάτων να
βρεθῶν ἀπὸ τὴν ἴδια τὴν πράξη, με
το πείραμα⁽¹⁾. Ἔτσι ἀρχίζουμε να κά-
νουμε τα τυλίγματα ξεκινώντας ἀπὸ
το σημεῖο, στο οποίο πρέπει να κα-
ταλήξει το πλαίσιο. Και κινώντας
το με τα χέρια μας ἀνάποδα, ἀκο-
λουθώντας τὴν πορεία που πρόκει-
ται να διανύσει, θα βρούμε τα τυλίγ-
ματα και τα χαλαρώματα των σχοι-
νίων. Ἔτσι, ὅταν ἀρχίσει να κινεῖ-
ται το πλαίσιο, θα καταλήξει ὅπως
πρέπει στη θέση, ἀπ' ὅπου ἀρχίσαμε
να τυλίγουμε τα σχοινιά.

7 Καλύτερα θα εἶναι μάλιστα να βά-
λουμε και τὸν ἄξονα ΗΘ του τροχοῦ
ΚΛ σε θύλακα, να ἐνσωματώσουμε
τὸν ἄξονα στο πλαίσιο, ὅπως κάνα-
με και με τὸν ΕΖ, να τυλίξουμε πάλι
γύρω ἀπὸ το θύλακα του τροχοῦ ΚΛ
το σχοινί με σφιχτὲς και ελεύθερες
περιελίξεις και να το συνδέσουμε με
το βάρος. Ἔτσι, ὅταν θέλουμε να
περιστραφεῖ το πλαίσιο, θα πρέπει ἑ-
νας ἀπὸ τοὺς δύο τροχοὺς ΠΡ και ΣΤ
να παραμείνει σταθερὸς, ἔχοντας ε-
λεύθερα τυλιγμένο το σχοινί στο θύ-
λακά του, ἐνῶ ο τροχὸς ΚΛ, μαζί με
τὸν ἄλλον ἀπὸ τοὺς δύο τροχοὺς, θα
πρέπει να κυλοῦν, μέχρις ὅτου το
πλαίσιο ολοκληρώσει τὴν περι-
στροφή. Και μετὰ, ἀφὸς τεντωθεῖ το
σχοινί που ἦταν ελεύθερα τυλιγμέ-
νο, θα κινηθῶν ταυτόχρονα και οι

11.6 (1) ἐξ αὐτῆς τῆς πείρας / ἀπὸ τὴν ἴδια τὴν πράξη, με τὴν πείρα, τὴν ἐμπειρία, το
πείραμα

τὸ χάλασμα ἐχούσης σπάρτου ἅμα τῶν τριῶν κινουμένων τροχῶν τὴν ἐπ' εὐθείας ὁδὸν φέρηται τὸ πλινθίον.

τρεις τροχοί και το πλαίσιο θα πορευθεί σε ευθεία γραμμή (σχ. 32).



8 ἐπεὶ οὖν αἱ χοινικίδες αἱ τοὺς τροχοὺς ἔχουσαι περικείμεναι τοῖς ἄξοσιν ἐν τῇ κινήσει δυσχερῶς ἐπιστρέφονται διὰ τὸ τὸ ὄλον τοῦ πλινθίου βάρος ἐπ' αὐτὰς ἐπικεῖσθαι, ἀρέσκει ἐν τοῖς αὐτομάτοις πάντα τὰ ἐγκυκλίως κινούμενα περὶ κνώδακας στρέφεσθαι. ποιήσομεν οὖν οὕτω·

9 γεγονέτω γὰρ τὸ πλινθίον καθ' ὃν τρόπον ὁ τοὺς δύο τροχοὺς ἔχων ἄξων, ὄρθιον διάπηγμα ἀραρός· ἐν δὲ τούτῳ ἐμπυελίδια ἔστω ἐξ ἑκατέρου μέρους, εἰς ἃ οἱ κνώδακες ἐμβιβασθήσονται. δύο δὲ ἄξονες γεγονέτωσαν συμφνεῖς ἔχοντες τοὺς τροχοὺς, ὧν ἑκάτερος κείσθω μεταξὺ τοῦ εἰρημένου ὄρθιου διαπήγματος καὶ τῶν τοῦ πλινθίου τοίχων ἐν κνώδαξιν, ὥστε βεβηκέναι ἐπὶ τοῦ ἐδάφους τοὺς τροχοὺς καὶ ἕκαστον στρέφεσθαι ἐν τοῖς ἑαυτοῦ κνώδαξιν.

10 αἱ δὲ περὶ τοὺς ἄξονας σπάρτοι διπλαῖ ἔστωσαν, ὥστε μέσον λαβεῖν τὸν τροχὸν καὶ ἐξ ἴσου στρέφειν. γεγονέτω δὲ καὶ ἕτερος ἄξων τούτοις

8 Επειδὴ ὁμως οἱ θύλακες που συγκρατοῦν τοὺς τροχοὺς και περιβάλλουν τοὺς ἄξονες περιστρέφονται με δυσκολία, εφόσον ὄλο το βάρος του τροχοκιβώτιου κάθετα πάνω τους, εἶναι προτιμότερο στα αὐτόματα τα εξαρτήματα που κάνουν κινήσεις κυκλικές να περιστρέφονται γύρω ἀπὸ κατεργασμένους στροφείς των αξόνων⁽¹⁾. Αυτό το κάνουμε ως εξής.

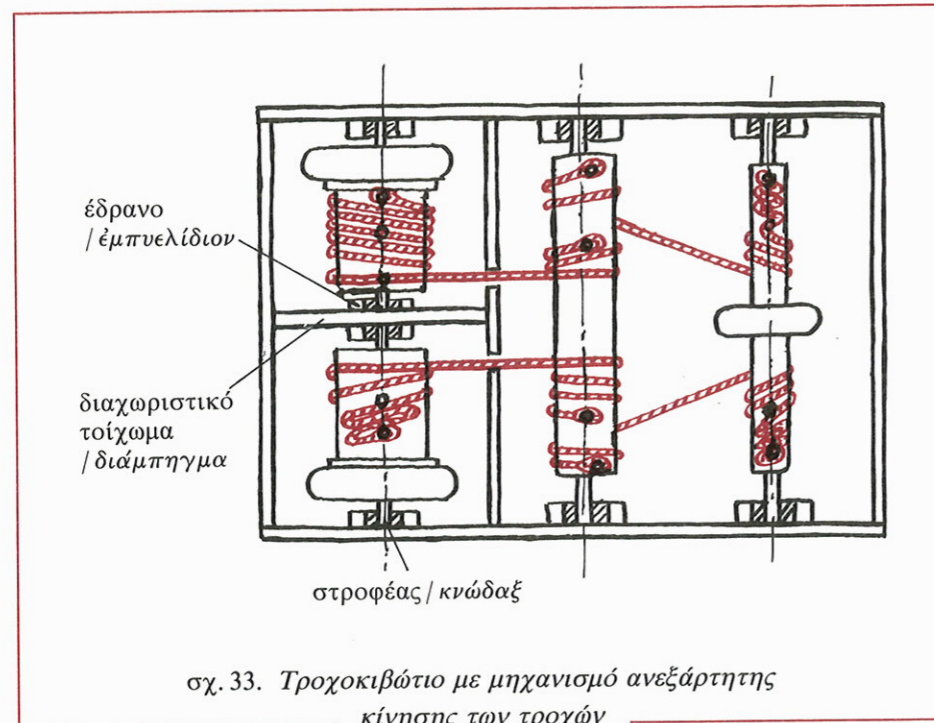
9 Κατασκευάζουμε το τροχοκιβώτιο με τον ἴδιο τρόπο, στερεώνοντας (στο μέσον) του ἄξονα των δύο τροχῶν ἓνα κάθετο διαχωριστικό διάζωμα⁽¹⁾. Σε αὐτὸ τοποθετοῦμε και στις δύο μεριές ἐδρανα, στα οποία προσαρμόζουμε τοὺς στροφείς. Κατασκευάζουμε δύο ἄξονες, στους οποίους ενσωματώνουμε τοὺς τροχοὺς, και τοὺς τοποθετοῦμε ἀνάμεσα στο κάθετο χώρισμα που ἀναφέραμε και στα τοιχώματα του τροχοκιβώτιου. Οἱ ἄξονες αὐτοὶ ἐδράζονται πάνω στους στροφείς τους, ἔτσι ὥστε οἱ τροχοὶ να ἀκουμποῦν στο ἔδαφος και να στρέφονται γύρω ἀπὸ τοὺς στροφείς (σχ. 33).

10 Τα σχοινιά γύρω ἀπὸ τοὺς ἄξονες πρέπει να εἶναι διπλά τυλιγμένα, ὥστε να ἔλκουν ζυγισμένα τοὺς τροχοὺς και να τοὺς περιστρέφουν συμμετρικά⁽¹⁾.

11.8 ⁽¹⁾ κνώδαξ, ὁ / στροφέας, κατεργασμένο τμήμα ἐδρασης και περιστροφῆς των αξόνων

11.9 ⁽¹⁾ διάπηγμα, τό / διαχωριστικό διάζωμα, τοίχωμα, χώρισμα

1.10 ⁽¹⁾ μέσῳ λαβεῖν και ἐξ ἴσου στρέφειν τὸν τροχόν / ἔχουν στη μέση τον τροχὸ και τον περιστρέφουν με ἴσες ροπές περιστροφῆς. (Ἐννοεῖ την ἰσοζυγισμένη, κεντραρισμένη, συμμετρικά διαμοιρασμένη ἔλξη των τροχῶν.)



σχ. 33. Τροχοκιβώτιο με μηχανισμό ανεξάρτητης κίνησης των τροχών

όμοίως κινούμενος έμπροσθεν του πλινθίου, ώστε πάλιν επί των τριών τροχών φέρεσθαι τὸ πλινθίον. καὶ περὶ τοῦτον ὁμοίως διπλῆ περικείμεθω σπάρτος μεσολαβοῦσα τὸν τροχόν.

11 πάλιν οὖν τῶν σπάρτων ἐπειληθεισῶν ἐναλλάξ ὁσάκις ἐὰν βουλώμεθα καὶ τὰ χαλάσματα ἔχουσῶν ὡς ἐὰν προαιρώμεθα διαμεμηρυμένα, ὡς εἴρηται, καὶ ἢ τοῦ πλινθίου πορεία ἔσται ὡς ἐὰν προαιρώμεθα, εὐκόπως τε καὶ εὐκυλίστως διὰ τοὺς κνώδακας.

Κατασκευάζουμε ἀκόμα ἕναν ἄλλον ἄξονα στο μπροστινὸ μέρος τοῦ τροχοκιβώτιου, ἔτσι ὥστε το πλαίσιο να στηρίζεται πάλι σε τρεῖς τροχούς. Καὶ γύρω του παρόμοια τυλίγουμε διπλὸ σχοινί, που ἔλκει ζυγισμένα τον τροχό.

11 Καὶ πάλι τυλίγουμε τα σχοινιά με (δεξιόστροφες καὶ αριστερόστροφες) περιελίξεις καὶ με διαδοχικὰ ελεύθερα τυλίγματα, ὅπως επιθυμούμε καὶ ὅπως ἔχουμε ἤδη αναφέρει. Ἐτσι πετυχαίνουμε την επιθυμητὴ πορεία, εὐκόλα καὶ με λιγότερες τριβές⁽¹⁾, χάριη στους στροφείς των αξόνων.

11.11 ⁽¹⁾ εὐκυλίστως (επίρρ.) / με μικρὲς τριβὲς κυλίσεως. (Ἡ μείωση των τριβῶν ἀποτελεῖ ἔντονη ἐπιδίωξη τοῦ Ἡρώνα.)

Κεφάλαιο 12

Ο μηχανισμός για τὸ ἀνάμμα τῆς φωτιάς στους βωμούς

1 Περὶ μὲν οὖν τῆς πορείας καὶ τῆς ἀποπορείας τοῦ πλινθίου αὐτάρκως νομίζομεν εἰρηκέναι. ἐξῆς δὲ περὶ τῶν ἐκτὸς τῆς πορείας κινήσεων ἐροῦμεν· ἔστι δὲ ἡμῖν ἢ πρώτη κίνηση περὶ τῆς τοῦ πυρὸς ἀνακαύσεως τοῦ ἐν τῶ βωμῶ.

2 Γίνεται οὖν οὕτως· ἔστω γὰρ βωμὸς ἐκ λεπίδων χαλκῶν ἢ σιδηρῶν πεποιημένος ὁ ΑΒΓΔ, τρύπημα ἔχων ἐν μέσῳ τῶ ἐπιπύρῳ τὸ Ε. ὑπὸ δὲ τοῦτο λεπίδιον ἔστω τὸ ΖΗ παρακτὸν ὡσπερ γλωσσοκόμου πῶμα, ἐπικαλύπτον τὸ Ε τρύπημα, ἐκ δὲ τούτου ἀλυσίδιον τὸ ΗΘΚ ἀποδοδομένον περὶ ἀξόνιον ἐντὸς τοῦ βωμοῦ κείμενον καὶ εὐλύτως στρεφόμενον.

3 ἐν δὲ τῶ ἀξονίῳ ἀποδοδοσθῶ εἰς τὴν λείαν σπάρτος· αὕτη δὲ μετὰ τὴν πορείαν ταθεῖσα ὑπὸ τῆς λείας ἐπιστρέψει τὸ ἀξόνιον καὶ παραλλάξει τὸ λεπίδιον, καὶ τῆς ἀγκύ-

1 Για τὴν πορεία καὶ τὴν επιστροφή του τροχοκιβώτιου νομίζομε ὅτι ἔχουμε πει ἀρκετὰ. Στη συνέχεια θα μιλήσουμε για τις ἄλλες κινήσεις ἐκτὸς τῆς πορείας. Ἡ πρώτη κίνηση (που θα μας ἀπασχολήσει) εἶναι τὸ ἀνάμμα τῆς φωτιάς στο βωμό.

2 Αυτό γίνεται ὡς ἐξῆς.

Ἀς πάρουμε ἕνα βωμό φτιαγμένο ἀπὸ φύλλα⁽¹⁾ χαλκοῦ ἢ σιδήρου, τον ΑΒΓΔ, που ἔχει ἕνα ἀνοίγμα Ε στο μέσον τῆς ἐστίας. Κάτω ἀπὸ τὸ ἀνοίγμα ὑπάρχει μια μικρὴ λεπίδα, ἡ ΖΗ, που κλείνει συρταρωτὰ σαν σκέπασμα κασετίνας⁽²⁾, καλύπτοντας τὸ ἀνοίγμα Ε. Τη λεπίδα αὐτὴ τη συνδέουμε με μια λεπτὴ αλυσίδα ΗΘΚ, τὴν ὁποία περνάμε γύρω ἀπὸ ἕνα μικρὸ ἄξονα, που βρίσκεται μέσα στο βωμό καὶ στρέφεται ελεύθερα.

3 Στον ἄξονα εἶναι δεμένο ἕνα σχοινί που καταλήγει στο κινητήριο βάρος. Ἐτσι, ὅταν τὸ αὐτόματο σταματήσει τὴν πορεία του καὶ ἡ θηλιά πέσει ἀπὸ τον πίρο, συμβαίνουν τα ἐξῆς: τὸ σχοινί τεντώνεται

12.2 ⁽¹⁾ λεπὶς, ἢ / λεπίδα, φύλλο μετάλλου, ἔλασμα
λεπίδιον, τό / μικρὴ λεπίδα, μεταλλικὸ πλακίδιο

⁽²⁾ γλωσσοκόμος, ὁ / κιβώτιο, θήκη, συρταρωτὴ κασετίνα

λης έκπεσούσης ἀπὸ τοῦ τύλου τὰ ἐξῆς ἐπιτελεσθήσεται. ὑποκείσθω δὲ τῷ Ε τρυπήματι λαμπτήρ ὁ ΜΝ τὴν φλόγα ἔχων ὑποκειμένην τῷ τρυπήματι. ἐπικείσθω δέ, ὡς προείρηται, ἐν τῷ βωμῷ ὕλη δυναμένη εὐκόπως ἀνάπτεσθαι.

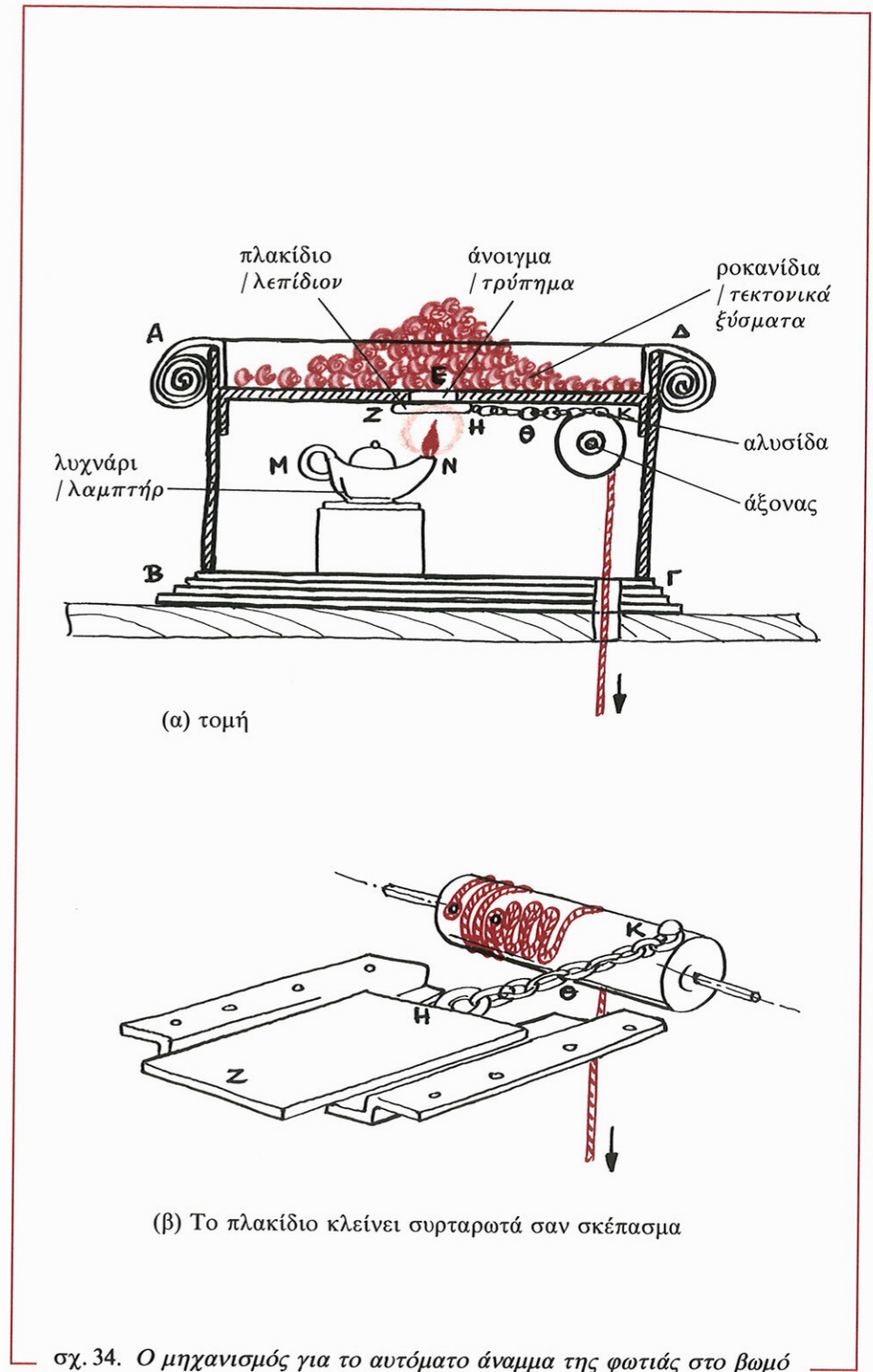
4 μᾶλλον δὲ τῶν ἄλλων ποιεῖ τὰ τεκτονικὰ ξύσματα. ὅταν οὖν πορευόμενον τὸ πλινθίον στῆ, τότε ἢ ἐκ τοῦ ΗΘΚ ἀλυσιδίου σπάρτος ταθεῖσα ἐπισπάσεται τὸ ΖΗ λεπίδιον, ὥστε ἀνοιχθῆναι τὴν ὀπήν καὶ τὴν φλόγα ἄνω ἐνεχθεῖσαν ἀνακαῦσαι τὸν βωμόν. τὰ δ' αὐτὰ ἐπινοεῖσθω καὶ ἐπὶ τοῦ ἐτέρου βωμοῦ, μόνον ὅτι τὸ τῆς σπάρτου χάλασμα μείζον εἶναι δεῖ τοῦ νῦν εἰρημένου, ὅπως κατὰ τὰς ἐξῆς κινήσεις ταθεῖσα ἢ σπάρτος τὴν ἐτέραν ἔξαψιν ποιήσεται.

ἀπὸ το βάρους, περιστρέφει τὸν ἄξονα καὶ μετακινεῖ τὴ λεπίδα. Κάτω ἀπὸ τὸ ἀνοίγμα Ε βρίσκεται ἓνα ἀναμμένο φωτιστικὸ σκεῦος, ἓνα λυχνάρι⁽¹⁾, τὸ ΜΝ, με τὴ φλόγα τοῦ ακριβῶς κάτω ἀπὸ τὸ ἀνοίγμα. Πάνω στο βωμὸ βάζουμε, ὅπως ἀναφέραμε, ἓνα εὐφλεκτὸ υλικό.

4 Καλύτερα μάλιστα ἀπ' ὅλα ἀνάβουν τὰ ροκανίδια (σχ. 34).

Ἀφοῦ λοιπὸν κινηθεῖ καὶ σταματήσει τὸ τροχοκιβώτιο, τεντώνεται τὸ σχοινὶ καὶ ἡ αλυσίδα ΗΘΚ, καὶ τραβιέται ἡ λεπίδα ΖΗ. Ἐτσι ἡ τρύπα ἀνοίγει, ἡ φωτιά φτάνει στο ἐπάνω μέρος καὶ ὁ βωμὸς ἀνάβει. Τα ἴδια ας φανταστοῦμε καὶ γιὰ τὸν ἄλλο βωμὸ, με τὴ διαφορὰ ὅτι τὸ χάλασμα ἐδῶ θα πρέπει νὰ εἶναι μεγαλύτερο ἀπὸ τὸ προηγούμενο, ἔτσι ὥστε τὸ σχοινὶ νὰ τεντωθεῖ καὶ νὰ προκαλέσει, μετὰ ἀπὸ ὀρισμένες κινήσεις, τὴ δευτέρη ἀνάφλεξη.

12.3 (1) λαμπτήρ, ὁ / λαμπτήρας, φωτιστικὸ σκεῦος, λυχνάρι



Κεφάλαιο 13

Το υδραυλικό σύστημα για την εκροή υγρών από την κούπα και το θύρσο του Διονύσου και ο μηχανισμός περιστροφής των ειδώλων

1 Μετά δὲ τὴν θυσίαν δεῖ ἐκ μὲν τοῦ θύρσου γάλα ἀναπιτυσθῆναι, ἐκ δὲ τοῦ σκύφους οἶνον.

2 Γίνεται οὖν καὶ τοῦτο οὕτως· ὑπὸ τοὺς πόδας τοῦ Διονύσου συμφυῆς γίνεται σωλήν ἔχων τρυπήματα ἐν τῇ ἐπιφανείᾳ ἐγγὺς ἀλλήλων δύο, ἐκ δὲ τούτων σωληνάκια ἀνατείνοντα εἰς τὸ ἐντὸς μέρος τοῦ Διονύσου φέροντα τὸ μὲν εἰς τὸν θύρσον, τὸ δὲ εἰς τὸν σκύφον.

3 Ἐστω δὲ ἡ μὲν βᾶσις τοῦ Διονύσου ἡ ΑΒ, ὃ δὲ συμφυῆς τούτῳ σωλήν ὁ ΓΔ· τὰ δὲ ἐν αὐτῷ τρυπήματα τὰ Ε, Ζ· τὰ δὲ ἐκ τούτων ἀνατείνοντα σωληνάκια τὰ ΖΗ, ΕΘ, τὸ μὲν ΖΗ εἰς τὸν θύρσον, τὸ δὲ ΕΘ εἰς τὸν σκύφον. ἔστω δὲ καὶ ὁ ἐπικείμενος πυρῆν τῷ ναῖσκῳ ὁ ΚΛΜ. ἐντὸς δὲ τούτου ἀγγεῖον ἔστω τὸ ΝΞ μέσον διάφραγμα ἔχον τὸ Ο. καὶ ἐκ μὲν τοῦ ΝΟ ἀγγείου φερέτω σωλήν ὁ ΠΡΣΤ εἰς τινα ἕτερον σωλήνα τὸν ΥΦ συννεσμηρι-

1 Μετά τη θυσία πρέπει να αναβλύζει από το ιερό ραβδί γάλα και από την κούπα κρασί.

2 Και αυτό γίνεται ως εξής. Κάτω από τα πόδια του Διονύσου στερεώνεται ένας κυλινδρικός σωλήνας⁽¹⁾, που έχει στην επιφάνειά του δυο τρύπες, τη μια κοντά στην άλλη, από τις οποίες ανεβαίνουν (εύκαμπτα λεπτά) σωληνάκια στο εσωτερικό του αγάλματος του Διονύσου και καταλήγουν το ένα στο ιερό ραβδί και το άλλο στην κούπα.

3 Ας είναι λοιπόν η βάση του Διονύσου η ΑΒ, και ο στερεωμένος σ' αυτήν σωλήνας ο ΓΔ, ενώ οι τρύπες πάνω του οι Ε και Ζ. Ας είναι ακόμα τα σωληνάκια που ξεκινούν απ' αυτές τα ΖΗ και ΕΘ, όπου το ΖΗ καταλήγει στο ιερό ραβδί και το ΕΘ στην κούπα. Ας θεωρήσουμε και τη στέγη, που βρίσκεται πάνω στο μικρό ναό, την ΚΛΜ. Μέσα σ' αυτήν τοποθετούμε ένα δοχείο, το ΝΞ, με ένα διάφραγμα στη μέση, το Ο. Και από το δοχείο ΝΟ ξεκινάει ο σωλήνας ΠΡΣΤ και συνδέεται με έναν άλλο κυλινδρικό σωλήνα, τον ΥΦ, που

σμένον τῷ ΓΔ σωλήνι, συμφυῆ δὲ ὄντα ἐκ τῶν ὑποκάτω μερῶν τῷ καταστρώματι, ἐφ' ὃ ὁ ναῖσκος ἐπίκειται.

4 τὸ δὲ Τ τρύπημα κείσθω κατὰ τὸ Ε. ἐκ δὲ τοῦ ΞΟ ἀγγείου <φερέτω> ἕτερος σωλήν ὁ ΧΨΩΤ καὶ φέρων ὁμοίως εἰς τὸν ΥΦ σωλήνα. τὸ δὲ Τ τρύπημα κείσθω κατὰ τὸ Ζ. οὐκοῦν ἐάν τις ἐν μὲν τῷ ΟΝ ἀγγειδίῳ οἶνον ἐγχείη, ἐν δὲ τῷ ΞΟ γάλα, κειμένων τῶν Ε, Ζ τρυπημάτων κατὰ τὰ Τ, Τ ἐνεχθήσεται ὁ μὲν οἶνος εἰς τὸν σκύφον, τὸ δὲ γάλα εἰς τὸν θύρσον.

5 Ἴν' οὖν στέγη τὰ ὑγρά τὸν πρότερον χρόνον, κλείς ἔστω ἡ ΓΤ ἀποκλείουσα, ὡς εἴρηται, τὰ ὑγρά δι' ἐπιτονίου τοῦ Α, περὶ δ' ἀγκύλη σπάρτου περιβεβλήσθω χάλασμα ἔχουσα καὶ ἀποδομένη εἰς τὴν λείαν, ὅπως κατὰ τὸν δέοντα καιρὸν ταθεῖσα ἐπιστρέψη τὸ ἐπιτόνιον καὶ ἐνεχθῆ τὰ ὑγρά. πάλιν δὲ ἐπιστραφέντος τοῦ Διονύσου καὶ τοῦ ἑτέρου βωμοῦ ἀνακαυθέντος, δεῖ πάλιν ρεῦσαι τὸν τε οἶνον καὶ τὸ γάλα· στρέφεσθαι δὲ οὕτως ἡμικυκλίου περιφέρεια.

εἶναι προσαρμοσμένος στο σωλήνα ΓΔ και στερεωμένος στο κάτω μέρος του δαπέδου, πάνω στο οποίο στέκεται ο ναός.

4 Η τρύπα Τ βρίσκεται απέναντι από την Ε. Και από το δοχείο ΞΟ ξεκινάει άλλος σωλήνας, ο ΧΨΩΤ, και καταλήγει επίσης στο σωλήνα ΥΦ, ενώ η τρύπα Τ βρίσκεται απέναντι από τη Ζ.

Αν λοιπόν γεμίσει κανείς το δοχείο ΟΝ με κρασί και το δοχείο ΞΟ με γάλα, αφού οι τρύπες Ε και Ζ βρίσκονται απέναντι στις Τ και Τ, θα χυθεί το κρασί στην κούπα και το γάλα στο ιερό ραβδί.

5 Για να διατηρηθούν όμως τα υγρά στα δοχεία της στέγης πριν χρησιμοποιηθούν, τοποθετούμε μια βαλβίδα⁽¹⁾, την ΓΤ'. Η βαλβίδα αυτή κρατάει, όπως είπαμε, τα υγρά με μια στροφιγγα⁽²⁾, την Α', γύρω από την οποία περνάμε τη θηλιά ενός σπάγγου. Το σπάγγο τον τυλίγουμε ελεύθερα και τον συνδέουμε με το κινητήριο βάρος, έτσι ώστε την κατάλληλη χρονική στιγμή να τεντωθεί, να περιστρέψει τη στροφιγγα και να αφήσει τα υγρά να ρευσουν. Και όταν πάλι περιστραφεί ο Διονυσος και ανάψει ο δεύτερος βωμός, πρέπει ξανά να τρέξει το κρασί και το γάλα. Η περιστροφή του Διονύσου γίνεται έτσι κατά ένα ημικύκλιο.

13.2 ⁽¹⁾ σωλήν, ὃ / σωλήνας, κύλινδρος σωληνάριον, τό / σωληνάκι

13.5 ⁽¹⁾ κλείς, ἡ / βαλβίδα, βᾶνα

⁽²⁾ ἐπιτόνιο, τό / α) ὄργανο για το τέντωμα των χορδών στους καταπέλτες ἡ στα ἔγχορδα μουσικά ὄργανα, εντατήρας, κουρδιστήρι, β) στροφιγγα, στριφτάρι

6 γεγονέτω κατὰ διάμετρον τοῖς Τ, Ψ τρήμασιν ἕτερα τρήματα τὰ Β, Γ, καὶ ἐκ μὲν τοῦ Β φερέτω σωλήν εἰς τὸν ΡΣ ὁ ΒΔ, ἐκ δὲ τοῦ Γ ἕτερος σωλήν εἰς τὸν ΨΩ ὁ ΓΕ. ὅταν ἄρα ἐπιστραφέντος τοῦ Διονύσου γένηται τὰ Ε, Ζ τρυπήματα κατὰ τὰ Β, Γ, καὶ πάλιν ἀνοιχθήσεται ἡ ΓΤ κλείς, καὶ ρεύσει ὁμοίως ὅ τε οἶνος καὶ τὸ γάλα. ἀνοίγεται δὲ ἡ κλείς ἑτέρας σπάρτου ἐπισπασαμένης τὸ ἐπιτόνιον εἰς τὰ ἕτερα βάρη.

7 δεῖ δὲ τοὺς ΡΣ, ΨΩ σωλήνας δι' ἐνὸς κιονίσκου τῶν ἐν τῷ ναῦσκι κούλου ὄντος ἐνεχθῆναι ὑπὸ τὴν βάσιν τοῦ ναῖσκου, ὅπως ἀφανεῖς ὑπάρχωσιν. ἐπιστρέφεται δὲ ὁ Διόνυσος σὺν τῇ ἐπικειμένῃ Νίκη τῷ πυρῆνι οὕτως. καθείσθω ἄξων συμφυῆς ὦν τῇ Νίκη διὰ τοῦ πυρῆνος ὁ ΞΖ εὐλύτως στρεφόμενος περὶ κνώδακα τὸν Ζ, καὶ περὶ αὐτὸν περιελθείσα σπάρτος διὰ τροχίλου τοῦ Η ἀποδεδόσθω εἰς τὴν βάσιν τοῦ ναῖσκου καὶ διὰ τροχίλου τοῦ Θ εἰς τὸ ὑπερέχον τοῦ ΓΔ σωλήνος.

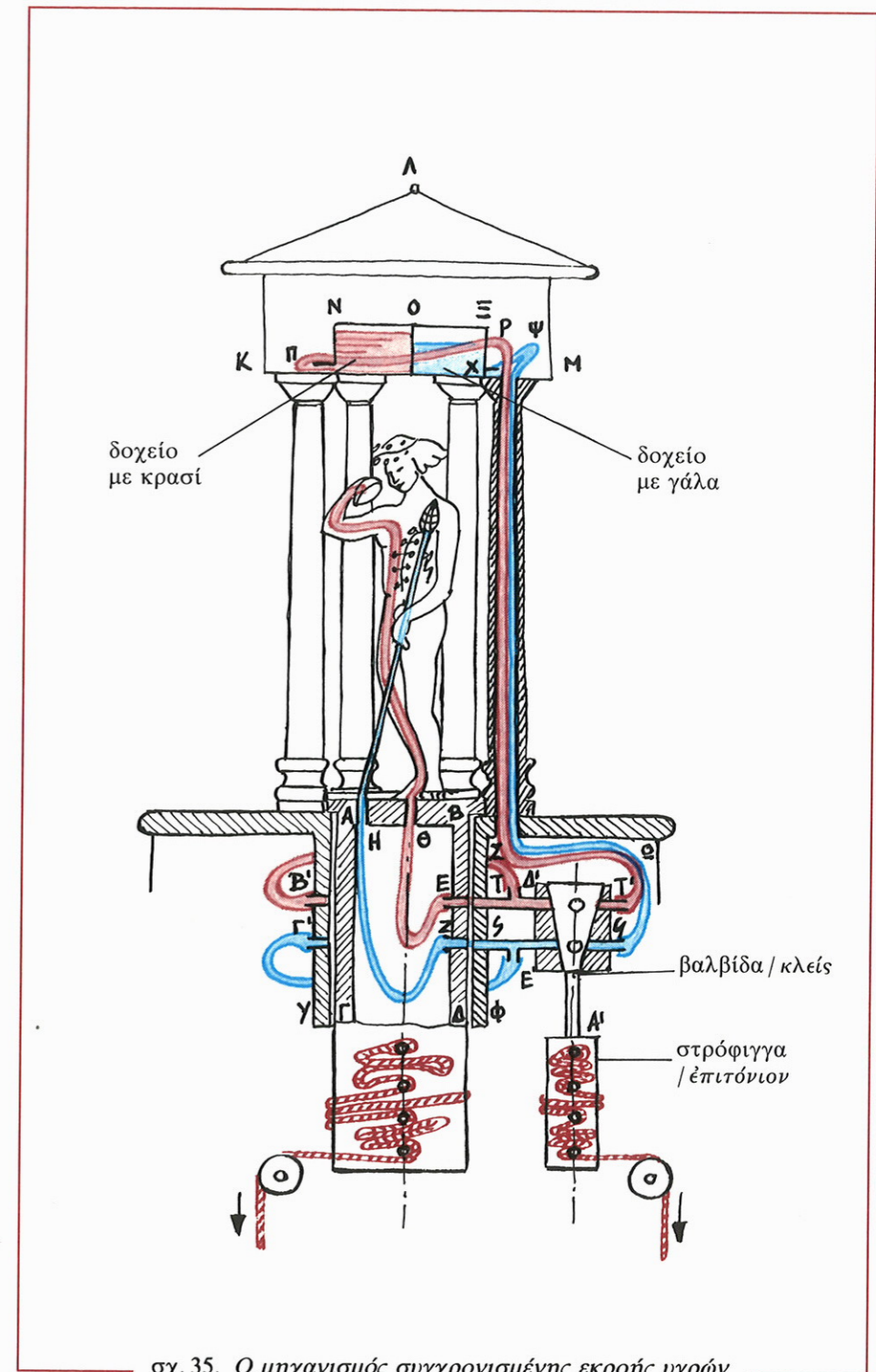
6 Αντιδιαμετρικά από τις τρύπες Τ και Ψ ανοίγουμε άλλες τρύπες, τις Β' και Γ'. Και από την τρύπα Β' περνάει ο σωλήνας Β'Δ' και συνδέεται με το σωλήνα ΡΣ, ενώ από την τρύπα Γ' περνάει άλλος σωλήνας, ο Γ'Ε', και συνδέεται με τον ΨΩ.

Όταν λοιπόν περιστραφεί ο Διόνυσος και οι τρύπες Ε και Ζ βρεθούν απέναντι από τις Β' και Γ', θα ανοίξει πάλι η βαλβίδα ΓΤ' και θα ξανατρέξει κρασί και γάλα. Η βαλβίδα ανοίγει μ' ένα άλλο σχοινί, που περιστρέφει αντίστροφα τη στρόφιγγα.

7 Οι σωλήνες ΡΣ και ΨΩ πρέπει να περάσουν μέσα από ένα κούφιο κολονάκι του ναού και να μπουν κάτω από τη βάση του ναού, για να μη φαίνονται (σχ. 35).

Η περιστροφή του Διονύσου και της Νίκης, που βρίσκεται πάνω στη στέγη του ναού, γίνεται ως εξής.

Ένας άξονας, ο Ξ'Ζ', ενσωματωμένος με τη Νίκη, κατεβαίνει μέσα από τη στέγη και στρέφεται ελεύθερα γύρω από έναν στροφέα, τον Ζ'. Ένα σχοινί, τυλιγμένο γύρω από τον άξονα, καταλήγει μέσα από μια τροχαλία, την Η', στη βάση του ναού, και με μια άλλη τροχαλία, τη Θ', φθάνει στο τμήμα του σωλήνα ΓΔ που προεξέχει.



σχ. 35. Ο μηχανισμός συγχρονισμένης εκροής υγρών

8 οὐκοῦν ἐὰν ἐπιστρέφῃ τις τὸν ΓΔ σωλήνα, ἀπειλήσει τὴν περὶ τὸν ΣZ ἄξονα σπάρτον καὶ ἅμα ἐπιστρέψει τὴν Νίκη καὶ τὸν Διόνυσον· ἐπὶ τὰ αὐτὰ δὲ ἔστω μέρη ἢ ἐπιστροφὴ αὐτῶν· καὶ ἴσος δὲ ἔστω κατὰ τὸ πάχος ὁ ΣZ ἄξων τῷ ΓΔ σωλήνι, ὅπως ἅμα ἀποκατασταθῶσιν ἢ τε Νίκη καὶ ὁ Διόνυσος μηδὲν παραλλάσσοντες κατὰ τὴν θέσιν. ἵνα γοῦν αὐτόματον τοῦτο γίνηται, ἐπειλήσθω ἑτέρα ἄλυσις περὶ τὴν ὑπεροχὴν τοῦ ΓΔ σωλήνος καὶ διὰ τροχήλου τοῦ $\overset{A}{M}$ εἰς βάρους ἀποδεδόσθω τὸ $\overset{B}{M}$.

9 ὁ δὲ συγκεκριμένος τῷ βάρει κρίκος χειρὶ κατεχέτω καὶ σχαστηρία, καθάπερ ἐπὶ τῶν καταπελτῶν γίνεται, ὅπως τῆς σχαστηρίας ἀπολυθείσης ἀπὸ τινος σπάρτου τὸ βᾶρος κατενεχθὲν ἐπιστρέψῃ τὸν τε Διόνυσον καὶ τὴν Νίκη καὶ ἢ $H\Theta$ δὲ σπάρτος δι' ἑτέρου κιονίσκου κρυπτέσθω, καθάπερ καὶ ἐπὶ τῶν σωλήνων εἴρηται.

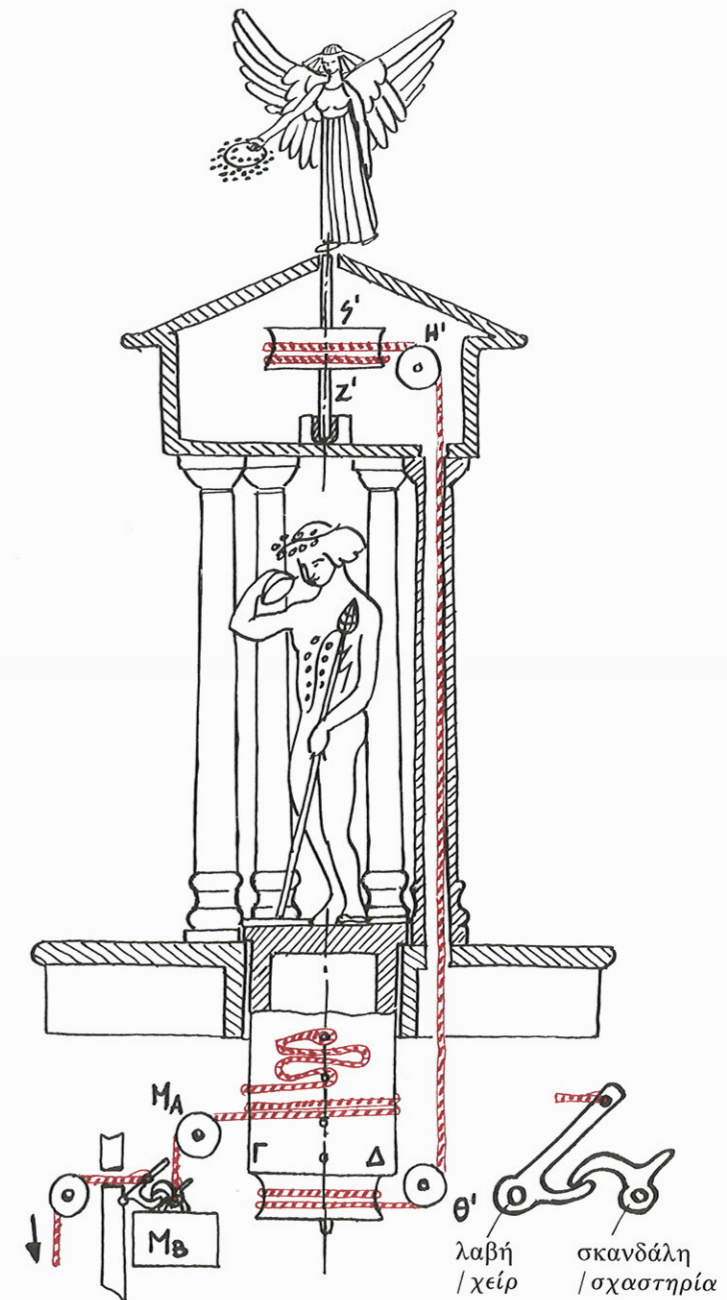
8 Αν λοιπόν κάποιος περιστρέψει το σωλήνα ΓΔ, θα ξετυλιχτεί το σχοινί που είναι τυλιγμένο γύρω από τον άξονα $\Sigma Z'$ και θα περιστραφούν ταυτόχρονα η Νίκη και ο Διόνυσος. Η περιστροφή των δύο μορφών γίνεται στην ίδια κατεύθυνση. Ο άξονας $\Sigma Z'$ έχει ἴσο πάχος με το σωλήνα ΓΔ, ὅστε η Νίκη και ο Διόνυσος να επιστρέφουν ταυτόχρονα στην αρχική τους θέση.

Αλλά για να γίνεται αυτόματα η κίνηση αυτή, τυλίγουμε μίαν ἄλλη αλυσίδα στο τμήμα του σωλήνα ΓΔ που προεξέχει και με μια τροχαλία, τη M_A , τη συνδέουμε με ένα βᾶρος, το M_B .

9 Ο κρίκος που είναι συνδεδεμένος με το βᾶρος κρατιέται με μια λαβή⁽¹⁾ και μια σκανδάλη⁽²⁾, ὅπως γίνεται στους καταπέλτες. Με το τράβηγμα ενός σχοινιού, ελευθερώνεται η σκανδάλη, πέφτει το βᾶρος και περιστρέφει το Διόνυσο και τη Νίκη. Το σχοινί $H\Theta$ είναι κρυμμένο μέσα σε ένα ἄλλο κολονάκι, ὅπως είπαμε και για τους σωλήνες (σχ. 36).

13.9 (1) χείρ, ἢ / χερούλι, λαβή

(2) σχαστηρία, ἢ / σκανδάλη, (σαν αὐτή που χρησιμοποιεῖται στους καταπέλτες)



σχ. 36. Ο μηχανισμός περιστροφής των ειδώλων

Κεφάλαιο 14

Ο μηχανισμός παραγωγής ήχων από τύπανα και κύμβαλα

1 Μετά δὲ τὸ σπεῖσαι πρῶτως τὸν Διόνυσον δεήσει κυμβάλων καὶ τυμπάνων κτύπον γενέσθαι.

Γίνεται δὲ καὶ τοῦτο οὕτως· ἐν τῇ κάτω βάσει, ἐν ἣ εἰσι καὶ οἱ τροχοί, ἀγγεῖον τίθεται ἔχον σφαιρίδια μολιβᾶ συρρέοντα εἰς τὸν πυθμένα. ἐν δὲ τῷ πυθμένι τρήμα γίνεται εὐλύτως δυνάμενον δέξασθαι τὰ σφαιρίδια, κλειθρίον ἔχον ἀνοιγόμενον ὑπὸ τῆς σπάρτου, ὅταν δέη. ὑπόκειται δὲ τῷ τρήματι τυμπάνιον ἐπικεκλιμένον· καὶ τούτῳ ἐξήφθω κυμβάλιον.

2 ἐκπίπτοντα οὖν τὰ σφαιρίδια κρούσει πρῶτον τὸ τυμπάνιον καὶ ἐκ τούτου ἀποπίπτοντα εἰς τὸ κυμβάλιον τὸν ἦχον ἀποτελέσει. δύναται δὲ μέσον διάφραγμα λαβὼν τὸ ἀγγεῖον δύο χώρας ποιῆσαι, ὥστε ἐν ἑκατέρῳ εἶναι σφαιρίδια καὶ τὰ μὲν ἐν τῇ μιᾷ χώρᾳ τὸν πρῶτον ἦχον ἀποτελεῖν, τὰ δὲ ἐν τῇ ἑτέρῳ τὸν ἐξῆς, κλειθρίου ὁμοίως ἀνοιχθέντος.

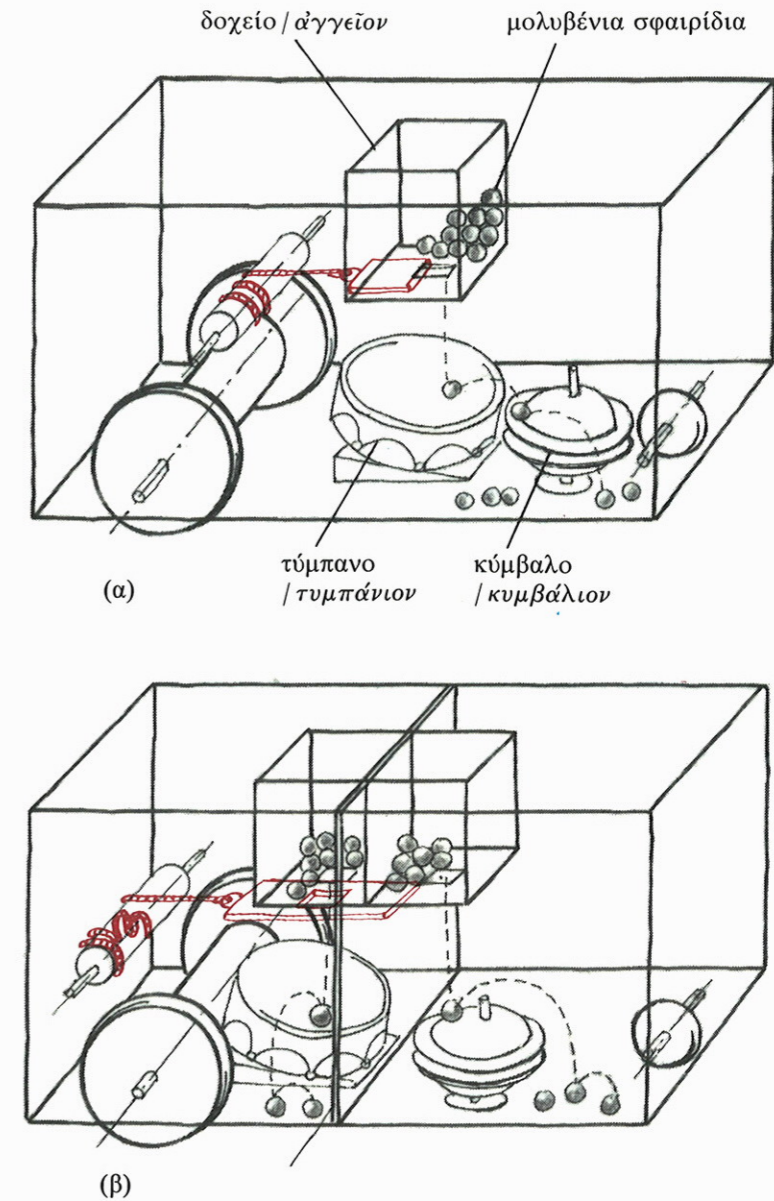
1 Μετά την πρώτη σπονδή του Διονύσου με κρασί και γάλα, πρέπει να ακουστεί ήχος από κύμβαλα και τύπανα.

Αυτό γίνεται ως εξής. Στο κάτω μέρος της βάσης, όπου βρίσκονται οι τροχοί, τοποθετείται ένα δοχείο, στον πυθμένα του οποίου είναι μαζεμένα μολυβένια σφαιρίδια. Στον ίδιο πυθμένα ανοίγουμε μια τρύπα⁽¹⁾, απ' όπου με ευχέρεια μπορούν να περνάνε τα σφαιρίδια, και την οποία καλύπτουμε με ένα σύρτη, που ανοίγει με ένα σχοινί όταν χρειαστεί. Κάτω από την τρύπα βρίσκεται ένα μικρό επικλινές τύπανο και κολλητά δίπλα του ένα μικρό κύμβαλο.

2 Μόλις πέσουν λοιπόν τα σφαιρίδια, κτυπούν πρώτα το τύπανο και απ' αυτό πέφτουν στο κύμβαλο και προκαλούν τον ήχο (σχ. 37α).

Μπορούμε ακόμα να χωρίσουμε το δοχείο στη μέση με ένα διάφραγμα, να σχηματίσουμε έτσι δύο χώρους και να τοποθετήσουμε και στους δύο σφαιρίδια. Όταν ανοίξουμε τότε, όπως παραπάνω, το σύρτη, τα σφαιρίδια που είναι στον ένα χώρο θα προκαλέσουν τον πρώτο ήχο (του τυμπάνου), ενώ αυτά που είναι στον άλλο χώρο θα προκαλέσουν τον επόμενο ήχο (του κυμβάλου) (σχ. 37β).

14.1 (1) τρήμα, τό / άνοιγμα, τρύπα, οπή



σχ. 37. Ο μηχανισμός παραγωγής ήχων από τύπανα και κύμβαλα

Κεφάλαιο 15

Ο μηχανισμός για το στεφάνωμα του περιστύλιου

1 Ἐξῆς δὲ δεῖ τὸ περιστύλιον στεφανωθῆναι τὸ ἐν τῇ βάσει.

2 Γίνεται δὲ οὕτως· νοείσθω τὸ θωράκιον τὸ ἐπικείμενον ἐν τῷ τετραστύλῳ τὸ ΑΒΓΔ ἔχον ἐντὸς ἕτερον θωράκιον τὸ ΕΖΗΘ, ὥστε τὴν μεταξύ τῶν δύο χώραν θωρακίων κενὴν ἐκ τοῦ κάτω μέρους ὑπάρχειν. γεννηθὲν δὲ πλέγμα ἐκ στεφάνων τετραγώνων πλοκῆ οἷα ἔάν τις βούληται καὶ πρὸς τὴν ὄψιν εὐαρμόστως καὶ τοῦτο πτυγὲν ἐγκρύπτεται εἰς τὸν εἰρημένον μεταξύ τῶν θωρακίων τόπον τὰς ἀνω ἀρχὰς ἐξημμένας ἔχον ἐκ τοῦ θωρακίου.

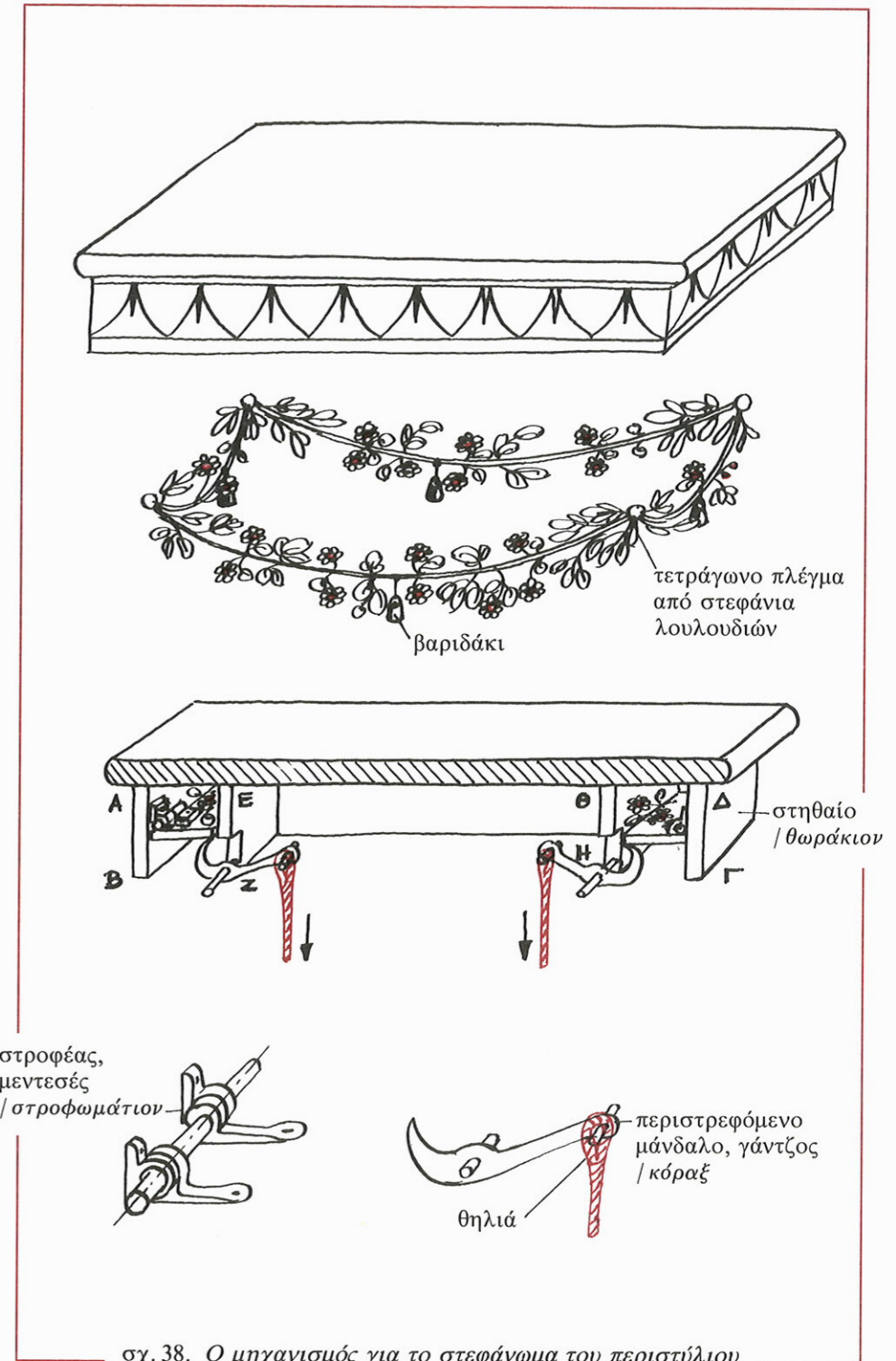
3 καὶ ἵνα μὴ αὐτόματον καταφέρηται, σανίδιον ἐπίμηκες ἀρμόζον τῷ μεταξύ τῶν θωρακίων τόπῳ καθ' ἐκάστην πλευρὰν τοῦ θωρακίου γίνεται, ὥστε ἐπιπωμασθῆναι τὸ πλέγμα καὶ συσχεῖν εἰς τὸ ἀνω μέρος. ἵνα δὲ μὴ αὐτόματα τὰ σανίδια ἀποπίπτῃ, ἐκ τῆς μιᾶς πλευρᾶς τῆς εἰς τὸ ἐντὸς τοῦ θωρακίου μέρος στροφωμάτια εὐλυτα λαμβάνει, ἵνα ὅταν ἐπιπωματοῦνται, ἐκ τοῦ ἑτέρου μέρους ἐπιστρεπτοῦν κό-

1 Στη συνέχεια πρέπει να στεφανωθεί το περιστύλιο, που βρίσκεται στη βάση.

2 Αυτό γίνεται ως εξής. Θεωρούμε το στηθαίο ΑΒΓΔ, που είναι πάνω από τους τέσσερις στύλους. Μέσα από το στηθαίο αυτό υπάρχει άλλο στηθαίο, το ΕΖΗΘ, έτσι ώστε ο χώρος μεταξύ των δύο στηθαίων να είναι ανοιχτός από το κάτω μέρος.

Κατασκευάζουμε ένα τετράγωνο πλέγμα από στεφάνια λουλουδιών, πλέκοντάς τα όπως θέλουμε, αρκεί να είναι ωραία στην όψη. Και αφού τα συμπτύξουμε, τα κρύβουμε στο χώρο που αναφέραμε ανάμεσα στα δύο στηθαία, και κρεμάμε τις πάνω άκρες τους μέσα στο στηθαίο.

3 Για να μην πέφτουν τα στεφάνια από μόνα τους, τοποθετούμε σε κάθε πλευρά του στηθαίου ένα στενόμακρο σανίδι, που εφαρμόζει στο χώρο ανάμεσα στα δύο στηθαία, έτσι ώστε να καλύπτει το πλέγμα και να το συγκρατεί στο επάνω μέρος. Αλλά, για να μην πέφτουν και τα σανίδια από μόνα τους, τοποθετούμε σ' αυτά, από τη μία πλευρά προς το εσωτερικό του στηθαίου, ευκίνητους μεντεσέδες⁽¹⁾, έτσι ώστε, όταν τα σανίδια καλύπτουν το άνοιγμα, και συγκρατούνται από το άλλο μέρος



σχ. 38. Ο μηχανισμός για το στεφάνωμα του περιστύλιου

ρακι κατέχεται, ὥστε μὴ ἀνοίγεσθαι.

4 ἐκ δὲ τοῦ ἐτέρου μέρους τοῦ κόρακος ἀγκύλη σπάρτου περιτίθεται, ἥτις ταθείσης τῆς σπάρτου καὶ τοῦ κόρακος ἐπιστραφέντος ἀποπίπτει. καὶ οὕτως τὸ πλέγμα καθίεται. ἔξει δὲ τὸ πλέγμα εἰς τὰ κάτω μέρη βαρύλλια μολιβᾶ ἐκδεδεμένα πρὸς τὸ ταχέως καταφέρεισθαι.

με ἓνα περιστρεφόμενο γάντζο⁽²⁾, να μην ανοίγουν.

4 Από την άλλη μεριά του γάντζου περνάμε τη θηλιά ενός σχοινοῦ, που πέφτει, όταν τεντωθεῖ το σχοινί και περιστραφεί ο γάντζος. Ἔτσι (ανοίγουν τα σανίδια και) πέφτει το πλέγμα. Και για να κατεβαίνει το πλέγμα γρήγορα, ἔχει δεμένα στο κάτω μέρος μικρά μολυβένια βαρίδια (σχ. 38).

Κεφάλαιο 16

Ο χορός των Βακχών

1 Τὸ λοιπὸν δὲ δὴ καταλείπεται ὑποδείξαι, πῶς αἱ Βάκχαι χορεύουσι κατὰ τὸν δέοντα καιρὸν.

Γίνεται οὖν καὶ τοῦτο οὕτως· ὁ ναῖσκος ὁ στρογγύλος, ἐν ᾧ ἐστὶν ὁ Διόνυσος, στυλοβάτην ἔχέτω στρογγύλον καὶ λείον κατὰ τὸ ὕψος. ἔστω οὖν οὗτος ὁ ΑΒΓΔ· περὶ δὲ τοῦτον περικείσθω ἴτυς ἢ ΕΖΗΘ· ΚΑΜΝ ἀρμοστή τῶ στυλοβάτη, ὥστε εὐλύτως περὶ αὐτὸν στρέφεσθαι.

2 περὶ δὲ τὸν κρόταφον τῆς ΚΑΜΝ περιφέρειας ἐντετορνεύσθω σωλήν, ἐν ᾧ σπάρτος ἐπειληθεῖσα ἐγκεκοιμίσθω εἰς τὸ βάθος τοῦ σωλήνος, ἥς ἢ μὲν μία ἀρχὴ κεκρούσθω δι' ἐπιούρου εἰς τὸ βάθος τοῦ σωλήνος, ὥστε μηκέτι ἐκσπᾶσθαι.

3 ἢ δὲ ἐτέρα διὰ τροχίλου ἀποδεδόσθω εἰς τὸ κάτω μέρος τοῦ θωρακίου καὶ ἐπειλήσθω εἰς ἕτερον σωλήνα ἐνόνητα ἐν τῶ τυμπάνῳ, ᾧ συμφυῆς ἔστω

1 Αυτό που μένει είναι να δείξουμε πῶς χορεύουν οι Βάκχες την κατάλληλη χρονική στιγμή.

Γίνεται λοιπὸν και τούτο ως εξής. Ο στρογγυλὸς μικρὸς ναὸς, μέσα στον οποίο είναι το ἀγαλμα του Διονύσου, ἔχει ἓνα βάθρο των στύλων, ἓνα στυλοβάτη⁽¹⁾, στρογγυλὸ και λείο κατὰ το ὕψος του. Ἄς εἶναι ΑΒΓΔ ο στυλοβάτης αὐτός. Γύρω του τοποθετούμε ἓνα δακτύλιο⁽²⁾, τον ΕΖΗΘΚΑΜΝ, προσαρμοσμένο στο στυλοβάτη, ἔτσι ὥστε να περιστρέφεται ελεύθερα γύρω απ' αὐτόν.

2 Στο μέτωπο της περιφέρειας ΚΑΜΝ επεξεργαζόμεστε στον τὸρνο μια σωληνοειδὴ αὐλακα⁽¹⁾. Στο βάθος της αὐλακας τυλίγουμε ἓνα σχοινί και στερεώνουμε τη μια του ἄκρη με μια σφήνα, για να μην ξεπιάνεται.

3 Ἡ ἄλλη ἄκρη του σχοινοῦ φθάνει στο κάτω μέρος του στηθαίου μέσω μιας τροχαλίας και τυλίγεται σε μιαν ἄλλη σωληνοειδὴ αὐλακα, χαραγμένη μέσα στο τύμπανο⁽¹⁾, ὅπου

15.3 (1) στρόφωμα, τό / στρωφωμάτιον, τό / στροφέας, στρόφιγγα, ἄξονας περιστροφής, μεντεσές

(2) κόραξ, ὁ / ἀγκιστρο, γάντζος, μάνδαλο

16.1 (1) στυλοβάτης, ὁ / βάθρο των στύλων, υπόβαθρο, στυλοβάτης

(2) ἴτυς, ἢ / δακτύλιος, κυκλικὸ στεφάνι συνήθως φτιαγμένο ἀπὸ ἰτιά, για να εἶναι γερό, (χρησιμεύει στην κατασκευὴ τροχῶν ἢ ἀσπίδων)

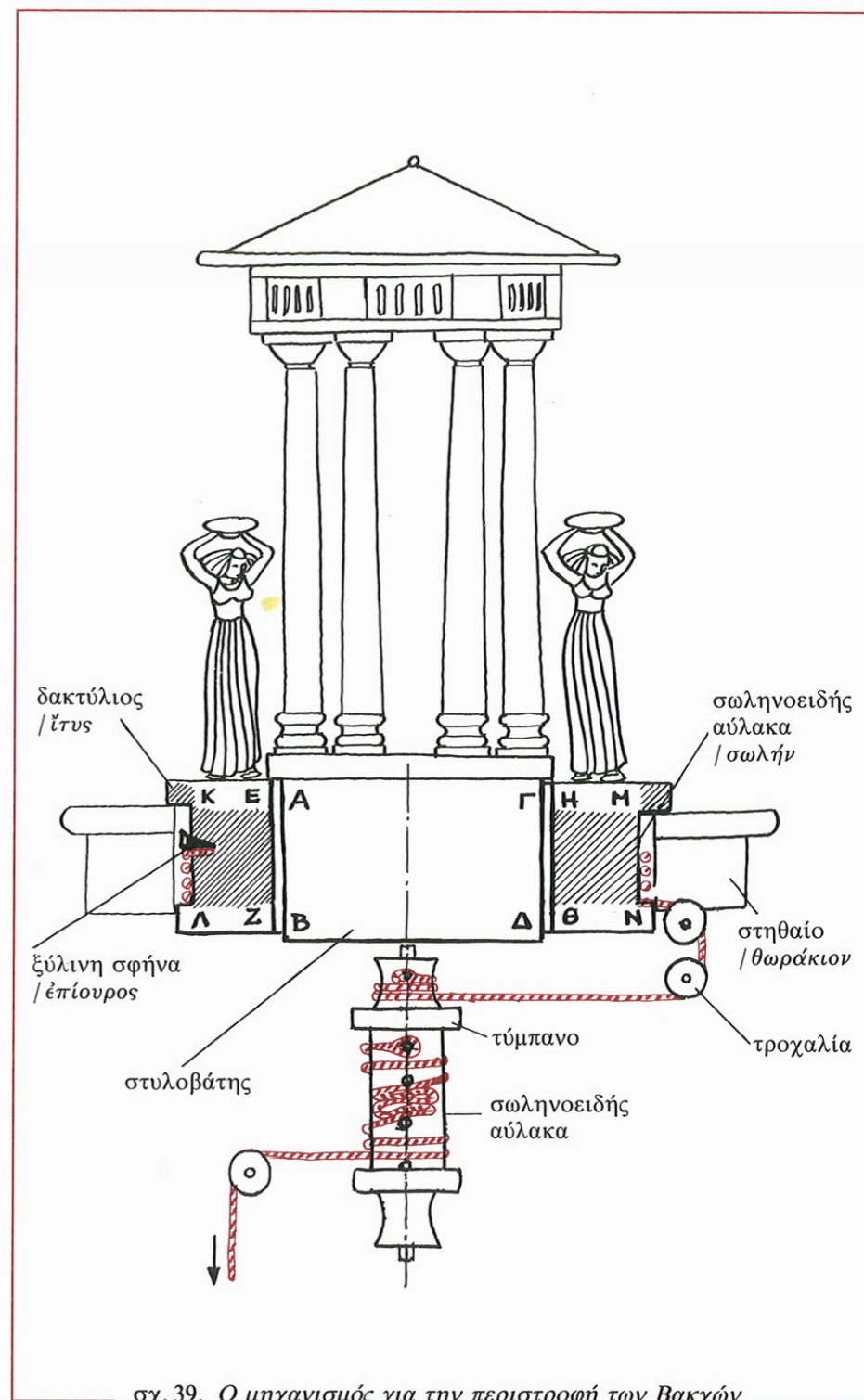
16.2 (1) σωλήν, ὁ / σωληνοειδὴς αὐλακα, κυλινδρική εσοχή

16.3 (1) τύμπανον, τό / τύμπανο, κύλινδρος

ἄξων εὐλύτως στρεφόμενος· τῷ δὲ ἄξονι περιελήσθω ἑτέρα σπάρτος καὶ ἀποδεδόςθω εἰς τὴν λείαν. συμβήσεται οὖν ταθείσης τῆς περὶ τὸν ἄξονα σπάρτου ἐπιλείσθαι ἐπὶ τὸ συμφυῆς αὐτῷ τύμπανον τὴν ἐκ τῆς ἴτυος σπάρτον καὶ οὕτως χορεύειν τὰς Βάκχας. ἐπεὶ οὖν δις αὐτὰς δεῖ χορεύσασαι, ἔχει χάλασμα διαμεμηρυμένον ἢ περὶ τὸν ἄξονα σπάρτος, ὅπως στάσις γένηται τῶν Βακχῶν διὰ τοῦ χαλάσματος. ταθείσης δὲ αὐτῆς πάλιν χορεύσουσιν· ἐπικείσονται γὰρ τῇ εἰρημένῃ ἴτυαι Βάκχαι.

εἶναι ενσωματωμένος ἓνας ελεύθερα περιστρεφόμενος ἄξονας. Σ' αὐτὸν τὸν ἄξονα τυλίγουμε ἄλλο σχοινί, που το συνδέουμε με τὸ αντίβαρο.

Αρχικά λοιπὸν τεντώνεται τὸ σχοινί που εἶναι τυλιγμένο γύρω ἀπὸ τὸν ἄξονα. Ἐπειτα τυλίγεται, γύρω ἀπὸ τὸ τύμπανο που εἶναι ενσωματωμένο σ' αὐτόν, τὸ σχοινί ἀπὸ τὸ δακτύλιο. Καὶ ἔτσι ἀρχίζουν νὰ χορεύουν οἱ Βάκχες. Ἐπειδὴ ὅμως θὰ πρέπει νὰ χορέψουν δύο φορές, τὸ σχοινί που εἶναι τυλιγμένο γύρω ἀπὸ τὸν ἄξονα ἔχει ἐνδιάμεσα ελεύθερα τυλίγματα. Τα ελεύθερα αὐτὰ τυλίγματα ἔχουν σαν ἀποτέλεσμα οἱ Βάκχες νὰ σταματήσουν τὸ χορὸ καὶ νὰ τὸν ξαναρχίσουν ὅταν τεντωθεῖ πάλιν τὸ σχοινί. Γιατί οἱ Βάκχες στέκονται πάνω στο δακτύλιο που ἀναφέραμε (σχ. 39).



σχ. 39. Ο μηχανισμός για την περιστροφή των Βακχῶν

Κεφάλαιο 17

Η κάλυψη των σχοινιών

1 Ὅσαι δὲ σπάρτοι ἐκ τῆς κάτω βάσεως εἰς τὴν λείαν ἀποδίδονται, δεῖ ταύτας ἀφανεῖς ὑπάρχειν.

Γίνεται οὖν καὶ τοῦτο οὕτως· ἔστω γὰρ τὸ στόμα τῆς σύριγγος, ἐν ἧ ἔστιν ἡ λεία, τὸ ΑΒΓΔ, καὶ καθείσθω διὰ τοῦ ἐν τῇ σύριγγι στόματος διάφραγμα κατὰ τὴν ΕΖ εὐθείαν ἀπολαμβάνον τὸ ΔΕ διάστημα ὅτι στενότατον.

2 ἢ μὲν οὖν κέγχρος ἐμβληθήσεται εἰς τὴν ΕΒ χώραν, αἱ δὲ σπάρτοι ἐκ τοῦ κάτωθεν μέρους ἀνενεχθήσονται εἰς τὴν ΓΔΕΖ χώραν καὶ ἀποδοθήσονται εἰς τὴν λείαν τὴν ἐν τῇ ΑΒΖΕ χώρᾳ διὰ τροχίλου· οὕτως γὰρ ἀφανεῖς ἔσονται πᾶσαι αἱ κάτωθεν ἀναφερόμεναι σπάρτοι. ἐπεὶ οὖν πολλῶν κινήσεων γινομένων καὶ τῆς τοῦ πλινθίου πορείας πολλῆς ὑπαρχούσης ἀνάγκη μὴ ἐξαρκεῖν τὸ τῆς σύριγγος ὕψος, δεῖ καὶ τοῦτο μηχανήσασθαι.

1 Ὅσα σχοινιά προέρχονται ἀπὸ τοῦ κάτω μέρος τῆς βάσης καὶ συνδέονται με τὸ ἀντίβαρο, πρέπει νὰ μὴ φαίνονται.

Αὐτό γίνεται ὡς ἐξῆς. Ἀς θεωρήσουμε τὸ ἀνοίγμα⁽¹⁾ ΑΒΓΔ τοῦ θαλάμου, στὸν ὁποῖο βρίσκεται τὸ βάρος. Μέσα στὸ ἀνοίγμα αὐτὸ τοποθετούμε ἕνα χώρισμα⁽²⁾ κατὰ τὴν εὐθείαν ΕΖ, σὲ πολὺ μικρὴ ἀπόσταση ΔΕ ἀπὸ τὸ τοίχωμα τοῦ θαλάμου.

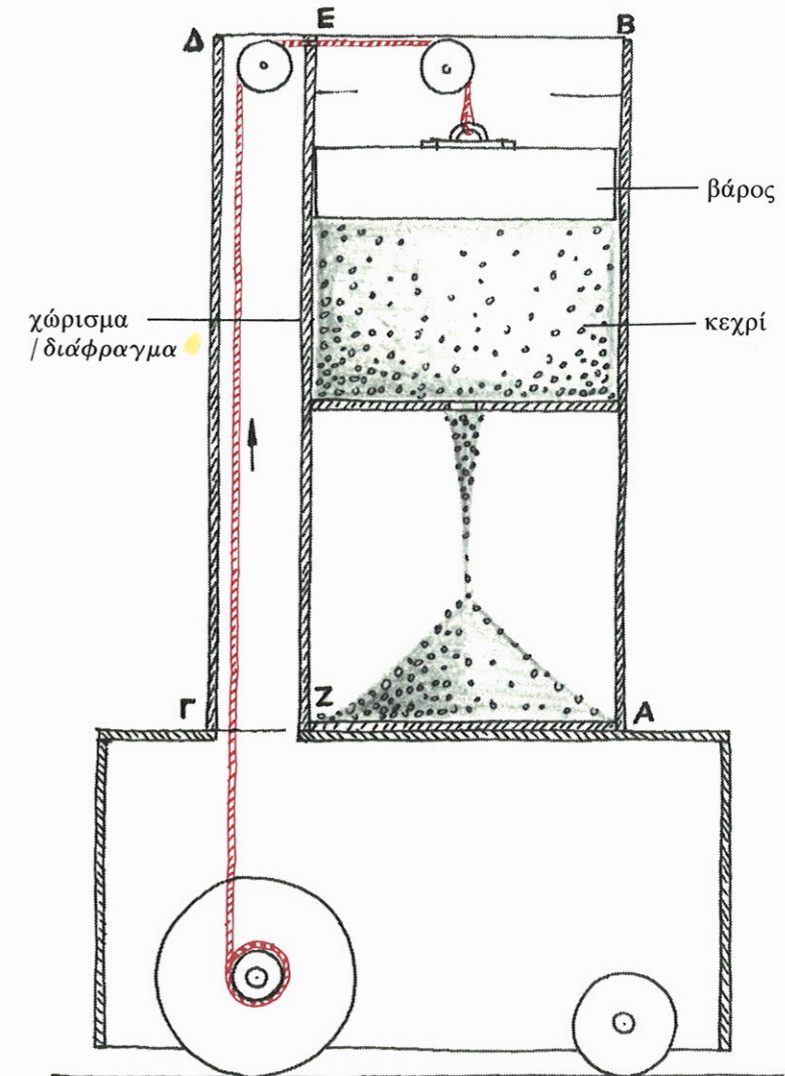
2 Τὸ κέχρι τὸ ρίχνουμε λοιπὸν στὸν ὅρο ΕΒ, ἐνῶ τὰ σχοινιά ἀπὸ τὸ κάτω μέρος ἀνεβαίνουν ἀπὸ τὸν ὅρο ΓΔΕΖ καὶ συνδέονται μὲς μίας τροχαλίας με τὸ βάρος, ποῦ βρίσκεται στὸν ὅρο ΑΒΖΕ. Ἐτσι δὲν φαίνεται κανένα ἀπὸ τὰ σχοινιά ποῦ ἀνεβαίνουν ἀπὸ κάτω (σχ. 40).

Ἐπειδὴ ὅμως γίνονται πολλὲς κινήσεις καὶ ἡ πορεία τοῦ τροχοκιβώτιου εἶναι μεγάλη, θὰ πρέπει ἡ κατασκευὴ νὰ γίνῃ με τέτοιο ἐπιδέξιο τρόπο⁽¹⁾, ὥστε νὰ ἐπαρκέσει τὸ ὕψος τοῦ θαλάμου.

17.1 ⁽¹⁾ στόμα, τό / ἀνοίγμα

⁽²⁾ διάφραγμα, τό / χώρισμα

17.2 ⁽¹⁾ μηχανάομαι, (μέλλ.) μηχανήσομαι / κατασκευάζω με τέχνη καὶ ἐπιδεξιότητα



σχ. 40. Ἡ κατασκευὴ γιὰ τὴν κάλυψη τῶν σχοινιών

3 πρὸς μὲν οὖν τὸ μῆκος τῆς πορείας δύνανται οἱ περὶ τὸν ἄξονα δύο τροχοὶ αὐξανόμενοι πολὺ μῆκος παρέχειν ἢ τὸ τοῦ ἄξονος πάχος ἔλασσον γινόμενον· ἀπαξ γὰρ τοῦ ἄξονος στραφέντος κινηθήσεται τὸ πλινθίον τηλικαύτην ὁδὸν ἠλίκη ἐστὶν ἢ τοῦ ἐνὸς τροχοῦ περιφέρεια. διὸ εὐλόγως μείζονας αὐτοὺς δεῖ πειρᾶσθαι ποιεῖν.

3 Σε ὅ,τι αφορά λοιπὸν τὸ μῆκος τῆς πορείας, εἶναι δυνατόν να πετύχουμε μεγάλο μῆκος μεγαλώνοντας τους δύο τροχοὺς του κινητήριου ἄξονα ἢ ελαττώνοντας τὴν διάμετρο⁽¹⁾ του ἄξονα. Γιατί ὅταν περιστραφεί ο ἄξονας, τὸ τροχοκιβώτιο θα κινηθεῖ κατὰ τόση ἀπόσταση, ὅση εἶναι ἡ περίμετρος⁽²⁾ του ἐνὸς τροχοῦ. Λογικὸ εἶναι λοιπὸν να προσπαθήσει κανεὶς να κάνει τους τροχοὺς ὅσο τὸ δυνατόν μεγαλύτερους.

17.3 (1) πάχος, τό / διάμετρος του κύκλου
(2) περιφέρεια, ἦ / περίμετρος του κύκλου

Κεφάλαιο 18

Ο πολλαπλασιασμός των στροφῶν κατὰ τὴ μετάδοση τῆς κίνησης

1 Οὐ μὴν ἀλλὰ καὶ οὕτως δυνατόν ἐστὶ.

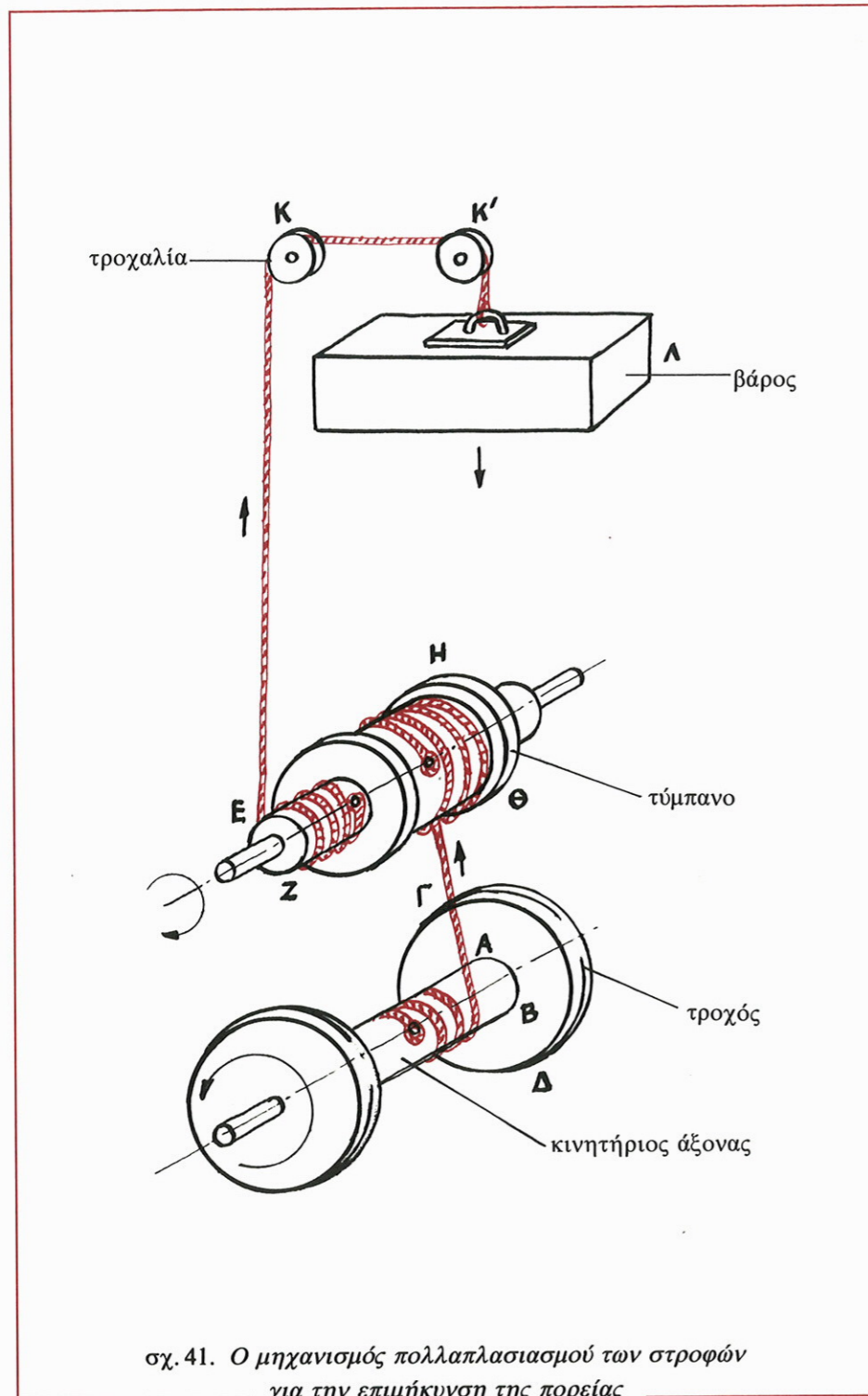
Νοείσθω γὰρ τὸ τοῦ ἄξονος πάχος τὸ ΑΒ, ἢ δὲ τοῦ συμφυοῦς αὐτῷ τροχοῦ περιφέρεια ἢ ΓΔ, καὶ ὑπερκείσθω ἕτερος ἄξων ἐν κνώδαξιν εὐλύτως στρεφόμενος, οὗ τὸ πάχος ἔστω τὸ ΕΖ. τούτῳ δὲ συμφυῆς ἔστω τύμπανον τὸ ΗΘ. καὶ περὶ μὲν τὸν ΑΒ ἄξονα σπάρτος περιειληθεῖσα ἀποδεδῶσθω περὶ τὸ ΗΘ τύμπανον. ἐκ δὲ τοῦ ΕΖ ἄξονος ἑτέρα σπάρτος ἐκδεθεῖσα καὶ ἐπειληθεῖσα ἀποδεδῶσθω διὰ τροχίλου τοῦ Κ εἰς τὴν ἐν τῇ σύριγγι λείαν τὴν Λ.

2 συμβήσεται οὖν ἀπαξ στραφέντος τοῦ ΕΖ ἄξονος ὀλίγον μὲν μέρος τῆς σύριγγος κενοῦσθαι, τοσοῦτον ὅση ἐστὶν ἢ τοῦ ΕΖ ἄξονος περιφέρεια, τὴν δὲ ἐκ τοῦ ΑΒ ἄξονος σπάρτον ἀπαξ ἐπειληῖσαι τὸ ΗΘ τύμπανον μείζον δὲν τοῦ ΑΒ ἄξονος, ὥστε πλεονάκις τὸν ΑΒ ἄξονα στραφῆναι σὺν τῷ ΓΔ τροχῷ καὶ διὰ τοῦτο πολὺ μῆκος τῆς πορείας γίνεσθαι.

1 (Ἡ επιμήκυνση τῆς πορείας) μπορεῖ ὁμως να γίνει καὶ με τὸν ἐξῆς τρόπο.

Ἄς θεωρήσουμε ὅτι εἶναι ΑΒ ἡ διάμετρος του κινητήριου ἄξονα καὶ ΓΔ ἡ διάμετρος του ἐνσωματωμένου σ' αὐτὸν τροχοῦ. Θεωροῦμε ἀκόμη ὅτι πάνω ἀπὸ τὸν κινητήριον ἄξονα βρίσκεται ἄλλος ἄξονας, που περιστρέφεται ἐλευθέρως στα σημεῖα ἐδρασης καὶ περιστροφῆς του καὶ ἔχει διάμετρο ΕΖ. Ἐνσωματωμένο στον ἄξονα αὐτὸν θεωροῦμε τὸ τύμπανο ΗΘ. Γύρω ἀπὸ τὸν ἄξονα ΑΒ τυλίγουμε ἓνα σχοινὶ καὶ τὸ συνδέουμε με τὸ τύμπανο ΗΘ. Καὶ στον ἄξονα ΕΖ δένουμε ἄλλο σχοινί, τὸ τυλίγουμε καὶ τὸ συνδέουμε, μέσα ἀπὸ τὴν τροχαλία Κ, με τὸ βᾶρος Λ στο θάλαμο.

2 Ὅταν λοιπὸν στραφεί μια φορὰ ο ἄξονας ΕΖ, μόνον ἓνα μικρὸ τμήμα του θαλάμου θα ἀδειάσει, τόσο ὅση εἶναι ἡ περίμετρος του ἄξονα ΕΖ. Τὸ σχοινὶ ἀπὸ τὸν ἄξονα ΑΒ θα τυλιχθεῖ τότε μίαν φορὰ γύρω ἀπὸ τὸ τύμπανο ΗΘ. Τὸ τύμπανο ὁμως αὐτὸ ἔχει μεγαλύτερη διάμετρο ἀπὸ τὸν ἄξονα ΑΒ, με ἀποτέλεσμα ο ἄξονας ΑΒ μαζί με τὸν τροχὸ ΓΔ να στραφούν περισσότερες φορὲς καὶ ἔτσι να μεγαλώσει τὸ μῆκος τῆς πορείας (σχ. 41).



3 ειδέναι μέντοι χρή, ὅτι μείζονος λείας προσδεῖται διὰ τὸ τοὺς μείζονας κύκλους ὑπὸ τῶν ἐλασσόνων κινεῖσθαι ταῦτα γὰρ διὰ τῶν μοχλίων δὴ ἔστι. καὶ τὰς ἄλλας δὲ τὰς ἔξωθεν τῆς πορείας κινήσεις δυνατόν ἐστι μεγάλας οὐσας διὰ μικρῶν διαστημάτων ἐπιτελεῖσθαι·

4 ἐὰν γὰρ ἡ κινουῖσα τὸ ὄργανον τοῦ Διονύσου σπάρτος περὶ μείζονας κύκλους ἀποδιδῶται, ἢ δὲ εἰς τὴν λείαν περὶ ἐλάσσονας ἄξονας καὶ συμφυεῖς ὄντας τῶ μείζονι, καθάπερ καὶ ἐπὶ τῆς πορείας ὑπεδείξαμεν.

3 Πρέπει να γνωρίζουμε πάντως, ὅτι ἐδῶ χρειάζεται μεγαλύτερο κινήτριο βάρος, γιατί οἱ μεγαλύτεροι κύκλοι κινούνται ἀπὸ τοὺς μικρότερους⁽¹⁾. Καὶ αὐτὸ εἶναι δυνατόν λόγω τῶν ροπῶν⁽²⁾ που προκαλοῦνται. Καὶ οἱ ἄλλες, οἱ ἐκτὸς πορείας κινήσεις, εἶναι δυνατόν να μεγαλώσουν, ἐπιτυγχάνοντας μεγάλες μετατοπίσεις με μικρὲς μετακινήσεις (τῶν σχοινιῶν).

4 Ἔτσι μπορεῖ σαν παράδειγμα τὸ σχοινὶ που κινεῖ τὸ μηχανισμό τοῦ Διονύσου να συνδεθεῖ με ἄξονες μεγαλύτερης διαμέτρου καὶ τὸ σχοινὶ που καταλήγει στο βάρος να εἶναι τυλιγμένο γύρω ἀπὸ λεπτότερους ἄξονες, ἐνσωματωμένους σε μεγαλύτερους, ὅπως δείξαμε καὶ στὴν περίπτωση τῆς πορείας.

18.3 (1) (Οἱ κινητήριοι ἄξονες ἔχουν μικρότερες διαμέτρους ἀπὸ τοὺς κινούμενους. Ἔτσι απαιτῶνται μεγαλύτερες κινήτριοι ροπές.)

(2) μοχλίον, τό / μικρὸς μοχλός (που προκαλεῖ ροπή)

Κεφάλαιο 19

Ανεξάρτητοι μηχανισμοί κίνησης

1 Δύναται δὲ καὶ ἄλλως ἢ τε ἐπιπορεία καὶ ἡ ἀποπορεία γίνεσθαι καὶ αἱ ἐξωθεν τῆς πορείας κινήσεις.

Ἐστω γὰρ τὸ τῆς σύριγγος στόμα τὸ ΑΒΓΔ διαπεφραγμένον δυσὶ διαφράγμασι δι' ὄλου τοῦ ὕψους τῆς σύριγγος τοῖς κατὰ τὰς ΕΖ, ΗΘ εὐθείας, ὥστε διὰ τοῦ μεταξύ τόπου τῶν διαφραγμάτων τὰς κάτω σπάρτους ἀναφέρεσθαι καὶ ἀποδίδεσθαι εἰς τὰς λείας.

2 ἡ μὲν οὖν ἐν τῇ ΑΒΕΖ σύριγγι λεία τὴν τε ἐπιπορείαν ποιήσεται καὶ τὴν ἀποπορείαν, ἡ δὲ ἐν τῇ ΗΘΓΔ τὰς ἄλλας κινήσεις οὕτως· ἔστω γὰρ τὸ μὲν ἐν τῷ πυθμένι τῆς ΑΒΕΖ σύριγγος τρήμα, δι' οὗ ἡ κέγχρος ἐκρέει, τὸ Κ, τὸ δὲ ἐν τῇ ΗΘΓΔ τὸ Λ. ἐκατέρω δὲ κλειθρίον γεγονένω δυνάμενον εὐκόπως παράγεσθαι.

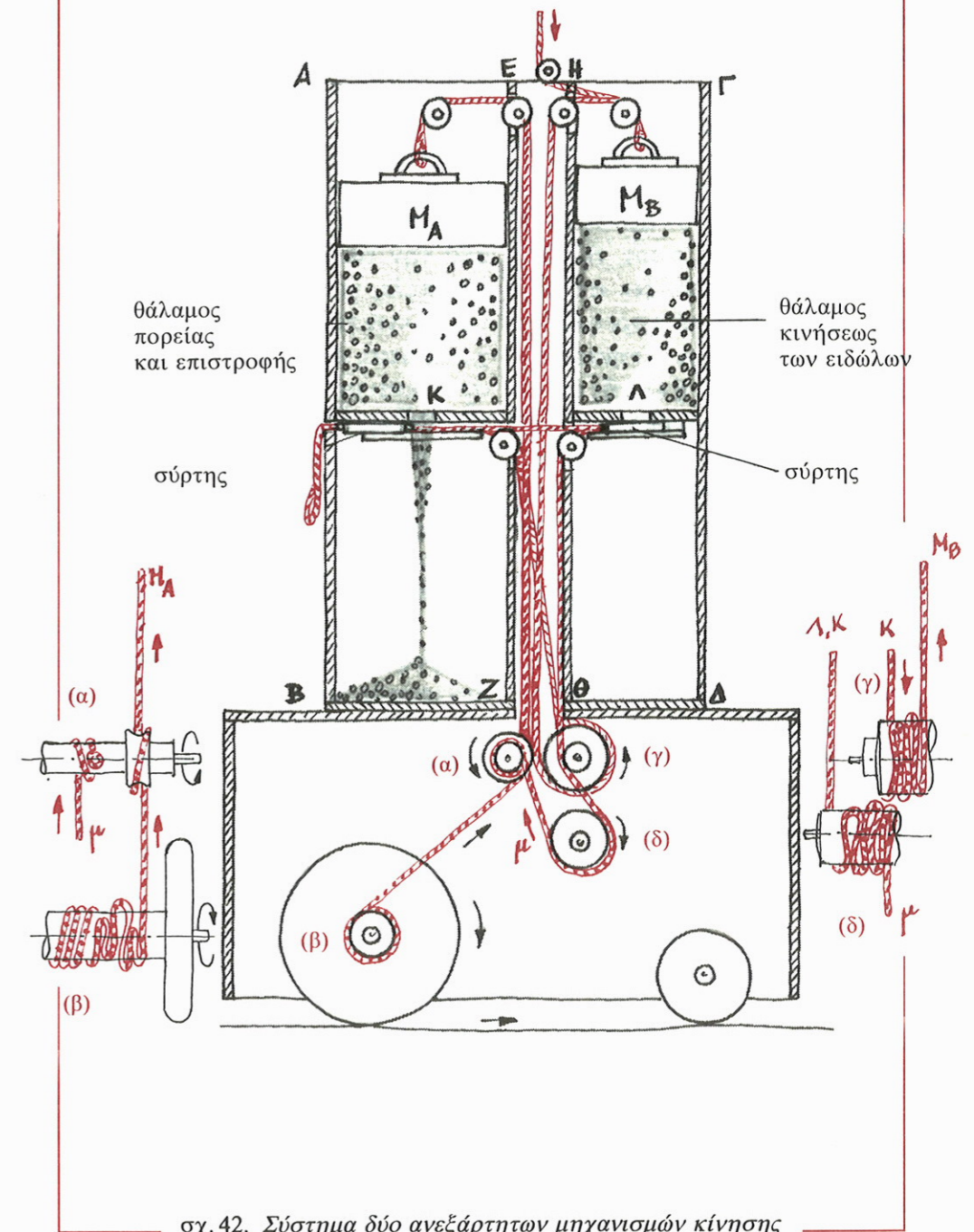
3 ὅταν οὖν μέλλη πορεύεσθαι τὸ πλινθίον, παράξομεν τὸ τοῦ Κ τρυπήματος κλειθρίον, ὥστε ἀνοιχθῆναι. καὶ ἵνα μὴ εὐθέως ὀρμὴν λαβὼν τὸ πλινθίον κινήθῃ, ἔξει ἡ σπάρτος ἢ ἐκ τῶν ὑπὲρ τροχῶν ἀ-

1 Καὶ με διαφορετικὸ τρόπο εἶναι δυνατόν να γίνουν τόσο οι κινήσεις της πορείας καὶ της επιστροφῆς του τροχοκιβώτιου, ὅσο καὶ οι υπόλοιπες κινήσεις.

Ἄς θεωρήσουμε λοιπὸν τὸ ἀνοίγμα ΑΒΓΔ τοῦ θαλάμου, χωρισμένο με δύο διαφράγματα σε ὄλο το ὕψος τοῦ θαλάμου, τὰ ΕΖ καὶ ΗΘ, ὥστε στο χῶρο μεταξύ τῶν δύο διαφραγμάτων να ανεβαίνουν ἀπὸ κάτω τὰ σχοινιά καὶ να συνδέονται με τὰ κινητήρια βάρη.

2 Το βᾶρος λοιπὸν στο θάλαμο ΑΒΕΖ προκαλεῖ τις κινήσεις της πορείας καὶ της επιστροφῆς, ἐνῶ το βᾶρος στο θάλαμο ΗΘΓΔ τις υπόλοιπες κινήσεις, με τον ἐξῆς τρόπο. Ἄς θεωρήσουμε στον πυθμένα τοῦ θαλάμου ΑΒΕΖ τὴν τρύπα Κ ἀπ' ὅπου τρέχει τὸ κεχρί, καὶ στο θάλαμο ΗΘΓΔ τὴν τρύπα Λ. Για κάθε μια ἀπὸ τις δύο τρύπες κατασκευάζουμε ἕνα σύρτη, που να μπορεῖ να κινεῖται εὐκόλα (σχ. 42).

3 Ὅταν λοιπὸν πρόκειται να κινήθῃ τὸ τροχοκιβώτιο τραβάμε τὸ σύρτη τῆς τρύπας Κ για ν' ἀνοίξει. Καὶ για να μὴ κινήθῃ ἀμέσως με ὀρμὴ τὸ τροχοκιβώτιο, πρέπει τὸ σχοινὶ που συνδέει τοὺς κινητήριους τροχοὺς με τὸ βᾶρος, να ἔχει



σχ. 42. Σύστημα δύο ανεξάρτητων μηχανισμῶν κίνησης

ποδιδομένη εἰς τὴν λείαν χαλασμάτιον. καὶ δῆλον ὅτι χρόνος τις ἔσται ἀποστάντων ἡμῶν πρὸ τοῦ κινηθῆναι τὸ πλινθίον, τοσοῦτος ὅσον ἦν τὸ τῆς σπάρτου χάλασμα.

4 ὅταν δὲ δέη στήναι τὸ πλινθίον καὶ τὰς ἄλλας ἐπιτελέσαι κινήσεις, ἔτι ἐπιπορευομένου αὐτοῦ σπάρτος τις ἐπισπάζεται τὸ πρὸς τῷ Λ κλειθρίον καὶ ἀνοίξει αὐτό. καὶ πάλιν, ἵνα μὴ πορευομένου ἑτέρα γένηται κίνησις, ἔξει χάλασμα καὶ ἡ ἐκ τῆς ἑτέρας λείας ἐκδεδεμένη σπάρτος, ἥτις ταθεῖσα ἐπισπάζεται καὶ τὸ πρὸς τῷ Κ κλειθρίον.

5 καὶ οὕτως στήσεται τὸ πλινθίον, αἱ δὲ ἄλλαι ἐπιτελεσθήσονται κινήσεις. ὅταν οὖν πάλιν δέη ἀποπορεύεσθαι τὸ πλινθίον, ἑτέρα σπάρτος ἐπισπάζεται τὸ πρὸς τῷ Κ κλειθρίον καὶ ἀνοίξει αὐτό. καὶ οὕτως τὴν ἀποπορείαν ποιήσεται.

στην ἀρχὴ μερικὲς ἐλεύθερες περιελίξεις. Εἶναι φανερό, ὅτι ἀπὸ τῆς στιγμῆς που εμεῖς θα ἀπομακρυνθούμε, μέχρι νὰ κινηθεῖ τὸ τροχοκιβώτιο, θα περάσει ἓνα χρονικὸ διάστημα, που ἀντιστοιχεῖ στο μήκος τῶν ἐλεύθερων περιελίξεων.

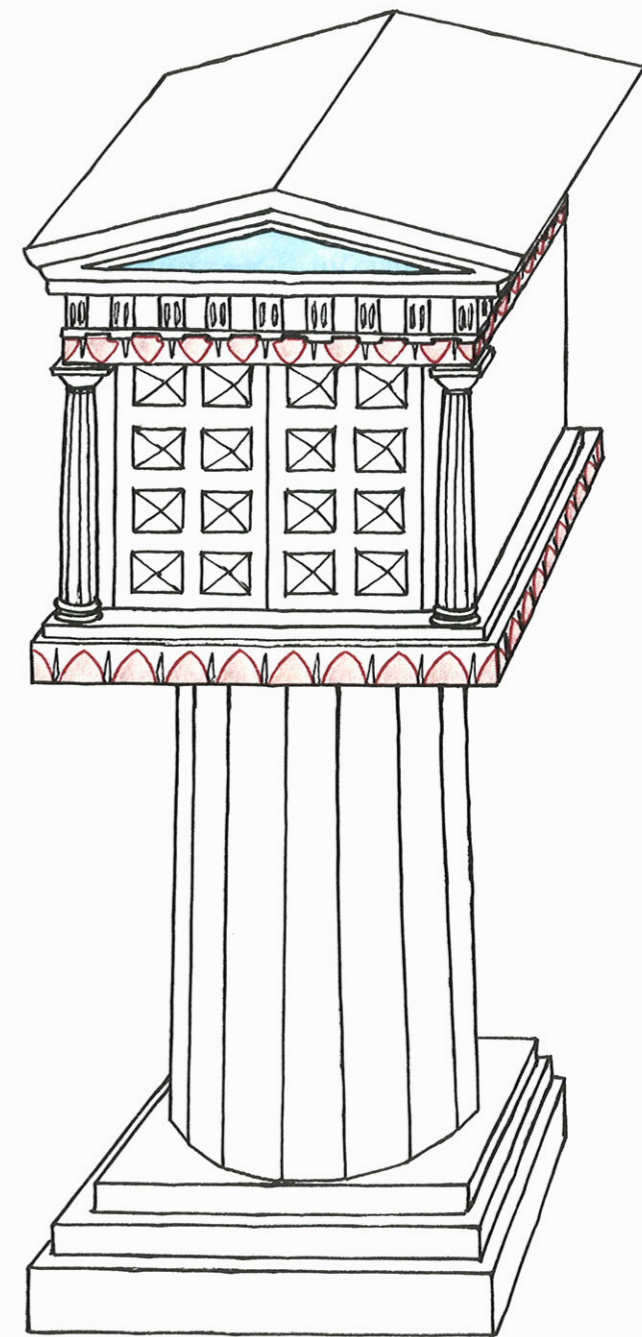
4 Ὄταν ὁμως πρέπει νὰ σταματήσει τὸ τροχοκιβώτιο καὶ νὰ κάνει τις ἄλλες κινήσεις, ἐνῶ ἀκόμα πορεύεται, ἓνα σχοινὶ τραβά τὸ σύρτη κάτω ἀπὸ τὴν τρύπα Λ καὶ τὴν ἀνοίγει. Καὶ πάλι, γιὰ νὰ μὴ γίνῃ ἄλλη κίνηση, ἐνῶ πορεύεται ἀκόμα τὸ τροχοκιβώτιο, πρέπει καὶ τὸ σχοινὶ που συνδέεται με τὸ ἄλλο βάρος νὰ ἔχει ἐλεύθερες περιελίξεις. Τὸ σχοινὶ αὐτὸ μάλιστα, ὅταν τεντωθεῖ, τραβάει καὶ τὸ σύρτη τῆς τρύπας Κ.

5 Καὶ ἔτσι στέκεται τὸ τροχοκιβώτιο καὶ ἐκτελοῦνται οἱ ἄλλες κινήσεις. Ὄταν πάλι πρέπει νὰ ἀρχίσει τὸ τροχοκιβώτιο τὴν κίνηση τῆς ἐπιστροφῆς, ἄλλο σχοινὶ τραβάει τὸ σύρτη τῆς τρύπας Κ καὶ τὴν ἀνοίγει. Καὶ ἔτσι γίνεται ἡ κίνηση τῆς ἐπιστροφῆς.

Βιβλίο Β

Σταθερά αὐτόματα

Περὶ στατῶν αὐτομάτων



σχ. 43. Το σταθερό αυτόματο θέατρο του Ήρωνα

Κεφάλαιο 20

Αναφορά στην παράδοση των σταθερών αυτομάτων και ιδιαίτερα στο έργο του Φίλωνα του Βυζάντιου

1 Ὅσα μὲν οὖν ἔδει περὶ τῶν ὑπαγόντων αὐτομάτων πραγματευθῆναι, νομίζομεν ἱκανῶς ἀνεστράφθαι ἐν τοῖς προγεγραμμένοις· καὶ γὰρ εὐκόπως καὶ ἀκινδύνως καὶ ξένως παρὰ τὰ πρὸ ἡμῶν ἀναγεγραμμένα κατακεχωρίκαμεν, ὡς ἔστι δῆλον τοῖς πεπειραμένοις τῶν πρότερον ἀναγεγραμμένων. περὶ δὲ τῶν στατῶν αὐτομάτων βουλόμεθα γράφειν καινότερόν τι καὶ βέλτιον τῶν πρὸ ἡμῶν ἅμα καὶ πρὸς διδασκαλίαν μᾶλλον ἀρμόζον οὐδὲν εὔρομεν τῶν ὑπὸ Φίλωνος τοῦ Βυζαντίου ἀναγεγραμμένων.

2 ἔστι δὲ μῦθος καὶ ἡ διάθεσις τῶν περὶ τὸν Ναύπλιον, ἐν ᾗ πολλαί τε καὶ ποικίλαι διαθέσεις ὑπάρχουσι καὶ οὐ φαύ-

1 Με ὅσα γράψαμε μέχρι τώρα, νομίζουμε ὅτι αναπτύξαμε αρκετά ὅλα ὅσα ἔπρεπε να πραγματευθούμε για τα κινητά αὐτόματα. Και τα παρουσιάσαμε μάλιστα με τρόπο εὐκόλο, ἀκίνδυνο καὶ διαφορετικό⁽¹⁾ ἀπ' ὅσα ἔχουν γραφεί πριν ἀπὸ μας⁽²⁾, ὅπως εἶναι φανερό σε ὅσους μελέτησαν⁽³⁾ τα παλαιότερα συγγράμματα⁽⁴⁾. Για τα σταθερά αὐτόματα ὁμως θέλουμε να γράψουμε κάτι πιο σύγχρονο⁽⁵⁾.

Ἀπ' ὅλα ὅσα πριν ἀπὸ μας γράφθηκαν, καλύτερο καὶ πιο κατάλληλο για διδασκαλία⁽⁶⁾ δε βρήκαμε ἄλλο ἀπὸ ἐκεῖνο το ἔργο του Φίλωνα του Βυζάντιου.

2 Πρόκειται για την παρουσίαση του μύθου του Ναυπλίου, ὅπου υπάρχουν πολλές καὶ διαφορετικὲς σκηνές, ὅλες με ευχέρεια κατα-

20.1 (1) ξένως (επίρρ.) / με διαφορετικό τρόπο

(2) τὰ πρὸ ἡμῶν ἀναγεγραμμένα / ὅσα ἔχουν γραφεί πριν ἀπὸ μας, τα προγενέστερα συγγράμματα

(3) οἱ πεπειραμένοι / αυτοὶ που πειραματίστηκαν, ἀπέκτησαν πείρα, ἐμπειρία καὶ γνώση, ὅσοι γνώρισαν, μελέτησαν, σπούδασαν

(4) τὰ πρότερον ἀναγεγραμμένα / τα προηγούμενα, τα παλαιότερα συγγράμματα

(5) καινόν, τό / καινότερον, τό / πιο καινούργιο, πιο καινοτόμο

(6) πρὸς διδασκαλίαν ἀρμόζον / κατάλληλο για διδασκαλία

λως οικονομούμεναι πλὴν τῆς μηχανῆς τῆς περὶ τὴν Ἀθηνᾶν· ἐργαδέστερον γάρ πως τὴν κατασκευὴν ἐποίησατο· δυνατόν γὰρ ἦν χωρὶς μηχανῆς φανῆναι αὐτὴν ὑπὸ τὸν πίνακα καὶ μετὰ ταῦτα πάλιν ἀφανῆ γενέσθαι· τὸ γὰρ ζώδιον αὐτῆς δυνατόν ἐστι περὶ τοὺς πόδας ἐν γιγλύμῳ κινούμενον τὸν μὲν πρῶτον χρόνον κατακεκλιμένον εἶναι, ὥστε μὴ φαίνεσθαι, ἔπειτα δὲ ὥσπερ ὑπὸ σπάρτου τινὸς ἐπισπασαμένης ὀρθὸν φανῆναι καὶ πάλιν ὑπὸ ἐτέρας κατακλιθῆναι.

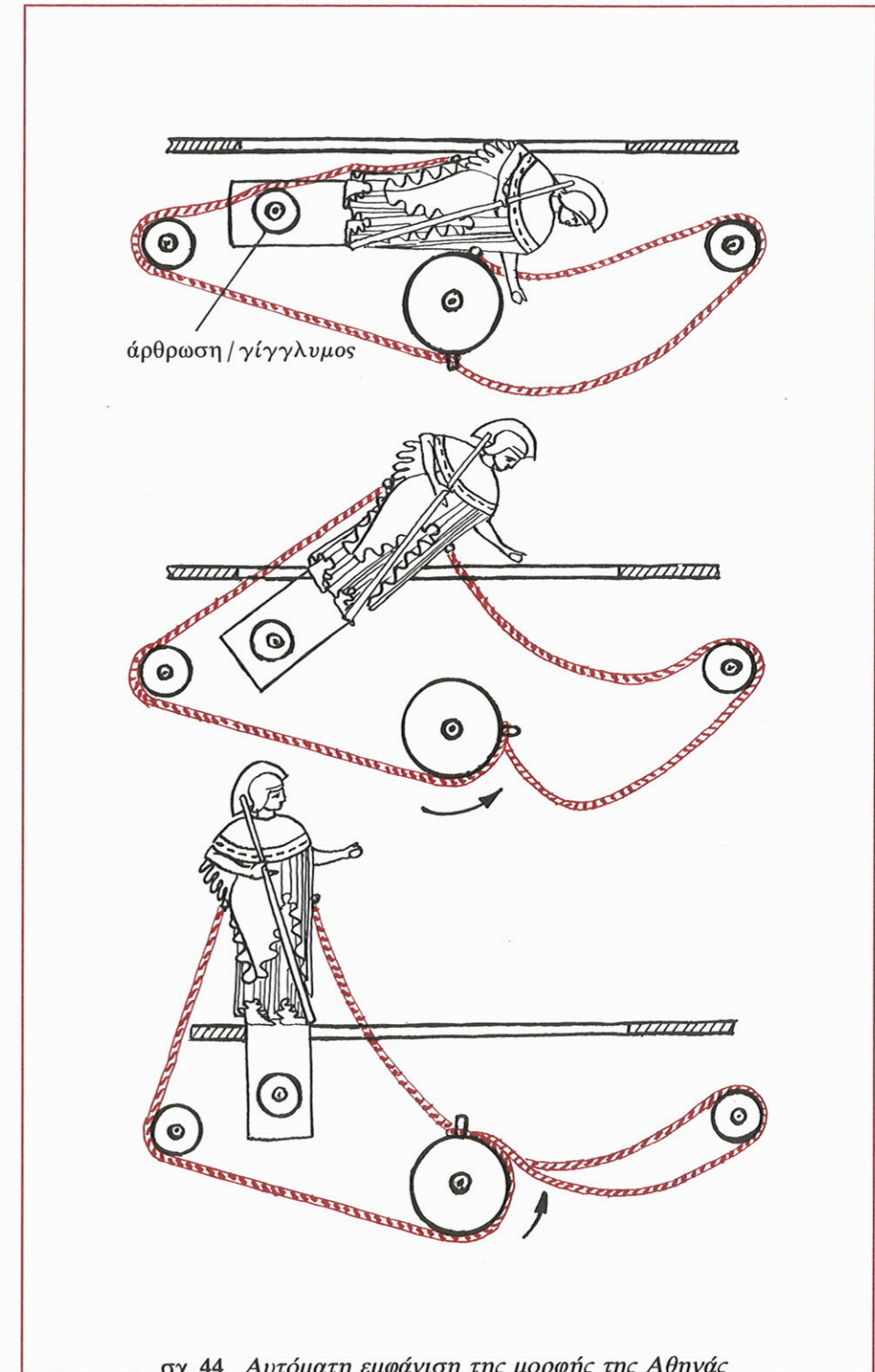
3 ἔτι δὲ καὶ ὑποσχόμενος πρὸς τούτῳ κεραυνὸν πεσεῖν ἐπὶ τὸ τοῦ Αἴαντος ζώδιον καὶ βροντῆς ἦχον γενέσθαι οὐ κατεχώρισε· πολλοῖς γὰρ συντάγμασι περιτυχόντες οὐχ εὖρομεν τοῦτο ἀναγεγραμμένον· καὶ ἴσως δόξει τις ἡμᾶς κατατρέχοντας τοῦ Φίλωνος διαβάλλειν αὐτὸν ὡς μὴ δεδυνημένον τὴν ὑπόσχεσιν ἀπαρτίσαι· ἀλλ' οὐχ οὕτως ἔχει.

σκευασμένες⁽¹⁾, εκτός από εκείνη τη μηχανή της Αθηνάς⁽²⁾, που ο Φίλωνας κατασκεύασε με πολύπλοκο τρόπο⁽³⁾. Γιατί θα ήταν δυνατόν χωρίς μηχανή να εμφανιστεί η Αθηνά στη σκηνή και να εξαφανιστεί πάλι.

Το εἶδωλο της Αθηνάς είναι δυνατόν να κινείται, περιστρεφόμενο γύρω από μια άρθρωση⁽⁴⁾ στα πόδια, και να είναι αρχικά ξαπλωμένο για να μη φαίνεται, ἔπειτα ὁμως, με το τράβηγμα ενός σχοινοῦ, να σηκώνεται ὀρθιο, να παρουσιάζεται, και με το τράβηγμα ενός ἄλλου σχοινοῦ να ξαναξαπλώνει (σχ. 44).

3 Κι ἀκόμα, ἐνῶ ὑποσχέθηκε ο Φίλωνας ὅτι θα κάνει κεραυνὸ να πέφτει στο εἶδωλο του Αἴαντα και θα προκαλέσει ἦχο βροντῆς, πουθενά δεν ἔγραψε γι' αὐτά. Γιατί μας ἔτυχαν πολλά συγγράμματα⁽¹⁾ του Φίλωνας, ἀλλὰ αὐτὸ δεν το βρήκαμε γραμμένο. Κι ἴσως πιστέψει κανεῖς ὅτι συκοφαντοῦμε το Φίωνα, κατηγορώντας τον ὅτι δε μπόρεσε να τηρήσει τὴν ὑπόσχεσή του. Αλλὰ δεν εἶναι ἔτσι.

- 20.2** (1) οὐ φαύλως οικονομούμεναι / καλοφτιαγμένες, με ευχέρεια κατασκευασμένες
 (2) ἡ περὶ τὴν Ἀθηνᾶν μηχανή / ἡ μηχανή για τὴν κίνηση τῆς Αθηνάς μηχανή, ἡ / μηχανισμός, μηχανή με τὴν ὁποία εμφανίζονται μετέωροι οἱ θεοὶ σὲς ἀρχαῖες θεατρικὲς παραστάσεις
 (3) ἐργαδέστερος (ἐπίθ.) / πολύπλοκος, αὐτὸς που ἀπαιτεῖ περισσότερο ἔργο
 (4) γίγγλυμος, ὄ / ἀρθρωση, κλείδωση
- 20.3** (1) σύνταγμα, τό / σύγγραμμα, βιβλίο



σχ. 44. Αυτόματη εμφάνιση της μορφής της Αθηνάς

4 πολλῶν δὲ οὐσῶν τῶν ἐν τῇ διαθέσει ὑποσχέσεων, ἴσως ἔλαθεν αὐτὸν ἀναγράφοντα αὕτη. δυνατὸν γάρ ἐστιν ἀγγεῖον τι ἐν αὐτῷ σφαιρίδια ἔχον μολιβᾶ καὶ ἔχον τετραπημένον τὸν πυθμένα ἀποσχάζεσθαι κατὰ τὸν δέοντα καιρὸν, τὰ δὲ σφαιρίδια ἐπιπτοντα διφθέρα ἐξηπλωμένη, ξηρᾶ καὶ πυκνῇ τὸν ἦχον τῆς βροντῆς ἀποδιδόναι· καὶ γὰρ ἐν τοῖς θεάτροις ὅταν δέη τὸν ὁμοιον ἦχον γενέσθαι, ἀγγεῖα ἀποσχάζονται βάρη ἔχοντα, ἵνα φερόμενα ἐπὶ διφθέρας, ὡς εἴρηται, ξηρᾶς καὶ περιτεταμένης τῆς βύρσης καθάπερ ἐν τυμπάνοις τὸν ἦχον ἀποτελῇ.

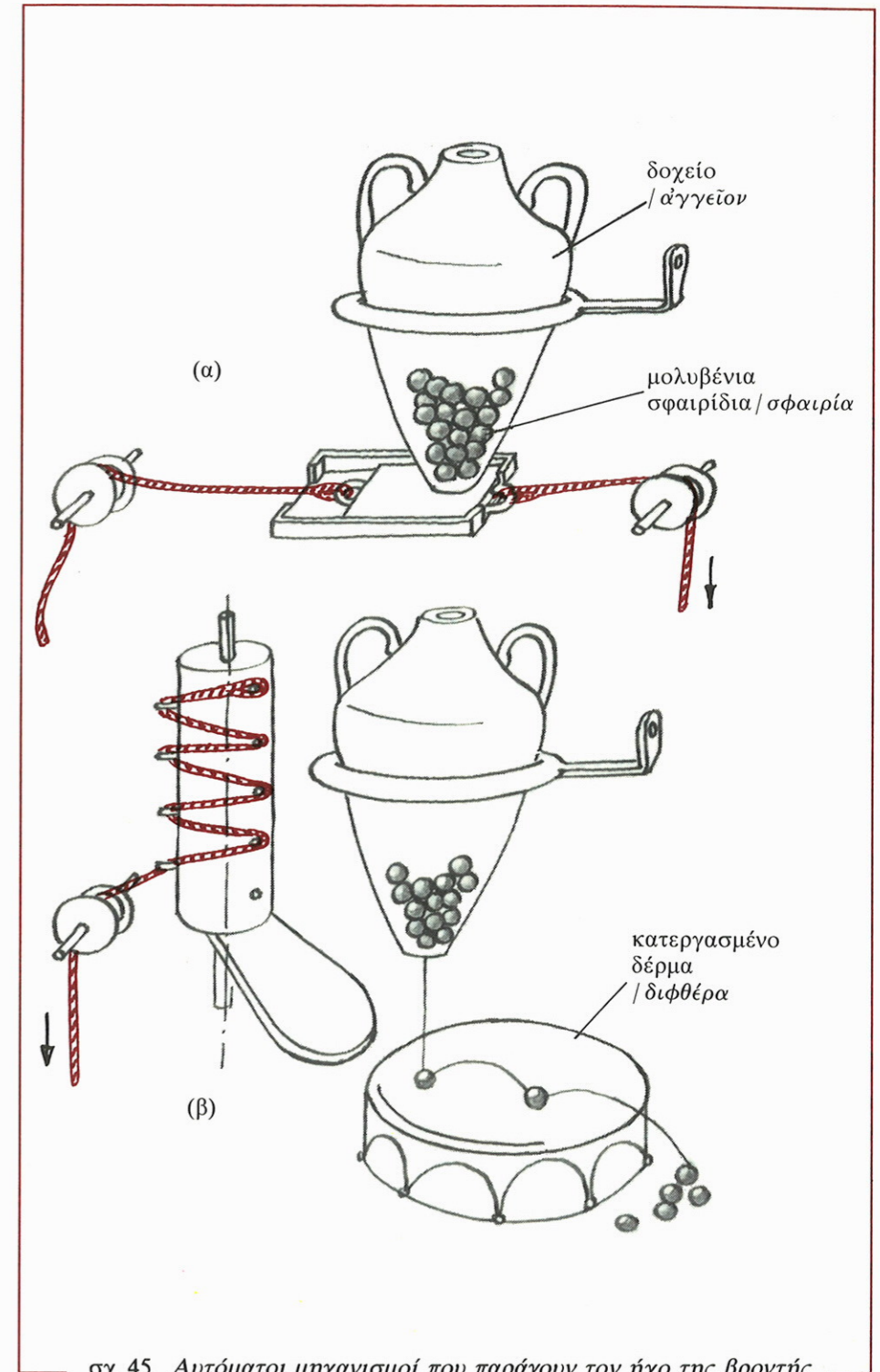
5 περὶ δὲ τῶν λοιπῶν τῶν ἐν τῇ διαθέσει τοῦ Ναυπλίου κατὰ μέρος γινομένων εὐαρεστούμεθα ὡς ἐν τάξει καὶ εὐμεθόδως ὑπ' αὐτοῦ ἀναγεγραμμένων. διὸ δὴ οὐ παρατησάμεθα τὰ ὑπ' αὐτοῦ περὶ ὧν εἶπομεν γεγραμμένα· οὕτως γὰρ νομίζομεν τοὺς ἐντυγχάνοντας τῆς μεγίστης ὠφελείας τυγχάνειν, ὅταν τὰ μὲν καλῶς ὑπὸ τῶν ἀρχαίων εἰρημμένα παρατιθῆται αὐτοῖς, τὰ δὲ παραθεωρηθέντα ἢ διορθώσεως τυχόντα καταχωρίζηται.

4 Γιατί, από τις πολλές υποσχέσεις που έδωσε για την παράσταση, αυτή μπορεί να ξέχασε να τη γράψει. Είναι όμως δυνατόν, με ένα δοχείο γεμάτο μολυβένια σφαιρίδια και με μια τρύπα στον πυθμένα του, που ανοίγει την κατάλληλη χρονική στιγμή, να κάνουμε τα σφαιρίδια να πέφτουν πάνω σε ένα τεντωμένο, ξηρό και σκληρό, κατεργασμένο δέρμα⁽¹⁾ και να αποδώσουμε έτσι τον ήχο της βροντής. Αλλά και στα θέατρα, όταν χρειάζεται να παραχθεί παρόμοιος ήχος, χρησιμοποιούμε δοχεία με βαρίδια. Κι όταν ανοίξουν τα δοχεία, τα βαρίδια πέφτουν, όπως είπαμε, πάνω σε δέρματα ξερά και τεντωμένα και προκαλούν ήχο ὁμοιο με εκείνο των τυμπάνων (σχ. 45).

5 Για τα υπόλοιπα όμως που γίνονται στα διάφορα μέρη της παράστασης του Ναυπλίου είμαστε ικανοποιημένοι, γιατί έχουν γραφεί με τάξη και μεθοδικότητα από το Φίλωνα. Γι' αυτόν ακριβώς το λόγο καθόλου δεν περιφρονούμε όσα αυτός έγραψε και για τα οποία μιλήσαμε. Γιατί έτσι νομίζουμε ότι ωφελούνται περισσότερο οι σύγχρονοι μελετητές⁽¹⁾, όταν τους παραθέτουμε μεν όσα σωστά έχουν πει οι αρχαίοι, τους αναφέρουμε όμως και εκείνα που έχουν παραβλεφθεί ή διορθωθεί.

20.4 (1) διφθέρα, ἢ / κατεργασμένο δέρμα

20.5 (1) οἱ ἐντυγχάνοντες / οἱ παρόντες, οἱ σημερινοί, οἱ σύγχρονοι μελετητές



σχ. 45. Αυτόματοι μηχανισμοί που παράγουν τον ήχο της βροντής

Κεφάλαιο 21

Γενικά για το πρόβλημα των αυτόματων θεάτρων

1 Περὶ τῆς τῶν πινακίων οὖν κατασκευῆς νῦν ἀρξώμεθα λέγειν. ἔστι μὲν οὖν παρὰ πολὺ τῶν ὑπαγόντων ἢ <τῶν στατῶν> ποίησις ἀσφαλεστέρα τε καὶ ἀκινδυνότερα καὶ τὴν ἐπίδειξιν οὐκ ἀπίθανον ἔχουσα. τὸ δὲ πρόβλημά ἐστι τοιοῦτον, ὥστε πίνακος ἐπιτεθέντος ἐπὶ τι κίονιον ξύλινον ἀνοιχθῆναι τε αὐτόματον καὶ τὰ ἐν αὐτῷ ἐζωγραφημένα φαίνεσθαι κινούμενα πρὸς λόγον τῆς ὑποκειμένης διαθέσεως, καὶ πάλιν κλεισθέντος αὐτομάτου διαγενέσθαι ὀλίγον παντελῶς χρόνον καὶ ἀνοιχθέντος φαίνεσθαι ἄλλα τὰ ἐν αὐτῷ γεγραμμένα καὶ εἰς τὸ δυνατὸν πάλιν τὰ αὐτὰ ἢ τινα αὐτῶν κινεῖσθαι καὶ τοῦτο πάλιν πλεονάκις γενέσθαι,

2 καὶ ἐκτὸς τῶν πινακίων ἢ μηχανὰς αἰρομένας φαίνεσθαι καὶ περιαγομένας ἢ ἄλλας τινὰς κινήσεις. ἢ μὲν οὖν ὑπόθεσις τοιαύτη· χαριέστατος δὲ τῶν μεταχειριζομένων ὁ γλαφυρωτάτην διάθεσιν ἐπινοῶν. ὥστε προησόμεθα μίαν τῶν διαθέσεων, ἣν μάλιστα κρίνομεν, καὶ μετὰ ταῦ-

1 Θα αρχίσουμε λοιπόν να μιλάμε για την κατασκευή των μικρών θεάτρων⁽¹⁾. Η κατασκευή των αυτομάτων αυτών, σε σχέση με τα κινητά αυτόματα, είναι πολύ πιο ασφαλής και ακίνδυνη και η παρουσίαση πολύ πιο πειστική. Το πρόβλημα δε είναι το εξής.

Τοποθετούμε πάνω σε μια μικρή ξύλινη κολόνα έναν πίνακα, μια σκηνή θεάτρου, που ανοίγει αυτόματα, και οι ζωγραφισμένες μορφές μέσα σε αυτήν φαίνεται να κινούνται σύμφωνα με την υπόθεση της παράστασης που παίζεται. Μετά πάλι κλείνει αυτόματα η σκηνή, μένει για πολύ μικρό χρονικό διάστημα κλειστή, και όταν ανοίξει, παρουσιάζονται μέσα της άλλες ζωγραφισμένες μορφές, πού, κατά το δυνατόν όλες είτε μερικές απ' αυτές, κινούνται. Και αυτό επαναλαμβάνεται πολλές φορές.

2 Αλλά και έξω από τις θεατρικές σκηνές, παρουσιάζονται είτε αιωρούμενες και περιφερόμενες μηχανές⁽¹⁾ είτε κάποιες άλλες κινήσεις. Αυτός είναι λοιπόν ο στόχος των αυτόματων θεάτρων.

Και όποιος επινοήσει τη γλαφυρότερη παράσταση, αυτός, από όλους όσους καταγίνονται με τα αυτόματα⁽²⁾, θα αναδειχθεί ο καλύτερος⁽³⁾.

τα τὴν κατασκευὴν ἐμφανιοῦμεν· ἀρκέσει γὰρ περὶ ἐνὸς πίνακος <λέγειν>· διὰ γὰρ τῶν αὐτῶν πάλιν τὰ αὐτὰ οἰκονομεῖται, καθάπερ καὶ ἐπὶ τῶν ὑπαγόντων ἀπεδείξαμεν.

Έτσι λοιπόν θα επιλέξουμε αρχικά μια παράσταση, αυτήν που κρίνουμε καλύτερη, και μετά θα δείξουμε τη διαδικασία της κατασκευής. Γιατί αρκεί να μιλήσουμε για ένα θέατρο, μιας και με τα ίδια μέσα πάλι τα ίδια πράγματα κατορθώνονται, όπως αποδείξαμε και στα κινητά αυτόματα.

21.1 (1) πίναξ, ὁ / πινακίον, τό / μικρός πίνακας, σκηνή, θέατρο

21.2 (1) μηχανὰς αἰρομένας καὶ περιαγομένας / μηχανές αιωρούμενες και περιφερόμενες

(2) οἱ μεταχειριζόμενοι / α) ὅσοι καταγίνονται (με τα αυτόματα), ὅσοι τα χειρίζονται, τα ἔχουν δουλέψει, β) ὅσοι συμμετέχουν (σε διαγωνισμούς)

(3) χαριέστατος, ὁ / αυτός που ἔχει όλες τις χάρες, όλα τα χαρίσματα, ο καλύτερος

Κεφάλαιο 22

Αρχαίες παραστάσεις αυτόματων θεάτρων και η σύγχρονη παράσταση του Ήρωνα με το μύθο του Ναυπλίου

1 Οἱ μὲν οὖν ἀρχαῖοι κέχρηται ἀπλῆ τινι διαθέσει· ἀνοιχθέντος γὰρ τοῦ πίνακος, ἐφαίνετο ἐν αὐτῷ πρόσωπον γεγραμμένον. τοῦτο δὲ τοὺς ὀφθαλμοὺς ἐκίνει καμμῦον τε καὶ ἀναβλέπον πολλάκις. ὅταν δὲ πάλιν κλεισθεὶς ἀνοιχθῆ ὁ πίναξ, τὸ μὲν πρόσωπον οὐκέτι ἐωρᾶτο, ζῶδια δὲ γεγραμμένα ἐς τινα μῦθον διεσκευασμένα.

2 καὶ πάλιν ὅταν κλεισθεὶς ἀνοιχθῆ, διάθεσις ἄλλη ἐφαίνετο ζωδίων συναναπληροῦσα τοὺς ὑποκειμένους μύθους τοὺς ἐξῆς, ὥστε τρεῖς μόνον κινήσεις διαφόρους ἐπὶ τοῦ πίνακος γίνεσθαι, μίαν μὲν τῶν θυρῶν, ἄλλην δὲ τῶν ὀμμάτων, τὴν τρίτην τῶν ἐπικαλυπτόντων. οἱ δὲ καθ' ἡμᾶς μύθους τε ἐμβεβλήκασιν εἰς τοὺς πίνακας ἀστείους καὶ κινήσει κέχρηται πολλαῖς καὶ ἀνομοίαις.

1 Οι αρχαίοι⁽¹⁾ χρησιμοποιούσαν μια απλή υπόθεση. Μόλις άνοιγε η σκηνή φαινόταν μέσα της ένα ζωγραφισμένο προσωπεῖο⁽²⁾. Το προσωπεῖο αυτό κουνούσε τα μάτια του, ανοιγοκλείνοντάς τα πολλές φορές (σχ. 46).

Και ὅταν πάλι ἐκλείνε και ξανάνοιγε η σκηνή, το προσωπεῖο δε φαινόταν, ἀλλά παρουσιάζονταν ζωγραφισμένες μορφές, που αναπαριστούσαν κάποιο μύθο.

2 Και πάλι ὅταν ἐκλείνε και άνοιγε η σκηνή, φαινόταν μια ἄλλη παράσταση με μορφές που συμπλήρωναν τον εικονιζόμενο μύθο. Ἔτσι τρεις μόνο διαφορετικές κινήσεις γίνονταν πάνω στη σκηνή, μία για τις πόρτες, μία ἄλλη για τα μάτια και η τρίτη για την ἀλλαγή, την επικάλυψη των σκηνικῶν.

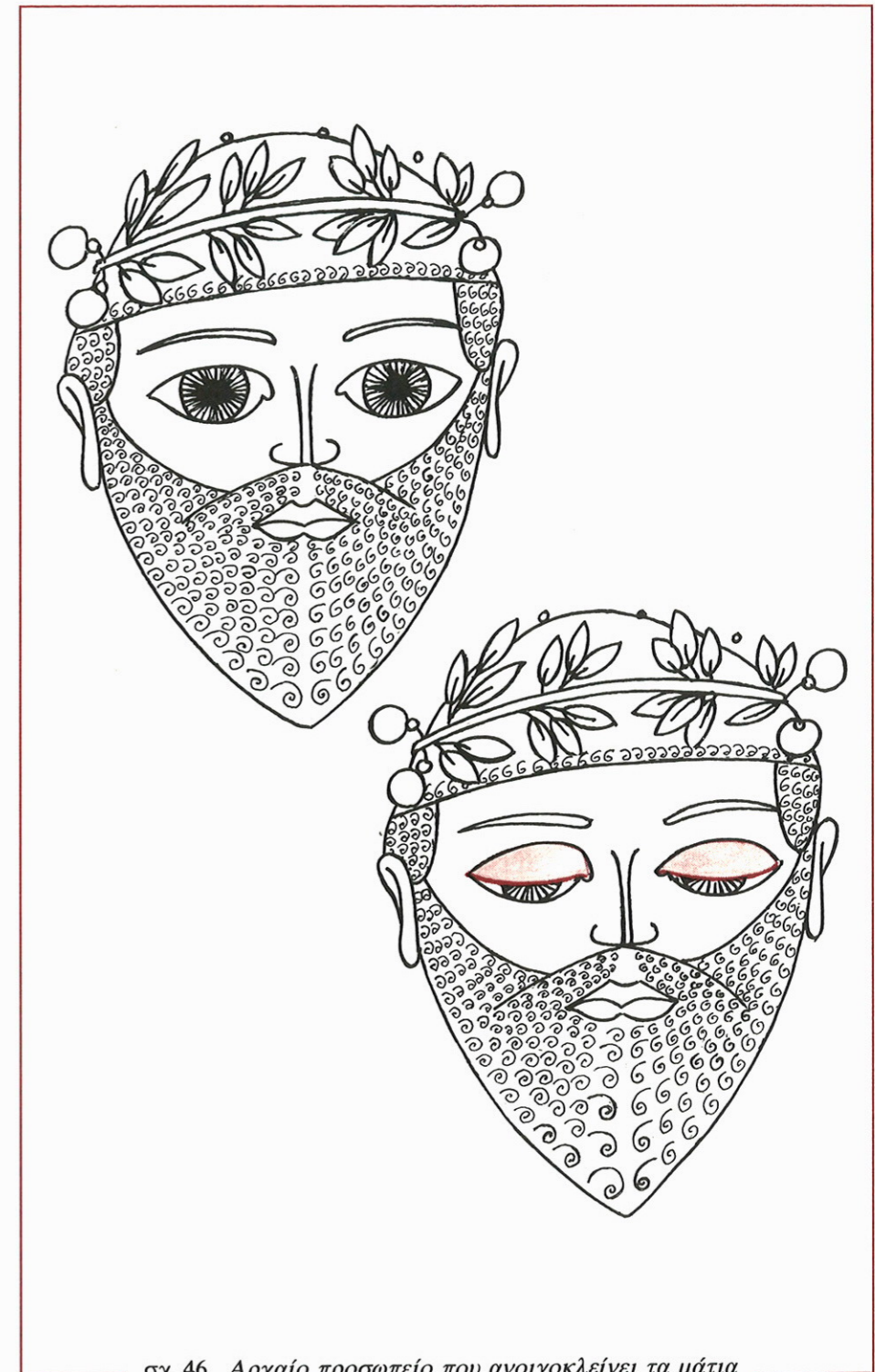
Οι σύγχρονοι με μας αυτοματοποιοῖ⁽¹⁾ ανεβάζουν στις σκηνές των αυτόματων θεάτρων μύθους ευχάριστους⁽²⁾ και χρησιμοποιούν κινήσεις πολλές και ἀνόμοιες.

22.1 (1) οἱ ἀρχαῖοι / αρχαῖοι αυτοματοποιοῖ, (αρχαιότεροι ἀπὸ τον Φίλωνα)

(2) πρόσωπο, τό / πρόσωπο, προσωπεῖο, μάσκα

22.2 (1) οἱ καθ' ἡμᾶς / οἱ σύγχρονοί μας, οἱ ὅμοιοι με μας

(2) ἀστέιος / ευχάριστος, ἐξυπνος, κομψός, (ο προερχόμενος ἀπὸ το άστυ)



σχ. 46. Αρχαῖο προσωπεῖο που ανοιγοκλείνει τα μάτια

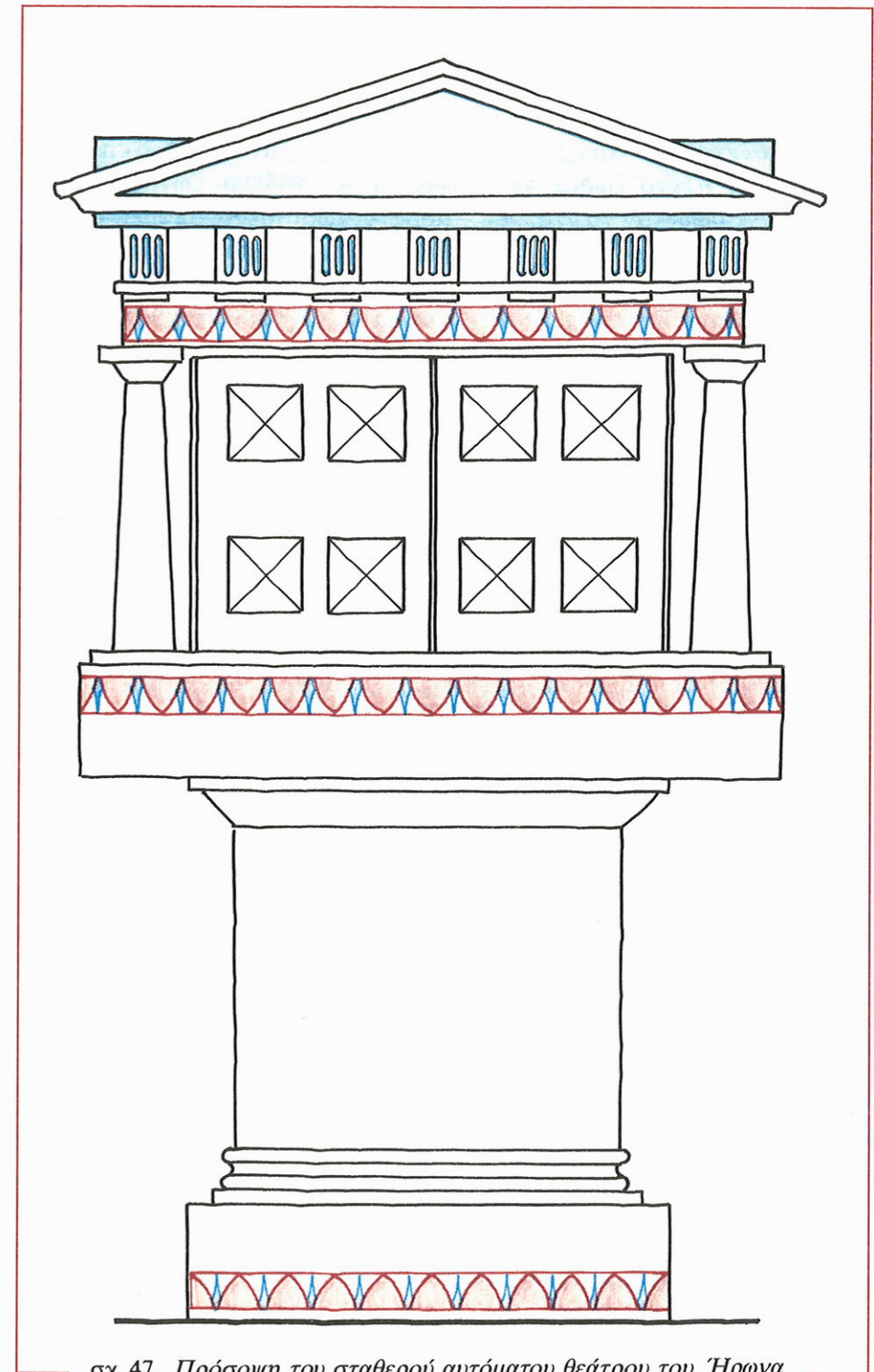
Η παράσταση του μύθου του Ναυπλίου

3 καθὰ δὲ προεθέμην, ἐρῶ
περὶ ἑνὸς πίνακος τοῦ δο-
κοῦντός μοι κρείττονος. μῦ-
θος μὲν ἦν τεταγμένος ἐν αὐ-
τῷ ὁ κατὰ τὸν Ναύπλιον. τὰ
δὲ κατὰ μέρος εἶχεν οὕτως·

3 Και ὅπως προανάγγειλα, θα μιλή-
σω για ένα θέατρο, που κατά τη
γνώμη μου είναι ανώτερο όλων⁽¹⁾.
Στο θέατρο αυτό παρουσιάζεται ο μύ-
θος του Ναυπλίου (σχ. 47).

Τα μέρη, οι πράξεις του έργου εί-
ναι οι εξής.

22.3 (1) κρείττων (επίθ.) / ισχυρότερος, ανώτερος, καλύτερος



σχ.47. Πρόσοψη του σταθερού αυτόματου θεάτρου του Ήρωνα

Πράξη πρώτη

ἀνοιχθέντος ἐν ἀρχῇ τοῦ πίνακος ἐφαίνετο ζώδια γεγραμμένα δώδεκα· ταῦτα δὲ ἦν εἰς τρεῖς στίχους διηρημένα· ἦσαν δὲ οὗτοι πεποιημένοι τῶν Δαναῶν τινες ἐπισκευάζοντες τὰς ναῦς καὶ γινόμενοι περὶ καθολκῆν.

4 ἐκινεῖτο δὲ ταῦτα τὰ ζώδια τὰ μὲν πρίζοντα, τὰ δὲ πελέκειςιν ἐργαζόμενα, τὰ δὲ σφύραις, τὰ δὲ ἀρίσι καὶ τρυπάνοις χρώμενα καὶ ψόφον ἐποίουν πολύν, καθάπερ ἂν ἐπὶ τῆς ἀληθείας γίνοιτο.

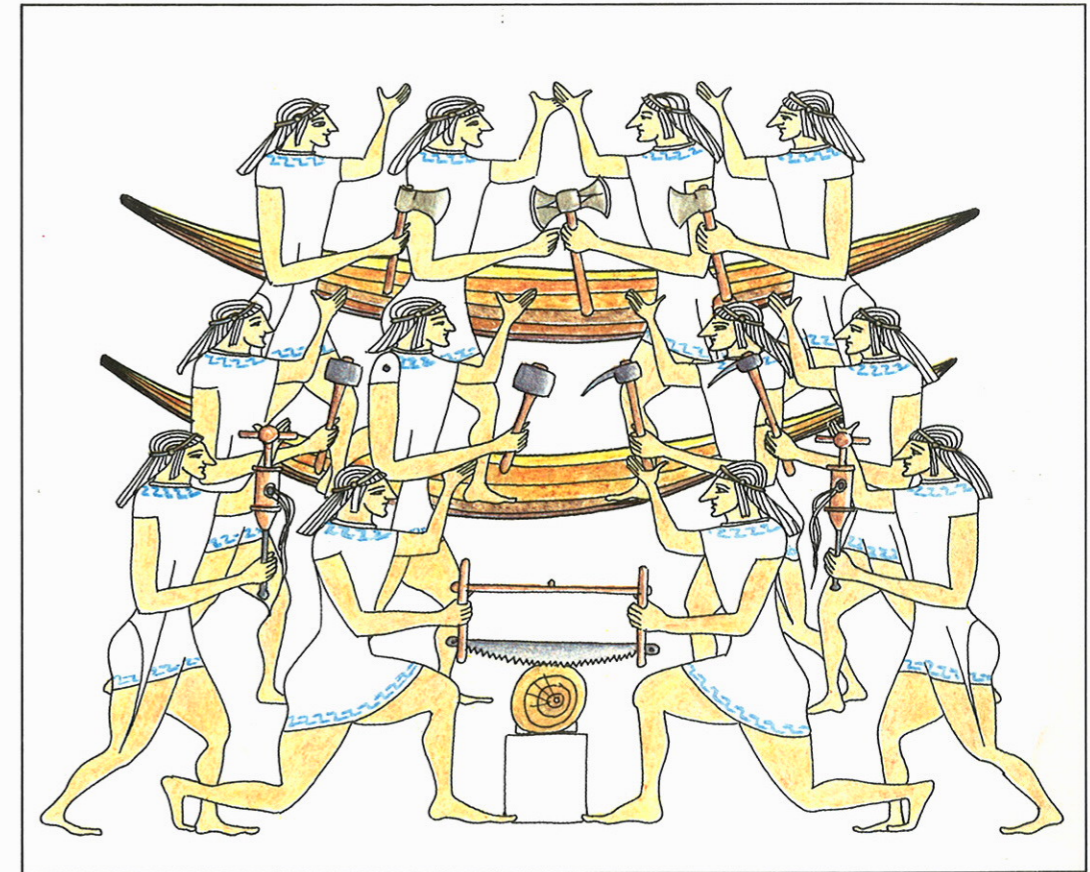
Στην αρχή ανοίγει η σκηνή και φαίνονται δώδεκα ζωγραφισμένες μορφές, χωρισμένες σε τρεις σειρές. Οι μορφές απεικονίζουν κάποιους Δαναούς να επισκευάζουν τα πλοία και να τα ρίχνουν στη θάλασσα.

4 Και οι μορφές αυτές κινούνται, άλλες μεν πριονίζοντας, άλλες δουλεύοντας με τα πελέκια και τα σφυριά και άλλες χρησιμοποιώντας χειροδράπανα⁽¹⁾ και τρυπάνια⁽²⁾, κάνοντας θόρυβο πολύ, σαν να γίνονταν όλα στην πραγματικότητα⁽³⁾ (σχ. 48).

22.4 (1) ἀρίς, ἡ / ἀρίδα, χειροδράπανο, ξυλουργικό χειροκίνητο τρυπάνι, ὅμοιο με αὐτό της μαρμαροτεχνίας (σχ. 65)

(2) τρύπανον, τό / τρυπάνι

(3) καθάπερ ἂν ἐπὶ τῆς ἀληθείας γίνοιτο / σαν να γινόταν όλα στην πραγματικότητα

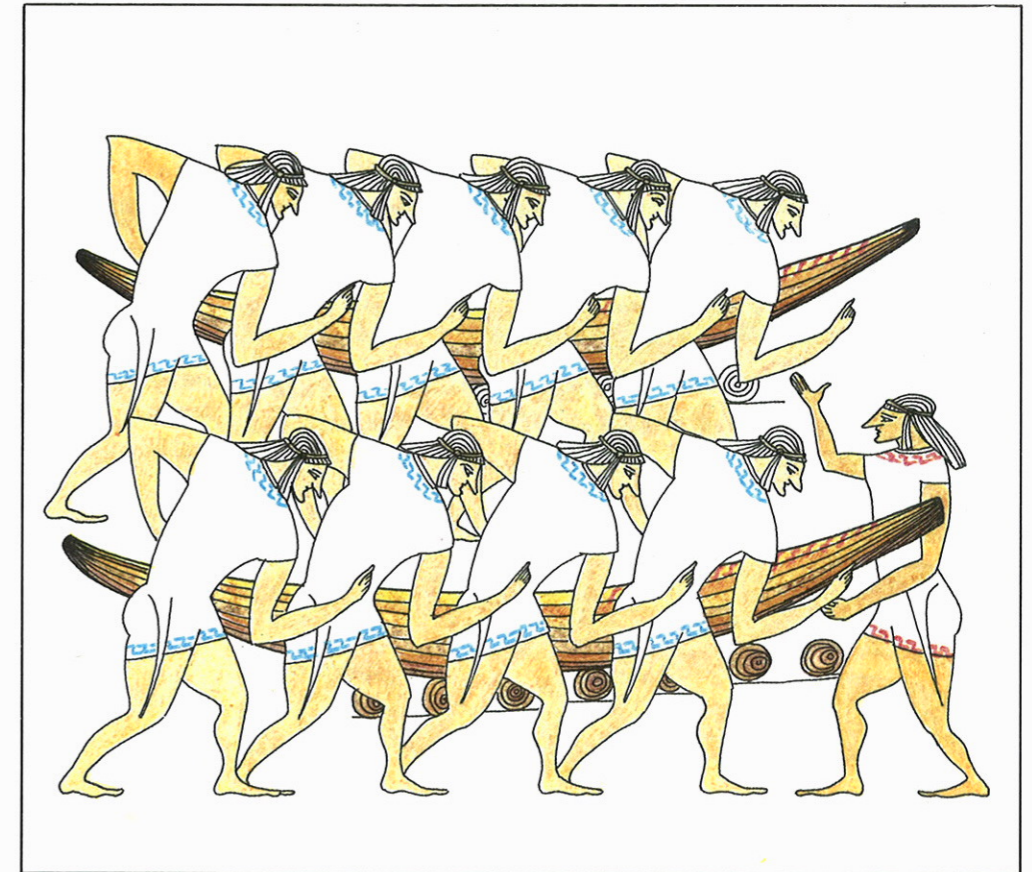


σχ. 48. Σκηνή πρώτη. Οι Δαναοί επισκευάζουν τα πλοία

Δεύτερη πράξη

χρόνου δὲ ἱκανοῦ διαγενο-
μένου κλεισθεῖσαι πάλιν ἡ-
νοίγησαν αἱ θύραι, καὶ ἦν
ἄλλη διάθεσις· αἱ γὰρ νῆες ἐ-
φαίνοντο καθελκόμεναι ὑπὸ
τῶν Ἀχαιῶν.

Μετά από αρκετό χρόνο πάλι
κλείνουν και ανοίγουν οι πόρτες και
παρουσιάζεται μια άλλη εικόνα. Οι
Αχαιοί φαίνονται να ρίχνουν τα
πλοία τους στη θάλασσα (σχ. 49).

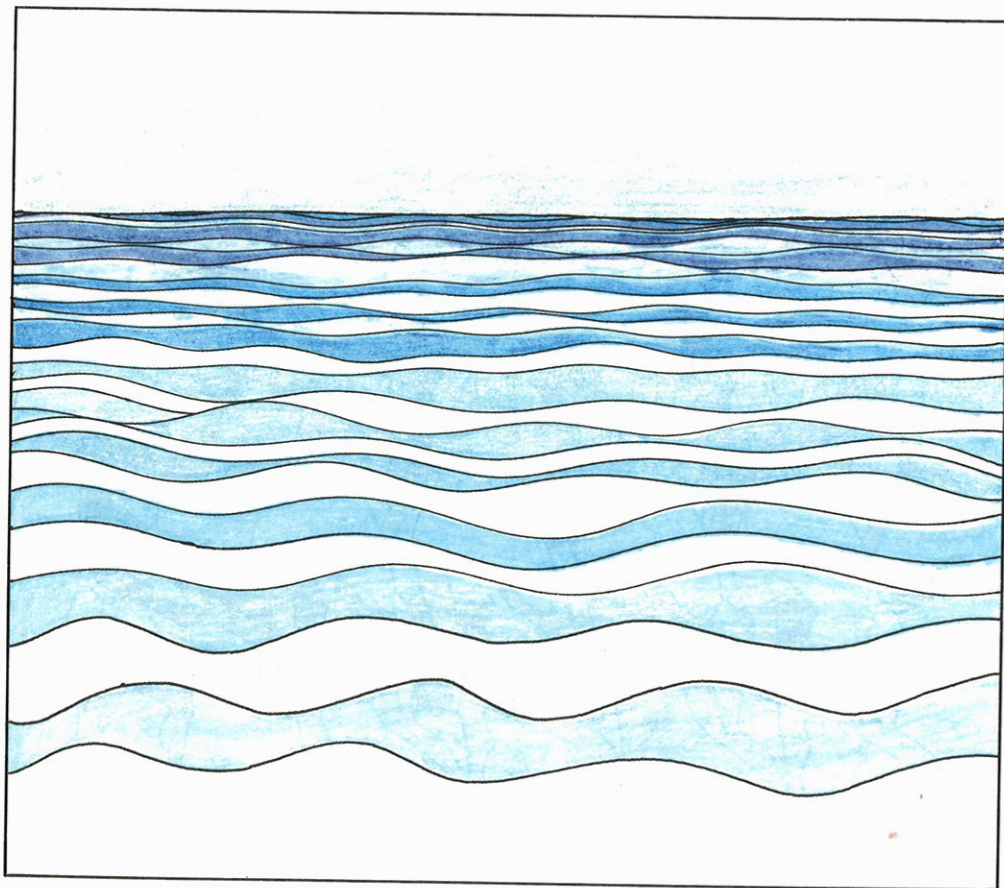


σχ. 49. Σκηνή δεύτερη. Οι Αχαιοί ρίχνουν τα πλοία στη θάλασσα

Τρίτη πράξη

κλεισθεισῶν δὲ καὶ πάλιν ἀνοιχθεισῶν, οὐδὲν ἐφαίνετο ἐν τῷ πίνακι πλὴν ἀέρος γεγραμμένου καὶ θαλάσσης.

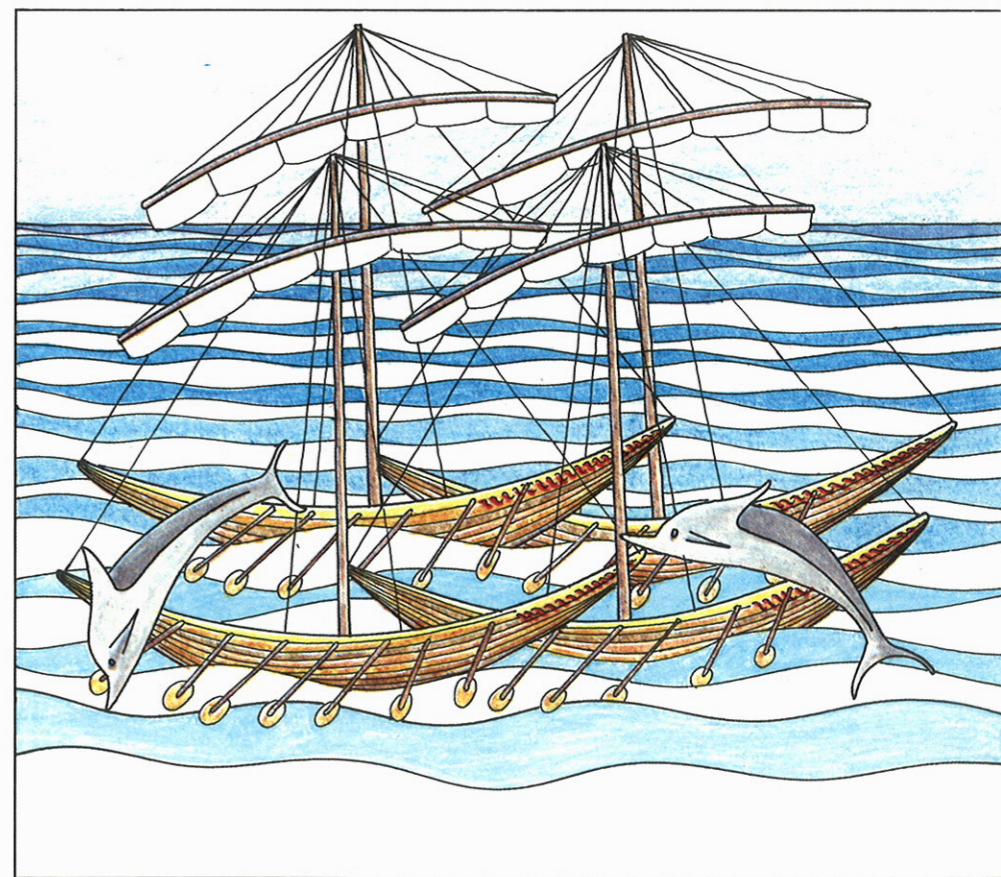
Πάλι κλείνουν και ανοίγουν οι πόρτες και τίποτε δεν φαίνεται στη σκηνή εκτός από ζωγραφισμένο ουρανό και θάλασσα (σχ. 50α).



σχ. 50α. Σκηνή τρίτη. Θάλασσα και ουρανός

5 μετὰ δὲ οὐ πολὺν χρόνον παρέπλεον αἱ νῆες στολοδρομοῦσαι· καὶ αἱ μὲν ἀπεκρύπτοντο, αἱ δὲ ἐφαίνοντο.

5 Μετά όμως από λίγο χρόνο παρουσιάζονται τα πλοία να πλέουν σε διάταξη στόλου, κι άλλα να κρύβονται κι άλλα να εμφανίζονται (σχ. 50β).

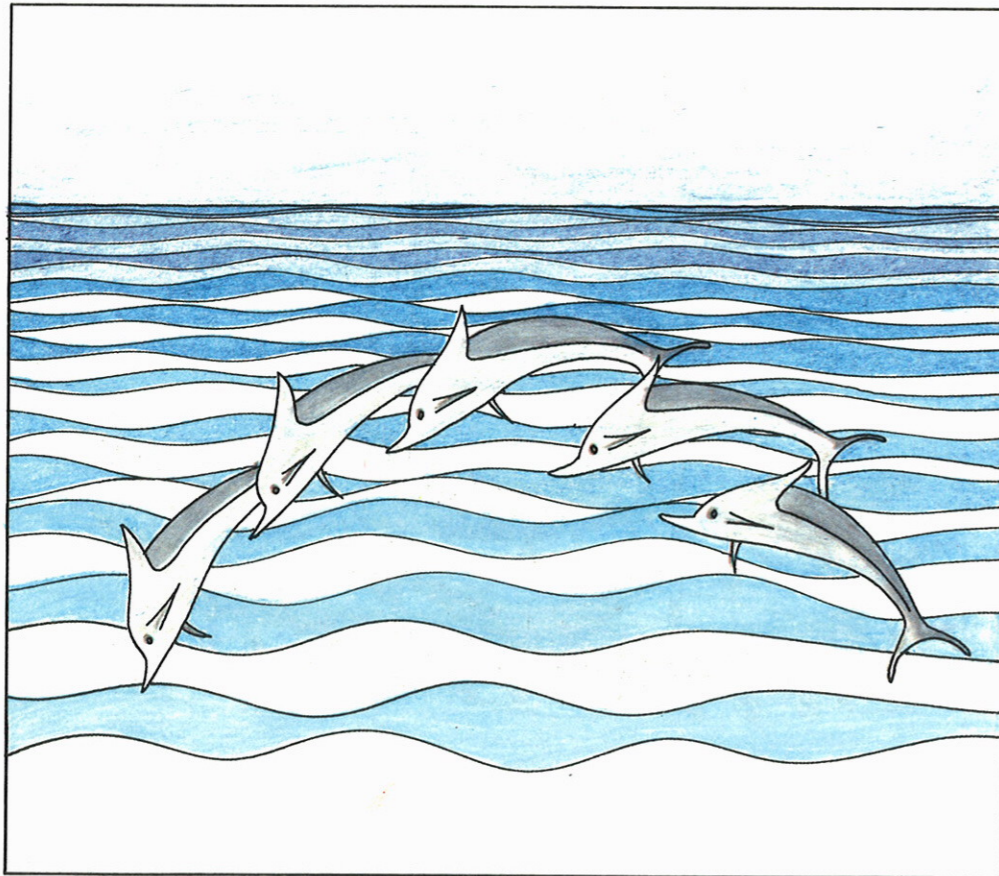


σχ. 50β. Σκηνή τρίτη (συνέχεια). Τα πλοία ταξιδεύουν

πολλάκις παρεκολύμβων
δὲ καὶ δελφῖνες ὅτε μὲν εἰς τὴν
θάλατταν καταδυόμενοι, ὅτε
δὲ φαινόμενοι καθάπερ ἐπὶ
τῆς ἀληθείας.

Συχνά κολυμπούν στο πλάι τους
δελφίνια, άλλοτε βουτώντας μέσ'
στη θάλασσα κι άλλοτε ξεπροβάλ-
λοντας σαν να ήταν αληθινά⁽¹⁾
(σχ. 50γ).

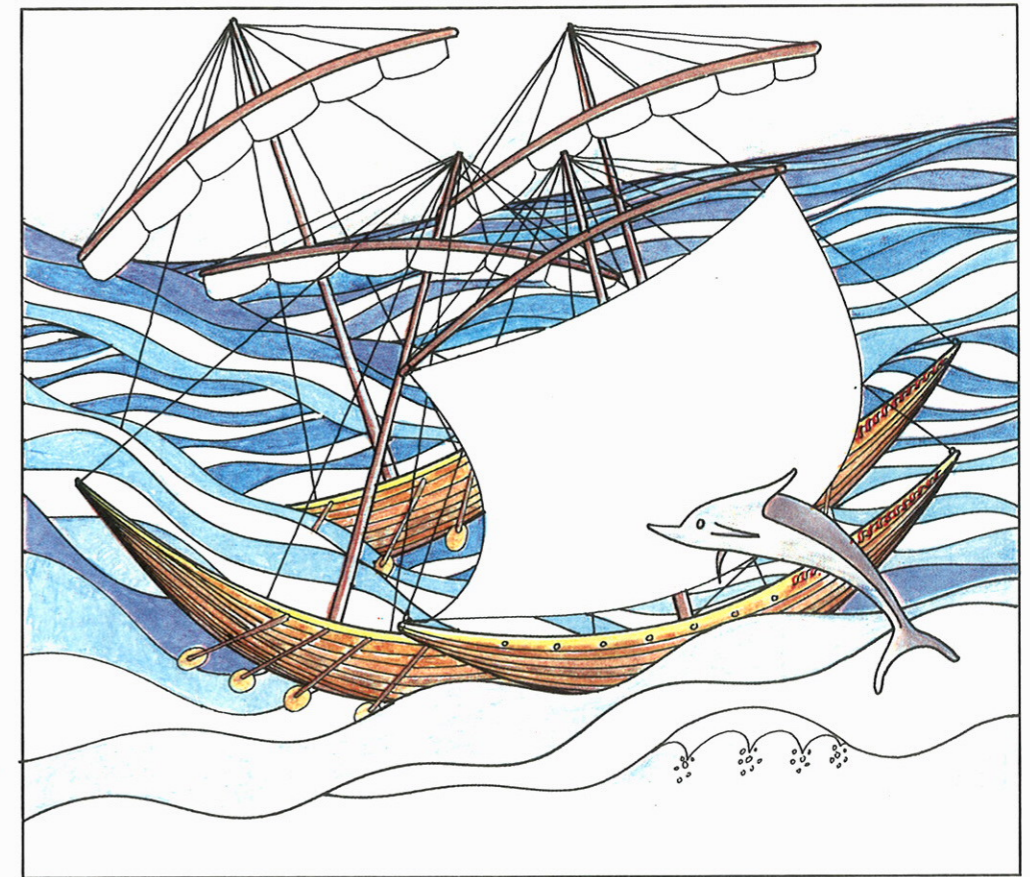
22.5 ⁽¹⁾ καθάπερ ἐπὶ τῆς ἀληθείας / σαν την πραγματικότητα, σαν αληθινά



σχ. 50γ. Σκηνή τρίτη (συνέχεια). Τα δελφίνια κολυμπούν

κατὰ μικρὸν δὲ ἐφαίνετο
χειμέριος ἢ θάλασσα, καὶ αἱ
νῆες ἔτρεχον συνεχῶς.

Μετά από λίγο φαίνεται η θάλασσα να φουρτουνιάζει και τα πλοία τρέχουν συνεχώς (σχ. 50δ).



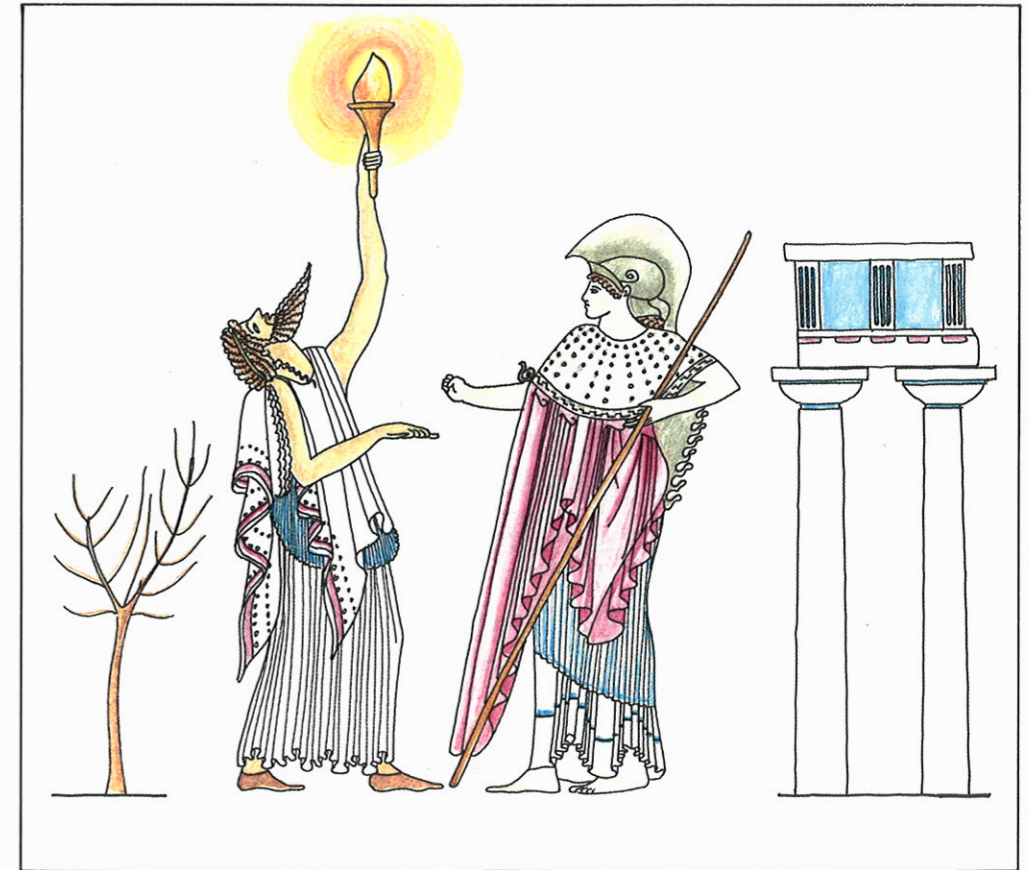
σχ. 50δ. Σκηνή τρίτη (συνέχεια). Η θάλασσα φουρτουνιάζει

Τέταρτη πράξη

κλεισθέντος δὲ πάλιν καὶ ἀνοιχθέντος, τῶν μὲν πλεόντων οὐδὲν ἐφαίνετο, ὁ δὲ Ναύπλιος τὸν πυρσὸν ἐξηρκῶς καὶ ἡ Ἀθηνᾶ παρεστῶσα, **6** καὶ πῦρ ὑπὲρ τὸν πίνακα ἀνεκαύθη, ὡς ὑπὸ τοῦ πυρσοῦ φαινομένης ἄνω φλογός.

Κι ὅταν κλείσει κι ανοίξει πάλι η αυλαία, δε φαίνεται κανένα πλεούμενο, αλλά εμφανίζεται ο Ναύπλιος κρατώντας τον πυρσό και η Αθηνά να στέκεται πλάι του.

6 Τότε φωτιά ανάβει πάνω στη σκηνή, που φαίνεται σαν φλόγα πάνω στον πυρσό (σχ. 51).



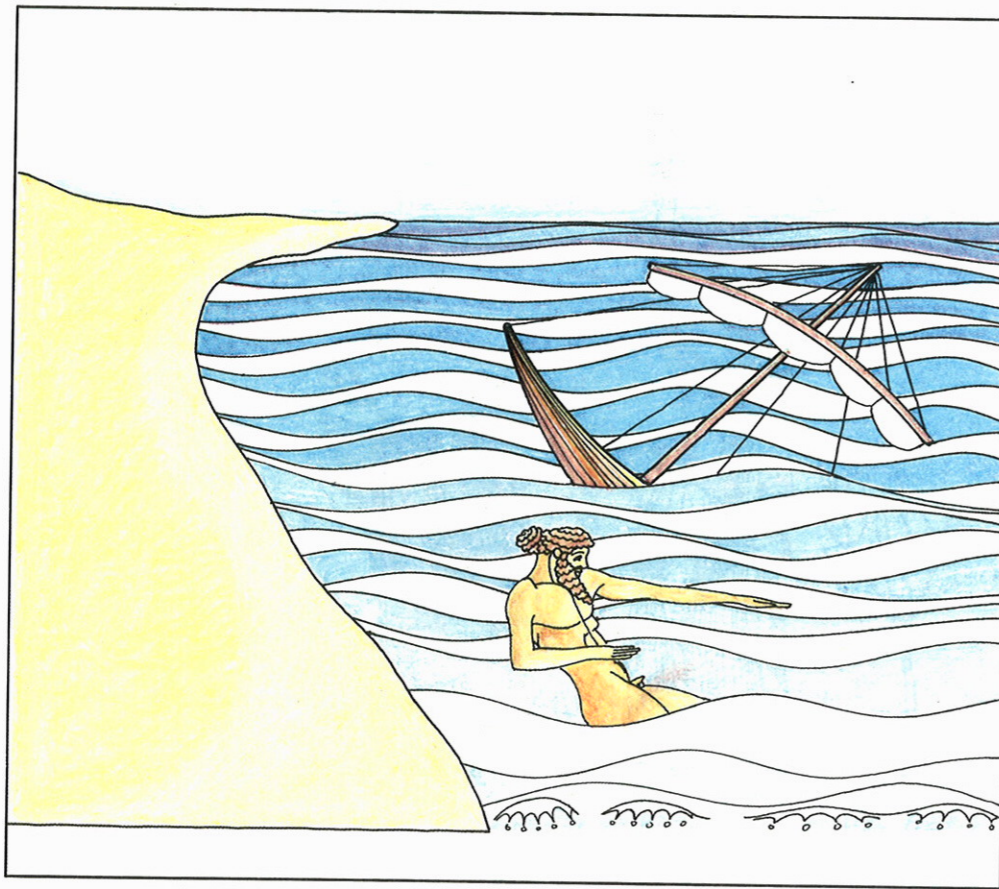
σχ. 51. Σκηνή τέταρτη. Ο Ναύπλιος με τον πυρσό και η Αθηνά

Πέμπτη πράξη

κλεισθέντος δὲ καὶ πάλιν ἀνοιχθέντος, ἢ τῶν νεῶν ἑκπτώσις ἐφαίνετο καὶ ὁ Αἴας νηχόμενος. <ἢ δὲ Ἀθηνᾶ> μηχανῆς τε καὶ ἄνωθεν τοῦ πίνακος ἐξήρθη,

Κλείνει κι ανοίγει πάλι η σκηνή και φαίνονται τα πλοία να βουλιάζουν και ο Αίαντας να κολυμπά. Και η Αθηνά με μηχανή⁽¹⁾ σηκώνεται πάνω από τη σκηνή.

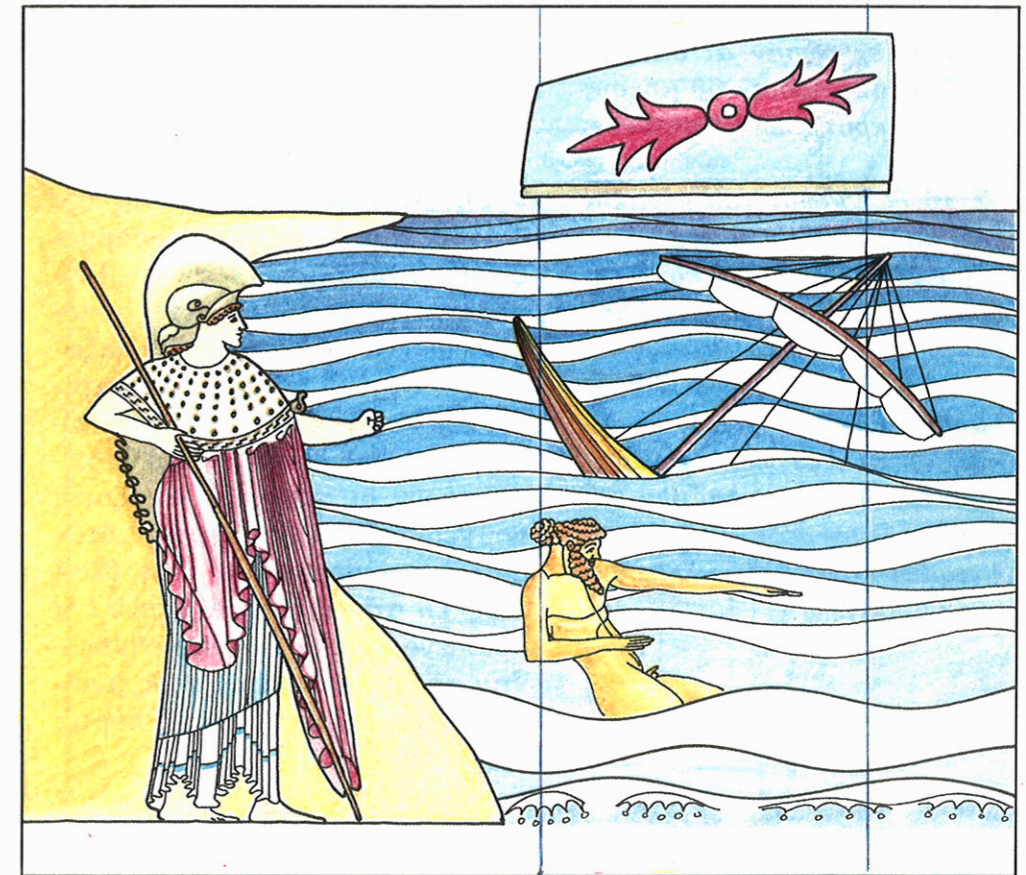
22.6 (1) ἢ Ἀθηνᾶ μηχανῆς / η Αθηνά με μηχανή, η από μηχανής Αθηνά



σχ. 52α. Σκηνή πέμπτη. Τα πλοία βουλιάζουν και ο Αίαντας κολυμπά

καὶ βροντῆς γενομένης ἐν αὐτῷ τῷ πίνακι κεραυνὸς ἔπεσεν ἐπὶ τὸν Αἴαντα, καὶ ἠφανίσθη αὐτοῦ τὸ ζώδιον. καὶ οὕτως κλεισθέντος καταστροφὴν εἶχεν ὁ μῦθος. ἢ μὲν οὖν διάθεσις ἦν τοιαύτη.

Κι απ' τη σκηνή ακούγεται βροντή και πέφτει κεραυνός πάνω στον Αίαντα και η μορφή του χάνεται. Κι όταν η αυλαία κλείνει, τελειώνει ο μύθος. Τέτοια είναι λοιπόν η παράσταση (σχ. 52).



σχ. 52β. Σκηνή πέμπτη (συνέχεια). Η Αθηνά και ο κεραυνός

Κεφάλαιο 23

Ο μηχανισμός για να ανοίγουν και να κλείνουν οι πόρτες του θεάτρου σε προγραμματισμένα χρονικά διαστήματα

1 Κατασκευάζειν δὲ δεῖ, καθάπερ ἐγράψαμεν, ἡλικὸν ἂν βούλοιτό τις τὸν πίνακα ποιεῖν, τηλικούτων τῶ μεγέθει πλινθίων πῆξαντα ἐκ σανίδων ἐλαφροτάτων πάνυ· πλάτος δὲ ἐχέτωσαν αἱ σανίδες τοῦ ἕκτου μέρους τοῦ μήκους τῶν μακροτέρων πλευρῶν.

2 τὸ δὲ ἔδαφος τοῦ πίνακος δεῖ καθαρμόζειν εἰς τὸ πλινθίων μέσον, ὑπὸ δὲ τὸ κάτω μέρος τοῦ πλινθίου θωράκιον κοῖλον ὑποπῆξαι ἀφανὲς εἰς τὸ ὄπισθεν μέρος, ᾧ καθαρμοσθειῶν τῶν θυρῶν καταβήσονται οἱ στροφεῖς μῆκος ἔχοντες ὥστε καὶ τούτων κάτωθεν ἐπιστρεφομένων ἀνοίγεσθαι καὶ πάλιν κλείεσθαι τὰς θύρας.

1 Πρέπει να φτιάξουμε λοιπὸν ἓνα θεᾶτρο, δίνοντάς του ὅποια μορφή θέλουμε, ὅπως ἤδη ἔχουμε γράψει. Ἐτσι στο μέγεθος του θεάτρου κατασκευάζουμε μιαν ὀρθογώνια σκηνή, ἓνα πλαίσιο⁽¹⁾ ἀπὸ πολὺ ἐλαφριῆς σανίδες. Οἱ σανίδες πρέπει να ἔχουν πλάτος ἴσο με τὸ ἓνα ἕκτο του μήκους τῶν μακρύτερων πλευρῶν τους.

2 Τὴν πρόσοψη⁽¹⁾ τῆς σκηνῆς τοῦ θεάτρου πρέπει να τὴν προσαρμόσουμε στο μέσον του πλαισίου. Ἐνῶ στο κάτω μέρος του πλαισίου τοποθετούμε ἓνα προστατευτικὸ διάζωμα, ἓνα στηθαί⁽²⁾, κούφιο εσωτερικά, ποὺ να μὴ φαίνεται ἀπὸ τὴν πίσω μεριά. Στὸ στηθαί αυτό θα κατεβαίνουν οἱ στροφεῖς, οἱ ἄξονες ποὺ περιστρέφουν τὶς πόρτες⁽³⁾, ὅταν αὐτὲς προσαρμοστοῦν στὴ θέση τους. Οἱ στροφεῖς αὐτοὶ ἔχουν ἓνα ὀρισμένο μήκος καὶ περιστρέφονται ἀπὸ τὸ κάτω μέρος τους, ἀνοίγοντας καὶ κλείνοντας τὶς πόρτες (σχ. 53).

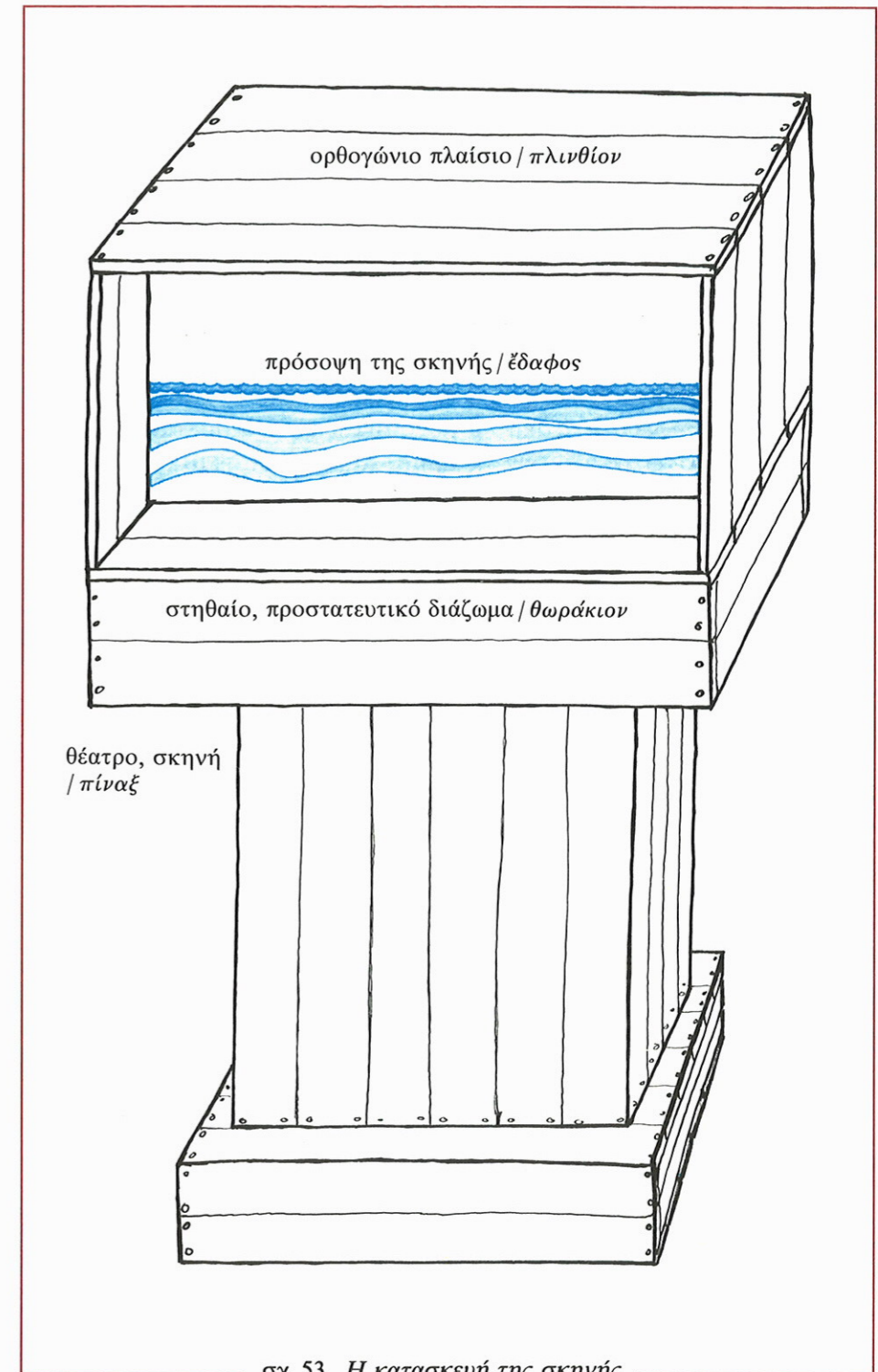
23.1 (1) πλινθίων, τό / ὀρθογώνιο πλαίσιο

23.2 (1) ἔδαφος, τό / ἐπιφάνεια, ἐπίπεδο

τὸ ἔδαφος τοῦ πίνακος / ἡ πρόσοψη τῆς σκηνῆς, τὸ ἐπίπεδο τῶν σκηνικῶν

(2) θωράκιον, τό / στηθαί, προστατευτικὸ διάζωμα

(3) στροφεῖς, ὄ / στροφέας, ἄξονας περιστροφῆς



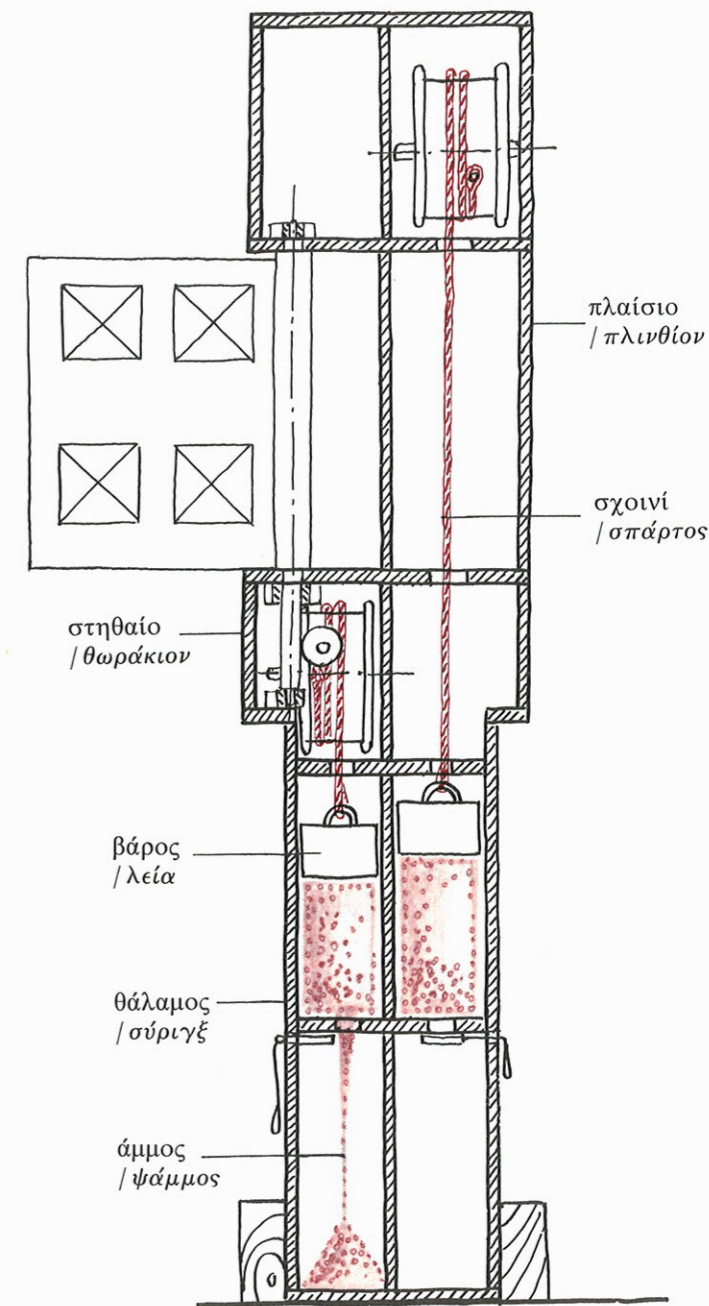
σχ. 53. Ἡ κατασκευὴ τῆς σκηνῆς

3 Ἐστω οὖν τὸ θωράκιον ἐκ τῶν ἔμπροσθεν θεωρούμενον τὸ ΑΒ, στροφεῖς δὲ οἱ ἐκ τῶν θυρῶν καταβεβηκότες οἱ Γ, Δ. οὐκοῦν ἐάν τις ταῖς χερσὶν ἐπιστρέψῃ τοὺς στροφεῖς ἐφ' ἑκάτερον μέρος, ἀνοίξει καὶ κλείσει τὰς θύρας. ἵνα οὖν τοῦτο διὰ τῆς σπάρτου γίνηται αὐτόματον, ἐλκομένης αὐτῆς ὑπὸ τῆς λείας ἐν τῇ σύριγγι οὕσης ἐπὶ τῆς ψάμμου, παρατίθῃμι τοῖς στροφεῦσιν ἄξονα πλάγιον ἀφεστῶτα μικρὸν τῶν στροφῶν τὸν ΕΖ, στρεφόμενον ἐντόρνωσ.

3 Ἄς θεωρήσουμε λοιπὸν ὅτι το στηθαίον αὐτό, βλέποντάς το ἀπὸ μπροστά, εἶναι τὸ ΑΒ, ἐνῶ οἱ στροφεῖς που κατεβαίνουν ἀπὸ τὶς πόρτες οἱ Γ, Δ. Ἐτσι, ἀν λοιπὸν περιστρέψει κανεῖς με τὰ χέρια του τοὺς στροφεῖς καὶ πρὸς τὶς δύο κατευθύνσεις, οἱ πόρτες θὰ ἀνοίξουν καὶ θὰ κλείσουν.

Για νὰ γίνεταὶ ὁμῶς αὐτὸ αὐτόματα⁽¹⁾, χρησιμοποιοῦμε ἕνα σχοινὶ που ἔλκεται ἀπὸ ἕνα βᾶρος, κινούμενο μέσα σὲ ἕνα θάλαμο πάνω σὲ ἄμμο. Δίπλα, καὶ σὲ μικρὴ ἀπόσταση ἀπὸ τοὺς στροφεῖς, τοποθετοῦμε ἕναν ἄλλο ὀριζόντιο ἄξονα⁽²⁾, τὸν ΕΖ, ἐπεξεργασμένο στὸν τόρνο καὶ ἱκανὸ νὰ περιστρέφεται ἐλεύθερα (σχ. 54).

23.3 (1) ἵνα αὐτόματον γίνηται / γιὰ νὰ γίνεταὶ αὐτόματα
(2) πλάγιος ἄξων / ὀριζόντιος ἄξωνας



σχ. 54. Ὁ κινητήριος μηχανισμὸς τοῦ σταθεροῦ αὐτομάτου
(πλάγια τομή)

4 ἐτρύπησα δὲ ἐκάτερον τῶν στροφέων καὶ λαβῶν σπάρτον ἐπέιλησα διπλῆν καὶ ἐνέβαλον τήνδε ἀπλῆν εἰς τὸ τρύπημα καὶ ἐπίουρον μετὰ κόλλης ἐνέκρουσα καὶ ἀπέλαβον αὐτήν, ὥστε μηκέτι ἐκσπᾶσθαι, ἀλλὰ μένει ἀραρότως. τοῦτο δὲ ποιήσας ἀποκατέστησα τὰς ἀρχὰς περὶ τὸν ἄξονα τὴν μὲν κατὰ τὸ ΓΔ ἄνωθεν τοῦ ἄξονος, τὴν δὲ κατὰ τὸ ΕΖ κάτωθεν.

5 τρυπήσας ὁμοίως τὸν ἄξονα ἐκάστην ἀρχὴν ἀπέλαβον ἐπιούροις ἀραρότως τισὶν εὐμάλα τὰς σπάρτους, τὴν κατὰ τὸ Ε καὶ τὸ Ζ. αἱ δὲ σπάρτοι ἐπιστρέψουσι τοὺς στροφεῖς καὶ ἀνοίξουσι τὰς θύρας. ὅταν δὲ πάλιν τὰ ἐναντία ἐπιστρέφω τὸν ἄξονα, καὶ μέντοι ἀνεθῆσονται, <οἱ δὲ στροφεῖς πάλιν τὰ ἐναντία ἐπιστραφήσονται> ὅθεν κλεισθήσονται αἱ θύραι.

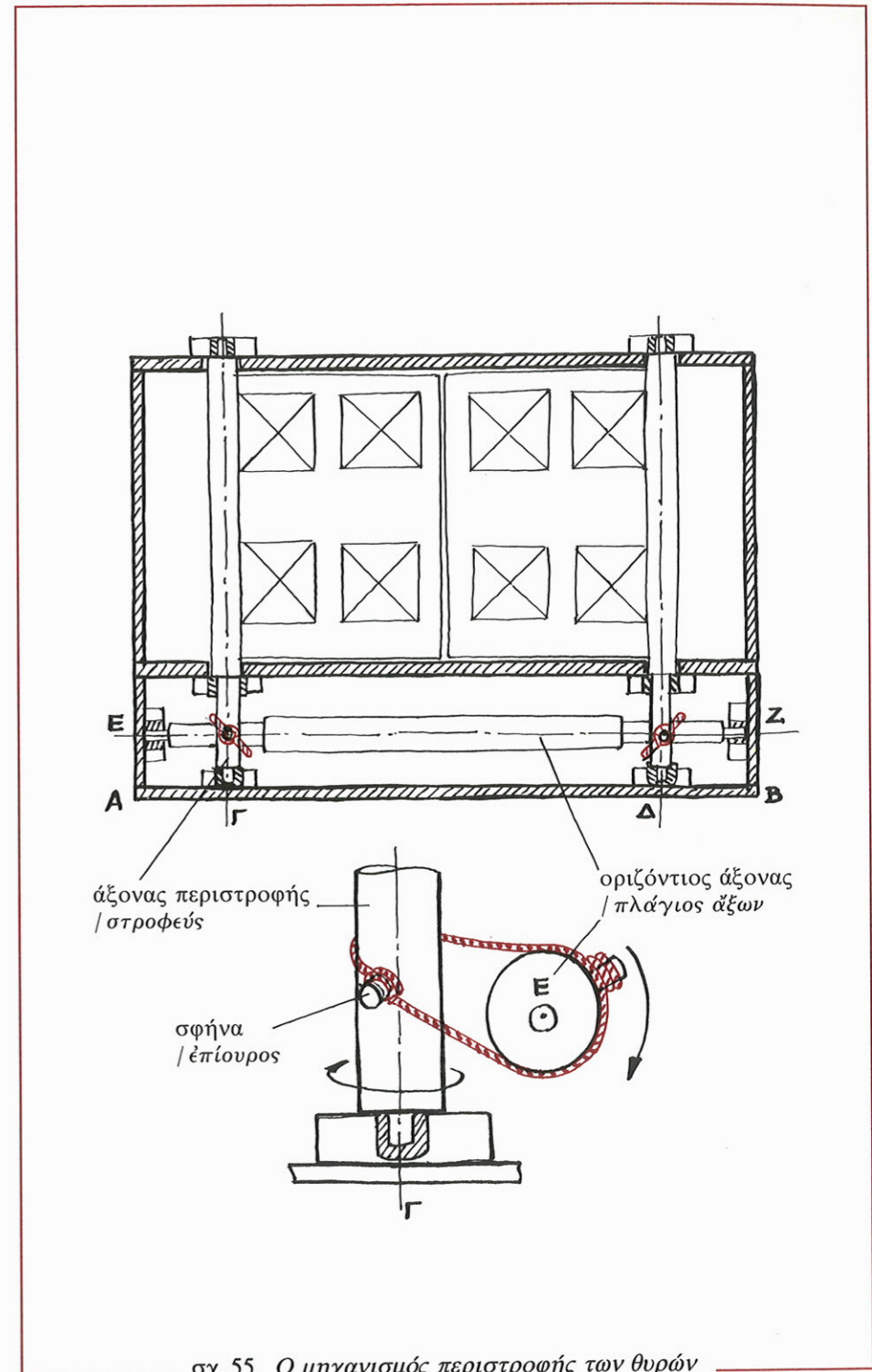
6 οὕτως οὖν ἀπὸ μιᾶς κινήσεως ἅμα ἀμφότεραι αἱ θύραι ὅτε μὲν κλεισθήσονται, ὅτε δὲ

4 Τρυπάμε κάθε έναν από τους στροφεῖς. Παίρνουμε ένα σχοινί, το τυλίγουμε διπλό και το περνάμε έτσι σαν μονό σχοινί στην τρύπα. Καρφώνουμε μετά μια σφήνα⁽¹⁾ αλειμμένη με κόλλα, και δένουμε πάνω στη σφήνα το σχοινί, για να μην ξεπιάνεται, αλλά να μένει σταθερό. Αφού κάνουμε αυτά, δένουμε τις άκρες του σχοινοῦ γύρω από τον άξονα. Τη μία προς τη μεριά των στροφέων ΓΔ πάνω από τον οριζόντιο άξονα, την άλλη από την κάτω μεριά του άξονα ΕΖ.

5 Με τον ίδιο τρόπο τρυπάμε τον άξονα ΕΖ και δένουμε κάθε μια από τις άκρες των σχοινοῦ καλά, σταθερά, με σφήνες καρφωμένες τη μία στο σημείο Ε και την άλλη στο Ζ. Τα σχοινιά περιστρέφουν τους στροφεῖς και ανοίγουν αρχικά τις πόρτες. Ὅταν πάλι περιστρέψουμε τον άξονα αντίθετα, τότε τα τεντωμένα σχοινιά θα χαλαρώσουν, (θα τεντωθούν στη συνέχεια αντίθετα,) οι στροφεῖς θα περιστραφούν και αυτοί αντίθετα και οι πόρτες θα κλείσουν (σχ. 55).

6 Ἐτσι λοιπόν, με μία κίνηση, ταυτόχρονα και οι δύο πόρτες, άλλοτε κλείνουν και άλλοτε ανοίγουν.

23.4 (1) ἐπίουρος, ὄ / σφήνα, καβίλια



σχ. 55. Ο μηχανισμός περιστροφής των θυρών

άνοιχθήσονται. ἵνα οὖν διὰ τῆς λείας αὐτόματον τοῦτο γίνηται, ἐνέπηξα τύλους εἰς τὸν ἄξονα ἄνωθεν ἐφ' ὧν τὰ Η καὶ κάτωθεν ἐφ' ὧν τὰ Θ, καὶ λαβῶν σπάρτον καὶ καταμετρησάμενος τὸ μῆκος πρὸς τὴν σύριγγα τὴν ἔχουσαν τὴν ψάμμον καὶ λείαν, ἐν ὁποίοις δᾶν ἦ διαστήμασιν, ἤψα ἀγκύλας. καὶ ἔστω σπάρτος μὲν ἡ Κ, ἀγκυλῖναι δὲ αἱ Λ.

7 τὴν πρώτην οὖν ἀγκύλην τὴν ἀπὸ τοῦ Κ περιτίθῃμι περὶ τὸν τύλον τὸν πρῶτον τὸν ἀπὸ τοῦ Ε, ἐπὶ τὸ Η, τὴν δὲ ἐσομένην ἀγκύλην περὶ τὸν κάτω τύλον τὸν Θ καὶ οὕτως ἐξῆς πάσας προσκολλῶν αὐτὰς περὶ τὸν ΕΖ ἄξονα κηρῶ τε μετὰ ῥητίνης. ἔστι δὲ κεκαλυμμένον τοῦτο παρακόλλημα.

8 καὶ τὰ παραχαλασμάτια αὐτῶν πρὸς τὸν ἄξονα προσκολλῶ, ἵνα μὴ τινα αὐτῶν ταραχθέντα δυσέργειαν παρέχηται. ὅταν οὖν ἡ ἀρχὴ τῆς σπάρτου, ἐφ' ἧς ἔστι τὸ Κ, ἐκδεθεῖσα ἐκ τῆς λείας ἔλκεται πρῶως, ἀνοίξει καὶ κλείσει τὸν πίνακα χρόνους καὶ διαλείμματα διδοῦσα.

Και για να γίνεται αυτό αυτόματα με την επίδραση του βάρους, καρφώνουμε στον άξονα ξυλόκαρφα, πύρους⁽¹⁾, από το πάνω μέρος στα σημεία Η και από το κάτω μέρος στα σημεία Θ. Παίρνουμε σχοινί, μετράμε την απόσταση μέχρι το θάλαμο με την άμμο και το βάρος, και δένουμε θηλιές⁽²⁾ σε ορισμένες αποστάσεις ανάμεσά τους. Ἐστω Κ το σχοινί και Λ οι θηλιές.

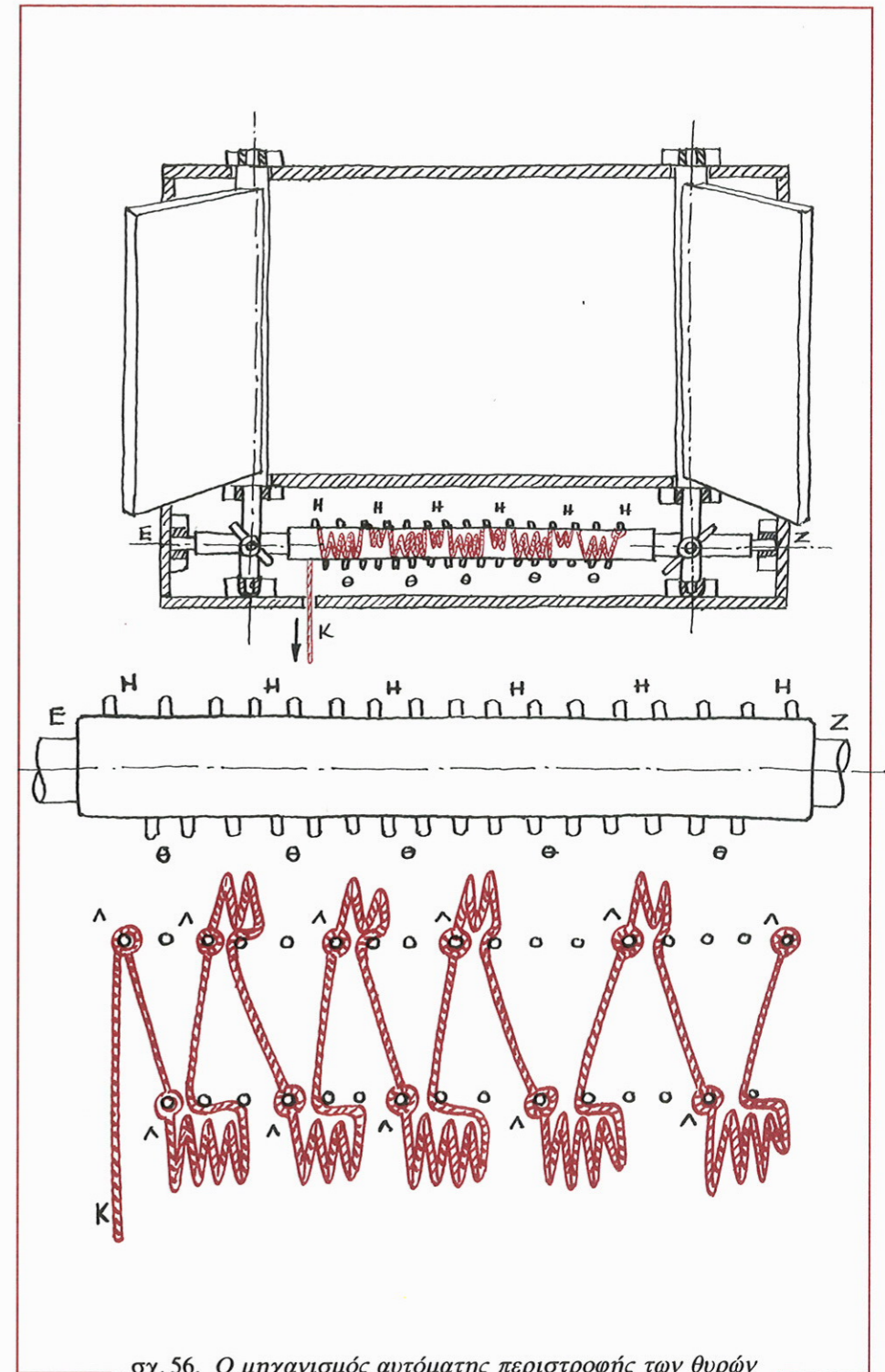
7 Τὴν πρώτη θηλιά του σχοινοῦ Κ τὴν περνάμε στον πύρο, που εἶναι πρῶτος στη σειρά ἀπὸ το σημείο Ε και βρίσκεται στη θέση Η. Τὴν ἐπόμενη θηλιά τὴν περνάμε στον κάτω πύρο Θ. Καὶ ἔτσι με τὴ σειρά κολλάμε ὅλα τα σχοινιά με κερί και ρετσίβι στον ἄξονα ΕΖ. Τα κολλήματα αὐτά τα καλύπτουμε (ὥστε να μὴ φαίνονται).

8 Καὶ τὶς ἐλεύθερες περιελίξεις, τα χαλαρώματα⁽¹⁾ των σχοινοῦν τα κολλάμε κι αὐτά στον ἄξονα, για να μὴν μπερδευτοῦν κάποια ἀπ' αὐτά και προκαλέσουν εμπλοκή. Ὅταν λοιπὸν το βάρος τραβήξει σιγά σιγά τὴν ἄκρη του σχοινοῦ Κ, που εἶναι δεμένη μαζί του, ἡ αὐλαία θα ἀνοίξει και θα κλείσει σε χρόνους που καθορίζουν (τὶς πράξεις) και τα διαλείμματα του θεατρικοῦ ἔργου (σχ. 56).

23.6 (1) τύλος, ὄ / ξυλόκαρφο, πύρος

(2) ἀγκύλη, ἡ / θηλιά

23.8 (1) παραχαλασμάτιον, τό / ἐλεύθερη περιέλιξη, χαλαρώμα σχοινοῦ



σχ. 56. Ο μηχανισμός αυτόματης περιστροφής των θυρών

Κεφάλαιο 24

Ο μηχανισμός για τις κινήσεις των Δαναών
στην πρώτη πράξη της παράστασης

1 Ταῦτα μὲν οὖν οὕτως γίνονται. γινομένης δὲ τῆς πρώτης ἀνοιξέως ἡμῖν <ὑποδεικτέον> ἐστί, πῶς <δυνατόν ἐστι> ἐν τῷ πίνακι φανῆναι ζώδια τεκταίνοντα· περιεμφανίσαι δὲ <δεῖ>, τίνι τρόπῳ τὴν κίνησιν λαμβάνει. δεῖ οὖν τὰ μὲν ἄλλα πάντα μέρη τῶν ζωδίων ἐν τῷ ἐδάφει τοῦ πίνακος γεγράφθαι διαθέσεις ἔχοντα πιθανωτάτας, τὰς δεξιὰς δὲ χεῖρας μὴ γεγραμμένας ἐν τῷ πίνακι, προσκείσθαι δὲ κεράτινας ἐξ ἐλαφρῶν κεράτων λεπτὰς εὖ μάλα κατεργασμένας, ἵνα προσπίπτωσι καὶ μηδὲν δῆλον ἀπόστημα ἔχωσι.

2 δεῖ δὲ καὶ τὰ ἀρμένια, ἐν οἷς ἐργάζονται, κεράτινα εἶναι, προσκείσθαι δὲ ἐν ταῖς χερσὶ καὶ ἀπογεγράφθαι τὰς χεῖρας ὁμοχρόους τοῖς ἄλλοις σώμασι καὶ τὰ ἀρμένια, ὡς προσῆκόν ἐστιν.

*Ἐστω οὖν ἡ χεὶρ ἢ ΑΒ. ἐτρύπησα οὖν αὐτὴν κατὰ τὸν ὤμον καὶ ἐποίησα τὸ τρύπημα τετράγωνον, ὡς γέγραπται,

1 Αυτά λοιπόν έτσι γίνονται. Κι ὅταν για πρώτη φορά ανοίξουν οι πόρτες του θεάτρου, πρέπει να παρουσιαστούν στη σκηνή μορφές που εργάζονται⁽¹⁾. Θα εξετάσουμε τώρα με ποιόν τρόπο γίνεται η κίνηση.

Πρέπει λοιπόν όλα τα μέλη των μορφών να είναι ζωγραφισμένα στην πρόσοψη της σκηνής και να ἔχουν στάσεις πολύ φυσικές. Ὅμως τα δεξιὰ χέρια των μορφών δεν πρέπει να είναι ζωγραφισμένα στη σκηνή, ἀλλὰ πρέπει να εἶναι πρόσθετα, κεράτινα, λεπτά, πολύ καλά κατεργασμένα, φτιαγμένα ἀπὸ ελαφρά κέρατα, για να εφάπτονται καλά και να μην ἔχουν φανερὴ ἀπόσταση (ἀπὸ την πρόσοψη της σκηνής).

2 Και τα εργαλεία⁽¹⁾, με τα οποία ἐργάζονται οι μορφές, πρέπει να εἶναι κεράτινα και προσαρμοσμένα στα χέρια. Τα χέρια πρέπει να εἶναι ζωγραφισμένα στο ἴδιο χρώμα με το ὑπόλοιπο σώμα και τα εργαλεία με τα χρώματα που τους ταιριάζουν.

Ἄς θεωρήσουμε λοιπόν το χέρι ΑΒ. Του ανοίγουμε στο ὕψος του ὤμου μια τρύπα και της δίνουμε τετράγωνο σχῆμα ὅπως φαίνεται στο σχέ-

καὶ λαβῶν κεράτινον ἐπίουρον ἐνήρμοσα εἰς μὲν τὸν ὤμον τετράγωνον ποιήσας καὶ ἐνεκόλλησα, τὸ δὲ λοιπὸν τοῦ ἐπιούρου στρογγύλον καὶ λείον καλῶς.

3 τρυπήσας δὲ κατὰ τοῦ δεξιοῦ ὤμου ἐδίωσα τὸν ἐπίουρον καλῶς, ἕως οὗ προσκαθίσῃ τὸ χερίον εἰς τὸ ζώδιον. ἐὰν οὖν καταλάβωμεν τοῖς δακτύλοις ἐκ τῶν ὀπισθεν μερῶν τοῦ πίνακος τὸ ὑπερέχον τοῦ ἐπιούρου στρέφοντες, κινήθεται τὸ χερίον. ὅπως οὖν ὑπὸ τῆς λείας αὐτόματον κινήται, ποιῶ κανόνιον τὸ ΓΔ καὶ τρυπῶ κατὰ τὸ Θ καὶ τὸν ἐπίουρον τὸν ἐκ τῆς χειρὸς ὑπερέχοντα εἰς τὸ ὀπισθεν μέρος τοῦ πίνακος ἐναρμόζω εἰς τὸ τοῦ κανονίου τρύπημα ἀραρότως καὶ ἐγκολλῶ, ἵνα κινουμένου τοῦ κανονίου κινήται καὶ τὸ πρὸς τῷ ὤμῳ. τὸ δὲ κανόνιον τοῦτο καλεῖται ὑσπλήγγιον.

4 εἰς τὸ ἐν οὖν μέρος τοῦ ὑσπληγγίου τρυπήσας ἐξέδησα σπάρτον καὶ ἐκρέμασα λείαν μολιβδίνην τὴν Ι καὶ ὑπέπηξα ἐπίουρον ὑπὸ τὸ ἄκρον τοῦ ὑσπληγγος, τὸ Ζ, ἵνα ἐπαπαύηται τοῦ ὑσπληγγίου

διο⁽²⁾. Παίρνουμε ἕνα κεράτινο πῖρο⁽³⁾, διαμορφώνουμε τὴ μία του ἄκρη τετράγωνη, τὴν προσαρμόζουμε στον ὤμο και τὴν κολλάμε, ἐνῶ το ὑπόλοιπο τμήμα του πῖρου το κάνουμε στρογγυλό και πολύ λείο.

3 Τρυπάμε κατόπιν το δεξιό ὤμο της ζωγραφισμένης μορφῆς και πιέζουμε τον πῖρο καλά, μέχρις ὅτου το χέρι ἔρθει σε ἐπαφή με τὴ μορφή. Ἀν πιάσουμε τώρα με τα δάχτυλα, ἀπὸ το πίσω μέρος του πίνακα, το τμήμα του πῖρου που προεξέχει και το περιστρέψουμε, το χέρι θα κινήθει.

Για να κινεῖται ὁμως το χέρι αὐτόματα με τὴν ἐπίδραση του βάρους, κατασκευάζουμε ἕνα μικρὸ ξύλινο κανόνα⁽¹⁾, τον ΓΔ, και του ανοίγουμε μια τρύπα στο σημεῖο Θ. Στην τρύπα αὐτὴ του κανόνα προσαρμόζουμε σταθερά και κολλάμε τον πῖρο του χεριού, που προεξέχει στο πίσω μέρος του πίνακα. Ἐτσι ὅταν κινήθει ο κανόνας, κινεῖται και ο πῖρος που εἶναι προσαρμοσμένος στον ὤμο. Ο κανόνας αὐτός ονομάζεται καταπέλτης⁽²⁾.

4 Στη μια μεριά λοιπόν του καταπέλτη ανοίγουμε μια τρύπα, δένουμε ἕνα σχοινί και κρεμάμε ἕνα μολύβδινο βάρος, το Ι. Κάτω ἀπὸ τὴν ἄκρη του καταπέλτη σφηνώνουμε ἕνα ξύλινο πῖρο, τον Ζ, για να στηρίζεται σ' αὐτόν ἡ ἄκρη του καταπέλ-

(2) ὡς γέγραπται / ὅπως εἶναι σχεδιασμένο

(3) ἐπίουρος, ὄ / σφήνα, πῖρος

24.3 (1) κανόνιον, τό / μικρὴ ξύλινη ράβδος, κανόνας

(2) ὑσπλήγγιον, τό / τεντωμένο σχοινί, σύστρεμμα νεύρων, σαν αὐτό που χρησιμοποιοῦν στους καταπέλτες, (ἐδῶ μεταφορικά: καταπέλτης)

24.1 (1) ζώδια τεκταίνοντα / μορφές που εργάζονται

24.2 (1) ἀρμένιον, τό / εργαλείο

τὸ ἄκρον. οὐκοῦν ἐὰν τῷ δακτύλῳ κάτω βαρήσωμεν τὸ ὑσπλήγγιον κατὰ τὸ Γ μέρος, μετεωρισθήσεται τὸ Δ μέρος σὺν τῇ λείᾳ· ἐὰν δὲ ἀφῶμεν, καταπεσεῖται ἐπὶ τὸν ἐπίουρον ἐπισπωμένης τῆς λείας καὶ ψόφον ποιήσει.

5 ἐπιδώσει δὲ καὶ τῇ χειρὶ τὴν κίνησιν ἐν τῷ ἔμπροσθεν μέρει τοῦ πίνακος. ἵνα οὖν πυκνῶς καὶ αὐτομάτως κινῆται, παρατίθημι τὸν ἀστερίσκον στρεφόμενον περὶ ἐπίουρον ἔμπεπηγότα τῷ ἐδάφει τοῦ πίνακος ἀραρότως. ἔξει δὲ ὁ ἀστερίσκος προσόντα αὐτῷ προσφυῆ τρόχιλον τὸν Η, περὶ ὃν ἢ σπάρτος περιελθθεῖσα πολλάκις ἀποδοθήσεται τῇ λείᾳ, ἵνα ἐπισπωμένη ἢ λεία κατὰ μικρὸν ἐπιστρέφῃ τὸν ἀστερίσκον καὶ ὁ ἀστερίσκος ταῖς στροφαῖς τὸν ὑσπλήγγια κρούῃ πυκνά.

6 τὸ δὲ ἔσχατον μέρος τῆς σπάρτου ἀγκυλωθὲν περὶ τὸν τύλον περιτίθεται ἐφ' οὗ τὸ Η. ὅταν μηκέτι τὴν χεῖρα κινεῖσθαι, ἀποσχασθεῖσα ἀπὸ τοῦ τύλου περιγνοίῃ.

τη. Ἄν λοιπὸν πιέσουμε με τὸ δάχτυλο τὸν καταπέλτη πρὸς τὰ κάτω, ἀπὸ τῆς μεριᾶς τοῦ σημείου Γ, θα ἀνασηκωθεί ἡ μεριά Δ μαζί με τὸ βάρος. Κι ἂν τὸν ἀφήσουμε, παρασυρόμενος ἀπὸ τὸ βάρος, θα πέσει καὶ θα κάνει κρότο, θα προκαλέσει τὸν ἦχο ἐνός κτύπου⁽¹⁾.

5 Ταυτόχρονα θα μεταδώσει τὴν κίνησιν καὶ στο χέρι που βρίσκεται στὴ μπροστινὴ μεριά τῆς σκηῆς.

Για νὰ γίνονται ὁμῶς οἱ κινήσεις αὐτὲς αὐτόματα καὶ με ὀρισμένη συχνότητα⁽¹⁾, τοποθετοῦμε δίπλα στὸ χέρι ἓναν ἀστεροειδῆ, ακτινωτὸ οδοντωτὸ τροχό⁽²⁾, που στρέφεται γύρω ἀπὸ ἓναν πῖρο σφηνωμένο γερά στὴν πρόσοψη τῆς σκηῆς. Στὸν ακτινωτὸ τροχό εἶναι ἀκόμα προσαρμοσμένη καὶ ἐνσωματωμένη μιὰ μικρὴ τροχαλία⁽³⁾, ἡ Η. Γύρω ἀπὸ τὴν τροχαλία τυλίγουμε πολλές φορές τὸ σχοινί καὶ τὸ συνδέουμε με τὸ βάρος, ὥστε πέφτοντας τὸ βάρος, νὰ περιστρέφει σιγὰ σιγὰ τὸν ακτινωτὸ τροχό, καὶ με τὶς στροφές του αὐτὲς ὁ ακτινωτὸς τροχὸς νὰ χτυπᾷ με ὀρισμένη συχνότητα τὸν καταπέλτη.

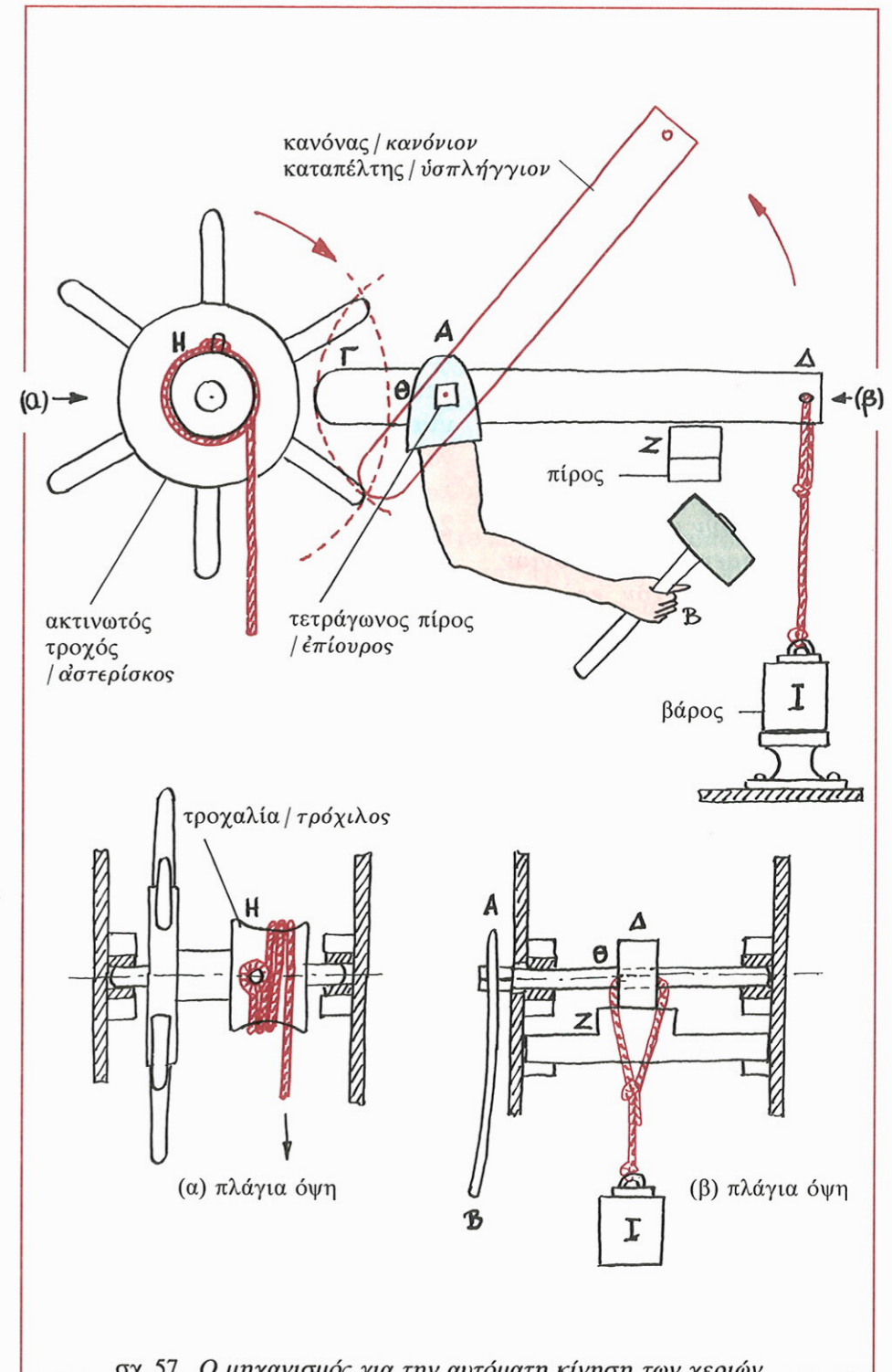
6 Στὴν ἄλλη ἀκρὴ τοῦ σχοινοῦ κάνουμε μιὰ θηλιά καὶ τὴ στερεώνουμε γύρω ἀπὸ τὸ ξυλόκαρφο που βρίσκεται στὴν τροχαλία Η. Ὅταν τὸ χέρι δὲν κινεῖται πιά, ἡ θηλιά, ἀφ' οὗ ξεπιαστεί ἀπὸ τὸ ξυλόκαρφο, πέφτει κάτω (σχ. 57).

24.4 (1) ψόφος, ὁ / κτύπος, κρότος

24.5 (1) πυκνῶς / συχνά

(2) ἀστερίσκος, ὁ / ἀστεροειδής, ακτινωτὸς οδοντωτὸς τροχός

(3) τρόχιλος, ὁ / τροχαλία



σχ. 57. Ὁ μηχανισμὸς γιὰ τὴν αὐτόματη κίνηση τῶν χειρῶν

Κεφάλαιο 25

Το πέρασμα από την πρώτη στη δεύτερη πράξη της παράστασης και ο μηχανισμός αλλαγής των σκηνικών

1 Τὰ μὲν περὶ τοὺς τεκτονεύοντας οὕτως ἐν τῷ πίνακι γίνεται. κλεισθέντος δὲ καὶ μετὰ ταῦτα ἀνοιχθέντος, δεῖ τοὺς μὲν τεκτονεύοντας μηκέτι φαίνεσθαι, τὰς δὲ ναῦς καθελκομένας.

2 Γίνεται οὖν καὶ τοῦτο, καθὼς μέλλομεν λέγειν. ὀθόνιον δεῖ λαβεῖν λεπτόν καὶ πυκνόν, ἴσον ἔχον μέγεθος τῷ τοῦ πίνακος ἐδάφει, τοῦτο δὲ χρίσαντας ὑγροτάτῳ λευκῷ χρωματίῳ, ἵνα εὐλύτως δύνηται συνειλεῖσθαι, ζωγραφῆσαι τὰς καθελκομένας ναῦς καὶ προσθέντας πρὸς τὸν πίνακα τὸ μὲν ἄνω μέρος προσηλῶσαι κεντρίοις πρὸς τὸ τοῦ πίνακος ἐπίπεδον ὑπ' αὐτὴν τὴν τοῦ πλινθίου πλευρὰν, πρὸς δὲ τὸ κάτω μέρος τοῦ ὀθονίου προσάψαι χαλκοῦν ὀβελίσκον δι' ὅλου πάχους ἔχοντα σύμμετρον,

3 ἵνα εἰλοῦντες περὶ τὸν ὀβελίσκον τὸ ὀθόνιον εἰς τὸ ἄνω μέρος τοῦ πίνακος καὶ συ-

1 Ἔτσι γίνονται λοιπὸν στη σκηνή οι ξυλουργικές εργασίες (των Δαναῶν). Κι ὅταν κλείσει και ανοίξει μετὰ η αυλαία, δεν πρέπει να φαίνονται (οι Δαναοί) να δουλεύουν, ἀλλὰ να καθελκύουν, να ρίχνουν στη θάλασσα τα πλοία.

2 Και αυτό γίνεται ὅπως θα δείξουμε παρακάτω.

Παίρνουμε ἓνα κομμάτι λεπτό και πυκνόφαντο λινό ὑφασμα για σκηνικό⁽¹⁾, με διαστάσεις ἴσες με εκείνες της πρόσοψης της σκηνής. Το σκηνικό αυτό το βάφουμε με πολύ αραιωμένο λευκό χρώμα, για να μπορεί να τυλίγεται εύκολα, και πάνω του ζωγραφίζουμε τα πλοία που οι Δαναοί σέρνουν στη θάλασσα. Το στερεώνουμε στη σκηνή, καρφώνοντας το πάνω μέρος του με βελονάκια⁽²⁾ πάνω στην επιφάνεια της σκηνής και κάτω από την οροφή του πλαισίου. Στο κάτω μέρος του σκηνικού δένουμε μια χάλκινη ράβδος⁽³⁾.

3 Ἔτσι τυλίγοντας το σκηνικό γύρω από τη ράβδο, το ανεβάζουμε στο ἐπάνω μέρος της σκηνής, κι α-

στρέψαντες καλῶς κρατήσωμεν ὑπὸ τὴν πλευρὰν τοῦ πλινθίου καί, ὅταν βουλώμεθα, ἀφῶμεν, ἀφεθὲν δὲ τὸ ὀθόνιον ἐξελίσσεται ὑπὸ τοῦ βάρους τοῦ ὀβελίσκου καὶ συντόμως ἀπειλίσσόμενον καλύψει τὰ ἐν τῷ πίνακι γεγραμμένα.

4 τοῦτο οὖν δεῖ γενέσθαι κλεισμένου τοῦ πίνακος αὐτόματον. ἐν δὲ τῷ προτέρῳ δεῖ μένειν αὐτὸ συνειλημένον ἄνω. γίνεται οὖν οὕτως. ὅταν εἰληθῆ καλῶς εἰς τὸ ἄνω μέρος καὶ τεθῆ ὑπὸ τὴν πλευρὰν τοῦ πλινθίου, ὑποκάτω τοῦ εἰλήματος παρ' αὐτῷ ἐτρυπήθη εἰς τὸ ἔδαφος τοῦ πίνακος, καὶ ὠθήθη διὰ τοῦ τρυπήματος ἐκ τοῦ ὀπισθεν μέρους τοῦ πίνακος εἰς τὸ ἔμπροσθεν μέρος ἀγκύλη σπάρτου, ἕως μὲν προεῖχε σύμμετρον τι διάστημα καὶ ἐπιούρω ἀποληφθῆ ἀραρότως.

5 ἡλικὸν δὲ δεῖ εἶναι, αὐτὸ τὸ πρᾶγμα δείξει. εἶτα κατ' αὐτὸ τὸ ἐν τῷ ἐδάφει τρύπημα τρυπῶ παρὰ τὴν πλευρὰν τοῦ πλινθίου τρύπημα εὐρύτερον τοῦ κάτω καὶ διαρρινῶ αὐτό, ὅπως πλείω. καὶ περὶ τοῦτο εἰλημένον τοῦ ὀθονίου περισφίγξαι εἰς τὴν ἀγκύλην

φοῦ το τυλίξουμε καλά, το συγκρατούμε κάτω από την οροφή του πλαισίου. Κι ὅταν θέλουμε, το αφήνουμε, ὁπότε το σκηνικό ξετυλίγεται γρήγορα, κάτω από το βάρος της ράβδου, και καλύπτει ὅσα εἶναι ζωγραφισμένα πάνω στη σκηνή.

4 Τοῦτο λοιπὸν πρέπει να γίνεται αὐτόματα, κατὰ τη διάρκεια που εἶναι κλειστή η σκηνή, ενώ προηγουμένως το σκηνικό πρέπει να μένει τυλιγμένο ἐπάνω. Κι αυτό γίνεται ως εξής.

Ὅταν το σκηνικό τυλιχτεί καλά στο πάνω μέρος και τοποθετηθεῖ κάτω από την οροφή του πλαισίου, ανοίγουμε κάτω από το τυλιγμένο πανί και κοντὰ σ' αὐτό μια τρύπα στην πρόσοψη της σκηνής. Μέσα ἀπ' την τρύπα περνάμε, ἀπὸ το πίσω μέρος της σκηνής προς το μπροστινό της μέρος, τη θηλιά του σχοινιού, την αφήνουμε να προεξέχει μιαν ορισμένη ἀπόσταση, και στερεώνουμε την ἄλλη ἄκρη του σχοινιού σταθερά με μια σφήνα.

5 Πόση θα εἶναι η ἀπόσταση αὐτή, προκύπτει ἀπὸ τα ἴδια τα πράγματα⁽¹⁾. Ἐπειτα, ακριβῶς στο ἴδιο κάθετο ἐπίπεδο με την τρύπα στην πρόσοψη της σκηνής, ανοίγουμε στην οροφή του πλαισίου μιαν ἄλλη τρύπα, μεγαλύτερη ἀπὸ την κάτω, και την λιμάρουμε⁽²⁾ για να γίνει λεία. Σφίγγουμε με τη θηλιά το τυλιγμένο

25.2 (1) ὀθόνιον, τό / λεπτό λινό ὑφασμα, σκηνικό, ὀθόνη

(2) κεντρίον, τό / καρφάκι, βελόνι, βελονάκι

(3) ὀβελίσκος, ὄ / βέργα, ράβδος, σούβλα

25.5 (1) τὸ πρᾶγμα δείξει / προκύπτει ἀπὸ τα πράγματα, θα το δείξει η πράξη

(2) διαρρινῶ / λιμάρω

καὶ διῶσαι διὰ τρυπηματίου τοῦ ἐν τῇ πλευρᾷ καὶ ἄνωθεν περόνιον διώσας διὰ τῆς ἀγκύλης.

6 μένει οὖν συνεσφιγμένον τὸ εἶλημα τοῦ ὀθονίου συνεχόμενον ὑπ' αὐτῆς. ὅταν δὲ δέη καλυφθῆναι τὰ ἐν τῷ πίνακι, κεκλεισμένων τῶν θυρῶν ἐκσπάσαι τὴν σπάρτον τὴν προσδεδεμένην τῇ περόνῃ, ἀποδοδεμένην δὲ εἰς τὴν λείαν. οὕτως οὖν πάντα τὰ ἐπικαλυπτόμενα ἐποιεῖτο, συνειληθέντα καὶ ἐξῆς ἄνω ἐπάλληλα τεθέντα καὶ ἕκαστον αὐτῶν ἀγκύλην καὶ περόνη λαβόν.

7 ὅσον δ' ἂν τόπον καταλάβῃ τὰ εἰλημένα τῶν ὀθονίων, ἐπὶ τοσοῦτον ἀντιφράσσειν σανίσιν, ἵνα μὴ βλέπηται. τὸ δὲ σανίδιον γίνεται ὑπέρθυρον τῶν θυρῶν. δεῖ δὲ ἐν αὐτῷ ποιῆσαι ἐπιστύλιον στρογγυλόγλυφον, ἵνα ἔχη λείαν ὄψιν.

γύρω ἀπὸ τῆ ράβδου σκηνικό καὶ περνάμε μέσα ἀπὸ τὴν τρύπα τῆς οροφῆς, ἀπὸ τὸ πάνω μέρος τῆς, μία μικρὴ μεταλλικὴ βελόνη, μία περόνη⁽³⁾, που διαπερνά τὴ θηλιά καὶ τὴν ασφαλίσει.

6 Ἐτσι τὸ τυλιγμένο σκηνικό μένει γερά σφιγμένο, ἀφοῦ κρατιέται ἀπ' τὴ θηλιά. Ὄταν ὅμως πρέπει τὸ σκηνικό νὰ καλύψει τὴ σκηνή, ὅσο οἱ πόρτες εἶναι ἀκόμα κλειστές, τραβιέται τὸ σχοινὶ που εἶναι δεμένο στὴν περόνη καὶ καταλήγει στὸ κινητήριο βᾶρος. Ἐτσι λοιπὸν εἶναι κατασκευασμένα ὅλα τὰ ἀλλεπάλληλα σκηνικά⁽¹⁾. Εἶναι τυλιγμένα καὶ τοποθετημένα στὴ σειρά, τὸ ἓνα πάνω στὸ ἄλλο, καὶ τὸ καθένα ἔχει ἀπὸ μία θηλιά καὶ μία περόνη.

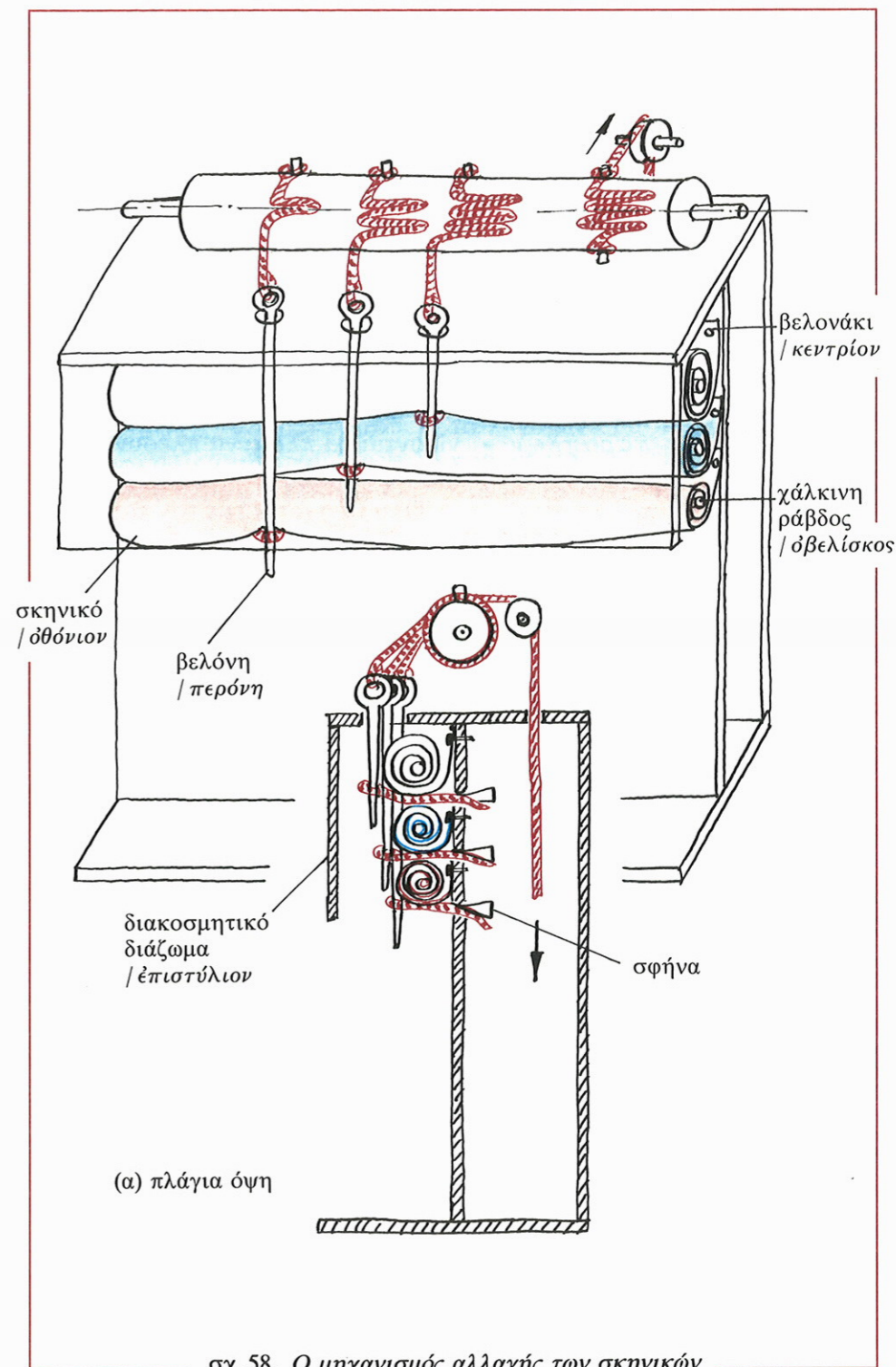
7 Καὶ τὸ χῶρο που καταλαμβάνουν τὰ τυλιγμένα σκηνικά τὸν καλύπτουμε με σανίδια, γιὰ νὰ μὴ φαίνεται. Τὸ σανίδι αὐτὸ γίνεται ὑπέρθυρο, ἀνάφλι⁽¹⁾ τῶν θυρῶν. Πάνω τοῦ πρέπει νὰ χαραξοῦμε ἓνα διακοσμητικὸ διάζωμα, με στρογγυλεμένα ἀνάγλυφα σχέδια⁽²⁾, γιὰ νὰ ἔχει τὸ ὑπέρθυρο ὄψη ωραία (σχ. 58).

(3) περόνη, ἢ / περόνιον, τό / μικρὴ περόνη, βελόνα, καβίλια που ασφαλίσει, (τοποθετεῖται συνήθως στὸν ἄξονα τῶν ἀμαξῶν, ἔξω ἀπὸ τὸν ομφαλὸ τοῦ τροχοῦ)

25.6 (1) ἐπικαλυπτόμενον, τό / σκηνικό, κάλυμμα

25.7 (1) ὑπέρθυρον, τό / ὑπέρθυρο, ἀνάφλι

(2) στρογγυλόγλυφος (επίθ.) / σκαλιστός, με στρογγυλεμένα ἀνάγλυφα



σχ. 58. Ὁ μηχανισμὸς ἀλλαγῆς τῶν σκηνικῶν

Κεφάλαιο 26

Ο μηχανισμός για τον παράπλου των πλοίων στην τρίτη πράξη

1 Ταῦτα μὲν οὖν οὕτω γίνονται. κλεισθέντος δὲ καὶ ἀνοιχθέντος τοῦ πίνακος φαμεν μηδὲν φαίνεσθαι πλὴν ἀέρος καὶ θαλάσσης γεγραμμένων καὶ μετὰ ταῦτα παραπλεῖν τὰς ναῦς.

Ποιήσομεν οὖν καὶ τὰ περὶ τὸν πλοῦν οὕτως. ἐξ ἑκατέρου μέρους τῶν θυρῶν παρὰ τοὺς στροφεῖς ἕξει ὁ πίναξ τόπους κενοὺς καταπεφραγμένους ἐκ τοῦ κατὰ πρόσθεν ἰδίως ἀπεργαζομένους οἶον παραστάδων.

2 ἐν δὲ τοῖς κενώμασι τούτοις ὑποπεφραγμένα σανίδια ἐπιτίθεται κανόνια ἔχοντα μέσα τετράγωνα ἰσόπλευρα εἰργασμένα καὶ ὀρθά, ἃν αἰγωνίαι ἔσονται καταδεδεμένα. ἔσονται δὲ ταῦτα ἐλάτινα, ἵνα μὴ λεπτὰ ὄντα διαστρέφονται. καὶ κάτωθεν μὲν αὐτῶν ἔσται προσκείμενα πυρηνίδια χαλκᾶ ἔντορνα, οἷς ὑποκείσονται ἔμπυελίδια, ἵνα ὡσὶν εὐστροφα, ἄνωθεν δὲ

1 Ἔτσι λοιπὸν γίνονται αὐτά. Καὶ ἀφοῦ κλείσει καὶ ανοίξει ἡ σκηνή, εἶπαμε πως δὲν φαίνεται τίποτε ἄλλο ἐκτός ἀπὸ ζωγραφισμένο οὐρανὸ καὶ θάλασσα. Μετὰ ἀπ' αὐτὰ ἐμφανίζονται τὰ πλοῖα νὰ πλέουν τὸ ἓνα πλᾶι στὸ ἄλλο.

Ἄλλα τὰ σχετικὰ μετὸν παράπλου τῶν πλοίων τὰ κατασκευάζουμε ὡς ἐξῆς. Ἡ σκηνὴ ἔχει ἀπὸ τῆς μίας καὶ ἀπὸ τῆς ἄλλης μεριάς τῶν θυρῶν, κοντὰ στὸς ἀξονες περιστροφῆς, χώρους κενούς, καλυμμένους ἀπὸ μπροστὰ καὶ εἰδικὰ διαμορφωμένους σαν παραστάδες⁽¹⁾.

2 Στὸς κενούς αὐτούς χώρους τοποθετοῦνται σανίδια, ποὺ καλύπτουν τὸ κάτω μέρος. Στὴ μέση τῶν σανιδιῶν ὀρθώνονται κάθετα τετράγωνοι ξύλινοι κανόνες⁽¹⁾, ἰσόπλευρα κατεργασμένοι, με δεμένες τὶς ἄκρες τους. Οἱ κανόνες αὐτοὶ εἶναι ἀπὸ ἔλατο, γιὰ νὰ μὴ λυγίσουν, ἔτσι λεπτοὶ ποὺ εἶναι. Κάτω ἀπὸ τοὺς κανόνες εἶναι προσαρμοσμένες χάλκινες, δουλεμένες στὸν τόρνο, ἀξονικές καταλήξεις, κεφαλές⁽²⁾, κάτω ἀπὸ τὶς ὁποῖες βρίσκονται ἀξονικά ἐ-

στρογγύλα ἐργασθέντα καὶ λεῖα.

3 καὶ ἄνωθεν τῆς πλευρᾶς τοῦ πλινθίου τρυπηθείσης διωθήσεται, ὥστε μὴ σφίγγειν μήτε λίαν εὐλυτον εἶναι ὡς στρέφουσαι. τούτων γενομένων δεῖ χάρτην λαβόντα λεπτότατον τῶν βασιλικῶν καλουμένων ἀποτεμεῖν αὐτοῦ τὸ μῆκος, ἠλίκον ἂν περιέχη ὕψος τὸ τοῦ πίνακος ἕδαφος ἕως τῶν ὀθονίων τῶν συνειλημένων καὶ ἀποτεμνόντων τὸν ὀμφαλὸν τοῦ χάρτου προσκολλησαὶ αὐτὸν πρὸς τὸν κανόνα τὸν ἐκ δεξιῶν τοῦ πίνακος,

4 ὥστε ἀντὶ τοῦ ὀμφαλοῦ τὸν κανόνα προσκολληθῆσθαι, καὶ οὕτως ὑποστρέφοντα τὸ ὑπερέχον τοῦ πίνακος περιελεῖν τὸν χάρτην περὶ τὸν κανόνα κεκλεισμένου τοῦ πίνακος. τοῦτο δὲ ἐπιστρέφεται, ἕως ἂν ἐπικαλυφθῇ ὅλον τὸ ἕδαφος τοῦ πίνακος τῷ χάρτη. ἔσται δὲ τοῦτο, ἕως ἂν ἐπὶ τὸν τοῦ ἑτέρου κανόνος τόπον ἐγγίσης <τὸ τοῦ πίνακος ἕδαφος> πεπληρωκέναι τε καὶ οὕτως, ἔάν τι πλεονάζῃ, ἀποτέμναι.

δρανα⁽³⁾, γιὰ νὰ διευκολύνουν τὴν περιστροφή τῶν κανόνων. Στὸ πάνω μέρος τους οἱ κανόνες εἶναι κατεργασμένοι, ὥστε νὰ εἶναι στρογγυλοὶ καὶ λεῖοι.

3 Τρυπάμε μετὰ ἀπὸ πάνω τὴν ὀροφή τοῦ πλαισίου καὶ περνάμε μέσα ἀπὸ τὴν τρύπα τὴν ἄκρη τοῦ κανόνα, ἔτσι ὥστε αὐτὸς οὔτε νὰ σφίγγεται οὔτε νὰ περιστρέφεται τελείως ελεύθερα. Ὄταν γίνουν αὐτά, παίρνουμε ἓνα ρολὸ πολὺ λεπτὸ χαρτί, τὸ λεγόμενο βασιλικὸ χαρτί⁽¹⁾, καὶ κόβουμε ἀπὸ τὸ μῆκος τοῦ τμήματος ἴσο με τὸ ὕψος τῆς πρόσοψης τῆς σκηνῆς μέχρι τὰ τυλιγμένα σκηνικά. Καὶ ἀφοῦ κόψουμε τὸ λεπτὸ ξύλινο πῆχυ ποὺ γύρω τοῦ τυλίγεται τὸ χαρτί⁽²⁾, κολλάμε τὴν ἄκρη τοῦ χαρτιοῦ στὸν κανόνα, ποὺ βρίσκεται στὴ δεξιὰ μεριά τῆς σκηνῆς.

4 Κόλλα βάζουμε δηλαδὴ στὸν κανόνα καὶ ὄχι στὸν ξύλινο πῆχυ. Καὶ ἔτσι, περιστρέφοντας τὸ τμήμα τοῦ κανόνα ποὺ προεξέχει πάνω ἀπὸ τὴν σκηνή, τυλίγουμε τὸ χαρτί γύρω ἀπὸ τὸν κανόνα, ἐνῶ ἡ σκηνὴ εἶναι κλειστή. Τὸ περιστρέφουμε μάλιστα τόσο, μέχρι νὰ καλυφθεῖ ὅλη ἡ πρόσοψη τῆς σκηνῆς με τὸ χαρτί. Καὶ αὐτὸ γίνεται μέχρις ὅτου τὸ χαρτί ἀγγίξει τὸν ἄλλο κανόνα καὶ γεμίσει τὴν σκηνή. Ἀν κάτι περισσεύει, τὸ κόβουμε.

26.1 (1) παραστάς, ἡ / παραστάδα, παράπλευρη κολόνα στὸ ἀνοίγμα πόρτας

26.2 (1) κανόνιον, τό / ξύλινη ράβδος, κανόνας

(2) πυρήν, ὁ / πυρηνίδιον, τό / ἀξονικὴ κατάληξις, κεφαλὴ κάθετα περιστρεφόμενου ἀξονα, στρογγυλὴ κεφαλὴ τοῦ εργαλείου τῆς μήλης

(3) ἔμπυελίδιον, τό / ἀξονικὸ ἔδρανο

26.3 (1) βασιλικὸς χάρτης / βασιλικὸ χαρτί, λεπτὸ ἀρίστης ποιότητος χαρτί ἀπὸ κατεργασμένα φύλλα παπύρου

(2) ὀμφαλός, ὁ / λεπτός ξύλινος ἀξονας, ποὺ γύρω τοῦ τυλίγονταν εἴτε τὸ ἀγραφοχαρτί σχηματίζοντας ἓνα ρολό, εἴτε τὰ γραμμένα χειρόγραφα σχηματίζοντας βιβλία σε κυλινδρική μορφή, (κόνταξ, ὁ / βυζαντινὰ: κοντός, ὁ)

5 δεῖ δὲ ὑποκολληθῆσαι ὑπὸ τὴν ἀρχὴν τοῦ χάρτου κανόνα σφόδρα λεπτὸν εἰργασμένον. ἔστω οὖν τὸ εἰλημένον παρὰ τὴν παραστάδα κεκρυμμένον, ὥστε ἀνεωγμένου τοῦ πίνακος μὴ ὄρασθαι. ἐναρτῶ οὖν σπάρτους λεπτὰς εἰς τὸ κανόνιον τὸ πρὸς τῇ ἀρχῇ τοῦ χάρτου προσκεκολλημένον <ἄλλην μὲν> κάτωθεν παρὰ τὸ παραστάδιον τοῦ πίνακος, ἄλλην δὲ ἄνωθεν παρὰ τὸ ὑπερθύριον καὶ ἀποδίδωμι εἰς τὸν ἄλλον κανόνα τὸν ἐν τοῖς εὐωνύμοις μέρεσιν.

6 οὐκοῦν ἐὰν περιάγωμεν τὸν κανόνα, ἐπισπάσεται τὰς σπάρτους· ἐπειληθήσονται γὰρ αἱ σπάρτοι ἐξηρημέναι εἰς τὴν ἀρχὴν τοῦ χάρτου, καὶ ἀκολουθήσει ὁ χάρτης. κεκλεισμένου οὖν τοῦ πίνακος ἕως τοσοῦτου ἐπιστρέφουσθω, ἕως ἂν ἐπικαλυφθῇ ὅλον τὸ ἔδαφος τῷ χάρτι. ἔσται δὲ οὗτος ἀέρα καὶ θάλασσαν ἔχων γεγραμμένα. ἵνα οὖν αὐτόματος παραγένηται ὁ χάρτης καὶ τῆς λείας βαρέως ἐπισπωμένης ταχεῖα παραγωγή γίνηται πρὸς τὸ πολὺ πλῆθος τῶν πλοίων παραπλεῦσαι, δεῖ προμηχανήσασθαι ταῦτα.

7 Ἔστω γὰρ κατὰ τὸ ὄπισθεν μέρος φαινόμενος ὁ πίναξ ὁ ΑΒΓΔ, καὶ τοῦ κανόνος,

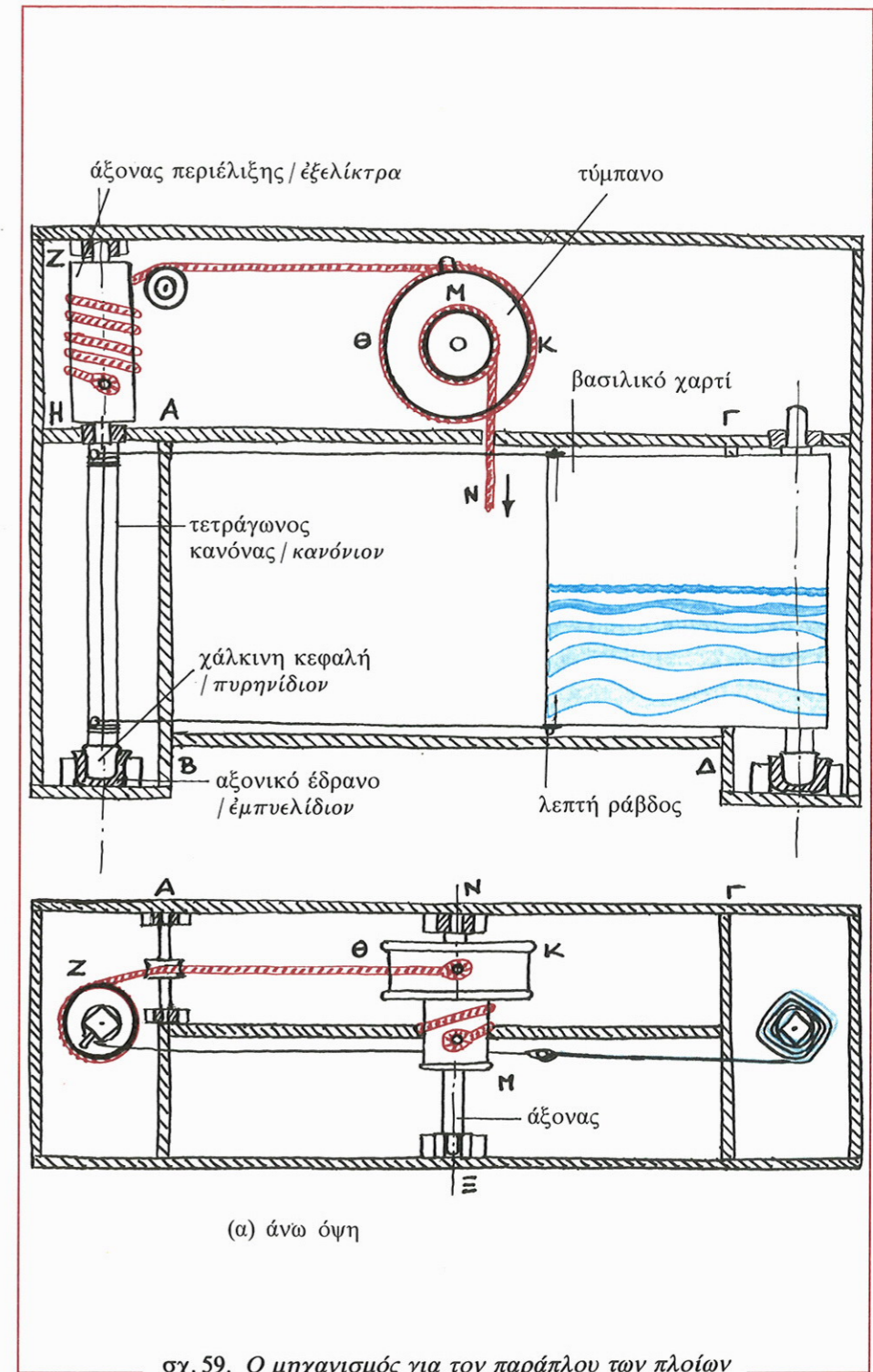
5 Πρέπει ἀκόμα νὰ κολλήσουμε στὴν ἀρχὴ τοῦ χαρτιοῦ, ἀπὸ τὸ κάτω μέρος, μιὰ πολὺ λεπτὴ κατεργασμένη ράβδο. Ἀς θεωρήσουμε λοιπὸν τὸ τυλιγμένο χαρτὶ κρυμμένο πλάι στὴν παραστάδα, ὥστε, ὅταν ανοίξει ἡ σκηνή, αὐτὸ νὰ μὴ φαίνεται. Δένουμε τότε λεπτοὺς σπάγγους πάνω στὴ ράβδο που εἶναι κολλημένη στὴν ἀρχὴ τοῦ χαρτιοῦ, ἕναν στὸ κάτω μέρος κοντὰ στὴν παραστάδα τῆς σκηνῆς καὶ τὸν ἄλλον ἐπάνω, κοντὰ στο ἀνάφλι, καὶ συνδέουμε τοὺς σπάγγους με τὸν ἄλλον κανόνα στὸ ἀριστερὸ μέρος τῆς σκηνῆς.

6 Ἐτσι ἀν περιστρέψουμε τὸν κανόνα αὐτόν, θὰ τεντωθῶν οἱ σπάγγοι, θὰ τυλιχτοῦν γύρω ἀπὸ τὸν κανόνα, κι ὅπως εἶναι δεμένοι στὴν ἀρχὴ τοῦ χαρτιοῦ, τὸ χαρτὶ θὰ ἀκολουθήσει. Ὅσο εἶναι κλειστὴ ἡ σκηνή, ὁ κανόνας στρέφεται τόσο, ὅσο χρειάζεται γιὰ νὰ καλυφθεῖ ὅλη ἡ πρόσοψη τῆς σκηνῆς με τὸ χαρτὶ. Πάνω σ' αὐτὸ τὸ χαρτὶ εἶναι ζωγραφισμένος οὐρανὸς καὶ θάλασσα.

Γιὰ νὰ κινεῖται ὁμοῦ αὐτόματα τὸ χαρτὶ καὶ, παρόλο που τὸ κινήτηριό βάρους πέφτει ἀργά⁽¹⁾, ἡ κίνηση νὰ γίνεταὶ γρήγορα καὶ νὰ φανοῦν πλοῖα πολλὰ νὰ πλέουν, πρέπει νὰ κατασκευάσουμε ἀπὸ πρὶν τὰ ἐξῆς (σχ. 59).

7 Ἀς θεωρήσουμε τὴ σκηνὴ ΑΒΓΔ, ὅπως τὴ βλέπουμε ἀπὸ τὴν πίσω μεριά. Ἀς θεωρήσουμε ἀκόμα ὅτι ὁ

26.6 (1) βαρέως (επίθ.) / ἀργά



σχ. 59. Ὁ μηχανισμὸς γιὰ τὸν παράπλου τῶν πλοίων

περὶ δὲν ἐλίσσειται ὁ χάρτης, τὸ ὑπεράνω μέρος ἐξελίκτραν τετορνευμένην τὴν ΖΗ <ἐχέτω>, καὶ πρὸς τὸν πίνακα ἐπάνω τῶν ὑσπληγγίων καὶ τῶν ἀστερίσκων τῶν τὰ χερία κινούντων ἀποσπάσας μικρὸν περιτίθημι τύμπανον τὸ ΘΚ. ἐχέτω δὲ τὸ τύμπανον <κατὰ τὸ> κατὰ κουρὰν μέρος κύκλω τετορνευμένον τρόχιλον.

8 καὶ περὶ τὸν ἄξονα τοῦ τυμπάνου ἄλλον περιτίθημι ἄξονα μικρὸν προσαρρότα τῷ ἄξονι τὸν Μ, ὅπως συμφυῆ ὡς ἅμα στραφήσεται μείζονι τυμπάνῳ. περιειλήσας οὖν σπάρτον περὶ τὴν ΗΖ ἐξελίκτραν, ὅση μέλλει ἐξελίσσειν τὸν χάρτην, δὲν ἀποδίδωμι <εἰς τὸ τύμπανον> περὶ ἕτερον τρόχιλον <ἅμα στρεφόμενον> τῷ πρώτῳ τυμπάνῳ τὸν Μ περιειλῶ τὴν εἰς τὴν λείαν ἀποδοδομένην σπάρτον· ἔστω δὲ ἡ Ν.

9 δῆλον οὖν ὅτι μικρὸν τῆς σπάρτου ἐλκυσθείσης ὑπὸ τῆς λείας πολὺ μέρος τοῦ χάρτου καὶ ταχὺ ἐπειληθήσεται. ἄξων δέ, ἐν ᾧ ἔχει τὸ τύμπανον, <ἔστω> τὸ ΝΞ. χρῆ δὲ τοὺς ἀστερίσκους καὶ τὸ τύμπανον ἀνεμποδίστως κινεῖσθαι.

κανόνας γύρω ἀπὸ τοῦ ὁποῖο τυλίγεται το χάρτι, ἔχει στο ἐπάνω μέρος του ἕναν τορνευμένο ἄξονα περιέλιξης, ἕνα καρούλι⁽¹⁾, το ΖΗ. Στο ἐπάνω μέρος της σκηνῆς, πάνω ἀπὸ τοὺς καταπέλτες καὶ τοὺς ακτινωτοὺς τροχοὺς, που κινοῦν τα χερία τῶν Δαναῶν, τοποθετοῦμε ἕνα μικρὸ κύλινδρο περιέλιξης, ἕνα τύμπανο⁽²⁾, το ΘΚ. Το τύμπανο αὐτὸ το διαπερνά ἀπ' το πλάι ἕνας ἄξονας περιστροφῆς, σαν τροχαλία, με τορνευμένα τα ἄκρα του⁽³⁾.

8 Γύρω ἀπὸ τοῦ ἄξονα τοῦ τυμπάνου προσαρμόζουμε ἕναν ἄλλο μικρὸ ἄξονα, τὸν Μ, ὥστε να περιστρέφεται ενσωματωμένος μαζί με το μεγαλύτερο κύλινδρο. Γύρω ἀπὸ τοῦ ἄξονα περιέλιξης ΗΖ τυλίγουμε ἕνα σχοινί, που ἔχει μήκος ὅσο χρειάζεται για να ξετυλίγεται το χάρτι, καὶ το ὁποῖο συνδέουμε, μέσα ἀπὸ μιαν ἄλλη τροχαλία, με το πρώτο τύμπανο. Γύρω ἀπὸ τοῦ ἄξονα Μ τυλίγουμε το σχοινί, που συνδέεται με το κινητήριο βάρος. Ἐστω Ν το σχοινί αὐτό.

9 Εἶναι λοιπὸν φανερό, ὅτι, ὅταν το βάρος τραβήξει λίγο το σχοινί, θα ξετυλιχτεῖ γρήγορα ἕνα μεγάλο τμήμα τοῦ χαρτιοῦ. Ἄς ονομάσουμε ΝΞ τὸν ἄξονα τοῦ τυμπάνου. Οἱ ακτινωτοὶ τροχοὶ καὶ το τύμπανο πρέπει να κινοῦνται ἀνεμποδίστως.

26.7 (1) ἐξελίκτρα, ἡ / ἄξονας περιέλιξης, καρούλι

(2) τύμπανον, τό / κύλινδρος περιέλιξης, τύμπανο

(3) Η κατὰ λέξη μετάφραση: Το τύμπανο ἔχει στο πλάι του μια κυκλική, δουλεμένη στον τόρνο, τροχαλία.

Κεφάλαιο 27

Ο μηχανισμός για την κίνηση των δελφινίων

1 Ὁ μὲν οὖν παράπλους οὕτω γίνεται. οἱ δὲ δελφῖνες ὅτε μὲν καταδύσονται, ὅτε δὲ φανήσονται κατὰ τὸν ὑπογεγραμμένον τρόπον. ἐκ τῆς κάτω πλευρᾶς τοῦ πλινθίου τῆς πρὸς τὸ θωράκιον ἡρμοσμένης μικρὸν ἀπὸ τῶν στροφῶν ἀπολιπῶν ἐποίησα ἐκκοπᾶς στενᾶς ὡσεὶ γομφωτηρίων, ὥστε διαφαίνειν εἰς τὸ θωράκιον κάτω.

2 καταλαβῶν σανίδα ἔγραψα τὰ δελφινάρια, ἡλίκα βούλομαι, καὶ περιέτεμον καὶ περιερρίνησα τὴν ἐκτὸς γραμμῆν. ἔστω δὲ ἀξόνιον ὑπὸ τὰ στέρνα τοῦ δελφιναρίου, ἐν ᾧ ἔπηξα περόνην σιδηρᾶν καὶ <ἐμπεπηγυῖαν> εἰς τὰ στέρνα τοῦ δελφιναρίου. ἔστω εἰς τὴν ἐκκοπὴν ὀχούμενον ἐξ ἑνὸς μέρους τρόχιλος καθάπερ τὸ ὑπογεγραμμένον· ἡ δὲ ἐκκοπὴ ἢ ἐκ τῆς πλευρᾶς ἢ ΑΒ, ἄξων δὲ ὁ ΓΔ, τρόχιλος δὲ ὁ ΕΖ.

1 Ἔτσι γίνεται λοιπὸν ο παράπλους τῶν πλοίων. Καὶ τα δελφίνια πότε καταδύονται καὶ πότε εμφανίζονται, με τὸν τρόπο που περιγράφουμε παρακάτω. Στο κάτω μέρος τοῦ πλαισίου, ὅπου εἶναι προσαρμοσμένο το στηθαίον, καὶ σε μικρὴ ἀπόσταση ἀπὸ τοὺς ἄξονες περιστροφῆς, κάνουμε στενές εγκοπές⁽¹⁾, σαν τις σχισμές που μπαίνουν οἱ σφήνες⁽²⁾, ὥστε να βλέπει κανεὶς μέσα ἀπ' αὐτὲς κάτω ἀπὸ το στηθαίον.

2 Παίρνουμε μετὰ μια λεπτή σανίδα, ζωγραφίζουμε τα δελφίνια ὅπως θέλουμε, κόβουμε τὴ σανίδα στο ἐξωτερικὸ περίγραμμα τῶν δελφινίων καὶ τὴ λιμάρουμε γύρω γύρω. Κάτω ἀπὸ το στήθος τοῦ δελφινίου βρίσκεται ἕνας μικρὸς ἄξονας, στον ὁποῖο μπήγουμε μια σιδερένια βελόνη⁽¹⁾. Τὴ βελόνη αὐτὴ τὴν καρφώνουμε ἐπίσης στο στήθος τοῦ δελφινίου. Στὴ μία εγκοπὴ θεωροῦμε περασμένη, προεξέχοντας ἀπὸ τὴν μια μεριά, μια τροχαλία, ὅπως σχεδιάζουμε παρακάτω⁽²⁾. Ἄς ονομάσουμε ΑΒ τὴν εγκοπὴ ἀπὸ το δάπεδο τῆς σκηνῆς, ΓΔ τὸν ἄξονα καὶ ΕΖ τὴν τροχαλία.

27.1 (1) ἐκκοπή, ἡ / εγκοπὴ

(2) γομφωτήριον, τό / σχισμὴ, ὅπου γίνεται ἡ γόμφωση, το κάρφωμα τῶν ἡλων ἢ το σφήνωμα με ξύλινες σφήνες

27.2 (1) περόνη, ἡ / βελόνη

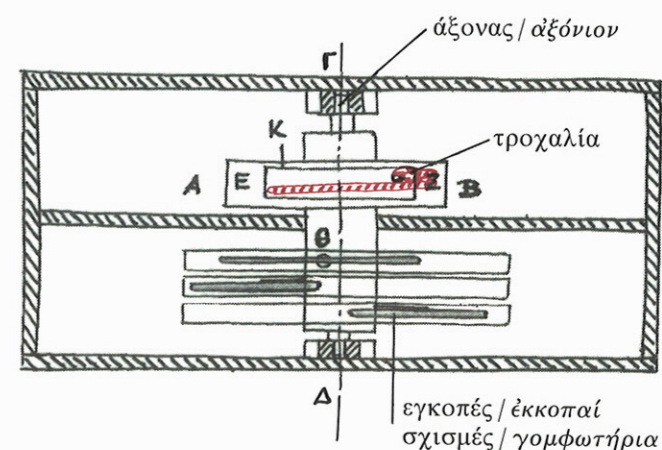
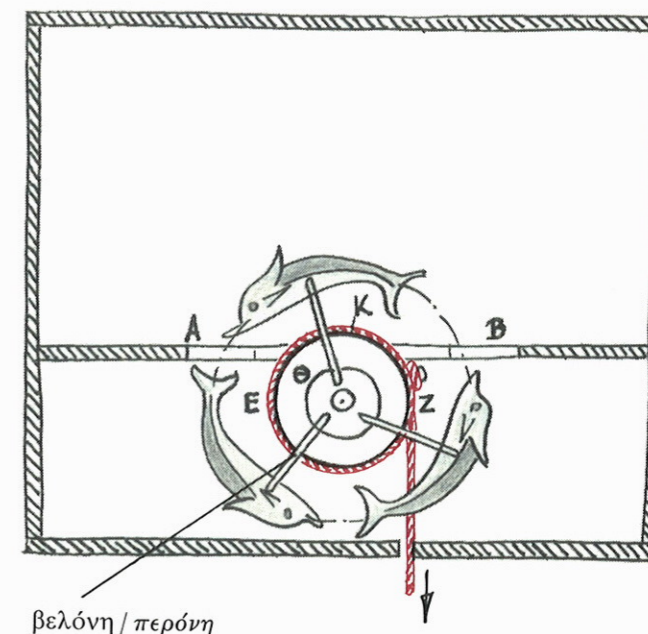
(2) καθάπερ τὸ ὑπογεγραμμένον / ὅπως σχεδιάζουμε παρακάτω

3 τρυπῶ οὖν τὸν ἄξονα κατὰ τὴν ἐκκοπήν κατὰ τὸ Θ καὶ ἐνέπηξα τὴν περόνην τοῦ δελφιναρίου. οὐκοῦν ἐάν τις περιάγῃ τὸν τροχίλον τῇ χειρὶ, ὅτε μὲν καταδύσεται ὁ δελφινίσκος κάτω διὰ τῆς ἐκκοπῆς εἰς τὸ θωράκιον, ὅτε δὲ ἀναδύσεται ἐν τῷ πίνακι.

4 ἵνα οὖν αὐτόματον τοῦτο γένηται, σπάρτον ἀπαγκυλώσας περιτίθημι περὶ τὸν τύλον τὸν ἐνόνητα ἐν τῷ τροχίλῳ τὸν Ζ καὶ περιελίξας τὸν τροχίλον ἀποδίδωμι εἰς τὴν λείαν. ὁ δὲ δελφινίσκος οὕτως ἐμπεπηγὼς ἔσται εἰς τὸν ἄξονα ὡς <ὁ τροχίλος> ἐφ' οὗ ὁ Κ, πρὸς ὀρθὰς ὧν τῷ ἄξονι, ὁ δὲ ΓΔ ἄξων πρὸς ὀρθὰς τῷ θωρακίῳ.

3 Ἀπέναντι ἀπὸ τὴν ἐγκοπὴ ἀνοίγουμε στὸν ἄξονα μιὰ τρύπα Θ καὶ μπήγουμε μέσα σ' αὐτὴν τὴ βελόνη τοῦ δελφινιοῦ. Ἔτσι ἀν περιστρέψῃ κανεῖς με τὸ χέρι τὴν τροχαλία, ἄλλοτε θὰ καταδύεται τὸ δελφινάκι καὶ θὰ χάνεται κάτω ἀπὸ τὴν ἐγκοπή πίσω ἀπὸ τὸ στηθαίῳ, καὶ ἄλλοτε θὰ ἀναδύεται στὴ σκηνή.

4 Καὶ γιὰ νὰ γίνεταὶ αὐτὸ αὐτόματα, φτιάχνουμε με ἕνα σχοινὶ μιὰ θηλιά καὶ τὴν περνάμε στὸ ξυλόκαρφο Ζ, ποὺ εἶναι καρφωμένο στὴν τροχαλία. Τὸ σχοινὶ τὸ τυλίγουμε στὴν τροχαλία καὶ τὸ συνδέουμε με τὸ κινητήριό βάρος. Ἔτσι τὸ δελφινάκι στέκεται μπηγμένο πάνω στὸν ἄξονα, στὸν ὁποῖο εἶναι προσαρμοσμένη καὶ ἡ τροχαλία Κ. Ἡ τροχαλία εἶναι κάθετη πρὸς τὸν ἄξονα, ἐνῶ ὁ ἄξονας ΓΔ εἶναι κάθετος πρὸς τὸ στηθαίῳ (σχ. 60).



σχ. 60. Ο μηχανισμός για τὴν κίνηση τῶν δελφινίων

Κεφάλαιο 28

Ο μηχανισμός για το άναμμα του πυρσού στην τέταρτη πράξη

1 Πέρασ οὖν ἔχοντας τοῦ παράπλου κλεισθήσονται πάλιν αἱ θύραι, καὶ ἡ σπάρτος ἐλκυσθεῖσα ἐκσπάσει τὸ περόνιον καὶ καταρρίψει τὸ ὀθόνιον, ἐν ᾧ ἔσται ὁ Ναύπλιος γεγραμμένος ὁ τὸν πυρσὸν ἤρκως καὶ ἡ Ἀθηνᾶ. καὶ ἀνοιχθέντος τοῦ πίνακος αἱ μὲν νῆες οὐ φαίνονται, τὰ δὲ προειρημένα. δεήσει δὲ καὶ τὸν πυρσὸν εὐθὺς ἀνακαίεσθαι.

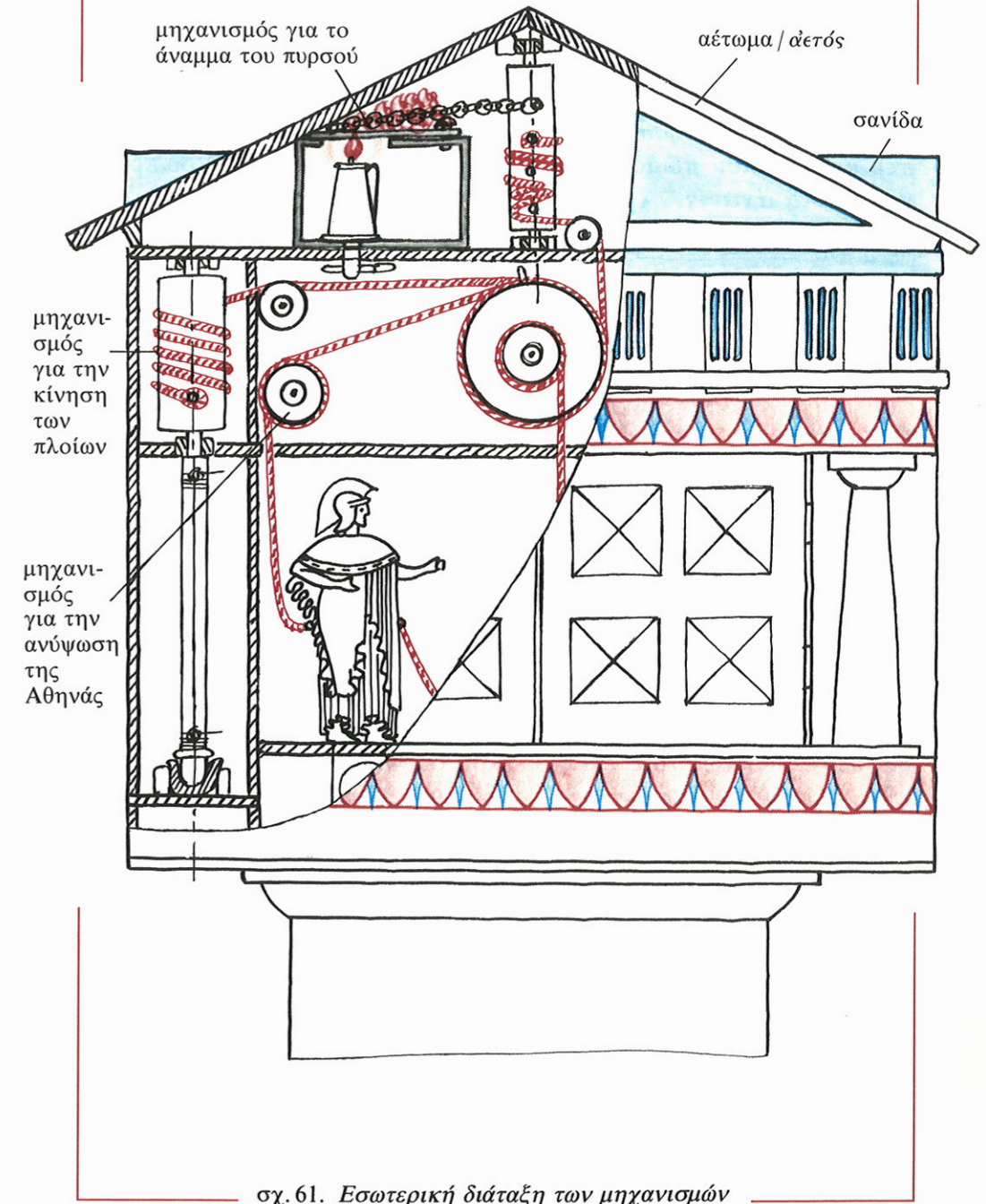
2 ποιήσομεν οὖν καὶ τὰ κατὰ τὸν πυρσὸν οὕτως· ἔσται ἡμῖν ἐπὶ τοῦ ἐπιστύλου καὶ τῶν τριγλῦφων σανὶς ἐπισκοτοῦσα δι' ὅλου τοῦ πίνακος, ἣτις ἐπικαλύψει τὴν τε ἐξελίκτραν τὴν τὸν παράπλου ἀγούσαν καὶ τὴν τοῦ πυρὸς πραγματεῖαν καὶ τὴν τῆς μηχανῆς ἔπαρσιν, ἵνα μηδὲν τῶν προειρημένων εἰς τὸ κατὰ πρόσθεν μέρος τοῦ πίνακος φαίνηται·

3 ὅπως δὲ μὴ ἀλόγως ἡ σανὶς ἐπικειμένη ἢ, αἰτός προστίθεται αὐτῇ καθάπερ δὴ ναῖ-

1 Ὄταν τελειώσει ο παραπλους των πλοίων ξανακλείνουν οι πόρτες, τραβιέται το σχοινί, βγάζει την περόνη απ' τη θηλιά και ρίχνει κάτω το σκηνικό, όπου είναι ζωγραφισμένος ο Ναύπλιος κρατώντας τον πυρσό και η Αθηνά. Κι όταν ανοίξει η σκηνή, τα πλοία δε φαίνονται, αλλά φαίνονται οι μορφές που είπαμε πιο πάνω. Πρέπει όμως ν' ανάψει αμέσως και ο πυρσός.

2 Το άναμμα του πυρσού το κάνουμε ως εξής. Πάνω στο επιστύλιο και τα τρίγλυφα τοποθετούμε μια σανίδα, που σκεπάζει όλο (το επάνω μέρος) της σκηνής. Η σανίδα αυτή καλύπτει και τον άξονα περιέλιξης, που ρυθμίζει την κίνηση των πλοίων, και τη συσκευή για το άναμμα της φωτιάς και το μηχανισμό για την ανύψωση της Αθηνάς, για να μη φαίνεται τίποτε απ' όλα αυτά στο μπροστινό μέρος της σκηνής (σχ. 61).

3 Και για να μη βρίσκεται χωρίς λόγο η σανίδα πάνω από τη σκηνή, προσθέτουμε σ' αυτήν ένα αέτωμα⁽¹⁾,



σχ. 61. Εσωτερική διάταξη των μηχανισμών

28.3 (1) αέτός, ὁ / αέτωμα

σκω· τὰ δὲ ἀπολειπόμενα ἐκατέρωθεν πτερύγια τῆς σανίδος ἐπιφύεται μέλανι ἢ ἀέρι· τίθεται δὲ ἐχομένη τῆς ἐξελίκτρας ἢ μηχανῆς. τῆς δὲ μηχανῆς ἐκ τοῦ ἄλλου μέρους ἢ τοῦ πυρσοῦ γίνεται κατασκευὴ τοιαύτη οὕσα. ἐκ λεπίδων χαλκῶν δεῖ ποιῆσαι καθάπερ κιβωτάριον πῶμα μὴ ἔχον, ἀλλὰ ἀχανές.

4 τοῦτο δὲ δεῖ στήσαι ὀρθὸν ὀπίσω τῆς σανίδος τῆς ἐπικαλυπτούσης καὶ καθηλῶσαι πρὸς τὴν πλευρὰν τοῦ πλινθίου. ἐχέτω δὲ τὸ μὲν ἔδαφος τὸ κιβωτάριον πρὸς τῆς σανίδι, τὸ δὲ χάσμα ἔξω βλέπον τῆς σανίδος. ἐκ δὲ τῆς ἄνω πλευρᾶς τοῦ κιβωταρίου ἐκκεκόφθω ὀπή διαφαίνουσα ὡσεὶ θυρίς, ὥστε ὅταν λύχνος καιόμενος τεθῆ εἰς τὸ κιβωτάριον, τὸ τῆς φλογὸς αὐτοῦ διήκειν ἄκρον εἰς τὸ ἄνω μέρος τοῦ κιβωταρίου διὰ τῆς ὀπῆς. τούτου δὲ ὑπάρχοντος ὁ λύχνος ὑποκείσθω καιόμενος.

ὅπως καὶ σε ἓνα μικρὸ ναό. Τα ἄκρα τῆς σανίδας, που προεξέχουν ἀπὸ τις δύο μεριές, τα βάφουμε με χρῶμα μαύρο ἢ γαλάζιο τοῦ ουρανοῦ⁽²⁾. Δίπλα ἀπὸ τον ἄξονα περιέλιξης τοποθετεῖται ἡ μηχανὴ τῆς Αθηνᾶς. Καὶ ἀπὸ τὴν ἄλλη μεριά τῆς μηχανῆς γίνεται ἡ κατασκευὴ τοῦ πυρσοῦ ὡς ἐξῆς.

Απὸ λεπτὰ φύλλα χαλκοῦ πρέπει νὰ κατασκευάσουμε ἓνα μικρὸ κιβώτιο⁽³⁾ χωρὶς καπάκι, ἀλλὰ ανοιχτό.

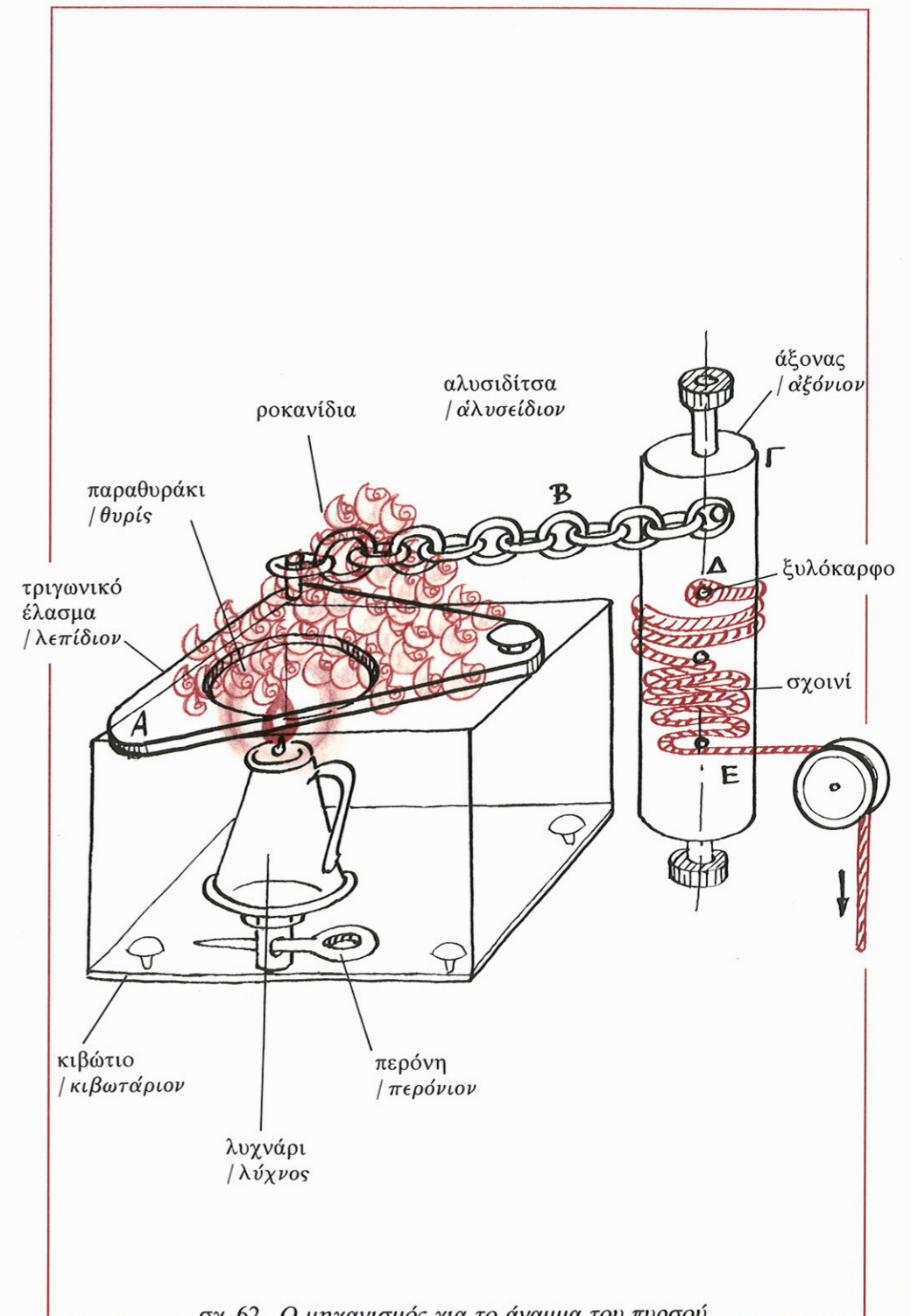
4 Αυτό πρέπει νὰ το στήσουμε ὀρθιο, πίσω ἀπὸ τὴ σανίδα που καλύπτει τοὺς μηχανισμούς, καὶ νὰ το καρφώσουμε στο τοίχωμα τοῦ πλαισίου. Το μικρὸ αὐτὸ κιβώτιο πρέπει νὰ ἔχει τὴ βάση του πρὸς τὴ μεριά τῆς σανίδας καὶ τὸ ἐπάνω ἀνοιγμα νὰ προεξέχει πάνω ἀπὸ τὴ σανίδα.

Στὴν πάνω πλευρὰ τοῦ μικροῦ κιβωτίου κόβουμε ἓνα τρύπα, σαν ἓνα παραθυράκι, που ἀφήνει νὰ βλέπουμε μέσα στο κιβώτιο, ὅπου τοποθετούμε ἓνα ἀναμμένο λυχνάρι⁽¹⁾. Ἡ ἄκρη τῆς φλόγας τοῦ λυχναρίου πρέπει νὰ βγαίνει μέσα ἀπὸ τὴν τρύπα στο ἐπάνω μέρος τοῦ κιβωτίου. Μέσα στο κιβώτιο ἀφήνουμε λοιπὸν τὸ λυχνάρι νὰ καίει (σχ. 62).

(2) ἀέρι (επίθ.) / με τὸ χρῶμα τοῦ ουρανοῦ, γαλάζιο

(3) κιβωτάριον, τό / μικρὸ κιβώτιο

28.4 (1) λύχνος, ὁ / λυχνάρι



σχ. 62. Ὁ μηχανισμὸς γιὰ τὸ ἀνάμμα τοῦ πυρσοῦ

5 ἄλλω δὲ λεπίδιω χαλκῷ τριγώνω καταπωμαζόμεν τὴν ὀπήν, ὥστε ἀποκεκλειῖσθαι τὴν φλόγα. ἐπάνω δὲ τοῦ κιβωταρίου καὶ τῆς πεπωμασμένης λεπίδος ἐπιτίθημι ξύσματα τεκτονικὰ ξηρότατα. οὐκοῦν ὅταν ἀποσπᾶσθαι τὸ λεπίδιον τὸ πεπωμακὸς τὴν ὀπήν, ἢ φλόξ τοῦ λύχνου ἄψεται τῶν ξυσμάτων, καὶ εὐθὺς ἀνακαυθήσεται. πρὶν δὲ τὰ ξύσματα κάυθῃναι, οὐ βλέπεται ἢ τοῦ λύχνου φλόξ κρυμμένη ἐν τῷ κιβωταρίῳ.

6 καὶ γὰρ ξύλινον ἐπιούριον ἔξει, ἐὰν βουλώμεθα τελείως πάντοθεν πωμάσαντες ἀόρατον ποιῆσαι τὴν φλόγα. ἵνα δὲ ἀσφαλῶς μένη ὁ λύχνος ἐν τῷ κιβωταρίῳ, περόνιον ἔστω ὑπερέχον ἐκ τοῦ κάτω μέρους. ὁ δὲ λύχνος ἔστω τῶν εἰς τοὺς λαμπτήρας ἐμβαλλομένων καὶ περιτιθεμένων περὶ περόνην. ἵνα οὖν περὶ τὸν καθήκοντα καιρὸν αὐτόματον ἀνοιχθῇ τὸ λεπίδιον, παρατίθημι ἀξόνιον ἀπέχον ἀπὸ τοῦ πυρός.

5 Με ένα άλλο λεπτό τριγωνικό χάλκινο έλασμα⁽¹⁾ σκεπάζουμε την τρύπα, κλείνοντας μέσα στο κιβώτιο τη φλόγα. Και πάνω στο μικρό κιβώτιο και το χάλκινο σκέπασμα τοποθετούμε πολύ ξερά ροκανίδια. Έτσι όταν τραβήξουμε το έλασμα που σκεπάζει την τρύπα, η φλόγα του λυχναριού θα ανάψει τα ροκανίδια, και αυτά θα αρπάξουν αμέσως φωτιά. Αλλά πριν ανάψουν τα ροκανίδια, η φωτιά του λυχναριού δεν θα φαίνεται, γιατί θα είναι κρυμμένη μέσα στο κιβώτιο.

6 Το κιβώτιο μπορεί να έχει ακόμα μια μικρή ξύλινη σφήνα, ένα καπάκι⁽¹⁾, αν θέλουμε να το κλείσουμε τελείως από κάθε πλευρά του και να κάνουμε έτσι τη φλόγα αόρατη. Για να μένει το λυχνάρι σταθερό μέσα στο κιβώτιο, το ασφαλίζουμε με μια μικρή περόνη, που προεξέχει από το κάτω μέρος του κιβωτίου. Το λυχνάρι αυτό είναι σαν αυτά που βάζουμε στα φωτιστικά, τις καντήλες⁽²⁾, και τα στερεώνουμε γύρω από μια περόνη.

Για να ανοίξει όμως αυτόματα το έλασμα την κατάλληλη χρονική στιγμή, τοποθετούμε δίπλα από το κιβώτιο, σε απόσταση από τη φωτιά, έναν μικρόν άξονα.

7 ἐκ δὲ τῆς λεπίδος ἀλυσείδιον ἐνάψας ἐξέδησα εἰς τὸ ἀξόνιον, ὅπως ὅταν ἐπιστραφῇ τὸ ἀξόνιον, περιειληθῇ τὸ ἀλυσείδιον καὶ ἐπισπᾶσθαι τὸ λεπίδιον. ἐπιστρέψει δὲ ὁμοίως τὸ ἀξόνιον σπάρτος ἐκ τῆς λείας περὶ τύλον. ἔστω δὲ τὸ λεπίδιον τὸ Α, ἀλυσείδιον δὲ περὶ τοὺς τύλους τὸ Β, ἄξων δὲ τὸ Γ, τύλος δὲ τὸ Δ, σπάρτος δὲ ἢ περὶ τὸν τύλον τὸ Ε.

7 Πάνω στο έλασμα συνδέουμε μια μικρή αλυσίδα, που τη δένουμε με τον άξονα, έτσι ώστε, όταν ο άξονας περιστραφεί και τυλιχτεί σ' αυτόν η αλυσίδα, να τραβηχτεί το έλασμα. Όμοια περιστρέφει τον άξονα ένα σχοινί, δεμένο με το κινητήριο βάρος και περασμένο σε ένα ξυλόκαρφο. Ας ονομάσουμε Α το χάλκινο έλασμα, Β το αλυσιδάκι γύρω από τα ξυλόκαρφα, Γ τον άξονα, Δ το ξυλόκαρφο, Ε το σχοινί γύρω από το ξυλόκαρφο.

28.5 (1) λεπίδιον, τό / λεπτό έλασμα

28.6 (1) ἐπιούριον, τό / μικρή σφήνα, καπάκι, βούλωμα

(2) λαμπτήρ, ὁ / λαμπτήρας, φωτιστικό σκεῦος, καντήλα

Κεφάλαιο 29

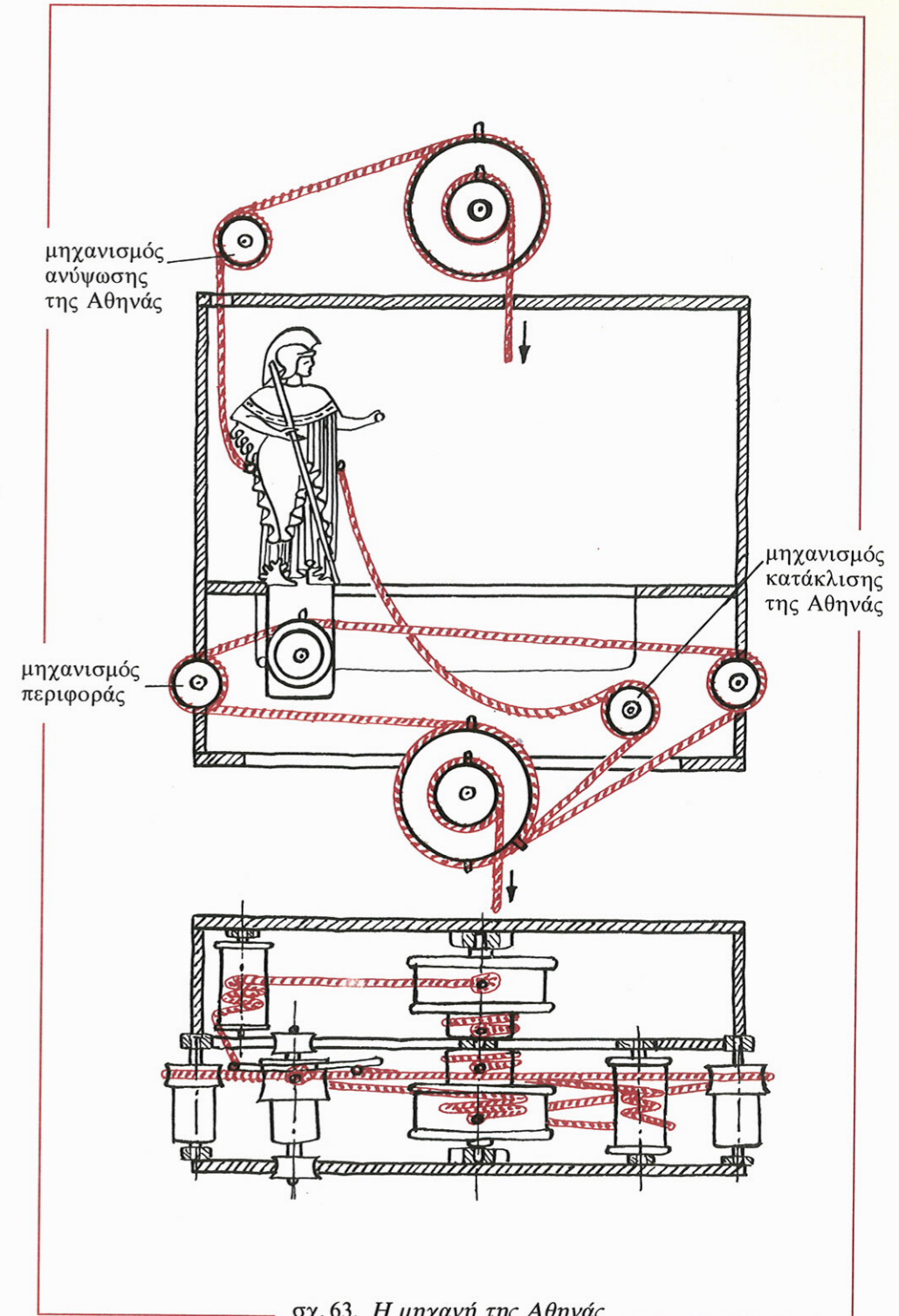
Η μηχανή της Αθηνάς στην πέμπτη πράξη

1 Φανέντων δὲ τῶν προειρημένων καὶ τοῦ πυρὸς ἀνακαυθέντος, κλεισθήσεται πάλιν ὁ πίναξ. καὶ ἐκσπίασασα ἡ σπάρτος τὴν περόνην ρίψει τὸ ὄθόνιον, ἐν ᾧ ἔσται καταγεγραμμένη ἡ ναυαγία τῶν νηῶν καὶ τὸ τοῦ Αἴαντος ζώδιον νηχόμενον. ἐν δὲ τῷ πίνακι φανήσεται ἡ Ἀθηνᾶ. ἔσται δὲ ἡ βᾶσις αὐτῆς ἔχουσα ἐν τοῖς προσήκουσι τόποις τύλους.

2 καὶ μία μὲν σπάρτος ἐγερεῖ αὐτὴν ἐπισπασαμένη ἐκ τοῦ ὀπισθεν μέρους τοῦ ἰσχαρίου κατὰ τὸ σήκωμα αὐτῆς· ἀποσπασθείσης δὲ ταύτης ἄλλη περικειμένη περὶ τὸ θωράκιον περιάξει αὐτήν, ἕως ἂν ἔλθῃ ἐπὶ τὸν αὐτὸν τόπον, ὅθεν ἐξῆλθεν· ἀποσπασθείσης δὲ ταύτης ἄλλη σπάρτος ἐπισπᾶσεται ἐκ τοῦ ἔμπροσθεν μέρους τοῦ ἰσχαρίου καὶ οὕτω κατακλινεῖ τὴν Ἀθηνᾶν.

1 Αφοῦ παρουσιαστούν ὅλα ὅσα ἀναφέραμε κι ἀνάγει ἡ φωτιά, πάλι κλείνει ἡ σκηνή. Καὶ τὸ σχοινὶ τραβάει τὴν περόνη καὶ ρίχνει τὸ σκηνικό, ὅπου εἶναι ζωγραφισμένο τὸ ναυάγιο τῶν πλοίων καὶ ἡ μορφή τοῦ Αἴαντα νὰ κολυμπᾷ. Τότε στὴ σκηνὴ εμφανίζεται ἡ Αθηνά. Ἡ βᾶσις τῆς ἔχει στὶς κατάλληλες θέσεις ξυλόκαρφα.

2 Κι ἓνα σχοινὶ τὴ σηκώνει καὶ σηκώνοντάς τὴν, τὴν τραβά ἀπὸ τὸ πῖσω μέρος τῆς λεκάνης. Ὄταν λυθεῖ αὐτὸ τὸ σχοινὶ, ἓνα ἄλλο σχοινὶ, ποὺ βρίσκεται γύρω ἀπὸ τὸ στηθαῖο, τὴν περιφέρει, μέχρις ὅτου ἐπανεέλθει στὴν ἴδια θέση ἀπ' ὅπου ξεκίνησε. Κι ὅταν λυθεῖ καὶ αὐτὸ τὸ σχοινὶ, ἓνα ἄλλο σχοινὶ τὴν τραβά ἀπὸ τὸ μπροστινὸ μέρος τῆς λεκάνης καὶ ἡ Αθηνά πέφτει κάτω (σχ. 63).



σχ. 63. Ἡ μηχανή τῆς Αθηνάς

Κεφάλαιο 30

Η πτώση του κεραυνού και η εξαφάνιση της μορφής του Αϊάντα στην πέμπτη πράξη

1 Λοιπόν δέ ἐστιν ἡμῖν διηγήσασθαι, τίνι τρόπῳ ὃ τε κεραυνὸς ἐν τῷ πίνακι πεσεῖται καὶ τὸ τοῦ Αἴαντος ζῶδιον ἀφανισθῆσεται. γίνεται οὖν καὶ ταῦτα, καθάπερ μέλλομεν ἐξηγεῖσθαι κατὰ μέρος. ὅπου τὸ ἔδαφος τοῦ πίνακος, ἔσται γεγραμμένον τὸ <τοῦ Αἴαντος> ζῶδιον· κατ' αὐτὸν δὲ ἔστω ἐκκοπή ἐν τῇ ἄνω πλευρᾷ τοῦ πλινθίου πεποιημένη καὶ ἐν τῇ κάτω, καθάπερ καὶ ἐπὶ τῶν δελφίνων ἐδηλώσαμεν.

2 κατατείνονται οὖν ἐκ τῆς ἄνωθεν πλευρᾶς τῆς ἐκκοπῆς χορδαὶ δύο λεπτόταται τῶν εἰς τὰς σαμβύκας ἐμβαλλομένων ἕως κάτω εἰς τὸ θωράκιον διὰ τῆς ἄνω οὔσης ἐκκοπῆς. ἵνα δὲ ἐν τῷ ναῖσκῳ ὡσι τεταμέναι, καθάπτονται εἰς κολλάβους δύο ἐκ τοῦ ἄνωθεν μέρους, ἵνα ἐπιστρεφομένων τῶν κολλάβων τὴν τάσιν ἔχωσιν.

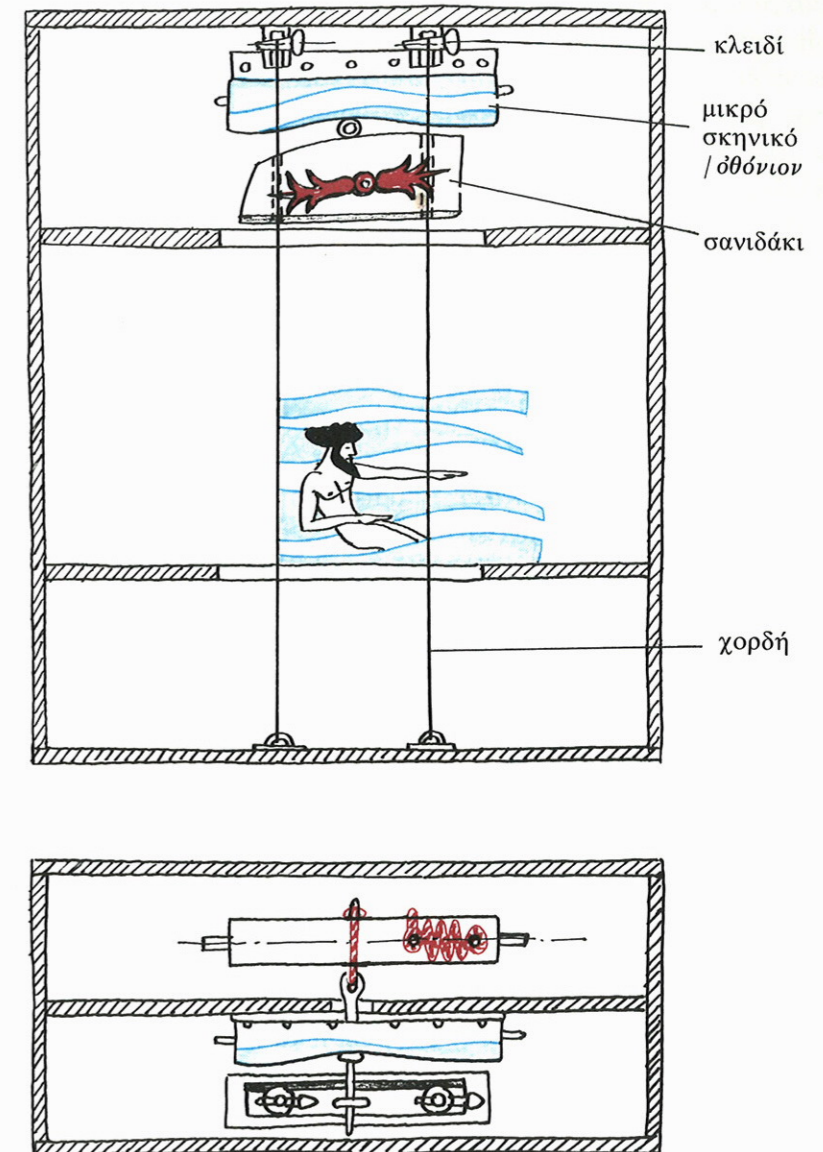
1 Πρέπει λοιπόν να εξιστορήσουμε τώρα με ποιό τρόπο πέφτει ο κεραυνός πάνω στη σκηνή και πώς εξαφανίζεται η μορφή του Αϊάντα. Αυτά γίνονται όπως θα εξηγήσουμε αναλυτικά παρακάτω.

Στην πρόσοψη της σκηνής είναι ζωγραφισμένη η μορφή του Αϊάντα. Απέναντι από τη μορφή υπάρχει μία εγκοπή, χαραγμένη στην πάνω πλευρά του πλαισίου, και μία στην κάτω, όπως αυτές που δείξαμε για τα δελφίνια.

2 Από την πάνω πλευρά του πλαισίου κατεβαίνουν μέσα από την εγκοπή δύο λεπτότατες χορδές, σαν αυτές που βάζουμε στα μουσικά όργανα⁽¹⁾. Οι χορδές αυτές φτάνουν μέχρι κάτω στο στηθαίο, περνώντας από την άλλη εγκοπή. Και για να είναι μέσα στο μικρό ναό τεντωμένες οι χορδές, τις δένουμε στο επάνω μέρος τους με δυο κλειδιά, σαν αυτά που κουρδίζουμε τα μουσικά όργανα⁽²⁾, ώστε περιστρέφοντας τα κλειδιά να τεντώνονται οι χορδές (σχ. 64).

30.2 (1) σαμβύκη, ἢ / τριγωνικό ἔγχορδο μουσικό ὄργανο, με τέσσερις λεπτότατες χορδές που παράγουν οξείς ἤχους, ο σημερινός ταμπούρας

(2) κόλλαβος, ὁ / κλειδί, σαν αυτό που κουρδίζουμε τα ἔγχορδα μουσικά ὄργανα



σχ. 64. Ο μηχανισμός για την πτώση του κεραυνού και την κάλυψη του ειδώλου του Αϊάντα

3 ἐγερθὲν δὲ σανίδιον λεπτόν καὶ ὑπόμηκες, ὥστε χωρεῖν αὐτὸ διὰ τῶν ἐκκοπῶν εὐκόπως καὶ σταθὲν ἐκ τοῦ ὑπερθύρου μὴ ὑπερέχειν αὐτὸ τὸ ὑπερθύρον εἰς τὸν πίνακα· τρυπηθὲν δὲ δυσῑ τρυπήμασι κατὰ μῆκος περιλαμβάνει τὰς χορδὰς ἐπιούροις· προσκολλᾶται δὲ καὶ ὀπισθεν τοῦ σανιδίου τὸ μολιβίδιον λεπτόν, ὅπως βάρος ἴσχη.

4 εἰάν οὖν ἄγωμεν τῇ χειρὶ τὸ σανίδιον ἄνω διὰ τῆς ἐκκοπῆς, ἀποπέση διὰ τοῦ πίνακος φερόμενον ὀρθόν, ὡς ἂν περὶ τὰς χορδὰς περικείμενον. αἱ μὲν οὖν χορδαὶ μέλανι μολύνονται, ἵνα μὴ δῆλαι ᾦσι· τὸ δὲ ὑποσανίδιον ἐκ μὲν τοῦ κάτω μέρους χρυσοῦται καὶ λειοῦται ὡς μάλιστα. ἐκ δὲ τοῦ ἄνωθεν ὑπογράφεται τι πυροειδές, ὡς τὴν τοῦ κεραυνοῦ φαντασίαν ποιεῖν.

5 φέρεται δὲ τοῦτο ὅταν ἀφελθῇ, κατὰ μέσον τὸ ζώδιον, ὡς τεταμέναι εἰσὶν αἱ χορδαί. τοῦτο δὲ ἄνω μένει περονίω κρατούμενον, καθάπερ καὶ τὰ ὀθόνια, ὅπως ὅταν καθῆκον ἦ, ἢ σπάρτος ἐπισπασαμένη τὸ περόνιον ῥίψη τὸν κεραυνόν. τὸ ζώδιον πεσόντος τοῦ κεραυνοῦ ἀφανίζεται οὕτως· ἔστιν ἕτερον ὀθόνιον πεποιημένον καθάπερ καὶ τὰ ἄλλα τὰ ἐπικαλύπτοντα, μικρὸν δέ, ὡς αὐτὸ τὸ ζώδιον ἐπικαλύψηται τὸ ὀθόνιον. ἐν δὲ τούτῳ γέ-

3 Παίρνουμε τότε ἓνα λεπτό και μακρόστενο σανιδάκι, που να χωράει άνετα μέσα στις εγκοπές και, όταν στέκεται πίσω απ' το υπέρθυρο, να μην προεξέχει απ' το υπέρθυρο στη σκηνή. Του ανοίγουμε δύο τρύπες και του περνάμε κατά μήκος τις χορδές στερεώνοντάς τες με σφήνες. Στο πίσω μέρος του σανιδιού αυτού κολλάμε ἓνα λεπτό μολυβένιο βαρίδι⁽¹⁾, για να αποκτήσει το σανιδάκι βάρος.

4 Αν λοιπόν σηκώσουμε με το χέρι το σανιδάκι πάνω από την εγκοπή και το αφήσουμε, θα πέσει μέσα από τη σκηνή ὀρθιο, μιας και είναι περασμένο στις χορδές. Τις χορδές τις βάφουμε μαύρες για να μη φαίνονται. Το σανιδάκι όμως από την κάτω μεριά το λειαίνουμε πολύ καλά και το επιχρυσώνουμε⁽²⁾. Στην επάνω μεριά ζωγραφίζουμε κάτι που να μοιάζει με φωτιά και να δίνει την αίσθηση του κεραυνοῦ.

5 Όταν αφήσουμε το σανιδάκι, αὐτό πέφτει ακριβώς μπροστά απ' τη μορφή του Αίαντα, καθώς είναι τεταμένες οι χορδές. Στο επάνω μέρος κρατιέται αὐτό με μια περόνη, ὅπως και τα σκηνικά, ἔτσι ὥστε, ὅταν ἔρθει η κατάλληλη στιγμή, το σχοινί να τραβήξει την περόνη και να ρίξει τον κεραυνό.

Όταν πέσει ο κεραυνός, η μορφή του Αίαντα εξαφανίζεται ως εξής. Κατασκευάζουμε ἓνα ἀκόμα μικρὸ σκηνικό⁽³⁾, σαν τα ἄλλα τα επικαλύπτομενα σκηνικά, τόσο μικρὸ ὅμως, ὥστε να καλύπτει μόνο τη μορφή

γραπται θάλασσα ὁμοία τῇ περιεχοῦση τὸ ζώδιον καὶ τὰ κύματα.

6 καὶ εἴ τι ἄλλο φαινόμενόν ἐστι τῶν ἐγγείων, προσάπονεμένηται, ὅπως ἐπικαλυφθέντος τοῦ ζωδίου τὸ ὅμοιον. καὶ ἐκ τῶν ὀπισθεν δεῖ τὸ ὀθόνιον ὁμοίως θαλασσοειδεῖ χρώματι προσάποκεχρῶσθαι. ἵνα δὲ ἐπικαλυπτόμενον μηδαμῶς φανῇ τὸ ὀθόνιον, ἔστιν ἄνω συνεστραμμένον καὶ κρατεῖται ὑπὸ τῆς μιᾶς περόνης, ὑφ' ἧς καὶ ὁ κεραυνὸς κρατεῖται, ὥστε ἐλκυσθείσης αὐτῆς ἄμα τε τὸν κεραυνὸν ἐνεχθῆναι ἐπὶ τὸ ζώδιον καὶ καλυφθῆναι αὐτὸ ὑπὸ τοῦ ὀθονίου, ὥστε δοκεῖν πληγὲν αὐτὸ ὑπὸ τοῦ κεραυνοῦ ἠφανίσθαι.

7 Τὰ μὲν οὖν κατὰ τὸν πίνακα οὕτως οἰκονομεῖται. ὁμοίως δὲ καὶ αἱ ἐν τοῖς ζωδίοις καὶ αἱ τῆς πορείας κινήσεις διὰ τοιούτων ὀργάνων πᾶσαι γίνονται, οἷ τε πίνακες πάντες ὁμοίως διὰ τούτων οἰκονομοῦνται, πλην ὅτι <μύθοις> διαλλάσσονται.

(του Αίαντα). Πάνω στο μικρὸ αὐτὸ σκηνικό ζωγραφίζουμε θάλασσα, ὁμοια με αὐτή που περιβάλλει τη μορφή, και κύματα.

6 Και εἰν φαίνεται ἀκόμα ἓνα κομμάτι στεριάς, το σχεδιάζουμε κι αὐτό, ὥστε, ὅταν το μικρὸ σκηνικό καλύψει τη μορφή, ὅλα (τα σχέδια πάνω στο μικρὸ και το μεγάλο σκηνικό) να εἶναι ὁμοια, να ταιριάζουν. Από πίσω πρέπει το μικρὸ σκηνικό να εἶναι ἐπίσης χρωματισμένο με χρώμα θαλασσί. Αλλά για να μη φαίνεται το μικρὸ σκηνικό που καλύπτει τη μορφή, το τυλίγουμε επάνω και το συγκρατοῦμε με μια περόνη, την ἴδια με την οποία συγκρατεῖται και ο κεραυνός. Ἐτσι ὅταν τραβηχτεῖ η περόνη, ταυτόχρονα με την πτώση του κεραυνοῦ, πέφτει πάνω στη μορφή το μικρὸ σκηνικό και την καλύπτει, ἔτσι που να φαίνεται ὅτι η μορφή χτυπήθηκε ἀπὸ τον κεραυνὸ και εξαφανίστηκε.

7 Ἐτσι κατασκευάζονται λοιπόν ὅσα συμβαίνουν στη σκηνή. Και ἔτσι, με τέτοιους μηχανισμούς⁽⁴⁾, γίνονται ὅλες οι κινήσεις, και αὐτῶν μορφῶν και οι κινήσεις μεταβάσης (των κινήτων αυτομάτων). Ἐτσι, με τέτοιους μηχανισμούς, κατασκευάζονται και ὅλες οι σκηνῶν σταθερῶν αὐτόματων θεάτρων. Μόνον που ἀπὸ αὐτόματο σε αὐτόματο διαφέρουν οι μύθοι, (οι μορφές και οι κινήσεις τους).

30.3 (1) μολιβίδιον, τό / μικρὸ μολυβένιο βαρίδι

30.4 (1) χρυσῶν / επιχρυσῶν

30.5 (1) ὀθόνιον, τό / μικρὴ ὀθόνη, μικρὸ πανί σκηνικού

30.7 (1) ὄργανον, τό / μηχανισμός, εξάρτημα

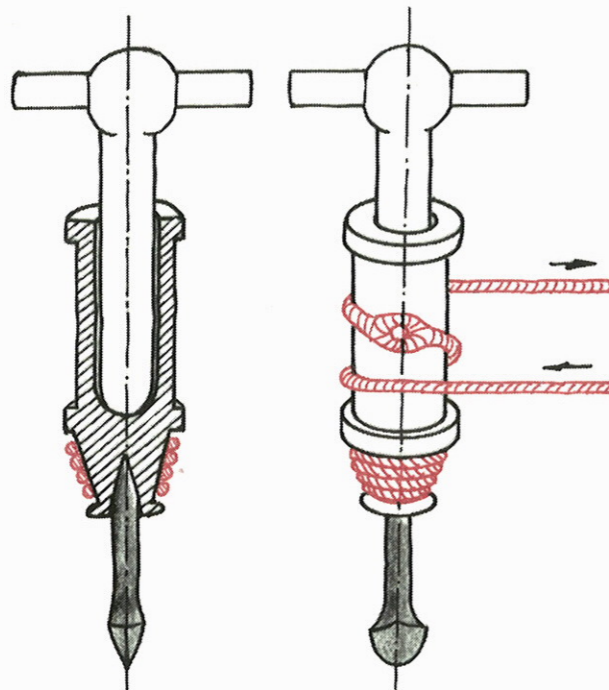
Παράρτημα 1

Αλφαβητικό Ευρετήριο τεχνικών όρων της Αυτοματοποιητικής

Α

ἀγκύλη, ἦ / (2.7), (5.4), (23,6) θηλιά, βρόχος
 προσαγκυλώνω / (2.7) θηλυκῶν, δένω με θηλιά
 ἀέρι (επίρρ.) / (28.3) με το χρώμα του ουρανού, γαλάζιο
 αέτος, ὁ / (28.3) αέτωμα
 ἄξων, ὁ / (2.7) ἄξονας
 πλάγιος ἄξων, ὁ / (23.3) οριζόντιος ἄξονας
 ἀπόκροτος (επίθ.) / (2.1) στέρεος
 ἀπόκροτον ἔδαφος, τό / (2.1) καλά πατημένο, στέρεο ἔδαφος
 ἀποπορεία, ἦ / (5.1) (βλ. πορεία)
 ἀπορθῶνω / (2.2) στερεῶν σε ορισμένο ὕψος
 ἀρίς, ἦ / (22.4) ἀρίδα, χειροδράπανο, ξυλουργικό χειροκίνητο τρυπάνι, ὅμοιο με αὐτό της μαρμαροτεχνίας (σχ. 65)

ἀρμένιον, τό / (24.2) εργαλείο
 ἀρχή, ἦ / (2.6) αφετηρία, αρχική αἰτία, κινητήρια δύναμη
 ἀστερίσκος, ὁ / (24.5) αστεροειδῆς, ακτινωτός οδοντωτός τροχός
 αὐτόματος (επίθ.) / (1.2) αυτοκίνητος, ικανός να κινεῖται ἀπὸ μόνος του
 αὐτόματον, τό / (1.2) μηχανή αυτοκίνητη, κινούμενη ἀπὸ μόνη της, με εσωτερική ἐνέργεια
 ὑπάγον αὐτόματον, τό / (1.2) κινητό, κινούμενο, οδεύον αὐτόματο
 στατὸν αὐτόματον, τό / (1.3) σταθερό, ιστάμενο, ὀρθιο αὐτόματο
 αὐτοματοποιητική, ἦ / (1.1) ἡ ἐπιστήμη, ἡ τέχνη καὶ ἡ τεχνική της κατασκευῆς τῶν αὐτομάτων



σχ. 65. Αρίδα, χειροκίνητο τρυπάνι

Β

βαρέως (επίρρ.) / (26.6) αργά
 βασιλικὸς χάρτης / (26.3) βασιλικό χαρτί, ἀρίστης ποιότητας χαρτί, ἀπὸ κατεργασμένα φύλλα παπύρου

Γ

γίγγλυμος, ὁ / (29.2) ἀρθρωση, κλείδωση
 γλωσσόκομος, ὁ / (12.2) κιβώτιο, θήκη, συρταρωτή κασετίνα
 γόμφος, ὁ / (10.2) ξύλινος ἦλος, σφήνα, στήριγμα
 γομφωτήριον, τό / (27.1) σχισμή ὅπου γίνεται ἡ γόμφωση, τὸ κάρφωμα τῶν ἠλῶν ἢ τὸ σφήνωμα με ξύλινες σφήνες

Δ

δάκτυλος, ὁ / (3.1) μονάδα μήκους, περίπου 2 εκατοστῶν, (ακριβέστερα: 1,93 εκατοστά)
 δημιουργία, ἦ / (1.1) κατασκευὴ, ἔργο, δημιουργία
 δημιούργημα, τό / (1.2) τὸ ἀποτέλεσμα τῆς δημιουργίας, τεχνικό ἐπίτευγμα, κατασκεύασμα
 διάθεσις, ἦ / (1.3) διάταξη μορφῶν πάνω στη σκηνή, σκηνοθεσία, παράσταση
 διάπηγμα, τό / (1.9) (βλ. πήγμα)
 διαρρινῶ / (25.5) λιμάρω
 διάφραγμα, τό / (13.3), (17.1) χώρισμα
 διφθέρα, ἦ / (20.4) κατεργασμένο δῆρμα, (σαν αὐτό που χρησιμοποιεῖται στα τύμπανα γιὰ τὴν παραγωγή ἡχῶν)

Ε

ἔδαφος, τό / (2.2), (23.2) α) ἔδαφος, β) ἐπιφάνεια, ἐπίπεδο
 ἔδαφος τοῦ πίνακος / (23.2) ἐπιφάνεια, πρόσοψη τῆς σκηνῆς, ἐπίπεδο τῶν σκηνικῶν
 ἐκκοπή, ἦ / (10.2), (27.1) ἐγκοπή, χάραξη
 ἑλιξ, ἦ / (10.2) ἑλικας, σπείρωμα τοῦ κοχλίου
 ἐμπυελίς, ἦ / ἐμπυελίδιον, τό (2.3), (26.2) (βλ. πυελίς)
 ἐνέργεια, ἦ / (1.7) λειτουργία (ἐνός μηχανισμοῦ)
 ἐξαρτύω / (2.5) παρασκευάζω, ετοιμάζω, συναρμολογῶ
 ἐξάρτημα, τό / συναρμολογούμενο τμήμα (ἐνός μηχανισμοῦ)
 ἐξελίκτηρα, ἦ / (5.3), (26.7) κύλινδρος περιέλιξης, καρούλι, κουβαρίστρα
 ἐξελίσσω / περιελίσσω, τυλίγω
 ἐπικαλυπτόμενον, τό / (25.6) σκηνικό, κάλυμμα
 ἐπίουρος, ὁ / (23.4), (24.2) σφήνα, καβίλια, πῖρος
 ἐπιούριον, τό / (28.6) μικρὴ σφήνα, καπάκι, βούλωμα
 ἐπιστύλιον, τό / (3.1) ἐπιστύλιο, δοκὸς πάνω ἀπὸ τοὺς στύλους
 ἐπιτόνιον, τό / (13.5) α) ὄργανο γιὰ τὸ τέντωμα τῶν χορδῶν στους καταπέλτες ἢ στα ἔγχορδα μουσικά ὄργανα, ἐντατήρας, κουρδιστήρι, β) στροφιγγα, στριφτάρι

Ζ

ζῶδιον, τό / (1.2) μορφή ζώου ἢ ἀνθρώπου, ομοίωμα, εἶδωλο ἢ σχέδιο

H

ήλος, *ό* / ήλος, καρφί
έφηλωτός (επίθ.) / (2.2) καρφω-
τός, καρφωμένος, στερεωμένος
με ήλους

Θ

θαυματουργός, *ό* / (1.7) θαυματο-
ποιός, κατασκευαστής αξιοθαύ-
μαστων έργων
θύρσος, *ό* / (3.3) ιερό ραβδί, στεφα-
νωμένο με λουλούδια και κορ-
δέλλες, σύμβολο του θεού Διονύ-
σου
θωράκιον, *τό* / (23.2) στηθαίο, προ-
στατευτικό διάζωμα

I

ίτυς, *ή* / (16.1) δακτύλιος, κυκλικό
στεφάνι συνήθως φτιαγμένο από
ιτιά, για να είναι γερό, (χρησιμεύ-
ει στην κατασκευή τροχών ή α-
σπίδων)

K

κανών, *ό* / (2.2) κανόνας, ευθύγραμ-
μη ξύλινη ράβδος, ξύλινος οδη-
γός, χάρακας
κανόνιον, *τό* / (10.1), (24.3),
(26.2) μικρός κανόνας, βέργα, πή-
χυς, πηγάκι
κατασκευή, *ή* / τεχνική δημιουργία
κατασκευάσμα, *τό* / 2.12) το αποτέ-
λεσμα της κατασκευής, (βλ. δη-
μιουργία, δημιούργημα)
καταστρώνω / (3.2) επιστρώνω
κατάστρωμα, *τό* / (3.2) επιστρω-
μένη επιφάνεια, δάπεδο, πάτωμα
κεντρίον, *τό* / (25.2) καρφάκι, βελό-
νι, βελονάκι
κεφαλή, *ή* / (3.12) κιονόκρανο

κιβώτιον, *τό* /
κιβωτάριον, *τό* / (28.3) μικρό
κιβώτιο
κίων, *ό* / κίονας, στύλος, κολόνα
κίονιον, *τό* / (3.1) μικρός κίονας,
κολονάκι
κλειθρον, *τό* / κλείστρο, σύρτης
κλειθρίον, *τό* / (9.5) μικρό κλεί-
στρο
κλείς, *ή* / (13.5) βαλβίδα, βάνα
κνώδαξ, *ό* / (2.3), (5.3), (11.8) ση-
μείο έδρασης και περιστροφής,
εδραζόμενο τμήμα ενός περι-
στρεφόμενου άξονα, στροφέας
κόλλαβος, *ό* / (30.2) κλειδί, σαν αυ-
τό που κουρδίζουμε τα έγχορδα
μουσικά όργανα
κόραξ, *ό* / (15.3) άγκιστρο, γάντζος,
μάνδαλο
κοῦφος (επίθ.) / (2.2) κούφιος, ελα-
φρός
κοχλίας, *ό* / (10.2) κοχλίας, βίδα
κύκλω (επίρρ.) / (3.1) α) κυκλικά,
περιμετρικά, β) ολόγυρα, γύρω-
γύρω
κυμάτιον, *τό* / (3.1) κυμάτιο, διακο-
σμητικό διάζωμα

Λ

λαμπτήρ, *ό* / (12.3), (28.6) λαμπτή-
ρας, φωτιστικό σκεύος, λυχνάρι,
καντήλα
λεία, *ή* / (2.6) βάρος, αντίβαρο
λεπίς, *ή* / λεπίδα, φύλλο μετάλλου,
έλασμα
λεπίδιον, *τό* / (12.2), (28.5) μικρή
λεπίδα, μεταλλικό πλακίδιο
λύχνος, *ό* / (28.4) λυχνάρι

M

μήρυμα, *τό* / σπείρα φιδιού, ελικο-
ειδές τύλιγμα
μηρυμάτιον, *τό* / (2.11), (6.2) δέ-
σμη σχοινοῦ

μηχανή, *ή* / (20.2), (21.2), (22.6) μη-
χανισμός εμφάνισης και εξαφά-
νισης μορφών, μηχανή με την ο-
ποία εμφανίζονται μετέωροι οι
θεοί στις αρχαίες θεατρικές πα-
ραστάσεις
μηχανάομαι / (17.1) κατασκευάζω
με τέχνη και επιδεξιότητα
μηχάνημα, *τό* / (1.1) το αποτέ-
λεσμα μιας επιδέξιας τεχνικής
κατασκευής
μηχανική, *ή* / (1.1) μηχανική, η ε-
πιστήμη του μηχανικού, (περιέ-
χει το σύνολο των τεχνικών επι-
στημών, όπως εφαρμοσμένα μα-
θηματικά, στατική, κινηματική,
πνευματικά και αυτοματοποιητι-
κή)
μολιβίδιον, *τό* / (30.3) μικρό μολυ-
βένιο βαρίδι
μολιβούς (επίθ.) / (5.5) μολυβένιος
μοχλός *ό* /
μοχλίον, *τό* / (18.3) μικρός μο-
χλός

N

νευρίνος, *ό* / (2.6) νεύρο ζώου,
(χρησιμοποιείται στις χορδές
των τόξων ή στους καταπέλτες)

E

ξύσματα τεκτονικά, *τά* / (3.4) ρο-
κανίδια

O

όβελίσκος, *ό* / (25.2) μεταλλική
βέργα, ράβδος, σουβλα (γύρω α-
πό την οποία τυλίγονται τα σκη-
νικά)
οίκονομῶ / (20.2) κατασκευάζω, δι-
ευθετώ, χειρίζομαι
οθόνη, *ή*
οθόνιον, *τό* / (25.2), (30.5) λεπτό

λινό ύφασμα, μικρή οθόνη, σκη-
νικό
όμφαλός, *ό* / (26.3) λεπτός ξύλινος
άξονας που γύρω του τυλίγεται
είτε το άγραφο χαρτί σχηματίζο-
ντας ένα ρολλό είτε τα γραμμένα
χειρόγραφα σχηματίζοντας βι-
βλία σε κυλινδρική μορφή (αλ-
λιώς *κόνταξ, ό* / και βυζαντινά
κοντός, ό)
όργανον, *τό* / (2.10), (30.7) όργανο,
εξάρτημα, τμήμα ενός μηχανι-
σμού
όφιώδης (επίθ.) / (11.1) ελικοειδής,
με πολλές στροφές

Π

παλάμη, *ή* / (3.1) μονάδα μήκους 4
δακτύλων ή 8 εκατοστών
παραστάς, *ή* / (26.1) παραστάδα,
παράπλευρη κολώνα στο άνοιγ-
μα πόρτας
παραχαλασμάτιον, *τό* / (23.8) (βλ.
χάλασμα)
πάχος, *τό* / (17.3) διάμετρος ενός
κύκλου
πελεκίνος, *ό* / (10.1) πελεκημένη,
κεκλιμένη πλευρά, φάλτσο (Στην
ξύλουργική τέχνη τρόπος συρ-
ταρωτής συναρμογής δύο ξύλων,
με διπλό φάλτσο αντίθετης φο-
ράς, η ονομαζόμενη: χελιδονο-
ουρά)
πέλεκυς, *ό* / (1.5) πελέκι, τσεκούρι
περιφέρεια, *ή* / (17.3) περίμετρος ε-
νός κύκλου
περόνη, *ή* / (27.2) βελόνη, περόνη
περόνιον, *τό* / (25.5) μικρή περό-
νη, μικρή βελόνη, καβίλια που
ασφαλίζει, (τοποθετείται συνή-
θως στον άξονα των αμαξών, έξω
από τον ομφαλό του τροχού)
πήγμα, *τό* / (5.4) ξύλινο πλαίσιο
στήριξης, ικρίωμα, ξυλόδεμα,
στήριγμα από ξύλα

διάπηγμα, τό / (11.9) διαχωριστικό διάζωμα, τοίχωμα, χώρισμα
 πήχυς, ό / (3.1) μονάδα μήκους 6 παλαμών ή 24 δακτύλων ή 48 εκατοστών
 πίναξ, ό / (1.3) πίνακας, οθόνη, σκηνή θεάτρου
 πινάκιον, τό / (21.1) μικρός πίνακας, σκηνή
 πλινθιον, τό / (2.7), (5.3), (23.1) μικρή πλίνθος, ορθογώνιο πλαίσιο, κιβώτιο, τροχοκιβώτιο, (αποτελεί τη βάση των κινητών αυτομάτων και το πλαίσιο της σκηνης των σταθερών)
 πορεία, ή / (5.1) ευθύγραμμη μετάβαση, κίνηση προς τα εμπρός
 αποπορεία, ή / (5.1) ευθύγραμμη επιστροφή, κίνηση προς τα πίσω
 πρίζω / (1.5) πριονίζω
 προσαγκυλώνω / (2.7) (βλ. αγκύλη)
 πρόσωπο, τό / (22.1) πρόσωπο, προσωπίο, μάσκα
 πυελίς, ή / (5.3)
 έμπυελίς, ή / έμπυελίδιον, τό / (2.3), (26.2) κοίλωμα μέσα στο οποίο περιστρέφεται το εδραζόμενο τμήμα ενός άξονα, οριζόντιο αξονικό έδρανο, δαχτυλίδι, τριβέας
 πυργίον, τό / (3.2) στέγη
 πυρήν, ό
 πυρηνίδιον, τό / (26.2) αξονική κατάληξη, κεφαλή κάθετα περιστρεφόμενου άξονα, στρογγυλή κεφαλή του εργαλείου της μήλης

Σ

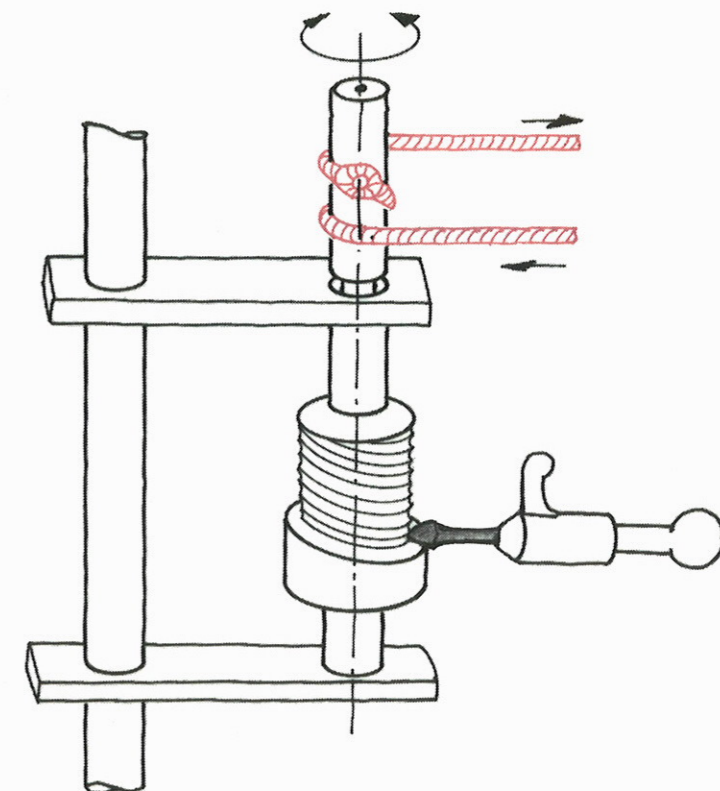
σαμβύκη, ή / (30.2) τριγωνικό έγχορδο μουσικό όργανο, με τέσσερις λεπτότατες χορδές που παράγουν οξείς ήχους, ο σημερινός ταμπουράς

σανίς, ή / (2.2) σανίδα
 σκεπαρνίζω / (1.5) δουλεύω με το σκεπάρνι
 σκύφος, ό / (3.3) πήλινο δοχείο, κούπα
 σπάρτος, ό / (2.4), (5.3), (9.5) σχοινί, φτιαγμένο από φυτικά υλικά, συνήθως σπάρτο, νήμα, κορδόνι, σπάγγος
 σπειρίον, τό / (3.1) σπειροειδής βάση των κιώνων
 στατόν αυτόματον / (1.2) (βλ. αυτόματον)
 στόμα, τό / (17.1) άνοιγμα
 στρογγυλόγλυφος (επίθ.) / (25.7) σκαλιστός με στρογγυλεμένα ανάγλυφα
 στροφεύς, ό / (23.2) στροφέας, άξονας περιστροφής
 στρόφωμα, τό /
 στρωφωμάτιον, το / στροφέας, στρόφιγγα, άξονας περιστροφής, μεντεσές
 στυλοβάτης, ό / (16.1) στυλοβάτης, βάθρο των στύλων, υπόβαθρο
 σύνταγμα, τό / (20.3) σύγγραμμα, βιβλίο (το αποτέλεσμα της συντάξεως)
 σύριγξ, ή / (2.8), (5.5) κυλινδρικός σωλήνας, σωληνοειδής θάλαμος, (ένα είδος κλεψύδρας μέσα στην οποία πέφτει το κινητήριο βάρος των αυτομάτων)
 σφίγμα, τό / (2.4) σφίξιμο (λόγω τριβών)
 σφύρα, ή / (1.5) σφυρί
 σχαστηρία, ή / (13.9) σκανδάλη, (σαν αυτή που χρησιμοποιείται στους καταπέλτες)
 σωλήν, ό / (2.2), (16.2) α) σωλήνας, κυκλικός ή ημικυκλικός αγωγός, (όπως αυτός των συστημάτων ύδρευσης), β) κυλινδρική εσοχή, σωληνοειδής αύλακα, ημικυκλική μεταλλική ράγα
 σωληνάριον, τό / (13.2) σωληνάκι

Τ

τεκταίνομαι / (24.1) εργάζομαι, εκτελώ ξυλουργικές εργασίες
 τεκτονικός (επίθ.) / (3.4), (12.4) ξυλουργικός (βλ. ξύσματα)
 τόρνος, ό / τόρνος, μηχανή κυκλικής κοπής (σχ. 66)
 торνεύω / επεξεργάζομαι στον τόρνο
 έντορνος (επίθ.) / (2.3) торνευτός, δουλεμένος στον τόρνο
 τροχός, ό / (2.7) τροχός, ρόδα
 τροχίλος ή τρόχιλος, ό / (5.5),

(24.5) μικρός τροχός, τροχίσκος, τροχαλία
 τρυπάω (επίθ.) / (9.5) ανοίγω τρύπα με τρυπάνι
 τρύπανον, τό / (22.4) τρυπάνι
 τρυπάνιον, τό / μικρό τρυπάνι
 τρύπημα, τό / (9.5) τρύπα, άνοιγμα, οπή
 τρήμα, τό / (14.1) άνοιγμα, οπή
 τύλος, ό / (2.9), (5.4), (23.6) ξυλόκαρφο, πύρος
 τύμπανον, τό / (16.3), (26.7) τύπανο, κύλινδρος, κύλινδρος περιέλιξης



σχ. 66. Τόρνος χειροκίνητος

Υ

υπάγον αυτόματων / (1.2) (βλ. αυτόματων)

υπέρθυρον, τό / (25.7) υπέρθυρο, ανώφλι

υσπληγξ, ή / (2.6) α) τεντωμένο σχοινί, νήμα, (σαν αυτό που έχουν στις αφετηρίες των αγώνων δρόμου), β) σύστρεμμα νεύρων, δέσμη νεύρων τεντωμένων και στριμμένων σαν ελατήριο, (χρησιμοποιείται στους καταπέλτες, αλλά αποτελεί και εναλλακτική κινητήρια δύναμη των αυτομάτων)

υσπλήγγιον, τό / (24.3) μεταφορικά: καταπέλτης, (ράβδος που προκαλεί περιοδικούς κτύπους)

Φ

φακός, ό / ο καρπός της φακής φακοειδής (επίθ.) / (5.3) σφαιρικός, κυρτός, σε σχήμα φακού

Χ

χάλασμα, το / (2.10) ελεύθερη, χαλαρή περιέλιξη, χαλάρωμα, μπόσικο του σχοινιού, (δέσμη σχοινιού που προσκολλάται πάνω στον κινητήριο άξονα χωρίς να τυλίγεται γύρω απ' αυτόν, έτσι ώστε καθώς ξετυλίγεται το σχοινί να μην περιστρέφει τον άξονα και κατά τον προγραμματισμό των κινήσεων να προκαλεί την κατάσταση της ακινησίας)

χαλασμάτιον, τό / παραχαλασμάτιον, τό / (23.8)

χείρ, ή / (13.9) χερούλι, λαβή
χοινικίς, ή / (11.2) κοίλος, σωληνοειδής θύλακας μέσα στον οποίο περιστρέφεται άξονας
χοινικίδιον, τό / (2.3) θύλακας, βάση περιστροφής, κοίλο αξονικό έδρανο ολισθήσεως
χρυσάω / (30.4) επιχρυσώνω

Ψ

ψόφος, ό / (1.5) κρότος, ήχος οξύς

Παράρτημα 2

Επιλογή αποσπασμάτων της Αυτοματοποιητικής κατανεμημένων κατά θέματα

1. Αρχαίοι αυτοματοποιοί
2. Αρχαία συγγράμματα
3. Σύγχρονοι αυτοματοποιοί
4. Τεχνικές καινοτομίες
5. Κριτική στους παλαιότερους
6. Δημόσιοι διαγωνισμοί
7. Μηχανές όμοιες με την πραγματικότητα
8. Από μηχανής μορφές
9. Αυτόματες κινήσεις
10. Χαρακτηριστικά των αυτομάτων
11. Πρωτότυπα σχέδια
12. Διδασκαλία των αυτομάτων
13. Θεωρητικές αναζητήσεις
14. Αναφορές στο πείραμα και την πράξη

1. Αρχαίοι αυτοματοποιοί

Με τις αναφορές του ο Ήρωνας επιβεβαιώνει την ύπαρξη προγενέστερων του, παλαιών, αρχαίων αυτοματοποιών. Πόσο παλαιότεροι ήταν είναι άγνωστο. Πιθανώς με τον όρο προγενέστεροι εννοεί τους μηχανικούς των ελληνιστικών χρόνων, ενώ με τον όρο αρχαίοι εκείνους των κλασικών.

- 1.1 *τῆς αὐτοματοποιητικῆς πραγματείας ὑπὸ τῶν πρότερον αποδοχῆς ἡξιωμένης / ἡ μελέτη τῆς αὐτοματοποιητικῆς ἐβρίσκει μεγάλη ἀποδοχὴ στους προγενέστερους*
- 1.7 *ἐκάλουν οἱ παλαιοὶ τοὺς τὰ τοιαῦτα δημιουργοῦντας θαυματοουργούς / οἱ παλαιότεροι ονόμαζαν θαυματοποιούς αὐτούς που κατασκεύαζαν τέτοια αὐτόματα*
- 2.12 *δεῖ τὰς τῶν ἀρχαίων ἐκφυγεῖν διαθέσεις / πρέπει να ἀποφεύγουμε τις παραστάσεις των αρχαίων θαυματοποιών*
- 5.1 *οἱ μὲν πρὸ ἡμῶν τὴν τῆς πορείας παρέδωκαν ἡμῖν / οἱ προγενέστεροί μας μηχανικοί μᾶς παρέδωσαν τὴν κίνηση μετάβασης του αὐτομάτου*
- 20.5 *τὰ ὑπὸ τῶν ἀρχαίων εἰρημένα / ὅσα ἔχουν πεῖ οἱ ἀρχαῖοι*
- 22.1 *οἱ μὲν ἀρχαῖοι κέχρηται ἀπλῆ τινι διαθέσει / οἱ ἀρχαῖοι χρησιμοποιούσαν μίαν ἀπλὴν ὑπόθεση*

2. Αρχαία συγγράμματα

Ο Ήρωνας επιβεβαιώνει την ύπαρξη πολλών και ποικίλων παλαιότερων βιβλίων και συγγραμμάτων, σχετικών με τὴν αὐτοματοποιητικὴ, ονομαστικὰ ἀναφέρεται ὁμως σε ἐκεῖνο του Φίλωνα του Βυζάντιου.

- 1.1 *ἡ αὐτοματοποιητικὴ πραγματεία / σύγγραμμα αὐτοματοποιητικῆς*
- 1.8 *ἐν μὲν τούτῳ τῷ βιβλίῳ περὶ τῶν ὑπαγόντων γράφομεν, ἐν δὲ τῷ ἑξῆς περὶ τῶν στατῶν αὐτομάτων / σ' αὐτό το βιβλίο γράφουμε για τα κινήτᾳ, στο δε ἐπόμενο για τα σταθερά αὐτόματα*
- 5.1 *αἱ ὑπὸ (τῶν πρὸ ἡμῶν) ἀναγεγραμμένα μέθοδοι / μέθοδοι που ἔχουν γραφεί ἀπὸ προγενέστερους αὐτοματοποιούς*
- 20.1 *τὰ πρὸ ἡμῶν ἀναγεγραμμένα / τὰ πρότερον ἀναγεγραμμένα / τα προγενέστερα συγγράμματα*
- 20.1 *βέλτιον τῶν πρὸ ἡμῶν οὐδὲν εὔρομεν τῶν ὑπὸ Φίλωνος τοῦ Βυζαντίου ἀναγεγραμμένων / καλύτερο ἀπ' ὅλα, ὅσα πρὶν ἀπὸ μας γράφηκαν, ἄλλο δὲν βρήκαμε ἀπὸ ἐκεῖνο το ἔργο του Φίλωνα του Βυζάντιου*
- 20.3 *πολλοῖς συντάγμασι περιτυχόντες οὐχ εὔρομεν τοῦτο ἀναγεγραμμένον / πολλὰ συγγράμματα μας ἔτυχαν, ἀλλὰ αὐτό δὲν το βρήκαμε γραμμένο*

3. Σύγχρονοι αυτοματοποιοί

Οι διατυπώσεις του Ήρωνα οδηγούν στο συμπέρασμα ὅτι τὴν εποχὴ του ὑπῆρχε πλῆθος ἀνθρώπων, προφανῶς μηχανικών, που σπούδαζαν ἴσως στο ἀλεξανδρινό Μουσείο και πού ασχολοῦνταν συστηματικὰ με τὴ μελέτη και τὴν κατασκευὴ των αὐτομάτων. Οἱ μηχανικοὶ αὐτοὶ αποτελοῦσαν μία σχολὴ αὐτοματοποιών, καταγίνονταν μεθοδικὰ με τα αὐτόματα, εἶχαν ἀποκτήσει πείρα ἀπὸ τὴν ἐφαρμογὴ παλαιότερων μεθόδων και πειραματίζονταν σε νέες μορφές αὐτομάτων.

- 1.8 *τὸν προαιρούμενον ἐτέρως διαθέσθαι δύνασθαι / ὅποιος θα ἐπιθυμούσε να παρουσιάσει μία διαφορετικὴ παράσταση, θα μπορούσε να το κάνει*
- 2.12 *δυνατὸν ταῖς αὐταῖς μεθόδοις χράμενον ἐτέρας διαθέσεις ποιείσθαι / εἶναι δυνατόν να χρησιμοποιήσει κανεὶς τις ἴδιες μεθόδους και να δημιουργήσει διαφορετικὲς παραστάσεις*
- 5.1 *σπάνιον ἐπιτυχεῖν κατακολουθοῦντα ταῖς ὑπ' αὐτῶν ἀναγεγραμμέναις μεθόδοις / γιατί σπάνια μπορούν να ἐπιτύχουν στο ἔργο τους, ὅσοι ἀκολουθήσουν τις μεθόδους που οἱ προγενέστεροι μηχανικοὶ ἔχουν γράψει*
- 5.1 *ὡς ἔστι φανερόν τοῖς πεπειραμένοις (τῶν μεθόδων) αὐτῶν / ὡπως εἶναι φανερό σε ὄσους ἔχουν πειραματισθεῖ με τὴν ἐφαρμογὴ αὐτῶν των μεθόδων*
- 20.1 *ὡς ἔστι δῆλον τοῖς πεπειραμένοις τῶν πρότερον ἀναγεγραμμένων / ὡπως εἶναι φανερό σε ὄσους μελέτησαν τα παλαιότερα συγγράμματα*
- 20.5 *οὕτως νομίζομεν τοὺς ἐντυγχάνοντας τῆς μεγίστης ἀφελείας τυγχάνειν / ἔτσι νομίζουμε ὅτι ωφελούνται περισσότερο οἱ σύγχρονοι μελετητές*
- 21.2 *χαριέστατος τῶν μεταχειριζομένων / ὁ καλύτερος ἀπὸ ὄλους ἐκεῖνους που καταγίνονται με τα αὐτόματα*
- 22.2 *οἱ δὲ καθ' ἡμᾶς μύθους ἐμβεβλήκασιν ἀστείους / οἱ σύγχρονοι με μας αὐτοματοποιοὶ ἀνεβάζουν μύθους ευχάριστους*

4. Τεχνικές καινοτομίες

Ο Ήρωνας εἶναι λάτρης τῆς καινοτομίας. Επιδιώκει να διαφοροποιηθεῖ ἀπὸ τους ἀρχαίους δημιουργώντας νέες, σύγχρονες, καινοτόμες παραστάσεις, ἐφευρίσκοντας καινοτομίες στη λειτουργία των αὐτομάτων, εἰσάγοντας σύγχρονες με αὐτὸν μεθόδους σε ἀντικατάσταση των παλαιών. Το νέο στα ἐλληνιστικὰ αὐτόματα ἐγκτεται, κατὰ τον Ήρωνα, στην τεχνολογικὴ ἀριότητα και σιγουριά, τὴν ποικιλία και πολυπλοκότητα των κινήσεων, τὴ χάρη και τὴν ὁμορφιά.

- 2.12 *δεῖ δὲ τὰς τῶν ἀρχαίων ἐκφυγεῖν διαθέσεις, ὅπως καινότερον τὸ κατασκευάσμα φαίνεται / πρέπει να ἀποφεύγουμε τις παραστάσεις των ἀρχαίων, για να φαίνεται πιο καινούργιο το κατασκευάσμα*

- 5.2 *ἡμεῖς δὲ ὑποδείξομεν, ὡς ἔστι τὴν πορείαν γίνεσθαι εὐκόπως τε καὶ ἀκινδύνως καὶ ὡς τὸ πλινθίον κατὰ κύκλου φαίρεσθαι καὶ ἐν παραλληλογράμμῳ ὀρθογωνίῳ / ἡμεῖς θὰ δείξομε ὁμῶς (σε αντιπαράθεση με τις παλαιότερες μεθόδους), πῶς μπορεί εύκολα και ακίνδυνα να γίνει η ευθύγραμμη μετάβαση, κι ακόμα πῶς μπορεί το πλαίσιο να κινείται πάνω σε κύκλο ή και σε ορθογώνιο παραλληλόγραμμο*
- 20.1 *εὐκόπως καὶ ἀκινδύνως καὶ ξένως παρὰ τὰ πρὸ ἡμῶν ἀναγεγραμμένα κατακεχωρίκαμεν / τα παρουσιάσαμε με τρόπο εύκολο, ακίνδυνο και διαφορετικό απ' ὅσα έχουν γραφεί πριν από μας*
- 20.1 *περὶ τῶν στατῶν αὐτομάτων βουλόμεθα γράφειν καινότερόν τι / για τα σταθερά αυτόματα θέλουμε να γράψουμε κάτι πιο σύγχρονο, πιο καινοτόμο*
- 20.2 *δυνατὸν ἦν χωρὶς μηχανῆς φανῆναι Ἀθηναῖν ὑπὸ τὸν πίνακα / είναι δυνατόν χωρίς μηχανή να εμφανιστεῖ η Αθηναία στη σκηνή*
- 20.4 *δυνατὸν ἔστιν σφαιρία ἐμπίπτοντα διφθέρα ἐξηπλωμένη τὸν ἦχον τῆς βροντῆς ἀποδίδοναι / είναι δυνατόν σφαιρίδια που πέφτουν πάνω σε ένα τεντωμένο δέρμα να αποδίδουν τον ήχο της βροντής*
- 22.2 *οἱ καθ' ἡμᾶς μύθους ἐμβεβλήκασιν ἀστείουσ καὶ κινήσει κέχρηται πολλαῖς καὶ ἀνομοίαις / οι σύγχρονοί μας αυτοματοποιοί ανεβάζουν μύθους ευχάριστους και χρησιμοποιούν κινήσεις πολλές και ανόμοιες*
- 17 Η κάλυψη των σχοινιών
- 18 Ο πολλαπλασιασμός των στροφών κατά την μετάδοση της κίνησης
- 19 Ανεξάρτητοι μηχανισμοί κίνησης

5. Κριτική στους παλαιότερους

Το ελληνικό πνεύμα της αναγνώρισης, μελέτης και αποδοχής των παλαιότερων, παράλληλα με τη συμπλήρωση, την κριτική, τη διόρθωση του έργου τους, εκφράζει ο Ήρωνας σε περισσότερες αναφορές του ενώ ονομαστικά αναφέρεται στον Φίλωνα τον Βυζάντιο.

- 5.1 *οἱ μὲν πρὸ ἡμῶν τὴν ὁδὸν τῆς πορείας παρέδωκαν ἡμῖν καὶ ταύτην κακοπαθῆ τε καὶ ἐπικίνδυνον / οι προγενέστεροι μηχανικοί μάς παρέδωσαν την ευθύγραμμη κίνηση μετάβασης του αυτομάτου, και αυτή μάλιστα κακότεχνη και επικίνδυνη*
- 5.2 *ὑπὸ Φίλωνος τοῦ Βυζαντίου πολλαὶ διαθέσεις οὐ φαύλως οἰκονομούμεναι, πλὴν τῆς μηχανῆς τῆς περὶ τὴν Ἀθηναῖν, ἐργωδέστερον πως τὴν κατασκευὴν ἐποίησατο / από τον Φίλωνα τον Βυζάντιο έγιναν πολλές σκηνές, όλες με ευχέρεια κατασκευασμένες, εκτός από εκείνη τη μηχανή της Αθηναίας, που ο Φίλωνας κατασκεύασε με πολύπλοκο τρόπο*
- 5.3 *Φίλων ὑποσχόμενος κεραυνὸν πεσεῖν καὶ βροντῆς ἦχον γενέσθαι οὐ κατεχώρισε / ο Φίλωνας υποσχέθηκε ότι θα κάνει κεραυνό να πέφτει και θα προκαλέσει ήχο βροντής, ὁμῶς πουθενά δεν ἔγραψε γι' αυτά*
- 20.5 *τῶν λοιπῶν ἐν τάξει καὶ εὐμεθόδως ὑπὸ τοῦ Φίλωνος ἀναγεγραμμένων / τα υπόλοιπα έχουν γραφεί με τάξη και μεθοδικότητα από τον Φίλωνα*

- 20.5 *οὕτως νομίζομεν τοὺς ἐντυγχάνοντα τῆς μεγίστης ἀφελείας τυγχάνειν, ὅταν τὰ μὲν καλῶς ὑπὸ τῶν ἀρχαίων εἰρημένα παρατιθῆται αὐτοῖς, τὰ δὲ παραθεωρηθέντα ἢ διορθώσεως τυχόντα καταχωρίζηται / ἔτσι νομίζουμε ὅτι ωφελούνται περισσότερο οι σύγχρονοι μελετητές, ὅταν τους παραθέτουμε μὲν ὅσα σωστά ἔχουν πει οι ἀρχαίοι, τους ἀναφέρουμε ὁμῶς και εκείνα που ἔχουν παραβλεφθεῖ ἢ διορθωθεῖ*
- 22.1 *οἱ μὲν ἀρχαῖοι κέχρηται ἀπλῆ τινι διαθέσει / οι ἀρχαίοι χρησιμοποιοῦν μίαν ἀπλὴ ὑπόθεση*

6. Δημόσιοι διαγωνισμοί

Αναφορές σχετικές με την άμιλλα, το συναγωνισμό των μηχανικών που κατασκευάζουν αυτόματα, την επιδίωξή τους να κατασκευάσουν το καλύτερο, το πιο ευχάριστο, το πιο χαριτωμένο αυτόματο σε σύγκριση με τα άλλα, οδηγούν στο συμπέρασμα ὅτι τα αυτόματα παρουσιάζονταν δημόσια και υπόκεινταν στην κρίση των θεατῶν ὅπως και οι θεατρικές παραστάσεις κατά τους θεατρικούς διαγωνισμούς. Η άμιλλα αυτή μπορεί βέβαια να ερμηνευθεῖ και σαν ἓνα εἶδος τελικῶν εξετάσεων των τελειόφοιτων σπουδαστῶν της αυτοματοποιητικῆς

- 2.12 *βέλτιον δ' ἐν τούτοις ἀναστρέψει ὁ χαριεστέρων ἐπινοῶν διάθεσιν / καλύτερα απ' ὅλους θα το πετύχει εκείνος που θα βρει την πιο ὁμορφη παράσταση*
- 4.3 *καὶ οὕτως τέλος ἔξει ἢ ἐπίδειξις / και ἔτσι θα τελειώσει η επίδειξη*
- 21.2 *χαριέστατος δὲ τῶν μεταχειριζομένων ὁ γλαφυρωτάτην διάθεσιν ἐπινοῶν / κι ὁποῖος ἐπινοήσει τη γλαφυρότερη παράσταση, αὐτός, ἀπὸ ὅλους ὅσοι καταγίνονται με τα αυτόματα, θα ἀναδειχθεῖ ὁ καλύτερος*

7. Μηχανές ὁμοιες με την πραγματικότητα

Η αναζήτηση της ομοιότητας των τεχνικῶν ἐπιτευγμάτων με την ἀλήθεια και την πραγματικότητα, και παράλληλα η ἀντληση γνώσης ἀπὸ την πραγματικότητα, η δημιουργία τεχνικῶν ἔργων που να μην ἀπομακρύνονται ἀπ' αὐτήν, ἀποτελοῦν στόχο του Ήρωνα του Αλεξανδρινού. Το τεχνικό ὄραμα της δημιουργίας αυτομάτων που να μοιάζουν ἀληθινά, φυσικά και ἔμφυχα, συνοδεύεται ἀπὸ την ρεαλιστικὴ ἀντίληψη στην τέχνη, ὅπου υπέρτατο κριτήριο ομορφιάς είναι η ἀλήθεια.

- 1.5 *ζῳδία ἐργαζόμενα, ψόφον ποιῶντα καθάπερ ἐπὶ τῆς ἀληθείας / μορφές που ἐργάζονται και προκαλοῦν κρότο σαν τον ἀληθινὸ*
- 22.4 *καὶ ψόφον ἐποίουν πολύν, καθάπερ ἂν ἐπὶ τῆς ἀληθείας γίνοντο / κι ἔκαναν θόρυβο πολὺ, σαν να γινόταν ὅλα στην πραγματικότητα*
- 22.5 *δελφίνες εἰς τὴν θάλατταν καταδυόμενοι καθάπερ ἐπὶ τῆς ἀληθείας / δελφίνια βουτούσαν στη θάλασσα σαν να ἦταν ἀληθινά*

8. Από μηχανής μορφές

Όπως και στις αρχαίες θεατρικές παραστάσεις υπήρχαν μηχανισμοί που παρουσίαζαν μετέωρους τους «από μηχανής» θεούς, έτσι και στα αυτόματα θέατρα επιδιώκει ο Ήρωνας να κατασκευάσει μηχανές που να παρουσιάζουν στη σκηνή αυτόματες μορφές που προηγουμένως δε φαίνονταν. Από τη σχετική κριτική του προς τον Φίλωνα συμπεραίνουμε ότι ο Ήρωνας δίνει στις μηχανές αυτές ιδιαίτερη βαρύτητα και τις θεωρεί ίσως το πιο εντυπωσιακό στοιχείο της παράστασης.

- 1.6 *δύνανται ζώδια ἐπιφαίνεσθαι πρότερον μὴ φαινόμενα καὶ πάλιν ἀφανίζεσθαι* / είναι δυνατόν να εμφανίζονται μορφές που προηγουμένως δεν φαίνονταν και να εξαφανίζονται πάλι
- 20.2 *τῆς περὶ τὴν Ἀθηναίων μηχανῆς* / η μηχανή της Αθηνᾶς
- 20.2 *δυνατὸν ἢ χωρὶς μηχανῆς φανῆναι αὐτήν* / είναι δυνατόν χωρίς μηχανή να εμφανιστεί η Αθηνᾶ
- 21.2 *καὶ ἐκτὸς τῶν πινάκων μηχανὰς αἰρομένας φαίνεσθαι καὶ περιεργόμενες* / και έξω από τις σκηνές παρουσιάζονται αιωρούμενες και περιεργόμενες μηχανές

9. Αυτόματες κινήσεις

Μετά την περιγραφή της κατασκευής κάθε μηχανισμού, ασχολείται ο Ήρωνας με τον τρόπο που επιτυγχάνεται η αυτόματη κίνησή του. Το αυτόματο ολόκληρο αποτελείται από επιμέρους αυτόματα όργανα, αυτόματα κινούμενα μέλη. Κύριο μέλημα του Ήρωνα είναι η αυτοματοποιητική, η τέχνη της κατασκευής των αυτόματων αυτών μηχανισμών.

- 1.2 *κατασκευάζονται ναοὶ αὐτόματοί τε προσαγόμενοι* / κατασκευάζονται ναοὶ που μετακινούνται αυτόματα
- 1.2 *καὶ τῶν ζωδίων ἕκαστον ἰδίᾳ κινεῖται* / και οι μορφές κινούνται όλες από μόνες τους
- 1.4 *αἱ θύραι αὐτόματοι ἀνοίγονται* / οι πόρτες ανοίγουν αυτόματα *καὶ μετ' οὐ πολὺν χρόνον κλεισθειῶν τῶν θυρῶν πάλιν αὐτομάτως καὶ ἀνοιχθειῶν* / και μετά από λίγο κλείνουν και ανοίγουν πάλι αυτόματα οι πόρτες
- 1.5 *καὶ τῶν φαινομένων ζωδίων ἐν ἕκαστον ἐν κινήσει δύναται φαίνεσθαι* / και οι ζωγραφισμένες μορφές μπορούν όλες να φαίνεται ότι κινούνται
- 1.6 *ὡς ἂν τις ἔληται δυνατόν ἐστὶ κινεῖν μηδενὸς προσιόντος τοῖς ζωδίοις* / είναι δυνατόν να προκαλέσει κανείς οποιαδήποτε κίνηση επιθυμεί χωρίς να πλησιάσει τις μορφές
- 10.3 *ἵνα αὐτόματον τοῦτο γίνηται (τοὺς τροχοὺς μετεωρίζεσθαι τε καὶ ταπεινοῦσθαι ἐναλλάξ)* / για να γίνεται αυτό αυτόματα (να ανεβαίνουν και να κατεβαίνουν διαδοχικά οι τροχοί)

13.8 *ἵνα αὐτόματον τοῦτο γίνηται (ἐκ τοῦ θύσου γάλα ἀναπιτυσθῆναι, ἐκ δὲ τοῦ σκύφους οἴνου)* / για να γίνεται αυτό αυτόματα (να εκτινάσσεται γάλα από το ιερό ραβδί και από την κούπα κρασί)

Βλέπε ακόμα: 23.3 και 23.6, 24.3 και 24.5, 25.4, 26.6, 27.4.

10. Χαρακτηριστικά των αυτομάτων

Ποικιλομορφία, πολυπλοκότητα της σύνθεσης, τεχνική αρτιότητα, άποψη λειτουργία, ακρίβεια, λεπτότητα της κατασκευής συνοδεύονται από την έκπληξη, το θαυμασμό, τη χαρά που προκαλούσε η όψη των αυτομάτων στους θεατές τους. Τεχνική και αισθητική είναι τα δύο βασικά χαρακτηριστικά που συμβαδίζουν.

- 1.1 *τῆς αὐτοματοποιητικῆς ἀποδοχῆς ἡξιωμένης διὰ τε τὸ ποικίλον τῆς ἐν αὐτῇ δημιουργίας καὶ διὰ τὸ ἐκπληκτον τῆς θεωρίας* / η αυτοματοποιητική έβρισκε μεγάλη αποδοχή τόσο για την ποικιλομορφία των κατασκευών της όσο και για την έκπληξη που προκαλούσε η όψη τους
- 1.7 *διὰ τὸ ἐκπληκτον τῆς θεωρίας* / για την έκπληξη που προκαλούσε η όψη τους
- 1.7 *ἔστι δὲ ἡ τῶν στατῶν αὐτομάτων ἐνέργεια ἀσφαλεστέρα τε καὶ ἀκινδυνότερα καὶ μᾶλλον πᾶσαν ἐπιδεχομένη διάθεσιν τῶν ὑπαγόντων* / η λειτουργία των σταθερών αυτομάτων είναι ασφαλέστερη, πιο ακίνδυνη και ικανή να παρουσιάσει περισσότερες παραστάσεις απ' ό,τι τα κινητά αυτόματα
- 1.8 *ποικίλη διάθεσις* / πολύπλοκη διάταξη
- 2.12 *χαριεστέρα διάθεσις* / η πιο χαριτωμένη παράσταση
- 4.4 *τοῖς δὲ εἰρημένοις μέτροις ἐχρησάμεθα ἀναγκαίως, μειζόνων γὰρ γενηθέντων ὑπόνοιαν ἔξει τὸ δράμα ὡς ἐντὸς τίνος ταῦτα δημιουργοῦντος* / αναγκαστικά χρησιμοποιήσαμε τις διαστάσεις που αναφέραμε, γιατί αν τα αυτόματα γίνουν μεγαλύτερα, το θέαμα θα προκαλέσει την υποψία ότι όλες αυτές τις κινήσεις τις κάνει κάποιος που βρίσκεται μέσα σ' αυτό
- 21.2 *γλαφυρωτάτη διάθεσις* / η γλαφυρότερη παράσταση
- 22.2 *μύθους ἀστείους* / ευχάριστους μύθους

11. Πρωτότυπα σχέδια

Ρητά επιβεβαιώνει ο Ήρωνας ότι το πρωτότυπο κείμενο συνοδευόταν από χειρόγραφα, ζωγραφισμένα σχέδια, που αποτελούσαν αναπόσπαστο τμήμα του κειμένου, απόλυτα αναγκαίο για την κατανόηση και την παρουσίασή του. Τα σχέδια αυτά πρέπει να είχαν και εκπαιδευτική αποστολή, να τα χρησιμοποιούσε δηλαδή ο Ήρωνας κατά τη διδασκαλία των αυτομάτων.

24.2 *ὡς γέγραπται* / ὅπως είναι ζωγραφισμένο, ὅπως φαίνεται στο σχέδιο
 27.2 *καθάπερ τὸ ὑπογεγραμμένον* / ὅπως αὐτὸ που σχεδιάζουμε παρακάτω

12. Διδασκαλία των αυτομάτων

Ο ἴδιος ο χαρακτήρας της Αυτοματοποιητικής του, ἀλλὰ καὶ ἡ ρητὴ ἀναφορά στον ὄρο διδασκαλία γιὰ τὴν ἐκλογή τῆς κατάλληλης θεατρικῆς παράστασης, μας ἐπιτρέπουν νὰ συμπεράνουμε ὅτι ὁ Ἦρωνας εἶχε κατ' ἐξοχὴν ἐκπαιδευτικὴ ἀποστολή, καὶ ὅτι ἡ θεωρία καὶ ἡ τεχνικὴ τῶν αυτομάτων ἦταν ἀντικείμενο διδασκαλίας στο ἀλεξανδρινὸ Μουσεῖο ἢ σὲ ἰδιαίτερο Τεχνολογικὸ Ἐκπαιδευτήριον.

20.1 *πρὸς διδασκαλίαν ἀρμόζον* / κατάλληλο γιὰ διδασκαλία

13. Θεωρητικές αναζητήσεις

Ὅχι μόνον ἀπὸ τὴν ἐνασχόλησή του με τὰ ἐφαρμοσμένα μαθηματικὰ ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὸ θεωρητικὸ, ἐπιστημονικὸ τρόπο ἐξέτασης τῶν μηχανικῶν προβλημάτων συμπεραίνουμε γιὰ τὴν ἀρτία θεωρητικὴ κατάρτιση τοῦ Ἦρωνα. Ὁ τεχνολόγος μηχανικὸς Ἦρωνας δίνει γεωμετρικὴ, μαθηματικὴ ἐρμηνεία τοῦ μηχανισμοῦ κυκλικῆς κίνησης καὶ προσπαθεῖ νὰ ἐξηγήσει στερεομετρικὰ τὴν περιστροφή ἐνὸς κώνου γύρω ἀπὸ τὴν ἀκίνητη κορυφὴ του.

- 7.1 *ἔστω γὰρ κύκλος, οὗ κέντρον τὸ Δ...* / ἀς θεωρήσουμε ἕναν κύκλο με κέντρο Δ...
- 8.1 *ἐὰν κῶνος κυλίηται, ἡ βᾶσις αὐτοῦ γράψει κύκλον, ἡ δὲ κορυφὴ αὐτοῦ μένει ἀκίνητος...* / ὅταν ἕνας κώνος κυλά, ἡ βᾶσις του διαγράφει κύκλο, ἐνῶ ἡ κορυφὴ του μένει ἀκίνητη...

14. Αναφορές στο πείραμα καὶ τὴν πράξη

Πλᾶι στις θεωρητικὲς ἀναζητήσεις του, ὁ Ἦρωνας καταφεύγει συχνά στην πείρα, τὴν ἐμπειρία καὶ τὸ πείραμα, ἀναφέρεται στους πεπειραμένους καὶ ἀφήνει τὴν πράξη νὰ ἀπαντήσῃ σὲ ὅσα ἀδυνατεῖ ἡ θεωρία. Το ἀλεξανδρινὸ τεχνικὸ πνεῦμα συνδυάζει τὴ θεωρητικὴ καὶ τὴν ἐμπειρικὴ ἀντιμετώπιση τῶν πρακτικῶν προβλημάτων.

- 11.6 *ἐξ αὐτῆς τῆς πείρας* / ἀπὸ τὴν ἴδια τὴν πράξη, με τὴν πείρα, με τὸ πείραμα (ἐπιλέγουμε τὸ μήκος τῶν σχοινιῶν γιὰ τὴν ἐλικοειδῆ κίνηση τοῦ κινητοῦ αυτομάτου)
- 5.1 καὶ 20.1 *οἱ πεπειραμένοι* / ὅσοι ἔχουν ἀποκτήσῃ πείρα, ἔχουν πειραματιστεῖ, ἔχουν δοκιμάσῃ (μεθόδους κατασκευῆς τῶν αυτομάτων)
- 25.5 *τὸ πρᾶγμα δείξει* / θα το δείξει ἡ πράξη, θα φανεῖ ἀπὸ τὰ πράγματα (σὲ πόση ἀπόσταση ἀπὸ τὴ σκηνὴ θα στερεωθοῦν τὰ σκηνικά)

Παράρτημα 3

Χειρόγραφα, ἐκδόσεις τῆς Αυτοματοποιητικῆς καὶ Βιβλιογραφία

1. Τα χειρόγραφα τῆς Αυτοματοποιητικῆς
2. Οἱ πρώτες ἐκδόσεις τῆς Αυτοματοποιητικῆς
3. Σχετικὴ με τὰ ἀρχαῖα αὐτόματα βιβλιογραφία

1. Τα χειρόγραφα της Αυτοματοποιητικής

Τα ελληνικά χειρόγραφα της Αυτοματοποιητικής φέρουν δύο τίτλους: Τα μεν «Περὶ Αὐτοματοποιητικῶν», που περιλαμβάνουν τα Οργανοποιικά, τα Βελοποιικά, τα Πνευματικά, την Αυτοματοποιητική κ.ά., και τα δε «Περὶ Αὐτοματοποιητικῆς», που περιέχουν αποκλειστικά την τέχνη της κατασκευῆς των αυτόματων θεάτρων. Πρόκειται συνολικά για 30 τουλάχιστον χειρόγραφα, από τα οποία σημειώνουμε επιλεκτικά τα παρακάτω:

1. A-Marcianus 516 s. XIII (~1300)
2. Argentoratensis CIII 6, s. XVI
3. Ambrosianus C266 inf. s. XVI
4. Baroccianus 169, s. XV
5. Riccardianus 47, s. XVI
6. G-Gudianus 19, s. XVI
7. Parisinus 2520, s. XVI
8. Leidensis, Nr.4, s. XVI (1578)
9. Magliabechianus II, III 36, s. XVI
10. T-Taurinensis B, V, 20 (1541)
11. Berolinensis 144, s. XVI (1541)
12. Monacensis gr. 431, s. XVI

2. Οι πρώτες εκδόσεις της Αυτοματοποιητικής

1. Πρώτη ιταλική έκδοση, που περιείχε μόνο την ιταλική μετάφραση και ανακατασκευασμένα σχέδια:
Bernardino Baldi, *Di Herone Alessandrino degli Automati overo machine se moventi*, Venetia, 1589.

Το ελληνικό κείμενο περιέχεται στις παρακάτω γαλλικές εκδόσεις και συνοδεύεται με τις αντίστοιχες γαλλικές μεταφράσεις:

2. *Veterum Mathematicorum opera*, Parisi, 1693.
3. V. Prou, *Les Théâtres d'automates en Grèce au IIe siècle avant l'ère chrétienne d'après les Αὐτοματοποιικά d'Héron d'Alexandrie*, 1884.

Το ελληνικό κείμενο με γερμανική μετάφραση και νέα σχέδια υπάρχει, τέλος, στη γερμανική έκδοση:

4. Wilhelm Schmidt, *Heron von Alexandria, Druckwerke und Automaten theater*, Teubner, Leipzig, 1899.

3. Σχετική με τα αρχαία αυτόματα βιβλιογραφία

1. W. Schmidt, *Heron Alexandrinus, opera I-V*, Bibliotheca scriptorum graecorum et romanum Teubneriana, Teubner, Leipzig 1899, επανέκδοση: Stuttgart, 1976.
2. Carra de Vaux, *Le livre des appareils pneumatiques et des machines hydrauliques par Philon de Bysance*, Paris, 1902.
3. R.S. Brumbaugh, *Ancient greek gadgets and mashines*, T.Y. Crowell comp. 1834, επανέκδοση: New York, 1966.
4. A. Chapuis, E. Droz, *Les Automates, Histoire et technique*, Neuchâtel, 1949.
5. E. Maingot, *Les Automates*, Paris, 1959.
6. Vittorio Somenzi, *La filosofia degli Automi*, Torino 1965.
7. H. Diels, *Antike Technik, Sieben Vorträge 1920-24*, Otto Zeller, Osnabrück, 1965.
8. H. Diels & E. Schram, *Heron's Belopoiika*, Königliche Akademie der Wissenschaften, Berlin, 1918.
9. A.G. Drachmann, *Ktesibios, Philon and Heron, A study in ancient pneumatics*, Acta historica scientiarum naturalium et medicinalium, Copenhagen, 1948.
10. A.G. Drachmann, *The mechanical technology of greek and roman antiquity*, Copenhagen, 1963.
11. Derec de Solla Price, *Gears from the Greeks, The Antikythera mechanism, a calendar computer from ca. 80 B.C.*, N. York, 1975.
12. Otto Mayr, *Zur Frühgeschichte der Technischen Regelungen*, Oldenburg, München, 1969, επανέκδοση: *The Origins of feedback control*, MIT, Massachusetts, 1970.
13. M. Kanzberg - C.W. Purcell, *Technology in western civilization I*, Oxford, 1967.
14. Ders, *Grosse griechische Erfinder*, Zürich, 1967.
15. B. Gille, *Les mécaniciens grecs*, Paris, 1980.
16. Paolo Portoghesi, *Infanzia delle machine*, Introduzione alla tecnica curiosa, Editori Laterza, Milano, 1981.
17. D. Hill, *A history of engineering in classical and medieval times*, London, 1984.
18. Helmuth Schneider, *Das griechische Technikverständnis*, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 1989.
19. Helmuth Schneider, *Einführung in die antike Technikgeschichte*, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 1992.

Καλλιγερόπουλος Δημήτριος
Δρ. Τεχνικών Επιστημών
Διπλ. Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ
Καθ. Τμ. Αυτοματισμού ΤΕΙ Πειραιά
Γλύπτης

Γεννήθηκε στην Αθήνα. Σπούδασε στο ΕΜΠ Μηχανολόγος - Ηλεκτρολόγος. Πραγματοποίησε μεταπτυχιακές σπουδές στη Γερμανία στον τομέα του Αυτομάτου Ελέγχου.

Διδάσκει τώρα στο Τμήμα Αυτοματισμού του ΤΕΙ Πειραιά Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου και Ιστορία της αρχαίας ελληνικής τεχνολογίας και των αυτομάτων.

Δημοσιεύσεις του σε ξένα περιοδικά και συμμετοχές σε διεθνή συνέδρια με θέματα αρχαίας ελληνικής τεχνολογίας αφορούν:

- τα αυτόματα του Ήρωνα
- την τεχνολογία στον αρχαίο ελληνικό μύθο
- την τεχνολογία στον Ηρόδοτο
- τα μεταελληνιστικά και βυζαντινά αυτόματα.

Στα πλαίσια της έκθεσης Ευρωμετρική '93 της ΓΓΕΤ ανέλαβε την κατασκευή ομοιώματος του κινητού αυτομάτου του Ήρωνα και παραγωγή CD Rom κινούμενων σχεδίων με θέμα τα Αυτόματα του Ήρωνα.

Είναι μέλος της Εταιρείας Μελέτης Αρχαίας Ελληνικής Τεχνολογίας.