

## ΑΡΧΑΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ : ΜΙΑ ΕΡΜΗΝΕΥΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ <sup>1</sup>

ΒΑΣΙΛΗΣ ΚΑΡΑΣΜΑΝΗΣ

ΕΠΙΚ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑΣ Ε.Μ.Π., Δ/ΝΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΔΕΛΦΩΝ

Ο τομέας της ιστορίας και φιλοσοφίας της τεχνολογίας δεν αναπτύχθηκε αρκετά παρά μόνο στον εικοστό αιώνα. Ειδικότερα οι ιστορικοί των οικονομικών επιστημών ήταν αυτοί που έδωσαν περισσότερη προσοχή στην ιστορία της τεχνολογίας σε σύγκριση με κάθε άλλη κατηγορία μελετητών, πιθανότατα λόγω του ενδιαφέροντος που έδειξε η μαρξιστική σκέψη για την τεχνολογία αλλά και την επίδραση που άσκησε το βιβλίο του Α. Τοϋνβιτς, *Lectures on the Industrial Revolution in England* (1884).

Η αρχαία ελληνική τεχνολογία είναι ένας πολυσύνθετος αλλά και πολύ ενδιαφέρων τομέας έρευνας, ο οποίος δεν έχει ακόμη αναπτυχθεί πολύ, αλλά που παρ' όλα αυτά έχει προκαλέσει πολλές και συχνά αντιφατικές απόψεις. Σήμερα μας φαίνεται αυτονόητο ότι η τεχνολογία στηρίζεται στην επιστήμη και ότι είναι καθοριστικός παράγων εξέλιξης της κοινωνίας που βοηθά την οικονομική ανάπτυξη και πρόοδο. Δεν πρέπει όμως να γενικεύουμε από μια συγκεκριμένη περίοδο της ανθρώπινης ιστορίας όταν μελετάμε άλλες ιστορικές περιόδους. Πράγματα που φαίνονται αυτονόητα σε εμάς δεν θα ήταν το ίδιο για ανθρώπους άλλων πολιτισμών.

Το ερώτημα για την αρχαία Ελληνική τεχνολογία συχνά τίθεται σε σύγκριση με την τεράστια και μοναδική συμβολή των Ελλήνων στις τέχνες, την φιλοσοφία, την πολιτική, τις επιστήμες κλπ. Έτσι υπάρχει μια γενική τάση ανάμεσα στους ιστορικούς της τεχνολογίας αλλά και αυτούς της αρχαίας εποχής να υποτιμούν την πρωτοτυπία και την αποτελεσματικότητα της αρχαίας ελληνικής τεχνολογίας. Για παράδειγμα, οι Forbes και Dijksterhuis<sup>2</sup> λένε ότι «σε αντίθεση με την τομή που παρατηρούμε ανάμεσα στην ελληνική και την προελληνική επιστήμη δεν υπάρχει τέτοιο αντίστοιχο χάσμα σε σχέση με την τεχνολογία. Αυτό δε σημαίνει βέβαια ότι οι Έλληνες και οι Ρωμαίοι δεν συνεισέφεραν πρωτότυπες ιδέες και εφευρέσεις, αλλά ότι απλά στηρίχθηκαν σε μια τεχνολογία περιορισμένη λόγω της χρήσης ανθρώπινης και ζωικής μυικής δύναμης και επομένως αναγκαστικά περιορισμένη σε σχέση με το μέγεθος των μηχανών και τις δυνατότητές της.» Άλλοι προχωρούν πιο πέρα και αρνούνται στους Έλληνες σχεδόν κάθε συνεισφορά στην τεχνολογία. Έτσι οι T.K. Derry και T.I. Williams ισχυρίζονται ότι «όταν οι Έλληνες και στη συνέχεια οι Ρωμαίοι επικράτησαν των αρχαίων πολιτισμών της Μέσης Ανατολής, κληρονόμησαν και οικειοποιήθηκαν πολλά. Αλλά υπήρξαν επίσης πολλά τα οποία κατέστρεψαν και αυτά που επινόησαν στη θέση τους, σπάνια ήταν ανώτερα και συχνά κατώτερα σε σχέση με τις τεχνικές κατακτήσεις προηγούμενων εποχών»<sup>3</sup>. Παρ' όλα αυτά όμως, οι ίδιοι συγγραφείς, μερικές σελίδες παρακάτω επαινούν την εφευρετικότητα αρχαίων Ελλήνων μηχανικών όπως ο Αρχιμήδης, ο Κτησίβιος, ο Φίλων και ο Ήρων. Σύγχρονοι φιλόσοφοι όπως ο Mario Bunge και ο Ortega y Gasset<sup>4</sup> διακρίνουν ανάμεσα σε προβιομηχανική και σύγχρονη τεχνολογία με την έννοια ότι η πρώτη ήταν μια τεχνολογία του τεχνίτη βασισμένη στην εμπειρία και σε παραδοσιακούς κανόνες, ενώ η δεύτερη είναι ένα σύστημα ορθολογικών κανόνων βασισμένων στην επιστήμη. Αλλά οι εφευρέσεις του Αρχιμήδη και άλλων επιστημόνων - μηχανικών της ελληνιστικής και ρωμαϊκής περιόδου δείχνουν μια θετική σχέση ανάμεσα σε επιστήμη και τεχνολογία. Επιπλέον τόσο ο Πλάτων (*Φίλητος*, 55c-65c) όσο και ο Αριστοτέλης (*Μεταφυσικά*, 980b27-981b5) αναγνωρίζουν ένα είδος 'τέχνης' βασισμένης στη γνώση και την επιστήμη.

Γιατί λοιπόν οι αρχαίοι Έλληνες δεν ανέπτυξαν μια τεχνολογία αντίστοιχη με τη σημερινή; Γιατί η βιομηχανική επανάσταση καθυστέρησε δεκαπέντε τουλάχιστον αιώνες; Αυτά είναι τα ερωτήματα που ο Jack Ellul, ο Alexander Koyné και άλλοι

μελετητές διατυπώνουν<sup>5</sup>. Η απάντηση του Ellul είναι ότι οι Έλληνες δεν θέλησαν. Είχαν μια αντίληψη για τη ζωή που υποτιμούσε τα υλικά αγαθά, τη χειρωνακτική εργασία και την τεχνική και θεωρούσαν το στοχασμό και τη νοητική δραστηριότητα ως τον βασικό σκοπό της ζωής. Αυτή η αντίληψη για τη ζωή «ήταν το κορύφωμα ενός πολιτισμού του πνεύματος». Παρ' όλα αυτά όμως, έχουμε αφθονία μαρτυριών για την μεγάλη εκτίμηση που έδειξε η ελληνική κοινωνία για τεχνικές και εφευρέτες κυρίως στην προκλασική αλλά και στην ελληνιστική εποχή.

Ο Κογρέ πιστεύει ότι, μεταξύ άλλων λόγων, οι Έλληνες δεν δημιούργησαν “αληθινή” τεχνολογία επειδή δεν ανέπτυξαν φυσική επιστήμη με τη σύγχρονη έννοια του όρου, δηλ. μια φυσική επιστήμη ικανή να εφαρμόσει στην έρευνα των φυσικών φαινομένων αυστηρές μαθηματικές μεθόδους. Η φύση εθεωρείτο από τους Έλληνες ο κόσμος του “γίγνεσθαι” του “λίγο ή πολύ” και επομένως η γνώση της ήταν αδύνατη. Μια παραλλαγή αυτής της άποψης διατυπώθηκε από τον J.G. Landels. Σύμφωνα με αυτόν οι Έλληνες έδειξαν «μια συμπάθεια προς τη σταθερότητα, ηρεμία και μονιμότητα, και μια αντίστοιχη απέχθεια, σχεδόν έλλειψη εμπιστοσύνης, προς την μεταβολή, την κίνηση και αυτό που αποκαλούσαν “γένεση και φθορά”. ... Οτιδήποτε και αν ήταν αυτό, είχε σαν αποτέλεσμα ότι η κατανόησή τους των στατικών συνθηκών (π.χ. υδροστατική, ή μηχανικά προβλήματα που δεν περιλαμβάνουν κίνηση) ήταν πολύ ακριβής, ενώ οι ιδέες τους για τη δυναμική και τη βαλλιστική ήταν περιέργως ατελής και ανακριβής»<sup>6</sup>. Με άλλα λόγια, σύμφωνα με αυτούς τους συγγραφείς, η υπανάπτυξη της αρχαίας ελληνικής τεχνολογίας οφείλεται όχι στο ότι ήταν αποχωρισμένη με την επιστήμη, αλλά στην ίδια τη φύση της ελληνικής επιστήμης. Μια απάντηση στον Κογρέ θα ήταν ότι παρ' όλο που η φύση πράγματι εθεωρείτο ως ο κόσμος του γίγνεσθαι, το συμπέρασμα του ότι η γνώση της φύσης ήταν αδύνατη δεν είναι έγκυρο, με πιθανή ίσως εξαίρεση την πλατωνική παράδοση<sup>7</sup>. Ο Αρχιμήδης είναι ακριβώς η περίπτωση ενός επιστήμονα ο οποίος ερεύνησε τα φυσικά φαινόμενα εφαρμόζοντας αυστηρές μαθηματικές μεθόδους. Ο Landels είναι πιο κοντά στην αλήθεια, αλλά ακόμα και στην περίπτωση της δυναμικής και της κίνησης βρίσκουμε στην αρχαιότητα σημαντικές έρευνες και εξελίξεις κυρίως από τον Σιράωνα τον Λαμψακινό, διάδοχο του Θεόφραστου στην ηγεσία του Λυκείου<sup>8</sup>. Ο Σιράων ασχολήθηκε με τη φυσική χρησιμοποιώντας συστηματικά πειραματικές μεθόδους. Εγκατέλειψε την αριστοτελική θέση κατά της ύπαρξης κενού και διατύπωσε μια θεωρία όπου το κενό υπάρχει, αλλά μόνο ανάμεσα στα μικρά σωματίδια της ύλης. Γνώριζε ότι η κίνηση σώματος σε ελεύθερη πτώση είναι επιταχυνόμενη και προσπάθησε να την εξηγήσει στο βιβλίο του *Περί κινήσεως* όπου και απορρίπτει την αριστοτελική διάκριση μεταξύ βαρέων και ελαφρών σωμάτων. Παρόμοιες ιδέες φαίνεται να διατύπωσε και ο αστρονόμος Ίππαρχος στο έργο του *Περί των διά βάρους κάτω φερομένων*<sup>9</sup>.

Ανεξάρτητα από τις διαφορές τους στις κρίσεις τους για την ελληνική τεχνολογία, οι μελετητές συμφωνούν σε ένα πράγμα: ότι μπορούσε να είχε προχωρήσει καλλίτερα. Υπάρχει μια αίσθηση ότι οι Έλληνες είχαν τις δυνατότητες να αναπτύξουν μια πιο εξελιγμένη τεχνολογία, αλλά αυτό δε συνέβη. Αυτός είναι ο βασικός λόγος που όλα τα παραπάνω ερωτήματα διατυπώνονται για την ελληνική και ρωμαϊκή τεχνολογία και όχι γι' αυτήν των Αιγυπτίων, των Βαβυλωνίων ή του πρώιμου Μεσαίωνα. Μπορούμε να ταξινομήσουμε τις απαντήσεις που έχουν δοθεί στο παραπάνω ερώτημα σε έξι κατηγορίες: 1) Η τεχνολογική ερμηνεία που εξηγεί την “καθυστέρηση” της ελληνικής τεχνολογίας μέσω της τεχνολογίας. Οι Έλληνες δεν προχώρησαν σε μια ταχεία τεχνολογική πρόοδο λόγω του πρωτογονισμού της υπάρχουσας τότε τεχνολογίας<sup>10</sup>. Ή γιατί δεν κατάφεραν να πετύχουν μερικές καθοριστικές εφευρέσεις που θα τους επέτρεπαν μεγαλύτερη ανάπτυξη της τεχνολογίας τους<sup>11</sup>. Τέτοιες όμως εξηγήσεις έχουν τον κίνδυνο να θεωρηθούν κυκλικές. 2) Η ερμηνεία μέσω της επιστήμης, που έχει τρεις υποπεριπτώσεις που ήδη τις έθιξα: α) μη σύνδεση επιστήμης και τεχνολογίας, β) δεν υπήρξε ανεπτυγμένη φυσική επιστήμη στον αρχαίο κόσμο, γ) οι Έλληνες δεν ανέπτυξαν τον κλάδο της δυναμικής και μια σωστή θεωρία κίνησης. 3) Η ερμηνεία των πρώτων υλών και πηγών ενέργειας, σύμφωνα με την οποία ο ελληνορωμαϊκός κόσμος υπέφερε από σοβαρή έλλειψη πρώτων υλών και πηγών ενέργειας αναγκαίων για μια ουσιαστική

τεχνική ανάπτυξη<sup>12</sup>. 4) Η κοινωνικοοικονομική εξήγηση που μπορεί επίσης να χωριστεί σε πολλές περιπτώσεις. Μελετητές που εξετάζουν την αρχαία τεχνολογία κάτω από κοινωνικοοικονομικούς όρους δίνουν συνήθως προσοχή όχι στην τεχνολογία εν γένει αλλά σε τεχνολογίες εξοικονόμησης εργασίας ή αυτές που συνδέονται με την παραγωγή<sup>13</sup>. Ελέχθη ότι η δουλεία ήταν το βασικό εμπόδιο για την ανάπτυξη της τεχνολογίας στην κλασική αρχαιότητα<sup>14</sup>, ή γενικότερα η αφθονία εξαρτημένης εργασίας<sup>15</sup>, και η έλλειψη επενδύσεων (δημόσιων ή ιδιωτικών) για την τεχνολογία και την αύξηση της παραγωγικότητας<sup>16</sup>. 5) Η πολιτισμική ερμηνεία, σύμφωνα με την οποία το ιδεώδες των Ελλήνων ήταν η σχολή<sup>17</sup> και έτσι ανέπτυξαν μια νοοτροπία που υποτιμούσε την εργασία, τις τέχνες και την εφαρμοσμένη επιστήμη εις όφελος ενός θεωρητικού ιδεώδους<sup>18</sup>. 6) Η πολιτική ερμηνεία, κατά την οποία οι πολιτικές δομές των αρχαίων κρατών και κυρίως των ελληνοιστικών βασιλείων και αυτοκρατοριών προώθησαν μια συγκεντρωτική οικονομία που δεν ευνόησε ιδιωτικές επενδύσεις και ανάπτυξη της παραγωγικότητας<sup>19</sup>.

Βέβαια αυτές οι ερμηνείες δεν αλληλοαποκλείονται και οι περισσότεροι μελετητές δέχονται μερικές από αυτές ταυτόχρονα. Εύκολα βλέπουμε ότι για όλες τις εξηγήσεις που δίδονται περί της τεχνολογικής αδυναμίας των Ελλήνων, μπορούμε εύκολα να βρούμε αντιπαραδείγματα, και ότι πολλές από τις απόψεις για την ελληνική τεχνολογία αντιφάσκουν με άλλες. Είναι λοιπόν πολύ πιθανό να μην μπορούμε να βρούμε μια επαρκή εξήγηση για το φαινόμενο της ελληνικής τεχνολογίας στο σύνολό της. Πάντως ένα κοινό λάθος των μελετητών είναι ότι θεωρούν τους οκτώ και πλέον αιώνες ελληνικού πολιτισμού ως μια περίοδο με λίγο - πολύ παρόμοιες κοινωνικοοικονομικές και πολιτισμικές συνθήκες. Κάτι τέτοιο όμως προφανώς δεν είναι σωστό.

Αυτό που σκοπεύω να κάνω είναι να δω την αρχαία ελληνική τεχνολογία, όχι ανεξάρτητα αλλά σε σχέση με την επιστήμη, την οικονομία και πολιτισμικά στοιχεία της εποχής, επικεντρώνοντας την προσοχή μου στο ιδεώδες για τον άνθρωπο και τις αξίες των αρχαίων Ελλήνων σε σχέση με την εργασία, τις τεχνικές και την επιστήμη. Πιστεύω ότι θα μου είναι εύκολο να δειξω ότι η αλληλεπίδραση αυτών των παραγόντων θα μας οδηγήσει να διακρίνουμε, σε σχέση με την τεχνολογία, τρεις διαφορετικές περιόδους της αρχαίας ιστορίας, με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Αυτές οι περίοδοι είναι η προκλασική, η κλασική και η ελληνοιστική. Σ' αυτές τις περιόδους, οι παραπάνω παράγοντες βρίσκονται σε διαφορετικές σχέσεις μεταξύ τους και δημιουργούν διαφορετικά κοινωνικά μοντέλλα όπου η τεχνολογία έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά. Μ' αυτό τον τρόπο δεν είναι δυνατόν να κάνουμε γενικές κρίσεις για την ελληνική τεχνολογία, αλλά μόνο σε αναφορά με κάποια συγκεκριμένη περίοδο.

A. Στην προκλασική περίοδο εύκολα παρατηρούμε μια μεγάλη ανάπτυξη της τεχνολογίας. Ήδη από το 600 π.Χ. οι Έλληνες τεχνικοί ξεπέρασαν σε θέματα ποιότητας και γούστου τους ανατολικούς λαούς. Ανέπτυξαν εμπόριο με τα περισσότερα μέρη της Μεσογείου και της Μαύρης Θάλασσας. Τεράστια βιομηχανική ανάπτυξη χρειάστηκε για να παραγάγουν τα προϊόντα που εξήγαγαν: Μεταλλικά αντικείμενα, υφάσματα, αγγεία, λάδι και κρασί. Πίσω από αυτή την οικονομική δραστηριότητα υπήρξε ένας αριθμός τεχνολογικών καινοτομιών που οφείλεται καθαρά στους Έλληνες. Η βελτίωση του αγγειοπλαστικού τροχού με χερούλι, η μέθοδος γυαλίσματος του πηλού, η νέα διαδικασία παραγωγής των αντιθετικών χρωμάτων κόκκινο και μαύρο, η βελτίωση της καμίνου ώστε να επιτυγχάνονται θερμοκρασίες μέχρι και 1000°C προκάλεσαν πραγματική επανάσταση στην αγγειοπλαστική. Παρόμοιες εξελίξεις έχουμε στην ναυπηγική και τη μεταλλουργία<sup>20</sup>. Το πιο ενδιαφέρον γεγονός είναι ότι μια ολόκληρη σειρά ονομάτων εφευρετών από αυτή την πρώιμη περίοδο διασώζονται<sup>21</sup>. Πέρα από τα ημι - μυθικά ονόματα των Παλαμήδη, Δαίδαλου και Ανάχαρσι (βελτίωση της άγκυρας και του αγγειοπλαστικού τροχού) ακούμε για τους Αμεινοκλή τον Κορίνθιο εφευρέτη της τριήρης, Ροίκο και Τελεκλή τους Σάμιους (αρχιτέκτονες και μεταλλουργούς), Γλαύκο το Χίο που εφεύρε την τέχνη σκλήρυνσης του σιδήρου, Θεόδωρο το Σάμιο (άνθισε μεταξύ 550 - 30), αρχιτέκτονα, τεχνικό, μεταλλουργό κλπ. που εφεύρε τον τόρνο, διάφορα εργαλεία κατασκευών (μεταξύ των οποίων ίσως τον διαβήτη), μέθοδο στυλβώματος

πολύτιμων πετρών, και έφερε από την Αίγυπτο την τέχνη επεξεργασίας ορειχάλκου. Ο Χερσιφρών της Κνωσσού, αρχικά βοηθός του Θεόδωρου, εφεύρε μέθοδο μετακίνησης τεράστιων λίθων η οποία βελτιώθηκε από το γιο του Μεταγένη. Ο Μανδροκλής ο Σάμιος κατασκεύασε για το βασιλιά Δαρείο, το 514 περίπου, την πρώτη πλωτή γέφυρα από πλοία και έξευξε το Βόσπορο (Ηρόδοτος, IV 88). Φημισμένοι αρχιτέκτονες του έκτου αιώνα ήσαν επίσης οι Αγαμήδης (ναός Απόλλωνος στους Δελφούς περ. 600π.Χ.), Αντιμαχίδης και Αντιστάτης οι Αθηναίοι (ναός Διός στην Αθήνα) και ο Γιτάδας ο Σπαρτιάτης. Η πιο ενδιαφέρουσα όμως περίπτωση είναι αυτή του Ευπαλίνου από τα Μέγαρα που εργάστηκε την περίοδο του τυράννου Πολυκράτη και κατασκεύασε μια σήραγγα υδραγωγείου σε ευθεία γραμμή στη Σάμο. Όταν οι Γερμανοί αρχαιολόγοι έκαναν ανασκαφές στο νησί (1882), ανακάλυψαν τη σήραγγα ακριβώς όπως περιγράφεται από τον Ηρόδοτο (III, 60): ένα χιλιόμετρο μήκος και πάνω από δύο μέτρα ύψος και πλάτος. Αλλά το πιο ενδιαφέρον είναι ότι το σκάψιμο της σήραγγας άρχισε από τα δύο άκρα και οι δύο γαλαρίες συναντήθηκαν στη μέση με ελάχιστη παρέκλιση. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι ο Ευπαλίνος είχε μια καλή γνώση γεωμετρίας της εποχής του και αρκετή τόλμη. Γνώσεις γεωμετρίας βρίσκουμε επίσης στο έργο του φημισμένου αρχιτέκτονα και πολεοδόμου Ιππόδαμου του Μιλήσιου, καθώς και στον Αγάθαρχο το Σάμιο που έγραψε μια πραγματεία μαθηματικής προοπτικής η οποία υπηρξε οδηγός για αντίστοιχα βιβλία περί προοπτικής που έγραψαν ο Αναξαγόρας και ο Δημόκριτος και που σχεδίασε σκηνικά για τις τραγωδίες του Αισχύλου (Βιτρούβιος, VII, 11).

Επιπλέον οι πρώτοι φιλόσοφοι και επιστήμονες, ο Θαλής και ο Αναξίμανδρος ήσαν συγχρόνως μαθηματικοί αλλά και πρακτικοί άνθρωποι έτοιμοι να εφαρμόσουν τις γνώσεις τους για πρακτικούς σκοπούς. Ο Θαλής ήταν επίσης και μηχανικός<sup>22</sup> και ασχολήθηκε με το εμπόριο και την πολιτική. Για τον Αναξίμανδρο πιστεύεται ότι έφτιαξε τον πρώτο χάρτη του γνωστού τότε κόσμου και υπήρξε εφευρέτης του ηλιακού ωρολογίου. Μαθηματικές γνώσεις βρίσκουμε και στη γεωγραφία του Εκαταίου του Μιλήσιου ο οποίος παράστησε τη γη σαν κυκλική, σχεδιάζοντας τις λιγότερο γνωστές χώρες όπως η Λιβύη σαν να σχηματίζονταν από ορθογώνια και τετράγωνα (Ηρόδοτος, IV 168).

Αυτό που μπορούμε να διαπιστώσουμε από όλα τα παραπάνω είναι ότι στην προκλασική Ελλάδα υπήρξε μια σημαντική ανάπτυξη όχι μόνο της επιστήμης αλλά και της τεχνολογίας. Επίσης ότι, μαζί με την τεχνολογία του τεχνίτη, ένα νέο είδος τεχνολογίας ως εφαρμογής της νέας τότε επιστήμης, και κυρίως της γεωμετρίας και της αστρονομίας, αναδύεται. Έτσι, σ' αυτή την πρώιμη περίοδο, βρίσκουμε τα πρώτα ίχνη μιας τεχνολογίας βασισμένης στην επιστήμη. Αυτή η τεχνολογία βρήκε χρήση σε πρακτικούς σκοπούς και συνδεόταν με τις οικονομικές δραστηριότητες της τότε κοινωνίας. Από τη μακρά σειρά ονομάτων τεχνικών και εφευρετών που διασώθηκαν, και από τον τρόπο που οι πρώιμες πηγές αναφέρονται σ' αυτούς, καταλήγουμε ότι η κοινωνία τότε έδειχνε μεγάλη εκτίμηση γι' αυτούς τους ανθρώπους. Ο τρόπος με τον οποίο μιλά ο Ηρόδοτος για μερικούς από αυτούς τους επιστήμονες και τεχνικούς δείχνει το κύρος που είχαν στην κοινωνία τους. Οι αξιόλογοι μηχανικοί και αρχιτέκτονες ταξίδευαν από πόλη σε πόλη για να προσφέρουν τις υπηρεσίες τους, οι οποίες ήταν περιζήτητες.

Έχει κατ' επανάληψη λεχθεί ότι οι Έλληνες υποτίμησαν την ανθρώπινη εργασία και τις τέχνες. Όμως αυτό δεν είναι αλήθεια τουλάχιστον σε σχέση με την αρχαϊκή και προκλασική περίοδο. Η νοοτροπία της υποτίμησης της εργασίας, κυρίως από την ανώτερη τάξη, στις ελληνικές πόλεις της κλασικής περιόδου ήταν αποτέλεσμα μιας σταδιακής διαδικασίας που είχε σε μεγάλο βαθμό να κάνει με την αφθονία εξαρτημένης εργασίας, τη δουλεία και την ανάπτυξη της δημοκρατίας. Αλλά στην πρώιμη περίοδο οι κοινωνικοοικονομικές συνθήκες ήταν διαφορετικές. Η δουλεία με κανένα τρόπο δεν ήταν καθοριστικός παράγων της οικονομικής ζωής. Στο παλάτι της Ιθάκης, η Πηνελόπη εργάζεται όπως και κάθε άλλος άνθρωπος εκεί, ο δε Ησίοδος επαινεί τη χειρωνακτική εργασία. Ένα σημαντικό ποσοστό αγγείων από αυτή την περίοδο έχει παραστάσεις τεχνών κάτι που γίνεται πολύ σπάνια κατά την κλασική περίοδο. Ο Σόλων, στην Αθήνα, πήρε μέτρα για την προώθηση των τεχνών και στην Κόρινθο και τη Λέσβο ακόμα και

μέλη της αριστοκρατίας ασχολούντο με το εμπόριο και τις τέχνες (Ηρόδοτος, II 167, Διονύσιος Αλικαρνασσεύς, *Ρωμαϊκή Αρχαιολογία*, 3. 46). Το μοντέλο του ανθρώπου κατά την αρχαϊκή περίοδο ήταν αυτό του Οδυσσέα (ένας έξυπνος άνθρωπος ικανός να κάνει τα πάντα και να επιβιώσει κάτω από οποιοσδήποτε συνθήκες), ή αυτό του Σόλωνα ή του Θαλή, λίγο αργότερα, που θεωρούνται ίσως ως οι σημαντικότεροι από τους επτά σοφούς. Η λέξη 'σοφία' έχει ακόμη την έννοια της πρακτικής εξυπνάδας και της γνώσης που αποκτάται στην πράξη και όχι αυτήν της θεωρητικής γνώσης.

Β. Περνώντας στην κλασική περίοδο, παρατηρούμε μια σταδιακή αλλαγή στη νοοτροπία του κόσμου σε σχέση με την εργασία, τις τέχνες και το ανθρώπινο μοντέλο. Στην Αθήνα, από την εποχή του Σόλωνα και μετά, η δουλεία αργά αλλά σταθερά υποκαθιστά άλλες μορφές εργασίας και γίνεται ουσιαστικός παράγων της οικονομικής ζωής. Ένας σημαντικός τομέας της Αθηναϊκής οικονομίας, τα μεταλλεία, εξαρτώνται σχεδόν εξ ολοκλήρου από την εργασία δούλων. Συγχρόνως ο αριθμός των πολιτών αυξάνεται και όλο και περισσότεροι πτωχοί συμμετέχουν στην πολιτική ζωή των πόλεων σε μια διαδικασία διεύρυνσης της δημοκρατίας. Αυτή η διαδικασία είναι βέβαιο ότι ενισχύθηκε από τη εξέλιξη της τακτικής του πολέμου από το ιππικό στο βαρύ πεζικό και από εκεί στο ναυτικό. Η εφεύρεση της τεχνικής της φάλαγγας και η επιτυχία της στον πόλεμο έδειξε ότι οι ανθρώπινες τεχνικές και η πειθαρχημένη συνεργασία μεταξύ των οπλιτών ήταν πολύ πιο αποτελεσματικά από οτιδήποτε άλλο. Αντίστοιχα συμπεράσματα μπορούν να εξαχθούν από τη συνεργασία και συντονισμό των κωπηλατών στα πολεμικά πλοία<sup>23</sup>. Επομένως, η ανθρώπινη συνεργασία εμφανίζεται να είναι την εποχή εκείνη πιο σημαντική και αποτελεσματική από τις μηχανές.

Επίσης, στην πολιτική - και κυρίως στις δημοκρατικές πόλεις - οι πλέον σημαντικές τεχνικές αποδεικνύονται να είναι αυτές του λόγου και της πειθούς. Η πολιτική εξελίσσεται σε μια μάχη μέσω λέξεων, και τα προσόντα που χρειάζονται για όποιον θέλει να ενεργοποιηθεί σ' αυτήν είναι - πέρα από την καλή γνώση των πολιτικών πραγμάτων - οι τεχνικές του λόγου και της πειθούς των άλλων. Η ρητορική γίνεται μ' αυτόν τον τρόπο η κατ' εξοχήν πολιτική εκπαίδευση. Επιπλέον, μια αναγκαία συνθήκη για να μπορεί ο κάθε καλός πολίτης να συμμετέχει στις πολιτικές διαδικασίες του τόπου του είναι η σχολή. Η αξία του ελεύθερου χρόνου και το ιδεώδες της παιδείας χαίρουν μεγάλης εκτίμησης. Η αναγκαία όμως σχολή και ελευθέρια παιδεία δεν είναι δυνατές χωρίς την εργασία κάποιων ατόμων στην οποία θα στηριχθεί η σχολή των πολιτών. Ειδικώς μετά τους περσικούς πολέμους και την κυριαρχία των Ελλήνων στη μισή λεκάνη της Μεσογείου, η εισαγωγή δούλων αυξάνεται σημαντικά. Παρατηρούμε λοιπόν μια ταυτόχρονη ανάπτυξη της τακτικής του πολέμου, της δημοκρατίας, της δουλείας, μαζί με τη στροφή από τεχνικές της εργασίας σε τεχνικές επικοινωνίας ανθρώπων, λόγου και πολιτικής. Οι νέες αξίες είναι σίγουρα πιο εμφανείς στις ανώτερες οικονομικά τάξεις. Ο Ξενοφών, τυπικό παράδειγμα Αθηναίου γαιοκτήμονα της υψηλής τάξης λέει για τις τέχνες: «Αλήθεια οι αποκαλούμενες βάνουσες (χειρωνακτικές) τέχνες πολύ σωστά δυσφημούνται και καταφρονούνται από τις πόλεις. Γιατί φθείρουν τελείως τα σώματα των εργαζομένων και όλων όσων τις επιμελούνται γιατί τους αναγκάζουν να ζούνε καθιστική ζωή και συνέχεια στη σκιά. Μερικοί δε από αυτούς να βρίσκονται συνέχεια κοντά στη φωτιά. Όταν δε τα σώματα μαλθακώνουν, και οι ψυχές γίνονται ασθενέστερες. Και καμιά ευκαιρία οι τέχνες αυτές δεν παρέχουν στον εργαζόμενο να βοηθά τους φίλους του και την πατρίδα του. Όστε οι άνθρωποι αυτοί είναι φανερό ότι θα είναι κακοί φίλοι και κακοί υπερασπιστές της πατρίδας τους. Και σε μερικές πόλεις, τις κατ' εξοχήν πολεμικές, δεν επιτρέπεται σε κανένα πολίτη να εργάζεται σε χειρωνακτικές τέχνες» (*Οικονομικός*, IV, 2-3). Τέτοιες κρίσεις για τις τέχνες είναι αρκετά συχνές σε συγγραφείς της κλασικής περιόδου.

Κάτω από αυτές τις συνθήκες δεν είναι περίεργο ότι δεν μας αναφέρονται από τους αρχαίους συγγραφείς νέες εφευρέσεις, ονόματα εφευρετών, μηχανικών και τεχνικών από αυτή την περίοδο<sup>24</sup>. Θεωρία και πρακτική αποχωρίζονται προς όφελος της πρώτης και παρατηρείται ανάπτυξη των θεωρητικών μαθηματικών και της αστρονομίας<sup>25</sup>. Επιστήμη και τεχνολογία παύουν να αλληλοεπιδρούν και η επιστημονική γνώση δεν τροφοδοτεί

πλέον την τεχνολογία η οποία παρουσιάζει στασιμότητα. Η τεχνολογία αυτής της περιόδου είναι κατά βάση η τεχνολογία του τεχνίτη. Ο άνθρωπος της κλασικής περιόδου είναι ο *homo politicus*, και το πρόσωπο που θα μπορούσαμε να πούμε ότι εκφράζει περισσότερο το ιδεώδες της εποχής είναι αυτό του Περικλή.

Γ. Μετά τις κατακτήσεις του μεγάλου Αλεξάνδρου η ελληνική επιστήμη, οι καλές τέχνες και ο πολιτισμός διαπερνούν όλο τον γνωστό τότε κόσμο. Τα μεγάλα ελληνιστικά βασίλεια που διαμορφώθηκαν έγιναν το επίκεντρο της πολιτικής, οικονομικής και πολιτιστικής ζωής αφήνοντας τον ελλαδικό χώρο σε μια συνεχή παρακμή. Οι νέες συνθήκες ευνοούν τις επικοινωνίες και προωθούν μεγαλύτερης κλίμακας εμπόριο και βιομηχανική δραστηριότητα. Επαγγελματίες καλλιτέχνες, αθλητές, μηχανικοί, αρχιτέκτονες και άνθρωποι των γραμμάτων σε όλα τα επίπεδα, ταξιδεύουν και γίνονται δεκτοί σε πολλά μέρη και κυρίως στις βασιλικές αυλές, με την ελπίδα μιας καλλίτερης αναγνώρισης και υψηλότερων οικονομικών απολαβών. Οι βασιλείς εξελίσσονται σε προστάτες αυτών των ανθρώπων και οι μεγάλες βασιλικές πρωτεύουσες όπως η Αλεξάνδρεια και η Πέργαμος συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο μέρος της πολιτιστικής δραστηριότητας της εποχής. Ειδικώς η Αλεξάνδρεια, με την πολιτική των Πτολεμαίων, γίνεται πολύ γρήγορα το κέντρο της επιστήμης, της φιλοσοφίας και των τεχνών σ' ολόκληρο τον ελληνιστικό κόσμο, κυρίως λόγω της δημιουργίας του Μουσείου και της Βιβλιοθήκης.

Οι αυτόνομες δημοκρατικές πόλεις δεν υφίστανται πλέον, και οι πολιτικές, δημοκρατικές τεχνικές επικοινωνίας και διαχείρισης των κοινών σταθερά εγκαταλείπονται. Από τη στιγμή που η πολιτική εξουσία συγκεντρώνεται στα χέρια μικρών παντοδύναμων ελίτ που δρουν μέσα στα μεγάλα βασίλεια, ο μέσος άνθρωπος αισθάνεται τον εαυτό του αδύναμο χωρίς δυνατότητα να συμμετέχει στη διαμόρφωση του κοινωνικού του περιβάλλοντος. Το αποτέλεσμα είναι να επικρατεί σταδιακά μια τάση ατομικισμού. Η φιλοσοφία στρέφεται προς τον άνθρωπο στην ατομικότητά του και η ηθική γίνεται ο πλέον σημαντικός κλάδος της σε βάρος της κοινωνικής και πολιτικής φιλοσοφίας. Δύο από τις σημαντικότερες φιλοσοφικές σχολές της εποχής, οι Στωικοί και οι Επικούρειοι διδάσκουν είτε ότι το μόνο αγαθό βρίσκεται στην αρετή, που γι' αυτούς σημαίνει μια ζωή σε συμφωνία με τη θέληση του θεού ή της φύσης, ή ότι οι άνθρωποι πρέπει να απέχουν από όλες τις πολιτικές δραστηριότητες και να αποφεύγουν καταστάσεις που διεγείρουν συγκινήσεις. Η επιστήμη αποχωρίζεται σταδιακά από τη φιλοσοφία και οι περισσότεροι επιστήμονες εργάζονται σε μεγάλα ιδρύματα ή αυλές βασιλέων οι οποίοι χρηματοδοτούν και ενθαρρύνουν την έρευνά τους.

Λόγω του ενδιαφέροντος που οι βασιλείς δείχνουν για μεγάλα μνημειακά έργα καθώς και για τον πόλεμο, παρουσιάζεται μια μεγάλη ανάπτυξη των κατασκευών, της μηχανικής εν γένει, αλλά και ιδιαίτερα των πολεμικών μηχανών<sup>26</sup>. Κλάδοι εφαρμοσμένης επιστήμης αναπτύσσονται και μεγάλοι επιστήμονες όπως ο Αρχιμήδης δεν διστάζουν να ασχοληθούν μ' αυτούς τους τομείς και να εφαρμόσουν στην πράξη τις επιστημονικές τους γνώσεις. Έτσι πολλές νέες εφευρέσεις εμφανίζονται ως αποτέλεσμα επιστημονικής έρευνας. Πέρα από τα πολύ γνωστά ονόματα του Αρχιμήδη, του Κτησίβιου του Αλεξανδρινού, του Φίλωνα του Βυζάντιου και του Ήρωνα του Αλεξανδρινού, διασώζεται μια ολόκληρη σειρά ονομάτων εφευρετών και επιστημόνων που έγραψαν βιβλία πάνω στη μηχανική ή σε άλλες εφαρμοσμένες επιστήμες<sup>27</sup>. Με τις εφευρέσεις του Κτησίβιου, του Φίλωνα και του Ήρωνα, η ελληνική τεχνολογία φθάνει στο αποκορύφωμά της. Η τεχνολογία αυτή ήταν χωρίς καμιά αμφιβολία μια τεχνολογία βασισμένη στην επιστήμη. Η ανθρωπότητα έπρεπε να περιμένει δεκαπέντε αιώνες για να ξαναφθάσει σ' ένα παρόμοιο επίπεδο μηχανικής εφευρετικότητας. Ένα σωζόμενο δείγμα αυτής της υψηλής τεχνολογίας της ελληνιστικής εποχής, ο μηχανισμός των Αντικυθήρων, φέρνει σε αμηχανία τους μελετητές με την πολυπλοκότητά του.

Εν τούτοις, αυτή η υψηλή, βασισμένη στην επιστήμη τεχνολογία δεν βρήκε εφαρμογές στην παραγωγή και την οικονομική ζωή της εποχής. Οι Έλληνες δεν χρησιμοποίησαν την μηχανική τους ιδιοφυΐα να παράξουν μηχανές εξοικονόμησης

εργασίας<sup>28</sup>. Ένα χωρίο του Πάππου (*Συναγωγή*, VIII, 1-3) είναι πολύ επεξηγηματικό για την τεχνολογία αυτής της εποχής: «Η επιστήμη της μηχανικής ... δεν είναι απλώς χρήσιμη για πολλούς σημαντικούς πρακτικούς σκοπούς, αλλά δικαίως εκτιμάται από φιλοσόφους και επιδιώκεται από όλους που ενδιαφέρονται για τα μαθηματικά, επειδή κατ' εξοχήν ασχολείται με τη μελέτη της φύσης με ειδική αναφορά στην υλική σύνθεση των στοιχείων του κόσμου. ... Τώρα οι μαθηματικοί της σχολής του Ήρωνα λέγουν ότι η μηχανική συνίσταται από ένα θεωρητικό και ένα πρακτικό μέρος. Το θεωρητικό μέρος περιλαμβάνει γεωμετρία, αστρονομία και φυσική, ενώ το πρακτικό μέρος συνίσταται από τη μεταλλουργία, την αρχιτεκτονική την ξυλουργική, τη βαφή και τις χειρωνακτικές εργασίες που συνδέονται με αυτές τις τέχνες. ... Η πιο σημαντικές από τις μηχανικές τέχνες από την άποψη της πρακτικής χρησιμότητας είναι οι παρακάτω: (1) Η τέχνη των *μαγγανάρων*, γνωστοί επίσης από τους αρχαίους και ως μηχανικοί. Με τις μηχανές τους χρειάζονται μόνο μικρή δύναμη για να ξεπεράσουν την φυσική αντίσταση μεγάλων βαρών και να τα σηκώσουν ψηλά. (2) Η τέχνη των κατασκευαστών πολεμικών μηχανών .... (3) Η τέχνη της επινόησης των κατ' εξοχήν λεγομένων μηχανών, π.χ. μηχανές άντλησης νερού ... (4) Η τέχνη αυτών που επινοούν θαυμαστά κατασκευάσματα. Και αυτοί επίσης αποκαλούνται μηχανικοί από τους αρχαίους. Μερικές φορές χρησιμοποιούν την πίεση του αέρα, όπως κάνει ο Ήρων στα *Πνευματικά* του, μερικές φορές σχοινιά και σύρματα για να μιμηθούν τις κινήσεις ζωντανών όντων, όπως ο Ήρων στα έργα του για τα αυτόματα και ζυγαριές. Μερικές φορές χρησιμοποιούν αντικείμενα επιπλέοντα στο νερό όπως ο Αρχιμήδης στο έργο του *Οχουμένων* ή υδραυλικά ωρολόγια, όπως ο Ήρων στο έργο του γι' αυτό το θέμα, που προφανώς σχετίζεται και με τη θεωρία των ηλιακών ωρολογίων. (5) Η τέχνη αυτών που κατασκευάζουν σφαίρες, που επίσης θεωρούνται μηχανικοί. Κατασκευάζουν μοντέλα των ουράνιων σφαιρών που κινούνται με τη βοήθεια ομαλής κυκλικής κίνησης του νερού.» Από αυτό το χωρίο βλέπουμε ότι η "επιστήμη" της μηχανικής έχαιρε μεγάλης εκτίμησης εκείνη την εποχή. Και αυτό πιο πολύ γιατί σχετιζόταν με θεωρητικές σπουδές παρά για την πρακτική χρησιμότητά της. Έτσι, ένας μηχανικός όπως ο Ήρων θεωρείτο μάλλον επιστήμων παρά τεχνικός. Μόνο δύο από τις παραπάνω πέντε κατηγορίες μηχανών χρησιμοποιούντο στην παραγωγική διαδικασία (μηχανές για ανύψωση βαρών και ύδατος) και ανήκουν σε παλαιότερη παράδοση. Η πιο εκτεταμένη περιγραφή δίδεται από τον Πάππο για την τέταρτη κατηγορία μηχανών, που αφορούν θαυμάσια επινοήματα και αυτόματα. Αυτές οι εφευρέσεις ήταν οι πιο πολύπλοκες και ιδιοφυείς, αλλά ήταν τελείως ανεξάρτητες από την οικονομία και την παραγωγική διαδικασία<sup>29</sup>. Η τεχνολογία η σχετιζόμενη με την παραγωγή - παρά τις κάποιες δευτερεύουσες βελτιώσεις - παραμένει η παλαιά τεχνολογία του τεχνίτη.

Εύκολα βλέπουμε ότι την ελληνιστική εποχή έχουμε δύο είδη τεχνολογίας. Μια τεχνολογία πολύ ανεπτυγμένη και στηριζόμενη στην επιστήμη, η οποία χρησιμοποιείται για πολεμικούς σκοπούς και θαυμαστά κατασκευάσματα και η οποία μένει ασύνδετη με την οικονομική δραστηριότητα, χωρίς να στοχεύει στην αύξηση της παραγωγικότητας ή την εξοικονόμηση εργασίας. Και μια δεύτερη τεχνολογία, αυτή του παραδοσιακού τεχνίτη, σχετιζόμενη με την παραγωγή και την οικονομική δραστηριότητα, αλλά αρκετά απλή και πρωτόγονη. Η εκτίμηση που η κοινωνία έδειχνε για το πρώτο είδος τεχνολογίας δεν φαίνεται να δίδονταν και για το δεύτερο.

Τώρα, το ερώτημα του γιατί η ελληνική τεχνολογία δεν εξελίχθηκε μ' έναν τρόπο παρόμοιο με τη σύγχρονη τεχνολογία, έχει νόημα μόνο αν αναφέρεται στην ελληνιστική και ρωμαϊκή περίοδο. Απ' αυτή την άποψη, οι περισσότεροι από τους προτεθέντες λόγους, και κυρίως συνδυασμοί μεταξύ των, δίνουν μια σχετικά καλή εξήγηση. Εν τούτοις, θα ήθελα να προσθέσω έναν ακόμη λόγο. Στη σύγχρονη εποχή, η αλληλεπίδραση επιστήμης και τεχνολογίας δεν σημαίνει μόνο ότι η τεχνολογία βασίζεται στην επιστήμη, αλλά και ότι η επιστήμη εξαρτάται από την τεχνολογία. Χωρίς τη βοήθεια της τεχνολογίας, με την κατασκευή νέων οργάνων που βελτιώνουν τις αισθητηριακές μας αντιλήψεις, η σύγχρονη επιστήμη θα ήταν αδύνατον να είχε προχωρήσει με τους γνωστούς ρυθμούς και παρόμοια και η τεχνολογία. Αυτή η αντίληψη μιας τεχνολογίας στην υπηρεσία της επιστήμης ήταν κάτι σχεδόν

εξ ολοκλήρου άγνωστο στον αρχαίο κόσμο. Επιπλέον, η επιστήμη και η βασισμένη σ' αυτήν τεχνολογία ποτέ δεν θεωρήθηκε επένδυση ικανή να φέρει κέρδος. Σίγουρα η αφθονία εξαρτημένης εργασίας και οι συγκεντρωτικές γραφειοκρατικές δομές της οικονομίας και της πολιτικής που δεν ενεθάρρυναν ιδιωτικές επενδύσεις έπαιξαν το ρόλο τους<sup>30</sup>.

Κλείνοντας θα ήθελα να συνοψίσω την ερμηνευτική μου θέση ως εξής: Όταν εξετάζουμε την τεχνολογία στα χίλια περίπου χρόνια του αρχαίου ελληνικού πολιτισμού, όχι σαν ανεξάρτητο φαινόμενο αλλά στην οργανική του σχέση με άλλους παράγοντες όπως η επιστήμη, η οικονομία και οι κοινωνικές αξίες, μπορούμε να διακρίνουμε τρεις ιστορικές περιόδους όπου οι παραπάνω παράγοντες παρουσιάζουν διαφορετικές σχέσεις μεταξύ τους και όπου η τεχνολογία έχει σε κάθε τέτοια περίοδο διαφορετικά χαρακτηριστικά. Στην προκλασική περίοδο παρατηρούμε ότι η τεχνολογία παρουσιάζει μια σημαντική ανάπτυξη, βρίσκεται σε σύνδεση με την νέα τότε επιστήμη και οι τεχνολογικές καινοτομίες χρησιμοποιούνται στην οικονομία και την παραγωγή. Οι επιστήμονες-τεχνικοί, οι εφευρέτες και οι καλοί τεχνίτες έχουν κύρος στην κοινωνία και είναι περιζήτητοι από τις διάφορες πόλεις. Η δουλεία δεν έχει γίνει καθοριστικός παράγων της οικονομικής παραγωγής και η ανθρώπινη εργασία δεν θεωρείται κάτι το υποτιμητικό. Το ανθρώπινο ιδεώδες είναι αυτό του ενεργητικού πρακτικού ανθρώπου που είναι ικανός από μόνος του να καθορίζει την τύχη του και να αυξάνει την περιουσία του σε μια επεκτατική αντίληψη για την οικονομία<sup>31</sup>. Χωρίς βέβαια να είναι δυνατόν να τραβήξουμε απόλυτες διαχωριστικές γραμμές, και γνωρίζοντας ότι οι κοινωνικές αλλαγές είναι σταδιακές, μπορούμε εύλογα να πούμε ότι η περίοδος αυτή τελειώνει με τους περσικούς πολέμους. Η κλασική περίοδος χαρακτηρίζεται από σημαντική αύξηση της δουλείας στην οικονομία και από μια στροφή προς τεχνικές επικοινωνίας λόγου και συνεργασίας μεταξύ των πολιτών. Η επιστήμη αποκόπτεται από τις εφαρμογές της δίδοντας έμφαση στη θεωρία και η τεχνολογία παρουσιάζει στασιμότητα. Στην ελληνιστική περίοδο η οικονομία συνεχίζει να εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από εξαρτημένη εργασία και η χειρωνακτική εργασία να θεωρείται υποτιμητική. Παράλληλα με τη σταδιακή συρρίκνωση των δημοκρατικών τεχνικών επικοινωνίας παρατηρείται μια άνευ προηγούμενου ανάπτυξη τόσο των θεωρητικών όσο και των εφαρμοσμένων επιστημών. Η επιστήμη αυτή δε διστάζει να προχωρήσει σε εφαρμογές και σαν αποτέλεσμα έχουμε μια ανεπτυγμένη τεχνολογία, με πολλές νέες ιδιοφυείς εφευρέσεις, η οποία όμως παραμένει κατά κανόνα ασύνδετη με την οικονομία και την παραγωγή. Η τεχνολογία που σχετίζεται με την παραγωγή είναι αυτή του παραδοσιακού τεχνίτη, πολύ πιο στοιχειώδης από την προηγούμενη αλλά πιο ανθεκτική στο χρόνο.

Με βάση το παραπάνω ερμηνευτικό σχήμα, βλέπουμε ότι δεν είναι δυνατόν να κάνουμε γενικές κρίσεις για το σύνολο της αρχαίας τεχνολογίας. Γίνεται έτσι φανερό ότι όλες οι – συχνά αντικρουόμενες μεταξύ τους – απόψεις περί αρχαίας τεχνολογίας που έχουν διατυπωθεί, μπορούν κάλλιστα να είναι αληθείς αλλά μόνο σε σχέση με κάποια συγκεκριμένη περίοδο. Επιπλέον τα τρία διαφορετικά κοινωνικά μοντέλα σε σχέση με την τεχνολογία που μας δείχνουν αυτές οι τρεις περίοδοι, κάνουν φανερό ότι ο ρόλος της τεχνολογίας μέσα στην κοινωνία δεν είναι πάντα ο ίδιος και επομένως η ύπαρξη ιστορικών περιόδων όπως η ελληνιστική, όπου η ανάπτυξη της τεχνολογίας δεν συνεπάγεται και οικονομική ανάπτυξη, μας δίνουν ένα ισχυρό αντιπείρημα κατά των θεωριών του τεχνολογικού νιτερμινισμού, πολύ διαδεδομένου στη σύγχρονη εποχή μας.

## ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

1. Η εργασία αυτή είναι προϊόν προβληματισμού που ξεκίνησε κατά τη διδασκαλία του μαθήματος της 'Ιστορίας και Φιλοσοφίας της Τεχνολογίας' στους φοιτητές του Ε.Μ. Πολυτεχνείου. Σε διάφορες παραλλαγές της ανακοινώθηκε σε συνέδριο Ιστορίας των επιστημών στην Κέρκυρα και σε ομιλία μου στην Ελληνική Φιλοσοφική Εταιρεία. Στη σημερινή μορφή της ανακοινώθηκε κατ' αρχάς σε συνέδριο με τον τίτλο *Kerdos* που οργάνωθηκε από το Darwin College του Πανεπιστημίου του Cambridge από τον εκεί

- καθηγητή της Αρχαίας Ιστορίας Paul Cartledge τον Μάιο του 1997. Η ανακοίνωση αυτή είναι ήδη υπό δημοσίευση σε συλλογικό τόμο με επιμέλεια του P. Cartledge, από το Cambridge University Press.
2. *A History of Science and Technology*, London 1963, vol. 1, 65.
  3. *A Short History of Technology*, Oxford 1960, 13. Ομοίως ο D. Reece («The Technological Weakness of the Ancient World», στο *Greece and Rome*, vol. XVI, 1969, 32) ισχυρίζεται ότι «ένα από τα μεγαλύτερα αινίγματα του Ελληνορωμαϊκού κόσμου βρίσκεται στην μεγάλη αναντιστοιχία μεταξύ των σημαντικών επιτευγμάτων του στις τέχνες, τη λογοτεχνία, τη φιλοσοφία, τα μαθηματικά και την ιατρική, και την αξιοσημείωτη οπισθοδρόμησή του στους περισσότερους κλάδους της τεχνολογίας». Σύμφωνα με τον M. Finley («Technical Innovation and Economic Progress in the Ancient World», στο *The Economic History Review*, XVIII, 1965, 27) «είναι κοινός τόπος ότι οι Έλληνες και οι Ρωμαίοι μαζί προσέφεραν πολύ λίγα στην παγκόσμια παρακαταθήκη της τεχνικής γνώσης και των μηχανών». Βλ. ακόμα, Andrewes, A., *Greek Society*, Harmondsworth 1971, 150, και Zimmern, A., *The Greek Commonwealth*, Oxford 1931, 59-60.
  4. Βλ. Bunge, M., «Toward a Philosophy of Technology», στο C. Mitcham and R. Mackey (eds), *Philosophy of Technology*, New York 1964, κεφ. 5. Ο Ortega y Gasset («Thoughts on Technology», στο ίδιο βιβλίο κεφ. 23) διακρίνει τρεις περιόδους στην ιστορία της τεχνολογίας: 1. τεχνολογία της τύχης, 2. τεχνολογία του τεχνίτη και 3. τεχνολογία του μηχανικού.
  5. Βλ. Ellul, J., *The Technological Society*, (αγγλική μετ.), New York 1964, 28; Κουρέ, Α., «Από τον κόσμο του περίπου στο σύμπαν της ακρίβειας», στο Α. Κουρέ, *Δυτικός Πολιτισμός*, Αθήνα 1991. Βλ. επίσης, Brumbaugh, R., *Ancient Greek Gadgets and Machines*, New York 1966, 30: «Τα εργαλεία για μια βιομηχανική επανάσταση και μηχανοποίηση της πολιτισμένης ζωής ήταν ήδη έτοιμα το 100 μ.Χ.». Σύμφωνα με τον Benjamin Farrington (*Greek Science*, Penguin, Harmondsworth, 2η εκδ. 1961, 301) «όταν η σύγχρονη επιστήμη εμφανίστηκε τον δέκατο έκτο αιώνα, ξεκίνησε από εκεί που την είχαν αφήσει οι Έλληνες... Οι Έλληνες και οι Ρωμαίοι βρισκόντουσαν στο κατώφλι του σύγχρονου κόσμου. Γιατί δεν άνοιξαν την πόρτα;»
  6. *Engineering in the Ancient World*, London 1978, 186.
  7. Αυτή η κρίση είναι αμφισβητήσιμη ακόμη και στην περίπτωση του Πλάτωνα. Γι' αυτόν η λέξη «επιστήμη» δικαιούται να δίδεται μόνο στα μαθηματικά και άλλες αριστοί γνώσεις. Η μελέτη της φύσης σίγουρα ανήκει στην περιοχή της «δόξας», αλλά ο Πλάτων θα μπορούσε να ισχυριστεί το ίδιο και για τη σύγχρονη φυσική επιστήμη. Αυτό όμως δε σημαίνει ότι δεν μπορούμε και δεν πρέπει να μελετάμε και να κατανοούμε τη φύση χρησιμοποιώντας, όσο είναι δυνατόν, αυστηρές μαθηματικές μεθόδους. Κατά μια έννοια αυτό ακριβώς προσπαθεί να κάνει ο Πλάτων στον *Τίμαιο*. Δεν πρέπει ακόμη να ξεχνάμε την επίδραση που είχε το πλατωνικό ιδεώδες της μαθηματοποίησης κάθε κλάδου του επιστητού, στην σύγχρονη φυσική επιστήμη από το Γαλιλαίο και μετά.
  8. Για τις σωζόμενες μαρτυρίες και αποσπάσματα από τό έργο του Στράτωνα βλ. Wehrli, F., *Die Schule des Aristoteles*, τόμος 4, Basel 1969. Για το έργο του βλ. ακόμη Farrington, B., *έ.α.* σημ. 5, 171-81.
  9. Ο Ιωάννης ο Φιλόπονος, στα σχόλιά του στα *Φυσικά* του Αριστοτέλη απέρριψε επίσης τη διάκριση ανάμεσα σε ελαφρά και βαριά σώματα καθώς και τη θεωρία ότι η προωθητική δύναμη βλήματος βρίσκεται στο περιβάλλον μέσον. Θεώρησε τη δύναμη αυτή σχετιζόμενη με το βλήμα ως μία ασώματη ισχύ που ο βάλλον μεταδίδει στο σώμα κατά την πράξη της βολής. Για τις ιδέες περί κίνησης του Ίππαρχου και του Φιλόπονου βλ. Sambursky, S., *The Physical World in Late Antiquity*, London 1962, 1987, 76 κ.ε.
- Ο Landels (*έ.α.*, σημ. 6, 188) πιστεύει ότι ένας άλλος λόγος για την έλλειψη προόδου σε σχέση με τη μελέτη της κίνησης ήταν «η απουσία οργάνων που να μπορούν να μετρήσουν μικρά διαστήματα χρόνου της τάξης μερικών δευτερολέπων». Αλλά όμως γνωρίζουμε ότι ο Γαλιλαίος, στα πειράματά του με πύπτοντα σώματα, χρησιμοποίησε υδραυλικό ρολόι παρόμοιο με αυτά των ελληνοιστικών χρόνων (βλ. Κουρέ, *έ.α.*, σημ. 5).

10. Βλ. Lee, D., «Science, Philosophy and Technology in the Greco-Roman World», στο *Greece and Rome*, XX, 1973.
11. Βλ. π.χ. τον Hall, J.J., («Was a rapid Scientific and Technical Progress Possible in Antiquity?», στο *Apeiron*, XVII, 1983) πιστεύει ότι ταχύτερες επικοινωνίες και η εφεύρεση της τυπογραφίας ήσαν αναγκαίες συνθήκες για μια επιστημονική και τεχνολογική πρόοδο παρόμοια με αυτήν του 17ου αιώνα. Το μηχανικό ρολόι και το νέου τύπου χαλινάρι του αλόγου (εφεύρεση του 10ου αιώνα) θεωρούνται από άλλους σαν τέτοιες εφευρέσεις κλειδιά. Βλ. Landels, έ.α., σημ. 6, 172-5; Κουγέ, «Η καταγωγή του εκμηχανισμού», στο *Δυτικός Πολιτισμός*, Αθήνα 1991, σελ.79, 89.
12. Βλ. Reese, έ.α., σημ. 3, 42-7. Πρέπει να σημειώσουμε ότι ο ελληνιστικός και ο ρωμαϊκός κόσμος ήσαν πολύ εκτεταμένοι και έχοντας μια μεγάλη ποικιλία πηγών. Επιπλέον οι ελάχιστες μαρτυρίες που υπάρχουν γι' αυτό το θέμα κάνουν κάθε συμπέρασμα υποθετικό. Ο Reese εξετάζει και έναν άλλο παράγοντα, αυτόν του πληθυσμού, και καταλήγει ότι «παρ' όλο που ο πληθυσμός στη ρωμαϊκή αυτοκρατορία ήταν αρκετά μεγάλος ώστε να επιτρέπει την ύπαρξη αγοράς ικανής για βιομηχανική ανάπτυξη, το γεγονός ότι ήταν αραιά κατανεμημένος σε μια τεράστια έκταση καθώς και η έλλειψη ικανών μέσων μεταφοράς ήταν ουσιαστικά εμπόδια για οικονομική ανάπτυξη»(42).
13. Βλ. π.χ., Pleket, H.W., («Technology and Society in the Greco-Roman World», στο *Acta Historiae Neerlandica*, II, 1967) που σωστά επιμένει στη διάκριση ανάμεσα σε μηχανές εξοικονόμησης εργασίας και σε άλλων ειδών μηχανές και επισημαίνει ότι είναι το πρώτο είδος μηχανών που δεν αναπτύχθηκε αρκετά στον αρχαίο κόσμο. Βλ. ακόμη, Finley, έ.α., σημ. 3, 30; Finley, M.I., *The Ancient Economy*, London 1973, 146-7; Lloyd, G.E.R., *Greek Science*, (ιταλική μετ.), Bari 1978, 255 κ.ε.
14. Υποστηρικτές της θέσης αυτής είναι οι Farrington (έ.α., σημ. 5, 149-51, 303-4), Glotz, G., (*Η εργασία στην αρχαία Ελλάδα*, ελληνική μετ., Αθήνα 1982, 391), Lloyd (έ.α., σημ.13, 257), αλλά και η μαρξιστική παράδοση εν γένει.
15. Βλ. Pleket (έ.α., σημ. 13), Finley (έ.α., σημ. 13, 74-5, και έ.α., σημ. 3, 43). Ο Finley (έ.α., σημ. 13, 83) σωστά υποστηρίζει ότι η δουλεία δεν ήταν κατ' ανάγκην εμπόδιο για την τεχνολογική πρόοδο και την αύξηση της παραγωγικότητας.
16. Βλ. Finlay (έ.α., σημ.3, 37-8), Pleket (έ.α., σημ.13, 19-22), Reese (έ.α., σημ. 3, 36-40).
17. Βλ. Joseph Vogt, *Ancient Slavery and the Ideal of Man*, Oxford 1974, 29-30, Zimmern, έ.α., σημ. 3, 59.
18. Βλ. Finley (έ.α., σημ. 3, 32-3), Pleket (έ.α., σημ.13, 17-9), Wallbank, F.W., (*The Hellenistic World*, Glasgow 1981, 192-4).
19. Βλ. Hodges, H., *Technology in the Ancient World*, New York 1970, 211. Σύμφωνα μ' αυτόν, μια αιτία της τεχνολογικής αδυναμίας ήταν επίσης «η εμφάνιση μιας τάξης ανίκανων και συχνά ανέντιμων δημοσίων υπαλλήλων και διαχειριστών χαμηλών βαθμίδων στα χέρια των οποίων ήταν η διαχείριση της βιομηχανίας, του εμπορίου και της γεωργίας. Η δουλεία τους, όπως την ερμήνευαν οι ίδιοι, ήταν να επιτηρούν αν η παραγωγή των εργαστηρίων και των αγροκτημάτων ήταν ικανή, και αν εμπορικές δραστηριότητες, όπως η ναυτιλία, έδιναν ένα επιτρεπτό ποσοστό κέρδους. Αυτοί οι άνθρωποι ήταν υπεύθυνοι για όλη την τεχνολογική πρόοδο που σχετιζόταν με τις επιχειρήσεις που έλεγχαν, και οι συνταγές τους για την αύξηση της παραγωγής δεν ήταν άλλες από την απασχόληση περισσότερων εργατικών χεριών». Αυτά όμως που λέει ο Hodges δεν αφορούν την κλασική και προκλασική ελληνική περίοδο των πόλεων που είχαν αρκετά διαφορετικές πολιτικές δομές. Έπειτα η προτίμηση σε ένταση εργασίας για την αύξηση της παραγωγής ίσως δείχνει ότι ήταν πιο παραγωγική από την επένδυση σε τεχνολογία.
20. Για μια λεπτομερειακή εξέταση όλων των τεχνολογικών επιτευγμάτων στον αρχαίο κόσμο βλ. το μνημειακό έργο του R.J. Forbes, *Studies in Ancient Technology*, Brill, Leiden 1964 (9 τόμοι).
21. Για μια πλήρη σχεδόν καταγραφή όλων των αρχαίων ελληνικών επιστημόνων και τεχνολόγων, βλ. Γεωργακόπουλος, Κων., *Αρχαίοι Έλληνες Θετικοί Επιστήμονες*, Αθήνα 1995.

- 22.Γι' αυτό το θέμα βλ. Brumbaugh, R., έ.α., σην. 5, 31-3, και Hahn, R., «What did Thales want to be when he grow-up? or, Re-appraising the roles of engineering and technology on the origin of early Greek philosophy/science», στο B.P. Hendley (ed.), *Plato, Time and Education*, New York 1987, 107-30.
- 23.Γι' αυτό το θέμα βλ. Andrewes, A., έ.α. σην. 3, 228-40.
- 24.Η μόνη εξαίρεση είναι ελάχιστες εφευρέσεις ή βελτιώσεις πολεμικών μηχανών καθώς και ονόματα φημισμένων αρχιτεκτόνων όπως ο Ικτίνος και ο Καλλικράτης, ο Αγάθων ο Κορίνθιος, ο Αρτέμων ο Κλαζομένιος και ο Ευρυκλής ο Λακεδαιμόνιος.
- 25.Η μεγαλύτερη ανάπτυξη στα μαθηματικά και την αστρονομία συντελείται στην Ακαδημία του Πλάτωνα όπου συρρέουν οι ικανότεροι μαθηματικοί της εποχής.
- 26.Παρόμοιο ενδιαφέρον παρατηρούμε και στους τυράννους των Συρακουσών της ύστερης κλασικής και μετακλασικής εποχής. Βλ. Pleket, έ.α., σην. 13.
- 27.Για παράδειγμα, ο Αγησίστρατος ο Σπαρτιάτης (έγραψε βιβλίο για πολιορκητικές μηχανές), ο Αθήναιος ο Τακτικός (σώζεται βιβλίο του *Περί Μηχανών*), ο Αριστόβουλος ο μηχανικός (βιβλίο *Περί Μηχανών*), ο Δεινοχάρης ο Αλεξανδρινός (αρχιτέκτων που έκανε χρήση μαγνητών), ο Συνέσιος ο Κυρηναίος (βιβλίο *Περί Χημείας* και εφευρέτης του υδρομέτρου), ο Διάδης από την Πέλλα (μηχανικός και εφευρέτης πολεμικών μηχανών) και πολλοί άλλοι.
- 28.Δύο από τις ελάχιστες εξαιρέσεις ήσαν ο κοχλίας (αντλία) του Αρχιμήδη που βρήκε χρήση στην Αίγυπτο, και ένα είδος θεριστικής μηχανής που βρήκε χρήση στη βόρεια Γαλατία τη Ρωμαϊκή εποχή.
- 29.Τον δέκατο έκτο αιώνα στην Ευρώπη, βρίσκουμε την ίδια τάση κατασκευής αυτομάτων. Έτσι δεν μπορούμε να ισχυριστούμε ότι αυτός ήταν ο κύριος λόγος της κατοπινής στασιμότητας της τεχνολογίας στην αρχαία εποχή.
- 30.Είναι αξιοσημείωτο ότι στο ανέκδοτο που αναφέρει ο Σουετώνιος (*Βίος Βεσπασιανού*, 18), ο εφευρέτης απευθύνθηκε στον αυτοκράτορα και όχι στο ιδιωτικό κεφάλαιο. Ομοίως ο ανώνυμος συγγραφέας του *De Rebus Bellicis* (δεύτερο μισό 4ου αιώνα) απευθύνεται για τις εφευρέσεις του πάλι στον αυτοκράτορα. Είναι βέβαιο ότι και οι δύο ελπίζανε σε ένα αξίωμα που θα τους εδίδετο, και ότι μέσω του αξιώματος αυτού θα ήταν δυνατόν να ικανοποιήσουν τις οικονομικές τους απαιτήσεις. Δεν είναι τυχαίο ακόμα ότι και στις δύο γνωστές περιπτώσεις το αίτημα των εφευρετών για υιοθέτηση των εφευρέσεών τους που θα εξοικονομούσαν εργασία απορρίφθηκε από τον αυτοκράτορα.
- 31.Η περίοδος αυτή θα μπορούσε ίσως να χωριστεί σε δύο υποπεριόδους, την αρχαϊκή (πριν τον έβδομο αιώνα) και την κυρίως προκλασική. Η βασική διαφορά τους είναι ότι στην αρχαϊκή περίοδο δεν έχουμε επιστήμη και η τεχνολογία είναι αποκλειστικά και μόνο η τεχνολογία του τεχνίτη. Κατά τα άλλα σε όλη την περίοδο πριν τους κλασικούς χρόνους υπάρχει μία τάση σταδιακής υποκατάστασης της εργασίας του ελεύθερου πολίτη από εξαρτημένη εργασία. Αυτό οδηγεί και σε μια τάση σταδιακής υποτίμησης της ανθρώπινης εργασίας.

## SUMMARY

### ANCIENT GREEK TECHNOLOGY : A HERMENEUTIC APPROACH

B. KARASMANIS

Greek technology is a very complex and fascinating topic not yet much examined but still having produced many, quite often, contradictory statements.

Nowadays, it seems obvious to us that technology is based on science and that it is a determinant factor of the society that helps economic development and progress.

However, we must not generalize from our own specific period of human history while dealing with ancient technology. Things that seem obvious to us were not obvious to people of other civilizations. The question about Greek technology is often raised in

comparison with the great and unique contributions of the Greeks in arts, philosophy, science etc. In this way, there is a general tendency among either historians of science and technology of ancient historians to underrate the originality and proficiency of Greek technology. On the other hand, the same authors praise the inventive genius of ancient engineers like Archimedes, Ktesibius, Philo and Hero. Modern philosophers distinguish between pre-industrial and modern technology in the sense that the former was the technology of craftsmen based on experience and traditional rules, while the latter is a system of rational rules grounded on science. But inventions of Archimedes and of some others technicians of the Hellenistic or Roman world show a positive relation between science and technology.

Why then the Greeks did not develop a technology similar to our modern one, focused mainly in labour saving machines? Why the industrial revolution delayed for almost two thousand years? These are questions that many scholars ask and various explanations have been proposed. However, we can easily see that for all reasons about the "technological backwardness" of Greek technology contradict each other. It seems that a common mistake of most of explanations is that they consider the eight or more centuries of Greek civilization to be a period with more or less uniform or similar socio-economic and cultural characteristics.

What I intend to do is to see Greek technology, not separated, but in its relation to science, economy and culture, concentrating also on the ideal of the man and the values of ancient Greeks with relation to science, labour and technique. I think that it will be easy to show that the interrelation of these factors will turn out to exhibit three different periods in ancient history with different characteristics. These periods are the pre-classical, the classical and the Hellenistic. In every period technology presents different relations with the other factors. In this way no general statements about Greek technology are valid, but have to be qualified in respect with each specific period.