



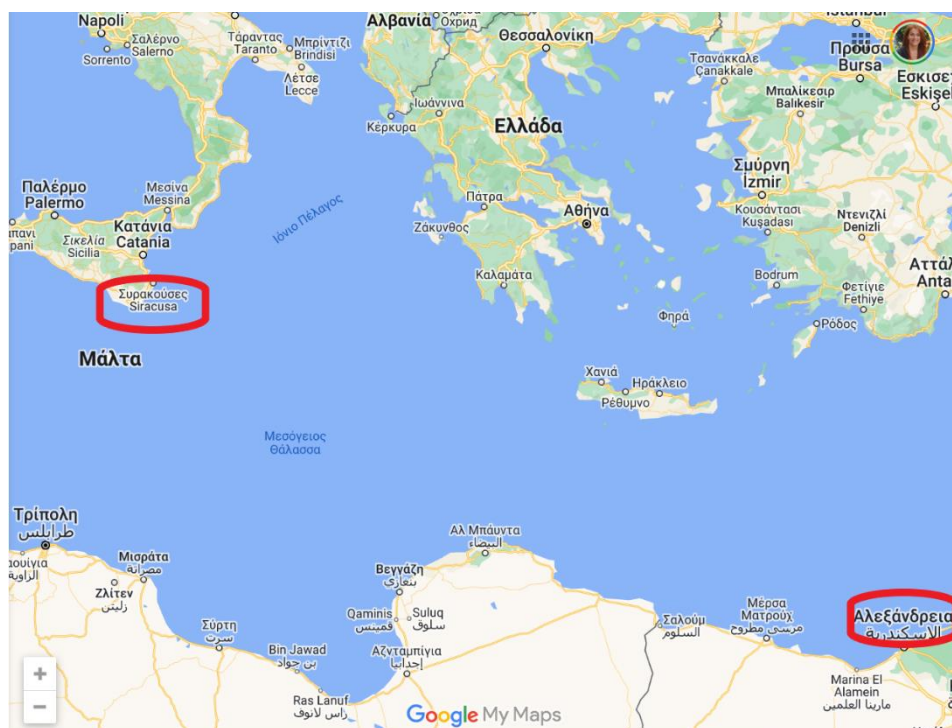
Αρχιμήδης

Η Ελληνιστική Περίοδος αναφέρεται στον χρονικό διάστημα που ξεκινά από τον θάνατο του Μ. Αλεξάνδρου το 323 π.Χ. και φτάνει γύρω στο 30 π.Χ. Ονομάστηκε έτσι, διότι περιλαμβάνει περιοχές υπό ελληνική επιρροή. Οι περιοχές αυτές βρίσκονταν κυρίως στη Δυτική Ασία, στην Βορειοανατολική Αφρική και στη Νοτιοδυτική Ασία.

Τα «Ελληνικά Μαθηματικά» σε αυτό το νέο περιβάλλον, διατήρησαν πολλά από τα χαρακτηριστικά τους, αλλά δέχτηκαν και επιδράσεις από τα προβλήματα της Ανατολής σχετικά με τη Διοίκηση και την Αστρονομία.

Η πιο μεγάλη άνθηση των Ελληνιστικών Μαθηματικών σημειώθηκε στην Αίγυπτο των Πτολεμαίων και όχι στη Μεσοποταμία, παρά το γεγονός ότι στη Βαβυλωνία τα Μαθηματικά είχαν αναπτυχθεί πολύ περισσότερο έως τότε. Αιτία, μπορεί να ήταν το ότι η Αίγυπτος κατείχε κεντρική θέση στη Μεσόγειο. Η νέα πρωτεύουσα, η Αλεξάνδρεια, χτίστηκε στα παράλια και εξελίχτηκε σε οικονομικό και πνευματικό κέντρο του ελληνιστικού κόσμου.

Έτσι, σε όλη τη διάρκεια της Ελληνιστικής Περιόδου, το κέντρο της μαθηματικής δραστηριότητας ήταν η Αλεξάνδρεια. Υπήρχαν και άλλα κέντρα μαθηματικών σπουδών, όπως η Αθήνα και οι Συρακούσες. Η Αθήνα περιορίστηκε σε εκπαιδευτικό κέντρο, ενώ οι Συρακούσες έδωσαν στην ανθρωπότητα τον Αρχιμήδη, τον πιο μεγάλο αρχαίο Έλληνα Μαθηματικό.



Ο Αρχιμήδης σπούδασε για ένα διάστημα στην Αλεξάνδρεια, έχοντας ως καθηγητές τους μαθητές του Ευκλείδη και διατήρησε την επαφή του με αυτούς στη συνέχεια, όμως γεννήθηκε (278 π.Χ.) και πέθανε (212 π.Χ.) στις Συρακούσες.

Θεωρείται ως η πιο σημαντική μορφή των αρχαίων Ελληνικών Μαθηματικών. Για τη ζωή του σώζονται στοιχεία από την Βιογραφία που έγραψε ο Πλούταρχος για τον Μάρκελλο (Ρωμαίο στρατηγό), αλλά και πολλές μαρτυρίες, περισσότερες από οποιουδήποτε άλλου Μαθηματικού της αρχαιότητας. Αυτό, μπορεί να μην οφείλεται σε απλή σύμπτωση, αλλά στην εκτίμηση με την οποία περιέβαλαν οι επόμενες γενεές το πρόσωπό του.

Εύλογα γεννιέται η απορία αν ήταν καλύτερος από τον Ευκλείδη....

... όμως υπάρχει μια μεγάλη διαφορά στο έργο τους: ο Ευκλείδης αποτελεί το πρότυπο δάσκαλου και εκπαιδευτικού συγγραφέα, ενώ ο Αρχιμήδης το λαμπρό πρότυπο ερευνητή. Στα έργα του δεν ενδιαφέρεται τόσο στο να παρουσιάσει ομαλά και εκπαιδευτικά μια μαθηματική αλήθεια, αλλά στο να την ανακαλύψει, να την αποδείξει και να την προσφέρει για περαιτέρω έρευνα.

Ο Αρχιμήδης λέγεται ότι είχε αριστοκρατική καταγωγή, καθώς συνδεόταν με τους ανώτερους κύκλους της αυλής των Συρακουσών. Ήταν γιός του αστρονόμου Φειδία και είχε στενή σχέση με τον βασιλιά Ιέρωνα τον Β΄ των Συρακουσών και με τον γιό του Γέλωνα. Στα ταξίδια του στην Αίγυπτο ήλθε σε επαφή με τους διαδόχους του Ευκλείδη, Ερατοσθένη και Δοσίθεο, με τους οποίους συνδέθηκε φιλικά και στους οποίους αφιέρωσε έργα που έγραψε αργότερα, όταν επέστρεψε στις Συρακούσες. Ήταν επίσης φίλος και συν-σπουδαστής του Κόνωνα του Σάμιου, στον οποίο έστειλε για έλεγχο τις πρώτες του εργασίες.

Από το συνολικό του έργο, σώζονται μόνο 16 έργα στην Ελληνική και Αραβική γλώσσα και ακόμα, γνωρίζουμε τίτλους άλλων 25 χαμένων έργων. Σε ένα χειρόγραφο που βρέθηκε το 1906 μ.Χ. στην Κωνσταντινούπολη, περιέχεται απόσπασμα ενός έργου του με τίτλο «Περί των μηχανικών θεωρημάτων προς Ερατοσθένην έφοδος» (έφοδος = μέθοδος) στο οποίο καθιερώνεται **η διάκριση ανάμεσα στη μέθοδο ανακάλυψης και στη μέθοδο απόδειξης**. Τι σημαίνει πρακτικά αυτό; Ότι για να *αποδείξουμε* μια γεωμετρική αλήθεια πρέπει να το κάνουμε με τρόπο αυστηρό, ακολουθώντας γεωμετρικές διαδικασίες, όμως για να *ανακαλύψουμε* μια γεωμετρική αλήθεια μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε οποιοδήποτε τρόπο και μέσον.

Στο βιβλίο του Van Der Waerden αναφέρεται ότι τις ανακαλύψεις του αρχικά τις έστειλε με αλληλογραφία στους φίλους του χωρίς αποδείξεις, διότι όπως γράφει στην Εισαγωγή του έργου του «Περί Ελίκων» δεν ήθελε να στερήσει από τους μαθηματικούς την ευχαρίστηση να τις βρουν οι ίδιοι. Επίσης, καμιά φορά άφηνε να του «ξεφύγουν» επίτηδες κάποια λίγα λάθη για να ελέγξει τους επηρμένους συναδέλφους του στην Αλεξάνδρεια (άραγε εννοεί τον Ερατοσθένη;). Σε κάποιες περιπτώσεις χρειάστηκε να περάσουν χρόνια προτού ο Αρχιμήδης (υπό την πίεση των φίλων του) δημοσιεύσει τις πλήρεις αποδείξεις των ανακαλύψεών του.

Είναι δύσκολο να περιγράψουμε την ευρύτητα του έργου του, ωστόσο θα μπορούσαμε να το συνοψίσουμε λέγοντας ότι ο Αρχιμήδης πρόσφερε πολλά στην ανάπτυξη της Αστρονομίας, στην επινόηση μηχανών, στα Μαθηματικά και στη Φυσική.

Όλες οι εξιστορήσεις της ζωής του Αρχιμήδη συμφωνούν στο ότι δεν έτρεφε ιδιαίτερη εκτίμηση στις μηχανικές του εφευρέσεις, αλλά ήταν περήφανος για τα προϊόντα της σκέψης του. Ακόμα και όταν ασχολιόταν με μοχλούς και άλλα μηχανήματα ενδιαφερόταν πολύ περισσότερο για τις γενικές αρχές που βρίσκονταν πίσω από αυτά, παρά για τις πρακτικές εφαρμογές τους.

Υπάρχουν πολλοί θρύλοι και διηγήσεις από τη ζωή του, που μας φέρνουν πιο κοντά στο να κατανοήσουμε αυτή τη μοναδική προσωπικότητα. Ας γνωρίσουμε κάποιους από αυτούς!

Το τέλος του Αρχιμήδη: μη μου τους κύκλους τάραττε

Γύρω στο 214-212 π.Χ. οι Συρακούσες πολιορκήθηκαν και υποδουλώθηκαν από τους Ρωμαίους. Κατά τη διάρκεια της πολιορκίας τους ο Αρχιμήδης επινόησε μηχανές πολέμου, με τις οποίες κράτησε τον εχθρό μακριά: στη θάλασσα με καταπέλτες που εκσφενδόνιζαν πέτρες πάνω από 250 κιλά και γεραμούς με σχοινιά, τροχαλίες και γάντζους για να σηκώνουν και να συντρίβουν τα ρωμαϊκά πλοία στα απόκρημνα βράχια, αλλά και στη στεριά με θαυμάσια οργανωμένο πυροβολικό.

Όλα αυτά, έκαναν τον γεμάτο έπαρση Ρωμαίο ηγέτη Μάρκελλο να παραιτηθεί από κάθε σκέψη για μετωπική επίθεση και τελικά να καταφέρει να καταλάβει την πόλη από την πίσω πλευρά, όταν οι Συρακούσιοι ήταν στο μέσον μιας γιορτής.

Εδώ, υπάρχει ένας θρύλος που λέει ότι ο Αρχιμήδης είχε κάνει ένα σχήμα με κύκλους στην άμμο και ξαφνικά πάτησε πάνω στο σχήμα του ένας Ρωμαίος

στρατιώτης, στον οποίο είπε «*Μην ενοχλείς τους κύκλους μου*» (μη μου τους κύκλους τάραττε) ή κατά άλλους «*Παρ' κεφαλάν και μη παρά γραμμάν*» (χτύπα το κεφάλι μου αλλά πρόσεχε το σχήμα). Κάποιες άλλες μαρτυρίες λένε ότι αρνήθηκε την εντολή του να τον ακολουθήσει στην σκηνή του Μάρκελλου, διότι ήθελε πρώτα να τελειώσει το πρόβλημα με τους κύκλους. Σε κάθε περίπτωση, ο στρατιώτης εξοργίστηκε και με το ξίφος του σκότωσε τον άοπλο 75χρονο Αρχιμήδη (παρά την διαταγή του Μάρκελλου να μην τον σκοτώσουν).

Λέγεται, ότι ο Μάρκελλος κράτησε ως λάφυρο για τον εαυτό του τα πλανητάρια που είχε κατασκευάσει ο Αρχιμήδης με τις κινήσεις των ουράνιων σωμάτων.

Ο Μάρκελλος απέδωσε όλες τις τιμές στους οικείους και τοποθέτησε στον τάφο, σύμφωνα με επιθυμία του Αρχιμήδη, μια αναπαράσταση ενός κύλινδρου περιγεγραμμένου σε σφαίρα, με την επιγραφή - ανακάλυψη του Αρχιμήδη – ότι οι όγκοι αυτών των στερεών έχουν λόγο 3:2.

Το χρυσό στεφάνι του Ιέρωνα και το «Εύρηκα»

Ο Αρχιμήδης κλήθηκε από τον Ιέρωνα να υπολογίσει την καθαρότητα του χρυσού, στο αναθηματικό στεφάνι του, καθώς πίστευε ότι μπορεί να είχε νοθευτεί από τον χρυσοχόο με ασήμι.

Αυτό που μαθαίνουμε στη Φυσική της Β' Γυμνασίου ως «*Αρχή της άνωσης*» είναι το αποτέλεσμα της προσπάθειας του Αρχιμήδη να διαπιστώσει τη γνησιότητα του χρυσού.

«Κάθε στερεό, ελαφρύτερο από ένα υγρό, αν τοποθετηθεί μέσα σε υγρό, θα βυθιστεί τόσο ώστε το βάρος του στερεού να ισούται με το βάρος του εκτοπισθέντος υγρού.

Ένα στερεό, βαρύτερο από ένα υγρό, αν τοποθετηθεί σε αυτό θα φτάσει στον πυθμένα του υγρού και το στερεό αν ζυγιστεί μέσα στο υγρό θα είναι τόσο ελαφρύτερο από το αληθινό του βάρος όσο το βάρος του εκτοπισθέντος υγρού».

Ο Αρχιμήδης έκανε αυτή την ανακάλυψη όντας γυμνός στο λουτρό του. Αφηρημένος, όπως λέγεται ότι ήταν, βγήκε γυμνός για να πανηγυρίσει φωνάζοντας «*Εύρηκα!*»!

Δώσε μου ένα μέρος να σταθώ και θα κινήσω τη Γη («*Δός μοι πᾶ στῶ καὶ τὰν γᾶν*»)

κινήσω»)

Ο Ιέρων είχε παραγγείλει να ναυπηγηθεί ένα υπερπολυτελές πλοίο με το όνομα Συρακοσία, ένα τεχνολογικό θαύμα της εποχής, για τον συνάδελφό του Πτολεμαίο. Στην προσπάθεια καθέλκυσης του πλοίου συνάντησαν δυσκολίες λόγω του βάρους του και κάλεσαν τον Αρχιμήδη να τους συμβουλέψει. Αυτός τότε σχεδίασε έναν μηχανισμό που αποτελούσε συνδυασμό μοχλών και τροχαλιών, που θα μπορούσε να τον χειριστεί και ένας άνθρωπος μόνος του. Έτσι, ο ίδιος ο βασιλιάς καθέλκυσε το πλοίο λέγοντας ότι «από εδώ και στο εξής θα πιστεύουμε τον Αρχιμήδη σε ό,τι κι αν λέει». Ο Αρχιμήδης λέγεται ότι σε μια παρόμοια περίπτωση είπε το περίφημο **«Δώσε μου ένα μέρος να σταθώ και θα κινήσω τη Γη»**.

Οι πολεμικές μηχανές....

Ο Πολύβιος, ο Λίβιος και ο Πλούταρχος αναφέρουν λεπτομερείς διηγήσεις για τις μηχανές που επινόησε ο Αρχιμήδης για να αποκρούσει την επίθεση των Ρωμαίων στην πόλη των Συρακουσών.

Πανίσχυροι καταπέλτες, που πετούσαν από μακριά βαριές πέτρες στις ρωμαϊκές λεγεώνες, μικρότεροι καταπέλτες, οι λεγόμενοι «σκορπιοί», που έριχναν έναν καταϊγισμό βλημάτων μέσα από τις πολεμίστρες, γερανοί, οι οποίοι από την ακτή στρέφονταν προς τα έξω, εκτόξευαν μεγάλους βράχους ή βαριές μπάλες από μολύβι στα ρωμαϊκά πλοία ή τα έπιαναν με σιδερένιες δαγκάνες από την πλώρη, για να τα σηκώσουν και να τα αφήσουν απότομα να πέσουν στο νερό.

Ο Μάρκελλος, που διηύθυνε προσωπικά την επίθεση του στόλου, τρομοκρατήθηκε, το ίδιο και οι Ρωμαίοι στρατιώτες, ώστε κάθε φορά που έβλεπαν ένα ξύλο ή ένα σχοινί να εξέρχεται από τα τείχη φώναζαν «αυτό είναι, ο Αρχιμήδης κινεί κάποια μηχανή εναντίον μας» και τρέπονταν σε φυγή.

Όπως μαθαίνουμε από τον Πλούταρχο, ο ίδιος ο Αρχιμήδης θεωρούσε αυτές τις μηχανικές εφευρέσεις «ένα διασκεδαστικό πάρεργο της Γεωμετρίας, με το οποίο συνήθιζε να ασχολείται παλιότερα, όταν ο βασιλιάς Ιέρων τον προέτρεπε να στρέψει την τέχνη του από τα αφηρημένα προς τα συγκεκριμένα και να δείξει τη μεγαλοφυΐα του στους καθημερινούς ανθρώπους ασχολούμενος με κάτι χειροπιαστό με τις πραγματικές ανάγκες».

Αν και με τις ανακαλύψεις αυτές απέκτησε φήμη και δόξα, δεν θέλησε να αφήσει πίσω του κανένα σύγγραμμα για την μηχανική, θεωρώντας την κατασκευή

μηχανών ως «αγενή και βάνουση», αναλώνοντας όλες του τις προσπάθειες σε εκείνα τα θέματα των οποίων η λεπτότητα και το κάλλος δεν περιορίζονται από τις ανάγκες της ζωής.

.... και άλλες πολλές κατασκευές!

Κατά τη διάρκεια που διέμενε στην Αλεξάνδρεια εφηύρε μια υδραυλική αντλία, που προς τιμήν του ονομάστηκε Κοχλίας του Αρχιμήδη, μέσω της οποίας έγινε εφικτή η άντληση υδάτων από τον Νείλο, για να ποτιστούν οι καλλιεργήσιμες περιοχές της κοιλάδας. Ο Κοχλίας αυτός αποτελείτο από ελικοειδείς σωλήνες δεμένους σε έναν κεκλιμένο άξονα, ο οποίος είχε ένα χερούλι με το οποίο περιστρεφόταν.

Η κατασκευή αυτή χρησιμοποιήθηκε επίσης στα αδαμαντορυχεία της Ισπανίας.

Η σχέση του Αρχιμήδη με τα Μαθηματικά

Ο Πλούταρχος αναφέρει ότι τα Μαθηματικά είχαν κυριεύσει τον Αρχιμήδη. Ήταν σαν να τον μάγευε μια έμφυτη σειρήνα που κατοικούσε πάντα στο σώμα του. Λησμονούσε να λάβει τροφή και να περιποιηθεί το σώμα του. Πολλές φορές, καθώς τον έσυραν οι υπηρέτες για το λουτρό και το αλείμμα με λάδι, έγραφε στην τέφρα γεωμετρικά σχήματα και ενώ το σώμα του ήταν αλειμμένο με το λάδι, έγραφε και πάλι σχήματα πάνω σε αυτό με το δάχτυλό του.

Ένα πάτωμα στρωμένο με άμμο ή ένα κομμάτι σκληρής γης σκονισμένο και δίχως ανωμαλίες ήταν ο πίνακάς του.

Ο Αρχιμήδης και η μέτρηση του κύκλου



Στο έργο του «Κύκλου μέτρησις» αποτυπώνεται η προσπάθειά του να υπολογίσει το μήκος του κύκλου.

Στην αρχαιότητα υπήρχαν τρία άλυτα με γνώμονα και διαβήτη προβλήματα:

1. Ο Διπλασιασμός του κύβου
2. Η τριχοτόμηση γωνίας
3. Ο τετραγωνισμός του κύκλου.

Η συμβολή του Αρχιμήδη στο 3ο από αυτά ήταν τεράστια.

Αρχικά, προσπάθησε να βρει μια σχέση ανάμεσα στο μήκος του κύκλου και στην ακτίνα του. Κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το μήκος του κύκλου, περιέχεται ανάμεσα στην περίμετρο ενός περιγεγραμμένου και ενός εγγεγραμμένου σε αυτόν κανονικού πολυγώνου, ξεκινώντας από το κανονικό εξάγωνο. Διπλασίαζε συνέχεια τις πλευρές αυτών των κανονικών πολυγώνων, μέχρι που έφτασε στο κανονικό 96-γωνο. Εκεί, φτάνει στην περίφημη σχέση του (χρησιμοποιούμε σύγχρονο συμβολισμό):

$$3\frac{10}{71} \cdot 2R < L < 3\frac{1}{7} \cdot 2R,$$

που γίνεται:

$$3\frac{10}{71} < \frac{L}{2R} < 3\frac{1}{7}$$

και δίνει την προσέγγιση της τιμής του π:

$$3,1408... < \pi < 3,1428...$$

Για πολύγωνα 384 πλευρών, έφτασε στην ακόμα καλύτερη προσέγγιση του

$$\pi \cong 3,1416, \text{ περιορίζοντάς το ανάμεσα: } \frac{211872}{67441} < \pi < \frac{195882}{62351} \text{ (πληροφορία που}$$

μας δίνει ο Ήρωνας, λέγοντας ότι αναφέρεται στο έργο του Αρχιμήδη «Πλινθίδες και κύλινδροι»).

Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας την τιμή $\pi = \frac{22}{7}$, μας δίνει τον πρώτο τύπο υπολογισμού του εμβαδού ενός κύκλου: ένας κύκλος εγγεγραμμένος σε τετράγωνο έχει εμβαδόν ίσο με τα 11/14 του εμβαδού του τετραγώνου.

Βιβλιογραφία

- Bell, E.T., (2006). *Οι μαθηματικοί. Από τον Ζήνωνα έως τον Cauchy*, Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Boyer, C., Merzbach, U. (1989). *Η Ιστορία των Μαθηματικών* (2η έκδοση), Αθήνα: Γ.Α. Πνευματικός.
- Struik, D. (1993). *Συνοπτική Ιστορία των Μαθηματικών* (Β' έκδοση), Αθήνα: Δαίδαλος-Ι. Ζαχαρόπουλος.
- Τσιμπουράκης, Δ. (2004). *Η Γεωμετρία στην Αρχαία Ελλάδα*, Αθήνα: Ατραπός.
- Χριστιανίδης, Γ. (2003). *Θέματα από την Ιστορία των Μαθηματικών*, Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- van der Waerden, B.L. (2003). *Η Αφύπνιση της Επιστήμης. Αιγυπτιακά Βαβυλωνιακά και Ελληνικά Μαθηματικά* (2η έκδοση), Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

Φωτογραφία: Ελισσάβετ Καλογερία

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

ΤΙΤΛΟΣ: Αρχιμήδης

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ / ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ / ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ:

Δημήτρης Διαμαντίδης

Ελισσάβετ Καλογερία

Ειρήνη Περυσινάκη

Γιάννης Σταμπόλας

Κώστας Στουραΐτης

Βαγγέλης Φακούδης

Γιώργος Ψυχάρης

ΕΚΔΟΣΗ: 1.0

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 28-12-2024

Το παρόν αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της Πράξης «Συγγραφή, Αξιολόγηση και Ένταξη διδακτικών βιβλίων στο Μητρώο Διδακτικών Βιβλίων και στην Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Διδακτικών Βιβλίων» με κωδικό ΟΠΣ (MIS) 6010165, του Προγράμματος «Ανθρώπινο Δυναμικό και Κοινωνική Συνοχή 2021-2027» που υλοποιείται από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής και συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο.



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Υπουργείο Παιδείας, Θρησκευμάτων
και Αθλητισμού



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή