



ΠΑΝΕΚΦΕ

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΑ ΕΝΩΣΗ ΥΠΕΥΘΥΝΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΚΕΝΤΡΩΝ
ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Διεύθυνση Επικοινωνίας:

ΕΚΦΕ ΑΓ. ΑΝΑΡΓΥΡΩΝ,
Πίνδου-Δαβάκη 20,
13561 Αγ. Ανάργυροι

E-mail: panekfe@sch.gr

Ιστότοπος: <https://panekfe.gr/>

Πληροφορίες: Χ. Γεωργόπουλος

Τηλέφωνα: 2108540029

6972313600

Αθήνα, 12/05/2023

Αρ. Πρωτ.: 32

ΔΕΛΤΙΟ ΤΥΠΟΥ

Το Πείραμα του Ερατοσθένη για τον Υπολογισμό της Ακτίνας της Γης – 2023

ή

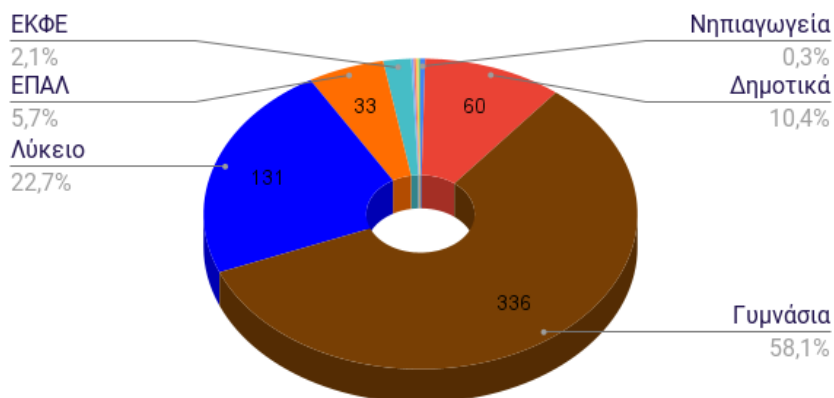
«Των Ελλήνων -εκπαιδευτικών- οι κοινότητες -moodle-
φτιάχνουν άλλον γαλαξία!»

Εισαγωγή

Η πανελλήνια σχολική δράση υπολογισμού της ακτίνας της Γης με τη μέθοδο του Ερατοσθένη ξεχωρίζει στα σχολικά μας δρώμενα τα τελευταία χρόνια. Καθώς ολοκληρώθηκε και η αποστολή των τελευταίων επαίνων των σχολικών μονάδων και των βεβαιώσεων των εκπαιδευτικών, εν είδει αναστοχασμού, αξίζει να σταθούμε στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά μιας συνεργατικής προσπάθειας, πολυθεματικής και πολλαπλά επωφελούς, προσαρμόσιμης σε εκπαιδευτικές βαθμίδες και διδακτικές απαιτήσεις του παρόντος και του μέλλοντος.

Με ιδιαίτερη επιτυχία διεξήχθη και η φετινή δράση, την ημέρα της Εαρινής Ισημερίας, Δευτέρα 20 Μαρτίου 2023. Τη στιγμή της μεσουράνησης του Ήλιου, περίπου 20.000 ενθουσιώδεις μαθητές με την καθοδήγηση των 2.000 εκπαιδευτικών τους σε 600 σχολικές μονάδες Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, μέτρησαν τα μήκη ράβδων και των σκιών τους και, με υπολογισμούς προσαρμοσμένους στην κάθε εκπαιδευτική βαθμίδα, κατόρθωσαν να υπολογίσουν το μήκος της περιφέρειας και της ακτίνας της Γης, με σφάλμα 0,38%! Η κατανομή των δομών που συμμετείχαν αποτυπώνεται σχηματικά ως εξής:

Οι δομές που συμμετείχαν



Η δράση διοργανώθηκε από την Πανελλήνια Ένωση Υπευθύνων Εργαστηριακών Κέντρων Φυσικών Επιστημών (ΠΑΝ.Ε.Κ.Φ.Ε.), με την έγκριση του ΥΠΑΙΘ (αρ. πρωτ. 26911/ΓΔ4/09-03-2023) και την υποστήριξη του Ινστιτούτου Αστρονομίας, Αστροφυσικής, Διαστημικών Εφαρμογών και Τηλεπισκόπησης (Ι.Α.Α.Δ.Ε.Τ.) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών και συντονίστηκε από δεκαπενταμελή ομάδα Υπευθύνων Εργαστηριακών Κέντρων Φυσικών Επιστημών (Ε.Κ.Φ.Ε.). Αποτελεί συνέχεια εκείνης που διοργανώθηκε κατά το σχολικό έτος 2018-2019 (έγκριση 158982/Δ7/25-09-2018), από τα Ε.Κ.Φ.Ε. Σερρών, Πιερίας, Λακωνίας, Θεσπρωτίας, Κω και Αργολίδας.

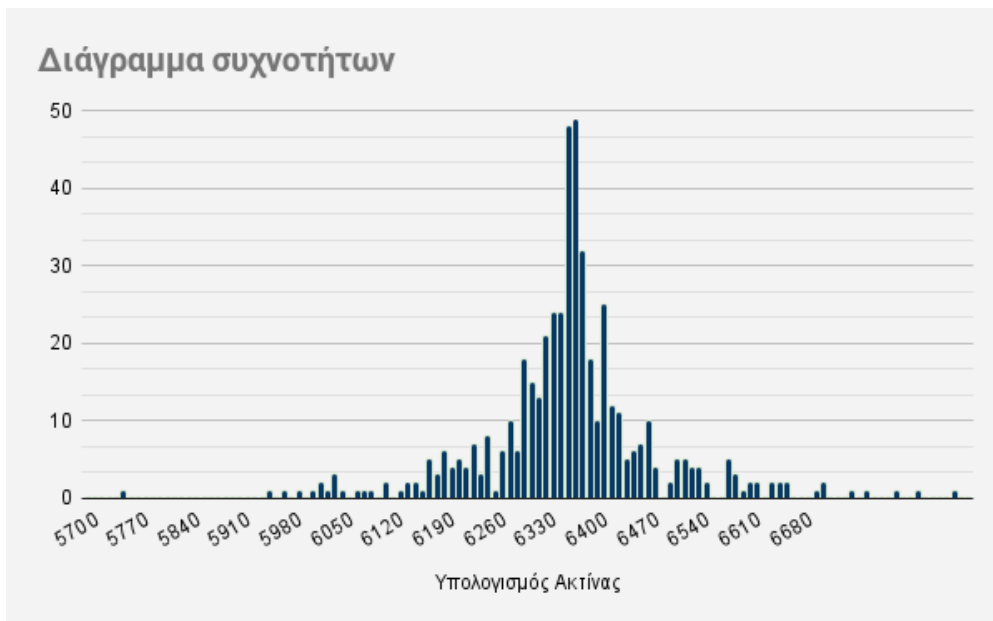
Η ανάδειξη του πειράματος ως αναπόσπαστου συστατικού της εκπαιδευτικής διαδικασίας και η προσέλκυση του ενδιαφέροντος μαθητών και εκπαιδευτικών σε βιωματικές και συνεργατικές ανακαλυπτικές δραστηριότητες, αποτελεί τον πρωταρχικό σκοπό και στόχο. Επιπλέον, ο διεπιστημονικός συνδυασμός γνώσεων και πρακτικών Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας, Μαθηματικών, Μηχανικής, Πληροφορικής κ.ά. σε συνδυασμό με την ενθουσιώδη ενεργό συμμετοχή μαθητών κι εκπαιδευτικών, δίνει στη δημοφιλή πανεκπαιδευτική δράση αξιοσημείωτες διαστάσεις, εκπαιδευτικές, παιδαγωγικές, αλλά και πολιτισμικές!

Με την εμπειρία των προηγούμενων ετών, με σεβασμό στο μεράκι των άξιων συναδέλφων και για λόγους οργάνωσης, ασφάλειας και λειτουργικότητας, η δράση αναπτύχθηκε φέτος σε έναν νέο ψηφιακό χώρο "moodle". Στον χώρο αυτόν φιλοξενείται το πλούσιο εκπαιδευτικό υλικό με οδηγίες - συμβουλές για την εκτέλεση της μέτρησης, φύλλα εργασίας, παρουσιάσεις, βίντεο κ.ά. Παράλληλα, αναπτύσσεται εδώ συνεργατικά η πρωτότυπη αυτή κοινότητα των εκπαιδευτικών που επιμένουν να εφοδιάζουν με γνώσεις τους μαθητές τους αξιοποιώντας τρόπους ευφάνταστους και καινοτόμους όπως το διεθνώς καταξιωμένο «Πείραμα του Ερατοσθένη». Η πιλοτική εφαρμογή της κοινότητας στο "moodle" κατά κοινή ομολογία θεωρήθηκε επιτυχημένη, συμβάλλοντας στην ενδυνάμωση της συνεργασίας, της επικοινωνίας, της ομαδικότητας, της άμεσης αλληλοϋποστήριξης και της εύκολης ανταλλαγής εκπαιδευτικού ψηφιακού υλικού. Η -ποσοτικά και ποιοτικά ισχυρή- κοινότητα που δημιουργήθηκε με τον τρόπο αυτόν, γίνεται η βάση για τη μελλοντική ανάπτυξη της πολυδιάστατης δράσης του Ερατοσθένη, αλλά και άλλων ακόμα πολλών, αφού αποδεικνύει έμπρακτα τόσο τη διάσταση του εφικτού, του ευχάριστα λειτουργικού και αξιοσημείωτα αποτελεσματικού εγχειρήματος.

Μαθητές κι εκπαιδευτικοί που έλαβαν μέρος στην πολυδύναμη αυτή δράση αξίζουν συγχαρητήρια καθώς δεν αφήνουν περιθώρια αμφιβολίας για το ότι η επιμονή και το μεράκι αποτελούν εχέγγυα για ένα καλύτερο αύριο!

Περιγραφή της εκπαιδευτικής δράσης

Αν και το ιστορικό πείραμα πραγματοποιήθηκε την ημέρα του Θερινού Ηλιοστασίου (21 Ιουνίου), για πρακτικούς λόγους επαναλαμβάνεται από τη σχολική κοινότητα κατά την Εαρινή Ισημερία. Με την πολύτιμη καθοδήγηση των εκπαιδευτικών τους, μαθητές κάθε ηλικίας, χωρίς να μετακινηθούν ή να ταξιδέψουν, ακολουθώντας απλώς τα βήματα του πανεπιστήμονα Ερατοσθένη, κατόρθωσαν να υπολογίσουν με ικανοποιητική ακρίβεια την περιφέρεια και την ακτίνα της Γης! Το πείραμα πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια όλης της εβδομάδας από 20 Μαρτίου έως 24 Μαρτίου 2023 από σχολικές μονάδες που οι καιρικές συνθήκες δεν τους επέτρεψαν τη μέτρηση στις 20 Μαρτίου. Σε αυτή την περίπτωση έγινε κατάλληλη διόρθωση του αποτελέσματος. Η στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων έδωσε το ακόλουθο εντυπωσιακό διάγραμμα:



Ο Ερατοσθένης με μοναδικά εφόδια τη διάνοια, τη γνώση, την περιέργεια, τη φιλομάθεια και τα φτωχά μέσα της εποχής του, κατόρθωσε το ακατόρθωτο. Στη σύγχρονη εποχή, τα εφόδια των μαθητών και μαθητριών συμπεριλαμβάνουν μία ποικιλία εργαλείων από τις Ψηφιακές Τεχνολογίες. Αξιοποιήθηκαν κατάλληλα λογισμικά για τον υπολογισμό των γεωγραφικών συντεταγμένων, της απόστασης ενός τόπου από τον Ισημερινό ή της κατάλληλης ώρας πραγματοποίησης του πειράματος όπως για παράδειγμα η εφαρμογή Google Maps, το λογισμικό Google Earth, το πρόγραμμα SunCalc, διαδικτυακές εφαρμογές καθώς και εφαρμογές κινητών τηλεφώνων. Ακολουθώντας τις σύγχρονες εκπαιδευτικές τάσεις η φετινή δράση εμπλουτίστηκε με καινοτόμα ψηφιακά εργαλεία που αξιοποιούν κινητές συσκευές (tablet και κινητά τηλέφωνα). Επιπλέον, μαθητικές ομάδες από σχολεία διαφορετικών περιοχών της Ελλάδας είχαν την εμπειρία να συμμετάσχουν σε πρωτότυπο διαδικτυακό παιχνίδι γνώσεων και να συναγωνιστούν με άλλες ομάδες σε θέματα που σχετίζονται με τον Ερατοσθένη και το ιστορικό πείραμά του, μαθαίνοντας με ευχάριστο και παιγνιώδη τρόπο. Αναδείχθηκε έτσι η συλλογικότητα του πειράματος, κεντρίστηκε το ενδιαφέρον των μαθητών με οικεία προς αυτούς εργαλεία και εφαρμόστηκαν εναλλακτικοί τρόποι εκτέλεσης μιας κοινής εκπαιδευτικής δραστηριότητας σε ένα εν πολλοίς ετερόκλητο ως προς τις γνώσεις και ικανότητες ακροατήριο.

Η εικόνα που αποτυπώθηκε στις αυλές των σχολείων μέσα από το φωτογραφικό υλικό που συλλέχθηκε, αποκάλυψε την ευρηματικότητα, την επιδεξιότητα και το μεράκι μαθητών και εκπαιδευτικών οι οποίοι στερέωσαν ράβδους ή άλλα καθημερινά αντικείμενα, μέτρησαν τα μήκη

τους, τα μήκη των σκιών τους και υπολόγισαν γωνίες. Οι επίδοξοι «γεω-μέτρες», παρά την έλλειψη έντονης ηλιοφάνειας σε ορισμένες περιοχές, αξιοποίησαν και την παραμικρή ακτίνα του Ήλιου και οδηγήθηκαν στον υπολογισμό της ακτίνας της Γης με αξιοσημείωτη ακρίβεια και σφάλμα μικρότερο σε πολλές περιπτώσεις από 0,38%!

Η «προστιθέμενη αξία» του πειράματος του Ερατοσθένη

Εκτελώντας το ιστορικό αυτό πείραμα, οι μαθητές:

- συμμετέχουν με ενδιαφέρον σε ένα πλούσιο σε γνώσεις και διδάγματα μάθημα, όχι μόνο μέσα στην τάξη, αλλά και στο προαύλιο του σχολείου τους,
- μαθαίνουν βιωματικά ότι με απλές μετρήσεις φυσικών μεγεθών, με την παρατήρηση, την υπόθεση, τους κατάλληλους συλλογισμούς και κυρίως με τη θέλησή τους, μπορούν να οδηγηθούν στη μέτρηση της περιφέρειας ακόμα και ενός ουράνιου σώματος όπως η Γη,
- ανακαλύπτουν διαδικασίες, παρατηρούν φαινόμενα και κατανοούν έννοιες (μετρήσεις, ακρίβεια, σφάλματα), εξοικειώνονται με την ορολογία Γεωγραφίας και Αστρονομίας (π.χ. συντεταγμένες, ηλιοστάσια, ισημερίες κ.ά.) αλλά και εκτιμούν την ιστορική συνέχεια της Επιστήμης,
- διδάσκονται με τον πιο παραστατικό τρόπο την ακλόνητη ισχύ της τεκμηριωμένης επιστημονικής γνώσης και τη διαχρονική και ανυπέρβλητη συνεισφορά των Θετικών Επιστημών για την κατανόηση του σύμπαντος κόσμου,
- συνειδητοποιούν την ανεκτίμητη αξία της συνεργασίας, αφού στη δράση αυτή συνεργάζονται υποδειγματικά, γόνιμα και δημιουργικά:
 - μαθητές, κατά τη λήψη μετρήσεων και αποφάσεων στην κάθε σχολική τάξη,
 - εκπαιδευτικοί, από σχολεία απομακρυσμένων περιοχών, που ανταλλάσσουν τα δεδομένα των μετρήσεών τους και εκτελούν κοινούς υπολογισμούς,
 - σημαντικές και λειτουργικές δομές της εκπαίδευσης, όπως τα Ε.Κ.Φ.Ε.

Λίγα λόγια για την ιστορία του πειράματος

Ο Ερατοσθένης (3^{ος} αιώνας π.Χ.) ήταν Διευθυντής της μεγάλης Βιβλιοθήκης της Αλεξάνδρειας, όπου σε έναν πάπυρο διάβασε ότι το μεσημέρι της 21^{ης} Ιουνίου (θερινό ηλιοστάσιο), στη Συήνη (Ασουάν), οι κατακόρυφοι στύλοι δεν έριχναν καθόλου σκιά και ο Ήλιος καθρεφτιζόταν ακριβώς στον πυθμένα ενός πηγαδιού. Παρατήρησε όμως ότι στην Αλεξάνδρεια, κατά την ίδια μέρα, οι κατακόρυφοι στύλοι έριχναν σκιά. Σκέφτηκε πως αν η Γη ήταν επίπεδη, οι κατακόρυφοι στύλοι στις δυο πόλεις θα ήταν παράλληλοι και θα έπρεπε και οι δυο να ρίχνουν σκιά. Αφού, λοιπόν, αυτό δεν είναι αλήθεια, τι μπορεί να συμβαίνει; Την απάντηση έδωσε ο Ερατοσθένης υποστηρίζοντας ότι η επιφάνεια της Γης δεν είναι επίπεδη, όπως νόμιζαν τότε, αλλά σφαιρική. Ο υπολογισμός της ακτίνας της Γης μπορεί να γίνει, αν είναι γνωστή η απόσταση Συήνης-Αλεξάνδρειας — την οποία σύμφωνα με μαρτυρίες, ο Ερατοσθένης για να τη μετρήσει προσέλαβε

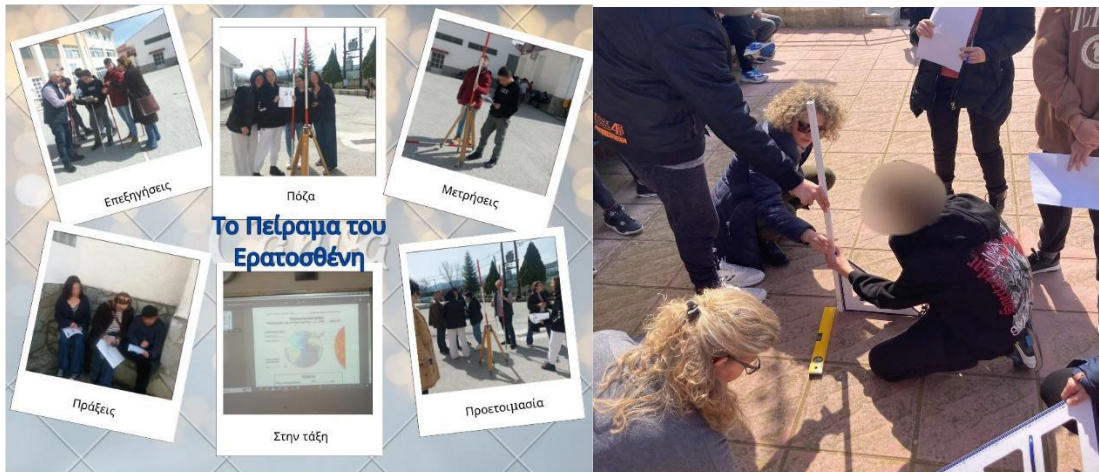
«βηματιστές» — και η διαφορά των γεωγραφικών πλατών των δύο πόλεων, η οποία υπολογίστηκε (από το μήκος της σκιάς ενός οβελίσκου) περίπου ίση με 7 μοίρες.

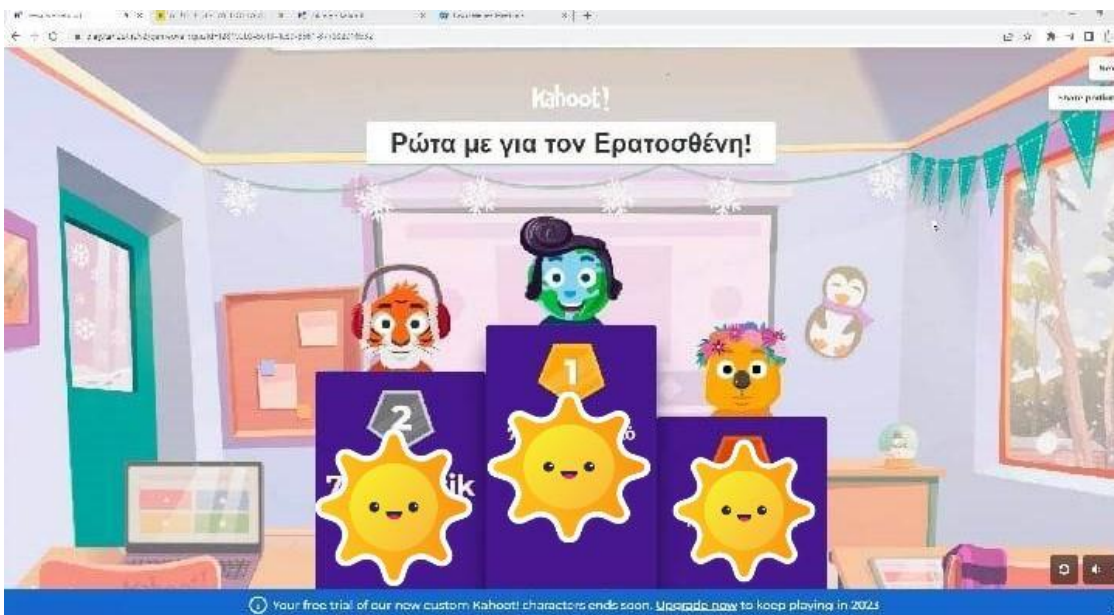
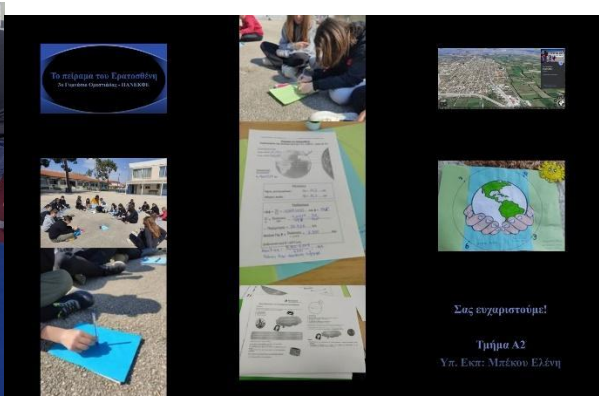
Ο Ερατοσθένης υπολόγισε την περιφέρεια της Γης σε 39.375 km, χρησιμοποιώντας ως μόνα εργαλεία ράβδους, μάτια, πόδια, μυαλό με απλότητα σκέψης και επινοητικότητα. Το σφάλμα στον υπολογισμό ήταν μόνο 2%, ένα πραγματικά αξιοσημείωτο επίτευγμα για τα δεδομένα του 3ου αιώνα π.Χ. Επομένως, ο Ερατοσθένης ήταν ο πρώτος άνθρωπος που μέτρησε τις διαστάσεις του πλανήτη Γη, γι' αυτό και θεωρείται δημιουργός της μαθηματικής γεωγραφίας.



ΣΗΜ.: - Τον **χάρτη** της δράσης με φωτογραφικό υλικό μπορείτε να τον δείτε [εδώ](#).

- Η **παρουσίαση** με ιστορικά στοιχεία και περιγραφή της διαδικασίας πραγματοποίησης του πειράματος στα Σχολεία βρίσκεται [εδώ](#).





Οι συντονιστές της δράσης

Γεωργόπουλος Χρήστος, Πρόεδρος της ΠΑΝ.Ε.Κ.Φ.Ε., Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Αγ. Αναργύρων,
Γκάτσης Αριστείδης, Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Καρδίτσας,
Γκιγκούδη Αναστασία, Υπεύθυνη Ε.Κ.Φ.Ε. Τούμπας (Αν. Θεσ/νίκης),
Δερμιτζάκη Ειρήνη, Υπεύθυνη 2ου Ε.Κ.Φ.Ε. Ηρακλείου,
Θεολόγου Μαρία, Υπεύθυνη Ε.Κ.Φ.Ε. Πολυγύρου (Χαλκιδική),
Κυριαζοπούλου Σοφία, Υπεύθυνη Ε.Κ.Φ.Ε. Ροδόπης,
Λάζος Παναγιώτης, Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Ηλιούπολης,
Μανουσάκη Κλεοπάτρα, Υπεύθυνη Ε.Κ.Φ.Ε. Αργολίδας,
Μίχου Δέσποινα, Υπεύθυνη Ε.Κ.Φ.Ε. Γρεβενών,
Παζούλης Παναγιώτης, Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Δράμας,
Παλούμπα Ελένη, Υπεύθυνη Ε.Κ.Φ.Ε. Λακωνίας,

Παπαδέλη Ελευθερία, Υπεύθυνη Ε.Κ.Φ.Ε. Κοζάνης,
Σωτηροπούλου Άννα, Υπεύθυνη Ε.Κ.Φ.Ε. Μεσσηνίας,
Χαλκιαδάκης Κωνσταντίνος, Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Ρεθύμνου,
Χαραλαμπάκης Νικόλαος, Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε. Ηλείας

Για το Δ.Σ. της ΠΑΝ.Ε.Κ.Φ.Ε.

Ο Πρόεδρος

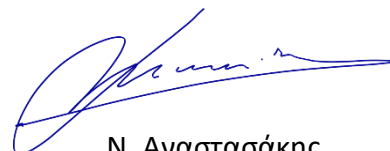


Χ. Γεωργόπουλος
Φυσικός, MSc
Υπ. Ε.Κ.Φ.Ε. Αγ. Αναργύρων



Γραμματέας

Ο Γενικός



Ν. Αναστασάκης
Φυσικός, Msc
Υπ. Ε.Κ.Φ.Ε.

Χανίων