

# Κέντρο Μαθηματικών και Τεχνολογίας νομού Αιτωλοακαρνανίας (ΚΕΜΑΤ) : Σχεδίαση μαθησιακού υλικού με χρήση των ΤΠΕ

Μαρία Κορδάκη<sup>1</sup> και Δημήτρης Καλογεράς<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Σχολική Σύμβουλος Μαθηματικών ν. Αιτωλ/νίας, Παν/μιο Πάτρας

<sup>2</sup>Μαθηματικός, 3<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Ναυπάκτου

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται η σχεδίαση μαθησιακού υλικού στηριγμένου σε εκπαιδευτικό λογισμικό το οποίο προορίζεται για χρήση στο Κέντρο Μαθηματικών και Τεχνολογίας του νομού Αιτωλοακαρνανίας το οποίο στοχεύει στην υποστήριξη της διδασκαλίας και της μάθησης Μαθηματικών από μαθητές της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Η σχεδίαση του μαθησιακού υλικού πραγματοποιείται με βάση τις σύγχρονες εποικοδομιστικές θεωρήσεις για τη γνώση και τη μάθηση. Επιπλέον, η σχεδίαση του υλικού προέκυψε ύστερα από πειραματισμό με διάφορους τύπους φύλλων έργου οι οποίοι παρουσιάζονται αναλυτικά στο (Κορδάκη και Καλογεράς, 2005). Το υλικό είναι δομημένο σε ιστοσελίδες. Βασικό του δομικό στοιχείο αποτελεί η δραστηριότητα η οποία προτείνεται στους μαθητές μέσω στοιχειωδών αλληλεπιδραστικών γεωμετρικών κατασκευών κάθε μία από τις οποίες αφορά σε μια επί μέρους υποέννοια της εκάστοτε έννοιας προς μάθηση. Κάθε επί μέρους αλληλεπιδραστική γεωμετρική κατασκευή υπερσυνδέεται μέσω κουμπιών: α) με άλλες αλληλεπιδραστικές γεωμετρικές κατασκευές που στοχεύουν στην κατανόηση ενός συνόλου σχετικών υποενοιών της προς μάθηση έννοιας, β) με σχετικές ερωτήσεις κατανόησης και γ) με οδηγίες πειραματισμού και διαχείρισης της κάθε αλληλεπιδραστικής γεωμετρικής κατασκευής. Το μαθησιακό υλικό δοκιμάστηκε σε πραγματική τάξη και πρώτα αποτελέσματα από τη χρήση του παρουσιάζονται.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Υποστηρίζεται από πολλούς ερευνητές ότι ο υπολογιστής μπορεί να παίζει σημαντικό και μοναδικό ρόλο στη γνωστική ανάπτυξη των μαθητών και ορισμένα περιβάλλοντα εκπαιδευτικού λογισμικού αλλά και προγράμματα γενικού σκοπού χαρακτηρίστηκαν ως γνωστικά περιβάλλοντα (Hillel, 1993; Dorfler, 1993; Laborde, 1993). Ο υπολογιστής σύμφωνα με τους Noss & Hoyles, (1996) παίζει κεντρικό, καθολικό και διαπεραστικό ρόλο στο πλαίσιο συμφραζομένων στο οποίο συντελείται η μάθηση, στο οποίο εντάσσονται επίσης, ο καθηγητής, οι μαθητές και η αλληλεπίδραση μεταξύ τους καθώς και οι δραστηριότητες τις οποίες καλούνται να φέρουν σε πέρας (Noss & Hoyles, 1996). Υποστηρίζεται επίσης, ότι το περιβάλλον του υπολογιστή με τη μορφή εκπαιδευτικού λογισμικού μπορεί να παίζει το ρόλο σκαλωσιάς (scaffolding) και να λειτουργήσει υποστηρικτικά στην ανάπτυξη της μαθηματικής δραστηριότητας των μαθητών (Hoyles & Noss, 1989) καθώς και ως περιβάλλον αναδιοργάνωσης της

σκέψης τους (Hillel, 1993). Το κατάλληλα σχεδιασμένο εκπαιδευτικό λογισμικό μπορεί να δώσει στους μαθητές ευκαιρίες για μαθηματοποίηση μέσα από την πραγματοποίηση συνδέσεων μεταξύ μη τυποποιημένων και τυποποιημένων μαθηματικών (Noss, 1988) και να τους βοηθήσει να κάνουν γενικεύσεις στηριγμένοι σε ειδικές περιπτώσεις (Hoyles & Noss, 1989). Ειδικότερα ένα κατάλληλα σχεδιασμένο εκπαιδευτικό λογισμικό μπορεί να παρέχει τις παρακάτω βασικές δυνατότητες: α) *προσομοίωσης πραγματικών καταστάσεων*. Με αυτό τον τρόπο δίνεται η ευκαιρία στους μαθητές να προσεγγίσουν τα μαθηματικά αφ ενός ως ανθρώπινες δραστηριότητες (Bishop, 1988) και αφ ετέρου να κατανοήσουν τη σημασία τους σε ένα διεπιστημονικό πλαίσιο (Clements, 1989). β) *πειραματισμού*. Οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να πραγματοποιήσουν μαθηματικές διερευνήσεις και να διατυπώσουν ή να επαληθεύσουν εικασίες. γ) *εικονικής ανατροφοδότησης των ενεργειών του μαθητή*. Οι εικόνες που δημιουργούνται από τους μαθητές σε περιβάλλοντα εκπαιδευτικού λογισμικού δεν είναι φτωχές αναπαραστάσεις αισθητηριακού επιπέδου διότι έχουν μια δικιά τους εσωτερική λογική που εξαρτάται από τη διαδικασία η οποία τις παράγει και τις εμφανίζει στην οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή (Dorfler, 1993). Οι εικόνες αυτές παίζουν ένα διαμεσολαβητικό ρόλο ο οποίος εξαρτάται από τη συνεισφορά της εννοιολογικής και της αισθητηριακής διάστασης και της μεταξύ τους αλληλεπίδρασης. Με αυτό τον τρόπο ένα νέο είδος αισθητηριακής αντίληψης διαμορφώνεται. Αυτού του είδους η εικονική ανατροφοδότηση δεν έχει μόνο αισθητηριακά χαρακτηριστικά αλλά περιέχει και πληροφορία βοηθώντας έτσι το μαθητή να αναστοχαστεί, να διατυπώσει ή να διορθώσει ή τις υποθέσεις του. Η διαδικασία αυτή είναι δυνατό να συνεχιστεί έως ότου καταλήξει σε βιώσιμο αποτέλεσμα και είναι η ίδια με αυτήν που ακολουθούν οι μαθηματικοί στην παραγωγή νέας μαθηματικής γνώσης (Lakatos, 1976, ο. π. η Villareal, 1997). δ) *υψηλής αλληλεπίδρασης*. Τα δυναμικά αλληλεπιδραστικά ηλεκτρονικά περιβάλλοντα ενεργοποιούν νέους τρόπους σκέψης, διότι οι ενέργειες του μαθητή βρίσκονται συνδεδεμένες με τις μαθηματικές σημασίες τους, ενώ στα παραδοσιακά μέσα βρίσκονται σε απόσταση (Karut, 1994) ε) *δυναμικής αναπαράστασης μιας μαθηματικής έννοιας* από την άποψη του ότι τα βασικά χαρακτηριστικά της παραμένουν σταθερά και κρυμμένα στην εσωτερική λογική με την οποία η έννοια έχει υλοποιηθεί στο λογισμικό, ενώ είναι δυνατό να απεικονίζονται στην οθόνη του υπολογιστή κλάσεις ισοδυναμίας εξωτερικών αναπαραστάσεων αυτής της έννοιας. στ) *αναπαράστασης μιας μαθηματικής έννοιας σε πολλαπλά αναπαραστασιακά συστήματα*. Οι υπολογιστές δίνουν ευκαιρίες αναπαράστασης μιας έννοιας ή/και μιας σχέσης σε πολλαπλά αναπαραστασιακά συστήματα όπως π.χ. εικόνες, διαγράμματα, πίνακες, αριθμητικές αναπαραστάσεις, γραφικές παραστάσεις, αναπαραστάσεις σε φυσική γλώσσα, σε γλώσσες προγραμματισμού, σε κινούμενη εικόνα, σε προσομοίωση, τα οποία είναι δυνατό να επικοινωνούν μεταξύ τους. Η επιλογή των αναπαραστάσεων που χρησιμοποιούνται στο σχεδιασμό και στην υλοποίηση εκπ/κού λογισμικού παίζει σημαντικό ρόλο στη διαφοροποίηση των στρατηγικών που αναπτύσσουν οι μαθητές για τα προβλήματα που τους τίθενται (Kordaki, 2003; Mariotti, 1995), ζ) *άμεσης διαχείρισης των σχημάτων στην οθόνη του υπολογιστή*. Τα γεωμετρικά σχήματα στην οθόνη του υπολογιστή μπορούν να μεταβάλλονται μέσω της λειτουργίας της 'άμεσης διαχείρισης' έτσι ώστε να διατηρούν τις γεωμετρικές τους ιδιότητες, ενώ η μορφή τους μεταβάλλεται. η) *διάθεσης μιας ποικιλίας εργαλείων*. Με αυτό τον τρόπο οι μαθητές

έχουν δυνατότητες επιλογής των εργαλείων που ταιριάζουν περισσότερο στη γνωστική τους ανάπτυξη και να εκφράσουν τις ατομικές ή/και ενδοατομικές τους διαφορές στη μάθηση των μαθηματικών (Kordaki, 2003) θ) *σχεδίασης*. Η σχεδίαση με τη βοήθεια των εργαλείων που διαθέτει το περιβάλλον ενός μικρόκοσμου ή/και με τη βοήθεια των εντολών κάποιας γλώσσας προγραμματισμού αναγκάζει το μαθητή να σχεδιάσει ένα σχήμα συνειδητά και με βάση τις ιδιότητές του (Laborde, 1993), ι) *αυτόματης επίλυσης προβλήματος*. Με αυτό τον τρόπο οι μαθητές μπορούν να συγκρίνουν τις δικές τους στρατηγικές επίλυσης με τα αποτελέσματα που δίνει ο υπολογιστής και να προσπαθούν να αυτοδιορθώνονται, κ) *επέκτασης*. Πολλά περιβάλλοντα εκπαιδευτικού λογισμικού διαθέτουν δυνατότητες επέκτασης μέσω της κατασκευής μακροεντολών σύμφωνα με τις ανάγκες του χρήστη. Έτσι τα περιβάλλοντα αυτά εξελίσσονται παράλληλα με τον μαθητή ή/και τον καθηγητή, λ) *καταγραφής του ιστορικού των ενεργειών του χρήστη*. Με αυτό τον τρόπο βρίσκεται στη διάθεση του μαθητή, του καθηγητή αλλά και του ερευνητή ένα πλούσιο υλικό για παραπέρα μελέτη και έρευνα, μ) *παρουσίασης πληροφορίας με ποικίλους τρόπους*. Μια ποικιλία υλικών μέσων μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα μάθημα για παρουσίαση πληροφοριών όπως πχ. κείμενο, εικόνες, ήχος, κινούμενες εικόνες κα., ν) *επικοινωνίας και μάθησης στο χώρο και στο χρόνο του μαθητή*. Το διαδίκτυο επίσης αποτελεί ένα άλλο σημαντικό εργαλείο, το οποίο μπορεί να παίξει καταλυτικό ρόλο στη διδασκαλία και στη μάθηση των μαθηματικών μέσα από τη δημιουργία κοινοτήτων μάθησης τοπικού, εθνικού ή διεθνούς χαρακτήρα καταργώντας τις ανισότητες που οφείλονται σε τοπικούς, χρονικούς ή φυσικούς περιορισμούς. Με τη χρήση του είναι δυνατό να σχεδιαστούν εργασίες (projects) με διερευνητικό χαρακτήρα και διεπιστημονικό περιεχόμενο. Διερευνητικά περιβάλλοντα μάθησης μαθηματικών εννοιών έχουν αναπτυχθεί από ερευνητές, τα οποία φαίνεται ότι επηρεάζουν τον τρόπο και το είδος των μαθηματικών που τα παιδιά μαθαίνουν.

Με βάση τα παραπάνω η ένταξη των ΤΠΕ στη διδασκαλία των μαθηματικών στη σχολική πραγματικότητα αποτελεί μια αναγκαιότητα. Παρόλα αυτά, τα περισσότερα σχολεία σήμερα στην Ελλάδα διαθέτουν μόνον τα βασικά όργανα σχεδίασης και ορισμένα γεωμετρικά στερεά, ενώ λίγοι είναι οι εκπαιδευτικοί ή οι μαθητές που χρησιμοποιούν συγκεκριμένα υλικά ή εκπαιδευτικό λογισμικό για τη μάθηση των μαθηματικών. Όμως η ένταξη των ΤΠΕ στην διδασκαλία και τη μάθηση των μαθηματικών δεν μπορεί να αποτελεί μια πρωτοβουλία έξω από τους θεσμούς της εκπαίδευσης αλλά θα πρέπει να γίνει με οργανωμένο και θεσμοθετημένο τρόπο. Απαιτείται εργαστηριακή υποδομή σε κάθε σχολείο και κατάλληλη προετοιμασία ανθρώπινων πόρων και αναλυτικών προγραμμάτων. Ως αρχικό βήμα και παράλληλα με όλες τις δράσεις σε εθνικό επίπεδο, είναι δυνατό να λειτουργήσει σε επίπεδο κάθε νομού ένα εργαστηριακό Κέντρο Μαθηματικών και Τεχνολογίας (ΚΕ.ΜΑ.Τ) για τη διάχυση γνώσης που να αφορά στη διδασκαλία και τη μάθηση των μαθηματικών με τη βοήθεια συγκεκριμένων υλικών και εκπαιδευτικού λογισμικού. Χαρακτηριστικά αναφέρεται το παράδειγμα της επιτυχημένης λειτουργίας των ΕΚΦΕ (Εργαστηριακά Κέντρα Φυσικών Επιστημών) στις πρωτεύουσες των νομών της χώρας.

Με βάση το παραπάνω πλαίσιο προτάθηκε (Κορδάκη, 2003), εγκρίθηκε από την περιφέρεια εκπ/σης Δυτικής Ελλάδας και χρηματοδοτήθηκε από το δήμαρχο

Ναυπάκτου η δημιουργία Κέντρου Μαθηματικών και Τεχνολογίας (ΚΕ.ΜΑ.Τ) στο νομό Αιτωλοακαρνανίας, στο 3<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Ναυπάκτου το οποίο λειτουργεί από το Σεπτέμβριο του σχολικού έτους 2004-05. Ο σκοπός, η οργάνωση του κέντρου η σχεδίαση πρώτου μαθησιακού υλικού καθώς και η πρώτη του δοκιμή σε πραγματική τάξη παρουσιάζονται στις ενότητες που ακολουθούν.

## **ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ ΤΟΥ ΚΕ.ΜΑ.Τ. v. ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ**

Το ΚΕ.ΜΑ.Τ. v. Αιτωλοακαρνανίας έχει ως σκοπό:

- Τη διάχυση γνώσης που αφορά στη διδακτική των μαθηματικών και στη διδακτική των μαθηματικών με τη βοήθεια των ΤΠΕ στους εκπ/κούς και τους μαθητές Α/μιας και Β/μιας εκπ/σης του νομού
- Την επιμόρφωση των εκπ/κών κλάδου ΠΕ3 και των δασκάλων του νομού στη διδακτική των Μαθηματικών και στη χρήση των ΤΠΕ στη διδακτική των Μαθηματικών
- Τη δημιουργία βιβλιοθήκης συγκεκριμένων υλικών, εκπαιδευτικού λογισμικού και βιβλίων με έμφαση στη διδακτική των Μαθηματικών και στη χρήση των ΤΠΕ στη διδακτική των Μαθηματικών
- Την ανάπτυξη υλικών και συνοδευτικών προς αυτά διδακτικών σεναρίων
- Την ανάπτυξη διδακτικών σεναρίων με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού για τα μαθηματικά ή και του διαδικτύου
- Την πραγματοποίηση πειραματικών διδασκαλιών με τη χρήση των ΤΠΕ
- Την πραγματοποίηση εκπ/κών ενημερωτικών επισκέψεων των εκπ/κών κλάδου ΠΕ3, των δασκάλων και των μαθητών του νομού για πειραματισμό με εκπαιδευτικό λογισμικό και συγκεκριμένα υλικά στα πλαίσια ειδικών δραστηριοτήτων-σεναρίων
- Τη λειτουργία του ΚΕ.ΜΑ.Τ. ως τόπου συνάντησης για τους εκπ/κούς του κλάδου
- Την πραγματοποίηση εκθέσεων με στόχο την κοινοποίηση των δραστηριοτήτων του κέντρου στο τέλος κάθε σχολικής χρονιάς.

Η τεχνική υποδομή του ΚΕΜΑΤ: Η τεχνική υποδομή του κέντρου αποτελείται από:

1. Πάγκους και καρέκλες κατάλληλους για να εξυπηρετήσουν μια τάξη 24 μαθητών (8 πάγκοι και 24 καρέκλες).
2. Δύο γραφεία και καρέκλες για τους υπεύθυνους του κέντρου.
3. Μια κάμερα για τη βιντεοσκόπηση διδασκαλιών, που πραγματοποιούνται από εκπαιδευτικούς, ή μαθηματικών δραστηριοτήτων που πραγματοποιούνται από μαθητές.
4. Ένας προβολέας LCD για μια οθόνη προβολής εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού
5. Δέκα υπολογιστές ( 8 PC, 1 laptop, 1 server) σε τοπικό δίκτυο με δυνατότητα Internet για πειραματισμό των μαθητών με εκπαιδευτικό λογισμικό.
6. Ένας έγχρωμος εκτυπωτής και ένας scanner
7. Μια τηλεφωνική γραμμή με modem, τηλέφωνο και FAX
8. Εκπαιδευτικό λογισμικό για τη μάθηση των μαθηματικών όπως πχ. το Cabri-Geometry, Geometers Sketch-Pad, Derive, Microworlds-Pro.

#### Η εργονομία του χώρου, των επίπλων και της αλληλεπίδρασης

Η αίθουσα στην οποία στεγάζεται το ΚΕΜΑΤ είναι περίπου 60 τμ, (Παπαδόπουλος, Βαρελτζής, Αναστασιάδης, 1998) η οποία είναι ικανοποιητική ώστε να φιλοξενεί 8 σταθμούς εργασίας. Τα έπιπλα που περιλαμβάνει το κέντρο είναι πάγκοι για την τοποθέτηση των υπολογιστών οι οποίοι αποτελούν τους σταθμούς εργασίας των μαθητών σε κάθε έναν από τους οποίους μπορούν να δουλεύουν 3 μαθητές. Οι διαστάσεις των πάγκων είναι 1.60X0.75 εκ.. Επιπλέον, υπάρχουν πάγκοι για τον εξυπηρετητή, τον εκτυπωτή, καθώς και πίνακας λευκού χρώματος με μαρκαδόρους. Η έδρα και το κάθισμα του υπεύθυνου του κέντρου δεν διαφέρει από τα έπιπλα ενός τυπικού γραφείου. Υπάρχει άπλετος φωτισμός, εξαερισμός και κατάλληλη θερμοκρασία. Οι υπολογιστές βρίσκονται συνδεδεμένοι σε τοπικό δίκτυο με χρήση Fast Ethernet Hub καθώς και με τον εξυπηρετητή του δικτύου. Οι συσκευές συνδέονται με ξεχωριστά καλώδια UTP στο Hub. Η σύνδεση του τοπικού δικτύου με το διαδίκτυο πραγματοποιείται μέσω δρομολογητή.

Γενικότερα η εργονομία του κέντρου πληροί τους κανόνες ασφάλειας και υγιεινής, ο εξοπλισμός του είναι σύγχρονος και οι δραστηριότητες που συνοδεύουν τα υλικά σχεδιάζονται έτσι ώστε να έχουν διερευνητικό περιεχόμενο. Ουσιαστικός είναι ο ρόλος των υπευθύνων του κέντρου στη σχεδίαση του μαθησιακού υλικού και την πραγματοποίηση των πειραματικών διδασκαλιών ώστε αφ ενός να έχουν διερευνητικό χαρακτήρα και αφ ετέρου να πραγματοποιούνται σε μια ατμόσφαιρα που θα προκαλέσει το ενδιαφέρον του μαθητή για τα μαθηματικά και θα τον υποστηρίξει να μειώσει το άγχος του γι αυτά.

#### **ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΦΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ - ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ**

Στην αρχική φάση επιλέχθηκε να κατασκευαστεί μαθησιακό υλικό με βάση το εκπαιδευτικό λογισμικό Cabri-Geometry II (Laborde, 1990) λόγω της καλής εξοικείωσης των υπευθύνων του ΚΕΜΑΤ με αυτό. Οι δραστηριότητες που σχεδιάστηκαν επιλέχθηκε να επικεντρωθούν σε θέματα της Γεωμετρίας με τα οποία οι μαθητές συναντούν δυσκολίες σύμφωνα με τη βιβλιογραφία. Λόγω του ότι το στόχος του ΚΕΜΑΤ είναι να απευθυνθεί σε μαθητές της Α/μιας και Β/μιας εκπ/σης επιλέχθηκε να κατασκευαστούν δραστηριότητες που να απευθύνονται σε όλες τις τάξεις. Παρακάτω παρατίθενται βασικοί παράγοντες που πάρθηκαν υπόψη κατά τη σχεδίαση των δραστηριοτήτων:

- ο επιστημονικός ορισμός του προς μάθηση αντικείμενου
- με ποιες βασικές δραστηριότητες μπορεί να δομηθεί το αντικείμενο μάθησης
- πως οι μαθητές μαθαίνουν το μαθησιακό αντικείμενο
- πως θα αναπτύσσεται εσωτερικό κίνητρο στο μαθητή (δραστηριότητες από την καθημερινή ζωή, παιχνίδια, να δίνεται η ευκαιρία στο μαθητή να μελετά τα δικά του αντικείμενα)

- πως θα ενθαρρύνουν το μαθητή: να μπαίνει στη θέση του ερευνητή, να εκφράσει τις ατομικές και ενδο-ατομικές του διαφορές στη μάθηση, να εξελίσσεται, να αυτο-διορθώνεται, να επαληθεύει εικασίες, να επαληθεύει σχέσεις, να συνεργάζεται
- πως θα δίνουν δυνατότητες στο μαθητή να εκμεταλλευτεί τις δυνατότητες του εκπαιδευτικού λογισμικού όπως : αλληλεπιδραστικότητα, άμεση διαχείριση μαθηματικών αντικειμένων, εικονική ανατροφοδότηση, εμφάνιση ίχνους, αριθμητική ανατροφοδότηση, ποικιλία εργαλείων για εννοιολογική κατασκευή διαφόρων μαθηματικών εννοιών, εργαλεία κυμαινόμενης διαφάνειας για επίλυση ποικιλίας σημαντικών προβλημάτων, πολλαπλά αναπαραστασιακά συστήματα (γραφικά, πινακοποίηση, εξισώσεις, υπολογισμοί), εργαλεία βοήθειας, επεκτασιμότητα.

Παρακάτω παρατίθενται 5 βασικοί τύποι δραστηριοτήτων που μπορούν να σχεδιαστούν και να πραγματοποιηθούν με τη βοήθεια των λειτουργιών του Cabri-Geometry II :

- 1<sup>α</sup>. Διατύπωσης εικασίας με βάση την μεταβαλλόμενη εικόνα.** Για παράδειγμα εάν ο μαθητής σχεδιάσει ένα τρίγωνο και τα ύψη του και σύρει τις κορυφές του στην οθόνη του υπολογιστή μπορεί να διατυπώσει την εικασία ότι και τα τρία ύψη τέμνονται σε ένα σημείο το οποίο είναι εσωτερικό του τριγώνου στο οξυγώνιο τρίγωνο, εξωτερικό του τριγώνου στο αμβλυγώνιο και πάνω στην ορθή γωνία στο ορθογώνιο τρίγωνο.
- 1<sup>β</sup>. Διατύπωσης εικασίας με βάση τα μεταβαλλόμενα αριθμητικά δεδομένα** Για παράδειγμα εάν ο μαθητής σχεδιάσει ένα τρίγωνο και μετρήσει το εμβαδόν και την περίμετρό του και στη συνέχεια σύρει τις κορυφές του τριγώνου στην οθόνη του υπολογιστή μπορεί να διατυπώσει την εικασία ότι η περίμετρος και το εμβαδόν αποτελούν διαφορετικές έννοιες.
- 2<sup>α</sup>. Επαλήθευσης εικασίας με βάση την μεταβαλλόμενη εικόνα.** Για παράδειγμα εάν ο μαθητής υποθέσει ότι οι διάμεσοι ενός τριγώνου ενδεχομένως να τέμνονται στο ίδιο σημείο μπορεί να σχεδιάσει ένα τρίγωνο και τις διαμέσους του και στη συνέχεια να σύρει τις κορυφές του τριγώνου στην οθόνη του υπολογιστή οπότε θα επαληθεύσει την υπόθεσή του με μια απειρία εμπειρικών εικονικών δεδομένων.
- 2<sup>β</sup>. Επαλήθευσης εικασίας με βάση τα μεταβαλλόμενα αριθμητικά δεδομένα.** Για παράδειγμα εάν ο μαθητής κατασκευάσει δύο κατακορυφήν γωνίες και υποθέσει ότι είναι ίσες (με το μάτι) μπορεί να επαληθεύσει την εικασία του μετρώντας αυτές τις δύο γωνίες για κάθε θέση των δύο τεμνομένων ευθειών.
- 3. Επαλήθευσης σχέσης με βάση τα μεταβαλλόμενα αριθμητικά δεδομένα σε συνδυασμό με την μεταβαλλόμενη εικόνα.** Για παράδειγμα εάν ο μαθητής γνωρίζει ότι το άθροισμα των γωνιών ενός τριγώνου είναι 180 μοίρες μπορεί να το επαληθεύσει σχεδιάζοντας ένα τρίγωνο, μετρώντας τις γωνίες του, υπολογίζοντας το άθροισμά τους και στη συνέχεια πινακοποιώντας τις τιμές των γωνιών και του αθροίσματός τους ενώ μεταβάλλει τη μορφή του τριγώνου στην οθόνη του υπολογιστή.
- 4. Μαύρο κουτί-αιτιολόγηση του τι συμβαίνει σε μια γεωμετρική κατασκευή.** Για παράδειγμα ο μαθητής μπορεί να προβληματιστεί προκειμένου να αιτιολογήσει το γιατί όταν μετρήσει αυτόματα την επιφάνεια δύο ή/και περισσότερων τριγώνων με

κοινή βάση και των οποίων η κορυφή βρίσκεται σε μια ευθεία παράλληλη προς τη βάση αυτή έχουν το ίδιο εμβαδόν.

5. **Πολλαπλών επιλύσεων.** Για παράδειγμα ο μαθητής μπορεί να προσπαθήσει να σχεδιάσει ισεμβαδικά τρίγωνα χρησιμοποιώντας το πλέγμα, τους τύπους υπολογισμού, το σύρσιμο των κορυφών του τριγώνου στην οθόνη του υπολογιστή, την αντιγραφή και επικόλληση κ.α.

## Η ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ ΜΑΘΗΣΙΑΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

Το μαθησιακό υλικό είναι οργανωμένο σε ιστοσελίδες. Η αρχική ιστοσελίδα φαίνεται στην Εικόνα 1 (Εικόνα 1). Είναι οργανωμένο ανά τάξη και αφορά στην ύλη της Γεωμετρίας των τριών τελευταίων τάξεων του Δημοτικού στις τρεις τάξεις του Γυμνασίου και του Λυκείου.



**Εικόνα 1.** Εισαγωγική σελίδα του ΚΕΜΑΤ για τη μάθηση γεωμετρικών εννοιών στην Α/μια και Δ/μια εκπ/ση

Η οργάνωση του μαθησιακού υλικού για κάθε τάξη έγινε με βάση τις βασικές γεωμετρικές έννοιες της συγκεκριμένης τάξης όπως αυτές προβλέπονται από το αναλυτικό πρόγραμμα του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου. Ένα παράδειγμα περιεχομένου ιστοσελίδας που αφορά στην Α' Γυμνασίου παρουσιάζεται στην Εικόνα 2 (Εικόνα 2). Η δόμηση του μαθησιακού υλικού που αφορά κάθε συγκεκριμένη μαθησιακή έννοια έγινε με βάση τους άξονες:

1. Δυνατότητα πειραματισμού μέσω μιας βασικής αλληλεπιδραστικής εικόνας
2. Δυνατότητα διατύπωσης ή επαλήθευσης εικασίας μέσω μετρήσεων
3. Εστίαση στις βασικές υποέννοιες της προς μάθηση έννοιας

4. Εστίαση σε βασικές ερωτήσεις κατανόησης της προς μάθηση έννοιας
5. Παροχή οδηγιών για τις βασικές τεχνικές δεξιότητες πειραματισμού με την αλληλεπιδραστική εικόνα

Στην Εικόνα 3 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα δόμησης μαθησιακού υλικού για τη μάθηση της έννοιας της διαμέσου ενός τριγώνου.

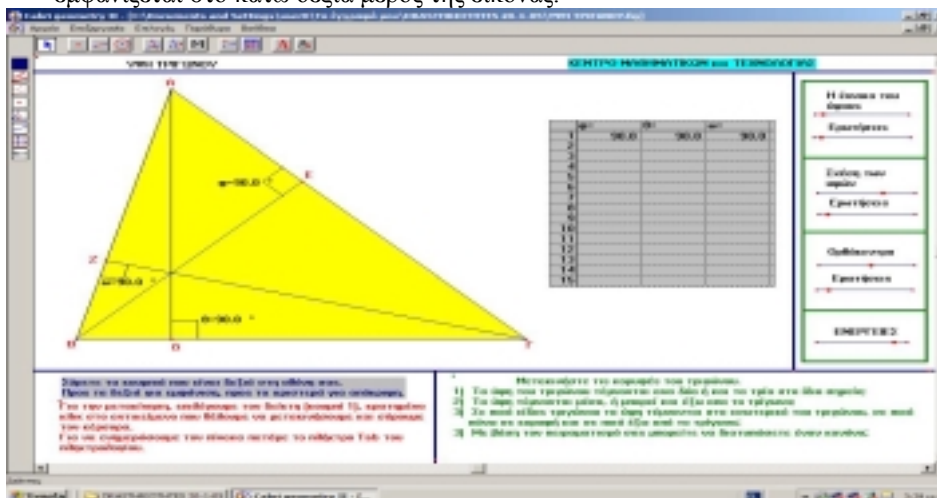


**Εικόνα 2.** Μαθησιακό υλικό για τη μάθηση γεωμετρικών εννοιών στην Α' Γυμνασίου

Παρακάτω αναλύονται τα βασικά μέρη κάθε δομικού στοιχείου του μαθησιακού υλικού:

1. *Αλληλεπιδραστική εικόνα.* Στο κύριο μέρος (αριστερό πάνω μέρος) της οθόνης εμφανίζεται η αλληλεπιδραστική εικόνα (ένα τρίγωνο και τα ύψη του).
2. *Μετρήσεις.* Στο κύριο μέρος (αριστερό πάνω μέρος) της οθόνης εμφανίζεται ένας πίνακας ο οποίος επικοινωνεί με τα δεδομένα της αλληλεπιδραστικής εικόνας και μπορεί να ενημερώνεται από τους μαθητές κατά τη διάρκεια της μεταβολής της εικόνας μέσω του συρσίματος των κορυφών της στην οθόνη του υπολογιστή. Εδώ φαίνεται ένας πίνακας με τρεις στήλες σε κάθε μία από τις οποίες μπορούν να αποθηκεύονται οι μετρήσεις των γωνιών Δ, Ε και Ζ.
3. *Βασικές υποέννοιες και ερωτήσεις.* Στο δεξιό μέρος της οθόνης (σε μια στήλη) υπάρχει η ανάλυση της έννοιας σε υποέννοιες κάθε μία από τις οποίες συνοδεύεται από τις κατάλληλες ερωτήσεις. Πιο συγκεκριμένα, στη στήλη αυτή ίδια στήλη υπάρχουν κουμπιά (κουκίδες) οι οποίες μπορούν να μετακινηθούν πάνω σε ευθύγραμμα τμήματα προς τα δεξιά ή τα αριστερά και αντίστοιχα να εμφανίζονται ή να αποκρύπτονται κάποια περιεχόμενα τα οποία μπορεί να είναι εικόνες ή κείμενα. Τα κουμπιά χωρίζονται σε ζεύγη κάθε ένα από τα οποία παραπέμπει σε μια υποέννοια της προς μάθηση έννοιας. Σε κάθε ζευγάρι κουμπιών το ένα κουμπί παραπέμπει στο σχετικό αλληλεπιδραστικό σχήμα και το άλλο σε ένα σύνολο σχετικών ερωτήσεων αντίστοιχα. Στην Εικόνα 3 μπορεί κανείς να δει τα κουμπιά που αναφέρονται στις έννοιες (η έννοια του ύψους, σχέση των υψών, Ορθόκεντρο) και τα αντίστοιχα κουμπιά ερωτήσεων. Το περιεχόμενο κάθε ερώτησης εμφανίζεται στο κάτω δεξιά πλαίσιο της οθόνης. Στη

Εικόνα 3 έχει επιλεγεί η σχέση των υψών και εμφανίζεται το αντίστοιχο αλληλεπιδραστικό σχήμα και ο πίνακας για τις μετρήσεις. Στην εικόνα 3 επίσης, έχει επιλεγεί το σύνολο ερωτήσεων που αφορά στη σχέση των υψών το οποίο και εμφανίζεται στο κάτω δεξιά μέρος της εικόνας.



**Εικόνα 3.** Παράδειγμα βασικού δομικού στοιχείου μαθησιακού υλικού

4. Παροχή οδηγιών για τις βασικές τεχνικές δεξιότητες πειραματισμού με την αλληλεπιδραστική εικόνα. Στο δεξιό μέρος της οθόνης (στο κάτω μέρος της στήλης που προαναφέρθηκε) Ακόμη υπάρχει ένα κουμπί (ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ) το οποίο παρέχει οδηγίες στους μαθητές (πλαίσιο κάτω αριστερά) για το πώς θα πειραματιστούν με την αλληλεπιδραστική κατασκευή.

#### **Η ΔΟΚΙΜΗ ΤΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ**

Το υλικό σε αυτή τη μορφή δοκιμάστηκε σε τάξη 5 φορές ως σήμερα. Από τις πρώτες μας παρατηρήσεις φαίνεται ότι οι μαθητές πλοηγούνται πολύ εύκολα και το βρίσκουν ενδιαφέρον. Δεν σπαταλάται χρόνος στη μάθηση των ειδικών λειτουργιών του λογισμικού μιας και οι μαθητές έρχονται στο KEMAT μόνο για λίγες ώρες. Διορθώσεις είναι χρήσιμο να γίνουν ως προς τις ερωτήσεις κατανόησης λόγω του ότι οι μαθητές εργάζονται σε εικονικά συστήματα και τους ζητείται να απαντήσουν σε φυσική γλώσσα κάτι δύσκολο γι αυτούς. Επιπλέον, εμπλουτισμός του μαθησιακού υλικού σε περισσότερες ενότητες του αναλυτικού προγράμματος και με χρήση και άλλων λογισμικών βρίσκονται στα μελλοντικά μας σχέδια. Ακόμη κρίνεται αναγκαία η επέκταση της υποδομής: σε εκπαιδευτικό λογισμικό, σε συγκεκριμένα υλικά ή/και παιχνίδια ειδικά για τη μάθηση των μαθηματικών, για δημιουργία και λειτουργία δανειστικής βιβλιοθήκης, σε μία τηλεόραση και ένα video για την προβολή μαγνητοσκοπημένων διδασκαλιών προκειμένου για τη συζήτηση και την επεξεργασία τους με τους καθηγητές των μαθηματικών.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Bishop, A. J., (1988). *Mathematics Education and culture*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Clements, D. H. (1989). *Computers in elementary mathematics education*. NJ: Prentice-Hall.
- Dorfler, W. (1993). Computer use and views of the mind. In C. Keitel & K. Ruthven (Eds), *Learning from computers: Mathematics Education and Technology* (pp.159-186). Berlin: Springer - Verlag.
- Hillel, J. (1993). CA as Cognitive Technologies: Implication for the Practice of Mathematics Education. In C. Keitel and K. Ruthven (Eds), *Learning from computers: Mathematics Education and Technology* (pp. 18-47). Berlin: Springer-Verlag.
- Hoyles, C. & Noss, R. (1989). The Computer as a Catalyst in Children's Proportion Strategies. *Journal of Mathematical behavior*, 8, 53-75.
- Kaput, J. J. (1994). The Representational Roles of Technology in Connecting Mathematics with Authentic Experience. In R. Biehler, R. W. Scholz, R. Strasser, B., Winkelmann (Eds), *Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline: The state of the art* (pp. 379- 397). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Κορδάκη, Μ & Καλογεράς, Δ (2004, υπό κρίση). Κέντρο Μαθηματικών & Τεχνολογίας στο νομό Αιτωλοακαρνανίας (ΚΕΜΑΤ): Σχεδίαση και χρήση φύλλων πραγματοποίησης δραστηριοτήτων με τη βοήθεια των ΤΠΕ.
- Κορδάκη, Μ. (2004). Υποστηρίζοντας το ρόλο της Τεχνολογίας στη διδασκαλία και τη μάθηση των Μαθηματικών: Η περίπτωση των Κέντρων Μαθηματικών και Τεχνολογίας. *Επιστημονική Συνάντηση για την Παιδεία*. Πάτρα, 9-10, Ιανουαρίου, 2004.
- Kordaki, M. (2003). The effect of tools of a computer microworld on students' strategies regarding the concept of conservation of area. *Educational Studies in Mathematics*, 52, 177-209.
- Laborde, C. (1993). The computer as part of the learning environment: the case of geometry. In C. Keitel & K. Ruthven (Eds), *Learning from computers: Mathematics Education and Technology* (pp. 48-67). Berlin: Springer - Verlag.
- Mariotti, M., A. (1995). Images and concepts in geometrical reasoning. In R. Sutherland & J. Mason (Eds), *Exploiting Mental imagery with Computers in Mathematics Education* (pp. 97-116). Berlin: Springer-Verlag.
- Noss, R. (1988). The computer as a cultural influence in mathematical learning. *Educational Studies in Mathematics*, 19, 251-268.
- Noss, R., & Hoyles, C. (1996). *Windows on mathematical meanings: Learning Cultures and Computers*. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers.
- Παπαδόπουλος, Γ., Αναστασιάδης, Ν. & Βαρελτζής, Γ. (1988). Γενικές προδιαγραφές εργονομίας, υλικού και λογισμικού του Σχολικού εργαστηρίου πληροφορικής. *Πρακτικά εισηγήσεων συνεδρίου «Η πληροφορική στη δευτεροβάθμια εκπ/ση»*, Αθήνα, 1998.
- Villarreal, E. M. (1997). Computers, graphics and refutations. *Proceedings of the 21<sup>st</sup> PME Conference*, 1 (pp. 268). Lathi, Finland.