



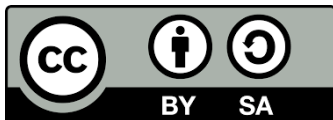
**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΑΝΟΙΚΤΑ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΑ
ΜΑΘΗΜΑΤΑ**



Προσομοιώσεις και οπτικοποιήσεις στη μαθησιακή διαδικασία

Προσομοιώσεις και οπτικοποιήσεις στη
διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

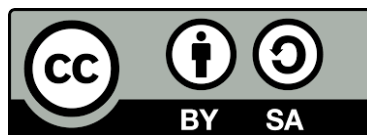
Διδάσκων: Καθηγητής Αναστάσιος Α.
Μικρόπουλος



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Γλώσσα Logo και μικρόκοσμοι

Η Logo ως ένα προγραμματιστικό περιβάλλον όπως κάθε άλλη γλώσσα προγραμματισμού, μπορεί να αντιμετωπίσει ένα μεγάλο εύρος προβλημάτων. Αποτελεί μία διάλεκτο της LISP και είναι δομημένη με παρόμοιο τρόπο με την Pascal. Η ισχύς της φαίνεται από τον τρόπο που βοηθά τον προγραμματιστή να συγκεντρωθεί στο πρόβλημά του χωρίς να τον απασχολούν οι ιδιαιτερότητες και οι περιορισμοί του εργαλείου που χρησιμοποιεί.

Η Logo αποτελεί μία θεωρία μάθησης βασισμένη στην επιστημολογική άποψη του έργου του Piaget και στην τεχνητή νοημοσύνη με την έννοια της γνωστικής επιστήμης. Μεταξύ των σκοπών της είναι η απομυθοποίηση του υπολογιστή και του προγραμματισμού. Δεν είναι μόνο ένα εργαλείο προγραμματισμού αλλά ένας χώρος για να σκέφτεται ο προγραμματιστής και ιδιαίτερα ο μαθητής. Με την παιδαγωγική αξιοποίηση της Logo, που πρότεινε ο Papert το 1968, ο μαθητής αισθάνεται κυρίαρχος της νέας τεχνολογίας και ταυτόχρονα έρχεται σε επαφή με επιστημονικές έννοιες και τη δημιουργία νοητικών μοντέλων. Αποτελεί ένα μέσο με το οποίο ακόμα και αυτοί που θεωρούν τους εαυτούς τους 'ανθρωπιστές' δεν αισθάνονται αποξενωμένοι, αλλά μέρος της διαδικασίας κατασκευής πληροφορικής παιδείας και τεχνολογικής κουλτούρας (Papert 1990).

Η Logo θεωρείται ιδανική για την εισαγωγή στη διδασκαλία των γλωσσών προγραμματισμού, για την επίλυση προβλημάτων με υπολογιστή, για την ανάπτυξη εκπαιδευτικών πληροφορικών περιβαλλόντων από τους μαθητές. Θεωρείται ότι υπερβαίνει τους περιορισμούς ενός περιβάλλοντος για προγραμματισμό, αποτελώντας μία φιλοσοφία μάθησης. Ορισμένα από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που διαφοροποιούν τη Logo από άλλες γλώσσες προγραμματισμού ως εκπαιδευτικά εργαλεία, συνοψίζονται ως εξής:

- Είναι εύκολη στην εκμάθηση
 - Οι εντολές (λέξεις της ελληνικής ή αγγλικής γλώσσας) απομνημονεύονται εύκολα και είναι εύχρηστες
 - Δεν απαιτείται ορισμός του τύπου των μεταβλητών
 - Η εκτέλεση του προγράμματος γίνεται μέσω διερμηνείας (interpretation) και έτσι είναι αλληλεπιδραστική, παρέχοντας άμεση ανάδραση στο χρήστη και την ευκαιρία για διερεύνηση αρχών προγραμματισμού
 - Τα μηνύματα λάθους είναι φιλικά και διευκρινιστικά
 - Αποτελεί ευχάριστη αρχή για απόκτηση τεχνολογικής κουλτούρας
- Προάγει καλές προγραμματιστικές τεχνικές
 - Οι δομές δεδομένων της (αριθμοί, λέξεις, λίστες) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία πολύπλοκων δομών δεδομένων
 - Ενθαρρύνει την ανάπτυξη μικρών προγραμμάτων, των διαδικασιών
 - Οι διαδικασίες είναι επαναχρησιμοποιήσιμες, εργαλεία για άλλες διαδικασίες
 - Δεν υπάρχουν γραμμές εντολών που ενθαρρύνουν μεταβάσεις μέσα στο πρόγραμμα
 - Είναι αναδρομική

- Κάνει αυτόματο δυναμικό καταμερισμό της μνήμης και δεν απαιτεί προσδιορισμό του μεγέθους λέξεων ή λιστών
- Είναι επεκτάσιμη, επιτρέπει τη δημιουργία εντολών από το χρήστη (διαδικασίες) οι οποίες έχουν την ίδια σύνταξη και μπορούν να χρησιμοποιηθούν όπως οι εντολές της
 - Επιτρέπει την εκτέλεση και τον έλεγχο των διαδικασιών μεμονωμένα
 - Παρέχει ευκολία στη χρήση διαδικασιών από ένα πρόγραμμα σε άλλο
 - Ενθαρρύνει τη δημιουργία βιβλιοθήκης συχνά χρησιμοποιούμενων διαδικασιών
 - Επιτρέπει τη μετονομασία των εντολών της για κατανόησή τους από μικρές ηλικίες ή για να προσομοιάζει άλλες γλώσσες προγραμματισμού
- Είναι εύκολη στη συγγραφή και διαχείριση προγραμμάτων
 - Η εκσφαλμάτωση είναι εύκολη μέσω εργαλείων ιχνηλάτησης και παύσης
 - Επιτρέπει τη χρήση μεγάλων και περιγραφικών ονομάτων σε μεταβλητές και διαδικασίες
 - Τα μηνύματα λάθους είναι σαφή και λεπτομερή
 - Προσφέρει πολυμεσικά και υπερμεσικά χαρακτηριστικά
 - Προσφέρει ολοκληρωμένο σύνολο εντολών διαχείρισης αρχείων και δίσκων.

Επικεντρώνοντας στη διδακτική πράξη, η Logo αποτελεί ένα ολοκληρωμένο μαθησιακό περιβάλλον. Θεωρείται ως το κατάλληλο εργαλείο για τη διδασκαλία και ανάπτυξη διαδικασιών μάθησης και σκέψης (Ryba and Anderson 1993). Παρέχει ένα περιβάλλον όπου ο μαθητής εμπλέκεται άμεσα σε μαθησιακές διαδικασίες που συνεισφέρουν στην οικοδόμηση της γνώσης στον προγραμματισμό, αλλά και σε άλλα γνωστικά αντικείμενα. Ορισμένες από τις διαδικασίες μάθησης στις οποίες συνεισφέρει η Logo συνοψίζονται ως εξής:

- Συντελεί στον καθορισμό, τη σχεδίαση και την υλοποίηση διδακτικών στόχων με τη συνεργασία εκπαιδευτικού και μαθητών
- Συμβάλλει στην κατανόηση της γνώσης που πρόκειται να διδαχθεί
- Αξιοποιεί τις αντιλήψεις των μαθητών για την οικοδόμηση της γνώσης μέσω γενικεύσεων ή γνωστικών συγκρούσεων
- Προωθεί τη σχεδίαση τρόπων αξιοποίησης της οικοδομούμενης γνώσης
- Συντελεί στην ανάπτυξη μετα-γνωστικών δεξιοτήτων
- Συμβάλλει στη διερεύνηση νέων ιδεών
- Παρέχει ένα περιβάλλον για την ανάπτυξη μικρόκοσμων, περιβαλλόντων προσομοίωσης ρεαλιστικών ή μη προβλημάτων
- Ενισχύει την ισότιμη διδασκαλία μεταξύ μαθητών αλλά και του εκπαιδευτικού με τους μαθητές.

Οι παραπάνω διαδικασίες υλοποιούνται από τους μαθητές με τρόπους όπως:

- Πειραματισμό με τις εντολές και κατανόησή τους, απόκτηση εμπιστοσύνης στη χρήση τους
- Σχεδίαση δραστηριοτήτων και οργάνωσής τους σε συστατικά μέρη
- Χρήση ανθρωποκεντρικών αναφορών για την αντίληψη του προγραμματισμού με τη μορφή διαλόγου του μαθητή με τον υπολογιστή

- Δημιουργία ενός προγράμματος για την υλοποίηση όλων των διαδικασιών με τη σωστή σειρά
- Εκσφαλμάτωση με εντοπισμό και διόρθωση λαθών ή αναδόμηση της προσέγγισής τους
- Αξιολόγηση ενός προγράμματος για την εκτίμηση της σωστής λειτουργίας του
- Ανάπτυξη εφαρμογών – ολοκληρωμένων σεναρίων με υπερμεσικά χαρακτηριστικά.

Ιδιαίτερα για τους μαθητές της υποχρεωτικής εκπαίδευσης που έρχονται για πρώτη φορά σε επαφή με ένα προγραμματιστικό περιβάλλον, ένα περιβάλλον στο οποίο αναπτύσσουν και καταγράφουν τη σκέψη τους με αυστηρό τρόπο και βλέπουν άμεσα τα αποτελέσματα των ενεργειών τους, η Logo και συγκεκριμένα η γεωμετρία της χελώνας συνεισφέρει στην ανάπτυξη των παρακάτω γνωστικών δεξιοτήτων που αποτελούν τη βάση για την ανάπτυξη μαθησιακών και γνωστικών στρατηγικών:

- Εξερεύνηση μέσα από παρατήρηση, περιγραφή, πρόβλεψη και εξήγηση, σύγκριση και αντίθεση
- Ανάλυση και σχεδιασμό ανάπτυξης εναλλακτικών προσεγγίσεων για τη λύση του προβλήματος και λήψη αποφάσεων
- Διερεύνηση, μαθαίνοντας πως και πότε να θέτουν ερωτήσεις διαφορετικών τύπων
- Αυτοέλεγχο, ελέγχοντας, αξιολογώντας και αναθεωρώντας δραστηριότητες.

Σημαντικό χαρακτηριστικό της Logo αποτελεί η υλοποίηση όχι μόνο της γνωστικής ταξινόμιας, αλλά και της συναισθηματικής και ψυχοκινητικής, με το μαθητή να παίρνει το ρόλο της χελώνας και να προσπαθεί με κινήσεις του στο χώρο να υλοποιήσει συγκεκριμένες διαδικασίες (Μικρόπουλος 2000). Οι τρεις ταξινομίες συνδυάζονται ακόμα καλύτερα με την αξιοποίηση των χελωνών – ρομπότ και των προγραμματιζόμενων κατασκευών Lego – Logo. Αυτές αποτελούν ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα μάθησης μέσω ρεαλιστικών καταστάσεων συνδέοντας άμεσα αφηρημένες έννοιες και διανυσματικά μεγέθη όπως για παράδειγμα η ταχύτητα, η ορμή και η επιτάχυνση, με εμφανείς δράσεις στον πραγματικό κόσμο.

Σε ένα γενικότερο επίπεδο η Logo αποτελεί ένα πεδίο υλοποίησης, εφαρμογής και ελέγχου παιδαγωγικών προσεγγίσεων και αρχών με παραδείγματα όπως (Μικρόπουλος και Λαδιάς 2000):

- Εφαρμογή των αρχών της εποικοδομητικής μάθησης και ιδιαίτερα του κοινωνικού κονστрукτιβισμού
- Υλοποίηση γνωστικών ταξινόμιών
- Άμεση διδασκαλία
- Ενσωμάτωση προαπαιτούμενων γνώσεων
- Άμεση ανατροφοδότηση
- Τύποι μάθησης
- Ισότιμη αλληλεπίδραση
- Συνεργασία
- Έλεγχος προόδου
- Μεταφορά γνώσης.

Από την πλευρά του ο εκπαιδευτικός, με τη χρήση της Logo στη διδακτική πράξη βλέπει τον εαυτό του να συμμετέχει ισότιμα με τους μαθητές σε ένα κοινό πρόγραμμα έρευνας, σχεδίασης και ανάπτυξης. Μέσω των μαθησιακών δραστηριοτήτων που θέτει ο ίδιος, βρίσκεται αντιμέτωπος με καταστάσεις και προβλήματα για πρώτη φορά. Δε γνωρίζει εκ των προτέρων όλους τους πιθανούς τρόπους προσέγγισης ενός

προβλήματος που επιλέγει ο κάθε μαθητής. Για τα περισσότερα παιδιά η ιδέα μιας τίμιας και ισότιμης σχέσης με τον εκπαιδευτικό είναι κάτι νέο που εμπνέει. Έτσι η παρουσία του υπολογιστή ξεπερνά την απλή χρήση, συνεισφέρει στη δημιουργία μιας νέας κουλτούρας. Ο εκπαιδευτικός γνωρίζοντας τους κώδικες αυτής της κουλτούρας, χρησιμοποιεί τη γλώσσα της και συζητά για πράγματα που όλοι γνωρίζουν και ενδιαφέρονται. Αποτελεί ενεργό μέρος της κουλτούρας της ‘τεχνολογικής’ τάξης. Σχεδιάζει προγράμματα εργασίας, καθοδηγεί τους μαθητές. Ο παιδαγωγός γνωρίζει πως να παρατηρεί αυτούς που εμπλέκονται σε διαδικασίες σκέψης, μάθησης, αγωνίας, χαράς, πως και πότε να παρεμβαίνει ή να αφήνει το μαθητή να προσπαθεί μόνος ή σε συνεργασία με συμμαθητές του. Έτσι υλοποιείται ο κύριος στόχος που είναι η βελτίωση της εικόνας που έχει ο κάθε μαθητής για τον εαυτό του ως μαθητή και ως ενεργού μέλους στην εκπαιδευτική διαδικασία (Μικρόπουλος και Λαδιάς 2000).

Ένα απλό παράδειγμα από τη γεωμετρία της χελώνας αποτελεί η υλοποίηση ενός προγράμματος το οποίο σχεδιάζει ένα οποιοδήποτε κανονικό πολύγωνο οποιοδήποτε μεγέθους. Στόχος δεν είναι η επίλυση ενός μαθηματικού προβλήματος σε προγραμματιστικό περιβάλλον, ούτε η εκμάθηση της γλώσσας Logo. Είναι η αξιοποίηση του συγκεκριμένου λογισμικού ως γνωστικού εργαλείου για τη διαπραγμάτευση και τελικά την οικοδόμηση της γνώσης. Το παράδειγμα αναφέρεται κυρίως σε θέματα γεωμετρίας στο δημοτικό σχολείο, αλλά η διαδικασία υλοποίησής του εμπλέκει γνώσεις από ποικίλα θέματα και πεδία. Η εργασία στην τάξη μπορεί να ξεκινήσει μετά από την εξοικείωση των μαθητών με το περιβάλλον εργασίας, με ένα γνωστό πολύγωνο, ένα τετράγωνο συγκεκριμένου μεγέθους. Τα παιδιά ατομικά ή ομαδικά, δημιουργούν τον αλγόριθμο του προβλήματος στο χαρτί, θέτοντας τον εαυτό τους στη θέση της χελώνας προσπαθώντας να σχηματίσουν το τετράγωνο κινούμενοι στην τάξη, σχεδιάζοντας το επιθυμητό αποτέλεσμα. Η πρώτη προσπάθεια συνήθως αφορά σε μία διαδικασία με τη μορφή του πίνακα 4.1α. Η μετάβαση σε εξάγωνο είναι εύκολη και τα παιδιά φτάνουν γρήγορα στο πρόγραμμα του πίνακα 4.2β. Τα στοιχεία που αλλάζουν ώστε να προκύψει ένα διαφορετικό πολύγωνο είναι ο αριθμός των πλευρών και η γωνία στροφής της χελώνας για το σχηματισμό της επόμενης πλευράς. Οι μαθητές παρατηρούν και κατανοούν ότι για κάθε πολύγωνο επαναλαμβάνονται οι εντολές που αντιστοιχούν στη μετατόπιση της χελώνας και στη στροφή της, δηλαδή οι ‘δεξιά’ και ‘μπροστά’ με τις κατάλληλες κάθε φορά τιμές. Το κανονικό, ισόπλευρο τρίγωνο δυσκολεύει λίγο την κατάσταση ως προς τη γωνία στροφής της χελώνας. Τα παιδιά κυρίως με την κίνησή τους στο χώρο, κατανοούν ότι η χελώνα στρίβει ‘από έξω’ για να πάρει τη νέα θέση της. Επίσης παρατηρούν ότι για οποιοδήποτε πολύγωνο, η χελώνα κλείνει έναν κύκλο ‘σπάζοντάς’ τον σε τμήματα που είναι οι πλευρές του πολυγώνου. Έτσι διαιρώντας τις 360° του πλήρους κύκλου δια του πλήθους των πλευρών υπολογίζεται η γωνία στροφής. Για το τρίγωνο επομένως μπορούν να γράψουν 120 ή ακόμα και $360/3$, αφού η χελώνα κάνει πράξεις. Η διαδικασία για το ισόπλευρο τρίγωνο είναι αυτή του πίνακα 4.1γ. Η ανάγκη για την ύπαρξη εντολής η οποία απαλλάσσει από τη γραφή των εντολών που επαναλαμβάνονται είναι φανερή και έτσι εισάγεται η εντολή ‘επανάλαβε’, ακολουθούμενη από τον αριθμό των επαναλήψεων που είναι όσες και το πλήθος των πλευρών του πολυγώνου. Η διαδικασία για το τρίγωνο γίνεται όπως αυτή του πίνακα 4.2α. Η διαδικασία κατασκευής ενός κανονικού πολυγώνου ακολουθεί την ίδια λογική, ανεξάρτητα από το είδος του. Ο αλγόριθμος για την επίλυση του προβλήματος δηλαδή είναι γενικός. Επόμενο βήμα είναι η δημιουργία μίας γενικής διαδικασίας, η οποία όταν εκτελείται σχεδιάζει το πολύγωνο με τον αριθμό

πλευρών και το μέγεθος που επιθυμεί ο μαθητής. Μία λύση είναι η επέμβαση μέσα στη διαδικασία αλλάζοντας κάθε φορά τις τιμές που αντιστοιχούν σ' αυτά τα δύο στοιχεία.

Πίνακας 4.1 Οι διαδικασίες για τρία κανονικά πολύγωνα

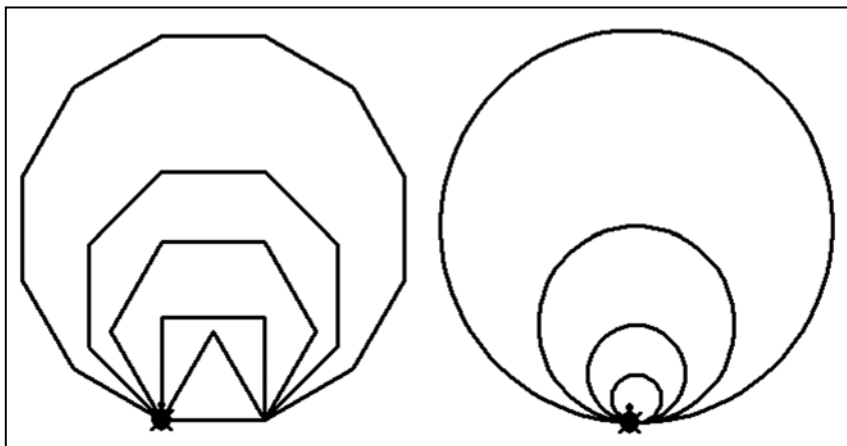
για τετράγωνο	για εξάγωνο	για τρίγωνο
δεξιά 90 μπροστά 50	δεξιά 60 μπροστά 50	δεξιά 360/3 μπροστά 50
δεξιά 90 μπροστά 50	δεξιά 60 μπροστά 50	δεξιά 360/3 μπροστά 50
δεξιά 90 μπροστά 50	δεξιά 60 μπροστά 50	δεξιά 360/3 μπροστά 50
δεξιά 90 μπροστά 50	δεξιά 60 μπροστά 50	
	δεξιά 60 μπροστά 50	
	δεξιά 60 μπροστά 50	
τέλος	τέλος	τέλος
(α)	(β)	(γ)

Αυτό δεν είναι βολικό και δυσχεραίνει την περίπτωση επαναχρησιμοποίησης του προγράμματος σε άλλα μεγαλύτερα. Αφού το επιθυμητό κάθε φορά πολύγωνο αποφασίζεται την τελευταία στιγμή από το χρήστη, οι αριθμητικές τιμές δε βολεύουν. Μετά από συζήτηση στην τάξη, το συμπέρασμα είναι ότι σε τέτοιες περιπτώσεις γενικευμένων προγραμμάτων χρειάζεται ο 'άγνωστος x', δηλαδή η χρήση μεταβλητών στη θέση των αριθμητικών τιμών. Μετά από την εξοικείωση των μαθητών με την έννοια και τη χρήση της μεταβλητής, η διαδικασία του πολυγώνου γίνεται όπως αυτή του πίνακα 4.2β. Όπως φαίνεται στον πίνακα, η γραφή των εντολών στη συγκεκριμένη έκδοση της Logo (LCSI, MicroWorlds Pro) είναι αποδεκτή χρησιμοποιώντας μόνο τα αρχικά γράμματα των εντολών ('μπ' αντί 'μπροστά', 'αρ' αντί 'αριστερά'). Οι εντολές 'αριστερά 90' και 'δεξιά 90' δεν επηρεάζουν το πολύγωνο, όπως φαίνεται και από τη θέση τους στη διαδικασία. Απλά έχουν επιλεγεί κατάλληλα και προστεθεί ώστε το πολύγωνο να σχηματίζεται 'όρθιο' και η χελώνα στο τέλος της διαδικασίας να βρίσκεται στην αρχική της θέση.

Πίνακας 4.2 Οι διαδικασίες για το τρίγωνο και το πολύγωνο

για τρίγωνο	για πολύγωνο :N :X
επανάλαβε 3 [δεξιά 360/3 μπροστά 50]	αρ 90
τέλος	επανάλαβε :N [δε 360/:N μπ :X]
	δε 90
	τέλος
(α)	(β)

Το σχήμα 4.2 παρουσιάζει ορισμένα πολύγωνα ίδιου μεγέθους που το καθορίζει η μεταβλητή :X. Τα πολύγωνα προκύπτουν από την εκτέλεση του προγράμματος για διαφορετικές τιμές της μεταβλητής :N που αντιστοιχεί στο πλήθος των πλευρών.

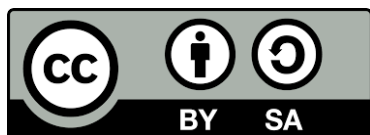


Σχήμα 4.2 Πολύγωνα με διαφορετικό πλήθος πλευρών όπως προκύπτουν από την εκτέλεση του προγράμματος του πίνακα 4.2(β)

Στη δεξιά πλευρά του σχήματος 4.2 φαίνονται ένα δωδεκάγωνο, ένα εικοσιτετράγωνο, ένα σαρανταοκτάγωνο και ένα ενενηνηταεξάγωνο. Όσο μεγαλώνει το πλήθος των πλευρών του κανονικού πολυγώνου, αυτό μοιάζει με κύκλο. Η διαδικασία του κανονικού πολυγώνου στη Logo μπορεί να αξιοποιηθεί για μία διαφορετική προσέγγιση στον κύκλο, αυτής του κανονικού πολυγώνου με τεράστιο πλήθος πλευρών. Από τη διαδικασία του πίνακα 4.2(β) φαίνεται ότι ο αριθμός των επαναλήψεων γίνεται ολοένα και μεγαλύτερος και η γωνία στροφής κάθε φορά εξαιρετικά μικρή, αφού ο παρονομαστής του κλάσματος ($360/:N$) συνεχώς αυξάνει. Όσο μεγαλύτερο γίνεται το πλήθος των πλευρών, τόσο προσεγγίζεται ο τέλειος κύκλος. Αυτός θα επιτευχθεί για άπειρο πλήθος πλευρών. Ο κύκλος λοιπόν μπορεί να θεωρηθεί ως ένα κανονικό πολύγωνο με άπειρο πλήθος πλευρών.

Η διαδικασία του πολυγώνου αποτελεί ένα παράδειγμα από τη γεωμετρία της χελώνας στη γλώσσα προγραμματισμού Logo ως γνωστικού εργαλείου, όπου αναπτύσσονται πνευματικές δεξιότητες, εμπλέκονται έννοιες από διαφορετικά πεδία και οικοδομείται η γνώση. Οι μαθητές του δημοτικού σχολείου ασχολούνται με έννοιες των μαθηματικών όπως η μεταβλητή, η σχέση πλήθους πλευρών και γωνιών στα κανονικά πολύγωνα, κλασματικών αριθμών, αλλά και περισσότερο δυσνόητων εννοιών όπως το άπειρο. Οι μαθητές μικρότερων τάξεων ή ειδικών ικανοτήτων μπορεί να μη φτάνουν μέχρι το τελικό αποτέλεσμα, αλλά αποκτούν δεξιότητες άλλου τύπου όπως προσανατολισμό στο επίπεδο.

Τέλος Ενότητας



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Σημειώματα

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.

Έχουν προηγηθεί οι κάτωθι εκδόσεις:

- Έκδοση 1.0 διαθέσιμη εδώ.

<http://ecourse.uoi.gr/course/view.php?id=1367>.

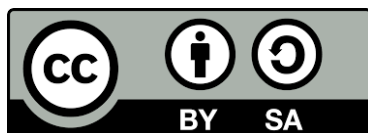
Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων,
Διδάσκων: Καθηγητής Αναστάσιος Α.
Μικρόπουλος. «Προσομοιώσεις και
οπτικοποιήσεις στη μαθησιακή
διαδικασία. Προσομοιώσεις και
οπτικοποιήσεις στη διδασκαλία των
Φυσικών Επιστημών». Έκδοση: 1.0.
Ιωάννινα 2014. Διαθέσιμο από τη
δικτυακή διεύθυνση:

<http://ecourse.uoi.gr/course/view.php?id=1367>.

Σημείωμα Αδειοδότησης

- Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Παρόμοια Διανομή, Διεθνής Έκδοση 4.0 [1] ή μεταγενέστερη.



- [1] <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.