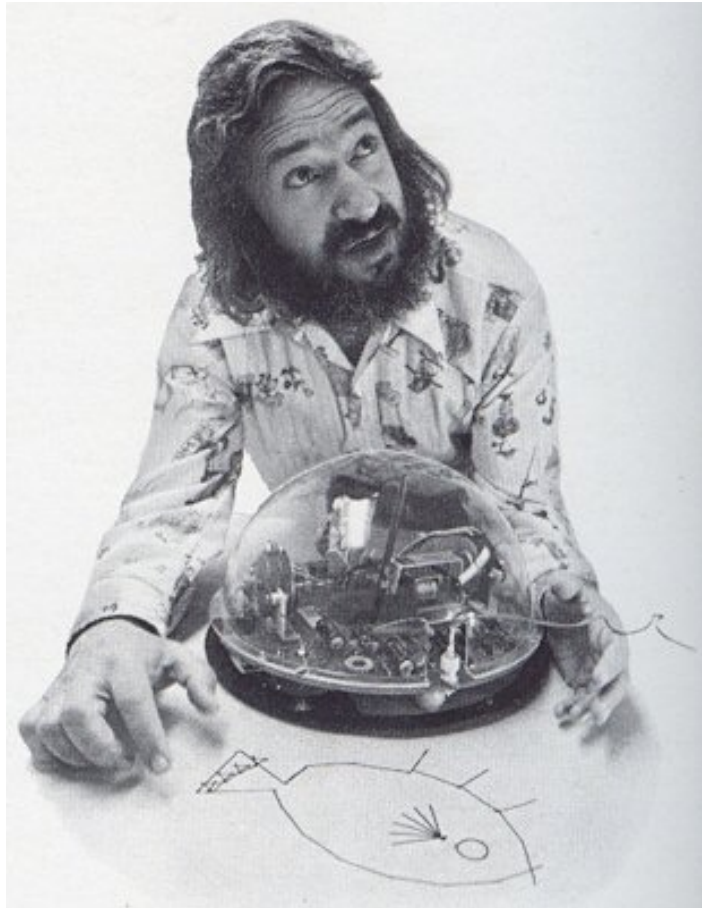


Η γλώσσα προγραμματισμού Logo

Η γλώσσα Logo εφευρέθηκε και αναπτύχθηκε από το Νοτιοαφρικανό μαθηματικό Seymour Papert κατά τη δεκαετία του 1960 στο Εργαστήριο Τεχνητής Νοημοσύνης του MIT (Τεχνολογικό Ινστιτούτο Μασαχουσέτης). Σκοπός του Papert ήταν να προσφέρει στα παιδιά ένα περιβάλλον μάθησης μέσα στο οποίο θα μπορούσαν να αποκτήσουν τη γνώση των μαθηματικών και της γεωμετρίας αρχικά και κατόπιν τη γνώση του πώς μαθαίνουν με τρόπο φυσικό και αβίαστο όπως ακριβώς μαθαίνουν να μιλούν τη μητρική τους γλώσσα χωρίς να τους τη διδάξει κανείς. (Τα πάντα γύρω από τη Logo μπορείτε να τα βρείτε στο βιβλίο του Papert «Νοητικές θύελλες: Παιδιά, Η/Υ και Δυναμικές Ιδέες», εκδόσεις Οδυσσέας.)

Η γλώσσα Logo αποτελεί ένα από τα χαρακτηριστικότερα παραδείγματα του πώς χρησιμοποιείται ο υπολογιστής ως γνωστικό εργαλείο, δηλαδή ως εργαλείο που μπορεί να αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο σκεφτόμαστε.



Ο Seymour Papert με τη «χελώνα» της Logo.

Τα οφέλη από την ενασχόληση με τη Logo

Το παιδί, προγραμματίζοντας τον υπολογιστή, του δίνει εντολές για να του «μάθει» τι πρέπει να κάνει για να φτιάξει ένα γεωμετρικό σχήμα, π.χ. ένα τετράγωνο. Μέσα από αυτή τη διαδικασία και με τη βοήθεια του δασκάλου του, ανακαλύπτει και το δικό του τρόπο σκέψης.

Ο προγραμματισμός απαιτεί ένα είδος αυστηρής σκέψης με απόλυτα συγκεκριμένη μορφή. Δεν υπάρχουν υπονοούμενα ή αοριστίες όταν δίνουμε εντολές στη χελώνα για το πώς να κινηθεί. Αν υπάρξουν, εμφανίζονται μηνύματα λάθους ή οι κινήσεις τις χελώνας δεν είναι οι προσδοκώμενες. Επομένως, μέσα από τη διαδικασία αυτή το παιδί μαθαίνει να μιλάει με ακρίβεια και σαφήνεια· αναπτύσσει δεξιότητες επικοινωνίας.

Το γεγονός ότι τα παιδιά κάθονται ανά δύο στον υπολογιστή και συνεργάζονται για να φτιάξουν σχήματα με τη χελώνα, βοηθάει στην ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων. Εννοείται ότι η επικοινωνία δεν περιορίζεται μόνο μέσα στην ομάδα των δύο παιδιών, αλλά σε περίπτωση που κανένα από τα δύο παιδιά δεν μπορεί να βρει τη λύση στο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν, είναι ελεύθερα να συνεργαστούν και με παιδιά από άλλες ομάδες.

Όταν ζητάμε από τα παιδιά να φτιάξουν ένα πολύπλοκο σχήμα, π.χ. ένα σπίτι, τα παιδιά «τεμαχίζουν» το πρόβλημα σε κατασκευή ενός τετραγώνου (κυρίως σπίτι), ενός τριγώνου (σκεπή) και μερικών ορθογώνιων (παράθυρα, πόρτα, καμινάδα). Μαθαίνουν γενικότερα ότι ένα πρόβλημα του οποίου η λύση αρχικά φαίνεται δύσκολη, μπορεί να γίνει εύκολη αν το σπάσουν σε κομμάτια.

Το γεγονός ότι για το φτιάξιμο ενός σχήματος με τη χελώνα δεν υπάρχει μόνο ένας τρόπος, μαθαίνει στα παιδιά ότι και για τα υπόλοιπα προβλήματα, είτε στα μαθητικά είτε στην καθημερινή ζωή, δεν υπάρχει μόνο μία λύση κι ότι δεν είναι η μία λύση σωστή ή πιο σωστή και οι υπόλοιπες λάθος. Τα παιδιά αποκτούν έτσι ευελιξία στη σκέψη. Μαθαίνουν επίσης να αποδέχονται τη διαφορετικότητα του τρόπου με τον οποίο σκέπτονται οι άλλοι και να αποδέχονται τη διαφορετικότητα εν γένει.

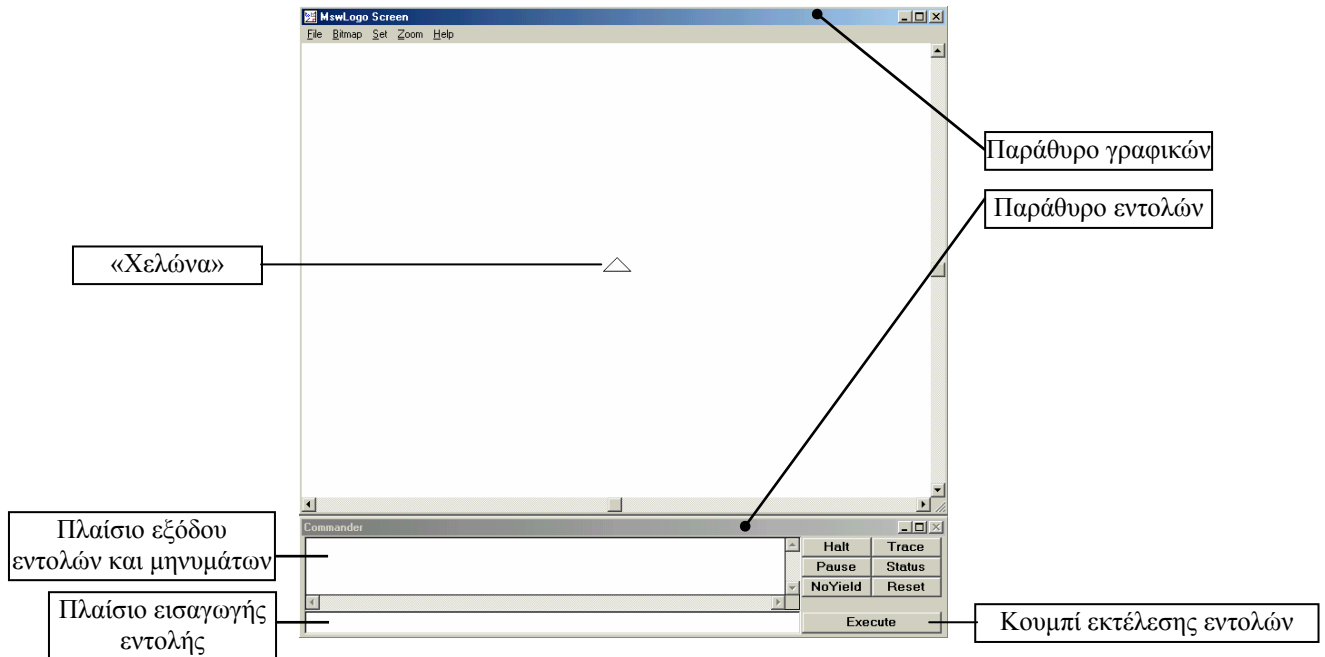
Το γεγονός ότι τα παιδιά κάνουν λάθη, τα οποία στη συνέχεια εκμεταλλεύονται (διατρέχουν τις εντολές που έδωσαν για να βρουν πού είναι το λάθος), τους δίνει την ευκαιρία αφενός να εκτιμήσουν την αξία του λάθους και αφετέρου να είναι επεικείς με τους άλλους.

Η ορολογία του προγραμματισμού και η ανοιχτή συζήτηση που χρειάζεται να γίνεται κατά τη διάρκεια του προγραμματισμού, δίνουν την ευκαιρία ανάπτυξης αναστοχαστικών δεξιοτήτων, της λεγόμενης μεταγνώσης. Τα παιδιά δεν επικεντρώνονται μόνο στο πρόβλημα αλλά και στη διαδικασία της επίλυσης του προβλήματος. Αναπτύσσεται η αυτογνωσία τους σχετικά με τις προσωπικές γνωστικές τους διεργασίες. Μαθαίνουν πώς μαθαίνουν.

Ο προγραμματισμός παρέχει στο παιδί ένα περιβάλλον μέσα στο οποίο μπορεί να χρησιμοποιήσει γενικές έννοιες, όπως εκείνες του μετασχηματισμού, της συνάρτησης και της μεταβλητής και να παρατηρήσει τις συνέπειες των εφαρμογών του. Είναι αυτό που λέγεται για τη Logo ότι η γλώσσα αυτή κάνει το αφηρημένο ορατό.

Τα παράθυρα της Logo

Όταν ανοίγουμε τη Logo εμφανίζονται τα παρακάτω παράθυρα:



Στο κέντρο του παραθύρου γραφικών βρίσκεται η «χελώνα»¹ (ένα τρίγωνο) η οποία έχει θέση και προσανατολισμό και η οποία εκτελεί τις εντολές που τις δίνουμε.

Το παράθυρο εντολών έχει δύο πλαίσια: το πλαίσιο εισαγωγής εντολών όπου πληκτρολογούμε τις εντολές και στη συνέχεια κάνουμε κλικ στο κουμπί «Execute» για να εκτελεστεί (ή πατάμε το Enter) και το πλαίσιο εξόδου όπου καταγράφονται εν είδει ημερολογίου οι εντολές που εκτελέστηκαν μαζί με διάφορα μηνύματα.

Κινήσεις της χελώνας:

Η χελώνα εκτελεί μόνο απλές κινήσεις: προχωράει ευθύγραμμα μπρος ή πίσω και στρίβει επί τόπου αριστερά ή δεξιά. Όλα τα σχήματα που φτιάχνουμε με τη χελώνα, γίνονται με συνδυασμό αυτών των κινήσεων.

¹ Η γλώσσα Logo αναπτύχθηκε πριν εμφανιστούν οι υπολογιστές με γραφική διεπιφάνεια χρήσης και αυτό που εμείς βλέπουμε σήμερα στην οθόνη ως τρίγωνο, στην αρχική έκδοση της Logo ήταν ένα μεταλλικό κιβώτιο με ρόδες που συνδεόταν με τον υπολογιστή με καλώδια. Το κιβώτιο είχε εσωτερικά κινητήρες οι οποίοι χρησίμευαν για την κίνησή του και εξωτερικά ένα μολύβι το οποίο κατέβαινε (με τη βοήθεια κινητήρα) για να ακουμπάει στο έδαφος όταν ήθελε ο χρήστης να αφήνει ίχνος η χελώνα καθώς κινούνταν ή ανέβαινε όταν ο χρήστης επιθυμούσε να μην αφήνει ίχνη η χελώνα κατά την κίνησή της. Ο χειρισμός γινόταν από τον υπολογιστή με εντολές παρόμοιες μ' αυτές που έχει η σημερινή Logo. Το μεταλλικό αυτό κιβώτιο ονομάστηκε «χελώνα» και η ονομασία πέρασε και στο τρίγωνο που εμφανίζεται στην ηλεκτρονική έκδοση της Logo.

Οι βασικές εντολές κίνησης της χελώνας είναι οι εξής:

| ΕΝΤΟΛΗ | ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ | ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ | ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ |
|----------------|---------------|---------------------------|------------|
| FORWARD | FD | Η χελώνα κινείται μπροστά | FD 50 |
| BACK | BK | Η χελώνα κινείται πίσω | BK 30 |
| RIGHT | RT | Η χελώνα στρίβει δεξιά | RT 90 |
| LEFT | LT | Η χελώνα στρίβει αριστερά | LT 60 |

Βλέπουμε στα παραδείγματα του παραπάνω πίνακα ότι η κάθε εντολή ακολουθείται από έναν αριθμό. Στην περίπτωση των εντολών FD και BK ο αριθμός αυτός παριστάνει κουκίδες (pixels) της οθόνης ενώ στην περίπτωση των εντολών RT και LT παριστάνει μοίρες.

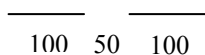
Προσοχή: ανάμεσα στην εντολή και στον αριθμό πρέπει να αφήνουμε ένα κενό.

Εξάσκηση:

Καθαρίστε την οθόνη (εντολή CS). Δώστε εντολές στη χελώνα για να φτιάξει το παρακάτω σχήμα (σκάλα) (μέγεθος βήματος 50):



Καθαρίστε την οθόνη. Δώστε εντολές στη χελώνα για να φτιάξει το παρακάτω σχήμα: (για το πώς θα αφήσετε κενό, δείτε τον πίνακα εντολών που υπάρχει στο τέλος)



Καθαρίστε την οθόνη. Σχεδιάστε ένα τετράγωνο (μέγεθος πλευράς 100).

Καθαρίστε την οθόνη. Σχεδιάστε ένα ισόπλευρο τρίγωνο (μέγεθος πλευράς 100).

Καθαρίστε την οθόνη. Σχεδιάστε το διπλανό σχήμα (σπίτι): (μέγεθος πλευράς τετραγώνου 100).



Αποθήκευση σχημάτων οθόνης

Αν θέλουμε να αποθηκεύσουμε τα σχήματα που έχουμε φτιάξει στη οθόνη, πηγαίνουμε στο μενού *Bitmap* και κάνουμε κλικ στην επιλογή *SaveAs*. Η οθόνη που έχουμε φτιάξει αποθηκεύεται ως αρχείο *bitmap*, το οποίο μπορούμε να το ανοίξουμε και να το επεξεργαστούμε είτε με τη *Logo* (και να συνεχίσουμε τη δουλειά μας) είτε με το πρόγραμμα της ζωγραφικής.

Η εντολή *repeat*

Είδαμε ότι για να φτιάξουμε το τετράγωνο επαναλαμβάνουμε τέσσερις φορές τις ίδιες εντολές (*fd 100 rt 90 fd 100 rt 90 fd 100 rt 90 fd 100 rt 90*). Το ίδιο συμβαίνει και με άλλα σχήματα. Για να γλιτώσουμε από την επανάληψη της πληκτρολόγησης, η οποία εκτός του ότι είναι κουραστική αυξάνει και την πιθανότητα λάθους, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την εντολή *repeat*.

Παραδείγματα:

για να φτιάξουμε τετράγωνο:

αντί για *fd 100 rt 90 fd 100 rt 90 fd 100 rt 90 fd 100 rt 90*
πληκτρολογούμε *repeat 4[fd 100 rt 90]*

για να φτιάξουμε ισόπλευρο τρίγωνο:

αντί για *fd 100 rt 120 fd 100 rt 120 fd 100 rt 120*
πληκτρολογούμε *repeat 3[fd 100 rt 120]*

*Παρατήρηση: στις περιπτώσεις που θέλουμε να κατασκευάσουμε κανονικό πολύγωνο, το γινόμενο του αριθμού των επαναλήψεων επί τον αριθμό των μοιρών της γωνίας κατά την οποία στρέφεται η χελώνα, είναι 360. Αυτό μας διευκολύνει να υπολογίζουμε της γωνία στροφής, ανάλογα με το σχήμα που θέλουμε να φτιάξουμε. Π.χ. αν θέλουμε να φτιάξουμε εξάγωνο, η γωνία στροφής θα είναι $360:6=60$, δηλαδή η εντολή κατασκευής του εξαγώνου θα είναι *repeat 6[fd 100 rt 60]*.*

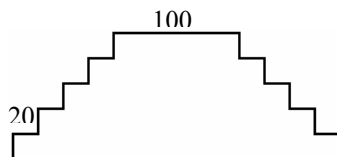
Εξάσκηση:

Καθαρίστε την οθόνη (εντολή *CS*). Προσπαθήστε να σχεδιάσετε ένα οκτάγωνο (μέγεθος πλευράς 50).

Καθαρίστε την οθόνη. Προσπαθήστε να σχεδιάσετε ένα δωδεκάγωνο (μέγεθος πλευράς 50).

Καθαρίστε την οθόνη. Προσπαθήστε να σχεδιάσετε έναν κύκλο.

Καθαρίστε την οθόνη. Προσπαθήστε να σχεδιάσετε το παρακάτω σχήμα (εξέδρα)



Διαδικασίες (Procedures) στη Logo

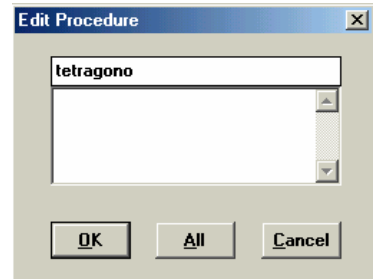
Ένα από τα χαρακτηριστικά της Logo είναι το ότι ο χρήστης μπορεί να εμπλουτίζει το λεξιλόγιό της με νέες εντολές πέραν αυτών που έχει από κατασκευής της. Αυτό επιτυγχάνεται με τις *διαδικασίες*. Μπορούμε, π.χ. να φτιάξουμε μια διαδικασία η οποία να σχηματίζει ένα τετράγωνο. Στη συνέχεια, κάθε φορά που θα θέλουμε να σχηματίσουμε ένα τετράγωνο θα πληκτρολογήσουμε το όνομα της διαδικασίας, π.χ. tetragono και θα πατάμε το πλήκτρο Enter.

Το όνομα της διαδικασίας, δηλαδή της νέας εντολής, το ορίζουμε εμείς. Το όνομα μιας διαδικασίας θα πρέπει να είναι στα αγγλικά, χωρίς κενά και να μην είναι ίδιο με κάποια από τις ήδη υπάρχουσες εντολές της Logo. Π.χ. δεν μπορούμε να ονομάσουμε μια διαδικασία με το όνομα “FD”.

Παράδειγμα δημιουργίας διαδικασίας:

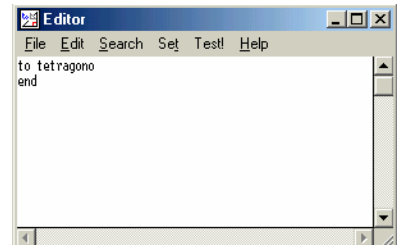
Θα φτιάξουμε μια διαδικασία η οποία θα σχηματίζει ένα τετράγωνο με μέγεθος πλευράς 100 pixels.

Στο μενού File κάνουμε κλικ στην επιλογή Edit. Εμφανίζεται το παράθυρο *Edit Procedure* (εικόνα 1). Στο επάνω πλαίσιο γράφουμε το όνομα της διαδικασίας που θα φτιάξουμε. Στην προκειμένη περίπτωση γράφουμε tetragono. Κάνουμε κλικ στο κουμπί OK.



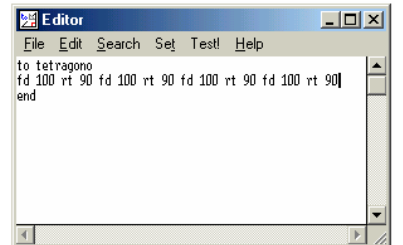
Εικόνα 1

Εμφανίζεται το παράθυρο Editor (εικόνα 2) με προγραμμαμένη την αρχή και το τέλος της διαδικασίας (*to tetragono, end*).



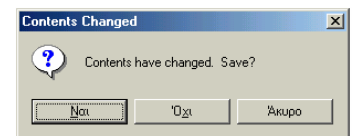
Εικόνα 2

Ανάμεσα τους γράφουμε την εντολή που φτιάχνει το τετράγωνο:
fd 100 rt 90 fd 100 rt 90 fd 100 rt 90 fd 100 rt 90 (εικόνα 3)



Εικόνα 3

Πατάμε το κουμπί κλεισίματος του παραθύρου Editor (το πάνω δεξιά). Εμφανίζεται ένα μήνυμα που μας προτρέπει να σώσουμε τη διαδικασία (εικόνα 4). Κάνουμε κλικ στο «Ναι» και η διαδικασία tetragono αποθηκεύεται.



Εικόνα 4

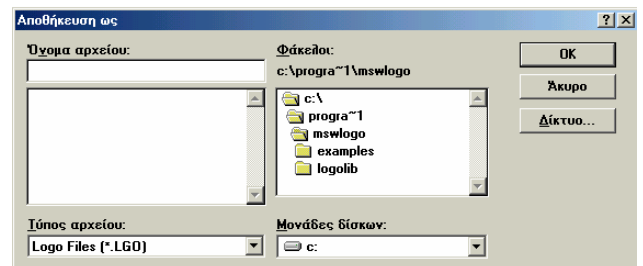
Με τον ίδιο τρόπο μπορούμε να φτιάξουμε κι άλλες διαδικασίες (π.χ. μια διαδικασία που να φτιάχνει τρίγωνο).



Μια διαδικασία μπορεί να περιέχει ως εντολή μια άλλη διαδικασία.

Προσοχή: οι διαδικασίες που φτιάχνουμε, αποθηκεύονται στη RAM του υπολογιστή. Αυτό σημαίνει ότι αν κλείσουμε τη Logo ή τον υπολογιστή, οι διαδικασίες θα χαθούν. Όταν ξανανοίξουμε τον υπολογιστή και τη Logo, οι διαδικασίες δε θα υπάρχουν και θα πρέπει να τις ξαναφτιάξουμε από την αρχή! Για να αποθηκεύσουμε τις διαδικασίες που φτιάξαμε στο σκληρό δίσκο, έτσι ώστε να μπορούμε να τις «φορτώσουμε» την επόμενη φορά που θα ανοίξουμε τη Logo, κάνουμε τα εξής:

Στο μενού *File* κάνουμε κλικ στην επιλογή *SaveAs*. Εμφανίζεται το παράθυρο *Αποθήκευση ως* (εικόνα 5). Δίνουμε ένα όνομα, π.χ. sximata και κάνουμε κλικ στο κουμπί OK.



Εικόνα 5

Για να φορτώσουμε τις διαδικασίες την επόμενη φορά που θα ανοίξουμε τη Logo, πηγαίνουμε στο μενού *File*, κάνουμε κλικ στην επιλογή *Load* και φορτώνουμε το αρχείο sximata.

Διαδικασίες με μεταβλητές (παραμετρικές)

Είδαμε παραπάνω ότι αφού ορίσουμε τη διαδικασία tetragono, μπορούμε με μια εντολή να σχηματίζουμε ένα τετράγωνο. Το τετράγωνο όμως αυτό έχει συγκεκριμένο μέγεθος. Αν θέλουμε να φτιάξουμε ένα άλλο τετράγωνο μικρότερο ή μεγαλύτερο θα πρέπει να το φτιάξουμε από την αρχή ή να ορίσουμε μια νέα διαδικασία. Σ' αυτό το σημείο έρχεται να μας βοηθήσει η *διαδικασία με μεταβλητή*.

Για να φτιάξουμε μια απλή διαδικασία που να σχηματίζει ένα τετράγωνο πλευράς 100 κάνουμε τα εξής:

Ονομάζουμε τη διαδικασία tetragono (στο παράθυρο Edit Procedure) και στο παράθυρο Editor γράφουμε τα εξής:

```
to tetragono
  repeat 4[fd 100 rt 90]
end
```

Στη συνέχεια, για να φτιάχνει η Logo ένα τετράγωνο πλευράς 100 pixels, πληκτρολογούμε την εντολή tetragono και πατάμε το πλήκτρο Enter.

Για να φτιάξουμε μια παραμετρική διαδικασία που να σχηματίζει τετράγωνο κάνουμε τα εξής:

Ονομάζουμε τη διαδικασία tetragonop (δεν μπορεί δύο διαδικασίες να έχουν το ίδιο όνομα) και στο παράθυρο Editor γράφουμε τα εξής:

```
to tetragonop :a
  repeat 4[fd :a rt 90]
end
```

Στη συνέχεια, για να φτιάχνει η Logo ένα τετράγωνο με πλευρά π.χ. 150 pixels, πληκτρολογούμε την εντολή tetragonop 150 και πατάμε το πλήκτρο Enter. Αν θέλουμε τετράγωνο με πλευρά 70 pixels πληκτρολογούμε tetragonop 70 και πατάμε το πλήκτρο Enter, κοκ.

Εξάσκηση:



Καθαρίστε την οθόνη. Δημιουργήστε και «τρέξτε» την εξής διαδικασία:

```
to rodakas
  Repeat 20[repeat 360[fd 1 rt 1] rt 360/20]
end
```

Ο πίνακας εντολών της Logo

| ΕΝΤΟΛΗ | ΣΥΝΤΟΜΟ- ΓΡΑΦΙΑ | ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ | ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ |
|--------------------|--------------------|--|------------|
| FORWARD | FD | Η χελώνα κινείται μπροστά | FD 50 |
| BACK | BK | Η χελώνα κινείται πίσω | BK 30 |
| RIGHT | RT | Η χελώνα στρίβει δεξιά | RT 90 |
| LEFT | LT | Η χελώνα στρίβει αριστερά | LT 60 |
| PENUP | PU | Η χελώνα σηκώνει το μολύβι (μετά από αυτήν την εντολή δε γράφει όταν κινείται) | PU FD 100 |
| PENDOWN | PD | Η χελώνα κατεβάζει το μολύβι (μετά από αυτήν την εντολή γράφει όταν κινείται) | PD FD 50 |
| PENERASE | PE | Η χελώνα αφήνει το μολύβι και παίρνει τη γόμα | PE BK 40 |
| PENPAINT | PPT | Η χελώνα παίρνει το μολύβι | PPT FD 100 |
| HOME | | Η χελώνα επιστρέφει σπίτι της (στο κέντρο της οθόνης) | |
| CLEARSCREEN | CS | Καθαρίζεται η οθόνη και η χελώνα επιστρέφει σπίτι της | |
| CLEAN | | Καθαρίζεται η οθόνη και η χελώνα παραμένει εκεί που βρίσκεται | |
| CLEARTEXT | CT | Καθαρίζεται ό,τι υπάρχει στο πλαίσιο εξόδου εντολών και μηνυμάτων | |

Χρώματα και πάχη γραμμών

Το χρώμα του μολυβιού, το μέγεθος του μολυβιού, το χρώμα γεμίσματος και το χρώμα της οθόνης μπορούν να οριστούν είτε από το μενού Set είτε με εντολές. Οι εντολές αυτές είναι οι εξής:

| ΕΝΤΟΛΗ | ΣΥΝΤΟΜΟ-ΓΡΑΦΙΑ | ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ | ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ |
|-----------------------|----------------|--|---------------------------------|
| SETPENCOLOR | SETPC | Ρύθμιση χρώματος μολυβιού | setpc [0 255 0] ⁽¹⁾ |
| SETFLOODCOLOR FILL | SETFC FILL | Ρύθμιση χρώματος γεμίσματος (π.χ. φτιάχνουμε ένα τετράγωνο, σηκώνουμε το μολύβι, πηγαίνουμε τη χελώνα εντός των ορίων του τετραγώνου, κατεβάζουμε το μολύβι, δίνουμε την εντολή FILL και το τετράγωνο γεμίζει με το χρώμα που επιλέξαμε) | setfc [0 255 0] |
| SETSCREENCOLOR | SETSC | Ρύθμιση χρώματος οθόνης (φόντου) | setsc [0 255 0] |
| SETPENSIZE | | Ρύθμιση μεγέθους μολυβιού | Setpensize [3 3] ⁽²⁾ |

1. Το χρώμα ρυθμίζεται από τρεις αριθμούς οι οποίοι αντιστοιχούν στα τρία βασικά χρώματα, το κόκκινο, το πράσινο και το μπλε. Κάθε αριθμός μπορεί να κυμαίνεται από 0 έως 255. Αν θέλουμε σκέτο κόκκινο χρώμα χρησιμοποιούμε την τριάδα [255 0 0], αν θέλουμε μαύρο [0 0 0], αν θέλουμε άσπρο [255 255 255], αν θέλουμε άλλες αποχρώσεις κάνουμε συνδυασμούς.

2. Οι δύο αριθμοί παριστάνουν το ύψος και το πλάτος της μύτης του μολυβιού.