****

***Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Λογισμικού και Ολοκληρωμένων Εκπαιδευτικών Πακέτων***

***για τα Ελληνικά σχολεία της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης***

***& Διάθεση Προϊόντων Εκπαιδευτικού Λογισμικού στα Σχολεία***



**«Ανάπτυξη Ολοκληρωμένων Εκπαιδευτικών Πακέτων»**

|  |  |
| --- | --- |
| **«Γέφυρες»** | |
| **Επίλυση προβλημάτων και λήψη αποφάσεων** | |
| **ΑΝΑΔΟΧΟΣ** | **exodus** |

|  |  |
| --- | --- |
| **Βιβλίο Καθηγητή** | |
| **Έκδοση:** | v.1.2 |
| **Ημερομηνία**: | 30/11/2007 |



**Το εκπαιδευτικό πακέτο**

**«Γέφυρες: Επίλυση Προβλημάτων και Λήψη Αποφάσεων»**

**αναπτύχθηκε στο παρακάτω πλαίσιο:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Πράξη**: | **ΠΛΕΙΑΔΕΣ: Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Λογισμικού και Ολοκληρωμένων Εκπαιδευτικών Πακέτων για τα Ελληνικά Σχολεία της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης & Διάθεση Προϊόντων Εκπαιδευτικού Λογισμικού στα Σχολεία.**  (2003-2007)  website: [pleiades.cti.gr](file:///C:\Users\Maria\Desktop\Φωτόδεντρο\ΓΕΦΥΡΕΣ\Βιβλία\Local%20Settings\Temporary%20Internet%20Files\OLK1C\pleiades.cti.gr) |
| Ενότητα | ΝΗΡΗΙΔΕΣ: Ανάπτυξη ολοκληρωμένων εκπαιδευτικών πακέτων |
| Τελικός Δικαιούχος (Φορέας Υλοποίήσης & Επιστημονικής Παρακολούθησης του έργου) | Ερευνητικό Ακαδημαϊκό Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών (ΕΑ.ΙΤΥ) |
| Φορέας Χρηματοδότησης και Λειτουργίας | Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων (Υπ.Ε.Π.Θ.) |
| Χρηματοδότηση | Επιχειρησιακό Πρόγραμμα: Κοινωνία της Πληροφορίας, Μέτρο 1.2, Γ’ ΚΠΣ |
| Ομάδα Ανάπτυξης του Έργου «*Γέφυρες*» | Υπεύθυνος έργου: Σοφία Λάσκου  Εκπαιδευτική ομάδα: Ξένου-Σιδηρά Νικολέτα, Θάνος Πετρόπουλος  Τεχνική ομάδα:  Επιμέλεια: Πολυμένης Πέτρος  Υπεύθυνος/οι παρακολούθησης εκ μέρους του ΕΑ.ΙΤΥ:  Σήλια Ρονιώτη, Βασίλης Τσίτσος |
|  | |

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

|  |
| --- |
| 1. ΣΕΝΑΡΙΟ TΡΙΤΟ 4  1.1 Σύντομη ανασκόπηση του σεναρίου 4  1.1.1. Η ιδέα που διέπει το σενάριο 4  1.1.2. Τεχνολογικά εργαλεία 4  1.1.3. Ένταξη του σεναρίου στο Αναλυτικό Πρόγραμμα 4  1.1.4. Προσδοκώμενες παιδαγωγικές και μαθησιακές κατακτήσεις 4  1.2 Ο ρόλος των προς χρήση εργαλείων 5  1.3 Προσδοκώμενα μαθησιακά οφέλη 6  1.4. Διδακτική διαδικασία 6  1.5. Δραστηριότητες 8  1.5.1.. Α΄ Φάση 8  1.5.2 Β΄ Φάση 8  Οι προτάσεις των εταιριών 9  *Φύλλο εργασίας 1* 12  *Φύλλο εργασίας 2* 13  *Φύλλο εργασίας 3* 15  1.5.3 Γ΄ Φάση 17  *Φύλλο εργασίας 4* 18  1.5.4 Δ΄ Φάση 24  *Φύλλο εργασίας 5* 24 |

# ΣΕΝΑΡΙΟ TΡΙΤΟ

***Το πρόβλημα***

Στο διαγωνισμό που έγινε για την κατάθεση προτάσεων-προσφορών που αφορούν την κατασκευή μιας ανοιγόμενης γέφυρας μήκους 40 μέτρων σε μία πόλη, επικρατέστερες ήταν δύο εταιρίες. Η εταιρία Α προτείνει την κατασκευή μιας ανακλινόμενης γέφυρας ενώ η εταιρία Β προτείνει την κατασκευή μιας συρόμενης γέφυρας. Το Δημοτικό συμβούλιο καλείται, αφού μελετήσει λεπτομερώς τις δύο προτάσεις, να αποφασίσει για την εταιρία που θα κατασκευάσει την γέφυρα.

## 1.1 Σύντομη ανασκόπηση του σεναρίου

### ***Η ιδέα που διέπει το σενάριο***

Η κατασκευή ενός τεχνικού έργου, όπως αυτό της κατασκευής μιας γέφυρας περικλείει, πέρα από το καθαρά κατασκευαστικό μέρος, και τη διαδικασία επιλογής της κατασκευάστριας εταιρίας για την υλοποίηση του έργου. Σε μία τέτοια διαδικασία, καλείται μία ομάδα ανθρώπων να μελετήσει τις προσφορές που κατατίθενται και να αποφασίσει για την επιλογή της καταλληλότερης. Η απόφαση αυτή στηρίζεται στη μελέτη πολλών παραμέτρων όπως το κόστος της κατασκευής και λειτουργίας, η εξυπηρέτηση του κοινού, η εξοικονόμηση ενέργειας κτλ.

Στο σενάριο αυτό οι μαθητές καλούνται να αναλάβουν την αξιολόγηση των δύο επικρατέστερων προτάσεων-προσφορών και να αποφασίσουν ποια από τις δύο εταιρίες θα επιλέξουν για την κατασκευή της γέφυρας. Μέσα από αυτές τις δραστηριότητες οι μαθητές εμπλέκονται σε διαδικασίες:

* Μαθηματικοποίησης ενός πραγματικού προβλήματος
* Επίλυσης προβλήματος για τη λήψη αποφάσεων
* Μοντελοποίησης μιας πραγματικής κατάστασης

### ***Τεχνολογικά εργαλεία***

Για την υλοποίηση των δραστηριοτήτων του σεναρίου έχουν χρησιμοποιηθεί δύο λογισμικά:

**Ο "Χελωνόκοσμος"**: Διερευνητικός μικρόκοσμος πάνω στην πλατφόρμα «Αβάκιο 2.x (E-Slate 2.x)» για συμβολική έκφραση μαθηματικών εννοιών, γεωμετρική αναπαράσταση διαδικασιών, δυναμικό χειρισμό των γεωμετρικών σχημάτων και την παρατήρηση των μεταβολών τους.

**Το Function Probe (FP):** Διερευνητικό λογισμικό πολλαπλών αναπαραστάσεων**,** τοοποίο υποστηρίζει και ενθαρρύνει τη δημιουργία και τη μελέτη συναρτησιακών σχέσεων μεταξύ συμεταβαλλόμενων μεγεθών.

### ***Ένταξη του σεναρίου στο Αναλυτικό Πρόγραμμα***

Το σενάριο αυτό μπορεί να ενταχθεί στο πρόγραμμα της Β’ Λυκείου στο κεφάλαιο της Τριγωνομετρίας. Μπορεί να διδαχθεί τόσο πριν την εισαγωγή των μαθητών στο κεφάλαιο αυτό, αντικαθιστώντας τη διδασκαλία των αντιστοίχων παραγράφων του ημιτόνου και του συνημιτόνου, όσο και στο τέλος του κεφαλαίου σαν μία εναλλακτική διδακτική προσέγγιση.

### ***Προσδοκώμενες παιδαγωγικές και μαθησιακές κατακτήσεις***

Οι προτεινόμενες δραστηριότητες σε συνδυασμό με τις προσβλεπόμενες μεθόδους διδακτικής που περιγράφονται παρακάτω έχουν ως στόχο να παρέχουν στους μαθητές τη δυνατότητα από την πλευρά του γνωστικού αντικειμένου:

* Να εφαρμόσουν τις έννοιες και τις μεθόδους της Τριγωνομετρίας στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων.
* Να αναπτύξουν δεξιότητες ανάγνωσης και ερμηνείας γραφικών παραστάσεων.
* Να οργανώσουν δεδομένα μετρήσεων με μορφή πίνακα αλλά και εποπτικά (γραφικές παραστάσεις).
* Να χρησιμοποιήσουν τις γραφικές παραστάσεις των τριγωνομετρικών συναρτήσεων στην επίλυση εξισώσεων.
* Να χρησιμοποιήσουν γεωμετρικά μοντέλα για την προσομοίωση και μελέτη πραγματικού προβλήματος.
* Να εκφράσουν και να τεκμηριώσουν με τη γλώσσα και τις δυνατότητες των Μαθηματικών, τις επιλογές τους σε καταστάσεις λήψης αποφάσεων.

Από την παιδαγωγική σκοπιά οι προτεινόμενες δραστηριότητες στοχεύουν να παρέχουν στους μαθητές τη δυνατότητα:

* Να μάθουν να οργανώνουν τα δεδομένα τους ώστε να διευκολύνονται στην εξαγωγή συμπερασμάτων και στην εύρεση λύσεων.
* Να μάθουν να τεκμηριώνουν τις αποφάσεις που παίρνουν.
* Να μάθουν να συνεργάζονται με τα άλλα μέλη της ομάδας για να συζητούν τις παρατηρήσεις τους, να καταχωρούν τα δεδομένα τους, να οργανώνουν τα συμπεράσματά τους, να διατυπώνουν κανόνες, να κατασκευάζουν σχέσεις που συνδέουν μεγέθη, να παρουσιάζουν την εργασία τους στις άλλες ομάδες.
* Να αναπτύξουν κώδικες επικοινωνίας ώστε να γίνονται αντιληπτοί από τα άλλα μέλη της ομάδας, από όλους τους συμμαθητές τους και από τον καθηγητή τους.

## 1.2 Ο ρόλος των προς χρήση εργαλείων

Οι δυνατότητες των προς χρήση λογισμικών στο παρόν σενάριο διαφοροποιούν σε μεγάλο βαθμό τη μαθησιακή διαδικασία σε σχέση με τα παραδοσιακά μέσα διδασκαλίας. Έτσι, η χρήση του Χελωνόκοσμου δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές:

* Να κατασκευάσουν με την χρήση γλώσσας προγραμματισμού Logo μοντέλα πραγματικών γεφυρών. Με τον τρόπο αυτό ασκούνται στη χρήση μεταβλητών και στο σχεδιασμό διαδικασιών που έχουν σαν αποτέλεσμα την κατασκευή γεωμετρικών σχημάτων κάνοντας χρήση των ιδιοτήτων τους.
* Να χειριστούν με δυναμικό τρόπο τα μοντέλα που κατασκευάζουν για να κάνουν τις παρατηρήσεις τους και να βγάλουν συμπεράσματα.

Το Function Probe δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές:

* Της καταχώρισης, οργάνωσης και γρήγορης επεξεργασίας των δεδομένων του προβλήματος.
* Της σταδιακής κατασκευής των σχέσεων, που συνδέουν τα μεγέθη του προβλήματος που συμμεταβάλλονται.
* Των διαφορετικών τρόπων έκφρασης των τριγωνομετρικών συναρτήσεων (τύπος, πίνακας τιμών, γραφική παράσταση).
* Της γραφικής μελέτης των λύσεων ενός προβλήματος.
* Της επίλυσης τριγωνομετρικών εξισώσεων μέσω των γραφικών τους παραστάσεων.

## 1.3 Προσδοκώμενα μαθησιακά οφέλη

Ο σχεδιασμός του παρόντος σεναρίου βασίστηκε ουσιαστικά στις αναφορές που υπάρχουν στις γενικές αρχές του Αναλυτικού Προγράμματος για τα Μαθηματικά όπου συγκεκριμένα αναφέρεται ότι “*πρέπει να παρέχεται η ευκαιρία στους μαθητές να κατανοήσουν μαθηματικά μοντέλα, δομές και προσομοιώσεις που βρίσκουν εφαρμογή και σε εξω-μαθηματικές περιοχές”* και ότι “*η μαθηματική εκπαίδευση πρέπει να στοχεύει τόσο στην απόκτηση εφαρμόσιμης γνώσης όσο και στην κατανόηση των πρακτικών εφαρμογών”.* Έτσι οι μαθητές μέσα από το πρόβλημα της επιλογής της καταλληλότερης για την περίπτωση ανοιγόμενης γέφυρας-που ανήκει σε μία εξωμαθηματική περιοχή-θα έχουν την ευκαιρία να μάθουν τον τρόπο να το επαναδομήσουν και να το επαναδιατυπώσουν μετατρέποντάς το σε μαθηματικό πρόβλημα. Στη συνέχεια για τη λύση του μαθηματικοποιημένου προβλήματος θα σχεδιάσουν και θα επεξεργαστούν μαθηματικά εργαλεία-μαθηματικό μοντέλο της λειτουργίας της γέφυρας και μέθοδο για τις παραμέτρους που θα λάβουν υπόψη τους για την τελική λήψη της απόφασής τους.

Η προαναφερθείσα “διαδρομή” της μαθησιακής διαδικασίας εκ μέρους των μαθητών εξυπηρετείται και “υπαγορεύεται” σε μεγάλο βαθμό από τα χρησιμοποιούμενα λογισμικά, που δίνουν την ευκαιρία της μοντελοποίησης και τη δυνατότητα των πολλαπλών αναπαραστάσεων. Αυτή η διαδικασία σε μία παραδοσιακή διδασκαλία θα ήταν εξαιρετικά χρονοβόρα και σε αρκετές περιπτώσεις αδύνατο να επιτευχθεί.

Θα πρέπει επίσης να επισημανθεί και το γεγονός ότι το πρόβλημα που δίνεται δεν έχει μία και μοναδική λύση, αλλά εξαρτάται από τη συνεκτίμηση διαφορετικών παραγόντων εκ μέρους των μαθητών. Αυτή είναι μία εμπειρία που σπάνια έχουν την ευκαιρία οι μαθητές να δοκιμάσουν μέσα από τα συνήθη προβλήματα που καλούνται να λύσουν. Για το λόγο αυτό ο διδάσκων θα πρέπει να εστιάσει τη διδακτική του πρακτική στο να αναδειχθεί η ιδιαιτερότητα των προβλημάτων αυτών που δεν αντιστοιχούν στην αντίληψη ότι τα προβλήματα πρέπει να λύνονται γρήγορα και σε λίγα μόλις βήματα με στόχο τις “σωστές απαντήσεις” και ότι για τη λύση τους απαιτείται σωστή εφαρμογή διδαγμένων κανόνων και διαδικασιών.

## 1.4. Διδακτική διαδικασία

Ο σχεδιασμός των δραστηριοτήτων μπορεί να διαχωριστεί σε τέσσερις φάσεις:

* **Η πρώτη φάση** αφορά:
  + στην ενημέρωση των μαθητών για τις γενικές γραμμές του σεναρίου και του προβληματισμού που πρόκειται να τους απασχολήσει,
  + στον εμπλουτισμό των οπτικών εμπειριών τους με εικόνες γεφυρών διαφόρων τύπων (σταθερές, τοξωτές, ακτινωτές, περιστρεφόμενες, συρόμενες, ανακλινόμενες) με τη χρήση κατάλληλου εποπτικού υλικού,
  + στην εισαγωγή των μαθητών στο περιβάλλον του Function Probe, μέσα από την επίλυση ενός κατάλληλα επιλεγμένου προβλήματος που τους οδηγεί στην αξιοποίηση εκείνων των λειτουργιών και των δυνατοτήτων του λογισμικού που θα χρειαστούν αργότερα κατά την ανάπτυξη του σεναρίου,
  + στη γνωριμία τους με το προγραμματιστικό περιβάλλον της γλώσσας Logo μέσω κατασκευών διαφόρων σχημάτων ώστε, αφού αρχικά εξοικειωθούν με τις αναγκαίες βασικές εντολές της γλώσσας, να οδηγηθούν σταδιακά στη χρήση μεταβλητής.
* **Η δεύτερη φάση** αφορά στην κατασκευή δυναμικών μοντέλων της ανακλινόμενης και της συρόμενης γέφυρας, ώστε οι μαθητές να μπουν στη διαδικασία σύγκρισης των λειτουργιών των δυο γεφυρών. Η κατασκευή αυτή γίνεται στο «Χελωνόκοσμο» και το μοντέλο είναι μιας μεταβλητής (χρόνος).
* **Η τρίτη φάση** αφορά στην κατασκευή πίνακα και γραφικών παραστάσεων που στοχεύουν στη σύγκριση των χρόνων ανοίγματος των δυο τύπων γεφυρών (συρόμενη, ανακλινόμενη). Η διερεύνηση, η οργάνωση και η παρουσίαση των δεδομένων γίνεται στο Function Probe.
* **Η τέταρτη φάση** αφοράστην συνεκτίμηση και διερεύνηση και άλλων παραμέτρων (πχ. κόστος λειτουργίας, κόστος κατασκευής, εξυπηρέτηση του κοινού κτλ.) που θα επηρεάσουν την τελική απόφαση κάθε ομάδας.

Όπως προαναφέρθηκε στις στρατηγικές εφαρμογής, θεωρείται σκόπιμο στο τέλος κάθε φάσης, όλες οι ομάδες να κάνουν μία σύντομη παρουσίαση των συμπερασμάτων τους.

Η παρουσίαση των δραστηριοτήτων που ακολουθεί βασίζεται στη λογική της αντιστοίχησης του σεναρίου με το λογισμικό που προβλέπεται να χρησιμοποιηθεί και τις γνωστικές έννοιες που εμπλέκονται σε κάθε φάση.

Προτείνονται δύο διαφορετικά σχήματα οργάνωσης του εργαστηρίου- τάξης :

Α. Να χωριστούν οι μαθητές σε ομάδες των 2-3 ατόμων και να τους δοθεί το ίδιο πρόβλημα. Κάθε ομάδα στο τέλος της εργασίας να παρουσιάσει τη δική της απόφαση συντάσσοντας μία σχετική έκθεση στην οποία θα τεκμηριώνεται αναλυτικά η απόφασή της και θα περιλαμβάνει και τα μοντέλα των γεφυρών που θα έχει φτιάξει στο «Χελωνόκοσμο».

Β. Να χωριστεί η τάξη σε δύο ισοπληθείς ομάδες και να τους δοθεί το ίδιο πρόβλημα. Στη συνέχεια να δοθεί στους μαθητές των δύο ομάδων η ευχέρεια να επιλέξουν τον τρόπο με τον οποίο θα χωριστούν σε υποομάδες για να εργαστούν. Να τους δοθούν δηλαδή τα φύλλα εργασίας τα οποία δεν θα είναι υποχρεωτικό να τα συμπληρώσουν αλλά θα παίζουν καθαρά συμβουλευτικό ρόλο. Με τον τρόπο αυτό δίνεται μεγαλύτερη αυτονομία στο σχεδιασμό και την κατάστρωση της στρατηγικής τους. Η παρουσίαση της εργασίας της κάθε ομάδας τελικά θα περιλαμβάνει μία αναφορά με οπτικό και έγγραφο υλικό με το οποίο θα τεκμηριώνεται πλήρως η απόφαση που πήρε η ομάδα.

## 1.5. Δραστηριότητες

### ***1.5.1.. Α΄ Φάση***

***Βήμα 1***

Γίνεται ενημέρωση των μαθητών για το θέμα του project και την αποστολή που πρόκειται να αναλάβουν:

***Το θέμα***

*Η πόλη μας είναι εξαιρετικά γραφική. Καθώς τη διαρρέει ένας φιδωτός ποταμός που σχηματίζει μάλιστα αρκετά νησάκια, είναι διάσημη για τις γέφυρές της που επιτρέπουν το πέρασμα πεζών και οχημάτων από το ένα νησί στο άλλο. Ο Δήμος της πόλης έχει προκηρύξει ένα διαγωνισμό για την κατασκευή μιας κινητής γέφυρας που θα αντικαταστήσει μια από τις επτά ιστορικές γέφυρες της πόλης. Δυο από τις προτάσεις που έχουν υποβληθεί κρίνονται ως οι επικρατέστερες για την ανάθεση του έργου:*

*Η εταιρεία Α ανταποκρινόμενη στο διαγωνισμό παρουσίασε μια πρόταση ανακλινόμενης γέφυρας (που ανοίγει προς τα πάνω με δυο βραχίονες που ανυψώνονται), ενώ η εταιρεία Β κατέθεσε πρόταση για την κατασκευή μιας συρόμενης γέφυρας.*

***Η αποστολή***

*Εσείς αναλαμβάνετε το ρόλο των μελών του Δημοτικού Συμβουλίου της πόλης. Θα κληθείτε να επιλέξετε την καταλληλότερη πρόταση.*

*Για να γίνει αυτό θα χρειαστεί να κατασκευάσετε δυναμικά μοντέλα των δυο γεφυρών, για να παρατηρήσετε τη λειτουργία τους. Ακόμα, θα πρέπει να μελετήσετε τα αριθμητικά δεδομένα των χαρακτηριστικών κάθε γέφυρας και να τα συγκρίνετε προκειμένου να καταλήξετε στην επιλογή σας.*

Στη συνέχεια γίνεται παρουσίαση εικόνων γεφυρών από διάφορα μέρη του κόσμου (από το Power Point, αρχείο «Γέφυρες»). Οι μαθητές βλέπουν διάφορους τύπους γεφυρών και συζητούν για τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα κάθε τύπου, εστιάζοντας τελικά το ενδιαφέρον τους σε δυο τύπους ανοιγόμενων γεφυρών: ανακλινόμενες και συρόμενες. Κατά τη συζήτηση δίνονται εξηγήσεις για τον τρόπο με τον οποίο κινούνται αυτές οι γέφυρες.

***Βήμα 2***

Όπως προαναφέρθηκε οι μαθητές θα πρέπει να κατασκευάσουν μοντέλα των γεφυρών χρησιμοποιώντας το μικρόκοσμο «Χελωνόκοσμος» καθώς και να επεξεργαστούν αριθμητικά δεδομένα με το Function Probe. Για το λόγο αυτό χρειάζεται να γίνει εισαγωγή των μαθητών στα λογισμικά αυτά. Στην περίπτωση που οι μαθητές είναι ήδη εξοικειωμένοι με τα λογισμικά, το Βήμα 2 μπορεί να παραληφθεί.

### ***1.5.2 Β΄ Φάση***

Αφορά στην κατασκευή των μοντέλων της ανακλινόμενης και της συρόμενης γέφυρας. Η κατασκευή αυτή γίνεται στο «Χελωνόκοσμο». Η μεταβλητή που θα χρησιμοποιηθεί για την κίνηση των γεφυρών θα είναι ο χρόνος, καθώς ένα από τα βασικά κριτήρια για την επιλογή της κατάλληλης γέφυρας είναι ο χρόνος που απαιτείται για να ανοίξει και να κλείσει καθεμία.

Πριν δοθούν τα επόμενα φύλλα εργασίας, δίνονται στους μαθητές οι συνοπτικές προσφορές των δυο εταιριών που ακολουθούν.

#### Οι προτάσεις των εταιριών

|  |  |
| --- | --- |
| **ΕΡΓΟ «ΝΕΑ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΗ ΓΕΦΥΡΑ»** | |
| US Army 3 | |
|  |  |
| *Επαφή:* | Διαχειριστής έργου, **Εταιρία Α**, Βερολίνο |
|  | Έργο ΕΙ57, \*\*\*\*\*\*\*\* \*\*\*\*\*\*, ΕΑΕΤΕ, 4ο Διαμέρισμα |
| *Τοποθεσία:* | Ανατολικό Καίνιγκσμπεργκ |
| *Κόστος Κατασκευής:* | €34.000.000 |
| *Ημερομηνία έναρξης:* | Σεπτέμβριος 2006 |
| *Αναμενόμενη Ημερομηνία ολοκλήρωσης:* | Ιούλιος 2008 |
| *Γενικός Εργολάβος:* | \*\*\*\*\*\*\*\* \*\*\*\*\*\*\*\*, ------------ --------------, ΑΕ. |
| *Μηχανικός σχεδίασης:* | Κατασκευαστική **Εταιρεία Α**, Nick \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*, P.E., Διαχειριστής έργου |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | ***Παλαιά γέφυρα*** | ***Νέα γέφυρα*** |
| ***Πλάτος οδοστρώματος*** | *Υπάρχοντα πλάτη* | *Προτεινόμενα πλάτη* |
| *Λωρίδες κυκλοφορίας* | 2 (4-μετρες) | 2 (4-μετρες) |
| *Ερείσματα* | 30 εκατοστά | 1,2 μέτρα |
| *Πεζοδρόμια* | 1,5 μέτρα | 2 μέτρα |
| ***Κατασκευαστικές πληροφορίες*** | *Υπάρχουσα γέφυρα* | *Προτεινόμενη γέφυρα* |
| *Έτος κατασκευής:* | 1917 | 2006 |
| *Κατάστρωμα γέφυρας:* | Μεταλλικό /Ανοικτό κιγκλίδωμα | Μεταλλικό /Συμπαγές |
| *Τύπος:* | Σταθερή (τοξωτή) | Ανοιγόμενη (ανακλινόμενη) |
| *Τρέχουσα / αναμενόμενη ζωή:* | 83 έτη | 50 έτη+ |
| *Μέγιστο άνοιγμα:* | 32 μέτρα | 40 μέτρα |
| *Κατακόρυφη απόσταση από στάθμη νερών:* | 5,5 μέτρα | 4,7 μέτρα (κλειστή) |
| *Μέσο Ετήσιο Κόστος Συντήρησης:* | €30.000 |  |
| *Βάρος:* |  | 2400 τόνοι |
| *Ισχύς μηχανισμού ανάκλισης:* | 55 HP | 30 HP |
| Γωνιακή ταχύτητα ανάκλισης: | – | π/240 (ακτίνια/ δευτερόλεπτο) |
| *Περιβαλλοντική Ταξινόμηση:* | Κρατικός Περιβαλλοντολογικός Ποιοτικός Έλεγχος Κατηγορία 1. | |
| *Διατήρηση κυκλοφορίας:* | Κατά τη διάρκεια της κατασκευής η κίνηση οχημάτων και πεζών θα συνεχιστεί μέσω της υπάρχουσας γέφυρας. | |
| *Προσδοκώμενο Χρονοδιάγραμμα:* | Έναρξη Κατασκευής | Φθινόπωρο 2006 |
|  | Παράδοση νέας γέφυρας στην κυκλοφορία | Καλοκαίρι 2007 |
|  | Ολοκλήρωση Κατασκευής | Καλοκαίρι 2008 |

|  |  |
| --- | --- |
| **ΕΡΓΟ «ΝΕΑ ΣΥΡΟΜΕΝΗ ΓΕΦΥΡΑ»** | |
|  |  |
| *Στόχος του έργου:* | Αντικατάσταση της υπάρχουσας σταθερής γέφυρας από μια σύγχρονη και καλαίσθητη ανοιγόμενη γέφυρα που θα επιτρέπει τον διάπλου του ποταμού, με όλα τα οικονομικά και λειτουργικά οφέλη που συνεπάγεται μια τέτοια επιλογή. |
| *Επαφή:* | Διαχειριστής έργου, **Εταιρία Β**, Αμβούργο |
| *Τοποθεσία:* | Ανατολικό Καίνινγκσμπεργκ |
| *Κόστος* Κατασκευής*:* | €28.000.000 |
| *Ημερομηνία έναρξης:* | Σεπτέμβριος 2006 |
| *Αναμενόμενη Ημερομηνία ολοκλήρωσης:* | Μάιος 2008 |
| *Γενικός Εργολάβος:* | Paul \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*, ----------- ------------------, ΑΕ. |
| *Μηχανικός σχεδίασης:* | \*\*\*\*\*\*\*\*\* Κατασκευαστική, \*\*\*\*\* \*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*, P.E., Διαχειριστής έργου |

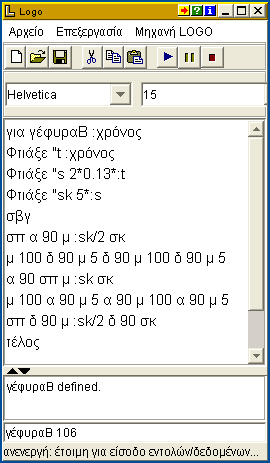
|  |  |
| --- | --- |
| ***Πλάτος οδοστρώματος*** |  |
| *Λωρίδες κυκλοφορίας* | 2 (4-μετρες) |
| *Ερείσματα* | 1,5 μέτρα Ποδηλατόδρομος |
| *Πεζοδρόμια* | 2,2 μέτρα |
|  |  |
| ***Κατασκευαστικές πληροφορίες*** | *Προτεινόμενη γέφυρα* |
| *Έτος κατασκευής:* | 2006 |
| *Κατάστρωμα γέφυρας:* | Μεταλλικό / Συμπαγές |
| *Τύπος:* | Συρόμενη |
| *Αναμενόμενη ζωή:* | 50 έτη+ |
| *Μέγιστο άνοιγμα:* | 40 μέτρα |
| *Κατακόρυφη απόσταση από στάθμη νερών:* | 5 μέτρα (κλειστή) |
| *Μέσο Ετήσιο Κόστος Συντήρησης:* | €35.000 |
| *Ισχύς μηχανισμού μετατόπισης:* | 40 HP |
| Ταχύτητα κινητών μερών: | 0,13 (μέτρα /δευτερόλεπτο) |
| *Περιβαλλοντική Ταξινόμηση:* | Κατηγορία 1 | | |
| *Διατήρηση κυκλοφορίας:* | Η κυκλοφορία θα συνεχίζεται απρόσκοπτα, μέσω της παλαιάς γέφυρας, καθ’ όλη τη διάρκεια της κατασκευής. | | |
| *Προσδοκώμενο Χρονοδιάγραμμα:* | Έναρξη Κατασκευής | | Φθινόπωρο 2006 |
|  | Παράδοση νέας γέφυρας στην κυκλοφορία | | Καλοκαίρι 2007 |
|  | Ολοκλήρωση Κατασκευής | | Άνοιξη 2008 |

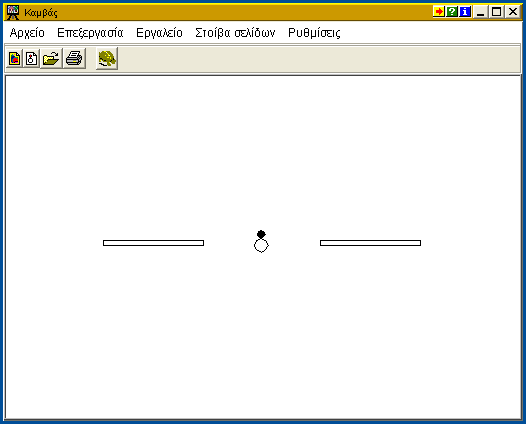
**ΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΤΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ**

Με σκοπό να παρουσιάσετε ένα μοντέλο που θα δείχνει τις δυο διαφορετικές κινήσεις που εκτελούν οι δυο γέφυρες (συρόμενη / ανακλινόμενη), προσπαθήστε να φτιάξετε στο Χελωνόκοσμο τους κατάλληλους κώδικες, ακολουθώντας τις οδηγίες των *Φύλλων Εργασίας 1*, *2* και *3*.

#### *Φύλλο εργασίας 1*

Ξεκινήστε με τη δημιουργίας του κώδικα που θα σχεδιάζει στον Καμβά δυο ορθογώνια που θα προσομοιώνουν τα δυο κινητά μέρη της συρόμενης γέφυρας (*η πρόταση της εταιρείας Β*). Να χρησιμοποιήσετε μια μεταβλητή που θα εκφράζει το χρόνο σε δευτερόλεπτα. Αναζητήστε στην προσφορά της εταιρίας Β τα τεχνικά χαρακτηριστικά που θα σας χρειαστούν.

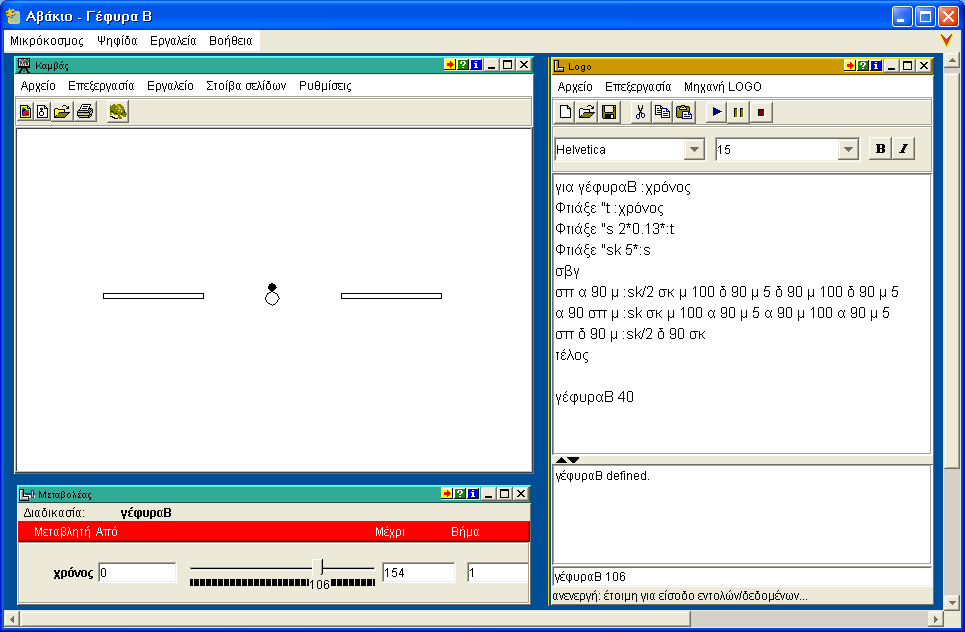




Στην εικόνα βλέπετε ένα στιγμιότυπο του μοντέλου που πρέπει να δημιουργήσετε.

Αντιγράψτε τον κώδικα και την εικόνα του μοντέλου σας, εδώ:

Αναμενόμενο αποτέλεσμα:

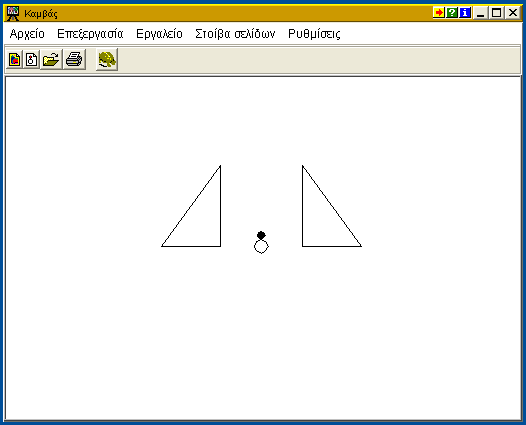


Η γέφυρα κινείται μέχρι να ανοίξει τελείως, επομένως οι μαθητές θα πρέπει να προσδιορίσουν το πεδίο ορισμού της συνάρτησης της κίνησης υπολογίζοντας το χρόνο που απαιτείται για να ανοίξει τελείως η γέφυρα: 0 – 154 sec.

Θα πρέπει να πληκτρολογήσουν ως όρια στο Μεταβολέα τις τιμές 0 και 154.

#### *Φύλλο εργασίας 2*

Σ’ ένα αρχείο του Χελωνόκοσμου δημιουργήστε τον κώδικα για την ανακλινόμενη γέφυρα (*η πρόταση της εταιρείας Α*). Δημιουργήστε δυο μεταβλητά τρίγωνα, που θα κινούνται καθώς η γωνία ανάκλισης θα μεταβάλλεται. Η μεταβλητή στο μοντέλο σας θα είναι ο χρόνος.



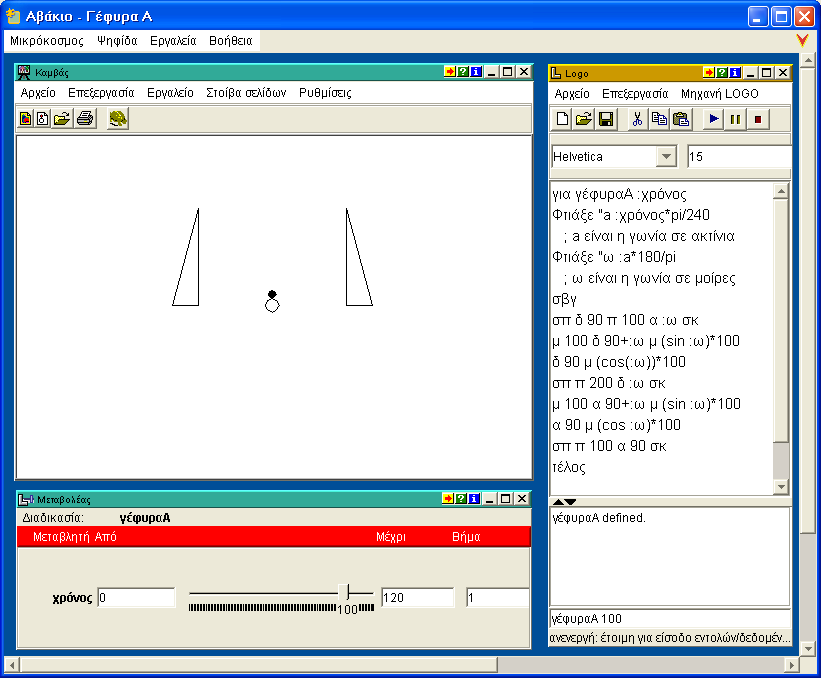
Στην εικόνα βλέπετε ένα στιγμιότυπο του μοντέλου της ανακλινόμενης γέφυρας.

Θυμηθείτε ότι στο Χελωνόκοσμο οι γωνίες μετριούνται σε μοίρες, επομένως θα πρέπει να προσαρμόσετε τη γωνιακή ταχύτητα της γέφυρας Α σε μοίρες/δευτερόλεπτο και με βάση αυτό το στοιχείο να προχωρήσετε στον υπολογισμό της γωνίας που σχηματίζει με το οριζόντιο επίπεδο ο κινητός βραχίονας της γέφυρας.

Η μεταβλητή που θα χρησιμοποιήσετε για το μοντέλο σας θα είναι ο χρόνος (σε δευτερόλεπτα).

Αντιγράψτε τον κώδικα και την εικόνα του μοντέλου σας, εδώ:

Αναμενόμενο αποτέλεσμα:



Θα χρειαστεί οι μαθητές να υπολογίσουν το χρόνο που απαιτείται μέχρι να ανοίξει τελείως η ανακλινόμενη γέφυρα: 120 sec. Στη συνέχεια, θα πληκτρολογήσουν ως όρια στο Μεταβολέα τις τιμές 0 και 120.

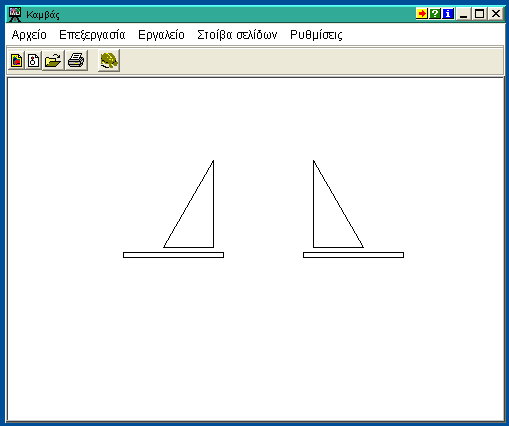
#### *Φύλλο εργασίας 3*

Με τα προηγούμενα δυο Φύλλα Εργασίας, αξιοποιώντας τα τεχνικά χαρακτηριστικά των γεφυρών που προτείνουν οι εταιρίες Α και Β, έχετε ήδη κατασκευάσει δυο ξεχωριστά μοντέλα:

* ένα μοντέλο που προσομοιάζει την κίνηση της ανακλινόμενης γέφυρας της εταιρείας Α και
* ένα μοντέλο που παρουσιάζει τον τρόπο με τον οποίο κινείται η συρόμενη γέφυρα της εταιρείας Β.

Σήμερα, φτάνοντας στην τελευταία φάση της διαδικασίας της μοντελοποίησης, θα πρέπει να συνδυάσετε σε ένα ενιαίο κώδικα τη δουλειά των προηγούμενων ημερών.

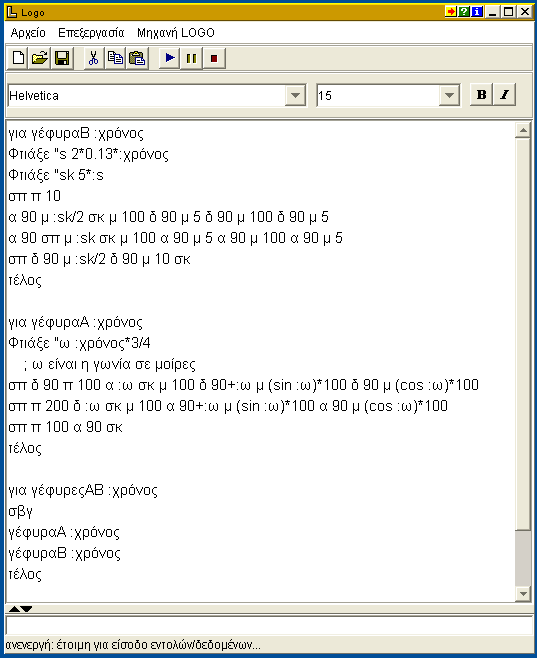
1. Στο Χελωνόκοσμο προσπαθήστε να ενοποιήσετε τους δυο κώδικες, ώστε, με τη βοήθεια μιας μόνο μεταβλητής (που θα είναι ο χρόνος) να παράγεται από το μοντέλο σας η ταυτόχρονη κίνηση των δυο γεφυρών. Μια εικόνα ενός τέτοιου μοντέλου φαίνεται εδώ:



Στην εικόνα βλέπετε τον Καμβά με τις δυο γέφυρες.

Αντιγράψτε τον κώδικα και την εικόνα του μοντέλου σας, εδώ:

Αναμενόμενο αποτέλεσμα:



Στον κώδικα έχει χρησιμοποιηθεί η παρακάτω κλίμακα:

5 βήματα της Χελώνας αντιστοιχούν σε 1 μέτρο πραγματικού μήκους.

Στη γέφυρα Β αυτό επιτυγχάνεται με την εντολή:

Φτιάξε “sk 5\*:s

Για τον ίδιο λόγο στη γέφυρα Α η υποτείνουσες των ορθογωνίων τριγώνων έχουν μήκος 100 βήματα.

1. Κατά την κίνησή τους οι δυο γέφυρες δεν έχουν το ίδιο άνοιγμα σε κάθε χρονική στιγμή. Πειραματιστείτε με το Μεταβολέα και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας.

Η παρατήρηση αυτή μπορεί να συνδυαστεί με τη σύγκριση των πεδίων ορισμού των συναρτήσεων κίνησης των δυο γεφυρών.

Αναμενόμενες παρατηρήσεις:

* + Κατά το χρονικό διάστημα 0 sec έως 83 sec (περίπου) η συρόμενη γέφυρα έχει μεγαλύτερο άνοιγμα από την ανακλινόμενη, ενώ στη συνέχεια η κατάσταση αντιστρέφεται.
  + Η γέφυρα που πετυχαίνει το μέγιστο άνοιγμα πρώτη είναι η ανακλινόμενη.

### ***1.5.3 Γ΄ Φάση***

Αφορά στην κατασκευή πίνακα και γραφικών παραστάσεων στο Function Probe, ώστε οι μαθητές να αποκτήσουν τη δυνατότητα σύγκρισης των χρόνων που απαιτούνται για το άνοιγμα της κάθε γέφυρας.

#### *Φύλλο εργασίας 4*

**Μελέτη του χρόνου ανοίγματος κάθε γέφυρας**

Η διάρκεια διακοπής της οδικής κυκλοφορίας όταν μια γέφυρα ανοίγει συνδέεται φυσικά με το χρόνο που απαιτείται για να δημιουργηθεί κάποιο συγκεκριμένο άνοιγμα μεταξύ των βραχιόνων της. Καθώς οι προτάσεις των δυο εταιρειών αναφέρονται σε γέφυρες που κινούνται με διαφορετικό τρόπο, θα πρέπει να τις μελετήσετε, ώστε να συγκρίνετε τους χρόνους που χρειάζεται κάθε μια γέφυρα για φτάσει σε ένα ορισμένο άνοιγμα.

Για να υπολογίσετε το άνοιγμα της κάθε γέφυρας σε σχέση με το χρόνο, θα χρησιμοποιήσετε τις δυνατότητες του Function Probe:

Στα *Φύλλα Εργασίας 3.1* και *3.2* υπολογίστηκαν οι χρόνοι πλήρους ανοίγματος για κάθε γέφυρα (120 sec για την ανακλινόμενη, 154 sec για τη συρόμενη).

1. Ανοίξτε το Function Probe. Στο παράθυρο «Πίνακας» δημιουργήστε μια στήλη με τιμές για τη βασική μεταβλητή του προβλήματος, τον χρόνο t, σε δευτερόλεπτα. Οι τιμές να κυμαίνονται από 0 έως 155, με βήμα 5 *(χρησιμοποιήστε την εντολή ‘Γέμισμα’ από το μενού ‘Πίνακας’)*.
2. Σε μια νέα στήλη πληκτρολογήστε τον τύπο που θα υπολογίζει τη γωνία a με την οποία στρέφονται οι βραχίονες της ανακλινόμενης γέφυρας Α *(θα χρειαστείτε τη γωνιακή ταχύτητα)*.

Ο τύπος είναι:

a = t \* π / 240

1. Στη συνέχεια υπολογίστε στην τρίτη στήλη του πίνακα το άνοιγμα που σχηματίζεται κατά την κίνηση της συρόμενης γέφυρας *(χρησιμοποιήστε για το άνοιγμα αυτό τη μεταβλητή s)*.

Ο τύπος είναι:

s = 2\*0,13\*t

Καταγράψτε τον τύπο για το *s*, εδώ:

1. Στην τέταρτη στήλη του πίνακα αξιοποιήστε τη γωνία a για να υπολογίσετε το άνοιγμα που σχηματίζεται κατά την κίνηση της ανακλινόμενης γέφυρας *(συμβολίστε το με q)*.

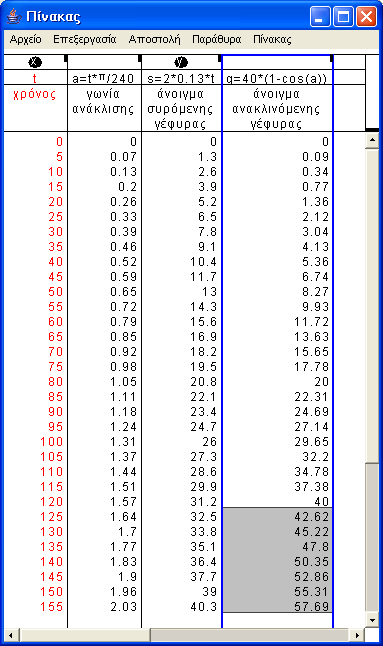
Ο τύπος είναι:

q = 40\*(1-cos a)

Καταγράψτε τον τύπο για το *q*, εδώ:

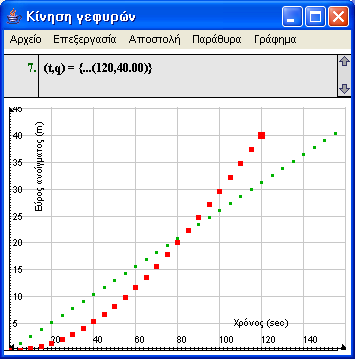
Αναμενόμενος πίνακας:

Οι τιμές αυτές δεν έχουν νόημα για την ανακλινόμενη γέφυρα.



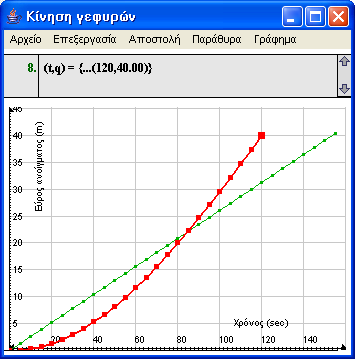
1. Ένας πιο παραστατικός τρόπος για να παρουσιάσουμε τα στοιχεία που έχουν προκύψει στον πίνακα, ώστε να μπορέσουμε να τα συγκρίνουμε, είναι μια γραφική παράσταση. Στείλτε τα σημεία (*t*, *s*) και (*t*, *q*) στο παράθυρο Γράφημα του Function Probe.

Αναμενόμενο αποτέλεσμα:



1. Για να έχουμε όλα τα ενδιάμεσα ανοίγματα των γεφυρών και όχι μόνο ανά 5 δευτερόλεπτα, φτιάξτε τις γραφικές παραστάσεις των συναρτήσεων *s*(*t*) και *q*(*t*) πληκτρολογώντας στο Γράφημα του Function Probe τους αντίστοιχους τύπους. Βεβαιωθείτε ότι οι γραμμές περνούν από τα σημεία που στείλατε στο προηγούμενο βήμα.

Αναμενόμενο αποτέλεσμα:



1. Με βάση τις γραφικές παραστάσεις διατυπώστε τα συμπεράσματά σας σε σχέση με το χρόνο ανοίγματος των γεφυρών. Τεκμηριώστε τους ισχυρισμούς σας με επιχειρήματα.

Για ακριβέστερο προσδιορισμό οι μαθητές μπορούν να κάνουν παρεμβολή όρων στον πίνακα του FP.

Αναμενόμενη απάντηση:

Μέχρι περίπου τη χρονική στιγμή 83 sec η ανακλινόμενη γέφυρα πραγματοποιεί μικρότερο άνοιγμα απ’ ότι η συρόμενη. Μετά τα 83 sec η κατάσταση αντιστρέφεται.

1. Αν θέλουμε άνοιγμα 17 μέτρων, ποια από τις δυο γέφυρες πρέπει να επιλέξουμε με κριτήριο το χρόνο ανοίγματος;

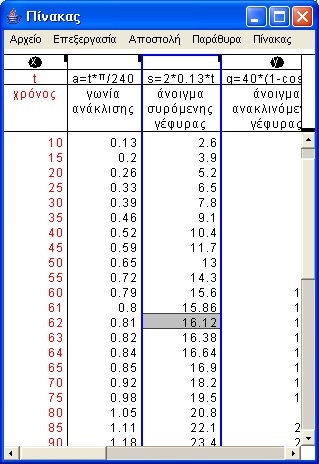
Αναμενόμενη απάντηση:

Τη συρόμενη (γέφυρα Β).

1. Πόσο είναι το άνοιγμα της συρόμενης γέφυρας Β μετά από 62 sec κίνησης;

Αναμενόμενη απάντηση:

Το άνοιγμα είναι 16,12 μέτρα.

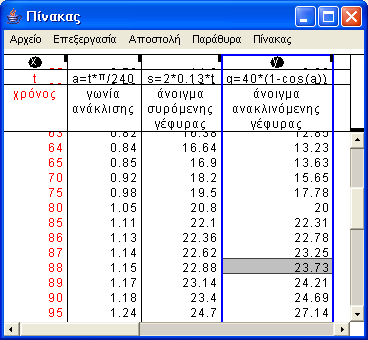


Γίνεται ενδιάμεσο γέμισμα μεταξύ των τιμών 60 και 65, με βήμα 1 sec.

1. Πόσο είναι το άνοιγμα της ανακλινόμενης γέφυρας Α μετά από 88 sec κίνησης;

Αναμενόμενη απάντηση:

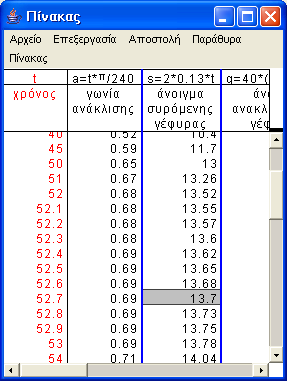
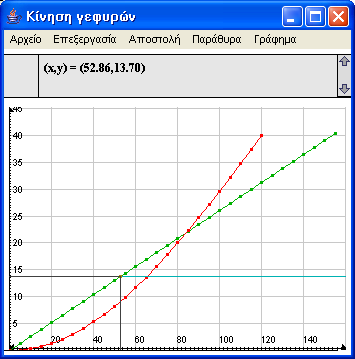
Το άνοιγμα είναι 23,73 μέτρα.



1. Σε πόσο χρόνο η γέφυρα Β θα έχει άνοιγμα 13,7 μέτρα;

Αναμενόμενη απάντηση:

Σε 52,7 sec.

Η απάντηση μπορεί να βρεθεί πληκτρολογώντας στο παράθυρο Γράφημα τη συνάρτηση *y*=13,7 και προσδιορίζοντας το σημείο τομής της με την καμπύλη της γέφυρας Β.

### ***1.5.4 Δ΄ Φάση***

Η τέταρτη φάση αφορά στην λήψη απόφασης βάσει του συνολικού κόστους (κόστος λειτουργίας, κόστος κατασκευής, κτλ.).

#### *Φύλλο εργασίας 5*

**Λήψη απόφασης**

Με το ρόλο των μελών του Δημοτικού Συμβουλίου της πόλης καλείστε να μελετήσετε διεξοδικά τις προτάσεις των δυο εταιρειών, ώστε να αποφασίσετε για την τελική επιλογή που θα κάνει ο Δήμος.

Το κριτήριο για την απόφαση αυτή θα είναι το **συνολικό κόστος**.

Για τον υπολογισμό του συνολικού κόστους να συνυπολογίσετε τα εξής:

* Το εύρος του ανοίγματος της γέφυρας ποικίλει. Κάθε φορά εξαρτάται από τις ανάγκες που πρέπει να εξυπηρετηθούν (ανάλογα με τις διαστάσεις του πλοίου που πρόκειται να περάσει). Στατιστικά έχει υπολογισθεί ότι κατά μέσο όρο η γέφυρα ανοίγει 29,5 μέτρα.
* Ότι κατά μέσο όρο η γέφυρα ανοίγει 8 φορές την ημέρα.
* Κάτω από κανονικές συνθήκες, η μέση τιμή της κιλοβατώρας (KWh) για τα επόμενα 50 χρόνια αναμένεται να είναι 0,864 €.

Οργανώστε κατάλληλα τα δεδομένα σας, κάντε όλους τους αναγκαίους υπολογισμούς, διατυπώστε τα επιχειρήματά σας και συντάξτε μια έκθεση που θα τεκμηριώνει την επιλογή σας.

Αναμενόμενη διαδικασία

Οι μαθητές προκειμένου να βρουν το συνολικό κόστος της κάθε γέφυρας θα πρέπει να συνυπολογίσουν:

* Το κόστος κατασκευής και
* Το κόστος λειτουργίας της γέφυρας για 50 χρόνια.

Το κόστος κατασκευής αναφέρεται στις προσφορές των εταιριών (34.000.000 € για την ανακλινόμενη 28.000.000 € για τη συρόμενη)

Το κόστος λειτουργίας προκύπτει από τον συνυπολογισμό των εξής παραμέτρων:

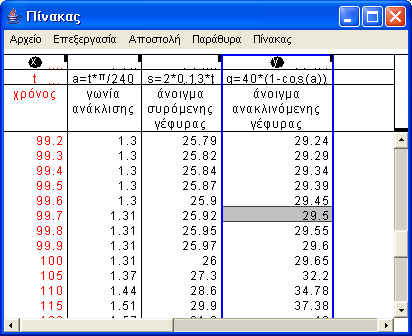
* Μέσο ετήσιο κόστος συντήρησης (αναφέρεται στις προσφορές των εταιρειών 30.000 € και 35.000 €)
* Μέσο ετήσιο κόστος δαπανούμενης ηλεκτρικής ενέργειας

Οι μαθητές πρέπει να οδηγηθούν να οργανώσουν τα δεδομένα τους σε πίνακα (περίπου σαν αυτόν που ακολουθεί) για να μπορέσουν να κάνουν σωστά τους υπολογισμούς τους.

Τα απαιτούμενα αριθμητικά δεδομένα θα τα βρουν στις προσφορές των εταιριών μεταξύ όλων των άλλων στοιχείων που περιέχονται εκεί.

Θα χρειαστεί επίσης να χρησιμοποιήσουν την ισχύ των μηχανών για να υπολογίσουν το κόστος κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Καλό θα είναι να ανατρέξουν στο βιβλίο της Φυσικής για να θυμηθούν το σχετικό θέμα.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | **Γέφυρα Α** | **Γέφυρα Β** |
| **Κόστος κατασκευής** |  |  | 34000000 | 28000000 |
| **Κόστος λειτουργίας** | 50 έτη x Μέσο ετήσιο κόστος συντήρησης |  | 50 x 30000 | 50 x 35000 |
| 50 έτη x Μέσο ετήσιο κόστος δαπανόμενης ηλεκτρικής ενέργειας | 50 x 0,864 x ισχύ x (συνολικό χρόνο κίνησης ετησίως) =  50 x 0,864 x ισχύ x 365 x (μέσο αριθμό ανοιγμάτων την ημέρα) x (χρόνο που χρειάζεται για να φτάσει η γέφυρα στο μέσο εύρος ανοίγματος) | 282972528 € | 375702923 € |
| **Σύνολο** |  |  | 318472528 € | 405452923 € |



Το χρόνο που κάνει να ανοίξει η κάθε γέφυρα στο μέσο εύρος ανοίγματος οι μαθητές μπορούν να τον πάρουν από τον πίνακα του FP, που κατασκεύασαν στο φύλλο εργασίας 3.4, ή να τον υπολογίσουν από τη γωνιακή ταχύτητα για τη γέφυρα Α και από την ταχύτητα των κινητών μερών για τη γέφυρα Β.

Συγκρίνοντας τα συνολικά κόστη οι μαθητές αναμένεται να οδηγηθούν στην **επιλογή της ανακλινόμενης γέφυρας** της εταιρείας Α.