

**ΔΙΚΤΥΑΚΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΣΤΗ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ  
ΜΕ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΟ**

**Ανδρικόπουλος  
Νικόλαος**  
Ελληνογερμανική Αγωγή,  
Τμήμα Έρευνας και  
Ανάπτυξης  
andrik@ea.gr

**Κορακιανίτης  
Όμηρος**  
Ελληνογερμανική Αγωγή,  
Τμήμα Έρευνας και  
Ανάπτυξης  
omirosk@ea.gr

**Σάββας Σταύρος**  
Ελληνογερμανική Αγωγή,  
Τμήμα Έρευνας και  
Ανάπτυξης

**Σωτηρίου Σοφοκλής**  
Ελληνογερμανική Αγωγή,  
Τμήμα Έρευνας και  
Ανάπτυξης  
sotiriou@ea.gr

**Σολωμός Νικόλαος**  
Ινστιτούτο Πυρηνικής  
Φυσικής ΕΚΕΦΕ  
«ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ»  
Εθνικό Αστεροσκοπείο  
της Εκπαίδευσης  
«Εύδοξος»  
nsol@sde.edu.gr

**Φανουράκης  
Γεώργιος**  
Ινστιτούτο Πυρηνικής  
Φυσικής ΕΚΕΦΕ  
«ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ»  
Εθνικό Αστεροσκοπείο  
της Εκπαίδευσης  
«Εύδοξος»  
gfan@inp.demokritos.gr

**Καλκάνης Γεώργιος**  
Πανεπιστήμιο Αθηνών,  
Παιδαγωγικό Τμήμα  
Δημοτικής Εκπαίδευσης  
kalkanis@primedu.uoa.g

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Στην παρούσα εισήγηση περιγράφονται τα καινοτόμα εκπαιδευτικά εργαλεία τα οποία αναπτύσσονται στα πλαίσια της υλοποίησης σε ευρωπαϊκό επίπεδο του σχεδίου Εύδοξος<sup>1</sup>, σκοπός του οποίου είναι η διδασκαλία των φυσικών επιστημών ως εφαρμογή της Ανοικτής και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης. Το σχέδιο στοχεύει μεταξύ άλλων, στη δημιουργία μιας βελτιωμένης δικτυακής πλατφόρμας η οποία θα επιτρέπει την άμεση διασύνδεση της σχολικής αίθουσας με ένα σύγχρονο ερευνητικό εργαστήριο για τους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Η δικτυακή αυτή εφαρμογή θα υποστηρίζεται

<sup>1</sup> Το σχέδιο συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή στα πλαίσια του προγράμματος *Preparatory and innovative actions - eLearning action plan DG EAC/25/01*. Οι εργασίες του σχεδίου ξεκίνησαν τον Οκτώβριο του 2002 και θα διαρκέσουν 18 μήνες. Το σχέδιο αποτελεί ευρωπαϊκή κοινοπραξία 8 ινστιτούτων από 4 Ευρωπαϊκές χώρες: Πανεπιστήμιο Αθηνών (UoA), ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος (D), Πανεπιστήμιο του Cadiz (UoC), Management Center Innsbruck (MSI), τον εκπαιδευτικό οργανισμό Ελληνογερμανική Αγωγή (EA) και ένα δίκτυο 4 σχολείων.

και από web-camera η οποία θα παρέχει τη δυνατότητα στους χρήστες να παρακολουθούν απευθείας τις δραστηριότητες που πραγματοποιούνται στο χώρο του εργαστηρίου. Παράλληλα και προκειμένου να ενισχυθεί η παιδαγωγική αξία του σχεδίου προτάθηκε και υλοποιείται στα πλαίσια της διαθεματικής προσέγγισης, η κατασκευή από τους μαθητές, ενός μοντέλου τηλεσκοπίου υπό κλίμακα. Το μοντέλο αυτό θα προσομοιώνει τις κινήσεις του ρομποτικού τηλεσκοπίου Ανδρέας Μιχαλιτσιάνος (AM) του Εθνικού Αστεροσκοπείου της Εκπαίδευσης “Εύδοξος”<sup>2</sup>. Ο σχεδιασμός αλλά και η κατασκευή του βασίζονται σε εφαρμογή του εκπαιδευτικού πακέτου MindStorms της εταιρίας Lego. Η εκπαιδευτική αξία των εργαλείων που θα αναπτυχθούν όσο και το προτεινόμενο παιδαγωγικό πλαίσιο, προβλέπεται να αξιολογηθούν κατά τη διάρκεια των δύο σταδίων εφαρμογής. Έτσι τελικά θα παραχθεί νέο εκπαιδευτικό υλικό το οποίο θα παρέχει βιωματική διδασκαλία των φυσικών επιστημών με τη χρήση της Ανοικτής και Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Ρομποτικό τηλεσκόπιο, δικτυακή διδασκαλία, φυσικές επιστήμες.

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Εκείνο που ανέκαθεν χαρακτήριζε τον άνθρωπο είναι η ανάγκη του να ανακαλύψει τον κόσμο που τον περιβάλλει. Η έμμεση και άμεση παρατήρηση αλλά και ο πειραματισμός του απέφεραν με το πέρασμα των χρόνων, σημαντική εμπειρία και απόκτηση γνώσης.

Η συστηματική όμως ερευνητική διαδικασία η οποία ακολουθεί τις αρχές της επιστημονικής μεθόδου, είναι αυτή που συμβάλλει ουσιαστικά στην ποιοτική αναβάθμιση της γνώσης και ανάπτυξη των φυσικών επιστημών. Η ταξινόμηση και διαβάθμιση στην παροχή γνώσεων δεν οδηγεί αυτόνομα στην ποιοτική διδασκαλία των φυσικών επιστημών, αλλά δυστυχώς αυτό αποτελεί κατά κόρο την παιδαγωγική προσέγγιση του σημερινού σχολείου. Η παρατήρηση, η διατύπωση υποθέσεων, το πείραμα, η διαμόρφωση θεωρίας και η γενίκευση των αποτελεσμάτων έχουν παραγκωνιστεί από μια στείρα μεθοδολογία η οποία απομακρύνει τον μαθητή από τις φυσικές επιστήμες και συγχρόνως αποφέρει ελάχιστα μαθησιακά αποτελέσματα. Η προσέγγιση της επιστήμης υλοποιείται με στατική διαδικασία μελέτης όπου οι γνώσεις παρέχονται ακολουθώντας στερεότυπα και ο πειραματισμός αποτελεί τμήμα της θεωρίας καθώς πραγματοποιείται –αν και όποτε πραγματοποιείται– κατά βάση στο στάδιο της επίδειξης.

<sup>2</sup> Ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη, το αρχικό διδακτικό πρόγραμμα και η λειτουργία του Εθνικού Αστεροσκοπείου της Εκπαίδευσης “ΕΥΔΟΞΟΣ”, χρηματοδοτήθηκε από το Ελληνικό Δημόσιο στα πλαίσια του προγράμματος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου ΣΕΠΠΕ ΠΠΕ-19 και ολοκληρώθηκε το σχολικό έτος 2001. Προέρχεται και υποστηρίχθηκε από τη συνεργασία του ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος», της Ανωτάτης Σχολής Ναυτικών Δοκίμων (ΣΝΔ), του Υπουργείου Παιδείας (Π), της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Κεφαλληνίας και Ιθάκης και του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Αθηνών (<http://eudoxos.snd.edu.gr>, και [http://www.pi-schools.gr/programs/seppe/ppe/Fysikes\\_Episthmes/ppe19.htm](http://www.pi-schools.gr/programs/seppe/ppe/Fysikes_Episthmes/ppe19.htm)).

Μελετώντας τα αναλυτικά προγράμματα των τελευταίων ετών για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση αλλά και τις σχετικές παιδαγωγικές έρευνες (Mullis et al, 2002), (Nohara & Goldstein, 2001), προκύπτει η αναγκαιότητα ανάπτυξης νέων διδακτικών μέσων και εργαλείων που αρχικά θα κεντρίζουν το ενδιαφέρον, θα ανατρέπουν την αρνητική στάση των μαθητών απέναντι στις φυσικές επιστήμες και στη συνέχεια θα οδηγούν βιωματικά στην ουσιαστική απόκτηση γνώσης. Στα πλαίσια της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών, οι μαθητές θα καθοδηγούνται σύμφωνα με τις αρχές της επιστημονικής μεθόδου σε ερευνητικές διαδικασίες, ώστε οι ίδιοι να συλλέγουν την γνώση και να αποκτούν παράλληλα τον επιστημονικό τρόπο σκέψης.

### ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ

Ο ουρανός είναι ένα απέραντο και μοναδικό εργαστήριο για τη μελέτη των φυσικών επιστημών. Βρίσκεται πάντα σε λειτουργία και είναι διαθέσιμο σε κάθε παρατηρητή οπουδήποτε στη γη. Σε αυτό λαμβάνουν χώρα κάθε είδους φυσικά φαινόμενα πολλά από τα οποία δεν είναι δυνατό να αναπαραχθούν σε κανένα ερευνητικό κέντρο. Η παρατήρηση του ουρανού πάντα εντυπωσίαζε τον άνθρωπο και τον παρακινούσε στη μελέτη της φύσης και των νόμων της.

Το πρόγραμμα Εύδοξος (Solomos et al 2001, 2002), (Polykalas et al, 2002) έχει στόχο να συνδέσει τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών με ερευνητικές διαδικασίες και παρατηρήσεις των ίδιων των μαθητών. Στα πλαίσια του σχεδίου αναπτύσσονται σύγχρονα εκπαιδευτικά εργαλεία με σκοπό την υποστήριξη του παιδαγωγικού πλαισίου το οποίο προτείνεται. Έτσι αναπτύσσεται ένα φιλικό προς το χρήστη εκπαιδευτικό εργαλείο, δικτυακού περιβάλλοντος το οποίο θα επιτρέπει σε πρώτη φάση τη διαχείριση του ρομποτικού τηλεσκοπίου «Ανδρέας Μιχαλιτσιάνος» (TAM) και στη συνέχεια και του ηλιακού ρομποτικού τηλεσκοπίου «Απόλλων» (HTA) του Εθνικού Αστεροσκοπείου της Εκπαίδευσης “Εύδοξος”. Το ρομποτικό τηλεσκόπιο (AM) είναι ένα δικτυακά κατευθυνόμενο τηλεσκόπιο διαμέτρου 60cm, εφοδιασμένο με CCD camera και άλλα όργανα (Solomos et al, 2001, 2002), (Polykalas et al, 2002), (Fischer 1993). Βρίσκεται σε υψόμετρο 1040μ στο όρος Αίνοσ της Κεφαλλονιάς, εκτελώντας και παρέχοντας νυκτερινές παρατηρήσεις.

Επίσης σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε ένα δίκτυο υπολογιστικών και επικοινωνιακών συστημάτων το οποίο αξιοποιείται με τέτοιο τρόπο ώστε να αποτελέσει τελικά ένα ιδιαίτερα φιλικό για το χρήστη εκπαιδευτικό εργαλείο.

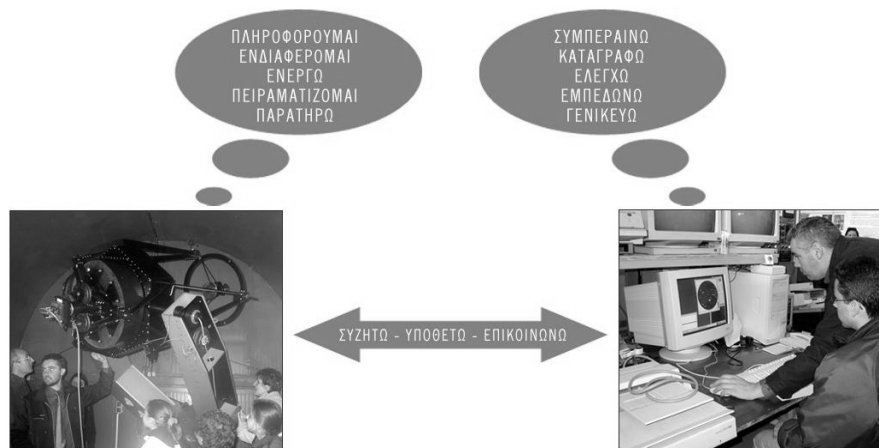
Προκειμένου να ενισχυθεί η αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών με τις καθημερινές δραστηριότητες των μαθητών αναπτύσσεται ένα μοντέλο υπό κλίμακα του ρομποτικού τηλεσκοπίου (AM) που βασίζεται στην εφαρμογή του εκπαιδευτικού πακέτου MindStorms της εταιρίας Lego και θα προσομοιώνει τις κινήσεις του ρομποτικού τηλεσκοπίου (AM). Σε συνδυασμό με μια web-camera, η οποία θα παρέχει τη δυνατότητα στους χρήστες να παρακολουθούν ταυτόχρονα και τις δραστηριότητες που πραγματοποιούνται στο χώρο του εργαστηρίου θα παρέχει στους μαθητές ένα βαθμό τηλε-εποπτείας του ρομποτικού τηλεσκοπίου (AM).

Η αξιοποίηση των προτεινόμενων τεχνολογικών εργαλείων ενισχύει, το νέο περιβάλλον διδασκαλίας και παρέχει στους μαθητές το έναυσμα για παρατήρηση, διατύπωση υποθέσεων, δυνατότητα για πειραματισμό, καταγραφή και επεξεργασία

των δεδομένων, διατύπωση θεωρίας, κατασκευή μαθηματικών μοντέλων και περαιτέρω έρευνα και παρατήρηση. Τέλος τους παρέχει τη δυνατότητα να παρουσιάζουν τα αποτελέσματά τους στα πλαίσια μιας οργανωμένης ερευνητικής και εκπαιδευτικής διαδικασίας (Καλκάνης, 2001).

#### ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ

Η υλοποίηση του σχεδίου περιλαμβάνει δύο κύκλους μαθητοκεντρικής εργασίας σε πραγματικό σχολικό περιβάλλον. Για τον πρώτο κύκλο, αναπτύσσεται ένα ειδικά διαμορφωμένο πρόγραμμα με βάση ένα ισχυρά δομημένο εκπαιδευτικό πλαίσιο το οποίο εμπεριέχει τους κύριους διδακτικούς στόχους του σχεδίου. Κατά τη διάρκεια του δεύτερου κύκλου οι μαθητές και οι καθηγητές από τα συμμετέχοντα σχολεία θα έχουν τη δυνατότητα να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν τα δικά τους μαθήματα, ασκήσεις και δραστηριότητες χρησιμοποιώντας το ρομποτικό τηλεσκόπιο (AM) για άμεση αστρονομική παρατήρηση.



**Εικόνα 1:** Περιγραφή των επιμέρους στόχων της διδακτικής προσέγγισης.

Τα νέα εκπαιδευτικά εργαλεία θα αξιοποιηθούν ως πρόσθετα μέσα διδασκαλίας και το προτεινόμενο παιδαγωγικό πλαίσιο θα είναι πλήρως ενταγμένο στο υπάρχον σχολικό πρόγραμμα. Η δικτυακή πλατφόρμα περιλαμβάνει την εκπαίδευση και υποστήριξη των καθηγητών, την ανάπτυξη σχεδίων μαθημάτων, την εφαρμογή στην αίθουσα διδασκαλίας και τη δημιουργία νέων εκπαιδευτικών μέσων και εργαλείων. Οι δραστηριότητες μέσα στην αίθουσα θα βασίζονται κυρίως στις παρατηρήσεις με το ρομποτικό τηλεσκόπιο (AM) ενώ παράλληλα οι μαθητές θα έχουν τη δυνατότητα να προτείνουν ομαδικές και συνεργατικές δραστηριότητες. Η αξιολόγηση της προτεινόμενης διδακτικής προσέγγισης θα ακολουθήσει την μεθοδολογία TIMSS (Baumert et al, 2001) και θα περιλαμβάνει ερωτηματολόγια, ηλεκτρονική καταγραφή

των δραστηριοτήτων στην αίθουσα διδασκαλίας και σύγκριση των αποτελεσμάτων για κάθε σχολείο εφαρμογής.

### ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ

Στα πλαίσια της ίδρυσης και αρχικής εκπαιδευτικής λειτουργίας του Εθνικού Αστεροσκοπείου της Εκπαίδευσης “Εύδοξος” συγκροτήθηκε η μονάδα ρομποτικού τηλεσκοπίου (AM) η οποία από τον Αύγουστο του 2000 βρίσκεται σε λειτουργία αποτελώντας τη βάση υλοποίησης και του παρόντος σχεδίου. Επιπρόσθετα και για ενίσχυση της παιδαγωγικής αξίας του σχεδίου αναπτύσσονται τώρα και δύο νέα εκπαιδευτικά εργαλεία:

- Μια απλούστερη δικτυακή πλατφόρμα αμφίδρομης επικοινωνίας των φορέων που συμμετέχουν με το ρομποτικό τηλεσκόπιο (AM).
- Ένα μοντέλο τηλεσκοπίου υπό κλίμακα του ρομποτικού τηλεσκοπίου (AM).

Το πρώτο εκπαιδευτικό εργαλείο (Εικόνα 2) μαζί με τα προτεινόμενα σχέδια μαθημάτων που το υποστηρίζουν, βρίσκεται στην ιστοσελίδα του παρόντος προγράμματος<sup>3</sup>. Αφορά σε δικτυακό λογισμικό το οποίο παρέχει τη δυνατότητα στους μαθητές από απόσταση να επιλέγουν τις κατάλληλες ημέρες και ώρες για παρατήρηση, να εντοπίζουν τα προς μελέτη ουράνια σώματα και να κατευθύνουν από το σχολικό τους εργαστήριο το ρομποτικό τηλεσκόπιο (AM) στις ουράνιες συντεταγμένες που έχουν επιλέξει.



*Εικόνα 2: Η πρώτη μορφή της δικτυακής πλατφόρμας η οποία επιτρέπει την από απόσταση διαχείριση του ρομποτικού τηλεσκοπίου (AM)*

<sup>3</sup> Ηλεκτρονική διεύθυνση: <http://www.ellinogermaniki.gr/ep/eudoxos/>



Το δικτυακό αυτό λογισμικό επίσης επιτρέπει στους μαθητές να αξιοποιήσουν τις προτεινόμενες εκπαιδευτικές δραστηριότητες κάνοντας λήψη αστρονομικών εικόνων, να τις επεξεργαστούν και τελικά να ανακοινώσουν στον ειδικό χώρο συζητήσεων τις αστρονομικές τους παρατηρήσεις και συμπεράσματα.

	Right Ascension (RA)	Declination (Dec)	Distance From 39°51'23" 2013°11'5"	Altitude	Azimuth
Sun	18.23h 13s	+2° 31.4'	6.990	54.253	4.960 (9)
Mars	18.44h 56s	+4° 12.4'	3.904	55.958	-4.450 (9)
Jupiter	23h 36m 56s	-23° 11.0'	2.225	29.623	42.000 (9)
Moon	23h 36m 5s	-23° 22.1'	60.133	4.917	52.979 (9)
Mars	19h 24m 14s	-23° 12.0'	3.289	-6.963	47.539 (5a)
Jupiter	18.43h 15s	+19° 4.4'	4.736	-11.308	-125.311 (5a)
Saturn	19.30h 21s	+22° 15.7'	9.200	25.873	-98.873 (9)
Uranus	23h 12m 43s	-13° 56.2'	28.864	29.952	41.653 (9)
Neptune	23h 56m 57s	-19° 11.7'	30.641	15.289	53.645 (9)
Pluto	17h 18m 58s	-13° 39.7'	30.334	-23.231	90.633 (5a)

(first name)  
  
 Observer's code:   
 Observer(s):   
 Required Fields:  
 Use catalog position  
 Manual  
 Right ascension:   
 Declination:

Επίσης η πλατφόρμα αυτή θα τους επιτρέπει να παρακολουθούν ταυτόχρονα στην οθόνη του υπολογιστή τους τις κινήσεις που κάνει το ρομποτικό τηλεσκόπιο (AM) με τη βοήθεια μιας web-camera που θα βρίσκεται στο χώρο του αστεροσκοπείου. Παρέχεται έτσι η δυνατότητα τηλε-εποπτείας του ρομποτικού τηλεσκοπίου (AM), ενισχύοντας τις παραστάσεις της τηλε-καθοδήγησής του.





*Εικόνα 3: Οι μαθητές ενημερώνονται για τις σχεδιαστικές απαιτήσεις το μοντέλου τηλεσκοπίου και δεξιά επιχειρούν τα πρώτα στάδια κατασκευής του.*

Το καινοτόμο αυτό πρόγραμμα ενισχύεται με το δεύτερο εκπαιδευτικό εργαλείο που έχει προταθεί για να συμβάλει στην εποπτεία του τηλε-ελέγχου και επιπλέον εξοικείωση με το ρομποτικό τηλεσκόπιο (AM). Πρόκειται για ένα μοντέλο τηλεσκοπίου υπό κλίμακα το οποίο θα ενημερώνεται απευθείας για τις κινήσεις του ρομποτικού τηλεσκοπίου (AM) και θα κινείται ταυτόχρονα με αυτό, χρησιμοποιώντας την δικτυακή πλατφόρμα διαχείρισης.

Σε πρώτη φάση έχει υλοποιηθεί η όλη διαδικασία επιλογής των υλικών, κινητήρων, αισθητήρων – απτήρων που θα χρησιμοποιηθούν με τη βοήθεια απλού σχεδιαστικού λογισμικού. Σε δεύτερη φάση έχει ξεκινήσει η συναρμολόγηση – κατασκευή και γενικότερα η πλήρης μοντελοποίηση του ρομποτικού τηλεσκοπίου (AM) το οποίο προτάθηκε και υλοποιείται από τους ίδιους τους μαθητές με την καθοδήγηση και τις υποδείξεις των καθηγητών τους στα πλαίσια του μαθήματος της τεχνολογίας της Α΄ τάξης του Λυκείου.

Το δικτυακό λογισμικό, η web-camera και το μοντέλο τηλεσκοπίου που αναπτύσσονται, θα παρέχουν τελικά στους μαθητές – επιστήμονες που υλοποιούν το σχέδιο Εύδοξος, τη δυνατότητα για ταυτόχρονη εποπτεία και καθοδήγηση του ρομποτικού τηλεσκοπίου (AM) από δύο διαφορετικά τεχνολογικά εργαλεία φιλικά προς τους χρήστες που θα υπηρετούν όσο το δυνατό καλύτερα τους παιδαγωγικούς σχεδιασμούς του σχεδίου.

#### **ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

Στην παρούσα φάση, υλοποιείται η δοκιμαστική εφαρμογή του σχεδίου στα σχολεία, η ολοκλήρωση της οποίας με τη λήξη της σχολικής περιόδου, θα επιτρέψει στους συμμετέχοντες φορείς να αξιολογήσουν τα αποτελέσματα που θα προκύψουν και να προχωρήσουν στην επανασχεδίαση των εκπαιδευτικών εργαλείων -

προτεινόμενων εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων τα οποία θα αποτελέσουν τα τελικά παραγόμενα του σχεδίου.

Συγκεκριμένα έχει αναπτυχθεί η δικτυακή πλατφόρμα διαχείρισης του ρομποτικού τηλεσκοπίου (AM), καθώς επίσης και οι προτεινόμενες εκπαιδευτικές δραστηριότητες με τη μορφή σχεδίου μαθήματος.

Παράλληλα υλοποιείται το πρώτο στάδιο κατασκευής του μοντέλου τηλεσκοπίου από τους μαθητές, οι οποίοι μετά τη θεωρητική μελέτη, προχωρούν στον μηχανολογικό του σχεδιασμό. Για την εξοικείωσή τους με τους αισθητήρες – απτήρες και γενικότερα με τις κατασκευές, προχώρησαν στην κατασκευή ενός προτύπου μοντέλου τηλεσκοπίου. Το τηλεσκόπιο αυτό έχει σχεδιαστεί και κατασκευαστεί έτσι ώστε να έχει τη δυνατότητα για προσδιορισμό των αλταζιμουθιακών (οριζόντιων) συντεταγμένων (Ύψος  $\nu$  και Αζιμούθιο  $A$ ) των σημείων του “ουρανού του” ( $-90^\circ < \nu < 90^\circ$ ,  $0^\circ < A < 360^\circ$ ). Οι κινήσεις που εκτελούνται κάθε φορά, καθορίζονται από τους αισθητήρες και απτήρες που έχουν επιλέξει οι μαθητές αλλά και από τον προγραμματισμό που έχουν κάνει οι ίδιοι με το διαθέσιμο λογισμικό.

Σε όλα τα στάδια κατασκευής του μοντέλου που οι μαθητές μελετούν τη σταδιακή εξέλιξη της κατασκευής τους καθώς επίσης και τη συμβατότητα του μοντέλου τους με το πραγματικό τηλεσκόπιο. Επίσης πειραματίζονται και εντοπίζουν κατασκευαστικές αδυναμίες ή ατέλειες στο λογισμικό που χρησιμοποιούν. Με αυτή τη διαδικασία τους παρέχεται η ευκαιρία να αλλάζουν παραμέτρους, να εισάγουν δεδομένα, να συγκρίνουν υλικά και να επιλέγουν τελικά μεθόδους κατασκευής του μοντέλου. Έτσι οι μαθητές βαθμιαία ανακαλύπτουν και εξοικειώνονται με τον επιστημονικό αλλά και τεχνολογικό τρόπο σκέψης.

Επιπλέον, η ενασχόληση των μαθητών με τέτοιες δραστηριότητες θα έχει ως αποτέλεσμα την ενεργοποίησή τους, την ενίσχυση της αντίληψής τους, την απόκτηση γνώσεων και τη δημιουργία πιο σαφών αναπαραστάσεων (Κόκκοτας, 1998) στοιχεία που αποτελούν βασικά χαρακτηριστικών της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Η ολοκληρωμένη μορφή της δικτυακής πλατφόρμας, η πλήρης επικοινωνία της με την web-camera και το μοντέλο τηλεσκοπίου υπό κλίμακα προβλέπεται να είναι διαθέσιμα για αξιοποίηση στο σύνολό τους στο τέλος της πρώτης φάσης εφαρμογής του σχεδίου, τον Ιούνιο του 2003. Τότε θα ξεκινήσει η αξιολόγηση του πρώτου κύκλου εφαρμογής των συνολικών δραστηριοτήτων στα σχολεία τα οποία συμμετέχουν στο πρόγραμμα οπότε θα γίνει και ο όποιος επανασχεδιασμός προκύψει ότι πρέπει να υλοποιηθεί πριν από τη δεύτερη και τελική περίοδο εφαρμογής.

Με το προτεινόμενο σχέδιο, χρησιμοποιούνται καινοτόμα τεχνολογικά και εκπαιδευτικά εργαλεία για να συνδέσουν την παραδοσιακή διδασκαλία των φυσικών επιστημών με την επιστημονική έρευνα και πειραματισμό. Η συμβολή του σχεδίου στην αναβάθμιση της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών θα ελεγχθεί και θα αξιολογηθεί συστηματικά στο πραγματικό σύγχρονο σχολικό περιβάλλον.

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. advanced robotic telescope in Greece, in Proc. (4th Hel.Astr.Soc. Conf.), Ed. J. Seimenis, (2001) (pp. 377-386)



2. Baumert, J., Lehmann, R., Lehrke, M., Schmitz, B., Clausen, M., Hosenfeld, I., Koller, O. & Neubrand, J., TIMSS – Mathematisch - naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich, Opladen: Leske + Budrich, 2001
3. Fischer, H. E., Framework for conducting empirical observations of learning processes. *Science Education*, 77(2), 1993, 131-151
4. Mullis, I., Martin, M., Kennedy, A., Flaherty, C., PIRLS 2001 Encyclopedia: A Reference Guide to Reading Education in the Countries Participating in IEA's Progress in International Reading Literacy Study (PIRLS), 2002, 90-98
5. Nohara, D., Goldstein, A., A Comparison of the National Assessment of Educational Progress (NAEP), the Third International Mathematics and Science Study Repeat (TIMSS-R), and the Programme for the International Student Assessment (PISA), 2001
6. Polykalas, S., Solomos, N., Arageorgis, I., Fanourakis, G., Markoyiannaki, M., Hatzilau, I., Koukos, I., Irakleus, I., Mavrogonatos, A., The Networking Aspects of EUDOXOS: synergetics of technologies of the first robotic observatory in Greece, in proceedings of the 5<sup>th</sup> Hellenic Astronomical Conference, Crete 2002 (<http://astrophysics.physics.uoc.gr/conf/proceedings.htm>)
7. Solomos, N., Advent and Future of the 'EUDOXOS' Observatories Complex: I: The 0.6m "AM" telescope: Scientific and Technological proof of concept for the
8. Solomos, N., Fanourakis, G., Hatzilau, I., Zachariadou, K. Kostarakis, P., Tsilimigras, P., Gerialis, T.: Advent and Future of the 'EUDOXOS' Observatories Complex: II: Operating The National Robotic Observatory of Education and Research Center for Astrophysics, in proceedings of the 5<sup>th</sup> Hellenic Astronomical Conference, Crete 2002 (<http://astrophysics.physics.uoc.gr/conf/proceedings.htm>)
9. Καλκάνης, Θ.Γ., Εκπαιδευτική Φυσική: Από το μικρόΚοσμο στο ΜακρόΚοσμο, ΗλεκτροΜαγνητισμός – Κυματική – Πυρηνική, 2001, 99-107
10. Κόκκοτας, Π., Σύγχρονες Προσεγγίσεις στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, Αθήνα, 1998, 149-173