

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΑΘΗΝΩΝ

Π Ρ Α Κ Τ Ι Κ Α

ΤΗΣ

ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΕΤΟΣ 2016: ΤΟΜΟΣ 91ος

ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟΝ
ΤΑΞΙΣ ΤΩΝ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ



ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ

ΓΡΑΦΕΙΟΝ ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

2016

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΑΘΗΝΩΝ

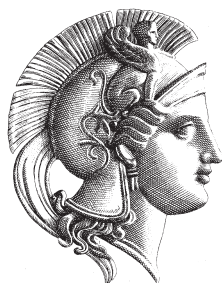
Π Ρ Α Κ Τ Ι Κ Α

ΤΗΣ

ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΕΤΟΣ 2016: ΤΟΜΟΣ 91ος

ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟΝ
ΤΑΞΙΣ ΤΩΝ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ



ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ

ΓΡΑΦΕΙΟΝ ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

2016

Π Ρ Α Κ Τ Ι Κ Α
ΤΗΣ
Α Κ Α Δ Η Μ Ι Α Σ Α Θ Η Ν Ω Ν

ΤΟΜΟΣ 91ος

ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΘΑΝΑΣΗ ΒΑΛΤΙΝΟΥ

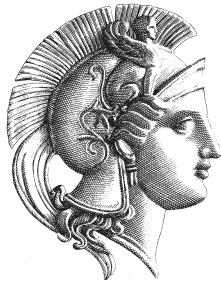
ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΑΘΗΝΩΝ
ΓΡΑΦΕΙΟΝ ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΑΤΩΝ
Πανεπιστημίου 28, 10679 Αθήναι
www.academyofathens.gr
dim@academyofathens.gr

ISSN 0369-8106

Π Ρ Α Κ Τ Ι Κ Α
ΤΗΣ
ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΕΤΟΣ 2016: ΤΟΜΟΣ 91ος

ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟΝ
ΤΑΞΙΣ ΤΩΝ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ



ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ
ΓΡΑΦΕΙΟΝ ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ
2016

ΠΙΝΑΞ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

τοῦ 91ου Τόμου τῶν Πρακτικῶν τοῦ ἔτους 2016

ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

	Σελ.
ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 12ΗΣ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2016.....	9
ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 21ΗΣ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2016.....	21
ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 11ΗΣ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2016.....	33
ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 17ΗΣ ΜΑΡΤΙΟΥ 2016.....	43
ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 14ΗΣ ΑΠΡΙΛΙΟΥ 2016.....	85
ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 19ΗΣ ΜΑΪΟΥ 2016.....	123
ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 23ΗΣ ΜΑΪΟΥ 2016.....	125
ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 24ΗΣ ΜΑΪΟΥ 2016.....	143
ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 9ΗΣ ΙΟΥΝΙΟΥ 2016.....	165
ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 13ΗΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2016.....	185
ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 31ΗΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2016.....	187
ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΠΡΑΓΜΕΝΩΝ ΤΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΕΡΕΥΝΩΝ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΕΦΗΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ.....	191
ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΠΡΑΓΜΕΝΩΝ ΤΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΕΡΕΥΝΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ.....	192
ΕΚΘΕΣΗ ΠΕΠΡΑΓΜΕΝΩΝ ΤΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΕΡΕΥΝΩΝ ΘΕΩΡΗΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΦΗΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ.....	193
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟΝ ΚΑΤΑ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ.....	195

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΔΙΑΔΟΧΗ ΤΗΣ ΠΡΟΕΔΡΙΑΣ*

ΛΟΓΟΣ ΤΟΥ ΑΠΟΧΩΡΟΥΝΤΟΣ ΠΡΟΕΔΡΟΥ
κ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΝΑΝΟΠΟΥΛΟΥ

Με τή συμπλήρωση τῆς θητείας μου ὡς Προέδρου τῆς Ἀκαδημίας καί παραδίδοντας τήν Προεδρία, καλοῦμαι κατὰ τὸ ἔθιμο νὰ ἐκθέσω τὰ πεπραγμένα της κατὰ τὸ διαρρεῦσαν ἔτος. Μεγάλο μέρος τοῦ ἔργου της παρουσίασε ὁ Γενικὸς Γραμματεὺς κατὰ τὴν Πανηγυρικὴ Συνεδρία τοῦ Δεκεμβρίου. Ὡς ἐκ τούτου, θὰ μιλήσω μόνο γιὰ τὸ ἔργο τῶν Κέντρων, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦν ἀναπόσπαστο μέρος καί συμπληρώνουν τὴν ἀποστολὴ τῆς Ἀκαδημίας. Τὰ Κέντρα καί τὰ Γραφεῖα τῆς Ἀκαδημίας ἐργάστηκαν καί φέτος μὲ ζῆλο προκειμένου νὰ ἀνταποκριθοῦν στὴν ἐπιστημονικὴ τους ἀποστολὴ καί κατάφεραν, παρὰ τὴ μειωμένη δύναμή τους λόγω ἐλλείψεως προσωπικοῦ καί χρηματοδότησης, νὰ συντελέσουν ἀξιόλογο ἐπιστημονικὸ ἔργο. Στὸ πλαίσιο τοῦ ἔργου αὐτοῦ, οἱ ἐρευνητές τους ἐξετέλεσαν ἀποστολές, συνέλεξαν ὑλικό, μετεῖχαν σὲ συνέδρια καί ἡμερίδες, δίδαξαν σὲ σχολές καί πανεπιστήμια, συνέγραψαν καί ἐξέδωσαν ἄρθρα. Τὸ ἔργο αὐτὸ δὲν εἶναι δυνατόν νὰ τὸ παρουσιάσω διὰ μακρῶν στὴν παρούσα συνεδρία. Ἄλλωστε, οἱ ἀναλυτικὲς ἐκθέσεις δραστηριότητος θὰ δημοσιευθοῦν καί φέτος, ὅπως κάθε χρόνο, στὰ Πρακτικὰ τῆς Ἀκαδημίας. Γι' αὐτὸ θὰ ἀρκεστῶ σὲ κάποια μόνο, σημαντικὰ, σημεῖα τῶν δραστηριοτήτων τοῦ κάθε Κέντρου.

* Δημοσίαι Συνεδρία τῆς 12ης Ἰανουαρίου 2016.

Νά αναφέρω κατ' αρχάς ότι ολοκληρώθηκαν τὰ δύο σημαντικά ἔργα τῆς Ἀκαδημίας πού χρηματοδοτήθηκαν ἀπό τὸ ΕΣΠΑ:

– Τὸ ἔργο «Προβολή τοῦ ἔργου τῶν Ἐρευνητικῶν Κέντρων τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν στὸν Παγκόσμιο Ἰστό». Μὲ τὴν ολοκλήρωση τοῦ ἔργου δημιουργήθηκε ἕνα σύγχρονο ψηφιακὸ ἀποθετήριο, μέσα ἀπὸ τὸ ὁποῖο ὁ ἀπλὸς χρήστης ἀλλὰ καὶ ἡ ἐρευνητικὴ καὶ ἐκπαιδευτικὴ κοινότητα ἀποκτοῦν ἐνοποιημένη πρόσβαση, ἀπὸ τὸ διαδίκτυο, στὸ πλοῦσιο ὑλικὸ τῶν περισσότερων ἀπὸ τὰ κέντρα ἀνθρωπιστικῆς καὶ κοινωνικῆς κατεύθυνσης καὶ τῆς Βιβλιοθήκης τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν – ἐντυπα, ἀρχαιολογικὸ ὑλικό, χάρτες, σχέδια, φωτογραφίες, τρισδιάστατα ἀντικείμενα, ὀπτικοακουστικὸ ὑλικό, βάσεις δεδομένων. Ταυτόχρονα ἡ Ἀκαδημία Ἀθηνῶν ἔχει στὴ διάθεσή της ἕνα σύγχρονο ἐργαλεῖο, γιὰ νὰ συνεχίσει τὴν ἐρευνά της σὲ ψηφιακὸ περιβάλλον.

– Τὸ ἔργο «DARIAH-ΑΤΤΙΚΗ-Ἀνάπτυξη τῆς Ἑλληνικῆς Ἐρευνητικῆς Ὑποδομῆς γιὰ τὶς Ἀνθρωπιστικὲς Ἐπιστῆμες ΔΥΑΣ» ὑλοποιήθηκε ἀπὸ ἕνα δίκτυο ἑξι πανεπιστημιακῶν καὶ ἐρευνητικῶν ἰδρυμάτων μὲ συντονιστὴ τὴν Ἀκαδημία Ἀθηνῶν. Μὲ τὴ δημιουργία μητρώων, λεξιλογίων, ψηφιακῶν ἐργαλείων, μὲ τὴν ἀνάπτυξη δράσεων ἐνημέρωσης καὶ κατάρτισης καὶ μὲ τὴ διασύνδεση μὲ τὴν εὐρωπαϊκὴ ἐρευνητικὴ ὑποδομὴ DARIAH, ἡ ἐθνικὴ ὑποδομὴ ὑπηρετεῖ τὴν ἐπιστημονικὴ κοινότητα στὴ μετάβασή της στὴν ψηφιακὴ ἐποχὴ. Γιὰ τὴ συνέχιση λειτουργίας τῆς ὑποδομῆς ἀναμένεται σχετικὴ χρηματοδότηση ἀπὸ τὸ Ὑπουργεῖο Παιδείας, Ἐρευνας καὶ Θρησκευμάτων.

Ἐκτός ἀπὸ τὰ κοινὰ προγράμματα,

Τὸ Κέντρον Ἐρεύνης τῶν Νεοελληνικῶν Διαλέκτων καὶ Ἰδιωμάτων ὀλοκλήρωσε τὸν 6ο τόμο τοῦ Ἱστορικοῦ Λεξικοῦ τῆς Νέας Ἑλληνικῆς, συμπλήρωσε τὸ λημματολόγιο τοῦ Λεξικοῦ μὲ 6.500 λήμματα καὶ ταυτόχρονα προετοιμάζει τὸν 27ο τόμο τοῦ Λεξικογραφικοῦ Δελτίου, ἐπετηρίδος τοῦ Κέντρου. Τὸ Ἀρχεῖο τοπωνυμίων προσέθεσε στὴν ψηφιακὴ του βάση 12.000 ἀνέκδοτα τοπωνύμια, μὲ τὸν συνολικὸ ἀριθμὸ νὰ ἀνέρχεται στὶς 170.000. Τέλος, τὸ Κέντρο ἐμπλουτίστηκε μὲ 5 νέα χειρόγραφα διαλεκτικοῦ ὑλικοῦ καὶ 78 νέα βιβλία.

Τὸ Κέντρον Ἐρεῦνης τῆς Ἑλληνικῆς Λαογραφίας ἐξέδωσε τὰ ἔργα: Στέφανος Δ. Ἡμελλος, Μάργκαρετ Κεννᾶ, Ἀνάφη: Ἀπολαογραφική, διαλεκτολογική καὶ κοινωνικοανθρωπολογική ἄποψη καὶ Γεωργίου Κ. Σπυριδάκη, *Λαογραφικὰ Σύμμεικτα τῆς Κιμῶλου*. Ὁλοκληρώθηκε ἡ στοιχειοθεσία τῶν Πρακτικῶν τοῦ Διεθνoῦς Ἐπιστημονικοῦ Συνεδρίου Σμύρνη: ἡ ἀνάπτυξη μιᾶς μητρόπολης τῆς ἀνατολικῆς Μεσογείου (17ος αἰ. – 1922) καὶ ἐκδόθηκε ἀπὸ τὴν Ἑλληνοαμερικανικὴ Ἐνωσιὴ μὲ τὴν ἐποπτεία τοῦ Κέντρου ὁ 7ος τόμος τῶν Ἑλληνικῶν Παραδοσιακῶν Φορεσιῶν, Πελοπόννησος. Ὑλοποίησε τὸ ἔργο «Ἐθνικὸ Δίκτυο Ψηφιακῆς Τεκμηρίωσης τῆς Ἀυλῆς καὶ Ὑλικῆς Πολιτιστικῆς Κληρονομιάς» στὸ πλαίσιο τοῦ Προγράμματος Ψηφιακῆ Σύγκλιση καὶ δημιούργησε ψηφιακὸ ἀποθετήριο μὲ τὴν προμήθεια σύγχρονου ἐξοπλισμοῦ καὶ τὴν καταγραφή τῶν Ἀρχείων Παροιμιῶν (133 χιλιάδες τεκμήρια) καὶ λαϊκῶν Παραδόσεων (6,5 χιλιάδες τεκμήρια) καὶ τὴν προβολὴ στὸ διαδίκτυο εἰδικῶν ψηφιακῶν συλλογῶν του καθὼς καὶ τῆς Βιβλιοθήκης τῆς Ἀκαδημίας. Στὸ Ἀρχεῖο τοῦ Κέντρου εἰσήχθησαν 12 συλλογές λαογραφικοῦ ὕλικου καὶ στὴ Βιβλιοθήκη 450 τίτλοι βιβλίων. Οἱ ἐρευνητὲς τοῦ Κέντρου, μεταξὺ ἄλλων δραστηριοτήτων, πραγματοποίησαν ἐκθέσεις καὶ ὁμιλίες στὸ Μουσεῖο Λαϊκῆς Τέχνης καὶ Παράδοσης «Ἀγγελικὴ Χατζημιχάλη» τοῦ Δήμου Ἀθηναίων.

Τὸ Κέντρον Ἐρεῦνης τοῦ Μεσαιωνικοῦ καὶ Νέου Ἑλληνισμοῦ ἐξέδωσε τὴ μονογραφία *Σύνταγμα (Corpus) χαραγμάτων ἐκκλησιῶν καὶ μονῶν τῆς Κρήτης* τῶν Δημητρίου Τσουγκαράκη καὶ Ἑλένης Ἀγγελομάτη-Τσουγκαράκη, ἐνῶ σύντομα ὀλοκληρώνεται ἡ ἐκτύπωση τῶν ἄλλων δύο μονογραφιῶν: α) *Οἱ cittadini στὴ βενετικὴ Κρήτη. Κοινωνικο-πολιτικὴ καὶ γραφειοκρατικὴ ἐξέλιξη (15-17ος αἰ.)* τοῦ Κωνσταντίνου Λαμπρινοῦ, καὶ β) *Τοπικὰ συμβούλια στὶς βυζαντινὲς πόλεις. Παράδοση καὶ ἐξέλιξη (13ος-15ος αἰ.)* τῆς Ἀναστασίας Κοντογιαννοπούλου. Ἐπίσης, πραγματοποιήθηκε ἐρευνητικὴ ἀποστολὴ σὲ μονῆς τοῦ Ἁγίου Ὁρους μὲ ἀποτέλεσμα τὴ μελέτη καὶ φωτογράφηση 40 χειρογράφων καὶ συνεχίστηκε γιὰ τρίτη χρονιά τὸ μεταπτυχιακὸ σεμινάριο *Ὁ ἑλληνολατινικὸς κόσμος (13ος-18ος αἰῶνες)*, ποὺ διοργανῶνει τὸ Κέντρο σὲ συνεργασία μὲ τὸ Πανεπιστήμιο Ἀθηνῶν καὶ τὸ Ἐθνικὸ Ἴδρυμα Ἐρευνῶν. Θεματικὴ τοῦ ἀκαδημαϊκοῦ ἔτους 2015-2016: «Φυσικὲς καταστροφὲς καὶ ἐπιδημίες στὴν ἑλληνοβενετικὴ Ἀνατολή».

Τὸ Κέντρον Ἐρεῦνης τῆς Ἱστορίας τοῦ Ἑλληνικοῦ Δικαίου ἐξέδωσε τὸν 45ο τόμο τῆς Ἐπετηρίδος τοῦ Κέντρου, ὁ ὁποῖος περιλαμβάνει μελέτες τοῦ ἐρευνητικοῦ προσωπικοῦ καὶ Ἑλλήνων καὶ ξένων ἱστορικῶν τοῦ δικαίου καὶ αὐτοτελῆ τόμο τοῦ Παραρτήματος μὲ ἀρ. 13 τῆς Ἐπετηρίδος μὲ τὸ ἔργο τῶν Στ. Ἡμελλου, Στ. Φαρρᾶ, *Νοταριακὲς πράξεις Φιλωτίου παπα-Στεφάνου Ἀρώνη (1742-1762)*, τόμος Β'. Στὸ στάδιο τελικῆς ἐκτύπωσης τῶν τυπογραφικῶν δοκιμιῶν εὐρίσκεται ὁ 46ος τόμος τῆς Ἐπετηρίδος τοῦ Κέντρου. Ὑπὸ ἐξέλιξη εὐρίσκονται οἱ ἐργασίες τοῦ συλλογικοῦ ἐρευνητικοῦ προγράμματος τοῦ ΚΕΙΕΔ: *Βυζαντινὰ ἔγγραφα τῆς Νότιας Εὐρώπης. Περίγραμμα τῆς ἱστορίας τοῦ δικαίου τῶν ἀνὰ τὴ Μεσόγειο ἐλληνόφωνων πληθυσμῶν*. Στὸ πλαίσιο τοῦ συγκεκριμένου προγράμματος καὶ σὲ συνεργασία τοῦ Κέντρου μὲ διεθνεῖς ἐρευνητικούς φορεῖς, προετοιμάζεται ἡ ἔκδοση τοῦ ἔργου τοῦ ἐκλιπόντος ἐπιφανοῦς βυζαντινολόγου André Guillou, *Les Regestes des actes grecs d'Italie du Sud et de Sicile*.

Τὸ Κέντρον Ἐρεῦνης τῆς Ἱστορίας τοῦ Νεωτέρου Ἑλληνισμοῦ ἐξέδωσε τὰ ἀκόλουθα ἔργα: 1. *Ἡ Μεταπολιτευτικὴ Ἐπανάσταση στὴν Κρήτη (1895-1896)* τοῦ Ἑλευθέριου Πρεβελάκη, ἐπιμέλεια Χρήστου Λούκου. 2. *Ἀρχεῖο Ἀλεξάνδρου Λυκούργου (1827-1875), Ἀρχιεπισκόπου Σύρου καὶ Τήνου*, Τόμος Α', Εἰσαγωγή, ἀναλυτικὲς περιλήψεις καὶ σχόλια Ἐλισάβετ Κοντογιώργη, Φωτεινὴ Ἀσημακοπούλου. 3. *Les jardins de la Méditerranée. Agriculture et société dans la Grèce du Sud, 1860-1910*, Εὐαγγελίας Καρούζου. 4. *Νεοελληνικὰ Ἱστορικά*, Τόμος Δ' (στὸ τυπογραφεῖο). Ὁλοκλήρωσε τὸ πρόγραμμα *Ἡ Ἑλληνικὴ Πολιτικὴ στὴ Μεσοπολεμικὴ Περίοδο*, καθὼς καὶ τὴ σύνταξη τῆς μονογραφίας *Ἡ διαμόρφωση τοῦ γαιοκτητικοῦ συστήματος στὴν Ελλάδα καὶ ἡ βρετανικὴ διπλωματία (1833-1843)* τῆς Εὐαγγελίας Καρούζου.

Τὸ Κέντρον Ἐρεῦνης τῆς Ἑλληνικῆς καὶ Λατινικῆς Γραμματείας συνέχισε τὸ ἔργο του μὲ τοὺς ἐρευνητές του νὰ δημοσιεύουν ἄρθρα καὶ νὰ μετέχουν σὲ ἐπιστημονικὲς ἡμερίδες. Ἡ βιβλιοθήκη τοῦ Κέντρου δὲν ἐμπλουτίστηκε ἐπαρκῶς.

Τὸ Κέντρον Ἐρευνῶν Ἀστρονομίας καὶ Ἐφηρμοσμένων Μαθηματικῶν δημοσίευσε μεγάλο ἀριθμὸ ἐργασιῶν ἐρευνητῶν του σὲ διεθνεῖ ἐπιστημονικὰ περιοδικὰ μὲ κριτές, σὲ πρακτικὰ διεθνῶν συνεδρίων ἢ

σὲ ἄλλα περιοδικά, ἐνῶ ἐρευνητές του ἦταν editors σὲ 3 εἰδικές ἐκδόσεις. Ἐδόθησαν ἐπίσης πολλές ὁμιλίες ἐκτὸς τοῦ Κέντρου, οἱ περισσότερες τῶν ὁποίων ἦταν κατόπιν προσκλήσεως. Τὸ Κέντρο συνέχισε τὴ διοργάνωση τῶν σεμιναρίων του σὲ ἐβδομαδιαία βάση, μὲ τὴ συμμετοχὴ ὡς ὁμιλητῶν διακεκριμένων Ἑλλήνων καὶ ξένων ἐπιστημόνων. Μὲ ἀφορμὴ τὸ διεθνὲς ἔτος φωτὸς διοργανώθηκε σειρὰ ὁμιλιῶν γιὰ τὸ πλατὺ κοινὸ στὸ κεντρικὸ κτίριο τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν.

Τὸ Κέντρον Ἐρεῦνης τῆς Ἑλληνικῆς Φιλοσοφίας ἐξέδωσε τὴν Ἐπετηρίδα Φιλοσοφία (τετράγλωσση ἐκδοση) καὶ τὴν ἐλληνικὴ μετάφραση τῆς μελέτης τοῦ Livio Rossetti *Εἰσαγωγή στὴν Ἀρχαία Φιλοσοφία*. Ὑπεδέχθη καθηγητὴ, ὑπότροφο τοῦ Πανεπιστημίου τῆς Σλοβακίας, γιὰ μελέτη καὶ ἐπιστημονικὴ συνεργασία. Πραγματοποίησε δύο μηνιαῖα σεμινάρια, τὸ ἓνα φιλοσοφίας καὶ τὸ ἄλλο γιὰ τὸν στωικὸ φιλόσοφο Κλεάνθη καὶ ἓνα ἐβδομαδιαῖο γιὰ τὰ «Ἀναλυτικὰ Πρότερα» τοῦ Ἀριστοτέλους, μὲ εὐρεία συμμετοχὴ ἐπιστημονικοῦ προσωπικοῦ. Ἀνταποκρίθηκε σὲ αἴτημα γιὰ διάθεση ὅλων τῶν ἐκδόσεων τοῦ Κέντρου στὴ Βιβλιοθήκη τοῦ τμήματος Κλασικῶν Σπουδῶν τοῦ Πανεπιστημίου τοῦ Πεκίνου καὶ στὴ Βιβλιοθήκη τῆς Καθολικῆς Ἐπισκοπῆς Ἄνω Σύρου. Οἱ ἐκδόσεις τοῦ Κέντρου ἐπὶ πλέον ἀναρτήθηκαν στὴ διαδικτυακὴ πύλη «Εὐδοξος» γιὰ χρῆση ὡς πανεπιστημιακῶν ἐγχειριδίων. Τέλος, συνέχισε τὴ συνεργασία μὲ τὴ Βρετανικὴ Σχολὴ Ἀθηνῶν γιὰ τὶς διαλέξεις τοῦ ἐπίτιμου καθηγητῆ φιλοσοφίας Malcolm Schofield, τοῦ Πανεπιστημίου τοῦ Cambridge.

Τὸ Κέντρον Ἐρεῦνης Ἐπιστημονικῶν Ὁρων καὶ Νεολογισμῶν δημοσίευσε τὸν 13ο τόμο τοῦ Δελτίου Ἐπιστημονικῆς Ὁρολογίας καὶ Νεολογισμῶν, ὁ ὁποῖος ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο κύρια μέρη: Στὸ πρῶτο μέρος παρουσιάζεται ἡ καταγραφή καὶ ἔρευνα πλήθους νεολογισμῶν. Ἐνα μέρος τῆς ἔρευνας ἐκπονήθηκε στὸ πλαίσιο τοῦ Ἐρευνητικοῦ Προγράμματος «Νεολογισμοὶ τῆς Νέας Ἑλληνικῆς Γλώσσας». Στὸ δεῦτερο μέρος παρουσιάζεται ὁλοκληρωμένη ἡ Ἑλληνικὴ Ὁρολογία Ὑπολογιστικῆς Γλωσσολογίας σὲ ἀπόδοση ἀπὸ τὴν Ἀγγλικὴ καὶ μὲ ἐρμηνεῖα τῶν ὅρων. Περιέχονται περίπου 500 ὅροι μὲ ἐλληνικὴ ἀπόδοση, ἐρμηνεῖα καὶ ἀριθμημένο ἐλληνο-αγγλικὸ γλωσσάριο. Τὸ ἀνάτυπο τῆς Ὁρολογίας ἔχει ζητηθεῖ νὰ διανεμηθεῖ ὡς σύγγραμμα στὸ Πανεπιστήμιο Ἀθηνῶν. Προωθήθηκε ἐπίσης ἡ ἀνάπτυξη τοῦ Ἠλεκτρονικοῦ Προγράμματος αὐτόματης

εύρεσης-ταξινόμησης νεολογισμῶν καὶ ὀρολογίας τοῦ Κέντρου σὲ συνεργασία μὲ τὸ Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.

Τὸ Κέντρον Ἐρεῦνης Φυσικῆς τῆς Ἀτμοσφαιράς καὶ Κλιματολογίας συμμετεῖχε σὲ ὀκτώ Ἐρευνητικὰ Προγράμματα μελέτης τῆς σύστασης καὶ τῶν φυσικοχημικῶν παραμέτρων τῆς ἀτμόσφαιρας καὶ τῆς βελτίωσης τῶν προβλέψεων τῶν κλιματικῶν μοντέλων μὲ τὴ συμμετοχὴ νέων ἐρευνητῶν. Συμμετεῖχε ἐπίσης στὴν ἐκπόνηση ἄρθρων σὲ διεθνῆ ἐπιστημονικὰ περιοδικὰ καὶ πραγματοποίησε παρουσιάσεις σὲ Ἐθνικὰ καὶ Διεθνῆ Ἐπιστημονικὰ Συνέδρια. Ἐπὶ πλέον ἀνέλαβε συντονισμό στὴν ἐκπόνηση τῆς Ἐθνικῆς Στρατηγικῆς γιὰ τὴν Κλιματικὴ Ἀλλαγὴ τοῦ Ὑπουργείου Περιβάλλοντος καὶ Ἐνέργειας. Τὸ Κέντρο σὲ συνεργασία μὲ τὸ Πανεπιστήμιο τῆς Στοκχόλμης καὶ τὴν TEMES συνεχίζει τὴ λειτουργία τοῦ Παρατηρητηρίου Περιβάλλοντος στὸ Costa Navarino (NEO) στὴ Μεσσηνία.

Τὸ Κέντρον Ἐρεῦνης τῆς Ἑλληνικῆς Ἀρχαιότητος συνέχισε τὴν ἔρευνα σὲ θέματα προϊστορικῆς καὶ ἑλληνορωμαϊκῆς ἀρχαιολογίας καὶ ἱστορίας σύμφωνα μὲ τὰ προγράμματα ποὺ πραγματοποιεῖ, ἤτοι: τὴ μελέτη τῶν ἑλληνιστικῶν γλυπτῶν τῆς Ρόδου, τὴ μελέτη ἀνασκαφικοῦ ὑλικοῦ ἀπὸ τὸν προϊστορικὸ οἰκισμό Κουκονήσι Λήμνου, τὴ μελέτη καὶ βιβλιογραφικὴ ἐπεξεργασία τοῦ ὑλικοῦ στὸ πλαίσιο τῆς μελέτης διακοσμημένης κεραμικῆς ἀπὸ τὸ Ἀκραίφνιο Βοιωτίας, τὴ μελέτη ἀνασκαφικοῦ ὑλικοῦ ἀπὸ τὴ μυκηναϊκὴ ἀκρόπολη τῆς Βραυρώνας. Ἐξ ὄλων τῶν ἀνωτέρω δημοσιεύθηκαν σχετικὰ ἄρθρα. Τὸ Κέντρο ἐπίσης ἐπιμελήθηκε τοῦ τόμου J 34 Athens (Central Greece) τῆς Tabula Imperii Romani. Παράλληλα προωθήθηκαν τὰ διεθνῆ προγράμματα τὰ ὁποῖα ὑλοποιοῦνται στὸ πλαίσιο τοῦ Κέντρου: 2 τόμοι τῆς Tabula Imperii Romani [Κεντρικὴ Ἑλλάδα καὶ Ἡπειρος] βρίσκονται στὸ τυπογραφεῖο, ἐνῶ προετοιμάζεται ἡ ἔκδοση ἐνὸς τόμου τοῦ Corpus Signorum Imperii Romani [οἱ σαρκοφάγοι τοῦ Ἐθνικοῦ Ἀρχαιολογικοῦ Μουσείου] καθὼς καὶ δύο τόμων τοῦ Corpus Vasorum Antiquorum [οἱ ὕδρες καὶ οἱ πυξίδες τοῦ Ἐθνικοῦ Ἀρχαιολογικοῦ Μουσείου].

Τὸ Κέντρον Ἐρεῦνης τῆς Ἑλληνικῆς Κοινωνίας λαμβάνει μέρος, κατόπιν προσκλήσεως, στὸ εὐρωπαϊκὸ διακρατικὸ πρόγραμμα Horizon 2020, στὴν ἐρευνητικὴ δράση μὲ τίτλο «Inequalities in the EU and their Consequences for Democracy, Social Cohesion and Inclusion». Σὲ

ἄμεση συνέργεια εἶναι τὸ ἐν ἐξελίξει πρόγραμμα τοῦ Κέντρου «Κρίση θεσμῶν, νέοι καὶ τὸ μέλλον τῆς Δημοκρατίας στὴν Ἑλλάδα». Ἐπίσης διεξάγονται, τόσο βιβλιογραφικὰ ὅσο καὶ στὸ πεδίο μὲ συνεντεύξεις καὶ συλλογὴ δεδομένων, οἱ ἐξῆς ἔρευνες: α) «Μορφές καὶ μηχανισμοὶ φτώχειας καὶ κοινωνικῆς περιθωριοποίησης στὸν ἀστικό καὶ τὸν ἀγροτικό χῶρο τῆς σύγχρονης ἑλληνικῆς κοινωνίας», β) «Οἱ φτωχοὶ καὶ τὸ κοινωνικὸ ζήτημα: μιὰ σύντομη περιήγηση στὴν ἱστορία», γ) «Κοινωνικὲς ἐπιπτώσεις τῆς φτώχειας στὴν οἰκογένεια καὶ τῆ σύγχρονη ἑλληνικὴ διασπορά», δ) «Οἰκονομικὴ κρίση καὶ σύστημα υγείας: κοινωνικά, δημογραφικά καὶ νοσογραφικά χαρακτηριστικά τῶν ἐπισκεπτῶν τοῦ Μητροπολιτικοῦ Κοινωνικοῦ Ἰατρείου Ἑλληνικοῦ καὶ τοῦ Κοινωνικοῦ Ἰατρείου-Φαρμακείου Ἀθήνας», ε) «Οἰκονομικὴ κρίση καὶ μεσαῖα στρώματα: Ὅψεις τῆς προσωπικῆς καὶ κοινωνικῆς οδύνης καὶ παθογένειας», καὶ στ) «Οἰκονομικὴ κρίση, μικροαστικά στρώματα καὶ πρόσβαση στὴν ἰδιωτικὴ ἐκπαίδευση». Τὰ ἀποτελέσματα τῶν ἐρευνῶν παρουσιάστηκαν σὲ ἄρθρα, συνέδρια καὶ διδασκαλία.

Τὸ Κέντρον Ἐρεῦνης τῆς Βυζαντινῆς καὶ Μεταβυζαντινῆς Τέχνης προήγαγε τὸ κύριο ἐρευνητικὸ πρόγραμμά του γιὰ τὴ σύνταξη τῶν Εὐρετηρίων Βυζαντινῶν Τοιχογραφιῶν Ἀν. Μακεδονίας, Θράκης, Τήλου, Σύμης, Χάλκης, Ἰονίων Νήσων καὶ Κρήτης, καθὼς καὶ ἄλλα προγράμματα γιὰ τὴ χριστιανικὴ τέχνη στὴν Ἀλβανία, γιὰ τὴ δημοσίευση τοῦ ναοῦ τοῦ Τιμίου Σταυροῦ στὸ Πελέντρι τῆς Κύπρου, γιὰ τὴ συγκρότηση βάσης δεδομένων μὲ τὰ κείμενα εἰληταρίων ἀγίων καὶ μὲ τὰ μολυβδόβουλλα τῶν βυζαντινῶν ἀξιωματούχων (7ος-13ος αἰ.). Στὸ πλαίσιο τοῦ προγράμματος ΑΡΙΣΤΕΙΑ II μὲ θέμα «Πρὸς μίαν θεσμικὴ καὶ κοινωνικὴ ἱστορία τῆς βυζαντινῆς Μικρᾶς Ἀσίας βάσει τῶν μολυβδοβούλλων καὶ ἄλλων πηγῶν» ὁργανώθηκε Διεθνὴς Ἡμερίδα καὶ ἐκπονήθηκε διαδικτυακὴ τράπεζα δεδομένων μὲ τὸν τίτλο ΤΑΚΤΙΚΟΝ. Τέλος, στὴν ἐτήσια διάλεξη «Μνήμη Μανόλη Χατζηδάκη» μίλησε ἡ π. ἀναπληρώτρια καθηγήτρια βυζαντινῆς ἀρχαιολογίας καὶ τέχνης τοῦ Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν κ. Χαρὰ Κωνσταντινίδη μὲ θέμα «Ἡ παρουσία τῆς Μαρίας Παλαιολογίνας στὴ Λέσβο καὶ ἡ βυζαντινὴ παρακαταθήκη της».

Τὸ Κέντρον Ἐρευνῶν Θεωρητικῶν καὶ Ἐφηρμοσμένων Μαθηματικῶν μελετᾷ τὰ ἀντίστροφα προβλήματα ποὺ σχετίζονται μὲ τὶς ἀπεικονιστικὲς μεθόδους τῶν τομογράφων PET καὶ SPECT. Κατὰ τὴ

διάρκεια αὐτοῦ τοῦ ἔτους ἔγιναν ἐκτεταμένες μελέτες διὰ συγκρίσεων ἐνὸς ἀναλυτικοῦ ἀλγόριθμου ποὺ ἔχει ἀναπτυχθεῖ στὸ Κέντρο καὶ ὀνομάζεται SRT, μὲ τὸν ἀλγόριθμο ποὺ χρησιμοποιεῖται σήμερα στὰ νοσοκομεῖα γιὰ τὴ μέθοδο PET καὶ ὀνομάζεται OSEM. Τὰ ἀποτελέσματα αὐτῆς τῆς ἔρευνας, τὰ ὁποῖα δημοσιεύτηκαν στὸ *Medical Physics* (κορυφαῖο ἐπιστημονικὸ περιοδικὸ αὐτοῦ τοῦ τομέα), ὑποδηλώνουν ὅτι ὁ SRT παρουσιάζει σημαντικὰ πλεονεκτήματα σὲ σχέση μὲ τοὺς ἐπαναληπτικούς ἀλγόριθμους γιὰ τὸ PET. Παράλληλα, συνεχίζεται ἡ ἔρευνα τοῦ Κέντρου σὲ συνεργασία μὲ τὸ Ἐργαστήριο Ραδιοχημικῶν Μελετῶν τοῦ Ἰνστιτούτου Πυρηνικῶν καὶ Ραδιολογικῶν Ἐπιστημῶν καὶ Τεχνολογίας, Ἐνέργειας καὶ Ἀσφάλειας, τοῦ ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος», στὸν τομέα τῆς ἀπεικόνισης νέων ραδιοφαρμάκων μὲ τὴ χρῆση μιᾶς μικρῆς γ-κάμερας ποὺ διαθέτει τὸ Κέντρο.

Σημαντικὸ ἦταν καὶ τὸ ἔργο τῶν Γραφείων Ἐρευνῶν τῆς Ἀκαδημίας:

Τὸ Γραφεῖον *Θεωρητικῆς καὶ Ἐφαρμοσμένης Μηχανικῆς*, μὲ ἐπόπτη τὸν κ. Ἀντώνιο Κουνάδη, ὀλοκλήρωσε τὴν προετοιμασία τοῦ διεθνοῦς συνεδρίου *Μηχανικῆς HSTAM 2016* (ποὺ θὰ γίνεῖ στὴν Ἀθήνα) καὶ τοῦ Ἑλληνο-Γερμανο-Πολωνικοῦ συνεδρίου (ποὺ θὰ γίνεῖ στὰ Χανιά τῆς Κρήτης τὸ 2016). Ὁ ἐπόπτης δημοσίευσε ὡς μόνος συγγραφεὺς ἀλλὰ καὶ μὲ τοὺς συνεργάτες τοῦ Γραφείου μεγάλο ἀριθμὸ ἐργασιῶν σὲ ἔγκριτα διεθνοῦς κυκλοφορίας περιοδικά.

Τὸ Γραφεῖον *Θεωρητικῆς Φυσικῆς*, μὲ ἐπόπτη τὸν κ. Δημήτριο Νανόπουλο, ἐξεπόνησε καὶ δημοσίευσε πλῆθος ἐργασιῶν σὲ διεθνή, ἔγκριτα, ἐπιστημονικὰ περιοδικὰ μὲ κριτὲς καὶ συμμετεῖχε σὲ ἐπιστημονικὰ συνέδρια καὶ σεμινάρια στὴν Ἑλλάδα καὶ τὸ ἐξωτερικόν.

Τὸ Γραφεῖον *Πειραματικῆς Φυσικῆς*, μὲ ἐπόπτη τὸν κ. Λουκᾶ Χριστοφόρου, συνέχισε τίς ἐργασίες του γιὰ τὴν προαγωγή τῆς ἐπιστήμης καὶ τῆς τεχνολογίας τῆς ἐνέργειας στὴν Ἑλλάδα, τὴν εἰς βάθος μελέτη τῶν ἐνεργειακῶν ἀναγκῶν τῆς Ἑλλάδος, καθὼς καὶ τὴν συνεργασία του μὲ Ἀκαδημίες Ἐπιστημῶν χωρῶν τῆς ΕΕ. Ἀναλυτικότερα, ἐξέδωσε τὰ Πρακτικὰ τῆς Ἡμερίδας τῆς Ἐπιτροπῆς Ἐνέργειας μὲ θέμα «Διαχείριση/Ἐνεργειακὴ Ἐκμετάλλευση Ἀποβλήτων στὴν Ἑλλάδα», διοργάνωσε Ἡμερίδα τῆς Ἐπιτροπῆς Ἐνέργειας μὲ θέμα «Ἐνέργεια καὶ Ἀναπτυξιακὸς Σχεδιασμὸς στὴν

Ἑλλάδα» καὶ ἐκπροσώπησε τὴν Ἀκαδημία Ἀθηνῶν σὲ συνεδριάσεις τῶν Διεθνῶν Ὄργανισμῶν Ἀκαδημιῶν ICSU, IAP, ALLEA καὶ EASAC.

Τὸ Γραφεῖον Στρατιωτικῶν καὶ Ἀμυντικῶν Θεμάτων, μὲ ἐπόπτη τὸν κ. Δημήτριο Σκαρβέλη, πραγματοποίησε στὴν Ἀνατολικὴ Αἴθουσα τῆς Ἀκαδημίας Ἡμερίδα μὲ γενικὸ θέμα «Ἡ ἐσωτερικὴ ἀσφάλεια τῆς χώρας – Κατάσταση καὶ Προοπτικές». Παράλληλα καὶ καθ' ὅλη τὴ διάρκεια τοῦ ἔτους, προέβη σὲ ὀμιλίες καὶ ἀρθρογραφία.

Τὸ Γραφεῖον Διαστημικῆς Ἐρεῦνης καὶ Τεχνολογίας, μὲ ἐπόπτη τὸν κ. Σταμάτιο Κριμιζῆ, δημοσίευσε μεγάλο ἀριθμὸ ἐργασιῶν σὲ περιοδικὰ μὲ κριτές, ἔλαβε μέρος σὲ ἐπιστημονικὰ συνέδρια καὶ συμπόσια καὶ μετεῖχε σὲ παρουσιάσεις καὶ σεμινάρια στὴν Ἑλλάδα καὶ τὸ ἐξωτερικό.

Τὸ Γραφεῖον Ἐρεῦνης τῆς Νεοελληνικῆς Τέχνης ἐξέδωσε τὴ μονογραφία τοῦ ἐπόπτη του κ. Χρῦσανθου Χρήστου «Γιὰν βὰν Ἄικ (περ. 1395-1441). Ἀφεταιρία τῆς εὐρωπαϊκῆς Ἀναγέννησης». Ἐπὶ πλέον, στὸ πλαίσιο τοῦ ἐρευνητικοῦ προγράμματος («Ἐρευνα γιὰ τὴν τοπικὴ πολιτισμικὴ ἀνάπτυξη οἰκισμῶν νομῶν Ξάνθης, Ροδόπης, Ἐβρου καὶ Ἰωαννίνων: Εὐρετήριο ὑπαίθριων γλυπτῶν μνημείων 19ου-21ου αἰῶνα»), πραγματοποιήθηκε ἐπιστημονικὴ ἀποστολὴ στὴ Θράκη μὲ στόχο τὴ μελέτη ἀρχαιολογικῶν πηγῶν, τὴν καταγραφή καὶ φωτογραφικὴ ἀποτύπωση ἔργων ὑπαίθριας γλυπτικῆς.

Τὸ Γραφεῖον Ἐρεῦνης Διεθνῶν καὶ Συνταγματικῶν Θεσμῶν, μὲ ἐπόπτη τὸν κ. Ἐμμανουὴλ Ρούκουνα, ἐξέδωσε δύο βιβλία: τὸ πρῶτο μὲ τὸν τίτλο Ἐξελίξεις στὴ Διεθνή Προστασία τῶν Ναυτικῶν ἀναλύει διεξοδικῶς τὴ νέα Σύμβαση τῆς Διεθνοῦς Ὄργανώσεως Ἐργασίας, τὴν ὁποία Σύμβαση ἐπικύρωσε καὶ ἡ Ἑλλάδα. Τὸ δεύτερο βιβλίον φέρει τὸν τίτλο Ἡ προστασία τῆς ναυτιλίας ἀπὸ διεθνῶς παράνομες πράξεις καὶ πραγματεύεται ζητήματα ποὺ ἀφοροῦν στὴν ἐπέμβαση καὶ τὴν καταστολὴ παρανόμων πράξεων στὶς διάφορες θαλάσσιες ζῶνες. Τὸ Γραφεῖο συνεργάζεται ἐνεργῶς μὲ τὸ Παγκόσμιον Ἀκαδημαϊκὸ Δίκτυο, ποὺ ἀσχολεῖται μὲ θέματα Προστασίας τῶν Ἀνθρωπίνων Δικαιωμάτων. Ἐπὶ πλέον, συνεχίζει τὴν ἔρευνα γιὰ τὴν ἐλληνικὴ ναυτιλία καὶ τοὺς ναυτικούς καθὼς καὶ γιὰ τὴ συμβολὴ τῆς ἐλληνικῆς ἐπιστήμης στὸ Διεθνὲς Δίκαιο.

Τὸ Ἴδρυμα Ἰατροβιολογικῶν Ἐρευνῶν, μὲ Πρόεδρο τὸν κ. Γρηγόριο Σκαλιέα, παρουσίασε ἐξαιρετικὴ δραστηριότητα καὶ κατὰ τὸ παρελθὸν ἔτος.

Δημοσίευσε σὲ περιοδικὰ ὑψηλότατου δείκτου ἀπηχίσεως πολὺ μεγάλο ἀριθμὸ ἐργασιῶν, ἐκ τῶν ὁποίων προέκυψαν ἀξιόλογες καινοτομίες στὴ μελέτη τῶν μηχανισμῶν προστασίας τῶν καρδιακῶν κυττάρων καὶ τῆς ρυθμίσεως τῆς γονιδιακῆς ἐκφράσεως.

Μὲ τὴν εὐγενὴ χορηγία τῆς κ. Εὐγενίας Θεοχάρη καὶ τῆ δωρεὰ τοῦ Ἰδρύματος «Σταῦρος Νιάρχος» δημιουργήθηκε καὶ εὐρίσκεται σὲ πλήρη λειτουργία τὸ ἑλληνικὸ Κέντρο Γονιδιωματικῆς, τὸ ὁποῖο, ἐξοπλισμένο μὲ τελευταίας τεχνολογίας μηχανήματα καὶ ὑπολογιστικὰ συστήματα γιὰ τὴ μελέτη καὶ καταγραφή τοῦ γονιδιώματος, προσφέρει τὶς ὑπηρεσίες του στὴν ἑλληνικὴ ἐρευνητικὴ κοινότητα καὶ παράλληλα συμβάλλει στὴν παροχὴ ἐξειδικευμένων ἐξετάσεων γιὰ τὴ διάγνωση καὶ θεραπεία κληρονομικῶν νόσων, μορφῶν καρκίνου κ.λπ., καθὼς ἐπίσης καὶ στὴν ἐξατομικευμένη θεραπεία διαφόρων τύπων νόσων. Τὸ κέντρο αὐτὸ προσφέρει ἐπίσης τὶς ὑπηρεσίες του στὴν ἑλληνικὴ Τράπεζα Ὀμφαλοπλακουντιακοῦ Αἵματος μὲ τὴν πλήρη καὶ ἄρτια μοριακὴ τυποποίηση τῶν ἀντιγόνων ἱστοσυμβατότητος τῶν δειγμάτων βλαστοκυττάρων, τὰ ὁποῖα προορίζονται γιὰ μεταμόσχευση.

Στὸ Ἴδρυμα ἐκπαιδεύονται 46 ὑποψήφιοι γιὰ τὴν ἀπόκτηση πτυχίου Master, 78 ὑποψήφιοι γιὰ τὴν ἀπόκτηση διδακτορικοῦ τίτλου σπουδῶν καὶ 79 μεταδιδάκτορες. Ἡ μισθοδοσία καὶ τὰ ἐρευνητικὰ ἐξόδα ὅλων τῶν ἀνωτέρω καλύπτονται ἐξ ἰδίων πόρων χωρὶς νὰ ἐπιβαρύνεται ὁ κρατικὸς προϋπολογισμός.

Τὸ Ἴδρυμα εἰσέπραξε κατὰ τὸ τρέχον ἔτος ἀνταγωνιστικὰ προγράμματα ὕψους 4.600.000 εὐρώ, ἐκκρεμοῦν δὲ ὀρισμένα μέχρι τὸ τέλος τοῦ ἔτους.

Σὲ ὅ,τι ἀφορᾷ στὴ μελέτη τῶν γενοσήμεων φαρμάκων, τὸ Ἴδρυμα ἔχει ἐξασφαλίσει τὶς ἀπαραίτητες ἄδειες καὶ βρῖσκεται στὸ στάδιο τῶν πρώτων κλινικῶν δοκιμῶν.

Τὸ Ἴδρυμα διαθέτει ἐπίσης ὁμάδα ἐθελοντῶν αἱμοδοτῶν ἀπὸ ἐρευνητῆς καὶ διοικητικοὺς ὑπαλλήλους καὶ οἱ φιάλες ποὺ συλλέγονται παραχωροῦνται στὸ Γενικὸ Κρατικὸ Νοσοκομεῖο Ἀθηνῶν.

Παρὰ τὴ δραματικὴ μείωση τῆς κρατικῆς ἐπιχορηγήσεως κατὰ 95%, ἡ ὁποία ὀφείλεται στὴν οἰκονομικὴ κρίση ποὺ διέρχεται ἡ χώρα μας, τὸ

ΠΒΕΑΑ συνεχίζει την εξαιρετική αυτή έρευνητική προσπάθεια, διότι ή έρευνα και ή καινοτομία αποτελούν τους δύο πυλώνες στους όποιους στηρίζεται ή ανάπτυξη τής χώρας.

Κυρίες και κύριοι συνάδελφοι, κυρίες και κύριοι,

Κατὰ τή διάρκεια τής θητείας μου ως προέδρου τής Ακαδημίας επεδίωξα νά απευθυνθοῦμε σέ συμπολίτες μας οί όποιοι δέν προσέρχονται στήν Ακαδημία και δέν γνωρίζουν τὸ ἔργο της.

Γιὰ τὸν σκοπὸ αὐτὸ γνωστοποίησα ὅτι ή Ακαδημία διοργανώνει, γιὰ μεγάλες ομάδες πολιτῶν, δωρεὰν ξεναγήσεις στὸ Μέγαρό της, στή διάρκεια τῶν όποιῶν παρουσιάζεται ή ιστορία και τὸ ἔργο της, με ἀναφορὲς στὸ περικαλλέστερο νεοκλασικὸ ἀρχιτεκτόνημα τοῦ κόσμου, στὸ όποιο βρισκόμαστε αὐτὴ τή στιγμή.

Πλῆθος μαθητῶν και φοιτητῶν ἀπὸ τήν Ἑλλάδα και τὸ ἐξωτερικό, καθηγητῶν καθὼς και μελῶν ἐπιστημονικῶν και ἐπαγγελματικῶν συλλόγων, παρακολούθησαν τὶς ξεναγήσεις. Προσφάτως, ξεναγήθηκαν ξένοι πρέσβεις διαπιστευμένοι στή χώρα μας.

Σὲ πολλές περιπτώσεις, συνεπικουροῦντος τοῦ Γενικοῦ Γραμματέως τής Ακαδημίας κ. Βασιλείου Πετράκου, προσφέρθηκαν δωρεὰν ἑκατοντάδες ἀντιτύπων ἐκδόσεων τής Ακαδημίας στους ξεναγηθέντες.

Στις 12 Ἰουνίου 2015, γιὰ πρώτη φορά ἀπὸ τήν ἴδρυσή της τὸ 1926, οί πύλες τής Ακαδημίας ἄνοιξαν γιὰ ἐξακόσιους προσκεκλημένους μας, προκειμένου νά παρακολουθήσουν στὸν κήπο της συναυλία με τήν Κρατικὴ Ὀρχήστρα Ἀθηνῶν. Ἡ συναυλία πραγματοποιήθηκε με ἐξαιρετικὴ ἐπιτυχία, ἐνῶ προηγήθηκε σύντομη ὁμιλία τοῦ ὑποφαινομένου με θέμα «Ἀναζητώντας τὶς ἀρχὲς τοῦ Σύμπαντος».

Κινούμενος πάντοτε στὸ ἴδιο πλαίσιο πρότεινα τήν ἴδρυση Σωματείου «Φίλων τής Ακαδημίας Ἀθηνῶν», τοῦ όποιου τὸ καταστατικό, κατὰ τὰ τέλη τοῦ 2015, ἐγκρίθηκε ἀπὸ τὸ ἀρμόδιο Δικαστήριο. Στὸ Σωματεῖο μετέχουν ἐκλεκτοὶ συμπολίτες μας και ὅσοι ἐνδιαφέρονται νά γίνουν μέλη του μποροῦν νά ὑποβάλουν σχετικὸ αἴτημα.

Θὰ ἤθελα ἀκόμη νά ἀναφερθῶ στήν πρωτοβουλία ποὺ ἀνέλαβα γιὰ τὸν τερματισμὸ τής τραγωδίας τῶν προσφύγων ἀπευθυνόμενος ἐγγράφως στὸν Γενικὸ Γραμματέα τοῦ Ὁργανισμοῦ Ἠνωμένων Ἐθνῶν, στὸν Πρόεδρο τής Εὐρωπαϊκῆς Ἐπιτροπῆς και στὸν Πρόεδρο τοῦ Διεθνοῦς Ἐρυθροῦ Σταυροῦ. Τέλος, τὸ πνεῦμα ἄλλης παρέμβασής μου ἀπέβλεπε στήν ἀνάληψη διεθνῶν

πρωτοβουλιῶν, ὥστε νὰ ἐξευρεθῆ εἰρηνευτικὴ λύση γιὰ τὴ Συρία καὶ νὰ παύσει ἡ αἱματοχυσία καὶ τὸ ξερίζωμα ἑκατομμυρίων ἀνθρώπων ἀπὸ τὶς ἐστίες τους.

Τέλος, θεωρῶ ὅτι προσπάθησα μὲ ὅλες μου τὶς δυνάμεις, καὶ παρὰ τὶς ἀντιξοότητες, τὶς δυσκολίες καὶ τὰ ἐμπόδια, νὰ ὑπηρετήσω τὸ ἔργο ποῦ μοῦ ἀνατέθηκε μὲ ἀκεραιότητα καὶ σεβασμό. Ἐλπίζω νὰ τὸ κατάφερα. Σὲ αὐτὴ μου τὴν προσπάθεια μὲ βοηθήσατε ὅλοι καὶ σᾶς εὐχαριστῶ. Εὐχαριστῶ τοὺς συναδέλφους καὶ ἰδιαίτερα τὰ μέλη τῆς Συγκλήτου, ἀκόμη δὲ περισσότερο τὸν Γενικὸ Γραμματέα κ. Βασίλειο Πετράκο γιὰ τὴν ἀγαστὴ συνεργασία καὶ συμπαράστασή του. Εὐχαριστῶ ἐπίσης τοὺς διευθυντὲς τῶν Κέντρων, τὸ ἐρευνητικὸ καὶ διοικητικὸ προσωπικὸ τοῦ Ἰδρύματος, τὶς κυρίες Ἑβη Ἀγγελοπούλου, Ἡλέκτρα Λαμπίρη, Μαρία Γαλάνη, Θάλεια Μπόνου, Λένα Ἀρμένη, τὸν κ. Παῦλο Γιαμᾶ καὶ, ἰδιαίτερα, τὸν κ. Ἰωάννη Σκαρέντζο.

Καλῶ τὸν νέο Πρόεδρο κ. Θανάση Βαλτινὸ νὰ προσέλθει γιὰ νὰ τὸν περιβάλω μὲ τὸ μεγάλο διάσημο τῆς Ἀκαδημίας καὶ νὰ καταλάβει τὴ θέση του στὸ Προεδρεῖο. Καλῶ ἐπίσης νὰ προσέλθει ὁ νέος Ἀντιπρόεδρος κ. Λουκᾶς Παπαδῆμος. Εὐχομαι σὲ ὅλους ὀλόφυχα καλὴ ἐπιτυχία στὸ ἔργο τους, υἱεῖα καὶ δύναμη. Εὐχομαι ἐπίσης νὰ εἶναι μιὰ παραγωγικὴ χρονιά γιὰ τὸν τόπο μας, μιὰ χρονιά δημιουργίας καὶ ἐλπίδας.

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΔΗΜΟΣΙΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 21ΗΣ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2016

ΑΝΑΓΓΕΛΙΑ ΘΑΝΑΤΟΥ

Ὁ Πρόεδρος τῆς Ἀκαδημίας κ. Θανάσης Βαλτινὸς ἀναγγέλλει τὸν θάνατο τοῦ ἀντεπιστέλλοντος μέλους Ὁμηροῦ Μάντη.

Μετὰ τὸν Πρόεδρο λαμβάνει τὸν λόγο ὁ ἀκαδημαϊκὸς κ. Χρῆστος Ζερεφὸς καὶ λέγει γιὰ τὸν Ὁμηρο Μάντη τὰ ἑξῆς:

«Ὁ ἐκλιπὼν Καθηγητῆς Homer Mantis ὑπῆρξε μέντωρ δικός μου καὶ ἄλλων συναδέλφων, μερικοὶ ἐκ τῶν ὁποίων δυστυχῶς δὲν βρίσκονται ἐν ζωῇ. Ἦταν μία μεγάλη προσωπικότης στὸν τομέα τῆς μετεωρολογίας καὶ τῆς φυσικῆς τῆς ἀτμόσφαιρας. Ἀπὸ τὰ ἰδρυτικὰ στελέχη τοῦ Ἐθνικοῦ Κέντρου Ἀτμοσφαιρικῶν Ἐρευνῶν τῶν ΗΠΑ, μακροβιότατος Καθηγητῆς στὸ Τμῆμα Φυσικῆς καὶ Ἀστρονομίας τοῦ Πανεπιστημίου τῆς Μινεσότα καὶ στενὸς συνεργάτης τῶν ομάδων Freier καὶ Nier (Βραβεῖο Nobel Φυσικῆς). Οἱ ομάδες αὐτές, ἐκτὸς ἀπὸ τίς ἐξερευνήσεις τῆς ἀνώτερης ἀτμόσφαιρας μὲ τεράστια ἀερόστατα, συμμετεῖχαν σὲ σημαντικὰ διεθνῆ πειράματα ἀλληλεπιδράσεων ἡλίου-γῆς. Ὁ Καθηγητῆς Mantis καὶ ἡ ἐπίσης ἐκλιπούσα σύζυγός του Mary εἶχαν μακρινὴ καταγωγὴ ἀπὸ τὴν Πελοπόννησο (Βλαχοκερασιά καὶ Γύθειο ἀντίστοιχα), ἀλλὰ διατήρησαν τὴν ἀγάπη τους γιὰ τὴ μακρινὴ δεύτερη πατρίδα τους καὶ ἀγωνίσθηκαν σὲ σημαντικὲς δραστηριότητες ἐπαναφορᾶς τῆς δημοκρατίας στὴ χώρα μας. Εἶχα τὴ μεγάλη τύχη νὰ συνεργαστῶ ἐπὶ δεκαετίες μὲ τὸν ἐκλιπόντα, ὁ ὁποῖος εἶχε ἀναπτύξει καὶ στενὴ συνεργασία μὲ τοὺς ἀειμνήστους ἀκαδημαϊκοὺς Μαριολόπουλο καὶ Ξανθάκη, οἱ ὁποῖοι μάλιστα καὶ τὸν πρότειναν ὡς ἀντεπιστέλλον μέλος τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν. Τόσο ἐγὼ ὅσο καὶ ἄλλοι συνεργάτες ἐκφράζουμε τὴ βαθιὰ μας ὀδύνη στοὺς ἀπογόνους του. Αἰωνία του ἡ μνήμη».

Ἡ Ὀλομέλεια τηρεῖ ἐνὸς λεπτοῦ σιγὴ εἰς μνήμην τοῦ ἐκλιπόντος.

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΔΗΜΟΣΙΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 21ΗΣ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2016

ΠΟΡΙΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ ΗΜΕΡΙΔΑΣ «ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ»

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ
κ. ΛΟΥΚΑ Γ. ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΥ

Στις 30 Οκτωβρίου 2015, η Έπιτροπή Ένέργειας τής Ακαδημίας Αθηνών διοργάνωσε στο Ίδρυμα Ιατροβιολογικών Έρευνών τής Ακαδημίας ήμερίδα με θέμα «Ένέργεια και Αναπτυξιακός Σχεδιασμός στην Ελλάδα».

Στήν ήμερίδα συμμετείχαν μεταξύ άλλων ακαδημαϊκοί, καθηγητές πανεπιστημίων, ή Αρχιεπισκοπή Αθηνών δι' εκπροσώπου, στελέχη από κυβερνητικούς, πολιτικούς, διοικητικούς, έρευνητικούς, ένεργειακούς, βιομηχανικούς και άλλους φορείς, συνολικά άνω των 300 ατόμων.

Τά πορίσματα και οί εισηγήσεις τής ήμερίδας δημοσιοποιήθηκαν στις 19 Ιανουαρίου 2016 και τό βιβλίό των Πρακτικών θά διανεμηθεί τόν Φεβρουάριο τοῦ 2016.

Τά πορίσματα και οί εισηγήσεις τής ήμερίδας έχουν ως έξής:

1. Γενικά

Η πραγματοποίηση σημαντικών παραγωγικών επενδύσεων αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση προκειμένου ή Ελλάδα, μετά από τήν παρατεταμένη και βαθιά οικονομική ύφεση, νά εισέλθει σέ περίοδο οικονομικής ανάπτυξης και μάλιστα με ύψηλους ρυθμούς. Στήν ήμερίδα αναπτύχθηκε από ειδικούς σέ καίριας σημασίας θέματα ό καθοριστικός ρόλος τόν όποιο κα-

λειτάι να διαδραματίσει ο τομέας τής ενέργειας για την προσέλκυση επενδυτικών κεφαλαίων σε δύο διακριτές κατηγορίες: α) σε έργα ενεργειακής υποδομής, και β) στη δημιουργία ή αναβάθμιση επιχειρηματικών δραστηριοτήτων ή ανταγωνιστικότητα των οποίων θα βελτιωθεί ως αποτέλεσμα των επενδύσεων τής προηγούμενης κατηγορίας. Στην πρώτη κατηγορία εντάσσονται επενδύσεις για την ανάπτυξη και εκμετάλλευση των ενδογενών ενεργειακών πόρων και την ποιοτική αναβάθμιση των υφιστάμενων ενεργειακών εγκαταστάσεων. Η επιτυχής πραγματοποίηση επενδύσεων αυτής τής κατηγορίας θα έχει ευεργετική επίδραση στη δεύτερη κατηγορία, προσφέροντας ανταγωνιστικότητα στις εν γένει επιχειρήσεις και ευκαιρίες για νέες επιχειρηματικές δραστηριότητες και τεχνολογίες, συνδέεται δέ άμεσα με το περιβάλλον και την κλιματική αλλαγή.

Όπως ειδικά αναπτύχθηκε στην ήμερίδα, η Ελλάδα έχει το ανθρώπινο δυναμικό και την τεχνογνωσία να αξιοποιήσει τους ενεργειακούς της πόρους για μια ρεαλιστική και βιώσιμη ανάπτυξη. Απαιτείται όμως μακροχρόνιος προγραμματισμός, σοφή επιλογή ανταγωνιστικών περιοχών ανάπτυξης, κατάλληλες υποδομές, αξιοποίηση των ενδογενών πόρων, ένδεδειγμένη και σταθερή νομοθεσία, επενδύσεις και ουσιαστική κρατική υποστήριξη τής παιδείας, τής έρευνας και τής αριστείας τής χώρας.

Η ενέργεια είναι θεμελιακή συνιστώσα του αναπτυξιακού σχεδιασμού τής Ελλάδος. Οι ενεργειακές και αναπτυξιακές προκλήσεις απαιτούν όλιστικές προσεγγίσεις και καλόπιστο διάλογο. Η Ακαδημία Αθηνών τόνισε στο παρελθόν και τονίζει εκ νέου την ανάγκη ενός μακροχρόνιου εθνικού ενεργειακού σχεδιασμού που να προσδιορίζει ρεαλιστικά και αντικειμενικά τις απαιτούμενες ενεργειακές ανάγκες και δυνατότητες τής χώρας για τη μακροπρόθεσμη ανάπτυξή της.

2. Η σημερινή ελληνική πραγματικότητα

Η ενέργεια αποτελεί σήμερα τον τέταρτο μεγαλύτερο κλάδο τής ελληνικής οικονομίας συνεισφέροντας 4% στο ΑΕΠ τής χώρας και 1% στις θέσεις εργασίας.

Η οικονομική κρίση τής παραγωγικής δραστηριότητας από το 2008 και μετά επέφερε πτώση τής ζήτησης τής ηλεκτρικής ενέργειας σε όλες τις κατηγορίες των χρηστών. Η μείωση τής τελικής κατανάλωσης ενέργειας

τὸ 2014 σὲ σχέσηη μὲ τὸ 2005 ἀνέρχεται σὲ 35,2% στὴ βιομηχανία, 25,5% στὶς μεταφορὲς καὶ 31,7% στοὺς ἄλλους τομεῖς.

Τὰ σημαντικότερα θέματα πρὸς ἐξέταση εἶναι ἡ κατανάλωση ἐνέργειας, ἡ παραγωγικότητα, τὸ μείγμα τῶν πηγῶν ἐνέργειας καὶ τὸ εὖρος τῶν δραστηριοτήτων τοῦ ἐνεργειακοῦ κλάδου. Ἡ συνολικὴ κατὰ κεφαλὴν κατανάλωση ἐνέργειας στὴν Ἑλλάδα βρίσκεται σὲ χαμηλότερο ἐπίπεδο σὲ σχέσηη μὲ ἄλλες εὐρωπαϊκὲς χῶρες, εἶναι ὅμως ἀναλογικὰ ὑψηλότερη σὲ ὀρισμένους τομεῖς, πράγμα ποὺ ὀφείλεται στὴν κακὴ μόνωση τῶν κτιρίων, στὴ χρῆση παλιῶν ἠλεκτρικῶν συσκευῶν/καυστήρων θέρμανσης καὶ στὸν πεπαλαιωμένο στόλο ὀχημάτων. Ἡ παραγωγικότητα εἶναι χαμηλὴ σὲ σχέσηη μὲ ἀντίστοιχες εὐρωπαϊκὲς χῶρες (κυρίως στοὺς τομεῖς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ καὶ τοῦ πετρελαίου). Στὸ ἐνεργειακὸ μείγμα τῆς Ἑλλάδος παρατηρεῖται μεγάλη ἐξάρτηση ἀπὸ πετρελαϊκὰ προϊόντα, κυρίως λόγω τῆς σχεδὸν ἀποκλειστικῆς χρήσης τους στὸν κλάδο τῶν μεταφορῶν ἀλλὰ καὶ τῆς πολὺ μικρῆς συμμετοχῆς τοῦ φυσικοῦ ἀερίου στὴ χρῆση τῆς θέρμανσης. Τέλος, τὸ εὖρος δραστηριοτήτων τοῦ ἐνεργειακοῦ κλάδου εἶναι σχετικὰ περιορισμένο παρὰ τὴ στρατηγικὴ θέση τῆς χώρας καὶ τὸ ὑψηλὸ ἐπίπεδο τεχνολογίας. Μὲ ἐξαιρέση τὸν κλάδο διύλισης πετρελαϊκῶν προϊόντων, ἡ δραστηριότητα στὴν ἔρευνα γιὰ τὴν ἀναζήτηση πιθανῶν κοιτασμάτων ὑδρογονανθράκων, ἡ συμμετοχὴ στὴν παραγωγὴ ἐξοπλισμοῦ ΑΠΕ καὶ γενικὰ ἡ συμμετοχὴ τῆς Ἑλλάδος στὸν ἐνεργειακὸ χάρτη τῆς περιοχῆς παραμένουν περιορισμένες.

Μειονεκτήματα

– Τὸ μέγεθος καὶ ἡ πολυπλοκότητα τῶν ἀστικῶν κέντρων τῆς Ἑλλάδος μειώνουν τὴν ἀποδοτικότητα τῆς ἐνέργειας.

– Τὸ κόστος τῆς χρησιμοποιούμενης ἐνέργειας ὅλων τῶν μορφῶν ἀυξήθηκε σημαντικὰ στὰ χρόνια τῆς κρίσης, τόσο γιὰ τὰ νοικοκυριά ὅσο καὶ γιὰ τὴ βιομηχανία: τὸ 2012 ἦταν ἰσοδύναμο μὲ περίπου τὸ 50% τῶν συνολικῶν ἀμοιβῶν τῆς ἐργασίας ἔναντι 19% τὸ 2004. Ἡ ἀγορὰ ἐνέργειας στὴν Ἑλλάδα χαρακτηρίζεται ἀπὸ ἀναποτελεσματικὲς μεταβατικὲς διευθετήσεις, κυρίως λόγω τῆς ἔλλειψης βούλησης νὰ ἀντιμετωπισθοῦν προβλήματα δομικῆς φύσεως τὰ ὁποῖα ἐμποδίζουν τὴν ἀποτελεσματικὴ εἰσαγωγὴ δυνάμεων τοῦ ἐλεύθερου ἀνταγωνισμοῦ. Ἐπίσης, ἡ διεΐσδυση τῶν ἀνανεώσιμων πηγῶν ἐνέργειας προωθήθηκε ἀνεξαρτήτως τοῦ συγκριτικοῦ κόστους καὶ τοῦ ἐπιπέδου ὠριμότητος τῆς κάθε τεχνολογίας.

– Τὸ ἐνεργειακὸ σύστημα πάσχει ἀπὸ ἔλλειψη ὀλοκληρωμένης στρατηγικῆς, μὲ συνέπεια ἀδικοιολόγητες αὐξήσεις τοῦ ἐνεργειακοῦ κόστους, ἀρνητικὴ ἐπίπτωση στὴν ἀνταγωνιστικότητά τῆς ἐλληνικῆς οἰκονομίας, αὐξήση τῆς ἐνεργειακῆς πενίας, χαμηλὴ ἐνεργειακὴ ἀπόδοση καὶ σπατάλη ἐγχώριων ἐνεργειακῶν πόρων, καθὼς καὶ περιορισμένης ἔκτασης ἀπευθείας χρήσης τοῦ Φυσικοῦ Ἀερίου (ΦΑ) γιὰ τὶς θερμικὲς ἀνάγκες καὶ τὸν κλιματισμὸ.

– Δὲν γίνεται ἐπαρκὴς ἐκμετάλλευση τῶν δασῶν μας ὡς πηγῆς ἐνέργειας (ἡ δασοπονία συνεισφέρει μόλις ~0,1% τοῦ ΑΕΠ).

– Ἡ γεωθερμία παραμένει ἀδικοιολόγητα ἀνεκμετάλλευτη, χωρὶς εὐρεία κοινωνικὴ ἀποδοχὴ.

– Δὲν ἔχουν κατασκευασθεῖ νέα ὑβριδικὰ ἔργα γιὰ ἀποθήκευση ἐνέργειας.

– Ἡ θέση τῆς χώρας στὸ φάσμα καινοτομία-τεχνολογικὴ ἀλλαγὴ παραμένει ἀδύναμη. Χρειάζονται βραχυπρόθεσμες καὶ μακροπρόθεσμες ἐπιλογές.

– Τὸ κράτος ἀδυνατεῖ νὰ συζεύξει τὸν δημόσιο χαρακτῆρα τοῦ ἐνεργειακοῦ συστήματος μὲ τὴν ἀναπτυξιακὴ λειτουργία του.

– Στερεῖται ἡ χώρα μεσαίων καὶ μεγάλων παραγωγικῶν μονάδων καὶ ἐπομένως ὑπάρχει ἀδυναμία ἐπίτευξης οἰκονομιῶν κλίμακας στὴν ἐνέργεια.

– Ἐξειδικεύεται ἡ χώρα σὲ προϊόντα ἀπλῆς/μέσης τεχνολογίας, τὰ ὁποῖα παράγονται εὐκόλα καὶ φτηνὰ σὲ πολλὰς χώρες καὶ ὑπόκεινται ἔτσι σὲ ἀνταγωνιστικὲς πιέσεις.

– Ἡ περαιτέρω συμπίεση τῶν ἀμοιβῶν ἐργασίας ἔχει ὄλο καὶ μικρότερη ἐπίδραση στὴν ἀνταγωνιστικότητά τῆς ἐλληνικῆς παραγωγῆς.

Ἀνάγκες

– Μείωση τοῦ κόστους τῆς ἐνέργειας. Ἡ τιμὴ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος μπορεῖ νὰ μειωθεῖ μὲ τὸν ἐξορθολογισμὸ τοῦ συστήματος παραγωγῆς καὶ τῆς τιμολογιακῆς καὶ φορολογικῆς πολιτικῆς.

– Ἀποτελεσματικὴ προώθηση τῆς ἐξοικονόμησης ἐνέργειας, ἰδίως στὸν ἐνεργοβόρο κτιριακὸ τομέα.

– Παραγωγή καθαρῶν καυσίμων γιὰ τὶς μεταφορές.

– Ὁρθολογικὴ ἀξιοποίηση ὅλων τῶν ἐθνικῶν ἐνεργειακῶν πόρων.

– Συστηματικὴ ἐπένδυση σὲ τεχνολογικὲς ἐξελίξεις στὸν τομέα τῆς ἐνέργειας καὶ πρόβλεψη γιὰ τὴν ἀνάπτυξη νέων τεχνολογιῶν.

– Διασύνδεση τοῦ Διασυνδεδεμένου Ἡλεκτρικοῦ Συστήματος μὲ τὰ νησιά. Ἡ ἠλεκτροδότηση τῶν νησιῶν παραμένει σημαντικὸ θέμα κόστους καὶ περιβαλλοντικῆς ἐπιβάρυνσης.

3. Έλληνικοί ένεργειακοί πόροι

Λιγνίτης: Έχει παρατηρηθεῖ μείωση τῆς χρήσης τοῦ λιγνίτη τὰ τελευταῖα χρόνια μὲ συνεισφορά κάτω τοῦ 40% στὸ ἰσοζύγιο παραγωγῆς τοῦ Διασυνδεδεμένου Ἡλεκτρικοῦ Συστήματος τῆς χώρας τὸ 2015. Αναμένεται νὰ συνεχίσει τὴ συμμετοχὴ του μὲ βελτιωμένο βαθμὸ ἀπόδοσης, ὥστε νὰ περιορισθεῖ ἡ ένεργειακὴ ἐξάρτηση τῆς χώρας ἀπὸ εἰσαγόμενα καύσιμα καὶ παράλληλα νὰ ὑπάρξουν σταθερό, προβλέψιμο καὶ χαμηλὸ κόστος παραγωγῆς καὶ θέσεις έργασίας στὴν περιφέρεια.

Σὲ ὅ,τι ἀφορᾷ τὴν ἐπιλογὴ μεταξὺ λιγνίτη καὶ φυσικοῦ ἀερίου, μερικοὶ ἀπὸ τοὺς ὁμιλητὲς ἰσχυρίζονται ὅτι μὲ τὴν κατασκευὴ νέων λιγνιτικῶν μονάδων καθαρῆς τεχνολογίας (καὶ ἀπόσυρση τῶν παλαιῶν) τὸ κόστος τῆς κιλοβατώρας ΦΑ θὰ εἶναι μὲν ἀνταγωνιστικὸ μὲ ἐκεῖνο τῆς λιγνιτικῆς κιλοβατώρας, τὸ ΦΑ ὅμως εἶναι εἰσαγόμενο καύσιμο ἀπὸ χῶρες ἐκτὸς τῆς ΕΕ καὶ ἐπομένως τίθενται θέματα ποσοστοῦ ένεργειακῆς ἐξάρτησης καὶ ἀσφάλειας ἐφοδιασμοῦ. Ἡ έμφαση στὸ ΦΑ ὡς ἐναλλακτικὸ καύσιμο ὀφείλεται ἐν πολλοῖς στὶς χαμηλότερες (~1/3) ἐκπομπὲς CO₂ ἀπὸ τὴν καύση του σὲ σύγκριση μὲ ἐκεῖνες τοῦ λιγνίτη καθὼς καὶ στὴν λειτουργικὴ εὐελιξία τῶν ἀντίστοιχων μονάδων παραγωγῆς. Μερικοὶ ἀπὸ τοὺς ὁμιλητὲς ἰσχυρίζονται ὅτι ἡ περαιτέρω διαχείριση τῶν λιγνιτικῶν ἀποθεμάτων τῆς χώρας ὡς καυσίμων ἠλεκτροπαραγωγῆς ἀπαιτεῖ σχεδιασμὸ πού νὰ διατηρεῖ συνεχῶς τὴ συμμετοχὴ τοῦ λιγνίτη ἄνω τοῦ 30% στοὺς σταθμοὺς βάσεως.

Ἡ πρόσφατη προώθηση ἀπὸ τὴ ΔΕΗ σὲ κατασκευαστικὸ στάδιο τῆς μονάδας «Πτολεμαῖδα 5», διαθέσιμης ἰσχύος 617 MW μὲ ἀπόδοση 43% ἔναντι τῆς χαμηλῆς ἀπόδοσης (25%-28%) τῶν σὲ λειτουργία σήμερα μονάδων πού θὰ μειώσει τοὺς ρύπους κατὰ ~40%, ὀδηγεῖ στὸ συμπέρασμα ὅτι ὁ λιγνίτης μᾶλλον θὰ συνεχίσει νὰ συμμετέχει στὸ ένεργειακὸ μεῖγμα τῆς χώρας· ἀναμένεται ὅμως περαιτέρω μείωση, ἂν λάβουμε ὑπόψη τὴν ἀπόσυρση παλιῶν λιγνιτικῶν μονάδων καὶ τὴν αὔξηση τῆς συμμετοχῆς τῶν ΑΠΕ.

Φυσικὸ Ἀέριο: Τὸ ΦΑ παραμένει τὸ μόνον ὀρυκτὸ καύσιμο πού μπορεῖ νὰ χρησιμοποιηθεῖ ὡς κύριο έργαλεῖο γεφύρωσης ἀνάμεσα στὴ σημερινὴ πραγματικότητα καὶ τὴ μελλοντικὴ τοῦ 2050, ὅπου προβλέπονται σχεδὸν μηδενικὲς ἐκπομπὲς ρύπων ἀπὸ τὴν ἠλεκτροπαραγωγὴ. Αὐτὸ ὀφείλεται στὶς χαμηλὲς ἐκπομπὲς CO₂ ἀνὰ παραγόμενη ἠλεκτρικὴ κιλοβατώρα καὶ τὴν εὐελιξία τῶν μονάδων ΦΑ, ἡ ὁποία εἶναι ἀπαραίτητη γιὰ τὴ λειτουργία τῶν Συστημάτων Ἡλεκτρισμοῦ μὲ μεγάλη διείσδυση ΑΠΕ.

Έλληνικοί υδρογονάνθρακες: Αποτελούν αποκλειστικά δυναμική όρυκτη ένεργειακή πηγή, ή οποία απαιτεί ύλοποίηση τών έρευνών και τών συμβάσεων του δημοσίου. Οί όποιες προσδοκίες για τόν έντοπισμό αξιόλογων κοιτασμάτων που θά μπορούσαν νά επιδράσουν στην οίκονομία τής χώρας πρέπει νά μεταφερθούν τουλάχιστον μετά τό 2020.

Άνανεώσιμες Πηγές Ένεργειας (ΑΠΕ): Θεωρείται απαραίτητο νά αύξηθει ή παραγωγή ένεργειας από άνανεώσιμες πηγές με όρθολογικό και σταθερό σχεδιασμό και ή ένίσχυσή τους μέσω ένταξης στα σχετικά χρηματοδοτικά προγράμματα τής ΕΕ.

Γεωθερμία. Η καθυστέρηση τής προώθησης τής έρευνας και ανάπτυξης τής γεωθερμικής ένεργειας στην Ελλάδα θεωρείται άδικαιολόγητη. Πρόκειται για άνανεώσιμη ένεργειακή πηγή συνεχούς παροχής, που διαθέτει άρτιο νομικό πλαίσιο και αξιόπιστα δεδομένα, ίκανά νά ύποστηρίξουν μετάβαση σε παραγωγική βάση αξιοποίησης γεωθερμικών πεδίων ύψηλης ένθαλπίας, όπως στη Μήλο και τη Νίσυρο, αλλά και άλλου. Επιβάλλεται νά προωθηθει ή έρευνα για γεωθερμία και ή αξιοποίηση του ήδη γνωστού γεωθερμικού δυναμικού τής χώρας για παραγωγή ηλεκτρικής ένεργειας αλλά και για άλλες χρήσεις. Υπάρχουν γεωθερμικά πεδία που χρησιμοποιούνται ήδη με έπιτυχία για γεωργικές καλλιέργειες.

Υδροηλεκτρικά: Συνιστούν την κυριότερη άνανεώσιμη πηγή ένεργειας τής Ελλάδος. Επιβάλλεται ή άρτια διαχείριση τών ύδατικών πόρων τής χώρας και ή κατασκευή περαιτέρω άναστρέψιμων υδροηλεκτρικών φραγμάτων για άποθήκευση άνανεώσιμης ηλεκτροπαραγωγής. Η άποθήκευση και αξιοποίηση τών ύδάτων για ήλεκτροπαραγωγή και για άγροτική και περιφερειακή ανάπτυξη είναι άκρωσ έπιβεβλημένες.

Αιολικά και φωτοβολταϊκά: Η οίκονομική κρίση έπηρέασε άρνητικά την ανάπτυξη έργων ΑΠΕ. Απαιτείται ή διασφάλιση τής βιωσιμότητας τών έν λειτουργία έργων ΑΠΕ και ή άποφυγή τής άναγκαστικής έγκατάλειψης δρομολογημένων ή ύπό κατασκευή επενδύσεων. Η διατήρηση τής προοπτικής ανάπτυξης νέων έργων ΑΠΕ προϋποθέτει την ταχεία και έγκαιρη άναμόρφωση και βελτίωση του ύφιστάμενου θεσμικού και νομοθετικού πλαισίου στήριξης για τις ΑΠΕ κατά τρόπο όρθολογικό, που δέν όδηγεϊ σε ύπερβολική έπιβάρυνση του καταναλωτή, και διαχρονικά σταθερό.

Βιομάζα: Τό τεχνικά διαθέσιμο δυναμικό γεωργικών ύπολειμμάτων στην Ελλάδα είναι σημαντικό· τό 2009 άποτελεϊτο κυρίως από έλαιου-

ρήνες, άχυρο σιτηρών, ύπολείμματα άραβοσίτου, στελέχη βαμβακιού, κλαδοδέματα άμπελιών, κλαδοδέματα δέντρων και κλαδοδέματα έλιās (συνολικά περίπου 5 έκατομμύρια τόνοι ξηρού φορτίου). Υπολογίζεται ότι ή άξιοποίηση τών διαθέσιμων γεωργικών και δασικών ύπολειμμάτων ίσοδυναμεί, ένεργειακά, με 3-4 έκατομμύρια τόνους πετρελαίου έτησίως.

Καθαρά καύσιμα για τις μεταφορές: Σήμερα στην Έλλάδα υπάρχουν: 1) μικρός σχετικά αριθμός εταιρειών παραγωγής και εισαγωγής βιοντίζελ (δέν υπάρχουν μονάδες μετατροπής του βιοαερίου σε βιομεθάνιο). 2) Φυσικό Άέριο κίνησης (Natural Gas), που χρησιμοποιείται μόνο ως Συμπιεσμένο Φυσικό Άέριο (Compressed Natural Gas, CNG). 3) Υγροποιημένο Φυσικό Άέριο (LNG). 4) Υγραέριο κίνησης (LPG). Προωθείται δυναμικά διεθνώς ή χρήση ήλεκτρισμού για την κίνηση όδικών όχημάτων με τη χρήση συσσωρευτών ή ύδρογόνου, άπαιτείται όμως κατάλληλη ύποδομή ήλεκτρικών φορτιστών και διάθεση ύδρογόνου για καύσιμο κίνησης στην Έλλάδα. Η ήλεκτροκίνηση και ή επέκταση τής χρήσης τών καθαρών καυσίμων θεωρείται άναγκαία λόγω τών περιβαλλοντικών δεσμεύσεων τής χώρας και τής σχετικής νομοθεσίας τής ΕΕ για μείωση τής άτμοσφαιρικής ρύπανσης και τών αερίων του θερμοκηπίου κυρίως από την όδική κυκλοφορία. Τα όφέλη από την παραγωγή και άξιοποίηση όλων τών κατηγοριών καθαρών καυσίμων άφορούν κυρίως στο περιβάλλον αλλά και στην ένίσχυση τής άγροτικής οίκονομίας, τη δημιουργία θέσεων έργασίας και νέων τεχνολογιών. Η έξασφάλιση καθαρών καυσίμων και ένέργειας για τις μεταφορές είναι σημαντικός άναπτυξιακός τομέας για τη χώρα και πρέπει συστηματικά να άναπτυχθεί ή σχετική τεχνολογία.

4. Το ένεργειακό μεϊγμα τής Έλλάδος

Άπαιτούνται επενδύσεις για ένα ίσοροπημένο μεϊγμα τεχνολογιών παραγωγής, βελτιώσεις στην ένεργειακή άπόδοση, αύξηση τής διαφοροποίησης τών συμβατικών πηγών ένέργειας με την κατασκευή άγωγών, έγκαταστάσεων διύλισης ή άποθήκευσης φυσικού αερίου και πετρελαίου, διασυνδεδεμένα δίκτυα παροχής ήλεκτρικής ένέργειας και έξυπνα δίκτυα ίκανά να άπορροφούν τις διακυμάνσεις στην παροχή ένέργειας από άνανεώσιμες και άποκεντρωμένες πηγές.

Ό ήλεκτρισμός και το πετρέλαιο κυριαρχούν στην ένεργεια με το ΦΑ να κατέχει ποσοστό μικρότερο από 10% τής οίκονομικής δραστηριότητας.

Τò πετρέλαιο και τò ΦΑ θά παραμείνουν οί κύριες πηγές ένεργειας για τις έρχόμενες δεκαετίες και θά συνεχιστούν έπομένως οί άνησυχίες σχετικά με τή σταθερότητα και τò κόστος του ένεργειακού έφοδιασμού.

Ή χώρα έχει ήδη εισέλθει σέ σταδιακή άπεζάρτηση από τή χρήση του λιγνίτη για ήλεκτροπαραγωγή με τή σχεδιαζόμενη σταδιακή άπόσυρση λόγω παλαιότητας των ύφιστάμενων λιγνιτικών μονάδων αλλά και τής μείωσης τής χρησιμοποίησής τους λόγω τής διείσδυσης των ΑΠΕ. Ή διείσδυση των ΑΠΕ συνεχίζεται. Ή ενισχυμένη κατανάλωση του ΦΑ όφείλεται στις χαμηλές έκπομπές CO₂ ανά παραγόμενη ήλεκτρική κιλοβατώρα και στην ευελιξία των μονάδων ΦΑ, ή όποία είναι άπαραίτητη για τή λειτουργία των ΑΠΕ, ενώ προωθείται και ή διείσδυσή του στα άστικά κέντρα: έπιπλέον, καθιστά τήν Έλλάδα έγκυςτική σέ διεθνή σχήματα για τήν άνάπτυξη άγωγών και τήν ύλοποίηση σχεδίων γεωπολιτικού ενδιαφέροντος.

Ή τιμή του ΦΑ πρέπει νά μειωθεί με τή βελτίωση των τιμών προμήθειας, τή σταδιακή άπόσβεση του κόστους τής άρχικής επένδυσης και τήν επέκταση τής βιομηχανικής και οικιακής χρήσης.

5. Τομείς προτεραιότητας ένεργειακών επενδύσεων

Ή έλλειψη χρηματοδότησης κρατά τις ένεργειακές επενδύσεις μακριά από τήν ύλοποίηση. Υπάρχει όμως παγκοσμίως σημαντικό άπόθεμα κεφαλαίων που θά μπορούσε νά ένεργοποιηθεί σέ παραγωγικές επενδύσεις στον χώρο τής ένεργειας στην Έλλάδα, τò όποιο άπωθείται από τήν άνταλλακτική σχέση «άπόδοσης-κινδύνου» στη χώρα μας. Σημαντικός προβλέπεται νά είναι ό ρόλος τής Ευρωπαϊκής Τράπεζας Έπενδύσεων (ΕΤΕπ), τὰ ευρωπαϊκά κονδύλια του Έταιρικού Συμφώνου για τò Πλαίσιο Άνάπτυξης (ΕΣΠΑ) 2014-2020 καθώς και τò Πρόγραμμα Juncker (An Investment Plan for Europe).

Σημαντικές περιοχές για ένεργειακές επενδύσεις στην Έλλάδα τήν έπόμενη δεκαετία είναι και οί ακόλουθες:

Έξοικονόμηση ένεργειας: Πρέπει νά καταστεί κύρια προτεραιότητα τής έθνικης στρατηγικής ιδιαίτερα για τὰ κτίρια. Για τήν άποτελεσματική βελτίωση τής Ένεργειακής Άπόδοσης άπαιτούνται: α) σχεδιασμός και έφαρμογή ένός προγράμματος βελτίωσης τής ένεργειακής άπόδοσης ως μέσου οικονομικής άνάπτυξης, β) έντατικοποίηση του έλέγχου

σέ όλους τους τομείς τελικής κατανάλωσης ενέργειας με αξιοποίηση εν πολλοίς διεθνούς πείρας και δοκιμασμένων πρακτικών. Υπάρχουν μεγάλα αποθέματα ανθρώπινου δυναμικού και παγίου κεφαλαίου στον κατασκευαστικό κλάδο που υποχρησιμοποιούνται, γ) στροφή του κατασκευαστικού κλάδου προς την επένδυση βελτιώσεων θερμοκλών απωλειών σε υπάρχοντα κτίρια, που θα οδηγήσει σε αύξημένη απασχόληση και παραγωγή στον κλάδο.

Υποδομές, δίκτυα, διάδρομοι προτεραιότητας ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου: Οι περιοχές αυτές αποτελούν μία μεγάλη κατηγορία ενεργειακών επενδύσεων. Όμοιας, ή μετάβαση του Δικτύου Διανομής σε Έξυπνα Δίκτυα με χρήση των τελευταίων τεχνολογιών από τους τομείς της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών, ή προώθηση αποκεντρωμένων συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής και ή ενίσχυση της αποθηκευτικής ικανότητας του ενεργειακού συστήματος αποτελούν την προϋπόθεση για τη μεγαλύτερη διείσδυση των αποκεντρωμένων ΑΠΕ, τη βελτίωση της λειτουργίας των δικτύων και την εξοικονόμηση ενέργειας.

Ηλεκτρική διασύνδεση των νησιών με το εθνικό δίκτυο της χώρας: Πρέπει επιτέλους να υλοποιηθεί.

Ενεργειακή ανταγωνιστικότητα για μόνιμη και διαχρονική ανάπτυξη στην Ελλάδα. Προς τούτο επιβάλλεται να προσδιοριστούν οι συνθήκες που πρέπει να συντρέξουν, ώστε οι επενδύσεις στην ενέργεια να συμβάλουν στη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας.

Στρατηγικής σημασίας είναι ο τεχνολογικός ενεργειακός μετασχηματισμός και η χρήση σύγχρονων, ακόμη και ανώριμων, καινοτόμων τεχνολογιών που θα ωριμάσουν στην ελληνική αγορά.

Η σταθεροποίηση της οικονομίας θα καθορίσει την ταχύτητα ανάπτυξης των επενδύσεων. Ο πολιτικός και κανονιστικός κίνδυνος αυξάνει τα περιθώρια επενδυτικού κινδύνου και υπονομεύει την ανταγωνιστικότητα των ενεργειακών επενδύσεων. Η συνολική επένδυση το 2014 (σε σταθερές τιμές) ήταν περίπου στο 35% του επιπέδου της το 2007. Δυσχερέστεροι όροι δανεισμού, μειωμένη ζήτηση για ενέργεια, ρυθμιστικός κίνδυνος και μέτρα αντιμετώπισης της δημοσιονομικής κρίσης επηρέασαν αρνητικά τις ενεργειακές επενδύσεις.

Αν και υπάρχει έλλειμμα χρηματοδότησης ενεργειακών επενδύσεων, υπάρχουν εν τούτοις δυνατότητες από προγράμματα όπως «το Ευρωπαϊκό Ταμείο Στρατηγικών Επενδύσεων», «ή Πρωτοβουλία Όμοιόγων Έργου», «JESSICA», «ELENA» κ.ά.

6. Εισηγήσεις

– Να θεσπισθεῖ ἄμεσα Συμβούλιο Ἐθνικῆς Ἐνεργειακῆς Πολιτικῆς καὶ δεκαετὲς Ἀναπτυξιακὸ Πρόγραμμα στὸν τομέα τῆς ἐνέργειας.

– Να ἐνισχυθεῖ ἄμεσα ἡ καινοτομία-τεχνολογικὴ ἀλλαγὴ καὶ νὰ γίνῃ συστηματικὴ ἐπένδυση σὲ τεχνολογικὲς ἐξελίξεις στὸν τομέα τῆς ἐνέργειας γιὰ αὐξηση τῆς παραγωγικότητας.

– Να προωθηθεῖ ἄμεσα ἡ ἔρευνα καὶ ἡ ἀνάπτυξη τῆς γεωθερμικῆς ἐνέργειας.

– Να προωθηθεῖ ἄμεσα ἡ ἔρευνα καὶ ἀνάπτυξη στὸν τομέα τῶν τεχνολογιῶν ἑξυπνῶν δικτύων.

– Να καταστεῖ ἡ ἐξοικονόμηση τῆς ἐνέργειας κύρια προτεραιότητα τῆς ἐθνικῆς στρατηγικῆς.

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΔΗΜΟΣΙΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 11ΗΣ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2016

ΝΕΩΤΕΡΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΠΟΛΕΜΟΥ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ
κ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΣΚΑΡΒΕΛΗ

Ἡ ἀνακοίνωσή μου ἀφορᾷ στὸ θέμα τοῦ πολέμου, ἑνὸς διαχρονικοῦ φαινομένου ἀνθρώπινης δραστηριότητος, καὶ πῶς ἔχουν τὰ πράγματα σήμερα πάνω σὲ αὐτὸ τὸ πολὺ σοβαρὸ θέμα.

Ἡ ἡλικία ὄλων μας ἢ μᾶλλον τῶν περισσοτέρων εἶναι τέτοια ὥστε, ἔχοντας ζήσει τὸν Β΄ Παγκόσμιον Πόλεμον ἢ τὰ ἀμέσως μετ' αὐτὸν χρόνια, νὰ ἔχουμε ἀφομοιώσει «ὡς πόλεμον» τὸν κλασικὸν πόλεμον ἢ νὰ ἔχουμε ἐγκλωβισθεῖ στὴν ἔννοια τοῦ κλασικοῦ πολέμου. Δηλαδή αὐτὸ τὸ εἶδος τοῦ πολέμου ποὺ ξεκίνησε ἀπὸ τοὺς Ναπολεοντεῖους Πολέμους, οἱ ὁποῖοι ἔδωσαν τὸ βασικὸ ὕλικὸν γιὰ τὴ μελέτη καὶ ἀνάλυσή του καὶ γιὰ τὴν ἀνάπτυξιν θεωριῶν καὶ ἀρχῶν στρατηγικῆς καὶ τακτικῆς ἀπὸ μεγάλους θεωρητικούς τοῦ πολέμου (Κλαούζεβιτς, Ζομινὶ κ.ἄ.).

Ὁ πόλεμος, ἐξελισσόμενος κάτω ἀπὸ τὴν ἐπίδραση τῆς συνεχῶς βελτιούμενης πολεμικῆς τεχνολογίας καὶ τῶν νεώτερον ἀρχῶν καὶ δογμάτων, ἔφθασε στὴν οἰκεία γιὰ ἐμᾶς μορφή του, αὐτὴν ποὺ ἀνέφερα ὡς κλασικὸ εἶδος πολέμου, μὲ κύρια χαρακτηριστικὰ τὴ σχετικὴ συμμετρία τῶν ἀντιπάλων δυνάμεων (ποιοτικὴ καὶ πολλὰς φορὲς ποσοτικὴ), τὰ παρεμφερῆ πολεμικὰ δόγματα, τὶς σαφεῖς γραμμὲς μετώπου, τὰ ὀριοθετημένα θέατρα ἐπιχειρήσεων, τὸν σεβασμὸν στοὺς θεσμοθετημένους κανόνες πολέμου (αὐτοὺς ποὺ ἀποτελοῦν τὸ λεγόμενον «δίκαιον» τοῦ πολέμου).

Μὲ αὐτὴ τὴ μορφή πολέμου ἔχουμε ἐξοικειωθεῖ, δυσκολευόμενοι σήμερα νὰ ἀντιληφθοῦμε τὶς ἀλλαγὰς στὴ μορφή του καὶ στὸν τρόπο διεξα-

γωγής του. Διότι, πράγματι, από τη δεκαετία του 1990 έχουμε δείγματα πολεμικών στη φύση τους δραστηριοτήτων και άναμετρήσεων με τρόπους διεξαγωγής πρωτόγνωρους. Με άλλα λόγια έχουμε πλέον νέες μορφές διεξαγωγής του πολέμου.

Άσύμμετρος πόλεμος

Αυτές οι πρωτόγνωρες δραστηριότητες είναι αυτές που από το είδος τους τις ονομάσαμε «τρομοκρατικές» και περάσαμε στην πολεμική όρολογία τον νέο όρο «άσύμμετρος πόλεμος», επειδή ακριβώς χάθηκε η προηγούμενη συμμετρία στην οποία αναφέρθηκα. Το νέο είδος δεν σέβεται κρατικά σύνορα, δεν έχει γραμμές μετώπου και αντιπαράθεσης, έχει θέατρο επιχειρήσεων άπροσδιόριστο, δεν σέβεται το δίκαιον του πολέμου, δεν κάνει διάκριση αμάχων, δεν χρησιμοποιεί το κύριο γνώρισμα του συντεταγμένου στρατού, που είναι η στολή, ἄρρηκτα συνδεδεμένη με την ιδιότητα του στρατιωτικού και του μαχητού κατά τις διατάξεις του δικαίου του πολέμου.

Ίσως διερωτηθεῖ κάποιος ἢ κάποιοι, μὰ πρόκειται πράγματι περὶ πολέμου;

Κυρίες και κύριοι, σήμερα οι στρατηγιστές και οι μελετητές του φαινομένου συμφωνούν ότι πρόκειται για νέα μορφή πολέμου. Δεν αναμένουν πλέον στο ὄρατο μέλλον ἕναν μεγάλης ἔκτασης πόλεμο, ἕναν γενικό ἢ παγκόσμιο πόλεμο. Μικρῆς ἔκτασης κλασικές συγκρούσεις μεταξύ κρατῶν θὰ συνεχίσουν νὰ λαμβάνουν χώρα. Οἱ Μεγάλες Δυνάμεις, τὰ μεγάλα και ἰσχυρὰ κράτη, αὐτὰ που κατέχουν τὰ μεγάλης ἰσχύος πυρηνικὰ ὄπλα, ἔχουν συνειδητοποιήσει ὅτι μιὰ γενικὴ σύρραξη δὲν τοὺς προσφέρει κανένα κέρδος, πέραν τοῦ ὅτι ἐλλοχεύει και ὁ κίνδυνος νὰ χρησιμοποιηθοῦν πυρηνικὰ ὄπλα με ἀποτέλεσμα νὰ μὴν ὑπάρξει νικητῆς, ἀφοῦ ὅλοι και ὅλα θὰ καταστραφοῦν και θὰ γυρίσουμε στὴν ἐποχὴ τοῦ ροπαλοῦ, ὅπως ἀπάντησε ὁ Ἄινστάιν ὅταν ρωτήθηκε πῶς βλέπει νὰ διεξάγεται ὁ Γ΄ Παγκόσμιος Πόλεμος. Ἀπάντησε: «Δὲν γνωρίζω για τὸν Γ΄, σίγουρα ὅμως ὁ Δ΄ θὰ διεξαχθεῖ με ρόπαλα». Πόλεμος λοιπὸν εἶναι ὁ ἀσύμμετρος και ἔτσι τὸν χαρακτήρισε ὁ Πρόεδρος Ὀλάντ μετὰ τὸ κτύπημα στὸ Παρίσι πρὸ μηνῶν. Εἶπε σαφῶς: «Ἔχουμε πόλεμο».

Εἶναι ἕνας γενικευμένος πόλεμος με αἰφνιδιαστικά αὐτοκτονικά κτυπήματα σὲ ὅλα τὰ κατοικημένα μήκη και πλάτη τοῦ πλανήτη μας. Δὲν διεξάγεται μόνο στὴν Εὐρώπη ἀλλὰ και στὴν Ἀφρικὴ, τὴν Ἀσία, τὴν Ἀμερικὴ.

Πολλές είναι οι τρομοκρατικές οργανώσεις που τον διεξάγουν, με κοινό χαρακτηριστικό γενικά τον μουσουλμανικό φονταμενταλισμό, όμως δύο είναι οι κυρίαρχες, μέσα στις οποίες εντάσσονται κατά περίπτωση και οι άλλες. Αυτές είναι η Άλ-Κάιντα, που έκανε πρώτη την εμφάνισή της, κυρίως με το κτύπημα στο κέντρο εμπορίου της Νέας Υόρκης το 2001, και το ΙΣΙΣ (το Ίσλαμικό Κράτος-Ι.Κ.), που ακολούθησε σε δράση, και σήμερα πολύ πιθανόν σε κάποιους τομείς να συνεργάζονται. Οι όπαδοι και μαχητές και των δύο οργανώσεων εμπνέονται από τον τζιχαντισμό και ενεργούν με όμοιο τρόπο, δηλαδή με τρομοκρατικές πράξεις που βασίζονται στον αίφνιδιασμό, στο απρόσμενο και στην άβεβαιότητα του στόχου, δηλαδή του αντιπάλου. Έντούτοις, έχουν ουσιαστικές διαφορές μεταξύ τους.

Α. - Η Άλ-Κάιντα στρατολογοῦσε ανθρώπινο δυναμικό από μουσουλμάνους του άραβικού κυρίως χώρου, ενώ το ΙΣΙΣ έχει τη δυνατότητα να στρατολογεί άτομα και από τον αντίπαλο χώρο. Ευρωπαίοι, Άμερικανοί, Ασιάτες έχουν στρατευθεί και στη Γαλλία, οι επιτιθέμενοι στο Παρίσι ήσαν Γάλλοι υπήκοοι. Δύσκολα έρμηνεύεται το πώς άτομα που μεγάλωσαν σε ελεύθερες, πλουραλιστικές, ανεξίθρησκες, δημοκρατικές κοινωνίες στρατεύονται και εντάσσονται σε μια ιδεολογία ανελεύθερη, θρησκευτικού φανατισμού, μισαλλοδοξίας, βαρβαρότητας και κτηνώδους βίας.

Β. - Το Ι.Κ. (ΙΣΙΣ) τελικά οργανώθηκε ως «κράτος» αφού κατέκτησε με πόλεμο μέρος των εδαφών της Συρίας και του Ιράκ και από πλευράς θρησκευτικής ίδρυσε και Χαλιφάτο. Θα επανέλθω σε αυτό (στο κράτος), όμως επισημαίνω ότι το κράτος αυτό είναι ισλαμικό-θεοκρατικό άκρας μορφής. Η Άλ-Κάιντα δεν επεδίωξε κάτι όμοιο και παρέμεινε και παραμένει τρομοκρατική οργάνωση, χωρίς βλέψεις κατάκτησης εδαφών και ίδρυσης κρατικής οντότητας.

Γ. - Γι' αυτό (και αυτή είναι ουσιαστική διαφορά) η μὲν Άλ-Κάιντα έχει πολύ περιορισμένο πολιτικό στόχο ή πολιτικό σκοπό της δράσης της να επιφέρει κτυπήματα κατά της Δύσης μεμονωμένα για τον απαράδεκτο και έκπεσμένο τρόπο ζωής της και για τα δεινά που οι σταυροφορίες και η άποικιοκρατία επέφεραν στον μουσουλμανικό κόσμο πάλαι ποτέ. Το δὲ Ι.Κ., σαν κράτος που είναι, έχει ευρύ πολιτικό στόχο, την επέκτασή του και την έγκαθίδρυση παγκοσμίως του δικού του προτύπου, που είναι ο όρθος τύπος κοινωνικής δόμησης, κατά τὰς έπιταγὰς του πολιτικού Ίσλάμ που ο Μωάμεθ ίδρυσε πριν από 14-15 αιώνες. Γι' αυτό δὲν ανέχονται και καταστρέφουν τὰ λείψανα-μνημεία των πριν από τον Μωάμεθ πολιτισμών, ώστε

νά διαγραφούν οί πολιτισμοί αὐτοί ἀπὸ τῆ μνήμη τῶν ἀνθρώπων, ἀφοῦ ὁ ὀρθὸς τρόπος ζωῆς ἀρχίζει ἀπὸ τὸν Μωάμεθ καὶ μετὰ, καθ' ὑπόδειξή του.

Αὐτὲς εἶναι οἱ κύριες διαφορῆς, ἀλλὰ δὲν ἔχουν καὶ μεγάλη σημασία, τουλάχιστον γιὰ τὴν ὥρα, ἀφοῦ τὸ ἀποτέλεσμα μετράει καὶ αὐτὸ εἶναι ὅτι ἡ Δύση, καὶ ὄχι μόνον, εἰσπράττει τῆς αὐτῆς μορφῆς τρομοκρατικὰ κτυπήματα. Τὰ κτυπήματα προκαλοῦν βεβαίως θύματα (ἀθῶα καθ' ὅλα θύματα), ἀλλὰ πέραν αὐτοῦ ἔχουν καὶ ἄλλες συνέπειες. Προκαλοῦν ἀνησυχία καὶ φόβο, ἐπιφέρουν ἀναστάτωση στὴν καθημερινότητα τῶν πολιτῶν, ὑποχρεώνουν τὰ κράτη νὰ λάβουν αὐστηρὰ μέτρα ἐλέγχου καὶ νὰ ἐπιβάλουν περιορισμοὺς στὴν ἐλευθερία τῶν κατοίκων, βλάπτουν τὸν τομέα τοῦ τουρισμοῦ (π.χ. ἡ δολοφονία τῶν δέκα Γερμανῶν τουριστῶν στὴν Κωνσταντινούπολη ποὺ τὴν ἐρήμωσε ἀπὸ τοὺς ξένους τουρίστες) καὶ γενικὰ βλάπτεται ἡ ὅλη οἰκονομία μιᾶς χώρας ἀλλὰ καὶ ἄλλοι κρατικοὶ τομεῖς, ἐνῶ ἐνισχύονται ἡ ξενοφοβία καὶ ὁ ρατσισμὸς. Τὰ κράτη ἀντιδροῦν μὲ στρατιωτικῆς καὶ ἀστυνομικῆς φύσεως μέτρα, περιοριστικὰ τῆς ἐλευθερίας καὶ τῆς δημοκρατίας. Γιὰ τὴν ὥρα ὅμως δὲν ὑπάρχει καὶ ἄλλος τρόπος ἀντίδρασης, ἕως ὅτου –καὶ αὐτὸ πρέπει νὰ γίνῃ– ἐπιτευχθεῖ συνεργασία καὶ συντονισμὸς δράσης ἀπὸ εὐρωπαϊκὰ καὶ ἄλλα κράτη, μὲ χρησιμοποίησι παραλλήλα πολιτικῶν μέσων καὶ στρατιωτικῆς ἰσχύος.

Ἔχει ἐπισημανθεῖ ὅτι τὸ I.K. διέπραξε δύο λάθη. Τὸ πρῶτο εἶναι τὸ μέγεθος τοῦ κτυπήματος πρὸ μηνῶν στὸ Παρίσι, ποὺ εἶχε ὡς ἀποτέλεσμα νὰ ἀφυπνίσει τὸν Δυτικὸ κόσμον καὶ νὰ τὸν κινητοποιήσῃ γιὰ συνεργασία καὶ κοινὴ δράση τῶν κρατῶν κατὰ τοῦ νέου ἐχθροῦ – ὅπως εἶχε πράξει ἡ Ἀμερικὴ μετὰ τὸ κτύπημα στὸ ἐμπορικὸ κέντρο τῆς Νέας Ὑόρκης, ποὺ χωρὶς νὰ ἔχει τὴ συγκατάθεσι τοῦ ΟΗΕ καὶ μόνη τῆς εἰσέβαλε στὸ Ἰράκ καὶ κατεδίωξε στὴ συνέχεια τὴν κεφαλὴ τῆς Ἀλ-Κάιντα, ἕως ὅτου ἐφόνευσε τὸν Μπὶν Λάντεν. Ἡ ἀφύπνισι ποὺ προανέφερα θὰ πιέσει πρὸς τὴν κατεύθυνσι τῆς ἐξέτασης καὶ υἱοθέτησης νέων στρατηγικῶν καὶ τακτικῶν, προσαρμοσμένων στὴν ἀντιμετώπισι τῆς νέας αὐτῆς μορφῆς πολέμου. Τὸ δεύτερο λάθος τοῦ I.K. εἶναι ὅτι ἐπεδίωξε καὶ ἐπέτυχε τὴν κατάκτησι ἐδαφῶν καὶ τὴν ἴδρυσι κράτους. Αὐτὸ συνιστᾷ καὶ τὴν ἀδυναμία του, διότι τὰ ἐδάφη καταλαμβάνονται καὶ τὰ κράτη διαλύονται, καὶ ἂν ἀκόμα εἴμεθα στὴ φάσι τῶν σὲ συνεργασία (κυρίως ΗΠΑ-Γαλλίας καὶ Ρωσίας) ἀεροπορικῶν βομβαρδισμῶν κατὰ τοῦ I.K., σὲ ἐπόμενη φάσι, καὶ ἀφοῦ μὲ τοὺς βομβαρδισμοὺς μειωθεῖ τὸ δυναμικὸ τῶν τζιχαντιστῶν ὥστε νὰ μετριασθεῖ πολὺ ἡ πιθανότητα ἀπωλειῶν, θὰ χρησιμοποιηθοῦν καὶ χερσαῖες δυνάμεις, διότι ἡ

Άεροπορία μόνη της ούτε καταλαμβάνει ούτε διατηρεί εδάφη. Όμως ποιά θα είναι τὸ ἀποτέλεσμα μετὰ τὴ διάλυση τοῦ Ι.Κ.; Θα εἶναι τὸ τέλος ἢ ἡ ἱστορία αὐτοῦ τοῦ πολέμου δὲν ἔχει ὄρατὸ –για τὴν ὥρα– τέλος, ἀφοῦ ἡ κινήτρια δύναμη τῶν τζιχαντιστῶν βρίσκεται στὴν ἰδεολογία τους (ὅσο παράξενη καὶ παράλογη καὶ ἂν εἶναι) καὶ αὐτὴ δὲν καταστρέφεται ἀπὸ τὰ ὅπλα καὶ μᾶλλον δὲν θὰ παύσει μὲ τὴ διάλυση τοῦ Ι.Κ., ἀλλὰ θὰ συνεχίσει, ἴσως σὲ μικρότερη κλίμακα, τὴν τρομοκρατικὴ δράση της. Σὲ πολλὰ μέρη τῆς Ἀφρικής, τῆς Εὐρώπης, τῆς Ἀσίας, τὸ Ι.Κ. ἔχει δημιουργήσει πυρῆνες τζιχαντιστῶν καὶ μάλιστα ἀπὸ ἐντοπίους. Αὐτοὶ θὰ θελήσουν νὰ συνεχίσουν τὴ δράση τους. Σὲ ἕκτακτη συνεδρία τοῦ Συμβουλίου Ἀσφαλείας τοῦ ΟΗΕ (24 Σεπτεμβρίου 2014) ἔγιναν γνωστοὶ ἐντυπωσιακοὶ ἀριθμοὶ Εὐρωπαίων ποὺ ἔχουν ἐνταχθεῖ στοὺς τζιχαντιστές, 500 Βρετανοί, 1.000 Γάλλοι ἀλλὰ καὶ Βέλγοι, Ὀλλανδοί, ἐκ τῶν ὁποίων πολλοὶ γηγενεῖς.

Ἐθίξαμε τὴν ἰδεολογία καὶ ἐπεσημάναμε ὅτι αὐτὴ δὲν ἀποβάλλεται ἢ ἀλλάζει ἀπὸ τὴ δράση τῶν ὅπλων. Οἱ ἰδέες ἀλλάζουν μόνον ἀπὸ ἄλλες ἰδέες, ἀλλὰ ποιές εἶναι αὐτές οἱ ἄλλες ἰδέες ποὺ θὰ ἀντιταχθοῦν στὸν τζιχαντικὸ παραλογισμό, ὁ ὁποῖος μάλιστα εἶναι θεόπνευστος καὶ λειτουργεῖ στὴ βάση πίστεως; Μοῦ εἶναι πολὺ δύσκολο νὰ ἀντιληφθῶ, πολὺ περισσότερο νὰ κατανοήσω, τὸν ψυχικὸ κόσμο καὶ τὸν τρόπο σκέψης αὐτῶν τῶν ἀνθρώπων καὶ δὲν θὰ ἐπιχειρήσω κάποια ἀνάλυση τοῦ παράδοξου αὐτοῦ φαινομένου, τοῦ τζιχαντισμοῦ. Ἀντλῶ μόνον κάποια στοιχεῖα ἀπὸ τὴν τελευταία ἐργασία τοῦ κ. Νικήτα Ἀλιπράντη, ἀντεπιστέλλοντος μέλους τῆς Ἀκαδημίας, μὲ τίτλο *Ἀνελεύθερος ὁ 21ος αἰώνας*; ὁ ὁποῖος εἶναι καὶ κατὰ πολὺ ἀρμοδιότερος ἐμοῦ, ὡς κοινωνιολόγος. Γράφει: «Ὁ ἱερὸς πόλεμος εἶχε λάβει ἐπίσημη θεολογικὴ κατοχύρωση καὶ εἶχε καταστῆ ἕνας ἀπὸ τοὺς πυλώνες τοῦ Ἰσλάμ, ἄσχετα ἂν ὁ ὅρος Τζιχάντ στὶς ἀρχικὲς σουράτες τοῦ Κορανίου μποροῦσε νὰ ἐρμηνευθεῖ πνευματικά, ὡς ἀγώνας τοῦ ἀτόμου κατὰ τῶν παθῶν του». Τὴ θεολογικὴ κατοχύρωση τοῦ ἱεροῦ πολέμου τὴν ἐπισημαίνει καὶ ὁ Ἀρχιεπίσκοπος Ἀναστάσιος τῆς Ἀλβανίας στὸ περὶ Ἰσλάμ βιβλίο του ποὺ πρόσφατα ἐπανεκδόθηκε.

Ἐπίσης γράφει ὁ κ. Ἀλιπράντης ὅτι: «Τὰ σημερινὰ τζιχαντιστικὰ μορφώματα, μὲ πρῶτο τὸ Ι.Κ., ἔχουν τὰ χαρακτηριστικὰ ἐνὸς τυφλοῦ θρησκευτικοῦ ὀλοκληρωτισμοῦ, ποὺ ἀσκεῖται μὲ τρομοκρατία καὶ ἐξόντωση, ἀσχέτως φυλετικῆς προέλευσης καὶ ἡλικίας, σὲ ὅποιονδήποτε δὲν ἀσπάζεται τὴ θεοκρατία τοῦ ριζοσπαστικοῦ σουνιτικοῦ Ἰσλάμ». Καὶ ἕνα τρίτο ἀπόσπασμα: «Αὐτὸ σημαίνει ὅτι ὅσοι δὲν ἀσπάζονται τὸ σουνιτικὸ Ἰσλάμ

και μάλιστα την άκραιφνή έκδοχή του, όποια πίστη, θρήσκευμα, κοσμοθεωρία και αν έχουν (δηλαδή άνιμιστές, βουδιστές, ινδουιστές, άθεοι, άγνωστικιστές κ.λπ.), πρέπει, χάριν του Άλλάχ, να εκτελοούνται). Οί τζιχαντιστές έπομένως είναι έχθροί όχι κάποιων ανθρώπων, ομάδων ή κοινωνιών, αλλά έχθροί τής ανθρωπότητας. Διότι στην ανθρωπότητα θέλουν να επιβάλουν τó δικό τους πιστεύω, τή δική τους αλήθεια. Οί πόλεμοι άνέκαθεν απέβλεπαν στην κατάκτηση έδαφών, στην έπιβολή κυριαρχίας και στην ύποδούλωση, για ίκανοποίηση οικονομικών προσδοκιών κυρίως. Αυτός ó πόλεμος, του ίσλαμικού τζιχαντισμού, αποβλέπει στην έπιβολή πρωτόγονης ίσλαμικής ιδεολογίας και τρόπου ζωής, που άντιβαίνουν στη λογική, στον ανθρωπισμό, στις αξίες τής ζωής, στο πολιτισμικό ύπόβαθρο τών σημερινών κοινωνιών. Δέν είναι μόνο θρησκεία, είναι κοσμοθεωρία με στόχο την έπικράτησή της παγκοσμίως. Τó έρώτημα είναι πώς καταπολεμάται. Και βέβαια δέν έχει άπαντηθεί ακόμα κατά πειστικό τρόπο.

Η νέα αυτή μορφή πολέμου, του ασύμμετρου πολέμου, επιβάλλει άλλαγή στρατηγικών και τακτικών δογμάτων. Τó θέμα είναι πλέον γενικά τέτοιο, ασφαλείας, όχι κλασικής άμύνης. Στην πρό μηνών ήμερίδα του Γραφείου Στρατιωτικών Θεμάτων, αυτό ήταν τó γενικό θέμα μας, ή ασφάλεια. Οί Ένοπλες Δυνάμεις πρέπει να μπορούν πλέον να άνταποκρίνονται σε θέματα ασφαλείας (περιλαμβανομένης και τής άμύνης), με άναπροσαρμογή τής εκπαίδευσής των και τής άποστολής των στα νέα δεδομένα. Όργανωτικά, ύπεστηρίχθη στην ήμερίδα ότι άναγκαιεί ένα Έθνικό Συμβούλιο Ασφαλείας (κατά τά πρότυπα άλλων κρατών, ΗΠΑ, Γαλλίας) με ένιαία Έθνική Πολιτική Ασφαλείας, που να συντονίζει όλους τους φορείς ασφαλείας.

Βέβαια, για την ώρα ή χώρα παραμένει στο άπυρόβλητο, όταν σε άλλες εύρωπαϊκές χώρες ή καθημερινότητα έχει πολύ αλλάξει και, μιá και τó οικονομικό ζήτημα έχει τά πρωτεία και όλοι άσχολούνται με αυτό, ή ασφάλεια μπορεί να περιμένει. Κατά τή γνώμη μας, ή χώρα παραμένει στο άπυρόβλητο διότι σαν την κύρια πύλη εισόδου του μεταναστευτικού ρεύματος έξυπηρετεί τή διακίνηση ατόμων του τζιχαντισμού. Πρό τινος συνελήφθη Έλβετή τζιχαντίστρια στα σύνορά μας (στούς Κήπους του Έβρου) και παλαιότερα έχει έξακριβωθεί ότι διακινήθηκαν τζιχαντιστές μέσα από τή χώρα μας. Άλλά και πρό ήμερών συνελήφθησαν δύο στην Άλεξανδρούπολη. Τó άγαθó τής ασφαλείας, διότι περι άγαθοϋ πρόκειται, δέν είναι έσαι δεδομένο και άπαραβίαστο. Άν παραβιασθεί, τότε πολλά πράγματα και

πολλοί τομείς του σημερινού κεκτημένου του ελληνικού λαού θα αλλάξουν. Υπάρχει και άλλος λόγος για το προμνησθέν άπυρόβλητο και αυτός είναι το γεγονός ότι στη χώρα μας υπάρχει μια μουσουλμανική μειονότητα στη Θράκη που δεν υπερβαίνει το 1% του πληθυσμού. Όμως στα τόσα χρόνια του μεταναστευτικού φαινομένου, φθάσαμε να έχουμε σήμερα πολύ ύψηλότερο ποσοστό μουσουλμάνων (ίσως το ύψηλότερο στην Ευρώπη αναλογικά με τον πληθυσμό), κάτι που δεν διαφεύγει και μάλλον ιδιαίτερα πρέπει να εκτιμᾶ το Ι.Κ.

Αν επιδιώκουμε να ξεπεράσουμε την κρίση και να πορευθοῦμε αναπτυξιακά, αυτό μόνο σε περιβάλλον ασφαλείας μπορεί να επιτευχθεῖ.

Τελειώνοντας με τον ασύμμετρο πόλεμο, θα ήθελα να επισημάνω μια μεγάλη άνησυχία ὅσων μελετοῦν τὸ θέμα αυτό. Ἡ περίπτωση να περιέλθουν στὰ χέρια τῶν τζιχαντιστῶν πυρηνικά ὕλικά (ἡ σχεδίαση φορητῶν μικρῶν πυρηνικῶν ὄπλων, τῶν μίνι-νιούκς, εἶναι πραγματικότητας), καθώς και ὕλικά χημικοῦ και βιολογικοῦ πολέμου, τοὺς τρομάζει, διότι δὲν θὰ ὑπάρχει διασταγμὸς νὰ χρησιμοποιηθοῦν.

Υβριδικὸς πόλεμος

Μια ἄλλη μορφή πολέμου, που στοιχεῖα δράσης του παρακολουθοῦνται ἀπό τινων ἐτῶν, εἶναι ὁ ἀποκληθεῖς «ύβριδικὸς» πόλεμος. Ὑβρίδιο εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα διασταύρωσης και τὸ ὄνομά του προφανῶς ὀφείλεται στὸ ὅτι και αὐτὸς προέρχεται ἀπὸ διασταύρωση, μὴ και χρησιμοποιεῖ τρόπους δράσης τόσο ἀπὸ τὸν κλασικὸ ὅσο και ἀπὸ τὸν ασύμμετρο πόλεμο. Ἡ δράση του ἀνιχνεύτηκε πρὸ ἐτῶν, ἀλλὰ μία πλέον ὀλοκληρωμένη εἰκόνα αὐτοῦ τοῦ εἴδους τοῦ πολέμου ἀποκτήθηκε ἀπὸ τὴν περίπτωση τῆς Κριμαίας, ἡ ὁποία πρὸ διετίας (Μάρτιος τοῦ 2014) ὕστερα ἀπὸ μὴ ἐσωτερικὴ ἀναταραχὴ προσαρτήθηκε στὸ ρωσικὸ κράτος. Ἡ δράση του πρωτοανιχνεύτηκε τὸ 2006, ὅταν δυνάμεις τοῦ Ἰσραὴλ ἐξεστράτευσαν κατὰ τῆς ὀργάνωσης «Χετζμπολάχ» στὸν Λίβανο. Τότε, 30.000 τακτικοῦ στρατοῦ τῶν Ἰσραηλινῶν ἐπετέθησαν κατὰ τῶν 3.000 μαχητῶν τῆς Χετζμπολάχ. Οἱ τελευταῖοι, με τὴν ὕλικὴ ὑποστήριξη τῶν Ἰρανῶν, διέθεταν ἄρτια, πολὺ σύγχρονο ἐξοπλισμὸ και χρησιμοποιώντας τακτικὴ δράσης κατὰ μικροὺς πυρῆνες τὴ νύκτα, παράλληλα με προπαγάνδα, ἠλεκτρονικὸ πόλεμο, παραπληροφόρηση, σαμποτάζ και κάλυψη στίς πόλεις και στὸν πληθυσμὸ, ἐπέτυχαν σοβαρὰ κτυπήματα κατὰ τῶν Ἰσραηλινῶν, χωρὶς νὰ διαθέτουν τὰ ἄρματα

μάχης, τὸ πυροβολικὸ καὶ τὴν ἀεροπορικὴ ὑποστήριξη τῶν Ἰσραηλινῶν. Τελικὰ, καὶ μὲν οἱ Ἰσραηλινοί, παρὰ τὶς ἀπώλειες, δὲν μποροῦμε νὰ ποῦμε ὅτι ἠττήθησαν στὸ πεδίο τῆς μάχης, διότι πεδίο μάχης κατ' ἀντιπαράταξη δὲν ὑπῆρξε, ὅμως χάρη στὴν καλὴ χρῆση τῶν ἐπικοινωνιακῶν συστημάτων ἀπὸ τῆ Χετζμπολάχ ἐπεκράτησε ἡ ἄποψη ποὺ τὴν ἤθελε νικητρία.

Μέσα καὶ τρόποι δράσης ὑβριδικοῦ πολέμου χρησιμοποιήθηκαν ἀργότερα ἀπὸ τὸ Ι.Κ. στὸ Ἰράκ καὶ στὴ Συρία καὶ ἀπὸ τὴ Ρωσία στὴν Οὐκρανία καὶ κατ' ἐξοχὴν στὴν Κριμαία, ἀπὸ ὅπου ἔμειναν γνωστὰ (αὐτὰ πράσινα ἀνθρωπάκια). Ἐπρόκειτο γιὰ καλὰ ἐκπαιδευμένους Ρώσους στρατιωτικοὺς στὸν ἀνορθόδοξο πόλεμο, ποὺ εἶχαν διεισδύσει στὴν Κριμαία χωρὶς στολὴ καὶ διακριτικά, χωρὶς ἔγγραφα ποὺ νὰ δηλώνουν προέλευση (γι' αὐτὸ καὶ ὁ ὑβριδικὸς ὀνομάζεται καὶ πόλεμος χωρὶς ταυτότητα) μὲ ἀποστολή, σὲ συνεργασία μὲ τοὺς ντόπιους ρωσόφιλους, νὰ ἀποδιοργανώσουν τὴν κρατικὴ μηχανή, νὰ δημιουργήσουν πολιτικὴ ἀστάθεια, νὰ παραλύσουν συγκοινωνίες καὶ ἐπικοινωνίες, νὰ ἐπιβληθοῦν στὰ ΜΜΕ καί, τελικὰ, νὰ κάνουν τὸν πληθυσμὸ νὰ προτιμῆσει τὴ Μόσχα ἀπὸ τὸ Κίεβο.

Μελετητὲς τοῦ πολέμου καὶ Στρατιωτικὰ Ἐπιτελεῖα, καθὼς καὶ τὸ ΝΑΤΟ, προσπαθοῦν νὰ βροῦν ἀπάντηση στὸ μεγάλο ἐρώτημα. Οἱ μεγάλοι καὶ ἰσχυροὶ παραδοσιακοὶ στρατοὶ μποροῦν ἢ ὄχι νὰ ἀντιδράσουν ἀποτελεσματικὰ στὸν ὑβριδικὸ πόλεμο; Γιὰ τὴν ὥρα δὲν ὑπάρχει ἀπάντηση, τὸ θέμα μελετᾶται.

Εἶναι παράδοξο καὶ ἔχουμε αἰφνιδιασθεῖ, ὁμολογοῦν οἱ στρατηγικοὶ μελετητὲς. Ἐπὶ χρόνια οἰκοδομοῦμε πανίσχυρους στρατοὺς καὶ τώρα δὲν ἔχουμε μιὰ ἱκανοποιητικὴ ἀπάντηση γιὰ τὸν ὑβριδικὸ πόλεμο.

Ἦναι πολλοὶ ὀρισμοὶ γιὰ τὸν ὑβριδικὸ πόλεμο. Ἕνας σύντομος ὀρισμὸς δόθηκε ἀπὸ τὸ Ἐπιτελεῖο Στρατοῦ τῶν ΗΠΑ, ὅτι δηλαδὴ ὁ ὑβριδικὸς πόλεμος εἶναι ἓνας πόλεμος ποὺ ἐνσωματώνει ποικίλους καὶ δυναμικοὺς συνδυασμοὺς συμβατικῶν καὶ ἀνορθόδοξων δυνατοτήτων, μαζὶ μὲ τρομοκρατικὴ δράση, ἐγκληματικότητα, προπαγάνδα καὶ μηχανισμοὺς παραλυτικῆς ἀποδιοργάνωσης τοῦ κράτους στόχου. Σὲ αὐτὸ τὸ τελευταῖο, τὴν παράλυση τῆς κρατικῆς μηχανῆς, συμβάλλει ὁ λεγόμενος «κυβερνοπόλεμος», ποὺ εἶναι μία ἀπὸ τὶς συνιστώσες τοῦ ὑβριδικοῦ πολέμου. Ὁ εἰδικὸς στὸν κυβερνοπόλεμο Γκι-Φίλιπ Γκόλντσταϊν γράφει: «Τὸ πρόβλημα μὲ τὸν κυβερνοπόλεμο εἶναι πῶς ὅλα γίνονται ἠλεκτρονικά, κανεὶς δὲν κρατᾷ τὸ πιστόλι ἀπέναντί σου. Πιστέψτε με ὅμως, στὸν σύγχρονο κόσμον ἓνα ἠλεκτρονικὸ μπλᾶκ-ἄουτ μπορεῖ νὰ ἀχρηστεύσει ὅποιαδήποτε ἄμυνα καὶ νὰ

καταστήσει ακόμα και τους ισχυρότερους στρατούς αδύναμους». Μόλις τόν περασμένο Δεκέμβριο είχαμε ηλεκτρονικές επιθέσεις, οι οποίες έθεσαν ένένα μεγάλα έργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ούκρανία εκτός λειτουργίας. Οι ένδείξεις φέρουν σάν υπεύθυνη τή Ρωσία.

Όσο πλέον προηγμένη είναι μια χώρα σέ θέματα τεχνολογίας, με χρησιμοποίηση διαδικτυακών συστημάτων και ηλεκτρονικών μέσων για τή διοίκηση και τή διαχείριση κυβερνητικών τομέων, τόσο πλέον εύάλωτη είναι στόν ύβριδικό πόλεμο.

Ό ύβριδικός πόλεμος εύνοείται όταν στή χώρα-στόχο υπάρχει και διαβιοϊ μειονότητα από όμοιους τοῦ διεξάγοντος τόν ύβριδικό πόλεμο ή από φίλα προσκείμενους, όπως στήν περίπτωση τής Κριμαίας.

Άναφέραμε ότι οι πρώτες ένδείξεις ύβριδικού πολέμου άνιχνεύτηκαν μόλις πρό όλίγων έτών. Αυτό δέν είναι άπόλυτα άκριβές, διότι ό άνθρωπος άνέκαθεν προσπαθοῦσε νά έξεύρει τρόπους, «τεχνάσματα» ή «στρατηγήματα», όπως τά άποκαλοῦσε, προκειμένου νά έχει ένα πλεονέκτημα έναντι τοῦ αντιπάλου. Έπεζητοῦσε πάντα τόν άιφνιδιασμό, τó άπροσδόκητο, τήν έξαπάτηση, τήν τεχνική άνωτερότητα έναντι τοῦ αντιπάλου. Ό Δούρειος Ίππος τοῦ Όδυσσέα, πρό τριών χιλιάδων έτών, ίσως νά ήταν ή αρχή.

Ό ύβριδικός πόλεμος, αυτό τó ύβρίδιο τοῦ κλασικοῦ και τοῦ ασύμμετρου πολέμου, φαίνεται ότι θα έχει μέλλον. Ίδωμεν.

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΔΗΜΟΣΙΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 17ΗΣ ΜΑΡΤΙΟΥ 2016

Η ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΟΥ ΑΝΤΕΠΙΣΤΕΛΛΟΝΤΟΣ ΜΕΛΟΥΣ
κ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ Α. ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΥ

1. Είσαγωγή

1.1. Αντικείμενο και ιστορικό πλαίσιο αναφοράς

Η μελέτη και ανάλυση τῶν φαινομένων πού ἀφοροῦν τὸ σύστημα τῶν μεταφορῶν καὶ τῆς κυκλοφορίας ἔχει βασισθεῖ τὰ τελευταῖα 60 χρόνια (δηλαδή ἀπὸ τὴν ἐμφάνιση τοῦ κλάδου τῶν Μεταφορῶν καὶ Συγκοινωνιῶν ὡς ἀνεξάρτητου ἐπιστημονικοῦ κλάδου μέχρι σήμερα) σὲ μιὰ πληθώρα μαθηματικῶν μοντέλων καὶ ἀναλυτικῶν μεθόδων πού στὴν οὐσία ἀποτυπώνουν τὴν ἀνθρώπινη συμπεριφορὰ ὅπως αὐτὴ ἐκδηλώνεται στὰ διάφορα φαινόμενα τῶν καθημερινῶν μετακινήσεων καὶ μεταφορῶν. Ἡ μαθηματικὴ ἐπιστήμη, μὲ τὶς θεωρίες καὶ τὰ ἐργαλεῖα πού αὐτὴ προσφέρει, ἀλλὰ καὶ οἱ διάφορες ἄλλες ἐπιστῆμες, ἀπὸ τὶς ὁποῖες ἡ ἐπιστήμη τῶν Μεταφορῶν καὶ Συγκοινωνιῶν δανεῖζεται θεωρίες καὶ νόμους γιὰ νὰ μπορέσει νὰ ἐρμηνεύσει τὰ φαινόμενα τοῦ τομέα τῆς, ἀποτελοῦν τὸν πολῦτιμο τροφοδότη πάνω στὸν ὁποῖο βασίστηκε ἡ μέχρι σήμερα ἀνάπτυξη τῆς νέας ἐπιστήμης.

Ἀφορμὴ γιὰ τὴν ἐργασία αὐτὴ ἀποτελέσε ἀφενὸς ἡ ἀνάγκη γιὰ ἀξιολόγηση τῆς πολυετοῦς ἐμπειρίας ἀπὸ τὴ διαμόρφωση καὶ χρῆση μαθηματικῶν μοντέλων καὶ σχέσεων στὸν κλάδο τῶν Μεταφορῶν καὶ Συγκοινωνιῶν ἀλλὰ

ἀφετέρου καὶ ἡ πολὺ ἐνδιαφέρουσα διαλεκτικὴ ποὺ ἀναπτύχθηκε τὰ τελευταῖα 60 χρόνια σχετικὰ μὲ τὴν ἀποτελεσματικότητα τῶν μαθηματικῶν σὲ διάφορες ἐπιστῆμες. Ἡ διαλεκτικὴ αὐτὴ ξεκίνησε μὲ ἓνα ἄρθρο τοῦ Eugene Wigner τὸ 1960 σχετικὰ μὲ τὴν «παράλογη» (ὅπως τὴν ἀποκάλεσε) «ἀποτελεσματικότητα τῶν μαθηματικῶν στὶς φυσικὲς ἐπιστῆμες» (The unreasonable effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences), στὸ ὁποῖο ἀμφισβητεῖται ἡ πλήρης καὶ οὐσιαστικὴ ἀποτελεσματικότητα τῶν μαθηματικῶν στὸ νὰ περιγράφουν τὰ διάφορα φυσικὰ φαινόμενα· τίθεται τὸ ἐρώτημα ἂν ἡ παρατηρούμενη ἀποτελεσματικότητα εἶναι οὐσιαστικὴ καὶ ἱκανὴ νὰ μᾶς ὁδηγήσει στὴν «τελικὴ ἀλήθεια» (ultimate truth) ἢ πρόκειται γιὰ συμπτωματικὸ φαινόμενο (WIGNER 1960). Στὸ ἴδιο ἄρθρο ὁ Wigner δηλώνει ὅτι ἡ ἀποτελεσματικότητα τῶν μαθηματικῶν ποὺ παρατηρεῖται στὶς φυσικὲς ἐπιστῆμες εἶναι κάτι ποὺ συνορεύει μὲ τὸ μυστηριῶδες καὶ σὲ τελευταῖα ἀνάλυση εἶναι «ἓνα θαυμάσιο δῶρο τὸ ὁποῖο οὔτε καταλαβαίνουμε οὔτε μᾶς ἀξίζει».

Θέσεις καὶ ἀπόψεις σχετικὰ μὲ τὴ σχέση τῶν μαθηματικῶν μὲ τὶς φυσικὲς ἀλλὰ στὴ συνέχεια καὶ μὲ ἄλλες ἐπιστῆμες διατυπώθηκαν ἀπὸ διάφορους ἐρευνητὲς στὰ ἐπόμενα 50 περίπου χρόνια μετὰ τὴ δημοσίευση τοῦ ἀρχικοῦ ἀρθροῦ τοῦ Wigner. Εἰδικότερα, τέσσερα χρόνια μετὰ τὴ δημοσίευση τοῦ Wigner, ὁ Dyson δημοσίευσε ἄρθρο-σχόλιο σχετικὰ μὲ τὴ χρῆση τῶν μαθηματικῶν στὶς φυσικὲς ἐπιστῆμες, ὅπου χαρακτήριζε τὴ χρῆση τῶν μαθηματικῶν ὡς «γέφυρες ἀπὸ χιόνι πάνω ἀπὸ γκρεμούς ἄγνοιας» (DYSON 1964). Ἀνάλογη θέση πῆρε ἀρκετὰ χρόνια μετὰ τὴ δημοσίευση τοῦ Dyson καὶ ὁ R. W. Hamming σὲ ὁμιλία του στὴ Μαθηματικὴ Ἐταιρεία τῆς Ἀμερικῆς (HAMMING 1980), ὅπου ἀνέπτυξε τὴ θέση ὅτι τὰ μαθηματικὰ ἐργαλεῖα ποὺ διαθέτουμε μᾶς κάνουν νὰ «βλέπουμε αὐτὸ ποὺ θέλουμε νὰ δοῦμε» καὶ ὅτι ἡ λογικὴ τῶν μαθηματικῶν δὲν πρέπει νὰ εἶναι τὸ μόνον ἐργαλεῖο ποὺ πρέπει νὰ χρησιμοποιοῦμε γιὰ νὰ κατανοήσουμε τὴ φύση. Ἄλλοι διακεκριμένοι μαθηματικοὶ (HUT κ.ἄ. 2006, LAX 2008, NÚÑEZ 2008) δημοσίευσαν ἐπίσης ἐκτεταμένους προβληματικὲς μὲ δεδομένα καὶ ἀπόψεις πάνω στὸ θέμα τῆς σχέσης τῶν μαθηματικῶν μὲ τὴ φυσικὴ.

Ἄλλοι συγγραφεῖς ἀσχολήθηκαν μὲ τὴ σχέση μαθηματικῶν καὶ ἄλλων ἐπιστημονικῶν κλάδων. Ἔτσι, ὁ Stefan Burr ἀναφέρθηκε στὸ ἴδιο θέμα ἐξειδικεύοντάς το στὸν τομέα τῆς θεωρίας τῶν ἀριθμῶν (BURR 1993) καὶ ἀργότερα ὁ Arthur Lesk τὸ ἐξειδίκευσε γιὰ τὸν τομέα τῆς μοριακῆς βιολογίας (LESK 2000). Στὶς πιὸ πρόσφατες ἀναφορὲς ἀξίζει νὰ ἀναφερθεῖ αὐτὴ

του Vela Velupillai, ο οποίος μελέτησε το θέμα της σχέσης των μαθηματικών με την οικονομική θεωρία, παραφράζοντας μάλιστα την αρχική έκφραση του Wigner και μιλώντας για την «παράλογη αναποτελεσματικότητα» των μαθηματικών στις οικονομικές επιστήμες (VELUPILLAI 2005).

Τέλος, ο Jason Scott Nicholson προσπάθησε μια φιλοσοφική προσέγγιση χρησιμοποιώντας ως βάση τη φιλοσοφική θεωρία της «μεταφυσικής της ποιότητας» (metaphysics of quality) του Robert Pirsig (PIRSIG 1974). Με τη χρήση της θεωρίας αυτής ο Nicholson αποδίδει μεταφυσικές ιδιότητες στα μαθηματικά, τονίζοντας ότι τα μαθηματικά εμπίπτουν στην ίδια κατηγορία διλημμάτων που αφορούν τη διάκριση μεταξύ πνεύματος και ύλης ή τη δυαδική φύση σωματιδίου και κύματος στην κβαντική θεωρία κ.ο.κ. Η θέση που διατυπώνει είναι ότι διερευνώντας την αποτελεσματικότητα των μαθηματικών στις φυσικές επιστήμες είναι σαν να διερευνούμε το κατά πόσον τα μαθηματικά εφευρίσκονται ή ανακαλύπτονται ή κατά πόσον είναι τέχνη ή επιστήμη κ.ο.κ. (NICHOLSON 2012).

Η παραπάνω επιστημονική συζήτηση και αντιπαράθεση απόψεων για τη σχέση των μαθηματικών με διάφορες άλλες επιστήμες, που διαρκεί τώρα μισό αιώνα, υπήρξε το έναυσμα και η οπτική γωνία για την παρούσα μελέτη του ίδιου θέματος σε σχέση με την επιστήμη των Μεταφορών και Συγκοινωνιών. Επί πλέον η αποτελεσματικότητα των μαθηματικών και η εφαρμοσιμότητα των νόμων της φυσικής στις μεταφορές και συγκοινωνίες αφορούν στην ουσία και το ερώτημα κατά πόσον η ανθρώπινη συμπεριφορά (όπως αυτή εκδηλώνεται μέσα από τις επιλογές και τη συμπεριφορά των μετακινουμένων) μπορεί να αποδοθεί με μαθηματικά εργαλεία και θεωρίες.

Τα βασικά συνεπώς ερωτήματα στα όποια επιχειρεί να απαντήσει ή παρούσα εργασία είναι δύο: α) Πόση συνάφεια ή συμβατότητα υπάρχει μεταξύ των νόμων των μαθηματικών και της φυσικής και της ανθρώπινης συμπεριφοράς, όπως αυτή εκφράζεται στις καθημερινές μας μετακινήσεις αλλά και τις άλλες διαδικασίες μεταφορών; και β) Πόσο αποτελεσματικά υπήρξαν τα μαθηματικά σαν εργαλεία μελέτης και ανάλυσης των ίδιων φαινομένων;

Διευκρινίζεται ότι στα επόμενα με τον όρο «μαθηματική σχέση» εννοούμε μια απλή μαθηματική σχέση (εξίσωση ή ανίσωση), ενώ με τον όρο «μαθηματικό μοντέλο» δύο ή περισσότερες μαθηματικές σχέσεις που λειτουργούν σε συνδυασμό ή συνάρτηση ή μια με την άλλη.

1.2. Η χρήση τῶν μαθηματικῶν στὴν ἐπιστήμη τῶν Μεταφορῶν καὶ Συγκοινωνιῶν

Ἡ χρήση τῶν διαφόρων ἐργαλείων ποὺ προσφέρει ἡ ἐπιστήμη τῶν Μαθηματικῶν καὶ ἡ παράλληλη υἰοθέτηση θεωριῶν καὶ νόμων ἀπὸ ἄλλες ἐπιστῆμες, γιὰ νὰ ἐξηγηθοῦν καὶ ποσοτικοποιηθοῦν τὰ διάφορα φαινόμενα τῶν μετακινήσεων, τῶν μεταφορῶν καὶ τῆς κυκλοφορίας, ἀφοροῦν κυρίως τὴ μελέτη τεσσάρων βασικῶν σταδίων μέσα ἀπὸ τὰ ὁποῖα ἡ ἐπιστήμη τῶν Μεταφορῶν καὶ Συγκοινωνιῶν μελετᾶει καὶ διατυπώνει μὲ ἀντίστοιχα μαθηματικὰ μοντέλα τὴ ζήτηση γιὰ μετακινήσεις ἢ μεταφορές. Τὰ τέσσερα αὐτὰ στάδια εἶναι:

- i. «Γένεση» τῶν μετακινήσεων, ποὺ ἀφορᾷ τὴν ἐκτίμηση τῶν συνολικὰ παραγόμενων ἢ ἐλκόμενων μετακινήσεων σὲ μιὰ περιοχὴ,
- ii. «Κατανομὴ» τῶν μετακινήσεων στὸν χῶρο, ποὺ ἀφορᾷ τὴν ἐπιλογή προορισμοῦ μιᾶς μετακίνησης,
- iii. «Ἐπιλογή μεταφορικῶν μέσων», δηλαδή τὴν ἀπόφαση γιὰ τὸ ποῖο μεταφορικὸ μέσο θὰ χρησιμοποιήσουμε, καὶ τέλος
- iv. «Ἐπιλογή τῆς διαδρομῆς» ποὺ θὰ ἀκολουθήσει ἕνας μετακινούμενος στὸ ἀντίστοιχο μεταφορικὸ δίκτυο, μὲ ἀποτέλεσμα τὸν προσδιορισμὸ τῶν τελικῶν κυκλοφοριακῶν φόρτων στὰ ἀντίστοιχα μεταφορικὰ δίκτυα.

Ἐπὶ πλεόν, πολλὲς ἐφαρμογὲς ἐξελιγμένων μαθηματικῶν θεωριῶν καὶ μοντέλων ἔχουν ἀναπτυχθεῖ καὶ στὸ πλαίσιο τῆς λεγόμενης «θεωρίας κυκλοφοριακῆς ροῆς», ποὺ εἶναι κλάδος τῆς ἐπιστήμης τῶν Μεταφορῶν καὶ Συγκοινωνιῶν καὶ θεραπεύει τὴ μελέτη καὶ ἀνάλυση τῆς κυκλοφοριακῆς ροῆς σὲ ἕνα μεταφορικὸ δίκτυο.

Στὰ 60 περίπου χρόνια ὑπαρξῆς τῆς ἐπιστήμης τῶν Μεταφορῶν καὶ Συγκοινωνιῶν μποροῦν νὰ διακριθοῦν τρεῖς μεγάλες περίοδοι ὅσον ἀφορᾷ τὴ δημιουργία καὶ χρῆση μαθηματικῶν μοντέλων:

A. Ἡ ἀρχικὴ περίοδος μέχρι τὰ μέσα τῆς δεκαετίας τοῦ '80, ἡ ὁποία χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὴ σχεδὸν καθολικὴ υἰοθέτηση καὶ χρῆση μαθηματικῶν μοντέλων βασισμένων κυρίως στοὺς νόμους τῆς φυσικῆς. Κατὰ τὴν περίοδο αὐτὴ δημιουργήθηκε πλῆθος μαθηματικῶν σχέσεων βασισμένων στοὺς νόμους τῆς κλασικῆς φυσικῆς, οἱ ὁποῖες χρησιμοποιήθηκαν γιὰ νὰ περιγράψουν τὰ φαινόμενα τῶν μετακινήσεων καὶ τῶν μεταφορῶν. Στις θεωρήσεις αὐτὲς οἱ μετακινούμενοι νοοῦνται ὡς σύνολα, χωρισμένοι συνήθως σὲ ὁμοιογενεῖς ὁμάδες, προσέγγιση ποὺ εἶναι γνωστὴ μὲ τὸν ἀγγλικὸ

όρο *aggregated approach*. Από τις διάφορες αξιολογήσεις τών αποτελεσμάτων τών προσπαθειών αυτών προκύπτει μιὰ γενικότερη άστοχία, όπως χαρακτηριστικά αναφέρει σχετικό άρθρο τής έποχής (WILLIAMS – ORTÚZAR 1982, σ. 345):

(«Στήν περασμένη δεκαετία διαπιστώνεται μιὰ σημαντική μείωση τής αξιοπιστίας τών προβλέψεων και τής σημασίας τών μεγάλης κλίμακας μοντέλων στή διαδικασία Σχεδιασμού τών Μεταφορών. Υπάρχουν τώρα μικρές μάλλον προσδοκίες ακρίβειας στήν πρόβλεψη τής συμπεριφοράς τών μετακινήσεων και πολλή από τήν έμπιστοσύνη (στά μοντέλα πρόβλεψης) που χαρακτηρίζει τήν περίοδο τών δεκαετιών του '60 και '70 φαίνεται να διαλύεται»).

Β. Η περίοδος τών δεύτερης γενιάς μαθηματικών σχέσεων και μοντέλων, ή όποια βασίζεται στή χρήση μεθόδων και τεχνικών από τήν οικονομική επιστήμη. Η περίοδος αυτή, από τὰ μέσα τής δεκαετίας του '80 μέχρι τὰ τέλη τής δεκαετίας του 2000, χαρακτηρίζεται από τήν υιοθέτηση οικονομικών κυρίως θεωριών και προσεγγίσεων με κύριο χαρακτηριστικό τήν «έξατομικευμένη» (disaggregated) θεώρηση τών μετακινουμένων. Οί αναλύσεις έδω, προκειμένου να δημιουργήσουν θεωρίες σχετικά με τις μετακινήσεις, χρησιμοποιούν κυρίως τις οικονομικές θεωρίες περι μεγιστοποίησης τής χρησιμότητας, περι έκλογικευμένης έπιλογής μεταξύ καταστάσεων και περι έξισορρόπησης μεταξύ προσφοράς και ζήτησης. Οί παράγοντες έπηρεασμού που λαμβάνονται υπόψη περιλαμβάνουν τήν άνάλυση του διαθέσιμου εισοδήματος, τήν άνάλυση τών ήμερήσιων δραστηριοτήτων τών μετακινουμένων και άλλες συναφούς περιεχομένου παραμέτρους. Θεμελιωτής τής περιόδου αυτής θεωρείται ο McFadden (McFADDEN 2000 και 2007), ενώ μιὰ συνολική απογραφική θεώρηση του μεγαλύτερου μέρους τής περιόδου αυτής βρίσκεται στήν άναφορά ΚΑΑ 2010.

Γ. Η παρούσα τρίτη περίοδος, ή όποια μόλις άρχισε και χαρακτηρίζεται από τή χρήση «μαζικών δεδομένων» και στοιχείων (big data) αλλά και μεγάλων ύπολογιστικών πακέτων που χρησιμοποιούν τεχνικές προσομοίωσης και ύπολογισμούς σε πραγματικό χρόνο.

Η πρακτική τής χρήσης μαθηματικών σχέσεων και μοντέλων στις μεταφορές άκολουθεί συνήθως τρία διακριτά στάδια:

1. Διατύπωση τής θεωρίας σχετικά με τή συμπεριφορά τών μετακινουμένων ή του φαινομένου που μελετάται. Η θεωρία αυτή βασίζεται συ-

νήθως είτε σε παρατηρήσεις σχετικά με επαναλαμβανόμενες συμπεριφορές και φαινόμενα, οι όποιες δικαιολογούν τη διατύπωση μιᾶς σχετικῆς θεωρίας, είτε σε ἀπ' εὐθείας υἰοθέτηση μιᾶς θεωρίας πού ἰσχύει σε ἄλλο ἐπιστημονικό χῶρο (κυρίως ἀπὸ τὶς φυσικὲς καὶ τὶς οικονομικὲς ἐπιστῆμες) καὶ χρῆση τῆς γιὰ τὴν περιγραφή τοῦ συγκεκριμένου φαινομένου πού μελετᾶται στὸν χῶρο τῶν Μεταφορῶν καὶ Συγκοινωνιῶν.

2. Διαμόρφωση τῶν μαθηματικῶν σχέσεων (ἢ ἀλγορίθμων) γιὰ νὰ ἐκφραστεῖ ἡ θεωρία μὲ τὶς κατάλληλες μαθηματικὲς σχέσεις ἢ μαθηματικὰ μοντέλα. Ἡ διαμόρφωση αὐτὴ ἀκολουθεῖ συνήθως μιὰ ἐπαγωγικὴ λογικὴ μὲ βάση τὴν ὁποία ἐπιλέγονται τὰ ἐπικρατέστερα καὶ καταλληλότερα μαθηματικὰ ἐργαλεῖα γιὰ νὰ προκύψουν οἱ σχέσεις.

3. «Βαθμονόμηση» (calibration) τῶν μαθηματικῶν σχέσεων, δηλαδὴ προσαρμογὴ τους στὰ ὑπάρχοντα στοιχεῖα μετρήσεων καὶ δεδομένων καὶ ποσοτικοποίηση τῶν παραμέτρων τους, ἔτσι ὥστε τὰ ἀποτελέσματα νὰ προσεγγίζουν τὰ πραγματικὰ δεδομένα πού ἔχουν προκύψει εἴτε ἀπὸ τὶς ἀπ' εὐθείας μετρήσεις εἴτε μὲ βάση δευτερογενῆ δεδομένα πού προκύπτουν ἀπὸ πρακτικὲς ὅπως προσομοίωση ἢ κατάλληλοι ἀλγόριθμοι.

Σὲ ὅλες τὶς παραπάνω περιόδους ἡ χρῆση τῶν μαθηματικῶν ἐργαλείων εἶναι καθολικὴ καὶ καταλυτικὴ, τὰ δὲ ἀποτελέσματά τῆς ἐπηρεάζονται κυρίως ἀπὸ τὸ πόσο ἐπιτυχημένη εἶναι ἡ διαδικασία τῆς βαθμονόμησης. Μιὰ ἐπιτυχημένη διαδικασία βαθμονόμησης ἐξασφαλίζει –ἐξ ὀρισμοῦ– τὴν ἀκρίβεια καὶ συνάφεια τῆς μαθηματικῆς σχέσης μὲ τὴν ὑπάρχουσα κατάσταση, ἀφοῦ γίνεται μὲ στόχο τὴν ταύτιση τῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ μοντέλου μὲ τὰ ἀποτελέσματα τῶν μετρήσεων. Ἡ χρῆση ὅμως τοῦ βαθμονομημένου αὐτοῦ μοντέλου γιὰ προβλέψεις δὲν ἐγγυᾶται τὴν ἴδια ἀκρίβεια καὶ δὲν ἐξασφαλίζει τὴν ἀξιοπιστία τῶν προβλέψεων. Ὁ λόγος εἶναι ὅτι τὰ χρησιμοποιούμενα μαθηματικὰ ἐργαλεῖα γιὰ τὴ δημιουργία τῶν μοντέλων αὐτῶν δὲν περιγράφουν τὰ πραγματικὰ αἷτια καὶ τοὺς παράγοντες πού ἐπηρεάζουν τὴ γένεση τοῦ φαινομένου πού μελετᾶται, δηλαδὴ δὲν περιγράφουν τὴ σχέση αἰτίου-αἰτιατοῦ, ἡ ὁποία εἶναι αὐτὴ κυρίως πού θὰ μπορούσε νὰ ἀποδώσει ἱκανοποιητικὰ τὴ συμπεριφορὰ τοῦ φαινομένου στὸ μέλλον. Σημειώνεται ὅτι ἡ δυνατότητα πρόβλεψης εἶναι αὐτὴ πού ἐνδιαφέρει κυρίως τὶς πρακτικὲς ἐφαρμογὲς στὸν τομέα τῶν Μεταφορῶν καὶ Συγκοινωνιῶν, γιὰτὶ ἐπηρεάζει συνήθως ἐπενδύσεις καὶ ἔργα πολλῶν δισεκατομμυρίων.

2. Τυπικά παραδείγματα τών κυριότερων μαθηματικῶν σχέσεων καὶ μοντέλων τῆς πρώτης περιόδου

2.1. Συσχέτιση ἀριθμητικῶν σειρῶν δεδομένων –

Χρήση τῆς θεωρίας τῶν ἐλαχίστων τετραγώνων

Ἀπὸ τὶς ἀπλούστερες καὶ πλέον χρησιμοποιημένες μαθηματικὲς μεθόδους στὴν ἐπιστήμη τῶν Μεταφορῶν καὶ Συγκοινωνιῶν εἶναι οἱ διάφορες χρήσεις τῆς ἀρχῆς τῶν ἐλαχίστων τετραγώνων γιὰ τὴ διαμόρφωση μαθηματικῶν σχέσεων ποὺ συνδέουν ἓνα μέγεθος μὲ διάφορα ἄλλα ποὺ μετριοῦνται ταυτόχρονα ἢ κατ' ἀντιστοιχία. Οἱ παρατηρήσεις καὶ μετρήσεις δίνουν συνήθως τὶς λεγόμενες «σειρές» δεδομένων, δηλαδὴ σειρές ποὺ ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἀντιστοιχισμένες τιμὲς τῶν ὑπὸ συσχέτιση μεγεθῶν ποὺ μετριοῦνται εἴτε σὲ μιὰ δεδομένη χρονικὴ στιγμή εἴτε σὲ μιὰ δεδομένη τοποθεσία. Στὴ γενικὴ περίπτωση ὑπάρχει ἓνα μέγεθος ποὺ ἀποτελεῖ τὴν ἐξαρτημένη μεταβλητὴ Y καὶ ἓνας ἀριθμὸς k ἄλλων ἀντιστοιχισμένων μεγεθῶν ποὺ ἀποτελοῦν τὶς ἀνεξάρτητες μεταβλητὲς X . Ἔτσι τὸ «σέτ» δεδομένων ποὺ προέρχεται ἀπὸ τὶς παρατηρήσεις ἀποτελεῖται ἀπὸ n σειρὲς ἀντιστοιχισμένων δεδομένων¹:

$$\langle Y_i, X_{ji} \rangle \quad i = 1, \dots, n \quad \text{καὶ} \quad j = 1, \dots, k \quad [1]$$

Μὲ χρήση τῆς ἀρχῆς τῶν ἐλαχίστων τετραγώνων γίνεται ἡ διατύπωση μιᾶς γραμμικῆς σχέσης ποὺ προσαρμόζεται καλλίτερα στὰ δεδομένα αὐτὰ μὲ τὴν ἔννοια ὅτι ἐλαχιστοποιεῖ τὸ ἄθροισμα τῶν τετραγώνων τῶν διαφορῶν r_i μεταξὺ τῶν παρατηρήσεων καὶ τῶν τιμῶν τῆς γραμμικῆς σχέσης (ἐνδεικτικὰ φαίνεται στὴ σχέση [3]).

Ἔτσι, ἡ μαθηματικὴ σχέση ποὺ προσδιορίζεται μεταξὺ τῶν Y καὶ τῶν X εἶναι τῆς μορφῆς:

$$Y = f(x_j, \beta_j) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k + r_i \quad [2]$$

Τὰ (β) εἶναι σταθερὲς ποὺ ὑπολογίζονται μὲ τὴ μέθοδο τῶν ἐλαχίστων τετραγώνων ἀπὸ τὴν ἐλαχιστοποίηση τῆς σχέσης:

1. Ἡ ἔννοια τοῦ «ἀντιστοιχισμένου» ἔγκειται στὴν παράθεση τῶν τιμῶν τῶν X ποὺ μετριοῦνται τὴν ἴδια στιγμή ἢ στὴν ἴδια περιοχὴ μὲ τὰ ἀντίστοιχά τους Y .

$$S = \sum_{i=1}^n I_i^2 \quad [3]$$

όπου I_i ή διαφορά μεταξύ παρατήρησης του Y και τής αντίστοιχης υπολογισμένης τιμής του Y από τη σχέση [2], δηλαδή το σφάλμα για κάθε χρήση τής σχέσης με ένα «σέτ» X_k .

Η παραπάνω βασική μαθηματική διαμόρφωση σχέσεων ισχύει με βάση όρισμένες μαθηματικές υποθέσεις που αφορούν παραδείγματος χάριν την «έτεροσκεδαστικότητα» ή μη των σφαλμάτων I_i (δηλαδή το κατά πόσον έχουν σταθερή απόκλιση), την ανεξαρτησία ή μη των σφαλμάτων αυτών κ.ο.κ.

Επίσης, η βασική μαθηματική σχέση [2] που είναι ευθεία γραμμική μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί και για να εκφράσει μη γραμμικές μορφές σχέσεων. Παραδείγματος χάριν οι μη γραμμικές σχέσεις που φαίνονται στο [4] παρακάτω μπορούν με άπλη λογαριθμική μετατροπή να μετατραπούν σε γραμμικές. Με αντίστοιχη μετατροπή των αρχικών σειρών δεδομένων και εφαρμογή σε αυτές των τεχνικών τής γραμμικής παλινδρόμησης προκύπτει ή γραμμική σχέση από την οποία με απολογαρίθμηση επανερχόμαστε στις σχέσεις [4]².

$$\begin{aligned} Y &= \alpha \cdot \beta_1^{x_1} \dots \beta_k^{x_k} \\ Y &= \alpha \cdot x_1^{\beta_1} \dots x_k^{\beta_k} \\ Y &= e^{(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k)} \end{aligned} \quad [4]$$

Στην πεντηχονταετία από την πρώτη χρήση των μορφών τής μαθηματικής θεωρίας τής γραμμικής παλινδρόμησης οι τεχνικές αυτές έχουν χρησιμοποιηθεί για να απεικονίσουν συλλογικές συμπεριφορές μετακινουμένων σε όλα τα στάδια και αναλύσεις τής διαδικασίας Σχεδιασμού των Μεταφορών με διαφορετικούς βαθμούς έπιτυχίας και ακρίβειας. Ίδιαίτερα άμφισβητήσιμη είναι ή χρήση των μοντέλων γραμμικής παλινδρόμησης για μακροχρόνιες προβλέψεις. Η σχετική κριτική έντοπίζεται στο γεγονός ότι ή χρήση των μαθηματικών αυτών σχέσεων για προβλέψεις δέν αφήνει περιθώρια απεικόνισης τυχόν νέων παραγόντων που θά έπιδρούν και θά δια-

2. Περισσότερες λεπτομέρειες των σχετικών μετασχηματισμών και παραδείγματα υπάρχουν στην αναφορά ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ 2005.

μορφώνουν τις συνθήκες μετακινήσεων και τη συμπεριφορά των μετακινουμένων στο μέλλον και που σήμερα ένδεχομένως δεν υπάρχουν. Η κυριότερη όμως αδυναμία τους είναι ότι, ενώ δείχνουν να παρουσιάζουν σχέση αιτιο-αιτιατού, κάθε άλλο παρά αυτό είναι.

Μπορούν συνεπώς να παρασύρουν εύκολα, σχετικά με την προβλεπτική τους ικανότητα, και να δώσουν βάση για λανθασμένες αποφάσεις. Σε συγκριτικά αποτελέσματα ελέγχων σχετικά με την ακρίβεια μοντέλων γραμμικής παλινδρόμησης, σύμφωνα με τους όποιους συγκρίνονται τα δεδομένα που προκύπτουν από τη χρήση των μαθηματικών μοντέλων με παρατηρήσεις και μετρήσεις στην πράξη, προκύπτουν ποσοστά σφάλματος που διαφέρουν και διακυμαίνονται σημαντικά κατά περίπτωση (NETER κ.ά. 1996, EWING – CERVERO 2010, NADEZDA – BORISOV 2013). Έτσι, ήδη από τη δεκαετία του '90 ή χρήση των μοντέλων αυτών στην πράξη βαίνει μειούμενη (WILLIAMS – ORTÚZAR 1982).

Παρ' όλα αυτά αξίζει να σημειωθεί ότι τα μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης απέτελεσαν και αποτελούν όροσημο στη χρήση των μαθηματικών στις μεταφορές και βασικό μαθηματικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε έκτεταμένα.

2.2. Χρήση της «νευτώνειας» σχέσης της βαρύτητας

Η πρώτη φορά που χρησιμοποιήθηκε ή κλασική μαθηματική σχέση του νόμου του Νεύτωνα σχετικά με τη βαρυτική έλξη μεταξύ δύο σωμάτων για να υπολογιστεί ο αριθμός των μετακινήσεων μεταξύ δύο περιοχών ήταν από τον Zipf (ZIPF 1946). Ο Zipf, ακολουθώντας μια πολύ προγενέστερη προσπάθεια σχετικά με την έσωτερική μετανάστευση από τον Ravenstein (RAVENSTEIN 1885), χρησιμοποίησε τον κλασικό τύπο της βαρυτικής έλξης του Νεύτωνα για να εκφράσει τον αριθμό μετακινήσεων μεταξύ δύο περιοχών, ως $T_{ij} = kP_iP_j/D_{ij}^b$, όπου T_{ij} ήταν ο αριθμός των μετακινήσεων μεταξύ των δύο περιοχών (i) και (j), P_i και P_j ο πληθυσμός των δύο περιοχών και D_{ij} ή απόσταση.

Μετά από πολλές μεταγενέστερες διατυπώσεις ο παραπάνω κλασικός τύπος του Νεύτωνα πήρε για τον τομέα των Μεταφορών και Συγκοινωνιών την παρακάτω μορφή:

$$T_{ij} = k_{ij}A_iB_jO_iD_j f(c_{ij}) \quad [5]$$

όπου:

- T_{ij} : ο αριθμός τῶν μετακινήσεων μεταξύ τῶν δύο περιοχῶν (i) καὶ (j),
- k_{ij} : ὁ συντελεστὴς προσαρμογῆς λόγω κοινωνικο-οικονομικῶν συνθηκῶν,
- O_i : ὁ συνολικὸς ἀριθμὸς ἐπιθυμιῶν μετακινήσεων ποὺ «γεννῶνται» στὴν περιοχή (i),
- D_j : ὁ συνολικὸς ἀριθμὸς μετακινήσεων ποὺ ἔχουν ὡς προορισμὸ τὴν περιοχή (j),
- $f(c_{ij})$: ἡ φθίνουσα σχέση τοῦ γενικευμένου κόστους διαδρομῆς c_{ij} μεταξύ τῶν (i) καὶ (j), καὶ
- A_i καὶ B_j : οἱ ἐξισορροπητικοὶ παράγοντες ποὺ ὀρίζονται ὡς ἀκολούθως:

$$A_i = \left[\sum_j B_j D_j f(c_{ij}) \right]^{-1} \quad [6]$$

$$B_j = \left[\sum_i A_i O_i f(c_{ij}) \right]^{-1} \quad [7]$$

ὥστε νὰ πληροῦνται οἱ ἀκόλουθες ἀναγκαῖες περιοριστικὲς συνθήκες:

$$\sum_j T_{ij} = O_i \quad [8]$$

$$\sum_i T_{ij} = D_j \quad [9]$$

Εἰδικὰ καὶ μόνο ὡς παράδειγμα μιᾶς περίπτωσης προσαρμογῆς, ἀναφέρεται ἐδῶ ἡ περίπτωση προσδιορισμοῦ τοῦ συντελεστῆ k_{ij} στὴ σχέση [5] γιὰ τὴν πόλη τῆς Washington DC (HANSEN 1962):

$$k_{ij} = R_{ij} \frac{1 - x_i}{1 - x_i R_{ij}} \quad [10]$$

όπου:

- R_{ij} : Ἐνας συντελεστὴς προσαρμογῆς γιὰ τὶς μετακινήσεις μεταξύ (i) καὶ (j) ποὺ προσδιορίσθηκε ἐμπειρικὰ στὴ μελέτη ἐκείνη ὡς

ό λόγος τῶν μετακινήσεων μεταξύ (i) καὶ (j) ποὺ μετρήθηκαν στὴν πράξη πρὸς τὶς ἴδιες μετακινήσεις ποὺ προκύπτουν ἀπὸ τὸ μοντέλο, καὶ

x_i : Ὁ λόγος τοῦ ἀριθμοῦ τῶν μετακινήσεων μεταξύ (i) καὶ (j) ποὺ μετρήθηκαν στὴν πράξη πρὸς τὸ σύνολο τῶν μετακινήσεων ποὺ ἔχουν προέλευση τὸ (i).

Ὁ νόμος τοῦ Νεύτωνα τόσο στὴν παραπάνω μορφή του, δηλαδή τῆς σχέσης [5], ὅσο καὶ σὲ πολλές ἄλλες διαμορφώσεις του, ἔχει χρησιμοποιηθεῖ κατὰ κόρον τὰ τελευταῖα 50 χρόνια σὲ ὅλες σχεδὸν τὶς μελέτες Συγκοινωνιακοῦ καὶ Κυκλοφοριακοῦ Σχεδιασμοῦ σὲ ὅλο τὸν κόσμο μὲ πολὺ καλὰ ἐπίπεδα ἐπιτυχίας καὶ προσέγγισης τῆς πραγματικότητας. Οἱ κυριότερες παραλλαγές ἀφοροῦν τὶς διάφορες διαμορφώσεις τῆς συνάρτησης τοῦ κόστους $f(c_{ij})$ – ἀπὸ μιὰ ἀπλὴ ἀρνητικὴ ἐκθετικὴ συνάρτηση μέχρι πολὺπλοκες μορφές σχέσεων ἢ ἀλγορίθμους προσδιορισμοῦ τῶν τιμῶν τῆς συνάρτησης αὐτῆς καὶ τὶς συνακόλουθες μεθόδους προσδιορισμοῦ τῶν διαφόρων παραμέτρων.

Μιὰ πλήρης περιγραφή τῶν μεθόδων αὐτῶν ἀλλὰ καὶ τῶν τεχνικῶν συλλογῆς τῶν ἀναγκαίων δεδομένων ὑπάρχουν στὶς ἀναφορές ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ 2003 καὶ ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ 2005 ἀντίστοιχα. Ὁ προσδιορισμὸς τῶν παραμέτρων τῆς σχέσης [5], περιλαμβανομένου τοῦ $f(c_{ij})$, δηλαδή ἡ προσαρμογὴ ἢ «βαθμονόμηση» (calibration) τοῦ μοντέλου, καθορίζει καὶ τὸν βαθμὸ ἀκρίβειας μὲ τὸν ὁποῖο οἱ μαθηματικοὶ αὐτοὶ τύποι ἀποδίδουν τὴν πραγματικότητα.

Οἱ παραπάνω σχέσεις ἀναφέρονται στὴν περίπτωση μετακίνησης γιὰ ἓναν σκοπὸ (π.χ. ἐργασία) μὲ ἓνα μεταφορικὸ μέσο καὶ ἓνα συγκεκριμένο τύπο μετακινουμένου. Ὅταν εἰσαχθοῦν περισσότερες τῆς μιᾶς ἀπὸ τὶς παραπάνω περιπτώσεις, οἱ μαθηματικὲς σχέσεις γίνονται περισσότερο περίπλοκες, ἀλλὰ βασικὰ παραμένουν σχέσεις τῆς ἴδιας μορφῆς καὶ μαθηματικῆς τεκμηρίωσης.

Γιὰ νὰ ἐφαρμοστοῦν, συνεπῶς, στὴν πράξη οἱ μαθηματικὲς σχέσεις ποὺ ἐκφράζουν τὸ μοντέλο βαρύτητας χρειάζεται μιὰ κρίσιμη διαδικασία προσαρμογῆς, ἢ ὁποία εἶναι κείριας σημασίας γιὰ τὴν ἐπιτυχὴ χρῆση τῶν μαθηματικῶν αὐτῶν σχέσεων. Οἱ σχετικὲς διαδικασίες προσαρμογῆς περιγράφονται ἀναλυτικὰ στὶς ἀναφορές US/DoT-RITA 1983, ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ 2005 κ.ἄ.

2.3. Η χρήση τής θερμοδυναμικής θεωρίας τής έντροπίας

Η έντροπία είναι μιὰ έννοια τής φυσικής με τήν όποία αποδίδεται στην ουσία ή άταξία στην όποία βρίσκεται ένα σύστημα. Η μέγιστη τιμή τής έντροπίας ένός συστήματος αντικατοπτρίζει τήν πλήρη όμογενοποίησή του. Αντίθετα, ή έλάχιστη τιμή έκφράζει τήν πλήρη άταξία. Η γνωστότερη εφαρμογή τής έννομιας τής έντροπίας είναι ή θερμοδυναμική έντροπία, ή όποία σχετίζεται με τόν δεύτερο θερμοδυναμικό νόμο, με βάση τόν όποιο αποκλείεται ή κατασκευή όποιουδήποτε είδους άεικίνητου, δηλαδή ή παραγωγή ένέργειας έκ τοῦ μηδενός. Αντίστοιχα, σε μιὰ μεταβολή ένός άπομονωμένου συστήματος, ή έντροπία αύξάνει πάντοτε και ή μεταβολή της ίσούται με τó μέτρο τής θερμοικής ένέργειας πού δέν μπορεί πιά νά χρησιμοποιηθεί για τήν παραγωγή έργου. Η μαθηματική έκφραση αύτής τής έντροπίας όρίστηκε από τόν γνωστό φυσικό Ludwig Boltzmann ως $\partial S = \frac{\partial Q}{T}$, όπου τó S δηλώνει τήν έντροπία, τó Q τó ποσό θερμότητας πού άπορροφήθηκε και τó T τήν άπόλυτη θερμοκρασία τοῦ συστήματος.

Η πρώτη φορά πού χρησιμοποιήθηκε ή έννοια τής έντροπίας είναι από τους Shannon και Weaver άλλά και τόν Theil στα συστήματα πληροφόρησης και επικοινωνιών (SHANNON – WEAVER 1963, THEIL 1967). Με τήν αξιοποίηση τής έννομιας τής έντροπίας από τή θερμοδυναμική άρχισε τή δεκαετία τοῦ '60 ή χρήση τής έννομιας αύτής και στόν τομέα τών Μεταφορών και Κυκλοφορίας. Οι πρώτες βασικές μαθηματικές διατυπώσεις όφείλονται στους Wilson, Webber και Beckmann (WILSON 1967 και 1969, WEBBER 1970, BECKMANN 1974). Αν χρησιμοποιήσουμε τήν ίδια σημειολογία με τις προηγούμενες μαθηματικές διαμορφώσεις για τó μοντέλο βαρύτητας, ή διατύπωση τής έννομιας τής έντροπίας για τόν τομέα τών Μεταφορών έκφράζεται από τήν έξής σχέση:

$$\Omega(T_{ij}) = \frac{T!}{T_{11}!(T - T_{11})!} \cdot \frac{(T - T_{11})!}{T_{12}!(T - T_{11} - T_{12})!} \dots = \frac{T!}{\prod_{ij} T_{ij}!} \quad [11]$$

όπου με τó γράμμα T έννοείται τó σύνολο τών μετακινήσεων πού γίνονται στην περιοχή, με τó T_{ij} ό αριθμός τών μετακινήσεων μεταξύ (i) και (j) και με τó $\Omega(T_{ij})$ ό αριθμός τών διαφορετικών συνδυασμών κατανομής τών μετακινήσεων T_{ij} στόν χώρο.

Η κατανομή τών T_{ij} πού δίνει τή μέγιστη τιμή τοῦ $\Omega(T_{ij})$ αποτελεί τήν πιό πιθανή, με τή στατιστική έννοια, κατανομή τών μετακινήσεων T_{ij} στόν

χώρο. Το αντίστοιχο μαθηματικό μοντέλο που προκύπτει αποτελεί ένα μοντέλο μεγιστοποίησης τῆς ἔντροπίας τοῦ συστήματος καὶ ἐκτελώντας τοὺς ἀντίστοιχους μαθηματικούς μετασχηματισμούς –μὲ τὴν ὑπόθεση ὅτι ἐπὶ πλεόν τῶν περιορισμῶν [8] καὶ [9] ἰσχύει καὶ ἡ περιοριστική σχέση:

$$\sum_i \sum_j T_{ij} c_{ij} = C \quad [12]$$

ὅτι δηλαδὴ τὸ κόστος c_{ij} γιὰ κάθε μετακίνηση ἀθροίζεται σὲ ἓνα συνολικὸ σταθερὸ ποσὸ C γιὰ ὅλες τὶς μετακινήσεις– καταλήγουμε στὴν παρακάτω μορφή μαθηματικῆς σχέσης ἔντροπίας ποὺ ἐκφράζει τὰ T_{ij} καὶ ποὺ στὴν οὐσία εἶναι τῆς ἴδιας μορφῆς μὲ τὸ μοντέλο βαρύτητας (WILSON 1969):

$$T_{ij} = A_i B_j O_i D_j e^{-\beta c_{ij}} \quad [13]$$

Τὰ A καὶ B ὀρίζονται ἀπὸ τὶς σχέσεις:

$$A_i = \left[\sum_j B_j D_j e^{-\beta c_{ij}} \right]^{-1} \quad [14]$$

$$B_j = \left[\sum_i A_i O_i e^{-\beta c_{ij}} \right]^{-1} \quad [15]$$

Ἡ χρῆση τῆς σχέσης [13] μπορεῖ νὰ δώσει καὶ τὴ μαθηματικὴ ἀποτύπωση τῆς ἐπιλογῆς μεταφορικῶν μέσου ὅπως αὐτὴ ἐκφράζεται ἀπὸ τὸν λόγο τοῦ ἀριθμοῦ τῶν μετακινήσεων ποὺ ἐπιλέγουν ἓνα συγκεκριμένο μεταφορικὸ μέσο k γιὰ μιὰ κατηγορία μετακινουμένων n πρὸς τὸ σύνολο τῶν μετακινήσεων αὐτῶν (WILSON 1969, σ. 117):

$$\frac{T_{ij}^{kn}}{T_{ij}^{*n}} = \frac{e^{-\lambda^n c_{ij}^k}}{\sum_{k_n} e^{-\lambda^n c_{ij}^k}} \quad [16]$$

ὅπου k_n εἶναι τὸ σύνολο τῶν μεταφορικῶν μέσων ποὺ εἶναι διαθέσιμα γιὰ τὸν τύπο μετακινουμένων n καὶ λ προσδιοριστέος πολλαπλασιαστῆς ἀνεξάρτητος ἀπὸ τὰ (i) καὶ (j). Ὁ ἀστερίσκος (*) συμβολίζει ἄθροιση γιὰ ὅλα τὰ στοιχεῖα τοῦ συγκεκριμένου μεγέθους τὸ ὁποῖο ἀντικαθιστᾶ, δηλαδὴ:

$$T_{ij}^{*n} = \sum_k T_{ij}^{kn}$$

Ἡ μορφή τῆς μαθηματικῆς σχέσης [16] κάνει χρήση τῶν «νεπέρειων» λογαρίθμων καὶ μοιάζει χαρακτηριστικὰ μὲ τις μορφές ποὺ προκύπτουν ἀπὸ τις (πιὸ πρόσφατες) θεωρίες τῶν «ἀποσυνθετικῶν μοντέλων συμπεριφορᾶς» ποὺ ἀναφέρονται στὰ ἐπόμενα.

Ἀξίζει, τέλος, νὰ σημειωθεῖ ὅτι ἡ φυσικὴ θεωρία τῆς ἐντροπίας καὶ οἱ ἀντίστοιχες μαθηματικὲς τῆς ἐκφράσεις ἔχουν χρησιμοποιηθεῖ κατ' ἀνάλογο τρόπο γιὰ τὸν προσδιορισμὸ πολλῶν ἄλλων μαθηματικῶν σχέσεων στὸν τομέα τῶν Μεταφορῶν, παραδείγματος χάριν γιὰ νὰ ἐκφράσουν τὴν ἐπιλογή διαδρομῆς ἀπὸ τοὺς μετακινουμένους ἢ νὰ ἐπιτρέψουν τὸν προσδιορισμὸ τῶν μητρώων προέλευσης-προορισμοῦ σὲ μιὰ περιοχὴ ἀπὸ τοὺς κυκλοφοριακοὺς φόρους στὸ δίκτυο ἢ τὴν ἐκτίμηση τῶν παραγόμενων μετακινήσεων σὲ μιὰ περιοχὴ κ.ἄ. (WEBBER 1970, TAMIN κ.ἄ. 2003, SAMANTA – MAJUMDER 2007). Ἰδιαιτέρη μνεία ἀξίζει νὰ γίνῃ καὶ στὶς ἐφαρμογὲς τῆς θεωρίας τῆς ἐντροπίας στὴν ἐπιλογή διαδρομῆς στὶς περιπτώσεις πολλὰπλῶν διανομῶν ἐμπορευμάτων. Οἱ σχετικὲς ἐργασίες μάλιστα στὸ ἀντικείμενο αὐτὸ βασίστηκαν στὴ μελέτη τῆς κίνησης τῶν μυρμηγκῶν κατὰ τις διαδρομὲς μεταφορᾶς τῶν τροφῶν πρὸς τὴ φωλιὰ τους μὲ βάση τις πληροφορίες θέσης ποὺ παίρνουν ἀπὸ τις φερομόνες ποὺ ἐναποθέτουν οἱ προηγούμενοι (PARUNAK – BRUECKNER 2001).

2.4. Ἐξισορρόπηση τῶν κυκλοφοριακῶν συνθηκῶν –

Θεωρίες κυκλοφοριακῆς ροῆς

Ἀπὸ τις πρῶτες περιοχὲς τῆς ἐπιστήμης τῶν Μεταφορῶν καὶ Συγκοινωνιῶν οἱ ὁποῖες κατέφυγαν στὴ δύναμη τῆς μαθηματικῆς γλώσσας γιὰ νὰ ἀπεικονίσουν τὰ διάφορα κυκλοφοριακὰ φαινόμενα ἦταν οἱ «θεωρίες κυκλοφοριακῆς ροῆς» (traffic flow theories), ποὺ στόχευαν στὴν κατὰ τὸ δυνατόν πιστότερη ἀπεικόνιση τῆς κυκλοφοριακῆς ροῆς σὲ ἓνα ὀδικὸ δίκτυο. Ἡ χρήση σχεδὸν ὅλων τῶν γνωστῶν κλασικῶν θεωριῶν τῶν μαθηματικῶν καὶ φυσικῆς γιὰ τὴ μελέτη καὶ ἀπεικόνιση τῆς κυκλοφοριακῆς ροῆς ἦταν καθολικὴ, καὶ μάλιστα σὲ τέτοιο βαθμὸ ποὺ ἡ γνωστὴ ἐφημερίδα *New York Times* στὶς 25 Νοεμβρίου 1997 δημοσίευσε ἄρθρο μὲ τίτλο «Stuck in Traffic? Consult a Physicist». Στὸ ἄρθρο αὐτὸ γινόταν μιὰ λεπτομερὴς ἀναφορὰ στὴν πολυετή, μέχρι τότε, προσπάθεια ἀνάλυσης τῆς κυκλοφοριακῆς ροῆς ἀπὸ μαθηματικοὺς καὶ θεωρητικοὺς φυσικοὺς μὲ χρήση θεωριῶν ποὺ περιέ-

γραφαν τὰ φυσικά φαινόμενα. Παραδείγματα τέτοιων προσπαθειών, που υπάρχουν και στην αναφορά ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ 2013, είναι τά:

- «Εκθετικά» (exponential) μοντέλα ταχύτητας-πυκνότητας (GREENBERG 1959),

- «Επικαθήμενα εκθετικά» (transposed exponential) μοντέλα ταχύτητας-πυκνότητας τῆς κυκλοφορίας (UNDERWOOD 1961),

- «Διμερῆ ὑβριδικά» (two-regime) μοντέλα κυκλοφοριακῆς ροῆς (EDIE 1961),

- «Πολυμερῆ ὑβριδικά» (multi-regime) (DRAKE κ.ἄ. 1967),

- Σχέςεις με χρήση «ποσοστιαίων ταχυτήτων» (speed percentiles) που λαμβάνουν υπόψη τους τὸν τύπο τῶν ὀχημάτων, τὰ ὅρια ταχύτητας, τὴν κλίση και ἄλλους παράγοντες (YAGAR – AERDE 1983),

- Μοντέλα προσομοίωσης τῆς κυκλοφοριακῆς ροῆς σὲ ὀδικὰ δίκτυα (GIANNOPOULOS 1972, BANG κ.ἄ. 1995), και

- Μοντέλα κυκλοφοριακῆς ροῆς, ὅπου λαμβάνονται υπόψη οἱ ἐπιδράσεις τῶν βαρέων ὀχημάτων (PARKER 1996).

Ὡς κορύφωση τῶν ἀρχικῶν αὐτῶν προσπαθειῶν θεωρεῖται ἡ δημοσίευση τὸ 1971 τῆς «κινητικῆς θεωρίας κυκλοφοριακῆς ροῆς» τῶν Prigogine και Herman (PRIGOGINE – HERMAN 1971)³. Ἡ θεωρία αὐτὴ βασίστηκε στίς διαφορικὲς ἐξισώσεις τῆς ὑδροδυναμικῆς που χρησιμοποιοῦνται για νὰ περιγράψουν τὴ ροὴ ὑγρῶν σὲ σωλῆνες με κύματα (kinetic waves) σὲ συνδυασμὸ με τὴν ὑπόθεση ἐξομοίωσης τῶν μεμονωμένων ὀχημάτων με τὰ μόρια ὑγρῶν και τίς μαθηματικὲς θεωρίες «περιπλοκότητας» (complexity) και χάους⁴.

3. Και οἱ δύο συγγραφεῖς ἔχουν τιμηθεῖ με βραβεῖα Νόμπελ για τίς μεταγενέστερες ἐργασίες τους στὰ κυρίως ἀντικείμενα τῆς ειδικότητός τους, χημεία ὁ πρῶτος και φυσικὴ ὁ δεῦτερος.

4. Τίς νεότερες ἐξελίξεις σὲ θέματα μαθηματικῆς ἀπεικόνισης τῆς κυκλοφοριακῆς ροῆς θὰ βρεῖ ὁ ἐνδιαφερόμενος ἀναγνώστης στὸ περιοδικὸ *Transportation Research Record* τοῦ *Transportation Research Board* τῆς Ἀμερικανικῆς Ἀκαδημίας Ἐπιστημῶν, στὰ ἐδικὰ τεύχη 2421 τοῦ 2014, 2490 και 2491 τοῦ 2015, ὅλα με τίτλο «Traffic Flow Theory and Characteristics», καθὼς και στὸ τεῦχος 2483 τοῦ 2015 με τίτλο «Highway capacity and quality of service».

Μια άλλη μεγάλη κατηγορία μελέτης και αξιοποίησης των μαθηματικών στα θέματα αυτά είναι οι «θεωρίες ισορροπίας» (equilibrium theories) για τη μελέτη του συστήματος της οδικής κυκλοφορίας (άλλα και της κυκλοφορίας σε άλλα δίκτυα γενικότερα). Οι προσπάθειες αυτές διαμόρφωσαν τα λεγόμενα «μοντέλα εξισορρόπησης σε δίκτυα» (network equilibrium models). Η αρχή της εξισορρόπησης των κυκλοφοριακών συνθηκών διατυπώθηκε για πρώτη φορά το 1952 από τον J. Wardrop (WARDROP 1952). Η αρχή αυτή ήταν έκπεφρασμένη με ένα μαθηματικό μοντέλο ισορροπίας τύπου Nash, όπου όλοι οι μετακινούμενοι θεωρούνται ότι ελαχιστοποιούν το κόστος μετακίνησής τους και ότι δεν έχουν ενδιαφέρον ή κίνητρο να αλλάξουν τη διαδρομή τους. Ακολούθησε η διαμόρφωση σύνθετων μοντέλων εξισορρόπησης που αναπτύχθηκαν με βάση στοχαστικές θεωρήσεις (DAGANZO – SHEFFI 1977) ή μικτές θεωρήσεις τύπου Nash και στοχαστικών (BELL 2000) αλλά και τα πιό σύνθετα μαθηματικά μοντέλα έκφρασης της εξισορρόπησης των κυκλοφοριακών συνθηκών προσαρμοσμένα στη χρήση από ύπολογιστές για μεγάλα οδικά δίκτυα (FLORIAN – NGUYEN 1976, FLORIAN 1981).

Ο βασικός όρισμός της κατάστασης ισορροπίας στη φυσική είναι η κατάσταση ενός συστήματος του οποίου η κίνηση ή η έσωτερική ενέργεια δεν αλλάζει στον χρόνο. Βασικά ισχύει ο δεύτερος νόμος της θερμοδυναμικής, κατά τον οποίο σε κατάσταση ισορροπίας ένα κλειστό σύστημα με σταθερή έσωτερική ενέργεια μεγιστοποιεί την έντροπία του ή, όταν έχει σταθερή έντροπία, ελαχιστοποιεί την έσωτερική του ενέργεια⁵. Κατ' αντίστοιχία και οι διάφορες μαθηματικές εκφράσεις της ισορροπίας ή εξισορρόπησης των κυκλοφοριακών συνθηκών σε ένα μεταφορικό δίκτυο βασίστηκαν σε μια ισοδύναμη αποτύπωση των φαινομένων κυκλοφοριακής συμφόρησης, όπου η ύπαρξη τέτοιας συμφόρησης δηλώνει μια κατάσταση άνομοιότητας και άταξίας, δηλαδή μειωμένης έντροπίας. Τελικά, οι σχετικές μαθηματικές σχέσεις που διαμορφώνονται αποτυπώνουν την κατάσταση όπου η κυκλοφορία ισορροπεί σε μια κατάσταση ελάχιστης έσωτερικής ενέργειας ή μέγιστης έντροπίας (δηλαδή όμοιογένειας).

5. Για έναν όρισμό της (έντροπίας) στη φυσική και στα μεταφορικά-κυκλοφοριακά συστήματα, βλ. υποενότητα 2.3.

Μια πρόσφατη αξιολόγηση τών μαθηματικῶν μοντέλων και σχέσεων ἀπὸ τοὺς Dixit και Denant-Boemont (DIXIT – DENANT-BOEMONT 2014) μετὰ ἀπὸ ἐφαρμογὴ σὲ πειραματικὰ δεδομένα διαπιστώνει ὅτι οἱ στοχαστικὲς θεωρήσεις και εἰδικότερα ἡ θεωρία τῆς λεγόμενης «στοχαστικῆς ἰσορροπίας τῶν χρηστῶν» (Stochastic User Equilibrium – SUE) ἐκφράζει κατὰ τὸν καλλίτερο και πιστότερο τρόπο τὸν μηχανισμό ἐξισορρόπησης τῶν κυκλοφοριακῶν συνθηκῶν στὴν πράξη. Τὸ στοχαστικὸ αὐτὸ μοντέλο εἶναι τῆς μορφῆς ἑνὸς πολυωνυμικοῦ μοντέλου *logit* και ἡ καλὴ σχετικὰ ἐφαρμογὴ τοῦ μοντέλου αὐτοῦ ὑποδεικνύει ὅτι οἱ μετακινούμενοι (στὴ συλλογικότητά τους) συμπεριφέρονται κατ' ἀρχὴν κατὰ στοχαστικὸ τρόπο. Ἡ ἐφαρμογὴ αὐτὴ βελτιώθηκε ὅταν προστέθηκε στὴ σχετικὴ μαθηματικὴ διατύπωση ἡ λεγόμενη ψυχολογικὴ παράμετρος τοῦ «σφάλματος Fechner», ἡ ὁποία περιγράφεται στὴν ἀναφορὰ ANDERSON κ.ἄ. 2008. Ἡ σχετικὴ μαθηματικὴ διατύπωση εἶναι:

$$F_i^I = \frac{e^{-\frac{E[c_i]}{\mu}}}{\sum_{i \in I} e^{-\frac{E[c_i]}{\mu}}} D \quad [17]$$

ὅπου:

- F_i^I : ἡ ἐπιλογή μιᾶς ἐναλλακτικῆς ὁδοῦ (i) ἀπὸ ἕνα σύνολο ἐπιλογῶν (I),
- $E[c_i]$: τὸ ἀναμενόμενο κόστος στὴν ἐπιλεγμένη διαδρομὴ (i),
- μ : τὸ σφάλμα ψυχολογικῆς «διόρθωσης» ποὺ εἰσήχθη ἀπὸ τὸν Fechner, και
- D : ἡ συνολικὴ ζήτηση γιὰ μετακινήσεις.

Ἀξίζει τέλος νὰ ἀναφερθοῦν και οἱ ἀξιόλογες προσπάθειες διαμόρφωσης μαθηματικῶν σχέσεων ποὺ ἐκφράζουν μεμονωμένα χαρακτηριστικὰ τῆς κυκλοφοριακῆς ροῆς. Παραδείγματός χάριν, ὅσον ἀφορᾷ τὴν κατανομὴ τῶν μηκῶν μετακινήσεων σὲ μιὰ ἀστικὴ περιοχὴ, βρέθηκε ὅτι ἡ κατανομὴ αὐτὴ εἶναι μιὰ κατανομὴ τύπου «Γ». Ἡ ἐπαλήθευση τῆς μαθηματικῆς αὐτῆς κατανομῆς ἔγινε μὲ τὰ δεδομένα δύο ἐντελῶς διαφορετικῶν ἀστικῶν περιοχῶν, τοῦ Λονδίνου (MOGRIDGE 1974) και τῆς Ἀθήνας (GIANNOPOULOS 1977). Γιὰ τὴν περιοχὴ τῶν Ἀθηνῶν και γιὰ τὶς μετακινήσεις γιὰ ἐργασία ἡ σχετικὴ μαθηματικὴ διαμόρφωση ἦταν:

$$P(x) = \frac{\lambda^\alpha \chi^{(\alpha-1)} e^{-\lambda x}}{\Gamma(\alpha)} \quad [18]$$

όπου:

$P(x)$: ή πιθανότητα (ποσοστό) τών μετακινήσεων με μήκος μικρότερο από χ ,

χ : τὸ μήκος μετακίνησης,

λ : ὁ συντελεστής κλίμακας ἀναγωγῆς,

α : ὁ παράγων καθορισμοῦ τοῦ εὔρους τῆς κατανομῆς (spread factor), καὶ

$\Gamma(\alpha)$: ή συνάρτηση τύπου « Γ » τῆς μορφῆς:

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} e^{-x} x^{(\alpha-1)} dx \quad [19]$$

Στὴν ἀναφορὰ GIANNOPOULOS 1977 ἀναφέρονται οἱ τιμὲς τῶν παραμέτρων (« α ») γιὰ τὴν περίπτωση τῆς Ἀθήνας καὶ γιὰ διάφορες κατηγορίες μετακινήσεων (π.χ. γιὰ μετακινήσεις με αὐτοκίνητο $\alpha = 3.3$, γιὰ μετακινήσεις με λεωφορεῖο $\alpha = 2.9$, με τραῖνο $\alpha = 2.4$ κ.ο.κ.).

3. Τυπικὰ παραδείγματα μαθηματικῶν σχέσεων καὶ μοντέλων τῆς δεύτερης περιόδου

3.1. Ἀποσυνθετικὰ μοντέλα συμπεριφορᾶς –

Ἡ θεωρία τῆς τυχαίας χρησιμότητας

Ἡ δεύτερη αὐτὴ περίοδος χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὴ διαμόρφωση καὶ χρῆση τῶν λεγόμενων «ἀποσυνθετικῶν μοντέλων συμπεριφορᾶς» (disaggregate behavioral models), τὰ ὅποια ξεκίνησαν μὲν ἀπὸ τὰ μέσα τῆς δεκαετίας τοῦ '70 με τὴ δημοσίευση βιβλίου ἀπὸ τοὺς Domencich καὶ McFadden, ἀλλὰ καθιερώθηκαν στὴ θεωρία καὶ πράξη στὶς δεκαετίες τοῦ '80 καὶ '90⁶. Τὰ ἀποσυνθετικὰ μοντέλα συμπεριφορᾶς καθορίζουν γιὰ πολλοὺς τὸ περιγράμμα ἑνὸς ξεχωριστοῦ κλάδου τῆς ἐπιστήμης τῶν Μεταφορῶν καὶ Συγ-

6. Μιὰ ἐξαιρετικὴ ἀνασκόπηση ὅλης τῆς δουλειᾶς καὶ τῶν ἐπιτευγμάτων ποὺ ἔχουν γίνει στὸν τομέα αὐτόν, καθὼς καὶ τοῦ ἱστορικοῦ τῆς δημιουργίας τῆς θεωρίας τῆς τυχαίας χρησιμότητας, δημοσιεύτηκε ἀπὸ τὸν D. McFadden (McFADDEN 2000), βραβεῖο Nobel στὰ οἰκονομικὰ 2000.

κοινωνιών, τῆς λεγόμενης «συμπεριφορικῆς» ἐπιστήμης τῶν Μεταφορῶν⁷, καὶ κάνουν κατὰ κόρον χρῆση τῶν ἐργαλείων τῆς μαθηματικῆς ἐπιστήμης.

Ἡ βᾶση πάνω στὴν ὁποία θεμελιώθηκαν ἦταν ἡ οἰκονομικὴ θεώρηση τῆς συμπεριφορᾶς τῶν μετακινουμένων ὡς καταναλωτῶν, σύμφωνα μὲ τὴν ὁποία ὁ καταναλωτὴς ἔχει μιὰ σειρά προτιμητέων ἐπιλογῶν καὶ προσπαθεῖ νὰ μεγιστοποιήσει τὶς ἐπιλογές αὐτὲς κάτω ἀπὸ δεδομένους περιορισμούς κόστους, χρόνου κ.λπ. Μὲ βᾶση τὴ θεώρηση αὐτή, ἡ διαμόρφωση τῶν σχετικῶν μαθηματικῶν σχέσεων ξεκινάει ἀπὸ τὴ διαμόρφωση καὶ ποσοτικοποίηση μιᾶς σχέσης ὑπολογισμοῦ τῆς «χρησιμότητας» (utility) γιὰ κάθε ἐναλλακτικὴ κατάσταση ἢ γιὰ κάθε μετακινούμενο καὶ συνεχίζει μὲ τὴν ἐπιλογή ἐκείνης ποὺ μεγιστοποιεῖ τὴν τελικὴ χρησιμότητα. Μὲ μαθηματικούς ὅρους ἡ συνθήκη αὐτὴ ἐκφράζεται ἀπὸ μιὰ σχέση ὅπως ἡ παρακάτω⁸:

$$U(\{\alpha-c\}, t, w, x, \xi; s, v) = \max_c U^*(\{\alpha+we-c\}, \{24-e-t+t(1-\lambda)\}, x, \xi; s, v) \quad [20]$$

ὅπου U ἡ ἐπιλεγεῖσα χρησιμότητα καὶ U^* τὸ σύνολο τῶν ἐναλλακτικῶν βαθμῶν χρησιμότητας ποὺ συνδέονται μὲ μιὰ κατάσταση. Οἱ διάφορες παράμετροι ἐκφράζουν τὶς συνθήκες κάτω ἀπὸ τὶς ὁποῖες γίνονται οἱ ἐπιλογές, καὶ συγκεκριμένα:

- α , τὸ εἰσόδημα τοῦ μετακινουμένου ποὺ δὲν προέρχεται ἀπὸ τὸν μισθό,
- c , τὸ κόστος τῆς μετακίνησης,
- w , ἡ ὠριαία ἀποζημίωση ἐργασίας (μισθοῦ),
- e , οἱ ἡμερήσιες ὥρες ἐργασίας,
- t , ὁ χρόνος διαδρομῆς καὶ ἄλλα στοιχεῖα τοῦ χρόνου μετακίνησης (διάνυσμα χρόνου),
- χ , τὸ διάνυσμα τῶν παρατηρούμενων χαρακτηριστικῶν τῆς μετακίνησης,
- ξ , τὸ διάνυσμα τῶν μὴ παρατηρούμενων χαρακτηριστικῶν τῆς μετακίνησης,
- s , τὸ διάνυσμα τῶν παρατηρούμενων χαρακτηριστικῶν τοῦ μετακινουμένου,

7. Στὰ ἀγγλικά ἀποδίδεται μὲ τὸν ὄρο «The Behavioural Science of Transportation», ἀπὸ τὸ ὀμότιτλο ἄρθρο ἐνὸς ἐκ τῶν ἰδρυτῶν τοῦ κλάδου αὐτοῦ (McFADDEN 2007).

8. Ἀκολουθεῖται ἐδῶ ἡ ἀρχικὴ σημειολογία ποὺ χρησιμοποιήθηκε ἀπὸ τὸν McFadden (McFADDEN 2000).

- ν, τὸ διάνυσμα τῶν μὴ παρατηρούμενων χαρακτηριστικῶν τοῦ μετακινουμένου,
- h, τὸ μέγεθος ποῦ ἐκφράζει τὸν διαθέσιμο ἐλεύθερο χρόνο τοῦ μετακινουμένου,
- g, τὸ μέγεθος ποῦ ἐκφράζει τὰ διαθέσιμα καταναλωτικὰ ἀγαθὰ, καὶ
- λ, ὁ συντελεστὴς ποῦ ἐκφράζει τὴν ποιότητα τοῦ χρόνου διαδρομῆς σὲ σχέση μετὰ τὸν χρόνο ἐργασίας (π.χ. χρόνος διαδρομῆς ἰσοδύναμος μετὰ ἐλεύθερο χρόνο θὰ ἔχει $\lambda = 0$, ἐνῶ βαρὺς σὰν δουλειὰ θὰ ἔχει $\lambda = 1$).

Μὲ βάση τὴν ἀρχικὴ αὐτὴ διατύπωση τῆς χρησιμότητας καὶ μετὰ μιὰ σειρά παραδοχῶν καὶ ὑποθέσεων⁹, ὅπως ὅτι:

$$\alpha + we = g + c \quad \text{καὶ} \quad h + e + t = 24 \quad [21]$$

διαμορφώθηκαν τὰ λεγόμενα «μοντέλα τυχαίας χρησιμότητας» (Random Utility Models – RUMs). Τὰ μοντέλα αὐτὰ χρησιμοποιήθηκαν στὴν πράξη σὲ πολλές ἐφαρμογές καὶ προσδιορίζουν τὴν πιθανότητα ἐπιλογῆς μιᾶς ἐναλλακτικῆς κατάστασης $P_c(i)$ σὲ σχέση μετὰ κάποια ἄλλη ἢ ἄλλες (π.χ. σχετικὰ μετὰ τὴν ἐπιλογή ἐνὸς μεταφορικοῦ μέσου σὲ σχέση μετὰ κάποιο ἄλλο). Ἡ κύρια μαθηματικὴ σχέση τῶν μοντέλων τυχαίας χρησιμότητας εἶναι τῆς μορφῆς:

$$P_c(i) = \frac{e^{Z(\alpha - c_p w_i \lambda x_i s) \alpha}}{\sum_{j \in C} e^{Z(\alpha - c_p w_j \lambda x_j s) \alpha}} \cdot F(\alpha) \quad [22]$$

ὅπου, σὲ σχέση καὶ μετὰ τὰ προηγούμενα σύμβολα, τὰ «α» λαμβάνονται ἀπὸ τυχαῖες κατανομές, τὰ Z ὑποδηλώνουν σχέσεις τῶν ἀναφερόμενων (παρατηρούμενων καὶ μὴ παρατηρούμενων) μεγεθῶν καὶ τὸ F εἶναι συνάρτηση ποῦ χρησιμοποιεῖ τὴν κατανομὴ τῶν «α» γιὰ νὰ ὑπολογίσει ἕνα συντελεστὴ διόρθωσης.

Στὴ διαμόρφωση τῆς σχέσης [22] ὑπῆρξαν πολλές παραλλαγές ποῦ στόχευαν στὴν κατὰ τὸ δυνατόν πιστότερη μαθηματικὴ ἀπεικόνιση τῆς

9. Σχετικὲς λεπτομέρειες τῶν μαθηματικῶν μετασχηματισμῶν καὶ τῶν (πολλαπλῶν) ὑποθέσεων ποῦ ἀκολουθοῦν τὴ βασικὴ αὐτὴ ἀρχὴ καὶ ποῦ καταλήγουν στὸ μαθηματικὸ μοντέλο τῆς «τυχαίας χρησιμότητας» μποροῦν νὰ βρεθοῦν στὴν ἀναφορὰ McFADDEN 2000.

πραγματικότητας, όπως αυτές που έκαναν χρήση ψυχολογικών θεωρήσεων και θεωριών από τις μελέτες και έρευνες της αγοράς, αυτές που χρησιμοποίησαν τη λεγόμενη «συνδυαστική ανάλυση» (conjoint analysis) κ.λπ.

3.2. Μαθηματικά μοντέλα συνολικής αποτύπωσης της διαδικασίας μετακίνησης

Τα τελευταία χρόνια έγιναν και αρκετές προσπάθειες για δημιουργία μαθηματικών μοντέλων που αποτυπώνουν τη συνολική διαδικασία μετακίνησης και όχι μεμονωμένα τμήματά της. Οι προσπάθειες αυτές έχουν δώσει τα λεγόμενα μοντέλα «συνολικής αποτύπωσης» (integrated models), τα οποία είναι συνδυασμένα μοντέλα μαθηματικών σχέσεων και κατάλληλων υπολογιστικών διατάξεων που με χρήση Η/Υ και μιās διαδικασίας διαδοχικών προσεγγίσεων ή προσομοίωσης αποτυπώνουν τη συνολική διαδικασία πρόβλεψης της ζήτησης (δηλαδή και τα τέσσερα στάδια).

Η περιπλοκότητα όμως των σχετικών μαθηματικών διατυπώσεων που διαμορφώνονται σε αυτά τα μοντέλα και σε αυτή την κατηγορία μαθηματικών εφαρμογών έκανε την πρακτική χρησιμοποίησή τους ιδιαίτερα δυσχερή, γεγονός που κατατάσσει τις προσπάθειες αυτές στην κατηγορία των θεωρητικών-ακαδημαϊκών διαμορφώσεων που κατά πάσα πιθανότητα δεν θα βρουν ανταπόκριση σε μελλοντικές πρακτικές εφαρμογές.

Μια πολύ πρόσφατη προσπάθεια για ανάπτυξη μοντέλου συνολικής αποτύπωσης παρουσιάστηκε από τους Verbas, Mahmassani και άλλους (VERBAS κ.ά. 2016) στην έτήσια συνάντηση του αμερικανικού Transportation Research Board. Οι συγγραφείς αναφέρουν ότι η διαμορφωθείσα συνολική μαθηματική διατύπωση ελέγχθηκε με πειραματικά δεδομένα στην περιοχή του Σικάγου και έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα σύγκλισης των τιμών από τις παρατηρήσεις με εκείνες του μοντέλου μετά από 10-20 παλινδρομήσεις.

4. Η παρούσα τρίτη περίοδος

4.1. Χρήση των «μεγάλων δεδομένων»

Τα τελευταία χρόνια, οι δυνατότητες συλλογής δεδομένων και στοιχείων σχετικών με τις μετακινήσεις και την κυκλοφορία έχουν πολλαπλασιαστεί έντυπωσιακά και η διαθεσιμότητα μιās πληθώρας δεδομένων, που

χαρακτηρίζεται με τόν όρο «μεγάλα δεδομένα» (big data), έχει επηρεάσει σημαντικά τη διαδικασία και την όλη φιλοσοφία δημιουργίας μαθηματικών μοντέλων στον τομέα των Μεταφορών και Συγκοινωνιών. Η διαθεσιμότητα δεδομένων βασίζεται σε τεχνολογίες όπως αυτές του έντοπισμοῦ θέσης μέσω των συσκευών κινητῶν τηλεφώνων ή συσκευῶν GPS, ανταλλαγῆς πληροφοριῶν και δεδομένων μέσω bluetooth ή άλλων πρωτοκόλλων, χρήσης έξυπνων καρτῶν για πληρωμή εισιτηρίων ή διοδίων, ακόμα και μέσω τῆς χρήσης μέσων κοινωνικῆς δικτύωσης (LEE κ.ά. 2016).

Σύμφωνα με τὴν παραπάνω ἀναφορά, ἡ χρήση τῶν μεγάλων δεδομένων γίνεται σήμερα κυρίως για:

1) Τὴν καλλίτερη βαθμονόμηση τῶν μαθηματικῶν σχέσεων-μοντέλων ποὺ διαμορφώνονται στον τομέα τῶν Μεταφορῶν και Συγκοινωνιῶν,

2) Τὸν έντοπισμὸ τῶν («κανονικότητων») (regularities) ποὺ μποροῦν νὰ παρατηρηθοῦν και, κατὰ συνέπεια, τὴ διαμόρφωση θεωριῶν και νόμων για μεμονωμένα κυρίως στοιχεῖα τοῦ συστήματος,

3) Τὴν περιγραφή και παρακολούθηση τῆς ὑπάρχουσας κατάστασης με on-line ὑπολογισμὸ δεικτῶν και μεγεθῶν, και

4) Για βραχυχρόνιες προβλέψεις κυκλοφοριακῶν μεγεθῶν, ὥστε νὰ δοθεῖ ἡ κατάλληλη και σε πραγματικὸ χρόνο πληροφόρηση στους χρήστες τῶν δικτύων κυκλοφορίας ἢ ἡ λήψη προληπτικῶν μέτρων ἐλέγχου τῆς κυκλοφοριακῆς ροῆς.

Ἡ πλήρης ἀξιοποίηση τῶν μεγάλων δεδομένων θὰ ἀπαιτήσῃ πολλὴ ἀκόμη ἐρευνητικὴ προσπάθεια και θὰ χρειαστοῦν βήματα κυρίως στους τομείς:

- τῆς ἀύξησης τῆς στατιστικῆς («κάθαρσης») και ἀξιοπιστίας τῶν δεδομένων,
- τῆς θεώρησης τῶν δημογραφικῶν και λοιπῶν κοινωνικῶν δεικτῶν και στοιχείων ποὺ πρέπει νὰ συνυπολογίζονται, και
- τῆς διαμόρφωσης ἀκριβέστερων σχέσεων για πρακτικὲς ἐφαρμογές.

Στὴν Ἑλλάδα ἡ μόνη γνωστὴ περίπτωση συστηματικῆς συλλογῆς και ἀξιοποίησης («μεγάλων δεδομένων») για ἀνάλυση τῶν χαρακτηριστικῶν τῶν μετακινήσεων και διαμόρφωση μαθηματικῶν μοντέλων στον τομέα τῶν Μεταφορῶν και Συγκοινωνιῶν εἶναι αὐτὴ τῆς Θεσσαλονίκης ἀπὸ τὸ Ἰνστιτοῦτο Βιώσιμης Κινητικότητας και Δικτύων Μεταφορῶν τοῦ Ἐθνικοῦ Κέντρου Ἐρευνας και Τεχνολογικῆς Ἀνάπτυξης (MITSAKIS κ.ά. 2014, GIANNOPOULOS – SALANOVA 2015).

4.2. Χρήση θεωριών από τις οικονομικές και κοινωνικές έπιστήμες

Η έπιστήμη τών Μεταφορών και Συγκοινωνιών αξιοποιεί συνεχώς και περισσότερο σήμερα θεωρίες και αναλυτικά εργαλεία από τις οικονομικές και κοινωνικές έπιστήμες. Η θεωρία σχετικά με την ισορροπία μεταξὺ προσφοράς και ζήτησης και πολλές άλλες οικονομικές θεωρίες απέτέλεσαν τή βάση για μιὰ νέα όπτική στη μελέτη τών φαινομένων τών μεταφορών.

Τὰ κύρια πεδία στὰ όποια ή σύγχρονη έπιστήμη τών Μεταφορών και Συγκοινωνιών χρησιμοποιεί τήν οικονομική θεωρία για νὰ διαμορφώνει αναλύσεις και τεχνικές για πρακτική χρήση είναι τὰ έξής:

1. Η θεωρηση του λεγόμενου («έξωτερικού κόστους») του συστήματος τών μεταφορών (externalities), δηλαδή ή ποσοτικοποίηση τών θετικών ή άρνητικών έπιπτώσεων από τή λειτουργία του συστήματος τών μεταφορών στο περιβάλλον, στην ασφάλεια και άλλες έπιπτώσεις (π.χ. διακοπή τής συνοχής του άστικού περιβάλλοντος από τις ύποδομές μεταφορών κ.λπ.).

2. Η μελέτη και ανάλυση τών φαινομένων ανάπτυξης και διάδοσης τής κυκλοφοριακής συμφόρησης στὰ όδικά κυρίως δίκτυα. Η οικονομική θεωρία σχετικά με τὰ φαινόμενα αυτά διατυπώθηκε κυρίως σε σχέση με τόν ύπολογισμό του αναλογούντος «τέλους κυκλοφοριακής συμφόρησης» (congestion pricing), δηλαδή του μεγέθους τής οικονομικής επιβάρυνσης από τή χρήση ΙΧ όχήματος για κίνηση σε περιοχές με κυκλοφοριακή συμφόρηση. Ο θεμελιωτής τής οικονομικής θεωρίας του congestion pricing είναι ό William Vickrey (VICKREY κ.ά. 1994), βραβεϊό Νόμπελ 1996. Η θεωρία αυτή εφαρμόζεται και στις Δημόσιες Συγκοινωνίες, ενώ στην πράξη έχει εφαρμοστεί κυρίως στὰ πλαίσια τών συστημάτων ηλεκτρονικής πληρωμής για χρήση όρισμένων περιοχών με τή βοήθεια τών τεχνολογιών τών «εύφυων συστημάτων μεταφορών» (Intelligent Transport Systems – ITS). Πρόκειται για τὰ συστήματα ERP (Electronic Road Pricing) στην πόλη τής Σιγκαπούρης, που λειτουργούν από είκοσαετίας περίπου, αλλά και τή μεταγενέστερη εφαρμογή στο κεντρικό Λονδίνο (SANTOS 2005)¹⁰.

10. Οι θεωρίες έπιβολής «τέλους κυκλοφοριακής συμφόρησης» συναντούν πολλές αντιδράσεις αλλά και έπιστημονικές αντιρρήσεις, οι όποίες συνοψίζονται

3. Αξιολόγηση επενδύσεων για τη χρηματοδότηση μεταφορικών υποδομών και τη συντήρησή τους. Πρόκειται για τη διαμόρφωση τεχνικών και μαθηματικών σχέσεων σχετικά με την αξιολόγηση νέων μεταφορικών υποδομών και διατύπωση καινοτόμων τρόπων και τεχνικών χρηματοδότησής τους. Παραδείγματα είναι οι τεχνικές τής ανάλυσης κόστους-οφέλους, τής αποτίμησης τής αξίας του χρόνου, τής εκτίμησης τής ζήτησης πριν από και μετά ένα συγκεκριμένο έργο κ.ά.

4. Θέματα ρύθμισης και «ελέγχου» (regulation) τών οικονομικών του ανταγωνισμού στον τομέα τών Μεταφορών. Πρόκειται κυρίως για τη διαμόρφωση και εφαρμογή μαθηματικών μοντέλων για την παρακολούθηση τής λειτουργίας τής αγοράς στον τομέα τών Μεταφορών. Αυτό γίνεται με βάση τις θεωρίες εξισορρόπησης προσφοράς και ζήτησης για επίτευξη οικονομικής, κοινωνικής και χρονικής εξισορρόπησης τών δύο αυτών μερών.

5. Θέματα τιμολόγησης και φορολόγησης στον τομέα τών Μεταφορών. Κυρίως φορολόγηση τών όχημάτων και τών καυσίμων και μελέτη τών επιπτώσεων στη ζήτηση, καθορισμός τής τιμολόγησης σε σχέση με τη βιωσιμότητα τών μεταφορικών επιχειρήσεων και τη συντήρηση του ανταγωνισμού κ.ο.κ.

Όσον αφορά τις κοινωνικές επιστήμες, τα θέματα που αξιοποιεί ο τομέας τών Μεταφορών είναι πολλά και σημαντικά. Άφορούν τη μελέτη τής ισότιμης απολαβής τών υπηρεσιών μεταφορών από όλες τις ομάδες του πληθυσμού (equity in transportation), προτεραιότητας τών νοικοκυριών κάτω του όριου τής φτώχειας ώστε να απολαμβάνουν ανεκτές υπηρεσίες μεταφοράς, ιδίως για τις μετακινήσεις προς εργασία (poverty transportation) κ.ά. Επί πλέον οι κοινωνικές επιστήμες έχουν δώσει ιδιαίτερα επιτυχημένες τεχνικές για τη μελέτη τών χαρακτηριστικών τών μετακινήσεων σε αστικές ιδίως περιοχές και ειδικότερα στη μελέτη τής διαδικασίας επιλογής προορισμού (κατανομή τών μετακινήσεων στον χώρο) ή μεταφορικού μέσου.

χαρακτηριστικά στο επίχειρημα ότι τα αυτοκίνητα ήδη πληρώνουν για την προκαλούμενη κυκλοφοριακή συμφόρηση μέσω τών φόρων και τελών σε έτησια βάση (CERVERO 1998). Μια αξιοσημείωτη εναλλακτική είναι η έκδοση και χρήση «εμπορεύσιμων πιστωτικών μονάδων» για την κινητικότητα (tradeable mobility credits) κατά το πρότυπο τών αντίστοιχων πιστωτικών μονάδων για τη μόλυνση του περιβάλλοντος (VIEGAS 2001).

Κορυφαίο παράδειγμα τής περίπτωσης αυτής είναι ή χρήση τοῦ γνωστοῦ ἀπὸ τις κοινωνικὲς ἐπιστῆμες ἀξιώματος τοῦ Luce (LUCE 1959) περὶ «ἀνεξαρτησίας μεταξὺ μὴ σχετιζόμενων ἐναλλακτικῶν καταστάσεων» (Independence from Irrelevant Alternatives – IIA), κατὰ τὸ ὅποιο ὁ λόγος τῶν πιθανοτήτων ἐπιλογῆς μεταξὺ δύο ἐναλλακτικῶν καταστάσεων ἀπὸ ἓνα «σέτ» τέτοιων ἐπιλογῶν εἶναι σταθερός. Τὸ ἀξίωμα αὐτὸ βρῆκε ἐφαρμογὴ σὲ μαθηματικὰ μοντέλα στὸν τομέα τῶν Μεταφορῶν γιὰ τὴν ἐπιλογὴ μεταφορικοῦ μέσου (π.χ. στὴ βελτίωση τῶν μοντέλων τυχαίας χρησιμότητας τῆς σχέσης [22]).

5. Διαπιστώσεις, σκέψεις, προοπτικὲς

Δόθηκαν στὰ προηγούμενα ὀρισμένες ἀπὸ τις βασικότερες καὶ πλεῖστον ἀντιπροσωπευτικὲς μορφὲς μαθηματικῶν μοντέλων καὶ σχέσεων ποὺ ἔχουν διατυπωθεῖ καὶ ἐφαρμοσθεῖ σὲ χαρακτηριστικὲς περιοχὲς μελέτης τῆς ἐπιστήμης τῶν Μεταφορῶν καὶ Συγκοινωνιῶν. Ἡ παράθεση αὐτὴ δὲν μπορεῖ νὰ εἶναι ἐξαντλητικὴ, δεδομένων τῆς τεράστιας ποικιλίας καὶ τοῦ ὄγκου τῶν σχετικῶν περιπτώσεων, ἀλλὰ δίνει ἀνάγλυφη τὴν εἰκόνα τῶν βασικότερων καὶ κυριότερων ἐφαρμογῶν. Ὁ ἐνδιαφερόμενος ἀναγνώστης μπορεῖ νὰ βρεῖ στὴ βιβλιογραφία τῶν τελευταίων 60 ἐτῶν πληθώρα ἄλλων θεωριῶν καὶ μαθηματικῶν μοντέλων ποὺ χρησιμοποιήθηκαν σὲ ὅλους τοὺς τομεῖς τοῦ ἀντικειμένου τῶν Μεταφορῶν καὶ Συγκοινωνιῶν.

Μὲ βάση τὴν προηγούμενη ἀνάλυση, τὴ θεώρηση τῆς ὑπάρχουσας βιβλιογραφίας ἀλλὰ καὶ τὴν πολυετὴ πείρα καὶ ἐνασχόληση τοῦ γράφοντος μὲ τὴ δημιουργία καὶ χρῆση μαθηματικῶν μοντέλων στὶς μεταφορές, μποροῦν νὰ διατυπωθοῦν στὸ σημεῖο αὐτὸ μερικὲς καίριες σκέψεις καὶ ἀπόψεις ποὺ στὴν οὐσία ἀποτελοῦν τὴν ἀπάντησή μας στὰ ἀρχικὰ ἐρωτήματα τῆς ἐργασίας αὐτῆς.

5.1. Πόσο ἀποτελεσματικὴ ὑπῆρξε ή χρήση τῶν μαθηματικῶν στὴν ἐπιστῆμη τῶν Μεταφορῶν καὶ Συγκοινωνιῶν;

Ἡ χρῆση τῶν μαθηματικῶν στὴν ἐπιστῆμη τῶν Μεταφορῶν καὶ Συγκοινωνιῶν ἔχει γίνεῖ κυρίως γιὰ νὰ δώσει:

A. Τὴν περιγραφή ἢ ἀποτύπωση μιᾶς ὑπάρχουσας κατάστασης, καὶ

B. Τὴν πρόβλεψη σχετικὰ μὲ τὴν τιμὴ συγκεκριμένων μεγεθῶν στὸ μέλλον ἢ τὴν περιγραφή μελλοντικῶν καταστάσεων.

“Όσον αφορά την πρώτη περίπτωση (Α), κι από τις πρώτες μαθηματικές διαμορφώσεις για τη διατύπωση και περιγραφή των φαινομένων τῆς κυκλοφοριακῆς ροῆς σὲ ἓνα ὀδικὸ δίκτυο μέχρι τις περιπτώσεις ἀποτύπωσης τῶν φαινομένων κατανομῆς τῶν μετακινήσεων στὸν χῶρο ἢ τῆς ἐπιλογῆς μεταφορικοῦ μέσου, ἡ χρήση τῶν μαθηματικῶν ἀλλὰ καὶ πολλῶν ἀπὸ τις θεωρίες τῆς φυσικῆς, γιὰ νὰ περιγραφεῖ μιὰ ὑπάρχουσα κατάσταση, ὑπῆρξε ἀρκετὰ ἀποτελεσματική. Τὰ διαθέσιμα μαθηματικὰ ἐργαλεῖα ἔδωσαν εὐκολὰ ἐλεγχόμενες διαδικασίες διαμόρφωσης τῶν σχετικῶν μοντέλων, οἱ ὁποῖες μέσα ἀπὸ τὴ διαδικασία βαθμονόμησης ἢ προσαρμογῆς ἔδωσαν ἀκριβῆ ἀποτελέσματα ποὺ ἀποτυπώνουν τὴ συγκεκριμένη κατάσταση ἢ φαινόμενο. Μὲ τὴ διαδικασία τῆς βαθμονόμησης τοῦ μαθηματικοῦ μοντέλου, στίς περισσότερες τῶν περιπτώσεων, ἡ ἀκρίβεια ποὺ ἐπιτυγχάνεται μεταξὺ τῶν τιμῶν ποὺ προσδιορίζει τὸ μοντέλο καὶ τῶν ἀντίστοιχων μετρήσεων τους στὴν πράξη εἶναι ὑψηλή. Μὲ ἄλλα λόγια, ἡ ἀποτελεσματικότητά τῶν μαθηματικῶν ἐργαλείων ποὺ διαθέτουμε γιὰ νὰ ἀποτυπώσουμε μιὰ ὑπάρχουσα κατάσταση σὲ ὅλο τὸ φάσμα περιπτώσεων στὸν τομέα τῶν Μεταφορῶν καὶ Συγκοινωνιῶν εἶναι ὑψηλή, ἐφόσον βεβαίως ἀκολουθηθοῦν τὰ σωστὰ βήματα διαμόρφωσης τῶν ἀντίστοιχων σχέσεων ἢ μοντέλων.

“Όσον αφορά τὴ δεύτερη περίπτωση (Β), δηλαδή τὴν πρόβλεψη μιᾶς μελλοντικῆς κατάστασης, ἡ χρήση τῶν ἐργαλείων ποὺ παρέχει ἡ ἐπιστήμη τῶν Μαθηματικῶν καὶ ἡ χρήση γνωστῶν θεωριῶν τῆς φυσικῆς ποὺ διέπουν τὰ φυσικὰ φαινόμενα δὲν φαίνεται νὰ ἐξασφαλίζει τὴν ἐπιθυμητὴ ἀκρίβεια καὶ μπορεῖ νὰ ὀδηγήσει σὲ λανθασμένες προβλέψεις καὶ ἐξωπραγματικὰ ἀποτελέσματα. Ἡ βιβλιογραφία σχετικά μὲ τὴν ἀκρίβεια καὶ ἀξιοπιστία γιὰ τις προβλέψεις τῶν μαθηματικῶν αὐτῶν μοντέλων καὶ σχέσεων εἶναι περιορισμένη. Οἱ μελέτες συγκριτικῆς ἀποτίμησης τῆς ἀκρίβειας τῶν ἀποτελεσμάτων τῶν μαθηματικῶν μοντέλων ποὺ χρησιμοποιήθηκαν γιὰ προβλέψεις ἀπαιτοῦν περίπλοκες καὶ μακροχρόνιες ἐργασίες καὶ ἀναλύσεις ποὺ καλύπτουν χρονικὰ μιὰ μακρὰ περίοδο –ἀπὸ τὸν χρόνο διαμόρφωσης τῶν σχετικῶν μοντέλων καὶ σχέσεων μέχρι ἀρκετὰ χρόνια μετὰ τὴν κατασκευὴ τῶν ἔργων– ὥστε νὰ ὑπάρξουν τὰ κατάλληλα δεδομένα καὶ μετρήσεις. Ἡ χρονικὴ αὐτὴ περίοδος μπορεῖ νὰ εἶναι μιὰ περίοδος 20 ἕως καὶ 30 ἐτῶν, τὰ δὲ δεδομένα καὶ στοιχεῖα πρὶν καὶ μετὰ τὴν ὑλοποίηση τῶν ἔργων πρέπει νὰ εἶναι συμβατὰ καὶ συγκρίσιμα ὥστε νὰ εἶναι οἱ συγκρίσεις ἀξιόπιστες. Γιὰ τὸν λόγο αὐτό, οἱ συγκριτικὲς μελέτες σχετικά μὲ τὴν ἀκρίβεια τῶν χρησιμοποιούμενων μαθηματικῶν μοντέλων πρόβλεψης σπανίζουν.

Από τις πιό γνωστές και προβεβλημένες δημοσιεύσεις σχετικά με την ακρίβεια και αξιοπιστία των μαθηματικών μοντέλων και σχέσεων στις μεταφορές για προβλέψεις είναι μια σειρά τριών δημοσιεύσεων που ξεκίνησε με ένα άρθρο του Supernak το 1983 (SUPERNAK 1983). Ακολούθησε μια απάντηση από τον Καθηγητή John Polak (POLAK 1987), για να ακολουθήσει μια ανταπάντηση από τον Supernak (SUPERNAK – STEVENS 1987). Σε μια πιό πρόσφατη εργασία (FLYVBJERG κ.ά. 2006) συγκεντρώθηκαν αποτελέσματα από 210 περιπτώσεις συγκοινωνιακών έργων σε 14 χώρες και συγκρίθηκαν οι τιμές που βρέθηκαν στην πράξη με τις προβλέψεις των σχετικών μοντέλων που είχαν γίνει πριν από αρκετά χρόνια, κατά τη διάρκεια των σχετικών μελετών σχεδιασμού που έγιναν για τα έργα αυτά. Μια ακόμη πιό πρόσφατη σχετική δημοσίευση είναι αυτή του Martens (MARTENS 2015).

Σύμφωνα με τη μελέτη των Flyvbjerg και άλλων τα αποτελέσματα σχετικά με τις προβλέψεις των μοντέλων που χρησιμοποιήθηκαν (στις 210 περιπτώσεις συγκοινωνιακών έργων που ελέγχθηκαν) συνοψίζονται ως εξής:

- Σε 9 από τα 10 σιδηροδρομικά έργα που εξετάστηκαν οι προβλέψεις όσον αφορά την επιβατική κίνηση βρέθηκαν υπερτιμημένες κατά 106% (κατά μέσον όρο),
- Στο 72% των σιδηροδρομικών έργων οι προβλέψεις (επιβατικής κίνησης) βρέθηκαν υπερτιμημένες κατά περισσότερο από 67%,
- Στο 50% των οδικών έργων που εξετάστηκαν οι προβλέψεις διέφεραν από τις τιμές που παρατηρήθηκαν κατά σύν-πλήν 20% περίπου, και
- Στο 25% των οδικών έργων οι διαφορές αυτές ήταν μεγαλύτερες από σύν-πλήν 40%.

Συνεπώς, η αποτελεσματικότητα όσον αφορά την όρθη πρόβλεψη μιᾶς μελλοντικής κατάστασης εμφανίζεται στις περιπτώσεις αυτές από χαμηλή έως ανύπαρκτη. Ο κύριος λόγος που συμβαίνει αυτό πρέπει να αναζητηθεί στο γεγονός ότι υπάρχουν κρίσιμοι παράγοντες οι οποίοι υπεισέρχονται στην πρόβλεψη και οι οποίοι είτε αγνοούνται είτε είναι δύσκολο να διατυπωθούν και να ενσωματωθούν σε μιᾶ μαθηματική σχέση ή μοντέλο.

Οι κρίσιμοι αυτοί παράγοντες αφορούν τα ακόλουθα:

- i. Άγνοια τῆς πραγματικῆς σχέσης αἰτίου-αἰτιατοῦ πού διέπει τῆ συγκριμένη συμπεριφορά ἢ φαινόμενο πού θέλουμε νά προβλέψουμε. Δηλαδή, στις περισσότερες περιπτώσεις διαμορφώνεται ἕνα μαθηματικό μοντέλο πού ἀποδίδει μὲν πιστὰ τὴν ὑπάρχουσα κατάσταση, ἀλλὰ πού δὲν ἀποδίδει τὴν πραγματικὴ σχέση αἰτίου-αἰτιατοῦ πού διέπει τὸ φαινόμενο. Ἔτσι,

μειώνεται σημαντικά ή άποτελεσματικότητά του στο να προβλεφθεῖ σωστά ή συγκεκριμένη συμπεριφορά που θα προκύψει από κάποιο συγκεκριμένο αίτιο (π.χ. μεταβολή τῆς ἐπιβατικῆς κίνησης μετά από μιὰ αύξηση τῆς τιμῆς τοῦ εἰσιτηρίου στὶς ΔΣ). Ἡ διατύπωση μιᾶς τέτοιας σχέσης αἰτίου-αἰτιατοῦ προϋποθέτει στὴν οὐσία καὶ μιὰ δυνατότητα γενίκευσης τῶν παρατηρούμενων συμπεριφορῶν τῶν μετακινουμένων, ὥστε νὰ μπορέσει νὰ διατυπωθεῖ ὁ νόμος που διέπει τὴ συνολικὴ συμπεριφορά. Τὸ λάθος που γίνεται συνήθως εἶναι νὰ θεωρηθεῖ ὅτι ἡ δημιουργία τοῦ μαθηματικοῦ μοντέλου (μὲ βάση κάποια ἄλλη θεωρία τῆς φυσικῆς ἢ ἄλλου χώρου) δημιουργεῖ καὶ μιὰ τέτοια γενίκευση καὶ ἄρα ὁ νόμος τῆς φυσικῆς ἢ ἄλλης ἐπιστήμης που χρησιμοποιήθηκε διέπει καὶ τὴ συγκεκριμένη συμπεριφορά ἢ φαινόμενο. Χαρακτηριστικὸ παράδειγμα τέτοιου λάθους εἶναι οἱ σχέσεις που προκύπτουν ἀπὸ τὶς μεθοδολογίες τῆς γραμμικῆς παλινδρόμησης. Μὲ τὴ μαθηματικὴ μεθοδολογία τῆς θεωρίας τῶν ἐλαχίστων τετραγώνων μπορεῖ καὶ διατυπώνεται, σὲ ὅλες σχεδὸν τὶς περιπτώσεις, μιὰ ἱκανοποιητικὴ –μὲ τὴν καθαρὰ στατιστικὴ ἔννοια– συσχέτιση μεταξὺ τῶν σειρῶν μετρήσεων τῶν σχετικῶν μεγεθῶν. Αὐτὸ ὅμως δὲν σημαίνει ὅτι ἡ σχέση αὐτὴ ἀντιπροσωπεύει καὶ στὴν πραγματικότητά μιὰ οὐσιαστικὴ σχέση αἰτίου-αἰτιατοῦ γιὰ τὴ συγκεκριμένη συμπεριφορά.

ii. Ἄγνοια τῆς ὑπαρξῆς –καὶ ἐπίδρασῆς τους στοῦ ἀποτέλεσμα– ὀρισμένων παραγόντων που δὲν ὑπάρχουν σήμερα (ἢ ὑπάρχουν καὶ δὲν εἶναι ἐμφανῶς ἐνεργοὶ στὴ σημερινὴ κατάσταση), ἀλλὰ που ἐμφανίζονται καὶ ἐπιδροῦν στοῦ μέλλον. Τέτοιοι παράγοντες εἶναι τὰ οἰκονομικὰ καὶ κοινωνικὰ χαρακτηριστικὰ που θὰ ἐπικρατοῦν στοῦ μέλλον στὴν περιοχὴ μελέτης, ἢ ἐπίδραση τυχόν νέων πολιτικῶν ἐλέγχου καὶ διαχείρισης τοῦ συστήματος τῶν μεταφορῶν, ἢ δημιουργία νέων μεγάλων ὑποδομῶν μεταφορῶν κ.ο.κ. Ἡ ἀντιμετώπιση τοῦ προβλήματος εἶναι δύσκολη, διότι προϋποθέτει τὴν ἀνίχνευση τῶν παραγόντων αὐτῶν που σήμερα μπορεῖ νὰ εἶναι ἀνενεργοί. Αὐτὸ γιὰ νὰ γίνει θὰ πρέπει νὰ ἀναλυθεῖ σὲ μεγάλο βάθος τὸ φαινόμενο καὶ οἱ γενεσιουργοὶ του μηχανισμοί.

iii. Ἀνυπαρξία στὴν πράξη μιᾶς θεωρίας που διέπει τὸ συγκεκριμένο φαινόμενο γιὰ τὸ ὁποῖο διαμορφώνονται οἱ μαθηματικὲς σχέσεις. Ἡ δημιουργία τῆς θεωρίας αὐτῆς προϋποθέτει τὴ συστηματικὴ καὶ σὲ βάθος ἀνάλυση τοῦ φαινομένου καὶ τῶν γενεσιουργῶν του μηχανισμῶν, ὅπως ἀναφέρθηκε στοῦ προηγούμενου σημείου. Θεωρεῖται συνεπῶς ἀναγκαῖο νὰ δοθεῖ περισσότερη ἔμφαση στοῦ μέλλον στὴ διατύπωση νέων θεωριῶν που θὰ δια-

μορφώνονται ειδικά για τὰ συγκεκριμένα φαινόμενα στὸν χῶρο τῶν Μεταφορῶν καὶ Συγκοινωνιῶν. Αὐτὸ μπορεῖ νὰ γίνῃ μέσα ἀπὸ συστηματικὴ παρατήρηση καὶ συλλογὴ δεδομένων σχετικὰ μὲ τὴν ἐπανάληψη συγκεκριμένων συμπεριφορῶν ἢ φαινομένων στὴν ὑπὸ μελέτη περιοχὴ (ἢ σὲ παρόμοιες μὲ αὐτὴν περιοχές) καὶ μιᾶς διαδικασίας ἀφαίρεσης γιὰ ἀπομόνωση τῶν εἰδικῶν ἐκείνων χαρακτηριστικῶν ἢ παραγόντων ἢ γενεσιουργῶν μηχανισμῶν ποὺ διέπουν τὴ συμπεριφορὰ τοῦ φαινομένου. Ἡ διαφαινόμενη δημιουργία καὶ ὕπαρξη τῶν λεγόμενων «μεγάλων δεδομένων» ἀναμένεται νὰ συμβάλῃ πρὸς τὴν κατεύθυνση αὐτή.

iv. Ἀδυναμία συχνῆς ἀναπροσαρμογῆς τῶν μαθηματικῶν σχέσεων καὶ μοντέλων κάθε λίγα χρόνια μὲ βάση τίς διαμορφούμενες νέες καταστάσεις μετὰ τὴν πρώτη διατύπωση τῶν μοντέλων. Παραδοσιακά, ἡ δημιουργία μοντέλων γιὰ πρόβλεψη εἶναι μιὰ πολυέξοδη, δαπανηρὴ καὶ χρονοβόρα διαδικασία ποὺ εἶναι δύσκολο νὰ ἐπαναλαμβάνεται συχνά. Καὶ πάλι, οἱ δυνατότητες ποὺ ὑπάρχουν σήμερα γιὰ χρῆση πανίσχυρων ὑπολογιστικῶν ὑποδομῶν ἐπιτρέπουν τὴν κατὰ τακτὰ διαστήματα ἐπικαιροποίηση καὶ ἀναπροσαρμογὴ τῶν μοντέλων, ὥστε νὰ λαμβάνονται ὑπόψη οἱ τυχόν νέες παράμετροι καὶ οἱ παράγοντες ἐπηρεασμοῦ.

Τὰ παραπάνω ἀποτελοῦν καὶ τίς προϋποθέσεις γιὰ νὰ μπορούν νὰ χρησιμοποιηθοῦν τὰ μαθηματικὰ μὲ ἀποτελεσματικὸ τρόπο, ὥστε νὰ βρεθοῦν οἱ κατάλληλες μαθηματικὲς διαμορφώσεις ποὺ θὰ ἐκφράσουν ἀποτελεσματικὰ ἓνα φαινόμενο στὸν χῶρο τῶν μεταφορῶν. Στις περισσότερες περιπτώσεις δημιουργίας μαθηματικῶν μοντέλων στὸ παρελθὸν οἱ προϋποθέσεις αὐτὲς δὲν φαίνεται νὰ ὑπῆρξαν. Κατὰ συνέπεια, μπορεῖ νὰ λεχθεῖ ὅτι ἡ μὴ ἱκανοποιητικὴ μέχρι σήμερα ἀποτελεσματικότητα τῶν χρησιμοποιούμενων μαθηματικῶν μοντέλων καὶ σχέσεων γιὰ πρόβλεψη ὀφείλεται περισσότερο στὸν ἀναποτελεσματικὸ τρόπο μὲ τὸν ὁποῖο ἔγινε ἡ διαμόρφωση καὶ χρῆση τῶν μοντέλων αὐτῶν παρὰ στὴν ἀναποτελεσματικότητα τῶν μαθηματικῶν ὡς ἐπιστήμης καὶ μεθοδολογίας ἀνάλυσης.

Συνοψίζοντας, ἡ χρῆση τῶν μαθηματικῶν στὶς μεταφορὲς καὶ συγκοινωνίες τὰ τελευταῖα 60 χρόνια ἔχει δώσει μικτὰ ἀποτελέσματα: Ἀπὸ τὴ μιὰ πλευρὰ ὑπάρχει ἱκανοποιητικὴ ἀποτελεσματικότητα ὅσον ἀφορᾷ τὴν ἀποτύπωση-περιγραφή ὑπαρχουσῶν καταστάσεων, ἀλλὰ ἀπὸ τὴν ἄλλη ἡ ἀποτελεσματικότητά αὐτὴ μειώνεται σημαντικά, μὲ συχνὰ ἀμφιλεγόμενα καὶ ἐκτὸς πραγματικότητας ἀποτελέσματα ὅσον ἀφορᾷ τίς προβλέψεις. Γιὰ τὴ δευτέρη περίπτωση, τὰ στοιχεῖα ποὺ ἔχουμε μέχρι σήμερα στὴ διάθεσή μας

δὲν μᾶς ἐπιτρέπουν νὰ ἀποφανθοῦμε ὀριστικὰ σχετικὰ μὲ τὴν ἀποτελεσματικὴν τῶν μαθηματικῶν ἐργαλείων ποὺ χρησιμοποιήθηκαν, δεδομένου ὅτι ὁ τρόπος καὶ οἱ διαδικασίες μὲ τις ὁποῖες διαμορφώνονται τὰ μοντέλα αὐτά, ἀλλὰ καὶ οἱ προϋποθέσεις ποὺ πρέπει νὰ τηροῦνται γιὰ ἀκρίβεια καὶ ἀξιοπιστία, συχνὰ δὲν τηροῦνται.

5.2. Ὑπάρχει συνάφεια τῶν νόμων τῆς φυσικῆς μὲ τὴν ἀνθρώπινη συμπεριφορὰ στὸν τομέα τῶν Μεταφορῶν καὶ Μετακινήσεων;

Ἡ ἐπιχειρηματολογία ὑπὲρ τῆς ἀποψῆς ὅτι ἡ ἀνθρώπινη συμπεριφορὰ ὑπακούει καὶ ἀκολουθεῖ τοὺς νόμους τῆς φυσικῆς βασιίζεται στὴ θέση ὅτι, ὅπως στὸν φυσικὸ κόσμον ὑπάρχουν «κανονικότητες» (regularities), δηλαδὴ συγκεκριμένες προβλέψιμες ἐπιπτώσεις ποὺ συμβαίνουν –μὲ πλήρη βεβαιότητα καὶ ἐπαναληψιμότητα– ὅταν ἐπιδράσει κάποιο ἐξωτερικὸ ἐρέθισμα, ἔτσι καὶ στὴν συμπεριφορὰ τῶν μετακινουμένων ὑπάρχουν ἀντίστοιχες κανονικότητες. Ἐπὶ πλέον, οἱ κανονικότητες στὴ συμπεριφορὰ τῶν μετακινουμένων μποροῦν νὰ περιγραφοῦν μὲ τὴ μορφή ἑνὸς φυσικοῦ νόμου καὶ νὰ ἐκφραστοῦν μὲ κάποια μαθηματικὴ σχέση. Ὅπως ἀναπτύχθηκε στὰ προηγούμενα, ἡ μέχρι σήμερα πρακτικὴ στὴν ἐπιστήμη τῶν Μεταφορῶν καὶ Συγκοινωνιῶν, προκειμένου νὰ διαμορφώσει ἕνα μαθηματικὸ μοντέλο ποὺ ἐκφράζει μιὰ συγκεκριμένη διαδικασία, υἱοθετεῖ πρῶτα ἕνα ὑπάρχοντα νόμο ἢ θεωρία ποὺ συνήθως προέρχεται ἀπὸ κάποια ἄλλη ἐπιστήμη (συνήθως τῆς φυσικῆς) καὶ ἀκολούθως διαμορφώνει καὶ προσαρμόζει τις μαθηματικὲς σχέσεις. Ἡ πρωθύστερη χρῆση νόμων τῆς φυσικῆς στὶς μεταφορὲς θέτει καίρια ἐρωτήματα ὡς πρὸς τὴν ἀξιοπιστία τους στὸ νὰ ἐκφράσουν τὰ πραγματικὰ φαινόμενα στὸν χῶρον τῶν μεταφορῶν, καὶ θέτουν τὸ θέμα τῆς ἐφαρμογῆς καὶ συνάφειάς τους μὲ αὐτὸ ποὺ στὴν οὐσία εἶναι ἀνθρώπινη συμπεριφορὰ.

Ἡ θέση περὶ συνάφειας τῶν νόμων τῆς φυσικῆς καὶ τῶν νόμων ποὺ διέπουν τὴν ἀνθρώπινη συμπεριφορὰ δὲν μπορεῖ ἀκόμη –μὲ τὰ σημερινὰ δεδομένα– νὰ ὑποστηριχθεῖ γιὰ τοὺς ἐξῆς λόγους:

1) Ἡ συμπεριφορὰ τῶν μετακινουμένων δὲν μπορεῖ νὰ ἐνταχθεῖ σὲ κανονικότητες ὅπως αὐτὲς τῶν φυσικῶν φαινομένων, δεδομένου ὅτι τὰ τελευταῖα ἀντιδρῶν κατὰ βᾶση παθητικὰ καὶ πλήρως προβλέψιμα, δηλαδὴ χωρὶς αὐτενέργεια, ἐνῶ ἡ συμπεριφορὰ τῶν μετακινουμένων εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα ἔλλογων ἀντιδράσεων σκεπτόμενων ἀτόμων ποὺ δὲν μποροῦν νὰ

είναι παθητικές ούτε προβλέψιμες, δεδομένου ότι τὰ άτομα αντιδρούν πάντα ένσυνείδητα και ένεργητικά στις έξωτερικές καταστάσεις που τὰ έπηρεάζουν.

2) Οί άνθρωπινες αντίδράσεις τών μετακινουμένων είναι άποτέλεσμα «γνωστικής» (cognitive) διαδικασίας και μιās πρακτικά άπεριόριστης δυνατότητας πρωτοτυπίας και προσαρμογής, σε σχέση με τó περιβάλλον μέσα στο όποιο γίνονται. Έτσι, είναι κατ' άρχήν δύσκολο, άν όχι άδύνατον, να συνοψισθούν σε έναν νόμο ή θεωρία που θα ισχύει για όλους.

3) Στην περίπτωση τών μετακινουμένων και τής ανθρώπινης συμπεριφοράς (τήν όποία αύτοί άκολουθούν), ή όποια κανονικότητα προκύπτει από τή συγκεκριμένη συμπεριφορά και μπορεί να όφείλεται σε διαφορετικούς κάθε φορά μηχανισμούς που τήν προκαλούν, σε αντίθεση με τὰ φυσικά φαινόμενα όπου οί μηχανισμοί είναι γνωστοί, σταθεροί και κατά τεκμήριο πιό εύκολο να έντοπισθούν.

Τὰ προηγούμενα έπιχειρήματα άφορούν κυρίως τήν έξατομικευμένη θεώρηση τής συμπεριφοράς τών μετακινουμένων, δηλαδή όταν θεωρούμε τή συμπεριφορά του κάθε μετακινουμένου χωριστά. Όταν θεωρούνται συλλογικές συμπεριφορές, δηλαδή τὰ φαινόμενα τών μετακινήσεων ένός όμοιογενοϋς μέρους ή του συνόλου τών μετακινουμένων, ή μέχρι σήμερα πείρα δείχνει ότι οί νόμοι τής φυσικής μπορεί να δείχνουν μεγαλύτερη συνάφεια και έπεξήγηματική ικανότητα. Η θέση αύτή δικαιολογείται μεταξύ άλλων από τους έξής λόγους:

α) Όταν έξετάζεται συλλογικά ή συμπεριφορά μιās ομάδας μετακινουμένων, τó τελικό άποτέλεσμα έπηρεάζεται από μιá λειτουργία άλληλοαναίρεσης και έξομάλυνσης τών ιδιαιτεροτήτων τών άτομικών συμπεριφορών, κάτι άνάλογο δηλαδή με τή στατιστική άλληλοαναίρεση σφαλμάτων όσο μεγαλύτερος είναι ό πληθυσμός του μεγέθους που άναλύεται.

β) Στην συλλογικότητα μειώνεται ό ρόλος ή ή έπίδραση τής «γνωστικής» (cognitive) διαδικασίας και πρωτοτυπίας του κάθε μετακινουμένου και αυξάνεται ό ρόλος και ή σημασία τής μαζικής συμπεριφοράς, κάτι που ως φαινόμενο είναι πιό κοντά στις μη γνωστικές συμπεριφορές τών φυσικών αντικειμένων και φαινομένων.

γ) Η έννοια τής κανονικότητας, και συνεπώς και τής εύρεσης ένός φυσικού νόμου που τήν εκφράζει, είναι πολύ περισσότερο συμβατή με τήν έννοια τής συλλογικότητας, δηλαδή τής συλλογικής συμπεριφοράς ομάδων, παρά με αύτή τών μεμονωμένων μετακινουμένων.

Στή μέχρι σήμερα πρακτική (κυρίως μεταξύ τῆς πρώτης καὶ τῆς δευτέρας περιόδου), ὑπάρχουν παραδείγματα καὶ ἐνδείξεις πού ἐπικυρώνουν τὴν παραπάνω θεώρηση, εἰδικότερα στοὺς τομεῖς τῆς κατανομῆς τῶν μετακινήσεων καὶ στὴν κατανόηση τοῦ μηχανισμοῦ ἀνάπτυξης καὶ ἐπέκτασης τῆς κυκλοφοριακῆς συμφόρησης (μὲ συνακόλουθη ἀναφορὰ στὸν τρόπο ἐπιλογῆς διαδρομῶν σὲ ἓνα δίκτυο). Εἰδικότερα, μὲ τὴ θεώρησή του ὡς συνολικοῦ φαινομένου καὶ ὄχι ὡς μεμονωμένων ἀποφάσεων μετακινουμένων, τὸ βασικὸ μοντέλο βαρύτητας τοῦ Νεύτωνα ἔχει δώσει ἀκριβῆ καὶ ἀξιόπιστα ἀποτελέσματα. Τὸ ἴδιο συμβαίνει καὶ μὲ τὴν περίπτωση τῆς μελέτης τῶν φαινομένων ἐξισορρόπησης τῶν κυκλοφοριακῶν συνθηκῶν μὲ χρῆση τῆς θεωρίας τῆς ἐντροπίας καὶ τῆ μεγιστοποίησής της. Στὴν περίπτωση αὐτή, ἡ κυκλοφοριακὴ συμφόρηση ὡς συνολικὸ φαινόμενο σὲ ἓνα ὀδικὸ δίκτυο φαίνεται νὰ ἀναπτύσσεται κατὰ τρόπο πού τείνει νὰ ὁμογενοποιεῖ τὴν κατανομὴ τῆς κυκλοφορίας συνολικὰ στὸ δίκτυο, καὶ ἡ διαδικασία αὐτὴ ἔχει φανεῖ ὅτι ἐκφράζεται κατὰ πολὺ ἱκανοποιητικὸ τρόπο ἀπὸ τὸν δεῦτερο νόμο τῆς θερμοδυναμικῆς καὶ τῆ μεγιστοποίησης τῆς ἐντροπίας τοῦ ὅλου συστήματος.

Τὰ παραπάνω ὀδηγοῦν σὲ μερικὰ βασικὰ συμπεράσματα:

Α. Ἡ ἀποτελεσματικότητά τῶν νόμων τῆς φυσικῆς στὴν ἐξήγηση τῶν φαινομένων μεταφορῶν καὶ συγκοινωνιῶν εἶναι ἀκόμη ἀντικείμενο μελέτης καὶ δὲν μπορεῖ νὰ ὑποστηριχθεῖ μὲ τὰ μέχρι σήμερα δεδομένα τουλάχιστον σὲ ἐξατομικευμένο ἐπίπεδο ἀναφορᾶς (ὅταν ἐξετάζεται ἡ συμπεριφορὰ μεμονωμένων μετακινουμένων).

Β. Ἡ χρῆση θεωριῶν πού προέρχονται ἀπὸ τοὺς νόμους τῆς φυσικῆς εἶναι μιὰ πρακτικὴ ἢ ὁποῖα μπορεῖ νὰ δικαιολογηθεῖ κυρίως γιὰ περιπτώσεις ἐξέτασης συλλογικῶν συμπεριφορῶν.

Γ. Ἀνεξάρτητα ἀπὸ τὰ παραπάνω, εἶναι πλέον καιρὸς νὰ ἀσχοληθεῖ ἡ ἐπιστῆμη τῶν Μεταφορῶν καὶ Συγκοινωνιῶν μὲ μιὰ νέα μεθοδολογία καὶ φιλοσοφία τῆς διαδικασίας Σχεδιασμοῦ τῶν Μεταφορῶν καὶ χρῆσης τῶν μαθηματικῶν σχέσεων καὶ μοντέλων στὸν τομέα αὐτόν. Στοιχεῖα τῆς νέας αὐτῆς μεθοδολογίας καὶ τῶν δυνατοτήτων της δίνονται στὰ ἐπόμενα.

Ἐννοεῖται ὅτι τὰ θέματα αὐτὰ θὰ πρέπει νὰ διερευνηθοῦν περισσότερο καὶ νὰ γίνουν ἀντικείμενο περαιτέρω ἀναλύσεων καὶ ἐρευνῶν στὸ μέλλον, ἰδίως μετὰ τὴ διαφαινόμενη δυνατότητα συλλογῆς καὶ ἐπεξεργασίας τῶν λεγόμενων «μεγάλων δεδομένων».

5.3. Η διαγραφόμενη νέα εποχή στη διαμόρφωση και χρήση μαθηματικών μοντέλων και σχέσεων στις μεταφορές

Με βάση τις έμπειρίες και τα αποτελέσματα των περασμένων δεκαετιών, σχετικά με τη διαμόρφωση και χρήση μαθηματικών μοντέλων και σχέσεων στις μεταφορές, που σκιαγραφήθηκαν στα προηγούμενα, ή έπιστήμη των Μεταφορών και Συγκοινωνιών έχει πλέον προχωρήσει και διαμορφώνεται ήδη ένα νέο θεωρητικό και πρακτικό πλαίσιο προσέγγισης. Το πλαίσιο αυτό διαμορφώνεται σταδιακά τα τελευταία χρόνια με κύρια χαρακτηριστικά:

1. Τη διαμόρφωση μαθηματικών σχέσεων και μοντέλων για πολύ συγκεκριμένα και περιορισμένης έκτασης φαινόμενα των διαδικασιών μετακινήσεων και μεταφορών. Τα μοντέλα αυτά, των οποίων ή συγκεκριμένη μορφή και βαθμός λεπτομέρειας αποδίδονται χαρακτηριστικά από τον αγγλικό όρο *micromodels*, έχουν τη λογική του ότι όσο πιο στενά έντοπισμένη και έστιασμένη είναι ή περιοχή αναφοράς τους τόσο πιο άκριβης και αντιπροσωπευτική είναι ή διαμόρφωση και χρήση τους.

2. Τήν ύπαρξη και χρήση μιᾶς πληθώρας και σε πραγματικό χρόνο διαθέσιμων δεδομένων και στοιχείων που είναι γνωστά με τον όρο «μεγάλα δεδομένα» (*big data*). Τα μεγάλα αυτά δεδομένα προέρχονται από μιᾶ πληθώρα πηγών (πέρα από τις νέες αλλά και κλασικές μορφές μετρητῶν κυκλοφορίας ὀχημάτων και πεζῶν) που περιλαμβάνουν δεδομένα από συσκευές κινητῶν τηλεφῶνων και ἄλλων συσκευῶν προσδιορισμοῦ θέσης (GPS), από τη χρήση τῶν διάφορων τεχνολογικῶν ἐφαρμογῶν («κοινωνικῶν δικτύων») (*social media*), από τις συσκευές ὀπτικῆς καταγραφῆς και ἀνάλυσης τῆς κυκλοφορίας κ.ἄ. Ἡ χρήση τῶν σύγχρονων αὐτῶν μέσων συλλογῆς στοιχείων και δεδομένων ἔχει δώσει καινούργιες δυνατότητες για τὴν κατανόηση και ἀνάλυση τῶν χαρακτηριστικῶν τῶν μετακινήσεων, τὴ δημιουργία και χρήση μαθηματικῶν μοντέλων ἀνάλυσης τῆς συμπεριφορᾶς τῶν μετακινουμένων ἀλλὰ και πρόβλεψης (LEE κ.ἄ. 2016).

3. Τὴ διαμόρφωση ειδικῶν λογισμικῶν διαδοχικῆς και ἐπαναληπτικῆς χρήσης τῶν μικρομοντέλων που προαναφέρθηκαν, ὥστε νὰ προσομοιώνεται ὀλόκληρη ή διαδικασία μετακίνησης ή μεταφορᾶς. Κύριος στόχος τῆς νέας αὐτῆς πρακτικῆς είναι νὰ ἐπιτύχει μέσα ἀπὸ τὴν ἐπαναληπτικὴ χρήση και διαχείριση τῶν μικρομοντέλων και τὴ διαχείριση και ἀνάλυση τῶν μεγάλων δεδομένων σὲ πραγματικὸ χρόνο:

i. Δυνατότητα πλήρους και ἀκριβοῦς κατανόησης τῆς ὑπάρχουσας κατάστασης με πολὺ μεγαλύτερες δυνατότητες ἀνάλυσης και διακρίβωσης

των κανονικοτήτων που τυχόν υπάρχουν (σύμφωνα με την όρολογία που χρησιμοποιήθηκε στα προηγούμενα) και/ή των νόμων που διέπουν τα διάφορα φαινόμενα μεταφορών και μετακινήσεων.

ii. Δυνατότητα για πολύ ύψηλης ακρίβειας πρόβλεψη των συνθηκών στο άμεσο, πολύ κοντινό μέλλον (δηλαδή για τα επόμενα 15 λεπτά έως μερικές ώρες).

iii. Καλλίτερη δυνατότητα πρόβλεψης στο μεσοπρόθεσμο μέλλον (επίμενους μήνες ή λίγα χρόνια).

iv. Καλλίτερη δυνατότητα για πιο μακροχρόνιες προβλέψεις μέσα από τη συνεχή ανανέωση και αναπροσαρμογή των στοιχείων και προϋποθέσεων πρόβλεψης κατά τακτά χρονικά διαστήματα, λόγω της ευκολίας που θα υπάρχει στη χρησιμοποίηση των μοντέλων αυτών και στη συνεχή ροή νέων στοιχείων και δεδομένων. Μέσα από την επαναληπτική αυτή διαδικασία θα προκύπτει συνολικά μια ακριβέστερη και πιο κοντά στην πραγματικότητα πρόβλεψη.

Οι παραπάνω τάσεις, σχετικά με τις νέες μορφές μοντέλων στην επιστήμη των Μεταφορών και Συγκοινωνιών, αποτυπώνονται χαρακτηριστικά στον τίτλο της πρόσφατης «Thomas Dean διακεκριμένης διάλεξης» (Thomas Dean distinguished lecture) που δόθηκε στο πλαίσιο της ετήσιας συνάντησης του Transportation Research Board της Αμερικανικής Ακαδημίας Έπιστημών από τον Καθηγητή Hani Mahmassani (MAHMASSANI 2016).

Πέρα από τα παραπάνω κύρια χαρακτηριστικά των νέων τάσεων, μπορούν να αναφερθούν και ορισμένα άλλα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και τάσεις που συνοψίζονται στα εξής¹¹:

i. Περισσότερο δυναμική παρά στατική θεώρηση των φαινομένων (εισαγωγή του χρόνου είτε ως παραμέτρου είτε μέσα από τη δυναμική – με την έννοια της προσομοίωσης – και επαναληπτική αναθεώρηση των υπολογισμών σε πολύ συχνά διαστήματα).

ii. Μεγαλύτερη δυνατότητα διασύνδεσης και αλληλεπίδρασης μεταξύ των τεσσάρων σταδίων της διαδικασίας υπολογισμού της μελλοντικής ζή-

11. Μια ένδεικτική θεώρηση του θέματος της αναθεώρησης των κλασικών μαθηματικών μοντέλων στον χώρο των Μεταφορών και Συγκοινωνιών και προτάσεις για υιοθέτηση μιας νέας φιλοσοφίας στη δημιουργία και πρακτική της χρησιμοποίησης τέτοιων μοντέλων υπάρχουν στην αναφορά TIMMS 2008.

τησης για μετακινήσεις (γένεση, κατανομή, επιλογή μέσου, καταμερισμός στο δίκτυο), κυρίως μέσω των δυνατοτήτων που παρέχουν πανίσχυρα υπολογιστικά πακέτα σε Η/Υ τόσο σε επίπεδο ανάλυσης όσο και σε επίπεδο προσομοίωσης.

iii. Ένσωμάτωση στα μαθηματικά μοντέλα των αλληλεπιδράσεων που προέρχονται τόσο από τις προβλεπόμενες βελτιώσεις στις μεταφορικές υποδομές στο μέλλον όσο και από τις πολιτικές για τις χρήσεις γης αλλά και άλλες τέτοιου είδους παραμέτρους, οι οποίες μέχρι σήμερα στην ουσία δεν λαμβάνονται υπόψη.

iv. Είσαγωγή και χρήση νέων, περισσότερο ποιοτικών παραμέτρων στη διαμόρφωση των μελλοντικών μοντέλων, όπως άνεση μετακίνησης, χρόνος αναμονής κ.λπ., και αναθεώρηση των κλασικών θεωριών περιεργασμού των μετακινήσεων μόνο από παραμέτρους όπως το κόστος ή ο προϋπολογισμός ταξιδιών.

6. Συμπεράσματα

Η επιστήμη των Μεταφορών και Συγκοινωνιών έχει χρησιμοποιήσει μέχρι σήμερα συστηματικά τα μαθηματικά εργαλεία και έχει δανειστεί θεωρίες από τη φυσική και άλλες επιστήμες για να εξηγήσει τα φαινόμενα που αφορούν τις μετακινήσεις ατόμων ή τις μεταφορές αγαθών ή την κυκλοφορία των οχημάτων σε ένα μεταφορικό δίκτυο. Μια συστηματική, αν και κατ' ανάγκη συνοπτική και ένδεικτική, παράθεση των κυριότερων τέτοιων προσπαθειών και των αποτελεσμάτων που απέδωσαν έγινε στα προηγούμενα. Η βασική διαπίστωση από την υπάρχουσα πρακτική αλλά και τη σχετική επιστημονική βιβλιογραφία πάνω στα θέματα αυτά τα τελευταία 60 χρόνια είναι ότι τα αποτελέσματα της χρήσης των μαθηματικών εργαλείων εξαρτώνται κυρίως από το πόσο επιτυχημένη είναι η διαδικασία της βαθμονόμησης των αντίστοιχων σχέσεων ή μοντέλων και ποιός είναι ο χρονικός ορίζοντας στον οποίο απευθύνονται. Μια επιτυχημένη διαδικασία βαθμονόμησης εξασφαλίζει κατά τεκμήριο την ακρίβεια και συνάφεια της μαθηματικής σχέσης όσον αφορά την αποτύπωση της υπάρχουσας κατάστασης. Δεν εξασφαλίζει όμως πάντα την αξιοπιστία των προβλέψεων που θα γίνουν με χρήση αυτών των σχέσεων ή μοντέλων, ιδίως όταν οι προβλέψεις αυτές αφορούν μακρινές χρονικές περιόδους, 15, 20 ή και περισσότερων ετών στο μέλλον. Στις περιπτώσεις αυτές, οι –σχετικά λίγες μέχρι

σήμερα– μελέτες σύγκρισης αποτελεσμάτων πριν και μετά δίνουν μικτά αποτελέσματα και πολλά από τα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν για προβλέψεις έδωσαν, τελικά, λανθασμένα και έξωπραγματικά αποτελέσματα.

Η κυριότερη διαφαινόμενη αιτία για την αναποτελεσματικότητα αυτή είναι το γεγονός ότι η χρήση θεωριών που αφορούν τα φυσικά φαινόμενα (οι όποιες φαίνεται να αποδίδουν ικανοποιητικά στην περίπτωση των «άψυχων» φυσικών φαινομένων) δεν αποδίδει όταν παρεμβληθεί η «γνωστική» (cognitive) διαδικασία λήψης αποφάσεων και συμπεριφορών των μετακινουμένων και επίσης όταν δεν μπορούν να προβλεφθούν και καταγραφούν όλοι εκείνοι οι εξωτερικοί παράγοντες οι οποίοι θα επιδράσουν στο μέλλον για τη διαμόρφωση της συμπεριφοράς αυτής. Η αναποτελεσματικότητα αυτή φαίνεται να μειώνεται όταν θεωρούνται οι συλλογικές συμπεριφορές των μετακινουμένων, δηλαδή όταν εξετάζονται τα φαινόμενα συνολικά και όχι εξατομικευμένα.

Συνεπώς, η αποτελεσματικότητα των νόμων της φυσικής στην εξήγηση των φαινομένων μεταφορών και συγκοινωνιών είναι ακόμη αμφισβητήσιμη και δεν μπορεί να υποστηριχθεί άμεσα με τα μέχρι σήμερα δεδομένα, τουλάχιστον σε εξατομικευμένο επίπεδο αναφοράς.

Είναι κατά συνέπεια καιρός να διαμορφώσει ή επιστήμη των Μεταφορών και Συγκοινωνιών μια νέα μεθοδολογία και φιλοσοφία χρήσης των μαθηματικών σχέσεων και μοντέλων στον τομέα των Μεταφορών και Συγκοινωνιών ιδιαίτερα για τη διαδικασία Σχεδιασμού των Μεταφορών. Μια τέτοια νέα μεθοδολογία αρχίζει ήδη να διαμορφώνεται και χαρακτηρίζεται από:

- Αξιοποίηση και χρήση της πληθώρας των δεδομένων και στοιχείων που γίνονται συνεχώς και περισσότερο διαθέσιμα σε πραγματικό χρόνο και είναι γνωστά με τον όρο «μεγάλα δεδομένα».

- Διαμόρφωση περιορισμένης έκτασης και μεγάλης ακρίβειας μοντέλων (μικρομοντέλων) που στοχεύουν να περιγράψουν πολύ συγκεκριμένα φαινόμενα και/ή τμήματα της όλης διαδικασίας μετακινήσεων.

- Διασύνδεση των μικρομοντέλων αυτών μέσα από ισχυρές ηλεκτρονικές υπολογιστικές πλατφόρμες και την επαναληπτική και διαδοχική χρήση τους, ώστε μέσα από διαδοχικές προσαρμογές να είναι τα τελικά αποτελέσματα ακριβή και αξιόπιστα.

- Τη σε μεγαλύτερο βαθμό δυναμική, παρά στατική, θεώρηση των φαινομένων (είσαγωγή του χρόνου είτε ως παραμέτρου είτε μέσα από χρήση τεχνικών προσομοίωσης).

– Ένσωμάτωση στην παραπάνω επαναληπτική διαδικασία των αλληλεπιδράσεων μεταξύ του συστήματος των μεταφορών και του συστήματος των χρήσεων γης, καθώς και των πολιτικών των μεταφορών που ακολουθούνται και άλλων παραμέτρων.

– Τέλος, εισαγωγή νέων, περισσότερο ποιοτικών παραμέτρων για την εξήγηση της συμπεριφοράς των μετακινουμένων, όπως ή άνεση μετακίνησης, ο χρόνος άναμονής κ.λπ.

Η επιστημονική συζήτηση και ο προβληματισμός σχετικά με τη μέχρι σήμερα εφαρμογή και χρήση των μαθηματικών αλλά και των θεωριών από τη φυσική και άλλες επιστήμες στον τομέα των Μεταφορών και Συγκοινωνιών πρέπει να συνεχιστεί και να συστηματοποιηθεί. Στη διαδικασία αυτή ελπίζεται ότι συμβάλλει κατά το μέγιστο η ανάλογη και η παρούσα εργασία.

Βιβλιογραφία

- ANDERSON, L. – HOLT, C. A. – REILEY, D., Congestion pricing and welfare: an entry experiment, σέ: K. S. CHERRY, *Environmental Economics, Experimental methods*, J. Wiley & Sons, London 2008, σ. 280-292.
- BANG, K. – CARLSSON, A. – PALGUNADI, G., Development of Speed Flow Relationship for Indonesia Rural Roads Using Empirical Data and Simulation, *Transportation Research Record*, 1484, 1995, σ. 24-32.
- BECKMANN, M. J., Entropy, gravity and utility in transportation modelling, σέ: G. MENGES (ed.), *Information, inference and decisions*, Reidel - Dordrecht, Amsterdam 1974.
- BELL, M. G., A game theory approach to measuring the performance reliability of transport networks, *Transportation Research Part B*, 34, 6, 2000, σ. 533-545.
- BURR, S. A., The unreasonable effectiveness of number theory, *Proceedings of Symposia in Applied Mathematics*, American Mathematical Society, Providence RI 1993.
- CERVERO, R., *The Transit Metropolis*, Island Press, Washington D.C. 1998.
- DAGANZO, C. F. – SHEFFI, Y., On stochastic models of traffic assignment, *Transportation Science*, 11, 3, 1977, σ. 253-274.
- DIXIT, V. – DENANT-BOEMONT, L., Is equilibrium in Transport pure Nash, mixed or stochastic? Evidence from Laboratory experiments, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Elsevier, 48, 2014, σ. 301-310.
- DOMENCICH, T. – McFADDEN, D., *Urban Travel Demand: A behavioural analysis*, North Holland, Amsterdam 1976.

- DRAKE, J. S. – SCHOFER, J. L. – MAY, A. D., A statistical analysis of speed density hypotheses, *Highway Research*, 154, 1967, σ. 53-87.
- DYSON, F. J., Mathematics in the physical sciences, *Scientific American*, 3, 1964, σ. 249-257.
- EDIE, L. C., Following and steady-state theory for non-congested traffic, *Operations Research*, 9, 1961, σ. 66-76.
- EWING, R. – CERVERO, R., Travel and the built environment: A Meta-analysis, *American Planning Association*, 76, 3, 2010, σ. 265-294.
- FLORIAN, M. A., Frontiers in Transportation equilibrium and supply models: An International Symposium, *Transportation Research*, 14B, 1/2, 1981.
- FLORIAN, M. A. – NGUYEN, S., An application and validation of equilibrium trip assignment methods, *Transportation Science*, 10, 1976, σ. 374-390.
- FLYVBJERG, B. – HOLM, M. K. S. – BUHL, S. L., Inaccuracy in traffic forecasts, *Transportation Reviews*, 26, 1, 2006, σ. 1-24.
- GIANNOPOULOS, G. A., *A Dynamic Traffic Assignment Model for Assessing Traffic Management Schemes*, Imperial College, University of London (PhD Thesis), London 1972.
- GIANNOPOULOS, G. A., An analysis of trip length and land use patterns in the greater Athens area, *Transportation*, 6, 1977, σ. 379-392.
- GIANNOPOULOS, G. A. – SALANOVA, J., Data collection issues in the road transport sector, *Turkish-EU partnership for sustainable Transportation Conference – GAIT*, Turkish Ministry of Transport, Maritime Affairs and Communication, Istanbul 2015.
- GREENBERG, H., An analysis of traffic flow, *Operations Research*, 7, 1959, σ. 78-85.
- HAMMING, R. W., The unreasonable effectiveness of mathematics, *American Mathematical Monthly*, 87, 1980, σ. 81-90.
- HANSEN, W. G., Evaluation of Gravity Model trip distribution procedures, *Highway Research Board Bulletin*, 347, 1962, σ. 67-76.
- HUT, P. – ALFORD, M. – TEGNARK, M., On Math, Matter, and Mind, *Foundations of Physics*, 2006, σ. 765-794.
- KAA, E. – JAN, VAN DE, Prospect theory and choice behaviour strategies: Review and synthesis of concepts from social and transport sciences, *EJTIR*, 10, 4, December, 2010, σ. 299-329.
- LAX, P. D., Mathematics and Physics. *Bulletin (new series) of the American mathematical society*, 45, 1, January, 2008, σ. 135-152.
- LEE, R. J. – SPENCER, I. N. – MULLINS III, J. A., An evaluation of emerging data collection techniques for travel demand modeling: From research to practice, *95th Annual Meeting of the Transportation Research Board (TRB)*, Washington D.C. 2016.

- LESK, A., The unreasonable effectiveness of mathematics in molecular biology, *The Mathematical Intelligencer*, 22, 2, 2000, σ. 28-36.
- LUCE, R. D., *Individual Choice Behaviour*, Wiley, New York 1959.
- MAHMASSANI, H., Micro Models and Mega Data: Taming Complexity for deep insight and robust decisions, *TRB Annual Meeting 2016*, Paper 16-7045 – Thomas B. Deen Distinguished Lecture, Washington D.C. 2016.
- MARTENS, K., Traditional Transportation Planning and its alternatives, *94th Annual Meeting of the US Transportation Research Board (TRB)*, Washington D.C. 2015.
- McFADDEN, D., Disaggregate behavioral travel demand's RUM side: A 30 year retrospective, *International Association of Travel Behavior Analysis*, Brisbane Australia, Department of Economics, University of California, Berkeley 2000, σ. 1-42.
- McFADDEN, D., The behavioral science of Transportation, *Transport Policy*, 14, 2007, σ. 269-274.
- MITSAKIS, E. – PAPANIKOLAOU, A. – AIFADOPOULOU, G. – SALANOVA, J. M. – DOLL, C. – GIANNOPOULOS, G. A. – ZEREFOS, CH., An integrated framework for linking climate change impacts to emergency adaptation strategies for transport networks, *European Transport Research Review (ETRR)*, 6, 2014, σ. 103-111.
- MOGRIDGE, M. J., Land Use and Transport interaction: An analysis of the 1966 journey to work data by mode in London and its implications for land-use change, *Urban traffic models research/PTRC-SAM-74*, London 1974.
- NADEZDA, Z. – BORISOV, A., Regression analysis for Transport trip generation evaluation, *Information Technology and Management Science*, 2013, σ. 89-94.
- NETER, J. – KUTNER, M. H. – WASSERMAN, W. – NACHTSCHEIM, C. J., *Applied Linear Regression Models*, McGraw-Hill College, London 1996.
- NICHOLSON, J. S., A perspective on Wigner's Unreasonable effectiveness of Mathematics, *Notices of the American Mathematical Society*, 59, 1, January, 2012, σ. 38-42.
- NÚÑEZ, R., What is Mathematics? Pauli, Jung, and Contemporary Cognitive Science, σέ: H. ALTMANSPACHER – H. PRIMAS (eds.), *Recasting Reality: Wolfgang Pauli's Philosophical Ideas and Contemporary Science*, Springer, New York 2008, σ. 251-272.
- PARKER, M. T., The Effect of Heavy Goods Vehicles and Following Behavior on Capacity at Motorway Sites, *Traffic Engineering and Control*, 37, 9, 1996, σ. 524-532.
- PARUNAK, VAN DYKE, H. – BRUECKNER, S., Entropy and self organisation in multi-agent systems, *Proceedings of the International Conference on Autonomous Agents*, ACM-Agent's 2001, Montreal 2001, σ. 124-130.

- PIRSIG, R. M., *Zen and the art of motorcycle maintenance*, William Morrow & Company, New York 1974.
- POLAK, J., A comment on Supernak's critique of transport modeling, *Transportation*, 14, 1987, σ. 63-72.
- PRIGOGINE, I. – HERMAN, R., *Kinetic Theory of Vehicular Traffic*, American Elsevier (monograph), New York 1971.
- RAVENSTEIN, E., The laws of migration, *Journal of the Royal Statistical Society*, 48, 1885, σ. 167-227 και 52, 1885, σ. 241-301.
- SAMANTA, B. – MAJUMDER, S. K., Entropy based Transportation model: A geometric programming approach, *Yugoslav Journal of Operations Research*, 17, 1, 2007, σ. 43-54.
- SANTOS, G., Urban congestion charging: A comparison between London and Singapore, *Transport Reviews*, 25, 5, 2005, σ. 511-534.
- SHANNON, D. A. – WEAVER, W., *The mathematical theory of communications*, University of Illinois Press, Chicago 1963.
- SUPERNAK, J., Transportation modeling: Lessons from the past and tasks for the future, *Transportation*, 12, 1983, σ. 79-90.
- SUPERNAK, J. – STEVENS, W. R., Urban Transportation modelling: The discussion continues, *Transportation*, 14, 1987, σ. 73-82.
- TAMIN, O. Z. – HIDAYAT, H. – INDRIASTUTI, A. K., The development of maximum entropy and Bayesian inference estimation methods for calibrating transport demand models based on link volume information, *Proceedings of the Eastern Asian Society for Transportation Studies*, Eastern Asia Society for Transportation Studies (EASTS), Tokyo 2003, σ. 630-647.
- THEIL, H., *Economics and information theory*, N.Y.: North Holland 1967.
- TIMMS, P., Transport models, philosophy and language, *Transportation*, 35, 2008, σ. 395-410.
- UNDERWOOD, R. T., *Speed, volume, and density relationship: Quality and theory of traffic flow*, Yale Bureau of Highway Traffic, Yale 1961, σ. 141-188.
- US/DoT-RITA, *Calibrating and testing a Gravity model for any size urban area*, Washington D.C.: US/DoT 1983 (και σέ: ntl.bts.gov/DOCS/CAT.html).
- VELUPILLAI, K. V., The unreasonable ineffectiveness of mathematics in economics, *Cambridge Journal of Economics*, 29, 2005, σ. 849-872.
- VERBAS, I. O. – MAHMASANI, H. S. – HYLAND, M. F. – HALAT, H., Integrated mode choice and dynamic traveler assignment in multi-modal transit networks: Mathematical formulation, solution procedure and large-scale application, *95th Annual meeting of the Transportation Research Board (TRB)*, Washington D.C. 2016.

- VICKREY, W. – ARNOTT, R. – ATKINSON, A. B. – ARROW, K. – DRÈZE, J.S H. (eds.), *Public Economics: Selected Papers*, Cambridge University Press, 1994.
- VIEGAS, J., Making urban road pricing acceptable and effective: searching for quality and equity in urban mobility, *Transport Policy*, 8, 4, 2001, σ. 289-294.
- WARDROP, J., Some theoretical aspects of road traffic research, *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, Part II, 1, UK Institution of Civil Engineers, London 1952, σ. 325-378.
- WEBBER, M. J., *Information theory and urban special structures*, Croom Helms, London 1970.
- WIGNER, E., The unreasonable effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences, *Communications in pure and applied mathematics*, 13, 1, February, 1960, σ. 1-14.
- WILLIAMS, H. C. W. L. – ORTUZAR, J. D., Travel demand and response analysis – some integrating themes, *Transportation Research*, Part A, 16A, 5-6, 1982, σ. 345-362.
- WILSON, A. G., A statistical theory of spatial distribution models, *Transportation Research*, Part A, 3, 1967, σ. 27-39.
- WILSON, A. G., The use of entropy maximising models in the theory of trip distribution, mode split and route split, *Journal of Transport Economics and Policy*, 1969, σ. 108-126.
- YAGAR, S. – AERDE, M. V., Geometric and environmental effects on speeds of two-lane highways, *Transportation Research*, Part A, 17A, 1, 1983, σ. 315-325.
- ZIPF, G., The PIP2/D hypothesis: on the intercity movement of persons, *American Sociological Review*, 11, 1946, σ. 677-686.
- ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ, Γ. Α., *Μετρήσεις και έρευνες για τήν ανάλυση τών χαρακτηριστικών τής κυκλοφορίας και τών μετακινήσεων*, Παρατηρητής (μετέπειτα Έπίκεντρο), Θεσσαλονίκη 2003.
- ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ, Γ. Α., *Σχεδιασμός τών Μεταφορών: Η διαδικασία πρόβλεψης τών μελλοντικών αναγκών μετακινήσεων*, Έπίκεντρο, Θεσσαλονίκη 2005.
- ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ, Γ. Α., *Η διαχρονική θεώρηση τής Έπιστήμης τών Μεταφορών και Συγκοινωνιών και ή συμβολή της στο σημερινό κοινωνικό και οικονομικό γίνεσθαι*, *Πρακτικά τής Ακαδημίας Αθηνών*, 88, Α', 2013, σ. 163-186.
-

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΔΗΜΟΣΙΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 14ΗΣ ΑΠΡΙΛΙΟΥ 2016

ΕΞΙ ΑΝΕΚΔΟΤΕΣ ΕΠΙΣΤΟΛΕΣ ΤΟΥ ΚΥΠΑΡΙΣΣΟΥ ΣΤΕΦΑΝΟΥ ΠΡΟΣ ΤΟΝ GÖSTA MITTAG-LEFFLER*

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΚΥΡΙΑΣ ΧΡΙΣΤΙΝΑΣ Π. ΦΙΛΗ
ΔΙΑ ΤΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ κ. ΑΝΤΩΝΙΟΥ ΚΟΥΝΑΔΗ

1. Είσαγωγή

Ἡ ἔντονη ἐπιστημονικὴ δραστηριότητα τὴν ὁποία ἐπιδεικνύει ὁ Κυπάρισσος Στέφανος (1857-1917) στὴ διάρκεια τῆς παραμονῆς του στὸ Παρίσι (1878-1884)¹, ἀλλὰ καὶ ἡ προσπάθειά του νὰ φέρει σὲ ἐπαφὴ τὰ μέλη τῆς μαθηματικῆς κοινότητας, ἡ ὁποία τότε ἀρχίζει νὰ δημιουργεῖται, διαμορ-

* Ἡ ἀνακοίνωση αὐτὴ δὲν θὰ μπορούσε νὰ πραγματοποιηθεῖ χωρὶς τὴν ἀμέριστη συμπαράσταση τοῦ Καθηγητῆ τοῦ Πανεπιστημίου τοῦ Ὁσλο δρ. Arild Stubhaug, ὁ ὁποῖος μᾶς πληροφόρησε γιὰ τὴν ὑπαρξὴ τῶν ἐπιστολῶν τοῦ Κ. Στέφανου στὸν G. Mittag-Leffler, καθὼς καὶ γιὰ τὶς δύο ἐπιστολὲς τοῦ Σουηδοῦ μαθηματικοῦ στὴ μητέρα του (βλ. Παράρτημα, σ. 103-118 καὶ σ. 120-122 ἀντίστοιχα). Ἄς μᾶς ἐπιτραπῆ νὰ τοῦ ἐκφράσουμε τὶς πιὸ θερμὲς μας εὐχαριστίες. Ἐπίσης, ὀφείλουμε νὰ εὐχαριστήσουμε τὴ βιβλιοθηκάρη τοῦ Ἰνστιτούτου Mittag-Leffler κυρία Marianne Mobert-Blauert γιὰ τὴ βοήθειά της.

1. Ὁ Κυπάρισσος Στέφανος χάρις στὶς ἔρευνές του ἔγινε γρήγορα ἀποδεκτὸς ἀπὸ τοὺς μεγάλους Γάλλους μαθηματικούς τῆς ἐποχῆς του. Χαρακτηριστικὸ εἶναι τὸ παρακάτω ἀπόσπασμα ἀπὸ τὴν ἐπιστολὴ τοῦ S. Lie στὸν F. Klein: «Στὴν Ἀκαδημία συνάντησα τοὺς Halphen, Darboux, Poincaré, Lévy καὶ Στέφανο, οἱ ὅποιοι ἦταν ὅλοι τους πολὺ εὐγενικοὶ μαζί μου». D. ROWE, Three Letters from

φώνουν τους δύο άξονες τῆς σταδιοδρομίας τοῦ φημισμένου Ἑλληνα μαθηματικοῦ, τοὺς ὁποίους θὰ ἀκολουθήσει σὲ ὅλη τὴ διάρκεια τῆς ζωῆς του. Πέρα ἀπὸ τὶς ἐπιστημονικὲς του ἀνακοινώσεις², ὁ Κυπάρισσος Στέφανος ἐπιφορτίζεται στὸ Παρίσι καὶ μὲ διοικητικὰ καθήκοντα στὴ Γαλλικὴ Μαθηματικὴ Ἑταιρεία³. Μάλιστα τὸ 1881 ἀναλαμβάνει τὰ καθήκοντα τοῦ ἀρχαιοφύλακα (archiviste) τῆς Ἑταιρείας, θέση τὴν ὁποία θὰ διατηρήσει μέχρι νὰ ἐπιστρέψει ὀριστικὰ στὴν Ἑλλάδα. Παράλληλα λοιπὸν μὲ τὴν ἐπιστημονικὴ του ἔρευνα θὰ ἀναπτύξει σχέσεις καὶ συνεργασίες μὲ τὴ διεθνή μαθηματικὴ κοινότητα.

2. Οἱ ἐπιστολὲς στὸν Gösta Mittag-Leffler

Ὅπως διαφαίνεται ἀπὸ τὴν πρώτη ἐπιστολὴ του (ΕΠΙΣΤΟΛΗ I) στὸν Gösta Mittag-Leffler⁴ τὸ 1883 –ὅπου στὸ κάτω μέρος τῆς σελίδας ὑπογράφει ὡς ἀρχαιοφύλακας τῆς Γαλλικῆς Μαθηματικῆς Ἑταιρείας–, ὁ Κυπάρισσος

Sophis Lie to Felix Klein on Parisian Mathematics during the early 1880's, *The Mathematical Intelligencer*, 7, 3, 1985, σ. 75.

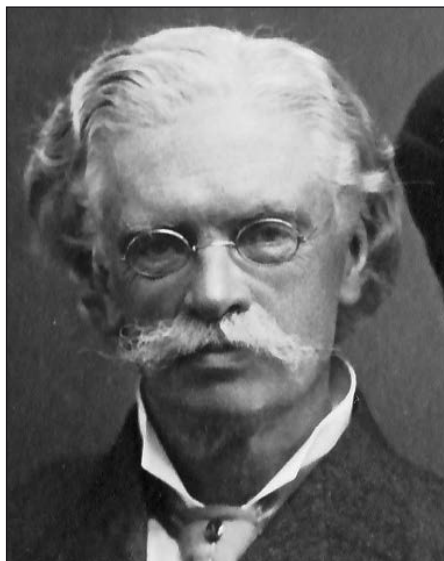
2. Ἦδη ἀπὸ τὴν πρώτη χρονιά ὡς μέλος τῆς Γαλλικῆς Μαθηματικῆς Ἑταιρείας παρουσιάζει ἕξι ἀνακοινώσεις καὶ μέχρι τὸ 1883 θὰ διατηρήσει ἀνάλογους ρυθμούς. Οἱ Laguerre, Jordan καὶ Halphen γρήγορα ἀντιλαμβάνονται τὶς ικανότητες του καὶ τὸ ταλέντο του. Ἔτσι, οἱ Laguerre καὶ Jordan, οἱ ὁποῖοι ἦταν ἐπίτιμα μέλη τῆς Φιλομαθησιακῆς Ἑταιρείας (Société Philomatique), καθὼς καὶ ὁ Halphen, ὡς τακτικὸ μέλος, εἰσάγουν τὸν νεαρὸ Ἑλληνα μαθηματικὸ σὲ αὐτὴν τὴν παλιὰ ἐταιρεία, τὴν ὁποία ἱδρυσαν στὶς 19 Δεκεμβρίου 1788 ἀρκετοὶ φίλοι τῆς ἐπιστήμης θέλοντας νὰ διαδώσουν τὶς καινούργιες γνώσεις. Μεταξὺ τῶν μελῶν συμπεριλαμβάνονταν οἱ Cauchy, Lacroix, Monge, Chasles, Fourier, Sturm, Liouville, Babbage κ.ἄ. Στὶς 27 Νοεμβρίου 1881 ὁ Στέφανος ἐκλέγεται ἀντεπιστέλλον μέλος καὶ δὲν ἀργεῖ νὰ παρουσιάσει τὰ ἀποτελέσματα τῶν ἐρευνῶν του [Γενικότερα γιὰ τὴν Société Philomatique, ἡ ὁποία λειτούργησε ὡς προθάλαμος τῆς Ἀκαδημίας Ἐπιστημῶν, βλ. τὴ διδακτορικὴ διατριβὴ 3ου κύκλου τοῦ J. MADELBAUM, *La Société Philomatique de Paris de 1788 à 1853*, Paris 1980].

3. Πρόεδρος τότε ἦταν ὁ E. Laguerre (1834-1886), γνωστὸς κυρίως γιὰ τὶς ἔρευνές του στὴ γεωμετρία καὶ στὶς διαφορικὲς ἐξισώσεις. Βλ. *Bulletin de la Société Mathématique de France*, 9, 1880-1881, Paris 1881.

4. Γιὰ τὸν G. Mittag-Leffler βλ. A. STUBHAUG, *Gösta Mittag-Leffler. A Man of Conviction* (μετάφραση ἀπὸ τὰ νορβηγικὰ T. Nunnally), Springer Verlag, 2010.



Εἰκ. 1: Ζέφυρου Φρυδᾶ, Κυπάρισσος Στέφανος, ἔλαιογραφία, Μουσεῖο Ἱστορίας Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν.

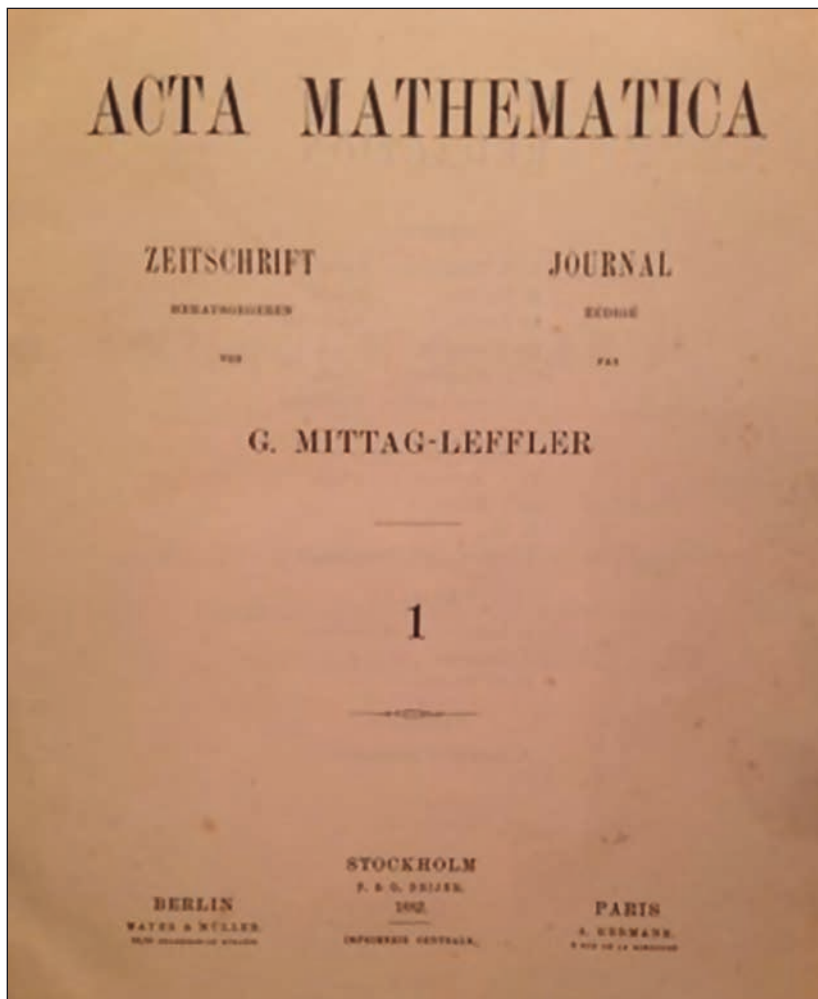


Εἰκ. 2: Gösta Mittag-Leffler (1846-1927).

Στέφανος ἐνδιαφέρεται γιὰ τὴν ἀνάπτυξη τῶν διεθνῶν σχέσεων. Οἱ ἄλλες πέντε ἐπιστολές του πρὸς τὸν σπουδαῖο Σουηδὸ μαθηματικὸ ἔχουν σταλεῖ τὸ 1900 καὶ ἔχουν ὡς θέμα τὴν ἐπίσκεψη τοῦ Mittag-Leffler στὴν Ἀθήνα (Βλ. Παράρτημα, Ἐπιστολές Στέφανου στὸν G. Mittag-Leffler, σ. 103-118). Δυστυχῶς δὲν ἔχουμε ἐντοπίσει τίς ἐπιστολές τοῦ Σουηδοῦ μαθηματικοῦ πρὸς τὸν Στέφανο, καθὼς ὅλη ἡ ἀλληλογραφία του, οἱ ἀνέκδοτες ἐργασίες του, τὰ βιβλία του καὶ τὰ ἀνάτυπα ἐργασιῶν ποὺ διάσημοι μαθηματικοὶ τοῦ εἶχαν ἀποστείλει δὲν ἔγιναν σεβαστὰ ἀπὸ τοὺς κληρονόμους του.

Ἡ πρώτη τους ἐπικοινωνία δὲν εἶναι παρὰ μιὰ διεκπεραιωτικὴ ἐπιστολὴ (ΕΠΙΣΤΟΛΗ I) ἀπευθυνόμενῃ στὸν ἰδρυτὴ καὶ ἐκδότη τοῦ περιοδικοῦ *Acta Mathematica*⁵, ὁ ὁποῖος ἐκείνη τὴν ἐποχὴ προσπαθοῦσε νὰ ἀναπτύξει

5. Ὁ André Weil γράφει χαρακτηριστικά: «Τὸ *Acta Mathematica* ἦταν τὸ προῖον τῆς εὐφυΐας τοῦ Mittag-Leffler, ἐνῶ στὶς μαθηματικὲς συνεισφορές του περιοδικοῦ δὲν ὑπῆρχε τίποτα ἄλλο παρὰ μονάχα ταλέντο». A. WEIL, Mittag-



Εἰκ. 3: Τὸ ἐξώφυλλο τοῦ 1ου τεύχους τοῦ περιοδικοῦ ACTA MATHEMATICA.

Leffler as I remember him, *Acta Mathematica*, 148, 1982, σ. 9-13. Για περισσότερες λεπτομέρειες, βλ. Υ. DOMAR, On the foundation of *Acta Mathematica*, *Acta Mathematica*, 148, 1982, σ. 3-8, καθώς και J. E. BARROW-GREEN, Gösta Mittag-Leffler and the Foundation and Administration of *Acta Mathematica*, σέ: K. H. PARSHALL – A. C. RICE (eds.), *Mathematics Unbound: The Evolution of an International Mathematical Research Community 1800-1945*, American Mathematical Society, London Mathematical Society, 2002, σ. 139-164.

τις επίσημες ανταλλαγές προς όφελος του περιοδικού του. Ταξίδευε πολύ για να το διαδώσει και για να γνωρίσει τους καλύτερους μαθηματικούς της εποχής του. Για 45 χρόνια ως εκδότης διατήρησε στα χέρια του το *Acta Mathematica*, το οποίο ανέδειξε ως κορυφαίο περιοδικό.

Οι άλλες επιστολές του Στέφανου (ΕΠΙΣΤΟΛΕΣ III-VI) έχουν ως επίκεντρο την παραμονή του Mittag-Leffler στην Αθήνα, αλλά παράλληλα αποκαλύπτουν και τις επίμονες προσπάθειες του τελευταίου να διαδώσει όσο γίνεται περισσότερο το περιοδικό του.

Προικισμένος με ευφυΐα αλλά διαθέτοντας και έναν πολύ οργανωτικό νοῦ με τάλαντο επικοινωνίας, ο Mittag-Leffler επισκέπτεται την Αθήνα την αὐγή του 20ού αιώνα έχοντας ειδοποιήσει τὸν Στέφανο, ὁ ὁποῖος κάνει ὅ,τι εἶναι δυνατὸν γὰρ νὰ καταστήσει τὴν ἀθηναϊκὴ παραμονὴ του εὐχάριστη ἀλλὰ καὶ ὠφέλιμη.

Ὁ Στέφανος, ὅταν σπούδαζε στὸ Παρίσι, εἶχε ἐπιχειρήσει νὰ δημοσιεύσει στὸ περιοδικὸ τοῦ Mittag-Leffler *Acta Mathematica* τὴ μετάφρασή του στὸν ἐναρκτήριο λόγο τοῦ F. Klein⁶ στὴ Φιλοσοφικὴ Σχολὴ τοῦ Πανεπιστημίου τοῦ Erlangen τὸ 1872 στὰ γαλλικά. Ὁμως παρ' ὅλες τὶς ἐκκλήσεις τοῦ Poincaré⁷

6. F. KLEIN, *Vergleichende Betrachtungen über neue geometrische Forschungen* (Συγκριτικὲς θεωρήσεις γιὰ σύγχρονες γεωμετρικὲς ἐρευνες), Deichert, Erlangen 1872· ἐπίσης σέ: *Math. Ann.*, 43, 1893, σ. 63-100.

7. Ἐπιστολὴ τῆς 14ης Αὐγούστου 1883 τοῦ Poincaré στὸν Mittag-Leffler: «Σᾶς ἀποστέλλω τὸ φυλλάδιό τοῦ κυρίου Klein. Ὁ Στέφανος θεωρεῖ πὼς ἡ μετάφραση αὐτοῦ τοῦ φυλλαδίου, ἐλάχιστα γνωστοῦ, θὰ ἐνδιέφερε τοὺς ἀναγνώστες τοῦ *Acta* καὶ προσφέρεται νὰ τὸ δημοσιεύσει. Κι ἐγὼ πιστεύω ὅτι αὐτὸ τὸ φυλλάδιο, ἂν καὶ ἔχει γραφεῖ σὲ ἓνα ὕφος κάπως ἐρμητικὸ, περιέχει πολὺ σωστὲς ἰδέες καὶ δυστυχῶς ἐλάχιστα διαδεδομένες. Θεωρῶ, λοιπόν, πὼς, ἂν σὲ αὐτὲς τὶς ἰδέες δινόταν μιὰ κάποια δημοσιότητα, θὰ ἦταν πολὺ χρήσιμο σὲ πολλοὺς γεωμέτρους καὶ κυρίως στοὺς Γάλλους». *La correspondance entre Henri Poincaré et Gösta Mittag-Leffler* présentée et annotée par Philippe Nabonnand, Birkhäuser Verlag, Basel/Boston/Berlin 1999, σ. 128. Στις 25 Αὐγούστου 1883 ὁ Mittag-Leffler ἀπὸ τὸ Sma-Dalazò ἀποστέλλει στὸν Poincaré τὴν ἀπάντησή του: «Εἶμαι ἰδιαίτερα εὐγνώμων γιὰ τὴ σημαντικὴ προσφορὰ τοῦ κυρίου Στέφανου, ὁ ὁποῖος θέλει νὰ μεταφράσει στὰ γαλλικά τὴ μελέτη τοῦ κυρίου Klein, ποὺ μοῦ στείλατε. Ὁμως αὐτὴ τὴ στιγμή μοῦ εἶναι πολὺ δύσκολο νὰ δημοσιεύσω τὴ μετάφραση. Ὑπάρχουν τόσες πρωτότυπες μελέτες στὰ χέρια μου ἢ μελέτες ποὺ περιμένω νὰ παραλάβω ἀργότε-

καὶ τοῦ Klein⁸, ὁ Σουηδὸς μαθηματικὸς δὲν δέχθηκε νὰ δημοσιεύσει τὴ μετὰφραση τοῦ Στέφανου⁹ στὸ περιοδικό του¹⁰. Ὁ Στέφανος φαίνεται πῶς

ρα, ὥστε μοῦ εἶναι σχεδὸν ἀδύνατον νὰ δημοσιεύσω τώρα μετὰφράσεις». Βλ. παρὰπάνω ἴδια σημείωση, *La correspondance*, σ. 129.

8. Σχεδὸν δύο χρόνια μετὰ τὴν ἔκκληση τοῦ Poincaré, ὁ F. Klein στὶς 21 Ἰουνίου 1885 γράφει στὸν Mittag-Leffler: «Ἀπὸ ὅ,τι γνωρίζω, ἐδῶ καὶ λίγο καιρὸ σᾶς ἔγραψε ὁ κύριος Poincaré μετὰ ἀπὸ παρέμβαση τοῦ κυρίου Στέφανου σχετικὰ μὲ τὸ Erlanger Antrittsprogramm (1872). Αὐτὴ ἡ ἰδέα τοῦ Παριζιάνου [Ἀπὸ αὐτὸν τὸν ἐπιθετικὸ προσδιορισμὸ διαφαίνεται πόσο ὁ Στέφανος εἶχε ἐνσωματωθεῖ στοὺς γαλλικοὺς μαθηματικοὺς κύκλους, ὥστε δὲν ἀναφέρεται κἄν ὡς "Ἕλληνας, Χ.Φ.] μαθηματικῶ νὰ μετὰφρασθεῖ καὶ νὰ δημοσιευθεῖ στὸ *Acta* μὲ συγκίνηση, γιατί σὲ αὐτὸ τὸ κείμενο βρίσκονται οἱ γενικὲς ἰδέες οἱ ὁποῖες θεμελιώνονται στὸ Πρόγραμμά μου καὶ ἔτσι θὰ καταστῆ δυνατὸν νὰ τύχουν μεγαλύτερης διάδοσης». D. ROWE, Klein, Mittag-Leffler and Klein *correspondance*, σέ: S. S. DEMIDOV – M. FOLKERTS – D. ROWE – C. J. SCRIBA (eds.), *Amphora*, Birkhäuser Basel/Boston/Berlin 1992, σ. 612.

9. Χ. ΦΙΛΗ, Ὁ Κυπάρισσος Στέφανος καὶ τὸ Πρόγραμμα τοῦ Erlangen. *Proceedings of the 5th International Colloquium on the Didactics of Mathematics*, 1, Πέθυμο 2009, σ. 457-472.

10. Χαρακτηριστικὴ γι' αὐτὸ τὸ θέμα εἶναι ἡ ἀπόψη τοῦ Lie, ὁ ὁποῖος τὸ παρουσιάζει ὡς μιὰ κοινὴ πρωτοβουλία τοῦ Poincaré καὶ τοῦ Στέφανου καὶ θεωρεῖ πῶς ἡ ἄρνηση τοῦ Mittag-Leffler ἀποτέλεσε μεγάλο λάθος του. Στὴν ἐπιστολὴ του ὁ Lie πρὸς τὸν Sylow τῆς 1ης Φεβρουαρίου 1884 ἀναφέρει λοιπὸν ὅτι «τυχαῖα πληροφορήθηκα πῶς οἱ Poincaré καὶ Στέφανος θέλησαν νὰ μετὰφράσουν στὰ γαλλικὰ γιὰ τὸ *Acta* ἕνα παλιὸ Πρόγραμμα τοῦ Klein», στὸ ὁποῖο ὁ Klein ἤθελε νὰ προσθέσει ὀρισμένες ἐπεξηγήσεις. Ἡ ἄρνηση τοῦ Mittag-Leffler προκάλεσε τὴν ἀναβολὴ αὐτοῦ τοῦ σχεδίου. Ὁ Lie ἐνεθάρρυνε τὸν Klein γιὰ τὴ δημοσίευση τῆς ἐργασίας, «ἡ ὁποία ἦταν στενὰ συνδεδεμένη μὲ τὰ παλιὰ του θέματα μὲ ἕναν ἔντονο πραγματικὸ τρόπο. Δὲν πῆρα μέρος στὴν πρόταση τοῦ Poincaré, ἂν καὶ οἱ δύο μας μιλήσαμε γι' αὐτὴ τὴν ἐργασία, ἡ ὁποία γιὰ ἐμένα ἀποτελεῖ τὴν πιὸ σημαντικὴ φιλοσοφικο-μαθηματικὴ ἐργασία τοῦ καιροῦ μου». Ὁ Lie θεωροῦσε λαθασμένη τὴν ἀρνητικὴ στάση τοῦ Mittag-Leffler, ὁ ὁποῖος ἔδειχνε πῶς ἤθελε νὰ βαδίσαι «πάνω στὰ ἀχνάρια τῶν Βερολινέζων [...] ἐκεῖνο τὸ ὁποῖο μὲ ἐξαγριώνει πιὸ πολὺ εἶναι πῶς ἕνας τέτοιος ἄνθρωπος μπορεῖ νὰ ἀσχολεῖται μὲ ἕναν συγγραφέα καὶ μὲ μιὰ ἐργασία πού καὶ τὰ δύο, χωρὶς νὰ γνωρίζω τίποτα, μοῦ εἶναι τόσο οἰκεῖα». A. STUBHAUG, *Sophus Lie. Une Pensée Audacieuse* (μετὰφραση ἀπὸ τὰ νορβηγικὰ M. J. Beand – P. Chnat), Springer, 2000, σ. 490.

ξέχασε αυτή την ιστορία και δὲν κράτησε καμιά πικρία γιὰ τὴ συμπεριφορὰ τοῦ Σουηδοῦ μαθηματικοῦ. Ἔτσι τοῦ ἀποστέλλει τὴν ἐγκύκλιο τῆς 19ης Ὀκτωβρίου 1892 ποὺ κυκλοφορεῖ γιὰ τὰ ἐβδομηκοστὰ γενέθλια τοῦ Ch. Hermite (ΕΠΙΣΤΟΛΗ II), ὁ ὁποῖος ἦταν ὁ ἐπιβλέπων καθηγητὴς γιὰ τὴν κρατικὴ διδακτορικὴ διατριβὴ τοῦ Στέφανου. Ἀκόμα, ὅταν ἡ διεθνὴς μαθηματικὴ κοινότητα αἰσθάνεται τὴν ὑποχρέωση νὰ τιμῆσει τὸν 20ὸ τόμο τοῦ περιοδικοῦ *Acta Mathematica*¹¹, ὁ Στέφανος ὑπογράφει ἀνάμεσα στοὺς φίλους τῆς Ἀνάλυσης, οἱ ὁποῖοι ἦταν οἱ ἐξῆς: K. Weierstrass, P. du Bois-Reymond, E. Shering, Th. Craig, S. Newcomb, E. Weyr, M. Lerch, Lord Kelvin, Lord Reyleigh, J. J. Sylvester, P. Mansion, J. Bertrand, Ch. Hermite, C. Jordan, G. Darboux, H. Poincaré, E. Picard, P. Appell, F. Brioschi, L. Cremona,

11. Ἄς μᾶς ἐπιτραπεῖ νὰ παραθέσουμε τὸ πλήρες κείμενο τῆς ἐπιστολῆς, ἡ ὁποία συντάχθηκε στὰ γαλλικὰ (N. E. NORLUND, G. Mittag-Leffler, *Acta Mathematica*, 50, 1927, σ. i-xxiii):

«Κύριε,

Μὲ τὴ δημιουργία τοῦ (περιοδικοῦ) *Acta Mathematica* προσφέρατε στοὺς γεωμέτρους μιὰ ὑψιστῆς σημασίας ὑπηρεσία, γιὰ τὴν ὁποία σᾶς ἀξίζει ἡ εὐγνωμοσύνη ὅλων μας. Αὐτὸ τὸ ὁποῖο ἔπραξαν οἱ Crelle καὶ Liouville γιὰ τὴ Γερμανία καὶ τὴ Γαλλία, τὸ πραγματοποιήσατε ἐσεῖς μὲ τὴν ἴδια ἐπιτυχία γιὰ τὶς σκανδιναβικὲς χῶρες. Σὲ μιὰ ἐποχὴ ὅπου πληθαίνουν οἱ ἐργασίες καὶ οἱ ἀνακαλύψεις, ἀναλάβετε τὴν ἀποστολή, τὴν ὁποία ἐκπληρώσατε στὸ ἔπακρον, καὶ συνδράματε στὴν πρόοδο τῶν μαθηματικῶν, διευκολύνοντας τοὺς συγγραφεῖς νὰ δημοσιεύσουν τὰ ἔργα τους.

»Τὸ περιοδικό, στὸ ὁποῖο ἔδω καὶ 13 χρόνια διαθέσατε τὴν ἀφοσίωση καὶ τὸ ταλέντο σας, γνώρισε τὴν εὐτυχή συγκυρία νὰ δεχθεῖ μελέτες ἐξαιρετικῆς ἀξίας ποὺ θὰ παραμείνουν γιὰ πάντα στὴν Ἀνάλυση.

»Μεταξὺ τῶν σύγχρονων περιοδικῶν τὸ *Acta Mathematica* βρίσκεται στὴν πιὸ ὑψηλὴ βαθμίδα, δίνοντας γόνιμη ὄθηση στὶς μαθηματικὲς σπουδὲς στὴ Σκανδιναβία, ἡ ὁποία μὲ ὑπερηφάνεια συγκεντρώνει τὴ δόξα τοῦ Abel μαζί μὲ τὴ δόξα τοῦ Λιουβίου, τοῦ Scheele, τοῦ Berzélius καὶ τοῦ Oersted.

»Στὸ ὄνομα τῶν φίλων τῆς Ἀνάλυσης θὰ ἐκφράσουμε τὴν εὐχὴ τὸ *Acta Mathematica* νὰ συνεχίσει γιὰ τὸ καλὸ τῆς ἐπιστήμης μιὰ λαμπρὴ πορεία, ἡ ὁποία θὰ ἐνθαρρύνεται καὶ ἀπὸ τὴ συμπαράσταση ὅλων τῶν γεωμετρῶν» [Συνήθης ὀνομασία τῶν μαθηματικῶν γιὰ ἐκείνη τὴν ἐποχὴ, Χ.Φ.].

E. Beltrami, N. Sonin, A. Markov, Cyparissos Stéphanos, P. Schoute, F. G. Teixeira, D. Emmanuel, M. Petrovitch και C. Geiser.

Ἡ παρουσία τοῦ ὀνόματος τοῦ Στέφανου ἀνάμεσα σέ ὀνομαστοὺς μαθηματικοὺς τῆς ἐποχῆς του ἀποτελεῖ μιὰ ἀκόμα λαμπρὴ μαρτυρία γιὰ τὸ κύρος τοῦ Ἑλληνα μαθηματικοῦ.

Στὴν τρίτη ἐπιστολὴ (ΕΠΙΣΤΟΛΗ ΙΙΙ) τῆς 11ης/23ης Φεβρουαρίου 1900 ὁ Στέφανος ἐκφράζει τὴν ἱκανοποίησή του γιὰ τὴν ἐπικείμενη ἀφιξὴ τοῦ Mittag-Leffler στὴν Ἀθήνα, ἡ ὁποία, καθὼς βρίσκεται στὴν ἄκρη τῆς Εὐρώπης, δὲν ἔχει συχνὰ τὴν τύχη νὰ δέχεται μαθηματικούς.

Στὴν τέταρτη ἐπιστολὴ του (ΕΠΙΣΤΟΛΗ ΙV) τῆς 16ης/29ης Μαρτίου 1900 διακρίνουμε καὶ τὴν ἐδραίωση φιλικῶν δεσμῶν, καθὼς ὁ Στέφανος τὸν ἀποκαλεῖ «ἀγαπητὸ συνάδελφο καὶ φίλο», ἐνῶ ἀπὸ τὸ περιεχόμενο διαφαίνεται πὼς ἡ ἐπίσκεψη τοῦ Mittag-Leffler ἦταν ἀποδοτικὴ καὶ γιὰ τὶς δύο πλευρές. Ἡ ὑποστήριξη τοῦ μονάρχου τῆς Σουηδίας καὶ Νορβηγίας Ὁσκαρ Β' ἄνοιξε εὐκόλα γιὰ τὸν Mittag-Leffler τὶς πύλες τῶν ἀνακτόρων, ὅπου ὁ Γεώργιος Α' τὸν δέχτηκε φιλόφρονα. Ἀπὸ τὶς ἐπισκέψεις του αὐτὲς στὴ βασιλικὴ αὐλὴ ὁ σπουδαῖος Σουηδὸς μαθηματικὸς συνάγει σημαντικὰ πολιτικὰ συμπεράσματα σχετικὰ μὲ τὴν ἄσκηση τῆς βασιλικῆς ἐξουσίας (βλ. σημείωση 23 καὶ Παράρτημα, Ἐπιστολὲς G. Mittag-Leffler στὴ μητέρα του, σ. 120-122). Παράλληλα, ὁ Στέφανος προσπαθεῖ νὰ παραδώσει στὸν ἄνακτα ἕναν τόμο τοῦ *Acta Mathematica*, τὸν ὁποῖο ὁ Mittag-Leffler ἤθελε νὰ παρουσιάσει στὸν βασιλέα. Ὅσο γιὰ τὶς διάφορες γνωριμίες τὶς ὁποῖες ἔκανε στὴ διάρκεια τῆς σύντομης παραμονῆς του στὴν Ἀθήνα, παρατηροῦμε πὼς πράγματι γνώρισε τὴν ἀφρόκρεμα τῆς ἀθηναϊκῆς κοινωνίας.

Στὴν πέμπτη ἐπιστολὴ (ΕΠΙΣΤΟΛΗ V) τῆς 7ης/20ῆς Μαΐου 1900 διαφαίνονται οἱ ἄγρονες προσπάθειες τοῦ Στέφανου νὰ ἐπιδώσει τὸ μαθηματικὸ περιοδικὸ στὸν βασιλέα, ὁ ὁποῖος τὸ καλοκαίρι ἀπομονωνόταν.

Ἡ ἕκτη ἐπιστολὴ (ΕΠΙΣΤΟΛΗ VI) τοῦ Στέφανου τῆς 11ης/24ης Ἰουλίου 1900 μᾶς ἀποκαλύπτει τὸ τέλος τῆς περιπέτειας ποὺ εἶχε ἡ ἐπίδοση τοῦ περιοδικοῦ, καθὼς ἔφθασε στὰ χέρια τοῦ ὑψηλοῦ του ἀποδέκτη. Ἀκόμα, στὴν ἐπιστολὴ αὐτὴ ὁ Στέφανος ἀνακοινώνει στὸν Mittag-Leffler τὴν ἐπικείμενη ἀναχώρησή του γιὰ τὸ Παρίσι, ὅπου θὰ ἐκπροσωποῦσε τὴν Ἑλλάδα στὸ δεῦτερο διεθνὲς συνέδριο τῶν μαθηματικῶν, καθὼς καὶ στὸ διεθνὲς συνέδριο γιὰ τὴν τεχνικὴ ἐκπαίδευση, τὸ ὁποῖο ἐπίσης ἐλάμβανε χώρα τὴν ἴδια ἐποχῇ. Στὴν ἐπιστολὴ αὐτὴ ἀναφέρει καὶ τὶς προθέσεις του σχετικὰ μὲ

τὴν ἐπίσκεψή του στὴ Μεγάλη Βρετανία καὶ τὴ συμμετοχή του στὸ συνέδριο τοῦ Βρετανικοῦ Συλλόγου γιὰ τὴν Πρόοδο τῶν Ἐπιστημῶν.

Ἄν καὶ ἡ ἀλληλογραφία τοῦ Στέφανου, ὅπως ἤδη ἀναφέρθηκε, δὲν ἔχει διασωθεῖ ἀμφίδρομη, ἀπὸ τὶς ἐπιστολές τὶς ὁποῖες ἐντοπίσαμε μποροῦμε νὰ διακρίνουμε ἕναν μαθηματικὸ ὁ ὁποῖος μὲ τὸ ἔργο του κέρδισε τὴν ἐκτίμηση καὶ τὸν σεβασμὸ τῆς διεθνοῦς μαθηματικῆς κοινότητος. Ἐπιστρέφοντας δὲ στὴν Ἑλλάδα μπόρεσε νὰ διατηρήσει τὴ θέση του σὲ μιὰ χώρα ἡ ὁποία προσπαθοῦσε νὰ ἀνασυγκροτηθεῖ μέσα ἀπὸ τὴ δίνη τῆς πολιτικῆς ἀστάθειας καὶ τῶν οἰκονομικῶν προβλημάτων.

ΕΠΙΣΤΟΛΗ Ι

Παρίσι, 19 Μαρτίου 1883

7, rue des Grands Augustins¹²

Κύριε¹³,

Ἔχω τὴν τιμὴ νὰ σᾶς ἐνημερώσω ὅτι παρελήφθησαν τὰ δύο πρῶτα τεύχη τοῦ πρώτου τόμου τοῦ περιοδικοῦ σας¹⁴. Τὸ δεύτερο ἀντίτυπο τοῦ δικοῦ μας Δελτίου θὰ σᾶς σταλεῖ ἀπ' εὐθείας, ὅπως τὸ ἐπιθυμεῖτε. Ὅσο γιὰ

12. Ὁ Στέφανος χρησιμοποιεῖ τὴ διεύθυνση τῆς Γαλλικῆς Μαθηματικῆς Ἐταιρείας, ἡ ὁποία τότε στεγαζόταν στὸ ἕκτο Διαμέρισμα τοῦ Παρισιοῦ.

13. Πρόκειται γιὰ μιὰ ἐπίσημη ἐπιστολὴ τοῦ Στέφανου ὡς ἀρχαιοφύλακα τῆς Γαλλικῆς Μαθηματικῆς Ἐταιρείας, ἡ ὁποία ἀναφέρεται ἀποκλειστικὰ στὶς ἀνταλλαγές ἐπιστημονικῶν περιοδικῶν μὲ τὸν ἰδρυτὴ καὶ ἐκδότη τοῦ περιοδικοῦ *Acta Mathematica*.

14. Ὁ Στέφανος ἀναφέρεται στὸ περιοδικὸ *Acta Mathematica*, τοῦ ὁποίου ὁ πρῶτος τόμος κυκλοφόρησε τὸν Δεκέμβριο τοῦ 1882. Μάλιστα, γιὰ νὰ ἰδρυθεῖ αὐτὸ τὸ περιοδικό, ὁ βασιλέας τῆς Σουηδίας καὶ Νορβηγίας Ὁσκαρ Β' (1829-1907) δῶρισε 1.500 κορώνες ἀπὸ τὸ προσωπικό του ταμεῖο. Ἀργότερα, οἱ κυβερνήσεις τῆς Δανίας, Σουηδίας καὶ Νορβηγίας τοῦ ὑποσχέθηκαν ἐτήσιο συνολικὸ βοήθημα 3.000 κορώνων.

τοὺς δύο τόμους μας, τὸν 8ο καὶ τὸν 9ο τοῦ Δελτίου μας, σὰς πληροφοροῦ ὅτι αὐτοὶ οἱ τόμοι περιέχουν μόνο τὸ 5ο καὶ τὸ 6ο τεύχος¹⁵.

Δεχθεῖτε, Κύριε, τὴ διαβεβαίωση τῆς διακεκριμένης μου ἐκτίμησης.

Ὁ ἀρχαιοφύλακας τῆς Μαθηματικῆς Ἐταιρείας
Κυπ. Στέφανος

ΕΠΙΣΤΟΛΗ ΙΙ

Ἡ δευτέρα «ἐπιστολή» τοῦ Στέφανου στὸν Mittag-Leffler, τῆς 19ης Δεκεμβρίου 1892, δὲν εἶναι παρὰ μιὰ ἐγκύκλιος ὑπογεγραμμένη ἀπὸ τὸν Ἑλληνα μαθηματικό¹⁶. Τὸν Ὀκτώβριο τοῦ 1892 μιὰ ομάδα μαθητῶν καὶ θαυμαστῶν τοῦ Hermite θεώρησε πῶς ὄφειλε νὰ διοργανώσει μιὰ τελετὴ γιὰ τὴν ἐπέτειο τῶν ἐβδομηκοστῶν γενεθλίων τοῦ μεγάλου Γάλλου μαθηματικοῦ, κινήτοποιώντας ἐκείνους «οἱ ὅποιοι παρακολούθησαν τὰ μαθήματά του, ὅπως καὶ ἐκείνους οἱ ὅποιοι τὸν γνώρισαν ἢ κατὰ κάποιον τρόπο ἐπηρεάστηκαν ἀπὸ αὐτόν»¹⁷. Ἡ συσταθεῖσα ἐπιτροπὴ¹⁸ ἀπέστειλε σὲ μαθηματικούς διαφόρων χωρῶν πρόσκληση γιὰ νὰ συμμετάσχουν σὲ αὐτὸ τὸ ἰωβηλαῖο.

Τὸ ἰωβηλαῖο ἐορτάστηκε στὶς καινούργιες αἰθουσες τῆς Σορβόννης τὴν ἡμέρα τῶν γενεθλίων τοῦ Hermite, δηλαδή στὶς 24 Δεκεμβρίου 1892. Μάλιστα τοῦ ἀπονεμήθηκε ἀναμνηστικὸ μετάλλιο, δημιουργήμα τοῦ φημισμένου χαράκτη τῆς ἐποχῆς Chaplain¹⁹, ἐνῶ ὁ Ὑπουργὸς Παιδείας τοῦ ἐπέδωσε τὰ διάσημα τοῦ παράσημου τῆς Λεγεώνας τῆς Τιμῆς.

15. Πρόκειται γιὰ τὸ *Bulletin de la Société Mathématique de France*, τὸ ὁποῖο δημιουργήθηκε ἕνα χρόνον μετὰ τὴν ἵδρυση τῆς Γαλλικῆς Μαθηματικῆς Ἐταιρείας τὸ 1872. Γιὰ περισσότερες λεπτομέρειες βλ. H. GISPERT, *Le Bulletin de la Société Mathématique de France, le journal de recherche d'une communauté* (1873-1914), *Revista de Storia della Scienza*, 2η σειρά, 4, 2, 1996, σ. 1-11.

16. Βλ. *Rendiconti del Circolo Mathematico di Palermo*, VI, 1892, σ. 249.

17. Βλ. ἐπίσης *Jubilée de Mr. Hermite*, Paris 1893.

18. E. Beltrami, N. V. Bougaiev, G. Darboux, I. Fuchs, C. Jordan, S. Lie, L. Lindelöf, R. Lipschitz, G. Mittag-Leffler, H. Poincaré, H. Zeuthen.

19. Jules-Clément Chaplain (1839-1909), μέλος τῆς Ἀκαδημίας Καλῶν Τεχνῶν.

ΕΠΙΣΤΟΛΗ ΙΙΙ

Ἑλληνική Βιοτεχνική Ἐταιρεία ἐν Ἀθήναις²⁰
 Ἀθήνα 11/23 Φεβρουαρίου 1900

Ἀξιόσεβαστε Συνάδελφε,

Με πολλή χαρά ἔλαβα τὴν ἐπιστολή σας τῆς 17ης Φεβρουαρίου μετὴν ἧς ὁποία μοῦ ἀναγγέλλετε τὴν προσεχή σας ἀφιξὴ εἰς τὴν Ἀθήναις²¹.

Δὲν θὰ μπορούσα νὰ εἶμαι περισσότερο ἐνθουσιασμένος ἀπὸ αὐτὸ τὸ σχέδιο, γιὰτὶ εἰς τὴν Ἀθήναις δὲν ἔχομε συχνὰ τὴν καλὴν τύχην νὰ βλέπομε μαθηματικούς²².

Ὅπως μετὴν πληροφορήσατε, ἡ ἀφιξὴ σας εἶναι προγραμματισμένη γιὰ τὴν 5ῃ Μαρτίου· θὰ προσπαθῶ εἰς τὴν ἡμέραν νὰ σᾶς συναντήσω εἰς τὸ ξενοδοχεῖο τῆς Μεγάλης Βρετανίας, ὅπως μοῦ ἀναφέρατε. Ἄν φθάσετε νωρίτερα, θὰ σᾶς ἤμουν ἐξαιρετικὰ ὑπόχρεος ἂν με ἐνημερώνατε μετὰ ἓνα μικρὸ σημεῖωμα. Θὰ εἶναι εὐκόλο νὰ με βρεῖτε εἰς τὴν οἰκίαν μου (ὁδὸς Σόλωνος 20), κάθε ἡμέραν 13.00-15.00 τὸ ἀπόγευμα.

Δεχθεῖτε, παρακαλῶ, ἀξιόσεβαστε Συνάδελφε, τὴν βεβαιότητα τῆς μετὰ γάλης μου ἐκτίμησής, καθὼς καὶ τὰ αἰσθήματα ἀφοσίωσής μου.

Κυπ. Στέφανος

20. Εἶναι περιέργον πὸς τὸν ὅτι Στέφανος χρησιμοποιοῖ τὸ ἐπιστολόχαρτον τῆς Βιοτεχνικῆς Ἐταιρείας εἰς τὰ ἑλληνικά. Ὁ ἴδιος, θέλωντας νὰ ἀνυψῶσιν τὸ μορφωτικὸν ἐπίπεδον τῶν τεχνιτῶν, συμμετεῖχε ἐνεργῶς εἰς τὴν ἰδρυσὴν τῆς Ἑλληνικῆς Βιοτεχνικῆς Ἐταιρείας τὸ 1892 καὶ ὀρίσθηκε γενικὸς γραμματέας. Οἱ μαθητές, περίπου 400, ἀπὸ δέκα ἕως σαράντα ἐτῶν, διδάσκονταν τὰ βράδια εἰς αἴθουσας τοῦ Βαρβακείου ἀριθμητικῆς, γεωμετρίας, στοιχειῶν φυσικῆς καὶ χημείας, φυσικῆ ἱστορίας, ἐλεύθερον καὶ γραμμικὸν σχέδιον. Γιὰ μιὰ περιγραφὴ τοῦ χώρου καὶ τῶν μαθημάτων, βλ. ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΑΣΤΥ, 31 Ἰουλίου 1893.

21. Ἐκεῖνη τὴν ἐποχὴν ὁ Mittag-Leffler συνοδευόμενος ἀπὸ τὴν σύζυγον του Signe, τὸ γένος Lindfors, καὶ τὸν προσωπικόν του ἰατρὸν Dr. R. Wettervick (1871-1923) πραγματοποιοῦν ἓνα ταξίδιον εἰς τὴν Αἴγυπτον. Μετὰ τὴν παραμονὴν εἰς τὴν Αἴγυπτον ἐπισκέπτονται τὴν Ἀθήναις καὶ εἰς τὴν συνέχειαν τὴν Νεάπολιν, ὅπου διέμενε ἡ ἀδελφὴ τοῦ Mittag Leffler Anne Charlotte, ἡ ὁποία εἶχε παντρευθεῖ τὸν Ναπολιτάνον μαθηματικόν Pasquale del Pezzo, δούκην τοῦ Cajanelo (1856-1936).

22. Φράση ἡ ὁποία ὑπογραμμίζει τὴν ἐπιστημονικὴν ἀπομόνωσιν τῆς Ἑλλάδος.

ΕΠΙΣΤΟΛΗ IV

Αθήνα 16/29 Μαρτίου 1900

Άγαπητέ Συνάδελφε και φίλε,

Έλαβα ἔγκαιρα τὴν ἐπιστολή σας ἀπὸ τὴ Νεάπολη καὶ σᾶς εὐχαριστῶ ἀπὸ καρδιάς. Εἶμαι εὐτυχής, καθὼς ἡ παραμονή σας στὴν Ἀθήνα σᾶς ἄφησε καλές ἀναμνήσεις²³. Ὅσο γιὰ ἐμένα δὲν ἔκανα παρὰ τὸ καθῆκον μου, προσπάθησα νὰ φανῶ ὅσο τὸ δυνατόν πιὸ χρήσιμος.

Ἄργησα λίγο νὰ σᾶς ἀπαντήσω, περιμένοντας τὸν τόμο τὸν προοριζόμενο γιὰ τὸν ἄνακτα. Ὅμως μέχρι τώρα, ἀπ' ὅ,τι φαίνεται, αὐτὸς ὁ τόμος

23. Ἐξαιρετικὸ ἐνδιαφέρον παρουσιάζουν οἱ δύο ἐπιστολές (στὰ σουηδικὰ) τοῦ G. Mittag-Leffler πρὸς τὴν 82χρονη μητέρα του Gustava, ὅπου τῆς περιγράφει τὶς ἐντυπώσεις του ἀπὸ τὴν παραμονή του στὴν Ἀθήνα (βλ. Παράρτημα, Ἐπιστολές G. Mittag-Leffler στὴ μητέρα του, σ. 120-122).

Στὴν πρώτη ἐπιστολή του (ΕΠΙΣΤΟΛΗ I), ποὺ ἔφθασε στὶς 12 Μαρτίου 1900 στὸ Djursholm, ὅπου βρισκόταν ἡ κατοικία τοῦ ζεύγους καθὼς καὶ τῆς μητέρας του, γράφει: «Φθάσαμε καὶ μὲ μεγάλη δυσκολία μπορέσαμε νὰ βροῦμε ἓνα μικρὸ δωμάτιο σὲ ἓνα ἀκριβὸ ξενοδοχεῖο. Ἐδῶ, καθὼς εἶναι ἡ καλύτερη ἐποχὴ γιὰ τοὺς ταξιδιωτὲς, ὅλα τὰ ξενοδοχεῖα εἶναι πλήρη. Ὁ κύριος Στέφανος, Καθηγητῆς στὸ Πανεπιστήμιο, μᾶς ὑποδέχθηκε καὶ μαζί του ἐπισκεφθήκαμε ἀρκετοὺς Ἀθηναίους, οἱ ὅποιοι σήμερα βρίσκονται σὲ μεγάλη κινητικότητα, γιὰτὶ καθὼς αὔριο ἀρχίζει ἡ νηστεία διασκεδάζουν γιὰ τελευταία ἡμέρα» [Σχετικὰ μὲ τὴν οἰκία τοῦ Mittag-Leffler στὸ Djursholm, προάστειο τῆς Στοκχόλμης, βλ. E. ASZTÉL, *Villa Mittag-Leffler Djursholm Konstvetenskapliga institutionen vid Stockholm Universitet* 1992. Στὶς μέρες μας τὸ οἶκημα αὐτὸ φιλοξενεῖ τὸ φημισμένο Μαθηματικὸ Ἰνστιτούτο Mittag-Leffler.]

Στὴ δεύτερη ἐπιστολή (ΕΠΙΣΤΟΛΗ II) τοῦ Mittag-Leffler πρὸς τὴ μητέρα του, τὴν ὁποία συντάξε ταξιδεύοντας μὲ πλοῖο πρὸς τὴ Νεάπολη καὶ ἡ ὁποία ἔφθασε στὴ Σουηδία στὶς 18 Μαρτίου 1900, τὴν πληροφορεῖ: «Ἡ διαμονὴ στὴν Ἀθήνα θὰ ἦταν πολὺ ἐνδιαφέρουσα, ἀν δὲν εἶχαμε ξεπαγιάσει. Φθάσαμε τὸ ἀπόγευμα τῆς Δευτέρας καὶ μετὰ ἀπὸ πολλὲς προσπάθειες καὶ μεγάλη δυσκολία βρήκαμε ἓνα δωμάτιο στὸ πιὸ γνωστὸ ξενοδοχεῖο, τὴ Μεγάλῃ Βρετανία. Ἦταν μιὰ μικρὴ κάμαρα πολὺ κρύα, οἱ διάδρομοι παγωμένοι ἀλλὰ γιὰ ὅλα τὰ ἄλλα τὸ ξενοδοχεῖο [Δημιούργημα τοῦ Th. Hansen, Χ.Φ.] ἦταν ὑπέροχο. Τὴν Τρίτῃ ἐπισκεφθήκαμε τὴν Ἀκρόπολη. Τὴν Τετάρτῃ γιὰ μιὰ ὥρα μᾶς δέχθηκε ὁ βασιλέας. Τὴν Πέμπτῃ ὁ Στέφανος, ὁ Καθηγητῆς τῶν Μαθηματικῶν, μᾶς προσεκάλεσε σὲ δεῖπνο. Πρὶν ἀπὸ τὸ δεῖπνο, ὁ Στέφανος μοῦ πρότεινε νὰ

δὲν ἔφθασε στὴν Ἀθήνα, τουλάχιστον ἀπὸ τὶς πληροφορίες πού ἔλαβα ἀπὸ

ἐπισκεφθοῦμε γιὰ λίγο τὴν κυρία Πρωτοπαπαδάκη [Βλ. Παράρτημα, Ἰδιόχειρο σημείωμα Στέφανου, σ. 119], ἡ ὁποία θὰ ἦταν ἡ δεύτερη προσκεκλημένη Κυρία (μαζί με τὸν σύζυγό της) [Πρόκειται γιὰ τὸν Καθηγητὴ τῶν Λιμενικῶν καὶ Ὑδραυλικῶν ἔργων (1889) στὸ Σχολεῖο Βιομηχανῶν Τεχνῶν, ὅπως ὀνομαζόταν τότε τὸ Πολυτεχνεῖο, Πέτρο Πρωτοπαπαδάκη (1860-1922) με λαμπρὲς σπουδὲς στὴν École Polytechnique καὶ στὴν École des Mines] στὸ ἀποψινὸ δεῖπνο στὸ (ἴδιο) ξενοδοχεῖο, καὶ μετὰ θὰ ἐπακολουθοῦσε δεξίωση. Τὴν Παρασκευὴ εἴχαμε προσκληθεῖ ἀπὸ τὸν βασιλέα νὰ ἐπισκεφθοῦμε τὴν ἐξοχικὴ του κατοικία στὸ Τατόι στὰ σύνορα με τὴ Βοιωτία. Ἐκεῖ μείναμε ὅλη τὴν ἡμέρα. Τὸ Σάββατο ὁ διάδοχος μᾶς δέχθηκε γιὰ μίαν ὥρα. Τὸ ἀπόγευμα εἴμαστε προσκεκλημένοι στὸν λογοτέχνη καὶ ἐπιχειρηματία Μπίκαρη [Δυστυχῶς παρ' ὅλες τὶς ἔρευνές μας δὲν κατορθώσαμε νὰ προσδιορίσουμε τὴν ταυτότητα ἐνὸς τόσο σημαντικοῦ Ἀθηναίου. Ἴσως ὁ Mittag-Leffler νὰ ἔχει ἀθελά του συγκρατήσει λαθασμένα τὸ ὄνομά του, Χ.Φ.] με ὅλη τὴν ἐπιστημονικὴ καὶ λογοτεχνικὴ Ἀθήνα.

»Μετὰ ἔπρεπε νὰ ἐπισκεφθοῦμε τὴν κυρία Σλήμαν [Σοφία Μυστριώτη, Χ.Φ.], ἡ ὁποία ἤθελε νὰ ὀργανώσῃ μιὰ μεγάλη δεξίωση πρὸς τιμὴν μας, τὸν Χατζιδάκη, ἕναν ἄλλον μαθηματικὸ [Πρόκειται γιὰ τὸν Ἰωάννη Χατζιδάκη (1844-1921), ὁ ὁποῖος μετὰ τὶς σπουδὲς του στὸ Πανεπιστήμιο Ἀθηνῶν καὶ τὴ σύντομη παραμονή του στὸ Παρίσι (1869-1870) παρακολούθησε τὰ μαθήματα τῶν Weierstrass, Kummer καὶ Kronecker στὸ Πανεπιστήμιο τοῦ Βερολίνου ὡς ἀκροατής. Ἐξελέγη Καθηγητὴς στὸ Πανεπιστήμιο Ἀθηνῶν τὸ 1844 μαζί με τὸν Στέφανο. Δημιούργησε τὴν πρώτη πλήρη σειρά διδασκτικῶν βιβλίων γιὰ ὅλες τὶς βαθμίδες, Χ.Φ.], τὸν Ὑπουργὸ Παιδείας [Ἀθανάσιος Εὐταξίας (1849-1931), θεολόγος, συγγραφέας. Ὑπουργὸς ἐπὶ τῶν Ἐκκλησιαστικῶν καὶ τῆς Δημοσίας Ἐκπαίδευσης στὴν κυβέρνησις Γεωργίου Θεοτόκη, Χ.Φ.], τὸν Ἀρχηγὸ Στρατοῦ [Κωνσταντῖνος Σαπουντζάκης, ἐπιτελάρχης Γενικῆς Διεύθυνσης Στρατοῦ ἦταν τότε ὁ συνταγματάρχης πυροβολικοῦ. Εὐχαριστοῦμε τὴν κυρία Ἐφη Πασχαλίδου τῆς Ἱστορίας Στρατοῦ τοῦ ΓΕΣ γιὰ τὴν πληροφορία] καὶ μουσεῖα με συνοδεία τῶν ἐπιφανέστερων εἰδικῶν.

»Ἐπρεπε νὰ παρακολουθήσουμε τὴ Συνεδρία στὴ Γαλλικὴ Σχολὴ [Πρόκειται γιὰ τὴ Γαλλικὴ Ἀρχαιολογικὴ Σχολή, στὴν ὁποία ἐκεῖνη τὴν ἐποχὴ διευθυντὴς ἦταν ὁ Théophile Homolle (1870-1903), γνωστὸς γιὰ τὶς ἀνασκαφές του στὴ Δῆλο, Χ.Φ.], νὰ ἐπισκεφθοῦμε τὸν Wilhelm Dörpfeld, ἐπὶ κεφαλῆς τοῦ Γερμανικοῦ Ἀρχαιολογικοῦ Ἰνστιτούτου [Ἦταν ὁ πρῶτος διευθυντὴς, φημισμένος γιὰ τὶς ἔρευνές του ἐπικεντρωμένες στὴν ταυτοποίηση τῆς ὀμηρικῆς Ἰθάκης με τὴ Λευκάδα, Χ.Φ.] κ.ἄ. Αὕτὴ ἦταν σὲ γενικὲς γραμμὲς ἡ παραμονή.

»Ὁ βασιλέας μιλοῦσε με κατανόηση καὶ ἔντονα καθὼς ἐπίσης καὶ πολὺ πατριωτικά· τὸν θεωροῦν ἔξυπνο καὶ δραστήριο, ἀλλὰ τοῦ λείπει τὸ προσωπικὸ θάρρος. Πρὶν ἀπὸ τὸν πόλεμο, τὸν ὁποῖο ὑποχρεώθηκε νὰ κάνει, κάθε ἡμέρα μπροστὰ στὰ ἀνάκτορα

τὸ ταχυδρομεῖο καὶ ἀπὸ τὸ ξενοδοχεῖο Μεγάλη Βρετάνια. Μήπως ὑπῆρξε κάποια παρεξήγηση;

Σᾶς παρακαλῶ νὰ διαβιβάσετε τὰ σέβη μου στὴν κυρία Leffler καὶ τοὺς φιλικούς μου χαιρετισμούς στὸν κύριο del Pezzo.

Δεχθεῖτε, ἀγαπητέ Συνάδελφε καὶ φίλε, τὰ ἐγκάρδια αἰσθήματά μου.

Ὁ πολὺ ἀφοσιωμένος σας
Κυπ. Στέφανος

ΕΠΙΣΤΟΛΗ V

Ἀθήνα 7/20 Μαΐου 1900

Ἀγαπητέ Συνάδελφε καὶ φίλε,

Μόλις ἔλαβα τὴν τελευταία σας ἐπιστολή, ἔτρεξα νὰ βρῶ τὸν τόμο στὸ Προξενεῖο τῆς Σουηδίας καὶ Νορβηγίας στὸν Πειραιά. Ὅμως ἐκεῖ μὲ πλη-

ὑπῆρχαν μικρὲς συγκρούσεις μὲ τραυματίες καὶ νεκρούς [Ἀναφέρεται στὸν ἀτυχή πόλεμο τῆς Ἑλλάδας μὲ τὴν Ὀθωμανικὴ Αὐτοκρατορία τοῦ 1897, ὁ ὁποῖος ἔλαβε τέλος μετὰ τὴν παρέμβαση τοῦ τσάρου Νικολάου Β', ἀνηψιοῦ τοῦ Γεωργίου Α', Χ.Φ.]. Ὁ λαὸς ἤθελε νὰ τὸν δεῖ καὶ νὰ τοῦ μιλήσει. Ἐκεῖνος τὸ ἀπέφευγε λέγοντας ὅτι ἀπουσιάζει. Ἡ πλειονότητα τῆς ἑλληνικῆς ἐλίτ ἐπιθυμοῦσε νὰ παρουσιάζεται πιὸ συχνά, νὰ κυβερνᾷ πραγματικὰ καὶ νὰ βάλει ἓνα τέλος στὸν ἄκρατο κοινοβουλευτισμὸ. Ὁ Wrisman [Otto Wrisman, Δανὸς οικονομικὸς διευθυντὴς τοῦ βασιλικοῦ κτήματος στὸ Τατόι ἀπὸ τὸ 1893, Χ.Φ.] ἔλεγε πὼς δὲν τὸ πραγματοποιεῖ γιὰ διπλωματικούς λόγους καθὼς θὰ μπορούσε ξαφνικά, ὅπως μεταβάλλονται οἱ γνώμες καὶ ἡ θέληση τοῦ λαοῦ στὴν Ἑλλάδα, νὰ εὑρεθεῖ ἐνώπιον τοῦ λαοῦ καὶ νὰ ἀναγκαστεῖ νὰ φύγει [Φαίνεται πὼς ἡ ἔξωση τοῦ Ὀθωνα τοῦ εἶχε γίνεῖ παράδειγμα πρὸς ἀποφυγὴ, Χ.Φ.]. Γι' αὐτὸ ἀφήνει τοὺς ὑπουργούς του νὰ κυβερνοῦν καὶ αὐτοὶ νὰ ἔχουν ὅλη τὴν εὐθύνη [Σύμφωνα μὲ τὸ Ἑλληνικὸ Σύνταγμα ὁ βασιλέας βασιλεύει, ἀλλὰ δὲν κυβερνᾷ. Περὶεργο πὼς ὁ Mittag-Leffler, προερχόμενος ἀπὸ μιὰ χώρα ποὺ δὲν γνώρισε τὴν ἀπόλυτη μοναρχία, διατύπωσε τέτοιες σκέψεις, Χ.Φ.]. Ὅλη τὴν ὥρα πάντως τοὺς ἀλλάζει. Ἐδῶ καὶ 37 χρόνια κατοικεῖ στὴν Ἑλλάδα, μιᾶ μὲ μεγάλη πικρία γιὰ τὸν τσάρο [Νικόλαος Β', γιὸς τῆς ἀδελφῆς του Μαρίας, Χ.Φ.] καὶ γιὰ τὸν Κάιζερ [Γουλιέλμος Β', ἀδελφὸς τῆς περιγίπτης Σοφίας, συζύγου τοῦ γιοῦ του, διαδόχου Κωνσταντίνου Α', Χ.Φ.] καὶ γιὰ τὸ ἀπίθανο τουρκικὸ τάγμα. Ἦταν πολὺ εὐχαριστημένος γιὰ τὸν λαὸ του [Κατὰ τὸ πρότυπο τοῦ βασιλέα τῶν Γάλλων Louis-Philippe υἰοθέτησε τὸν τίτλο Βασιλέας τῶν Ἑλλήνων καὶ ὄχι τῆς Ἑλλάδας, Χ.Φ.] καὶ ἔλεγε πὼς σιγά-σιγά θὰ ἀρχίσει νὰ κυβερνᾷ ὁ ἴδιος. Ἀφοῦ ὅμως ἐδῶ καὶ 37 χρόνια δὲν τὸ ἔπραξε, τώρα δὲν θὰ μπορούσε νὰ τὸ πραγματοποιήσει».

ροφόρησαν πώς ό πρόξενος λείπει στα λουτρά τής Αΐδηψού και θά έπιστρέψει σέ δεκαπέντε ήμέρες.

Δέν μπορεΐτε νά φαντασθεΐτε πόσο εΐμαι θυμωμένος γι' αυτή τήν καινούργια καθυστέρηση, καθώς ό βασιλέας μας παύει νά δέχεται τό καλοκαίρι. Παρ' όλα αυτά θά κάνω ό,τι εΐναι δυνατόν γιά νά σάς έξυπηρετήσω.

Δεχθεΐτε, άγαπητέ Συνάδελφε και φίλε, τή βεβαιότητα τών έγκάρδιων αισθημάτων μου.

Ό πολυ άφοσιωμένος σας
Κυπ. Στέφανος

ΕΠΙΣΤΟΛΗ VI

Αθήνα 11/24 Ιουλίου 1900

Άγαπητέ Συνάδελφε και φίλε,

Μετά τις περιπέτειες τις όποιες ήδη σάς γνωστοποίησα, ό τόμος του Acta Mathematica, ό όποιος προοριζόταν γιά τήν Αύτου Μεγαλειότητα, έφθασε τελικά στα χέρια του.

Καθώς εΐναι γνωστό πώς ή Αύτου Μεγαλειότης συνήθως δέν δέχεται τό καλοκαίρι, μέ ειδοποίησαν μέ ποιόν τρόπο θά μπορούσα νά παρουσιάσω τό βιβλίο στο όποιο έναπόθεσα τά βασιλικά οικόσημα.

Μέ άφησαν νά έννοήσω πώς αυτή τή στιγμή δέν ύπάρχει άλλος τρόπος νά τó παραδώσω στην Αύτου Μεγαλειότητα παρά χρησιμοποιώντας ως ένδιάμεσο τόν Μέγα Αύλάρχη. Κάτι και τó όποιο έπραξα μέ μιá έπιστολή, όπου άνέφερα λεπτομερειακά τή σημαντική συμβολή του περιοδικού Acta Mathematica γιά τήν πρόοδο τών μαθηματικών έπιστημών στα τελευταΐα αυτά χρόνια· και επίσης διαβίβασα τις πιό θερμές σας εύχαριστίες γιά τή χαριτόβρυτον ύποδοχή που σάς έπιφυλάχθηκε από τήν Αύτου Μεγαλειότητα.

Τήν άλλη ήμέρα, στα άποκαλυπτήρια άνδριάντος του Γλάδστωνος²⁴, συνάντησα τήν Αύτου Μεγαλειότητα και μου μίλησε ένθερμα γιά τόν τόμο

24. Ό άνδριάς του Άγγλου φιλελεύθερου πολιτικοϋ, φιλέλληνα και όμηριστῆ William Gladstone άποφασίστηκε νά φιλοτεχνηθεΐ τó 1882. Όμως ή όλη κατασκευή και ή τοποθέτησή του γνώρισε μεγάλες περιπέτειες. Τελικά, τά άποκαλυπτήρια του άνδριάντος, έργο του Γεωργίου Βιτάλη, έγιναν στις 24 Ιουνίου 1900 παρουσία του βασιλέα, του πρύτανη Άλ. Κρασσά και πολλών καθηγητῶν.

σας, ό όποϊός τοῦ φάνηκε πολὺ σημαντικός, ἀν καί ό ἴδιος δέν εἶναι πολὺ δυνατός στὰ μαθηματικά²⁵.

Αὐτὰ συνέβησαν ἐδῶ καί εἴκοσι ἡμέρες. Ἀνέβαλα ὅμως νά σᾶς γράψω περιμένοντας τήν ἀπαντητική ἐπιστολή τοῦ Μέγα Αὐλάρχη Μ. Παπαρρηγόπουλου²⁶, τήν όποία σᾶς ἐπισυνάπτω μαζί μὲ τή μετάφρασή της (Βλ. Παράρτημα, σ. 115-118).

Ἐλπίζω αὐτό τό Σάββατο (15/28 Ἰουλίου) νά μπορέσω νά ἀναχωρήσω γιά τό Παρίσι. Πρέπει ὄχι μόνο νά παρευρεθῶ στό συνέδριο τῶν μαθηματικῶν²⁷ ἀλλά καί στό συνέδριο τῆς τεχνικῆς ἐκπαίδευσης²⁸, ὅπου θά ἐκπροσωπήσω τήν κυβέρνησή μας.

Δυστυχῶς καί τὰ δύο αὐτὰ συνέδρια ἀρχίζουν τήν ἴδια ἡμέρα καί δέν ξέρω πῶς ἀκριβῶς θά μπορέσω νά παρακολουθήσω καί τὰ δύο.

25. Ἀντίθετα ἀπό τόν βασιλέα Ὅσκαρ Β' τῆς Σουηδίας καί Νορβηγίας, ό όποϊός σπούδασε μαθηματικά στό Πανεπιστήμιο τῆς Uppsala. Πάντως ό Mittag-Leffler προσπαθεῖ νά διαδώσει τό περιοδικό του ὅπου εἶναι δυνατόν.

26. Πρόκειται γιά τόν διπλωμάτη Μιχαήλ Παπαρρηγόπουλο (1840-1920), γιό τοῦ Φιλικοῦ καί ἀγωνιστῆ Ἰωάννη Παπαρρηγόπουλου, ό όποϊός μετὰ τήν ἐπιτυχή θητεία του σέ διάφορες εὐρωπαϊκῆς πρωτεύουσες (Ρώμη, Βουκουρέστι, Ἁγία Πετρούπολη) ὑπηρετήσε τόν Γεώργιο Α' ὡς Μέγας Αὐλάρχης.

27. Στό δεύτερο διεθνές συνέδριο τῶν μαθηματικῶν στό Παρίσι ό Στέφανος παρουσίασε δύο ἀνακοινώσεις: Ἡ πρώτη ἀνῆκε στό πρῶτο τμήμα (Ἀριθμητικῆς καί Ἀλγεβρας), ὅπου προήδρευε ό Hilbert, μὲ τίτλο «Sur la séparation des racines des équations algébriques», καί ἡ δεύτερη στό τρίτο τμήμα (Γεωμετρίας), μὲ πρόεδρο τόν G. Darboux καί τίτλο «Relations sur la Géométrie Projective et la Mécanique». Τήν τελευταία αὐτή ἀνακοίνωση τήν παρουσίασε καί στό συνέδριο τοῦ Βρετανικοῦ Συλλόγου γιά τήν Πρόοδο τῶν Ἐπιστημῶν στό Bradford. Δυστυχῶς καί οἱ δύο αὐτὲς ἀνακοινώσεις δέν δημοσιεύθηκαν στὰ Πρακτικά, γιὰτί ὅπως ἀναφέρεται ό Στέφανος δέν ἔστειλε τὰ κείμενα.

28. Στό συνέδριο τῆς τεχνικῆς ἐκπαίδευσης, τοῦ όποίου οἱ ἐργασίες διεξάγονταν παράλληλα μὲ τήν Παγκόσμια Ἐκθεση (Exposition Universelle), ό Στέφανος ἔλαβε ἐνεργό μέρος. Μάλιστα ἐξελέγη καί ἀντιπρόεδρος. Στήν παρέμβασή του παρουσίασε τήν κατάσταση τῆς Ἑλληνικῆς Βιοτεχνικῆς Ἐταιρείας καί προσέφερε ἔργα τῶν μαθητῶν της στή Σχολή Καλῶν Τεχνῶν. Βλ. Congrès International de l'Enseignement Technique, Commercial et Industriel, 6-11 août 1900, Paris Librairie Nony, 1902, σ. 519-523.

Αργότερα, ἴσως παραστῶ καὶ στὸ συνέδριο τοῦ Βρετανικοῦ Συλλόγου²⁹.

Δεχθεῖτε, ἀγαπητὲ Συνάδελφε καὶ φίλε, τὴν ἔκφραση τῶν ἐγκάρδιων αἰσθημάτων μου.

Ὁ πολὺ ἀφοσιωμένος σας
Κυπ. Στέφανος

3. Ἐπίλογος

Ὁ Κυπάρισσος Στέφανος ἀποτελοῦσε μέλος τοῦ ἐπιστημονικοῦ κύκλου τῆς ἐποχῆς του καὶ συνέβαλε στὴ δημιουργία τῆς διεθνoῦς ἐπιστημονικῆς κοινότητος. Πρὶν ἀπὸ αὐτὴ τὴ διεθνή συνεργασία οἱ μαθηματικοὶ ἦταν ἀπομονωμένοι³⁰, ὅμως στὴ διάρκεια τοῦ 19ου αἰώνα οἱ ἀσχολούμενοι μὲ τὰ μαθηματικὰ ἀπέκτησαν πιά ἐπαγγελματικὴ ὄντοτητα³¹.

Στὶς ἀρχές τοῦ 20οῦ αἰώνα ὁ Στέφανος εἶναι ἓνας πολὺ γνωστὸς μαθηματικὸς στὴν Εὐρώπη. Συμμετέχει στὶς συντακτικὲς ἐπιτροπὲς πολλῶν ἐπιστημονικῶν περιοδικῶν, εἶναι μέλος στὴ διεθνή ἐπιτροπὴ τοῦ Βιβλιογραφικοῦ Καταλόγου τῶν Μαθηματικῶν Ἐπιστημῶν (Répertoire Biblio-

29. Στὸ συνέδριο τοῦ Βρετανικοῦ Συλλόγου γιὰ τὴν Πρόοδο τῶν Ἐπιστημῶν (B.A.S.) ὁ Στέφανος παρουσίασε τὴν ἴδια ἀνακοίνωση, «Sur les relations entre la géométrie projective et la mécanique». Βλ. *Proceedings of the British Association for the Advancement of Science*, Bradford 1900, σ. 644.

30. Ὁ G. Cantor εἶναι ἐκεῖνος ὁ ὁποῖος κατανόησε τὴν ἀνάγκη ὀργάνωσης τῆς μαθηματικῆς συνεργασίας πέρα ἀπὸ βιβλιογραφικοὺς λόγους. Χαρακτηριστικὸ παράδειγμα τῆς ἀπροθυμίας καὶ τῆς μὴ συνειδητοποίησης μιᾶς τέτοιας ἀνάγκης εἶναι ἡ γνώμη τὴν ὁποία ἐκφράζει ὁ μαθητὴς καὶ βοηθὸς τοῦ F. Klein, W. von Dyck (1856-1934), γνωστὸς γιὰ τὶς ἔρευνές του στὴν τοπολογία καὶ στὴ θεωρία ὁμάδων. Τὸν Αὐγούστο τοῦ 1890 ἀναφέρει: «Ὁ G. Cantor μοῦ ἔγραψε τελευταῖα γιὰ μεγαλεπήβολα σχέδια σχετικὰ μὲ διεθνή συνέδρια μαθηματικῶν. Δὲν ξέρω ἐὰν πράγματι χρειάζονται στὰ ἀλήθεια». W. PURCKERT – H. J. ILGANDS, *Georg Cantor 1845-1918*. Birkhäuser Verlag Basel/Boston/Stuttgart 1987, σ. 127.

31. CH. PHILI, The formation of the mathematical community in Greece at the turn of the XIXth century, *XXI International Congress of History of Science*. Mexico City 8-14 July 2001, Symposium 57: De l'universalisme amateur au professionnalisme institutionnalisé: la mise en place du métier du savant (XVIII^e - XX^e siècle), organizers: S. Demidov, D. Gousévitch, C. Phili.

graphique des Sciences Mathématiques), όπου πρόεδρος είναι ο Poincaré, καθώς και στη διεθνή επιτροπή για τη διδασκαλία των μαθηματικών με πρόεδρο τον F. Klein. Επίσης, εκπροσωπεί την Ελλάδα στα πρώτα διεθνή συνέδρια των μαθηματικών³², έχοντας κερδίσει επάξια με το έρευνητικό του έργο μια σημαντική θέση στην επιστημονική κοινότητα.

Ο Κυπάρισσος Στέφανος δὲν διέψευσε τις ἐλπίδες τις ὅποιες εἶχαν ἑναποθέσει οἱ καθηγητές του στὴν εἰσηγητικὴ τους ἔκθεση³³ γιὰ τὴν κρατικὴ διδακτορικὴ του διατριβή³⁴. Τὸ ἐπιστημονικὸ του μέλλον ἀποδείχθηκε λαμπρὸ καὶ μὲ ὅλες του τις δυνάμεις συνέβαλε στὴν ἀνάπτυξη τῶν μαθηματικῶν στὴν πατρίδα του.

32. J. BARROW-GREEN, International Congresses of Mathematicians from Zürich 1897 to Cambridge 1912, *The Mathematical Intelligencer*, 16, 2, 1994, σ. 38-41.

33. «25 Ἰουλίου 1884,

Ὁ κύριος Στέφανος μεταξύ τῶν νέων γεωμετρῶν τοῦ καιροῦ μας, οἱ ὅποιοι ἔχουν ἀφιερωθεῖ στίς καινούργιες ἀλγεβρικές θεωρίες θεμελιωμένες στίς ἔρευνες τοῦ Clebsch καὶ τοῦ κυρίου Gordan, κατέχει μιὰ διακεκριμένη θέση.

»Στὴ διδακτορικὴ του διατριβή, τὴν ὁποία ὑπέβαλε στὴ Σχολή μὲ τίτλο «Μελέτη γιὰ τὴ θεωρία τῶν δυαδικῶν μορφῶν καὶ τὴν ἀπαλοιφή», καθὼς καὶ σὲ ἄλλες ἐργασίες του, μιὰ ἐκ τῶν ὁποίων ἔλαβε ἀπὸ τὴν Ἀκαδημία Ἐπιστημῶν τὴν τιμητικὴ διάκριση νὰ συμπεριληφθεῖ στὴ Συλλογὴ τῶν ξένων ἐπιστημόνων, ὁ Στέφανος ἐπέδειξε πραγματικὸ ταλέντο γιὰ ἔρευνα καὶ γιὰ βαθύτερη γνώση στὴν Ἀνάλυση, τὰ ὁποῖα ἐγγυῶνται ἓνα σπουδαῖο ἐπιστημονικὸ μέλλον.

»Ὁμόφωνα ἡ Σχολὴ τοῦ ἀπονέμει τὸν τίτλο τοῦ διδάκτορα καὶ τοῦ ἐκφράζει τὴν ἐκτίμησή της, τὴ συμπάθειά της καὶ τὴν καλῶς θεμελιωμένη ἐλπίδα πὼς αὐτὸ τὸ μεγάλο ταλέντο θὰ συμβάλει στὴν ἀνάπτυξη τὴν ὁποία οἱ μαθηματικὲς ἐπιστήμες ἔχουν κληθεῖ νὰ λάβουν στὴ χώρα τους: G. Darboux, Ossian Bonnet, Ch. Hermite) [Ἐκφράζουμε τίς θερμὲς μας εὐχαριστίες στὴν κυρία Edith Pirio, γραμματέα στὰ Ἐθνικὰ Ἀρχεῖα τῆς Γαλλίας, γιὰ τὴν καλοσύνη ποὺ εἶχε νὰ μᾶς γνωστοποιήσει αὐτὴ τὴν ἔκθεση].

34. S. STÉPHANOS, Sur la théorie des formes binaires et sur l'élimination, *Ann. de l'École Normale Supérieure*, 31, σ. 329-382, καθὼς καὶ Gauthier-Villars, Paris 1884.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΟΙ ΕΞΙ ΕΠΙΣΤΟΛΕΣ ΤΟΥ Κ. ΣΤΕΦΑΝΟΥ
ΣΤΟΝ G. MITTAG-LEFFLER

ΕΠΙΣΤΟΛΗ Ι

Paris, le 19 Mars 1883
Rue de la grande Auguste

Monsieur,

J'ai l'honneur de vous accuser réception des deux premiers numéros du I vol. de votre Journal. - Le second exemplaire de notre Bulletin vous sera envoyé directement, comme vous le désirez. - Quant aux nos des tomes VIII et IX de notre Bulletin, je n'ai pas eu le temps de vous en informer que ces tomes sont complétés avec 6 et 5 numéros seulement.

Après, Monsieur, l'assurance de ma considération distinguée

Le Directeur de la Soc. Mathém.
Cyp. Stephanos.

ΕΠΙΣΤΟΛΗ ΙΙ

Monsieur,

Dans quelques mois, l'un des plus éminents géomètres qu'il y ait jamais eu, M. Hermitte, va avoir 70 ans. Sa vie tout entière a été consacrée à la science. Depuis ces précoces travaux qui alteraient sur un jeune écolier, l'attention de JACOBI, jusqu'à son récent mémoire sur les propriétés du nombre ϵ , et sans cesse marchant de découvertes en découvertes. Et sous ces efforts il se croyait assez récompensé par les progrès de ses deux sciences de prédilection l'arithmétique et l'analyse et il ne recherchait ni les honneurs, ni la gloire.

Mais s'il fait une notable traversée, il ne reprochera pas sans doute, un témoignage sincère de reconnaissance et de respect. C'est pourquoi un groupe d'éclairs et d'administrateurs de M. Hermitte croit devoir faire appel à ceux qui ont suivi ses leçons, comme à ceux qui l'ont approché ou qui ont d'une manière quelconque subi son influence. Vous en effet, nous lui devez beaucoup, non seulement sa parole, ses ouvrages, et ses conseils ont guidé nos premiers pas, mais sa vie nous a donné un grand exemple; elle nous a appris à aimer la science d'un amour désintéressé.

Permettez nous de lui proposer que cette leçon n'a pas été perdue et combler un de ses vœux les plus chers en lui donnant l'espoir que d'autres recueilliront un jour, au profit de l'Analyse, la moisson qu'il a si libéralement semée.

Nous espérons, Monsieur, que vous êtes dans les mêmes sentiments et que vous penserez comme nous que le meilleur moyen de proposer à M. Hermitte notre respectueuse admiration, c'est de lui offrir, à l'occasion de son 70^e anniversaire, une médaille commémorative avec une adresse portant les signatures de nombreux amis de la science.

Cyparissos Stephanof, Professeur à l'Université nationale, Athènes (Grèce).

ΕΠΙΣΤΟΛΗ ΙΙΙ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ
ΒΙΟΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ
ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ

Athènes le 11/ ²³ février 1900,

Très honoré Collègue

Je vous de recevoir avec beau-
coup de plaisir votre lettre du
17 Février, par laquelle vous
m'annoncez votre prochaine visite
à Athènes.

Je suis en ne peut plus en-
chanté de ce projet, car nous
nous n'avons pas souvent à
Athènes la bonne fortune de
voir des mathématiciens.

Comme vous m'annoncez

notre arrivée à Athènes pour le
5 Mars, je tâcherai de vous chercher
ce jour là à l'hôtel de la
grande Bretagne, que vous m'indiquiez.
Si vous arrivez à Athènes plutôt
je vous serai fort obligé de me
le faire savoir par un petit
mot. Du reste il vous sera
possible de me trouver chez moi
(20 Rue de Solon) tous les jours
de 1-à 3 h. de 1' après midi.

Veuillez agréer, très hono-

ré Colloque, l'assurance de
ma haute considération et de
mes sentiments de respect

Cyp. Stephanou

ΕΠΙΣΤΟΛΗ IV

Athènes le 16/29 May 1900.

Cher Collègue et ami;

J'ai reçu à temps votre lettre de Naples et je vous en remercie cordialement. Il m'est toujours agréable de ce que votre séjour à Athènes a pu vous laisser de bons souvenirs. Quant à moi je n'ai fait que mon devoir en attendant de vous voir de mon mieux.

J'ai tardé un peu de vous répondre en attendant le volume destiné au Roi. Pourtant jusqu'à ce moment ce volume n'est pas venu à Athènes, d'après ce qu'il paraît. Au moins d'après les renseignements

arrivées par la Poste et aussi à
(l'hôtel de la Grande Bretagne).
Est-ce qu'il y a eu quelque malentendu
là?

Aujourd'hui offrir mes bon
soirs respectueux à Mme Leffler
et mes saluts amicaux à M^{re} del Pozzo,
je reste, cher collègue stami, avec
les sentiments d'attachement cordel
votre tout dévoué

Cyp. Stephanou

ΕΠΙΣΤΟΛΗ V

Athènes le 1/20 Mai 1900.

Cher Collègue & ami

Aussitôt reçue votre dernière lettre je me suis empressé de chercher votre valise auprès du Consul de Suède à Norwège au Pirée. Mais on m'a fait savoir que le Consul est absent avec sa famille & qu'il n'est revenu qu'une semaine de plus.

Je suis en ne peut plus fatigué de ce nouveau retard, d'autant plus que votre Roi cesse de recevoir au Grèce. Pourtant je ferai tout ce qui est possible pour vous servir.

Respectueux, cher Collègue & ami

Assurance de mes sentiments d'attachement
 Cordel
 votre tout dévoué
 G. Panos Stephanou

ΕΠΙΣΤΟΛΗ VI

αθήναις le 11/24 Juillet 1900.

Cher Collègue et ami,

Après les péripéties que nous savez
notre volume des Acta Mathematica,
destiné à S. Majesté, m'est enfin parvenu.

Comme je sais que S. Majesté
ne reçoit pas ordinairement en été, j'ai
été m'informer de quelle manière pou-
vait se faire la présentation du livre,
sur lequel j'ai fait mettre le nom
royal.

On m'a laissé comprendre qu'il
n'y avait d'autre moyen pour le mo-
ment que de le soumettre à S. Majesté
par l'intermédiaire du Grand Maré-
chal de la Cour. C'est ce que j'ai

fait immédiatement, par une lettre
dans laquelle je relevai d'un
la part considérable que les Acta
Mathematica ont eu au progrès
des sciences mathématiques dans
ces dernières années et j'exprimai aus-
si nos profonds remerciements pour
l'accueil gracieux qui nous a été
fait par V. Majesté.

Un jour après j'ai vu V. Ma-
jesté à l'inauguration de la statue
de Gladstone, où il me parla avec
chaleur de votre volume qui lui pa-
raissait être très important, quoique
il ne soit pas très fort en mathéma-
tiques.

Il y a maintenant de cela une vingtaine de jours. Pourtant j'ai reçu à mon domicile en attendant une lettre de réponse du Grand-Maître chef de la Cour, Monsieur Paparisi-gopoulos, dont je vous joins ^{(l'original, avec} la traduction.

J'espère pouvoir partir ce samedi (15/28 Juillet) pour Paris. J'ai à y assister non seulement au Congrès des mathématiciens, mais aussi au Congrès de l'Enseignement technique, où je dois représenter notre Gouvernement.

Malheureusement ces deux Congrès commencent le même jour, ce je ne sais pas au juste comment j'arriverai à les suivre.

Plus tard j'irai peut-être
au Congrès de l'Association Britan-
nique.

Agissez, cher Collège, et ainsi,
l'empressez de mes sentiments
cordiaux.

avec tout dévoué
Léop. Stephanos

ΕΠΙΣΤΟΛΗ ΤΟΥ ΜΕΓΑ ΑΥΛΑΡΧΗ
Μ. ΠΑΠΑΡΡΗΓΟΠΟΥΛΟΥ ΣΤΟΝ Κ. ΣΤΕΦΑΝΟ
(ΕΠΙΣΥΝΑΠΤΟΜΕΝΗ ΣΕ ΕΠΙΣΤΟΛΗ VI)



Παρίσις τῆς 11 Ἰουλίου 1910.

Βασιλικὴν Ἀρχιεπιστολήν

Π. ἄρχ. Πατριάρχῃ

Τὸς ἀποστολῶν τῆς ἐποῆς 23 Ἰουλίου
ἐσπεύξαμεν εὐθὺς γράψαι τῷ κυριῷ καὶ φίλῳ
καὶ γνήθῳ ἡμῶν, ὡς εἴθε καὶ εἴη καὶ εἴη
τῷ Α. Μ. τῷ Βασιλεῖ τῆς ἀποστολῆς τῆς 11
ἡμερῶν τῆς ἐποῆς τῶν ἐπισημοῦς
Mittag-Leffler, ἐκδοθέντων ἐκδοθέντων
"Acta Mathematica."

Ἡ Α. Μ. ὁ Βασιλεῖς, ἀρχιεπιστολῶν
ἀποδοχάμενος τῶν λόγων τῶν ἐπισημοῦς
καὶ ἐκδοθέντων ἡμῶν, καὶ ἐκδοθέντων τῶν
Mittag-Leffler τῶν ἐπισημοῦς ἡμῶν ἐκδοθέντων
καὶ τῶν

ἡμεῖς

Π. ἄρχ. Πατριάρχῃ
Πατριάρχῃ τῶν ἁγίων Πατριαρχείων

απογοησία ἰσχυρῶς συνδεδεμένη
 τῆς.

Διέγραψε, ὅπως ἐπαύρθη, τὴν
 διαβίωσίν σου τὸν Ζαφίτην, ὅπως ἔγινε
 ἡ ἀπογοησία μου.

~~Μεσοεπιτομή~~

ΜΕΤΑΦΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΟΛΗΣ
Μ. ΠΑΠΑΡΡΗΓΟΠΟΥΛΟΥ ΑΠΟ ΤΟΝ Κ. ΣΤΕΦΑΝΟ
(ΕΠΙΣΥΝΑΠΤΟΜΕΝΗ ΣΕ ΕΠΙΣΤΟΛΗ VI)

Αθήνα le 11^{er}/₂₄ Juillet 1900

Monsieur le Professeur

En réponse à votre lettre du
10/23 Juin j'ai l'honneur de porter
à votre connaissance que je me suis
efforcé de soumettre à S. Majesté
la copie du vol XXII du périodique
"Acta Mathematica" publié par le
mathématicien suédois Mittag-Leffler.

La Majesté a accepté avec
un grand contentement ce volume
et m'a ordonné de vous en remercier,
et par votre intermédiaire à M^r Mittag-

Monsieur

Eyranos Stephanos
Professeur à l'Université nationale
α α α

Exprimer ses hautes remerciements
pour l'offre d'une oeuvre
d'une importance si grande.

agréer, Monsieur le Professeur,
l'assurance de ma considération
la plus distinguée

(signé) Mich. Papamigopoulos.

ΙΔΙΟΧΕΙΡΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΠΤΗΡΙΕΣ ΚΑΡΤΕΣ
 ΤΟΥ Κ. ΣΤΕΦΑΝΟΥ ΣΤΟΝ G. ΜΙΤΤΑΓ-LEFFLER
 (ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΜΟΝΗ ΤΟΥ ΣΤΗΝ ΑΘΗΝΑ)

Jeudi —

Cher collègue

Si cela ne vous dérange pas, je
 viendrai aujourd'hui vers 6 heures p.m.
 pour vous proposer une petite visite
 chez le me Proto paradediki, qui sera la
 (seconde)
 seule femme invitée (avec son mari) pour
 le dîner d'aujourd'hui

Cyparissos Stephanos C.J.
 Professeur à l'Université Nationale

Athènes



ΟΙ ΔΥΟ ΕΠΙΣΤΟΛΕΣ ΤΟΥ G. MITTAG-LEFFLER
ΣΤΗ ΜΗΤΕΡΑ ΤΟΥ

ΕΠΙΣΤΟΛΗ I

(Madame Gustava Leffler, née Mittag
Djursholm - Stockholm.
Suède.

*The diary consists of
letters addressed to his
mother, Gustava Leffler*

Ankom den 12 Mars 1900.)

Hotel Grande Bretagne, Athènes, 5/3.1900.

Min Älskade Mamma!

Just nu anlända ha vi endast med svårighet fått ett litet rum i ett dyrt hotell. Här är den stora saisonen och alla hotell äro öfverfyllda.

M. Stephanos, professor vid universitetet, mötte oss vid ankomsten, och vi fara ut med honom om ett ögonblick för att se på de stora folkmassor, som i dag äro i rörelse derföre att fastan börjar i morgon och man i dag roar sig sista dagen.

Hjertligaste holsningar.

Mammans Gösta

ΕΠΙΣΤΟΛΗ ΙΙ

(Fru Gustava Leffler, född Mittag
Djursholm - Stockholm
Svesia.

Ankom den 13 Mars 1900.)

Sindh. Messagerie maritime.

Paquebot, 13 Mars 1900.

Min Älskade Mamma!

Efter ett par timmar böra vi nu vara i Neapel. Vi ha haft godt väder hela tiden ända sedan vi i söndags den 11 kl. 10 f.m. stego ombord på ångaren. Ångaren lär vara af de största och bästa som tillhöra M.M. Och icke destomindre är detta af de otrefligaste sjöresor jag gjort. Snusk och dålig luft och god mat. Äkta franskt program. Ingenstans att taga vägen utom å fasta soffor å däck, och det blåser för mycket att sitta mer än en liten stund. Ingen enda transportabel stol å hela ångaren, så att man kan sätta sig i lä. Ingen salong, intet rökrum. Endast matsal, der det luktar illa och instängdt. Och otrefliga, obehagliga hytter.

Vistelsen i Athen var af ett mycket stort intresse och skulle varit synnerligen angenäm, hade vi ej frusit så förtvifladt. Vi anlände måndags e.m. och fingo efter flera försök samt med stor svårighet rum i det förnämsta hotellet, Hotel de Grande Bretagne. Ett litet, mycket kallt rum och isande kalla korridorer, för öfrigt ett utmärkt hotell. Tisdagen besök i Akropolis. Onsdagen sedan hade jag en timmas audiens hos Kungen. Torsdagen hade Stephanos, prof. i matematik, stor middag å hotellet med mottagning efteråt. Fredagen voro vi af Kungen bjudna på utflygt till hans lustslott Tatoi vid gränsen till ^{Bacien} Boetien. Det tog hela dagen. Lördags f.m. en timmas audiens hos Kronprinsen. På e.m. té hos Bikaris, litteratör och affärsman, jemte hela vetenskapliga och litterära Athen. Dessutom diverse besök hos Fru Schliemann, som ville göra en stor fest för oss, hos Hatzidakis, den andre matematikern, undervisningsministern, riksmarskalken, fysikern och kemisten med beseende af

(13/3.1900)

2.

deras institutioner, muséerna, eskorterade af de förnämsta specialis-
terna, séance i École française, det berömda franska arkeologiska in-
stitutet, besök hos Dröfel, chef för det tyska arkeologiska institutet
etc.etc. Detta de yttre konturerna.

Kungen talade först^{mynd}ändigt och lifligt samt mycket patriotiskt. Han
anses intelligent och energisk, men saknar personligt mod. Före kriget,
då man ville tvinga honom till detsamma, levererades hvarje dag små ba-
taljer med sårade och döda framför slottet och på slottstrappan. Fölket
ville se och tala vid honom. Han höll sig undan och lät säga sig bort-
rest. De flesta verkligt framstående greker önska, att han personligen
ville mer framträda samt verkligen regera och göra slut på den öfver-
drifna parlamentarismen. Wrisman, hans danska intendent å Tatoi, på-
står, att han icke gör det af ren diplomati. Han skulle då snart, så
hastigt som i Grekland meningar och allmänna opinioner vexla, ha hela
folket emot sig och nödgas ge sig i väg. Derföre låter han ministrarna
regera, bära ansvaret och ständigt växla. 37 år har han redan varit i
Grekland. Han talade med stor bitterhet om ryska och tyska kejsaren
samt om det omöjliga turkiska regementet. Var mycket nöjd med sitt folk
samt sade, att han nog småningom skall börja regera sjelf. Har det ej
skett på 37 år, sker det väl ej längre nu.

17/3

Neapel, 14/3.1900, morgonen. Vi anlände i går e.m., men hunno icke upp
till Via Tasso förrän vid 6 tiden. Alla ha legat sjuka i influenza, men
äro nu åter på benen, utom kocken, som ännu är illa sjuk. Vårt vanliga
rum var väl i ordning för oss, men jag tordes ej flytta in i huset un-
der dessa förhållanden. Der är dessutom kallt och ruskigt i de sollösa
rummen utan eldstad. Vi ha derföre tagit in i ett litet, men bra hotell
helt nära. Gaetano har mycket utvecklats. De vänta oss nu och vi äro
på väg dit.

Antagligen stanna vi här till 21 och resa då med stor tysk ångare

↓
21/

Als föredrag
18/3

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΔΗΜΟΣΙΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 19ΗΣ ΜΑΪΟΥ 2016

ΑΝΑΓΓΕΛΙΑ ΘΑΝΑΤΟΥ

Ὁ Πρόεδρος τῆς Ἀκαδημίας κ. Θανάσης Βαλτινὸς ἀναγγέλλει τὸν θάνατο τοῦ ἀντεπιστέλλοντος μέλους Tom Apostol.

Μετὰ τὸν Πρόεδρο λαμβάνει τὸν λόγο ὁ ἀκαδημαϊκὸς κ. Ἀθανάσιος Φωκᾶς καὶ λέγει γιὰ τὸν Tom Apostol τὰ ἑξῆς:

«Ὁ Tom Apostol ἀπεβίωσε στὶς 8 Μαΐου σὲ ἡλικία 92 ἐτῶν. Γεννήθηκε τὸ 1923 στὸ Helter τῆς Πολιτείας τῆς Utah τῶν ΗΠΑ ἀπὸ Ἑλληνες γονεῖς. Τὸ 1944 πῆρε τὸ πτυχίον τοῦ χημικοῦ μηχανικοῦ καὶ δύο χρόνια ἀργότερα μεταπτυχιακὸ δίπλωμα στὰ μαθηματικὰ ἀπὸ τὸ Πανεπιστήμιον τῆς Οὐάσινγκτον. Τὸ 1948 ἔλαβε τὸ διδακτορικὸ του στὰ μαθηματικὰ ἀπὸ τὸ Πανεπιστήμιον τῆς Καλιφόρνιας στὸ Berkeley. Ἀπὸ τὸ 1950 ἕως τὸ 1992 (ἔτος πὸν ἀνακηρύχθηκε Ὁμότιμος Καθηγητής), δίδαξε μαθηματικὰ στὸ Caltech.

Τὰ ἐρευνητικὰ θέματα μὲ τὰ ὁποῖα ἀσχολήθηκε ἐμπίπτουν κυρίως στὴν περιοχὴ τῆς μαθηματικῆς ἀναλύσεως καὶ τῆς ἀναλυτικῆς θεωρίας ἀριθμῶν.

Τὸ συγγραφικὸ του ἔργο ἦταν μεγάλο, ἐδημοσίευσε πολλὰ ἐρευνητικὰ ἐργασίαι καὶ συνέγραψε 33 βιβλία. Τὰ βιβλία του μεταφράστηκαν σὲ πολλὰς γλῶσσας, μεταξὺ ἄλλων στὰ περσικὰ καὶ κινεζικὰ, τὰ δὲ ἐγχειρίδια του χρησιμοποιήθηκαν γιὰ πολλὰς δεκαετίαι στὰ προπτυχιακὰ μαθήματα στὸ Caltech καὶ σὲ πολλὰ ἄλλα πανεπιστήμια.

Ἐδημιούργησε καὶ διηύθυνε γιὰ πολλὰ χρόνια τὸ πρόγραμμα «Project Mathematics», μιὰ σειρά τηλεοπτικῶν βιντεοταινιῶν μὲ θέματα ἀφορῶντα βασικὰς περιοχὰς τῆς μαθηματικῆς ἐπιστήμης, τὸ ὁποῖο χρηματοδοτήθηκε ἀπὸ πολλὰς ὀργανώσεις καὶ ἔτυχε πολλῶν τιμητικῶν διακρίσεων. Τὸ πρό-

γραμμα αυτό ήταν μια μεγάλη προσφορά στην επιστήμη των μαθηματικών και συνέβαλε τα μέγιστα στη βελτίωση της διδασκαλίας των μαθηματικών σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης στις ΗΠΑ αλλά και εκτός Ηνωμένων Πολιτειών.

Τιμήθηκε με σειρά διακεκριμένων βραβείων για το συγγραφικό και διδακτικό του έργο.

Άγαποῦσε τὴν Ἑλλάδα καὶ τὴν ἐπισκεπτόταν συχνά. Τὸ 1978 πέρασε τέσσερις μῆνες ὡς ἐπισκέπτῃς Καθηγητῆς τῶν Μαθηματικῶν στὸ Πανεπιστήμιο Πατρῶν.

Ὁ Tom Apostol δὲν ἦταν μόνο ἐξαιρετικὸς μαθηματικὸς ἀλλὰ καὶ ἐξαιρετικὸς ἄνθρωπος».

Ἡ Ὀλομέλεια τηρεῖ ἐνὸς λεπτοῦ σιγῆ εἰς μνήμην τοῦ ἐκλιπόντος.

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΔΗΜΟΣΙΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 23ΗΣ ΜΑΪΟΥ 2016

ΥΠΟΔΟΧΗ ΤΟΥ ΞΕΝΟΥ ΕΤΑΙΡΟΥ

κ. BRUCE BEUTLER

ΠΡΟΣΦΩΝΗΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΡΟΕΔΡΟ

κ. ΘΑΝΑΣΗ ΒΑΛΤΙΝΟ

Ἡ Ἀκαδημία Ἀθηνῶν ὑποδέχεται σήμερα μὲ ἰδιαίτερη τιμὴ τὸν κ. Bruce Beutler, Καθηγητὴ Βιοϊατρικῆς τοῦ Πανεπιστημίου τοῦ Τέξας καὶ κάτοχο βραβείου Νόμπελ Ἰατρικῆς καὶ Φυσιολογίας, τὸν ὁποῖο ἡ Ὀλομέλεια ἐξελέξε κατὰ τὸ ἔτος 2015 ὡς ξένο ἑταῖρο τῆς στὸν κλάδο τῆς Ἰατρικῆς καὶ Βιοϊατρικῆς στὴν Τάξη τῶν Θετικῶν Ἐπιστημῶν.

Ὁ κ. Bruce Beutler γεννήθηκε στὶς 29 Δεκεμβρίου 1957. Ἔλαβε τὸ πρῶτο του πτυχίον ἀπὸ τὸ Πανεπιστήμιον τῆς Καλιφόρνιας – Σάν Ντιέγκο, τὸ 1976 καὶ τὸ πτυχίον ἰατρικῆς ἀπὸ τὸ Πανεπιστήμιον τοῦ Σικάγο τὸ 1981. Ἐργάστηκε ὡς μεταδιδακτορικὸς συνεργάτης καὶ στὴ συνέχεια ὡς Ἐπίκουρος Καθηγητὴς στὸ Πανεπιστήμιον Rockefeller τῆς Νέας Ὑόρκης.

Ὁ κ. Beutler ἔχει δημοσιεύσει περισσότερες ἀπὸ 300 ἐπιστημονικὰς ἐργασίες μὲ πλέον τῶν 46.000 ἀναφορῶν. Γιὰ τὸ ἔργο αὐτὸ τὸ Institute for Scientific Information (ISI) τὸν ἔχει ἐντάξει στὴ λίστα μὲ τοὺς ἐρευνητὰς μὲ τὸν μεγαλύτερον ἀριθμὸ ἀναφορῶν, ἐνῶ ἀπὸ τὸ 2001 τὸν ἔχει χαρακτηρίσει ὡς προσωπικότητα μὲ σημαντικὴ συμβολὴ στὸν τομέα τῆς ἀνοσολογίας.

Τὸ 2011 τοῦ ἀπονεμήθηκε τὸ βραβεῖον Νόμπελ Ἰατρικῆς καὶ Φυσιολογίας. Οἱ ἀνακαλύψεις του ἀνοιξαν νέους δρόμους γιὰ τὴν κατανόησιν καὶ θεραπευτικὴν πλῆθους ἀνοσολογικῶν ἀσθενειῶν, τὴν ἀντιμετώπισιν τοῦ καρκίνου, τῆς ρευματοειδοῦς ἀρθρίτιδας, τοῦ διαβήτη καὶ ἄλλων χρόνιων νόσων.

Κύριε συνάδελφε, ἡ Ἀκαδημία Ἀθηνῶν εἶναι εὐτυχῆς τοῦ σᾶς καλωσορίζει καὶ σᾶς ἀπευθύνει θερμὲς εὐχὰς γιὰ συνέχιση τοῦ ἔργου σας, ἔργου ποὺ θὰ ὀδηγήσει σὲ πολλαπλασιαστικὰ ὀφέλη γιὰ τὴν ἑλληνικὴ ἐρευνητικὴ καὶ ἰατρικὴ κοινότητα ἀλλὰ καὶ στὴν ἀνάπτυξη νέων σύγχρονων κατευθύνσεων τῆς ἰατρικῆς καὶ τῆς θεραπευτικῆς στὴ χώρα μας.

Professor Beutler, please proceed to award you with the insignia of the Academy of Athens.

Καὶ τώρα παρακαλῶ τὸν ἀκαδημαϊκὸ κ. Γεώργιο Κόλλια νὰ παρουσιάσει τὸ ἔργο τοῦ νέου ἀκαδημαϊκοῦ.

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ
κ. ΓΕΩΡΓΙΟ ΚΟΛΛΙΑ

Εὐχαριστῶ τὴ Σύγκλητο τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν γιὰ τὴν τιμὴ τῆς ἀνάθεσης νὰ παρουσιάσω τὴν προσωπικότητα καὶ τὸ ἐπιστημονικὸ ἔργο τοῦ Καθηγητῆ Bruce Alan Beutler, τὴν ὁποία ἀποδέχθηκα μὲ μεγάλη εὐχαρίστηση καθὼς μὲ τὸν τιμῶμενο μᾶς συνδέει μακροχρόνια γνωριμία καὶ παράλληλες θητεῖες σὲ συγγενῆ ἢ κοινὰ βιολογικὰ ἐρωτήματα.

Ὁ Bruce Beutler πῆρε τὸ πρῶτο του πτυχίον στὴ βιολογία ἀπὸ τὸ Πανεπιστήμιον τῆς Καλιφόρνιας – Σάν Ντιέγκο, ἀπὸ ὅπου ἀποφοίτησε τὸ 1976 στὴν ἡλικία τῶν 18 ἐτῶν. Συνέχισε τὶς σπουδές του στὴν Ἰατρικὴ Σχολὴ τοῦ Πανεπιστημίου τοῦ Σικάγο, ἀπὸ ὅπου ἀποφοίτησε τὸ 1981, τὴν ἰατρικὴν τοῦ ἐκπαίδευσε στὸ Southwestern Medical Center τοῦ Πανεπιστημίου τοῦ Τέξας, στὸ Τμῆμα Ἐσωτερικῆς Παθολογίας, καὶ τὴν ἐξειδίκευσέ του στὸ Τμῆμα Νευρολογίας τοῦ ἴδιου Πανεπιστημίου. Ἀπὸ τὸ 1983 ἕως καὶ τὸ 1985 ἐκπόνησε μεταδιδακτορικὴ ἔρευνα στὸ Πανεπιστήμιον Rockefeller, ὅπου τὸ 1985 ἐξελέγη Ἐπίκουρος Καθηγητής.

Τὸ 1986 ἐπέστρεψε στὸ Ντάλας τοῦ Τέξας ὡς Ἐπίκουρος Καθηγητῆς στὸ Τμῆμα Παθολογίας τοῦ Southwestern Medical Center καὶ ὡς ἐρευνητῆς τοῦ διακεκριμένου Howard Hughes Medical Institute, ὅπου καὶ παρέμεινε γιὰ τὰ ἐπόμενα 14 χρόνια. Τὸ 2000 μετέβη στὴν Καλιφόρνια, στὸ διακεκριμένο ἐρευνητικὸ ἴνστιτούτο Scripps στὴ La Jolla, ὡς Καθηγητῆς στὸ Τμῆμα Ἀνοσολογίας, καὶ τὸ 2007 ἔγινε πρόεδρος τοῦ νεοϊδρυθέντος Τμήματος Γενετικῆς στὸ Scripps Research Institute.

Τò 2011 έλαβε τò βραβεΐο Νόμπελ Ίατρικῆς καὶ Φυσιολογίας, μαζί με τούς Jules Hoffmann καὶ Ralph Steinman, γιὰ τίς έπαναστατικές ανακαλύψεις του σχετικὰ με τὴν ένεργοποίηση τῆς έμφυτης άνοσίας.

Από τò 2011 έως σήμερα ó κ. Beutler είναι ίδρυτής καὶ διευθυντής του Center for Genetics of Host Defense στò Southwestern Medical Center του Πανεπιστημίου του Τέξας καὶ κατέχει τὴ διακεκριμένη έδρα τῶν Raymond καὶ Ellen Willie Cancer Research.

Έχει έκλεγεί καὶ ανακηρυχθεί έπίτιμο μέλος τῆς Έθνικῆς Ακαδημίας Έπιστημῶν καὶ του Ίνστιτούτου Ίατρικῆς τῶν ΗΠΑ, είναι έξωτερικό μέλος του Εύρωπαϊκού Όργανισμού Μοριακῆς Βιολογίας (EMBO), μέλος του Συλλόγου Ίατρῶν τῆς Αμερικῆς καὶ τῆς Αμερικανικῆς Έταιρείας Κλινικῆς Έρευνας. Είναι μέλος έπιτροπῶν διεθνῶν βραβείων, όπως τῆς έπιτροπῆς έπιλογῆς του Shaw Prize γιὰ τίς Έπιστῆμες τῆς Ζωῆς καὶ τὴν Ίατρικῆ.

Έχει συμμετάσχει στὴ συγγραφή περισσότερων τῶν 300 δημοσιεύσεων, οί όποῖες έχουν λάβει περισσότερες από 46.000 αναφορές. Πρὶν λάβει τò βραβεΐο Νόμπελ τò έργο του είχε αναγνωριστῆ από πολλούς άλλους διεθνείς όργανισμούς. Έχει λάβει μεταξὺ άλλων: τò βραβεΐο Shaw (2011), τò βραβεΐο του Albany Medical Center στὴν ιατρικῆ καὶ βιοϊατρικῆ έρευνα (2009), τò βραβεΐο Frederik B. Bang (2008), τò βραβεΐο Balzan (2007), τò Grand Prix Charles-Léopold Mayer (2006), τò βραβεΐο William B. Coley (2005), τò βραβεΐο Robert Koch (2004) καὶ άλλα.

Κυρίες καὶ κύριοι, από τὴ στιγμή που γεννιόμαστε συμβιώνουμε με χιλιάδες είδη μικροοργανισμῶν, οί όποῖοι αναπτύσσονται σὲ δικές τους κοινωνίες στò δέρμα μας, στους πνεύμονες, στò έντερο. Πάνω από 100 τρισεκατομμύρια βακτήρια, που ανήκουν σὲ 10.000 διαφορετικά είδη, φέρνουν έκατομμύρια γονιδιακά τους σὲ συγκατοίκηση με τὰ μόλις 22.000 δικὰ μας γονιδιακά. Η έπιστῆμη μόλις πρόσφατα άρχισε νὰ κατανοεί μηχανιστικά τὴν έπιρροή αυτῶν τῶν συμβιωτικῶν μικροβιωμάτων στὴ φυσιολογία, τὴν άσθένεια καὶ τὴ διατροφή μας. Τὰ μικροβιώματα είναι τόσο σημαντικά γιὰ τὴν υγεία μας όσο καὶ τò ίδιο τò γονιδίωμα μας. Συμμετέχουν ἢ καὶ καθοδηγοῦν τὴν πνευματικῆ μας υγεία, τὴν αντίστασή μας στὶς άσθένειες, τὴ ζωτικότητα μας.

Οί μεγάλες στιγμές στὴν έπιστῆμη έρχονται όταν αναδεικνύονται συγκεκριμένοι μηχανισμοὶ που εξηγοῦν φαινόμενα με εύρύτατη αντιπροσωπευση στὴ φυσιολογία τῶν όργανισμῶν. Σὲ μιὰ τέτοια στιγμή έμπνευσης αλλά καὶ έντατικῆς δουλειᾶς, ó Louis Pasteur θεμελίωσε τò 1880 με πολλα-

πλὲς παρατηρήσεις καὶ πειράματα τῆ μικροβιακῆ βάσῃ πολλῶν ἀσθενειῶν τοῦ ἀνθρώπου καὶ προχώρησε στὶς μετέπειτα ἐκπληκτικὲς ἀνακαλύψεις του γιὰ τὴ χρήση ἐξασθενημένων μικροβίων ὡς ἐμβολίων κατὰ τῶν λοιμώξεων. Τὰ μικρόβια εἶχαν ἔτσι ἀποκαλυφθεῖ ἀπὸ τὸν Louis Pasteur ὡς βδελυροὶ ἐχθροὶ τῆς φυσιολογίας μας καὶ περίπου 50 χρόνια ἀργότερα τὰ πρῶτα ὑπερόπλα ἐναντίον τους, τὰ ἀντιβιοτικά, ἀνακαλύπτονται ἀπὸ τὸν Ἀλέξανδρο Φλέμινγκ.

Χρειασθήκαν περισσότερα ἀπὸ 50 ἀκόμη χρόνια γιὰ νὰ ἀνακαλυφθοῦν τὸ 1998 ἀπὸ τὸν τιμῶμενο σήμερα Καθηγητὴ Beutler (μέσω τῶν νέων ἐπιναστατικῶν ἐργαλείων καὶ τεχνολογιῶν τῆς μοριακῆς βιολογίας) οἱ μοριακοὶ μηχανισμοὶ μὲ τοὺς ὁποίους τὰ κύτταρά μας ἀναγνωρίζουν καὶ συνομιλοῦν μὲ τοὺς μικροοργανισμοὺς καὶ τὸ περιβάλλον, συντελώντας ἔτσι στὴν ἀνάπτυξη παθολογιῶν ὅπως ἡ παχυσαρκία, ὁ διαβήτης, ἡ νόσος τοῦ Crohn, τὸ ἄσθμα, ἡ σκλήρυνση κατὰ πλάκα, ἀκόμη καὶ ψυχολογικὲς συμπεριφορικὲς ἀσθένειες.

Οἱ βάσεις τῆς ἐπιστημονικῆς ἀριστείας τοῦ Bruce Beutler τέθηκαν ἀπὸ νωρίς, ὅταν ὡς ἔφηβος ἐργαζόταν τὰ καλοκαίρια στὸ ἐργαστήριό τοῦ πατέρα του Ernest Beutler, ἑνὸς ἀπὸ τοὺς κορυφαίους αἱματολόγους τοῦ 20οῦ αἰῶνα, βραβευμένου γιὰ τὸ ἔργο του στὴ βιοϊατρικὴ ἔρευνα μὲ πολλὰ βραβεῖα, ὅπως παραδείγματός χάριν μὲ τὸ βραβεῖο Gairdner τὸ 1975, καὶ μὲ κορυφαῖο ἐπίτευγμά του τὴν ἀνακάλυψη τῆς ἀπενεργοποίησης τοῦ χρωμοσώματος X στὸν ἄνθρωπο τὸ 1962. Ἡ ἀλληλεπίδραση μεταξὺ πατέρα καὶ γιοῦ καθόρισε σημαντικὰ τὶς ἐπιλογὲς καὶ τὴν ἐπιστημονικὴ πορεία τοῦ νεαροῦ Bruce, ὅπως σημειώνει ὁ ἴδιος.

Τὸ μεγάλο του ἐνδιαφέρον γιὰ τὴν ἐπιστῆμη καὶ τὴν ἔρευνα τὸ συντηροῦσε δουλεύοντας σὲ διάφορα ἐργαστήρια κατὰ τοὺς καλοκαιρινοὺς μῆνες καὶ καθ' ὅλη τὴ διάρκεια τῶν σπουδῶν του. Ἐνα ἀπὸ ἐκεῖνα τὰ καλοκαίρια, στὸ ἐργαστήριό τοῦ Abraham Braude σὲ ἡλικία 18 χρονῶν, ἤρθε σὲ ἐπαφὴ γιὰ πρώτη φορά μὲ τὸν ὄρο («ἐνδοτοξίνη»), γνωστὴ ἐπίσης καὶ ὡς λιποπολυσακχαρίτης ἢ LPS, ἓνα μόριο ποὺ συναντᾶται στὴ μεμβράνῃ ἀρνητικῶν κατὰ Gram βακτηρίων, τὸ ὁποῖο εἶναι ἱκανὸ νὰ ἐνεργοποιήσῃ δυναμικὲς ἀνοσολογικὲς ἀποκρίσεις.

Στὴν ἡλικία τῶν 25 ἐτῶν, καὶ ἀφοῦ εἶχε ὀλοκληρώσει τὶς σπουδὲς του στὴν ἰατρικὴ καὶ τὴν εἰδικότητά του στὴ νευροβιολογία, ἐγκαταστάθηκε στὸ ἐργαστήριό τοῦ Anthony Cerami στὸ Πανεπιστήμιο Rockefeller. Ἐκεῖ ξεκινᾷ καὶ οὐσιαστικὰ τὴν ἐρευνητικὴ του σταδιοδρομία. Στὸ ἐργαστήριό

του Cerami ανέλαβε να χαρακτηρίσει σε πειραματικούς ποντικούς μια άγνωστη τότε πρωτεΐνη, την καχεκτίνη, ή οποία έκφραζόταν σε μακροφάγα κύτταρα σαν απόκριση στην ενεργοποίησή τους από το LPS.

Ο Καθηγητής Beutler ήταν ο πρώτος που κατάφερε να απομονώσει στο ποντίκι την καχεκτίνη ή παράγοντα νέκρωσης όγκων (Tumor Necrosis Factor – TNF), όπως επικράτησε να ονομάζεται, και ο πρώτος που ανέδειξε τον TNF ως το κεντρικό επαγωγικό μόριο της φλεγμονώδους απόκρισης. Αργότερα σχεδίασε αντισώματα και άλλους ανασυνδυασμένους αναστολείς του TNF, οι οποίοι αποτέλεσαν τη βάση για την ανάπτυξη του φαρμάκου Enbrel (Etanercept), το οποίο χρησιμοποιείται σήμερα ευρέως για τη θεραπεία της ρευματοειδούς αρθρίτιδας και άλλων φλεγμονωδών νόσων.

Το 1986, ο Bruce Beutler ίδρυσε το δικό του εργαστήριο στο Howard Hughes Medical Institute του Southwestern Medical Center του Πανεπιστημίου του Τέξας. Ήταν εκεί που άρχισε να ερευνά σε κύτταρα θηλαστικών την ύπαρξη του υποδοχέα για τον βακτηριακό λιποπολυσακχαρίτη. Η πρόοδος του εργαστηρίου του σε αυτές τις ερευνητικές προσπάθειες ήταν σχετικά αργή (λόγω προσωπικών αλλά και άλλων προβλημάτων μεθοδολογικής τεχνικής φύσης) και κατέληξε στην αναγγελία παύσης μετά το 2000 της χρηματοδότησής του από το Ίνστιτούτο Howard Hughes. Το 1998, δύο χρόνια πριν σταματήσει ή χρηματοδότηση, το εργαστήριο του Beutler κατάφερε να ανακαλύψει τον Toll-like Υποδοχέα 4 (TLR4), τον υποδοχέα του λιποπολυσακχαρίτη (LPS) των βακτηρίων, ανακάλυψη ή οποία άνοιξε τεράστιες δεξαμενές νέας γνώσης για την πληρέστερη μοριακή κατανόηση των μηχανισμών μέσω των οποίων τα κύτταρά μας αναγνωρίζουν και συνομιλούν με τους μικροοργανισμούς και το περιβάλλον. Αυτή ή ανακάλυψη, λόγω της ευρύτατης συμβολής της στην πρόοδο της ανοσολογίας του 21ου αιώνα, οδήγησε τον τιμώμενο στη βράβειυσή του το 2011 με το διάσημο του όργανισμοῦ Νόμπελ.

Από το 2000 έως το 2011 ο Bruce Beutler μετέφερε το εργαστήριό του στο Ίνστιτούτο Scripps στη La Jolla, όπου συνεργάστηκε στενά με το εργαστήριο ανοσολογίας του Καθηγητή Αργύριου Θεοφιλόπουλου, αντεπιστέλλοντος μέλους της Ακαδημίας μας από το 2006, ο οποίος μας τιμᾷ επίσης με την παρουσία του σήμερα. Ο Καθηγητής Beutler εφάρμοσε πρωτοποριακές τεχνικές μεταλλαξογένεσης του γονιδιώματος πειραματικών ποντικών για να αναλύσει εκτενῶς ανοσολογικούς μηχανισμούς στα θηλαστικά.

Μέσω αυτής της διαδικασίας αποκάλυψε πλήθος βασικῶν μορίων σηματοδότησης πού απαιτοῦνται γιὰ τὴν ἔμφυτη ἀνοσολογικὴ ἀπόκριση.

Ἀπὸ τὸ 2011 ὁ Καθηγητὴς Beutler εἶναι ὁ ἰδρυτὴς, ὁραματιστὴς καὶ διευθυντὴς τοῦ Κέντρου Γενετικῆς γιὰ τὴν Ἄμυνα κατὰ τῶν Λοιμώξεων (Center for the Genetics of Host Defense) τῆς Ἰατρικῆς Σχολῆς τοῦ Πανεπιστημίου τοῦ Τέξας. Ὁ στόχος τοῦ Κέντρου εἶναι νὰ συμβάλει στὴ θεμελιώδη κατανόηση τῆς γενετικῆς τῆς ἀνοσίας καὶ νὰ προωθήσει τὴν ἀνακάλυψη θεραπειῶν γιὰ τὶς λοιμώξεις ἀλλὰ καὶ γιὰ τὰ χρόνια φλεγμονώδη καὶ αὐτοάνοσα νοσήματα.

Ἡ ἐπιστημονικὴ πορεία τοῦ Καθηγητῆ Beutler, τὸ ἀδιάπτωτο πάθος του γιὰ τὴν ἔρευνα καὶ τὴν ἐπιστήμη, ἡ προσήλωσή του στοὺς ἐρευνητικοὺς στόχους ἀποτελοῦν παράδειγμα πρὸς μίμηση ἀλλὰ καὶ πρότυπο ἐπιστημονικῆς δεοντολογίας γιὰ ὅλους μας, ἰδιαίτερα γιὰ τὴ νέα γενιὰ φοιτητῶν καὶ ἐρευνητῶν.

Ἀγαπητὲ κύριε συνάδελφε, ἡ Ἀκαδημία Ἀθηνῶν σᾶς ὑποδέχεται σήμερα ἐπισήμως ὡς ξένο ἐταῖρο της καὶ πιστεύει ὅτι μὲ τὴν κορυφαία ἐπιστημονικὴ προσωπικότητά σας καὶ τὸ ὑψηλῆς ποιότητος ἐπιστημονικὸ ἔργο σας θὰ συμβάλετε τὰ μέγιστα στὴν προώθηση τῶν σκοπῶν της. Σᾶς εὐχόμαστε καλὴ ὑγεία καὶ νὰ συνεχίσετε νὰ μᾶς ἐμπνέετε μὲ τὸ καινοτόμο καὶ παραγωγικὸ ἔργο σας.

INFLAMMATION AND ITS ORIGINS

ΕΙΣΙΤΗΡΙΟΣ ΛΟΓΟΣ ΤΟΥ ΞΕΝΟΥ ΕΤΑΙΡΟΥ

z. BRUCE BEUTLER

It is a great honor for me to join this august Academy, here in the cradle of scientific achievement. A tremendous honor, and one that I will always remember.

I would like to talk to you today about much of my life's work in a very compressed format. Within about 30 minutes, I will tell you how we identified the source of inflammation at a molecular level.

Inflammation is a biological process that has been known since antiquity. It was written about classically as causing rubor, tumor, calor and dolor, and it was recognised as well that inflammation was characteristic of most infectious diseases. It was only by studying infection itself that the most proximal events involved in detecting infection, and in causing inflammation, became apparent to us.

Infection is a tremendously important problem. Even today, about one quarter of all people born will ultimately die of an infectious disease. The story of course is different depending upon when and where one lives, and some statistics will make that clear to you. In the year 2000, in the United Kingdom the actuarial statistics indicate that median survival was approximately 80 years of age. In the same year in Mozambique, median survival was only 39 years of age. Early in the course of mortality, there was a sharp drop in survival prior to 5 years of age and this is attributable almost entirely to infectious disease. What is surprising is that in Liverpool, England, at the beginning of the industrial revolution, when England was certainly the most wealthy and powerful nation on earth, median survival was only 10 years of age. And the situation was quite similar in Breslau in 1690 and from our best records, in neolithic times and in paleolithic times. We can say that in Victorian England, mankind was living pretty much unprotected against infectious disease. We can also conclude that for most of our history as a species, infection has been the greatest selective pressure we have faced. It operated on us as a species and shaped our genome. As a result of infection only a minority of human beings lived to reproduce in historic times and before. We do

not know that this was true in all mammalian species or at all times of human evolution, but we certainly know that in the long run it was the selective pressure of infectious disease that brought our immune system into existence. The selective pressure embodied in microbes caused the evolution of immunity in all multicellular organisms. The question that might occur to you next is: «How did immunity evolve?»

At the earliest stages there is a great deal of guesswork. Most would offer that the earliest immune mechanisms involved antimicrobial peptides and certain chemical agents such as we see today, produced by fungi and by prokaryotes to combat one another. However, because it is energetically expensive to maintain a constitutive production of those molecules, soon an inducible system evolved, prompting immune responses to be turned on when called for. We know, in any case, that components of the sensing and signaling system characteristic of inducible immunity predated the split between animals and plants. We know this because there are certain proteins in both animals and plants that have highly similar structures. These include the Toll-like receptors that I will talk about soon: proteins with leucine-rich repeat motifs that occupy a position on the surface of cells. The same kinds of molecules serve an immune function in plants. In plants and in animals, both, there are protein kinases of a similar shape, called non-RD kinases. There are TIR domains, which are the activating motif of Toll-like receptors and certain intracellular sensors of infection in the plant. There is the Myddosome, and there are still other shared structures.

Animals and plants diverged at an uncertain time. No one can offer a precise date, but generally we speak of a point of separation approximately one billion years ago. Animals are believed to have evolved from dinoflagellates which still exist today, and plants from the «ancestral green flagellate» similar to prasinophytes which are still represented today. We know that as multicellular organisms developed specialised cells involved in immune defence, they developed as well cells capable of phagocytosis, able to engulf and dispose of invading microbes, and this led to a form of innate immunity that still persists in many life forms today, including ourselves, where it is essential for our survival.

Something quite remarkable happened to the world between 500 and 550 million years ago. At that point structures that mineralised well begun

to develop. Hence fossil data exist to tell us what life was like on the planet. It is known that in warm, shallow, oxygen rich seas, life proliferated and became diverse almost beyond imagination. All of the structures familiar to us today, including eyes, teeth, limbs, a segmented body plan and all the major organs we currently possess came into existence. Out of the Cambrian explosion, as that period is called, came all of the animal life forms familiar to us on the planet today: both vertebrate and invertebrate life forms. Plants diversified greatly, although only at a much later stage of evolution did flowering plants, dicotyledonous plants, and monocotyledonous plants develop. Where vertebrates are concerned, we have jawed vertebrates represented by many genera and we have jawless vertebrates, of which only few genera exist.

We know that prior to the split between jawed and jawless vertebrates during the Cambrian explosion, a new cell type was born, called the lymphocyte. The lymphocyte in jawless vertebrates comes from an organ called the typhlosole also from certain gill structures in these animals, which are commonly known as lampreys, or hagfish. On the other hand, in the jawed vertebrates, the thymus, the bone marrow, the fetal liver, and in birds, the Bursa of Fabricius, are the organs in which lymphocytes develop. At the time lymphocytes evolved, prior to the adoption of an immune function, we know that there were already B-cells and T-cells, but we don't know what they did. What is clear, is that both in jawless vertebrates and in jawed vertebrates, a new form of immunity developed and it required the introduction of specialised genes called RAG genes in the case of the jawed vertebrates, or APOBEC genes in the case of jawless vertebrates, that operated on the DNA itself within these cells causing the production of an almost limitless variety of combinatorial receptors. In both B-like and T-like lymphocytes, in the case of the jawless vertebrates, the structure operated upon made leucine-rich repeat receptors. In the case of the jawed vertebrates, immunoglobulin-type receptors were the recombinatorial target, and T cell receptors and antibodies were the result. It has to be remembered that this new system of immunity that we call adaptive immunity evolved in the context of a highly effective innate immune system. People sometimes refer to innate immunity as «primitive immunity», but there is really nothing «primitive» about it. We have to remember it has actually been around longer than adaptive immunity, and by itself it can provide powerful protection in invertebrate life forms that don't

have an adaptive immune system. But once adaptive immunity did develop in vertebrates, innate and adaptive immunity operated in concert with one another forever after. Furthermore, when adaptive immunity developed, to some extent it supplanted the functions of innate immunity, or made them redundant. For that reason some aspects of innate immune function degenerated over time and we today have a requirement for both systems of immunity in order to defend ourselves. We cannot survive with only one of them.

So the legacy of a long struggle against microbes, going back a billion years or so, is the immune system. It evolved to deal with microbes. The legacy of having an immune system is autoimmunity, because both immune systems have the potential to harm the host if mechanisms for tolerance to self are imperfect. We know today of many autoimmune diseases, systemic lupus erythematosus being one of them. This is a disease studied in detail by my group together with my colleague Ari Theofilopoulos, who is an outstanding expert in this area. Another example of an autoimmune disease is juvenile diabetes mellitus, in which the islets of Langerhans in the pancreas are attacked and destroyed by lymphoid cells. These are both diseases that involve adaptive immune dysfunction. An example of a pure form of innate inflammatory disease, or innate autoimmunity, would be gout, in which the body has a strong reaction to crystals of uric acid. And rheumatoid arthritis, a very common disease, involves both innate and adaptive systems. We can also begin to talk about subtler forms of inflammation as well, such as atherosclerosis, which causes damage to arteries throughout the body, and involves infiltration of mononuclear cells that cannot clear away mural cholesterol but can cause the rupture of atherosclerotic plaques, leading to a stroke or myocardial infarction.

So innate and adaptive immunity work together to orchestrate inflammation, and about 12% of all of us will suffer from an autoimmune or auto-inflammatory disease at some point in our lives. And inflammation alone, even in response to infection, can be devastating, though of course it evolved to protect us. One of the great questions in medicine then was for quite a long time «how is inflammation initiated, how is it propagated and how is it sustained»?

There couldn't be intelligent approaches to this question prior to the recognition of just what infections were, at least in so far as we would like to

understand how an infection causes inflammation. The germ theory of infectious diseases we must credit jointly to Louis Pasteur and to Robert Koch who developed it in the 1860s. This resulted in a burst of exploration in which year after year, the causes of once-mysterious infectious diseases were discovered. This must have been a tremendously exciting time to have been a microbiologist or someone interested in infectious disease control, because at last one understood the primary cause of infection and simply, what infections were. They were caused by the unbridled proliferation of microbes and the inflammation they caused. As to that last bit, we might have wondered at that time –and the early microbiologists did wonder– just what it was about microbes that was so damaging, so toxic, and how was it that they harmed us. This was the central question of microbial pathogenesis and it arose concurrent with science of immunology. The early microbiologists realised that our immune system does detect microbes and they wondered how it did so. They wondered how the immune system could distinguish between self and non-self, leading either to disease in the case of excessive inflammation, or to an immune response that could eliminate the infectious agent. In this part of the story one prominent individual was Richard Pfeiffer, a student of Robert Koch, who in the 1890s worked on infection caused by *Vibrio cholerae* that led to cholera, a major problem in Europe at that time. He was the first to recognise that heat-killed cholera vibrio organisms are intrinsically toxic, and he coined the term «endotoxin» to describe the toxic principle which he observed would cause shock and death in guinea pigs even though those animals did not have that sustained infection when they were given heat-killed organisms. Over the decades it became clear that endotoxin described by Pfeiffer was an amphiphilic molecule. It was the major molecule comprising the outer leaflet of the outer membrane of Gram-negative bacteria (which have two membranes, an inner membrane and an outer one). The molecule included a toxic lipid A moiety. It wasn't until the 1980s that lipid A was synthesised artificially and shown to do most of what Pfeiffer had observed ninety years earlier.

Today we more often use the term lipopolysaccharide, or LPS, to refer to endotoxin. LPS has a chain of polysaccharides trailing into the medium, a di-saccharide backbone, and acyl chains which cause toxic effects. Richard Pfeiffer is a relatively obscured character today, but in his lifetime, which

lasted until the 1940s, he was nominated thirty-three times to receive the Nobel Prize in Physiology or Medicine. And the reasons for his acclaim are quite obvious. First of all, he discovered a molecule that would mediate a big problem in medicine. In his time, and still today, hundreds of people die every day of endotoxin induced shock, brought about by Gram negative bacterial infections. Some of the stigmata of Gram-negative infection include: bleeding into the skin, and a requirement for intubation because the lungs stiffen as a result of fluid accumulation. What you cannot see is injury to many of the internal organs as well. Endotoxic shock is a life threatening situation. It is a severe systemic inflammatory problem, and the mechanism of all inflammation was obscured at that time. Hence Pfeiffer had found what turned out to be a single molecule that could open the gateway to inflammation. This molecule might be used to understand how inflammation occurs. But nearly a hundred years went by between the time Pfeiffer coined the term endotoxin and the time the receptor for endotoxin (LPS) was discovered. Finding the LPS receptor was the key to understanding how the host becomes an area of infection.

In some of my own early work in the Cerami lab. I began to use LPS to induce the production of cachectin, a presumptive mediator of wasting in chronic disease. I purified the molecule to homogeneity, only to find it was identical to Tumor Necrosis Factor (TNF) which had been purified from human cells by other workers contemporaneously. This gave me some insight into how TNF might work. The molecule by that name was known for its ability to cause the haemorrhagic necrosis of tumors in animals. By the name cachectin, the very same factor would deny fat cells the ability to take up fatty acids from the plasma to store it as triglyceride. These were both effects of LPS, and TNF was strongly induced by LPS in macrophages when they were exposed to it. And I began to wonder whether TNF might mediate many of the effects of LPS, possibly even all the effects of LPS, including the lethal effect.

I found that TNF was highly toxic to mice if administered intravenously. They would show cardiovascular collapse and would die if about 20 μ g or more were injected as a bolus. Moreover, when I made an antibody against TNF and gave it to mice, I could challenge them with normally lethal doses of

LPS and observe survival. TNF was clearly one of the mediators of endotoxic shock and an excellent marker to follow in measuring responses to LPS.

I began to study the regulation of TNF biosynthesis but I realized of course that I was looking at the age-old question of just how LPS was sensed and how it signaled. The great mystery was the identity of the receptor for LPS. Finding the LPS receptor might tell us how we become aware of Gram-negative infection and conceivably even how we sense *all* microbes. Receptor activation would be *the* initial molecular event leading to the inflammatory response. That seemed to me to be a profound question: how infectious inflammation was initiated, and how sterile inflammation might also be initiated.

By the year 1990, a certain amount was known about LPS sensing from the work of Wright and Ulevitch. CD14, a leucine-rich repeat protein present on the surface of mononuclear cells, was found necessary for sensing LPS, in that antibodies against CD14 would interrupt the LPS signal. But CD14 had no way of signaling across the membrane, because it had no cytoplasmic domain. It was widely postulated that there must be a co-receptor to allow transmission of the signal across the membrane. The nature of that signal remained unknown. Where TNF –our marker of LPS responses– was concerned, a transcription factor called NF- κ B was needed to drive expression of the gene. The processed messenger RNA was locked in an untranslated state, but the «lock» could be undone by signaling from the putative LPS receptor leading to translation and secretion of TNF.

The central question as to the identity of the LPS receptor was answered by a pure genetic approach involving two substrains of mice that were completely refractory to LPS. The existence of these mice suggested that LPS was sensed in a single, specific way and that all of the effects of LPS were dependent on a single protein, encoded by a single gene. That protein was presumably the receptor or part of the receptor.

The first strain of resistant mice was called C3H/HeJ. In 1965 it had been shown by Heppner and Weiss that these mice could survive injection of any amount of LPS, and did not become ill or distressed as normal strains did. In 1980 O'Brien found that C3H/HeJ mice were paradoxically hypersusceptible to infection by live *Salmonella typhimurium*, which indicated that failure to sense LPS leads to overwhelming Gram-negative infection, probably

caused by failure to mount the appropriate immune response. The problem was that in the mutant strain, there was no cytokine response to LPS. In particular no TNF was made in response to LPS.

The genetic defect in C3H/HeJ mice seemed highly specific for LPS, in that bacterial lipopeptides, unlike LPS, would activate cells normally. Later another strain of mouse, C57BL/10ScCr (not closely related to C3H/HeJ), was also found to be refractory to LPS. By crossing the two strains it was deduced that the same gene had been affected in each. Mapping studies performed by Watson and Riblet in 1978 indicated that the critical gene involved was on mouse chromosome 4. But the causative gene could not be found at that time. This would depend on molecular markers that didn't yet exist, and on the ability to sequence DNA and identify candidate genes.

This was a forward genetic problem: a puzzle in which a phenotype must be assigned to mutations in a gene that has yet to be found. We had a strong phenotype, we needed to track down the gene, and then we would understand how mice could sense LPS. In general, forward genetics require a phase of genetic mapping, then a phase of physical mapping, a search for candidate genes, and finally, tracking down the causative mutation. Without going into detail, it is possible to limit the location of a particular mutation on a chromosome, proving that it is distal to one marker and proximal to another marker. One can prove such confinement based on observations of genetic recombination between the mutation of interest and each of these two markers. These two markers delimit the «critical region». We established a critical region for the so-called *Lps* locus by analyzing more than two thousand meioses, assigning the position of the mutation to an interval between markers B and 83.3: new molecular markers we identified. We believed that those markers were only 2.6 million bases apart but in reality they are about 5.8 million bases apart, based on our present knowledge of the mouse genome sequence. This was a huge interval to explore, but nonetheless we set about cloning all of the genomic DNA between these two markers and then began to sequence the interval to look for its gene content, which in those days was unknown.

At the time we began doing this work, we could sequence only a few thousand nucleotides per day. We did it by hand, with radioactive nucleotides: a colossal task. It occupied us for a total of five years and during most of that

time we found only a collection of pseudogenes. By August of 1998 I was becoming very nervous, wondering if we had made a mistake and if we were in the right interval at all. Most of the DNA at the interval had been sequenced by that time. But one always finds something in the last place one looks.

One evening as I was going through the sequences from that day I found homology to an orphan receptor called Toll-like receptor 4 (TLR4), the ligand for which was unknown and the function of which was unknown. I was sure because of the level of identity that this must not be a pseudogene but must be a real gene, and I became acutely excited as I looked at what we had discovered. First of all, it was a single-spanning transmembrane protein. It did have a cytoplasmic domain, and this domain was similar to the cytoplasmic domain of the interleukin-1 (IL-1) receptor. The IL-1 receptor was the receptor for an inflammatory cytokine, interleukin-1, and it was known that IL-1 would activate NF- κ B within cells. So it made sense that this new receptor perhaps could do so as well. Like CD14, the new receptor was a leucine-rich repeat protein, with the leucine-rich repeats projecting into the extracellular space. We could imagine that CD14 came into proximity with the new receptor, and transferred the LPS ligand from one molecule to another, initiating the LPS signal. Moreover, I was impressed by the work of Jules Hoffmann who had shown that Toll, a homologue of our new receptor in the fruit fly *Drosophila melanogaster*, was important for sensing infection in that species. Specifically flies with mutations in Toll itself or its ligand, a protein called Spatzle, were vulnerable to fungal infection. If injected with fungal spores they could be overgrown by fungi within a short period of time. This situation was very similar to that in the mouse where the mutation of our new gene would create susceptibility to bacterial infection.

Indeed, this was the correct gene. In C3H/HeJ mice there was a point mutation in the gene, altering the cytoplasmic domain of the receptor, and in C57BL/10ScCr mice, the gene was entirely eliminated by a large genomic deletion. Having both alleles was critical to the argument that the observed mutations were causative.

We also deduced based on other genetic experiments that there must be direct contact between LPS and TLR4. But there was still more to the story. The following year, it was shown by Kensuke Miyake that there was still another small protein, MD-2, that bound tightly to TLR4 and was also required

for signaling. Another ten years elapsed before the crystal structure of the TLR₄/MD-2 complex, with and without the LPS ligand, was solved. We were then able to see from the work of Jie-O Li and colleagues how MD-2 and TLR₄ were bound to each other, how MD-2 formed a «basket» into which most of the acyl chains of LPS would fit, and how when it did so it would interact with the «opposite» chain of TLR₄ making the complex «stand up» on the surface of the membrane. This presumably changes the juxtaposition of the cytoplasmic domains to allow the recruitment of adaptor molecules for signaling.

All of the endotoxin response is ignited, solely through this receptor, and this is how inflammation is triggered by LPS. But concurrent with the discovery of TLR₄ as the LPS receptor, we realized that there were other TLRs. We now know of ten TLRs encoded in the human genome, and each one of them binds a different signature of microbial infection and triggers a rather similar response. These receptors, acting together, stand guard in your body and inform you when you have a microbial infection of almost any kind. It was surprising at first sight, but even plants have receptors of this type. For example, the flax plant is rendered susceptible to fungal rust by a mutation in one of the TIR-domain proteins that it possesses.

We wanted to move forward from that point using forward genetics. Where no phenotype exists based on spontaneous genetic variation, it is necessary to make phenotype anew. This is done using a powerful mutagen called N-ethyl-N-nitrosourea, which has been used by my colleague George Kollias as well, also an expert in the inflammation biology field. We hoped to find proteins needed for TLR signaling and we wanted to look very broadly at innate and adaptive immune signaling and find parts of what I call an «immunological machine». Of course we are all machines, and our immune system is a machine within each of us. It is useful to view it as such, in order to understand exactly how it operates. And to do this, one must find all the constituent «parts» of the machine, foremost the proteins that make it what it is.

ENU mutagenesis is done by injecting this mutagen into male mice, breeding them through three generations to produce «great grandchildren» that can be homozygous for mutations induced in the spermatogonia of the mutagenized males. We know that each mouse born to a mutagenized sire receives an average of approximately sixty mutations that cause changes in

the coding region of genes. The effect of the mutagen is to create a wide variety of phenotypically distinguishable mice. Sometimes one may observe phenotype simply by looking at the mice. On the other hand, some of the mice look perfectly normal, but have defects of immunity. The idea is to track down the mutations that cause any observable change from the condition of the wildtype. Over the last few years this process has become thousands of times faster than it was when we worked on our first mutation, partly because of innovations that we ourselves developed. Where the TLR signaling apparatus is concerned, we now know of a total of sixty-six mutations that affect thirty three genes, each detected because of abnormalities in TLR signaling. There were mutations in the TLRs themselves, in proteins that escort the TLRs to where they need to be. There are other proteins that somehow condition the compartment in which the TLRs signal. Two of these mutations, in the genes *Unc93b1* and *Slc15a4*, have been studied in depth by my colleague Ari Theofilopoulos. Their function is still somewhat mysterious in at least one case. Other mutations affect genes encoding the adaptor proteins and the signaling apparatus downstream of the TLRs, genes involved in processing TNF and allowing it to be secreted, and other processes involved in the inflammatory response. All these genes can be detected phenotypically, based on the effects of mutations, and bit by bit we built up a picture of how the signaling works. In fact, structural biologists have been very active in this field and many of the molecules I mentioned have been crystalized and can be seen in three dimensions. This gives us a partly fanciful view of how signaling operates. But some of the protein-protein interactions are authentic, and one gets a tantalizing sense that we are quite close to having a molecular machine with cogs and levers, torsion, transduction of forces, and catalytic events; a machine in which small proteins or phosphate groups are added to intermediaries in the signaling pathway. We can see effects at the level of transcription and observe from how cytokines are made to broaden the inflammatory response that is initiated by activation of the TLRs.

What I have told you, as quickly as I could, is that inflammation begins with specific receptors on professional immune cells, and on some non-immune cells as well. I have told you only about the Toll-like receptors, but at this stage, from the work of others, we know four families of receptors, in addition to the TLRs. These are the NOD-like receptors, the RIG-I-like heli-

cases, the C-type lectin receptors, and cGAS. Each family includes molecules that distinguish self from non-self, and some of them have existed over long periods of evolution. Moreover, there may be still other innate immune sensors that we don't know of yet. These molecules ultimately trigger the synthesis and release of cytokines: special immunologically active hormones, which signal locally or sometimes over great distances to activate or suppress specific immune cells, combat infection, and on occasion actually cause us harm. Sometimes the pathways can be activated even in the absence of a microbial stimulus. We know of specific diseases where as a result of mutation, constitutive activation of a receptor causes inflammation when it should not. In other cases, the cause of aberrant activation remains unknown. It is possible that endogenous ligands exist, and they may activate these systems for reasons that are not entirely clear.

All of this work was carried out over a period of thirty years or so and I did not do all of it by myself. I have people to thank. I believe foremost I must thank Alexander Poltorak who stuck with the problem of cloning the LPS receptor for those long five years, together with his wife Irina Smirnova in my lab. Christophe Van Huffel initiated the project. Betsy Layton, now my administrative manager, helped us in the lab and helped to organize the work during the days of the Lps cloning project.

I thank you all very much for your attention and for the tremendous honor you have bestowed upon me tonight.

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΔΗΜΟΣΙΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 24ΗΣ ΜΑΪΟΥ 2016

ΥΠΟΔΟΧΗ ΤΟΥ ΑΝΤΕΠΙΣΤΕΛΛΟΝΤΟΣ ΜΕΛΟΥΣ
κ. ΧΡΥΣΟΣΤΟΜΟΥ Λ. ΝΙΚΙΑ

ΠΡΟΣΦΩΝΗΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΡΟΕΔΡΟ
κ. ΘΑΝΑΣΗ ΒΑΛΤΙΝΟ

Ἡ Ἀκαδημία Ἀθηνῶν ὑποδέχεται σήμερα μὲ ἰδιαίτερη τιμὴ τὸν Καθηγητὴ κ. Χρυσόστομο Νικία, πρόεδρο τοῦ Πανεπιστημίου τῆς Νότιας Καλιφόρνιας, τὸν ὁποῖο ἡ Ὀλομέλεια ἐξέλεξε κατὰ τὸ ἔτος 2015 ὡς ἀντεπιδέλλον μέλος τῆς στὸν κλάδο τῆς Τεχνολογίας καὶ τῶν Ἀνθρωπιστικῶν Σπουδῶν στὴν Τάξη τῶν Θετικῶν Ἐπιστημῶν.

Ὁ κ. Χρυσόστομος Νικίας γεννήθηκε στὴν Κύπρο τὸ 1952. Σπούδασε μὲ κρατικὴ ὑποτροφία στὴ Σχολὴ Μηχανολόγων Ἡλεκτρολόγων Μηχανικῶν τοῦ Ἐθνικοῦ Μετσόβιου Πολυτεχνείου καὶ κατόπιν μετέβη γιὰ μεταπτυχιακὲς καὶ διδακτορικὲς σπουδὲς στὸ Πανεπιστήμιο τῆς Νέας Ὑόρκης στὸ Μπάφαλο.

Εἶναι θεμελιωτὴς τῆς πολυφασματικῆς θεωρίας, ἡ ὁποία ἐφαρμόζεται ἐκτενῶς στὴν ἀνάλυση ψηφιακῶν σημάτων. Τὸ πρωτοποριακὸ ἐρευνητικὸ του ἔργο ἐπικεντρώνεται στὰ πεδία τῆς ἐπεξεργασίας σήματος, τῶν ψηφιακῶν ἐπικοινωνιῶν, τῶν ψηφιακῶν συστημάτων πολυμέσων καὶ τῆς βιοϊατρικῆς.

Ὁ Χρυσόστομος Νικίας εἶναι μέλος τῆς Ἀκαδημίας Μηχανικῶν τῶν ΗΠΑ, καθὼς καὶ μέλος τῆς Ἀμερικανικῆς Ἀκαδημίας Τεχνῶν καὶ Ἐπιστημῶν.

Τὸν Αὐγούστο τοῦ 2010 ἀνέλαβε τὸ ἀξίωμα τοῦ ἐνδέκατου προέδρου τοῦ Πανεπιστημίου τῆς Νότιας Καλιφόρνιας.

Κύριε συνάδελφε, ἡ Ἀκαδημία Ἀθηνῶν εἶναι εὐτυχῆς τοῦ σᾶς καλωσορίζει καὶ σᾶς ἀπευθύνει θερμὲς εὐχὲς γιὰ συνέχιση τοῦ ἐπιστημονικοῦ σας ἔργου.

Σᾶς καλῶ γιὰ νὰ σᾶς ἐπιδώσω τὸ δίπλωμα τοῦ ἀντεπιστέλλοντος μέλους τοῦ Ἰδρύματος.

Καὶ τώρα παρακαλῶ τὸν ἀκαδημαϊκὸ κ. Ἀθανάσιο Φωκᾶ νὰ παρουσιάσει τὸ ἔργο τοῦ νέου ἀκαδημαϊκοῦ.

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ
κ. ΑΘΑΝΑΣΙΟ ΦΩΚΑ

Εὐχαριστῶ τὴ Σύγκλητο τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν γιὰ τὴν ἀνάθεση τῆς παρουσίας τοῦ ἔργου καὶ τῆς προσωπικότητος τοῦ νέου ἀντεπιστέλλοντος μέλους τῆς Ἀκαδημίας. Αὐτὴ ἡ ἀνάθεση ἀποτελεῖ γιὰ ἐμένα ἰδιαιτέρα τιμὴ.

Ὁ κ. Χρυσόστομος Νικίας γεννήθηκε καὶ μεγάλωσε στὴν ἐπαρχία Ἀμμοχώστου στὴν Κύπρο. Ἀπεφοίτησε μετ' ἐπαίνων ἀπὸ τὸ Α' Γυμνάσιο Ἀμμοχώστου. Στὸ γυμνάσιο αὐτὸ ἀναπτύχθηκε ἡ ἀγάπη του τόσο γιὰ τὶς θετικὲς ἐπιστῆμες ὅσο καὶ γιὰ τὴν κλασικὴ παιδεία. Ἀμέσως μετὰ ὑπηρετήσε τὴ θητεία του στὴν Ἐθνικὴ Φρουρά.

Ἐν συνεχείᾳ σπούδασε μὲ κρατικὴ ὑποτροφία στὴ Σχολὴ Μηχανολόγων Ἡλεκτρολόγων Μηχανικῶν τοῦ Ἐθνικοῦ Μετσοβίου Πολυτεχνείου, ἀπ' ὅπου ἀπεφοίτησε τὸ 1977. Κατόπιν μετέβη γιὰ μεταπτυχιακὲς σπουδὲς στὶς ΗΠΑ καὶ τὸ 1982 τοῦ ἀπενεμήθη διδακτορικὸ δίπλωμα ἀπὸ τὸ Πανεπιστήμιο τῆς Νέας Ὑόρκης στὸ Μπάφαλο, στὸν τομέα τῆς ψηφιακῆς ἐπεξεργασίας σημάτων, μὲ ἔμφαση στὴν ποιοτικὴ ἀνάλυση φάσματος.

Ὁ κ. Νικίας ξεκίνησε τὴν ἀκαδημαϊκὴ του σταδιοδρομίαν τὸ 1982 στὸ Πανεπιστήμιο τοῦ Connecticut. Τὸ 1985 ἐξελέγη Καθηγητὴς στὸ Πανεπιστήμιο Northeastern τῆς Βοστώνης καὶ ἀπὸ τὸ 1991 ὑπηρετεῖ στὸ Πανεπιστήμιο τῆς Νότιας Καλιφόρνιας. Ἐκεῖ ἄρχισε τὴ σταδιοδρομίαν του ὡς Καθηγητὴς στὸ Τμῆμα Ἡλεκτρολόγων Μηχανικῶν καὶ διευθυντὴς τοῦ Κέντρου Πολυμέσων (IMSC), τὸ ὁποῖο ὑπὸ τὴ διεύθυνσή του σὲ σύντομο χρονικὸ διάστημα ἀναβαθμίστηκε σὲ Κέντρο Ὀλοκληρωμένων Συστημάτων Πολυμέσων (IMSC).

Τὸ κέντρο αὐτὸ ὑπὸ τὴν καθοδήγησή του κ. Νικία ἀνέπτυξε συντονισμένη δράση μὲσφ τῆς συνεργασίας μηχανικῶν καὶ ἐπιστημόνων πληροφο-

ρικῆς μὲ εἰδικούς ἀπὸ τὴν τέχνη τοῦ κινηματογράφου, τὶς ἐπικοινωνίες, τὴ δημοσιογραφία, τὴ μουσική, τὶς καλὲς τέχνες καὶ τὴν ψυχολογία. Τὸ ὑψηλὸ ἐπίπεδο αὐτοῦ τοῦ κέντρου ἐπισφραγίσθηκε μὲ τὴν ἀνάδειξή του ἀπὸ τὴν Ἑθνικὴ Ἐπιτροπὴ Ἔρευνας (NSF) τῶν Ἡνωμένων Πολιτειῶν σὲ Κέντρο Ἀριστείας καὶ Ἀναφορᾶς στὸν τομέα τῶν πολυμέσων.

Αὐτὴ ἡ ἐντυπωσιακὴ ἐπιτυχία τοῦ Κέντρου Ὀλοκληρωμένων Συστημάτων Πολυμέσων δὲν εἶναι διόλου τυχαία. Ὀφείλεται κατὰ τὴ γνώμη μου ἀφ' ἐνὸς μὲν στὸ πρωτοποριακὸ ἐρευνητικὸ ἔργο τοῦ Καθηγητῆ Νικία στὴν ἐπεξεργασία σήματος καὶ στὶς σχετικὲς ἐφαρμογὲς στὸν τομέα τῶν πολυμέσων, ἀφ' ἑτέρου δὲ στὶς ἡγετικὲς καὶ διοικητικὲς ικανότητες τοῦ νέου ἀντεπιπέδου μέλους.

Ἐπεξεργασία σήματος εἶναι ἡ ἀλγοριθμικὴ ἀνάλυση μιᾶς συγκεκριμένης κατηγορίας δεδομένων, προκειμένου νὰ συναχθοῦν χρήσιμα συμπεράσματα. Ἀποτελεῖ ἓνα τεράστιο ἐπιστημονικὸ πεδίο μὲ πληθώρα ἐφαρμογῶν, στὶς ὁποῖες συμπεριλαμβάνονται ἡ διαγνωστικὴ ἱατρικὴ, οἱ φυσικὲς ἐπιστῆμες, τὰ πολυμέσα, οἱ τηλεπικοινωνίες ὅλων τῶν εἰδῶν καὶ τὰ ραντάρ. Ἡ πιὸ σημαντικὴ τεχνικὴ στὴν ἐπεξεργασία σήματος εἶναι ἡ φασματικὴ ἀνάλυση, ἡ ὁποία στηρίζεται στὸν μετασχηματισμὸ Fourier. Συγκεκριμένα, ὑπολογίζοντας τὸ φάσμα ἐνὸς σήματος, ὁ μετασχηματισμὸς Fourier τῆς λεγόμενης («αὐτοσυνάρτησης τοῦ σήματος») φανερώνει τὴ σχετικὴ ἰσχὺ τῶν ἐπιμέρους συχνοτήτων ποὺ συνυπάρχουν στὸ ὑπὸ ἀνάλυση σῆμα.

Ἡ ἀνωτέρω ἀνάλυση εἶναι κατάλληλη μόνο ὅταν τὸ σῆμα ὑπακούει τὸν περίφημο στατιστικὸ νόμο τοῦ Gauss. Ὅμως πολλὲς ἀπὸ τὶς ἐφαρμογὲς ποὺ ἀναφέρθησαν παραπάνω περιλαμβάνουν δεδομένα ποὺ δὲν περιγράφονται ἀπὸ τὴ στατικὴ κατανομὴ Gauss. Γιὰ παράδειγμα, τὰ ψηφιακὰ σήματα τηλεπικοινωνίας ἐκ κατασκευῆς ἀποκλίνουν ἀπὸ τὴν Gaussian κατάσταση.

Κατάλληλες μαθηματικὲς τεχνικὲς γιὰ τὴν ἀνάλυση μὴ Gaussian σημάτων ἀναπτύχθηκαν στὶς δεκαετίες τοῦ '60 καὶ τοῦ '70 ἀπὸ διαπρεπεῖς μαθηματικούς. Αὐτὲς οἱ τεχνικὲς στηρίζονται στὸν μετασχηματισμὸ Fourier ἄνω τῶν δύο ροπῶν τοῦ συγκεκριμένου σήματος. Ὁ πιὸ γνωστὸς μετασχηματισμὸς αὐτοῦ τοῦ εἴδους εἶναι τὸ λεγόμενον «διπλὸ φάσμα».

Ἦταν ἐξαιρετικὰ δύσκολο νὰ ἐφαρμοσθοῦν στὴν πράξιν οἱ ἀνωτέρω πολυφασματικὲς θεωρητικὲς τεχνικὲς. Καὶ αὐτὸ ὄχι μόνο λόγῳ τῆς ὑψηλῆς μαθηματικῆς τους πολυπλοκότητος ἀλλὰ ἐπίσης καὶ λόγῳ τῆς ὑπάρξεως μεγάλου ἀριθμοῦ τεχνικῶν προβλημάτων ἐφαρμογῆς.

Ο Καθηγητής Νικίας και οι συνεργάτες του διεδραμάτισαν πρωτοποριακό ρόλο στην ανάδειξη τής μεγάλης θεωρητικής αξίας τών ανωτέρω μαθηματικῶν τεχνικῶν ἀλλὰ κυρίως στην ἐφαρμογή τους για τὴ λύση κρίσιμων πρακτικῶν προβλημάτων. Συγκεκριμένα, τὸ ἐμπνευσμένο καὶ πολυδιάστατο ἐπιστημονικὸ-τεχνολογικὸ πρόγραμμα, τὸ ὁποῖο ξεκίνησε ὁ Καθηγητής Νικίας τὴ δεκαετία τοῦ '80, ὁδήγησε στὴ λύση μεγάλου ἀριθμοῦ προβλημάτων ποὺ παρουσιάζονταν στὰ πολυμέσα, στὶς ἐμπορικὲς καὶ στρατιωτικὲς τηλεπικοινωνιῶν καὶ στὴ διαγνωστικὴ ἰατρικὴ.

Ο κ. Νικίας ἦταν ὁ πρῶτος ποὺ ἀνέπτυξε παραμετρικὲς μεθόδους, οἱ ὁποῖες στηρίζονταν στὴν τεχνικὴ τοῦ διπλοῦ φάσματος, προκειμένου νὰ ἐπιλυθοῦν σημαντικὰ προβλήματα στὰ σόναρ καὶ τὰ ραντάρ. Γι' αὐτὲς τὶς μελέτες τοῦ ἀπενεμήθη ἀπὸ τὸ Ἴνστιτούτο Ἡλεκτρολόγων καὶ Ἡλεκτρολόγων Μηχανικῶν τῶν ΗΠΑ (IEEE) ἡ διάκριση τῆς καλύτερης ἐργασίας τὸ 1988. Τὸ πρῶτο του ἄρθρο σὲ αὐτὸ τὸ ἀντικείμενο ἔχει ἄνω τῶν 1.200 ἀναφορῶν, ἐνῶ τὸ σχετικὸ σύγγραμμα (μὲ συν-συγγραφέα τὴν Καθηγήτρια Πετροπούλου) ἔχει ἄνω τῶν 1.800 ἀναφορῶν.

Ο κ. Νικίας ἦταν ἐπίσης ὁ πρῶτος ποὺ ἐπέκτεινε τὴν τεχνικὴ τῶν δύο φασμάτων στὴν πιὸ δύσκολη περίπτωση τῶν τριῶν φασμάτων. Αὐτὴ ἡ μέθοδος χρησιμοποιεῖται σήμερα εὐρέως σὲ δέκτες ἐντοπισμοῦ για τὴν ἀνακατασκευὴ σημάτων ἤχου σὲ ρηχὰ νερὰ εὐρισκόμενα σὲ περιβάλλον ἔντονης ἀντήχησης.

Ο προσαρμοστικὸς ἀλγόριθμος τυφλῆς ἀντιστάθμισης τοῦ κ. Νικία κατοχυρώθηκε τὸ 1994 μὲ ἀντίστοιχη εὐρεσιτεχνία καὶ τὴν ἴδια χρονιὰ ὁδήγησε στὴ διάκριση τῆς καλύτερης ἐργασίας στὶς ΗΠΑ σὲ στρατιωτικὲς ἐπικοινωνιῶν. Ἡ πρωτοποριακὴ μεθοδολογία τοῦ κ. Νικία για τὴν ἀνίχνευση ραντάρ ὁδήγησε ἐπίσης στὴ διάκριση τοῦ καλύτερου ἄρθρου για τὸ ἔτος 2002. Ἀπὸ τότε αὐτὴ ἡ μέθοδος χρησιμοποιεῖται ἀπὸ τὸ ἀμερικανικὸ Ναυτικόν.

Τέλος, ὁ Καθηγητής Νικίας, χρησιμοποιώντας φάσματα ὑψηλότερης τάξης, πρωτοστάτησε στὴν ἀνάπτυξη τυφλῆς ἐξισορρόπησης καναλιοῦ για δέκτες κινητῆς ἐπικοινωνιῶν. Αὐτοὶ οἱ ἀλγόριθμοι ἔχουν υἱοθετηθεῖ ἀπὸ τὸν στρατὸ τῶν ΗΠΑ για συστήματα κινητῶν ἐπικοινωνιῶν.

Τόσο ὁ στατιστικὸς νόμος τοῦ Gauss ὅσο καὶ τὰ λεγόμενα «ἄλφα σταθερὰ μοντέλα», τὰ ὁποῖα ἐμπεριέχουν τοὺς νόμους τοῦ Gauss καὶ τοῦ Cauchy ὡς εἰδικὲς ὑποπεριπτώσεις, ἐκφράζονται μὲ μαθηματικοὺς τύπους οἱ ὁποῖοι καθορίζονται ἀπὸ συγκεκριμένους παραμέτρους. Κατὰ συνέπεια, τὰ σήματα

τά όποια παράγονται από διαδικασίες οί όποίες διέπονται από αυτούς τούς νόμους έξαρτώνται από τίς ώς άνω παραμέτρους. Αυτός ό συλλογισμός όδηγεϊ στη διατύπωση του άκόλουθου έρωτήματος: Εϊναι δυνατόν νά υπολογισθοῦν οί άνωτέρω παράμετροι από τή γνώση του αντίστοιχου σήματος; Μεγάλο τμήμα τής έρευνητικής ένασχόλησης του κ. Νικία άφορᾷ άκριβῶς στη λύση αυτού του λίαν ένδιαφέροντος, αντίστροφου μαθηματικού προβλήματος. Άνάλογα αντίστροφα μαθηματικά προβλήματα διέπουν και τή διαγνωστική ίατρική. Για παράδειγμα, τό καρδιογράφημα καταγράφει τό δυναμικό στην έπιφάνεια του σώματος. Ό καρδιολόγος προσπαθεϊ έμπειρικά, με βάση τό καρδιογράφημα, νά άνιχνεύσει τήν κατάσταση του μυοκαρδίου. Μιά πιό χρήσιμη άνάλυση του καρδιογραφήματος συνδέεται με τό άκόλουθο έρώτημα: Εϊναι δυνατόν νά υπολογισθεϊ ή ηλεκτρική κατάσταση του μυοκαρδίου ή τουλάχιστον του δυναμικού του έπικαρδίου από τήν άνάγνωση του καρδιογραφήματος;

Ό Καθηγητής Νικίας και οί συνεργάτες του σέ σειρά δημοσιεύσεων μελέτησαν αυτό άκριβῶς τό αντίστροφο μαθηματικό πρόβλημα. Ίδιαιτερα άνέπτυξαν προηγμένες μεθόδους έπεξεργασίας σήματος για τήν άνίχνευση, τόν έντοπισμό και τόν ποσοτικό προσδιορισμό τής όξείας ίσχαιμίας του μυοκαρδίου. Τμήμα αυτής τής έρευνητικής δραστηριότητας καλύπτεται από δύο εύρεσιτεχνίες.

Παρόλο που λόγω οικονομίας χρόνου ή παραπάνω παρουσίαση εϊναι έλλιπής, καθίσταται προφανές ότι ή έρευνητική συμβολή του κ. Νικία εϊναι έντυπωσιακή από άποψη τόσο βάθους όσο και εύρους. Αυτό εξ άλλου έπισημαρίζεται από μεγάλο άριθμό τιμητικών διακρίσεων. Ένδεικτικά αναφέρω ότι ό Καθηγητής Νικίας άνήκει στη σπάνια κατηγορία έρευνητών που εϊναι μέλη σέ τρεϊς Άκαδημίες των Ένωμένων Πολιτειών: στην Άκαδημία Μηχανικών, στην Άκαδημία Τεχνών και Έπιστημών, καθώς και στην Άκαδημία Έφευρετών. Του έχει άπονεμηθεϊ τό έξαιρετικής σπουδαιότητας χρυσό μετάλλιο Simon Ramo του Ίνστιτούτου Ήλεκτρολόγων και Ήλεκτρολόγων Μηχανικών των ΗΠΑ. Έχει τιμηθεϊ από τήν Κυπριακή Δημοκρατία με τό κρατικό Άριστεϊο Γραμμάτων και Τεχνών και εϊναι επίσης επίτιμος διδάκτωρ πέντε πανεπιστημίων.

Ή έντυπωσιακή διοικητική σταδιοδρομία του κ. Νικία άρχισε τό 2001 με τόν διορισμό του ως Κοσμήτορα τής Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου τής Νότιας Καλιφόρνιας. Οί ιδιαίτερα έπιτυχημένες πρωτοβουλίες του, όπως ή άναμόρφωση του προγράμματος σπουδών και ή άνάπτυξη του

μεγαλύτερου προγράμματος έξ αποστάσεως εκπαίδευσης στην Αμερική, ή επέκταση της Σχολής Έμβιομηχανικής Τεχνολογίας και ή δημιουργία δεσμών μεταξύ του πανεπιστημίου και της βιομηχανίας (συμπεριλαμβανομένων της Boeing και της Chevron), είχαν ως αποτέλεσμα την αναβάθμιση της σχολής σε μία από τις δέκα καλύτερες των ΗΠΑ. Η ικανότητά του να προσελκύει χορηγούς και δωρητές επισφραγίστηκε με μια δωρεά ύψους 52 εκατομμυρίων δολαρίων, ή οποία οδήγησε στη μετονομασία της σχολής σε Viterbi Σχολή Μηχανικών.

Η μεγάλη προσφορά του κ. Νικίας ως Κοσμήτορας επιβραβεύτηκε το 2005 με τον διορισμό του ως αντιπροέδρου (Provost) του Πανεπιστημίου, θέση από την οποία συνέβαλε σημαντικά στην αναβάθμιση του Πανεπιστημίου της Νότιας Καλιφόρνιας ως ενός από τα κορυφαία έρευνητικά πανεπιστήμια παγκοσμίως. Μεταξύ των επιτευγμάτων του συμπεριλαμβάνονται ή ίδρυση Πανεπιστημιακού Ίνστιτούτου Μελέτης της Γήρανσης, Ίνστιτούτου Ανθρωπιστικών και Ήθικών Έπιστημών, Αμερικανο-Κινεζικού Ίνστιτούτου, καθώς και ή ίδρυση Κέντρου για την Καινοτομία. Με αυτόν τον τρόπο έδωσε ώθηση στην επίτυχη μετουσίωση των έπιστημονικών ανακαλύψεων σε «κλειδιά» επίλυσης μεγάλων κοινωνικών προβλημάτων. Επίσης ένοποίησε την Ίατρική Σχολή Keck με το όμώνυμο πανεπιστημιακό νοσοκομείο και το αντικαρκινικό νοσοκομείο, ένισχύοντας με αυτόν τον τρόπο την ανάπτυξη της ιατρικής έρευνας και εκπαίδευσης και τη σύζευξή τους με την κλινική πρακτική φροντίδα των ασθενών.

Τέλος, χάρη στις προσπάθειές του το πανεπιστήμιο έγινε ο θεματοφύλακας του Ίδρύματος Shoah, το οποίο ίδρυσε το 1994 ο Steven Spielberg. Το αρχείο αυτού του ιδρύματος είναι τεράστιο και συμπεριλαμβάνει άνω των 52.000 οπτικών τεκμηρίων (μαρτυριών) από επίζησαντες του Όλοκαυτώματος.

Το 2010 ο Καθηγητής Νικίας εξελέγη ως ο ένδέκατος πρόεδρος του Πανεπιστημίου της Νότιας Καλιφόρνιας. Στο έργο του ως πρόεδρου συμπεριλαμβάνονται ή πρόσληψη έξαιρετικού διδακτικού προσωπικού, ή έμφαση στην ιατρική και τη βιολογία και ή συνεργία τους με την έπιστήμη του μηχανικού, ή θεαματική βελτίωση του εύρους και της ποιότητας των φοιτητών και ή επένδυση στις υποδομές του πανεπιστημίου, ειδικά ή κατασκευή πανεπιστημιακού χωριού. Επίσης, αναλαμβάνοντας καθήκοντα ο πρόεδρος Νικίας ανέκοίνωσε μια έκστρατεία εύρεσης πόρων ύψους έξι δισεκατομμυρίων δολαρίων, ποσό μέγιστο στη μέχρι τότε ιστορία της ανώ-

τατης εκπαίδευσης παγκοσμίως. Είναι αξιοσημείωτο ότι ο στόχος αυτός έχει ουσιαστικά επιτευχθεί.

Το 2015 απενεμήθη στον πρόεδρο Νικία το βραβείο Ακαδημαϊκής Ηγεσίας της Έταιρείας Κάρνεγκι (Academic Leadership Award of Carnegie Corporation), το οποίο δίδεται σε έναν αυστηρά επιλεγμένο αριθμό πανεπιστημιακών προέδρων. Κατά τη διάρκεια της τελετής, ο πρόεδρος της εταιρείας χαρακτήρισε την προσφορά του προέδρου Νικία ως πρωτοφανή.

Επιτρέψτε μου μια προσωπική μαρτυρία: Το 2014 μετά από 35 χρόνια επισκέφθηκα και πάλι το Πανεπιστήμιο της Νότιας Καλιφόρνιας. Η μεταμόρφωση της πανεπιστημιούπολης είναι εντυπωσιακή. Ο τρόπος με τον οποίο τα νέα κτίρια ταιριάζουν με το παραδοσιακό χρώμα του πανεπιστημίου μου θύμισε τα λόγια του Βιεννέζου αρχιτέκτονος Adolf Loos: «Το μοντέρνο είναι αποτελεσματικό μόνο όταν βρίσκεται σε άρμονία με το παραδοσιακό». Γενικότερα, η αισθητική που με τόση επιμέλεια επιδιώκει ο πρόεδρος Νικίας είναι σε πλήρη συνέπεια με το βιεννέζικο σύνθημα του 1875 «Πολιτισμός και Έκπαίδευση».

Μετά από αυτή την επίσκεψη δεν εξεπλάγην διόλου όταν έμαθα το πάθος του προέδρου για τον κλασικό πολιτισμό. Όντως ο κ. Νικίας είναι Καθηγητής και στο Τμήμα Κλασικών Σπουδών του Πανεπιστημίου της Νότιας Καλιφόρνιας, υπογραμμίζοντας με αυτόν τον τρόπο τη σχέση των γραμμάτων και των τεχνών με τις θετικές επιστήμες. Επίσης, στην αρχή κάθε ακαδημαϊκού έτους παραδίδει στους πρωτοετείς φοιτητές σειρά σεμιναρίων με θέμα την ανάπτυξη της δημοκρατίας, καθώς επίσης και της δραματικής τέχνης στην αρχαία Αθήνα. Έφέτος μάλιστα, σε συνεργασία με τον πρόεδρο του Τμήματος Κλασικών Σπουδών του Πανεπιστημίου, δίδαξε ένα νέο μάθημα με τίτλο «Ο πολιτισμός της αθηναϊκής δημοκρατίας», όπου παρουσιάστηκε η ανάλυση των τραγωδιών *Αντιγόνη*, *Οιδίποδας και Φιλοκλήτης* του Σοφοκλή στο πλαίσιο των γεγονότων του Πελοποννησιακού Πολέμου, όπως αυτά περιγράφονται από τον Θουκυδίδη.

Συνοψίζοντας, υπάρχει μια ειδική κατηγορία ατόμων τα οποία αριστεύουν πέρα από τη συγκεκριμένη περιοχή της ειδικότητάς τους. Το νέο ανεπιπέδωτο μέλος της Ακαδημίας Αθηνών ανήκει σε αυτή την κατηγορία. Στο σχετικά βραχύ διάστημα δύο δεκαετιών κατόρθωσε να φθάσει στην κορυφή ενός γνωστικού πεδίου μεγάλης τεχνολογικής σημασίας, το οποίο επιδρά ποικιλοτρόπως στη ζωή του ανθρώπου. Ιδιαίτερος όμως ο Καθηγητής Νικίας διεδραμάτισε σημαντικό ρόλο στην πορεία της ραγδαίας

ανάπτυξης τῆς βιομηχανίας τῶν πολυμέσων καὶ στὴν ἐπαναστατικὴ ἀλλαγὴ ποὺ αὐτὴ εἰσήγαγε στὸ διαδίκτυο καὶ στὰ ἠλεκτρονικὰ μέσα ψυχαγωγίας. Ἴσως ἡ συνειδητοποίηση ὅτι εἶχε τὴ δυνατότητα νὰ προσφέρει στὴν κοινωνία ἀκόμη περισσότερα τὸν ὁδήγησε στὴν ἀκαδημαϊκὴ διοίκηση. Ἡ προσφορά του σήμερα ξεπερνᾷ καὶ τὰ ὄρια τῆς τεχνολογίας καὶ τὰ ὄρια τοῦ Πανεπιστημίου τῆς Νότιας Καλιφόρνιας – ἐνὸς πανεπιστημίου μὲ 40 χιλιάδες φοιτητές, τρεισήμισι χιλιάδες μέλη διδακτικοῦ ἐρευνητικοῦ προσωπικοῦ καὶ μὲ ἐτήσιο προϋπολογισμό ἄνω τῶν τεσσάρων δις. δολαρίων. Πράγματι, συχνὰ ἀσχολεῖται μὲ θέματα μεγάλης καὶ εὐρείας σημασίας ὅπως ἡ ἀξία τῆς ἀνώτατης ἐκπαίδευσης καὶ ἡ προσβασιμότητα σὲ αὐτή, ἡ διαχρονικὴ σπουδαιότητα τῶν τεχνῶν καὶ τῶν ἀνθρωπιστικῶν σπουδῶν, ὁ σημαντικὸς ρόλος τῆς πανεπιστημιακῆς ἐλίτ στὴν κοινωνία, ἡ σημασία τῆς ἀνεκτικότητας καὶ τῆς ποικιλομορφίας ἰδεῶν καὶ πεποιθήσεων.

Ἐν κατακλείδι, ἡ μεγάλη πορεία ἀνακαλύψεων καὶ προσφορᾶς τοῦ κ. Νικίας τὸν ὁδηγεῖ ἀναπόφευκτα σὲ βαθύτερη κατανόηση καὶ θαυμασμό τῶν ἐπιτευγμάτων τῶν ἀρχαίων μας προγόνων, τὰ ὁποῖα ἀκαταπονήτως προάγει.

Γιὰ ὅλους τοὺς ἀνωτέρω λόγους, ὁ Καθηγητὴς κ. Χρυσόστομος Νικίας ἀποτελεῖ κορυφαῖο παράδειγμα πρεσβευτῆ τοῦ Ἑλληνισμοῦ παγκοσμίως.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΗ ΠΑΙΔΕΙΑ:
 Η ΑΝΑΒΑΠΤΙΣΗ ΤΩΝ ΚΛΑΣΙΚΩΝ ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΩΝ ΑΞΙΩΝ
 ΣΤΗΝ ΕΠΟΧΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΕΩΝ

ΕΙΣΙΤΗΡΙΟΣ ΛΟΓΟΣ ΤΟΥ ΑΝΤΕΠΙΣΤΕΛΛΟΝΤΟΣ ΜΕΛΟΥΣ
 κ. ΧΡΥΣΟΣΤΟΜΟΥ Α. ΝΙΚΙΑ

Ἡ σημερινή παρουσία μου ἐδῶ μαζί σας εἶναι μιὰ ἀπὸ τίς σημαντικότερες στιγμὲς τῆς καριέρας μου. Γι' αὐτό, τόσο ἡ σύζυγός μου Νίκη, ἡ οἰκογένειά μου, ὅσο καὶ ἐγώ, θὰ σᾶς εἴμαστε γιὰ πάντα εὐγνώμονες.

Καὶ οἱ δύο μας, ἡ σύζυγός μου Νίκη καὶ ἐγώ ὁ ἴδιος, ἔχουμε πολὺ ὁμορφες ἀναμνήσεις ἀπὸ τίς προπτυχιακὲς σπουδὲς μας στὴν Ἀθήνα, ἡ Νίκη ἀπὸ τὸ Οἰκονομικὸ Πανεπιστήμιον Ἀθηνῶν (ΑΣΟΕΕ) καὶ ἐγώ ἀπὸ τὸ Ἐθνικὸ Μετσόβιον Πολυτεχνεῖο. Παρὰ τὸ γεγονὸς ὅτι τὰ ἔτη ἀπὸ τὸ 1972 ἕως τὸ 1977 ἀποτέλεσαν μιὰ ἰδιαίτερος ταραχώδη περίοδο γιὰ τὴν Ἑλλάδα καὶ τὴν Κύπρο, καθὼς καὶ γιὰ τίς οἰκογένειές μας, ποὺ ἀναγκάστηκαν νὰ γίνουν πρόσφυγες στὸ ἴδιο μας τὸ νησί, γιὰ τὴ σύζυγό μου καὶ ἐμένα, κοιτάζοντας πίσω, αὐτὰ ἦταν τὰ καλύτερα καὶ πιὸ δημιουργικὰ χρόνια τῆς ζωῆς μας.

Ἡ ἐξερεύνηση τῆς πλούσιας πολιτιστικῆς ζωῆς, τῶν τεχνῶν, τοῦ θεάτρου καὶ τῆς ἱστορίας στὴν Ἀθήνα τῆς δεκαετίας τοῦ 1970 μὲ βοήθησε ὡς φοιτητὴ νὰ ἀρχίσω νὰ πιστεύω ὅτι ἡ ἐπιστήμη καὶ ἡ τεχνολογία εἶναι φίλες, ξεχασμένες ἀπὸ παλιά, τῆς τέχνης καὶ τῶν ἀνθρωπιστικῶν ἐπιστημῶν.

Εἶναι ἀπερίγραπτα μεγάλη τιμὴ νὰ γίνομαι σήμερα ἀντεπιστέλλον μέλος τῆς συγκεκριμένης Ἀκαδημίας, ἡ ὁποία ἀσπάζεται τίς πνευματικὲς ἀρχὲς τῆς πρώτης Ἀκαδημίας, ποὺ οἱ βάσεις της τέθηκαν πρὶν ἀπὸ 24 ὁλόκληρους αἰῶνες λίγα μόλις χιλιόμετρα ἀπὸ ἐδῶ.

Ἐκπροσωπῶ ἓνα ἰδιαίτερα μεγάλο ἰδιωτικὸ ἐρευνητικὸ πανεπιστήμιον, τὸ ὁποῖο βρίσκεται σὲ ἓνα πολυσύχναστο σταυροδρόμι χωρῶν καὶ περιοχῶν ποὺ βρέχονται ἀπὸ τὸν Εἰρηνικὸ Ὀκεανό, σὲ μιὰ χρονικὴ στιγμή ποὺ ἀποκτᾶ ἀύξανόμενη οἰκονομικὴ ἐπιρροή. Εἴμαστε ἐνθουσιασμένοι γιὰ τὸν ρόλον ποὺ μπορούμε νὰ διαδραματίσουμε στὴ διαμόρφωση τῆς νέας ἐποχῆς.

Ὡστόσο, τὸ πανεπιστήμιό μου, καὶ μάλιστα τὰ περισσότερα ἀπὸ τὰ ὁμοτίμιά του πανεπιστήμια, εἶναι κατὰ μιὰ ἔννοια οἱ πνευματικοὶ ἀπόγονοι –τὰ πνευματικὰ τέκνα– τῆς Ἀκαδημίας τοῦ Πλάτωνος καὶ τῶν ἄλλων κλασικῶν ἰδρυμάτων, ὅπως ἡ Βιβλιοθήκη τῆς Ἀλεξάνδρειας. Μέσα ἀπὸ αὐτὴ

τὴν ἀκαδημαϊκὴ γενεαλογία τὰ πανεπιστήμια μας ἐκπροσωποῦν τοὺς πιὸ ἀνθεκτικούς κοινωνικούς θεσμούς. Οἱ ἐπιχειρήσεις μποροῦν νὰ ἀνοίγουν καὶ νὰ κλείνουν, τὰ ἔθνη μποροῦν νὰ ἐπεκτείνονται ἢ καὶ νὰ ἐξαφανίζονται, τὰ συντάγματα μποροῦν νὰ ξαναγράφονται, ἀλλὰ τὰ πανεπιστήμια παραμένουν, καὶ συνήθως ἐπιβιώνουν μέσα ἀπὸ ὅλα αὐτά.

Σήμερα πολλοὶ εἰδικοί ὑποστηρίζουν ὅτι βρῖσκεται σὲ ἐξέλιξη μιὰ τεχνολογικὴ ἐπανάσταση στὴν κοινωνία μας. Κάποιοι περιγράφουν τὸ φαινόμενο ὡς σεισμὸ σὲ ἀργὴ κίνηση, ὁ ὁποῖος ἐξαλείφει τὸ ἀκαδημαϊκὸ τοπίο ποὺ ἔχει διαμορφωθεῖ ἐδῶ καὶ πολλοὺς αἰῶνες. Ἄν ἔχουν δίκιο, ἡ μακρὰ, ἀδιάσπαστη πνευματικὴ πορεία 2.400 χρόνων θὰ διακοπεῖ καὶ θὰ ἀλλάξουν τὰ περισσότερα ἀπὸ τὰ βασικά μας ἀξιώματα: σχετικὰ μὲ τὸ πῶς ἡ κοινωνία θὰ παρέχει ἐκπαίδευση, τί σημαίνει νὰ εἶναι ἓνα ἄτομο μορφωμένο στὸν 21ο αἰῶνα, καί, τελικά, ἀκόμα καὶ τί σημαίνει νὰ εἴμαστε ἀνθρώπινα ὄντα ποὺ ζοῦν μαζί στὴν κοινωνία.

Θὰ μοιραστῶ μαζί σας σήμερα κάποιες ιδέες μου, ὅπως αὐτὲς ἔχουν διαμορφωθεῖ μέσα ἀπὸ τὴν ἀμερικανικὴ τριτοβάθμια ἐκπαίδευση ἀλλὰ καὶ ὑπὸ τὴν ιδιότητά μου ὡς ἐρευνητῆ στὸν ραγδαῖα ἀναπτυσσόμενο κόσμος τῶν ἐπικοινωνιῶν καὶ τοῦ διαδικτύου.

Πράγματι, βλέπουμε πολλὰ ἐπίκαιρα καινοτομίες σὲ αὐτοὺς τοὺς τομεῖς. Πιστεύω ὅμως ὅτι οἱ σύγχρονες ἐξελίξεις θὰ πρέπει νὰ βασίζονται σὲ κάτι πιὸ διαχρονικὸ, σὲ τίποτα λιγότερο ἀπὸ μιὰ ἰσχυρὴ δέσμευση γιὰ ἐμβάθυνση τῶν ἀκαδημαϊκῶν μας καταβολῶν καὶ τὴν ἐπανασύνδεσή τους μὲ τὰ πιὸ ἀρχαῖα καὶ διαχρονικὰ κομμάτια τῆς πνευματικῆς μας κληρονομιάς.

Παρὰ τὸ γεγονὸς ὅτι τὰ πανεπιστήμια εἶναι δυναμικὰ καὶ ἔχουν διαχρονικὰ ἀντέξει στὶς προκλήσεις, ἡ κατάστασις ἔχει πρόσφατα ἀλλάξει δραματικὰ λόγῳ τριῶν παραγόντων:

Πρῶτον, ὑπάρχει μιὰ παγκόσμια ἐκρηξὴ ζήτησης καὶ ἀπαίτησης παιδείας. Ἡ δική μας ἡ γενιὰ εἶναι ἡ πρώτη ποὺ διατύπωσε τὴν ἀνάγκη τὸ κολλέγιο νὰ εἶναι προσβάσιμο σὲ παγκόσμια κλίμακα γιὰ ὅποιον τὸ ἐπιθυμεῖ. Στὴν πραγματικότητα, τὸ κολλέγιο ἢ πανεπιστήμιο θεωρεῖται πλέον ὡς ἡ διαχωριστικὴ γραμμὴ μεταξὺ ἐκείνων ποὺ ἔχουν ἓνα λαμπρὸ μέλλον καὶ ἐκείνων ποὺ δὲν ἔχουν.

Δεύτερον, τὴν ἴδια στιγμὴ ποὺ ὅλοι ἐπιδιώκουν νὰ ἀκολουθήσουν πανεπιστημιακὲς σπουδές, τὸ κόστος τῆς τριτοβάθμιας ἐκπαίδευσης ἔχει ἀύξηθεῖ δραματικὰ γιὰ ποικίλους λόγους. Αὐτὸ ἔχει δημιουργήσει ἀνησυχία

στο εύρυ κοινό, κυρίως στις οικογένειες με παιδιά, καθώς επίσης και στις τάξεις των εκλεγμένων πολιτικών και των Μέσων Μαζικής Ένημέρωσης.

Και τρίτον, ή διάδοση των νέων ψηφιακών μέσων, των επικοινωνιών, του διαδικτύου και των σχετικών τεχνολογιών οδηγεί πολλούς ειδικούς να πιστεύουν ότι ή εκπαίδευση μπορεί ή και πρέπει να παρέχεται με έναν πιο αποτελεσματικό και λιγότερο δαπανηρό τρόπο.

Στή συνέχεια, ως στρέψουμε την προσοχή μας στις τεχνολογικές αλλαγές που συντελούνται στα πανεπιστήμια μας. Αυτές δημιουργούνται από το διαδίκτυο και την επανάσταση των ψηφιακών μέσων. Και είμαι περήφανος διότι πολλές από τις μεγαλύτερες εξελίξεις σε αυτόν τον τομέα έχουν συντελεστεί από τους συναδέλφους μου στο Πανεπιστήμιο της Νότιας Καλιφόρνιας τα τελευταία 40 χρόνια.

Όπως και με κάθε άλλη τεχνολογική επανάσταση του παρελθόντος, παρατηρούμε παλιές βιομηχανίες να εξαφανίζονται και νέες να γεννιούνται. Για παράδειγμα, ή νέα τεχνολογία έχει ήδη αλλάξει τα πάντα σχετικά με τον τρόπο παραγωγής της μουσικής, πώς και πότε βιώνουμε την εμπειρία της μουσικής και πώς μοιραζόμαστε την εμπειρία αυτή με τους άλλους. Τα ίδια παρατηρούμε και στο σύνολο της επικοινωνιακής βιομηχανίας και της βιομηχανίας ψυχαγωγίας και ειδήσεων. Η ανάπτυξη των ψηφιακών μέσων, και ιδιαίτερα των κινητών συσκευών, οδηγεί μακρόχρονους θεσμούς, όπως ή πρωινή έφημερίδα ή το ταχυδρομείο, να καταστούν άνευ αντικειμένου.

Όλοκληροι νέοι τομείς της οικονομίας, όπως ή λεγόμενη «Διαμοιραζόμενη Οικονομία» – «Sharing Economy» (με επί κεφαλής τους Uber και Airbnb), αναταράσσουν παλιούς τομείς της βιομηχανίας. Δημιουργούν νέες τάξεις ανεξάρτητων επιχειρηματιών. Το παραδοσιακό μοντέλο δια βίου εργασίας πλήρους απασχόλησης αντικαθίσταται από ένα νέο μοντέλο βεβαιότητας.

Κατά την τελευταία δεκαετία έχει επέλθει ριζική μεταμόρφωση στον τρόπο με τον οποίο επικοινωνούμε και στο πόσο επικοινωνούμε: Σύμφωνα με τα εύρηματα μιās πρόσφατης μελέτης, κάθε 60 δευτερόλεπτα διεξάγονται στο Google τέσσερα εκατομμύρια αναζητήσεις και αποστέλλονται άλλα 200 εκατομμύρια μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Ός εκ τούτου, τα παιδιά μας κληρονομούν έναν κόσμο που λειτουργεί με έναν τρόπο που δεν έχει ξαναδει ή ανθρωπότητα ποτέ στο παρελθόν. Αλλά τί μπορεί να σημαίνει αυτό για την εκπαίδευση, το αρχαιότερο και πιο σεβαστό λειτουργήμα;

Κάποιοι ισχυρίζονται ότι μπορούμε να δημιουργήσουμε μια νέα οικονομία κλίμακος και να καταστήσουμε την πλέον ποιοτική εκπαίδευση διαθέσιμη σε όλους στον πλανήτη και με χαμηλό κόστος, μέσω των συσκευών ψηφιακής επικοινωνίας και του διαδικτύου. Αναρωτιούνται: Γιατί να μην πάρουμε τους σημαντικότερους εμπειρογνώμονες του κόσμου – τον Σοφοκλή, τον Σαίξπηρ, την κβαντική φυσική ή την επιχειρηματικότητα – και να πραγματοποιήσουμε διαλέξεις μέσω του διαδικτύου, προσιτές σε κάθε γωνιά του πλανήτη, έτσι ώστε εκατοντάδες εκατομμύρια φοιτητών να μπορούν να έχουν πρόσβαση στη γνώση με χαμηλό κόστος;

Οι συνέπειες φαίνονται να είναι ισχυρές με την πρώτη ματιά. Όρισμένοι πιστεύουν ότι αυτό θα είναι το τέλος των διαλέξεων όπως τις γνωρίζουμε στις αίθουσες διδασκαλίας. Θεωρούν ότι το παραδοσιακό σύστημα αξιολόγησης θα αλλάξει εξ αιτίας της εμφάνισης νέων τεχνολογιών που χρησιμοποιούν μεθόδους βαθμολόγησης μέσω λογισμικών με τεχνητή νοημοσύνη. Έτσι, οι ιδιότητες του δασκάλου, του φοιτητή ή του βοηθού διδασκαλίας είναι ιδιότητες που θα μπορούν να είναι προσβάσιμες σε όποιον το επιθυμεί.

Όρισμένοι μάλιστα προβλέπουν ότι η τεχνολογία σύντομα (θα σβήσει από τον χάρτη) τα πανεπιστήμια και το παραδοσιακό αμερικανικό πανεπιστημιακό campus with residential colleges and student life. Έκτιμούν ότι το πανεπιστήμιο θα μπορούσε να γίνει πιο προσιτό οικονομικά, καθώς η τεχνολογία διαδικτυακής εκπαίδευσης θα εξαλείψει την ανάγκη για μια φυσική πανεπιστημιούπολη με τις δαπανηρές υποδομές της. Όρισμένοι ειδικοί εκτιμούν ότι μόνο κάποια (υπερπανεπιστήμια) θα επιβιώσουν. Προβλέπουν ότι αυτά τα (υπερπανεπιστήμια) θα επεκταθούν μέσω της παραχώρησης προνομίων (franchise) σε όλο τον πλανήτη, με αποτέλεσμα να κλείσει κάθε άλλο πανεπιστήμιο.

Όλες αυτές οι εξελίξεις και οι προβλέψεις μαρτυρούν πώς έχουν τεθεί σε εφαρμογή οι προϋποθέσεις για έναν ακαδημαϊκό σεισμό. Το γεγονός αυτό ήδη ασκεί τεράστια πίεση στα πανεπιστήμια και τα κολλέγια μας. Μας αναγκάζει να συζητήσουμε μια σειρά από ερωτήματα, όπως:

- Τί είδους πανεπιστημιακή κοινότητα πρέπει να φιλοδοξούμε να γαλουχήσουμε;
- Ποιές είναι οι διακριτές ακαδημαϊκές αξίες μας;
- Πόση ακαδημαϊκή αυστηρότητα θα πρέπει να υπάρχει;
- Τί μπορεί να αλλάξει και τί δεν μπορεί να αλλάξει ποτέ;

Άς δοῦμε πρώτα τί μπορεί νά προσφέρει ἡ τεχνολογία στήν τριτοβάθμια ἐκπαίδευση, γιά νά καταλάβουμε τί ἐνδεχομένως θά φέρεи καί τί θά πρέπει νά φέρεи.

Τό ἐρευνητικό προσωπικό τοῦ Πανεπιστήμιου τῆς Νότιας Καλιφόρνιας ἔχει ἀναπτύξει καινοτομίες μὲ ἐκπληκτική δυναμική: Μποροῦν νά δημιουργήσουν μιὰ αἴθουσα διδασκαλίας εἰκονικῆς ἐμπειρίας καί πραγματικότητας, ὅπου ὁ καθένας ὅπουδήποτε θά μπορεί νά παρακολουθεῖ καί νά συμμετέχει πλήρως. Γιά παράδειγμα, ἡ Σχολή Μηχανικῶν μας ἔχει ἤδη δημιουργήσει τήν πλατφόρμα iPodia, ἡ ὁποία φέρνει ἐπανάσταση στήν παγκόσμια μάθηση. Τά μαθήματα μηχανικῆς διδάσκονται μέσα ἀπό τηλεδιάσκεψη τελευταίας τεχνολογίας πού ἐνώνει αἴθουσες ἀπό κορυφαῖα πανεπιστήμια σέ ὅλο τόν κόσμο: στό Λόσ Άντζελες, τῆ Γερμανία, τήν Ἰνδία, τὸ Ἰσραήλ, τὸ Ἀμποῦ Ντάμπι, τήν Κορέα, τήν Κίνα καί πολλές ἄλλες χῶρες ἀκόμη. Οἱ ἐκπαιδευτικοί χρησιμοποιοῦν καινότεμες διαδραστικές προσεγγίσεις πού ξεπερνοῦν τήν παραδοσιακή αἴθουσα διαλέξεων. Οἱ φοιτητές μαθαίνουν καί ταυτόχρονα συνεργάζονται μεταξύ τους σέ ὅλες τίς ἡπείρους.

Ἐπιπλέον, ἔχουμε ἐπινοήσει καί τελειοποιήσει τοὺς τρισδιάστατους «εἰκονικούς ἀνθρώπους» καί τὰ «εἰκονικά περιβάλλοντα» γιά ἐκπαιδευτικούς καί ἐπιμορφωτικούς σκοπούς. Αὐτοὶ οἱ εἰκονικοὶ ἄνθρωποι μποροῦν νά λειτουργήσουν ὡς ἐκπαιδευτικοί, βοηθώντας ἕνα νεαρό ἄτομο νά κατανοήσει περίπλοκα μαθηματικά, ἢ ὡς προσωπικοὶ καθηγητές τῶν φοιτητῶν, π.χ. ἐπιχειρησιακῶν σπουδῶν, διδάσκοντας τήν ἄσκηση τῆς ἐξουσίας καί τίς διαπραγματευτικές δεξιότητες. Τέτοιου τύπου ἐμπειρίες καί ἀλληλεπιδράσεις εἶναι διαθέσιμες ἀκόμη καί ἀπό κινητὰ τηλέφωνα.

Μιὰ ἄλλη ἐρευνητική ομάδα μας ἐπισκέφθηκε τὸν Λευκὸ Οἶκο καί δημιούργησε ἕνα τέλειο τρισδιάστατο κινούμενο μοντέλο τοῦ προέδρου Ὀμπάμα. Καί ἡ ἴδια ομάδα ἀνακατασκεύασε πλήρως τήν Ἀκρόπολη μὲ ἕνα τρισδιάστατο μοντέλο ἠλεκτρονικοῦ ὑπολογιστῆ. Ἐκτίθεται σήμερα στό μουσεῖο τῆς Ἀκρόπολης ἐδῶ στήν Ἀθήνα.

Ἡ κορυφαία μας Σχολή Κινηματογραφικῶν Τεχνῶν ἔχει ἤδη ἕνα ἐντυπωσιακὸ ἐργαστήριο, τὸ ὁποῖο ἀνάγει τίς ἰδέες τῶν ἠλεκτρονικῶν παιχιδιῶν σέ ἕνα νέο καινότεμο ἐπίπεδο, κάνοντας τήν ἐκπαιδευτική διαδικασία πιὸ ἐλκυστική καί τονώνοντας τήν περιέργεια τῶν μαθητῶν μὲ νέους τρόπους. Τὰ βιντεοπαιχνίδια ἀποτελοῦν τὸ μέλλον τῆς ἀφήγησης καί τὸ μέλλον τῆς διδασκαλίας καί τῆς κατάρτισης. Γιά παράδειγμα, ἡ τεχνολογία

καθιστᾷ εύκολη τὴν ἀναπαράσταση ἱστορικῶν γεγονότων μὲ κινούμενα σχέδια, ὅπως ἡ μάχη τοῦ Μαραθῶνα ἢ ἡ μάχη στὰ Γαυγάμηλα.

Καινοτομίες ἔχουν ἐπίσης ὀδηγήσει σὲ ἀπίστευτα, νέα τρισδιάστατα μοντέλα ὡς πρὸς τὴν τηλεδιάσκεψη, πού μποροῦν νὰ κάνουν ὅποιονδήποτε στὸν κόσμον νὰ μοιάζει σὰν νὰ κάθεται στὴν ἄλλη πλευρὰ τοῦ τραπεζιοῦ μας. Οἱ τρισδιάστατες εἰκόνες εἶναι τόσο καθαρὲς καὶ σαφεῖς, ὥστε νὰ μπορούμε νὰ δοῦμε καὶ τὴν παραμικρὴ ἀλλαγὴ στὴν ἔκφραση τοῦ προσώπου ἐνὸς ἀτόμου. Αὐτὲς καὶ ἄλλες ἐξελίξεις κάνουν τὴν ἐκπαιδευτικὴ διαδικασία πιὸ ἔλκυστικὴ καὶ διεγείρουν τὴν περιέργεια τῶν μαθητῶν μὲ νέους τρόπους.

Τὰ παραπάνω εἶναι μερικὰ μόνο ἀπὸ τὰ πολλὰ παραδείγματα τοῦ ἀπίστευτου μέλλοντος τῆς ἀφήγησης καὶ τῆς δυναμικῆς πιθανῆς ἐξέλιξης τῆς διδασκαλίας καὶ τῆς μάθησης. Τὸ μόνο ὄριο σὲ ἄλλες αὐτὲς τὲς δυνατότητες εἶναι τὸ ὄριο τῆς φαντασίας τοῦ καθενός. Τί γίνεται ὅμως μὲ τὴν ἰδέα τῆς παραχώρησης προνομίων franchising σὲ εἰδικούς ἀπὸ τὰ πιὸ ἔγκριτα πανεπιστήμια, γιὰ νὰ ἀπευθυνθοῦν σὲ φοιτητὲς σὲ ὀλόκληρο τὸν κόσμον; Αὐτὴ ἡ ἰδέα ὀδήγησε πρὶν ἀπὸ λίγα χρόνια σὲ ἓνα πείραμα πού ὀνομάστηκε ἡ «ἐπανάσταση τῶν MOOC». MOOC σημαίνει Μαζικὰ Ἀνοιχτὰ Online Μαθήματα. Ἀρκετὰ πανεπιστήμια συνδέθηκαν μὲ ἑταιρεῖες ὅπως ἡ Coursera, EDX, Udacity καὶ NovoEd. Μαζὶ δημιούργησαν δωρεὰν μαθήματα μέσῳ διαδικτύου, κάτι τὸ ὁποῖο θὰ μπορούσε νὰ ἐπιτρέψει σὲ ἓναν καθηγητὴ νὰ πραγματοποιήσει διαλέξεις σὲ ἑκατοντάδες χιλιάδες ἀνθρώπους.

Ἡ ἀρχικὴ δημοσιότητα αὐτῶν τῶν μαθημάτων καὶ ἡ διαφημιστικὴ ἐκστρατεία τῶν Μέσων Μαζικῆς Ἐνημέρωσης ὀδήγησαν σὲ πολλὲς ἀπὸ τὲς πιὸ εὐφάνταστες προβλέψεις γιὰ τὸ τέλος τῶν παραδοσιακῶν πανεπιστημίων καὶ τῶν παραδοσιακῶν πανεπιστημιούπολεων. Ἡ *New York Times* δήλωσε ὅτι τὸ 2013 ἦταν ἡ «χρονιὰ τῶν MOOC» καὶ ὅτι ἡ τριτοβάθμια ἐκπαίδευση δὲν θὰ ἦταν ποτὲ πιά ἡ ἴδια. Μερικοὶ ἔφτασαν ἀκόμα καὶ στὸ σημεῖο νὰ προβλέπουν ὅτι «σὲ 50 χρόνια θὰ ὑπάρχουν μόνο δέκα πανεπιστήμια στὸν κόσμον πού θὰ παρέχουν τριτοβάθμια ἐκπαίδευση».

Ἀλλά, ἀλήθεια, θυμᾶστε τὸ πρῶτο κύμα τοῦ διαδικτύου στὴ δεκαετία τοῦ 1990; Ὄδηγησε σὲ μιὰ φούσκα τελεία-com, ἡ ὁποία διογκώθηκε ἀπὸ μιὰ ἐμμονὴ στὴν προσέλκυση μεγάλου ἀριθμοῦ ἐπισκεπτῶν στὴν ἱστοσελίδα μιᾶς ἑταιρείας καὶ ὅχι στὴν πραγματικὴ ἀξία πού μπορεῖ νὰ δημιουργηθεῖ μέσα ἀπὸ ἓνα βιώσιμο ἐπιχειρηματικὸ μοντέλο.

Ἡ ἐκπαίδευση μέσῳ τοῦ διαδικτύου προσφέρεται μὲ παρόμοιο τρόπο, δίνοντας ἔμφαση στοὺς μεγάλους ἀριθμούς. Ὅμως ὑπάρχουν ἐλάχιστα

στοιχεία για το αν τα μαθήματα μέσω διαδικτύου ή οι διαδικτυακές διαλέξεις παράγουν αξιόπιστα αποτελέσματα ως προς την εκπαίδευση ή την επαγγελματική σταδιοδρομία. Πόσοι φοιτητές που αρχίζουν ένα Μαζικό Άνοιχτο Διαδικτυακό Μάθημα (MOOC) το ολοκληρώνουν; Πολλές μελέτες τοποθετούν το ποσοστό των φοιτητών αυτών ανάμεσα σε ένα εξαιρετικά χαμηλό 4% στη χειρότερη περίπτωση και σε ένα 15% το πολύ στην καλύτερη περίπτωση. Οι περισσότεροι διακόπτουν μετά από τις λίγες πρώτες εβδομάδες.

Έχουμε ήδη δει μια ισχυρή αντίδραση ενάντια στο κίνημα των Μαζικών Άνοιχτων Διαδικτυακών Μαθημάτων (MOOC). Οι φοιτητές πλήρους παρακολούθησης στις πανεπιστημιούπολεις μας δεν το βρίσκουν ακαδημαϊκά αυστηρό. Και οι καθηγητές βέβαια ανησυχούν ότι τα MOOC θα μπορούσαν να βλάψουν την ακαδημαϊκή φήμη του πανεπιστημίου τους. Καθώς οι κινήσεις των MOOC μείωσαν δραστικά τις φιλοδοξίες τους, τώρα φαίνεται ότι επικεντρώνονται περισσότερο στην εξεύρεση μιᾶς θέσης στην αγορά τῆς συνεχιζόμενης διὰ βίου εκπαίδευσης και τῆς επαγγελματικῆς διαπίστευσης παρά σε προπτυχιακά προγράμματα που θα είναι προσβάσιμα σελόκληρο τὸν πλανήτη.

Μπορεῖ νὰ ἀναρωτηθεῖτε τί ἔκανε τὸ Πανεπιστήμιο τῆς Νότιας Καλιφόρνιας κατὰ τὴ διάρκεια τῆς λεγόμενης «ἐπανάστασης τῶν MOOC». Ἡ ἀλήθεια εἶναι ὅτι ποτὲ δὲν ἐπέτρεψα στίς σχολές καὶ τὸ διδακτικὸ προσωπικὸ τοῦ πανεπιστημίου μας νὰ καλλιεργήσουν καὶ νὰ ἀναπτύξουν συνεργασίες MOOC μὲ ἐξωπανεπιστημιακοὺς ὀργανισμοὺς, παρά τὸ γεγονός ὅτι συνάδελφοί μας σὲ κορυφαῖα πανεπιστήμια, ὅπως τὰ Harvard, Stanford, UC Berkeley, εἶχαν ἔμμονὴ νὰ προσεγγίσουν ὁλόκληρο τὸν πλανήτη διαδικτυακά. Ἀντιθέτως, ἐμεῖς φροντίσαμε νὰ ἐπικεντρωθοῦμε σὲ καλύτερους τρόπους γιὰ τὴ διαμόρφωση τῆς διαδικτυακῆς ἐπανάστασης. Ἐνῶ εἶχαμε λόγους νὰ πιστεύουμε ὅτι τὰ MOOC θὰ ἀποτύχουν νὰ ἐκπληρώσουν τίς ἀρχικὲς τους προσδοκίες, γνωρίζαμε ὅτι τὸ κατεστημένο στὴν τριτοβάθμια ἐκπαίδευση δὲν θὰ παραμείνει τὸ ἴδιο. Γνωρίζαμε ὅτι βρισκόμαστε σὲ μιὰ ἐποχὴ ἀλλαγῆς, μιὰ ἐποχὴ στὴν ὁποία τὰ πανεπιστήμια ὀφείλουν νὰ εἶναι πρόθυμα νὰ πειραματιστοῦν μὲ τόλμη, εἰσάγοντας νέα πρότυπα στὴ μάθηση καὶ τὴ διδασκαλία.

Τὸ *Business Week* ἀνέφερε πρόσφατα ὅτι τὸ Πανεπιστήμιο τῆς Νότιας Καλιφόρνιας, τὸ πανεπιστήμιό μου, βρίσκεται στὴ διαδικασία εἰσαγωγῆς ἐνὸς διαδικτυακοῦ ἐκπαιδευτικοῦ μοντέλου που θὰ εἶναι βιώσιμο τόσο ἀκα-

δημαϊκά όσο και οικονομικά. Αθόρυβα και χωρίς τυμπανοκρουσίες το εκπαιδευτικό προσωπικό του πανεπιστημίου μας έχει αναπτύξει ένα διαδικτυακό μοντέλο που ήδη εξαπλώνει την εκπαιδευτική πρόσβαση σε περισσότερες από 40 χώρες σε όλο τον κόσμο, διατηρώντας παράλληλα τα πολύ σημαντικά πρότυπα της ακαδημαϊκής αυστηρότητας, την αριότητα και την ποιότητα. Συνολικά, τα προγράμματά μας προσεγγίζουν πάνω από 11.000 απομακρυσμένους φοιτητές.

Το διαδικτυακό μας μοντέλο εκπαίδευσης βασίζεται στις ακόλουθες αρχές:

- Το επίκεντρο του ενδιαφέροντος είναι τα μεταπτυχιακά προγράμματα Masters μαζί με την εξειδικευμένη και τη συνεχιζόμενη εκπαίδευση. Αυτό συναντά τεράστια ζήτηση: Πολλοί επαγγελματίες θέλουν να αποκτήσουν νέες δεξιότητες ή να αλλάξουν καριέρα αλλά έχουν οικογένειες ή άλλες υποχρεώσεις που δεν τους επιτρέπουν να επιστρέψουν σε μια πανεπιστημιούπολη. Τα διαδικτυακά πτυχία Masters καλύπτουν τις ανάγκες τους.

- Η τεχνολογία χρησιμοποιείται για να διευκολύνει και να ενισχύει τη συνεργασία, χωρίς όμως να εξαλείφει την ουσιαστική πνευματική συναστροφή μεταξύ των διδασκόντων και των φοιτητών. Το διαδικτυακό πρόγραμμα σπουδών είναι τόσο αυστηρό όσο και το πρόγραμμα σπουδών στην πανεπιστημιούπολη.

- Τα προγράμματα αυτά χρησιμοποιούν τα συνήθη εκπαιδευτικά πρότυπα.

- Παρόλο που έχουμε συνεργάτες που δραστηριοποιούνται εκτός του εκπαιδευτικού χώρου, οι καθηγητές και οι σχολές μας εξακολουθούν να φέρουν την αποκλειστική ευθύνη για τη διασφάλιση της ακαδημαϊκής αριότητας.

- Και, τέλος, το πανεπιστήμιό μας έχει λάβει την απόφαση να μην προσφέρει διαδικτυακά πτυχία σε προπτυχιακό επίπεδο. Αυτό έχει να κάνει με την αντίληψη ότι η ύψηλότερη εκπαιδευτική εμπειρία έχει πτυχές που πάνε χιλιάδες χρόνια πίσω και οι οποίες πρέπει να παραμείνουν ανέπαφες. Οι ηλικίες μεταξύ 18 και 22, που συμπίπτουν με την παραδοσιακή προπτυχιακή εμπειρία, αντιπροσωπεύουν έναν διάδρομο μετασχηματισμού όπου διαμορφώνεται ένα μεγάλο μέρος της ταυτότητας του φοιτητή. Οι συναντήσεις πρόσωπο με πρόσωπο και η συζήτηση με βάση την πνευματική και δημιουργική θεωρία του καθενός, μέσα και έξω από την τάξη, έχουν βαθύτερη επίρροη. Αυτό είναι και ο λόγος για τον οποίο, ενώ άλλοι προβλέπουν

τήν παρακμή τῶν πανεπιστημιούπολεων, ἐμεῖς ἐπενδύουμε σέ μεγάλο βαθμὸ σέ μιὰ φοιτητικὴ κοινότητα. Χτίζουμε καὶ ἐπεκτείνουμε οἰκιστικὰ τὰ κολλέγια καὶ δημιουργοῦμε νέες εὐκαιρίες γιὰ μάθηση, κοινωνικά, ἔξω ἀπὸ τὴν τάξη. Αὐτὸ μᾶς ἐπιτρέπει νὰ προστατεύουμε, ἀκόμα καὶ νὰ ἐνθαρρύνουμε, τὶς βασικὲς ἀκαδημαϊκὲς ἀξίες καὶ τὸ πνεῦμα τῶν παλιῶν παραδοσιακῶν σχολῶν. Κατὰ συνέπεια, ἡ τεχνολογία θὰ ἐνισχύσει καὶ δὲν θὰ ἀντικαταστήσει τὴν παραδοσιακὴ μαθησιακὴ καὶ καθημερινὴ ἐμπειρία τῶν φοιτητῶν τοῦ πανεπιστημίου μας.

Ἐπομένως, τί μποροῦμε νὰ περιμένουμε στὸ μέλλον γιὰ τὴν τριτοβάθμια ἐκπαίδευση στὸ σύνολό της; Μποροῦμε νὰ περιμένουμε ὅτι νέες ψηφιακὲς πλατφόρμες διαδικτυακῆς ἐκπαίδευσης θὰ ἐξελιχθοῦν συναρπαστικά. Ἀποδεικνύεται ὅτι οἱ ἄνθρωποι ποὺ ἐπιθυμοῦν διαδικτυακὴ ἐκπαίδευση εἶναι πολὺ διαφορετικοὶ ἀπὸ ἐκείνους ποὺ ἐπιθυμοῦν ἓνα παραδοσιακὸ πτυχίον πανεπιστημίου. Ἔτσι, ἡ πραγματικότητά δὲν εἶναι ὅτι ἡ διαδικτυακὴ καὶ σέ ἀπευθείας μετάδοσή ἐκπαίδευση θὰ ἀντικαταστήσει τὶς παραδοσιακὲς αἴθουσες διδασκαλίας. Ἡ πραγματικότητά εἶναι ὅτι ἡ ζήτηση καὶ γιὰ τὶς δύο αὐξάνεται. Μποροῦμε νὰ προβλέψουμε ὅτι παλαιὲς καὶ νέες μέθοδοι διδασκαλίας καὶ μάθησης θὰ ἐξελιχθοῦν παράλληλα. Θὰ δοῦμε κατὰ πάσα πιθανότητα τὴ δημιουργία πολλῶν νέων ἐπιχειρήσεων σέ ὅλο τὸν κόσμον ποὺ θὰ προσφέρουν διαδικτυακὰ μαθήματα καὶ προγράμματα ἐκπαίδευσης καὶ κατάρτισης. Ἐπίσης, θὰ ὑπάρξουν περισσότερες ἐπιλογές καὶ μεγαλύτερος ἀνταγωνισμὸς τόσο σέ προπτυχιακὸ ὅσο καὶ σέ μεταπτυχιακὸ ἐπίπεδο. Αὐτὸ εἶναι ὑγιές.

Οἱ οἰκογένειες καὶ τὰ παιδιά τους καθὼς καὶ οἱ ἐπαγγελματίες θὰ ἔχουν πληθώρα ἀπὸ ἐπιλογές γιὰ νὰ βελτιώσουν τὴν ἐκπαίδευσή τους. Καὶ δὲν θὰ πρέπει νὰ ἐκπλαγοῦμε ἂν σχολὲς δεύτερης καὶ τρίτης κατηγορίας κλείσουν. Μπορεῖ νὰ μὴν εἶναι τόσο κακὸ νὰ κλείσουν σχολὲς ποὺ εἶναι ἀκριβὲς χωρὶς νὰ παρέχουν ἀκαδημαϊκὴ ἀξία. Αὐτὰ εἶναι, πιστεύω, λογικὲς προβλέψεις μὲ βάση τὶς σημερινὲς ἐξελίξεις. Ἀλλὰ ἓνα πράγμα γιὰ τὸ ὁποῖο μποροῦμε ὅλοι νὰ εἴμαστε σίγουροι εἶναι ὅτι κανεὶς δὲν μπορεῖ νὰ προβλέψει τὸ μέλλον μὲ βεβαιότητα σέ αὐτὸν τὸν τομέα. Πρέπει νὰ εἴμαστε ἔτοιμοι γιὰ ἐκπλήξεις γιὰ νὰ προσαρμόσουμε τὴν πορεία μας ἐπιφελοῦμενοι ἀπὸ τὰ νέα μονοπάτια ποὺ ἀνοίγουν. Τὰ πανεπιστήμια δὲν θὰ πρέπει νὰ φοβοῦνται νὰ πειραματιστοῦν μὲ ἀκόμη μεγαλύτερη τόλμη κατὰ τὰ ἐπόμενα χρόνια.

Υπάρχει όμως μία ακόμη κρίσιμη αρχή: Χρειαζόμαστε μια ανανεωμένη δέσμευση για την ένδυνάμωση της αξίας της πνευματικής μας κληρονομιάς. Πιστεύω ότι αυτό απαιτεί μια συνειδητή επιστροφή στην πνευματική κοιτίδα του δυτικού πολιτισμού που βρίσκεται εδώ στην Αθήνα. Με μεγαλύτερο πάθος από ποτέ. Επιτρέψτε μου να εξηγήσω: Στην προεδρική προεκλογική έκστρατεία των Ήνωμένων Πολιτειών της Αμερικής φέτος υποστηρικτές όλων των υποψηφίων προειδοποιούν ότι η λανθασμένη επιλογή θα καταδικάσει το έθνος μας. Ακριβώς όπως προέβλεπαν και κατά τη διάρκεια των προηγούμενων εκλογών. Και όμως κάθε τέσσερα χρόνια παρατηρούμε μια ειρηνική μεταβίβαση της εξουσίας. Στο παρελθόν θα έπρεπε να δηλητηριαστεί ή να δολοφονηθεί ο αυτοκράτορας με κάποιον τρόπο, προκειμένου να απαλλαγεί ένας λαός από αυτόν. Τώρα μπορούμε να καταλήξουμε ειρηνικά σε διαδοχή εξουσίας.

Προϋπόθεση της αληθινής δημοκρατίας είναι ότι ο αγώνας για την αλήθεια δίνεται με έναν διαφορετικό τρόπο, έναν τρόπο που λαμβάνει υπόψη τα πλεονεκτήματα της κάθε πιθανής οπτικής γωνίας. Αυτή η κάποτε άδιανόγητη ιδέα, που ξεκίνησε πριν από 2.500 χρόνια σε αυτή την πόλη, κυριαρχεί πλέον σε ένα μεγάλο μέρος του σημερινού μας κόσμου. Οί άνθρωποι παντού μιλούν για «δημοκρατικά ιδεώδη», αλλά αυτά τα ιδεώδη γεννήθηκαν εδώ, σε αυτή τη γη, με ρεαλιστικό τρόπο. Σκεφτείτε πόσο πλούσια και κερδοφόρα εμπειρία είναι. Τα χαρακτηριστικά αυτά δεν επαναπροσδιόρισαν τον κόσμο μας; Δεν τον κατέστησαν πιο δυναμικό και καινοτόμο; Δεν είναι αυτά τα χαρακτηριστικά τα όποια προσδιόρισαν τα καλύτερα έρευνητικά πανεπιστήμια;

Τα μεγάλα πανεπιστήμια του αύριο είναι εκείνα που θα διατηρήσουν το πνεύμα των κλασικών, ως αιώνιο θεμέλιο του σύγχρονου δημοκρατικού πολιτισμού, προχωρώντας ακόμη πιο μακριά. Τα καλύτερα πανεπιστήμια του κόσμου δεν πρέπει απλώς να «σκύψουν» πάνω από τους αρχαίους Έλληνες». Εμείς δεν θα πρέπει απλώς να μάθουμε από τις επιτυχίες τους. Πρέπει να μάθουμε από τα λάθη τους. Και πρέπει να μάθουμε εξίσου από τη ρωμαϊκή εμπειρία με τον ρεπουμπλικανισμό που ακολούθησε.

Σήμερα βρισκόμαστε εν μέσω μιας άργης αλλά ισχυρής δημοκρατικής εξέγερσης παντού στον πλανήτη μας. Σήμερα περίπου 120 έθνη ασκούν κάποιο επίπεδο δημοκρατίας, ενώ στο μεγαλύτερο μέρος της ανθρώπινης ιστορίας ο αντίστοιχος αριθμός ήταν αμελητέος. Ακόμη και πριν από 100 χρόνια δεν υπήρχαν περισσότερα από δέκα έθνη που ασκούσαν δημοκρατία.

Και όμως, πολύ λίγοι νέοι φοιτητές στην Αμερική ή όποιοδήποτε έθνος έχουν σαφή εικόνα για το παγκόσμιο δημοκρατικό κίνημα. Ή την καταγωγή του. Ή τα αίτιάματά του για τον διαχωρισμό θρησκείας και κράτους ή για τον πολιτικό έλεγχο του στρατού ή για το δικαίωμα της ιδιοκτησίας ή για το δικαίωμα δίκης με ένόρκους. Ή για τα διάφορα εμπόδια που αντιμετωπίζει.

Στο Πανεπιστήμιο της Νότιας Καλιφόρνιας αισθανόμαστε ιδιαίτερη ευθύνη να εκπαιδεύουμε τους φοιτητές μας για τις ρίζες της δημοκρατίας. Άλλωστε είμαστε ένα παγκόσμιο ίδρυμα: Το σπίτι των φοιτητών από όλες τις 50 αμερικανικές πολιτείες και από άλλα 128 έθνη. Έχουμε τον μεγαλύτερο αριθμό διεθνών φοιτητών στην Αμερική. Είμαστε το σπίτι για 90 διαφορετικές θρησκευτικές πεποιθήσεις του κόσμου. Και γνωρίζουμε ότι η αθηναϊκή εμπειρία για την εξέλιξη της δημοκρατίας αποτελεί μια άστειρευτη πηγή της διορατικότητας των ανθρώπων σε μια στιγμή αξιοσημείωτης κοινωνικής αλλαγής.

Συνεπώς, τί περισσότερο μπορούμε να κάνουμε για να ανάψουμε τη φλόγα της σοφίας στους φοιτητές μας – ανεξαρτήτως της εξειδίκευσής τους – έτσι ώστε να μάθουν μέσα από τη σύγκρουση των ιδανικών και των αξιών στην ανθρώπινη ιστορία, και έτσι ώστε να κατανοήσουν το πλήρες φάσμα των δικών τους δυνατοτήτων μέσα στην ιστορία; Οί φοιτητές μας διεξάγουν έντονες συζητήσεις σχετικά με την πολιτική και επιχειρηματική ήθικη στις πανεπιστημιούπολεις μας. Τί δικαιολογία έχουμε για τη μη ένασχόληση ενός φοιτητή μηχανικής ή φοιτητή ιατρικής ή φοιτητή του επιχειρησιακού κλάδου με τον Αριστοτέλη και τα Ήθικα Νικομάχεια ή το *Περί Καθηκόντων* του Κικέρωνα ή την *Κύρου Παιδεία* του Ξενοφώντος; Πώς θα ήταν μια ακαδημαϊκή κοινότητα στην οποία ποιητές, μουσικοί, μαθηματικοί, επιστήμονες και επιχειρηματίες θα είχαν έναν ουσιαστικό διάλογο μεταξύ τους για κάποιο από τα έργα αυτά;

Ή εποχή μας χαρακτηρίζεται από την επιστήμη και την τεχνολογία. Άλλα σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να θυμόμαστε ότι ή επιστήμη και ή τεχνολογία είναι τα μέσα που μάς οδηγούν προς ένα τέλος. Ή κλασική διαχρονική σοφία είναι ή αληθινή μας ολοκλήρωση (τέλος) ως πλήρως ώριμα και ολοκληρωμένα ανθρώπινα όντα που ζούν στην κοινωνία. Και αυτή ή διαχρονική σοφία βρίσκεται με τους πιο βαθυστόχαστους τρόπους στους κλασικούς, οί όποιοι όδήγησαν στη γέννηση του δυτικού πολιτισμού και του παγκόσμιου δημοκρατικού κινήματος.

Οί Έλληνες και Ρωμαῖοι κλασικοί ἔχουν ἀποκλειστεί ἄρκετὲς φορὲς κατὰ τὶς τελευταῖες δεκαετίες ἀπὸ κορυφαῖα ἐρευνητικὰ πανεπιστήμια καὶ ἀπὸ πολλὰ ἰδρύματα ἐπαγγελματικῆς κατάρτισης. Ὡστόσο, τὸ νὰ τοὺς ἀγνοεῖ κάποιος εἶναι σὰν νὰ αὐτοκτονεῖ πολιτιστικά. Ὑπάρχουν καὶ πρακτικοὶ λόγοι ἐπίσης: Οἱ κλασικοὶ μᾶς βοηθοῦν νὰ δημιουργοῦμε καλύτερους μηχανικούς, καλύτερους ἐπιστήμονες, καλύτερους γιατροὺς καὶ καλύτερους ἐπιχειρηματίες. Κατὰ τὴν τελευταία δεκαετία ἀναλάβαμε δράση στὸ πανεπιστήμιό μας, προκειμένου νὰ διευκολύνουμε τὸ διδακτικὸ προσωπικὸ καὶ τοὺς φοιτητὲς κάθε ἐξειδίκευσης στὴν ἐξειδίκευσή τους μὲ τοὺς κλασικούς.

Ἔχουμε δημιουργήσει ἑκατοντάδες ἐπιλογές γιὰ κύριους ἀλλὰ καὶ δευτερεύοντες ἀκαδημαϊκοὺς συνδυασμούς, ποὺ ἐπιτρέπουν στοὺς φοιτητὲς νὰ ἀποκτήσουν μιὰ θεμελιώδη γνώση τῆς κλασικῆς σοφίας ἀνεξάρτητα ἀπὸ τὸν τομέα ἐξειδίκευσής τους. Ἀναγνωρίζουμε ἰδιαίτερος τοὺς φοιτητὲς ποὺ ἐπιδεικνύουν ὀλοκληρωμένη γνώση σὲ ἕνα εὐρὸ φάσμα ἐπιστημονικῶν κλάδων. Γιὰ παράδειγμα, κύριο πτυχίο στὴ μηχανικὴ ἢ στὶς ἐπιστήμες καὶ δευτερεύουσα ἐξειδίκευση στὶς κλασικὲς σπουδὲς ἢ στὴν ἱστορία.

Πρὶν ἀπὸ ἄρκετὰ χρόνια, ὅταν ξεκίνησα τὴ θητεία μου ὡς πρύτανης, ἀναλάβαμε μιὰ πρωτοβουλία (visions and voices) μὲ κινηματογραφικὰ φεστιβάλ, ἀνθρωπιστικὲς διαλέξεις, ἐκδηλώσεις φιλιαναγνωσίας καὶ ἀνάλυσης ποίησης, ἐκθέσεις καὶ παραστάσεις, σὲ συνδυασμὸ μὲ διερευνητικὲς συζητήσεις, μὲ σκοπὸ νὰ ἐνδιαφεροῦν περισσότεροὶ φοιτητὲς ἀπὸ κάθε τομέα γιὰ τὴν κλασικὴ θεματολογία. Γιὰ παράδειγμα, ἔφερα τὸν Θεατρικὸ Ὅργανισμὸ Κύπρου στὸ USC καὶ παρουσίασε τὴν Ἀντιγόνη τοῦ Σοφοκλῆ στὰ ἑλληνικά μὲ ἀγγλικὸς ὑπότιτλος. Τὴν παρακολούθησαν πάνω ἀπὸ 1.000 φοιτητὲς. Καὶ αὐτὸ ποὺ τοὺς ἄρεσε περισσότερο ἦταν ὅτι ἡ παράσταση δόθηκε στὰ ἑλληνικά.

Σὲ μιὰ καταναλωτικὴ κοινωνία μὲ ὑψηλὰ ἐπίπεδα τεχνολογίας τί εἶναι ἄραγε ἐπιτυχία; Τί σημαίνει ἀφθονία; Μιὰ νέα τεχνολογία θὰ ἀποτελέσει εὐλογία γιὰ τὴν ἀγορὰ ἢ κατάρρα γιὰ τὰ δεδομένα τοῦ ἀνθρώπου; Οἱ κλασικὲς σπουδὲς εἶναι ζωτικῆς σημασίας γιὰ οὐσιαστικὲς ἀπαντήσεις.

Ὅλοκληρώνοντας, πιστεύω ὅτι ἡ τριτοβάθμια ἐκπαίδευση μπορεῖ νὰ διαδώσει τὶς ἑλληνικὲς κλασικὲς σπουδὲς καὶ νὰ «πυροδοτήσῃ τὴ σπῖθα» στὸ μυαλὸ τῶν νέων φοιτητῶν, ἔτσι ὥστε νὰ ἐξελιζοῦν τὴ γνώση, τὸ πάθος γιὰ τὴ μύηση στὴ διαχρονικὴ σοφία, ἀνεξαρτήτως τοῦ ἐπαγγέλματος ἢ τοῦ τομέα τῶν σπουδῶν τους.

Οἱ κλασικὲς σπουδὲς εἶναι ἰδιαίτερα πολὺτιμες καὶ ἀξιόλογες γιὰ νὰ εἶναι ἀποκλειστικότητα λίγων, μόνον τῶν «ειδικῶν». Ἄν μπορούσαμε νὰ

διαδώσουμε τις κλασικές σπουδές στους νέους φοιτητές κάθε τομέα, ειδικά κατά την ηλικία μετασχηματισμού από 18 έως 22 ετών, θα δίνουμε στην παγκόσμια κοινωνία και τις επόμενες γενιές ένα από τα μεγαλύτερα δώρα που μπορεί κανείς να φανταστεί. Και αυτή είναι η προσπάθεια που έχουμε ξεκινήσει στο πανεπιστήμιό μας.

Επιτρέψτε μου να ολοκληρώσω με την ακόλουθη αλληγορία. Άς θυμηθούμε μια συγκινητική σκηνή από τη ραψωδία ρ της Όδυσσειας του Όμηρου. Ο Όδυσσεάς είχε επιστρέψει τελικά στο σπίτι του στην Ίθάκη. Ο ίδιος είχε μεταμφιεστεί προσωρινά σε έναν άγνωστο για την ασφάλεια της οικογένειάς του. Καθώς πέρασε σιωπηλά μπροστά από τον σκύλο του τον Άργο, παρατήρησε ότι τον αναγνώρισε άμέσως, ακόμα και μετά από 20 χρόνια, αν και ήταν παραμελημένος και πολύ γερασμένος. Ο Άργος κούνησε την ουρά του, σήκωσε το κεφάλι του και χαμήλωσε τα αυτιά του, αλλά δεν μπορούσε να συρθεί πιο κοντά στον άρχοντά του. Ο Όδυσσεάς σκούπισε σιωπηλά ένα δάκρυ που κύλησε στο μάγουλό του. Και η σκιά του θανάτου απέλευθέρωσε πια τον πιστό Άργο, αφού είχε προλάβει να δει τον Όδυσσεά και να τον αναγνωρίσει. Η διαρκής και άνευ όρων αφοσίωση του Άργου συμβολίζει την πίστη που δεν τελειώνει ποτέ. Αντιπροσωπεύει την αγάπη και το πάθος και την αφοσίωση που δεν σβήνουν με τα χρόνια.

Έχω πολλές φορές τονίσει στο εκπαιδευτικό προσωπικό μας ότι, πέρα από όλα όσα κάνουμε μαζί σε αυτή την τεχνολογική εποχή, το πανεπιστήμιό μας έχει ιδιαίτερη ευθύνη να είναι υπόδειγμα της άνευ όρων αφοσίωσης και πίστης στις αξίες της κλασικής εποχής και της Αναγέννησης, έτσι ώστε να μην ξεχνάμε τις διαχρονικές αρχές που μας καλλιεργούν και μας διαμορφώνουν ως ανθρώπινα όντα.

Οι κλασικές σπουδές σήμερα δεν θα πρέπει να είναι αποκλειστικότητα μόνο των μελετητών των κλασικών σπουδών. Θα πρέπει να αποτελούν μια ενισχυτική πνευματική δύναμη για κάθε άτομο σε κάθε τομέα. Θα πρέπει να είναι η δύναμη που καθοδηγεί την παγκόσμια υπηκοότητα παντού κατά τη διάρκεια αυτού του παγκόσμιου αιώνα.

Κλείνοντας, θα ήθελα να αναφέρω ότι βρίσκομαι στην Ακαδημία Αθηνών με αίσθήματα μεγάλης ταπεινοφροσύνης για να λάβω την τιμή που μου απονέμετε και σάς εύχαριστώ με όλη μου την καρδιά.

ΔΗΜΟΣΙΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 9ΗΣ ΙΟΥΝΙΟΥ 2016

ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΧΑΟΥΣ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ

ΤΟΥ κ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΟΥ, ΤΗΣ ΚΥΡΙΑΣ ΜΙΡΕΛΛΑΣ ΧΑΡΣΟΥΛΑ
ΚΑΙ ΤΟΥ κ. ΧΡΗΣΤΟΥ ΕΥΘΥΜΙΟΠΟΥΛΟΥ
ΔΙΑ ΤΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ κ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΟΥ

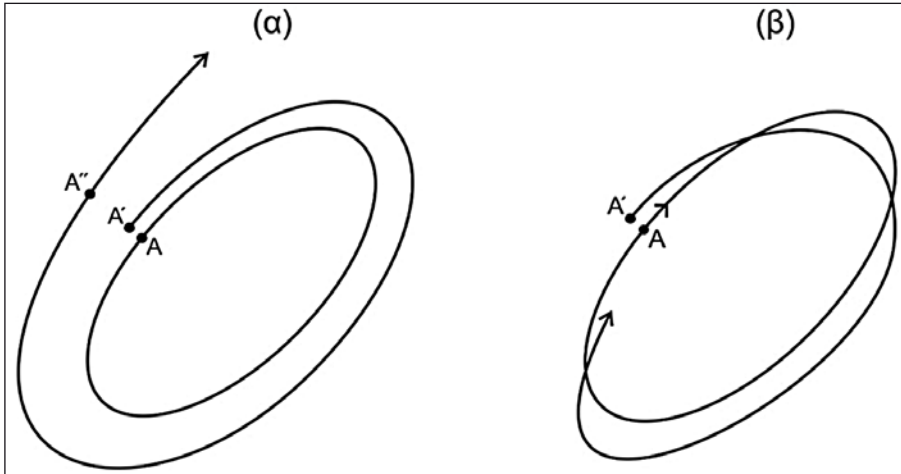
1) Είσαγωγή

Πολλοί έχουν ασχοληθεί τα τελευταία χρόνια με τη μελέτη του χάους. Η γενική εντύπωση είναι ότι το χάος δεν μπορεί να μελετηθεί αναλυτικά, δηλαδή με μαθηματικούς τύπους που να περιγράφουν λεπτομερώς την κίνηση κάθε σημείου του. Έτσι, χρησιμοποιούνται στατιστικές μέθοδοι που δίνουν τη μέση συμπεριφορά του. Με τον τρόπο αυτό το χάος παρομοιάζεται με την τύχη, όπως συμβαίνει όταν ρίχνουμε ένα νόμισμα και παίρνουμε κορώνα ή γράμματα.

Όμως το χάος είναι ντετερμινιστικό, δηλαδή οι κινήσεις των σωμάτων του ακολουθούν έναν ορισμένο νόμο. Έπομένως, οι κινήσεις είναι αυστηρώς καθορισμένες και, αν έχουμε ένα πρόγραμμα υπολογιστή με μεγάλη ακρίβεια, μπορούμε να υπολογίσουμε τις τροχιές για αρκετό χρόνο. Το κύριο πάντως χαρακτηριστικό του χάους είναι η «ευαίσθητη εξάρτηση από τις αρχικές συνθήκες». Συγκεκριμένα, αν δύο σώματα διαφέρουν στις αρχικές τους συνθήκες κατά μία μικρή ποσότητα ϵ_0 , ή απομάκρυνση μεταξύ τους είναι έκθετική με τον χρόνο, δηλαδή μετά από χρόνο t ή απομάκρυνση ϵ_t είναι:

$$\epsilon_t = \epsilon_0 e^{\lambda t} \quad [1]$$

όπου λ είναι μία θετική ποσότητας (σχήμα 1α).



Σχήμα 1: (α) Ἡ ἀρχικὴ ἐκτροπὴ ε_0 δύο γειτονικῶν τροχιῶν αὐξάνεται ἐκθετικὰ μὲ τὸν χρόνον στὴν περίπτωσιν τοῦ χάους. (β) Μιὰ ὀργανωμένη τροχιά πλησίον μιᾶς εὐσταθοῦς περιοδικῆς τροχιᾶς.

Ἔτσι, ἂν θελήσουμε, παραδείγματος χάριν, νὰ ὑπολογίσουμε τὴν τροχιά ἑνὸς μορίου ἀέρος σὲ ἓνα δωμάτιο καὶ τὸ πρόγραμμα τοῦ ὑπολογιστῆ μας ἔχει ἀκρίβεια ε_0 (μὴ μηδενικὴ), μετὰ ἀπὸ ἓναν χρόνον:

$$T = \ln\left(\frac{1}{\varepsilon_0}\right) / \lambda \quad [2]$$

τὸ σφάλμα γίνεται ἴσο μὲ τὴ μονάδα, δηλαδὴ δὲν μπορούμε νὰ γνωρίζουμε μὲ βεβαιότητα ποῦ βρίσκεται τὸ μόριο αὐτὸ μέσα σὲ αὐτὸ τὸ δωμάτιο.

Παρ' ὅλα αὐτά, πολλὲς μελέτες ἔχουν γίνει μὲ ὑπολογιστικὰ προγράμματα μεγάλης ἀκρίβειας γιὰ νὰ μελετηθοῦν οἱ λεπτομέρειες τῶν κινήσεων σὲ ἓνα χαοτικὸ σύστημα, ὅπως εἶναι ἡ ἀτμόσφαιρα τῆς γῆς, καὶ γίνονται προβλέψεις τοῦ καιροῦ γιὰ κάποιο διάστημα. Παρ' ὅλον ποῦ στὴν περίπτωσιν τοῦ καιροῦ εἰκάζεται ὅτι μπορεῖ ὑπὸ συνθήκες νὰ ἐκδηλωθεῖ τὸ «φαινόμενο τῆς πεταλούδας» (δηλαδὴ ἡ κίνηση τῶν πτερῶν μιᾶς πεταλούδας στὴν Ἰαπωνία μπορεῖ νὰ προκαλέσει θύελλα στὴν Εὐρώπη ἢ καὶ στὴν Ἀμερική), ἐν τούτοις ἡ μετεωρολογικὴ ὑπηρεσία κάνει ἐν γένει ἀξιόπιστες προβλέψεις γιὰ μερικὲς ἡμέρες (ὄχι ὅμως γιὰ πολὺ μεγαλύτερα χρονικὰ διαστήματα).

Αὐτὲς οἱ προβλέψεις γίνονται μὲ βάση τοὺς ντετερμινιστικοὺς νόμους οἱ ὅποιοι διέπουν τὴν ἀτμόσφαιρα τῆς γῆς ἢ ἄλλα χαοτικὰ συστήματα. Ἐδῶ

πρέπει να τονίσουμε ότι, εν γένει, ένα δυναμικό σύστημα (ένα σύστημα δηλαδή όπου οι κινήσεις των σωματίων υπακούουν σε έναν συγκεκριμένο νόμο) δεν έχει μόνο χάος αλλά και τάξη. Δηλαδή σε άλλες περιοχές οι κινήσεις είναι χαοτικές και ακολουθούν έναν νόμο σαν τον τύπο [1], ενώ σε άλλες περιοχές οι κινήσεις είναι οργανωμένες (ήμιπεριοδικές) και ακολουθούν ορισμένες εύσταθεές περιοδικές τροχιές με συγκεκριμένες συχνότητες.

Κοντά σε μια εύσταθη περιοδική τροχιά οι περισσότερες τροχιές είναι οργανωμένες (σχήμα 1β), δηλαδή εκτρέπονται λίγο από την περιοδική τροχιά. Για τις τροχιές αυτές ισχύει ένα νέο ολοκλήρωμα κινήσεως (δηλαδή μία ποσότης που παραμένει σταθερά κατά μήκος κάθε τροχιάς). Το ολοκλήρωμα αυτό έχει κάποια ομοιότητα με το ολοκλήρωμα της ενέργειας. Ένα απλό παράδειγμα είναι το σύστημα δύο βαθμῶν ἐλευθερίας που δίδεται από τη χαμιλτονιανή συνάρτηση:

$$H = H(\rho, z, \dot{\rho}, \dot{z}) = H_2 + H_3 + \dots \quad [3]$$

όπου ρ, z είναι οι ταχύτητες κατά τις διευθύνσεις ρ και z και H_i περιέχει όρους βαθμῶν i , ενώ οι όροι δευτέρου βαθμῶν ἀντιστοιχοῦν στην ἐνέργεια δύο ταλαντωτῶν και δίδονται από τη σχέση:

$$H_2 = \frac{1}{2}(\dot{\rho}^2 + \dot{z}^2 + \omega_1^2 \rho^2 + \omega_2^2 z^2) \quad [4]$$

Στην περίπτωση αυτή η ὀλική ἐνέργεια $H = E$ παραμένει σταθερά. Στην ἀρχή τῶν ἀξόνων $\rho = z = 0$ ὑπάρχει ένα εύσταθές σημείο και κοντά σε αυτό οι κινήσεις είναι οργανωμένες, δηλαδή ὑπάρχει μία συνάρτηση:

$$\Phi = \Phi_2 + \Phi_3 + \dots \quad [5]$$

όπου:

$$\Phi_2 = \frac{1}{2}(\rho^2 + \omega_1^2 \rho^2) \quad [6]$$

Ἡ τιμὴ τῆς συνάρτησης Φ παραμένει (περίπου) σταθερά κατά μήκος κάθε τροχιάς με ἀρχικές συνθήκες κοντά στην ἀρχή $\rho = z = 0$.

Ἄν ἡ χαμιλτονιανή H περιέχει μόνο ὅρους δευτέρας τάξεως $H = H_2$, τότε ἡ Φ_2 είναι ἀπολύτως σταθερά και παριστάνει τὴν ἐνέργεια κατά τὸν ἀξονα ρ . Ὄταν ὅμως ὑπάρχουν και ὅροι ἀνωτέρας τάξεως, τότε ἡ συνάρτηση Φ είναι περίπου σταθερά. Ἐν γένει ὅμως οι σειρές Φ δὲν συγκλίνουν, δηλαδή δὲν ὑπάρχει ἀναλυτικὸς τύπος πὸν νὰ δίνει τὸ Φ με ἀπόλυτη ἀκρίβεια. Τὸ ολοκλήρωμα Φ λέγεται συνήθως «τρίτο ολοκλήρωμα», γιατί βρέ-

θηκε στην περίπτωση ενός «άξιςυμμετρικού γαλαξία», όπου πρώτο όλοκληρώμα είναι η ενέργεια και δεύτερο όλοκληρώμα είναι η στροφορμή κατά τον άξονα συμμετρίας (CONTOPOULOS 2002). Το θέμα του «τρίτου όλοκληρώματος» τής κινήσεως έχει απασχολήσει πολλούς τα τελευταία χρόνια. Άλλα η πιο σημαντική ανακάλυψη έγινε από τον Moser (1956, 1958), ο οποίος απέδειξε ότι το νέο «τρίτο όλοκληρώμα» συγκλίνει γύρω από άσταθεές περιοδικές τροχιές, δηλαδή είναι ακριβές. Αυτό ήταν κάτι μη αναμενόμενο, διότι ακριβώς γύρω από τις άσταθεές περιοδικές τροχιές υπάρχει χάος. Έπομένως, το νέο όλοκληρώμα έχει εφαρμογές στο χάος και, όπως θα δούμε, επιτρέπει να υπολογίσουμε με ακρίβεια τις χαοτικές τροχιές, χρησιμοποιώντας μαθηματικούς τύπους.

Στο θέμα αυτό εργάστηκαν μετά τον Moser οι έξης: DA SILVA RITTER κ.ά. 1987, BONGINI κ.ά. 2001, GIORGILLI 2001, καθώς και η ομάδα μας στο Κέντρο Άστρονομίας (ΕΦΘΥΜΙΟΠΟΥΛΟΣ κ.ά. 2014, CONTOPOULOS – HARSOUOLA 2015, HARSOUOLA κ.ά. 2015). Η δική μας συμβολή ήταν κυρίως στη μελέτη των όριων εφαρμογής του νέου όλοκληρώματος, καθώς και εφαρμογές σε διάφορα δυναμικά συστήματα, όπως στις σπειρές των ραβδωτών σπειροειδών γαλαξιών.

Στην παρούσα εργασία θα μελετήσουμε το χάος με βάση το νέο όλοκληρώμα στην περίπτωση μιάς γνωστής απεικονίσεως και θα εφαρμόσουμε τη θεωρία μας στην περίπτωση ενός ραβδωτού γαλαξία.

2) Χάος σε απεικονίσεις

Ένα απλό παράδειγμα απεικονίσεως η οποία έχει ένα άσταθές σημείο στην αρχή των αξόνων είναι η υπερβολική απεικόνιση του Hénon:

$$\begin{aligned} x' &= \cosh(x)x + \sinh(x) \left(y - \frac{x^2}{\sqrt{2}} \right) \\ y' &= \sinh(x)x + \cosh(x) \left(y - \frac{x^2}{\sqrt{2}} \right) \end{aligned} \quad [7]$$

η οποία μελετήθηκε από τους DA SILVA RITTER κ.ά. 1987.

Έδω θα μελετήσουμε δύο υποπεριπτώσεις: Όταν η παράμετρος κ ισούται με $(\alpha) \kappa = 1.43$, και $(\beta) \kappa = 2$. Είς την πρώτη περίπτωση οι ιδιοτιμές του άσταθούς σημείου $x = y = 0$ ισούνται μέ:

$$\lambda_1 = e^x = 4.1787 \text{ και } \lambda_2 = 1/\lambda_1 = 0.2393.$$

Εισάγουμε τώρα νέες μεταβλητές:

$$u = (x + y)/\sqrt{2}, \quad v = (x - y)/\sqrt{2} \quad [8]$$

και εφαρμόζουμε έναν νέο μετασχηματισμό υπό μορφήν σειρών:

$$u = \Phi_1(\xi, \eta) = \xi + \Phi_{1,2}(\xi, \eta) + \Phi_{1,3}(\xi, \eta) + \dots \quad [9]$$

$$v = \Phi_2(\xi, \eta) = \eta + \Phi_{2,2}(\xi, \eta) + \Phi_{2,3}(\xi, \eta) + \dots \quad [10]$$

όπου οι συναρτήσεις $\Phi_{i,s}$ ($i = 1, 2$) περιέχουν όρους s βαθμού. Ο μετασχηματισμός πρέπει να είναι τέτοιος ώστε η απεικόνιση στις μεταβλητές ξ, η να είναι γραμμική, δηλαδή:

$$\xi' = \Lambda(c)\xi, \quad \eta' = \frac{1}{\Lambda(c)}\eta \quad [11]$$

όπου:

$$c = \xi'\eta' = \xi\eta = \text{σταθερό} \quad [12]$$

Οι συναρτήσεις Λ και $\frac{1}{\Lambda}$ είναι τής μορφής:

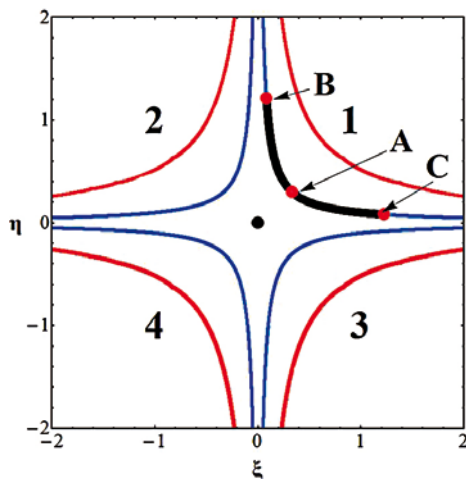
$$\Lambda = \lambda_1 + w_2c + w_3c^2 + \dots \quad [13]$$

$$\frac{1}{\Lambda} = \lambda_2 + v_2c + v_3c^2 + \dots \quad [14]$$

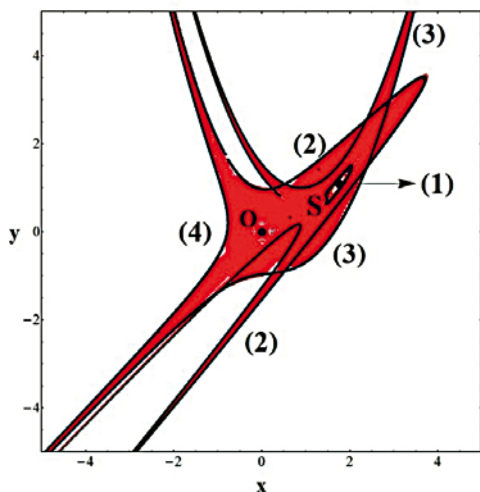
όπου τα w_s και v_s είναι σταθερές ανεξάρτητες του c . Οι τύποι [9]–[10] και [13]–[14] έχουν δοθεί από τους DA SILVA RITTER κ.ά. 1987 με βάση τους τύπους του Moser (1956). Είναι προφανές ότι στις μεταβλητές (ξ, η) οι διαδοχικές εικόνες ενός αρχικού σημείου (ξ_0, η_0) εύρισκονται πάνω σε υπερβολές που εξαρτώνται από την τιμή τής σταθερής c (σχήμα 2): Παραδείγματος χάριν, η πρώτη εικόνα ενός σημείου A μιὰς υπερβολής είναι το σημείο C και η πρώτη προεικόνα του A είναι το σημείο B .

Βρήκαμε την περιοχή συγκλίσεως τών σειρών [9]–[10] και [13]–[14] χρησιμοποιώντας το κριτήριο του d'Alembert, δηλαδή υπολογίσαμε τους λόγους:

$$\left| \frac{\Phi_{i,s}}{\Phi_{i,s+1}} \right| \quad [15]$$



Σχῆμα 2: Οἱ ὄριακές ὑπερβολές (κόκκινες) ποὺ περικλείουν τὴν περιοχὴ συγκλίσεως Moser στὸ ἐπίπεδο (ξ, η) καὶ ἀντιστοιχοῦν σὲ τιμές $c = \pm 0.49$. Οἱ μπλε ὑπερβολές ἀντιστοιχοῦν σὲ $c = \pm 0.1$ καὶ βρίσκονται μέσα στὴν περιοχὴ συγκλίσεως. Τὸ σημεῖο A ἐπάνω στὴν ὑπερβολὴ $c = 0.1$ ἔχει συντεταγμένες (\sqrt{c}, \sqrt{c}) . Ἡ εἰκόνα τοῦ A εἶναι τὸ σημεῖο C καὶ ἡ προεικόνα του, τὸ σημεῖο B, βρίσκονται ἐπίσης ἐπάνω στὴν ἴδια ὑπερβολή.



Σχῆμα 3: Ἡ περιοχὴ συγκλίσεως Moser γύρω ἀπὸ τὴν ἀσταθὴ περιοδικὴ τροχιὰ O γιὰ τὴν ἀπεικόνιση [7].

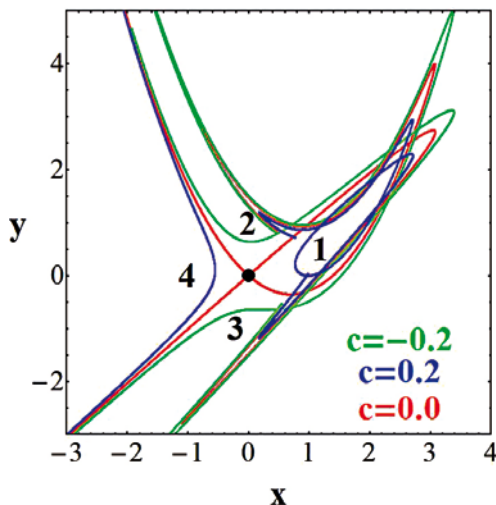
Γιὰ διάφορες τιμές τοῦ c καὶ διάφορες γωνίες:

$$\varphi = \tan^{-1}\left(\frac{\eta}{\xi}\right) \quad [16]$$

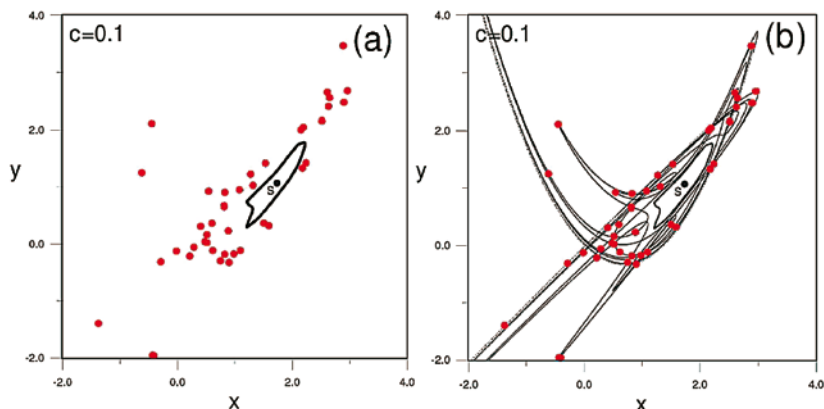
βρήκαμε τὶς περιοχὲς ὅπου οἱ λόγοι αὐτοὶ εἶναι μικρότεροι τῆς μονάδος. Διαπιστώσαμε ὅτι τὰ ὅρια τῶν περιοχῶν αὐτῶν ἐξαρτῶνται μόνον ἀπὸ τὴ σταθερὰ c καὶ ὄχι ἀπὸ τὴ γωνία φ . Συγκεκριμένα, γιὰ $\kappa = 1.43$ διαπιστώσαμε ὅτι ἡ περιοχὴ συγκλίσεως εἶναι ἐντὸς τεσσάρων ὑπερβολῶν (μὲ κόκκινο χρῶμα στὸ σχῆμα 2), ὅπου $|c| \leq c_{\max} \approx 0.49$. Στὶς ἀρχικὲς μεταβλητὲς (x, y) ἡ περιοχὴ συγκλίσεως εἶναι ἡ κόκκινη περιοχὴ ποὺ περικλείεται ἀπὸ τὶς μαῦρες καμπύλες [1], [2], [3] καὶ [4] (σχῆμα 3). Ἡ καμπύλη [1] εἶναι ἡ εἰκόνα τῆς κόκκινης ὑπερβολῆς [1] τοῦ σχήματος 2 καὶ περιβάλλει ἕνα εὐσταθὲς περιοδικὸ σημεῖο S τῆς ἀπεικονίσεως [7]. Ἡ καμπύλη [4] εἶναι περίπου ὑπερβολικὴ στὸ ἀριστερὸ μέρος τοῦ σχήματος, ἐνῶ οἱ καμπύλες [2] καὶ [3] ἀρχίζουν πάνω καὶ κάτω ἀπὸ τὴν ἀρχὴ τῶν ἀξόνων O ($x = y = 0$) καὶ ἔχουν ἄπειρες ταλαντώσεις ποὺ δημιουργοῦν γλῶσσες πρὸς τὰ ἄνω ἀριστερὰ καὶ πρὸς τὰ κάτω ἀριστερὰ.

Γιὰ διάφορες τιμές τῆς σταθερᾶς c ἐντὸς τῆς περιοχῆς συγκλίσεως ἔχουμε ἀμετάβλητες καμπύλες, ποὺ τὶς ὀνομάζουμε καμπύλες Moser (σχῆμα 4). Εἰδικότερα, οἱ κόκκινες καμπύλες μὲ $c = 0$ εἶναι οἱ ἀσυμπτωτικὲς καμπύλες (ἀσταθεῖς καὶ εὐσταθεῖς) ἀπὸ τὴν ἀρχὴ τῶν ἀξόνων καὶ ἡ ἀκτίνα συγκλίσεως τῶν καμπυλῶν αὐτῶν στὸ ἐπίπεδο (ξ, η) πηγαίνει στὸ ἄπειρο. Οἱ καμπύλες Moser 1, 2 καὶ 3 ἔχουν ἄπειρες ταλαντώσεις καὶ εἰσέρχονται ἄπειρες φορές εἰς τὴν περιοχὴ κοντὰ στὴν ἀρχὴ τῶν συντεταγμένων O ὅπου ὑπάρχει τὸ χάος. Συγκεκριμένα, ἂν πάρουμε ἕνα σημεῖο μὲ συντεταγμένες κοντὰ στὸ O καὶ βροῦμε τὶς εἰκόνας τοῦ χρησιμοποιώντας τὴν ἀπεικόνιση [7], αὐτὲς φαίνονται κατανεμημένες τυχαῖα (κόκκινα σημεῖα στὸ σχῆμα 5α). Ἐν τούτοις, ὅλες οἱ διαδοχικὲς ἀπεικονίσεις τοῦ εὐρίσκονται ἐπάνω σὲ μίαν καμπύλη Moser (σχῆμα 5β), ἡ ὁποία δίνεται ἀπὸ τοὺς μαθηματικοὺς τύπους τοῦ Moser γιὰ $c = 0.1$.

Τὸ ὅτι οἱ τροχιὲς μὲ ἀρχικὲς συνθῆκες κοντὰ στὸ O εἶναι χαοτικὲς φαίνεται ἀπὸ τὸ γεγονός ὅτι δύο τροχιὲς μὲ κοντινὲς ἀρχικὲς συνθῆκες δίνουν διαδοχικὲς εἰκόνας ποὺ ἀπομακρύνονται ὅλο καὶ περισσότερο ἢ μιὰ ἀπὸ τὴν ἄλλη. Ὅμως, ἂν οἱ ἀρχικὲς συνθῆκες εἶναι πάνω στὴν ἴδια καμπύλη Moser, οἱ διαφορετικὲς εἰκόνας τοὺς εἶναι πάντα πάνω στὴν ἴδια καμπύλη



Σχῆμα 4: Ἀμετάβλητες καμπύλες Moser για $c = 0.2$ (μπλε καμπύλες), για $c = -0.2$ (πράσινες καμπύλες) και οἱ ἀσυμπτωτικές καμπύλες ποὺ ἐκφύονται ἀπὸ τὴν ἀσταθὴ περιοδικὴ τροχιὰ $x = y = 0$ (κόκκινες καμπύλες) ποὺ ἀντιστοιχοῦν σὲ $c = 0$ για τὴν ἀπεικόνιση [7].



Σχῆμα 5: (α) Οἱ διαδοχικὲς ἀπεικονίσεις μιᾶς χαοτικῆς τροχιᾶς, ποὺ ἔχει ἀρχικὲς συνθῆκες κοντὰ στὴν ἀρχὴ τῶν ἀξόνων $x = y = 0$ και βρῖσκεται ἐπάνω στὴν ἀμετάβλητη καμπύλη $c = 0.1$, φαίνονται νὰ εἶναι κατανεμημένες ἐντελῶς τυχαῖα γύρω ἀπὸ τὴν κεντρικὴ νησίδα εὐσταθείας. (β) Τὰ σκόρπια σημεῖα τοῦ σχήματος 5α βρῖσκονται στὴν πραγματικὴτητα ὅλα ἐπάνω στὴν ἀμετάβλητη καμπύλη $c = 0.1$.

Moser καὶ ἀπομακρύνονται κατὰ μῆκος τῆς καμπύλης αὐτῆς. Οἱ θέσεις τῶν διαδοχικῶν ἀπεικονίσεων δίνονται πάντοτε μὲ ἀκριβεῖς μαθηματικὸς τύπους (σειρὲς ποῦ συγκλίνουν).

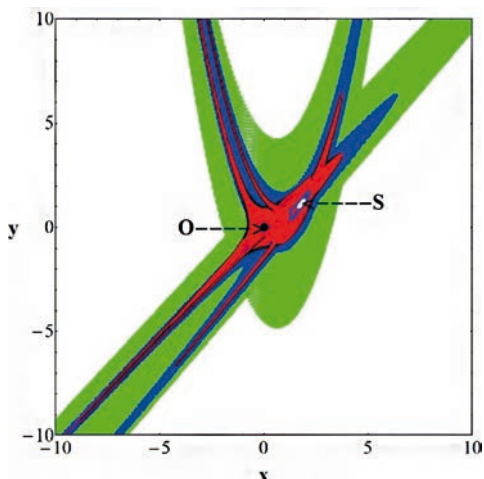
Κατὰ συνέπεια, παρ' ὅλον ποῦ οἱ τροχιές εἶναι χαοτικές, οἱ τύποι τοῦ Moser μᾶς δίνουν μὲ ἀκρίβεια τὴ μορφή τους, δηλαδή περιγράφουν μὲ ἀκρίβεια τὸ χάος.

Οἱ τροχιές μὲ ἀρχικές συνθήκες ἔξω ἀπὸ τὴν περιοχὴ συγκλίσεως Moser προσεγγίζουν πρὸς τὴν περιοχὴ αὐτή. Στὸ σχῆμα 6 ἡ περιοχὴ συγκλίσεως Moser ἀντιστοιχεῖ στὴν κόκκινη περιοχὴ. Οἱ τροχιές μὲ ἀρχικές συνθήκες ἐπάνω σὲ ἓνα πλέγμα διαστάσεων 10×10 στὸ ἐπίπεδο (x, y) , ὅταν ἀπεικονιστοῦν μιὰ φορὰ σύμφωνα μὲ τοὺς τύπους [7], κατανέμονται στὴν πράσινη περιοχὴ. Ἡ δεύτερη ἀπεικόνιση τοῦ ἴδιου ἀρχικοῦ πλέγματος ἀντιστοιχεῖ στὴν μπλε περιοχὴ.

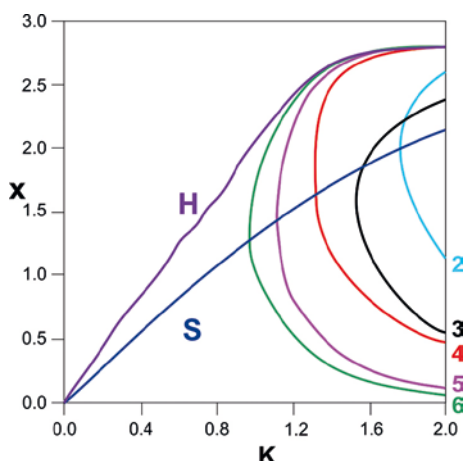
Βλέπουμε ὅτι ἡ δεύτερη ἀπεικόνιση πλησιάζει περισσότερο τὴν περιοχὴ συγκλίσεως (κόκκινη) καὶ γενικὰ οἱ ἀνωτέρας τάξεως ἀπεικονίσεις προσεγγίζουν ὀλοένα καὶ περισσότερο τὴν περιοχὴ συγκλίσεως Moser. Ἐνα σημαντικό συμπέρασμα στὴ μελέτη αὐτὴ εἶναι ὅτι οἱ τροχιές μὲ ἀρχικές συνθήκες ἐκτὸς τῆς περιοχῆς συγκλίσεως δὲν μποροῦν ποτὲ νὰ εἰσέλθουν μέσα σὲ αὐτή, ἐνῶ οἱ τροχιές μὲ ἀρχικές συνθήκες μέσα στὴν περιοχὴ συγκλίσεως δὲν μποροῦν ποτὲ νὰ ἐξέλθουν ἀπὸ αὐτή. Ἐπομένως, τὸ ἐξωτερικὸ ὄριο τῆς περιοχῆς συγκλίσεως τοῦ Moser παίζει τὸν ρόλο ἑνὸς ἐλκυστῆ στὸν φασικὸ χῶρο γιὰ ὅλες τὶς τροχιές μὲ ἀρχικές συνθήκες ἔξω ἀπὸ τὴν περιοχὴ αὐτή.

Μιὰ εἰδικὴ μορφή τροχιῶν ποῦ ὑπολογίζονται ἀναλυτικὰ εἶναι οἱ περιοδικές τροχιές. Καθὼς μεταβάλλεται ἡ παράμετρος κ τῆς ἀπεικόνισης [7], οἱ συντεταγμένες τῆς περιοδικῆς τροχιᾶς S μεταβάλλονται. Γιὰ παράδειγμα, ἡ συντεταγμένη x τῆς τροχιᾶς S δίδεται ἀπὸ τὴ χαρακτηριστικὴ καμπύλη S (μπλε καμπύλη) τοῦ σχήματος 7.

Ἀπὸ τὴν τροχιὰ S διακλαδίζονται περιοδικές τροχιές διαφόρων τάξεων (π.χ. 6, 5, 4, 3, 2 στὸ σχῆμα 7). Ὅμοιες καμπύλες ὑπάρχουν καὶ γιὰ κάθε πολλαπλότητα μεγαλύτερη τοῦ 6, ἀριστερὰ τῆς καμπύλης 6. Ἡ πολλαπλότητα τῶν χαρακτηριστικῶν αὐτῶν καμπυλῶν τείνει στὸ ἄπειρο, καθὼς ἡ παράμετρος κ τείνει στὸ μηδέν. Στὸ σχῆμα 7 δίδεται ἐπίσης ἡ χαρακτηριστικὴ καμπύλη H τοῦ ὀμοκλινικοῦ σημείου (βλ. σχῆμα 8) τῆς ἀσταθοῦς περιοδικῆς τροχιᾶς ἀπὸ τὸ O ($x = y = 0$). Παρατηροῦμε ὅτι ὅλες οἱ περιο-



Σχῆμα 6: Ἡ περιοχή συγκλίσεως Moser (κόκκινη περιοχή) στὶς μεταβλητὲς (x, y) γύρω ἀπὸ τὴν ἀσταθῆ περιοδικὴ τροχιὰ O ($x = 0, y = 0$) γιὰ τὴν ἀπεικόνιση [7]. Ἡ τροχιὰ S εἶναι μίᾳ εὐσταθῆς περιοδικῆ τροχιὰ στὴ λευκὴ νησίδα μέσα στὴν κόκκινη περιοχή. Ἡ πράσινη περιοχή εἶναι ἡ πρώτη ἀπεικόνιση καὶ προαπεικόνιση ἑνὸς πλέγματος ἀρχικῶν συνθηκῶν ὁμοίωμορφα καταναμημένων σὲ ἓνα τετράγωνο μὲ $-10 < x < 10$ καὶ $-10 < y < 10$, ἐνῶ ἡ μπλε περιοχή εἶναι ἡ δεύτερη ἀπεικόνιση καὶ προαπεικόνιση τῆς ἴδιας περιοχῆς.



Σχῆμα 7: Οἱ χαρακτηριστικὲς καμπύλες ποὺ δίδουν τὴ συντεταγμένη x περιοδικῶν τροχιῶν ὡς συναρτήσεις τῆς παραμέτρου κ τῆς ἀπεικόνισεως [7].

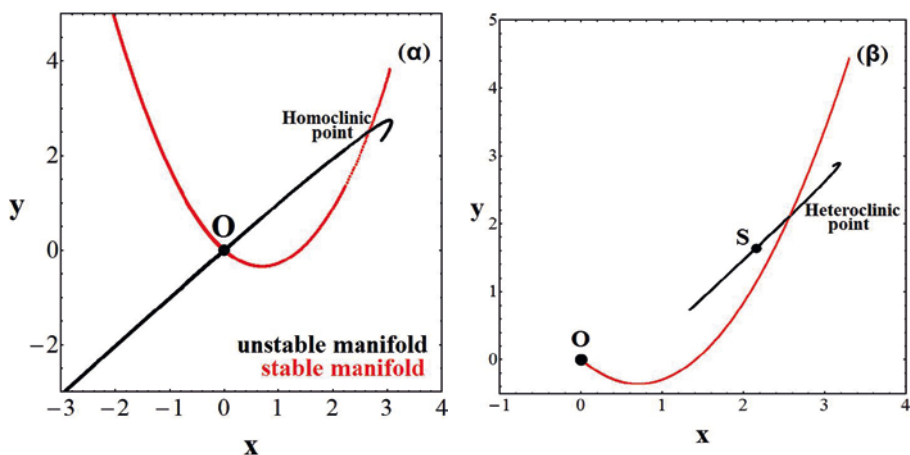
δικές τροχιές συσσωρεύονται κοντά στο όμοκλινικό σημείο H καθώς το κ αυξάνει.

Η τροχιά S γίνεται άσταθής όταν δημιουργείται ή διακλάδωση της τροχιάς διπλής πολλαπλότητας. Οι εύσταθεές περιοδικές τροχιές που διακλαδίζονται από τη S γίνονται άσταθεές καθώς το κ αυξάνει. Έτσι κοντά στο όμοκλινικό σημείο H όλες οι τροχιές είναι άσταθεές. Όλες οι περιοδικές και όμοκλινικές τροχιές μπορούν να αποδοθούν με μαθηματικούς τύπους, βάσει των αναπτυγμάτων του Moser.

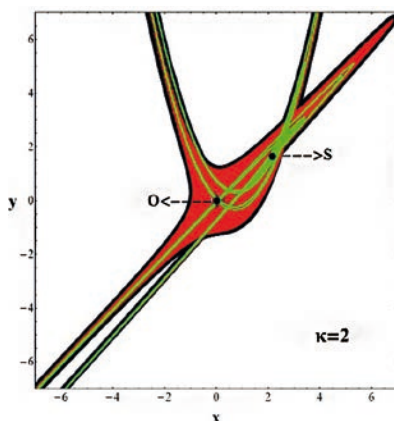
Η δεύτερη περίπτωση που μελετούμε είναι για $\kappa = 2$. Ένω στην πρώτη περίπτωση $\kappa = 1.43$ το σημείο S (σχήμα 3) αντιστοιχεί σε εύσταθη περιοδική τροχιά, και έπομένως γύρω από αυτό το σημείο υπάρχουν οργανωμένες περιοδικές τροχιές, στην περίπτωση $\kappa = 2$ το σημείο S αντιστοιχεί σε άσταθη περιοδική τροχιά. Οι ιδιοτιμές της τροχιάς αυτής είναι $\lambda_1 = -3.21$ και $\lambda_2 = \frac{1}{\lambda_1} = -0.31$, δηλαδή η τροχιά S είναι υπερβολικά άσταθής. Κατά συνέπεια, οι τροχιές με αρχικές συνθήκες επάνω στις ασυμπτωτικές καμπύλες που εκφύονται από την τροχιά S έχουν διαδοχικά σημεία ένατέρωθεν του S .

Η περιοχή συγκλίσεως των τροχιών Moser γύρω από την περιοδική τροχιά S βρίσκεται με τον ίδιο τρόπο όπως και στην προηγούμενη περίπτωση. Στο σχήμα 9 η περιοχή αυτή δίδεται με πράσινο χρώμα. Παρατηρούμε ότι υπάρχουν διάφορες πράσινες γλωσσες (άπειρες σε πλήθος), αλλά όλη η πράσινη περιοχή βρίσκεται μέσα στην κόκκινη περιοχή που είναι η περιοχή συγκλίσεως των τύπων του Moser στην περίπτωση $\kappa = 2$. Αυτή είναι παρόμοια με την κόκκινη περιοχή του σχήματος 7 με μια βασική διαφορά, ότι δεν υπάρχει έσωτερικό όριο γύρω από το σημείο S , όπως στο σχήμα 3. Δηλαδή στην περίπτωση αυτή, η περιοχή γύρω από το S ανήκει όλη στην περιοχή συγκλίσεως των τύπων του Moser που αναφέρονται στις τροχιές γύρω από το O . Συνέπεια αυτού είναι ότι στην πράσινη περιοχή του σχήματος 9 ισχύουν δύο αναπτύγματα, ένα γύρω από το O και ένα γύρω από το S .

Ειδικότερα μπορούμε να βρούμε όχι μόνον όμοκλινικά σημεία όπου οι ασυμπτωτικές καμπύλες που εκφύονται από το O ή από το S τέμνονται μεταξύ τους αλλά και έτεροκλινικά σημεία (βλ. σχήμα 8β), όπου μία ασυμπτωτική καμπύλη της άσταθούς περιοδικής τροχιάς O (της εύσταθούς ιδιοδιεύθυνσης από το O) τέμνει μία ασυμπτωτική καμπύλη που εκφύεται από το S (της άσταθούς ιδιοδιεύθυνσης από το S).



Σχῆμα 8: (α) Απεικονίζεται ένα όμοκλινικό σημείο, δηλαδή τὸ σημείο τομῆς τῆς εὐσταθοῦς ἀμετάβλητης καμπύλης (κόκκινη) με τὴν ἀσταθὴ ἀμετάβλητη καμπύλη (μαύρη) ποὺ ἐκφύονται ἀπὸ τὴν ἀσταθὴ περιοδικὴ τροχιά O. (β) Απεικονίζεται ένα ἑτεροκλινικό σημείο, δηλαδή τὸ σημείο τομῆς τῆς ἀσταθοῦς ἀμετάβλητης καμπύλης (μαύρη) ἀπὸ τὴν ἀσταθὴ περιοδικὴ τροχιά S με τὴν εὐσταθὴ ἀμετάβλητη καμπύλη (κόκκινη) ἀπὸ τὴν ἀσταθὴ περιοδικὴ τροχιά O.



Σχῆμα 9: Ἡ περιοχή συγκλίσεως Moser γύρω ἀπὸ τὴν ἀσταθὴ περιοδικὴ τροχιά O (κόκκινη περιοχή) καὶ ἡ περιοχή συγκλίσεως Moser γύρω ἀπὸ τὴν ἀσταθὴ περιοδικὴ τροχιά S (πράσινη περιοχή) γιὰ τὴν τιμὴ $\kappa = 2$ τῆς ἀπεικονίσεως [7].

Ἐτεροκλινικὰ σημεῖα βρέθηκαν ἀναλυτικὰ γιὰ πρώτη φορά στὶς ἐργασίες CONTOPOULOS κ.ἄ. 2013 καὶ CONTOPOULOS – HARSOUOLA 2015. Οἱ ἐτεροκλινικὲς τροχιᾶς εἶναι τὸ πιὸ σημαντικό χαρακτηριστικὸ τοῦ χάους. Μιὰ τέτοια τροχιά προσεγγίζει ἀσυμπτωτικὰ δύο διαφορετικὲς περιοδικὲς τροχιᾶς στὸ μέλλον (ὅταν $t \rightarrow \infty$) καὶ στὸ παρελθόν (ὅταν $t \rightarrow -\infty$), στὴν περίπτωση ποὺ ὁ ἀριθμὸς τῶν ἀπεικονίσεων n τείνει στὸ $+\infty$ ἢ στὸ $-\infty$. Δηλαδή οἱ τροχιᾶς αὐτὲς ἀλλάζουν ἐντελῶς μορφή, ξεκινώντας πολὺ κοντὰ σὲ μιὰ περιοδικὴ τροχιά καὶ φτάνοντας πολὺ κοντὰ σὲ μιὰ ἐντελῶς διαφορετικὴ τροχιά μετὰ ἀπὸ ἓνα μεγάλο χρόνο.

Τὸ νέο στοιχεῖο ποὺ προσθέτουμε μὲ τὴν ἐργασία μας εἶναι ὅτι οἱ ἐτεροκλινικὲς τροχιᾶς μποροῦν νὰ ὑπολογισθοῦν ἀναλυτικὰ μὲ ἀκριβεῖς μαθηματικοὺς τύπους ἂν χρησιμοποιήσουμε τοὺς τύπους τοῦ Moser.

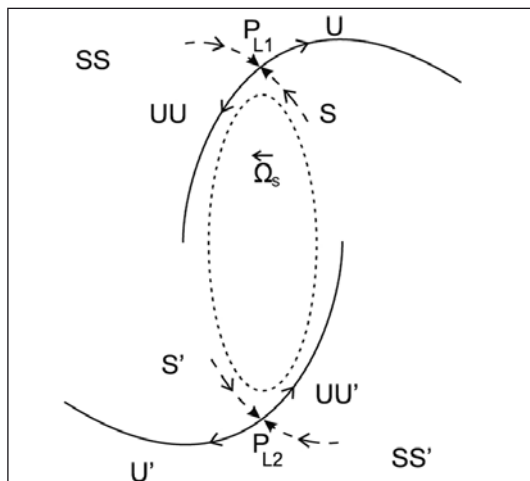
3) Ἐφαρμογὴ στὶς σπεῖρες τῶν ραβδωτῶν γαλαξιδῶν

Εἶναι γνωστὸ σήμερα ὅτι οἱ σπεῖρες τῶν γαλαξιδῶν εἶναι κύματα πυκνότητος. Δηλαδή οἱ σπεῖρες δὲν ἀποτελοῦνται πάντοτε ἀπὸ τοὺς ἴδιους ἀστέρες, ἀλλὰ οἱ ἀστέρες διέρχονται διὰ μέσου τῶν σπειρῶν – παραμένοντας στὶς σπεῖρες περισσότερο χρόνο ἀπὸ ὅ,τι ἄλλοῦ– καὶ ἀντικαθίστανται συνεχῶς ἀπὸ νέους ἀστέρες. Ἐπομένως, οἱ σπεῖρες εἶναι τὰ μέγιστα πυκνότητος τῶν ἀστέρων, καίτοι κάθε στιγμή ἀποτελοῦνται ἀπὸ διαφορετικοὺς ἀστέρες.

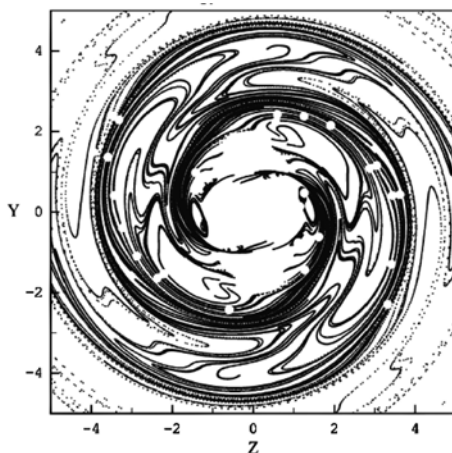
Ἡ θεωρία τῶν σπειροειδῶν κυμάτων πυκνότητος (LINDBLAD 1956, LIN – SHU 1964) ἀναπτύχθηκε μὲ τὴν προϋπόθεση ὅτι οἱ διαταραχὲς τῶν τροχιῶν τῶν σπειρῶν εἶναι μικρές. Πράγματι, εἰς τοὺς συνήθεις σπειροειδεῖς γαλαξίες οἱ διαταραχὲς εἶναι τῆς τάξεως τοῦ 5%, ὅποτε ἰσχύει μιὰ γραμμικὴ θεωρία ἢ ὁποῖα ἐξηγεῖ τὶς τροχιᾶς ποὺ δημιουργοῦν τὶς σπεῖρες.

Ὅμως εἰς τοὺς ραβδωτοὺς γαλαξίες οἱ σημαντικότερες διαταραχὲς ὀφείλονται στὶς ράβδους καὶ εἶναι τῆς τάξεως τοῦ 50-100%, ὅποτε οἱ τροχιᾶς τῶν ἀστέρων στὶς σπεῖρες εἶναι ἐν γένει χαοτικὲς. Παρ' ὅλα αὐτά, οἱ σπεῖρες ὡς κύματα εἶναι τὰ μέγιστα πυκνότητος τῶν ἀστέρων καὶ δὲν ἀποτελοῦνται πάντα ἀπὸ τοὺς ἴδιους ἀστέρες.

Ἡ θεωρία τῶν χαοτικῶν σπειρῶν ξεκίνησε ἀπὸ τὴν παρατήρηση τῶν VOGLIS κ.ἄ. 2006, ὅτι σὲ ραβδωτοὺς γαλαξίες οἱ σπεῖρες ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἀστέρες σὲ χαοτικὲς τροχιᾶς. Διαπιστώθηκε ὅτι οἱ χαοτικὲς σπεῖρες ξεκινοῦν ἀπὸ τὶς περιοχὲς πλησίον τῶν ἀσταθῶν σημείων Lagrange L_1 καὶ L_2



Σχῆμα 10: Οἱ ἀσταθεῖς ἀσυμπτωτικές καμπύλες U, U' καὶ UU, UU' τῶν ἀσταθῶν περιοδικῶν τροχιῶν PL_1 καὶ PL_2 σὲ ἓνα μοντέλο ραβδωτοῦ σπειροειδοῦς γαλαξία. Οἱ καμπύλες UU, UU' περιβάλλουν τὴ ράβδο, ἐνῶ οἱ καμπύλες U, U' ἀκολουθοῦν τὶς σπεῖρες.



Σχῆμα 11: Οἱ ἀσυμπτωτικές καμπύλες πολλῶν ἀσταθῶν περιοδικῶν τροχιῶν κοντὰ στὰ σημεῖα Lagrange L_1 καὶ L_2 γιὰ ἓνα συγκεκριμένο ἐνεργειακὸ ἐπίπεδο σὲ ἓνα γαλαξιακὸ μοντέλο ποὺ προέρχεται ἀπὸ προσομοίωση N -σωμάτων. Οἱ ἀναδιπλώσεις ὅλων αὐτῶν τῶν καμπυλῶν συμβάλλουν στὴν ἐνίσχυση τῆς σπειροειδοῦς δομῆς τοῦ γαλαξία.

στά πέρατα τῆς ράβδου. Τὰ σημεία L_1 καὶ L_2 περιβάλλονται ἀπὸ δύο οἰκογένειες ἀσταθῶν περιοδικῶν τροχιῶν PL_1 καὶ PL_2 . Γιὰ κάθε ἐνέργεια στὸ σύστημα ἀναφορᾶς ποὺ περιστρέφεται μαζὶ μὲ τὴ ράβδο ὑπάρχει μία τροχιά PL_1 καὶ μία PL_2 . Ἀπὸ κάθε τέτοια περιοδική τροχιά ἐκφύονται δύο ἀσταθεῖς ἀσυμπτωτικές καμπύλες U, UU (ἢ U', UU') καὶ δύο εὐσταθεῖς ἀσυμπτωτικές καμπύλες S, SS (ἢ S', SS') (σχῆμα 10). Οἱ καμπύλες UU, UU' περιβάλλουν τὴ ράβδο, ἐνῶ οἱ U, U' ἀκολουθοῦν τὶς σπεῖρες.

Οἱ χαοτικές σπεῖρες δημιουργοῦνται ἀπὸ τροχιές κοντὰ στὶς ἀσταθεῖς ἀσυμπτωτικές καμπύλες U καὶ U' (σχῆμα 11).

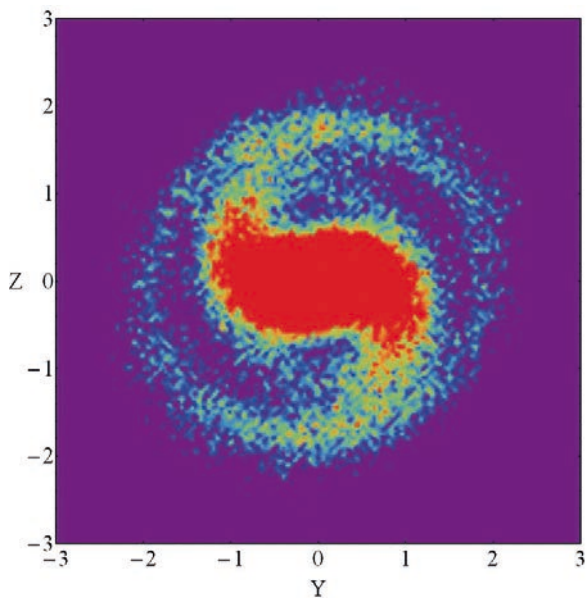
Αὐτὲς ὅμως οἱ σπεῖρες ἔχουν μελετηθεῖ μέχρι τώρα μόνον μὲ ἀριθμητικούς ὑπολογισμοὺς τροχιῶν. Στὴν παρούσα ἐργασία θὰ περιγράψουμε τὶς σπεῖρες μὲ ἀναλυτικούς τύπους ποὺ προκύπτουν ἀπὸ τὴ θεωρία Moser. Ὁ ὑπολογισμὸς τοῦ μοντέλου τῶν σπειρῶν ξεκινᾷ ἀπὸ τὸ μοντέλο ἐνὸς ραβδωτοῦ γαλαξία ποὺ προκύπτει ἀπὸ μία προσομοίωση N-σωμάτων (σχῆμα 12). Τὸ μοντέλο δίνεται ἀπὸ μία μαθηματικὴ ἔκφραση ποὺ δίνει τὴ χαμιλτονιανὴ τοῦ γαλαξία. Στὴ συνέχεια ἀντικαθιστοῦμε τὴ χαμιλτονιανὴ μορφή μὲ μία ἀπεικόνιση, ἡ ὁποία ἀναπαριστᾷ τὶς κινήσεις κοντὰ στὰ ἀσταθῆ σημεία Lagrange L_1 καὶ L_2 . Γιὰ τὸν σκοπὸ αὐτὸ χρησιμοποιοῦμε μία μέθοδο ποὺ ἔχει εἰσαχθεῖ ἀπὸ τὸν Hadjidemetriou (1991, 2008), ἡ ὁποία δίνει τὶς ἴδιες περίπου ἰδιοτιμὲς μὲ τὶς ἰδιοτιμὲς τῶν ἀσταθῶν σημείων Lagrange.

Σὲ πρώτη προσέγγιση ἡ ἀπεικόνιση αὐτὴ ἔχει τὴ μορφή τῆς θεμελιώδους ἀπεικόνισης (standard map):

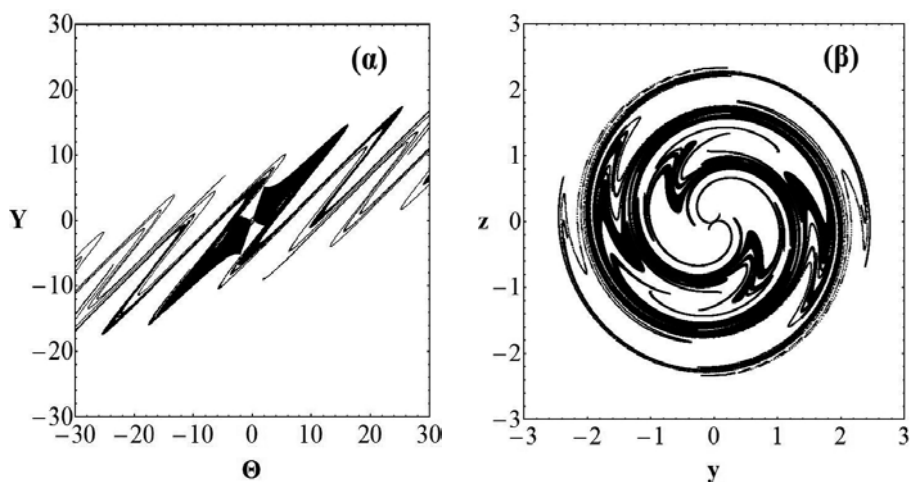
$$\Theta' = \Theta + \Upsilon', \quad \Upsilon' = \Upsilon + K \sin(\Theta) \quad [17]$$

Ἡ σταθερὰ K ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ γαλαξιακὸ μοντέλο. Στὴν περίπτωσή τοῦ γαλαξία τοῦ σχήματος 12 ἔχουμε $K = 2.7$, ὁπότε εἶναι γνωστὸ ὅτι ἡ θεμελιώδης ἀπεικόνιση ἔχει πολὺ χάος.

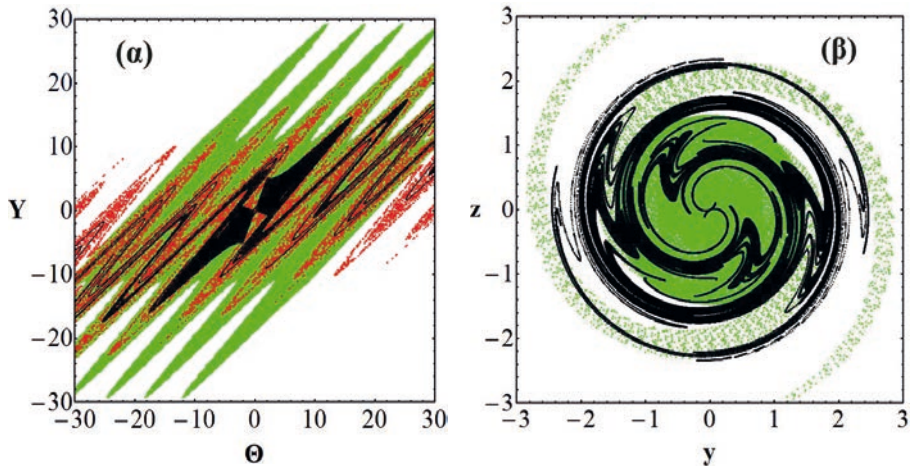
Στὴν ἀπεικόνιση [17] τὸ ἀρχικὸ σημεῖο ($\Theta = \Upsilon = 0$) παριστᾷ μία ἀσταθῆ περιοδική τροχιά, ἡ ὁποία ἀντιστοιχεῖ στὸ σημεῖο Lagrange L_1 ἢ L_2 . Ἐπομένως, στὴν περιοχὴ γύρω ἀπὸ τὸ σημεῖο αὐτὸ εἶναι δυνατὸν νὰ ἐφαρμοστεῖ ἡ μαθηματικὴ μέθοδος τοῦ Moser γιὰ νὰ δώσει ἀναλυτικὲς ἐκφράσεις γιὰ τὶς τροχιές. Συγκεκριμένα, ἐφαρμόζουμε ἕναν μετασχηματισμὸ ἀνάλογο μὲ αὐτὸν τῶν ἐξισώσεων [7] καὶ εἰσάγουμε μεταβλητὲς (ξ, η) στὶς ὁποῖες τὰ ὀλοκληρώματα εἶναι τῆς μορφῆς $\xi\eta = c = \text{σταθερὸ}$, ὅπως στὸ σχῆμα 2. Στὴ συνέχεια βρίσκουμε τὰ ὅρια c_{\max} ἐντὸς τῶν ὁποίων οἱ σειρὲς



Σχῆμα 12: Ἡ ἐπιφανειακὴ πυκνότητα τοῦ γαλαξιακοῦ μοντέλου ἑνὸς ραβδωτοῦ σπειροειδοῦς γαλαξία. Ἡ κόκκινη περιοχὴ ἀντιστοιχεῖ στὴ μέγιστη καὶ ἡ μπλε περιοχὴ στὴν ἐλάχιστη πυκνότητα.



Σχῆμα 13: (α) Ἡ περιοχὴ συγκλίσεως Moser στὸν φασικὸ χῶρο τῆς θεμελιώδους ἀπεικονίσεως [17]. (β) Ἡ ἴδια περιοχὴ ὅταν ἀπεικονιστεῖ στὶς γαλαξιακὰς μεταβλητὲς δίνει δύο συμμετρικὰς σπεῖρες.



Σχῆμα 14: (α) Ἡ πρώτη ἀπεικόνιση (πράσινη περιοχή) καὶ ἡ τρίτη ἀπεικόνιση (κόκκινη περιοχή) ἐνὸς πλέγματος ἀρχικῶν συνθηκῶν ὁμοίμορφα κατανεμημένων στὴν περιοχή $(-20 < \Theta < 20$ καὶ $-20 < Y < 20)$. Ὅσο μεγαλώνει ὁ ἀριθμὸς τῆς ἀπεικόνισεως τόσο περισσότερο πλησιάζει ἡ περιοχή αὐτὴ τὴν περιοχή συγκλίσεως Moser (μαύρη περιοχή), ἡ ὁποία εἶναι ἐλκυστὴς στὸν φασικὸ χῶρο τῆς ἀπεικόνισης [17]. (β) Ἡ πράσινη καὶ ἡ μαύρη περιοχή τοῦ (α) ὅταν ἀπεικονιστοῦν στὶς γαλαξιακὲς μεταβλητὲς. Ἡ ἀπεικόνιση τῆς περιοχῆς συγκλίσεως Moser (μαύρη περιοχή) εἶναι ἐλκυστὴς γιὰ τὶς χαοτικὲς τροχιὰς μὲ ἀρχικὲς συνθῆκες ἔξω ἀπὸ αὐτὴν.

τοῦ Moser συγκλίνουν, ὅταν $|c| < c_{\max}$. Ἡ περιοχή συγκλίσεως στὶς μεταβλητὲς (Θ, Y) δίνεται ἀπὸ τὸ σχῆμα 13α καὶ στὶς γαλαξιακὲς μεταβλητὲς (y, z) ἀπὸ τὸ σχῆμα 13β. Παρατηροῦμε ὅτι στὶς μεταβλητὲς y, z ἡ περιοχή συγκλίσεως σχηματίζει δύο συμμετρικὲς σπεῖρες, οἱ ὁποῖες εἶναι παρόμοιες μὲ τὶς σπεῖρες τοῦ μοντέλου τοῦ σχήματος 12 ποὺ προκύπτει ἀπὸ προσομοιώσεις N -σωμάτων. Ὅλες οἱ ἀρχικὲς συνθῆκες μέσα στὴν περιοχή συγκλίσεως δημιουργοῦν χαοτικὲς τροχιές, οἱ ὁποῖες παρουσιάζουν πολλὲς ταλαντώσεις, ἀλλὰ γενικὰ δίνουν μιὰ συνολικὴ σπειροειδῆ μορφή. Κατὰ συνέπεια, οἱ χαοτικὲς τροχιές ποὺ δημιουργοῦν τὶς σπεῖρες μποροῦν νὰ παρασταθοῦν μὲ ἀκρίβεια ἀναλυτικὰ μέσῳ τῶν τύπων τοῦ Moser.

Ἐνα ἐπὶ πλέον σημαντικὸ συμπέρασμα τῆς μελέτης αὐτῆς εἶναι ἡ συμπεριφορὰ τῶν τροχιῶν ἔξω ἀπὸ τὶς περιοχὲς συγκλίσεως. Ἄν πάρουμε

ἀρχικές συνθήκες σὲ ἓνα πλέγμα ($-20 < \Theta < 20$ καὶ $-20 < \Upsilon < 20$), δημιουργοῦμε τροχιές οἱ ὁποῖες στήν πρώτη τους ἀπεικόνιση καλύπτουν τὴν πράσινη περιοχή τοῦ φασικοῦ χώρου (Θ, Υ) (σχῆμα 14α).

Στὴν τρίτη τους ἀπεικόνιση οἱ τροχιές αὐτές πλησιάζουν πρὸς τὰ ὅρια τῆς περιοχῆς συγκλίσεως (κόκκινη περιοχή), ἡ ὁποία καλύπτει ἓνα μέρος τῆς πράσινης περιοχῆς. Ἀνωτέρας τάξεως ἐπικαλύψεις πλησιάζουν ὁλοένα καὶ περισσότερο τὰ ὅρια τῆς περιοχῆς συγκλίσεως. Ἐπομένως, τὰ ὅρια τῆς περιοχῆς συγκλίσεως ἀποτελοῦν ἓναν ἐλκυστὴ πού συγκεντρώνει τὶς τροχιές πού ξεκινοῦν ἔξω ἀπὸ τὸν ἐλκυστὴ αὐτό. Ὄταν ἡ πράσινη περιοχή τοῦ σχήματος 14α ἀπεικονιστεῖ στὶς γαλαξιακὲς μεταβλητὲς (σχῆμα 14β), ἔχει σπειροειδῆ μορφή σὲ μεγάλες ἀποστάσεις καὶ περιβάλλει τὴν ἀπεικόνιση τῆς περιοχῆς συγκλίσεως Moser (μαύρη περιοχή), πού δίδει σὲ πολὺ καλὴ προσέγγιση τὶς σπεῖρες τοῦ γαλαξία. Κατὰ συνέπεια, οἱ σπεῖρες τοῦ γαλαξία ὄχι μόνον δίνονται ἀναλυτικὰ ἀπὸ τοὺς τύπους τοῦ Moser, ἀλλὰ ἐπὶ πλέον ἐνεργοῦν ὡς ἐλκυστὲς τῶν τροχιῶν ἔξω ἀπὸ αὐτές. Βεβαίως, μετὰ ἀπὸ μεγάλο χρόνο οἱ περισσότερες τροχιές διαφεύγουν πρὸς τὸ ἄπειρο. Αὐτὸ ἀποδεικνύεται στὸ σχῆμα 14, ὅπου οἱ διαδοχικὲς ἀπεικονίσεις τῶν τροχιῶν ἐκτείνονται δεξιὰ καὶ ἀριστερὰ ἀπεριόριστα καὶ ἐπομένως οἱ χαοτικὲς τροχιές μποροῦν νὰ διαφύγουν στὸ ἄπειρο. Πάντως οἱ σπεῖρες ἀποτελοῦν σταθεροὺς σχηματισμοὺς γιὰ πολὺ μεγάλα χρονικὰ διαστήματα.

SUMMARY

A mathematical study of chaos

We use the Moser convergent series in order to describe analytically the chaotic orbits around unstable periodic points in mappings. Using the d'Alembert criterion, we find the radius of convergence of these series and we determine the Moser domain of convergence. Orbits with initial conditions inside this domain can never get out of it, while orbits with initial conditions outside this domain can never enter inside it. Moreover, the boundary of the Moser domain of convergence acts as an attractor for the orbits outside this domain. Namely, chaotic orbits with initial conditions outside it, have successive iterations that come closer and closer to this domain. We also study an interesting application of the Moser domain of convergence on the spiral

structure of barred-spiral galaxies. We construct an approximate mapping of a N-body galactic model found by numerical experiments and apply the above procedure around the Lagrangian points L_1 and L_2 of the galaxy. The Moser domain of convergence gives a spiral structure very close to the one of the real N-body model.

Βιβλιογραφία

- BONGINI, L. – BAZZANI, A. – TURCHETTI, G. – HOFMANN, I., *Phys. Rev. Sp. Topics*, 4, 2001, σ. 114201.
- CONTOPOULOS, G., *Order and Chaos in Dynamical Astronomy*, Springer, Berlin, Heidelberg, New York 2002.
- CONTOPOULOS, G. – HARSOULA, M., *J. Phys. A*, 48, 2015, σ. 335101.
- DA SILVA RITTER, G. I. – OZORIO DE ALMEIDA, A. M. – DOUADY, R., *Physica D*, 29, 1987, σ. 181.
- EFTHYMIPOULOS, C. – CONTOPOULOS, G. – KATSANIKAS, M., *Celest. Mech. Dyn. Astron.*, 119, 2014, σ. 321.
- GIORGILLI, A., *Disc. Cont. Dyn. Sys.*, 7, 2001, σ. 855.
- HADJIDEMETRIOU, J. D., σέ: ROY, A.E. (ed.), *Predictability, Stability and Chaos in N-body Dynamical Systems*, Plenum Press, New York 1991, σ. 157.
- HADJIDEMETRIOU, J. D., *Non. Lin. Phen. in Complex Systems*, 11, 2008, σ. 149.
- HARSOULA, M. – CONTOPOULOS, G. – EFTHYMIPOULOS, C., *J. Phys. A.*, 48, 2015, σ. 135102.
- LINDBLAD, B., *Stockholms Obs. Ann.*, 19, 1956, σ. 7.
- LIN, C. C. – SHU, F. H., *Astrophys. J.*, 140, 1964, σ. 646.
- MOSER, J., *Commun. Pure Applied Math.*, 9, 1956, σ. 673.
- MOSER, J., *Commun. Pure Applied Math.*, 11, 1958, σ. 257.
- VOGLIS, N. – TSOUTSIS, P. – EFTHYMIPOULOS, C., *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, 373, 2006, σ. 280.
-

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΔΗΜΟΣΙΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 13ΗΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2016

ΑΝΑΓΓΕΛΙΑ ΘΑΝΑΤΩΝ

Ὁ Πρόεδρος τῆς Ἀκαδημίας κ. Θανάσης Βαλτινὸς ἀναγγέλλει τὸν θάνατο τῶν ἀντεπιστελλόντων μελῶν Παναγιώτη Ἰατρίδη καὶ Χριστόδουλου Φλούδα.

Μετὰ τὸν Πρόεδρο λαμβάνει τὸν λόγο ὁ ἀκαδημαϊκὸς κ. Χαράλαμπος Ροῦσσοσ καὶ λέγει γιὰ τὸν Παναγιώτη Ἰατρίδη τὰ ἑξῆς:

«Ὁ Παναγιώτης Γ. Ἰατρίδης γεννήθηκε τὸ 1926 στὴν Ἀλεξάνδρεια τῆς Αἰγύπτου. Καταγόταν ἀπὸ παλαιὰ ἑλληνικὴ οἰκογένεια ἰατρῶν.

Ἦταν πτυχιούχος καὶ διδάκτωρ τῆς Ἰατρικῆς Σχολῆς τοῦ Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν, Τακτικὸς Καθηγητῆς τῆς Φυσιολογίας καὶ Ἐσωτερικῆς Παθολογίας καὶ Κοσμήτωρ τῆς Ἰατρικῆς Σχολῆς τοῦ Πανεπιστημίου τῆς Ἰνδίας.

Ἡ ἀκαδημαϊκὴ του καριέρα χαρακτηρίζετο ἀπὸ λαμπρότητα στὸν τομέα τῆς βιοϊατρικῆς ἔρευνας, τῆς διδασκαλίας τῆς ἰατρικῆς ἐκπαίδευσης καὶ τῆς διοικητικῆς προσφορᾶς στὸν πανεπιστημιακὸ χῶρο στὴν Ἀμερικὴ.

Τὸ διδακτικὸ ἔργο τοῦ Παναγιώτη Ἰατρίδη ὑπῆρξε πλουσιότατο καὶ περιελάμβανε τὴν πειραματικὴ ἐφαρμογὴ τοῦ νέου συστήματος διδασκαλίας “The Regional Center Alternative Pathway”, σύμφωνα μὲ τὸ ὁποῖο μετέφερε τοὺς φοιτητὲς τῆς Ἰατρικῆς ἀπὸ τὸ ἀμφιθέατρο στὴν ἐπίλυση τοῦ προβλήματος ἐπὶ τοῦ ἀσθενοῦς.

Ἐρευνητικὰ ἀσχολήθηκε μὲ τὴ μελέτη καὶ ἔρευνα τῆς πήξεως τοῦ αἵματος, τῆς ἰνωδολύσεως, τῆς θρομβώσεως καὶ ἄλλων σχετικῶν θεμάτων. Εἶχε δημοσιεύσει ἄνω τῶν 130 ἄρθρων, κεφαλαίων, ἀνακοινώσεων, μελετῶν καὶ συμποσίων.

Τὸ ὄνομά του εἶναι σήμερα συνώνυμο μὲ τὴν ἐξέλιξη τῆς Ἰατρικῆς Σχολῆς τῆς Βορείου Ἰνδίας, ὅπου προσέλκυσε τὴν ἀναγκαίαν χρηματοδότηση πολλῶν ἑκατομμυρίων δολαρίων γιὰ τὴ δημιουργία τμήματος πειραματόζων καὶ ἰατρικῆς βιβλιοθήκης.

Ήταν μέλος σε πολλές διεθνείς επιστημονικές εταιρείες. Για την προσφορά του στην επιστήμη και τον Έλληνισμό έτιμήθη με το μετάλλιο του Αγίου Παύλου τῆς Ἐλληνορθοδόξου Ἀρχιεπισκοπῆς Βορείου καὶ Νοτίου Ἀμερικῆς. Ἔλαβε δὲ πολλὰ βραβεῖα γιὰ τὴν προσφορά του, ἰδιαίτερα γιὰ τὴν ἰατρικὴ ἐκπαίδευση.

Τὸ 1984 κατόπιν προσκλήσεως ἠγγήθη τῆς παναμερικανικῆς ἀποστολῆς τοῦ “People to People International” στὴ Λαϊκὴ Κίνα, ὅπου μελέτησε καὶ συνέγραψε ἐκτενὴ μελέτη σὲ σχέση μετὰ τὴν ἰατρικὴ ἐκπαίδευση στὴ Λαϊκὴ Δημοκρατία τῆς Κίνας.

Ἐν συνόψει, ὁ Παναγιώτης Ἰατρίδης προσέφερε σημαντικὲς ὑπηρεσίες στὴν ἰατρικὴ επιστήμη ὡς διαπρεπὴς ἐρευνητής, πανεπιστημιακὸς διδάσκαλος καὶ ὡς ἀνώτατο ἀκαδημαϊκὸ διοικητικὸ στέλεχος.

Διακατέχεται ἀπὸ βαθὺ ἑλληνικὸ φρόνημα καὶ βοήθησε πολλοὺς Ἕλληνας σὲ ἐπιτυχεῖς ἐπαγγελματικὲς κατευθύνσεις).

Στὴ συνέχεια λαμβάνει τὸν λόγο ὁ ἀκαδημαϊκὸς κ. Ἀθανάσιος Φωκᾶς καὶ λέγει γιὰ τὸν Χριστόδουλο Φλούδα τὰ ἐξῆς:

«Ἡ 27ῃ Μαΐου 2015 ἦταν μιὰ ἀπὸ τὶς πιὸ εὐτυχησμένες μέρες τῆς ζωῆς μου: Τὸ πρωὶ ἐξελέγη Μητροπολίτης Κεφαλληνίας ὁ ἀδελφός μου Γεράσιμος καὶ τὸ βράδυ εἶχα τὴ μεγάλη τιμὴ καὶ χαρὰ νὰ παρουσιάσω τὴν προσωπικότητα καὶ τὸ ἔργο τοῦ Χριστόδουλου Φλούδα κατὰ τὴν τελετὴ ἀναγορεύσεώς του ὡς ἀντεπιστέλλοντος μέλους τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν. Μερικὲς ἐβδομάδες ἀργότερα ἐκοιμήθη ὁ μακαριστὸς Γεράσιμος καὶ τώρα ἔφυγε ἀπὸ κοντὰ μας ὁ ἐξαιρετὸς ἄνθρωπος καὶ μέγας ἐρευνητὴς τῆς ἐπιστήμης τῶν μηχανικῶν Χριστόδουλος.

Ὁ Χριστόδουλος θὰ παραμείνει στὶς καρδιὰς ὅλων ὅσων εἶχαμε τὴν τύχη νὰ τὸν ζήσουμε ἔστω καὶ γιὰ λίγο.

Ὅσο ἡ ἐπιστήμη καὶ ἡ τεχνολογία, χρησιμοποιώντας τὴ μεγάλη ἰσχὺ τῶν μαθηματικῶν καὶ τῶν ἠλεκτρονικῶν ὑπολογιστῶν, προσπαθοῦν νὰ λύσουν σημαντικὰ προβλήματα τῆς ἀνθρωπότητας, ἡ μνήμη τοῦ Χριστόδουλου θὰ παραμείνει αἰώνια.

Φίλε Χριστόδουλε, ἐκ μέρους τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν, ἀντίο».

Ἡ Ὀλομέλεια τηρεῖ ἐνὸς λεπτοῦ σιγῆ εἰς μνήμην τῶν ἐκλιπόντων.

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΔΗΜΟΣΙΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 31ΗΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2016

ΑΝΑΓΓΕΛΙΑ ΘΑΝΑΤΟΥ

Ὁ Πρόεδρος τῆς Ἀκαδημίας κ. Θανάσης Βαλτινὸς ἀναγγέλλει τὸν θάνατο τοῦ ἀντεπιστέλλοντος μέλους Κωνσταντίνου Στεφανῆ.

Μετὰ τὸν Πρόεδρο λαμβάνει τὸν λόγο ὁ ἀκαδημαϊκὸς κ. Κωνσταντῖνος Κριμπᾶς καὶ λέγει γιὰ τὸν Κωνσταντῖνο Στεφανῆ τὰ ἑξῆς:

«Θέλω νὰ πῶ δυὸ λόγια γιὰ τὸν ἀπελθόντα, μὲ τὸν ὁποῖο συνδεόμεον πολὺ στενὰ ἀπὸ πολλὰ χρόνια. Μοῦ εἶχε κάνει ἐντύπωση ἡ ἱκανότητα προσαρμογῆς του, ἀλλὰ καὶ προσλήψεως πληροφοριῶν καὶ γνώσεων πού ἀφοροῦσαν τὸν ἐπιστημονικὸ κλάδο καὶ τοὺς παρεμφερεῖς στοὺς ὁποίους ἦταν εἰδικός.

Ἡ πρώτη φορὰ πού ἀντελήφθην αὐτὴ του τὴν ιδιότητα ἦταν ὅταν, κενωθείσης τῆς ἔδρας τῆς Ψυχιατρικῆς στὸ Πανεπιστήμιο τῶν Ἀθηνῶν, ὁ δάσκαλός του Καθηγητῆς Σπύρος Σκαρπαλέζος, γνωστὸς νευρολόγος, τὸν προέτρεψε νὰ ὑποβάλει ὑποψηφιότητα γιὰ νὰ ἐκλεγεῖ Καθηγητῆς Ψυχιατρικῆς. Ἦταν σὲ ὅλους γνωστὸς ὡς νευρολόγος καὶ κατ' ἐξοχὴν ὡς πειραματιστῆς σὲ σηπίες, ἐκτελώντας πειραματικὲς ἐργασίες στὰ νευρικὰ κύτταρα, τοὺς γιγαντιαίους νευρῶνες τοῦ εἴδους αὐτοῦ. Ἕνας ἐπιτυχῆς καὶ διεθνῶς γνωστὸς πειραματιστῆς ἀλλὰ μὲ ἐλάχιστη ἐπαφὴ μὲ τὴν ψυχιατρική. Ἐκλεγεῖς καθηγητῆς ἐξέπληξε ὅλους μὲ τὴν ταχύτητα καὶ τὴν πληρότητα μὲ τὴν ὁποία ἐξάσκησε τὴν ψυχιατρική πού δὲν εἶχε σπουδάσει.

Ἡ ἄλλη ιδιότητά του ἦταν ἡ διπλωματικὴ του ἱκανότητα. Ἐκλεγεῖς πρόεδρος τῆς Διεθνοῦς Ψυχιατρικῆς Ἐταιρείας εὐρέθη στὴν ἀνάγκη νὰ συμβιβάσει τὰ ἀσυμβίβαστα. Ὄντως, ὑπῆρχε μία διάσταση ἀπόψεων μεταξὺ τῶν Σοβιετικῶν καὶ τῶν Ἀμερικανῶν Ψυχιάτρων. Οἱ Ἀμερικανοὶ κατηγοροῦσαν, καὶ ὀρθῶς, τοὺς Ρώσους συναδέλφους τους ὅτι κατόπιν κυβερνη-

τικῶν προσταγῶν ἢ προτροπῶν ἔκλειναν στὰ ψυχιατρεῖα τοὺς ἀντιπολιτευόμενους στὴ Σοβιετικὴ Κυβέρνηση διαγιγνώσκοντάς τους ὡς ἀσθενεῖς, πράγμα τὸ ὁποῖο ἐξαγρίωνε τοὺς Δυτικούς. Ὁ Στεφανῆς κατάφερε μὲ ἥπιο καὶ εὐέλκτο τρόπο νὰ παραμερίσει τὸ ἐμπόδιο αὐτὸ καὶ νὰ διατηρήσει ἐνωμένη τὴ Διεθνή Ψυχιατρικὴ Ἑταιρεία».

Ἡ Ὀλομέλεια τηρεῖ ἐνὸς λεπτοῦ σιγῆ εἰς μνήμην τοῦ ἐκλιπόντος.

ΕΚΘΕΣΕΙΣ ΠΕΠΡΑΓΜΕΝΩΝ
ΤΩΝ ΚΕΝΤΡΩΝ ΕΡΕΥΝΗΣ

ΕΚΘΕΣΕΙΣ

ΚΕΝΤΡΟΝ ΕΡΕΥΝΩΝ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΕΦΗΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ

Κατὰ τὸ 2016 συνεχίστηκαν οἱ πολλαπλές δραστηριότητες τοῦ ΚΕΑΕΜ, μὲ ἀξιόλογα ἐπιστημονικὰ ἀποτελέσματα ποὺ δημοσιεύτηκαν σὲ περιοδικὰ διεθνοῦς κύρους, μὲ διεθνεῖς συνεργασίες, ἀποστολές σὲ ἰδρύματα τοῦ ἐξωτερικοῦ καὶ ἐβδομαδιαῖα σεμινάρια μὲ ὁμιλητὲς ἀπὸ τὴν Ἑλλάδα καὶ τὸ ἐξωτερικό. Ἡ ἔρευνα ἐστίασε στὰ ἀκόλουθα ἐπιστημονικὰ πεδία: Θεωρητικὴ καὶ Παρατηρησιακὴ Γαλαξιακὴ Δυναμικὴ, Μὴ Γραμμικὴ Δυναμικὴ καὶ Χάος, Ἡλιακὴ Φυσικὴ, Μαγνητοῦδροδυναμικὴ, Κοσμολογία. Κατὰ τὸ ἔτος 2016 ἐκδόθηκε ἀπὸ τὸ ΚΕΑΕΜ ἕνας εἰδικὸς τόμος μὲ τίτλο *Νεότερες ἐξελίξεις στὴν Ἀστρονομία* (ἐπιμ. Γ. Κοντόπουλος – Π. Α. Πάτσης), στὸν ὁποῖο παρουσιάστηκε μιὰ σειρὰ 10 ἄρθρων ποὺ συνοψίζουν πρόσφατα ἀποτελέσματα τῶν ἐρευνητικῶν ἐργασιῶν τοῦ ΚΕΑΕΜ. Οἱ ἐρευνητὲς τοῦ Κέντρου ἔλαβαν μέρος μὲ ἀνακοινώσεις τους σὲ συνέδρια, ἡμερίδες καὶ ἄλλες συναφεῖς ἐπιστημονικὲς ἐκδηλώσεις. Ἐγίναν 37 σεμινάρια γιὰ θέματα Ἀστρονομίας, Ἀστροφυσικῆς καὶ Μηχανικῆς. Οἱ ἐρευνητὲς ἔδωσαν σειρὰ μαθημάτων σὲ μεταπτυχιακὰ πανεπιστημιακὰ τμήματα, ἐπέβλεψαν δέκα διδακτορικὲς διατριβὲς καὶ τέσσερις μεταπτυχιακοὺς φοιτητὲς.

KENTRON EPREYNHS PHYΣIKHS THS ATMOSΦAIRAS KAI KLIMATOLOGIAS

Τὸ ΚΕΦΑΚ ἐκπόνησε τὰ ἐξῆς ἐρευνητικὰ προγράμματα: 1) Navarino Environmental Observatory (NEO), μιὰ συνεργασία τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν, τοῦ Πανεπιστημίου τῆς Στοκχόλμης καὶ τῆς ἐταιρείας TEMES ποὺ ἀφορᾷ στὴ δημιουργία καὶ λειτουργία ἑνὸς περιβαλλοντικοῦ Παρατηρητηρίου στὴν περιοχὴ τῆς Μεσσηνίας. 2) «Copernicus Atmosphere Monitoring Service CAMS-84: Global and regional a posteriori validation, including focus on the Arctic and Mediterranean areas-CAMS-84». 3) «The European Network for Observing our Changing Planet-ERA-PLANET». 4) «Coordinating and integrating Regional, state-of-the-art Earth Observation Activities in NA, ME, and Balkans and Developing Links with GEO related initiatives towards GEOSS – GEO CRADLE». 5) «RAIN-EX: Risk-Based Approach for the Protection of Land Transport Infrastructure against Extreme Rainfall-RAIN-EX». 6) «EU Cloud Intercomparison, Process Study and Evaluation Project-EUCLIPSE». 7) «Infrastructure for the European Network for the Earth System Modelling-IS-ENES». 8) «Πρόταση γιὰ τὴν ψηφιοποίηση τῶν μετεωρολογικῶν καὶ συναφῶν Ἀρχείων τοῦ Αἰγινήτη καὶ Μαριολόπουλου ποὺ φυλάσσονται στὸ ΚΕΦΑΚ τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν», καὶ 9) «Περιβαλλοντικὰ πλεονεκτήματα τῆς Ἑλλάδος στὸν Τουριστικὸ Τομέα».

ΚΕΝΤΡΟΝ ΕΡΕΥΝΩΝ ΘΕΩΡΗΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΦΗΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ

Ἡ ἔρευνα τοῦ ΚΕΘΕΜ ἐστιάζει στὴ δημιουργία ἀλγόριθμων ἀνακατασκευῆς ἱατρικῆς εἰκόνας. Τὸ 2016 ἔγιναν οἱ ἐξῆς δραστηριότητες: 1) Βελτιστοποιήθηκε ὁ aSRT, ἓνας ἀναλυτικὸς ἀλγόριθμος ποὺ ἀναπτύχθηκε στὸ Κέντρο γιὰ τὴν ἀνακατασκευὴ τῆς εἰκόνας τοῦ τομογραφικοῦ SPECT. 2) Δημιουργήθηκε ἓνας νέος ἀλγόριθμος βασισμένος σὲ σωρευτικὰ ἀθροίσματα, μὲ δυνατότητα νὰ προσδιορίσει τὰ περιγράμματα ἀντικειμένων σὲ εἰκόνες πυρηνικῆς ἱατρικῆς χρησιμοποιώντας τὸ σινόγραμμα. 3) Συνεχίστηκε ἡ ἔρευνα στὸν τομέα τῆς ἀπεικόνισης νέων ραδιοφαρμάκων μὲ τὴ χρήση τῆς μικρῆς γ-κάμερας ποὺ διαθέτει τὸ Κέντρο, σὲ συνεργασία μὲ τὸ ἐργαστήριο ραδιοχημικῶν μελετῶν τοῦ ΙΠΡΕΤΕΑ τοῦ ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος» καὶ τοῦ ἐργαστηρίου παρασκευῆς ραδιοφαρμάκων, Τμῆμα Πυρηνικῆς Ἱατρικῆς-PET/CT, ΓΝΑ «Ὁ Εὐαγγελισμὸς». 4) Σὲ συνεργασία μὲ τὸ ΠΒΕΑ ἔγιναν ἐκτεταμένες μελέτες σὲ ἓνα ἀπεικονιστικὸ σύστημα μικρῶν ζώων (Mediso NanoScan PC small-animal PET/CT scanner), μὲ δημοσίευση στὸ ἔγκριτο περιοδικὸ *Molecular Imaging and Biology*. Τὸ ΚΕΘΕΜ μετέχει στὰ ἐρευνητικὰ προγράμματα «Ἀντίστροφα Προβλήματα καὶ Ἱατρικὴ Ἀπεικόνιση» καὶ «Real-Data Implementation and Evaluation of an Analytic Reconstruction Algorithm: Comparison with FBP and OSEM» καὶ ἐπιβλέπει δύο διδακτορικοὺς φοιτητές.

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟΝ ΚΑΤΑ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ

	Σελ.
ΒΑΛΤΙΝΟΣ ΘΑΝΑΣΗΣ. – Προσφώνηση τοῦ Προέδρου κατὰ τὴν ὑποδο- χὴ τοῦ ξένου ἐταίρου κ. Bruce Beutler στὴν Ἀκαδημία.....	125
ΒΑΛΤΙΝΟΣ ΘΑΝΑΣΗΣ. – Προσφώνηση τοῦ Προέδρου κατὰ τὴν ὑπο- δοχὴ τοῦ ἀντεπιστέλλοντος μέλους κ. Χρυσόστομου Α. Νικία στὴν Ἀκαδημία.....	143
BEUTLER BRUCE. – Inflammation and its origins. Εἰσιτήριοις λόγος τοῦ ξένου ἐταίρου κατὰ τὴν ὑποδοχὴ του στὴν Ἀκαδημία.....	131
ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ Α. – Ἡ ἀποτελεσματικότητα τῶν μα- θηματικῶν καὶ τῆς φυσικῆς στὴν ἀνάλυση στοιχείων τοῦ συστήματος τῶν μεταφορῶν καὶ συγκοινωνιῶν.....	43
ΕΥΘΥΜΙΟΠΟΥΛΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ, βλέπε ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ.....	165
ΖΕΡΕΦΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ. – Νεκρολογία γιὰ τὸ ἀντεπιστέλλον μέλος τῆς Ἀκαδημίας Ὁμηρο Μάντη.....	21
ΚΟΛΛΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ. – Παρουσίαση τοῦ ξένου ἐταίρου κ. Bruce Beutler κατὰ τὴν ὑποδοχὴ του στὴν Ἀκαδημία.....	126
ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ. – Μαθηματικὴ μελέτη τοῦ χάους.....	165
ΚΟΥΝΑΔΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ. – Ἐξι ἀνέκδοτες ἐπιστολὲς τοῦ Κυπάρισσου Στέφανου πρὸς τὸν Gösta Mittag-Leffler.....	85
ΚΡΙΜΠΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ. – Νεκρολογία γιὰ τὸν ἀκαδημαϊκὸ Κων- σταντῖνο Στεφανῆ.....	187
ΝΑΝΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ. – Λόγος τοῦ ἀποχωροῦντος Προέδρου	9
ΝΙΚΙΑΣ ΧΡΥΣΟΣΤΟΜΟΣ Α. – Πανεπιστημιακὴ Παιδεία: Ἡ ἀναβά- πτιση τῶν κλασικῶν διαχρονικῶν ἀξιῶν στὴν ἐποχὴ τῶν τεχνολογικῶν ἐπαναστάσεων. Εἰσιτήριοις λόγος τοῦ ἀντεπιστέλλοντος μέλους κατὰ τὴν ὑποδοχὴ του στὴν Ἀκαδημία.....	151
ΡΟΥΣΣΟΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ. – Νεκρολογία γιὰ τὸ ἀντεπιστέλλον μέλος τῆς Ἀκαδημίας Παναγιώτη Ἱατρίδη.....	185

ΣΚΑΡΒΕΛΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ. – Νεώτερες μορφές πολέμου	33
ΦΙΛΗ ΧΡΙΣΤΙΝΑ, βλέπε ΚΟΥΝΑΔΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ	85
ΦΩΚΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ. – Νεκρολογία για τὸ ἀντεπιστέλλον μέλος τῆς Ἀκαδημίας Tom Apostol	123
ΦΩΚΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ. – Παρουσίαση τοῦ ἀντεπιστέλλοντος μέλους κ. Χρυσόστομου Λ. Νικία κατὰ τὴν ὑποδοχὴ του στὴν Ἀκαδημία.....	144
ΦΩΚΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ. – Νεκρολογία για τὸ ἀντεπιστέλλον μέλος τῆς Ἀκαδημίας Χριστόδουλο Φλούδα.....	186
ΧΑΡΣΟΥΛΑ ΜΙΡΕΛΛΑ, βλέπε ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ	165
ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΥ ΛΟΥΚΑΣ Γ. – Πορίσματα καὶ εἰσηγήσεις ἡμερίδας «Ἐνέργεια καὶ ἀναπτυξιακὸς σχεδιασμὸς στὴν Ἑλλάδα»	23
ΕΚΘΕΣΕΙΣ ΠΕΠΡΑΓΜΕΝΩΝ ΤΩΝ ΚΕΝΤΡΩΝ ΕΡΕΥΝΗΣ	
Κέντρον Ἐρευνῶν Ἀστρονομίας καὶ Ἐφηρμοσμένων Μαθηματικῶν	191
Κέντρον Ἐρεύνης Φυσικῆς τῆς Ἀτμοσφαιρας καὶ Κλιματολογίας.....	192
Κέντρον Ἐρευνῶν Θεωρητικῶν καὶ Ἐφηρμοσμένων Μαθηματικῶν.....	193

Έκδοτική Παραγωγή



ΕΠΤΑΛΟΦΟΣ Α.Β.Ε.Ε.

Άρδηττού 12-16, 116 36 Άθήνα
Τηλ.: 210.921.7513, 210.921.4820 • Fax: 210.923.7033
www.eptalofos.gr • e-mail: info@eptalofos.gr

