

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΑΘΗΝΩΝ

ΠΡΑΚΤΙΚΑ
ΤΗΣ
ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΕΤΟΣ 2008: ΤΟΜΟΣ 83ος

ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟΝ
ΤΑΞΙΣ ΤΩΝ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ



ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ

ΓΡΑΦΕΙΟΝ ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

2008

ΠΡΑΚΤΙΚΑ

ΤΗΣ

ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΕΤΟΣ 2008: ΤΟΜΟΣ 83ος

ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟΝ
ΤΑΞΙΣ ΤΩΝ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ



ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ

ΓΡΑΦΕΙΟΝ ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

2008

ΑΚΑΔΗΜΙΑ



ΑΘΗΝΩΝ

ISSN 0369-8106

ΠΡΑΚΤΙΚΑ

ΤΗΣ

ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΔΡΑΚΑΤΟΥ

ΠΙΝΑΞ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

τοῦ ΠΓ' - 2008 Τόμου τῶν Πρακτικῶν

ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

	Σελ.
ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 26ΗΣ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2008	9
ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 11ΗΣ ΜΑΡΤΙΟΥ 2008	21
ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 18ΗΣ ΜΑΡΤΙΟΥ 2008	37
ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 24ΗΣ ΜΑΡΤΙΟΥ 2008	87
ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 15ΗΣ ΑΠΡΙΛΙΟΥ 2008	89
ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 20ΗΣ ΜΑΪΟΥ 2008	117
ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 29ΗΣ ΜΑΪΟΥ 2008	147
ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 3ΗΣ ΙΟΥΝΙΟΥ 2008	165
ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 10ΗΣ ΙΟΥΝΙΟΥ 2008	177
ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 9ΗΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2008	179
ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 21ΗΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2008	187
ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 4ΗΣ ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 2008	209
ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 30ΗΣ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 2008	227
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟΝ ΚΑΤΑ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ	305

ΔΗΜΟΣΙΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 26ΗΣ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2008

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΗΣ

ΟΜΙΛΙΑ ΤΟΥ ΑΝΤΕΠΙΣΤΕΛΛΟΝΤΟΣ ΜΕΛΟΥΣ

κ. ΕΥΣΤΑΘΙΟΥ Δ. ΜΠΟΥΡΟΔΗΜΟΥ

Ἡ Εὐρωπαϊκὴ Ἐνωση ἐπεδίωξε, στὴ Σύνοδο τῶν Βρυξελλῶν τὸν Μάρτιο τοῦ 2007, βιώσιμη κοινὴ ἐνεργειακὴ πολιτικὴ καὶ θέσπιση κοινῶν εὐρωπαϊκῶν στόχων, ἀφ' ἑνὸς γιὰ τὴ μείωση τῆς συνολικῆς κατανάλωσης ἐνέργειας μέχρι καὶ 20% ἕως τὸ 2020, ἀφ' ἑτέρου τὴ σοβαρὴ προώθηση καθαρῶν ἐνεργειακῶν πηγῶν (1).

Ὁ Διεθνὴς Ὄργανισμὸς Ἐνέργειας (IEA) στὴν 32χρονη ἱστορία του συνέστησε στὴν τελευταία του ἔκθεση (World Energy Outlook 2006) τὴ χρῆση πυρηνικῆς ἐνέργειας γιὰ πρώτη φορά, καὶ μὲ χρῆση ἀνανεώσιμων πηγῶν (μὴ ρυπαινοσῶν), γιὰ τὴ μείωση τῆς ἐκπομπῆς τῶν ρύπων ἀφ' ἑνὸς, καὶ τὴν ἀπεξάρτηση ἀπὸ τὸ πετρέλαιο, τὸ κάρβουνο καὶ τὸ φυσικὸ ἀέριο ποὺ ρυπαίνουν, ἀφ' ἑτέρου (2, 3).

Στὸ δρόμο ποὺ χάραξε ὁ Διεθνὴς Ὄργανισμὸς Ἐνέργειας (IEA), φαίνεται νὰ κινεῖται καὶ ἡ Εὐρωπαϊκὴ Ἐνωση, ἡ ὁποία βλέπει τὴ χρῆση τῆς πυρηνικῆς ἐνέργειας καὶ τὶς ἀνανεώσιμες πηγές ὡς βασικοὺς ἄξονες γιὰ τὴν ἀσφάλεια ἐνεργειακοῦ ἐφοδιασμοῦ καὶ ἀπεξάρτησης ἀπὸ τοὺς ρυπαίνοντες ὑδρογονάνθρακες. Ἡ Εὐρωπαϊκὴ Ἐνωση προωθεῖ σήμερα μίαν νέα ἐνεργειακὴ καὶ οἰκολογικὴ στρατηγικὴ, μίαν βιομηχανικὴ ἐπανάσταση μὲ «πράσινες ἀποχρώσεις», ὥστε νὰ περιοριστεῖ ἡ αὐξηση καυσαερίων καὶ ρύπων, καὶ νὰ τονωθεῖ ἡ ἀνταγωνιστικότητά τῶν βιομηχανιῶν παραγωγῆς, εἰδῶν ἐμπορίου, κατανάλωσης καὶ ἐξαγωγῶν (4).

Ἀναφύεται ἓνα σοβαρὸ θέμα, πὸ ἀποτελεῖ κορυφαία προτεραιότητα σήμερα: Ἡ στήριξη τῆς ἐνεργειακῆς ἀσφάλειας καὶ τῆς οἰκολογικῆς στρατηγικῆς, ἐν ὄψει τοῦ κινδύνου τῆς ἐπερχόμενης σοβαρῆς κλιματικῆς ἀλλαγῆς (5).

Ἀφ' ἐνὸς ἡ Ρωσία καλύπτει περίπου τὸ ἓνα τέταρτο τῶν ἀναγκῶν τῆς Εὐρώπης σὲ πετρέλαιο, καὶ τὸ ἥμισυ τοῦ πετρελαίου αὐτοῦ διέρχεται ἀπὸ τὸν ἀγωγὸ Ντρούζμπα («ἀγωγὸς φιλίας»).

Ἀφ' ἐτέρου ἡ ἄνοδος ξανὰ τῶν τιμῶν τοῦ πετρελαίου, πὸ ξεπέρασε τὴν τιμὴ τῶν 100 δολαρίων τὸ βαρέλι – ἀπὸ τὰ 78 δολάρια τὸ καλοκαίρι τοῦ 2006 – ἐπροβλημάτισε ἔντονα τὶς χῶρες τοῦ ΟΠΕΚ.

Τὰ Ἑνωμένα Ἀραβικὰ Ἐμιράτα συζήτησαν ἤδη περαιτέρω περικοπὲς παραγωγῆς, ἔχοντας συμφωνήσει, τὸν Δεκέμβριο τοῦ 2006, τὴ μείωση τῆς παραγωγῆς κατὰ 500.000 βαρέλια ἡμερησίως.

Κατόπιν τῶν ἀνωτέρω, ἀποτελεῖ γεγονὸς ὅτι ἡ ὑπάρχουσα σήμερα σοβαρὴ ἀναστάτωση καὶ ἀναταραχὴ στὰ προβλήματα ἐνέργειας καὶ πετρελαίου, καὶ ἡ ἐνεργειακὴ ἀπειλὴ ἐξωθεῖ τὴν Εὐρώπη καὶ τὶς Ἑνωμένες Πολιτεῖες στὴν ἀναζήτηση πυρηνικῆς λύσης – πὸ εἶχε σχεδὸν ἀποκλεισθεῖ πρὶν μιὰ δεκαετία – καὶ μαζί σοβαρὴ προώθηση μεγεθῶν, τῶν ἐναλλακτικῶν, μὴ ρυπαινοσῶν, πηγῶν ἐνέργειας, ὅπως ἡ πυρηνικὴ, ἡ ἥλιακὴ καὶ ἡ αἰολικὴ ἐνέργεια, ἡ ἐνέργεια τοῦ ὕδρογόνου, τῆς γεωθερμίας, τῶν παλιρροιῶν, τῆς βιομάζας καὶ τοῦ ethanol.

Πιθανὲς συστάσεις καὶ προδιαγραφές πὸ μπορῶ σήμερα νὰ προτείνω εἶναι οἱ ἀκόλουθες (6):

1. Γιὰ τὶς κατασκευαστικὲς ἐταιρεῖες τονίζεται ὡς ἀπαραίτητὴ ἡ ἐγκατάσταση τεχνολογιῶν ἐξοικονόμησης ἐνέργειας σὲ μεγαλύτερες κλίμακες γραφειακῶν χώρων, νέων ἀνεγειρομένων καὶ ἀνακαινιζόμενων κατοικιῶν.
2. Αὐστηρότερες προδιαγραφές στὶς ἐταιρεῖες ἠλεκτρονικῶν εἰδῶν γιὰ κατασκευὴ καὶ σήμανση προϊόντων πὸ ἐξοικονομοῦν ἐνέργεια.
3. Καθορισμὸς στόχων, ὥστε οἱ ἐταιρεῖες ἠλεκτρικῆς ἐνέργειας νὰ καταναλίσκουν καύσιμα καὶ νὰ διανέμουν ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια ἀποδοτικότερα, καθὼς καὶ νὰ συνδεθῶν μὲ ἀνανεώσιμες πηγές ἐνέργειας, ὅπως εἶναι τὰ φωτοβολταϊκὰ συστήματα, τὸ ὕδρογόνο καὶ οἱ ἀνεμογεννήτριες.
4. Κίνητρα γιὰ τὴ βιομηχανία καὶ τοὺς παραγωγοὺς ἐνέργειας νὰ δεσμεύσουν καὶ νὰ ἀποθηκεύσουν τοὺς παραγόμενους ρύπους.

5. Αυστηρότερες προδιαγραφές για τις αυτοκινητοβιομηχανίες και χρήση μεγαλύτερων ποσοτήτων βιοκαυσίμων και ethanol στις μεταφορές.

Σαφείς είναι οι εισηγήσεις και τα συμπεράσματα της ημερίδας της 3.11.2006 της Έπιτροπής Ενέργειας της Ακαδημίας Αθηνών. Οι εισηγήσεις - προτάσεις προς την Πολιτεία είναι:

α) Ταχεία αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

β) Η εξοικονόμηση ενέργειας, ως η πλέον σημαντική ενδογενής, οικονομικά (άποδοκτη) άποδοτική και περιβαλλοντικά φιλική, πηγή ενέργειας.

γ) Η αξιοποίηση του επιστημονικού και τεχνολογικού δυναμικού της χώρας στο πλαίσιο ενός στρατηγικού σχεδιασμού για την ενέργεια.

δ) Η δημιουργία συνείδησης και συλλογικής ύπευθυνότητας για την ενέργεια και το περιβάλλον (7).

Οι συστάσεις της Ακαδημίας Αθηνών και οι εισηγήσεις προς την Πολιτεία στο πλαίσιο ολοκληρωμένης ενεργειακής πολιτικής είναι: Συνεχής και λεπτομερής διαφώτιση και εξειδικευμένη πληροφόρηση του πολίτη σε θέματα ενεργειακής αποδοτικότητας, εξοικονόμησης ενέργειας και περιβαλλοντικών επιπτώσεων σχετιζόμενων με την ενέργεια (4). Απόκτηση παιδείας και δημιουργία συνείδησης στα θέματα ενέργειας – με έντατικές και συντονισμένες προσπάθειες, ειδικά πρακτικά προγράμματα και διαλέξεις στα σχολεία όλων των βαθμίδων, σε ιδρύματα, οργανισμούς, Έκκλησία. Ένισχυση εταιρειών ενεργειακών υπηρεσιών, που θα συστεγάζονται με έρευνητικά κέντρα, συνδέσμους της Ελληνικής βιομηχανίας, επιμελητήρια και φορείς πιστοποίησης.

Ίδιαίτερα τονίζει η Ακαδημία Αθηνών:

α) Να προωθηθεί δυναμικά η επιστήμη και η τεχνολογία της ενέργειας.

β) Να επικεντρωθεί η προσπάθεια της χώρας σε τομείς στους οποίους υπάρχουν δυνατότητες μεγάλης και άμεσης εξοικονόμησης ενέργειας (κτίρια/σπίτια, κρατικοί και δημόσιοι χώροι), στη βελτίωση του βαθμού απόδοσης των σταθμών παραγωγής, τη μείωση των απωλειών μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, τη μείωση απωλειών ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση συσκευών χαμηλής ηλεκτρικής κατανάλωσης και το συστηματικό έλεγχο καλής λειτουργίας όχημάτων και μηχανών. Σύμφωνα με τα πορίσματα της Ακαδημίας Αθηνών, η πορεία της δημόσιας υγείας και της οικολογικής ισορρο-

πίας σήμερα και αύριο, σε ώρα συγκρούσεων και διαταραχών, βιώνουν «κρίσιμα αδιέξοδα» και σοβαρά «διλήμματα» επιβιώσεως (7).

Τὰ σοβαρά ἐρωτήματα πού θέτει ἄμεσα ἡ κρίσιμη ὥρα εἶναι: Τί μποροῦμε νὰ ἀναμένουμε γιὰ τὸ μέλλον τῆς ζωῆς καὶ τῆς πορείας τῆς Εὐρώπης καὶ τοῦ πλανήτη μας; Ποιὸ μπορεῖ νὰ εἶναι τὸ αὐριο τῆς ἀνθρώπινης ζωῆς καὶ τῶν φυσικῶν οἰκοσυστημάτων στὴν τραγικὴ ἱστορικὴ συγκυρία «ἀδιεξόδων» πού ζοῦμε σήμερα; Ποιὸ εἶναι σήμερα τὸ χρέος τῆς Πολιτικῆς (τῆς ἀληθινῆς καὶ μεγάλης Πολιτικῆς), τῆς ἐπιστήμης καὶ τῆς τεχνικῆς; Ὑπάρχει ἐλπίς; Ποιὸ εἶναι τὸ χρέος μας, ὡς ὑπεύθυνων πολιτῶν καὶ ὡς Πολιτείας ἔναντι τῶν ἐπερχόμενων γενεῶν, ἐν ὄψει τῶν σημερινῶν κινδύνων, τῶν διλημμάτων καὶ ἀδιεξόδων;

Ἡ ἀπάντηση εἶναι ἄμεση καὶ κατηγορηματικὴ:

Ἀσφαλῶς ὑπάρχει ἐλπίς, ἂν πράξουμε ὡς Πολίτες καὶ ὡς Πολιτεία τὸ ἔργο καὶ τὸ χρέος μας, μὲ γνώση οὐσιαστικῆ τῶν προβλημάτων, τῶν ἀδιεξόδων καὶ διλημμάτων, καὶ ἐπίγνωση ἱστορικῆς καὶ ἠθικῆς εὐθύνης.

Ἀσφαλῶς ὑπάρχει ἐλπίς, ἂν οἱ ἐπιστήμονες καὶ οἱ ἡγέτες τῆς Εὐρώπης καὶ τοῦ Κόσμου πράξουν τὸ χρέος τους πρὸς τὴν Ἐπιστήμη, μὲ συστάσεις καὶ χρηματικὴ ἐπιχορήγηση, πού σημαίνει νὰ κάνουν τὸ χρέος τους πρὸς τὴ ζωὴ, τὴν ἀλήθεια καὶ τὴν ἀρετὴ, πού εἶναι ἡ μέγιστη δικαίωσή της.

Τέλος, ἂν ἡ μεγάλη Πολιτικὴ καὶ Ἐπιστήμη, ὡς παιδαγωγία καὶ πνευματικὴ ἡγεσία τοῦ ἀνθρώπου, ἀγνοήσῃ τὰ συμφέροντα τοῦ ἐμπορίου καὶ τῆς συναλλαγῆς, καὶ τελέσῃ τὸ καθήκον της ἔναντι τῆς ἱστορίας καὶ τῆς πορείας ἔργου πολιτισμοῦ στὸν αἰῶνα μας (8).

Τὸ κάρβουνο (coal) παράγει τὴ μεγαλύτερη ποσότητα διοξειδίου τοῦ ἀνθρακα (CO₂). Σήμερα τὸ κάρβουνο καὶ τὸ πετρέλαιο παράγουν τὸ 40% τῶν ἐκροῶν CO₂ στὸν πλανήτη, ἀλλὰ στὸ τέλος τοῦ 21ου αἰῶνα τὸ μέγεθος παραγωγῆς θὰ διπλασιασθῇ περίπου στὸ 80%.

Ἀκόμη καὶ μὲ σημαντικὴ αὔξηση παραγωγῆς ἐνεργείας ἠλιακῆς, αἰολικῆς, πυρηνικῆς καὶ βιομάζας, ἡ παγκόσμια οἰκονομία καὶ παραγωγὴ θὰ στηρίζεται – ὡς τὸ τέλος τοῦ 21ου αἰῶνα – στὴν παραγωγὴ ἐνέργειας ἀπὸ τὸ κάρβουνο, ἰδιαίτερα ἀπὸ χῶρες πού ἔχουν τὸ 75% τοῦ συνόλου τοῦ ἀνθρακα, ὅπως ἡ Ἀμερικὴ, ἡ Ρωσία, ἡ Κίνα, οἱ Ἰνδίες καὶ ἡ Αὐστραλία. Ἄς τονισθῇ πῶς, ἐνῶ τὸ πετρέλαιο καὶ τὸ φυσικὸ ἀέριο ἔξαντλοῦνται κατὰ σημαντικὸ μέγεθος ὡς τὸ τέλος τοῦ αἰῶνα, ὑπάρχουν σήμερα, στίς χῶρες πού ἀναφέρονται ἀνωτέρω, ἀποθέματα κάρβουνο, πού θὰ κρατήσουν πέραν τοῦ 21ου αἰῶνα.

Οί περισσότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας συζητούνται σήμερα στον «έμπορικό χώρο». Ένα εξίσου μεγάλο τμήμα, που έχει ήδη καθιερωθεί, αναφέρεται κυρίως στο βραζιλιανό πρόγραμμα του ethanol, που ουσιαστικά χρησιμοποιείται επιτυχώς τα τελευταία τριάντα χρόνια, που «έσωσε» τη Βραζιλία από ενεργειακή συμφόρηση, έλλειψι κλασικών ενεργειακών πόρων. Η παγκόσμια ετήσια αγορά ήλιακής ηλεκτρικής ενέργειας έχει κόστος δέκα δισεκατομμύρια δολάρια και αυξάνεται σε μεγέθη 30% το χρόνο.

Για το λόγο αυτό η ήλιακή ενέργεια πρέπει να «παράγεται» και να «διατίθεται» στην αγορά σ' αυτό το πλαίσιο ανταγωνισμού τιμών και «διαθεσιμότητας».

Πρόσφατη έκδοση του περιοδικού *Science* (9 Φεβρουαρίου 2007), αφιερωμένο κυρίως σε θεωρητικές μελέτες και έρευνες ευεργετικές, έχει τίτλο *Sustainability and Energy* (Αειφορία και Ενέργεια) (8). Ξεχωρίσαμε τέσσερα άρθρα έρευνητών σε θέματα ενεργειακά, που δίνουν βαθύτερη και συμπληρωματική τοποθέτηση στην παρουσίαση του θεματός μας για τον ενεργειακό σχεδιασμό. Είναι τα κείμενα των: 1) Daniel P. Schrag, Preparing to Capture Carbon, 2) Tarig Rauf, Treading the Nuclear Fuel Cycle Minefield, 3) José Goldemberg, Ethanol for a Sustainable Energy Future, 4) Nathan S. Lewis, Toward Cost-Effective Solar Energy Use.

Ο Διευθυντής M. ElBaradei του Διεθνούς Όργανισμού Ατομικής Ενέργειας (International Atomic Energy Agency, IAEA) και οί επιστήμονες του όμίλου τονίζουν πώς η δυνατότης ατομικών όπλων μπορεί να άπλωθει σε τριάντα ακόμη χώρες στις επόμενες δεκαετίες, εάν το εμπόριο του «πυρηνικού ύλικού» (nuclear fuel) άπλωθει σ' όλες τις χώρες. Ο ElBaradei υποστηρίζει πώς χρειάζεται, για να μην ξεφεύγει, η τεχνολογία της πυρηνικής παραγωγής να παραμείνει στον έλεγχο της Διεθνούς Επιτροπής Ατομικής Ενέργειας ώστε να μην υπάρχει η δυνατότης παραγωγής όπλων και έργων πυρηνικής παραγωγής.

Ο José Goldemberg αναπτύσσει στο δοκίμίο του Ethanol for a Sustainable Energy Future τη θέση πώς οί ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι η πιο ουσιαστική ενεργειακή πρακτική για μιá βιώσιμη ανάπτυξη, για την υποβοήθηση της ύπαρξης των αποθεμάτων των κλασικών πηγών ενέργειας (fossil fuel reserves) και την αντιμετώπιση των άπειλών της κλιματικής άλλαγής (address the threats of climate change). Οί περισσότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας συζητούνται σήμερα στον «έμπορικό χώρο».

Ένα εξίσου μεγάλο τμήμα που έχει ήδη καθιερωθεί αναφέρεται κυρίως στο βραζιλιανό πρόγραμμα του ethanol, που ουσιαστικά χρησιμοποιείται επιτυχώς τα τελευταία χρόνια, το οποίο «έσωσε» τη Βραζιλία από ενεργειακή συμφόρηση έλλειψης κλασικών ενεργειακών πόρων.

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς του Goldemberg, οι κλασικές πηγές ενέργειας (πετρέλαιο, κάρβουνο και φυσικό αέριο) αντιπροσωπεύουν σήμερα το 80,1% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής και διαθεσιμότητας ενεργειακών πηγών, με το 6,33% που παρέχει η πυρηνική παραγωγή και 13,6% οι λοιπές ανανεώσιμες πηγές. Η παραγωγή ethanol (από την παραγωγή sugarcane για παραγωγή ζάχαρης) σήμερα απαιτεί καλλιέργεια είκοσι έκτα. έκταριων. Μπορούμε με πρόσθετη καλλιέργεια (30 έκτα. έκταριων γης στη Βραζιλία και σε άλλες χώρες για την παραγωγή ethanol) να φθάσουμε στο 10% ισοδύναμης παραγωγής βενζίνης, που σήμερα καταναλώνουμε παγκοσμίως.

Ο Nathan S. Lewis, σ' ένα σημαίνον δοκίμιό του με τίτλο Toward Cost - Effective Solar Energy Use, θεωρεί ότι ίσως το πρόβλημα των τεχνολογιών μετατροπής και χρήσεων της ηλιακής ενέργειας αποτελεί το θεμέλιο της επιτυχίας.

Η ευρωπαϊκή πολιτική για την Ένέργεια και την Προστασία του Κλίματος και του Περιβάλλοντος συζητήθηκε έντονα στην εαρινή Σύνοδο της Ευρωπαϊκής Ένωσης στις Βρυξέλλες την 8η και 9η Μαρτίου 2007 με καθορισμό (4) τεσσάρων δεσμευτικών ποσοτικών στόχων σε κοινοτικό επίπεδο για το έτος 2020:

1. Μείωση 20% των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου σε σχέση με τα επίπεδα του 1990.
2. Συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών (ΑΠΕ) στην κάλυψη της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης.
3. Έξοικονόμηση ενέργειας 20% σε σχέση με το σενάριο πλήρους εφαρμογής των ήδη θεσμοθετημένων κοινοτικών πολιτικών δράσεων και μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.
4. Συμμετοχή 10% των βιοκαυσίμων, σε ενεργειακή βάση, στη συνολική κατανάλωση καυσίμων μεταφορών (ο στόχος αυτός εφαρμόζεται για κάθε κράτος - μέλος χωριστά).

Οι ως άνω τέσσερις ποσοτικοί στόχοι για το 2020 είναι παράλληλοι και στρατηγικά ισοδύναμοι, «συσχετίζονται» όμως και μπορούν να «συνεργάζο-

νται» στο πλαίσιο υλοποίησης της νέας ολοκληρωμένης κλιματικής και ενεργειακής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης (EPE – Energy Policy for Europe – European Action Plan 2007-2009).

Κανένας από τους τέσσερις στόχους δὲν ὑπερτερεῖ τῶν ἄλλων, ὁ καθένας ὑφίσταται μόνος του.

Οἱ κορυφαῖες προκλήσεις τῆς κρίσιμης ὥρας τῆς Ἱστορίας μποροῦν νὰ συνοψισθοῦν ὡς ἐξῆς στὰ προβλήματα τῆς οἰκολογικῆς στρατηγικῆς. Εἶναι ἡ ἀπειλὴ ριζικῆς οἰκολογικῆς ἀνατροπῆς ρύπανσης-μόλυνσης καὶ αὐξήσης τῆς θερμοκρασίας τοῦ πλανῆτη καὶ ὁ ὑπερπληθυσμὸς ποὺ πρέπει νὰ ἀνακοπεῖ:

- Κάθε χρόνο 130.000.000 ἄχρηστα κινητὰ τηλέφωνα δημιουργοῦν περίπου 60.000 τόνους τοξικὰ ἀπόβλητα, ἐνῶ ὁ πληθυσμὸς τῆς Γῆς παράγει 300.000.000 τόνους σκουπίδια τὴν ἡμέρα, ποὺ πρέπει νὰ διαχωρισθοῦν σὲ χρήσιμα ἀνανεώσιμα ὑλικά καὶ τὰ ὑπόλοιπα νὰ ἀποτεφρωθοῦν γιὰ παραγωγή ἐνέργειας, χωρὶς νὰ ὀδηγοῦν στὴν καταστροφικὴ κάμψη τοῦ οἰκολογικοῦ ἴστου.
- Κάθε χρόνο, μόνο στὴν Ἰσπανία, περίπου 70.000 παιδιὰ δηλητηριάζονται ἀπὸ τὸ μόλυβδο τῶν καυσαερίων. Ἀνάλογη εἶναι ἀσφαλῶς ἡ τύχη ἑκατοντάδων χιλιάδων παιδιῶν στὸν πλανῆτη μας ἀπὸ παρόμοια δηλητηρίαση.
- Κάθε εἰκοσιτετράωρο, σύμφωνα μὲ ἐκτίμηση τῆς Παγκόσμιας Ὀργάνωσης Ὑγείας, 3.500 μωρὰ πεθαίνουν ἀπὸ ἀρρώστιες ποὺ οφείλονται στὴ ρύπανση τοῦ περιβάλλοντος.
- Σήμερα τὸ 25% τῶν θηλαστικῶν καὶ τὸ 12% τῶν πτηνῶν τοῦ πλανῆτη μας ἀπειλοῦνται σοβαρὰ μὲ ἄμεση ἐξαφάνιση.

Ἡ UNICEF ὑποστηρίζει – σύμφωνα μὲ πρόσφατη ἀνακοίνωση – πὼς ἡ ἐνσωμάτωση βασικῶν ὑπηρεσιῶν σὲ ἐπίπεδο κοινότητας γιὰ μητέρες, νεογέννητα καὶ μικρὰ παιδιὰ, καὶ οἱ βιώσιμες βελτιώσεις στὰ ἐθνικὰ συστήματα ὑγείας μποροῦν νὰ σώσουν τὴ ζωὴ πολλῶν ἀπὸ τὰ περισσότερα 26.000 παιδιὰ κάτω τῶν 5 ἐτῶν, ποὺ πεθαίνουν κάθε μέρα.

Ὁ στόλος τῶν αὐτοκινήτων ποὺ κινοῦνται σήμερα, ὡς τὸ 2025 θὰ ἔχει ὑπερδιπλασιασθεῖ. Ἄς μὴν ξεχνοῦμε τὶς ἀναδυόμενες γιγάντιες ἀγορὲς τῶν ἀναπτυσσόμενων οἰκονομιῶν τῆς Κίνας καὶ τῶν Ἰνδιῶν ποὺ παράγουν φθηνὰ αὐτοκίνητα μὲ κατανάλωση βενζίνης.

Οί προτάσεις μας είναι:

Ἡ πυρηνική ἐνέργεια θεωρήθηκε καὶ παραμένει, μετὰ τὸν Β΄ Παγκόσμιον Πόλεμον καὶ τὴ φοβερὴ καταστροφὴ τῆς Χιροσίμα καὶ τοῦ Ναγκασάκι, ὡς ἡ πιθανὴ καὶ μεγάλη «λύση» τοῦ ἐνεργειακοῦ προβλήματος μετὰ τὴν ἐφαρμογὴ ἀλυσωτῆς πυρηνικῆς σχάσεως, ἀντὶ τῆς ἀπότομης καταστροφικῆς ἐκρήξεως τῆς πυρηνικῆς βόμβας. Οἱ πυρηνικοὶ σταθμοὶ παραγωγῆς ἐνέργειας πῆραν τὴ θέση τους ὡς «ἀνανεώσιμες πηγές», ἰδιαιτέρα μετὰ τὶς πετρελαϊκὰς κρίσεις τῆς δεκαετίας 1970-80. Ἔχουν δύο μεγάλα «πλεονεκτήματα»: (α) μποροῦν νὰ κατασκευάζονται σὲ μεγάλες μονάδες τῶν 1.000 ἢ 2.000 MW, (β) δὲν ἐκπέμπουν ἀέριο ρυπάνσεων.

Οἱ ἐπιστήμονες καὶ τεχνικοὶ τῆς Εὐρωπαϊκῆς Ἑνώσεως «μελετοῦν» τὶς ἐγκαταστάσεις - ἐργοστάσια πυρηνικῆς ἐνέργειας καὶ ὑδρογόνου, ἀκόμη καὶ σὲ περιοχὰς ἐντόνως σεισμικῆς. Στὴν περίπτωσιν αὐτῇ οἱ ἐγκαταστάσεις καὶ τὰ ἐργοστάσια πυρηνικῆς ἐνέργειας «θεμελιώνονται» σὲ ἐπιπλέοντες κατασκευὲς στὶς εἰδικὰς «κλίμες νεροῦ» (ὑπόγειες ἢ στὴν ἐπιφάνεια). Ἡ ὅλη κατασκευὴ «διασώζεται» τότε ἀπὸ τὴ σεισμικὴ δόνησιν, ἐφ' ὅσον εἶναι «ὑδάτινη» ἢ θεμελίωσιν τῶν σταθμῶν. Βεβαίως ἡ δαπάνη εἶναι σοβαρὴ.

Τὸ πλαίσιον τῆς νέας Εὐρωπαϊκῆς Ἑνεργειακῆς Πολιτικῆς περιλαμβάνει —ὅπως εἰπώθηκε— τὴν πυρηνικὴν ἐνέργειαν. Πρέπει ἐδῶ ἡ πολιτικὴ τῆς Εὐρωπαϊκῆς Ἑνώσεως νὰ λάβει σοβαρὰ ὑπ' ὄψιν ὅλα τὰ δεδομένα τῆς ἐμπειρίας καὶ γνώσεως τῶν ἐπιστημόνων τῶν τελευταίων δεκαετιῶν ποὺ εἶχαν «στρατευθεῖ» ἐξ ὀλοκλήρου κατὰ τῆς ἀνάπτυξης τῆς πυρηνικῆς ἐνέργειας —μεταξὺ τῶν ἐπιστημόνων καὶ ὁ ὁμίλων στὸ παρελθὸν ἀπὸ τοῦ βήματος τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν. Οἱ ἐπιστήμονες καὶ τεχνικοὶ τῆς Εὐρώπης καὶ τῶν ΗΠΑ πρέπει νὰ «δοῦν καὶ νὰ λύσουν» τὸ φοβερὸ «ἀδιέξοδον» καὶ «δῆλημμα» τῶν κινδύνων τῆς πυρηνικῆς ἐνέργειας καὶ τῶν εὐεργετημάτων τῆς στὸ ἐνεργειακὸ ἀδιέξοδον.

Πρέπει ἐδῶ νὰ ὑπογραμμισθοῦν τρία μεγάλα σημεῖα ὑψηλῆς ἐπικινδυνότητος γὰρ τὴν ἀνθρώπινον ζωὴν: Πρῶτον, ἡ δυνατότης κατασκευῆς πυρηνικῶν ὄπλων μαζικῆς καταστροφῆς. Δεύτερον, ἡ θανάσιμη ἐκπομπὴ ραδιενέργειας ἀπὸ τοὺς πυρηνικοὺς σταθμοὺς παραγωγῆς, ποὺ παραμένει ὡς διαρκῆς ἀπειλὴ ὑγείας καὶ ζωῆς γὰρ πολλὰς δεκαετίες —ἢ αἰῶνες— καὶ μετὰ τὴ διακοπὴ λειτουργίας τοῦ σταθμοῦ. Τρίτον, τὸ μεγάλο καὶ σχεδὸν ἄλυτον ὡς σήμερον πρόβλημα διάθεσης τῶν πυρηνικῶν ἀποβλήτων, ποὺ εἶναι μία συνεχῆς ἐστία ἐκπομπῆς ραδιενέργειας. Ὁ «ἀσφαλὴς ἐγκιβωτισμὸς» στοὺς

ειδικούς «ύποδοχείς» τῶν πυρηνικῶν αποβλήτων καὶ ὁ «ἐνταφιασμός» τους σὲ μεγάλα βάθη ἐρημικῶν περιοχῶν (Νεβάδα, Σαχάρα) καὶ σὲ ἄλλες χώρες εἶναι ἀδιανόητος ἀπὸ πλευρᾶς οἰκονομικῆς δαπάνης.

Ἡ πυρηνικὴ ἐνέργεια, ὅπως παρατηρεῖ ὀρθότατα ὁ καθηγητὴς καὶ Ἀκαδημαϊκὸς κ. Λουκᾶς Χριστοφόρου (9), δὲν αὐξήθηκε ὅσο εἶχε ἀρχικὰ προβλεφθεῖ, παρόλο ποὺ ἡ καύση τοῦ οὐρανίου δὲν παράγει ἀέρια θερμοκηπίου. Οἱ κύριοι λόγοι εἶναι τὸ σχετικὰ ὑψηλὸ ἀρχικὸ κόστος τῶν πυρηνικῶν σταθμῶν, οἱ φόβοι τῆς κοινωνίας σὲ ὅ,τι ἀφορᾷ στὴν ἀσφάλεια τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων, ἡ διαχείριση τῶν πυρηνικῶν αποβλήτων (nuclear waste) καὶ ἡ ἐξάπλωση (proliferation) τῶν πυρηνικῶν ὕλικῶν καὶ ὄπλων.

Ὡς δεύτερη ἐναλλακτικὴ λύση, ἐκτὸς τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων, προτείνεται ἡ λύση ὕδρογόνου. Τὸ ὕδρογόνο ἀποτελεῖ μιὰ μεγάλη – ὅπως καὶ ἡ πυρηνικὴ ἐνέργεια – μὴ ρυπαίνουσα ἐνεργειακὴ πηγή. Ὁ συνδυασμὸς τῶν δύο μπορεῖ νὰ καλύψει ὅλα σχεδὸν τὰ ἀδιέξοδα τοῦ Ἐνεργειακοῦ Σχεδιασμοῦ τῆς Εὐρωπαϊκῆς Ἐνωσης καὶ τοῦ κόσμου σήμερα. Τὸ ὕδρογόνο παράγεται μὲ τὴν ἠλεκτρόλυση τοῦ νεροῦ καὶ χρῆση κατὰ κανόνα ἠλιακῆς ἐνέργειας. Εἶναι μιὰ πηγή στὴν ὁποία ἡ Εὐρωπαϊκὴ Ἐνωση καὶ οἱ ΗΠΑ πρέπει νὰ δώσουν κορυφαία προσοχή. Εἶναι ἀνανεώσιμη καὶ μπορεῖ στὴ μετα-πετρελαϊκὴ ἐποχὴ νὰ ἀντικαταστήσει καὶ τὸ φυσικὸ ἀέριο. Ἡ οἰκονομία τοῦ ὕδρογόνου καὶ ἡ πυρηνικὴ ἐνέργεια ἀσφαλῶς μποροῦν νὰ στηριξοῦν τὸ ἐνεργειακὸ μέλλον τῆς Εὐρώπης καὶ τοῦ πλανήτη.

Εἶναι τὸ ὕδρογόνο μιὰ ἀκένωτη πηγή, ἐφόσον ὑπάρχει τὸ νερὸ τῶν ὠκεανῶν. Ἡ μεταφορὰ του, μὲ σοβαρὲς καὶ ἀναγκαῖες συμπληρωματικὲς τεχνολογικὲς βελτιώσεις ἀσφάλειας, μπορεῖ νὰ ἐπιτευχθεῖ μὲ τὰ ὑπάρχοντα δίκτυα τοῦ φυσικοῦ ἀερίου. Ὑδροπονημένο ὕδρογόνο μπορεῖ νὰ χρησιμοποιηθεῖ γιὰ αὐτοκίνηση μὲ ἀλλαγὲς τῶν μηχανῶν ἐσωτερικῆς καύσης. Παρουσιάζει τριπλάσια ἀπόδοση σὲ σχέση μὲ τὴ βενζίνη. Ἦδη γίνεται σοβαρὴ ἔρευνα ἐφαρμογῆς στὸ Πανεπιστήμιο τῆς Πάτρας.

Ἡ Σαουδικὴ Ἀραβία – ἡ μεγαλύτερη πετρελαιοπαραγωγὸς χώρα τοῦ κόσμου – ἀπὸ τὸ 1985 ἔχει κατασκευάσει τεράστια ἠλιακὰ κάτοπτρα γιὰ τὴν ἠλεκτρόλυση καὶ παραγωγή ὕδρογόνου, ἐνῶ στὴν Ἴσλανδία τὰ λεωφορεῖα καὶ τὰ αὐτοκίνητα κυκλοφοροῦν σήμερα μὲ τὴ χρῆση ὕδρογόνου. Ἡ Ἴσλανδία προγραμματίζει πὼς τὸ 2010 θὰ ἔχει περάσει ἐξ ὀλοκλήρου στὴν Οἰκονομία Ὑδρογόνου. Σήμερα ἡ Motor Oil παράγει κάθε μέρα ὕδρογόνο, ποὺ μπορεῖ νὰ κινήσει 100.000 αὐτοκίνητα. Τὸ στοίχημα τοῦ Ὑδρογόνου

και της Πυρηνικής Ενέργειας πρέπει να κερδηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση και τις ΗΠΑ, για να σωθεί η ευρωπαϊκή οικονομία και οι λαοί της Ευρώπης, των ΗΠΑ και του κόσμου από την έλλειψη ενεργειακών πηγών, των κατοίκων της και των οικοσυστημάτων από τη θανάσιμη ρύπανση-μόλυνση (10).

Κλείνοντας θα αναφερθούμε και σε άλλες πηγές ενέργειας:

Αιολική ενέργεια: Ο Όμηρος είχε περιγράψει τη φοβερή δύναμη της αιολικής ενέργειας στα Έπη του. Στη μέν Ιλιάδα, με τη θυσία της Ίφιγένειας, που αποφασίστηκε από την έλλειψη ανέμων, και στις περιπέτειες του Όδυσσέα από τους δυνατούς ανέμους, που οδηγούσαν το πλοίο του σε άλλους προορισμούς από την επιθυμητή Ίθάκη.

Ός γνωστόν, οι δυνάμεις του ανέμου και των κυμάτων μπορεί να χρησιμοποιηθούν στη δημιουργία ενέργειας και οικολογικής στρατηγικής.

Ός αρνητικά μπορούν να αναφερθούν η όπτική ρύπανση, ο σχετικός θόρυβος, ή δύσκολη ανεύρεση ένδεικνύμενων χώρων μεγάλης έκτασης στα ακριβά ελληνικά νησιά, στη στεριά ή σε θαλάσσια πάρκα.

Ηλιακή ενέργεια: Παράγεται με κάτοπτρα, που συγκεντρώνουν τη θερμότητα των ηλιακών ακτίνων. Δέ ρυπαίνουν ήχητικά και δέν παράγουν καυσαέρια.

Χρειάζονται μεγάλες εκτάσεις για την εγκατάσταση των κατόπτρων.

Οί θερμές χώρες, όπως η Ελλάδα, οί Μεσογειακές και Αφρικανικές χώρες διαθέτουν αυτό το αγαθό, τον ήλιο!

Γεωθερμία: Με γεωτρήσεις σε μεγάλα, αλλά πολλές φορές και μικρότερα, βάθη της γης τοποθετούμε ειδικούς αγωγούς και δημιουργούμε ενέργεια στην επιφάνεια της γης. Το κόστος της γεώτρησης και των εγκαταστάσεων στα ειδικά σημεία και ή μεταφορά σε ειδικούς σταθμούς διανομής ενέργειας εξαρτάται από το βάθος της γεώτρησης. Χρησιμοποιείται κυρίως στα θερμοκήπια.

Ethanol: Μπορεί να αντικαταστήσει τη βενζίνη στους κινητήρες. Παράγεται από ζαχαροκάλαμο-τεύτλα και βιομάζα, με ειδική χημική επεξεργασία.

Οί ως άνω αναφερθείσες εφαρμογές είναι στρατηγικά ισόδυναμες, συσχε-

τίζονται και μπορούν να «συνεργαστούν» στα πλαίσια υλοποίησης της ολοκληρωμένης οικολογικής και ενεργειακής στρατηγικής της Ευρώπης αλλά και επέκεινα του πλανήτη μας σήμερα.

Κάθε οικολογική στρατηγική πλέον πρέπει να βασίζεται μόνο στη σωστή εφαρμογή και παραγωγή ενέργειας, για να σωθεί η Γαία μας.

Ο ενεργειακός σχεδιασμός του 21ου αιώνα με βάση την πυρηνική ενέργεια και το υδρογόνο αποτελεί κομβικό στοιχείο και όργανο ενός οικουμενικού επιτελικού σχεδιασμού ειρηνικής συνεργασίας και λαών για τη σωτηρία της φύσης, του ανθρώπου και των αξιών πολιτισμού.

Τά «αδιέξοδα» και «διλήμματα» μπορούν να αντιμετωπισθούν σε ένα πλαίσιο επιστημονικής θεμελίωσης και στήριξης του οικολογικού και ενεργειακού σχεδιασμού ως πράξη αυτογνωσίας και ως αυθεντική οργάνωση και καθιέρωση επίγνωσης της αλήθειας που σώζει...

Η Γλαῦκα της Ἀθηνᾶς, τὸ πουλὶ τῆς σοφίας, πετάει ὡς σήμερα ὅταν βραδιάσει τὸ δειλινό, ἀλλὰ εἶναι πλέον ἀργά. Τὸ πουλὶ τῆς σοφίας πρέπει τώρα, στὴν αὐγὴ τῆς νέας χιλιετίας, νὰ φτερουγίσει ὡς ἡνίοχος λόγος ἠθικῆς εὐθύνης.

Σᾶς εὐχαριστῶ.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βασιλάκος Νίκος, Ἡ νέα Εὐρωπαϊκὴ Πολιτικὴ γιὰ τὴν Ἐνέργεια καὶ τὸ Κλίμα: Εὐκαιρίες καὶ Προκλήσεις γιὰ τὴν ΑΠΕ μέσα στὴν ἐπόμενη δεκαετία, Ἑαρινὴ Σύνοδος Κορυφῆς τῆς Εὐρωπαϊκῆς Ἐνωσης. Βρυξέλλες 8 καὶ 9 Μαρτίου 2007.
2. Donella Meadows, Meadows D.L., Jorgen Randers, Beyond the Limits. *Sequet to the International Bestselle «The Limits of Growth» Chelsea Green Publishing Company White River Junction Vermont 1992.*
3. *The Global 2000 Report to the President. Entering the 21st Century*, Government Printing Office, 1980.
4. Albritton Daniel L. et al., Summary of Policy Makers: Climate Change 2001. The Scientific Basis, *A report of Working Group I of the International Panel on Climate Change, IPCC*, February 2001.
5. Ahmad, O.K. et al., Summary of Policy Makers: Climate Change 2001. Impact Adaptation and Vulnerability. *A report of Working Group*

II of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, February 2001.

6. Bourodimos E. L., Ecology and Energy Planning for Survival. *Alternative Energy Sources I.V. vol. 6 Hydrocarbon - Technology - Environment*, University of Miami 1982, Ann Arbor Science Publishers 1982.
 7. Έπιτροπή Ένεργείας τής Άκαδημίας Άθηνών. Εισηγήσεις τής Έπιτροπής και Συμπεράσματα τής Ημερίδας 3.11.2006, με θέμα Έξοικονόμηση Ένεργείας.
 8. Sustainability and Energy. *Science* 2007, vol. 315.
 9. Χριστοφόρου, Λουκάς Γ., Ένεργεια. Δημόσιο Συνέδριο τής Άκαδημίας Άθηνών, 20 Ιανουαρίου 2004.
 10. Μπουροδής, Ε. Λ., Λόγοι και Διάλογοι στην Άκαδημία Άθηνών (1977-1993). Βίοςφαιρα - Περιβάλλον - Ένεργεια - Τεχνολογία, Άθήνα 1994.
-

ΔΗΜΟΣΙΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 11ΗΣ ΜΑΡΤΙΟΥ 2008

ΟΝΤΟΛΟΓΙΚΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΑ:
ΜΕ ΤΑ ΜΑΤΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΟΜΙΛΙΑ ΤΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ κ. ΠΑΝΟΥ Α. ΛΙΓΟΜΕΝΙΔΗ

Σήμερα, στο λίγο χρόνο που διαθέτουμε, θα δούμε τον κόσμο μας, τον κόσμο των υλικών αντικειμένων και των φυσικών διαδικασιών, αλλά και τον κόσμο της σκέψης και των έννοιών, θα δούμε γενικά τον κόσμο μας «μέ τα μάτια της επιστήμης της πληροφορικής». Θα θέσουμε ερωτήματα, θα κάνουμε διαπιστώσεις και θα διατυπώσουμε υποθέσεις και προτάσεις, με την ελπίδα ότι σε μελλοντικές στιγμές διαλογισμού μπορεί, στον καθένα μας, να διεγείρουν και να εφευκύνουν συναρπαστικές αναζητήσεις που να αφορούν την «πραγματικότητα της συνειδητής παρουσίας μας, της παρουσίας μας “έδω και τώρα”».

1. Φυσικά φαινόμενα ως λειτουργικές διατάξεις και ως μορφές κίνησης

Στην καθημερινή εμπειρία μας παρατηρούμε γύρω μας και αντιλαμβανόμαστε τα «φυσικά φαινόμενα» ως λειτουργικές διατάξεις σχημάτων, μορφών και πληροφορίας.¹ Παρατηρούμε τα «ύλικά αντικείμενα», όπως είναι μιά καρτέλα, ένα αυτοκίνητο και ένα άλλο, και αντιλαμβανόμαστε τις «φυσικές διαδικασίες», όπως είναι το φύσημα του ανέμου και η κίνηση των αστερών, και γινόμαστε μάρτυρες των επιδράσεων μεταξύ τους και επάνω μας, ως «λειτουργικές εξελικτικές διατάξεις», που, όπως πιστεύουμε, συνολικά και σε

1. Βλ. Π. Α. Λιγομενίδης, *Η Φλούδα του βερίκοκου*, Έλληνικά Γράμματα 2003, κεφ. 2, 3, 4, 16, 17.

βάθος χρόνου, με την εξέλικτική δράση τους προάγουν τη «λειτουργικότητα» του σύμπαντος, όπως θα υποστηρίξουμε στη συνέχεια και σε επόμενες συναντήσεις μας.

Μέσα σε αυτήν την αντίληψη, ο κόσμος μας δεν είναι μόνο αυτό που φαίνεται, δηλαδή ένα πολύπλοκο δυναμικό θέατρο υλικών αντικειμένων και φυσικών διαδικασιών σε κίνηση και σε συσχέτιση. Είναι και ένα πολύπλοκο επικοινωνιακό πλέγμα «γεγονότων», ένα συμπαντικό δυναμικό πλέγμα επεξεργασίας και επικοινωνίας «μορφών κίνησης και συνδετικότητας», ένα απεριόριστο πλέγμα «στοιχείων κίνησης και συνδετικότητας», στο οποίο μιά απεριόριστη ποικιλία συσχετίσεων, που συνήθως εκφράζονται ως «πεδία δυνάμεων», συνδυάζονται και εναλλάσσονται στην αδιάκοπη κίνηση και την επικοινωνιακή συσχέτιση μιάς εξέλικτικής πληροφοριακής επεξεργασίας του «γίγνεσθαι».

Σχετικά με γενικά και βασικά χαρακτηριστικά της εξέλικτικής διαδικασίας των μορφών του γίγνεσθαι στη Φύση, θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι αν κάτι δεν κινείται ή δε συσχετίζεται, τότε δεν υπάρχει.

2. Όριοθέτηση των μορφών: Γνώση και Ύπαρξη

2.1 ΤΟΠΙΚΟΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑΣ ΤΩΝ ΠΕΔΙΩΝ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ

Τά «πεδία δυνάμεων», όπως είναι το πεδίο της βαρύτητας, αλλά και άλλα, ακόμη εν πολλοίς αδιευκρίνιστα πεδία συσχετίσεων βιολογικών οργανισμών ή και κοινωνικών και διαπροσωπικών σχέσεων μεταξύ ένσυνείδητων ανθρώπων, όλα αυτά τα πεδία δυνάμεων έχουν «τοπικό χαρακτήρα», δηλαδή ή συσχέτιση αποδυναμώνεται απότομα με την απόσταση και το χρόνο. Ο τοπικός χαρακτήρας των πεδίων δυνάμεων εκδηλώνεται στο χώρο, αλλά και στο χρόνο, και έχει ως συνέπεια την προσεγγιστική οριοθέτηση των μορφών του κόσμου μας, ή οποία καθορίζει την «ταυτότητα» της κάθε μορφής. Αυτή η ιδιότητα καλύπτει όλα τα φυσικά φαινόμενα, μέχρι και την προσεγγιστική οριοθέτηση του προσωπικού «εγώ» του ανθρώπου, αλλά και τις οριοθετήσεις των επαγγελματικών, πολιτικών κτλ. ομάδων της ανθρώπινης κοινωνίας.

Σύμφωνα με αυτήν την αντίληψη, μπορούμε να πούμε ότι η Φύση, ο φυσικός κόσμος, δεν κατηγοριοποιείται σε διάφορες ομάδες υλικών αντικειμένων, αλλά σε διάφορες ομάδες σχέσεων. Πιστεύεται πως τίποτε δε μπορεί να

είναι «κάτι που υπάρχει» άφ' εαυτού, δηλαδή από μόνο του, παρά μονάχα σέ σχέση μέ κάτι άλλο. Ή συνδεδετικότητα, τó είδος τής συσχέτισης τών μορφών, είναι τó σημαντικό στοιχείο που διακρίνει και χαρακτηρίζει τά φυσικά φαινόμενα.

2.2 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΗ ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗ / ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ ΤΩΝ ΜΟΡΦΩΝ

Νά σημειωθεί πώς ή ιδιότητα τής «τοπικότητας» τών συσχετίσεων και ή επακόλουθη «προσεγγιστική όριοθέτηση τών μορφών» δέν είναι τó αποτέλεσμα κάποιας σύμπτωσης, αλλά αποτελεί τήν αναγκαία προϋπόθεση για τήν «ύπαρξη» του αντιληπτού κόσμου μας (και για τή δική μας ύπαρξη), άφου εξαιτίας της αποδίδεται στις μορφές κάποιος βαθμός προσεγγιστικής αὐτονομίας, διάκρισης και αναγνώρισης ταυτότητας. Ή προσεγγιστική όριοθέτηση καθιστά δυνατή τήν παρατήρηση και τήν επικοινωνιακή επεξεργασία τής πληροφορίας, και έπομένως καθιστά δυνατή τή γνώση. Άλλωστε, δέν θά μπορούσε νά είναι και διαφορετικά, άφου χωρίς τήν «τοπικότητα» και τήν «ταυτότητα» δέ θά μπορούσαμε «νά γνωρίζουμε κάτι» χωρίς «νά γνωρίζουμε τά πάντα», άφου τά πάντα θά συμμετείχαν στήν περιγραφή του όποιουδήποτε «κάτι».

2.3 ΣΧΕΣΗ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΤΟ «ΜΕΡΟΣ» ΚΑΙ ΤΟ «ΟΛΟΝ»

Μόνο μέσα σέ αυτό τó προσεγγιστικά όριοθετημένο πλαίσιο αὐτονομίας και αναγνώρισης μπορεί νά τίθεται και νά εξετάζεται τó έρώτημα τής σχέσης ανάμεσα στο «μέρος» και τó «όλον».

Ή έρευνα και ή ακριβής και πλήρης περιγραφή και κατανόηση τών «προσεγγιστικά όριοθετημένων κοινωνιών» είναι σήμερα ή μεγαλύτερη πρόκληση για τήν έπιστήμη, τή φιλοσοφία και τή θεολογία. Άφορά άμέτρητες τεχνολογικές εφαρμογές στους διάφορους κλάδους τής ανθρώπινης επιχειρηματικότητας.

Άν μή τι άλλο, πιστεύουμε ότι ή συλλογιστική του προτεινόμενου μοντέλου συνεργασίας τής πληροφορικής έπιστήμης και τής φυσικής μπορεί νά προσφέρει στήν ανάπτυξη νέων σαφών και διαισθητικά κατανοητών τρόπων περιγραφής τής σημαντικής σχέσης του «όλου» προς τά «μέρη». Νά σημειωθεί έδω ότι ή έννοια τής «ύπαρξης» φαίνεται νά άπορρέει από τήν κατανόηση τών νόμων που διέπουν τίς σχέσεις τών «μερών» μέ τó «όλον».

2.4 ΓΙΑΤΙ ΤΟ «ΟΛΟΝ»;

Ένα βασικό ερώτημα που ανακύπτει, όταν κανείς αναλογίζεται τη λειτουργία μιᾶς «κοινωνίας» συσχετισμένων μορφῶν καὶ ὅταν αναλογίζεται τὸ θέμα τῆς φυσικῆς πραγματικότητας, εἶναι: «γιατί τὸ ὅλον»; Στὸ πλαίσιο μιᾶς συνεποῦς ὀλιστικῆς θεώρησης μιᾶς κοινωνίας, στὸ πλαίσιο μιᾶς κοσμοαντίληψης τῆς φυσικῆς πραγματικότητας ὡς ἓνα «ὄλον», ἀντιμετωπίζει κανείς ἔννοιες ὅπως εἶναι ἡ «τύχη», ἡ «πιθανή ἐνότητα τοῦ φυσικοῦ κόσμου», ἡ «συνείδηση», ἡ «ἐγκλειδωμένη κοινωνία», καὶ ἡ «σχέση τοῦ “μέρους” πρὸς τὸ “ὄλον”».

2.5 «ΑΝΑΓΩΓΙΚΟΣ» ΚΑΙ «ΟΛΙΣΤΙΚΟΣ» ΧΑΡΑΚΤΗΡΑΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ: ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ Η ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Σὲ συμφωνία μὲ τὸ πνεῦμα τοῦ ἀβίαστου ἀναγωγιστικοῦ ἐπιμερισμοῦ, ἡ κοινωνία τοῦ ἀνθρώπου ἀναπτύχθηκε σὲ ξεχωριστὰ ἔθνη, σὲ διαφορετικὲς θρησκευτικὲς, πολιτικὲς, οικονομικὲς καὶ φυλετικὲς ομάδες. Ὁ «ὑπερόπτης» ἄνθρωπος λειτουργεῖ ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ἐπιμεριστικὰ σὲ ἀντιμαχόμενες λειτουργικὲς ομάδες ἐπιδιώκοντας τὴν ἐκμετάλλευση τοῦ συνανθρώπου καὶ τοῦ φυσικοῦ περιβάλλοντος, ἀνάλογα μὲ τὶς ἐκάστοτε διαφορετικὲς ἐπιθυμίες, ἐπιδιώξεις, φιλοδοξίες, συνασπισμοὺς καὶ ψυχολογικὰ χαρακτηριστικά. Ἡ συμπεριφορὰ τοῦ κοινωνικοῦ ἀνθρώπου τείνει ἀναπόφευκτα νὰ προσπίζει τὶς ἀνάγκες τοῦ προσωπικοῦ του «ἐγώ», ἢ τὶς ἀνάγκες τῆς κοινωνικῆς, ἐπαγγελματικῆς, πολιτικῆς κτλ. ομάδας συνασπισμένων ἀνθρώπων, πού ἐπιδιώκουν ὄφελῃ, συχνὰ ἐνάντια στὶς ἀνάγκες ὅλων τῶν ἄλλων. Ένας βαθμὸς νεύρωσης εἶναι ἀναπόφευκτος, ἐνῶ πολλὰ ἄτομα πού ὑπερβαίνουν τὰ ὅρια τῆς ἀποδεκτῆς ἐπιμερισμένης συμπεριφορᾶς χαρακτηρίζονται ὡς παρανοϊκά, σχιζοειδῆ, ἢ ψυχώτικά.

Εἶναι προφανές ὅτι, στὸ σύνολό της, ἡ ἐξαιρετικὰ ἐπιτυχημένη τεχνολογία πού ἀναπτύχθηκε τὶς τελευταῖες ἑκατονταετίες βασίζεται διαχρονικὰ στὴν ἀναγωγιστικὴ προσέγγιση τῆς ἐπιστήμης, ἡ ὁποία βρίσκεται σὲ ὁμοθυμία μὲ τὴν περὶ τῶν πραγμάτων ἀντίληψη τοῦ ἀνθρώπου ὅτι τὰ ἀντικείμενα τῆς φύσης εἶναι ἀπλὸ ἀριθμητικὸ ἄθροισμα τῶν σχεδὸν ἀνεξάρτητων συστατικῶν του. Ἄν κατανοήσεις τὶς ιδιότητες τῶν καταμερισμένων συστατικῶν, τότε μπορεῖς νὰ ὑποθέσεις πὼς οἱ ιδιότητες τοῦ «ὄλου» θὰ προκύψουν ἀπὸ ἀπλὴ συλλογὴ καὶ ἄθροιση.

Σήμερα ἡ ἀναγωγιστικὴ προσέγγιση ἐφαρμόζεται συστηματικὰ στὴ Βιο-

λογία και την Ίατρική. Άλλά και στον ευρύτερο τεχνολογικό τομέα, με βάση την αναγωγιστική προσέγγιση του συμφυούς προσεγγιστικού διαμερισμού των φυσικών αντικειμένων σε ασύνδετα και σχετικά αυτόνομα και μηχανιστικά αλληλεπιδρώντα συστατικά «μέρη», φτιάχνουμε μηχανές που ικανοποιούν κάθε πρακτική ανάγκη μας, που εξυπηρετούν την εύκολη διακίνηση και την άμεση επικοινωνία μας σε αφάνταστο βαθμό, που μας πάνε στο φεγγάρι, και που ολοκληρώνουν την κοινωνική ζωή σε μεγαμηχανιστικά οικονομικά, πολιτικά, επαγγελματικά κτλ. συστήματα.

Η εξελικτική πραγματικότητα, την οποία περιγράφουν τα πληθυσμιακά μοντέλα της προσεγγιστικά οριοθετημένης και κατατιμημένης πραγματικότητας, όπως είναι τα μοντέλα της κοινωνιολογίας, της οικονομίας, της πολιτικής, κτλ., υποδηλώνει ότι ο αναγωγικός χαρακτήρας της ιεραρχικά κλιμακωτής διάχυσης της παγκόσμιας συσχετισμένης κίνησης σε επίπεδα αυξανόμενης πολυπλοκότητας και επικοινωνιακής δικτύωσης, δεν είναι απόλυτος, αλλά μπορεί να εξασθενίζει και να αντικαθίσταται από παράδοξα φαινόμενα μιας θεμελιώδους ολιστικής πραγματικότητας, τα οποία χρίζουν ιδιαίτερα έστιασμένης έρευνας. Είναι πιθανόν ότι μελλοντική έρευνα θα αποκαλύψει ακόμη γενικότερες διαδικασίες όργανωσης και διάχυσης της εξελικτικής κίνησης² που αφορούν τη συμπεριφορά «έγκλειδωμένων, μη αναγώγιμων κοινωνιών».

Οί αναγκαίως σκιαγραφικές απόψεις που παρουσιάζουμε σήμερα αποτελούν το πολύ μία πρόταση, και όχι μία υπόθεση, ή ένα συμπέρασμα που αφορά την αλήθεια για τη φύση της πραγματικότητας. Όπως κάθε επιστημονική πρόταση, θα πρέπει να είναι διώσιμη και εφαρμόσιμη. Θα πρέπει να ικανοποιεί τη μαθηματική αυτοσυνέπεια και την αντιστοιχία με την έμπειρία και με την πειραματική επιβεβαίωση. Και βέβαια είναι πάντοτε ανοιχτή στην επιστημονική αμφισβήτηση.

2. Η αυτόνομία έχει ίσως πολλαπλή προέλευση, π.χ. την εξασθένηση της διάδοσης των επιδράσεων από ένα πράγμα σε άλλο με την αύξηση της μεταξύ τους απόστασης, τη φθορά αυτής της επίδρασης με την πάροδο του χρόνου, την ηλεκτρική θωράκιση, την ύπαρξη κατωφλίων, έτσι ώστε όσες επιδράσεις είναι πολύ ασθενείς και δεν υπερβαίνουν αυτά τα κατώφλια να μην προκαλούν σημαντικά φαινόμενα. Το ότι τα μεμονωμένα συστατικά ενός αντικειμένου μπορεί να είναι πολύ μικρά για να έχουν αισθητή επίδραση στο αντικείμενο ως ολότητα, ενώ συλλογικά υπάρχει σημαντική ανεξαρτησία κινήσεων των συστατικών, οδηγεί στην εξέλιξη των τυχαίων διακυμάνσεων. Υπάρχουν πολλές άλλες πηγές αυτόνομίας και, αναμφίβολα, θα ανακαλυφθούν περισσότερες στο μέλλον.

ΤΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΤΗΣ ΟΛΙΣΤΙΚΗΣ ΣΥΝΔΕΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΥΠΟΓΡΑΜΜΙΖΕΙ ΤΗΝ
«ΥΠΑΡΞΗ» ΚΑΙ ΤΗΝ «ΕΞΕΛΙΞΗ» ΤΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ ΜΑΣ

Πρέπει να σημειωθεί ότι η ολιστικότητα δὲ συνεπάγεται τὸ ἀδιαφοροποίητο καὶ δὲν ἀποκλείει τὴ διάκριση καὶ τὴν ἀλληλεξάρτηση τῶν προσεγγιστικά ὀριοθετημένων μορφῶν. Ἡ ποιοτικὴ καὶ μορφογενετικὴ διεργασία τῆς συνεχοῦς δημιουργίας ὀριοθετημένων μορφῶν καὶ ἐπιπέδων αὐξανόμενης πολυπλοκότητας καὶ ἐπικοινωνιακῆς δικτύωσης πραγματοποιεῖται πάνω σὲ ἓνα ὑπόβαθρο ολιστικῆς συνδετικότητας, τὸ ὁποῖο ἀποτελεῖ τὴν αὐταπόδεικτη ἀναγκαιότητα γιὰ τὴν ἴδια τὴν ὑπαρξὴ καὶ τὴν ἐξέλιξη τοῦ φυσικοῦ κόσμου μας, καὶ γιὰ τὴ δική μας ἐφήμερη παρουσία. Τὸ θέμα αὐτὸ θὰ διερευνηθεῖ ἀπὸ τὴ νέα «ἐπιστῆμη τῆς πληροφορίας καὶ τῆς φυσικῆς τῶν πληθυσμῶν καὶ τῆς πολυπλοκότητας».

ΜΟΡΦΟΓΕΝΕΤΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ (ΡΟΗ) → «ΛΕΙΞΕΣ ΚΑΙ ΟΛΙΣΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ»

Θὰ πρέπει νὰ ἐπαναλάβουμε ἐδῶ ὅτι ἡ πληθυσμιακὴ διάχυση τῆς ἐξελικτικῆς κίνησης τῶν φυσικῶν φαινομένων, καὶ ἡ συνακόλουθη μορφογενετικὴ ἀνάπτυξη, μεταβάλλει συνεχῶς καὶ κατὰ θεμελιώδη τρόπο τὶς δομὲς καὶ τὶς συσχετίσεις τῶν μορφῶν τοῦ κόσμου μας στὰ ἀναπτυσσόμενα ἐπίπεδα τῆς ἐξελικτικῆς πολυπλοκότητας, καί, σὲ βάθος χρόνου, ἀλλάζει τὸ χαρακτήρα καὶ προάγει τὴ «λειτουργικότητα» τοῦ φυσικοῦ κόσμου μας. Ὑπενθυμίζουμε τὴν ἀναφορά σὲ προηγούμενες διαλέξεις στὴν ἀνάπτυξη ἐξελικτικῶν ἀξιῶν καὶ ολιστικῶν ιδιοτήτων.³

3. Ἡ φύση τοῦ χρόνου

Χιλιάδες χρόνια πρὶν, οἱ Ἕλληνες ἀνοῖξαν διάλογο γιὰ τὴ φύση τοῦ «χρόνου» καὶ τῆς ἐξελικτικῆς πορείας τῆς Φύσης. Τὸν Ἡράκλειτο καὶ τὸν Παρμενίδη ἀκολούθησαν ὁ Ζήνων, ὁ Ἐπίκουρος, ὁ Lucretius, ὁ Kant, ὁ Hegel, ὁ Bergson, ὁ Heidegger, ὁ Einstein, καὶ πολλοὶ ἄλλοι κορυφαῖοι στοχαστές.

Ἰδιαίτερος ὁ Παρμενίδης καὶ ὁ Ἡράκλειτος ἔθεσαν τὸ πρόβλημα τοῦ «χρόνου» καὶ τῆς «ἐξέλιξης» μὲ διαμετρικὰ ἀντίθετες θέσεις. Ἡ μελέτη

3. Π. Α. Λιγαμηνίδης, Ὁ κόσμος μας ὡς πληροφορία. Πρακτικά τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν, τόμ. 81 (2006), τεύχος Α', εἰκ. 1.

αυτῆς τῆς διχογνωμίας ἐπανεμφανίζεται στὴν πολιτιστικὴ πορεία τοῦ δυτικοῦ κόσμου γιὰ 2.500 χρόνια.

Ὁ Παρμενίδης διακήρυττε τὴ φαινομενικὰ παράδοξη θέση ὅτι δὲν ὑπάρχει τίποτε καινούριο καὶ ὅτι ἀπλὰ «ὁ κόσμος ὑπάρχει». Ἡ θέση αὐτὴ ὑποστηρίζεται ἀπὸ τὴ δυναμικὴ τοῦ Νεύτωνα καὶ τὴν ἀπόλυτα αἰτιοκρατικὴ θεωρία τῆς κλασικῆς φυσικῆς. Ὅλα εἶναι προκαθορισμένα καὶ ἀπολύτως προβλέψιμα, καὶ ὁ χρόνος εἶναι ἀπόλυτος καὶ ἀναστρέψιμος.

Ἡ φαινομενικὴ παραδοξότητα μετριάζεται ἂν κανεὶς ἐκτιμῆσει τὴν «ἀλλαγὴ» σὲ βάθος χρόνου καὶ διαλογιστεῖ τί ἄλλαξε ἀφότου ὁ Παρμενίδης ἔκανε τὴ διάσημη αὐτὴ δήλωση.

Ἀντίθετα, ὁ Ἡράκλειτος πρέσβευε ὅτι «τὰ πάντα ρεῖ καὶ οὐδὲν μένει». Ὁ «χρόνος» εἶναι δημιουργικὸς καὶ μεταπτωτικὸς, καὶ ἔχει μία μόνο κατεύθυνση, καὶ αὐτὴ ἡ διάσταση ἀποκαλύπτει τὴν οὐσία τῆς ὑπαρξῆς μας. Τὸ νὰ ἀρνηθεῖς τὴ μὴ-ἀντιστρεψιμότητα τοῦ χρόνου εἶναι σὰν νὰ παραδέχεσαι ὅτι ἡ ἀνθρώπινη ζωὴ εἶναι μία ψευδαίσθηση καὶ ὅτι οἱ ἀνακαλύψεις τῆς ἐπιστήμης εἶναι ὀφθαλμαπάτη καὶ ἐθελουσιφλία μπροστὰ στὴν ἐπίμονη «ἀλλαγὴ» καὶ τὴ μορφογενετικὴ δραστηριότητα τῆς Φύσης.

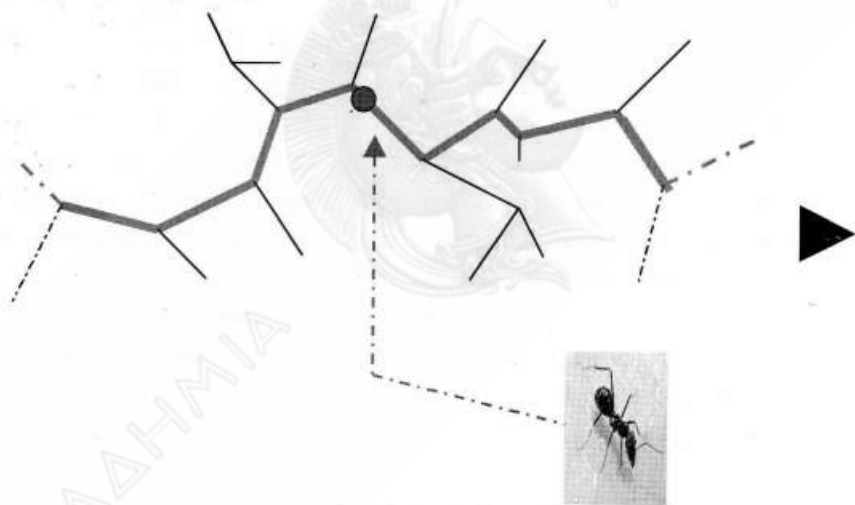
Συνοπτικὰ νὰ πούμε ἐδῶ ὅτι σὲ «εὐσταθεῖς» δυναμικὲς καταστάσεις «κοντὰ σὲ θερμοδυναμικὴ ἰσορροπία – ‘κθι’», ὅπου «μικρὲς ἀποκλίσεις προξενοῦν μικρὰ διορθωτικὰ ἀποτελέσματα», τὰ φυσικὰ φαινόμενα διατηροῦν τὴν «ταυτότητά» τους. Ὁ «χρόνος» εἶναι οὐσιαστικὰ ἀνύπαρκτος, ἀφοῦ δὲ δημιουργεῖ νέες ταυτότητες παρὰ τὴν ἀδυσώπητη τάση πρὸς ἀποδόμηση καὶ ἐντροπικὴ φθορὰ καὶ ἀφοῦ τίποτε πραγματικὰ δὲν ἀλλάζει. Σὲ καταστάσεις «μακριὰ ἀπὸ θερμοδυναμικὴ ἰσορροπία – ‘μθι’», ὅπου «μικρὲς ἀποκλίσεις δημιουργοῦν μεγάλα μορφογενετικὰ ἀποτελέσματα, ὁ «χρόνος» ἀποκτᾷ ἓνα δημιουργικὸ μορφογενετικὸ ρόλο.

Ἡ διάκριση τοῦ «πρὶν» καὶ τοῦ «μετὰ» εἶναι πολὺ μυστηριώδης. Ἄν ὁ «χρόνος» δὲν εἰσάγεται ἀπὸ ἐμᾶς, ὅποτε εἶναι «ψυχολογικὸς χρόνος», τότε ἡ μελέτη τῆς πληθυσμιακῆς περιγραφῆς τῆς μὴ-ἀναστρέψιμης ἐξελικτικῆς διαδικασίας ἐγκλειδωμένων φυσικῶν συνόλων, ποὺ μπορεῖ νὰ ἀναφέρεται σὲ μιὰ ἀντικειμενικὴ ιδιότητα τῆς Φύσης, θὰ πρέπει νὰ συζητηθεῖ μὲ ἄνετη διάθεση χρόνου, ἴσως σὲ μιὰ ἐπόμενη διάλεξη.

4. Διακλαδώσεις και επιλογές: κάπως έτσι εξελίσσεται η Φύση

Η μορφογενετική επιλογή και δράση μακριά από θερμοδυναμική ισορροπία οφείλεται στην απόσταση από την ισορροπία και στη μη-γραμμικότητα. Η απέραντη ποικιλομορφία και η πολυπλοκότητα των υλικών αντικειμένων, φυσικών διαδικασιών και λειτουργικών καταστάσεων που παρατηρούμε στη φύση ίσως βρίσκει πιθανή εξήγηση στις ατέρμονες διακλαδώσεις και την αυτο-οργάνωση των αποκαλούμενων «δομών έκλυσης».

Περιπλεγμένα εξελικτικά μονοπάτια, αίνιγματικές διασταυρώσεις και διακλαδώσεις χαρακτηρίζουν την εξελικτική κίνηση του αυτοκατασκευαζόμενου κόσμου μας, με τις άπειρες εξελικτικές δυνατότητες, όπως περιγράφεται στην Εικόνα 1. Χρησιμοποιούμε γι' αυτό την εικόνα της δυναμικής πορείας ενός μυρμηγκιού.



Είχ. 1.

Αν παρακολουθήσουμε ένα μυρμηγκί στην πορεία του στο έδαφος, στην άμμο ή στο χώμα, θα διαπιστώσουμε ότι δεν είναι μία ευθεία γραμμή. Το μυρμηγκί προχωρεί κάνοντας διαδοχικές «επιλογές». Παρεκκλίνει και παρακάμπτει εμπόδια χωρίς πολλή σκέψη για έκτενη σχεδιασμό, διστάζει, ανταλλάσσει πληροφορίες με ένα άλλο μυρμηγκί, δοκιμάζει πιθανούς δρόμους, και γενικά διαγράφει μια ακολουθία από ακανόνιστες τεθλασμένες γραμμές. Δεν είναι, όμως, έντελως τυχαία βήματα, αφού, σε βάθος χρόνου κινείται προς τη φωλιά του, και, αν δεν παρεμβληθεί κάποιος απρόβλεπτος

έξωτερικός παράγοντας, εκπληρώνει τὸ σκοπὸ του μὲ ἐπιτυχία κάθε φορά. Ἡ φαινομενικὴ πολυπλοκότητα τῆς συμπεριφορᾶς του εἶναι στὴ βάση της ἀρκετὰ ἀπλή. Ὁ βαθμὸς πολυπλοκότητας ποὺ ἐπιδεικνύεται ὀφείλεται σὲ μεγάλο βαθμὸ στὴν πολυπλοκότητα τοῦ περιβάλλοντος στὸ ὁποῖο ἀναπτύσσεται ἡ κίνηση.

Κάπως ἔτσι κινεῖται καὶ ἐξελίσσεται ἡ Φύση. Θὰ ἔλεγε κανεὶς ὅτι καὶ ἡ Φύση πορεύεται ἐξελικτικὰ μέσα στὸν «κῆπο τῶν διακλαδιζόμενων μονοπατιῶν», γιὰ νὰ χρησιμοποιήσω τὴ δόκιμη ἔκφραση τοῦ Jorge Luis Borges. Μέσα ἀπὸ μύριες «ἐπιλογές», σὲ κάθε στιγμή, προσαρμόζεται καὶ ἐξελίσσεται.

Νὰ σημειωθεῖ ὅτι παρόμοια διαδικασία «ἐπιλογῆς καὶ διακλάδωσης» ἰσχύει καὶ γιὰ τὴν προσαρμοστικὴ διεργασία τῆς ἐμπειρικῆς σκέψης στὴν ἀντιμετώπιση τῶν καθημερινῶν προβλημάτων, ὅπως ἐπίσης χαρακτηρίζει καὶ τὴν πορεία τῆς ἐπιστημονικῆς ἐρευνητικῆς προσπάθειας.

Τὸ δίλημμα μεταξὺ τοῦ Ἡράκλειτου καὶ τοῦ Παρμενίδη τοποθετήθηκε σὲ μαθηματικὸ πλαίσιο ἀπὸ τὸν Pya Prigogine (Nobel 1977) καὶ ἄλλους.⁴ Ἡ μελέτη, ποὺ ἀποτέλεσε τὴν ἀπαρχὴ μιᾶς μαθηματικῆς θεωρίας περιγραφῆς τῆς δυναμικῆς βάσης τῆς αὐτο-οργάνωσης καὶ μορφογένεσης μακριὰ ἀπὸ ἰσορροπία, ἔδειξε πότε, κάτω ἀπὸ ποιῆς συνθήκες, ἰσχύει ἡ θέση τοῦ Παρμενίδη, καὶ πότε ἰσχύει ἡ θέση τοῦ Ἡράκλειτου.

5. Ἀνθρώπινες κοινωνίες

Νὰ προσθέσουμε ἐδῶ ὅτι πέρα ἀπὸ τὸν φυσικὸ κόσμο, πέρα ἀπὸ τὴ Φυσικὴ, τὴ Βιολογία καὶ τὴν Οἰκολογία, οἱ προτάσεις ποὺ παρουσιάζουμε σήμερα ἰσχύουν, μὲ ἀναγκαῖες προσαρμογές, καὶ γιὰ τοὺς κόσμους τῆς ἀνθρώπινης κοινωνίας, τοὺς κόσμους τῆς Ψυχολογίας, τῆς Οἰκονομίας, τῆς Πολιτικῆς κτλ. Θὰ πρέπει νὰ ἐπισημάνουμε τὴν προφανῆ ἀντιστοιχία τῶν ὄσων μόλις παρατηρήσαμε μὲ ἀνάλογες ἐξελικτικὲς συμπεριφορὲς τῶν ἀνθρώπινων κοινωνιῶν. Ἡ συμπεριφορὰ τῆς Παρμενίδειας «εὐσταθοῦς» συντηρητικῆς κοινωνίας, μιᾶς «Βικτωριανῆς κοινωνίας τῆς βαριάς βιομηχανίας», ὅπου «μικρὲς διαταραχὲς καὶ ἀποκλίσεις προξενοῦν μικρὰ διορθωτικὰ ἀποτελέσματα», θὰ πρέπει νὰ παραβληθεῖ μὲ τὴ συμπεριφορὰ μιᾶς

4. Μεταξὺ τῶν ὁποίων εἶναι καὶ διακεκριμένοι Ἕλληνες ἐρευνητὲς τῆς ὁμάδας Prigogine τοῦ Πανεπιστημίου τῶν Βρυξελλῶν, ὅπως π.χ. ὁ Γρ. Νίκολης καὶ ὁ Ι. Ἀντωνίου.

Ἡρακλείτειας ἀσταθοῦς κοινωνίας, ὅπως εἶναι ἡ σημερινή μας «κοινωνία τῆς ὑψηλῆς τεχνολογίας», ὅπου «μικρὲς διαταραχὲς καὶ ἀποκλίσεις προξενοῦν μεγάλα μορφογενετικά ἀποτελέσματα». Ἴσως ἡ ἀνθρώπινη κοινωνία, σὰ διάφορα ἱεραρχικά ἐπίπεδα συγκρότησης καὶ συλλογικῆς δράσης, σὲ βάθος χρόνου, μετέρχεται διαδοχικὲς φάσεις συντηρητικῆς καὶ μορφογενετικῆς συμπεριφορᾶς, πού προκαλοῦνται σὲ περιβάλλον συνεχῶν διακυμάνσεων, ὑπὸ κατάλληλες συνθῆκες, ἀπὸ πράξεις ἐπιλογῆς τῶν ἀτόμων ἢ τῶν ομάδων τοῦ κοινωνικοῦ συνόλου.

Εἶναι πολλοὶ ἀπὸ ἐμᾶς πού πιστεύουμε ὅτι στίς μέρες μας πλησιάζουμε μιὰ διακλάδωση παγκόσμιου μεγέθους, ἡ ὁποία σχετίζεται μὲ τὴν ἔκρηξη τῆς τεχνολογίας τῆς πληροφορίας. Ἦδη βιώνουμε μιὰ καλωδιωμένη καὶ δικτυωμένη κοινωνία, ὅπου οἱ ἄνθρωποι ἀλληλεπιδροῦν περισσότερο παρὰ ποτέ. Αὐτὴ ἡ ἀσταθὴς, ἀπρόβλεπτη καὶ πιθανοκρατικὴ κοινωνία προοιωνίζεται μεγάλες ὑποσχέσεις, ἀλλὰ καὶ κινδύνους. Θὰ ἐγκλειδωθοῦμε σὰν μιὰ κοινωνία μυρμηγκιῶν ἢ σὰν μιὰ κοινωνία ἐλεύθερων καὶ πολιτισμένων ἀνθρώπων;

Πιστεύουμε πὼς αὐτὸς εἶναι ὁ κόσμος μας. Αὐτὸ εἶναι τὸ ἐξελικτικὸ γίνεσθαι τοῦ προσεγγιστικά ὀριοθετημένου κόσμου μας. Ἡ μελέτη κάποιας προσεγγιστικά αὐτόνομης κοινωνικῆς ομάδας (πολιτικῆς, οἰκονομικῆς κτλ.) περιλαμβάνει τὴν περιγραφή καὶ τὴν κατανόηση τῆς δυναμικῆς συμπεριφορᾶς «ἐγκλειδωμένων» πληθυσμῶν πού δὲν ἀνάγεται στὴ δυναμικὴ τῶν ἀτόμων πού τὴν ἀποτελοῦν. Περιλαμβάνει ὅπωςδήποτε καὶ τὴν κατανόηση τῆς στατιστικῆς συμπεριφορᾶς τοῦ εὐρύτερου περιβάλλοντος μέσα στὸ ὁποῖο ἀναπτύσσεται ἡ μελετώμενη πληθυσμιακὴ κοινωνικὴ ομάδα.⁵

Σὲ μιὰ τέτοια μελέτη τῶν διακυμάνσεων καὶ τῶν ἐπιλογῶν, βασικὴ προϋπόθεση ἀποτελεῖ ἡ βαθιὰ κατανόηση τῆς αἰνιγματικῆς σχέσης τοῦ «μέρους» καὶ τοῦ «ὅλου».⁶

5. Πιστεύουμε ὅτι τὰ στατιστικὰ δεδομένα τοῦ περιβάλλοντος ἐξασφαλίζουν τὴν πληροφορικὴ ἀνάδραση ἡ ὁποία παρέχει τὴν κατευθυντικότητα τῆς «προαγωγῆς τῆς παγκόσμιας λειτουργικότητας».

6. Π. Α. Λιγομενίδης, Τὸ «μέρος» καὶ τὸ «ὅλο». Πρακτικά τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν, τόμ. 82 (2007), τεύχος Α'.

6. «Φυσικά φαινόμενα»: ιεραρχικά ἐγκλειδωμένα πληθυσμιακά συγκροτήματα σέ συλλογική ἐξελικτική δράση

Ἡ συνεχῆς ἐξελικτική ἐπικοινωνία τῶν μορφῶν τοῦ κόσμου μας καί ἡ ἐπίμονη ἐπεξεργασία τῆς πληροφορίας ἀποτελοῦν τή μηχανή τῆς ἐξελικτικῆς πορείας τοῦ κόσμου μας. Ἡ «συλλογικότητα», ἡ πληθυσμιακή δράση τῆς πληροφοριακῆς ἐπεξεργασίας καί ἐπικοινωνίας τῶν μορφῶν χαρακτηρίζει τίς ἐξελικτικές διαδικασίες τῶν μορφῶν τοῦ κόσμου μας.

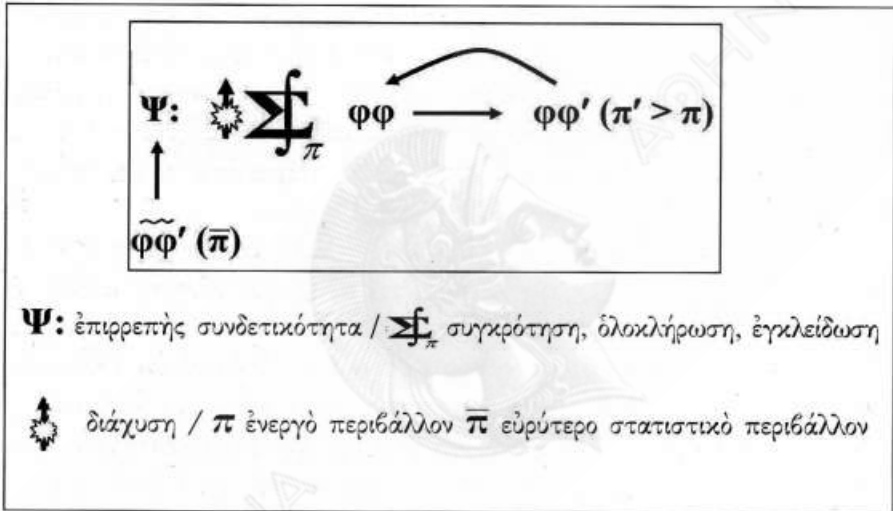
Εἴμαστε σέ θέση νά διακρίνουμε τήν ἐξελικτική διαδικασία τοῦ «γίγνεσθαι» ὡς μιὰ ιεραρχικά ἐξελισσόμενη συλλογική διαδικασία «συγκρότησης, ὀλοκλήρωσης, ἐγκλειδωσης καί διάχυσης φαινομένων-μέσα-σέ-φαινόμενα, ἢ γενικότερα «συνόλων-μέσα-σέ-σύνολα», ὑπό τήν ἐπίδραση «τοπικῶν πεδίων δυνάμεων», μέ συνακόλουθη αὔξησι τῆς πολυπλοκότητας, τῆς τάξης καί τῆς ἐπικοινωνιακῆς δικτύωσης πού προάγουν τή «λειτουργικότητα» τοῦ κόσμου μας σέ παγκόσμια κλίμακα καί σέ βάθος χρόνου.

Τό θεμελιῶδες ἐρώτημα εἶναι: Πῶς καί σέ ποιά ἔκτασι αὐτή ἡ διαδικασία συγκρότησης καί ιεραρχικῆς διάχυσης στοιχείων κίνησης μπορεῖ νά αὐτο-κατασκευάζει καί νά προσανατολίζει ἕναν, ἴσως αὐτο-περιεχόμενο καί ἐξελισσόμενο κόσμο, ἕναν κόσμο σκόνης καί ἀνέμων, ἐντόμων καί ἀνθρώπων, πλανητῶν καί γαλαξιῶν, ἕναν κόσμο «χωρίς σύνορα καί χωρίς κέντρο»;

Τά φυσικά φαινόμενα, τὰ «στοιχεῖα κίνησης καί συνδετικότητας» εἶναι πληθυσμιακά συγκροτήματα ἄλλων ἐνθετων καί παράπλευρων πληθυσμιακῶν συγκροτημάτων, τὰ ὁποῖα εἶναι ιεραρχικά συσχετισμένα κατὰ μῆκος ὄλων τῶν κλιμάκων τῆς πολυπλοκότητας καί λειτουργοῦν μέ περιστασιακές σχέσεις καί ρόλους τοῦ «μέρους» καί τοῦ «ὄλου». Λέμε πῶς κάθε φυσικό φαινόμενο, ἀντικείμενο ἢ διαδικασία, κάθε στοιχεῖο κίνησης, εἶναι ἕνα συγκροτημένο καί ἐγκλειδωμένο σύνολο, εἶναι τὸ «ὄλον» ἄλλων ιεραρχικά συσχετισμένων στοιχείων κίνησης προοδευτικά μειωμένης ἐνεργουῦ ἐμβέλειας, μέχρι τὸ χωρὶς χῶρο καί χρόνο ἀκαθόριστο ὄριο τῶν φαντασματικῶν στοιχειωδῶν κβαντικῶν φαινομένων τοῦ μικρόκοσμου, καί εἶναι τὸ «μέρος» ἄλλων ιεραρχικά συσχετισμένων στοιχείων κίνησης αὐξανόμενης ἐμβέλειας, μέχρι τὸ ἄλλο ἀκαθόριστο καί ἀνύπαρκτο ὄριο τοῦ σύμπαντος. Ποιὸ ἀπὸ τὰ δύο αἰνιγματικά «ἄκρα» τοῦ σύμπαντος θά λέγαμε πῶς βρίσκεται κοντύτερα στοῦ Νοῦ τοῦ Θεοῦ; Ἴσως κανένα, ἀφοῦ δὲ μπορεῖ νά ἀποτελοῦν «ἄκρα», ἀλλὰ μπορεῖ μόνο νά συναντιοῦνται καί νά κλείνουν τὸ βρόχο τῆς «αὐτο-περιεχόμενης ὑπαρξης».

7. Ἡ μελέτη τῆς συγκρότησης, ὀλοκλήρωσης, ἐγκλειδωσῆς καὶ διάχυσης πληθυσμιακῶν συνόλων. Ἡ ἀρχὴ τῆς «ἐπιρρεποῦς συνδετικότητας»

Κάθε φυσικὸ φαινόμενο εἶναι ἓνα πολύπλοκο ἐγκλειδωμένο ἀναπτυξιακὸ σύνολο. Μεταφορικά, θὰ λέγαμε ὅτι εἶναι μιὰ ἐγκλειδωμένη «κοινωνία», ἡ ὁποία ἐξελισσεται μεταπτωτικὰ συμφώνως πρὸς τὴ διαδικασία, ἡ ὁποία περιγράφεται μόνον συμβολικὰ στὴν Εἰκόνα 2.



Εἰκ. 2

Ὁ περιορισμένος διαθέσιμος χρόνος σήμερα δὲ μᾶς ἐπιτρέπει νὰ ἐρμηνεύσουμε αὐτὴ τὴ σημαντικὴ συμβολικὴ παράστασι τῆς Εἰκόνας 2 καὶ νὰ τὴ συσχετίσουμε μὲ διάφορα παραδείγματα ἀναπτυξιακῆς συγκρότησι καὶ ἐγκλειδωσῆς τῆς Φύσις, ἰδιαίτερα μὲ παραδείγματα συλλογικῆς δράσις ὁμάδων βιολογικῶν ὀργανισμῶν.

Ἐδῶ, θὰ ἤθελα γιὰ λίγα λεπτὰ μόνον νὰ ἀναφερθῶ στὴ Φύσι καὶ στὸν σημαντικὸ ρόλο τῆς ἐγγενοῦς ἀντικειμενικῆς ἐπιρρεποῦς συνδετικότητις, Ψ, ἡ ὁποία προδιαγράφει τὴν κατανομὴ τῶν πιθανοτήτων τῶν ἐν δυνάμει ἐξελικτικῶν δυνατοτήτων. Ἀναφέρομαι ἐδῶ στὰ «φτιαγμένα ζάρια», χρησιμοποιώντας τὴν ἔκφρασι τοῦ Niels Bohr στὸ ἐρώτημα τοῦ Einstein γιὰ τὸ «ἂν ὁ Θεὸς παίξει ζάρια».

Με τήν προσεκτική μελέτη τῶν αἰτιακά συνδεδεμένων φαινομένων ἀποκαλύπτεται ὅλο καί περισσότερο ὅτι ὁ θαυμαστός κόσμος μας ὀφείλει τήν ἐξελικτική δημιουργικότητά του σέ μιὰ ἐγγενή ιδιότητα τῆς Φύσης, στήν ὁποία ἀναφερόμαστε μέ τήν «ἀρχή τῆς ἐπιρρεποῦς συνδεδεικτότητας». Πιστεύουμε ὅτι πρόκειται γιά ἕνα γενικό «νόμο» πού καλύπτει ὅλους τοὺς ἐξελικτικούς φυσικούς νόμους. Ἀφορᾷ τήν πιθανοκρατική ἐγγενή τάση τῆς ἀπρόβλεπτης ἀλλά στατιστικά συνεποῦς μεταπτωτικῆς διαδοχῆς τοῦ ἐξελικτικοῦ γίγνεσθαι, ἡ ὁποία, σέ ὅλες τίς κλίμακες τῆς πολυπλοκότητας, ἀπό τίς φαντασματικές δράσεις τῶν στοιχειωδῶν κβαντικῶν φαινομένων τοῦ μικρόκοσμου μέχρι τὰ ἀδιόρατα ὅρια τοῦ σύμπαντος, καθορίζει ἀποφασιστικά τόν προσανατολισμό καί τήν πορεία τῆς ἐξελικτικῆς ἱστορίας τοῦ κόσμου μας. Ὡς ἀποτέλεσμα τῆς ἐγγενοῦς ἐπενέργειας τῆς ιδιότητας τῆς ἐπιρρεποῦς συνδεδεικτότητας, τῆς «ἕνα-πρός-πολλά» συνδεδεικτότητας στήν αἰτιακή συσχέτιση τῶν φαινομένων, ἡ, σέ βάθος χρόνου, ἐξελικτική πορεία τοῦ κόσμου μας ἀφήνει τίς ἀνεξίτηλες ὑπογραφές, τίς «ἐγγενεῖς ἐξελικτικές ἀξίες καί ὀλιστικές ιδιότητες», καί προδιαγράφει νέες περιοχές ἐξελικτικῶν δυνατοτήτων, ὅπως ἔχουμε παρουσιάσει καί σέ προηγούμενες διαλέξεις.⁷

Πιστεύουμε ὅτι οἱ προδιαγραφές τῶν πιθανοτήτων τῆς ἀντικειμενικῆς ἐπιρρεποῦς συνδεδεικτότητας Ψ', ὑπολογίζονται μέ δύο διαφορετικούς τρόπους. Ὅταν τὸ σύστημα βρίσκεται σέ κατάσταση «εὐσταθοῦς ἰσορροπίας» (σέ «ἐλκυστή αὐτο-συντηρήσεως»), οἱ πιθανοτικές ἐπιρρέπειες διαμορφώνονται μέ βάση τήν ἐσωστρεφῶς ἀναπτυσσόμενη δυναμική τῆς «εὐσταθοῦς ἰσορροπίας», δηλαδή μέ βάση «τίς μνημες τοῦ παρελθόντος» πού σπρώχνουν τυφλά τὸ σύστημα σέ συντηρητικές διορθωτικές πράξεις κθι. Ὅταν τὸ σύστημα ἀποκλίνει ἀρκετὰ ὥστε νὰ βρεθεῖ σέ μεταπτωτική τροχιά, οἱ πιθανοτικές ἐπιρρέπειες (πάνω στις ὁποῖες θὰ στηριχθεῖ ἡ ἐπιχειρῶμενη ἐπιλογή) διαμορφώνονται μέ βάση τίς ἀναδραστικές πληροφορίες πού παράγονται ἀπὸ τίς στατιστικές κανονικότητες τοῦ εὐρύτερου περιβάλλοντος τῶν «τυχαίων συμπτώσεων καί διακυμάνσεων», δηλαδή μέ βάση «τίς μνημες τοῦ μέλλοντος» πού ἔλκουν δημιουργικά τὸ σύστημα σέ μορφογενετικές πράξεις μθι. Στήν περίπτωση αὐτῆ πού ἡ Φύση ἀναπτύσσεται δημιουργικά, καί μπορούμε νὰ ποῦμε πὼς ἡ ἐξέλιξη τοῦ κόσμου μας δὲν εἶναι «τυφλή», ἀλλά ὅτι ἡ ἐξελικτική πορεία εἶναι δημιουργική, ὅπως περίπου εἶναι ἡ πορεία τοῦ μυρμη-

7. Ὁ κόσμος μας ὡς πληροφορία, ὀ.π., σ. 26.

γκιού στην εικόνα που είδαμε, τότε μπορούμε να πούμε ότι «αυτό που φτιάχνει, φτιάχνεται».

Ἡ μελέτη καὶ ἡ πληθυσμιακὴ περιγραφή τῆς ἐξελικτικῆς διαδικασίας ἐγκλειδωμένων φυσικῶν συνόλων ἢ «κοινωνιῶν», τὴν ὁποία ἐπιχειροῦμε ἐννοιολογικὰ μὲ τὴ συμβολικὴ παράσταση πού δεῖξαμε (Εἰκ. 2), θὰ πρέπει νὰ συζητηθεῖ μὲ ἀνετη διάθεση χρόνου, ἴσως σὲ μιὰ ἐπόμενη διάλεξη.⁸

8. Ἐπίλογος: Μιὰ θεωρία τῆς πολυπλοκότητας

Γιὰ τὴν περιγραφή καὶ τὴν κατανόηση τῆς πληθυσμιακῆς συμπεριφορᾶς «κοινωνιῶν» μὲ προηγμένη πολυπλοκότητα καὶ ἐπικοινωνιακὴ δικτύωση, ὑπάρχει ἀκόμη σήμερα σημαντικὸ ἔλλειμμα ἐννοιολογικοῦ πλαισίου καὶ μαθηματικῆς ὑποστήριξης. Ἡ θεωρία τῆς πολυπλοκότητας ἀφορᾷ τὴν ἀναζήτηση ἀλγορίθμων καὶ θεωριῶν πού περιγράφουν τὴ συμπεριφορὰ πολύπλοκων πληθυσμιακῶν συστημάτων καὶ διαδικασιῶν. Ἐνα βασικὸ χαρακτηριστικὸ αὐτῶν τῶν θεωριῶν εἶναι ἡ διατήρηση κοινῶν ὑποστηρικτικῶν στοιχείων διαμέσου τῶν πολλῶν ἱεραρχικῶν ἐπιπέδων ὀργάνωσης, ἀπὸ τὰ ἀπλούστερα στὰ πολυπλοκότερα συστήματα στὸ λαβύρινθο τοῦ πραγματικοῦ κόσμου μας. Σχετικὰ μὲ τὴν ἐξελικτικὴ διαδικασία τοῦ κόσμου μας, πιστεύουμε ὅτι τέτοια κοινὰ στοιχεῖα τῶν διαφόρων ἱεραρχικῶν ἐπιπέδων ἐξελικτικῆς ὀργάνωσης τοῦ κόσμου μας πρέπει νὰ περιλαμβάνουν τὶς ιδιότητες τῆς αὐτο-συγκρότησης, τῆς ὀλοκλήρωσης καὶ τῆς ἐγκλειδῶσης πληθυσμῶν «στοιχείων κίνησης», καὶ τῆς διάχυσης σὲ εὐρύτερα ἐπίπεδα ἐξελικτικῆς κίνησης.

Ἐπιχειροῦμε νὰ χαρτογραφήσουμε τὸν πολύπλοκο λαβύρινθο τοῦ ἐξελικτικοῦ κόσμου μας ὡς ἓνα ἀπέραντο πλέγμα ἐξελικτικῶν «κοινωνιῶν-μέσα-σὲ-κοινωνίες». Ἡ ἐπιστημονικὴ περιγραφή καὶ ἡ κατανόηση τῆς δομῆς καὶ τῆς συμπεριφορᾶς τῶν πολύπλοκων συστημάτων μεγάλων πληθυσμῶν στὸν ἄβιο καὶ τὸν βιολογικὸ κόσμο, ἀκόμη καὶ στὶς βιολογικὲς κοινωνίες τῶν ζώων καὶ τῶν ἀνθρώπων, ἀποτελεῖ σήμερα τὴ μεγαλύτερη πρόκληση τῆς ἐπιστήμης. Ἡ γνώση μας ξεκινᾷ συνήθως μὲ τὸ πείραμα καὶ τὴν παρατήρηση, καὶ δοκιμάζεται μὲ τὴ σύσταση καὶ τὴν προσαρμογὴ μαθηματικῶν μο-

8. Στὸ σημεῖο αὐτὸ θὰ συνιστοῦσα στὸν ἐνδιαφερόμενο νὰ ἀνατρέξει σχετικὰ στὴν προηγούμενη ὁμιλία (Τὸ «μέρος» καὶ τὸ «ὄλον», ὁ.π., σ. 30), ὅπου ἐξετάζεται ἡ συνεξέλιξη τῶν δύο βασικῶν διαδικασιῶν τῆς Φύσης, τῆς ἐντροπικῆς φθορᾶς καὶ τῆς μορφογενετικῆς ἀνάπτυξης.

ντέλων που ἐλέγχονται με γρήγορους και ισχυρούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Προσβλέπουμε στην ανάπτυξη μίας «ἐπιστήμης πληροφορίας και φυσικής πληθυσμῶν και πολυπλοκότητας». Συχνά διερωτώμεθα ἂν εἶναι δυνατή ἡ πλήρης και ἀπόλυτη ἀποκωδικοποίηση τῆς πληθυσμιακῆς συμπεριφορᾶς τοῦ κόσμου μας.

Ἡ ἐνορχήστρωση τῶν ἐξελικτικῶν διαδικασιῶν μεταξύ τῶν ἐπιπέδων πολυπλοκότητας, ὅπως εἶναι στή Βιολογία τὸ πέρασμα ἀπὸ τὸ μόριο στὸ κύτταρο, ἢ ἀπὸ τὸ ὄργανο στὸν ὄργανισμό, ἢ ἀκόμη ἀπὸ τὸ συνειδητὸ ἄτομο στήν ἀνθρώπινη κοινωνία, γενικότερα ἡ ἐνορχήστρωση που ἀφορᾷ τὸ πέρασμα «ἀπὸ τὸ μέρος στὸ ὅλον», θὰ ἀποτελέσει τὸ ἐπίκεντρο τῆς προσοχῆς μας σὲ αὐτὴ και σὲ ἐπόμενες διαλέξεις. Στὸ πλαίσιο μίας τέτοιας θεώρησης τῶν πραγμάτων, θὰ ἀσχοληθοῦμε με μιὰ ὑπόθεση, ἡ ὁποία ἀφορᾷ στήν ἱεραρχικὴ ἐναρμόνιση τῶν διαδικασιῶν συγκρότησης, ὁλοκλήρωσης, ἐγκλειδω-σης και διάχυσης τῶν ἐξελικτικῶν στοιχείων κίνησης, δηλαδὴ τῶν φαινομένων τοῦ κόσμου μας. Προτείνουμε ὅτι ἡ ἐξελικτικὴ πορεία τοῦ γίνεσθαι μπορεῖ νὰ πραγματοποιεῖται στὰ πλαίσια μίας ἐγγενοῦς «ἀρχῆς τῆς ἐξελικτικῆς προαγωγῆς τῆς λειτουργικότητας τοῦ κόσμου μας», ἡ ὁποία θὰ μποροῦσε και νὰ δικαιολογήσει κάποιο νόημα γιὰ τὴν «ὑπαρξή».

Ἡ ἐπιστῆμη ἔχει ἀλλάξει τὴ σχέση της πρὸς τὸ κοινωνικὸ σύνολο. Ἐχει ἐγκαταλείψει τὴν παλαιὰ ἐλιτίστικη δραστηριότητα και σήμερα εἶναι κοντὰ στήν κοινωνία, εἶναι κοντὰ στήν καθημερινότητα τοῦ κοινωνικοῦ ἀνθρώπου και προσφέρει, πέραν τῆς πολιτικῆς (ἢ ἴσως παρὰ τὴς ἐνέργειες τῆς πολιτικῆς), τὴν πλέον συγκεκριμένη ἐλπίδα που μποροῦμε νὰ ἔχουμε γιὰ νὰ περάσουμε ἀπὸ ἕναν πολιτισμὸ πολέμου και βίας σὲ ἕναν πολιτισμὸ εἰρήνης. Ἡ κοινωνία σήμερα ἔχει ἀγκαλιάσει τὴν ἐπιστῆμη, και στή μεταξύ τους ἐπικοινωνία μέσω τοῦ διαδικτύου και τῶν ἄλλων μέσων ἐπικοινωνίας, ἢ με αὐτὸ που κάνουμε με τὴ σημερινὴ διάλεξη, ἡ κοινωνία συμμετέχει, παίρνει μέρος με συνεχῶς αὐξανόμενο βαθμὸ ἐνημερώσεως και συμμετοχῆς στὶς συλλογικὲς ἐπιλογές τῆς ἐξελικτικῆς πολιτισμικῆς πορείας «τῶν πολλῶν που παρατηροῦν, σκέπτονται και ἐρμηνεύουν, ἐπικοινωνοῦν και συμφωνοῦν».

Εὐχαριστῶ γιὰ τὴν προσοχή σας.

ΔΗΜΟΣΙΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 18ΗΣ ΜΑΡΤΙΟΥ 2008

ΥΠΟΔΟΧΗ
ΤΟΥ ΑΝΤΕΠΙΣΤΕΛΛΟΝΤΟΣ ΜΕΛΟΥΣ κ. ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ Ε. ΓΔΟΥΤΟΥ

ΠΡΟΣΦΩΝΗΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΡΟΕΔΡΟ κ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟ ΔΡΑΚΑΤΟ

Ἄρχεται ἡ δημόσια συνεδρίαση τῆς ὀλομέλειας τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν με ἀποκλειστικό θέμα ἡμερήσιας διατάξεως τὴν ὑποδοχὴ τοῦ νέου ἀντεπιστέλλοντος μέλους τῆς Ἀκαδημίας, καθηγητῆ τοῦ Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης, κυρίου Ἑμμανουὴλ Γδοῦτου.

Κύριε Πρῦτανη τοῦ Ἐθνικοῦ Μετσόβιου Πολυτεχνείου,
Κύριοι πρῶην Πρυτάνεις τοῦ Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης,
Κύριοι Ἀκαδημαϊκοί,
Κυρίες καὶ Κύριοι,

Ὁ ἀνακηρυσσόμενος σήμερα ὡς Ἀντεπιστέλλον Μέλος τῆς Ἀκαδημίας γεννήθηκε στὴ Μυτιλήνη καὶ φοίτησε στὸ Ἐθνικὸ Μετσόβιο Πολυτεχνεῖο, τοῦ ὁποίου κατέστη Διπλωματοῦχος καί, ἀκολούθως, Ἀριστοῦχος Διδάκτωρ. Ἀνῆλθε ὅλες τὶς βαθμίδες τῆς κλίμακας τῆς ἀκαδημαϊκῆς ἱεραρχίας ἕως τὴ βαθμίδα τοῦ Καθηγητῆ Τεχνικῆς Μηχανικῆς, μεῖς ἰδιαίτερη ἐνασχόληση στὴ μηχανικὴ τῆς θραύσεως, τὴν πειραματικὴ μηχανικὴ, τὴ νανοτεχνολογία, τὰ σύνθετα ὕλικά καὶ τὶς κατασκευές σάντουιτς. Παρὰλλήλως, ἐχρημάτισε Ἐπισκέπτης Καθηγητῆς σὲ πανεπιστήμια τῶν ΗΠΑ καὶ Πρόεδρος τοῦ Τμήματος Πολιτικῶν Μηχανικῶν τοῦ Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης.

Ὁ κύριος Γδοῦτος ἔχει καταλάβει πολλὰς τιμητικὰς θέσεις καὶ ἔχει τύχει σειρᾶς διακρίσεων. Ἐπίσης, ἔχει ἀναπτύξει ποικίλας ἐπιστημονικὰς δράσεις. Τὸ ἐρευνητικὸ του ἔργο περιλαμβάνεται σὲ πλῆθος δημοσιευμάτων, ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον τοῦ ἐξωτερικοῦ.

Κύριε Καθηγητά, ἡ Ἀκαδημία Ἀθηνῶν εἶναι εὐτυχῆς πού σᾶς καλωσορίζει ὡς ἀντεπιστέλλον μέλος τῆς καὶ σᾶς ἀπευθύνει τίς καλύτερές τῆς εὐχές. Ταυτοχρόνως, σᾶς παραδίδω τὸ διάσημό τῆς.

Σὲ πλήρη ἀνάλυση τῶν βιογραφικῶν στοιχείων τοῦ καθηγητῆ κ. Γδούτου θὰ προβεῖ, σύμφωνα μὲ σχετικὴ ἀπόφαση τῆς Συγκλήτου, ὁ συνάδελφος ἀκαδημαϊκὸς κ. Ἀντώνιος Κουνάδης.

Παρακαλῶ τὸν κ. Κουνάδη νὰ ἔλθει στὸ βῆμα.

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ κ. ΑΝΤΩΝΙΟ ΚΟΥΝΑΔΗ

Κύριε Πρόεδρε, κυρίες καὶ κύριοι συνάδελφοι,

Κυρίες καὶ κύριοι,

Ἡ Σύγκλητος τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν, μετὰ ἀπὸ πρόταση τῆς Α' Τάξεως τῶν Θετικῶν Ἐπιστημῶν, μοῦ ἔκανε τὴν ἰδιαίτερη τιμὴ ἀλλὰ καὶ μοῦ ἔδωσε τὴν εὐχαρίστηση νὰ ἀναλάβω τὴν παρουσίαση τοῦ νέου Ἀντεπιστέλλοντος Μέλους τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν, τοῦ Καθηγητοῦ Μηχανικῆς τοῦ Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης κ. Ἐμμανουὴλ Γδούτου. Ὡς ὁμότεχος καὶ φίλος του ἀποδέχτηκα μὲ ἰδιαίτερη χαρὰ τὴν ἐντολὴ νὰ ἀπευθύνω τὸν καθιερωμένο χαιρετισμὸ κατὰ τὴν ἀποφινὴ ἐπίσημη ὑποδοχὴ του.

1. Βιογραφικὰ στοιχεῖα – θέσεις

Ὁ τιμῶμενος γεννήθηκε στὴ Μυτιλήνη τὸ 1948. Τὸ 1971 ἔλαβε τὸ Δίπλωμα τοῦ Πολιτικοῦ Μηχανικοῦ τοῦ Ε. Μ. Πολυτεχνείου, ἀπὸ τὸ ὁποῖο τὸ 1973 ἀναγορεύτηκε Ἀριστοῦχος Διδάκτωρ στὴν περιοχὴ τῆς Μηχανικῆς τῆς Θεράσεως μὲ ἐπιβλέποντα τὸν ἀείμνηστο Περικλῆ Θεοχάρη. Τὸ 1974 διορίστηκε Ἐπιμελητὴς στὴν Ἐδρα Μηχανικῆς τοῦ Ε.Μ.Π. Τὸ 1977 ἐξελέγη Ἐκτακτὸς Καθηγητὴς στὴν Ἐδρα τῆς Μηχανικῆς τοῦ Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης (Δ.Π.Θ.) καὶ Διευθυντὴς τοῦ ἀντίστοιχου Ἐργαστηρίου. Τὸ 1980 ἐξελέγη Τακτικὸς Καθηγητὴς στὴν ἀνωτέρω Ἐδρα. Ὑπῆρξε ἀπὸ τοὺς πρώτους Καθηγητὲς τοῦ Δ.Π.Θ., οἱ ὁποῖοι συνέβαλαν στὴν ὀργάνωση τοῦ τότε νεοσύστατου αὐτοῦ Πανεπιστημίου. Ἐπίσης ὀργάνωσε ἓνα σύγχρονο Ἐργαστήριον Τεχνικῆς Μηχανικῆς, τὸ ὁποῖο ἔχει ἀναλάβει πολλὰ ἐρευνητικὰ προγράμματα πού ἔχουν χρηματοδοτηθεῖ ἀπὸ ἐθνικοὺς καὶ κοινοτικοὺς πόρους.

Διετέλεσε Διευθυντής του Τομέα Σχεδιασμού και Κατασκευής Δομικών Έργων (1983-1986, 1993-1998), Πρόεδρος του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών (1987-1989) και Αντιπρόεδρος της Επιτροπής Έρευνών (1994-1997) του Δ.Π.Θ.

Διετέλεσε Έπισκέπτης Καθηγητής των Πανεπιστημίων Lehigh των ΗΠΑ (ἀκαδ. έτος 1981-1982) και Northwestern των ΗΠΑ (ἀκαδ. έτη 1999-2001, 2002-2003).

Είναι Πρόεδρος της Ευρωπαϊκής Έταιρείας Δομικής Ακεραιότητας των Κατασκευών (European Structural Integrity Society, 2006-2010), Πρόεδρος της Ευρωπαϊκής Ένώσεως Πειραματικής Μηχανικής (European Association for Experimental Mechanics, 2004-2007) και Πρόεδρος της Έλληνικής Έταιρείας Μηχανικής της Θραύσεως (2003-σήμερα).

Είναι μέλος της Ευρωπαϊκής Ακαδημίας Επιστημών και Τεχνών (European Academy of Sciences and Arts στο Salzburg της Αυστρίας, 2001), Επίτιμο μέλος της Ιταλικής Έταιρείας Θραύσεως (Italian Group of Fracture, 2004), Έταϊρος (Fellow) της Αμερικανικής Ακαδημίας Μηχανικής (American Academy of Mechanics, 2006), Έταϊρος (Fellow) της Έταιρείας Πειραματικής Μηχανικής των ΗΠΑ (Society for Experimental Mechanics, 2004), Έταϊρος (Fellow) της Ακαδημίας Επιστημών της Νέας Υόρκης (New York Academy of Sciences, 2001), Έταϊρος (Fellow) της Αμερικανικής Έταιρείας Μηχανολόγων Μηχανικών (American Society of Mechanical Engineers, 1993).

Είναι μέλος της Επιτροπής Βραβείων (2005-2008), της Επιτροπής Έταϊρων (2006-2008), και της Διοικούσης Επιτροπής (2006-2008) της Έταιρείας Πειραματικής Μηχανικής των ΗΠΑ.

Διετέλεσε Πρόεδρος του 16ου Ευρωπαϊκού Συνεδρίου Θραύσεως (Αλεξανδρούπολις, 3-7 Ιουλίου, 2006), και Πρόεδρος του 13ου Διεθνούς Συνεδρίου Πειραματικής Μηχανικής (Αλεξανδρούπολις, 1-6 Ιουλίου 2007).

2. Έρευνητικό έργο – Συγγράμματα

Το έρευνητικό έργο του Ε. Ε. Γδούτου αποτελείται από 200 εργασίες (έκ των οποίων 124 δημοσιεύτηκαν σε έγκριτα διεθνή επιστημονικά περιοδικά, 59 σε πρακτικά διεθνών συνεδρίων, 10 αποτελούν κεφάλαια βιβλίων

και 7 δημοσιεύτηκαν σε άλλες εκδόσεις). Οι ανωτέρω εργασίες μπορεί να καταταγούν σε 72 πειραματικές, 22 θεωρητικές, ενώ σε 106 γίνεται χρήση αριθμητικών μεθόδων για την επίλυση προβλημάτων Μηχανικής της Θραύσεως. Το μεγαλύτερο μέρος των εργασιών αυτών αναφέρεται στη Μηχανική της Θραύσεως, ενώ οι υπόλοιπες αναφέρονται στην Πειραματική Μηχανική, στη Θεωρία Έλαστικότητας, στη Νανοτεχνολογία, στα Σύνθετα Υλικά και σε Κατασκευές Σάντουιτς.

Έδημοσίευσε μόνος του ή με συνεργάτες 30 βιβλία (11 στα ελληνικά, 6 στα αγγλικά, ενώ σε 13 είναι εκδότης).

Τα ελληνικά διδακτικά του συγγράμματα αναφέρονται στη Μηχανική του Στερεού (στατική, κινηματική) και Παραμορφώσιμου Σώματος (Θεωρία Έλαστικότητας και Αντοχή των Υλικών) και στη Φωτοελαστική Μέθοδο, χρησιμοποιούνται δε ως διδακτικά βοηθήματα από Πολυτεχνεία της χώρας.

Τα αγγλικά συγγράμματά του εκδοθέντα από γνωστούς εκδοτικούς οίκους (Springer-Verlag, Kluwer Academic Publishers, McGraw-Hill, Springer) αναφέρονται στη Μηχανική της Θραύσεως και τη Φωτοελαστικότητα. Αποτελούν μονογραφίες χρήσιμες για τον έρευνητή, ενώ ένα σύγγραμμά του χρησιμοποιείται από Πανεπιστήμια των ΗΠΑ ως διδακτικό εγχειρίδιο για μεταπτυχιακά μαθήματα Μηχανικής της Θραύσεως.

3. Μέλος εκδοτικών επιτροπών – προσκεκλημένος εκδότης

Είναι Έπιστημονικός Έκδότης (Editor-in-Chief) του έγκριτου διεθνούς κυκλοφορίας περιοδικού *Strain – An International Journal for Experimental Mechanics*.

Είναι επίσης μέλος της εκδοτικής επιτροπής έξι διεθνούς κυκλοφορίας περιοδικών (*Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, *Applied Composite Materials*, *Advanced Composites Letters*, *Experimental Mechanics*, *The Archive of Mechanical Engineering of Polish Academy*, *Facta Universitatis of the University of Nis*) και μέλος της Έκδοτικής Έπιτροπής της σειράς βιβλίων *International Series on Advances in Fracture Mechanics*, WIT Press.

Διετέλεσε προσκεκλημένος εκδότης (Guest Editor) στα ειδικά τεύχη των περιοδικών *International Journal of Fracture*, Vol. 79, No. 2, pp. 97-208, 1996, *Applied Composite Materials*, Vol. 3, No. 5, pp. 265-353, 1996, *International Journal of Fracture*, Vol. 98, No. 3-4, pp. i-xiii & 195-406, 1999 (αφιερωμένο στον Καθηγητή Π. Σ. Θεοχάρη), *Facta Universitatis*, Vol.

3, No. 13, pp. 491-764, 2003, *Applied Composite Materials*, Vol. 12, No. 3-4, pp. 133-261, 2005).

4. Τιμητικές διακρίσεις – Βραβεΐα

Ο κ. Ε. Γδούτος ἔτυχε τῶν ἀκολούθων διακρίσεων:

Τιμήθηκε μὲ τὸ βραβεῖο τοῦ Διακεκριμένου Ἐπισκέπτη Καθηγητῆ τοῦ Πανεπιστημίου τοῦ Τολέδου τῶν ΗΠΑ, τὸ 1992.

Διετέλεσε μέλος τοῦ Συμβουλίου Κατασκευῶν καὶ Ὑλικῶν τῆς AGARD (Advisory Group for Aerospace Research and Technology, 1992-1997), εἶναι μέλος τῆς Ἐπιτροπῆς Ἐρευνας Συμβούλων καὶ Ἐταῖρος τοῦ Ἀμερικανικοῦ Βιογραφικοῦ Ἰνστιτούτου καὶ μέλος τοῦ Διοικητικοῦ Συμβουλίου τοῦ Ἰδρύματος Περικλῆ Σ. Θεοχάρη.

5. Λοιπὴ δραστηριότητα

Ἔχει διδακτικὴ ἐμπειρία ἄνω τῶν τριάντα ἐτῶν στὴ διδασκαλία μαθημάτων Μηχανικῆς, Πειραματικῆς Μηχανικῆς καὶ Μηχανικῆς τῆς Θραύσεως στὰ ἀκόλουθα ΑΕΙ: Ε. Μ. Πολυτεχνεῖο (1972-1977), Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης (1977 - σήμερα), Πανεπιστήμιο τῆς Καλιφόρνιας Santa Barbara (1986), Πανεπιστήμιο τῆς Καλιφόρνιας Davis (1987), Michigan Technological University (1988), University of Toledo (1992) καὶ Northwestern University (1999-2001).

Ἵπῃρξε κύριος ἐρευνητῆς σὲ 20 ἐρευνητικὰ προγράμματα ποὺ χρηματοδοτήθηκαν ἀπὸ ἐθνικοὺς καὶ κοινοτικοὺς πόρους.

Ἐπέβλεψε 12 διδακτορικὲς διατριβὲς στὸ Δ.Π.Θ. καὶ στὸ Πανεπιστήμιο Northwestern τῶν ΗΠΑ.

Εἶναι μέλος 15 ἐπιστημονικῶν ἐταιρειῶν.

Ἵπῃρξε κύριος ὀργανωτῆς 7 ἐθνικῶν καὶ 3 διεθνῶν συνεδρίων.

Ἐδωσε περισσότερες ἀπὸ 50 ὁμιλίες κατόπιν προσκλήσεως καὶ συμμετείχε σὲ πλέον ἀπὸ 60 ἐπιστημονικὰ συνέδρια.

6. Αναγνώριση ἀπὸ τρίτους ἐρευνητῆς

Οἱ ἐρευνητικὲς ἐργασίες του, δημοσιευθεῖσες σὲ ἔγκριτα διεθνοῦς κυκλοφορίας περιοδικά, ἔχουν τύχει μεγάλης ἀναγνώρισεως, ὀρισμένες μάλιστα μὲ ἰδιαίτερος εὐνοϊκὰ σχόλια ἀπὸ διακεκριμένους διεθνοῦς ἐμβέλειας ὁμοτέχνους

του στις έρευνητικές περιοχές Μηχανική τής Θραύσεως σέ Ισότροπα αλλά και ανισότροπα ύλικά, Πειραματική Μηχανική, Φωτοελαστικότητα, Σύνθετα Ύλικά.

Επίσης μεγάλη απήχηση στην διεθνή επιστημονική κοινότητα τών ομοτέχνων του είχαν τρία διεθνούς κυκλοφορίας συγγράμματά του, εκ τών οποίων τά δύο αναφέρονται στην Μηχανική τής Θραύσεως και σέ Έφαρμογές αὐτῆς, τὸ δὲ τρίτον, με συνεχδότη τὸν αείμνηστο δάσκαλό του Π. Θεοχάρη, αναφέρεται στην Θεωρία Μητρώων στην Φωτοελαστικότητα.

Ὁ τιμώμενος δὲν εἶναι μόνο ἓνας κορυφαῖος ἐπιστήμων, ἀλλὰ συγχρόνως ἓνας σεμνὸς ἄνθρωπος. Προσηγής, γελαστός, εὐχάριστος, συνεργάσιμος, πρόθυμος πάντοτε νὰ βοηθήσει τοὺς νεωτέρους του. Οἱ ἐρευνητικὲς του δεξιότητες συνδυάζονται με σπάνιες πνευματικὲς καὶ ἠθικὲς ἀρετές. Διακρίνεται γιὰ τὴ συνέπεια, τὴν ἀκεραιότητα τοῦ χαρακτήρα του, τὸ ἀδαμάντινο ἦθος του, τὴν ἀφοσίωσή του στην Ἑλληνορθόδοξη Παράδοση, τὴν ἀγάπη του γιὰ τὴν Γλωσσικὴ καὶ Πολιτιστικὴ μας κληρονομιά. Εἶναι λάτρης τοῦ Ἑλληνικοῦ Ἰδεώδους, καὶ διαπρύσιος κήρυκας τοῦ Ἑλληνισμοῦ στὸ ἐξωτερικό.

Ἀγαπητὲ συνάδελφε καὶ φίλε Μανώλη,

Δὲ νομίζω ὅτι χρειάζεται νὰ ὁμιλήσω περισσότερο, ὅταν πολὺ καλύτερα καὶ πειστικότερα ὁμιλεῖ τὸ λαμπρὸ καὶ διεθνῶς ἐκτιμώμενο ἐρευνητικὸ καὶ γενικότερα ἐπιστημονικὸ σου ἔργο. Ἐνα ἔργο, τὸ ὁποῖο δικαίως σέ ἔχει ἀναδείξει διεθνῶς σέ ἓναν κορυφαῖο ἐπιστήμονα στην ἐρευνητικὴ περιοχὴ τῆς Μηχανικῆς τῆς Θραύσεως καὶ τῆς Πειραματικῆς Μηχανικῆς. Ἡ Ἀκαδημία Ἀθηνῶν, σέ ἀναγνώριση αὐτῆς τῆς μεγάλης σου συμβολῆς στὸ ἐρευνητικὸ αὐτὸ πεδίο, σέ ὑποδέχεται ἀπόψε στοὺς κόλπους της με τὴν εὐχή, ἀλλὰ καὶ τὴν πεποίθηση, ὅτι θὰ ἀνταποκριθεῖς στις προσδοκίες της, ἐνισχύοντας καὶ ἀπὸ αὐτὴ τὴ νέα θέση τοῦ Ἀντεπιστέλλοντος Μέλους της τὴν ἐπιστήμη, στην ὁποία τόσα πολλὰ μέχρι σήμερα ἔχεις προσφέρει.

Εὐχαριστοῦμε τὸν ἀκαδημαϊκὸ κ. Κουνάδη γιὰ τὴν παρουσίαση τοῦ ἔργου τοῦ νέου συναδέλφου.

Καὶ τώρα παρακαλῶ τὸν Καθηγητὴ κ. Γδοῦτο νὰ ἔλθει στὸ βῆμα καὶ νὰ ἀναπτύξει τὸ θέμα «Μηχανικὴ τῆς θραύσεως: Μιὰ σύγχρονος θεωρία ὑπολογισμοῦ τῶν κατασκευῶν».

ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΗΣ ΘΡΑΥΣΕΩΣ
ΜΙΑ ΣΥΓΧΡΟΝΟΣ ΘΕΩΡΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

ΕΙΣΙΓΗΤΗΡΙΟΣ ΛΟΓΟΣ ΤΟΥ ΑΝΤΕΠΙΣΤΕΛΛΟΝΤΟΣ ΜΕΛΟΥΣ

κ. ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ Ε. ΓΔΟΥΤΟΥ

Κύριε Πρόεδρε,

Σας ευχαριστώ θερμά για τον εγκάρδιο χαιρετισμό σας και τους φιλόφρονες λόγους σας. Έκφράζω τις βαθύτατες ευχαριστίες μου στον Άκαδημαϊκό και φίλο κ. Αντώνη Κουνάδη για την άμέριστη συμπαράστασή του, την τόσο επαινετική παρουσίαση για το πρόσωπό μου, και τις θερμές ευχές του.

Κύριε Πρύτανη του Έθνικου Μετσόβιου Πολυτεχνείου και παιδική φίλε Κώστα Μουτζούρη, Κύριοι πρώην Πρυτάνεις του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης, Κύριε Πρόεδρε της Ακαδημίας, Κύριοι Άκαδημαϊκοί, Κυρίες και Κύριοι,

Τύχη αγαθή, ανέρχομαι εις το βήμα αυτό, το οποίο ἐτίμησαν πνευματικοί άνθρωποι ύψηλου κύρους και διεθνούς επιστημονικής ακτινοβολίας, με ιδιαίτερα συγκίνηση, συστολή και δέος. Έν αρχῇ, ευχαριστώ τον Θεό ό Όποιος με ἤξιωσε μίας τόσο ύψηλῆς τιμῆς και Τόν παρακαλῶ ὅπως φανεί προστάτης, ἄρωγός και καθοδηγητής εις τόν βίον και τό ἔργον μου.

Ἐπιθυμῶ νά ευχαριστήσω θερμά τήν Όλομέλεια τῆς Ακαδημίας Ἀθηνῶν γιά τήν τόσο τιμητική ἐκλογή στή θέση τοῦ Ἀντεπιστέλλοντος Μέλους τοῦ Ἀνωτάτου Πνευματικοῦ Ἰδρύματος τῆς χώρας. Ταυτόχρονα, θά ἤθελα νά σας διαβεβαιώσω ὅτι θά ἐργαστῶ μέ ὄλες μου τίς δυνάμεις προκειμένου νά φανῶ ἀντάξιός τῆς τιμῆς και τῆς ἐμπιστοσύνης μέ τήν ὁποία μέ περιβάλατε και ὅτι θά ἀνταποκριθῶ στίς προσδοκίες σας.

Στή σημερινή κορυφαία στιγμή τῆς ζωῆς μου ἡ σκέψη μου πηγαίνει στή γενέτειρά μου, τή Μυτιλήνη, ὅπου πέρασα τά πρώτα χρόνια τῆς ζωῆς μου και ἐκπλήρωσα τίς ἐγκύκλιες σπουδές μου μέχρι τῆς εισαγωγῆς στό Ἐθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνεῖο. Μέ σεβασμό ὑποκλίνομαι στή μνήμη τοῦ διδασκάλου πατρός μου Ἐλευθερίου Γδούτου, τῶν διδασκάλων

πάπων μου Ἐμμανουὴλ Γδούτου καὶ Στεφάνου Παπαχαρίτωνος καὶ τοῦ μαθηματικοῦ καθηγητοῦ Γυμνασίου θείου μου Χαρίτωνος Παπαχαρίτωνος, οἱ ὅποιοι μοῦ ἐμφύσησαν τὴν ἀγάπη γιὰ τὴν παιδεία, τὴ γνώση, τὴ μόρφωση, τὴ δημιουργία καὶ τὰ Ἑλληνοχριστιανικὰ ιδεώδη. Στὴ διδασκάλισσα μητέρα μου Καλλιόπη Γδούτου γιὰ τὴν καθοδήγηση καὶ τὴ φροντίδα της. Τὸ οἰκογενειακὸ περιβάλλον μοῦ ἐνέπνευσε καὶ θεμελίωσε βαθιὰ μέσα μου τὴν πεποίθηση ὅτι ὁ ἄνθρωπος ἔχει ὑποχρέωση νὰ πολλαπλασιάζει τὸ τάλαντο ποῦ τοῦ χαρίζει ὁ Δημιουργός, τὸν Ὅποιον πλησιάζει διὰ τῆς δημιουργίας.

Εὐχαριστῶ τοὺς διδασκάλους μου καὶ ἰδιαίτερα τὸν ἀείμνηστο μέντορά μου στὸ Ἐθνικὸ Μετσόβιο Πολυτεχνεῖο Καθηγητὴ-Ἀκαδημαϊκὸ Περικλῆ Θεοχάρη, τοῦ ὁποίου, τύχη ἀγαθῆ, ὑπῆρξα μαθητὴς καὶ στενὸς συνεργάτης. Τὸν εὐγνωμονῶ διότι μοῦ ἐνέπνευσε τὴν ἀγάπην διὰ τὴν ἐπιστήμην τῆς Μηχανικῆς καὶ μὲ ὁδήγησεν εἰς τοὺς περιπετειώδεις, ἀλλὰ καὶ συναρπαστικοὺς δρόμους τῆς ἐπιστημονικῆς ἀναζήτησης.

Μὲ ἰδιαίτερη εὐγνωμοσύνη στρέφομαι στὸν Καθηγητὴ τοῦ Πανεπιστημίου τοῦ Lehigh τῶν ΗΠΑ George Sih καὶ τὸν Καθηγητὴ τοῦ Πανεπιστημίου Northwestern τῶν ΗΠΑ Ἰσαὰκ Δανιὴλ γιὰ τὴ συνεργασία καὶ συμπαράστασή τους. Ἐπιθυμῶ νὰ εὐχαριστήσω τοὺς συνεργάτες μου καὶ τοὺς μαθητὲς μου στὸ Ἐθνικὸ Μετσόβιο Πολυτεχνεῖο, στὸ Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, στὰ Πανεπιστήμια Lehigh, Michigan Technological University, University of California at Santa Barbara καὶ Davis καὶ Northwestern University τῶν ΗΠΑ, οἱ ὅποιοι ἀποτελέσαν τὸν πυρῆνα τῶν ἐρευνητικῶν μου δραστηριοτήτων.

Ἡ σημερινὴ μεγάλη στιγμή τῆς ζωῆς μου δὲ θὰ ἦταν δυνατὸν νὰ ἐπιτευχθεῖ χωρὶς τὴν κατανόηση, ὑπομονή, συμπαράσταση καὶ ἀγάπη τῆς συζύγου μου Μαρίας καὶ τῶν παιδιῶν μου Ἐλευθερίου καὶ Ἀλεξάνδρας-Καλλιόπης. Τοὺς εὐχαριστῶ θερμά. Τέλος, θὰ ἤθελα νὰ εὐχαριστήσω ὅλους ἐσᾶς, Κυρίες καὶ Κύριοι, ποῦ μὲ τὴν παρουσία σας σήμερα τιμᾶτε τὴν ἐπίσημη καὶ τόσο συγκινητικὴ γιὰ ἐμένα τελετὴ αὐτῆ.

Καὶ ἐπιθυμῶ ὅπως εἰσέλθω εἰς τὸ θέμα τῆς ὁμιλίας μου, ἡ ὁποία ἀφορᾷ μία νέα θεωρία ὑπολογισμοῦ τῶν κατασκευῶν, τὴ μηχανικὴ τῆς θραύσεως. Θὰ προσπαθῆσω νὰ ἀναπτύξω συνοπτικὰ τίς θεμελιώδεις ἀρχές τῆς θεωρίας αὐτῆς, ἡ ὁποία συνεισέφερε σημαντικὰ εἰς τὸν ἀσφαλέστερον ὑπολογισμὸν τῶν κατασκευῶν, καὶ νὰ σκιαγραφήσω τὴ συμβολή μου εἰς τὴν ἐπιστημονικὴν αὐτὴν περιοχὴν.

1. Περίληψη

Παρουσιάζονται οι βασικές αρχές της μηχανικής της θραύσεως. Στην αρχή εκτίθενται χαρακτηριστικές άστοχίες κατασκευών, οι οποίες συνέβησαν σε τάσεις μικρότερες από την τάση θραύσεως του υλικού, και οι οποίες δέν είναι δυνατόν να εξηγηθούν με τα συμβατικά κριτήρια άστοχίας. Η ανάγκη έρμηνείας των άστοχιών αυτών σε συνδυασμό με τα πειράματα του Griffith που αναφέρονται στη θραύση ίνων ύαλου οδήγησαν στη δημιουργία μίας νέας θεωρίας ύπολογισμού των κατασκευών, της μηχανικής της θραύσεως. Η θεωρία αυτή βασίζεται στη ρεαλιστική ύπόθεση ότι όλα τα υλικά περιέχουν ατέλειες ύπό μορφή ρωγμών, οι οποίες και άποτελούν τόν πυρήνα ενάρξεως της άστοχίας. Η μηχανική της θραύσεως δέν καταργεί τα συμβατικά κριτήρια άστοχίας των κατασκευών, αλλά τα συμπληρώνει. Δίδονται οι βασικές εξισώσεις του πεδίου των τάσεων στην περιοχή του άκρου της ρωγμής και αναλύεται ή διάδοση της ρωγμής βάσει της αρχής της διατηρήσεως της ενέργειας, και άλλων κριτηρίων. Περιγράφονται περιληπτικά μη καταστροφικοί μέθοδοι έντοπισμού των ρωγμών στις κατασκευές. Παρουσιάζεται επιγραμματικά ή συμβολή του συγγραφέως στην έπίλυση προβλημάτων θραύσεως με θεωρητικές, αναλυτικές και πειραματικές μεθόδους. Δίνεται μία έφαρμογή της μηχανικής της θραύσεως στον ύπολογισμό κελύφους ύπό έσωτερική πίεση και παρουσιάζεται συνοπτικά ή μελέτη έπισκευής τμημάτων άεροσκαφών που έχουν ρωγμές με έπιθέματα από σύνθετα υλικά. Τέλος, εκτίθενται οι πρόσφατες εξελίξεις και οι μελλοντικές προοπτικές της μηχανικής της θραύσεως.

2. Είσαγωγή

Τά συμβατικά κριτήρια άστοχίας των υλικών, που βασίζονται στην τάση, στην παραμόρφωση, στην ενέργεια παραμορφώσεως, κ.ά., δέν μπορούν να εξηγήσουν ίκανοποιητικά πολλές άστοχίες κατασκευών, όπως γεφυρών, σωλήνων μεταφοράς ύγρων ή αερίων, πλοίων, σιδηροτροχιών, άεροπλάνων, κατασκευών του διαστήματος κ.ά., οι οποίες έλαβαν χώρα σε φορτία μικρότερα από αυτά που ύπολογίζονται με βάση τα κριτήρια αυτά. Οι τάσεις κατά τη στιγμή της άστοχίας σε πολλές περιπτώσεις ήταν μικρότερες από την τάση θραύσεως του υλικού. Έξ άλλου, πειράματα που εκτελέστηκαν από

τὸν Griffith τὸ 1921 σὲ ἴνες ὑάλου κατέδειξαν ὅτι ἡ ἀντοχὴ τῶν ὑλικῶν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ μέγεθος τῶν δοκιμίων, καὶ εἶναι πολὺ μικρότερη, συνήθως κατὰ δύο τάξεις μεγέθους, ἀπὸ τῆ θεωρητικῆ ἀντοχῆ τους. Σὲ μία προσπάθεια νὰ ἐξηγηθοῦν τὰ φαινόμενα αὐτὰ ἀνεπτύχθη μία νέα θεωρία ὑπολογισμοῦ τῶν κατασκευῶν, ἡ μηχανικὴ τῆς θραύσεως. Ἡ θεωρία αὕτη βασίζεται στὴ ρεαλιστικὴ ὑπόθεση ὅτι ὅλα τὰ ὑλικά περιέχουν ἀτέλειες ὑπὸ μορφὴ ρωγμῶν, οἱ ὁποῖες καὶ ἀποτελοῦν τὸν πυρῆνα ἐνάρξεως τῆς ἀστοχίας τῶν κατασκευῶν. Τὸ βασικὸ ἀντικείμενο τῆς μηχανικῆς τῆς θραύσεως εἶναι ὁ ὑπολογισμὸς τοῦ κρίσιμου φορτίου τῶν κατασκευῶν μὲ τὴν προϋπόθεση ὅτι οἱ κατασκευές ἔχουν ἀρχικὲς ρωγμές.

Ἡ μηχανικὴ τῆς θραύσεως εἰσάγει μία νέα ἀντίληψη στὸν ὑπολογισμὸ τῶν κατασκευῶν ποὺ βασίζεται στὴν ὑπόθεση ὅτι οἱ κατασκευές περιέχουν ρωγμές. Δεδομένου ὅτι στὴν πράξη δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ ὑπάρξουν κατασκευές χωρὶς ρωγμές, ὁ ἀσφαλῆς ὑπολογισμὸς τῶν κατασκευῶν πραγματοποιεῖται σὲ δύο κατευθύνσεις: εἴτε προσδιορίζεται τὸ μέγιστο φορτίο λειτουργίας τῆς κατασκευῆς ὅταν ὑπάρχει μία ρωγμὴ γνωστῶν διαστάσεων στὴν κατασκευή, ἢ, ὅταν δίνεται τὸ φορτίο λειτουργίας τῆς κατασκευῆς, προσδιορίζεται τὸ μέγιστο μέγεθος τῆς ρωγμῆς, τὸ ὁποῖο ἡ κατασκευὴ μπορεῖ νὰ φέρει μὲ ἀσφάλεια.

Γιὰ τὸν ὑπολογισμὸ τῶν κατασκευῶν μὲ βάση τίς ἀρχές τῆς μηχανικῆς τῆς θραύσεως ἀπαιτεῖται ὁ ὀρισμὸς μίας παραμέτρου ἡ ὁποία χαρακτηρίζει τὴν τάση τῆς ρωγμῆς νὰ διαδοθῆ. Ἡ παράμετρος αὕτη ὀφείλει νὰ εἶναι δυνατὸν νὰ προσδιοριστῆ ὡς συνάρτηση τοῦ ὑλικοῦ, τοῦ μήκους τῆς ρωγμῆς, τῆς γεωμετρίας τῆς κατασκευῆς καὶ τῶν ἐφαρμοσμένων φορτίων. Ἐξ ἄλλου, ἡ κρίσιμος τιμὴ τῆς παραμέτρου αὐτῆς, ποὺ ὀνομάζεται ἀκαμψία θραύσεως, ἀποτελεῖ σταθερὰ τοῦ ὑλικοῦ, ποὺ πρέπει νὰ μπορεῖ νὰ προσδιοριστῆ πειραματικά. Ἡ ἀκαμψία θραύσεως ἐκφράζει τὴν ἰκανότητα τοῦ ὑλικοῦ νὰ ἀντιστέκεται στὴ διάδοση ρωγμῶν. Ἐξισώνοντας τὴν ἀνωτέρω παράμετρο μὲ τὴν ἀκαμψία θραύσεως παίρνουμε μία σχέση μεταξύ τῶν ἐφαρμοσμένων φορτίων, τοῦ μεγέθους τῆς ρωγμῆς, τοῦ ὑλικοῦ καὶ τῆς γεωμετρίας τῆς κατασκευῆς ἡ ὁποία δίδει τὴν ἀπαραίτητη συνθήκη γιὰ τὸν ἀσφαλῆ ὑπολογισμὸ τῆς κατασκευῆς. Ἡ κρίσιμη τιμὴ τῆς ἀκαμψίας θραύσεως χρησιμοποιεῖται γιὰ τὴν ἀξιολόγηση τῆς ἰκανότητος τῶν ὑλικῶν νὰ ἀντισταθοῦν στὴ διάδοση ρωγμῶν, κατὰ ἀνάλογο τρόπο ποὺ ἡ τάση διαρροῆς ἢ ἡ μεγίστη τάση χρησιμοποιοῦνται γιὰ τὴν ἀξιολόγηση τῆς ἀντιστάσεως τῶν

ύλικων σέ αστοχία λόγω διαρροῆς ἢ θραύσεως. Κατὰ τὴν ἐπιλογή ἑνὸς ὕλικου γιὰ δομικὲς ἢ μηχανολογικὲς κατασκευὲς πρέπει κανεὶς νὰ ἐπιλέξει μεταξὺ ὕλικων μὲ ὑψηλὴ τάση διαρροῆς καὶ σχετικὰ χαμηλὴ ἀκαμψία θραύσεως ἢ ὕλικων μὲ χαμηλὴ τάση διαρροῆς καὶ σχετικὰ ὑψηλὴ ἀκαμψία θραύσεως. Ὅλικά πού ἔχουν ὑψηλὴ τάση διαρροῆς καὶ ὑψηλὴ ἀκαμψία θραύσεως δὲν ἔχουν βρεθεῖ ἀκόμα.

Στὴν παρούσα ἐργασία ἀναπτύσσονται οἱ βασικὲς ἀρχὲς τῆς μηχανικῆς τῆς θραύσεως. Μετὰ ἀπὸ μία ἱστορικὴ ἀναδρομὴ χαρακτηριστικῶν ἀστοχιῶν κατασκευῶν καὶ τῶν πειραμάτων τοῦ Griffith σέ ἴνες ὑάλου, πού ὁδήγησαν στὴν ἀνάπτυξη τῆς θεωρίας τῆς μηχανικῆς τῆς θραύσεως, δίνεται τὸ πεδίο τῶν τάσεων στὸ ἄκρο τῆς ρωγμῆς, ἀναφέρονται τὰ βασικὰ κριτήρια ἀστοχίας καὶ παρουσιάζεται ἐπιγραμματικὰ ἢ συμβολῇ τοῦ συγγραφέως στὴν ἐπίλυση προβλημάτων θραύσεως, μὲ θεωρητικὲς, ἀναλυτικὲς καὶ πειραματικὲς μεθόδους. Δίνεται μία ἐφαρμογὴ τῆς μηχανικῆς τῆς θραύσεως στὸν ὑπολογισμὸ κελύφους πού ὑπόκειται σέ ἐσωτερικὴ πίεση καὶ παρουσιάζεται τὸ θέμα τῆς ἐπισκευῆς τμημάτων ἀεροσκαφῶν πού φέρουν ρωγμὲς μὲ ἐπιθέματα ἀπὸ σύνθετα ὕλικά. Τέλος ἀναφέρονται οἱ πρόσφατες ἐξελλίξεις καὶ οἱ μελλοντικὲς προοπτικὲς τῆς μηχανικῆς τῆς θραύσεως καὶ παρατίθεται κατάλογος τῶν βιβλίων τοῦ συγγραφέα στὴν περιοχὴ αὐτή.

3. Χαρακτηριστικὲς ψαθυρὲς θραύσεις κατασκευῶν

Τὸ φαινόμενο τῆς θραύσεως ἐμφανίζεται πολὺ συχνὰ στὴν καθημερινή μας ζωὴ. Παρουσιάζεται π.χ. στὸ σχίσσιμο ξύλων μὲ σφῆνες, στὴ γλυπτικὴ, στὴ μορφοποίηση ὕλικων, σὲ πολλὲς κατασκευαστικὲς καὶ μηχανολογικὲς διεργασίες. Πέραν ὅμως αὐτῶν τῶν εὐεργετικῶν συνεπειῶν τῆς θραύσεως, πολλὲς καταστροφικὲς ἀστοχίες κατασκευῶν πού συνοδεύονται μὲ ἀπώλειες ἀνθρώπινων ζωῶν ἔχουν λάβει χώρα ὡς ἀποτέλεσμα ξαφνικῶν, μὴ ἀναμενόμενων θραύσεων. Ἡ ἱστορία τῆς τεχνολογίας εἶναι γεμάτη ἀπὸ τέτοια περιστατικά.

Μολονότι θραύσεις ἔχουν συμβεῖ σὲ πολλὲς κατασκευὲς κατὰ τὴν ἱστορία τῆς ἀνθρωπότητος, τὸ πρόβλημα ἐμφανίστηκε σὲ ὀξεία μορφή μὲ τὴν εἰσαγωγὴ τῶν συγκολλήσεων στὶς κατασκευὲς. Στὶς ἡλωτὲς κατασκευὲς, π.χ., ἡ διάδοση τῶν ρωγμῶν σταματᾷ στὶς συνδέσεις μὲ ἦλους καὶ δὲν προχωρᾷ σὲ γειτονικὰ ἐλάσματα. Ἐν τούτοις, οἱ συγκολλητὲς κα-

τασκευές είναι συνεχείς και ἡ διάδοση τῶν ρωγμῶν προχωρᾷ ἀπὸ ἓνα ἔλασμα στὸ ἄλλο διὰ μέσω τῶν συγκολλήσεων ὀδηγώντας τὴν κατασκευὴν σὲ ὀλοκληρωτικὴ ἀστοχία. Ἐπὶ πλέον, οἱ συγκολλήσεις μπορεῖ νὰ ἔχουν ἀτέλειες πολλῶν εἰδῶν, ὅπως ρωγμές, καὶ συνήθως μεγάλες ἀρχικὲς ἐφελκυστικὲς τάσεις.

Κατὰ τὸν Β' Παγκόσμιον Πόλεμον συνέβησαν ἐκτεταμέναι μαζικὲς ἀστοχίαι σὲ πλοῖα τὰ ὁποῖα ναυπηγήθησαν στὶς ΗΠΑ [1-2]. Πολλὰ ἀπὸ τὰ πλοῖα αὐτὰ ὑπέστησαν σοβαρὰς θραύσεις μὴ μόνον ἐν τῇ λειτουργίᾳ. Οἱ θραύσεις ἦσαν συνήθως ξαφνικὲς καὶ συνοδεύονταν ἀπὸ δυνατὸ θόρυβον. Ἀπὸ τὰ 5.000 περίπου πλοῖα ποὺ ναυπηγήθησαν στὶς ΗΠΑ κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ Β' Παγκοσμίου Πολέμου περισσότερα ἀπὸ 1.000 ἀνέπτυξαν ρωγμὰς σημαντικῶν μεγέθους μέχρι τὸν Ἀπρίλιον τοῦ 1946. Ἀπὸ τὸ Νοέμβριον τοῦ 1942 μέχρι τὸ Δεκέμβριον τοῦ 1952 περισσότερα ἀπὸ 200 πλοῖα ὑπέστησαν σοβαρὰς ἀστοχίας. Δέκα πετρελαιοφόρα καὶ τρία πλοῖα τύπου Liberty ἔσπασαν ξαφνικὰ στὰ δύο, ἐνῶ 25 πλοῖα ὑπέστησαν πλήρεις ἀστοχίας. Οἱ περισσότερες θραύσεις στὰ πλοῖα Liberty ξεκίνησαν ἀπὸ τὶς γωνίας τετραγωνικῶν ὀπῶν. Μὲ τὸ στρογγύλεμα τῶν γωνιῶν τῶν ὀπῶν καὶ μὲ τὴν προσθήκην ἠλωτῶν ἐλασμάτων γιὰ τὸ σταμάτημα τῶν ρωγμῶν οἱ ἀστοχίαι περιορίστηκαν. Ἀρκετὲς ἀπὸ τὶς ἀστοχίας τῶν πλοίων συνέβησαν σὲ κρίσιμες τάσεις μικρότερες ἀπὸ τὴν τάσιν διαρροῆς τοῦ ὑλικοῦ. Μία χαρακτηριστικὴ ψαθυρὴ θραύσις συνέβη στὸ πετρελαιοφόρον Schenectady τὸ ὁποῖον ἔσπασε ξαφνικὰ στὰ δύο ἐνῶ βρισκόταν στὸ λιμάνι σὲ κρῦον καιρὸ καὶ ἀφοῦ εἶχε ἤδη συμπληρώσει μὲ ἐπιτυχίαν τὶς δοκιμαστικὰς διαδρομὰς του. Ἡ θραύσις συνέβη χωρὶς προειδοποίησιν καὶ ἔλαβε χώρα κατὰ μῆκος τοῦ πλοίου, χωρὶς ἐν τούτοις νὰ διασχίσει τὸν πυθμὲνα του [3].

Ἐκτεταμέναι ψαθυρὲς θραύσεις συνέβησαν σὲ πολλὰς μεγάλας σιδηρὰς κατασκευάς. Ὁ Shank [4] σὲ ἔκθεσιν ποὺ δημοσιεύτηκε τὸ 1954 ἀναφέρει περισσότερες ἀπὸ 60 μεγάλας ἀστοχίας γεφυρῶν, πλοίων, ἀγωγῶν μεταφορᾶς καὶ μεγάλων κελυφῶν ἀποθηκεύσεως ὑγρῶν ἢ ἀερίων. Σύμφωνα μὲ τὸν Shank, ἡ πρώτη ψαθυρὴ θραύσις ποὺ ἔχει καταγραφῆ στὴν ἱστορίαν τῶν κατασκευῶν εἶναι ἓνας ὑδατόπυργος ὕψους 250 ποδῶν στὸ Long Island τῶν ΗΠΑ, ὁ ὁποῖος ἔσπασε τὸ 1886 κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ δοκιμαστικοῦ πειράματος ὑδροστατικῆς πίεσης. Ὅταν ὁ ὑδατόπυργος εἶχε γεμίσει μὲ νερὸ σὲ ὕψος 227 ποδῶν, μία κατακόρυφον ρωγμὴ μήκους 20

ποδῶν ἐνεφανίσθη στὸν πυθμένα συνοδευόμενη ἀπὸ ἓναν ἰσχυρὸ ἤχο, καὶ ὁ ὑδατόπυργος κατέρρευσε. Τὸ 1938 μίᾳ συγκολλητῇ δικτυωτῇ γέφυρα τύπου Vierendeel ποῦ κατασκευάστηκε κατὰ μῆκος τοῦ καναλιοῦ Albert στὸ Βέλγιο μὲ ἄνοιγμα 254 ποδῶν κατέρρευσε σὲ χαμηλὴ θερμοκρασία. Ἡ θραύση συνοδεύτηκε ἀπὸ ἰσχυρὸ ἤχο καὶ μίᾳ ρωγμῇ ἐμφανίστηκε στὸ κατώτερο καλώδιο. Ἡ γέφυρα εἶχε κατασκευαστεῖ μόλις πρὶν ἀπὸ ἓνα χρόνο. Τὸ 1962 μίᾳ γέφυρα στὴ Μελβούρνη τῆς Αὐστραλίας ἔσπασε μετὰ τὴν ἀστοχία ἑνὸς φατνώματος ὡς ἀποτέλεσμα τῆς ἀκαριαίας διαδόσεως μίᾳ ρωγμῆς. Ἐνα σφαιρικὸ συγκολλητὸ κέλυφος διαμέτρου 38,5 ποδῶν καὶ πάχους 0,66 Ἴντσῶν κατέρρευσε στὸ Schenectady τῶν ΗΠΑ ὅταν ὑποβλήθηκε σὲ ἐσωτερικὴ πίεση 50 lb/in² σὲ θερμοκρασία 100 °F. Τὸ κέλυφος ἐξερράγη καταστροφικὰ σὲ 20 κομμάτια. Σὲ μίᾳ ἀπὸ τὶς παλαιότερες ἀστοχίες ἀεροπλάνων δύο ἐπιβατικὰ βρετανικὰ ἀεροπρωθούμενα ἀεροπλάνα τύπου de Havilland κατέπεσαν κοντὰ στὴν Ἑλμπα καὶ τὴ Νεάπολη τῆς Ἰταλίας τὸ 1954 [5]. Μετὰ τὰ ἀτυχήματα αὐτὰ ὅλα τὰ ἀεροσκάφη τοῦ τύπου αὐτοῦ ἐτέθηκαν σὲ ἀχρηστία. Γιὰ τὴ διαλεύκανση τῶν ἀτυχημάτων αὐτῶν κατασκευάστηκε στὸ Farnborough τῆς Ἀγγλίας μίᾳ μεγάλη ὑδατοδεξαμενὴ στὴν ὁποία τοποθετήθηκε ὁλόκληρο τὸ ἀεροσκάφος. Ἡ ἄτρακτος τοῦ ἀεροσκάφους ὑποβλήθηκε σὲ ἐναλλακτικὴ ὑδροστατικὴ πίεση καὶ τὰ φτερά σὲ φορτία τὰ ὁποῖα ἐξομοίωναν τὰ πραγματικὰ φορτία τῆς πτήσεως. Τὸ ἀεροσκάφος ποῦ δοκιμάστηκε εἶχε ἤδη 3.500 ὥρες πτήσεως. Μετὰ ἀπὸ δοκιμὲς ποῦ ἀντιστοιχοῦσαν σὲ 2,25 φορές τὴν προηγούμενη διάρκεια πτήσεως τοῦ ἀεροσκάφους ἡ ἄτρακτος ἐξερράγη κατὰ καταστροφικὸ τρόπο μετὰ τὴ δημιουργία μίᾳ ρωγμῆς κοπώσεως σὲ περιοχὴ ἠλώσεως. Γιὰ μίᾳ ἀνασκόπηση καὶ ἀνάλυση τῶν ἐκτεταμένων ψαθυρῶν θραύσεων ὁ ἀναγνώστης ἀναφέρεται στὴν ἐργασία [6] γιὰ μεγάλες περιστρεφόμενες μηχανές, στὴν ἐργασία [7] γιὰ κελυφωτὲς κατασκευές καὶ ἀγωγοὺς μεταφορᾶς ὑγρῶν ἢ ἀερίων, στὴν ἐργασία [8] γιὰ στρατιωτικὲς κατασκευές καὶ στὴν ἐργασία [9] γιὰ ἀεροπλάνα.

Ἀπὸ μίᾳ ἐνδελεχῆ ἔρευνα καὶ ἀνάλυση τῶν ἀνωτέρω ἀστοχιῶν εἶναι δυνατόν νὰ συναχθοῦν τὰ ἀκόλουθα συμπεράσματα:

- (α) Οἱ περισσότερες θραύσεις ἦταν ψαθυρές, ὑπὸ τὴν ἔννοια ὅτι συνοδεύονταν ἀπὸ πολὺ μικρὲς πλαστικὲς παραμορφώσεις, ἂν καὶ τὰ ὑλικά τῶν κατασκευῶν παρουσίαζαν ὀλικιμὴ συμπεριφορὰ σὲ θερμοκρασίες περιβάλλοντος.

- (β) Οί περισσότερες θραύσεις συνέβησαν σέ χαμηλές θερμοκρασίες.
- (γ) Οί κατασκευές αστόχησαν σέ τάσεις πολύ μικρότερες από τήν κρίσιμη τάση αστοχίας του υλικού.
- (δ) Οί περισσότερες αστοχίες ξεκίνησαν από προϋπάρχουσες ρωγμές σέ περιοχές κατασκευαστικών ασυνεχειών, όπως όπων, έγκοπών, γωνιακών σημείων, κτλ. Σέ πολλές περιπτώσεις οί ρωγμές αυτές κατέστη δυνατόν νά έντοπιστούν.
- (ε) Οί κατασκευές οί όποιες αστόχησαν σέ ψαθυρή θραύση ήταν κατασκευασμένες από μέταλλα ύψηλης άντοχής τά όποια είχαν μικρή ικανότητα άντιστάσεως στή διάδοση ρωγμών.
- (στ) Η θραύση συνήθως διαδόθηκε μέ μεγάλες ταχύτητες, οί όποιες για σιδηροκατασκευές ήταν τής τάξεως των 1.000 m/s. Οί παρατηρηθείσες ταχύτητες ρωγμής ήταν κλάσμα τής ταχύτητας διαδόσεως των διαμήκων κυμάτων στο υλικό.

Τά άνωτέρω συμπεράσματα ήταν καθοριστικά για τήν ανάπτυξη τής θεωρίας τής μηχανικής τής θραύσεως.

4. Τά πειράματα του Griffith

Πολύ πριν από τό 1921, όταν ο Griffith δημοσίευσε τή μνημειώδη θεωρία του για τήν αστοχία των υλικών, εμφανίστηκαν αρκετά πρωτοποριακά αποτελέσματα, τά όποια κατέδειξαν τήν εξάρτηση τής άντοχής των σωμάτων από τό μέγεθός τους. Θα περιγράψουμε συνοπτικά τά αποτελέσματα αυτά, τά όποια μπορεί νά θεωρηθούν ως προοίμιο τής θεωρίας του Griffith.

Ο Leonardo da Vinci (1452-1519), από πειράματα για τόν προσδιορισμό τής άντοχής χαλυβδίνων συρμάτων [10], κατέληξε στην ύπαρξη μίας αντίστροφης σχέσης μεταξύ τής άντοχής και του μήκους των συρμάτων, τά όποια είχαν σταθερή διάμετρο και είχαν φορτιστεί μέ έξωτερικό βάρος. Αναφέρουμε από μία άθθεντική μετάφραση των σημειώσεων του Leonardo [11]:

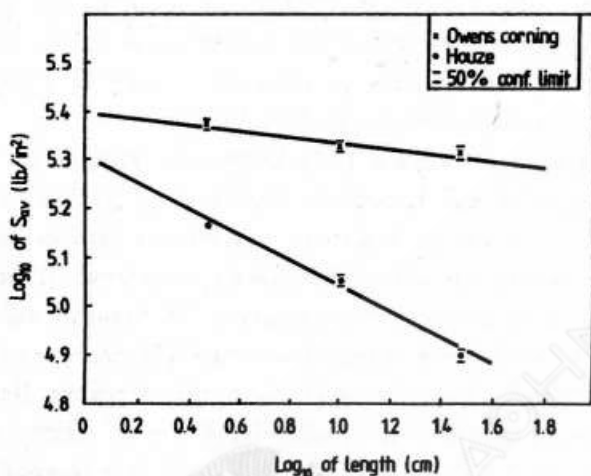
«Παρατηρείστε ποιό ήταν τό κρίσιμο βάρος αστοχίας του σύρματος και σέ ποιό σημείο αστόχησε. Κατόπιν μειώστε τό μήκος του σύρματος, στην άρχή κατά τό ήμισυ, και παρατηρείστε πόσο περισσότερο βάρος άντέχει. Κατόπιν μειώστε τό μήκος του σύρματος στο ένα τέταρτο του άρχικού μή-

κους, και οὕτω καθ' ἑξῆς, κάνοντας διάφορα μήκη, και παρατηρεῖστε τὸ βάρος πὸν χρειάζεται τὸ κάθε μήκος τοῦ σύρματος για νὰ σπάσει και τὸ σημείο θραύσεως». Βέβαια, πρέπει νὰ λάβουμε ὑπ' ὄψη τὴ χαμηλὴ ποιότητα τῶν χαλύβων τῶν συρμάτων τῆς ἐποχῆς ἐκείνης.

Οἱ Todhunter και Pearson [12] ἀναφέρουν πειραματικὰ ἀποτελέσματα ἀνάλογα μὲ αὐτὰ τοῦ Leonardo. Σύμφωνα μὲ αὐτούς, ὁ Lloyd —τὸ 1830 περίπου— βρῆκε ὅτι ἡ ἀντοχὴ χαλυβδίνων ράβδων μικροῦ μήκους εἶναι μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν ἀντοχὴ ράβδων μεγάλου μήκους, και ὁ Le Blanc (1839) κατέληξε σὲ ἀνάλογα συμπεράσματα. Οἱ Stanton και Batson [13] δημοσίευσαν ἀποτελέσματα πειραμάτων πὸν ἐξετέλεσαν σὲ δοκίμια μὲ ἐγκοπὲς στὸ Ἐθνικὸ Ἐργαστήριο Φυσικῆς τῆς Μεγάλης Βρετανίας στὴν πόλη Teddington ἔξω ἀπὸ τὸ Λονδίνο μετὰ τὸν Α' Παγκόσμιον Πόλεμον, ἀπὸ τὰ ὁποῖα κατεδείχθη ὅτι τὸ ἔργο θραύσεως ἀνὰ μονάδα ὄγκου ἐλαττώνεται ὅταν οἱ διαστάσεις τοῦ δοκιμίου αὐξάνονται. Ἀνάλογα ἀποτελέσματα ἐλήφθησαν ἀπὸ τὸν Docherty [14, 15], ὁ ὁποῖος βρῆκε ὅτι τὰ σώματα συμπεριφέρονται κατὰ περισσότερο ψαθυρὸ τρόπο ὅταν τὸ μέγεθός τους αὐξάνει.

Ὅλα αὐτὰ τὰ ἀρχικὰ ἀποτελέσματα ἔδωσαν μία πρώτη ἔνδειξη τῆς ἐξαρτήσεως τῆς ἀντοχῆς τῶν σωμάτων ἀπὸ τὸ μέγεθός τους, και μάλιστα ὅτι ἡ ἀντοχὴ ἐλαττώνεται ὅταν τὸ μέγεθος αὐξάνει. Ἀποτελέσματα στὸ Ἐρευνητικὸ Ἐργαστήριο τοῦ Ναυτικοῦ τῶν ΗΠΑ [16] σχετικὰ μὲ τὴν ἀντοχὴ τῆς ὑάλου ἐπιβεβαίωσαν τὰ ἀρχικὰ ἀποτελέσματα τοῦ Leonardo da Vinci. Τὸ Σχῆμα 1 δείχνει τὴ μείωση τοῦ λογαρίθμου τῆς ἀντοχῆς τῆς ὑάλου ὡς συνάρτηση τοῦ λογαρίθμου τοῦ μήκους τοῦ δοκιμίου.

Μία εὐλογη ἐξήγηση τῶν ἀποτελεσμάτων αὐτῶν εἶναι ὅτι ὅλα τὰ ὑλικά περιέχουν ἀτέλειες, οἱ ὁποῖες ἔχουν καταστροφικὸ ἀποτέλεσμα ἐπὶ τῆς ἀντοχῆς τοῦ ὑλικοῦ. Ὅσο μεγαλύτερος εἶναι ὁ ὄγκος τοῦ ὑλικοῦ πὸν καταπονεῖται, τόσο μεγαλύτερη εἶναι ἡ πιθανότητα ὑπάρξεως μεγάλων ρωγμῶν στὸ ὑλικό, οἱ ὁποῖες, ὅπως θὰ δοῦμε παρακάτω, μειώνουν τὴν ἀντοχὴ τοῦ ὑλικοῦ ἀναλόγως μὲ τὴν τετραγωνικὴ ρίζα τοῦ μήκους τους. Ἐν τούτοις, ὅμως, ἡ πρώτη συστηματικὴ μελέτη τῆς ἐξαρτήσεως τῆς ἀντοχῆς τῶν ὑλικῶν ἀπὸ τὸ μέγεθός τους ἔγινε ἀπὸ τὸν Griffith, ὁ ὁποῖος μὲ τίς θεμελιώδεις του ιδέες σχετικὰ μὲ τὴν ἀντοχὴ τῶν ὑλικῶν, ἔθεσε τὰ θεμέλια τῆς θεωρίας τῆς μηχανικῆς τῆς θραύσεως.



Σχήμα 1. Μεταβολή του λογαρίθμου της εφελκυστικής άντοχης συναρτήσει του λογαρίθμου του μήκους για δύο τύπους ινών υάλου.

Ο Griffith [17,18] έλαβε αφορμή για την ανάπτυξη της θεωρίας του τη μελέτη της επίδρασης της κατεργασίας της επιφάνειας των σωμάτων επί της άντοχης τους. Αρχικά αποτελέσματα από τον Kommers [19] κατέδειξαν ότι η άντοχή των λειασμένων δοκιμών ήταν περίπου 45-50% μεγαλύτερη από την άντοχή των μη λειασμένων δοκιμών. Άλλα αποτελέσματα κατέδειξαν μία αύξηση της άντοχης της τάξεως του 20%. Επί πλέον, η άντοχή αύξανε με τη μείωση του μεγέθους των ρωγμών στην επιφάνεια του σώματος. Χρησιμοποιώντας τη μαθηματική επίλυση του προβλήματος ενός επιπέδου σώματος με έλλειπτική όπη από τον Inglis [20], ο Griffith παρατήρησε ότι κοντά στα άκρα των όπων εμφανίζονται μεγάλες εφελκυστικές τάσεις, κατά μία τάξη μεγέθους μεγαλύτερες από τις εφαρμοσμένες τάσεις, οι οποίες είναι ανεξάρτητες από το απόλυτο μέγεθος της έλλειπτικής όπης και εξαρτώνται μόνο από το λόγο των αξόνων της. Πράγματι, σύμφωνα με την λύση του Inglis [20] η μέγιστη τάση σ_{\max} στο άκρο της όπης δίνεται από τη σχέση

$$\sigma_{\max} = \sigma \left(1 + \frac{2a}{b}\right) = 2\sigma \sqrt{\frac{a}{\rho}} \quad (1)$$

όπου σ είναι η εφαρμοσμένη τάση στο σώμα κάθετα στο μέγιστο άξονα της έλλειψως, $2a$ και $2b$ είναι τα μήκη του μεγάλου και μικρού άξονα και ρ είναι η ακτίνα καμπυλότητας στο άκρο του μεγίστου άξονα της έλλειψως.

Ο Griffith παρατήρησε από πειράματα που εξετέλεσε σε υάλινους κυλινδρικούς σωλήνες με έλλειπτικές όπες ότι, σύμφωνα με τη λύση του Inglis, η αναπτυσσόμενη εφελκυστική τάση στο σώμα ήταν 2372 MPa, ενώ η συμβατική άντοχή της ύαλου ήταν 172 MPa. Το αποτέλεσμα αυτό τον όδηγησε να θέσει τα ακόλουθα ερωτήματα: «Αν η άντοχή της ύαλου δεν είναι σταθερή, τότε από τί εξαρτάται; Ποια είναι η μεγαλύτερη δυνατή άντοχή και μπορεί αυτή η άντοχή να επιτευχθεί με κατάλληλη επεξεργασία του υλικού;».

Προκειμένου ο Griffith να εξηγήσει τα ανωτέρω παράδοξα αποτελέσματα προσέγγισε το πρόβλημα της αστοχίας των σωμάτων από διαφορετική οπτική γωνία. Επεξέτεινε το θεώρημα της ελαχίστης δυναμικής ενέργειας, ώστε να εφαρμόζεται στην κρίσιμη στιγμή κατά την οποία το σώμα θραύεται. Έτσι, θεώρησε ότι η κατάσταση θραύσης του σώματος αποτελεί κατάσταση ισορροπίας. Κατά την εφαρμογή του θεωρήματος έλαβε υπ' όψη του την αύξηση της δυναμικής ενέργειας λόγω της δημιουργίας νέων επιφανειών του υλικού στο έσωτερικό των σωμάτων, που προκύπτουν από την αύξηση του μήκους της ρωγμής. Χρησιμοποιώντας τη λύση του Inglis, ο Griffith υπολόγισε την κρίσιμη τάση θραύσεως ενός σώματος με ρωγμή και κατέληξε ότι είναι αντιστρόφως ανάλογη με την τετραγωνική ρίζα του μήκους της ρωγμής. Έτσι, έλυσε το παράδοξο που πηγάζει από τη λύση του Inglis σε συνδυασμό με το κριτήριο της μεγίστης τάσεως, ότι η άντοχή ενός σώματος είναι ανεξάρτητη από το μήκος της ρωγμής, και εξαρτάται μόνο από το λόγο των αξόνων της έλλειπτικής όπης. Ο Griffith επιβεβαίωσε τη θεωρία του με πειράματα που εξετέλεσε σε σφαιρικά κελύφη και υάλινους κυλινδρικούς σωλήνες με ρωγμές. Στη συνέχεια θα περιγράψουμε συνοπτικά μερικά πειράματα του Griffith αναφορικά με την άντοχή της ύαλου.

Ένες ύαλου έτοιμάστηκαν και υποβλήθηκαν σε εφελκυσμό μέχρι θραύσεως. Οί ένες ανασύρθηκαν με το χέρι, όσο γινόταν ταχύτερα, από μάζα ύαλου που είχε θερμανθεί στους 1.400-15.000 °C. Για μερικά δευτερόλεπτα μετά την ανασύρσή τους εύρεθη ότι η άντοχή των ίνων ήταν πολύ μεγάλη.

Μετρήθηκαν τιμές άντοχης τής τάξεως τῶν 1.500-6.200 MPa για ἴνες διαμέτρου 0.02 Ἴντσῶν. Οἱ τιμές αὐτές ἐλήφθησαν ὑποβάλλοντας τῆς ἴνες σέ κάμψη καὶ μετρώντας τὴν κρίσιμη τιμὴ τῆς καμπυλότητος κατὰ τὴ θραύση τους. Εὐρέθη ὅτι οἱ ἴνες παρέμειναν σχεδὸν ἐλαστικὲς μέχρι τὴ θραύση. Ἡ άντοχὴ τῶν ἰνῶν ἐλαττώθηκε μετὰ τὴν πάροδο μερικῶν ὥρῶν μέχρις ὅτου ἔφτασε μία σταθερὴ κατάσταση κατὰ τὴν ὁποία ἡ άντοχὴ ἐξηρᾶτο ἀπὸ τὴ διάμετρο μόνο. Οἱ ἴνες αὐτές ὑπεβλήθησαν στὴ συνέχεια σέ ἐφελκυσμό, προκειμένου νὰ ληφθεῖ ἡ σχέση μεταξύ άντοχῆς καὶ διαμέτρου. Ἡ διάμετρος τῶν ἰνῶν κυμαίνεταν ἀπὸ 0.13×10^{-3} μέχρι 4.2×10^{-3} Ἴντσες καὶ οἱ ἴνες ἀφῆθησαν περίπου 40 ὥρες πρὶν φορτιστοῦν. Τὰ δοκίμια εἶχαν σταθερὸ μῆκος περίπου 0.05 Ἴντσες καὶ οἱ τιμές τῆς ἐφελκυστικῆς άντοχῆς ἐλήφθησαν ἀπὸ τὴ θραύση μεγάλου ἀριθμοῦ ἰνῶν. Τὰ ἀποτελέσματα τῶν πειραμάτων φαίνονται στὸν Πίνακα 1. Παρατηροῦμε ὅτι ἡ άντοχὴ αὐξάνεται ὅσο ἡ διάμετρος ἐλαττώνεται. Ἡ άντοχὴ τείνει στὴ συμβατικὴ άντοχὴ τῆς ὑάλου ὅσο ἡ διάμετρος τοῦ δοκιμίου αὐξάνεται. Ἡ άντοχὴ αὐτὴ ὑπολογίστηκε ὅτι εἶναι 11.000 MPa. Ἡ τιμὴ αὐτὴ συμφωνεῖ μὲ τὰ ἀποτελέσματα τῆς θεωρίας τοῦ Griffith.

Διάμετρος (10^{-3} in)	Τάση θραύσεως (ksi)	Διάμετρος (10^{-3} in)	Τάση θραύσεως (ksi)
40.00	24.9	0.95	117
4.20	42.3	0.75	134
2.78	50.8	0.70	164
2.25	64.1	0.60	185
2.00	79.6	0.56	194
1.85	88.5	0.50	195
1.75	82.6	0.38	232
1.40	85.2	0.26	332
1.32	99.5	0.165	498
1.15	88.7	0.130	491

Πίνακας 1. Τάση θραύσεως ἰνῶν ὑάλου γιὰ διάφορες τιμές τῆς διαμέτρου τῆς ἴνας σύμφωνα μὲ τὰ πειράματα τοῦ Griffith.

Είναι αξιοσημείωτο να παρατηρήσουμε ότι αντίστοιχα αποτελέσματα για άλλα υλικά ελήφθησαν πολύ πριν από τον Griffith. Ο Karmarsch [21] το 1858 έδωσε την ακόλουθη σχέση για την εφελκυστική άντοχή μεταλλικών συρμάτων

$$\sigma_{\max} = A + \frac{B}{d}, \quad (2)$$

όπου d είναι η διάμετρος των συρμάτων και A και B είναι σταθερές. Τα αποτελέσματα του Griffith (Πίνακας 1) μπορεί να εκφραστούν από τη σχέση

$$\sigma_{\max} = 22400 \frac{4.4 + d}{0.06 + d}, \quad (3)$$

όπου η εφελκυστική άντοχή σ_{\max} μετράται σε lb/in^2 και η διάμετρος d σε χιλιοστά της ίντσας. Η σχέση αυτή είναι δυνατόν να προσεγγιστεί από τη σχέση

$$\sigma_{\max} = 22400 + \frac{98600}{d}, \quad (4)$$

ή οποία είναι της ίδιας μορφής όπως η σχέση (2).

Τα πειράματα του Griffith σε ίνες ύαλου καθιέρωσαν το φαινόμενο της εξαρτήσεως της άντοχής των σωμάτων από το μέγεθός τους και έδωσαν μία ικανοποιητική εξήγηση στο φαινόμενο ότι η μέγιστη εφελκυστική τάση στα άκρα μίας ρωγμής είναι πολύ μεγαλύτερη από τη συμβατική εφελκυστική άντοχή του υλικού. Η μέγιστη εφελκυστική τάση σε σώμα με ρωγμή υπολογίστηκε από τη λύση του Inglis μετρώντας την ακτίνα καμπυλότητας ρ στα άκρα της ρωγμής. Ο Griffith εκτίμησε ότι το πάχος της ρωγμής στα άκρα της είναι περίπου το ένα τέταρτο του μικρότερου μήκους κύματος του ορατού φάσματος του φωτός. Βρήκε ότι $\rho = 2 \times 10^{-6}$ ίντσες, έτσι ώστε η εξίσωση (1) δίνει $\sigma_{\max} = 350 \text{ kip/in}^2$ (2.400 MPa), ή οποία είναι περίπου το ένα πέμπτο της θεωρητικής άντοχής της ύαλου. Έτσι, κοντά στα άκρα της ρωγμής οι τάσεις μπορεί να πλησιάσουν τη θεωρητική άντοχή του υλικού. Έν τούτοις, για τέτοιες μικρές αποστάσεις, ο Griffith έθεσε το ερώτημα της καταλληλότητας της θεωρίας του συνεχούς μέσου για την επίλυση τέτοιων προβλημάτων. Αναφέρουμε σχετικά [17]: «Η θεωρία των ίσο-

τρόπων όμογενών σωμάτων μπορεί να μην ισχύει στα μέταλλα σε περιπτώσεις όπου ή μικρότερη γραμμική διάσταση δέν είναι πολλές φορές μεγαλύτερη από τó μήκος του κρυστάλλου».

5. Η μηχανική τής θραύσεως

Ο Griffith απέδωσε τή μικρή άντοχή τής ύάλου, όπως αυτή προσδιορίζεται από τά κλασικά πειράματα έφελκυσμού τής τάξεως των 172 MPa, σε σχέση με τή μέγιστη άντοχή που παρατηρείται σε σώματα με ρωγμές τής τάξεως 2.372 MPa και με τή θεωρητική άντοχή τής τάξεως 11.000 MPa στην παρουσία ασυνεχειών ή ρωγμών. Για δοκίμια έφελκυσμού ύπολόγισε ότι τó σώμα έπρεπε να έχει ρωγμή μήκους 2×10^{-4} ίντσών.

Με τήν ύπόθεση τής ύπάρξεως ρωγμών στα σώματα ó Griffith έδωσε μία ολοκληρωμένη και ικανοποιητική εξήγηση στο φαινόμενο τής εξαρτήσεως τής άντοχής των σωμάτων από τó μέγεθός τους και έθεσε τά θεμέλια μίας νέας θεωρίας θραύσεως των σωμάτων. Έν τούτοις, ή θεωρία αυτή δέν έτυχε τής δεούσης προσοχής μέχρι μετά τó τέλος του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, όταν συνέβησαν μαζικές άστοχίες πλοίων καθώς και άλλες καταστροφικές άστοχίες κατασκευών, όπως αναφέραμε προηγουμένως. Οί άστοχίες αυτές δέ μπορούσαν να εξηγηθούν με τά συμβατικά κριτήρια άστοχίας τής έποχής αυτής. Έτσι, οί ιδέες του Griffith χρησιμοποιήθηκαν για τή δημιουργία μίας νέας θεωρίας ύπολογισμού των κατασκευών, τής μηχανικής τής θραύσεως.

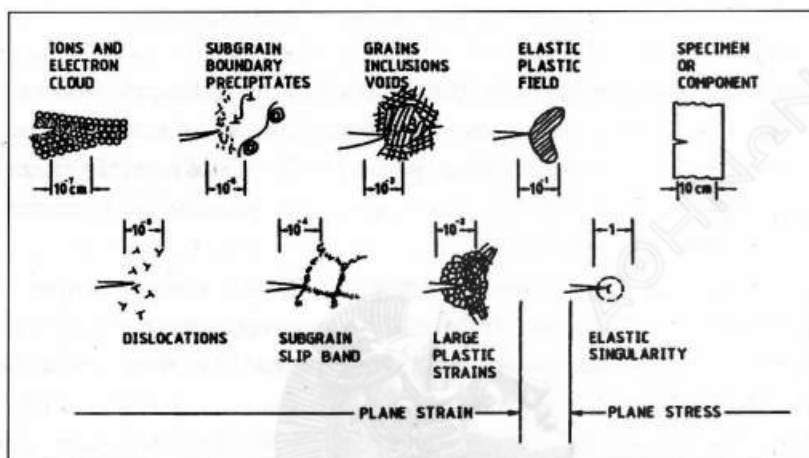
Πρίν αναπτύξουμε τις βασικές αρχές τής μηχανικής τής θραύσεως θα εξετάσουμε συνοπτικά τó φαινόμενο τής θραύσεως. Κατά τή διάρκεια τής διαδικασίας θραύσεως των σωμάτων δημιουργούνται στο σώμα νέες επιφάνειες κατά έναν θερμοδυναμικά μη αναστρέψιμο τρόπο. Η θραύση των σωμάτων μπορεί να ταξινομηθεί από μακροσκοπικής πλευράς σε ψαθυρή και όλκιμη. Η ψαθυρή θραύση σχετίζεται με έκλυση μικρής ποσότητας ενέργειας και συνήθως λαμβάνει χώρα με ύψηλές ταχύτητες θραύσεως. Η όλκιμη θραύση σχετίζεται με μεγάλες παραμορφώσεις, έκλυση μεγάλου ποσοϋ ενέργειας και μικρές ταχύτητες θραύσεως. Τó φαινόμενο τής θραύσεως των σωμάτων είναι πολύπλοκο και εξαρτάται από πληθώρα παραγόντων, συμπεριλαμβανομένων μακροσκοπικών και μικροσκοπικών φαινομένων. Τά τελευταία λαμβάνουν χώρα στη θέση όπου ή δημιουργείται ή διαδίδεται ή θραύ-

ση. Ἡ μελέτη τῆς διαδικασίας τῆς θραύσεως τῶν σωμάτων ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν κλίμακα στὴν ὁποία ἐξετάζεται. Στὴ μία ἄκρη τῆς κλίμακας, τὰ σχετικὰ φαινόμενα ἀστοχίας λαμβάνουν χώρα σὲ ἀποστάσεις τῆς τάξεως τῶν 10^{-7} cm, καὶ ἀναφέρονται στὴ θραύση τῶν ἀτομικῶν δεσμῶν συνοχῆς τῶν σωμάτων. Γιὰ τὴ μελέτη τῶν φαινομένων αὐτῶν χρησιμοποιοῦνται οἱ ἀρχές τῆς κβαντομηχανικῆς. Στὴν ἄλλη ἄκρη τῆς κλίμακας, τὸ ὑλικὸ θεωρεῖται ὡς συνεχές καὶ τὸ φαινόμενο τῆς θραύσεως μελετᾶται μέσα στὰ πλαίσια τῆς μηχανικῆς τοῦ συνεχοῦς μέσου καὶ τῆς κλασικῆς θερμοδυναμικῆς. Ἡ μελέτη τῆς θραύσεως, ἡ ὁποία λαμβάνει χώρα μεταξύ τῶν δύο αὐτῶν ἀκραίων περιοχῶν, ἀφορᾶ στὴν κίνηση τῶν διαστροφῶν, τὶς περιοχές ὀλισθήσεως τῶν κρυστᾶλλων, τὶς ἀσυνέχειες, κτλ.

Οἱ διάφορες περιοχές μέσα στις ὁποῖες λαμβάνουν χώρα τὰ σημαντικὰ φαινόμενα κατὰ τὴ διαδικασία διαδόσεως τῆς ρωγμῆς φαίνονται στὸ Σχῆμα 2. Ἡ κατανόηση τοῦ φαινομένου τῆς θραύσεως ἐξαρτᾶται κατὰ μεγάλο βαθμὸ ἀπὸ τὸν ἐπιτυχή συνδυασμὸ τῆς μηχανικῆς τοῦ συνεχοῦς μέσου μὲ τὴν ἐπιστήμη τῶν ὑλικῶν, τὴ μεταλλουργία, τὴ φυσικὴ καὶ τὴ χημεία. Λόγω τῶν ἀνυπέριθτων δυσκολιῶν ποὺ συναντῶνται κατὰ τὴ συνεργικὴ μελέτη τοῦ φαινομένου τῆς θραύσεως, ἡ θραύση συνήθως μελετᾶται χωριστὰ μέσα στὰ πλαίσια τῆς ἀτομικῆς, τῆς μικροσκοπικῆς καὶ τῆς μακροσκοπικῆς κλίμακας. Ἔχουν καταβληθεῖ προσπάθειες γιὰ τὴ γεφύρωση τῆς μελέτης τοῦ φαινομένου τῆς θραύσεως μέσα στὰ πλαίσια τῶν τριῶν αὐτῶν περιοχῶν.

Ἡ ἀνάπτυξη τῆς μηχανικῆς τῆς θραύσεως ὀφείλεται βασικὰ σὲ δύο παράγοντες: Στὴν ἐρμηνεία τοῦ φαινομένου τῆς ἐξαρτήσεως τῆς ἀντοχῆς τῶν ὑλικῶν ἀπὸ τὶς διαστάσεις τοῦ σώματος καὶ στὴν ἀνεπάρκεια τῶν παραδοσιακῶν κριτηρίων γιὰ τὸν ἀσφαλῆ ὑπολογισμὸ τῶν κατασκευῶν. Ὁ πρῶτος παράγοντας μελετήθηκε στὴν ἀρχὴ ἀπὸ τὸν Griffith καὶ στὴ συνέχεια ἀπὸ ἄλλους ἐρευνητές. Τὰ παραδοσιακὰ κριτήρια ἀστοχίας δὲ μπόρεσαν νὰ ἐξηγήσουν ἀστοχίες κατασκευῶν οἱ ὁποῖες συνέβησαν σὲ τάσεις σημαντικὰ μικρότερες ἀπὸ τὴν ἀντοχὴ τοῦ ὑλικοῦ. Ἡ μηχανικὴ τῆς θραύσεως βασίζεται στὴν ἀρχὴ ὅτι ὅλα τὰ ὑλικά περιέχουν ἀρχικὲς ἀτέλειες ὑπὸ τὴ μορφή ρωγμῶν, κενῶν, ἢ ἐγκλωβισμάτων, τὰ ὁποῖα ἐπηρεάζουν τὴν ἱκανότητα τῶν κατασκευῶν νὰ ἀναλάβουν φορτία. Ἡ ὕπαρξη ἀτελειῶν στὰ ὑλικά ἀποδεικνύεται πειραματικά. Στὴν περιοχὴ τῶν ἀτελειῶν ἀναπτύσσονται μεγάλες τάσεις, οἱ ὁποῖες εὐθύνονται γιὰ τὴ μείωση τῆς ἀντοχῆς τῶν σωμάτων. Ἐνας ἀπὸ τοὺς βασικοὺς στόχους τῆς μηχανικῆς τῆς θραύσεως ἀποτελεῖ ὁ

προσδιορισμός του κρίσιμου φορτίου των κατασκευών λαμβανομένου υπ' όψη του μεγέθους και της θέσης των ρωγμών. Έτσι, τα προβλήματα της ενάρξεως, διαδόσεως και αναχαιτίσεως της ρωγμής διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο για την κατανόηση του μηχανισμού άστοχίας των κατασκευών.



Σχήμα 2. Μηχανισμοί άστοχίας σε διάφορες κλίμακες.

Οί διαφορών τύπων ατέλειες μπορεί να εμφανιστούν σε μία κατασκευή κατά τρεις τουλάχιστον τρόπους. Πρώτον, μπορεί να υπάρχουν στο ύλικό λόγω της συνθέσεώς του, υπό τη μορφή σωματιδίων δευτέρας φάσεως, άσυνεχειών, κτλ., δεύτερον, μπορεί να εισαχθούν στις κατασκευές κατά τη διάρκεια της κατασκευής τους, όπως, π.χ. στις συγκολλήσεις, και τρίτον, μπορεί να δημιουργηθούν κατά την περίοδο φορτίσεως των κατασκευών, όπως π.χ. ρωγμές κοπώσεως, ρωγμές λόγω έρπυσμού ή λόγω περιβαλλοντικών παραγόντων. Η μηχανική της θραύσεως μελετά την ικανότητα των κατασκευών να φέρουν με ασφάλεια τα εφαρμοσμένα φορτία με την προϋπόθεση ότι οί κατασκευές έχουν αρχικές ρωγμές. Για τον ύπολογισμό των κατασκευών ή φύση και οί συνθήκες δημιουργίας των αρχικών ρωγμών δέν έχει ιδιαίτερη σημασία. Ο ύπολογισμός των κατασκευών γίνεται με την ύπόθεση της ύπάρξεως ρωγμών και ή μηχανική της θραύσεως μελετά τις συνθήκες ενάρξεως, διαδόσεως και αναχαιτίσεως των ρωγμών αυτών. Συνήθως, ύποτίθεται ότι ύπάρχει μία προεξάρχουσα ρωγμή στην κατασκευή.

Η μηχανική της θραύσεως έπομένως εισάγει μία νέα φιλοσοφία για τον ύπολογισμό των κατασκευών, σε αντίθεση με τα συμβατικά κριτήρια άστο-

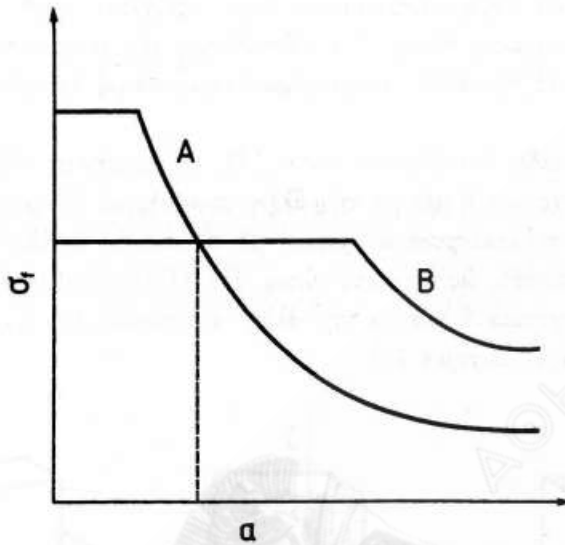
χίας τῶν ὑλικῶν. Ἡ καταστροφικὴ θραύση τῶν κατασκευῶν ὀφείλεται στὴν ἀσταθὴ διάδοση ρωγμῶν, οἱ ὁποῖες ξεκινοῦν ἀπὸ προϋπάρχουσες ἀρχικὲς ἀτέλειες. Ἔτσι, τίθεται τὸ ἀκόλουθο ἐρώτημα: Μπορεῖ ἡ θραύση τῶν κατασκευῶν νὰ ἀποφευχθεῖ λαμβάνοντας προφυλάξεις, ὥστε οἱ κατασκευεὺς νὰ μὴν ἔχουν ρωγμὲς; Ἡ ἀπάντηση στὸ ἐρώτημα αὐτὸ εἶναι προφανῶς ἀρνητικὴ. Τότε γιὰ τὸν ὑπολογισμό τῶν κατασκευῶν πρέπει εἴτε νὰ προσδιοριστεῖ τὸ ἀσφαλὲς φορτίο λειτουργίας τῆς κατασκευῆς, ὅταν ὑπάρχει μία ρωγμὴ ὀρισμένου μήκους, ἢ, ὅταν δίδονται τὰ φορτία λειτουργίας τῆς κατασκευῆς, νὰ προσδιοριστεῖ τὸ μέγιστο μῆκος τῆς ρωγμῆς ποὺ εἶναι δυνατόν νὰ ὑπάρχει στὴν κατασκευή. Στὴν τελευταία περίπτωση ἡ κατασκευὴ πρέπει νὰ ἐλέγχεται περιοδικά, ὥστε νὰ εξασφαλίζεται ὅτι οἱ ὑπάρχουσες ρωγμὲς εἶναι μικρότερες ἀπὸ αὐτὲς ποὺ μπορεῖ νὰ φέρεי με ἀσφάλεια ἡ κατασκευὴ. Μὲ βάση τὰ ἀνωτέρω, τίθενται τὰ ἀκόλουθα ἐρωτήματα:

- (α) Ποιὸ εἶναι τὸ μέγιστο μέγεθος ρωγμῆς ποὺ εἶναι δυνατόν νὰ ὑπάρχει σὲ μία κατασκευὴ με ἀσφάλεια;
- (β) Ποιὰ εἶναι ἡ ἀντοχὴ τῆς κατασκευῆς σὲ συνάρτηση τοῦ μήκους τῆς ρωγμῆς;
- (γ) Πῶς τὸ μῆκος τῆς ρωγμῆς σχετίζεται με τὰ ἐφαρμοσμένα φορτία;
- (δ) Ποιὸ εἶναι τὸ κρίσιμο φορτίο ποὺ ἀπαιτεῖται γιὰ νὰ διαδοθεῖ μία ρωγμὴ γνωστοῦ μεγέθους, καὶ εἶναι ἡ διάδοση τῆς ρωγμῆς εὐσταθῆς ἢ ἀσταθῆς;
- (ε) Πῶς αὐξάνει τὸ μῆκος τῆς ρωγμῆς συναρτῆσει τοῦ χρόνου.

Γιὰ τὴν ἀπάντηση στὰ ἐρωτήματα αὐτὰ ἡ μηχανικὴ τῆς θραύσεως ἀναζητεῖ παραμέτρους, οἱ ὁποῖες χαρακτηρίζουν τὴν τάση μίας ρωγμῆς νὰ διαδοθεῖ. Οἱ παράμετροι αὐτὲς πρέπει νὰ εἶναι σὲ θέση νὰ συσχετίζουσι ἐργαστηριακὰ ἀποτελέσματα με τὴ λειτουργία τῆς κατασκευῆς, ἔτσι ὥστε ἡ ἀνταπόκριση τῆς κατασκευῆς με ρωγμὲς νὰ εἶναι δυνατόν νὰ προβλεφθεῖ ἀπὸ ἐργαστηριακὲς δοκιμὲς. Ἄν ὀνομάσουμε μία τέτοια παράμετρο δύναμη διαδόσεως τῆς ρωγμῆς, πρέπει νὰ εἴμαστε σὲ θέση νὰ προσδιορίσουμε τὴν παράμετρο αὐτὴ ὡς συνάρτηση τῆς συμπεριφορᾶς τοῦ ὑλικοῦ, τοῦ μεγέθους τῆς ρωγμῆς, τῆς γεωμετρίας τῆς κατασκευῆς καὶ τῶν ἐφαρμοσμένων φορτίων. Ἐξ ἄλλου, ἡ κρίσιμη τιμὴ τῆς δυνάμεως διαδόσεως τῆς ρωγμῆς πρέπει νὰ εἶναι ἰδιότητα τοῦ ὑλικοῦ καὶ νὰ εἶναι δυνατόν νὰ προσδιοριστεῖ ἀπὸ ἐργαστηριακὲς δοκιμὲς. Ἡ κρίσιμη αὐτὴ τιμὴ εἶναι γνωστὴ ὡς ἀκαμψία θραύσεως καὶ ἐκφράζει τὴν ἰκανότητα τοῦ ὑλικοῦ νὰ ἀντισταθεῖ στὴ θραύση,

ὅταν στὸ ὕλικό ὑπάρχουν ρωγμές. Ὑποθέτοντας ὅτι ἡ δύναμη διαδόσεως τῆς ρωγμῆς εἶναι ἴση μὲ τὴν ἀκαμψία θραύσεως, λαμβάνουμε μίαν σχέση μετὰ τῶν ἐφαρμοσμένων φορτίων, τοῦ μεγέθους τῆς ρωγμῆς, τῆς γεωμετρίας τῆς κατασκευῆς καὶ τῶν ἰδιοτήτων τοῦ ὕλικου, ἡ ὁποία μᾶς δίδει τὶς ἀπαραίτητες πληροφορίες γιὰ τὸν ὑπολογισμό τῆς κατασκευῆς.

Ὁ ὑπολογισμὸς ἐπομένως τῶν κατασκευῶν μέσα στὰ πλαίσια τῆς μηχανικῆς τῆς θραύσεως βασίζεται στὴν εἰσαγωγή μίας ἐπιπροσθέτου παραμέτρου τοῦ ὕλικου, τῆς ἀκαμψίας θραύσεως. Ἡ παράμετρος αὕτη χρησιμοποιεῖται γιὰ νὰ διαβαθμίσει τὴν ἰκανότητα τῶν ὕλικῶν νὰ ἀντιστέκονται στὴν ὑπαρξὴ ρωγμῶν, μέσα στὰ πλαίσια τῆς μηχανικῆς τῆς θραύσεως, κατὰ τὸν ἴδιον τρόπο πού ἡ τάση διαρροῆς ἢ ἡ μέγιστη τάση χρησιμοποιοῦνται γιὰ νὰ διαβαθμίσουν τὴν ἰκανότητα τῶν ὕλικῶν σὲ διαρροή ἢ σὲ θραύση μέσα στὰ πλαίσια τοῦ ὑπολογισμοῦ τους μὲ τὸ κριτήριον τῆς μεγίστης τάσεως. Ἐπομένως, κατὰ τὴν ἐπιλογή τῶν ὕλικῶν γιὰ δομικὲς ἐφαρμογές πρέπει νὰ ἐπιλέξουμε μετὰ ὕλικῶν μὲ ὑψηλὴ τάση διαρροῆς, ἀλλὰ σχετικὰ χαμηλὴ ἀκαμψία θραύσεως, ἢ ὕλικῶν μὲ χαμηλὴ τάση διαρροῆς καὶ σχετικὰ ὑψηλὴ ἀκαμψία θραύσεως. Σύμφωνα μὲ τὴ θεωρία τοῦ Griffith ἡ ἀντοχὴ θραύσεως εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογη μὲ τὴν τετραγωνικὴ ρίζα τοῦ μήκους τῆς ρωγμῆς. Τὸ Σχῆμα 3 παριστᾷ τὴ μεταβολὴ τῆς ἀντοχῆς μίᾳς κατασκευῆς συναρτήσῃ τοῦ μήκους τῆς ρωγμῆς γιὰ δύο ὕλικά Α καὶ Β μὲ διαφορετικὲς τιμὲς τῆς τάσεως διαρροῆς καὶ τῆς ἀκαμψίας θραύσεως. Τὸ ὕλικό Α ἔχει μεγαλύτερη τάση διαρροῆς, ἀλλὰ χαμηλότερη ἀκαμψία θραύσεως ἀπὸ τὸ ὕλικό Β. Οἱ δύο ὀριζόντιες γραμμὲς τοῦ σχήματος παριστοῦν τὴν ἀντοχὴ, ὅταν ἡ κατασκευὴ ὑφίσταται διαρροή, ἐνῶ οἱ δύο καμπύλες παριστοῦν τὴν ἀντοχὴ σύμφωνα μὲ τὴ μηχανικὴ τῆς θραύσεως. Παρατηροῦμε ὅτι γιὰ μεγέθη ρωγμῆς μικρότερα ἀπὸ τὸ μῆκος ρωγμῆς πού ἀντιστοιχεῖ στὴν τομὴ τῆς ὀριζόντιας εὐθείας τοῦ ὕλικου Β μὲ τὴν καμπύλη τοῦ ὕλικου Α ἡ ἀντοχὴ τῆς κατασκευῆς εἶναι μεγαλύτερη γιὰ τὸ ὕλικό Α μὲ τὴ μεγαλύτερη ἀντοχὴ καὶ μικρότερη ἀκαμψία θραύσεως. Ἀντίθετα, γιὰ μῆκη ρωγμῆς μεγαλύτερα ἀπὸ τὸ ἀνωτέρω κρίσιμο μῆκος ἡ ἀντοχὴ τῆς κατασκευῆς εἶναι μεγαλύτερη γιὰ τὸ ὕλικό Β πού παρουσιάζει μικρότερη ἀντοχὴ, ἀλλὰ μεγαλύτερη ἀκαμψία θραύσεως. Ἔτσι, γιὰ τὸ σχεδιασμὸ κατασκευῶν, ὅπου προβλέπεται ὅτι θὰ δημιουργηθοῦν μικρὲς ρωγμές πρέπει νὰ χρησιμοποιήσουμε τὸ ὕλικό Α μὲ τὴ μεγαλύτερη τάση διαρροῆς, ἐνῶ γιὰ μεγαλύτερα μῆκη ρωγμῆς πρέπει νὰ ἐπιλέξουμε τὸ ὕλικό Β μὲ τὴ μεγαλύτερη ἀκαμψία θραύσεως.



Σχήμα 3. Μεταβολή της άντοχής συναρτήσει του μήκους της ρωγμής για δύο υλικά Α και Β.

6. Το γραμμικό ελαστικό πεδίο των τάσεων στο άκρο της ρωγμής

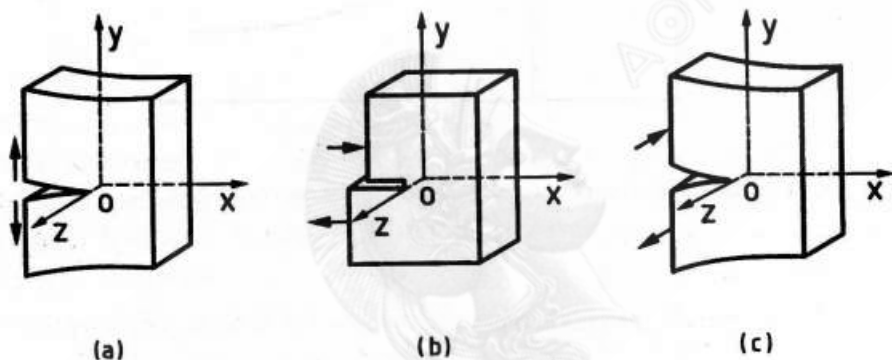
Όπως ανέπτυχθη ανωτέρω, η μηχανική της θραύσεως βασίζεται στην υπόθεση της ύπαρξης μίας ρωγμής στο υπό εξέταση σώμα. Επομένως, ο υπολογισμός του πεδίου των τάσεων στο άκρο της ρωγμής έχει ιδιαίτερα σημασία για την ανάλυση της αστοχίας του σώματος. Θα εξετάσουμε το πεδίο αυτό των τάσεων σ' ένα επίπεδο ελαστικό σώμα με γραμμική σχέση μεταξύ τάσεων και παραμορφώσεων που έχει μία ρωγμή ή οποία εκτείνεται δια μέσου του πάχους του σώματος. Το επίπεδο της ρωγμής συμπίπτει με το επίπεδο xz και το μέτωπο της ρωγμής είναι παράλληλο με τον άξονα των z . (Σχήμα 4). Έστω, ότι η αρχή του συστήματος αξόνων $Oxyz$ τοποθετείται στο μέσο του μετώπου της ρωγμής. Οι άνω και κάτω επιφάνειες της ρωγμής έχουν τρεις κινηματικά ανεξάρτητες σχετικές κινήσεις. Οι τρεις αυτοί τύποι παραμορφώσεως εμφανίζονται στο Σχήμα 4, το οποίο παρουσιάζει τις μετατοπίσεις των επιφανειών της ρωγμής σ' ένα στοιχείο του υλικού, το οποίο περιέχει το μέτωπο της ρωγμής. Οποιαδήποτε παραμόρφωση των επιφανειών της ρωγμής μπορεί να θεωρηθεί ως έπαλληλία των ακόλου-

θων τριῶν τύπων παραμορφώσεως, οἱ ὁποῖοι ὀρίζονται ὡς ἑξῆς:

(α) Ἐφελκυστικός τύπος, I. Οἱ ἐπιφάνειες τῆς ρωγμῆς μετατοπίζονται σχετικὰ ἢ μία μὲ τὴν ἄλλη, συμμετρικὰ ἀναφορικὰ μὲ τὰ ἐπίπεδα xy καὶ xz (Σχῆμα 4a).

(β) Συνεπίπεδος διατμητικός τύπος, II. Οἱ ἐπιφάνειες τῆς ρωγμῆς μετατοπίζονται σχετικὰ ἢ μία μὲ τὴν ἄλλη, συμμετρικὰ ἀναφορικὰ μὲ τὸ ἐπίπεδο xy καὶ ἀντισυμμετρικὰ ἀναφορικὰ μὲ τὸ ἐπίπεδο xz (Σχῆμα 4b).

(γ) Ἀντιεπίπεδος διατμητικός τύπος, III. Οἱ ἐπιφάνειες τῆς ρωγμῆς μετατοπίζονται σχετικὰ ἢ μία μὲ τὴν ἄλλη, ἀντισυμμετρικὰ ἀναφορικὰ μὲ τὰ ἐπίπεδα xy καὶ xz (Σχῆμα 4c).



Σχῆμα 4. Οἱ τρεῖς βασικοὶ τύποι διαδόσεως μίας ρωγμῆς (α) Ἐφελκυστικός τύπος, I, (β) Διατμητικός τύπος, II, καὶ (γ) Ἀντιεπίπεδος διατμητικός τύπος, III.

Θὰ ἐξετάσουμε τὰ πεδία τῶν τάσεων καὶ παραμορφώσεων γιὰ τοὺς ἀνωτέρω τρεῖς τύπους παραμορφώσεως γιὰ τὶς περιπτώσεις τῆς ἐπίπεδης παραμορφωσιακῆς καὶ τῆς ἐπίπεδης ἐντατικῆς κατάστασης. Ἐνα σῶμα λέγεται ὅτι βρίσκεται σὲ ἐπίπεδη παραμορφωσιακὴ κατάσταση παράλληλη πρὸς τὸ ἐπίπεδο xy ὅταν [22]

$$u = u(x, y), \quad v = v(x, y), \quad w = 0 \quad (5)$$

ὅπου u , v καὶ w παριστοῦν τὶς συνιστώσες τῆς μετατοπίσεως κατὰ τοὺς ἄξονες x , y , καὶ z .

Ἡ γενικευμένη ἐπίπεδη ἐντατικὴ κατάσταση παράλληλη πρὸς τὸ ἐπίπεδο xy ὀρίζεται ἀπὸ τὶς σχέσεις [22]

$$\sigma_z = \tau_{zx} = \tau_{zy} = 0 \quad (6)$$

$$\sigma_x = \sigma_x(x, y), \quad \sigma_y = \sigma_y(x, y), \quad \tau_{xy} = \tau_{xy}(x, y)$$

όπου $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{xy}, \tau_{xz}, \tau_{zy}$ παριστούν τις όρθές και διατμητικές τάσεις αναφορικά με το σύστημα xyz .

Για τον προσδιορισμό του πεδίου των τάσεων σε προβλήματα ρωγμών θα χρησιμοποιήσουμε την ήμι-αντίστροφη μέθοδο Westergaard, ή οποία βασίζεται στην ικανοποίηση από την τασική συνάρτηση Airy $U=U(x,y)$ της διαρμονικής εξίσωσης [22]

$$\nabla^2 \nabla^2 U = \frac{\partial^4 U}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 U}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 U}{\partial y^4} = 0 \quad (7)$$

για την επίλυση διδιαστάτων έντατικών προβλημάτων σε συνδυασμό με τις κατάλληλες συνοριακές συνθήκες.

Για συμμετρικά προβλήματα ρωγμών ο Westergaard όρισε τη συνάρτηση Airy από τη σχέση [22]

$$U_1 = \text{Re } \tilde{Z}_1 + y \text{Im } \tilde{Z}_1 \quad (8)$$

όπου χρησιμοποιούμε το συμβολισμό

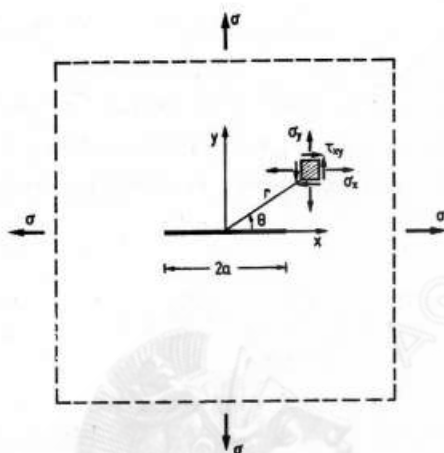
$$\tilde{Z} = \frac{dZ}{dz}, \quad Z = \frac{d\tilde{Z}}{dz}, \quad Z' = \frac{dZ}{dz} \quad (9)$$

Χρησιμοποιώντας τις εξισώσεις Airy βρίσκουμε για το πεδίο των τάσεων [22]:

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \text{Re } Z_1 - y \text{Im } Z_1' \\ \sigma_y &= \text{Re } Z_1 + y \text{Im } Z_1' \\ \tau_{xy} &= -y \text{Re } Z_1' \end{aligned} \quad (10)$$

Για την περίπτωση ρωγμής μήκους $2a$ ή οποία καταλαμβάνει το τμήμα $a \leq x \leq a$ κατά μήκος του άξονα των x σ' ένα άπειρο επίπεδο σώμα, το οποίο υποβάλλεται σε ομοιόμορφη τάση σ κατά μήκος των άξόνων y και x στο άπειρο (Σχήμα 5) ή συνάρτηση Westergaard δίνεται από τη σχέση [22]:

$$Z_I = \frac{\sigma z}{(z^2 - a^2)^{1/2}} \quad (11)$$



Σχήμα 5. Ρωγμή μήκους $2a$ σε άπειρο σώμα που υπόκειται σε ομοιόμορφες εφελκυστικές τάσεις σ στο άπειρο κάθετες και παράλληλες στο επίπεδο της ρωγμής.

Αν τοποθετήσουμε την αρχή των αξόνων στο άκρο της ρωγμής με το μετασχηματισμό $\zeta = z - a$, η άνωτέρω εξίσωση παίρνει τη μορφή:

$$Z_I = \frac{\sigma(\zeta+a)}{(2a\zeta)^{1/2}} \left[1 - \frac{1}{2} \frac{\zeta}{2a} + \frac{1.3}{2.4} \left(\frac{\zeta}{2a} \right)^2 - \frac{1.3.5}{2.4.6} \left(\frac{\zeta}{2a} \right)^3 + \dots \right] \quad (12)$$

και αναπτύσσοντάς τη σε σειρά παίρνουμε την εξίσωση:

$$Z_I = \frac{K_I}{(2pz)^{1/2}} \quad (13)$$

όπου

$$K_I = \sigma \sqrt{\pi a} \quad (14)$$

Χρησιμοποιώντας πολικές συντεταγμένες $\zeta = re^{i\theta}$, όπου r παριστά την απόσταση από το άκρο της ρωγμής και θ την πολική γωνία παίρνουμε τις

ακόλουθες σχέσεις για τις τάσεις σ_x , σ_y , τ_{xy} κοντά στο άκρο τής ρωγμής:

$$\begin{aligned}\sigma_x &= \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\theta}{2} \left(1 - \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{3\theta}{2}\right) \\ \sigma_y &= \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\theta}{2} \left(1 + \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{3\theta}{2}\right) \\ \tau_{xy} &= \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\theta}{2} \sin \frac{\theta}{2} \cos \frac{3\theta}{2}\end{aligned}\quad (15)$$

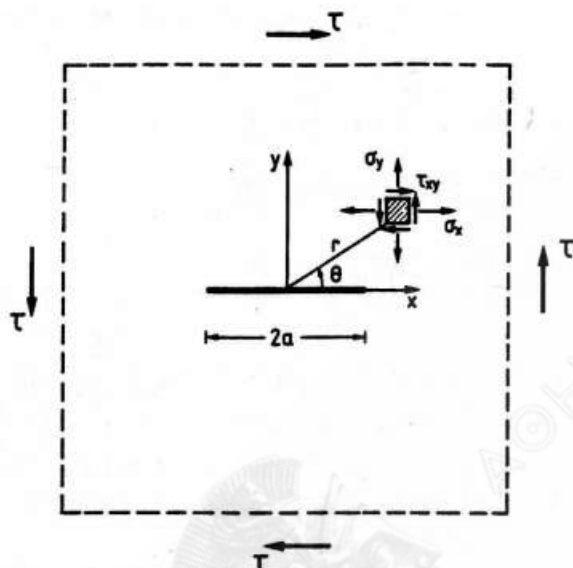
Ἡ ποσότητα K_I καλεῖται συντελεστής ἐντάσεως τῶν τάσεων καὶ ἐκφράζει τὴν ἐνταση τοῦ πεδίου τῶν τάσεων στὴν περιοχὴ τοῦ ἄκρου τῆς ρωγμῆς. Ἡ ἐξίσωση (15) παρέχει τὸ πεδίο τῶν τάσεων σ' ὅλα τὰ προβλήματα τῶν ρωγμῶν, ἀνεξάρτητα ἀπὸ τὸ μῆκος τῆς ρωγμῆς, τὴ γεωμετρία τοῦ σώματος καὶ τὶς συνθήκες φορτίσεως.

Ἀντίστοιχα, γιὰ τὸν συνεπίπεδο διατμητικὸ τύπο II (Σχῆμα 6) παίρνομε τὶς σχέσεις [22]

$$\begin{aligned}\sigma_x &= -\frac{K_{II}}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\theta}{2} \left(2 + \cos \frac{\theta}{2} \cos \frac{3\theta}{2}\right) \\ \sigma_y &= -\frac{K_{II}}{\sqrt{2\pi r}} \sin \frac{\theta}{2} \cos \frac{\theta}{2} \cos \frac{3\theta}{2} \\ \tau_{xy} &= \frac{K_{II}}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\theta}{2} \left(1 - \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{3\theta}{2}\right)\end{aligned}\quad (16)$$

καὶ γιὰ τὸν ἀντιεπίπεδο διατμητικὸ τύπο τὶς σχέσεις [22]

$$\tau_{xz} = -\frac{K_{III}}{\sqrt{2\pi r}} \sin \frac{\theta}{2}, \quad \tau_{yz} = \frac{K_{III}}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\theta}{2}\quad (17)$$



Σχήμα 6. Ρωγμή μήκους $2a$ σε άπειρο σώμα που υπόκειται σε ομοιόμορφη διατμητική τάση τ στο άπειρο.

Οί συντελεστές έντάσεως των τάσεων K_I , K_{II} , K_{III} για τούς τρεις τύπους παραμορφώσεως τής ρωγμής αποτελούν θεμελιώδεις ποσότητες, οί οποίες ορίζουν τò έντατικό πεδίο στην περιοχή του άκρου τής ρωγμής σύμφωνα με τίς εξισώσεις (15), (16), και (17). Η τιμή τους εξαρτάται από τή γεωμετρία του σώματος και τή φόρτισή του. Ο προσδιορισμός τους γίνεται με θεωρητικές, αριθμητικές και πειραματικές μεθόδους [22].

7. Διάδοση τής ρωγμής με βάση τήν Άρχή Διατηρήσεως τής Ένέργειας

Κατά τή θραύση ενός σώματος δημιουργούνται νέες επιφάνειες κατά ένα θερμοδυναμικά μη αναστρέψιμο τρόπο. Ο διαχωρισμός του ύλικου προκαλείται από τή θραύση των ατομικών δεσμών λόγω των αναπτυσσόμενων μεγάλων τοπικών τάσεων. Τò φαινόμενο τής θραύσεως μπορεί νά προσεγγιστεί από διαφορετικές οπτικές γωνίες ανάλογα με τήν κλίμακα παρατηρήσεως. Στην μία άκρη τής κλίμακος είναι ή ατομική αντιμετώπιση, όπου τὰ ενδιαφέροντα φαινόμενα λαμβάνουν χώρα σε διαστάσεις του ύλικου τής τάξεως του 10^{-7} cm και τò πρόβλημα μελετάται με χρήση των αρχών τής κβαντο-

μηχανικής. Στην άλλη άκρη της κλίμακος είναι ή μακροσκοπική αντιμετώπιση στην οποία εξετάζουμε τή συμπεριφορά του υλικού σε διαστάσεις μεγαλύτερες του 10^{-2} cm χρησιμοποιώντας τις αρχές της μηχανικής του συνεχούς μέσου και της κλασικής θερμοδυναμικής. Η πολύπλοκος φύση του φαινομένου της θραύσεως δέν επιτρέπει τή ένιαία θεώρηση του προβλήματος. Οί υπάρχουσες θεωρίες αντιμετωπίζουν τó πρόβλημα είτε με τή μικροσκοπική είτε με τή μακροσκοπική θεώρηση.

Γιά τήν επίλυση του προβλήματος της διαδόσεως της ρωγμής μέσα στα πλαίσια της μηχανικής του συνεχούς μέσου θεωρούμε μία ρωγμή με επιφάνεια A σ' ένα συνεχές σώμα τó όποιο υποβάλλεται σε διάφορα φορτία. Σύμφωνα με τήν αρχή διατηρήσεως της ενέργειας θά έχουμε τήν ακόλουθη σχέση [22]

$$\dot{W} = \dot{E} + \dot{K} + \dot{\Gamma} \quad (18)$$

όπου \dot{W} είναι τó έργο πού εκτελείται από τά έξωτερικά φορτία ανά μονάδα χρόνου, \dot{E} και \dot{K} είναι οί μεταβολές της έσωτερικής και της κινητικής ενέργειας του σώματος ανά μονάδα χρόνου και $\dot{\Gamma}$ είναι ή ενέργεια ανά μονάδα χρόνου πού απαιτείται για νά αυξήσει τήν επιφάνεια της ρωγμής. Η τελεία πάνω από ένα σύμβολο σημαίνει παραγωγή σχετικά με τó χρόνο.

Η έσωτερική ενέργεια μπορεί νά τεθεί υπό τή μορφή

$$E = U^e + U^p \quad (19)$$

όπου U^e παριστá τήν έλαστική ενέργεια παραμορφώσεως και U^p τó πλαστικό έργο.

Έάν τά εφαρμοσμένα φορτία είναι ανεξάρτητα του χρόνου και ή ρωγμή διαδίδεται άργά, ή κινητική ενέργεια είναι μικρή και μπορεί νά παραληφθει από τήν εξίσωση (18). Δεδομένου ότι οί αλλαγές σχετικά με τó χρόνο προκαλούνται από αλλαγές του μήκους της ρωγμής, μπορούμε νά θέσουμε ότι

$$\frac{\partial}{\partial t} = \frac{\partial A}{\partial t} \frac{\partial}{\partial A} = \dot{A} \frac{\partial}{\partial A}, \quad \dot{A} \geq 0 \quad (20)$$

και ή εξίσωση (18) γίνεται

$$\frac{\partial W}{\partial A} = \left(\frac{\partial U^e}{\partial A} + \frac{\partial U^p}{\partial A} \right) + \frac{\partial \Gamma}{\partial A} \quad (21)$$

Για ένα ιδανικά ψαθυρό υλικό ή ενέργεια που δαπανάται στην πλαστική παραμόρφωση είναι αμελητέα και μπορεί να παραληφθεί από την εξίσωση (21). Αν γ παριστᾶ την ενέργεια που απαιτείται για τὴ δημιουργία μίας μοναδιαίας νέας ἐπιφάνειας, τότε ἡ εξίσωση (21) παίρνει τὴ μορφή

$$G = \frac{\partial W}{\partial A} - \frac{\partial U^e}{\partial A} = \frac{\partial \Gamma}{\partial A} = 2\gamma \quad (22)$$

ὅπου ὁ παράγοντας 2 πού ἐμφανίζεται στὸ δεξιὸ μέλος τῆς εξισώσεως (22) ἀναφέρεται στὶς δύο νέες ἐπιφάνειες πού σχηματίζονται κατὰ τὴ διάδοση τῆς ρωγμῆς.

Τὸ ἀριστερὸ μέλος τῆς εξισώσεως (22) παριστᾶ τὴ διαθέσιμη ἐνέργεια γιὰ διάδοση τῆς ρωγμῆς καὶ συμβολίζεται μὲ τὸ γράμμα G πρὸς τιμὴν τοῦ Griffith. Τὸ δεξιὸ μέλος τῆς εξισώσεως παριστᾶ τὴν ἀντίσταση τοῦ υλικοῦ πού πρέπει νὰ ὑπερνικηθεῖ προκειμένου νὰ διαδοθεῖ ἡ ρωγμὴ καὶ εἶναι σταθερὰ τοῦ υλικοῦ. Ἡ εξίσωση (22) παριστᾶ τὸ ἐνεργειακὸ κριτήριον διαδόσεως τῆς ρωγμῆς.

Στὶς πρακτικὲς ἐφαρμογὲς ἐμφανίζονται οἱ ἀκραῖες περιπτώσεις πού ἡ διάδοση τῆς ρωγμῆς γίνεται ὑπὸ συνθῆκης σταθερῶν μετατοπίσεων ἢ σταθερῶν ἐφαρμοσμένων φορτίων στὸ σῶμα. Στὴν πρώτη περίπτωση, πού ἡ διάδοση τῆς ρωγμῆς γίνεται μὲ σταθερὲς μετατοπίσεις, τὸ ἔργο τῶν φορτίων εἶναι μηδὲν καὶ ἡ εξίσωση (22) παίρνει τὴ μορφή

$$G = -\frac{\partial U^e}{\partial A} = 2\gamma \quad (23)$$

Στὴ δευτέρα περίπτωση, πού ἡ διάδοση τῆς ρωγμῆς γίνεται μὲ σταθερὰ φορτία —οἱ μετατοπίσεις εἶναι μηδὲν— ἐφαρμόζοντας τὸ θεώρημα τοῦ Clapeyron, ἡ εξίσωση (22) παίρνει τὴ μορφή

$$G = \frac{\partial U^e}{\partial A} = 2\gamma \quad (24)$$

Ἀπὸ τὶς ἀνωτέρω ἐξισώσεις παρατηροῦμε ὅτι τὸ μέγεθος τῆς ἀπελευθερωμένης ἐλαστικῆς ἐνέργειας παραμορφώσεως εἶναι τὸ ἴδιο γιὰ τὶς περιπτώσεις ποὺ ἡ ρωγμὴ διαδίδεται ὑπὸ συνθήκης σταθερῶν μετατοπίσεων ἢ σταθερῶν φορτίων. Ἐν τούτοις, ἡ ἐλαστικὴ ἐνέργεια τοῦ συστήματος ἐλαττώνεται γιὰ τὴν περίπτωση τῶν σταθερῶν μετατοπίσεων —τὸ ἀρνητικὸ σημεῖο στὴν ἐξίσωση (23)— καὶ αὐξάνεται γιὰ τὴν περίπτωση τῶν σταθερῶν φορτίων.

Γιὰ τὴν περίπτωση ρωγμῆς μήκους $2a$ ποὺ βρίσκεται σὲ ἐπίπεδο ἐλαστικὸ σῶμα καὶ φορτίζεται μὲ σταθερὴ τάση κάθετη στὴ ρωγμὴ, μετὰ τὸν ὑπολογισμὸ τῆς μεταβολῆς τῆς ἐλαστικῆς ἐνέργειας παραμορφώσεως λόγω τῆς ρωγμῆς, ἡ κρίσιμη τάση γιὰ τὴ διάδοση τῆς ρωγμῆς γιὰ συνθήκες ἐπίπεδης παραμορφωσιακῆς κατάστασης δίνεται ἀπὸ τὴ σχέση [22]

$$\sigma_c = \sqrt{\frac{2E\gamma}{\pi a(1-\nu^2)}} \quad (25)$$

καὶ γιὰ συνθήκες γενικευμένης ἐπίπεδης ἐντατικῆς κατάστασης ἀπὸ τὴ σχέση

$$\sigma_c = \sqrt{\frac{2E\gamma}{\pi a}} \quad (26)$$

Παρατηροῦμε ὅτι ἡ κρίσιμη τάση εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογη τῆς τετραγωνικῆς ρίζας τοῦ μήκους τῆς ρωγμῆς.

8. Κριτήρια θραύσεως

Πέραν τοῦ κριτηρίου τῆς ἀρχῆς διατηρήσεως τῆς ἐνέργειας, γιὰ τὴ μελέτη τῆς διάδοσης μίας ρωγμῆς ἔχουν διατυπωθεῖ διάφορα ἄλλα κριτήρια. Κάθε κριτήριο βασίζεται σὲ μίαν ποσότητα, ἡ ὁποία σχετίζεται μὲ τὴ διάδοση τῆς ρωγμῆς, καὶ διατυπώνεται ὑπὸ τὴ μορφή μίας ἐξισώσεως ὅπου ἡ ἐν λόγω ποσότητα τίθεται ἴση μὲ τὴν κρίσιμη τιμὴ τῆς. Τὰ βασικότερα κριτήρια διάδοσης τῆς ρωγμῆς εἶναι:

(α) Τὸ κριτήριο τοῦ κρίσιμου ρυθμοῦ τῆς ἐνέργειας ποὺ ἀπελευθερώνεται γιὰ τὴ διάδοση τῆς ρωγμῆς. Τὸ κριτήριο αὐτὸ βασίζεται στὴν ἀρχὴ διατηρήσεως τῆς ἐνέργειας καὶ διατυπώνεται ἀπὸ τὴν ἐξίσωση [22]

$$G_1 = G_c = R \quad (27)$$

ή οποία εκφράζει τη συνθήκη ότι η ρωγμή διαδίδεται όταν η ενέργεια που απελευθερώνεται κατά τη διάδοση της ρωγμής είναι ίση με την κρίσιμη τιμή της ενέργειας που απαιτείται για τη δημιουργία μίας νέας μοναδιαίας επιφανείας μέσα στο σώμα. Η τιμή R αποτελεί σταθερά του υλικού.

Η εξίσωση (27) όταν το υλικό είναι γραμμικά ελαστικό μπορεί να γραφεί υπό τη μορφή [22]

$$K_I = K_c \quad (28)$$

όπου το δεξιό μέλος της εξίσωσης (28) παριστᾶ την κρίσιμη τιμή του συντελεστοῦ εντάσεως των τάσεων.

Τὸ ἀριστερὸ μέλος τῶν ἀνωτέρω εξισώσεων (27) καὶ (28) ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὰ ἐφαρμοσμένα φορτία, τὸ μῆκος τῆς ρωγμῆς καὶ τὴ γεωμετρία τοῦ σώματος, ἐνῶ τὸ δεξιὸ μέλος ἀποτελεῖ σταθερὰ τοῦ υλικοῦ πὺ μπορεῖ νὰ προσδιοριστῆ πειραματικά.

(6) Τὸ κριτήριο τοῦ ὀλοκληρώματος J . Τὸ ὀλοκλήρωμα J ἀποτελεῖ ἓνα ὀλοκλήρωμα ἀνεξάρτητο τοῦ δρόμου ὀλοκληρώσεως γύρω ἀπὸ τὴ ρωγμῆ. Περιλαμβάνει ποσότητες κρίσιμες γιὰ τὴ διάδοση τῆς ρωγμῆς καὶ προκύπτει ἀπὸ ἐνεργειακὲς ἀρχές. Γιὰ ἐλαστικὴ θραύση τὸ ὀλοκλήρωμα J εἶναι ἴσο μὲ τὸ ρυθμὸ τῆς ἐνέργειας G πὺ ἀπελευθερώνεται κατὰ τὴ διάδοση τῆς ρωγμῆς. Τὸ κριτήριο αὐτὸ διατυπώνεται ἀπὸ τὴν εξίσωση [22]

$$J = J_c \quad (29)$$

όπου J_c εἶναι ἡ κρίσιμη τιμὴ τοῦ ὀλοκληρώματος J . Ἡ ποσότητα J_c προσδιορίζεται πειραματικά. Τὸ κριτήριο αὐτὸ εἶναι κατάλληλο γιὰ τὴ μελέτη τῆς ἐλαστικῆς καὶ πλαστικῆς διαδόσεως τῆς ρωγμῆς.

(γ) Τὸ κριτήριο τῆς πυκνότητος τῆς ἐνέργειας παραμορφώσεως. Τὸ κριτήριο αὐτὸ χρησιμοποιεῖ ὡς βασικὴ ποσότητα τὴν ἐνέργεια παραμορφώσεως ἑνὸς στοιχείου στὴν περιοχὴ τοῦ ἄκρου τῆς ρωγμῆς [23]. Βασίζεται στὴν ὑπόθεση ὅτι ἡ διεύθυνση διαδόσεως τῆς ρωγμῆς συμπίπτει μὲ τὴ διεύθυνση τοῦ σχετικοῦ ἐλαχίστου τῆς πυκνότητος τῆς ἐνέργειας παραμορφώσεως καὶ ὅτι ἡ ρωγμῆ διαδίδεται ὅταν τὸ ἐλάχιστο αὐτὸ ἰσοῦται μὲ τὴν κρίσιμη τιμὴ τῆς πυκνότητος ἡ ὅποια προσδιορίζεται πειραματικά. Τὸ κριτήριο αὐτὸ διατυπώνεται ἀπὸ τὶς σχέσεις [23]

$$\frac{\partial S}{\partial \theta} = 0, \quad \frac{\partial^2 S}{\partial \theta^2} > 0 \quad (30)$$

$$S(\theta_c) = S_c \quad (31)$$

όπου S παριστᾶ τὸ συντελεστὴ τῆς ἐνέργειας τῆς πυκνότητας παραμορφώσεως καὶ θ τὴν πολικὴ γωνία.

Ἡ ποσότητα S δίνεται ἀπὸ τὴ σχέση [23]

$$S = \alpha_{11}k_I^2 + 2\alpha_{12}k_Ik_{II} + \alpha_{22}k_{II}^2 \quad (32)$$

$$\begin{aligned} 16\mu\alpha_{11} &= (1 + \cos \theta)(\kappa - \cos \theta) \\ 16\mu\alpha_{12} &= \sin \theta [2\cos \theta - (\kappa - 1)] \\ 16\mu\alpha_{22} &= (\kappa + 1)(1 - \cos \theta) + (1 + \cos \theta)(3\cos \theta - 1) \end{aligned} \quad (33)$$

ὅπου $k_i = K_i/\sqrt{\pi}$.

Τὸ κριτήριον αὐτὸ εἶναι κατάλληλον γιὰ τὴ μελέτη τῆς διαδόσεως τῆς ρωγμῆς γιὰ συνθῆκες μεικτοῦ τύπου φορτίσεως, δηλ. ὅταν κατὰ τὴ διάδοση τῆς ρωγμῆς συνυπάρχουν οἱ τύποι παραμορφώσεως I, II, III. Τοῦτο συμβαίνει στὴ γενικὴ περίπτωσι φορτίσεως, ὅταν τὸ ἐπίπεδον τῆς ρωγμῆς δὲν εἶναι κάθετον στὴ διεύθυνση τῶν ἐφαρμοσμένων φορτίων. Τὸ κριτήριον τῆς πυκνότητος τῆς ἐνέργειας παραμορφώσεως χρησιμοποιήθηκε ἀπὸ τὸν συγγραφέα γιὰ τὴν ἐπίλυση πληθῶρας προβλημάτων διάδοσεως ρωγμῶν [24].

9. Μὴ καταστροφικοὶ ἔλεγχοι

Ρωγμὲς ἐμφανίζονται στὰ ὑλικά λόγω τῆς συνθέσεώς τους, ἐνῶ στὶς κατασκευὲς ἐμφανίζονται κατὰ τὴ διάρκεια λειτουργίας τῆς κατασκευῆς. Ὁ ἐντοπισμὸς τῶν ρωγμῶν στὶς κατασκευὲς καὶ ὁ προσδιορισμὸς τοῦ μεγέθους τους ἀποτελεῖ τὴ βασικὴ προϋπόθεσι γιὰ τὸν ὑπολογισμὸ τῆς κατασκευῆς μὲ τίς ἀρχές τῆς μηχανικῆς τῆς θραύσεως. Πολλὲς μὴ καταστροφικὲς μέθοδοι ἔχουν ἀναπτυχθεῖ γιὰ τὸν καθορισμὸ τῆς θέσεως καὶ τοῦ μεγέθους τῶν ρωγμῶν. Ἡ ἐπιτυχία τῆς μηχανικῆς τῆς θραύσεως γιὰ τὸν ὑπολογισμὸ τῶν κατασκευῶν βασίζεται στὴν ἀξιοπιστία τῶν μὴ καταστροφικῶν μεθόδων.

Όταν κατά τὸν ἔλεγχο τῶν κατασκευῶν διαπιστωθεῖ ὅτι τμήματά τους περιέχουν ρωγμές μεγαλύτερες ἀπὸ αὐτὲς ποὺ ὑπολογίζονται ἀπὸ τὴ μηχανικὴ τῆς θραύσεως, τὰ τμήματα αὐτὰ πρέπει νὰ ἀντικατασταθοῦν, ἢ, ἂν αὐτὸ δὲν εἶναι ἐφικτό, ὁλόκληρη ἡ κατασκευὴ πρέπει νὰ ἀχρηστευθεῖ. Οἱ περισσότεροι χρησιμοποιούμενες μὴ καταστροφικὲς μέθοδοι γιὰ τὸν ἐντοπισμὸ ρωγμῶν στὶς κατασκευὲς εἶναι οἱ ἑξῆς:

(α) Ἡ μέθοδος διεισδύσεως, χρωστικῶν ἢ φθοριούχων οὐσιῶν: Ἡ μέθοδος αὐτὴ χρησιμοποιεῖται γιὰ τὸν ἐντοπισμὸ ἐπιφανειακῶν ρωγμῶν. Κατὰ τὴ μέθοδο αὐτὴ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑπὸ ἐξέταση σώματος καλύπτεται μὲ χρωστικὴ ἢ φθοριούχο οὐσία. Μετὰ ἀπὸ ἐπαρκῆ χρόνο ἡ οὐσία ἀπομακρύνεται ἀφοῦ ἔχει διεισδύσει στὸ σῶμα, καὶ στὴν ἐπιφάνεια τοῦ σώματος τοποθετεῖται ἐμφανιστὴς ὁ ὁποῖος συντελεῖ στὴν ἀπομάκρυνση τῆς οὐσίας καὶ τὴν ὀρατὴ ἐμφάνιση τῆς ρωγμῆς. Ἡ ἀξιοπιστία τῆς μεθόδου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν καλὴ προετοιμασία τῆς ἐπιφάνειας τοῦ ὑπὸ ἐξέταση σώματος. Ἡ μέθοδος χρησιμοποιεῖται εὐρέως γιὰ τὴν ἀνίχνευση μικρῶν ρωγμῶν. Ἐχει τὸ πλεονέκτημα τῆς ταχείας ἐπιθεώρησης καὶ τοῦ χαμηλοῦ κόστους.

(β) Μαγνητικὰ σωματίδια: Ἡ μέθοδος αὐτὴ βασίζεται στὴν ἀρχὴ ὅτι οἱ ρωγμές σ' ἓνα μαγνητικὸ ὑλικὸ προκαλοῦν διαταραχὴ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Ἡ μέτρηση τῆς διαταραχῆς αὐτῆς παρέχει πληροφορίες γιὰ τὴν ὑπαρξὴ ρωγμῶν. Τὸ μαγνητικὸ πεδίο ὑλοποιεῖται διὰ τῆς δίοδου ἠλεκτρικοῦ ρεύματος διὰ μέσω τοῦ σώματος ἢ χρησιμοποιώντας μόνιμους μαγνήτες ἢ ἠλεκτρομαγνήτες. Γιὰ τὴν ἀνίχνευση τῆς ἀποκλίσεως τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἡ ὑπὸ ἐπιθεώρηση ἐπιφάνεια καλύπτεται μ' ἓνα φθοριούχο ὑγρὸ τὸ ὁποῖο περιέχει αἰωρούμενα μαγνητικὰ σωματίδια. Ἡ μέθοδος μπορεῖ νὰ ἐφαρμοστεῖ μὲ εὐκολία, εἶναι ταχεῖα καὶ οἰκονομικὴ. Ὅπως καὶ ἡ προηγούμενη μέθοδος, χρησιμοποιεῖται γιὰ τὸν ἐντοπισμὸ ρωγμῶν στὴν ἐπιφάνεια τοῦ σώματος.

(γ) Δεινορεύματα: Ἐνα ἠλεκτρικὸ πηνίο τὸ ὁποῖο φέρει ἐναλλασσόμενο ρεῦμα δημιουργεῖ δεινορεύματα κοντὰ σὲ μία ἐπιφάνεια. Τὰ δεινορεύματα δημιουργοῦν μαγνητικὸ πεδίο τὸ ὁποῖο ἐπηρεάζει τὴν ἠλεκτρικὴ ἀντίσταση τοῦ πηνίου ὅταν ὑπάρχει ρωγμὴ. Μετρώντας τὴ μεταβολὴ αὐτὴ παίρνομε πληροφορίες γιὰ τὴ ρωγμὴ. Τὰ δεινορεύματα συγκεντρώνονται κοντὰ στὴν ἐπιφάνεια τοῦ σώματος. Αὐτὸ εἶναι τὸ ὀνομαζόμενο δερματικὸ φαινόμενο. Τὸ μῆκος διεισδύσεως ἐπηρεάζεται ἀπὸ τὴ συχνότητα τοῦ ρεύματος, τὴ μαγνητικὴ διαπερατότητα καὶ τὴν ἠλεκτρικὴ ἀγωγιμότητα τοῦ σώματος, καθὼς

επίσης και από τη γεωμετρία του πηνίου και του σώματος. Σ' ένα φερρητικό άγωγό το μήκος διεισδύσεως είναι μικρότερο από 1mm στις περισσότερες συχνότητες, ενώ σε μη μαγνητικούς άγωγούς μπορεί να είναι μερικά χιλιοστά. Η ευαισθησία της μεθόδου είναι ύψηλή για ρωγμές κοντά στην επιφάνεια, αλλά ελαττώνεται με την απόσταση από την επιφάνεια.

(δ) Ραδιογραφία: Η ραδιογραφία αποτελεί μία από τις παλαιότερες μεθόδους μη καταστροφικού έλέγχου για τον έντοπισμό ρωγμών. Κατά τη μέθοδο αυτή ακτίνες X ή ακτίνες γ διαδίδονται διά μέσω του σώματος. Αν το σώμα εμφανίζει μεταβολές στο πάχος ή στην πυκνότητά του, λόγω επί παραδείγματι της ύπαρξεως ρωγμών, ή αναδυόμενη ακτινοβολία από το σώμα δεν είναι ομοιόμορφη. Δεδομένου ότι οι ρωγμές απορροφούν λιγότερη ποσότητα ακτίνων X από το περιβάλλον υλικό μπορεί να έντοπιστούν χρησιμοποιώντας ένα ευαίσθητο φωτογραφικό φιλμ, στο οποίο θα εμφανίζονται σαν σκοτεινές γραμμές. Η μέθοδος είναι κατάλληλη για ρωγμές στο έσωτερικό των σωμάτων.

(ε) Υπέρηχοι: Η μέθοδος αυτή βασίζεται στη διάδοση υπερηχητικών κυμάτων μέσα στο υλικό με τη βοήθεια ενός μετατροπέα ο οποίος περιέχει ένα πιεζοηλεκτρικό κρύσταλλο. Μεταλλουργικές ατέλειες και/ή συνοριακές επιφάνειες ανακλούν τον προσπίπτοντα παλμό του ακουστικού κύματος ο οποίος καταγράφεται από έναν παλμογράφο. Η απόσταση μεταξύ του πρώτου παλμού και της ανακλάσεως δίνει τη θέση της ρωγμής. Το μέγεθος της ρωγμής μπορεί επίσης να εκτιμηθεί. Η μέθοδος χαρακτηρίζεται από ύψηλή ακρίβεια και ταχύτητα για τον έντοπισμό ρωγμών, ικανότητα μετρήσεως της θέσεως της ρωγμής και του μεγέθους της, οικονομία, εφαρμοσιμότητα σε διατομές μεγάλου πάχους και ικανότητα μεταφοράς της συσκευής υπέρηχων για επιθεωρήσεις επί τόπου. Η εφαρμογή της μεθόδου, εν τούτοις, περιορίζεται από τη μη δυνατότητα διακρίσεως μεταξύ ρωγμών και άλλων τύπων ατελειών, όπως π.χ. έγκλωβισμάτων. Η μέθοδος χαρακτηρίζεται από την υποκειμενική έρμηνεία των λαμβανόμενων σημάτων από τον χειριστή.

(στ) Ακουστική έκπομπή: Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί ευαίσθητα ηλεκτρονικά εξαρτήματα για την καταγραφή ακουστικών σημάτων, τα οποία εκπέμπονται μέσα στο υλικό κατά τη διαδικασία της ρηγματώσεως. Οι καταγραφόμενες έκπομπές μεγεθύνονται, φιλτράρονται και έρμηνεύονται. Η μέθοδος είναι ικανή για τον έντοπισμό ρωγμών χωρίς την καταφυγή σε

σημείο πρὸς σημείο ἔρευνα σ' ὅλη τὴν ὑπὸ ἐξέταση ἐπιφάνεια. Μπορεῖ νὰ χρησιμοποιηθεῖ γιὰ τὴν καταγραφή ἐνάρξεως καὶ διαδόσεως τῆς ρωγμῆς. Μειονέκτημα τῆς μεθόδου ἀποτελεῖ ἡ δυσκολία ἐρμηνείας τῶν λαμβανομένων σημάτων.

10. Συμβολὴ τοῦ συγγραφέα

Ἀναφέρονται ἐπιγραμματικά θέματα τῆς μηχανικῆς τῆς θραύσεως στὴν ἐπίλυση τῶν ὁποίων συνέβαλε ὁ συγγραφέας. Τὰ θέματα αὐτὰ διακρίνονται σὲ θεωρητικά, ἀναλυτικά καὶ πειραματικά.

1. Θεωρητικὰ Θέματα

- Προβλήματα ἐγκλωβισμάτων ἐντὸς ἐλαστικῶν ἐπιπέδων σωμάτων μὲ διεπιφανειακὲς ρωγμὲς.
- Προβλήματα ρωγμῶν ἐντὸς ἐλαστικῶν ἐπιπέδων σωμάτων.
- Προβλήματα μὴ γραμμικῆς συμπεριφορᾶς σύνθετων ὑλικῶν μὲ ἐγκλωβίσματα καὶ διεπιφανειακὲς ρωγμὲς μὲ ἐφαρμογὲς στὴν ἀστοχία τοῦ σκυροδέματος.

2. Ἀναλυτικὰ Θέματα

- Προβλήματα διαδόσεως ρωγμῶν ὑπὸ συνθήκας συνδυασμοῦ ἐφελκυστικοῦ καὶ διατμητικοῦ τύπου παραμορφώσεως. Προσδιορίζεται ἡ γεωμετρία τῆς διαδόσεως τῆς ρωγμῆς καὶ τὸ κρίσιμο φορτίο ἀστοχίας τοῦ σώματος σὲ ποικιλία προβλημάτων πρακτικῶν ἐφαρμογῶν.
- Προβλήματα προσδιορισμοῦ τῶν πλαστικῶν περιοχῶν στὸ ἄκρο ρωγμῶν καὶ ἐγκλωβισμάτων ἐντὸς ἐλαστικῶν ἐπιπέδων σωμάτων.
- Φωτοελαστικός προσδιορισμὸς τοῦ ἐντατικοῦ πεδίου ἐντὸς ἐλαστικῶν ἐπιπέδων σωμάτων μὲ ρωγμὲς καὶ ἐγκλωβίσματα.
- Ἀστοχία σύνθετων σωμάτων μὲ διεπιφανειακὲς ρωγμὲς.
- Εὐσταθῆς διάδοσις ρωγμῶν.
- Ἀλληλεπίδρασις ρωγμῶν καὶ ἐγκλωβισμάτων.
- Διάδοσις ρωγμῶν σὲ ἐλαστοπλαστικά ὑλικά.
- Διάδοσις ρωγμῶν σὲ τρισδιάστατα ἐλαστικά σώματα.
- Διάδοσις ρωγμῶν σὲ ἀνισότροπα σώματα.

- Προβλήματα άστοχίας συνθέτων σωμάτων με ρωγμές στη διεπιφάνεια, τή μήτρα, ή θραύση ίνων.
- Έπισκευές ρηγματωμένων τμημάτων αεροσκαφών με σύνθετα υλικά.
- Άστοχία δοκών σάντουιτς.

3. Πειραματικά Θέματα

- Προσδιορισμός του πεδίου των τάσεων σε προβλήματα ρωγμών με την οπτική μέθοδο των καυστικών. Επίλυση του προβλήματος της ρωγμής που καταπονείται σε συνδυασμό εφέλκυστικού και διατμητικού τύπου παραμορφώσεως.
- Προσδιορισμός του πλαστικού πεδίου των τάσεων στο άκρο ρωγμής με τη μέθοδο των καυστικών.
- Φωτοελαστικός προσδιορισμός του συντελεστού έντάσεως των τάσεων στο άκρο της ρωγμής.
- Φωτοελαστική ανάλυση συνθέτων υλικών με συγκεντρώσεις τάσεων.
- Ανάλυση της τρισδιάστατης περιοχής στο άκρο ρωγμής με τη μέθοδο των καυστικών.
- Προσδιορισμός των τάσεων στο άκρο ρωγμής με τη μέθοδο των καυστικών και των διπλοθλαστικών επικαλύψεων.
- Ανάλυση άστοχίας συνθέτων υλικών με κεραμική μήτρα.
- Ανάλυση της άστοχίας οστών με οπτικές μεθόδους.
- Μηχανική συμπεριφορά και θραύση αφρωδών υλικών.
- Χαρακτηρισμός της άστοχίας και κόπωσης υλικών από λάστιχο με ρωγμές.

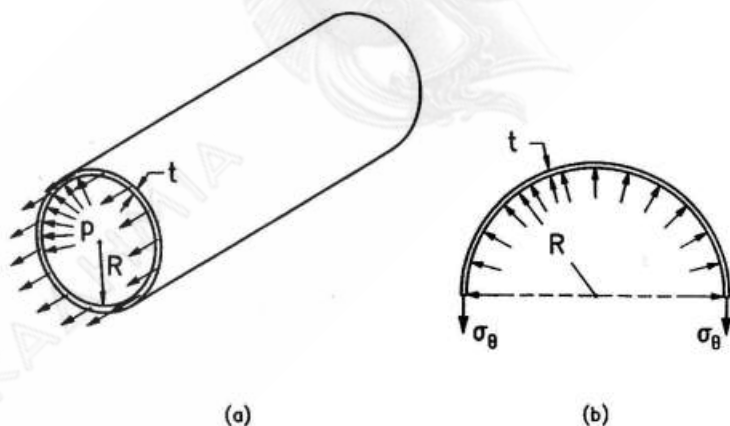
11. Υπολογισμός κελύφους υπό έσωτερική πίεση

Ός εφαρμογή των αρχών της μηχανικής της θραύσεως θα υπολογίσουμε ένα κυλινδρικό κλειστό κέλυφος που καταπονείται σε έσωτερική πίεση. Έστω ότι το κέλυφος έχει ακτίνα $R = 1 \text{ m}$ και πάχος $t = 40 \text{ mm}$, και υπόκειται σε έσωτερική πίεση p (Σχήμα 7). Ζητείται ο ασφαλής σχεδιασμός του κελύφους σε διαρροή και θραύση. Για την κατασκευή του κελύφους είναι διαθέσιμοι οι ακόλουθοι τρεις χάλυβες με τις αντίστοιχες τιμές της κρίσιμου τάσεως διαρροής, σ_1 , και του κρίσιμου συντελεστού έντάσεως των τάσεων, K_{Ic} (άκαμψία θραύσεως):

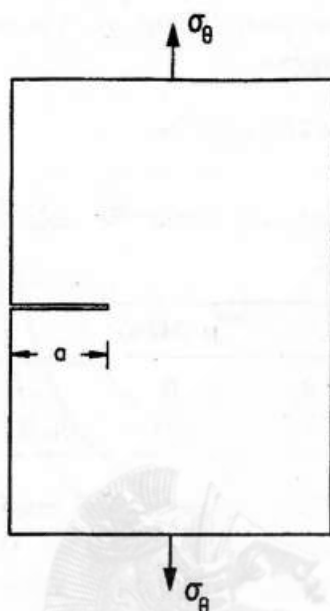
Χάλυβας	σ_T (MPa)	K_{Ic} (MPa \sqrt{m})
A: 4340	860	100
B: 4335	1300	70
C: 350	1550	55

Τὸ κέλυφος φέρει ἐπιμήκη ἐπιφανειακὴ ρωγμὴ βάθους a (Σχῆμα 8). Ὁ συντελεστὴς ἀσφαλείας ἔναντι θραύσεως λόγω διαδόσεως τῆς ρωγμῆς καὶ διαρροῆς εἶναι $S = 2$. Γιὰ κάθε χάλυβα ζητεῖται νὰ ὑπολογιστοῦν τὰ ἀκόλουθα:

- Ἡ μέγιστη ἐπιτρεπόμενη πίεση P_c ὡς συνάρτηση τοῦ μήκους τῆς ρωγμῆς a .
- Τὸ μέγιστο ἐπιτρεπόμενο μῆκος ρωγμῆς a_c γιὰ πίεση λειτουργίας $p = 12$ MPa.
- Ἡ πίεση ἀστοχίας P_c γιὰ ἐλάχιστο ἀνιχνεύσιμο βάθος ρωγμῆς $a = 1$ mm.



Σχῆμα 7. Κυλινδρικό κέλυφος σὲ ἐσωτερικὴ πίεση.



Σχήμα 8. Δοκίμιο με ρωγμή σε εφέλευσμό.

Για τον υπολογισμό του κελύφους απαιτείται η ανάλυση του πεδίου των τάσεων σε συνδυασμό με ένα κριτήριο αστοχίας. Ως κριτήριο αστοχίας θα χρησιμοποιήσουμε το κριτήριο διαρροής του von Mises για τον υπολογισμό σε διαρροή του υλικού του κελύφους και το κριτήριο του κρίσιμου συντελεστή έντασης των τάσεων για τον υπολογισμό σε θραύση λόγω ασταθούς διαδόσεως της ρωγμής.

Σ' ένα υλικό στοιχείο του κελύφους αναπτύσσεται ακτινική τάση, σ_θ , και διάμηκη τάση, σ_z , που δίνονται από τις σχέσεις [22]

$$\sigma_\theta = \frac{pR}{t}, \quad \sigma_z = \frac{pR}{2t}. \quad (34)$$

Για τον υπολογισμό της αστοχίας λόγω διαρροής χρησιμοποιείται το κριτήριο von Mises, το οποίο για κύριες τάσεις λαμβάνει τη μορφή

$$\sigma_\theta^2 - \sigma_\theta \sigma_z + \sigma_z^2 = (\sigma_Y / S)^2, \quad S = 2 \quad (35)$$

Από τις εξισώσεις (34) και (35) λαμβάνουμε την ακόλουθη σχέση για

τή μέγιστη τιμή τῆς ἐσωτερικῆς πίεσης, p_c , τὴν ὁποία τὸ κέλυφος μπορεῖ νὰ ἀντέξει χωρὶς νὰ ἀστοχήσει.

$$p_c = 23.2 \times 10^{-3} \sigma_y \quad (36)$$

Ἀντικαθιστώντας τὴν τιμὴ τῆς τάσεως διαρροῆς σ_y λαμβάνουμε γιὰ τοὺς τρεῖς διαθέσιμους χάλυβες

p_c (MPa)		
A	B	C
19.9	30.0	35.8

Ἐὰς θεωρήσουμε τώρα μία ἐπιμήκη ἄξονική ἐπιφανειακὴ ρωγμὴ μὲ μήκος a κατὰ τὴ διεύθυνση τοῦ πάχους τοῦ κελύφους. Ὁ συντελεστὴς ἐντάσεως τάσεων στὸ ἄκρο τῆς ρωγμῆς δίνεται ἀπὸ τὴ σχέση [22]

$$K_I = 1.12\sigma_0 \sqrt{\pi a} \quad (37)$$

Ἡ συνθήκη θραύσεως διατυπώνεται ἀπὸ τὴν ἐξίσωση

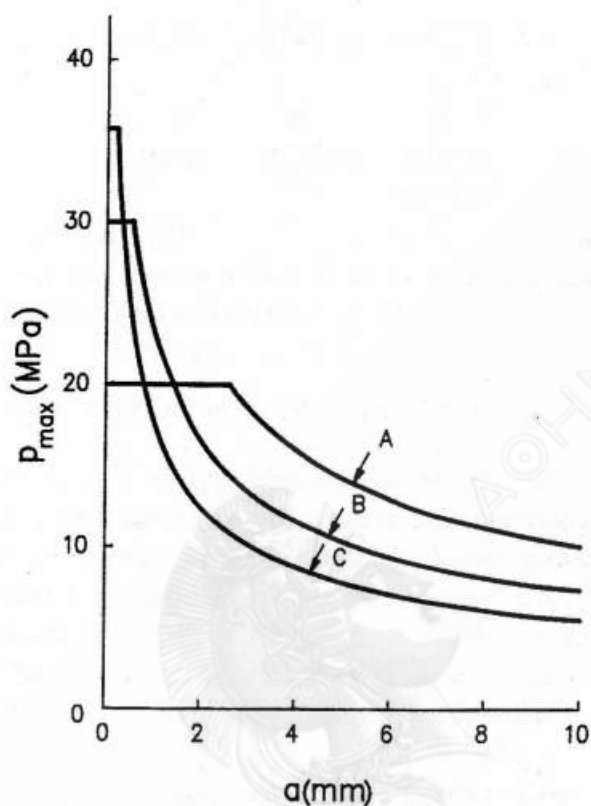
$$K_I = K_{Ic} / S, \quad S = 2 \quad (38)$$

Ἀπὸ τὶς ἐξισώσεις (34), (37) καὶ (38) παίρνουμε

$$p_c = \frac{10.08 \times 10^{-3} K_{Ic}}{\sqrt{a}} \quad (39)$$

Μὲ βάση τὰ ἀνωτέρω λαμβάνουμε τὰ ἀκόλουθα ἀποτελέσματα γιὰ τὰ τρία ἐρωτήματα πού θέσαμε:

(α) Ἀπὸ τὴν ἐξίσωση (39) καὶ τὶς κρίσιμες τιμὲς τοῦ συντελεστοῦ ἐντάσεως τῶν τάσεων K_{Ic} γιὰ τὰ τρία εἶδη τῶν χάλυβων λαμβάνουμε μία σχέση μεταξύ τῆς κρίσιμης πίεσης p_c τὴν ὁποία μπορεῖ νὰ ἀντέξει τὸ κέλυφος καὶ τοῦ μήκους τῆς ρωγμῆς, a . Ἡ σχέση αὐτὴ σὲ συνδυασμὸ μὲ τὶς τιμὲς τῆς κρίσιμης πίεσης τοῦ προηγούμενου πίνακα γιὰ ἀστοχία λόγω διαρροῆς δίνει τὶς καμπύλες ἀστοχίας τοῦ κελύφους. Οἱ καμπύλες αὐτὲς φαίνονται στὸ Σχῆμα 9 γιὰ τὰ τρία εἶδη χάλυβων, A, B, C.



Σχήμα 9. Μεταβολή της κρίσιμης εσωτερικής πίεσης συναρτήσει του μήκους της ρωγμής για τρία είδη χαλύβων A, B, C.

(β) Για εφαρμοσμένη εσωτερική πίεση $p = 12$ MPa το μέγιστο επιτρεπόμενο μήκος της ρωγμής υπολογίζεται από την εξίσωση (39) για τα τρία είδη των χαλύβων ως εξής:

a_c (mm)		
A	B	C
7.04	3.64	2.12

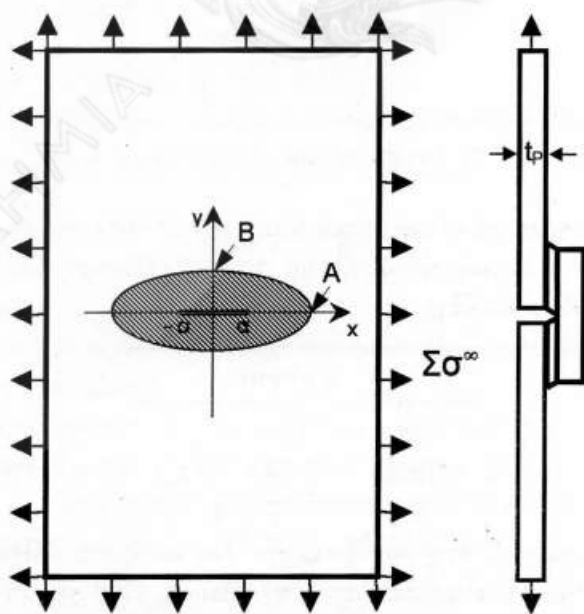
(γ) Η κρίσιμη τάση αστοχίας για ένα ελάχιστο ανιχνεύσιμο μήκος ρωγμής $a = 1$ mm υπολογίζεται από την εξίσωση (39) για τα τρία είδη χαλύβων ως εξής:

p_c (MPa)		
A	B	C
19.90	22.96	17.60
(31.90)		

Παρατηρούμε ότι το υλικό A, αν και αντέχει σε πίεση $p_c = 31.9$ MPa για $a = 1$ mm, αστοχεί σε πίεση $p_c = 19.9$ MPa λόγω διαρροής.

12. Έπισκευή αεροσκαφών με σύνθετα υλικά

Ός παράδειγμα χρησιμοποίησες τών αρχών τής μηχανικῆς τής θραύσεως για τήν επίλυση προβλημάτων πρακτικῶν ἐφαρμογῶν ἀναφέρεται ἡ περίπτωση ἐπισκευῶν τμημάτων αεροσκαφῶν με ρωγμές με ἐπιθέματα ἀπό σύνθετα υλικά. Τό πρόγραμμα αὐτό ἐξεπονήθη μέσα στα πλαίσια τοῦ Εὐρωπαϊκοῦ προγράμματος BRITE - EURAM III, στό ὁποῖο συμμετείχε ὁ συγγραφέας [25]. Σκοπός τοῦ προγράμματος ἦταν ἡ ἀνάπτυξη μεθοδολογίας για τήν ἐνίσχυση με σύνθετα υλικά τμημάτων αεροσκαφῶν τὰ ὁποῖα εἶχαν ρωγ-



Σχῆμα 10. Έπισκευή με ἔλλειπτικό ἐπιθεμα ὀρθογωνικοῦ δοκιμίου με κεντρική ρωγμή.

μές. Στη ρωγμή ή στην περιοχή της εκτεταμένης άστοχίας του υλικού τοποθετείται επίθεμα από σύνθετο υλικό το οποίο έχει σκοπό την τοπική ενίσχυση του τμήματος του αεροσκάφους (Σχήμα 10). Οι τάσεις στην περιοχή αυτή μεταφέρονται με ασφάλεια από το ένα μέρος του τμήματος στο άλλο μέσω του επιθέματος. Η χρησιμοποίηση μεταλλικών επιθεμάτων είναι η συνήθης πρακτική ή οποία χρησιμοποιείται για την επισκευή των αεροσκαφών. Στο πρόγραμμα ανεπτύχθη μεθοδολογία χρησιμοποίησης επιθεμάτων από σύνθετα υλικά, τα οποία παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα για την επισκευή των αεροσκαφών εν σχέση με τα μεταλλικά επιθέματα.

13. Προοπτικές της μηχανικής της θραύσεως

Η μηχανική της θραύσεως ανεπτύχθη στην αρχή για τη μελέτη της άστοχίας μονολιθικών κυρίως υλικών, όπως μέταλλα, πλαστικά και κεραμικά υλικά. Σήμερα αποτελεί μία καθιερωμένη μέθοδο που χρησιμοποιείται εύρυστα για τον ύπολογισμό και τον έλεγχο της άκεραιότητας και καλής λειτουργίας των κατασκευών. Με την ανάπτυξη νέων υλικών και κατασκευών ή μηχανική της θραύσεως άρχισε να χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της άστοχίας των υλικών και κατασκευών αυτών. Θα αναφέρουμε περιληπτικά τη χρήση της μηχανικής της θραύσεως στην ανάλυση της άστοχίας των σύνθετων υλικών και κατασκευών στην κλίμακα του νανομέτρου, όπως μικρο- ή νανο-ηλεκτρομηχανικών κατασκευών.

Τα σύνθετα υλικά με συνεχείς ίνες χρησιμοποιούνται εύρυστα στις κατασκευές κατά τα τελευταία χρόνια λόγω της μεγάλης ευελιξίας την οποία παρουσιάζουν στην επίτευξη των επιθυμητών μηχανικών και φυσικών ιδιοτήτων σε συνδυασμό με το μικρό βάρος τους. Για τους λόγους αυτούς χρησιμοποιούνται εύρυστα σε αεροπορικές και διαστημικές κατασκευές, όπου απαιτούνται ύψηλή άντοχή και άκαμψία σε συνδυασμό με μικρό βάρος. Τα σύνθετα υλικά κατασκευάζονται από ίνες ύαλου, γραφίτη, βορίου, κ.ά., που τοποθετούνται εντός πολυμερούς, κεραμικού, ή μεταλλικού υλικού. Η μελέτη της μηχανικής συμπεριφοράς και της άστοχίας των υλικών αυτών είναι δυσχερής, δεδομένου ότι είναι έτερογενή, και παρουσιάζουν πολλούς τύπους μηχανικής άστοχίας. Η τελική θραύση των υλικών αυτών είναι αποτέλεσμα της συσσωρεύσεως διαφορετικών τύπων έσωτερικών άστοχιών του υλικού. Μηχανισμοί άστοχίας σε μικρομηχανική κλίμακα περιλαμβάνουν θραύση ίνων, δημιουργία ρωγμών στη μήτρα και αποκόλληση της διεπιφάνειας με-

ταξύ ίνας και μήτρας. Οί μηχανισμοί άστοχίας εξαρτώνται από τή φόρτιση και σχετίζονται με τις ιδιότητες των επιμέρους υλικών του σύνθετου υλικού, δηλ. τής ίνας, τής μήτρας και τής διεπιφάνειας. Ένώ οί μηχανισμοί αυτοί άστοχίας είναι κοινοί στα περισσότερα σύνθετα υλικά, ή σειρά με τήν όποία λαμβάνουν χώρα και ή άλληλεπίδρασή τους εξαρτάται από τον τύπο τής φόρτισης και τις ιδιότητες των συστατικών υλικών. Η μελέτη τής προδευτικής άστοχίας του υλικού υπό μορφή διαδοχικής αύξησης και συνενώσεως έσωτερικών άστοχιών είναι ιδιαίτερας σημασίας για τήν κατανόηση του μηχανισμού τής θραύσεως του υλικού. Ένας άλλος πολύ συνηθισμένος μηχανισμός άστοχίας των σύνθετων υλικών είναι ή αποκόλληση μεταξύ των διαφόρων στρώσεων του υλικού. Τα προβλήματα αυτά τής άστοχίας των σύνθετων υλικών είναι δυνατόν να μελετηθούν με έπιτυχία μέσα στα πλαίσια τής μηχανικής τής θραύσεως. Για τή χρήση τής μηχανικής τής θραύσεως στη μελέτη προβλημάτων άστοχίας σύνθετων υλικών ό αναγνώστης παραπέμπεται στο βιβλίο του συγγραφέα *Fracture Mechanics. An Introduction* [22].

Λεπτές στρώσεις από διαφορετικά υλικά χρησιμοποιούνται σε πολλές σύγχρονες τεχνολογικές εφαρμογές, όπως π.χ. επικαλύψεις για θερμική προστασία, για αντίσταση από όξειδωση και τριβή, σε μαγνητικά καταγραφικά μέσα, σε σύνθετα υλικά, κ.ά. Έπί παραδείγματι, κεραμικά υλικά που χρησιμοποιούνται σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 1.200 °C για μηχανές αεροσκαφών καλύπτονται με προστατευτικές επικαλύψεις. Λεπτές επικαλύψεις χρησιμοποιούνται σε κάτοπτρα τηλεσκοπίων για αντιοξειδωτική προστασία. Λεπτά στρώματα ήμιαγωγών χρησιμοποιούνται εύρύτατα στην κατασκευή ολοκληρωμένων κυκλωμάτων. Γενικά, οί λεπτές επικαλύψεις χρησιμοποιούνται εύρύτατα σε μικρο- ή νανο-ήλεκτρομηχανικές κατασκευές. Η δομική αξιοπιστία, ή λειτουργικότητα και ή άνθεκτικότητα των κατασκευών αυτών που αποτελούνται από διαφορετικά υλικά είναι συνδεδεμένη με τήν καλή λειτουργία των διεπιφανειών μεταξύ των διαφόρων στρώσεων. Το γεγονός ότι οί διάφορες στρώσεις μπορεί να είναι κατασκευασμένες από διαφορετικά υλικά με διαφορετικές μηχανικές και θερμικές ιδιότητες δημιουργεί άρχικές τάσεις, οί όποιες μπορεί να οδηγήσουν σε άστοχία των διεπιφανειών. Η μελέτη τής άστοχίας των διεπιφανειών είναι δυνατόν να έπιτευχθεί με έπιτυχία μέσα στα πλαίσια τής μηχανικής τής θραύσεως. Το πρόβλημα αυτό έχει άπασχολήσει έκτενώς τήν επιστημονική κοινότητα κατά τα τελευταία χρόνια. Για πληροφορίες ό αναγνώστης παραπέμπεται στο βιβλίο του συγγραφέα *Fracture Mechanics. An Introduction* [22].

Βιβλιογραφία

- [1] Williams, M. L. και Ellinger, G. A., Investigation of Structural Failures of Welded Ships, *Welding Journal*, 32 (498s-527s) 1953.
- [2] Boyd, G. M., Fracture Design Practices for Ship Structures, *Fracture. An Advanced Treatise, Vol. 5, Fracture Design of Structures*, έκδ. H. Liebowitz, Pergamon Press, 383-470, 1969.
- [3] Parker, E. R., *Brittle Behavior of Engineering Structures*, Wiley, New York, 1957.
- [4] Shank, M. E., Brittle Failure of Steel Structures. A Brief History, *Metal Progress*, 66 (83-88) 1954.
- [5] Bishop, T., Fatigue and the Comet Disasters, *Metal Progress*, 67 (79-85) 1955.
- [6] Yukawa, S, Timo, D. P. και Rudio, A., Fracture Design Practices for Rotating Equipment, *σπὸ Fracture. An Advanced Treatise, Vol. 5, Fracture Design of Structures*, έκδ. H. Liebowitz, Pergamon Press, 65-157, 1969.
- [7] Duffy, A. R., McClure, G. M., Eiber, R. J. και Maxey, W. A., Fracture Design Practices for Pressure Piping, *σπὸ Fracture. An Advanced Treatise, Vol. 5, Fracture Design of Structures*, έκδ. H. Liebowitz, Pergamon Press, 157-232, 1969.
- [8] Adachi, J., Fracture Design Practices for Ordnance Structures, in *Fracture. An Advanced Treatise, Vol. 5, Fracture Design of Structures*, έκδ. H. Liebowitz, Pergamon Press, 285-381, 1969.
- [9] Kuhn, P., Fracture Design Analysis for Aircraft Vehicles, *σπὸ Fracture. An Advanced Treatise, Vol. 5, Fracture Design of Structures*, έκδ. H. Liebowitz, Pergamon Press, 471-500, 1969.
- [10] Timoshenko, S. P., *History of the Strength of Materials*, McGraw Hill, New York, 1953.
- [11] Irwin, G. R. και Wells, A. A., A Continuum Mechanics View of Crack Propagation, *Metallurgical Reviews*, 10 (223-270) 1965.
- [12] Todhunter, I. και Pearson, K., *History of the Theory of Elasticity and of the Strength of Materials*, Cambridge University Press, 1986.
- [13] Stanton, T. E. και Batson, R. G. C., *Proceedings of the Institute of Civil Engineers*, 211 (67-100) 1921.
- [14] Doherty, J. G., Bending Tests on Geometrically Similar Notched Bar Specimens, *Engineering*, 133 (645-647) 1932.
- [15] Doherty, J. G., Slow Bending Tests on Large Notched Bars, *Engineering*, 139 (211-213) 1935.

- [16] Irwin, G. R., Structural Aspects of Brittle Fracture, *Applied Materials Research*, 3 (65-81) 1964.
- [17] Griffith, A. A., The Phenomena of Rupture and Flow in Solids, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, A221 (163-198) 1921.
- [18] Griffith, A. A., The Theory of Rupture, *Proceedings of the First International Congress of Applied Mechanics*, Delft, 55-63, 1924.
- [19] Kommers, J. B., *International Association for Testing Materials*, 4A, 4B, 1912.
- [20] Inglis, C. E., Stresses in a Plate due to the Presence of Cracks and Sharp Corners, *Transactions of the Institute of Naval Architects*, 55 (219-241) 1913.
- [21] Karmarsch, I., *Mitteilungen des gew. Ver für Hannover*, 138-155, 1858.
- [22] Gdoutos, E. E., *Fracture Mechanics. An Introduction*, 2η έκδ., Springer, σ. i-xvi και 1-370, 2005.
- [23] Sih, G. C., Some Basic Problems of Fracture Mechanics and New Concepts, *Engineering Fracture Mechanics*, 5 (365-377) 1973.
- [24] Gdoutos, E. E., *Problems of Mixed-Mode Crack Propagation*, Martinus Nijhoff Publishers, σ. i-xiv και 1-204, 1984.
- [25] Composite Repair of Metallic Structure for Ageing Commercial Aircraft, (COMPRES), *Technical Report, BRITE Euram III*, October 2002.

Βιβλία του συγγραφέα

1. Gdoutos, E. E., *Problems of Mixed-Mode Crack Propagation*, Martinus Nijhoff Publishers, σ. i-xiv και 1-204, 1984.
2. Gdoutos, E. E., *Fracture Mechanics Criteria and Applications*, σ. i-xii και 1-314, Kluwer Academic Publishers, 1990.
3. Gdoutos, E. E. και Sih, G. C. (έκδ.), *Mechanics and Physics of Energy Density*, σ. I-VIII και 1-209, Kluwer Academic Publishers, 1992.
4. Gdoutos, E. E., *Fracture Mechanics. An Introduction*, σ. i-xiii και 1-307, Kluwer Academic Publishers, 1993.
5. Gdoutos, E. E., *Solutions Manual. Fracture Mechanics. An Introduction*, σ. i-viii και 1-196, Kyriakidis Bros Publishers, 1996.
6. Gdoutos, E. E., Pilakoutas, K. και Rodopoulos, C. A. (έκδ.), *Failure Analysis of Industrial Composite Materials*, σ. i-xviii και 1-555, McGraw-Hill, 2000.

7. Gdoutos, E. E., Rodopoulos, C. A. και Yates, J. R. (ἔκδ.), *Problems of Fracture Mechanics and Fatigue. A Solution Guide*, σ. i-xxvi και 1-618, Kluwer Academic Publishers, 2003.
8. Gdoutos, E. E., *Fracture Mechanics. An Introduction*, 2η ἔκδ., σ. i-xv και 1-369, Springer, 2005.
9. Gdoutos, E. E. (ἔκδ.), *Fracture of Nano and Engineering Materials and Structures, Proceedings of the 16th European Conference of Fracture (ECF16)*, σ. i-1 και 1-1418, Springer, 2006.

Summary

The basic principles of fracture mechanics are presented. In the beginning, a few characteristic structural failures that occurred at stress levels considerably lower than the ultimate strength of the material, and which cannot be explained by the conventional fracture criteria are presented. The need to explain these failures in conjunction with the experiments of Griffith concerning the fracture of glass fibers led to the development of a new theory of structural design, the fracture mechanics. This theory is based on the realistic assumption that all materials contain crack-like defects which constitute the nuclei of failure initiation. Fracture mechanics does not abolish the conventional failure criteria but complements them. The basic equations of the stress field in the neighborhood of the crack tip are presented, and crack growth based on the conservation of energy and other criteria is analyzed. Non-destructive crack growth detection methods are briefly described. The contribution of the author to the solution of fracture mechanics problems by theoretical, analytical and experimental methods is epigrammatically presented. An application of fracture mechanics to the design of a cylindrical shell subjected to internal pressure and the repair of metallic aircraft parts with patches made of composite materials is given. Finally, the recent advances and future prospects of fracture mechanics are presented.

Εὐχαριστοῦμε τὸν κ. Γδοῦτο γιὰ τὴν πολὺ ἐνδιαφέρουσα καὶ ἐμπεριστατωμένη ὁμιλία του. Γιὰ μιὰ ἀκόμη φορὰ θέλουμε νὰ τὸν συγχαροῦμε γιὰ τὴν ἐκλογή του ὡς ἀντεπιστέλλοντος μέλους τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν.

Λύεται ἡ συνεδρία.

ΠΑΝΗΓΥΡΙΚΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 21ΗΣ ΜΑΡΤΙΟΥ 2008

Ε Κ Θ Ε Σ Η

ΑΠΟΝΟΜΗΣ ΤΟΥ ΑΡΙΣΤΕΙΟΥ ΤΩΝ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΚΑΙ ΠΡΟΚΗΡΥΞΗ ΤΟΥ ΑΡΙΣΤΕΙΟΥ ΤΩΝ ΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΝΑΠΛΗΡΟΥΝΤΑ ΤΟΝ ΓΕΝΙΚΟ ΓΡΑΜΜΑΤΕΑ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ
ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ κ. ΑΠΟΣΤΟΛΟ Σ. ΓΕΩΡΓΙΑΔΗ

Κατά τή σημερινή Πανηγυρική Συνεδρία, σύμφωνα με τή σχετική προκήρυξη τής 22ας Μαρτίου 2007, τὸ Ἄριστεῖο τῶν Θετικῶν Ἐπιστημῶν τῆς Ἀκαδημίας, ἀπονέμεται, κατόπιν προτάσεως τῆς Τάξεως τῶν Θετικῶν Ἐπιστημῶν καὶ ἀποφάσεως τῆς Ὀλομελείας, σὲ ἓνα σπουδαῖο ἐπιστήμονα, γιὰ τὸ ἔργο του ποὺ συνετελέσθη στὸν ἐλληνικὸ χῶρο.

Ὁ τιμώμενος γιὰ πέντε δεκαετίες ἐργάστηκε σὲ Πανεπιστήμια καὶ Ἐρευνητικὰ Κέντρα τῆς Ἑλλάδος. Σημαντικὴ ὑπῆρξε ἡ προσφορά του στὸ Ἐθνικὸ Κέντρο Ἐρευνας Φυσικῶν Ἐπιστημῶν Δημόκριτος καὶ στὸ Πανεπιστήμιο Πατρῶν, στὰ ὁποῖα συγκρότησε σύγχρονη ὑποδομὴ στὸν τομέα τῆς Φυσικοχημείας. Στὸ Ἐθνικὸ Κέντρο Δημόκριτος ὀργάνωσε καὶ διηύθυνε ἀπ' ἀρχῆς τὸ Ἐργαστήριον χημείας θερμῶν ἀτόμων καὶ τὸ Ἐργαστήριον κατάλυσης, ἐνῶ στὸ Πανεπιστήμιο Πατρῶν ὀργάνωσε τὸ Ἐργαστήριον Φυσικοχημείας, τὸ ὁποῖο κατέστησε διεθνῶς γνωστὸ μετὰ τὸ παγκοσμίου ἐμβελείας ἐρευνητικὸ του ἔργο.

Δίδαξε Φυσικοχημεία σὲ πολλὰς γενεὰς Χημικῶν, Φυσικῶν, Βιολόγων, Γεωλόγων, Φαρμακοποιῶν καὶ Χημικῶν Μηχανικῶν. Συνέγραψε 12 διδακτικὰ βιβλία καὶ δημοσίευσε 180 ἐρευνητικὰς ἐργασίας.

Τὸ ἐρευνητικὸ τοῦ ἔργου, σημαντικὸ καὶ πολυδιάστατο, μὲ μεγάλη διεθνή ἀπήχηση, περιλαμβάνει τὴν ἐπινόηση καὶ τελειοποίηση νέων πειραματικῶν μεθόδων. Εἰδικότερα, προώθησε τὴν ἐπιστήμη τῆς χρωματογραφίας στὴν ὁποία ἡ προσφορά του εἶναι οὐσιώδης, κυρίως σὲ ὅ,τι ἀφορᾷ στὴ βελτίωση τῆς ἀερίου χρωματογραφίας. Ἐπινόησε τὴν «τεχνικὴ διακοπτόμενης ροῆς» καὶ τὴν «ἀεριοχρωματογραφία ἀναστρεφόμενης ροῆς», μὲ κύρια πλεονεκτήματα τὴν ἀκρίβεια καὶ τὴν ἐπαναληπτικότητα τῶν ἀποτελεσμάτων, ἀλλὰ καὶ τὴ φθηνὴ ὀργανολογία καὶ ἀπλότητα τῆς πειραματικῆς διάταξης. Χρησιμοποίησε τὶς πειραματικὲς μεθόδους πού ἐπινόησε στὴ μελέτη φυσικοχημικῶν φαινομένων καὶ ἰδιαίτερα στὴν κινητικὴ χημικῶν ἀντιδράσεων, τὴ χημεία θερμῶν ἀτόμων καὶ στὶς φυσικοχημικὲς μετρήσεις σὲ ὑγρὴ καὶ κυρίως ἀέρια χρωματογραφία.

Ἡ ἔρευνα αὐτή, ἐκτὸς ἀπὸ τὴ βασικὴ τῆς σπουδαιότητα, ἔχει ἰδιαίτερη ἀξία σὲ πολλὰς ἐφαρμογές. Μία ἀπὸ τὶς πρόσφατες ἐφαρμογές τῆς μεθόδου τῆς «ἀεριοχρωματογραφίας ἀναστρεφόμενης ροῆς» εἶναι ὁ σύγχρονος πειραματικὸς προσδιορισμὸς παραμέτρων, οἱ ὁποῖες ἀφοροῦν στὴ φθορὰ καὶ τὴν προστασία ἔργων τέχνης καὶ πολιτιστικῆς κληρονομιάς ἀπὸ τοὺς ἀέριους ρύπους, ὅπως τὸ διοξείδιο τοῦ θείου καὶ τὰ ὀξειδία τοῦ ἀζώτου.

Γιὰ τὸ πολὺ σημαντικὸ διδακτικὸ, συγγραφικὸ καὶ ἐρευνητικὸ τοῦ ἔργου στὸν κλάδο τῆς Φυσικοχημείας, ἡ Ἀκαδημία Ἀθηνῶν ἀπονέμει στὸν κ. **Νικόλαο Κατσάνο** τὴν ἀνωτάτη διάκριση τοῦ Ἰδρύματός μας, τὸ **Ἀριστεῖο τῶν Θετικῶν Ἐπιστημῶν**.

Προκηρύσσεται τὸ **Ἀριστεῖο τῶν Γραμμάτων**, ἀπονεμόμενο σὲ Ἕλληνα λογοτέχνη, ὁ ὁποῖος, παράλληλα πρὸς τὸ σύνολο τοῦ προγενέστερου σπουδαίου ἔργου του, συνέβαλε μεγάλως, καὶ μὲ ἔργο πού συνετελέσθη κατὰ τὴν τελευταία τετραετία, στὴν πρόοδο τῆς ἐλληνικῆς πεζογραφίας. Προθεσμία ὑποβολῆς αἰτήσεων ἢ προτάσεων μέχρι τέλους Δεκεμβρίου 2008. Τὸ Ἀριστεῖο θὰ ἀπονεμηθεῖ κατὰ τὴν Πανηγυρικὴ Συνεδρία τῆς 25ης Μαρτίου 2009.

Τὰ ἄλλα βραβεῖα θὰ ἀνακοινωθοῦν στὸν Τύπο καὶ θὰ προβληθοῦν στὴν ἴστοσελίδα τῆς Ἀκαδημίας.

ΔΗΜΟΣΙΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 15ΗΣ ΑΠΡΙΛΙΟΥ 2008

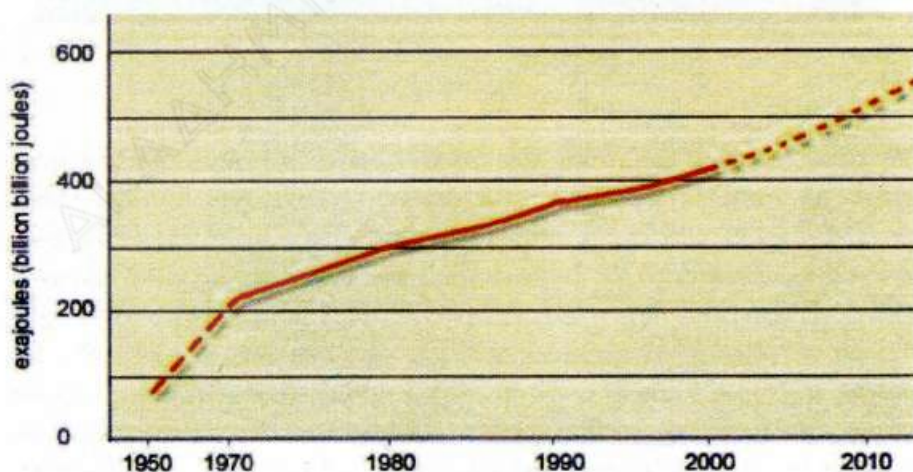
ΒΙΩΣΙΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

ΟΜΙΛΙΑ ΤΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ κ. ΛΟΥΚΑ Γ. ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΥ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ἡ ἐνέργεια διαδραματίζει πρωταρχικό ρόλο στὴν κοινωνικὴ καὶ πολιτιστικὴ ἐξέλιξη τοῦ ἀνθρώπου καὶ ὁ ἀνθρώπος ἀξιοποίησε κάθε πηγὴ ἐνέργειας ποὺ ἀνακάλυψε.

Ἡ σημερινὴ κοινωνία ἔχει ἀνάγκη ἀπὸ τεράστια ποσὰ ἐνέργειας, τὰ ὁποῖα συνεχῶς αὐξάνονται. Ἡ Εἰκόνα 1 δείχνει τὴν αὐξηση τῆς παγκόσμιας κατανάλωσης ἐνέργειας ἀπὸ τὸ 1950 [1].



Εἰκόνα 1: Παγκόσμια κατανάλωση ἐνέργειας ἀπὸ τὸ 1950 [1].

Σήμερα ή παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας υπερβαίνει τα 400 δισεκατομμύρια δισεκατομμυρίων Joules (400 EJ), ποσό ισοδύναμο με περίπου 10 δισεκατομμύρια τόνους πετρελαίου έτησίως. Αν το ποσό αυτό της παγκόσμιας έτησιας κατανάλωσης ενέργειας εκφραστεί ως ύψος στήλης από βαρέλια πετρελαίου, όπως στην Εικόνα 2, το ύψος της στήλης αυτής είναι περίπου 200 φορές μεγαλύτερο από την απόσταση μεταξύ της γης και της σελήνης.

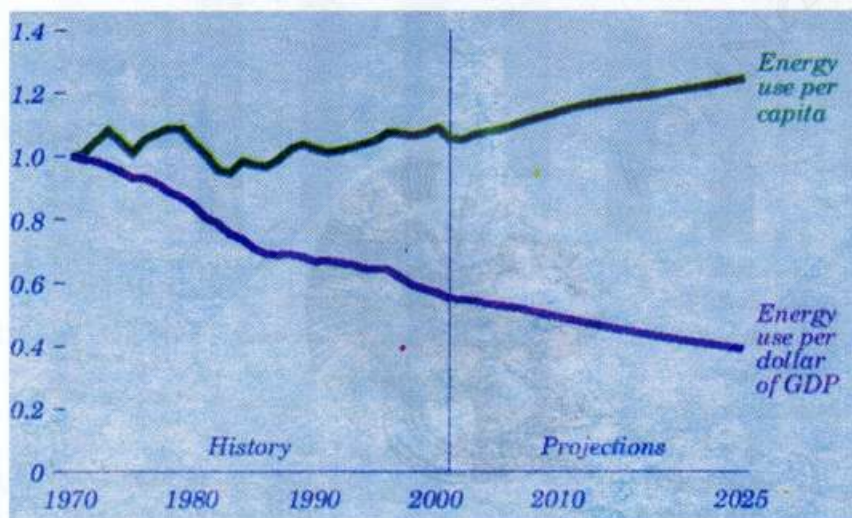


Εικόνα 2: Έτησια συνολική κατανάλωση ενέργειας (2004) ως ύψος στήλης από βαρέλια πετρελαίου.

Παρατηρείται ακόμα, ότι αν και η ποσότητα της ενέργειας, ή οποία απαιτείται για την παραγωγή μίας μονάδας ΑΕΠ (Ακαθάριστου Έθνικου Προϊόντος), έχει ελαττωθεί (ή χρήση της ενέργειας έγινε περισσότερο αποδοτική), ή κατά άτομο κατανάλωση ενέργειας έχει αυξηθεί, όπως δείχνει ή Εικόνα 3 για τις ΗΠΑ [2]. Αυτή ή αύξηση, σε συνδυασμό με την αύξηση του πληθυσμού της γης, εξηγεί τα τεράστια έτησια ποσά ενέργειας που απαιτεί ό σημερινός άνθρωπος. Εάν σ' αυτά τα ποσά ενέργειας προστεθεί και ή ενέργεια για την άνοδο του βιοτικού επιπέδου των κατοίκων των φτωχών περιοχών της γης (κάπου 2 δισεκατομμύρια ανθρώπων) και εκείνων της προβλεπόμενης αύξησης του πληθυσμού της γης (από 6 δισεκατομμύρια σήμερα σε 9 δι-

σεκατομμύρια στα επόμενα 50 χρόνια [3]), κατανοεί ένας τις τεράστιες διαστάσεις του ενεργειακού προβλήματος και τα ποσά ενέργειας που θα χρειασθῆ ὁ ἄνθρωπος στις επόμενες δεκαετίες.

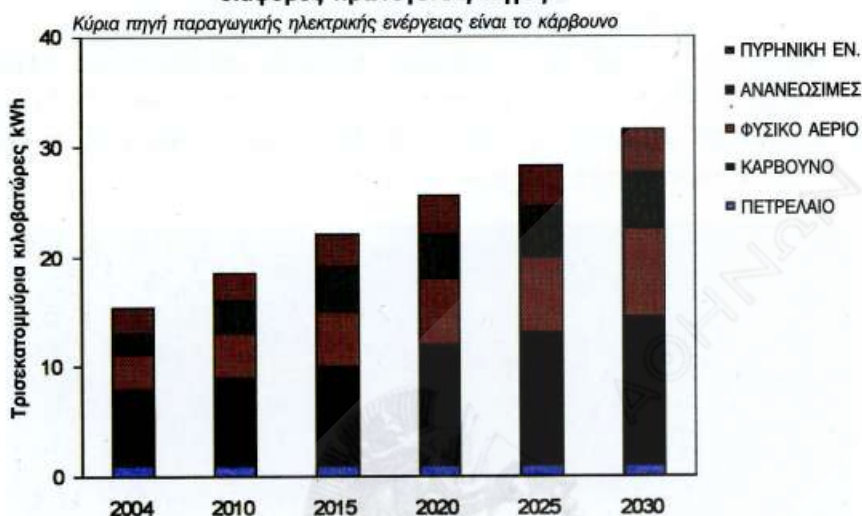
Ἐπιβάλλεται, ἐπομένως, ὁ σημερινὸς ἄνθρωπος νὰ ἀξιολογήσει σοβαρὰ ὅλες τις πηγές ἐνέργειας πὺ βρῖσκονται στὴ διάθεσή του, γιατί, δυστυχῶς, δὲν ὑπάρχει μία ἀνεξάντλητη, καθαρὴ, ἐλεύθερη ἀπὸ ἐπιβλαβεῖς ἐπιπτώσεις καὶ γενικὰ ἀποδεκτὴ πηγὴ ἐνέργειας στὴ διάθεσή μας.



Εικόνα 3: Κατανάλωση ἐνέργειας ἀνὰ ἄτομο καὶ ἀνὰ δολάριο ΛΕΠ στὶς ΗΠΑ, 1970-2025 (1970=1) [2].

Ἡ σημερινὴ κοινωνία ἔχει ἰδιαίτερη καὶ συνεχῶς αὐξανόμενη ἀνάγκη ἀπὸ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια. Ἡ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια, ὅπως τόνισα καὶ σὲ προηγούμενη ὁμιλία μου [4], εἶναι εὐκόλη στὴ χρῆση, στὴ μετατροπὴ, στὴ ρύθμιση καὶ στὴν προσαρμογὴ τῆς στὶς ἀνάγκες χρῆσης τῆς, καὶ σ' ὅλες τις χρήσεις τῆς δὲ ρυπαίνει τὸ περιβάλλον οὔτε καὶ παράγει ἀέρια θερμοκηπίου. Εἶναι ἡ μορφή τῆς ἐνέργειας πὺ στηρίζει τὴ σύγχρονη τεχνολογικὴ κοινωνία καὶ τὴν ὁποία κατὰ κανόνα στεροῦνται οἱ φτωχὲς περιοχὲς τῆς γῆς. Ἡ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια παράγεται ἀπὸ πρωτογενεῖς πηγές ἐνέργειας, κυρίως ἀπὸ τὴν καύση τοῦ κάρβουνου (Εἰκόνα 4). Καὶ αὐτὴ ἡ ἐξάρτηση ἀπὸ τὸ κάρβουνο προβλέπεται νὰ συνεχισθῆ στὶς επόμενες δεκαετίες.

Παγκόσμια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις διάφορες πρωτογενείς πηγές

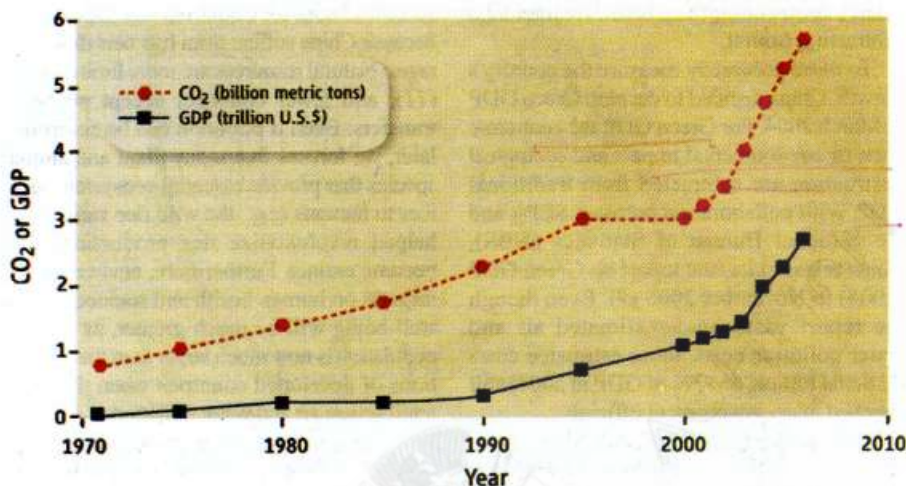


Εικόνα 4: Παγκόσμια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις διάφορες πρωτογενείς πηγές [5].

Ένέργεια και περιβάλλον

Η ενέργεια είναι στενά και πολλαπλά συνδεδεμένη με το περιβάλλον. Στα τελευταία 100 περίπου χρόνια, η παραγωγή της ενέργειας, η μετατροπή της από τη μία μορφή στην άλλη, η μεταφορά και η χρήση της επηρέασαν και επηρεάζουν το περιβάλλον όσο κανένας άλλος παράγων στην ιστορία του ανθρώπου. Γι' αυτόν κυρίως τον λόγο, στο μέλλον ό,τι αφορά στην ενέργεια θα επηρεασθεί κρίσιμα και περιοριστικά από τις περιβαλλοντικές και τις κλιματικές του επιπτώσεις.

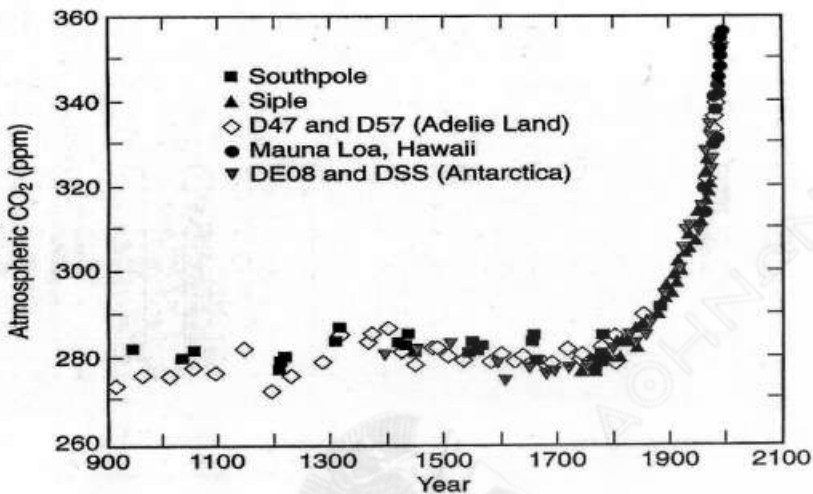
Αυτό διαφαίνεται και από τα τελευταία δεδομένα (Εικόνα 5) που αναφέρονται στην Κίνα [6]. Λόγω της αυξημένης χρήσης της ενέργειας, η τιμή του ΑΕΠ (GDP) της Κίνας ανεβαίνει σχεδόν 10% ετησίως στα τελευταία 30 χρόνια. Λόγω όμως αυτής της προόδου, έχουν αυξηθεί ανησυχητικά και οι εκπομπές του CO₂. Οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου στην Κίνα το 2007 έχουν ίσως ξεπεράσει εκείνες των ΗΠΑ, κάπου 20% των παγκόσμιων εκπομπών. Η ρύπανση του περιβάλλοντος έχει ως συνέπεια την περιβαλλοντική υποβάθμιση της Κίνας [6]. Τα δύο τρίτα των 656 πόλεων της Κίνας (κάπου 390 εκατομμύρια άνθρωποι), επισημαίνει άρθρο στο περιοδικό



Εικόνα 5: Το ΑΕΠ (GDP) της Κίνας αυξάνεται σημαντικά στα τελευταία 30 χρόνια, παράλληλα όμως αυξάνονται και οι εκπομπές CO₂ [6].

Science τον Ιανουάριο του 2008 [6], υποφέρουν από έλλειψη καθαρού νερού και η ρύπανση της ατμόσφαιρας είναι τέτοια ώστε από τις περιβαλλοντικά χειρότερες 20 πόλεις του κόσμου οι 16 να βρίσκονται στην Κίνα. Ιδιαίτερα σοβαρές είναι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της καύσης μεγάλων ποσοτήτων κάρβουνου [7], ή υπεύθυνη αντιμετώπιση των οποίων θα μειώσει τον ρυθμό ανάπτυξης.

Άσφαλώς οι κλιματικές και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της παραγωγής και της χρήσης της ενέργειας άρχισαν πολύ πριν από τη σύγχρονη οικονομική και βιομηχανική ανάπτυξη της Κίνας, κυρίως στις χώρες της Ευρώπης και της Βόρειας Αμερικής, οι οποίες έχουν και την ιστορική ευθύνη για την αύξηση των αερίων θερμοκηπίου όπως δείχνουν, για παράδειγμα, οι επιστημονικές μετρήσεις ενός από τα κύρια αέρια θερμοκηπίου, του CO₂, στην Εικόνα 6 [8]. Μέχρι τις αρχές του 18ου αιώνα η συγκέντρωση του CO₂ στην ατμόσφαιρα ήταν σταθερή (γύρω στα 280 ppm, 280 μόρια CO₂ σε ένα εκατομμύριο μόρια αέρα) και προερχόταν κυρίως από φυσικές πηγές. Έκτοτε, η συγκέντρωση του CO₂ αυξήθηκε σημαντικά (έχει φθάσει τα 400 ppm σήμερα) και η αύξηση αυτή προέρχεται από ανθρωπογενείς πηγές. Το ίδιο ισχύει και για άλλα αέρια θερμοκηπίου (όπως το μεθάνιο και το υποξείδιο του άζωτου).



Εικόνα 6: Αύξηση του CO_2 στην ατμόσφαιρα στους τελευταίους δύο αιώνες (από τη σταθερή τιμή των 280 ppm έχει φθάσει τα 400 ppm σήμερα) [8].

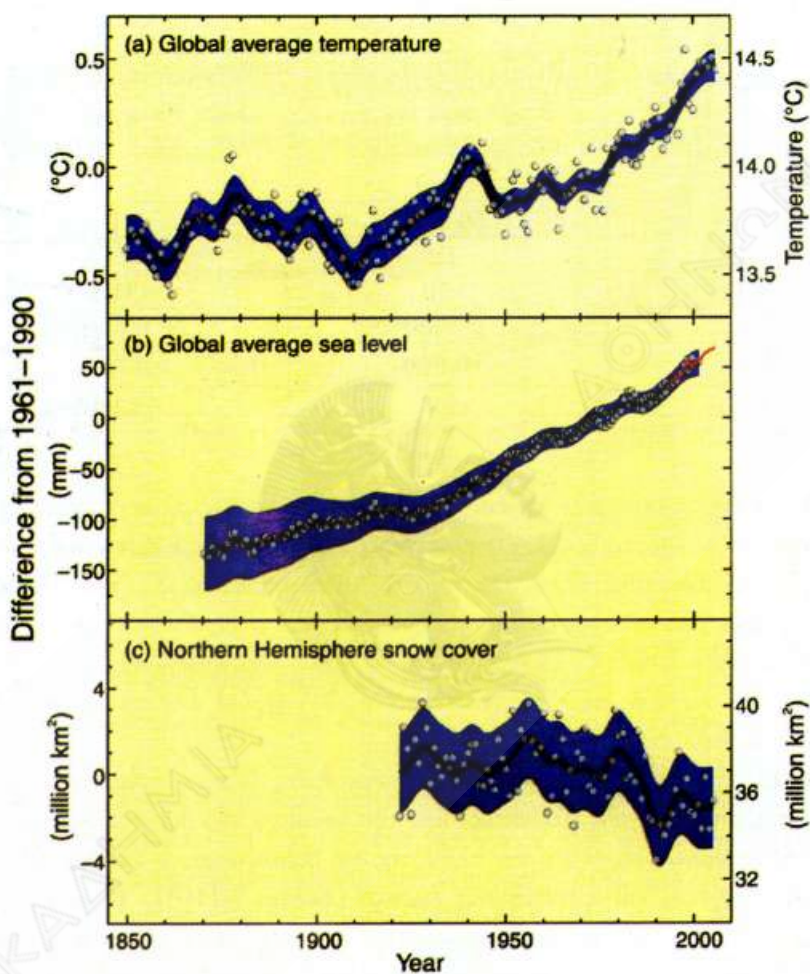
Ἐπιτρέψτε μου νὰ ὑπενθυμίσω ὅτι ἡ βλάβη ποὺ προκαλοῦν τὰ ἀέρια θερμοκηπίου δὲν ἐξαρτᾶται μόνον ἀπὸ τὴ συγκέντρωσή τους στὸ περιβάλλον. Ἡ ἀποτελεσματικότητά τους, τὸ λεγόμενο Global Warming Potential τους, ἐξαρτᾶται κρίσιμα ἀπὸ δύο ιδιότητες τῶν μορίων τους: (1) τὸν χρόνο ἡμιζωῆς τῶν μορίων στὸ περιβάλλον (τὸ χρόνο ποὺ παραμένουν τὰ μόρια στὸ περιβάλλον) καὶ (2) τὴν ικανότητα τῶν μορίων νὰ ἀπορροφῶν ὑπερυθρῆ ἀκτινοβολία (κυρίως στὴν περιοχὴ 7-13 μm) ἢ ὁποία θὰ διέφευγε στὸ διάστημα καὶ νὰ τὴν ἐπανεκπέμπουν ὥστε μέρος της νὰ ἐπιστρέφει στὴ γῆ. Ὁ Πίνακας 1 [9] δείχνει τὴ σχετικὴ ἰσχὺ (Relative Global Warming Potential) μερικῶν ἀερίων θερμοκηπίου. Τὸ εὖρος τῶν τιμῶν εἶναι μεγάλο. Βλέπουμε, γιὰ παράδειγμα, ὅτι ἓνα μόριο ὑποξειδίου τοῦ ἀζώτου (N_2O) κάνει τόση βλάβη ὅση 310 μόρια διοξειδίου τοῦ ἀνθρακός (CO_2) καὶ ἓνα μόριο ἐξαφθοριούχου θείου (SF_6) κάνει τόση βλάβη ὅση 24.000 μόρια διοξειδίου τοῦ ἀνθρακός.

Πίνακας 1: Χρόνος ήμιζωής στην ατμόσφαιρα (χρόνος υποδιπλασιασμού) και σχετική ισχύς (Relative Global Warming Potential) αερίων θερμοκηπίου [9].

Άεριο θερμοκηπίου	Χρόνος ήμιζωής στην ατμόσφαιρα (χρόνος υποδιπλασιασμού) (έτη)	Σχετική ισχύς (Relative Global Warming Potential) (περίοδος 100 ετών)
CO_2	50-200	1
CH_4	12	21
N_2O	120	310
CF_4	50.000	6.500
C_2F_6	10.000	9.200
SF_6	3.200	23.900

Δέν είναι σκοπός μου να αναφερθώ στις κλιματικές αλλαγές που έχουν επιστημονικά αποδειχθεί και που προβληματίζουν τον καθένα μας — σ' αυτές έχουν αναφερθεί άλλοι, ιδιαίτερα ο Άκαδημαϊκός κ. Χρήστος Ζερεφός. Πρέπει όμως εδώ να τονιστεί ότι οι κλιματικές και οι περιβαλλοντικές αλλαγές έχουν ως κύρια αιτία την παραγωγή και τη χρήση της ενέργειας και γι' αυτόν ακριβώς τον λόγο ως μου επιτραπεί να αναφέρω μερικά από τα σχετικά επιστημονικά δεδομένα.

Μετρήσεις της μέσης τιμής της παγκόσμιας θερμοκρασίας, της μέσης τιμής της στάθμης της θάλασσας, και της μείωσης των παγετώνων του βορείου ημισφαιρίου δείχνουν ότι ο πλανήτης γη θερμαίνεται, ή στάθμη της θάλασσας ανέρχεται και οι παγετώνες λιώνουν (Εικόνα 7 [10]). Η αύξηση της μέσης τιμής της παγκόσμιας θερμοκρασίας προκαλεί σειρά άλλων κλιματικών αλλαγών και ίσως ευθύνεται και για την παρατηρούμενη αύξηση στα τελευταία 50 χρόνια των ακραίων ατμοσφαιρικών φαινομένων, λ.χ. των πλημμυρών, όπως δείχνουν τα δεδομένα στην Εικόνα 8 [11]. Σ' όλες τις ηπείρους ο αριθμός των πλημμυρών ανά δεκαετία από το 1950 έχει αυξηθεί και μάλιστα σε μερικές περιοχές της γης πολύ σημαντικά. Ενδεικτικά είναι επίσης και τα μεγέθη αυτών των σύγχρονων ακραίων φαινομένων. Ο κυκλώνας Κατρίνα που έπληξε τη Νέα Ορλεάνη των ΗΠΑ τον Αύγουστο του 2005 ήταν μεγέθους 5, με ταχύτητες που έφθασαν τα 280 km/h [12].



Εικόνα 7: Μετρήσεις της μέσης τιμής της παγκόσμιας θερμοκρασίας, της μέσης τιμής της στάθμης της θάλασσας και της μείωσης των παγετώνων του βορείου ημισφαιρίου [10].



Εικόνα 8: Πλημμύρες ανά δεκαετία στις διάφορες ηπείρους από το 1950 [11].

Βιώσιμη ενέργεια

Για αυτούς και πολλούς άλλους λόγους, μιλούμε σήμερα όχι απλά για «ενέργεια», αλλά για «βιώσιμη ενέργεια» (sustainable energy). Ειδική επιτροπή για την ενέργεια του InterAcademy Council (του Συμβουλίου 90 και πλέον Ακαδημιών Έπιστημών των χωρών του κόσμου συμπεριλαμβανομένης και της Ακαδημίας Αθηνών) – ορίζει [13] ως βιώσιμη ενέργεια «συστήματα, τεχνολογίες και πηγές ενέργειας για οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη, που διατηρούν την ακεραιότητα του περιβάλλοντος, ανταποκρίνονται στις ενεργειακές ανάγκες των φτωχών περιοχών της γης και δημιουργούν συνθήκες αποφυγής γεωπολιτικών συρράξεων λόγω ενεργειακών αναγκών και ανασφάλειας».

Βιώσιμες πηγές ενέργειας, επομένως, μπορούν να χαρακτηριστούν εκείνες οι πηγές, οι οποίες προβλέπεται να επεκτείνονται σημαντικά στο μέλλον και να υποβαστάζουν τη ζωή σε βάθος χρόνου. Βιώσιμη ενέργεια σημαίνει ακόμη σοφή και ορθολογιστική χρήση της ενέργειας, καθαρές πηγές ενέργειας οι οποίες στηρίζονται στην καθαρή και αποδοτική τεχνολογία. Βιώσιμη ενέργεια σημαίνει επί πλέον την εκμετάλλευση των άφθονων πηγών

ἐνέργειας πού ἔχουμε σήμερα στή διάθεσή μας μέ τρόπους συμβατούς μέ τὸ περιβάλλον.

Ἐὰν ἀναφερθοῦμε λοιπὸν στὶς κύριες κατηγορίες πρωτογενῶν πηγῶν ἐνέργειας μέ γνώμονα τὶς ἐνεργειακὲς τους δυνατότητες καὶ τὶς ἀντίστοιχες περιβαλλοντικές/κλιματικές τους ἐπιπτώσεις καὶ ἄς διερωτηθοῦμε κατὰ πόσον αὐτὲς εἶναι βιώσιμες ἢ τί ἀπαιτεῖται γιὰ νὰ καταστοῦν βιώσιμες.

Πρωτογενεῖς πηγές ἐνέργειας

Οἱ κύριες πρωτογενεῖς πηγές ἐνέργειας στή διάθεση τοῦ ἀνθρώπου σήμερα ἐμπίπτουν σὲ τρεῖς κατηγορίες.

Ἵδρυκτὰ καύσιμα, κυρίως κάρβουνο, πετρέλαιο, καὶ φυσικὸ ἀέριο.

Ἄνανεώσιμες πηγές ἐνέργειας, κυρίως ὑδροηλεκτρική, ἡλιακή, αἰολική καὶ γεωθερμική ἐνέργεια, καθὼς καὶ ἐνέργεια ἀπὸ βιομάζα.

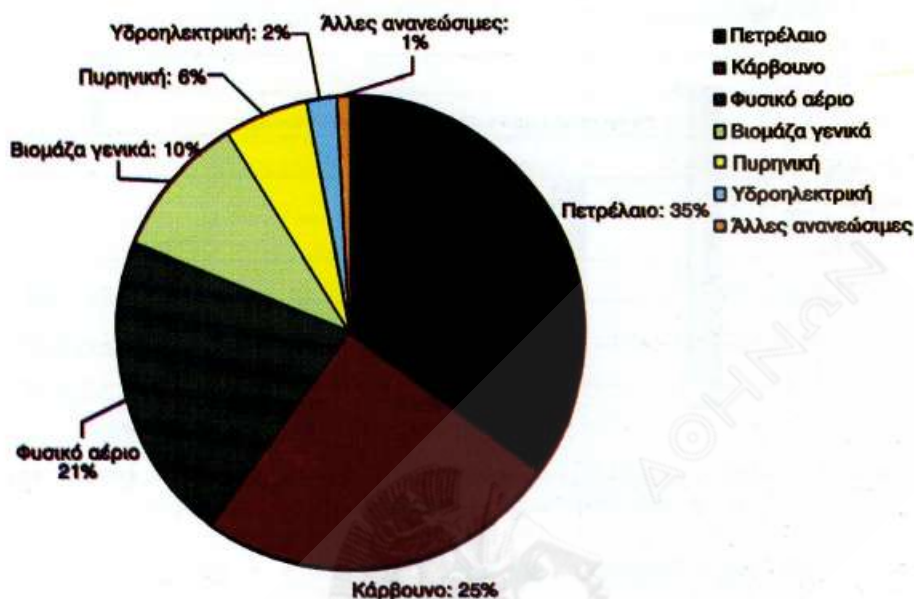
Πυρηνική ἐνέργεια, ἀπὸ τὴν πυρηνική σχάση καί, στὸ μέλλον, ἀπὸ τὴν πυρηνική σύντηξη.

Κάθε μία ἀπὸ αὐτὲς τὶς πρωτογενεῖς πηγές ἐνέργειας ἔχει τὰ πλεονεκτήματα καὶ τὰ μειονεκτήματά της.

Ἐπιβάλλεται, ἐπομένως, σοβαρὴ καὶ ρεαλιστικὴ ἀξιολόγηση τῶν ἐνεργειακῶν δυνατοτήτων ὅλων τῶν πρωτογενῶν πηγῶν ἐνέργειας καὶ τῶν ἀντίστοιχων περιβαλλοντικῶν/κλιματικῶν ἐπιπτώσεών τους.

Ἐνεργειακὲς δυνατότητες καὶ ἀντίστοιχες περιβαλλοντικές/κλιματικές ἐπιπτώσεις τῶν πρωτογενῶν πηγῶν ἐνέργειας

Ἐὰν δοῦμε λοιπὸν τὶς ἐνεργειακὲς δυνατότητες αὐτῶν τῶν πηγῶν καὶ τὶς ἀντίστοιχες περιβαλλοντικές καὶ κλιματικές ἐπιπτώσεις τους, ἔχοντας ὑπόψη τὴ σημερινὴ πραγματικότητα. Τὰ δεδομένα στὴν Εἰκόνα 9 [14] δείχνουν τὰ τεράστια συνολικὰ ποσὰ ἐνέργειας πού δαπανᾷ ὁ σημερινὸς ἄνθρωπος καὶ ἀναφέρονται στὸ ἔτος 2004. Ἴσως τὸ πλέον κρίσιμο δεδομένο στὴν εἰκόνα αὐτὴ εἶναι ὅτι τὸ 81% τῶν ἐνεργειακῶν ἀναγκῶν τοῦ ἀνθρώπου σήμερα προέρχεται ἀπὸ τὰ ὀρυκτὰ καύσιμα (35% πετρέλαιο, 25% κάρβουνο, 21% φυσικὸ ἀέριο). Ἡ καύση αὐτῶν τῶν ὀρυκτῶν καυσίμων εἶναι ἡ πλέον καταστρεπτικὴ γιὰ τὸ περιβάλλον, πολὺ πιο ἐπιβλαβὴς ἀπὸ ὅλα τὰ ἄλλα εἶδη πρωτογενεῶς ἐνέργειας.

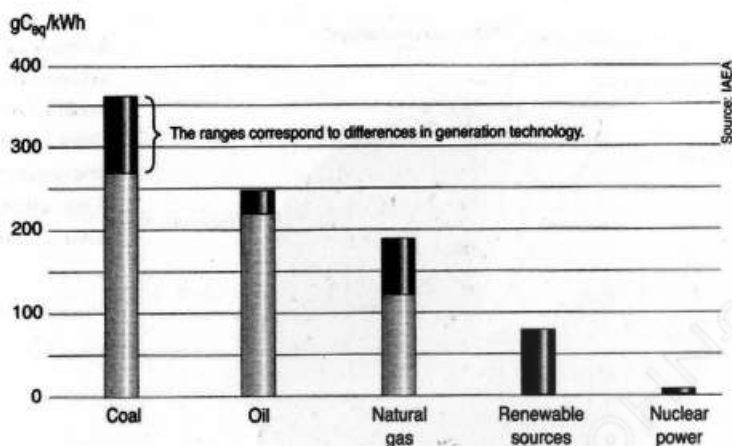


Σημείωση: Η ολική πρωτογενής ενεργειακή κατανάλωση το 2004 ισοδυναμεί με 11,204 μεγατόνους πετρελαίου (ή 448 εκατομμύρια τόνους).

Εικόνα 9: Παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας από πρωτογενείς πηγές ανά καύσιμο, 2004 [14].

Οι περιβαλλοντικές και κλιματικές επιπτώσεις των πρωτογενών πηγών ενέργειας διαφέρουν ανάλογα με το είδος τους. Αυτό διαφαίνεται και από τα δεδομένα στην Εικόνα 10 όπου συγκρίνεται η συνολική ποσότητα αερίων θερμοκηπίου από τις διάφορες πρωτογενείς πηγές ενέργειας (σε μονάδες γραμμαρίου ισοδύναμου άνθρακος ανά κιλοβατώρα, $\text{gC}_{\text{eq}}/\text{kWh}$) που εκπέμπονται στο περιβάλλον από τη χρήση τους για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας [15].

Η καύση των ορυκτών καυσίμων, κυρίως του κάρβουνου, ρυπαίνει την ατμόσφαιρα με μεγάλες ποσότητες ενώσεων άνθρακος, σε μεγάλο βαθμό υπό μορφή διοξειδίου του άνθρακος (CO_2), αλλά και υπό μορφή ενώσεων θείου και άζωτου με σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις και κλιματικές αλλαγές. Η καύση του κάρβουνου, ιδιαίτερα, ρυπαίνει την ατμόσφαιρα και με σωματίδια και αερολύματα, βαρέα μέταλλα (όπως τον υδράργυρο και το κάδμιο), ραδιενεργά στοιχεία (όπως το ράδιο και το ραδόνιο), με θερμότητα, και τεράστιες ποσότητες σκόνης και υπολειμμάτων εξόρυξης, μεταφοράς και καύσης. Οι επιπτώσεις των παραγόντων αυτών στην υγεία



Εικόνα 10: Συνολική έκπομπη αερίων θερμοκηπίου στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από διάφορες πρωτογενείς πηγές [15].

και τὸ περιβάλλον θεωροῦνται σοβαρές. Παρὰ ταῦτα, ἡ χρήση τοῦ κάρβου-
νου ἀναμένεται νὰ συνεχιστεῖ καὶ νὰ αὐξηθεῖ σημαντικὰ στὶς ἐπόμενες δε-
καετίες λόγω κυρίως τῆς ραγδαίας παγκόσμιας ζήτησης ηλεκτρικῆς ἐνέρ-
γειας καὶ λόγω τῶν μεγάλων ἀποθεμάτων ἀνθρακος σὲ σχέση μὲ τὰ ἄλλα
καύσιμα.

Ὄρυκτὰ καύσιμα

Ἐὰν ἀναφερθοῦμε λοιπὸν στὸν Πίνακα 2, στὸν ὁποῖο καταγράφονται [16]
σημαντικὰ δεδομένα σχετικά μὲ τὰ ὄρυκτὰ καύσιμα: τὴν κατανάλωσή τους
στὰ τελευταῖα 150 χρόνια (μεταξὺ 1860-2006), τὰ γνωστὰ ἀποθέματά
τους (στὸ τέλος τοῦ 2006), καὶ τὸν ἀντίστοιχο χρόνο ζωῆς τῶν γνωστῶν
ἀποθεμάτων τους μὲ σημερινὸ ρυθμὸ κατανάλωσης —ὑπενθυμίζουμε ὅτι τὸ
πετρέλαιο χρησιμοποιεῖται κυρίως στὰ μεταφορικὰ μέσα, τὸ κάρβουνο κυρίως
στὴν παραγωγή ηλεκτρικῆς ἐνέργειας, ἐνῶ τὸ φυσικὸ αέριο βρίσκει ποικίλες
χρήσεις στὸν οἰκιακὸ καὶ βιομηχανικὸ τομέα. Σύμφωνα μὲ αὐτὲς τὶς ἐκτιμή-
σεις, ἐξαντλήσαμε τὸ 92% τῶν γνωστῶν ἀποθεμάτων πετρελαίου καὶ τὸ
45% τῶν γνωστῶν ἀποθεμάτων τοῦ φυσικοῦ αερίου. Ὑπάρχει ὅμως ἀρκετὸ
κάρβουνο. Πρέπει, ἐν προκειμένῳ, νὰ τονιστεῖ ὅτι ὁ χρόνος ζωῆς τοῦ πετρε-
λαίου, τοῦ φυσικοῦ αερίου καὶ τοῦ κάρβουνο παρατείνεται σημαντικὰ, ἀντι-
στοίχως σὲ 198, 461 καὶ 1.538 ἔτη [16], ἐὰν συμπεριληφθοῦν ἀποθέματα
δύσκολης καὶ ὑψηλότερου κόστους παραγωγῆς.

Πίνακας 2: Κατανάλωση, αποθέματα, και διάρκεια αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων [16].

ΠΗΓΗ: ΕΛΣΤΑΤ

Όρυκτο καύσιμο	Κατανάλωση (ΕJ) (1860-2006)	Γνωστά αποθέματα (ΕJ) (τέλος 2006)	Χρόνος ζωής γνωστών αποθεμάτων με σημερινό ρυθμό κατανάλωσης (έτη)
Πετρέλαιο ^α	6.380	6.888	41 (92%) ^α
Φυσικό αέριο ^β	3.163	7.104	63 (43%) ^α
Κάρβουνο ^δ	6.867	19.404	147 (35%) ^α

α Ο χρόνος ζωής του πετρελαίου, του φυσικού αερίου και του κάρβουνο παρατείνεται, αντίστοιχως σε 198, 461 και 1.538 έτη εάν συμπεριληφθούν αποθέματα δύσκολης και ύψηλότερου κόστους εξαγωγής.

β κυρίως για μεταφορικά μέσα

γ ποικίλες χρήσεις

δ κυρίως για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Έστω και αν η καύση των ορυκτών καυσίμων περιοριστεί στα σημερινά γνωστά αποθέματα, το αποτέλεσμα της καύσης αυτών των καυσίμων — χωρίς την κατακράτηση και την αποθήκευση του CO₂— θα διπλασιάσει την ποσότητα του CO₂ στην ατμόσφαιρα. Έπομένως, η σημαντική αύξηση της χρήσης του κάρβουνο στο μέλλον προσκρούει στην προσπάθεια σταθεροποίησης των συγκεντρώσεων του CO₂ στην ατμόσφαιρα και εγγυμονεί κινδύνους απαράδεκτων κλιματικών αλλαγών.

Προφανώς απαιτούνται νέες τεχνολογίες που θα επιτρέψουν τη χρήση των ορυκτών καυσίμων με τρόπο συμβατό με την ελάττωση των κινδύνων περιβαλλοντικών και κλιματικών αλλαγών:

- Καλύτερη καύση, αποτελεσματική σύλληψη και αποθήκευση CO₂.
- Έξοικονόμηση ενέργειας και καλύτερη ενεργειακή αποδοτικότητα.
- Πηγές ενέργειας φιλικές προς το περιβάλλον.

Σε ό,τι αφορά στη σύλληψη και αποθήκευση του CO₂, εκτός από τους παραδοσιακούς άμεσους τρόπους σύλληψης (λ.χ., με χημικές μεθόδους μετά την καύση), καταβάλλονται προσπάθειες εξερεύνησης δυνατής αποθήκευσης μεγάλων ποσοτήτων —ύψους τρισεκατομμυρίων τόνων— CO₂ σε διάφορους γεωλογικούς σχηματισμούς (λ.χ., σε αλατούχα στρώματα) και σε περιοχές

έξαντλημένων αποθεμάτων πετρελαίου και φυσικού αερίου. Η κατακράτηση του CO₂ με τον τρόπο αυτό θεωρείται μόνιμη [17].

Άς στρέψουμε όμως την προσοχή μας και στην επικρατούσα κατάσταση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, οι οποίες θεωρούνται φιλικές προς το περιβάλλον.

Άνανεώσιμες πηγές ενέργειας

Ο Πίνακας 3 συνοψίζει την παρούσα κατάσταση σε ό,τι αφορά στις σύγχρονες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας [18].

Πίνακας 3: Σύγχρονη ανανεώσιμη ενέργεια: παραγωγή (EJ) και ρυθμός ανάπτυξης (% ανά έτος, στοιχεία της μελέτης του InterAcademy Council, 2007 [18])

Πηγή/Τεχνολογία	Παραγωγή (2005)	Ρυθμός ανάπτυξης (2001-2005)
• Σύγχρονη βιομάζα ^α	9,18	2,5
• Γεωθερμική ενέργεια	1,18	18,4
• Μικρά υδροηλεκτρικά	2,08	27,5
• Αιολική ενέργεια	1,86	26,6
• Ήλιακή ενέργεια	2,96	41,8
• "Θαλάσσια" ενέργεια ^β	0,01	0,5
• Συνολική σύγχρονη ανανεώσιμη ενέργεια (ΣΣΑΕ)	17,3	11,5
• Συνολική πρωτογενής ενέργεια (ΣΠΕ)	477,1	1,6
• ΣΣΑΕ / ΣΠΕ (%)	3,6 ^γ	

α Η σημασία των βιοκαυσίμων είναι μεγάλη λόγω της δυνατής χρήσης τους στα μέσα μεταφοράς, τα οποία εθίζονται για το 20% της συνολικής παγκόσμιας μόλυνσης με CO₂ [19].

β Π.χ., παλιροαιρικά ρεύματα, θαλάσσια κύματα και ωκεάνιες θερμικές ενεργειακές μετατροπές.

γ Εάν προστεθεί και η ενέργεια από «παραδοσιακή» βιομάζα και τα μεγάλα υδροηλεκτρικά, τότε η τιμή αυτή γίνεται 13,6.

Είναι προφανές από τα δεδομένα στον πίνακα ότι, αν και ο ρυθμός ανάπτυξης της συνολικής σύγχρονης ανανεώσιμης ενέργειας είναι σημαντικός (11,5%), προς το παρόν οι ανανεώσιμες σύγχρονες πηγές ενέργειας συνιστούν μικρό ποσοστό (3,6% το έτος 2005) της συνολικής πρωτογενούς ενέργειας που χρειάζεται η κοινωνία. Αν προστεθεί και η ενέργεια από «παραδοσιακή βιομάζα» και τα μεγάλα υδροηλεκτρικά, το ποσοστό αυτό ανεβαίνει στο 13,6%.

Επιβάλλεται επομένως η περαιτέρω τελειοποίηση και η επέκταση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η ανεύρεση οικονομικών τρόπων μεγάλης κλίμακας αποθήκευσης ενέργειας, και η αξιολόγηση όλων των πλευρών των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (περιβαλλοντικών, οικονομικών, κοινωνικών και κλίμακας).

Θα πρέπει όμως να τονιστεί η σημασία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για τις απομονωμένες περιοχές της γης (π.χ., πολλά νησιά), καθώς και για τις φτωχές περιοχές της γης, για τις οποίες οι ανανεώσιμες πηγές δυνατόν να παράγουν τοπικά ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας επαρκείς για τις τοπικές ανάγκες χωρίς τη δαπανηρή πρόσβαση στα μεγάλα δίκτυα διανομής. Αυτό ακριβώς ήθελε να τονίσει ένας συνάδελφος Ακαδημαϊκός από την Αφρική όταν, δείχνοντας το κινητό του τηλέφωνο, είπε: «Βλέπετε, με αυτό δε χρειάζομαι το δαπανηρό τηλεφωνικό σύστημα που για χρόνια μάς λέγατε ότι δε μπορούσαμε να έχουμε γιατί ήταν ακριβό. Τώρα μ' αυτό μπορώ να επικοινωνήσω απευθείας με οποιονδήποτε, όπουδήποτε και οποτεδήποτε». Οι ανανεώσιμες πηγές και η νέα τεχνολογία ίσως επιτρέψουν κάτι ανάλογο και με την ηλεκτρική ενέργεια.

Πρέπει ακόμα εδώ να τονιστεί η σημασία της τεχνολογίας αποδοτικότερης μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, όταν, μάλιστα, ληφθεί υπόψη ότι οι τεράστιες εκτάσεις που απαιτούνται για την παραγωγή σημαντικής ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας από την ηλιακή ακτινοβολία, επιβάλλουν τη χρήση άγονων περιοχών μακριά από τα αστικά κέντρα. Υποστηρίζεται [20] μάλιστα ότι, αν οι απώλειες ηλεκτρικής ενέργειας λόγω μεταφοράς γίνουν μικρότερες από 3% ανά 1.000 km, τότε καθίσταται οικονομικά εφικτή η παραγωγή ηλιακής ηλεκτρικής ενέργειας (με νέες τεχνολογίες συγκέντρωσης της ηλιακής ακτινοβολίας) στις ερήμους της Αφρικής, της Μέσης Ανατολής και της Αμερικής και η μεταφορά της στα αστικά κέντρα χιλιάδες χιλιόμετρα μακριά.

Πυρηνική ενέργεια από την πυρηνική σχάση

Ἄς ἔλθουμε τώρα στήν πυρηνική ἐνέργεια.

Σήμερα ἡ πυρηνική ἐνέργεια προμηθεύει περίπου τὸ 16% τῆς παγκόσμιας ἠλεκτρικῆς ἐνέργειας καὶ συμπεριλαμβάνεται στήν ἐνεργειακὴ στρατηγικὴ πολλῶν χωρῶν. Σὲ χῶρες ὅπως ἡ Γαλλία καὶ ἡ Λιθουανία ἄνω τοῦ 70% τῆς ἠλεκτρικῆς τους ἐνέργειας εἶναι πυρηνικῆς προέλευσης [21], ἐνῶ στήν Εὐρωπαϊκὴ Ἑνωσιὴ συνολικὰ τὸ 34% τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνέργειας προέρχεται ἀπὸ τὴν πυρηνικὴ σχάση [22]. Δὲν ὑπῆρξε ὅμως εὐρεία ἀποδοχὴ καὶ ὑποστήριξη τῆς πυρηνικῆς ἐνέργειας ἀπὸ τὴν κοινωνία. Ὅπως ἀνάφερα καὶ σὲ προηγούμενη ὁμιλία μου [4], οἱ κύριοι λόγοι εἶναι τὸ ὑψηλὸ ἀρχικὸ κόστος τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων καὶ οἱ φόβοι σχετικὰ μὲ τὴν ἀσφάλεια τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων, τὴ διαχείριση τῶν πυρηνικῶν ἀποβλήτων καὶ τὴν ἐξάπλωση τῶν πυρηνικῶν ὑλικῶν καὶ ὄπλων. Σὲ ὅ,τι ἀφορᾷ στὰ πυρηνικὰ ἀπόβλητα, ὑπάρχουν ἀσφαλεῖς μέθοδοι ἀποθήκευσής τους καὶ ἴσως καὶ τρόποι καύσης τῶν μεγάλου χρόνου ζωῆς ραδιενεργῶν ἰσοτόπων ἢ μεταστοιχείωσής τους μὲ χρῆση ἐπιταχυντῶν σωματιδίων (πρωτονίων) καὶ ὑποκρίσιμων ἀντιδραστήρων [23].

Λόγω ὅμως τῶν ἐνεργειακῶν ἀναγκῶν κυρίως τῶν ἀναπτυσσόμενων χωρῶν, καὶ λόγω τοῦ ὅτι ἡ καύση τοῦ οὐρανίου δὲν παράγει ἀέρια θερμοκηπίου, παρατηρεῖται τελευταία ἀνανεωμένο ἐνδιαφέρον γιὰ μεγαλύτερης ἀσφάλειας, χαμηλότερης ποσότητας πυρηνικῶν ἀποβλήτων, μικροῦ μεγέθους (100-400 MW) ἀντιδραστήρες. Δεκάδες (41) νέοι ἀντιδραστήρες βρίσκονται σήμερα ὑπὸ κατασκευὴν σὲ ἀρκετὲς χῶρες (κυρίως στήν Ἰνδία, τὴν Κίνα καὶ τὴ Ρωσία) καὶ ἑκατοντάδες ἔχουν ἐγκριθεῖ ἢ βρίσκονται ὑπὸ μελέτη (Εἰκόνα 11) [24].

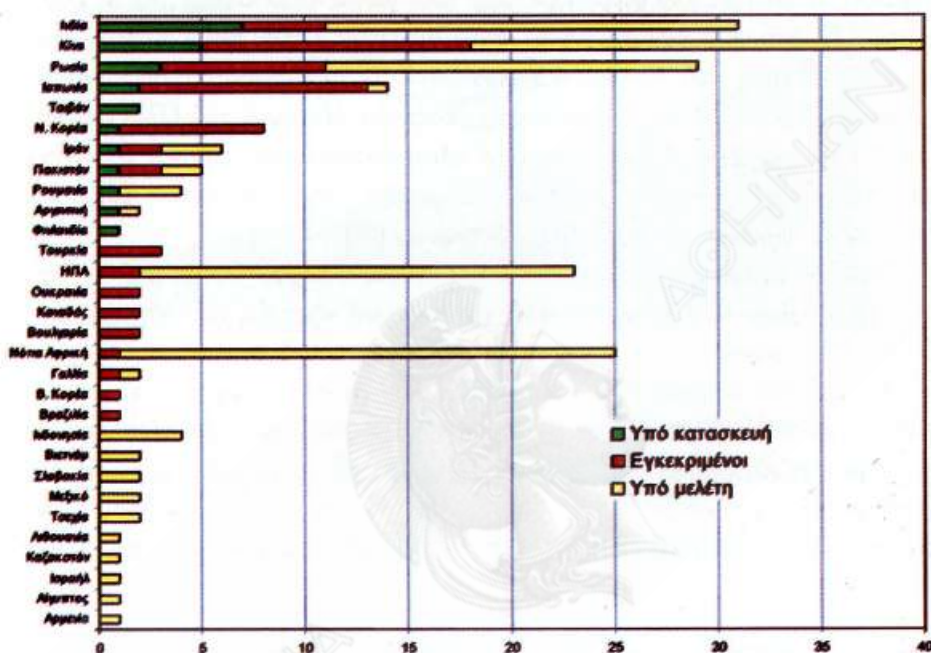
Ἡ παραγωγή ἠλεκτρικῆς ἐνέργειας ἀπὸ τὴν πυρηνικὴ σχάση μᾶλλον θὰ συνεχίσει νὰ ταλαιπωρεῖται ἀπὸ τὰ ἰδιάζοντα προβλήματά της, θὰ καταστεῖ ὅμως οἰκονομικὰ περισσότερο ἐλκυστικὴ λόγω τῆς φορολογίας τῶν ἐκπομπῶν ἀνθρακος στὸ περιβάλλον [25]

Οἱ πηγὲς οὐρανίου εἶναι σχετικὰ ἄφθονες, ἐὰν μάλιστα ληφθεῖ ὑπόψη καὶ ἡ δυνατότητα ἀναπαραγωγῆς τοῦ πυρηνικοῦ καύσιμου σὲ ἀναγεννητικούς ἀντιδραστήρες (breeder reactors).

Ἡ πυρηνικὴ ἐνέργεια ἀπὸ τὴν πυρηνικὴ σχάση (ἀπὸ τὸ οὐράνιο, σήμερα σχεδὸν ἐξ ὀλοκλήρου ἀπὸ τὸ οὐράνιο, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὸ πλουτώνιο καὶ τὸ θό-

ριο) θα μπορούσε ίσως να θεωρηθεί ως μεταβατική πηγή ενέργειας, μέχρις ότου καταστεί δυνατή η παραγωγή ενέργειας από την πυρηνική σύντηξη.

Αριθμός μελλοντικών αντιδραστήρων

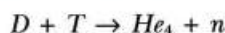


Εικόνα 11: Δεκάδες (41) αντιδραστήρες βρίσκονται υπό κατασκευή σε αρκετές χώρες και εκατοντάδες έχουν εγκριθεί ή βρίσκονται υπό μελέτη, 2006 [24].

Πυρηνική ενέργεια από την πυρηνική σύντηξη

Έλεγχόμενες αντιδράσεις πυρηνικής σύντηξης δεν έχουν ακόμα καταστεί πηγή χρήσιμης ενέργειας.

Το κύριο καύσιμο σε ένα θερμοπυρηνικό αντιδραστήρα στο μέλλον προβλέπεται να είναι το δευτέριο (D). Η αντίδραση του δευτερίου (D) με το τρίτιο (T)



είναι ιδιαίτερος σημαντική (He_4 και n είναι, αντίστοιχως, ένα σωματίο α και

ένα νετρόνιο). Τα δύο βασικά θερμοπυρηνικά καύσιμα, δευτέριο και τρίτιο, είναι ουσιαστικά ανεξάντλητα.

Το πλέον κρίσιμο επιστημονικοτεχνολογικό πρόβλημα είναι ο περιορισμός του θερμοπυρηνικού πλάσματος (plasma confinement). Τελευταία [26], όλοι οι δείκτες ποιότητας του θερμοπυρηνικού πλάσματος [πυκνότητα (n), θερμοκρασία (T), χρόνος περιορισμού (τ), ισχύς σύντηξης (Pf)] έχουν αυξηθεί σημαντικά. Η τιμή του τριπλού γινομένου, $n\tau E$ (Πυκνότητα του Πλάσματος \times Χρόνος Περιορισμού του Πλάσματος \times Ενέργεια Πυρήνων του Πλάσματος) είναι 3 έως 5 φορές πιο χαμηλή από το «breakeven level», δηλαδή από την τιμή του τριπλού γινομένου $n\tau E$ για να παραχθεί τόση ενέργεια όση δαπανήθηκε για να θερμάνει και περιορίσει το πλάσμα [4].

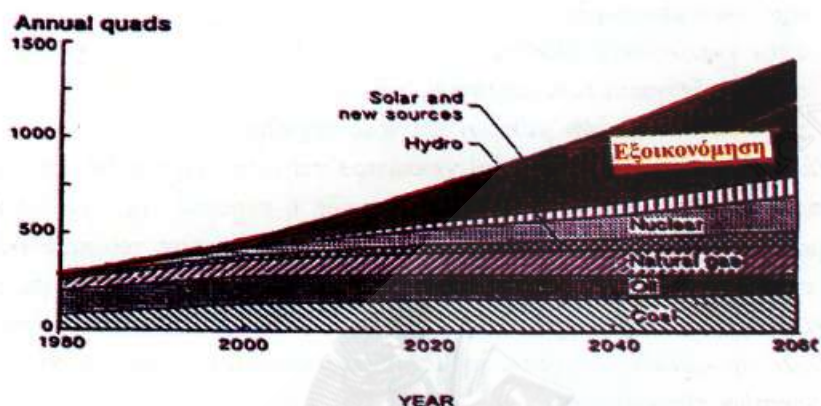
Παρά ταύτα, είναι μάλλον άπιθανο να διατεθούν σημαντικά ποσά ενέργειας στην υπηρεσία του ανθρώπου από την πυρηνική σύντηξη πριν από τα μέσα του 21ου αιώνα.

Η πυρηνική ενέργεια από τη θερμοπυρηνική σύντηξη θεωρείται ασφαλής, καθαρή και ανεξάντλητη. Είναι σχετικά ελεύθερη από περιβαλλοντική ρύπανση, πυρηνικά απόβλητα και πυρηνικά υλικά που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για πυρηνικά όπλα. Η ενέργεια από την πυρηνική σύντηξη δυνατόν να αποτελέσει την κύρια βιώσιμη πηγή ενέργειας του ανθρώπου στο μέλλον.

Εξοικονόμηση ενέργειας

Ας στρέψουμε όμως την προσοχή μας και στην εξοικονόμηση ενέργειας ως πηγής ενέργειας και ως «τεχνολογίας» μείωσης των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Τα δεδομένα τα σχετικά με την προβλεπόμενη συνολική παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας μεταξύ 1980 και 2060 (Εικόνα 12 [4, 27]) είναι αναμφισβήτητα: Στο άμεσο μέλλον οι αυξανόμενες ενεργειακές ανάγκες του ανθρώπου πρέπει να ικανοποιηθούν κυρίως με την εξοικονόμηση της ενέργειας. Αναμφισβήτητα είναι επίσης και τα δεδομένα τα σχετικά με τη σημασία της εξοικονόμησης ενέργειας στη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Η εξοικονόμηση ενέργειας προβλέπεται να είναι η σημαντικότερη «τεχνολογία» μείωσης των εκπομπών CO₂ από την καύση στις επόμενες δεκαετίες, σύμφωνα με πρόσφατη μελέτη της European Commission (2007) (Εικόνα 13) [28].

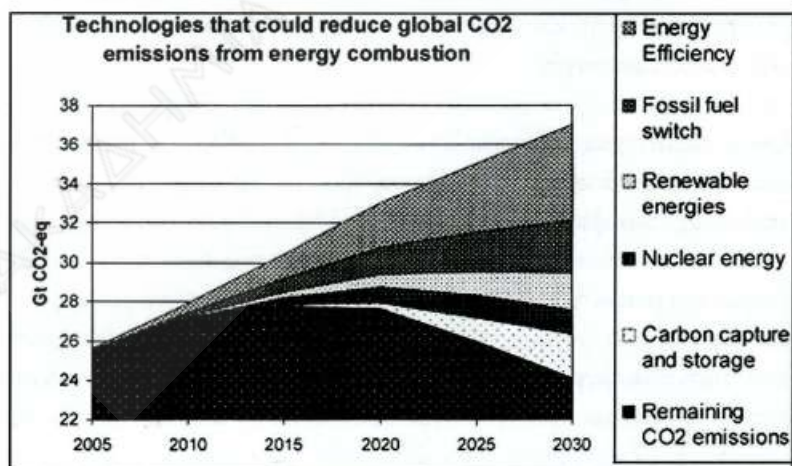
Ἡ ἐξοικονόμηση ἐνέργειας ἀποτελεῖ *de facto* τὴ σημαντικότερη καὶ τὴν καθαρότερη πηγὴ ἐνέργειας στὴ διάθεση τοῦ ἀνθρώπου καὶ εἶναι καθῆκον κάθε χώρας καὶ κάθε πολίτη.



Προβλεπόμενη συνολικὴ παγκόσμια κατανάλωση ἐνέργειας μεταξύ 1980 καὶ 2060.

-1 quad ἀντιστοιχεῖ σὲ περίπου 10^{18} Joules ἢ περίπου 300×10^9 kilowatt hours.

Εἰκόνα 12: Ἐξοικονόμηση ἐνέργειας – ἡ σημαντικότερη ἴσως πηγὴ ἐνέργειας.



Source: JRC-IPTS, POLES

Εἰκόνα 13: Ἡ ἐξοικονόμηση ἐνέργειας προβλέπεται νὰ εἶναι ἡ σημαντικότερη «τεχνολογία» μείωσης τῶν ἐκπομπῶν CO_2 ἀπὸ τὴν καύση (European Commission, 2007 [28]).

Ἡ Ἐπιτροπὴ Ἐνέργειας τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν ὀργάνωσε τὸν Νοέμβριο τοῦ 2006 ἡμερίδα σ' αὐτὸ τὸ θέμα καὶ τόνισε ὅτι ὑπάρχουν μεγάλες δυνατότητες ἐξοικονόμησης ἐνέργειας στὴν Ἑλλάδα, λ.χ.

- στὴν παραγωγή, μεταφορὰ καὶ χρῆση τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνέργειας,
- στὰ μέσα μεταφορᾶς,
- στὴν ἀνακύκλωση ὑλικῶν,
- στὴν ἐπεξεργασία ἀπορριμμάτων, καὶ
- στὴν υἱοθέτηση νέων μεθόδων καὶ νέας τεχνολογίας.

Σὲ ὅλες αὐτὲς τὶς περιοχές, καὶ γενικότερα στὴν περιοχὴ τῆς ἐνέργειας καὶ τοῦ περιβάλλοντος, πρέπει νὰ τονιστεῖ ἐπαρκῶς ἡ σημασία τῆς βασικῆς καὶ ἐφαρμοσμένης ἔρευνας καὶ τῆς νέας τεχνολογίας. Οἱ ἀνάγκες τοῦ περιβάλλοντος συνήθως ἀπαιτοῦν ἐνέργεια καὶ μειώνουν τὴν «ἀποδοτικότητα», μὲ τὴν ἔρευνα καὶ τὴ νέα τεχνολογία ἀνευρίσκονται τρόποι πού ἐξοικονομοῦν ἐνέργεια, αὐξάνουν τὴν «ἀποδοτικότητα», καὶ ἐπιτρέπουν περιβαλλοντικὴ συμβατότητα τῶν χρήσεων τῆς ἐνέργειας.

Ἐρευνα καὶ τεχνολογία

Ἄς μοῦ ἐπιτραπεῖ, ἐν προκειμένῳ, νὰ δώσω μερικὰ παραδείγματα σχετικὰ μὲ τὴ σημασία τῆς νέας τεχνολογίας καὶ τῆς βασικῆς καὶ ἐφαρμοσμένης ἔρευνας στὴν περιοχὴ τῆς ἐνέργειας καὶ τοῦ περιβάλλοντος, κυρίως ἀπὸ τὴν περιοχὴ τῆς ἐπιστήμης καὶ τῆς τεχνολογίας τῶν ὑλικῶν μὲ ἐνεργειακὲς καὶ περιβαλλοντικὲς ἐφαρμογές.

Πρῶτο παράδειγμα: Ψυγεία. Στὴν Εἰκόνα 14 [29, 30] παρατίθενται δεδομένα σὲ ὅ,τι ἀφορᾷ στὴν κατανάλωση ἠλεκτρικῆς ἐνέργειας, κόστους, καὶ χωρητικότητας τῶν ψυγείων στὶς ΗΠΑ (ἀλλὰ καὶ γενικὰ σὲ ἄλλες χῶρες). Ἀπὸ τὸ 1974 – ἀπὸ τότε πού ἄρχισαν οἱ τιμὲς τῆς πρωτογενοῦς ἐνέργειας νὰ αὐξάνουν καὶ μέτρα γιὰ ἐξοικονόμηση ἐνέργειας μπῆκαν σὲ ἐφαρμογὴ – ἐνῶ ἡ χωρητικότητα τῶν ψυγείων αὐξήθηκε, ἡ κατανάλωση ἐνέργειας ἐλαττώθηκε, καὶ ἡ τιμὴ τῶν ψυγείων μειώθηκε κατὰ 60% μὲ χρῆση νέων ὑλικῶν καὶ τεχνολογίας. Τὸ ἐτήσιο οἰκονομικὸ ὄφελος στὶς ΗΠΑ ἀπὸ αὐτὴν τὴν καινοτομία ξεπερνᾷ τὰ 17 δισεκατομμύρια δολάρια.

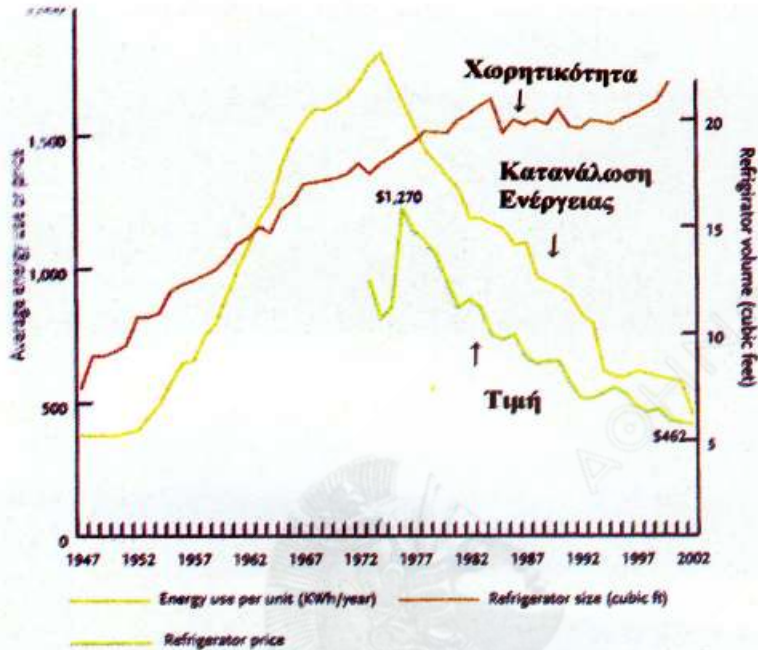


Figure 2.3 Refrigerator energy use in the United States over time

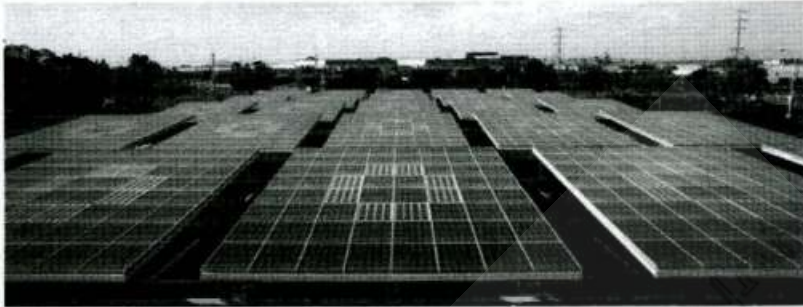
Source: David Goldstein, Natural Resources Defense Council

Εικόνα 14: Κατανάλωση ενέργειας, κόστος και χωρητικότητα ψυγείων στις ΗΠΑ [29, 30].

Δεύτερο παράδειγμα: Φωτοβολταϊκά. Τα φωτοβολταϊκά μετατρέπουν την ενέργεια των φωτονίων της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια. Αν και η απόδοσή τους είναι ακόμα χαμηλή και το κόστος τους ύψηλο σε σύγκριση με άλλες πρωτογενείς πηγές ενέργειας, εντούτοις τα φωτοβολταϊκά είναι μία από τις σημαντικότερες τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αναμφισβήτητα, νέα υλικά και νέα τεχνολογία θα μειώσουν το κόστος τους και θα αυξήσουν την αποδοτικότητά τους και επομένως τη χρήση τους, η οποία είναι ήδη ευρεία σε πολλές χώρες.

Η Εικόνα 15 [30] δείχνει ένα έξυπνο τρόπο χρησιμοποίησης φωτοβολταϊκών. Σε μερικά από τα εμπορικά κέντρα ("shopping malls") της Αμερικής οι τεράστιοι ανοικτοί χώροι για τη στάθμευση αυτοκινήτων, τα "parking lots", έχουν καλυφθεί από στέγες με φωτοβολταϊκά, προστατεύοντας έτσι από τον ήλιο και τη βροχή και παρέχοντας ηλεκτρική ενέργεια στα καταστήματα.

Figure 3-4: Kyocera “Solar Grove” – 25 Panels, 235 kW Total, 186 Vehicle Parking Lot.



Source: Copyright 2007 Kyocera Solar, Inc. All rights reserved

Figure 3-5: U.S. Navy 750 kW Parking Lot Solar PV Installation Near San Diego



Source: Courtesy of PowerLight Corporation

Εικόνα 15: Φωτοβολταϊκά σκεπάζουν τους ανοικτούς χώρους για τη στάθμευση αυτοκινήτων, τὰ “parking lots”, σὲ μερικά ἀπὸ τὰ ἐμπορικά κέντρα (“shopping malls”) τῆς Ἀμερικῆς [30].

Ἡ Εικόνα 16 [31] δείχνει τὴ χρήση τῶν φωτοβολταϊκῶν σὲ ἓνα ἀπομακρυσμένο χωριὸ τῆς Βραζιλίας. Μικρὰ φωτοβολταϊκὰ συστήματα παράγουν ἠλεκτρισμὸ γιὰ φωτισμὸ — φωτίζουν τὰ σπίτια ὅπου ποτὲ κανένα ἠλεκτρικὸ δίκτυο δὲν ἔχει φτάσει. Καὶ ὅπως ἤδη ἀνέφερα, ὑπάρχουν μεγαλεπήβολα σχέδια χρήσης φωτοβολταϊκῶν στὶς ἐρήμους τῆς Ἀφρικῆς, τῆς Μέσης Ἀνατολῆς, τῆς Ἀμερικῆς, ἐκεῖ ὅπου ὁ ἥλιος εἶναι πιὸ λαμπρὸς καὶ ἡ γῆ ἄξενη, καὶ μεταφορᾶς τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνέργειας στὰ ἀστικά κέντρα χιλιάδες χιλιόμετρα μακριά.



Εικόνα 16: Μικρά φωτοβολταϊκά συστήματα παράγουν ηλεκτρισμό για φωτισμό σε ένα απομακρυσμένο χωριό της Βραζιλίας [31].

Τρίτο Παράδειγμα: Βασική και εφαρμοσμένη έρευνα υπέδειξαν υλικά που αντικατέστησαν ισχυρά βιομηχανικά αέρια θερμοκηπίου

Το εξαφθοριοϋχο θεϊο, SF_6 , είναι ένα σύνθετο αέριο που χρησιμοποιείται σήμερα ευρέως στη βιομηχανία κυρίως στις συσκευές μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Το SF_6 , όμως, είναι ισχυρό, ίσως το ισχυρότερο, αέριο θερμοκηπίου (είναι ένα από τα 6 αέρια στον κατάλογο του Πρωτοκόλλου του Κιότο). Ο χρόνος διαμονής του στο περιβάλλον είναι μεγάλος (χρόνος υποδιπλασιασμού ~ 3.200 έτη) και το «global warming potential» του είναι τεράστιο (~ 24.000 πιά μεγαλύτερο από εκείνο του CO_2). Ένα μόριο SF_6 κάνει τόση βλάβη όση 24.000 μόρια CO_2 . Αν και η συγκέντρωση του SF_6 στο περιβάλλον είναι σήμερα μικρή, η συμβολή του ως αερίου θερμοκηπίου είναι πρακτικά αθροιστική και μόνιμη.

Βασική και εφαρμοσμένη έρευνα [32, 33] υπέδειξαν υλικά που δεν είναι αέρια θερμοκηπίου ή που χρησιμοποιούν λιγότερο SF_6 , για χρήση στη μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας: Πεπιεσμένο (~10 άτμ) N_2 και μείγματα πεπιεσμένου N_2 με SF_6 σε χαμηλές συγκεντρώσεις (< 15%) του SF_6 . Η Εικό-

να 17 [34] δείχνει σωλήνες σε τούνελ που περιέχουν τους άγωγούς μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, στους οποίους το μονωτικό υλικό είναι τα αέρια αυτά, που υποδείξαμε. Αυτά τα μονωτικά αέρια είναι ιδιαίτερης τεχνολογικής σημασίας στη μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις, τουλάχιστον μέχρις ότου καταστεί δυνατή νέα αποδοτικότερη τεχνολογία (π.χ., υπεραγωγοί).

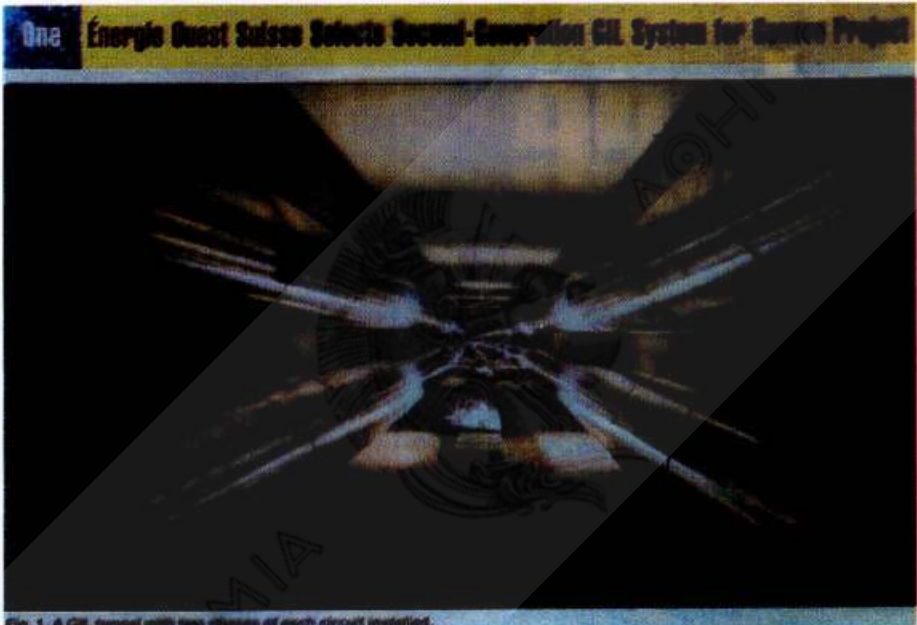


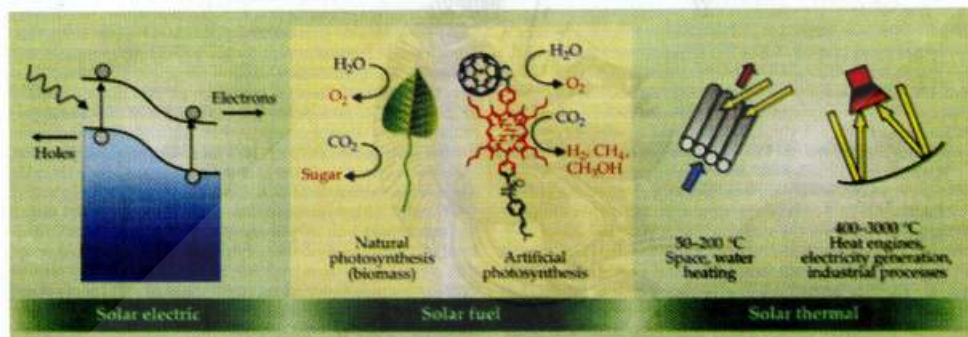
Fig. 1. A GIL tunnel with two phases of each circuit installed.

Εικόνα 17: Σωλήνες σε τούνελ περιέχουν άγωγούς μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας [34] κάνοντας χρήση μονωτικών αερίων όπως υπέδειξε η βασική και εφαρμοσμένη έρευνα [32, 33].

Τέταρτο παράδειγμα: Υλικά με ενεργειακές εφαρμογές

Αναφέρομαι στην περιοχή των υλικών με ενεργειακές εφαρμογές γιατί το πεδίο αυτό διαδραματίζει και θα διαδραματίσει ουσιώδη ρόλο στις νέες ενεργειακές τεχνολογίες για βιώσιμη ενέργεια, και γιατί στον ελληνικό χώρο υπάρχει επιστημονικό και τεχνολογικό δυναμικό, το οποίο μπορεί να προσφέρει ουσιαστικά και μακροπρόθεσμα στις ενεργειακές ανάγκες της Ελλάδος και στην αξιοποίηση των άφθονων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας της χώρας.

Στήν ἐπιστήμη τῶν ὑλικῶν μὲ ἐνεργειακὲς ἐφαρμογὲς συμπεριλαμβάνονται ἀσφαλῶς ὑλικά γιὰ τὴν ἀποδοτικότερη μετατροπὴ φωτονίων ἡλιακῆς ἀκτινοβολίας σὲ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια, σὲ καύσιμα, καὶ σὲ θερμότητα (Εἰκόνα 18 [35]). Λόγου χάρι, θερμοηλεκτρικὰ ὑλικά γιὰ τὴ μετατροπὴ θερμότητας (συμπεριλαμβανομένης καὶ τῆς «ἄχρηστης» θερμότητας) σὲ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια καὶ ὀπτοηλεκτρικὰ ὑλικά γιὰ τὴν ἀποδοτικότερη μετατροπὴ τῆς ἡλιακῆς ἀκτινοβολίας σὲ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα, συμπεριλαμβανομένης καὶ τῆς χρήσης μεγαλύτερου μέρους τοῦ φάσματος τῆς ἡλιακῆς ἀκτινοβολίας. Θὰ μπορούσαν ἀκόμη νὰ συμπεριληφθοῦν καὶ ὑλικά γιὰ φωτισμό, κυρίως στερεὰ (solid state lighting) καὶ ὑλικά μικρῶν διαστάσεων (νάνο-ὑλικά).



Εἰκόνα 18: Σχηματικὲς ἀπεικονίσεις μετατροπῆς φωτονίων ἡλιακῆς ἀκτινοβολίας σὲ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια, σὲ καύσιμα, καὶ σὲ θερμότητα [35].

Σὲ ὅ,τι ἀφορᾷ στὸ οὐσιῶδες αὐτὸ θέμα, ἡ Ἐπιτροπὴ Ἐνέργειας τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν εἰσηγήθηκε στὴν Πολιτεία νὰ προωθήσει δυναμικὰ τὴν ἐπιστήμη καὶ τὴν τεχνολογία τῆς ἐνέργειας στὴν Ἑλλάδα καὶ νὰ ἀξιοποιήσει ἀποτελεσματικὰ τὸ ἐπιστημονικὸ καὶ τεχνολογικὸ δυναμικὸ τῆς χώρας. Ἡ Ἐπιτροπὴ Ἐνέργειας τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν τόνισε ἰδιαίτερα τὴ σημασία «τῆς ἐξοικονόμησης ἐνέργειας» καὶ «τῆς ἀλληλεξάρτησης τῆς ἐνέργειας καὶ τοῦ περιβάλλοντος» μὲ τὴ διοργάνωση ἡμερίδων στὶς δύο αὐτὲς περιοχές.

Κύριε Πρόεδρε,

Δέν υπάρχουν εύκολες ή απλές λύσεις στα ενεργειακά και τα περιβαλλοντικά προβλήματα. Υπάρχουν ανάγκες, δυνατότητες και επιλογές.

Επιτρέψτε μου να επισημάνω μερικές για την Ελλάδα:

1. Τήν ανάγκη ύπαρξης ενεργειακής επιλογής και δυνατότητας συνδυασμού όλων των πρωτογενών πηγών ενέργειας.
2. Τήν εντατικοποίηση των προσπάθειων εξοικονόμησης ενέργειας.
3. Τήν αναζήτηση αποδοτικότερων μεθόδων και τεχνολογίας στην παραγωγή και τη μεταφορά ενέργειας και στη μείωση των περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων, όταν μάλιστα σήμερα τα μεγαλύτερα ποσά της πρωτογενούς ενέργειας στην Ελλάδα είναι τα όρυκτα καύσιμα.
4. Τή θεμελίωση γενικότερης ενεργειακής υποδομής.
5. Τή δυνατότητα ίδρυσης ενός εθνικού προγράμματος επαγγελματικής ενεργειακής εκπαίδευσης και εξάσκησης των νέων, ώστε να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικότερα οι άμεσες ενεργειακές ανάγκες της χώρας.

Τελικά, κύριε Πρόεδρε, κυρίες και κύριοι,

Ο θεμελιακός χαρακτήρας της ενέργειας και του περιβάλλοντος, ή βασική τους σημασία για βιώσιμη ανάπτυξη, και η άρρηκτη και πολλαπλή αλληλεξάρτησή τους, επιβάλλουν

- συντονισμένη κυβερνητική πολιτική στις δύο περιοχές, και
- συντονισμένη κοινωνική δράση.

Όπως οι πράξεις του καθενός μας, αθροιστικά, ευθύνονται για τη μόλυνση του περιβάλλοντος, έτσι και η συνετή χρήση της ενέργειας από τον καθένα μας, αθροιστικά, ίσως επιτρέπει στο περιβάλλον να αναρρώσει.

Σας εύχαριστώ.

Παραπομπές

1. <http://resources.schoolscience.co.uk/nirex/che1globecons.html>
2. http://www.eia.doe.gov/oiaf/archive/aeo03/figure_3.html
3. InterAcademy Council Report, *Lighting the way - Toward a sustainable energy future*, October 2007, ISBN 978-90-6984-531-9, p. 7.
4. Λουκάς Γ. Χριστοφόρου, *Πρακτικά 'Ακαδημίας 'Αθηνών*, τόμ. 79, τχ. Α', 2004.
5. Energy International Administration (EIA) / International Energy Outlook 2007. International Energy Annual 2004 (May-July 2006), web site www.eia.doe.gov/iea Projections: EIA, System for the Analysis of Global Energy Markets (2007).
6. J. Liu and J. Diamond, *Science* 319, 4 January 2008, p. 37.
7. E. Kintisch, *Science* 318, 26 October 2007, p. 547.
8. F. Joos, *Europhysics News* 27, 213 (1996).
9. L. G. Christophorou and R. J. Van Brunt, National Institute of Standards and Technology, Report NISTIR 5685, July 1995; Office of Atmospheric Programs, U. S. Environmental Protection Agency, *Greenhouse Gases and Global Warming Potential Values*, April 2002; <http://www.eia.doe.gov/oiaf/1605/gwp.html>
10. Intergovernmental Panel on Climate Change, Fourth Assessment Report, 2007.
11. *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*, Millenium Ecosystem Assessment, Island press, Washington D.C., 2005, ISBN 1-59726-040-1, p. 119.
12. *ICSU Annual Report* 2004, p. 8.
13. InterAcademy Council Report, *Lighting the way - Toward a sustainable energy future*, October 2007, ISBN 978-90-6984-531-9, p. xvii.
14. InterAcademy Council Report, *Lighting the way - Toward a sustainable energy future*, October 2007, ISBN 978-90-6984-531-9, p. 9.
15. *IAEA Bulletin*, Vienna, Austria, vol. 42, no. 2, 2000, p. 21; *OECD/NEA* 2001.
16. InterAcademy Council Report, *Lighting the way - Toward a sustainable energy future*, October 2007, ISBN 978-90-6984-531-9, p. 59.
17. IPCC 2005; InterAcademy Council Report, *Lighting the way - Toward a sustainable energy future*, October 2007, ISBN 978-90-6984-531-9, p. 71.
18. InterAcademy Council Report, *Lighting the way - Toward a sustainable energy future*, October 2007, ISBN 978-90-6984-531-9, p. 94.
19. The Royal Society, *Sustainable biofuels: prospects and challenges*, January 2008, ISBN 978-0-85403-662-2.
20. Για παράδειγμα, βλέπε <http://www.trec-uk.org.uk/>
21. International Atomic Energy Agency (IAEA), *Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2020*, Reference Data Series no. 1, July 2002, p. 14.

22. Α. Καμαρινόπουλος, 'Ηλεκτροπαραγωγή από πυρηνική ενέργεια, *Ημερίδα 'Ακαδημίας 'Αθηνών*, 4 'Απριλίου 2008.
23. V. Arkhipov, *IAEA Bulletin*, vol. 39, no. 2, 1997, p. 30.
24. A. G. Adamantiades and I. N. Kessides, Nuclear Power for Sustainable Development: Promises and Perils, *Report to the World Bank*, April 2007 (private communication). See also International Atomic Energy Agency, *Annual Report*, 2005 and Nuclear Energy Institute, *World Statistics*, 2007.
25. Βλέπε, γιά παράδειγμα, IEA Energy Technology Essentials, ETE 04, March 2007 (www.iea.org/textbase/techno/essentials.htm) A. Makhijani, *Carbon-Free and Nuclear-Free – A Roadmap for U. S. Energy Policy*, IEER Press, Takoma Park, MD 2007.
26. Γιά παράδειγμα βλέπε J. P. Holden et al., *Journal of Fusion Energy* 14, no. 2, 213 (1995).
27. *Science* 256, 981 (1992).
28. Commission of the European Communities, *Limiting Global Climate Change to 2 degrees Celsius, the way ahead for 2020 and beyond*, Brussels, 10.1.2007.
http://europa.eu/press_room/presspacks/energy/comm2007_02_eu.pdf
29. InterAcademy Council Report, *Lighting the way - Toward a sustainable energy future*, October 2007, ISBN 978-90-6984-531-9, p. 33.
30. A. Makhijani, *Carbon-Free and Nuclear-Free – A Roadmap for U. S. Energy Policy*, IEER Press, Takoma Park, MD 2007.
31. S. F. Baldwin, *Physics Today*, April 2002, p. 62.
32. L. G. Christophorou, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, vol. A 268, 1988, p. 424; L. G. Christophorou and R. J. Van Brunt, *IEEE Trans. Dielectrics and Electrical Insulation*, vol. 2, 1995, p. 952.
33. L. G. Christophorou, J. K. Olthoff, and D. S. Green, National Institute of Standards and Technology, NIST Technical Note 1425, November 1997.
34. J. Riedl and T. Hillers, *IEEE Power Engineering Review*, September 2000, p. 15, *Transmission and Distribution World*, January 2001, p. 30.
35. G. W. Crabtree and N. S. Lewis, *Physics Today*, March 2007, p. 37.

ΔΗΜΟΣΙΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 20ΗΣ ΜΑΪΟΥ 2008

ΕΞΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ, ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ
ΚΑΙ ΑΚΟΜΗ ΠΙΟ ΜΑΚΡΙΑ: ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΟΡΙΑ;

ΟΜΙΛΙΑ ΤΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ κ. ΣΤΑΜΑΤΙΟΥ Μ. ΚΡΙΜΙΖΗ

*Περίληψη**

Ἡ περιπέτεια τῆς ἐξερεύνησης τῶν πλανητῶν ξεκινᾶ ἀπὸ τὴν εἴσοδο στὴ διαστημικὴ ἐποχὴ τὸ 1958, μὲ τὴν ἐκτόξευση τοῦ πρώτου γήινου δορυφόρου, τοῦ Sputnik, καὶ συνεχίζεται ὡς τὴ σημερινὴ ἐποχὴ. Ξεκινώντας μὲ τὴν κοντινὴ διάβαση τοῦ ἀμερικανικοῦ διαστημόπλοιου Mariner-2 ἀπὸ τὸν πλανήτη Ἄφροδίτη τὸ 1962, συνεχίστηκε μὲ ἀλλεπάλληλες ἀποστολὲς στὸν Ἄρη ἀπὸ τὸ 1965 μέχρι σήμερα καὶ μὲ κοντινὲς διαβάσεις ἀπὸ τὸν Ἑρμῆ τὸ 1975 μὲ τὸ Mariner 10 καὶ φέτος μὲ τὸ διαστημόπλοιο MESSENGER. Ἡ ἐξερεύνηση τῶν ἐξωτερικῶν πλανητῶν ξεκίνησε μὲ τὰ Pioneer 10 καὶ 11 σὲ ἀποστολὲς στὸ Δία στὶς ἀρχὲς τῆς δεκαετίας τοῦ '70, καὶ κορυφώθηκε μὲ τὸ ἐπικὸ ταξίδι τῶν διαστημόπλοιων Voyager 1 καὶ 2 ποὺ ἐκτοξεύθηκαν τὸ 1977. Τὰ Voyager ἔφτασαν στὸ Δία τὸ 1979, στὸν Κρόνο τὸ 1980 καὶ 1981 διαδοχικά, καὶ ἀκολούθως τὸ Voyager 2 συνέχισε πρὸς τὸν Οὐρανὸ τὸ 1986 καὶ τὸν Ποσειδῶνα τὸ 1989. Καὶ τὰ δύο Voyager ἔχουν τώρα περάσει τὸ κρουστικὸ κύμα παύσης (Termination Shock), τὴν ὀριακὴ ἐπιφάνεια ὅπου ἡ διαρκῶς ἐκτονούμενη ἠλιακὴ ἀτμόσφαι-

* Ἡ ἐργασία συνοψίζει τὸ περιεχόμενον τῶν ὁμιλιῶν τῆς 6ης Μαρτίου, τῆς 20ης Μαΐου καθὼς καὶ τῆς 3ης Δεκεμβρίου ἐπὶ τῇ ἐνάρξει τῆς σειρᾶς ὁμιλιῶν τοῦ ἔτους Ἀστρονομίας.

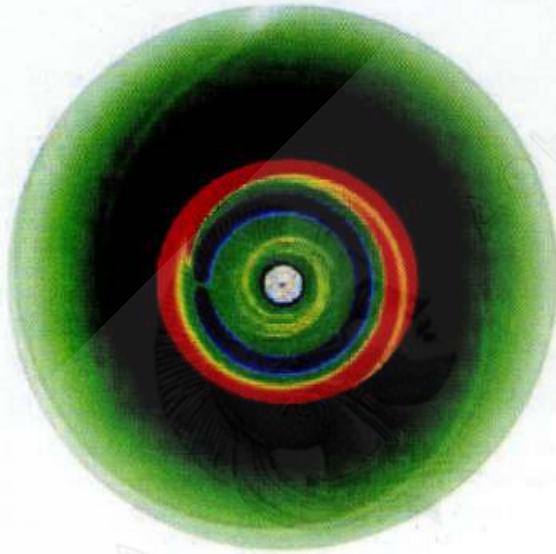
ρα (ήλιακός άνεμος) συγκρούεται με το μεσοαστρικό υλικό, σε μίαν απόσταση περίπου 15 δισεκατομμυρίων χλμ. από τη Γη. Στο παρόν άρθρο περιγράφεται το περιβάλλον κάθε πλανήτη, ενώ αξιολογείται ή καταλληλότητα για ανθρώπινη διαβίωση. Τέλος, συζητούνται οι κλίμακες αποστάσεων τόσο για τους γειτονικούς μας πλανήτες όσο και για το πλησιέστερο ήλιακό σύστημα (α-Κενταύρου, alpha Centauri), ενώ ή δυνατότητα επίτευξης επανδρωμένων διαστημικών πτήσεων σε τέτοιους προορισμούς προσδιορίζεται στο πλαίσιο των υπαρχόντων και των μελλοντικών τεχνολογικών δυνατοτήτων.

Εισαγωγή

Λιγότερο από 15 χρόνια πριν ή γνώση μας σχετικά με το σύμπαν ήταν τέτοια, ώστε γνωρίζαμε μόνο τους πλανήτες εκείνους οι οποίοι περιφέρονται γύρω από το τοπικό μας αστέρι, τον Ήλιο. Σήμερα γνωρίζουμε ότι υπάρχουν τουλάχιστον 307 εξωηλιακοί πλανήτες και 29 πολυπλανητικά συστήματα, σχεδόν όλα από τα οποία ανακαλύφθηκαν τα τελευταία 10 χρόνια. Η γνώση μας για τή δημιουργία του ήλιακού συστήματος είναι αρκετά εκτεταμένη. Αρχίζει με τή Μεγάλη Έκρηξη (Big Bang), ή οποία έλαβε χώρα 13,7 δισεκατομμύρια χρόνια πριν, και συνεχίζεται με τή δημιουργία των γαλαξιών, ή οποία πραγματοποιήθηκε περίπου πριν από 13 δισεκατομμύρια χρόνια, γεγονός το οποίο έγινε παραδεκτό μόλις πριν από έναν περίπου χρόνο, μετά τή ανακάλυψη ενός αστεριού, το οποίο, αν και είχε ηλικία μόνο ενός εκατομμυρίου ετών, είχε ήδη πλανήτες γύρω του.

Η διαδικασία δημιουργίας του Ήλιου άρχισε περίπου πριν από 4,58 δισεκατομμύρια χρόνια, είτε μέσα από κάποια βαρυτική διαταραχή, είτε από το κρουστικό κύμα κάποιας έκρηξης υπερκαινοφανούς (supernova shock) σε μία ευρύτερη περιοχή αστρικής γένεσης. Τα πρώτα στερεά στο ήλιακό νεφέλωμα, προσμίξεις αλουμινίου και ασβεστίου (CALs), χρονολογούνται στα 4,567 δισεκατομμύρια χρόνια (Johnson 2008). Η μοντελοποίηση τής δημιουργίας πλανητικών συστημάτων βρίσκεται σε ραγδαία εξέλιξη, ωστόσο γίνεται ικανοποιητικά κατανοητή, έχοντας οδηγήσει σε συγκεκριμένες προβλέψεις σχετικά με νεοανακαλυφθέντα πλανητικά συστήματα. Μία τέτοια αναπαράσταση πλανητικής γένεσης εικονίζεται στο Σχήμα 1 για ένα υπό δημιουργία πλανητικό σύστημα (Papaloizou 2008). Το Σχήμα παρουσιάζει τις τροχιές δύο πλανητών, κάθε ένας με μέγεθος περίπου 4 φορές εκείνου τής Γης, οι οποίες μεταπίπτουν σταδιακά σε μικρότερες ακτινικές αποστάσεις

πάνω σὲ ἓναν τοπικά ἰσόθερμο καὶ διαστρωματομένο δίσκο. Δὲν εἶναι ἀπαραίτητο στὰ πλαίσια αὐτῆς τῆς ἐργασίας νὰ ἀναπτύξουμε μὲ λεπτομέρεια τὰ διάφορα μοντέλα, τὰ ὁποῖα ἐξηγοῦν τὴ δημιουργία τῶν πλανητῶν. Ἀρκεῖ νὰ εἰπωθεῖ ὅτι παρόμοιες διαδικασίες δημιούργησαν καὶ τὸ δικό μας ἡλιακὸ σύστημα.



Σχήμα 1. Μοντέλο ἑνὸς ὑπὸ δημιουργία πλανητικοῦ συστήματος, ὅπου ἡ χρωματικὴ κλίμακα ἀπεικονίζει τὴν πυκνότητα τοῦ ὕλικου. Δύο νέοι πλανῆτες περιφέρονται γύρω ἀπὸ τὸ ἄστρο σὲ ἓνα διαστρωματομένο δίσκο μὲ ὁμοιογενὴ πυκνότητα. Οἱ πλανῆτες συγκλίνουν προοδευτικὰ πρὸς τὸ ἐσωτερικὸ τοῦ δίσκου, ἐξαιτίας τῆς βαρυτικῆς ἐλξης πού ἀναπτύσσεται, λόγω τῶν τοπικῶν κενῶν πυκνότητας πού δημιουργοῦν καθὼς περιφέρονται, μέχρι πού εἰσέρχονται σὲ μία περιοχὴ μειωμένης πυκνότητας, ὅποτε ἓνας ἀπὸ αὐτοὺς μεγαλώνει ἀρκετά, ὥστε νὰ γίνῃ τελικὰ γίγαντας πλανῆτης, ὅπως ὁ Δίας καὶ ὁ Κρόνος (Papaloizou 2008).

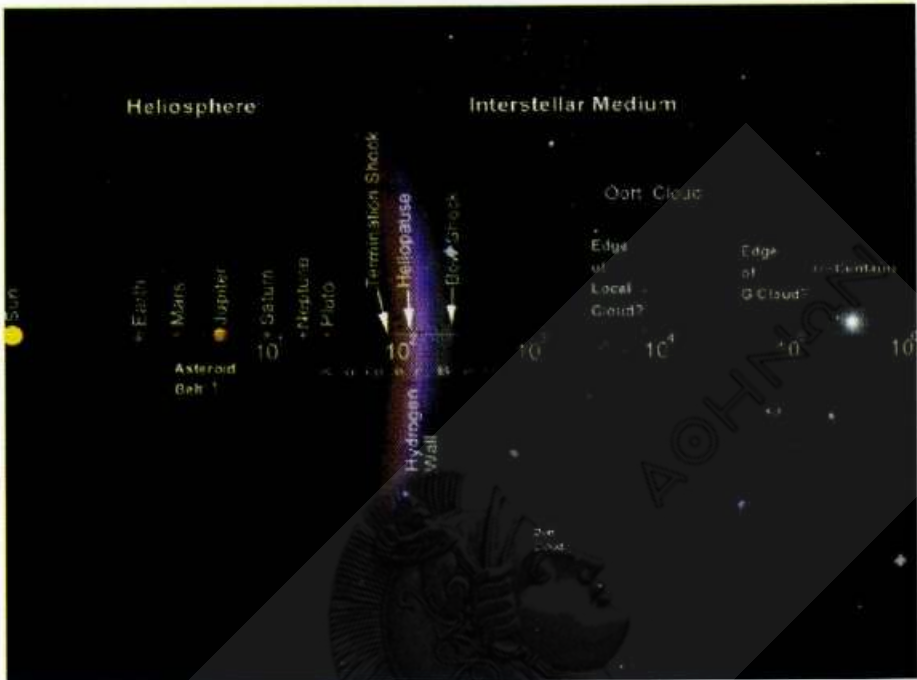
Οἱ πλανῆτες εἶναι μεγάλα σώματα σὲ τροχιά γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο. Οἱ πρῶτοι ἔξι ἦταν ἀρκούντως φωτεινοὶ ὥστε νὰ εἶναι ἤδη γνωστοὶ ἀπὸ τὴν ἀρχαιότητα. Ὁ Πίνακας 1 δείχνει οὐσιαστικὰ ὅλα τὰ μεγάλα καὶ μικρὰ ἀντικείμενα πού βρίσκονται σὲ τροχιά γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο (Gehrels 2007). Ἡ κλίμακα τῆς ἀπόστασης δίνεται σὲ ἀστρονομικὲς μονάδες, μονάδα ἡ ὁποία ἀντιστοιχεῖ στὴ μέση ἀπόσταση ἀνάμεσα στὸν ἥλιο καὶ τὴ Γῆ (1 AU

= 150 εκατομμύρια χλμ.). Μπορούμε να δούμε ότι υπάρχουν πολλά αντικείμενα που περιφέρονται σε τροχιές γύρω από τον Ήλιο, ακόμα και σε τεράστιες αποστάσεις, συμπεριλαμβανομένου και του πιο πρόσφατου σημαντικού ναυοπλανήτη, της Έριδος, σε απόσταση που ανέρχεται στις 98 AU. Πιο πέρα υπάρχει το νέφος του Oort, με αντικείμενα ποικίλου μεγέθους, πηγή των περισσότερων από τους κομήτες που εμφανίζονται περιστασιακά στο έσωτερικό ηλιακό σύστημα.

Πίνακας 1. Overview of the Solar System

Member	Distance (AU)	Size (x Earth)	Number of Satellites	Visible Characteristic
Sun	0	109	-	Hot Gas
Comets	0-10 ⁵	small	?	Coma and Tails
Mercury	0.3-0.5	1/3	0	Rocky Surface
Venus	0.7	1	0	Cloud Deck
Earth	1.0	1	1	Cloudy Surface
Moon	1.0	1/4	0	Rocky Surface
Mars	1.5	1/2	2	Surface, a bit hazy
Asteroid Belt	2.2-3.3	small	yes	Rocky Surface
Jupiter	5.2	11	4+45	Cloud Deck
Saturn	9.5	9	1+50	Cloud Deck
Centaurus	5-50	small	yes	Snows and Rocks
Uranus	19	4	27	Cloud Deck
Neptune	30	4	1+12	Cloud Deck
Pluto	30-49	1/5	1+2	Methane Ice
Trans-Neptunians	32-98	small	yes	Rocky Surface
Eris	38-98	1/5	1	Methane Ice
The Oort Cloud	10 ⁴ -10 ⁵	various	?	Comets

Οι βασικές πληροφορίες που περιέχονται στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται συνοπτικά στο Σχήμα 2, το οποίο δίνει μια εποπτική εικόνα του ηλιακού μας συστήματος και του γειτονικού μεσοαστρικού χώρου, ως την απόσταση των 5 ετών φωτός περίπου, όπου βρίσκεται το κοντινότερο άστέρι (α-Κενταύρου).



Σχήμα 2. Σχηματική αναπαράσταση του πλανητικού μας συστήματος και του γειτονικού μεσοαστρικού χώρου, με τις αποστάσεις να δίνονται σε αστρονομικές μονάδες. Τα διαστημόπλοια Voyager 1 και 2 βρίσκονται τώρα κοντά στο κρουστικό κύμα παύσης (Termination Shock), περίπου στις 100 AU, ενώ το κοντινότερο προς τον Ήλιο άστέρι είναι ο α -Κενταύρου στα 4,35 έτη φωτός περίπου (41 τρις χλμ. ή 273.333 AU).

Ἐπιτόπια ἐξερεύνηση τῶν πλανητῶν

Εἶναι ἀναμφισβήτητα ἀληθές ὅτι ἀπὸ τότε πού οἱ ἄνθρωποι περπάτησαν σέ αὐτὴν τὴ Γῆ καὶ ἔστρεψαν τὸ βλέμμα τους στὸν οὐρανό, θὰ πρέπει νὰ ἀναρωτήθηκαν τί εἶναι αὐτὰ τὰ φωτεινὰ σημεῖα πού περιπλανιόνται στὸ οὐράνιο στερέωμα. Εἴμαστε ἐξαιρετικά τυχεροὶ πού ἡ δική μας γενιά εἶναι αὐτὴ πού κατάφερε νὰ ἀφήσει τὴν ἐπιφάνεια τῆς Γῆς καὶ νὰ στείλει τὰ διαστημόπλοιά μας σέ κάποια ἀπὸ αὐτὰ τὰ σημεῖα φωτός, ὥστε νὰ βρεῖ ἀπὸ τί εἶναι φτιαγμένα. Αὐτὸ ἔγινε ἐπιτυχῶς πρὶν ἀκριβῶς 51 χρόνια, μὲ τὴν ἐκτόξευση τοῦ πρώτου γήινου δορυφόρου, τοῦ Sputnik, στις 4 Ὀκτωβρίου 1957. Τὸ γεγονός αὐτὸ ἄνοιξε τὸ δρόμο γιὰ τὴν ἐξερεύνηση, ὄχι μόνο τοῦ περιβάλλοντος τῆς Γῆς, ἀλλὰ ἐπίσης τῆς Σελήνης καὶ τελικὰ ὅλων τῶν πλανητῶν τοῦ ἡλιακοῦ μας συστήματος.

Ὁ σκοπὸς τῆς πλανητικῆς ἐξερεύνησης μπορεῖ νὰ περιγραφεῖ ὡς ἡ «προαγωγή τῆς ἐπιστημονικῆς γνώσης σχετικὰ μὲ τὴν προέλευση καὶ τὴν ἱστορία τοῦ ἡλιακοῦ μας συστήματος, τὴν πιθανότητα ζωῆς κάπου ἄλλου, τῶν κινδύνων ἀλλὰ καὶ τῶν ἐστιῶν γνώσης ποὺ παρουσιάζονται καθὼς ὁ ἄνθρωπος ἐξερευνᾷ τὸ ἡλιακὸ σύστημα». Ὑπάρχουν φυσικὰ πολὺ συγκεκριμένα ἐρωτήματα σχετικὰ μὲ τὸ πῶς αὐτὴ ἡ ἐξερεύνηση θὰ πρέπει νὰ διεξάγεται. Τὰ ἐρωτήματα αὐτὰ εἶναι πῶς δημιουργήθηκε ἡ οἰκογένεια τῶν πλανητῶν καὶ τῶν μικρότερων σωμάτων γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο, πῶς ἐξελίχθηκε τὸ ἡλιακὸ σύστημα, πῶς ξεκίνησε καὶ ἐξελίχθηκε ἡ ζωὴ στὴ Γῆ καὶ ποιά εἶναι ἐκεῖνα τὰ χαρακτηριστικὰ τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος ποὺ ὁδήγησαν στὴ γέννηση τῆς ζωῆς.

Πίνακας 2.

Προώθηση τῆς ἐπιστημονικῆς γνώσης σχετικὰ μὲ τὴν προέλευση καὶ τὴν ἱστορία τοῦ ἡλιακοῦ μας συστήματος καὶ τὴν δυνατότητα ἐμφάνισης ζωῆς καὶ ἐκτὸς τῆς Γῆς, καθὼς καὶ οἱ προκλήσεις καὶ πηγές γνώσης ποὺ συναντᾷ ὁ ἄνθρωπος ἐξερευνώντας τὸ ἡλιακὸ σύστημα

Συγκεκριμένα ἐρωτήματα

- Πῶς προέκυψε ἡ οἰκογένεια τῶν πλανητῶν καὶ τῶν μικρότερων σωμάτων γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο μας;
- Πῶς τὸ ἡλιακὸ σύστημα ἐξελίχθηκε στὴν παρούσα γεμάτη ἀντιθέσεις εἰκόνα του;
- Πῶς ξεκίνησε καὶ ἐξελίχθηκε ἡ ζωὴ στὴ Γῆ, ἔχει ἐμφανιστεῖ κάπου ἄλλου στὸ ἡλιακὸ σύστημα;
- Ποιά εἶναι ἐκεῖνα τὰ χαρακτηριστικὰ τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος ποὺ ὁδήγησαν στὴν ἐμφάνιση τῆς ζωῆς;

Ἡ πρώτη πλανητικὴ ἀποστολὴ ἐκτοξεύτηκε τὸ 1962 μὲ στόχο τὴν Ἄφροδίτη καὶ ὄλοι οἱ πλανῆτες, μὲ ἐξαίρεση τὸν Πλούτωνα, εἶχαν δεχτεῖ τὴν ἐπίσκεψη ρομποτικῶν, μὴ ἐπανδρωμένων διαστημόπλοιων ὡς τὸ 1989. Χρειαστέθηκε λοιπὸν λιγότερο ἀπὸ 30 χρόνια γιὰ νὰ ἀποκτήσουμε μιὰ πρώτη εἰκόνα γιὰ τοὺς μεγαλύτερους πλανῆτες τοῦ ἡλιακοῦ μας συστήματος. Τὰ

ἀποτελέσματα μποροῦν νὰ χαρακτηριστοῦν τουλάχιστον ἐντυπωσιακά. Τὸ Σχήμα 3 δείχνει τὴν οἰκογένεια τῶν πλανητῶν τοῦ ἡλιακοῦ μας συστήματος, ὅπως ἀποκαλύπτονται ἀπὸ τὴν ἐπὶ τόπου ἐξερεύνηση μὲ διάφορα διαστημόπλοια. Τὸ πάνω μέρος τοῦ Σχήματος παρουσιάζει εἰκόνες τῶν πλανητῶν στὴν ἴδια κλίμακα, ἔτσι ὥστε κάποιος νὰ μπορεῖ νὰ διακρίνει τὸ σχετικὸ μέγεθος τῆς Γῆς συγκριτικὰ μὲ τὸ μεγαλύτερο πλανήτη, τὸ Δία. Στὸ κάτω μέρος τοῦ Σχήματος, οἱ πλανῆτες εἶναι τοποθετημένοι ἀναλογικὰ μὲ τὴν πραγματικὴ τους ἀπόσταση ἀπὸ τὸν Ἡλιο. Εἶναι ἐμφανὲς ὅτι τὸ πλανητικὸ σύστημα διαχωρίζεται μὲ φυσικὸ τρόπο στοὺς ἐσωτερικοὺς πλανῆτες (Ἐρμῆς, Ἀφροδίτη, Γῆ καὶ Ἄρης), καὶ τοὺς ἐξωτερικοὺς πλανῆτες, ξεκινώντας ἀπὸ τὸ Δία, τὸν Κρόνο, τὸν Οὐρανὸ καὶ τὸν Ποσειδῶνα, καί, ἀκόμη πῶ μακριά, τὸν Πλούτωνα.



Σχήμα 3. Τὸ πάνω μέρος τοῦ Σχήματος παρουσιάζει εἰκόνες ἀπὸ ὅλους τοὺς πλανῆτες, ὅπως ἐλήφθησαν ἀπὸ διάφορα διαστημόπλοια μέσα στὰ τελευταῖα 50 περίπου χρόνια. Ἡ κλίμακα εἶναι ἴδια γιὰ ὅλες τὶς εἰκόνες, ἔτσι ὥστε ἡ σύγκριση μεγέθους μεταξὺ τοῦ Δία, τοῦ μεγαλύτερου πλανήτη, καὶ τῆς Γῆς νὰ εἶναι εὐκόλη. Τὸ κάτω μέρος τοῦ Σχήματος παρουσιάζει τὶς θέσεις τῶν πλανητῶν σὲ σχέση μὲ τὸν Ἡλιο, μὲ τὴν ἴδια κλίμακα μήκους, καὶ ἀπεικονίζει τὴν τεράστια ἀπόσταση ἀνάμεσα στὴ Γῆ καὶ τοὺς μακρινότερους πλανῆτες, τὸν Ποσειδῶνα στὰ δεξιὰ καὶ τὸν Πλούτωνα (πάνω καὶ στὸ κέντρο).

Ἐσωτερικοί πλανῆτες

Εἶναι καθοριστικῆς σημασίας νὰ ξεκινήσουμε τὴ συζήτηση μὲ μιὰ ἐξέταση τῶν ἐσωτερικῶν πλανητῶν. Τὸ Σχῆμα 4 παρουσιάζει εἰκόνες τῶν τεσσάρων ἐσωτερικῶν πλανητῶν καὶ ἕναν πίνακα ποὺ ἀναφέρει λεπτομερῶς τὸ μέγεθός τους, τὴν πυκνότητα, τὴ θερμοκρασία, τὴν ἀτμοσφαιρική πίεση, τὴ σύνθεση καὶ τὴ σχετικὴ ἔνταση τοῦ μαγνητικοῦ τους πεδίου. Σημειώστε τὴν ὁμοιότητα μεταξὺ τῆς Γῆς καὶ τῆς Ἀφροδίτης στὸ μέγεθος καθὼς ἐπίσης καὶ στὴν πυκνότητα. Ὡστόσο, ἀξιοσημείωτη διαφορὰ ἐντοπίζεται στὴ διακύμανση τῆς θερμοκρασίας. Ἡ ἐπιφάνεια τῆς Ἀφροδίτης βρίσκεται στὴ σταθερὴ θερμοκρασία τῶν 462 °C ἐνῶ ἐκείνη τῆς Γῆς κυμαίνεται ἀπὸ τὸ ἐλάχιστο τῶν -99 °C τὸ χειμῶνα στοὺς πόλους ὡς τὸ μέγιστο τῶν 58 °C στὸν ἡμερινό. Ἐπιπλέον, ἀξιοσημείωτα εἶναι ἡ ἀπουσία ἀτμόσφαιρας στὸν Ἑρμῆ, ἡ ἐξαιρετικὰ πυκνὴ ἀτμόσφαιρα τῆς Ἀφροδίτης καὶ ἡ ὑποτυπώδης ἀτμόσφαιρα τοῦ Ἄρη. Ἡ σύνθεση τῶν ἀτμοσφαιρῶν ἐπίσης διαφέρει σημαντικὰ μεταξὺ τῶν τεσσάρων αὐτῶν πλανητῶν. Μικρὲς ποσότητες νατρίου στὸν Ἑρμῆ, ἡ οὐσιαστικὰ ἀποτελούμενη ἀπὸ διοξείδιο τοῦ ἀνθρακὰ ἀτμόσφαιρα τῆς Ἀφροδίτης, ἡ Γῆ, μὲ τὴν κυριαρχία τοῦ ἀζώτου ἀλλὰ μὲ ἕνα πολὺ σημαντικό ποσοστὸ ὀξυγόνου, καὶ τελικὰ ἡ ἀτμόσφαιρα τοῦ Ἄρη μὲ διοξείδιο τοῦ ἀνθρακὰ, λίγο ἄζωτο καὶ ἴχνη ἀπὸ ἀργό. Εἶναι ἐπίσης ἀξιοσημείωτο ὅτι ἡ Γῆ ἔχει τὸ ἰσχυρότερο μαγνητικὸ πεδίο ἀπὸ τοὺς τέσσερις πλανῆτες, ἐνῶ σχεδὸν μηδενικὸ μαγνητικὸ πεδίο μετρήθηκε στὴν Ἀφροδίτη καὶ ἕνα πολὺ ἀσθενὲς στὴν περίπτωσι τοῦ Ἑρμῆ καὶ τοῦ Ἄρη.



	Έρμηης	Άφροδίτη	Γη	Άρης
Άπόσταση από τον Ήλιο	58 εκατ. χλμ.	108 εκατ. χλμ.	150 εκατ. χλμ.	228 εκατ. χλμ.
Άκτίνα	2440 χλμ.	6052 χλμ.	6371 χλμ.	3393 χλμ.
Πυκνότητα	5,43 g/cc	5,20 g/cc	5,52 g/cc	3,93 g/cc
Θερμοκρασία	-193 °C ως 427 °C	462 °C	-89 °C ως 58 °C	-87 °C ως -5 °C
Πίεση	–	92 Atm	1 Atm	0,0064 Atm
Άτμόσφαιρα	ΐχνη	CO ₂ , N ₂	N ₂ , O ₂	CO ₂ , N ₂ , Ar
Μαγν. Πεδίο	0,0033 G	–	0,3 Gauss	~ 0,01 Gauss

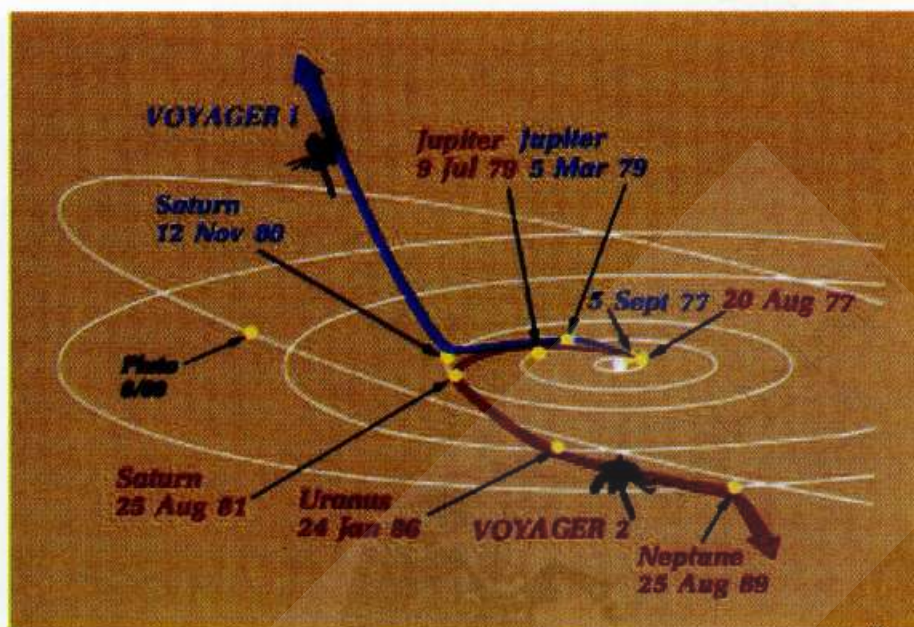
Σχήμα 4. Σύγκριση ανάμεσα στο μέγεθος και τα χαρακτηριστικά των τεσσάρων εσωτερικών πλανητών. Η πιο έντυπωσιακή διαφορά είναι εκείνη στη θερμοκρασία ανάμεσα στην Άφροδίτη, το θερμότερο πλανήτη, στους 462 °C, και τον Άρη, τον ψυχρότερο, με θερμοκρασία κοντά στους -90 °C στους πόλους.

Η προφανής ερώτηση είναι πώς είναι δυνατόν 3 από τους 4 εσωτερικούς πλανήτες, δηλαδή η Άφροδίτη, η Γη και ο Άρης, να βρίσκονται στην ίδια γενικά περιοχή του ηλιακού συστήματος, προφανώς ξεκινώντας από παρόμοια αρχική κατάσταση ως προς τη σύνθεση και τα χαρακτηριστικά της επιφάνειάς τους, καταλήγοντας, ωστόσο, σε μιά τελική κατάσταση τόσο έντονα διαφορετική για καθέναν από τους τρεις. Είναι ξεκάθαρο ότι η Άφροδίτη είναι ένα άκραιο παράδειγμα παγκόσμιας θέρμανσης (φαινόμενο θερμοκηπίου), με μιάν ατμόσφαιρα ουσιαστικά αποτελούμενη μονάχα από διοξείδιο του άνθρακα, χωρίς καθόλου νερό. Στην πραγματικότητα τα σύννεφα στην ατμόσφαιρα της Άφροδίτης περιλαμβάνουν σταγονίδια θειικού οξέως, του οποίου τα διαβρωτικά αποτελέσματα όλοι γνωρίζουμε πολύ καλά (όξινη βροχή). Ο Άρης είχε νερό στην επιφάνειά του στο παρελθόν, όπως είναι εμφανές από τα πολλά άνυδρα ρυάκια καθώς επίσης και από τον υδάτινο πά-

γο στο βόρειο και νότιο πολικό «πηλήκιο». Το νερό, ωστόσο, το οποίο ήταν άφθονο την ίδια περίοδο που η Γη επίσης είχε πολύ νερό στην ατμόσφαιρα και την επιφάνειά της, εξαφανίστηκε περίπου 500 εκατομμύρια χρόνια μετά από τη δημιουργία του ήλιακού συστήματος. Σήμερα γνωρίζουμε ότι αρκετό από το νερό απορροφήθηκε από το έδαφος και μπορεί κάλλιστα να βρίσκεται σε υγρή φάση σε φυσικές δεξαμενές κάτω από το έδαφος, καθώς η θερμοκρασία στην επιφάνεια είναι τέτοια που το νερό μπορεί να υπάρξει μονάχα σαν πάχος ή σαν ατμός. Είναι αξιοσημείωτο ότι η παρουσία νερού στα πολικά «πηλήκια» του Άρη είναι γνωστή από τις αρχές της δεκαετίας του '70 από φασματοσκοπικές μετρήσεις του διαστημόπλοιου Mariner. Τότε αποκαλύφθηκε η ύπαρξή του σε διάφορες περιοχές του πλανήτη. Αργότερα εντοπίστηκε εντός 10 εκατοστών από την επιφάνειά του, με μετρήσεις από το διαστημόπλοιο της NASA «Όδύσσεια», ενώ τελικά ταυτοποιήθηκε χημικά μετά την προσεδαφίση του διαστημόπλοιου «Φοίνιξ», στις 25 Μαΐου 2007.

Εξωτερικοί πλανήτες

Μετά από την αρχική εξερεύνηση του Δία και του Κρόνου από τα διαστημόπλοια Pioneer 10 και 11, απέμεινε στις αποστολές των Voyager 1 και 2 να παρέχουν μια πιο λεπτομερή αναγνώριση των εξωτερικών πλανητών, αρχίζοντας με το Δία το 1979 και συνεχίζοντας με κοντινές διαβάσεις από τον Κρόνο το 1980 και 1981, με το Voyager 2 να συνεχίζει σε μια τροχιά που προέβλεπε την εξερεύνηση του Ουρανού το 1986 και του Ποσειδώνα το 1989. Η τροχιά των δύο Voyager απεικονίζεται στο Σχήμα 5, το οποίο παρουσιάζει πώς οι εξωτερικοί πλανήτες βρίσκονταν σε μια συγκεκριμένη διάταξη, τέτοια ώστε ήταν εφικτό για το διαστημόπλοιο Voyager 2 να χρησιμοποιήσει την βαρύτητα του κάθε πλανήτη για να αλλάξει την τροχιά του με τέτοιο τρόπο, ώστε να πάρει την απαραίτητη ώθηση και να στοχεύσει τον επόμενο πλανήτη μέχρι να ολοκληρωθεί η πλήρης εξερεύνηση και των τεσσάρων μεγάλων εξωτερικών πλανητών. Το διαστημόπλοιο Voyager 1 συνέχισε σε τροχιά που κατευθύνεται έξω από το επίπεδο της ελλειπτικής και τελικά διέσχισε το όριο ανάμεσα στην ήλιακη ατμόσφαιρα (την Ήλιόσφαιρα) και την άπαρχή του μεσοαστρικού διαστήματος, όπως θα δοῦμε αργότερα.



Σχήμα 5. Αναπαράσταση των τροχιών των δύο Voyager που εκτοξεύθηκαν τον Αύγουστο και τον Σεπτέμβρη του 1977. Στην εικόνα φαίνονται οι ημερομηνίες της κοντινότερης διάβασης από κάθε πλανήτη. Σημειώστε πως η τροχιά του Πλούτωνα είναι κεκλιμένη σε σχέση με το επίπεδο της έλλειπτικής, όπου βρίσκονται οι τροχιές των υπόλοιπων πλανητών.

Το διαστημόπλοιο Voyager παρείχε έντυπωσιακές εικόνες καθώς επίσης και λεπτομερή δεδομένα σχετικά με τη φύση και τη σύνθεση των εξωτερικών πλανητών και των δορυφόρων τους. Ένα παράδειγμα απεικονίζεται στο Σχήμα 6, το οποίο δείχνει την έρυθρά κηλίδα του πλανήτη Δία μαζί με τους 4 μεγάλους «Γαλιλαϊκούς» δορυφόρους: την Ίω, την Ευρώπη, το Γανυμήδη και την Καλλιστώ. Κάθε ένας από αυτούς τους δορυφόρους είναι μοναδικός με το δικό του τρόπο, ωστόσο μερικοί αποδείχτηκαν πιο έντυπωσιακοί από τους άλλους.



Σχήμα 6. Εικόνες της έρυθρας κηλίδας του Δία και των τεσσάρων Γαλιλαϊκών δορυφόρων, οι οποίοι ονομάζονται έτσι προς τιμήν του Galileo Galilei που τους ανακάλυψε. Σημειώστε τα διαφορετικά χρώματα και την ποικιλία στο ανάγλυφο για καθένα από τα τέσσερα φεγγάρια. Η διάμετρος της έρυθρας κηλίδας είναι περίπου 3 φορές εκείνη της Γης. Αυτά ήταν μερικά από τα πιο έντυπωσιακά εύρηματα των δύο Voyager στο Δία.

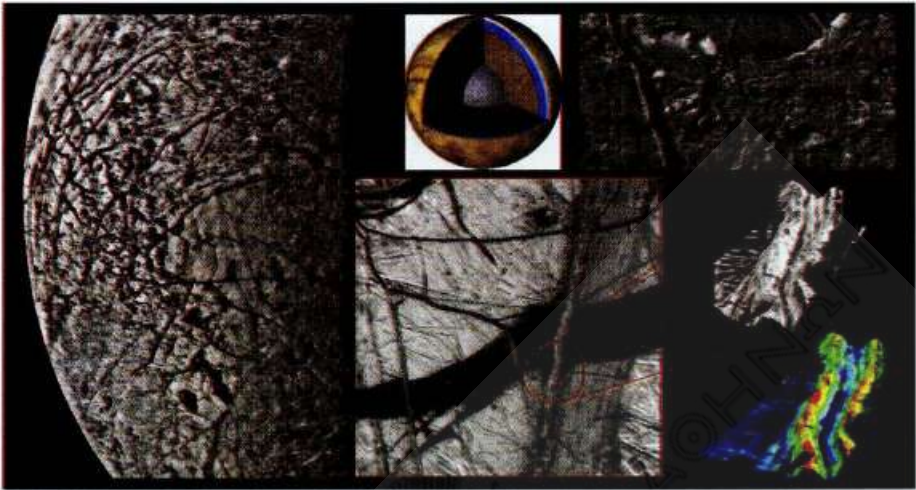
Ένα παράδειγμα από τα μοναδικά χαρακτηριστικά της Ίους εικονίζεται στο Σχήμα 7. Έδω κάποιος μπορεί να παρατηρήσει στα άριστερά την ποικιλία των χρωμάτων και των σχημάτων στην επιφάνεια αυτού του δορυφόρου. Η πλάγια διατομή κάτω άριστερά δείχνει μια έκτεταμένη, ήμικυκλικού σχήματος, έντονη απόκλιση στην ένταση, ή οποία οφείλεται σε ένα ήφαιστειο, του οποίου τα αέρια έχουν εξαπλωθεί σε ύψος περίπου 300 χλμ. πάνω από την επιφάνεια. Το ήφαιστειο Πελέ (πάνω και κέντρο) συνέχιζε τη δραστηριότητά του, όχι μόνο κατά τη διάρκεια της πτήσης του Voyager, αλλά ακόμη και όταν απεικονίστηκε από την αποστολή «Γαλιλαίος» στις αρχές της δεκαετίας του '90. Χαμηλά στο κέντρο μπορεί κανείς να δει την καυτή λάβα από το ήφαιστειο Tvashtar Catena, με θερμοκρασία περίπου 1.100 °C. Η λάβα αποτελείται κυρίως από θείο. Η εικόνα στα δεξιά, προερχόμενη επίσης από το διαστημόπλοιο «Γαλιλαίος», παρουσιάζει το ήφαιστειο από ψηλά καθώς τα αέ-

ρια και ή στάχτη πέφτουν στο έδαφος σε μία περιοχή στο μέγεθος της Γαλλίας. Ανά πάσα στιγμή υπάρχουν 11 ως 15 συνεχώς ενεργοποιημένα ήφαιστεια σε ολόκληρη την Ίω. Είναι περιττό να αναφέρουμε ότι ή Ίω είναι το αντικείμενο με την έντονότερη ήφαιστειακή δραστηριότητα σε ολόκληρο το ηλιακό σύστημα.



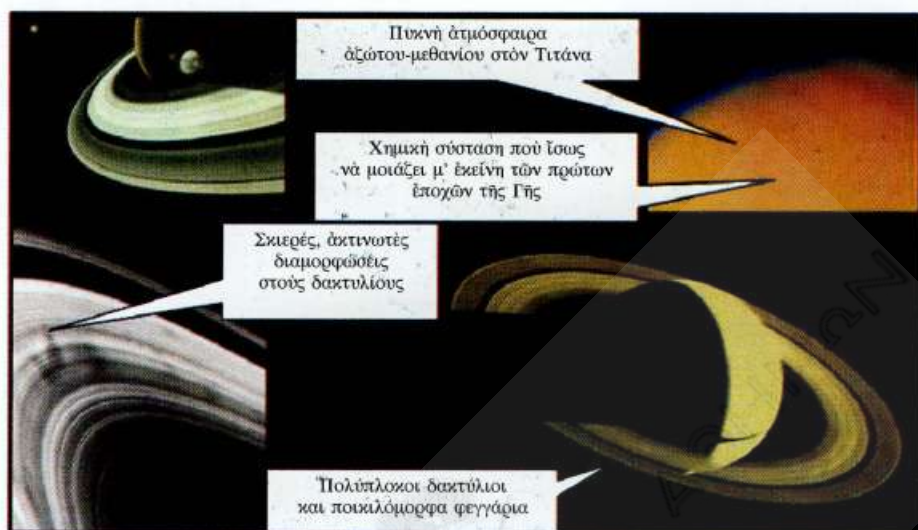
Σχήμα 7. Τα ήφαιστεια του δορυφόρου του Δία, της Ίους, είναι τα μεγαλύτερα στο ηλιακό μας σύστημα. Τα διάφορα χαρακτηριστικά που φαίνονται στην εικόνα συζητούνται μέσα στο κείμενο.

Η επόμενη εικόνα (Σχήμα 8) δείχνει κάποιες λεπτομέρειες της επιφάνειας της Ευρώπης, του δεύτερου από τους Γαλιλαϊκούς δορυφόρους. Εδώ ή επιφάνεια του δορυφόρου αποτελείται από πάγο με επιμήκεις ρωγμές, μερικές από τις οποίες επιτρέπουν σε υλικά κάτω από το στρώμα του πάγου να αναδύονται στην επιφάνεια. Μετρήσεις από το μαγνητόμετρο του διαστημόπλοιου «Γαλιλαίος» μās βοήθησαν να διακρίνουμε ότι κάτω από το παχύ στρώμα πάγου υπάρχει ένας ωκεανός υγρού νερού σε θερμοκρασίες που είναι αρκετά πάνω από το μηδέν. Πιστεύεται ότι σε ένα τέτοιο περιβάλλον υπάρχει ή πιθανότητα για σημαντική βιολογική δραστηριότητα.



Σχήμα 8. Η επιφάνεια του φεγγαριού του Δία Εύρώπη, όπως φωτογραφήθηκε από τα διαστημόπλοια Voyager (αριστερά) και Galileo (κέντρο). Τα διάφορα χαρακτηριστικά που εικονίζονται συζητούνται μέσα στο κείμενο. Παρατηρείστε τη σχηματική αναπαράσταση πάνω και κεντρικά που παρουσιάζει την ύπαρξη ενός υγρού ωκεανού κάτω από το επιφανειακό στρώμα πάγου. Κάποια από τα ρήγματα και τους εγκάρσιους επιφανειακούς σχηματισμούς (δεξιά) έχουν μέγεθος ακόμη και 5 χλμ.

Και τα δύο Voyager συνέχισαν το ταξίδι τους προς τον πλανήτη Κρόνο ανακαλύπτοντας έναν ακόμη διαφορετικό κόσμο. Το Σχήμα 9 παρουσιάζει μια σύντομη περίληψη από τις εικόνες και μερικές από τις ανακαλύψεις των Voyager στον Κρόνο: τα έντυπωσιακά δακτυλίδια, όπως φωτογραφήθηκαν πάνω από τον πλανήτη (κάτω δεξιά), τις επιμήχεις κηλίδες στα δακτυλίδια (κάτω αριστερά), οι οποίες δεν έχουν γίνει ακόμα πλήρως κατανοητές, και κάτι ακόμη πιο απρόσμενο, την πυκνή ατμόσφαιρα του δορυφόρου Τιτάνα αποτελούμενη κυρίως από άζωτο με ποσοστό μεθανίου και άλλων χημικών στοιχείων, όπως θα συζητήσουμε αργότερα.



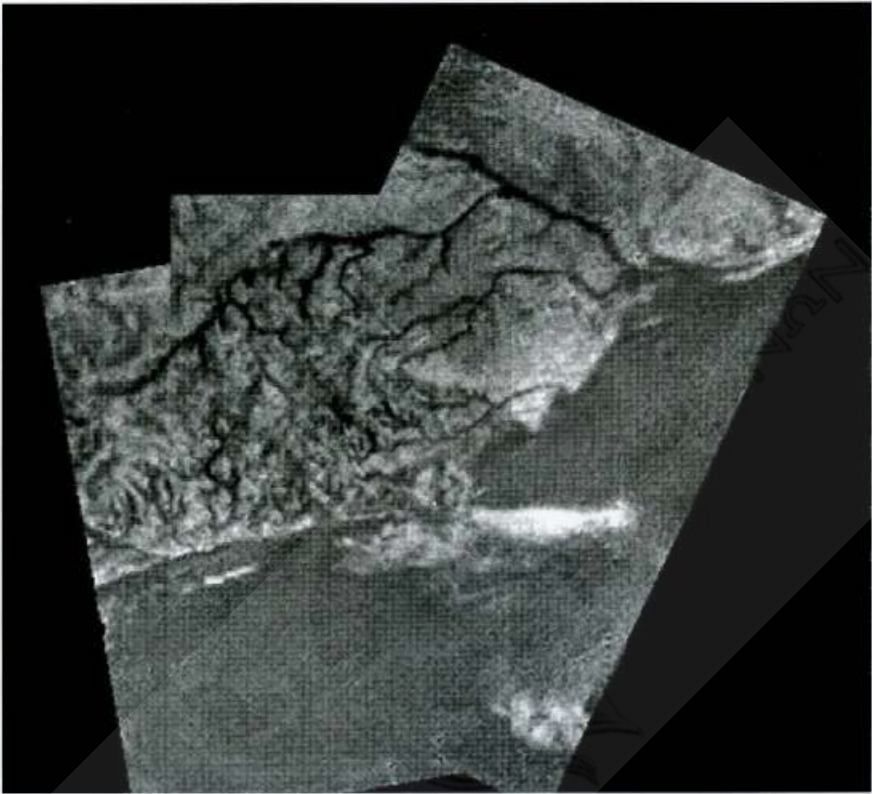
Σχήμα 9. Εικόνες από τον πλανήτη Κρόνο, ίσως τον πιο έντυπωσιακό από όλους τους πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος εξαιτίας των καταπληκτικών δακτυλίων του, όπως ελήφθησαν από το διαστημόπλοιο Voyager. Τα διάφορα χαρακτηριστικά που εικονίζονται σημειώνονται πάνω στο Σχήμα.

Ο Κρόνος έχει πολλούς δορυφόρους, εξήντα δύο σύμφωνα με την τελευταία καταμέτρηση, και περιλάμβανε εξίσου μεγάλο αριθμό εκπλήξεων, όπως ο Δίας. Το Σχήμα 10 παρουσιάζει μια εικόνα, η οποία προέρχεται από το διαστημόπλοιο Cassini το 2006. Στα άριστερά φαίνεται ο νότιος πόλος του δορυφόρου Έγκελάδου, όπου διακρίνονται ιδιόμορφες λωρίδες, οι οποίες τελικά αποκαλύφθηκε ότι εκτοξεύουν πίδακες παγωμένου νερού. Αυτοί οι πίδακες αποτελούνται όχι μονάχα από παγωμένο νερό αλλά περιλαμβάνουν και άζωτο, διοξείδιο του άνθρακα, όπως επίσης και μεθάνιο. Δεν είναι ακόμη κατανοητό πώς είναι δυνατόν ένας δορυφόρος, του οποίου η διάμετρος είναι 500 χλμ. και η επιφανειακή του θερμοκρασία $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$, να εκτοξεύει νερό με τη μορφή σωματιδίων πάγου εμπλουτισμένου με επιπλέον οργανικές ενώσεις, προφανώς από μεγάλο βάθος κάτω από την επιφάνειά του.



Σχήμα 10. Το φεγγάρι του Κρόνου Έγκέλαδος (αριστερά). Οι εponομαζόμενες «λωρίδες της τίγρης» στο νότιο πόλο του σημειώνονται με το κόκκινο πλαίσιο. Από αυτά τα ρήγματα στον επιφανειακό πάγο ξεπηδούν μεγάλοι πίδακες υδάτινου πάγου (δεξιά), αναμεμιγμένοι με οργανικές ενώσεις, όπως αναφέρεται και στο κείμενο.

Οι μεγαλύτερες εκπλήξεις, ωστόσο, εμφανίστηκαν κατά την προσεδαφίση της κάψουλας Huygens, την οποία μετέφερε στην επιφάνεια του Τιτάνα το Cassini κατά την αποστολή του προς τον Κρόνο. Το Σχήμα 11 δείχνει κανάλια στην επιφάνεια του δορυφόρου αυτού, τα οποία καταλήγουν σε μία λίμνη (εικόνα στα αριστερά), ενώ η εικόνα στα δεξιά παρουσιάζει την περιοχή όπου η κάψουλα προσεδαφίστηκε και έλαβε φωτογραφίες του εδάφους και του ορίζοντα. Η ανάλυση των δεδομένων που ακολούθησε οδήγησε στο συμπέρασμα ότι τα βραχύδη αντικείμενα στην επιφάνεια είναι κομμάτια υδάτινου πάγου, ενώ υπάρχουν και πολλά μικρότερα κομμάτια που εμφανίζονται και έχουν διαστάσεις όχι μεγαλύτερες από μερικά εκατοστά του μέτρου.



Σχήμα 11. Εικόνες που έλαβε η κάψουλα Huygens, καθώς προσέγγιζε την επιφάνεια του Τιτάνα στις 14 Ιανουαρίου 2005. Η εικόνα στα αριστερά δείχνει τυπικούς ποτάμους σχηματισμούς, χαρακτηριστικά που παρατηρούμε στη Γη και τον Άρη, οι όποιοι προφανώς αδειάζουν στη γειτονική λίμνη. Η εικόνα στα δεξιά έχει ληφθεί από την κάμερα του Huygens στο σημείο της προσεδάφισής του. Οι εμφανείς «πέτρες» είναι στην πραγματικότητα κομμάτια υδάτινου πάγου, όπως ταυτοποίησαν φασματικές παρατηρήσεις από τα όργανα που υπάρχουν στην κάψουλα. Το μέγεθος αυτών των κομματιών πάγου είναι της τάξης των μερικών δεκάδων εκατοστών.

Αυτό, ωστόσο, δεν ήταν η μόνη έκπληξη στο πολύπλοκο περιβάλλον του Τιτάνα. Στη συνέχεια της αποστολής ο δορυφόρος Cassini συνέλεξε εικόνες από λίμνες στο βόρειο ημισφαίριο (Σχήμα 12) χρησιμοποιώντας ακτίνες από ραντάρ συνδυαστικής απόλαβής μέσα από την πυκνή ατμόσφαιρα αυτού του δορυφόρου του Κρόνου. Η λίμνη στα αριστερά έχει μέγεθος συγκρίσιμο με εκείνο της λίμνης Superior στο βόρειο τμήμα των ΗΠΑ, μεταξύ των ΗΠΑ και του Καναδά (είκόνα στα δεξιά).

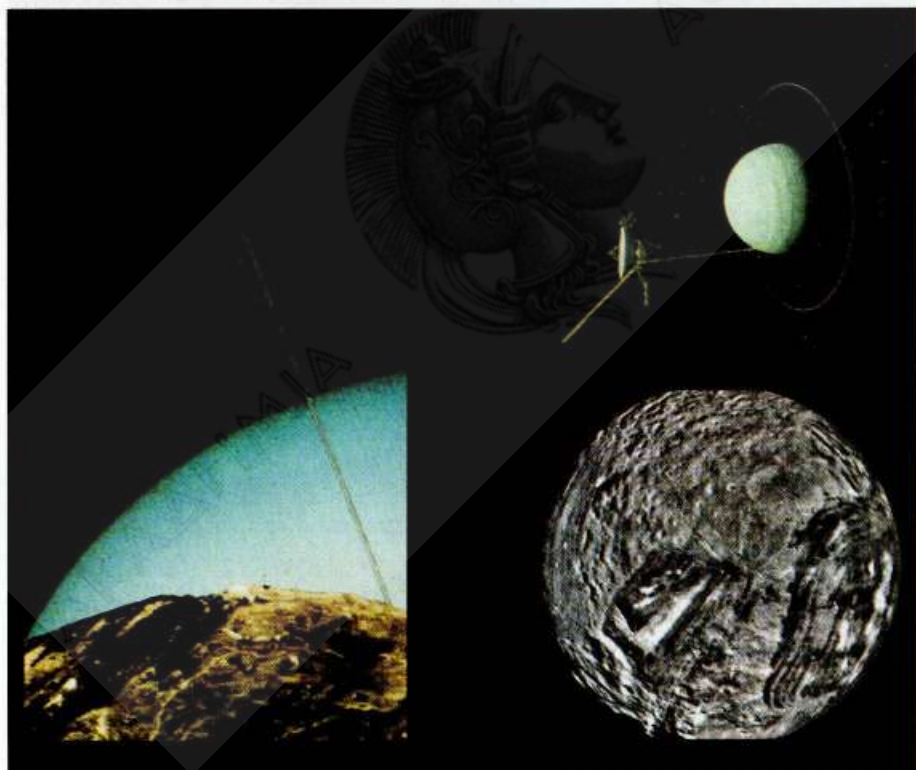


Σχήμα 12. Εικόνα λίμνης κοντά στο βόρειο πόλο του Τιτάνα (αριστερά), η οποία έχει ληφθεί με το ραντάρ συνδυαστικής απόλαβής του διαστημόπλοιου Cassini. Η εικόνα αυτή συγκρίνεται με μια αντίστοιχη της λίμνης Superior (δεξιά), της μεγαλύτερης λίμνης στην βορειοαμερικανική ήπειρο, που βρίσκεται στα σύνορα ανάμεσα στις ΗΠΑ και τον Καναδά. Το υγρό στην περίπτωση των λιμνών του Τιτάνα είναι αιθάνιο και μεθάνιο.

Οι λίμνες μοιάζουν να είναι σύνηθες χαρακτηριστικό στο βόρειο ημισφαίριο του Τιτάνα, ενώ πρόσφατα έχουν επίσης ανακαλυφθεί κάποιες μικρότερες λιμνώδεις περιοχές και στο νότιο ημισφαίριο. Το πιο απρόσμενο στοιχείο είναι ότι το υγρό στις λίμνες αυτές δεν είναι νερό (δεν θα μπορούσε να είναι αφού η επιφανειακή θερμοκρασία του Τιτάνα είναι $-190\text{ }^{\circ}\text{C}$), αλλά είναι στην πραγματικότητα αιθάνιο και μεθάνιο. Καθώς το τριπλό σημείο του μεθανίου είναι στους $-190\text{ }^{\circ}\text{C}$ αυτό μπορεί να υπάρχει ως υγρό, στερεό και ατμός ταυτόχρονα. Έτσι το μεθάνιο παίζει στην ατμόσφαιρα του Τιτάνα ένα ρόλο παραπλήσιο με εκείνον του νερού στην ατμόσφαιρα της Γης. Η έκταση της παρούσας εργασίας δεν επιτρέπει δυστυχώς μία αναλυτικότερη συζήτηση σχετικά με τις ανακαλύψεις των αποστολών Voyager και Cassini στον Τιτάνα και σε άλλες περιοχές του Κρόνιου συστήματος.

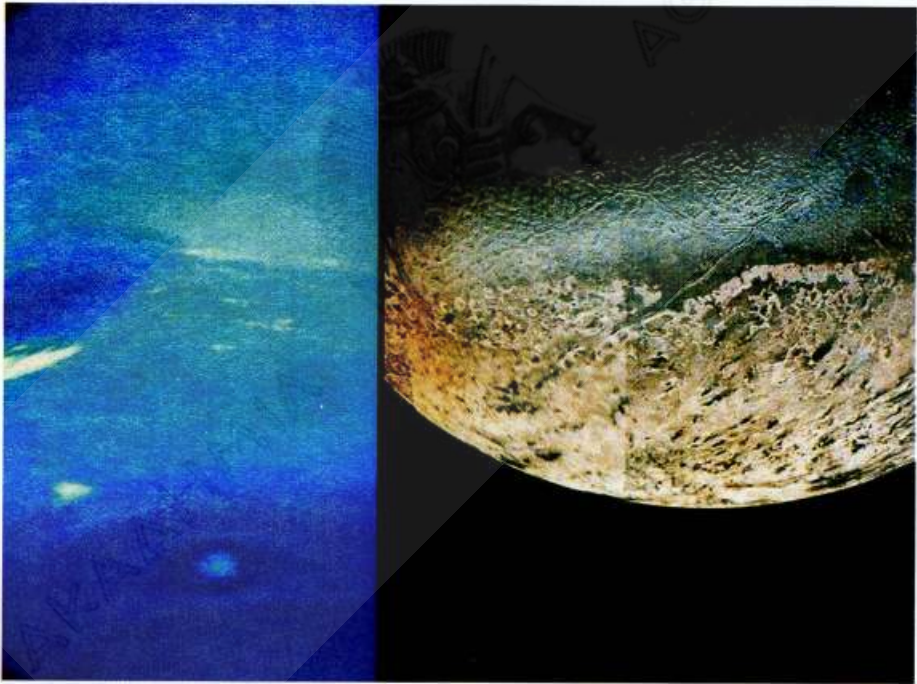
Το Voyager 2 συνέχισε το ταξίδι του προς στον πλανήτη Ουρανό, όπου έφτασε στις 24 Ιανουαρίου 1986. Ο Ουρανός είναι ο μόνος πλανήτης στο ηλιακό σύστημα του οποίου ο άξονας περιστροφής κείται πολύ κοντά στο

επίπεδο τής έλλειπτικής. Τò μαγνητικό του πεδίο είναι κεκλιμένο κατά 60° περίπου και μετατοπισμένο από τò κέντρο του πλανήτη κατά περίπου 25% τής πλανητικής ακτίνας. Η θερμοκρασία στην κορυφή τών νεφών του είναι περίπου -194 °C πάνω από τò μεγαλύτερο μέρος του πλανήτη. Στη διάρκεια τής διάβασης του (Σχήμα 13) τò Voyager 2 ανακάλυψε 10 νέους δορυφόρους και πέταξε πολύ κοντά στο φεγγάρι Μιράντα, τò όποιο παρουσιάζει ένα ποικιλόμορφο τοπίο που περιλαμβάνει βαθιές κοιλάδες και τεράστιες πεδιάδες. Τά χαρακτηριστικά αυτά δίνουν σέ κάποιον τήν αίσθηση ενός φεγγαριού, τò όποιο μπορεί νά είχε κατακερματιστεί και νά επανασυναρμολογήθηκε. Ο Ουρανός αποδείχθηκε ένας από τούς πιο περιέργους εξωτερικούς πλανήτες.



Σχήμα 13. Εικόνες του πλανήτη Ουρανού και δύο εκ τών φεγγαριών του, που έχουν ληφθεί από τò διαστημόπλοιο Voyager 2 τò 1986. Η ατμόσφαιρα του Ουρανού είναι μάλλον υποτυπώδης και ή μπλέ απόχρωσή της οφείλεται στην απορρόφηση του ήλιακού φωτός από νέφη μεθανίου. Τò φεγγάρι που εικονίζεται στα δεξιά, ή Μιράντα, έχει εξαιρετικά άκανόνιστη επιφάνεια.

Το Voyager 2 συνέχισε το ταξίδι του προς τον πλανήτη Ποσειδώνα, όπου έφτασε τον Αύγουστο του 1989 (Σχήμα 14). Περισσότερες εκπλήξεις περίμεναν την επιστημονική ομάδα στον πλανήτη αυτό. Έξι νέα φεγγάρια ανακαλύφθηκαν, καθώς επίσης και δακτύλιοι, οι οποίοι αποκαλύφθηκε ότι ήταν διάχυτοι και το υλικό τους ήταν τόσο λεπτό στην ύφή του, ώστε δεν μπορούσε να γίνει αντιληπτό από γήινες παρατηρήσεις. Συνολικά ανακαλύφθηκαν τέσσερις νέοι δακτύλιοι. Επιπλέον, αρκετές σκοτεινές κηλίδες παρατηρήθηκαν στην ατμόσφαιρα του Ποσειδώνα. Ειδικότερα, παρατηρήθηκε μία μεγάλη σκοτεινή κηλίδα στο μέγεθος της Γης (πάνω αριστερά στο Σχήμα 14).

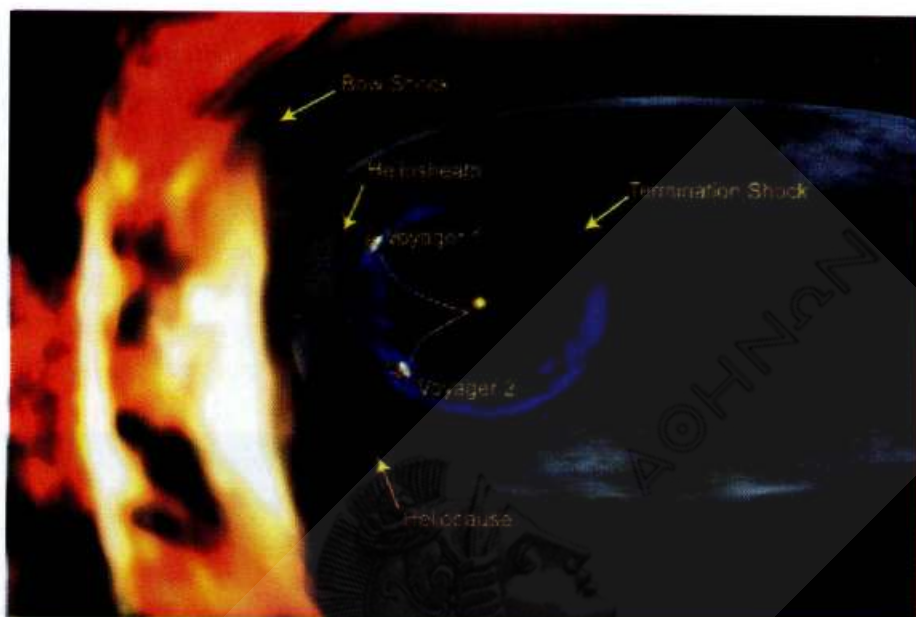


Σχήμα 14. Εικόνες του πλανήτη Ποσειδώνα (αριστερά) και του φεγγαριού του Τρίτωνα (δεξιά), όπως ελήφθησαν από το Voyager 2 το 1989. Η σκοτεινή κηλίδα στην ανώτερη ατμόσφαιρα του Ποσειδώνα έχει περίπου το μέγεθος της Γης. Οι σκοτεινές κηλίδες που εκτείνονται στα δεξιά του δορυφόρου Τρίτωνα εικάζεται ότι είναι κρυσπίδακες υγρών που εκτινάσσονται από το ύπεδαφος αυτού του ιδιόμορφου φεγγαριού.

Τò μαγνητικό πεδίο ἦταν ἀρκετὰ κεκλιμένο (-47° ἀπὸ τὸν ἄξονα περιστροφῆς) καὶ μετατοπισμένο ἀπὸ τὸ κέντρο τοῦ πλανήτη κατὰ μισή πλανητική ἀκτίνα. Μία ἀκόμα ἐκπληξή, ὡστόσο, ἦταν ὁ Τρίτωνας, ἓνας δορυφόρος σὲ ἀνάδρομη φορά γύρω ἀπὸ τὸν Ποσειδῶνα. Εἰκάζεται ὅτι πρόκειται μᾶλλον γιὰ ἓνα συλληφθὲν ἀντικείμενο, προερχόμενο ἔξω ἀπὸ τὸ ἡλιακὸ σύστημα, παρὰ γιὰ κάποιο ἀντικείμενο ποὺ δημιουργήθηκε τὴν ἴδια περίοδο μὲ τὸν πλανήτη Ποσειδῶνα. Πιὸ ἀξιοσημείωτες ἦταν οἱ σκοτεινὲς κηλίδες ποὺ παρατηρήθηκαν στὴν ἐπιφάνεια τοῦ Τρίτωνα καὶ θυμίζουν πίδακες ποὺ μοιάζουν νὰ κινοῦνται πρὸς μία γενικευμένη κατεύθυνση, ἡ ὁποία πιθανότατα συνδέεται μὲ τὴν ἀτμοσφαιρική κυκλοφορία στὴν ἐξαιρετικὰ λεπτὴ ἀτμόσφαιρα ($1.4 \cdot 10^{-5}$ Atm) αὐτοῦ τοῦ φεγγαριοῦ.

Ἡ διαστρική ἀποστολή Voyager

Μετὰ ἀπὸ τὴ διάβασή του ἀπὸ τὸν πλανήτη Ποσειδῶνα, τὸ Voyager 2 κατευθύνθηκε νοτίως τῆς ἐλλειπτικῆς, ἐνῶ τὸ Voyager 1 κατευθύνθηκε πρὸς τὸ βόρειο τμήμα τῆς ἡλιόσφαιρας, ἀμέσως μετὰ τὴν προσέγγισή του στὸν Κρόνο. Ἔτσι ξεκίνησε μιὰ νέα ἀποστολή μὲ τὸ ὄνομα «Voyager Interstellar Mission» (Διαστρική Ἀποστολή Voyager) μὲ τὴν προσμονὴ ὅτι ἓνα ἢ καὶ τὰ δύο αὐτὰ διαστημόπλοια θὰ προσεγγίσουν τελικὰ τὸ μεσοαστρικὸ χῶρο. Τὰ Voyager συνέχισαν νὰ κάνουν ἀνακαλύψεις, ὅπως ἡ διάβαση τοῦ ὄριου τῆς ἡλιακῆς ἀτμόσφαιρας (κρουστικὸ κύμα παύσης), ὅπως φαίνεται στὸ Σχῆμα 15. Αὐτὸ συνέβη γιὰ πρώτη φορά στὶς 16 Δεκεμβρίου 2004 μὲ τὸ Voyager 1 καὶ ἐπίσης μὲ τὸ Voyager 2 στὶς 30 Αὐγούστου 2007. Τὸ Voyager 1, εὑρισκόμενο σὲ ἀπόσταση 16,6 δισεκατομμυρίων χλμ., εἶναι τὸ πιὸ μακρινὸ ἀπὸ τὸν Ἥλιο ἀνθρώπινο κατασκευάσμα μέχρι σήμερα.



Σχήμα 15. Καλλιτεχνική απεικόνιση της Ήλιόσφαιρας, της εκτεταμένης δηλαδή ατμόσφαιρας του Ήλιου. Ο ηλιακός άνεμος εκτονώνεται συνεχώς από τον Ήλιο με ταχύτητα περίπου 1,5 εκατομμύρια χλμ./ώρα και επιβραδύνεται στο κρουστικό κύμα παύσης, όπως φαίνεται στο Σχήμα, σε απόσταση περίπου 100 AU (15 δις χλμ.). Στόν «ήλιοφλοιό» συναντάμε ένα μείγμα ηλιακού και μεσοαστρικού υλικού και αμφότερα τὰ Voyager 1 και 2 ταξιδεύουν τώρα σὲ αὐτὴν τὴν περιοχή. Πέραν αὐτῆς ὑπάρχει ὁ ἀμυγῆς μεσοαστρικός χώρος.

Καὶ τὰ δύο διαστημόπλοια κατευθύνονται παράλληλα πρὸς τὴν κίνηση τοῦ ηλιακοῦ μας συστήματος σὲ σχέση μὲ τὸ μεσοαστρικὸ χῶρο. Ἀναμένεται ὅτι θὰ προσεγγίσουν τὸν ἐντελῶς ἀνεπηρέαστο ἀπὸ τὸν ηλιακὸ ἄνεμο, ἀληθινὸ μεσοαστρικὸ χῶρο, σὲ περίπου 10 χρόνια (Σχήμα 2). Καὶ τὰ δύο διαστημόπλοια ἔχουν ἀρκετὴ ἰσχύ χρησιμοποιώντας μιὰ θερμοηλεκτρικὴ γεννήτρια ραδιοϊσοτόπου, ὥστε νὰ συνεχίσουν τὴ λειτουργία τους τουλάχιστον μέχρι τὸ ἔτος 2020. Θὰ ἀρχίσουν τότε νὰ περιπλανιόμαστε μέσα στὸ γαλαξία μας. Τὸ Voyager 1 βρίσκεται στὰ 1,6 ἔτη φωτὸς ἀπὸ τὸν AC+793888 τοῦ ἀστερισμοῦ τῆς Καμηλοπάρδαλης, ὅπου θὰ φτάσει σὲ περίπου 40.000 χρόνια. Τὸ Voyager 2 στὸ μεταξύ κινεῖται πρὸς τὴν κατεύθυνση τοῦ Σείριου, βρίσκεται σήμερα στὰ 4,3 ἔτη φωτὸς ἀπὸ αὐτὸν καὶ ἀναμένεται νὰ φτάσει σὲ περίπου 296.000 χρόνια. Οἱ ἀποστάσεις τῶν κοντινότερων ἀστέρων εἶναι πραγματικὰ τεράστιες καὶ τὰ Voyager, ἂν καὶ τὰ πιὸ προηγμένα διαστημό-

πλοια του 20ου αιώνα, κινούνται με μία συγκριτικά χαμηλή ταχύτητα (περίπου 17 χλμ./δευτερόλεπτο ή περίπου 61.200 χλμ./ώρα).

Κάθε διαστημόπλοιο φέρει ένα χρυσό δίσκο από τη Γη, που περιλαμβάνει χαιρετισμό από τον τότε Πρόεδρο των ΗΠΑ Jimmy Carter (1977), το Γενικό Γραμματέα των Ηνωμένων Εθνών, χαιρετισμούς σε 54 γλώσσες, ήχους από τη Γη, συμπεριλαμβανομένου και εκείνου του μεγαλύτερου θηλαστικού, της φάλαινας, 90 λεπτά μουσικής, 180 φωτογραφίες ανθρώπων, ζώων και τοπίων, που σκοπό έχουν να πληροφορήσουν κάποιον πολιτισμό σε αυτούς τους άστερισμούς για την ύπαρξη του ανθρώπινου είδους εδώ στη Γη. Η πληροφορία στο δίσκο αυτό είναι κωδικοποιημένη σε ψηφιακή μορφή, δηλαδή με ακολουθίες των αριθμών μηδέν και ένα, με την ελπίδα ότι ο πολιτισμός που κάποτε ίσως θα βρει το διαστημόπλοιο θα είναι αρκετά προηγμένος, ώστε εύκολα να ερμηνεύσει και να αποκωδικοποιήσει αυτές τις εικόνες. Η κλίμακα μήκους που έχει χρησιμοποιηθεί είναι 21,11 εκατοστά, το χαρακτηριστικό μήκος κύματος της ακτινοβολίας του υδρογόνου, του πιο διαδεδομένου στοιχείου στο σύμπαν. Η ιδέα προτάθηκε από τον Carl Sagan, αστρονόμο από το πανεπιστήμιο Cornell, ο οποίος έπεισε την επιστημονική μας ομάδα να συμπεριληφθεί ο δίσκος αυτός στα δύο Voyager, ενώ αυτά μεταφέρονταν στο ακρωτήριο Canaveral για εκτόξευση. Ο Sagan πίστευε ακράδαντα στην πιθανότητα ύπαρξης άλλων πολιτισμών στο σύμπαν.

Περιορισμοί αποστάσεων στη ρομποτική εξερεύνηση

Προκειμένου να συζητήσουμε για τα όρια της ρομποτικής εξερεύνησης, πρέπει να λάβουμε υπόψη το επίπεδο σημερινής τεχνολογίας, μελλοντικές βελτιώσεις και τα τεχνολογικά όρια των σημερινών διαστημικών συστημάτων. Όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή, το πλησιέστερο στον Ήλιο μας αστρικό σύστημα είναι το α-Κενταύρου, σε απόσταση 4,35 έτη φωτός (41 τρις χλμ.). Άς αναλογιστούμε όμως πρώτα τις αποστάσεις μέσα στο δικό μας ηλιακό σύστημα. Όπως απέδειξαν τα δύο Voyager, είναι ξεκάθαρο ότι τα μη επανδρωμένα διαστημόπλοια είναι ικανά να προσεγγίσουν όλους τους πλανήτες, συμπεριλαμβανομένου και του Πλούτωνα (το διαστημόπλοιο New Horizons θα φτάσει εκεί στις 14 Ιουλίου 2015). Ωστόσο, είναι τα ταξίδια μετ' επιστροφής προς τους κοντινούς πλανήτες εκείνα που θα πρέπει να μας απασχολούν, εφόσον οι επανδρωμένες αποστολές εξερεύνησης είναι ο υπέρτατος σκοπός για την ανθρωπότητα. Ο πιο πιθανός προορισμός πλανήτη που

είναι σχετικά φιλόξενος είναι ο Ήρης. Ένα τυπικό ταξίδι προς αυτόν τον πλανήτη θα χρειαζόταν περίπου 1.000 μέρες συμπεριλαμβανομένης και διάρκειας ενός έτους παραμονής στην επιφάνεια του πλανήτη για το ανθρώπινο πλήρωμα. Η μη επανδρωμένη αποστολή για επιστροφή εδαφικών δειγμάτων από τον Ήρη, ή οποία αναμένεται να εκτοξευθεί το 2020, θα εκτελέσει το ταξίδι σε μικρότερο χρόνο από αυτόν, καθώς μοναδικός της σκοπός είναι να επιστρέψει στη Γη δείγματα του εδάφους που θα έχουν ληφθεί σε συγκεκριμένο βάθος κάτω από την επιφάνεια.

Μια επανδρωμένη αποστολή, ωστόσο, θα πρέπει να καταναλώσει αρκετό χρόνο στην επιφάνεια του πλανήτη, αρχικά για να εγκαταστήσει τον απαραίτητο εξοπλισμό διαβίωσης, και ακολούθως για να εξερευνήσει τον ίδιο τον πλανήτη. Οι περιορισμοί μιας τέτοιας αποστολής που αφορούν στο ανθρώπινο πλήρωμα είναι σημαντικοί και δεν αναλύονται εκτενώς στο μεγαλύτερο μέρος της επιστημονικής και τεχνικής βιβλιογραφίας, αν εξαιρέσουμε τα έργα επιστημονικής φαντασίας. Πρώτο και κύριο ζήτημα είναι η μακροχρόνια παραμονή σε μηδενική βαρύτητα, ή οποία έχει αποδειχθεί ότι οδηγεί σε απώλεια οστέινης μάζας ως και 20% ανά έτος. Μια τέτοια απώλεια καθιστά έναν άνθρωπο σχεδόν ανίκανο να εκτελέσει κάθε είδους υπηρεσίες, πόσο μάλλον εκείνες που αφορούν στην εξερεύνηση της επιφάνειας ενός άλλου πλανήτη. Ο αντίλογος είναι ότι τέτοια μακροχρόνια συμπτώματα θα μπορούσαν ίσως να μετριαστούν με εξάσκηση ή/και με μελλοντική ανακάλυψη κατάλληλης φαρμακευτικής αγωγής, που θα δίνει τη δυνατότητα διατήρησης της οστέινης μάζας ακόμη και σε συνθήκες μηδενικής βαρύτητας. Ένα δεύτερο και μεγαλύτερο εμπόδιο είναι οι συχνές ηλικιακές εκρήξεις που παράγουν σωματιδιακή ακτινοβολία (πρωτόνια), τα οποία μπορούν να διαπεράσουν τα τοιχώματα των περισσότερων διαστημόπλοιων και να αποθέσουν δυνητικά θανάσιμη δόση ακτινοβολίας στο ανθρώπινο πλήρωμα. Ποικίλα σενάρια που έχουν συζητηθεί αφορούν σε ενισχυμένης προστασίας ειδικά διαμερίσματα μέσα στο διαστημόπλοιο, τα οποία θα επέτρεπαν στους αστροναύτες να προστατευθούν για περιορισμένο χρονικό διάστημα αποφεύγοντας τη μέγιστη δόση ακτινοβολίας. Το μειονέκτημα μιας τέτοιας λύσης έχει να κάνει με την απαιτούμενη αύξηση της μάζας του διαστημόπλοιου, προκειμένου να κατασκευαστεί ένα τέτοιο διαμέρισμα μέσα σε αυτό. Μία ακόμη αναπόφευκτη έκθεση σε ακτινοβολία είναι εκείνη που οφείλεται στις γαλαξιακές κοσμικές ακτίνες, οι οποίες διαπερνούν κάθε επίπεδο προστασίας και θα απέθεταν σημαντική δόση ακτινο-

βολίας στο ανθρώπινο πλήρωμα. Για παράδειγμα, μία ισοδύναμη δόση γαλαξιακής ακτινοβολίας χιλίων ημερών θα προκαλούσε σοβαρό κλονισμό της υγείας των ανθρώπων αυτών, οι οποίοι θα είχαν επίσης και ανάγκη από διορθωτική επέμβαση καταρράκτη αμέσως μετά την επιστροφή τους στη Γη. Δεν έχουμε επίσης αναφερθεί στα ψυχολογικά προβλήματα τα οποία ίσως εμφανιστούν εξαιτίας του μακροχρόνιου περιορισμού του πληρώματος σε ένα συγκριτικά περιορισμένο χώρο διαβίωσης, όπως είναι το πιο πιθανό να συμβεί στην περίπτωση μιάς τέτοιας αποστολής.

Παρόλα τα σημαντικά εμπόδια, τα οποία δεν έχουν προφανείς τεχνολογικές λύσεις στη σημερινή εποχή, είναι πιθανό ότι επανδρωμένες αποστολές προς τον Άρη θα πραγματοποιηθούν μέσα στα επόμενα 50 χρόνια. Είναι επίσης πολύ πιθανό ότι μιά τέτοια αποστολή δε θα αναληφθεί από μία χώρα μονάχα αλλά θα είναι μία συνεργατική προσπάθεια όλων των διαστημικών υπηρεσιών του κόσμου. Μεγαλύτερης διάρκειας ταξίδια, π.χ. προσεδάφιση στο φεγγάρι του Δία Ευρώπη, θα απαιτήσουν σημαντικά μεγαλύτερη χρονική διάρκεια για το ταξίδι αυτό καθ' αυτό, όπως επίσης και για την αντιμετώπιση των εμποδίων του συγκεκριμένου περιβάλλοντος. Το προφανές στην περίπτωση του δορυφόρου Ευρώπη είναι ότι βρίσκεται μέσα στις ζώνες ραδιενεργούς ακτινοβολίας του Δία (αντίστοιχες με τις ζώνες Van Allen στη Γη), όπου η σωματιδιακή ακτινοβολία είναι εξαιρετικά έντονη και θα μπορούσε να αποθέσει θανάσιμη δόση μέσα σε μερικές μόνο ώρες σε μη κατάλληλα προστατευμένους αστροναύτες στην επιφάνεια της Ευρώπης. Φυσικά σήμερα γνωρίζουμε ότι συγκεκριμένοι τύποι βακτηρίων έχουν αναπτύξει τη δυνατότητα να επισκευάζουν το γενετικό τους κώδικα (DNA) μετά από βλάβη λόγω ακτινοβολίας κι έτσι μπορούν να επιζήσουν ακόμη και κάτω από ψηλά επίπεδα ακτινοβολίας, όπως αυτά που συναντά κανείς στην περιοχή της Ευρώπης. Ίσως μέσα στα επόμενα 50 χρόνια περίπου να υπάρξουν φαρμακευτικές αγωγές ικανές να επισκευάζουν το ανθρώπινο DNA σε τέτοιο βαθμό, ώστε το συγκεκριμένο εμπόδιο να παρακαμφθεί.

Είναι εμφανές από την προηγηθείσα συζήτηση ότι οποιαδήποτε προσεχής εξερεύνηση, πόσο μάλλον μετακίνηση μεγάλου αριθμού ανθρώπων από τη Γη προς άλλους πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος, είναι προς το παρόν μη εφικτή και απίθανη να συμβεί μέσα στην επόμενη χιλιετία τουλάχιστον.

Ἄς ἔλθουμε τώρα στὶς περιοχὲς τοῦ ἀπώτερου διαστήματος, δηλαδή ἐκεῖνες τῶν ἄλλων ἀστεριῶν. Νωρίτερα ἀναφέραμε ὅτι ἡ ἀπόσταση ὡς τὸ κοντινότερο ἀστρικό συγκρότημα, δηλαδή τὸ α-Κενταύρου, εἶναι περίπου 41 τρις χλμ. ἢ 4,35 ἔτη φωτός ἀπὸ τὴ Γῆ. Ἄν ὑπῆρχε κάποιος διαστημόπλοιο πὺ μποροῦσε νὰ ταξιδέψει μὲ τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός, θὰ μποροῦσε κάποιος νὰ συζητήσει γιὰ τὴν πιθανότητα ἑνὸς μετ' ἐπιστροφῆς ταξιδιοῦ σὲ πιθανῶς φιλόξενους πλανῆτες σ' αὐτὸ τὸ ἀστρικό σύστημα. Εἶναι περιττὸ νὰ ἀναφέρουμε ὅτι οἱ τεχνολογικὲς δυνατότητες στὴν παρούσα ἐποχὴ ἀλλὰ καὶ στὸ ὄρατὸ μέλλον ἀποκλείουν μιὰ τέτοια ἀποστολή. Πιο συγκεκριμένα, ἂν μπορούσαμε νὰ κατασκευάσουμε ἕνα διαστημόπλοιο πὺ θὰ ταξίδευε μὲ τὸ 1% ἢ ἀλλιῶς 100 φορές πιο ἄργα ἀπὸ τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός (300.000 χλμ./δευτερόλεπτο) θὰ χρειαζόταν 435 χρόνια γιὰ νὰ φτάσει στὸν α-Κενταύρου. Γιὰ σύγκριση, τὰ ταχύτερα διαστημόπλοια πὺ κατασκευάστηκαν ἀπὸ τὸν ἄνθρωπο ὡς τώρα, τὰ Voyager 1 καὶ 2, κινοῦνται μὲ ταχύτητα περίπου 17 χλμ./δευτερόλεπτο ἢ περίπου 20.000 φορές πιο ἄργα ἀπὸ τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός. Ἡ παρούσα τεχνολογικὴ πρόοδος ὑποδεικνύει ὅτι θὰ μπορούσαμε νὰ βελτιώσουμε τὴν ταχύτητα αὐτὴ κατὰ περίπου 5 φορές, ἔτσι ὥστε νὰ κατασκευαστεῖ ἕνα διαστημόπλοιο πὺ θὰ κινεῖται μὲ τὴν ταχύτητα τῶν 80-100 χλμ./δευτερόλεπτο, πολὺ ἄργα δηλαδή γιὰ νὰ φτάσει σὲ κάποιον κοντινὸ ἀστέρι. Ὅπως ἤδη ἐξηγήσαμε, ἀκόμη καὶ μὲ τὸ 1% τῆς ταχύτητας τοῦ φωτός, θὰ ἀπαιτοῦνταν 435 χρόνια γιὰ νὰ φτάσει κάποιος στὸν α-Κενταύρου. Τέτοιες ταχύτητες εἶναι ἀπίθανο νὰ εἶναι διαθέσιμες στὸ ὄρατὸ μέλλον. Θὰ χρειαζόταν ἕνα τεχνολογικὸ ἄλμα, τὸ ὁποῖο εἶναι ἐξαιρετικὰ ἀπίθανο. Παρότι εἶναι πιθανὸ νὰ κατασκευάσουμε πυρηνικούς πυραύλους πὺ θὰ μποροῦσαν νὰ προωθήσουν ἕνα διαστημόπλοιο μὲ τέτοιες ταχύτητες, ἡ συντριπτικὴ πλειοψηφία τοῦ πληθυσμοῦ τῆς Γῆς θὰ ἔβρισκε μιὰ τέτοια ἐξέλιξη μὴ ἀποδεκτὴ σὲ ὅ,τι ἀφορᾷ τὶς ἐπιπτώσεις στὴν ἀτμόσφαιρα καὶ τὸ περιβάλλον τῆς Γῆς, ἀνεξάρτητα μὲ τὸ ἂν τέτοιοι φόβοι εἶναι δικαιολογημένοι ἢ ὄχι.

Στὴ βάση τῆς προηγηθείσας συζήτησης προκύπτει τὸ συμπέρασμα ὅτι μεγάλης κλίμακας μετακινήσεις πληθυσμοῦ μέσα στὸ ἡλιακὸ μας σύστημα εἶναι ἐξαιρετικὰ ἀπίθανη, τουλάχιστον γιὰ τὶς ἐπόμενες μερικὲς ἑκατοντάδες χρόνια, καὶ ὅτι ρομποτικὴ ἐξερεύνηση τῶν κοντινῶν ἀστεριῶν εἶναι ἐπίσης ἀπίθανη μέσα στὸν ἴδιο χρονικὸ ὄριζοντα. Ἐτσι, ἡ προσμονὴ τῆς ἐγκαθίδρυσης ἀνθρώπινων ἀποικιῶν μέσα στὸ ἡλιακὸ μας σύστημα πιθανότατα ἀπέχει χι-

λιάδες χρόνια. Φυσικά, δὲ συζητήσαμε τὴν πιθανότητα δημιουργίας ἰκανῶν συνθηκῶν γιὰ μακροχρόνια ἐπιβίωση σὲ ἓνα ἀφιλόξενο περιβάλλον, ἀκόμα καὶ γιὰ τὴν περίπτωση τοῦ Ἄρη. Τέτοιες ἀναζητήσεις εἶναι πέρα ἀπὸ τὸ πλαίσιο αὐτῆς τῆς ἐργασίας.

Συμπερασματικά σχόλια

Ἀπὸ τὴν ἀπαρχὴ τοῦ πολιτισμοῦ, τὸ ἀνθρώπινο εἶδος ἀναρωτήθηκε γιὰ τὴν ὑπαρξὴ ἄλλων κόσμων ὅπως ἡ Γῆ, ἄλλων ἡλιακῶν συστημάτων καὶ ἄλλων συμπάντων ὅπως τὸ δικό μας. Ὑπάρχει σήμερα ἡ ἀποψη ὅτι τὸ δικό μας σύμπαν εἶναι ἓνα ἀπὸ τὰ πολλὰ ποὺ ὑπάρχουν καὶ ὁ καινούριος ὅρος ποὺ ἐπινοήθηκε εἶναι «πολυσύμπαν». Τὰ διάφορα μοντέλα γιὰ τὴν ἐξέλιξη τῆς ζωῆς στὴ Γῆ περιλαμβάνουν τὴν πιθανότητα ἡ Γῆ νὰ ἔχει «μολυνθεῖ» ἀπὸ ὀργανικά μόρια προερχόμενα ἀπὸ τὸ μεσοαστρικὸ ὕλικό ἢ ἀπὸ ἄλλους πλανῆτες ἢ καὶ ἀπὸ πλανῆτες ἄλλων ἀστέρων. Ἔχουν ὑπάρξει προσπάθειες νὰ γίνῃ ποσοτικὸς ὑπολογισμὸς τῆς πιθανότητας ὑπαρξῆς ἄλλων πολιτισμῶν στὸ σύμπαν, ὅπως τὸ ξέρουμε. Ἡ πρώτη ἀπὸ αὐτὲς τὶς προσπάθειες ἔγινε ἀπὸ τὸν Drake (1962), ὁ ὁποῖος κατέστρωσε τὴν ἐπονομαζόμενη ἐξίσωση Drake, ἡ ὁποία σκοπὸ εἶχε νὰ ὑπολογίσει τὸν ἀριθμὸ τῶν πολιτισμῶν στὸ Γαλαξία μας. Τὸ ἀποτέλεσμα τέτοιων ὑπολογισμῶν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴ σχετικὴ αἰσιοδοξία ἢ ἀπαισιοδοξία ἐκείνων ποὺ ὑπολογίζουν τὶς τιμές γιὰ παραμέτρους ὅπως ἡ πιθανότητα ὑπαρξῆς νοήμονος ζωῆς στὸν ἀριθμὸ τῶν πλανητῶν ποὺ μπορεῖ νὰ ὑπάρχουν στὸ γαλαξία μας κ.ο.κ. Κάτω ἀπὸ συγκεκριμένες ὑποθέσεις, ἡ ἐξίσωση προβλέπει ὅτι μπορεῖ νὰ ὑπάρχουν ἀπὸ 1 ὠς 10 πολιτισμοὶ σὲ μιὰ ἀκτίνα 50 ἐτῶν φωτὸς ἀπὸ τὴ Γῆ. Προσεγγιστικά, 50 ἔτη φωτὸς εἶναι 470 τρις χλμ. Στὴ βάση τῆς συζήτησης ποὺ προηγήθηκε στὴν προηγούμενη ἐνότητα, αὐτὸ σημαίνει ὅτι πάρα πολλές γενεὲς ἀνθρώπων θὰ πρέπει νὰ ζήσουν καὶ νὰ ἀναπτυχθοῦν μέσα σὲ ἓνα διαστημόπλοιο πρὶν κἂν μπερῶσουν νὰ πλησιάσουν κάποιον ἀπὸ αὐτοὺς τοὺς πολιτισμούς.

Ὡστόσο, μιὰ πὸ σχετικὴ ἐρώτηση εἶναι γιὰ πόσο θὰ μπορούσε νὰ ἐπιζήσει μιὰ νοήμων κοινωνία ὅπως ἡ δική μας. Ἡ περιορισμένη μας ἐμπειρία ἐδῶ στὴ Γῆ δὲν εἶναι ἐνθαρρυντικὴ. Ἡ ὑφήλιος πλησίασε σ' ἓναν πυρηνικὸ πόλεμο τὸ 1962 (πυραυλικὴ κρίση τῆς Κούβας), ὁ ὁποῖος θὰ εἶχε ὀδηγήσει στὸ θάνατο ἢ θὰ εἶχε προκαλέσει σίγουρη μετάλλαξη σὲ μεγάλο μέρος τῆς ἀνθρωπότητας. Εὐτυχῶς κάτι τέτοιο ἀπεφεύχθη καὶ ὄντας νοήμονα ὄντα θὰ συνεχίσουμε νὰ ἀποφεύγουμε πιθανὴ αὐτοκαταστροφὴ στὸ μέλλον, εἴτε πρόκειται

για κάποιο είδος πυρηνικού πολέμου ή για τη συνεχή χρήση καυσίμων που θα προκαλέσουν καταστροφική παγκόσμια θέρμανση. Έτσι, αν η ανθρωπότητα δεν αυτοκαταστραφεί, θα πρέπει να αναζητήσουμε άλλα αίτια, τα οποία θα μπορούσαν να τερματίσουν το ανθρώπινο είδος όπως το ξέρουμε. Το προφανές όριο είναι ο χρόνος ζωής της ενεργειακής μας πηγής, του Ήλιου. Σε περίπου 1 ως 2 εκατομμύρια χρόνια, ο Ήλιος θα αρχίσει να μεταβαίνει στο στάδιο του έριθρου γίγαντα και η θερμοκρασία στη Γη θα φτάσει σε επίπεδα όπου αρκετό από το νερό θα εξατμιστεί και το μεγαλύτερο μέρος του πλανήτη θα ερημοποιηθεί. Σε ακόμη 1 έως 2 εκατομμύρια χρόνια, η διάμετρος του Ήλιου θα έχει αυξηθεί τόσο, ώστε θα είναι πλέον πρακτικά αδύνατον να υπάρξει οποιαδήποτε μορφή ζωής σ' αυτόν τον πλανήτη.

Μία πιο πιθανή αιτία που θα μπορούσε να οδηγήσει στον τερματισμό του πολιτισμού είναι ο κίνδυνος ενδεχόμενων συγκρούσεων με κομήτες και άστεροειδείς. Όπως σήμερα γνωρίζουμε, η Γη ήταν εκτεθειμένη σε τέτοιες συγκρούσεις στο παρελθόν και πιθανότατα θα είναι και στο μέλλον. Οι πιο καταστροφικές από αυτές τις συγκρούσεις είναι εκείνες με αντικείμενα διαμέτρου 10 περίπου χλμ., και οι τελευταίοι υπολογισμοί της συχνότητας τέτοιων συγκρούσεων είναι περίπου μία κάθε 50 εκατομμύρια χρόνια. Η ενέργεια που απελευθερώνεται κατά την σύγκρουση με ένα τέτοιο αντικείμενο είναι προσεγγιστικά ισοδύναμη με 1.000.000 «Χιροσίμες», δηλαδή 1.000.000 φορές μεγαλύτερη από εκείνη της ατομικής βόμβας που κατέστρεψε τη Χιροσίμα στο Β' παγκόσμιο πόλεμο. Συνεπώς, ένα πιθανό ανώτατο όριο στη διατήρηση της ύπαρξης του πολιτισμού που γνωρίζουμε θα μπορούσε να είναι, στατιστικά μιλώντας, 50 εκατομμύρια έτη.

Υπάρχει, ωστόσο και ένα καθησυχαστικό σενάριο για ένα τέτοιο γεγονός. Για πρώτη φορά η ανθρωπότητα σήμερα είναι σε θέση να εξοπλίσει κατάλληλα ένα διαστημόπλοιο, το οποίο να προσεδαφιστεί σ' έναν υποθετικά απειλητικό άστεροειδή ή κομήτη, έτσι ώστε να μεταβάλει την τροχιά του και να αποφύγουμε την σύγκρουση. Με διάφορους τρόπους, ο κίνδυνος μιας καταστροφικής σύγκρουσης, δεδομένης της σημερινής τεχνολογικής μας ανάπτυξης, είναι πραγματικά άποφευκτός.

Συνοψίζοντας λοιπόν, φαίνεται ότι η επιβίωση της ανθρωπότητας εξαρτάται κυρίως από την ίδια την ανθρωπότητα. Με ποιόν τρόπο, δηλαδή, μπορούμε να αναπτύξουμε ανθρώπινες κοινωνίες, να προαγάγουμε θεσμούς που θα οδηγήσουν στη διατήρηση της παγκόσμιας ειρήνης, να χρησιμοποιή-

σουμε τεχνολογίες που δὲ θὰ ἔχουν ἄμεσες ἐπιπτώσεις στὸ περιβάλλον καὶ τὴν ἀτμόσφαιρά μας καὶ νὰ ὀδηγηθοῦμε σ' ἓνα βέλτιστο πληθυσμὸ που θὰ μπορεῖ νὰ ὑποστηριχθεῖ καὶ νὰ ἀναπτυχθεῖ μὲ τίς πηγές που εἶναι διαθέσιμες σ' αὐτὴ τὴ Γῆ. Ἡ διαφυγὴ πρὸς ἄλλα οὐράνια ἀντικείμενα, κοντινὰ ἢ μακρινά, δὲν ἀποτελεῖ ὀρατὴ λύση γιὰ τουλάχιστον μερικὲς χιλιετίες, ἂν ὄχι δεκάδες χιλιετίες.

Βιβλιογραφία

- Drake, F. D., *Intelligent Life in Space*. Macmillan, New York 1962.
 Gehrels, T., *Survival through Evolution: From Multiverse to Modern Society*. Book Surge Publishing, Charleston, SC, USA 2007.
 Johnson, T. V., Timescales – from Origin of the Saturn System. *Saturn after Cassini-Huygens conference*, London 28 July-1 August 2008.
 Papaloizou, J. C. B., Planetary System Formation, *Science* 321, 2008, 777-778.

ΔΗΜΟΣΙΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 29ΗΣ ΜΑΪΟΥ 2008

ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΓΕΩΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ
ΕΙΣ ΤΗΝ ΜΕΓΑΛΗ ΠΟΛΗ ΤΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΑΣ*

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ

ΤΩΝ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΩΝ κ.κ. Χ. Σ. ΖΕΡΕΦΟΥ^{1,2} ΚΑΙ Ν. ΑΜΒΡΑΖΗ¹
ΜΕΤΑ ΤΩΝ κ.κ. Η. ΒΑΔΑΥ³ ΚΑΙ Ε. ΞΗΡΟΤΥΡΗ-ΖΕΡΕΦΟΥ⁴

1. Ἀκαδημία Ἀθηνῶν
2. Ἐθνικὸν Ἀστεροσκοπεῖον Ἀθηνῶν
3. Τμῆμα Ἱστορίας καὶ Ἀρχαιολογίας, Ἀριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
4. Μαρσιολογικὸ-Καναγκίνειο Ἰδρυμα Ἐπιστημῶν Περιβάλλοντος

Ἡ μεγάλη πόλις τῆς Ἀλεξανδρείας, μετὰ τὴν κατάληψή της ἀπὸ τὸν Amr-Ibn-Al-As τὸ 642 μ.Χ., ἀκολούθησε πορεία πολύπλοκη μέχρι τὸν ἀφανισμό της. Ἡ πόλις αὐτὴ ὑπέστη, ἐκτὸς ἀπὸ τὴν κατάκτηση, καὶ σημαντικὰ καταστροφὰ ἀπὸ περιβαλλοντικὰ καὶ γεωλογικὰ φαινόμενα. Χαρακτηριστικὰ ἐνδείξεις περὶ αὐτῶν προκύπτουν ἀπὸ τὰ κείμενα τῶν Ἀράβων ἱστορικῶν καὶ περιηγητῶν ποὺ ἔγραψαν ἀπὸ τὸν 8ο μέχρι καὶ τὸν 15ο αἰ. σχετικὰ μὲ τις ἐντυπώσεις τους ἀπὸ τὴν ἐπίσκεψή τους στὴν Ἀλεξάνδρεια. Κύριοι συγγραφεῖς μεταξύ αὐτῶν εἶναι ὁ Ibn Abd Al-Hakam, ὁ ὁποῖος ἔγραψε μεταξύ τοῦ 8ου καὶ τοῦ 9ου αἰ. μ.Χ. τὸ ἔργο *Futuh Misr* (Κατακτήσεις τῆς Αἰγύπτου). Ὁ Abd Al-Hakam προέρχεται ἀπὸ τὴν περιοχὴ τοῦ σημερινοῦ παλαιοῦ Καΐρου, δηλ. ἀπὸ τὸ Ἄλ-Φουστάτ (Φοσσάτον¹). Ὁ ἐπόμενος

* Μῆρος τοῦ κειμένου ἀνακοινώθηκε ἀπὸ τὸν Χ. Σ. Ζερεφὸ στὸ 10ο Διεθνὲς Συνέδριον Αἰγυπτολογῶν (Ρόδος, 22-29 Μαΐου 2008).

1. Ἡ πρώτη πρωτεύουσα τῆς ἀραβικῆς Αἰγύπτου, ποὺ ἀντικατέστησε τὴν Ἀλεξάνδρεια μετὰ τὸ 642 μ.Χ.

περιηγητής, ιστορικός και γεωγράφος, είναι ο Al-Mas`udi (Άλ-Μασούντι), ο οποίος έγραψε μεταξύ του 9ου και του 10ου αϊ. μ.Χ. το περίφημο βιβλίο *Murowj Al-Dhahab* (Μουρούτζ Άλ-Δάχαμπ, *Λιβάνια Χρυσαφένιας Γνώσης* ή *Χρυσαφένιοι Λεμῶνες*). Τὸν 11ο αϊ. κυρίαρχο ἔργο εἶναι ἐκεῖνο τοῦ Al-Baghdadi, συμπατριώτη τοῦ Al-Mas`udi. Ὁ Al-Baghdadi ἐπισκέφθηκε τὴν Ἀλεξάνδρεια τὴν ἐποχὴ τοῦ Saladin. Τὸ 12ο αϊ. ἔχουμε τὸν Ibn Jubayr, προερχόμενο ἀπὸ τὴν Ἀνδαλουσία, ὁ ὁποῖος ἔγραψε τὸ ἔργο *Al-Rihlatu* (Άλ-Ρίχλα[του], *Τὸ Ταξίδι*). Ἀνάλογο ἔργο καὶ μάλιστα πολύτομο ἔγραψε ὁ Ibn Battuta (Ἴμπν Μπαττούτα), μεταξύ τοῦ 13ου καὶ τοῦ 14ου αἰώνα, ὁ ὁποῖος ἀναφέρεται καὶ στὴν ἐξαιρετικὴ καταστροφὴ τῆς πόλης ἀπὸ σεισμὸ τὸ 13ο αϊ. Τὸ 14ο αϊ., ὁ Al Maqrizi ἐπίσης, στὸ τρίτομο ἔργο του *Al-Khitat* (Άλ-Χιτάτ, *Τὰ Σχέδια τῶν Πόλεων καὶ οἱ Κτήτορές τους*), περιγράφει τὴ γνώση πού ὑπῆρχε στὴν ἐποχὴ του, ἀναφέρεται δὲ καὶ στὴν παλαιότερη ἐξαιρετικὴ καταστροφὴ τῆς Ἀλεξανδρείας τὸν 3ο αϊ. μ.Χ. ἀπὸ σεισμὸ καὶ παλιρροϊκὸ κύμα. Τέλος, ὁ Al-Suyuti ἔγραψε ἐπίσης καὶ ταξιδιωτικὴ γεωγραφικὴ πραγματεία, ἀναφερόμενος καὶ εἰδικότερα στοὺς σεισμοὺς πού ἐπληξαν τὴ Μ. Ἀνατολή. Ὁ 15ος-16ος αἰώνας οὐσιαστικὰ σηματοδοτεῖ τὴν ἔναρξη τοῦ σκοταδιστικοῦ Μεσαίωνα πού ἐπέβαλε ἡ ἐξελισσομένη Ὀθωμανικὴ Αὐτοκρατορία στὴ Μέση καὶ στὴν Ἑγγύς Ἀνατολή καὶ τὸ τέλος τοῦ Μεσαίωνα γιὰ τὴ Δύση, ἡ ὁποία οὐσιαστικὰ ἀναγεννήθηκε μὲ ὅ,τι περιεσώθη κυρίως ἀπὸ τὴν ἀρχαία ἐλληνικὴ γραμματεία.

Μελετώντας τοὺς κύριους αὐτοὺς Ἀραβες χρονικογράφους, περιηγητὲς καὶ συγγραφεῖς, εἶναι προφανὲς ὅτι μέχρι τουλάχιστον τὸ 10ο αϊ. ἡ Ἀλεξάνδρεια διατήρησε τὴ λαμπρότητά της, ἂν καὶ ὑπέστη σημαντικὲς ἀλλαγές ἀπὸ τὶς παρεμβάσεις τῶν Ἀράβων κατακτητῶν. Ἄλλωστε, περὶ τῆς λαμπρότητας τῶν κτιρίων τῆς Ἀλεξανδρείας μᾶς ἀναφέρει ὁ γεωγράφος Στράβων ἀλλὰ καὶ πολλοὶ ἄλλοι ἐπισκέπτες τῆς μεγάλης αὐτῆς πόλεως καθὼς καὶ ἄλλοι Ἑλληνες καὶ Ρωμαῖοι περιηγητὲς καὶ ἐπισκέπτες τῆς Ἀλεξανδρινῆς Ἑλλάδος. Τὸ 642 μ.Χ. ὁ κατακτητὴς τῆς Ἀλεξανδρείας Amr-Ibn-Al-As ἔστειλε ἐπιστολὴν στὸ Χαλίφη τῆς Μεδίνα, Ὁμαρ Ἴμπν Ἀλ-Χαττάμπ (634-644 μ.Χ.), στὴν ὁποία ἀναφέρει ὅτι κατέκτησε «μία πόλη μὲ 4.000 θέατρα, 4.000 κήπους (μον-να), 4.000 λουτρά, 400 κέντρα διασκέδασης καὶ 12.000 μπακάλικα. Εἶχε λαμπερὰ μαρμάρινα κτίρια πού ἀνακλοῦσαν τόσο πολὺ τὸ φῶς πού τύφλωνε τοὺς κατακτητὲς ἀλλὰ καὶ μποροῦσε κανεὶς νὰ δεῖ τὸ βράδυ μὲ ἐλάχιστο φωτισμό». Βρῆκε

200.000 Έλληνες (Ρούμι) που έφυγαν με τα πλοία μετά την κατάκτησή της και τη συνθηκολόγηση με τη Βυζαντινή Αυτοκρατορία, ενώ καταγράφηκαν άλλοι 600.000, εκτός των γυναικόπαιδων, που αιχμαλωτίστηκαν από τους Άραβες.

Τριακόσια πενήντα χρόνια αργότερα ο Al Muqaddisi, το έτος 1000 μ.Χ., στον Όδηγό για την Αλεξάνδρεια γράφει: «Η Αλεξάνδρεια (Al-Iskandariyya) είναι μια απολαυστική πόλη στις άκτες της Άλ-Μπάχρ Άλ-Ρούμι (Bahr el Rumi, θάλασσα των Ελλήνων). Η διοίκηση στεγάζεται σε ένα απόρθητο φρούριο, είναι μια διαπρεπής πόλη, με μια αξιόλογη ομάδα ευυπόληπτων και ευσεβών πολιτών. Το πόσιμο νερό των κατοίκων προέρχεται από το Νεϊλο, που φθάνει σε αυτούς κατά την περίοδο των πλημμυρών μέσω υδραγωγείου που γεμίζει τις δεξαμενές τους [...] Η πόλη ιδρύθηκε από τον Δικέρατο (Dhul al-Qarnayn, δηλ. τον Μέγα Αλέξανδρο) και έχει πράγματι αξιοθαύμαστη ακρόπολη [...] Ο Φάρος της Αλεξανδρείας έχει σταθερά τα θεμέλιά του σε μία χερσόνησο και μπορεί να τον προσεγγίσει κανείς από ένα στενό δρόμο. Οί βάσεις του έχουν θεθεί γερά σε ένα βράχο και το νερό ανεβαίνει στο Φάρο από τη δυτική πλευρά. Το ίδιο ισχύει και για το όχυρό της πόλης εκτός από το ότι ο Φάρος είναι στη χερσόνησο στην οποία υπάρχουν 300 κτίρια, σε κάποια από τα όποια μόνο ένας ίππέας μπορεί να πάει χρησιμοποιώντας ένα σύνθημα. Ο Φάρος βρίσκεται σε ανώτερο επίπεδο από όλες τις πόλεις κατά μήκος της ακτής και λέγεται ότι χρησιμοποιούνταν ένας καθρέφτης εκεί, από τον οποίο μπορούσαν να δούν κάθε πλοίο που έφευγε από τις άκτες ή που πλησίαζε από κάθε σημείο της θάλασσας. Ένας φρουρός το παρακολουθούσε μέρα και νύχτα και μόλις έβλεπε κάποιο πλοίο, ενημέρωνε το διοικητή, ο οποίος έστελνε τα πουλιά προς την ακτή ώστε να είναι σε έτοιμότητα ή φρουρά».

Το 1200 μ.Χ. περίπου, ο Ibn Jubayr, στο περίφημο Ταξίδι του, γράφει: «Πρώτα πρώτα είναι η όμορφη της πόλης με τα πλατιά της κτίρια, σε βαθμό που δεν είδαμε σε καμία χώρα ή πόλη, πιο μεγάλους δρόμους, ούτε ύψηλότερα κτίρια, ούτε παλαιότερα και ούτε πλουσιότερα. Η πολυκοσμία της είναι απίστευτη και οι αγορές της είναι τέλεια γεμάτες, πλημμυρισμένες και γιορτερές. Το αξιοθαύμαστο είναι στην τοποθεσία της, πώς δηλαδή το κτίσιμό της είτε κάτω από την γη είτε επάνω στη γη είναι το ίδιο, και παρόλο που είναι τόσο παλιά τα κτίσματά της είναι τόσο δυνατά και ανθεκτικά. Ένα αξιοπρόσεκτο πράγμα με την κατασκευή της πόλης είναι ότι τα κτί-

ρια που βρίσκονται κάτω από την επιφάνεια της γης είναι σαν αυτά που είναι πάνω από το έδαφος και είναι ακόμα καλύτερα και πιο γερά, επειδή τα νερά του Νείλου εισέρχονται υπογειώς κάτω από τα σπίτια. Είδαμε μαρμάρινους κίονες και πλάκες σε ύψος, μέγεθος και λαμπρότητα ανυπέβλητη. Σε ορισμένους μεγάλους δρόμους οι κιονοστοιχίες ανεβαίνουν ψηλά και σκιαζουν τον ουρανό. Τα αίτια της ανέγερσης αυτών των κιονοστοιχιών είναι άγνωστα και κανείς δεν μπορεί να πει σχετικά με αυτά. Πιθανόν στους αρχαίους χρόνους οι κίονες αυτοί να υποστήριζαν κτίρια που προορίζονταν για τους φιλοσόφους και την αρχουσα τάξη της εποχής. Ίσως τα κτίρια αυτά να εξυπηρετούσαν αστρονομικές παρατηρήσεις. Ένα από τα μεγαλύτερα θαύματα που μπορεί κανείς να δει στην πόλη είναι ο Φάρος, τον οποίο κατασκεύασε ο μεγάλος και δοξασμένος Θεός με τα χέρια αυτών που προειδοποιούν και μελετούν τη μοίρα των άλλων, όπως αναφέρει και το Κοράνι (κ.ν. 75), ο οποίος χρησίμευε σαν οδηγός στους ταξιδιώτες, διότι χωρίς το Φάρο, που φαινόταν από απόσταση 70 μιλίων από τη θάλασσα, δε μπορούσε κανείς να βρει την πόλη της 'Αλεξανδρείας».

Τί μεσολάβησε άραγε και από το λαμπρότατο Ναό του Σεραπίου που είχε 400 κίονες δεν έμεινε κανένας; Ο περιηγητής Άμπντ Άλ-Λατίφ Άλ-Μπαργκνάντι επισκέφθηκε την 'Αλεξάνδρεια τον καιρό του βασιλιά Άλ-Μάλεκ Άλ-Άντελ, του αδελφού του Σαλαντίν, και παρατήρησε τους σπασμένους κίονες στην ακτή της θάλασσας και αποδοκίμασε την πράξη αυτή του τότε διοικητή της 'Αλεξανδρείας Καρατζά, ο οποίος έσπασε τους κίονες και γράφει: «Ύστερα είδα προσωπικά στην ακτή της θάλασσας, άμέσως μετά το τείχος της πόλης περισσότερους από 400 κίονες σπασμένους, κομμένους σε δύο και σε τρία μέρη. Η πέτρα τους είναι ίδια με την πέτρα του Άμουντ Άλ-Σαουάρι-Πομπήιου κίονα στο μέγεθος του τρίτου ή και του τετάρτου του (δηλ. του Πομπήιου). Και ισχυρίστηκαν όλοι οι κάτοικοι της 'Αλεξανδρείας ότι όλοι οι κίονες ήταν τοποθετημένοι όρθιοι γύρω από τη στήλη του Πομπήιου και ότι ένας από τους κυβερνήτες της 'Αλεξανδρείας, ονόματι Καρατζά, ο οποίος θεώρησε ότι με το να γκρεμίζει αυτούς τους κίονες, να τους σπάξει και να τους ρίχνει στην ακτή της θάλασσας έκανε μια σοβαρή στρατιωτική πράξη. Ισχυρίστηκε πως μια τέτοια πράξη απορροφά και την ένταση των κυμάτων που πέφτουν πάνω στα τείχη της πόλης και εμποδίζει τα πολεμικά πλοία των εχθρών. Αυτή η αντίληψη—πράξη είναι μια έκφραση παιδικής ανευθυνότητας. Είναι μια πράξη ανθρώπου που δε διακρίνει ανάμεσα στο κοινό συμφέρον και στη διαφθορά».

Ποῦ πῆγαν ὅμως τὰ περίφημα ἀνάκτορα τῶν Πτολεμαίων; Ποῦ πῆγε ὁ Φάρος τῆς Ἀλεξανδρείας; Ποῦ πῆγε ὁ μικρὸς Φάρος; Ἡ Βιβλιοθήκη; Τὸ Μουσεῖο; Τὸ Σῆμα; Τὰ 400 θέατρα; Ποῦ πῆγαν οἱ ἑκατοντάδες κίονες ποὺ σημάδευαν τὴν Ὀδὸ τῆς Κανώπου καὶ ὅλα τὰ ὑπέρλαμπρα κτίρια καὶ οἱ ἐπαύλεις τίς ὁποῖες περιγράφουν οἱ ἀρχαῖοι Ἕλληνες καὶ Ρωμαῖοι περιηγητὲς μὲ τρόπο ὀρθότερο καὶ λεπτομερέστερο ἀπὸ τὴν περιγραφή τῶν Ἀράβων περιηγητῶν. Ὁ περίφημος Chateaubriand, στὶς ἀρχές τοῦ 19ου αἰ., ἀναφέρει ὅτι τὰ μόνα ἱστορικά κτίσματα ποὺ βλέπει κανεὶς πλησιάζοντας τὴν Ἀλεξάνδρεια εἶναι ἡ Στήλη τοῦ Διοκλητιανοῦ (ἐσφαλμένα γνωστὴ ὡς Στήλη τοῦ Πομπηίου) καὶ οἱ ὀβελίσκοι (βελόνες) τῆς Κλεοπάτρας. Γράφει δὲ ὁ ἴδιος γιὰ τὸ τοπίο ποὺ συνάντησε πλησιάζοντας τὴν ἀκτὴ: «Στὶς 20 Ὀκτωβρίου, στὶς 5 τὸ πρωῒ, παρατήρησα πάνω ἀπὸ τὴν πράσινη καὶ ἀναστατωμένη ἐπιφάνεια τῆς θάλασσας, μιὰ ἀφρίζουσα γραμμὴ, πέρα ἀπὸ τὴν ὁποία τὰ νερὰ ἦσαν ὠχρὰ καὶ ἀτάραχα. Ὁ καπετάνιος ἤρθε καὶ ἀκουμπώντας με στὸν ὦμο, εἶπε στὰ φράγκικα “Nilo!”. Δὲν πέρασε πολὺ ὥρα πρὶν εἰσεέλθουμε στὸ διάστημα ποταμό, τὸ νερὸ τοῦ ὁποίου δοκίμασα καὶ βρῆκα πολὺ ἀλμυρό. Κάποιες φοινικιὲς καὶ ἓνας μιναρὲς ὑπέδειξαν ὅτι πλησιάζουμε στὴ Rosetta [ἡ σημερινὴ πόλη Ρασσίντ, Rashid], ἀλλὰ ἡ περιοχὴ αὐτὴ δὲν ἦταν ἀκόμα ὀρατὴ. Ἡ ἀκτὴ μοιάζει μὲ τίς σαβάνες τῆς Florida: εἶναι ἐντελῶς διαφορετικὴ ἀπὸ αὐτὲς τῆς Ἑλλάδας ἢ τῆς Συρίας καὶ ἀντιλαμβάνεται κανεὶς ἔντονα τὴν ἐπίδραση τοῦ τροπικοῦ ὀρίζοντα. Στὴ συνέχεια ἀνακαλύψαμε κάτω ἀπὸ τίς κορυφὲς τῶν φοινίκων μιὰ γραμμὴ ἄμμου ποὺ διέτρεχε τὸ ἀκρωτήριο τοῦ Aboukir, τὸ ὁποῖο ἔπρεπε νὰ διασχίσουμε στὸ δρόμο μας γιὰ τὴν Ἀλεξάνδρεια. Τότε ἀκριβῶς συναντήσαμε τὴν εἴσοδο τοῦ Νεῖλου στὴ Rosetta καὶ πηγαίναμε παράλληλα μὲ τὸ Boghaz. Τὸ νερὸ τοῦ ποταμοῦ στὸ μέρος αὐτὸ εἶναι κόκκινο, σχεδὸν βιολετί, καὶ ἔχει τὸ χρῶμα ποὺ ἔχει ἓνα ἔλος τὸ φθινόπωρο. Ἡ πλημμύρα τοῦ Νεῖλου εἶχε ἤδη τελειώσει καὶ ὁ ποταμὸς εἶχε ἀρχίσει νὰ ὑποχωρεῖ ἀπὸ πρὶν». Ἡ Fanny Pratt, στὸ ἔργο της *Passing through Egypt* γράφει τὸ 1843: «Δὲ μοιάζει μὲ καμία ἀπὸ τίς χῶρες ποὺ ἔχω δεῖ. Εἶναι πολὺ καφὲ καὶ ἐπίπεδη. Ἡ Στήλη τοῦ Πομπηίου στέκεται ἀπομονωμένη καὶ τὴ βλέπει ἀμέσως ὅποιος εἰσέρχεται στὸ λιμάνι, ἐπίσης φαίνονται τὰ Ἀνάκτορα τοῦ Mohammed Ali, βιοτεχνίες, τὸ ναυπηγεῖο καὶ κάποιοι ἀνεμόμυλοι, δώδεκα σὲ μία ὁμάδα [...] Ἡ Ἀλεξάνδρεια δὲν εἶναι παρὰ μιὰ πόλη ἐρείπιων, μὲ ἐξαιρεση τὰ κτίρια τοῦ Pasha ποὺ ἔχουν ἀνοικοδομηθεῖ».

Όταν τὸ 1803 ὁ μηχανικὸς τοῦ Ναπολέοντος Gratien Le Père ἀποβί-
βάσθηκε στὴν Ἀλεξάνδρεια, ὅπως γράφει, βιάδιζε παντοῦ πάνω σὲ συντρίμματα
κεραμικῶν, ὑαλικῶν, θραυσμάτων μαρμάρων. Ὁ Le Père γράφει ὅτι συνά-
ντησε ἓνα “πεδίο ἐρειπίων”, στὸ ὁποῖο προεξεῖχαν δύο μικροὶ λόφοι ποὺ σχη-
ματίστηκαν ἀπὸ τὴ μεταφορὰ τῶν πάσης φύσεως θραυσμάτων ποὺ διέταξε ὁ
Selym² τὸ 1517, ὅπως ἀναφέρει ὁ Λέων ὁ Ἀφρικανὸς στὸ ὁμώνυμο σύγ-
γραμμά του. Ὁ ἴδιος περιγράφει ὅτι βρῆκε 88 τζαμά, 600 συντεχνίες γιὰ
ὑφάσματα, 30 σαπωνοποιὰ ποὺ εἰσέγγαγαν λάδι ἀπὸ τὴν Πελοπόννησο, τὴν
Κρήτη καὶ τὴ Συρία καθὼς καὶ μικρὲς βιοτεχνίες κατεργασίας κόκκινου κα-
τσικίσου δέρματος. Συνάντησε 8.000 ψυχές, παζάρια ἐμπορικά, μερικά
πλοῖα, τὸ δὲ λιμάνι τῆς Ἀλεξανδρείας λειτουργοῦσε γιὰ τὴν εἰσαγωγὴ σιτα-
ριοῦ, ρυζιοῦ, καφέ καὶ ἄλλων ἐμπορευμάτων ἀπὸ τὴς Ἰνδίες. Μιὰ πόλη-ἀπο-
θήκη χωρὶς γλυκὸ νερό, μιὰ ἐγκαταλελειμμένη πόλη, μιὰ σκηνὴ σὲ κεντρικὸ
δρόμο τῆς ὁποίας περιέγραψε καὶ ὁ Robert Curzon τὸ 1833. Αὐτὸ ποὺ ἐξέ-
πληξε τὸν Curzon ἦταν οἱ ἄσκοι τοῦ ὕδατος ποὺ μετέφεραν ἑκατοντάδες ἡμί-
γυμνοι ἄνδρες ποὺ πουλοῦσαν “moya”³, δηλαδή νερό στοὺς διψασμένους
διαβάτες ἔναντι πενιχρῆς ἀμοιβῆς. Τὸ περίφημο ὑπόγειο ὑδρευτικὸ δίκτυο
τῆς πόλεως εἶχε στερέψει πρὸ πολλοῦ! Ὁ Le Père περιγράφει τὸ φαινόμε-
νο τῆς πρόσχωσης καὶ τῆς ἀνόδου τῆς στάθμης τῆς θάλασσας καὶ ἐπικα-
λεῖται τὴς ἀναμνήσεις τοῦ Γάλλου προξένου Maillet (1692-1718) ὁ ὁποῖος
ἀναφέρει ὅτι ἡ πόλη τῆς Ἀλεξανδρείας βρίσκεται πάνω σὲ προσχώσεις καὶ
ὅτι οἱ προσχώσεις συνεχίζονται καὶ ὅτι μάλιστα στὰ 26 χρόνια ποὺ βρισκό-
ταν ἐκεῖ ὁ Maillet τὸ προσχωσιγενὲς ἔδαφος εἶχε προχωρήσει 40 ὀλόκληρα
βήματα. Χαρακτηριστικὰ ἀναφέρει ὁ Le Père ὅτι ἡ ἀδιαφορία τῆς Ὀθωμα-
νικῆς διοίκησης ἄφησε τὰ πάντα νὰ καταστρέφονται χωρὶς καμία συντήρη-
ση.

Τὸ περιτείχισμα αὐτῆς τῆς ἐγκαταλελειμμένης πόλης, τοῦ ὁποίου μερικὲς
πλευρὲς τὸ ἐκστρατευτικὸ σῶμα τοῦ Ναπολέοντος βρῆκε ὀχυρωμένες ἀπὸ
ἓνα ἀντιπεριτείχισμα ποὺ φυλασσόταν ἀπὸ περισσότερους ἀπὸ 100 πύργους
διαφορετικοῦ σχήματος, δὲν περιέκλειε παρὰ μόνον ἓνα μέρος τῆς ἀρχαίας

2. Ὁ Ὀθωμανὸς σουλτάνος ποὺ κατέκτησε τὴν Αἴγυπτο ἀπὸ τοὺς Μαμελούκους τὸ
1517, γι' αὐτὸ τὸ ἔτος αὐτὸ σημαδεύει τὴν ἐναρξὴ τοῦ Μεσαίωνα τῶν λαῶν τῆς Ἀνατολικῆς
Μεσογείου.

3. Εἶναι ἡ ἀπόδοση τοῦ ὄρου Ἀλ-Μάα, δηλ. τὸ νερό, στὴν καθομιλουμένη καὶ κυρίως στὴν
ἀραβικὴ διάλεκτο τῶν Σουδανῶν.

έλληνικῆς καὶ ρωμαϊκῆς πόλεως, γράφει ὁ Le Père. Ἀπὸ πολὺ καιρὸ ἀναφερόταν αὐτὸ μὲ τὸ ὄνομα “Περίβολος τῆς πόλης τῶν Ἀράβων”, διότι θεωροῦσαν ὅτι εἶναι ἔργο τῶν Ἀράβων πριγκίπων στοὺς ὁποίους ἡ Ἀλεξάνδρεια καὶ ὅλη ἡ Αἴγυπτος εἶχαν ὑποταχθεῖ γιὰ 1.200 χρόνια (ὁ Le Père ἀναφέρεται ἐδῶ μέχρι τὸ 1803). Φαίνεται ὅτι αὐτὸς ὁ περίβολος (τὸ περιτείχισμα τοῦ οὐοίου ἔχει ἔκταση 7.893 μ.) ἦταν κατὰ ἓνα μεγάλο μέρος ἔργο τῶν Ἀράβων τοῦ 9ου αἰ. Οἱ τοῖχοι του ἦταν γενικὰ σὲ κακὴ κατάστασι. Καὶ συνεχίζει ὁ Le Père: «Στὸ μεγαλύτερο ἀριθμὸ αὐτῶν τῶν ὑπερυψωμένων πύργων, ἐκ τῶν ὁποίων πολλοὶ ἦσαν φαρδεῖς καὶ καλῆς κατασκευῆς, παρατηρεῖ κανεὶς στὸ μέτωπο τῆς θάλασσας, στὰ δύο λιμάνια καὶ στὴ σύγχρονη πόλη, μερικoὺς πού χρονολογοῦνται ἀπὸ τοὺς πρώτους αἰῶνες τῆς ἀρχαίας Ἀλεξανδρείας. Ἔτσι ἡ παράδοσι θέλει ἓνας ἀπ’ αὐτοὺς, πού βλέπει στὸ νέο λιμάνι, νὰ εἶναι ἔργο τῶν Ρωμαίων, τῶν ὁποίων ἔφερε ἀκόμη τὸ ὄνομα στὶς ἀρχές τοῦ 19ου αἰ. Αὐτὸς ὁ πύργος ἦταν τοποθετημένος βόρεια ἀπὸ τὸν ὀβελίσκο τῆς Κλεοπάτρας. Δύο ἄλλοι ἦταν ξεχωριστοὶ γιὰ τὴ μεγαλοπρέπειά τους καὶ γιὰ τὴν παλαιότητα τοῦ χρωματισμοῦ τους».

Εἶναι λοιπὸν βέβαιο ὅτι ἀπὸ τὴν ἐποχὴ τοῦ Ibn Battuta μέχρι τὸν Le Père καὶ ἀπὸ τὸν Le Père μέχρι σήμερα συνέβησαν σημαντικότερες ἀλλαγές στὴ βόρεια ἀκτὴ τοῦ Δέλτα τοῦ Νείλου καὶ εἰδικότερα στὴν Ἀλεξάνδρεια. Μεταξὺ τῶν ἀλλαγῶν αὐτῶν συμπεριλαμβάνονται καὶ οἱ ἐξῆς:

1. Ἡ ἐξαφάνισι τῆς ἀρχαίας νήσου Ἀντιρόδου πού βρισκόταν στὸ μεγάλο λιμάνι, τὸ ἀνατολικό. Αὐτὸ τὸ νησί ἔχει ἰδιαίτερη ἱστορικὴ σημασία διότι σὲ αὐτὸ ἦταν χτισμένο ἓνα ἀπὸ τὰ βασιλικά ἀνάκτορα τῆς Πτολεμαϊκῆς περιόδου. Σήμερα ἀποτελεῖ ὑποβρύχιο ὕφαλο, καλυμμένο ἀπὸ παχὺ στρώμα ἰλύος, μέσα στὴν ὁποία κρύβονται ἐνάλιες ἀρχαιότητες καὶ θησαυροί, τοὺς ὁποίους ἄρχισαν νὰ «ἀναγρωρίζουν» οἱ ἐνάλιοι ἀρχαιολόγοι μόλις τὰ τελευταῖα 15 χρόνια.
2. Ἡ ἐξαφάνισι τῆς ἀποβάθρας τοῦ παλαιοῦ λιμανιοῦ πού ἀνακάλυψε ὁ μηχανικός Jondet στὶς ἀρχές τοῦ 20οῦ αἰ. βορειοδυτικὰ τῆς Νήσου Φάρου. Ὁ Jondet ἀνακάλυψε ὅτι αὐτὲς οἱ ἀποβάθρες βρισκόνταν σὲ βάθος πού κυμαίνονταν μεταξὺ 1,50 ἕως 10 μ. ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια τῆς θάλασσας.
3. Τὸ τρίτο στρώμα ἀπὸ τὰ ερείπια-μνημεῖα τῆς δυτικῆς νεκρόπολης ἔχει ἐξαφανιστεῖ κάτω τὴν ἐπιφάνεια τῆς θάλασσας. Τὸ ἴδιο

φαινόμενο παρατηρήθηκε στην ανατολική νεκρόπολη, στην περιοχή Al-Shatbi, όπου βρέθηκαν και σάβανα των νεκρών επιπλέοντα των υποβρυχίων τάφων.

Ο Breccia στο έργο του *Alexandrea ad Aegyptum* πιστεύει ότι η πλειοψηφία των πτολεμαϊκών μνημείων βρίσκονται υπό την επιφάνεια της θάλασσας, γεγονός το οποίο περιγράφεται πολύ φανερά στο μνημειώδες έργο *Description de l' Egypte*, των αρχών του 19ου αϊ. Το έργο αυτό συνοψίζει και τα φαινόμενα καταβύθισης της παράκτιας περιοχής του Δέλτα του Νείλου, δίδοντας και χάρτες τους οποίους χρησιμοποίησε ο Jondet έναν αιώνα αργότερα για να δείξει το εξελισσόμενο φαινόμενο της καταβύθισης της βόρειας ακτής του Δέλτα. Ο Jondet πιστεύει ότι η περιοχή των άλυκων της Μαρεώτιδος (Mariut) δὲν υπέστη μεγάλη κατολίσθηση (Άλ-Χουμπούτ), όπως έγινε στην περιοχή της Ἀλεξανδρείας, γὰρ τρεῖς λόγους:

1. οἱ λασπώδεις σχηματισμοὶ στὴν περιοχή Mariut εἶναι μικροῦ πάχους,
2. εἶναι ἀνθεκτικότεροι ἀπὸ τοὺς ἀντίστοιχους σχηματισμοὺς ποὺ βρίσκονται στὸν κόλπο τῆς Ἀλεξανδρείας,
3. ὅπως ἀναφέρει ὁ Jondet, ὁ Al-Maqrizi εἶναι ὁ πρῶτος ποὺ ἔγραψε γιὰ τὴν εἰσβολὴ τοῦ νεροῦ τῆς Μεσογείου στὴν Ἀλεξάνδρεια καὶ θεωρεῖ ὅτι αὐτὴ ἡ κίνηση ἀνάγεται στὴν περίοδο πρὸ τῆς Ἀραβικῆς κατακτήσεως.

Πράγματι, μετὰ ἀπὸ τὸ μεγάλο σεισμὸ τὸν 3ο μ.Χ. αἰ., τὸν ὁποῖο περιγράφει ὁ Al-Maqrizi, καὶ ἰδίως μετὰ τὸ τεράστιο παλιρροϊκὸ κύμα τὸ ὁποῖο ἐπληξε τὴν Ἀλεξάνδρεια, φαίνεται ὅτι ἐπιταχύνθηκε ἡ καταβύθιση-κατολίσθηση μεγάλων περιοχῶν τῆς ἀρχαίας Ἀλεξανδρείας. Μάλιστα δέ, σὲ πρόσφατη ἐπιστημονικὴ ἐργασία του, ὁ ἀκαδημαϊκὸς Νικόλαος Ἀμβράζης καὶ οἱ συνεργάτες του ὑπολόγισαν ὅτι τὸ ὕψος τοῦ τσουνάμι ποὺ δημιουργήθηκε ἀπὸ τὸ σεισμὸ ποὺ περιέγραψε ὁ Al-Maqrizi ὑπερέβαινε τὰ 20 μ. ὕψος (Shaw et al. 2008).

Ἐνα τέτοιο φαινόμενο φαίνεται ὅτι ἐπανελήφθη καὶ τὸ 12ο αἰ. Ὁ Jalal Al Din Al-Suyuti (ἢ Al-Asyuti, Ἀλ-Σουσουτί ἢ Ἀλ-Ἀσιούτι) στὸ μνημειώδες ἔργο του γιὰ τὴν ἱστορία τῆς Αἰγύπτου καὶ τοῦ Καΐρου ἀναφέρει ὅτι τὸ ἔτος 702 τῆς Ἑγίρας (ἔ.ἔ., μετὰ Χριστὸν) ἔγινε ὁ μεγαλύτερος σεισμὸς καὶ ἡ

καταστροφή υπῆρξε μέγιστη στην Ἀλεξάνδρεια σὲ σύγκριση μὲ ὄλους τοὺς προηγηθέντες σεισμούς καὶ τὶς προηγούμενες καταστροφές τῆς πόλης. Ὅπως ἀναφέρει ὁ Al-Asyuti, «βῆκε ἡ θάλασσα φθάνοντας μέχρι τὸ μέσον τῆς πόλεως, ἔπνιξε τὰ ζῶα καὶ τοὺς ἀνθρώπους, ἐνῶ μεταφέρθηκαν πλοῖα στὴ στεριά καὶ χάθηκαν κάτω ἀπὸ τὰ ἐρείπια ἀναρίθμητων σπιτιῶν ἀμέτρητοι ἀνθρωποι». Εἶναι χαρακτηριστικὸ ἐδῶ νὰ ἀναφερθοῦμε καὶ στὸ ἔργο τοῦ Al Maqrizi, *Al-Khitat (Τὰ Σχέδια τῶν Πόλεων)*, στὸ ὁποῖο ἀναφέρει ὅτι ἀπὸ μεγάλο σεισμὸ ἐπὶ τῶν ἡμερῶν τοῦ Κωνσταντίνου, υἱοῦ Κωνσταντίνου, σηκώθηκε ἡ θάλασσα καὶ ἔπληξε πολλὰ σημεῖα καὶ τοποθεσίες καὶ πολλές ἐκκλησίες στὴν πόλη τῆς Ἀλεξανδρείας καὶ κατέρρευσαν 17 πύργοι τοῦ τείχους τῆς Ἀλεξανδρείας. Καὶ συνεχίζει ὁ Al Maqrizi: «Ἡ θάλασσα ἀπὸ τότε συνέχισε ἀσταμάτητα νὰ καλύπτει καὶ νὰ καταπίνει λίγο λίγο ὁλόκληρα τμήματα τῆς πόλης». Ἐπίσης, ὁ Al Maqrizi ἀναφέρεται καὶ στὴν περιγραφή ἑνὸς παλαιότερου ἱστορικοῦ ἐπισκέπτη τῆς Αἰγύπτου πού δίνει ἐνδιαφέρουσα εἰκόνα τῆς παλαιᾶς πόλης [...] Πῶς ἡ θάλασσα νίκησε τὴν πόλη πού βρέθηκε μέσα στὴν θάλασσα [...] «δὲ βλέπετε», ἔλεγε ὁ ἐπισκέπτης, «τὰ κτίρια καὶ τὰ θεμέλια τους μέσα στὴ θάλασσα μέχρι καὶ σήμερα μὲ γυμνὸ μάτι;!!!».

Ὁ Al Maqrizi, ἀναφέρεται καὶ στὸν Μамелούκο σουλτάνο Baibars (Μπεϊμπάρς)⁴ (1260-1277 μ.Χ.), ὁ ὁποῖος ἦταν ὁ πρῶτος ἀπὸ τοὺς σουλτάνους τῶν Μамелούκων πού ἐνδιαφέρθηκε γιὰ τὴν Ἀλεξάνδρεια. Τὴν ἐπισκέφθηκε τέσσερις φορές. Κάθε φορὰ ἄφηνε μνημεῖα πού κατέγραφαν οἱ ἱστορικοὶ καὶ τὰ ἀνέφεραν. Ἡ πρώτη του ἐπίσκεψη ἔγινε τὸ 1262. Στὴ δευτέρῃ του ἐπίσκεψη στὶς ἀρχές τοῦ 1265 μ.Χ./664 ἔ.Ε., διέταξε τὴν ἀπομάκρυνση καὶ τὸν καθαρισμό ἀπὸ τὶς ἀμμώδεις καθιζήσεις πού σχεδὸν εἶχαν καλύψει ὁλόκληρα τμήματα ἀπὸ τὸ κανάλι τῆς Ἀλεξανδρείας. Στὴν τέταρτῃ του ἐπίσκεψη (1274 μ.Χ.), ὁ σουλτάνος ἀναστήλωσε τὸ Φάρο καὶ τὸν ἐπιδιόρθωσε. Ἐπίσης, ὁ Al-Suyuti ἀναφέρει πῶς «ἡ πρόσοψη τοῦ [Φάρου] ἀπὸ τὴν πλευρὰ τῆς θάλασσας εἶχε καταρρεύσει καὶ πῶς ἡ παραλία-ἀποβάθρα (Ἀλ-Ρασίφ) τῆς περιοχῆς πού βρισκόταν ἀνάμεσα στὰ «χέρια-βραχίονα» τοῦ Φάρου, ἦταν ἐτοιμόρροπη».

4. Βλ. E. I. (Baibars) George Azar Najjar, *Ἡ Πολιτικὴ Ἱστορία τοῦ Πρώτου Μамелουκικοῦ Κράτους ὑπὸ τὴ Βασιλεία τοῦ Ἀλ-Νασέρ Μουχάμμαντ Μπὶν Καλαούν (693-741=1293-1341)*, Ἀθήνα 1984.

Ο σουλτάνος Baibars συνέχισε τη φροντίδα του για το φρούριο της Αλεξανδρείας. Κατά τη δεύτερη διακυβέρνησή του το 702 ἔ.Ε., έγινε ένας ισχυρός σεισμός που έπληξε μεγάλο αριθμό από τα μνημεία της πόλης. Κυριότερα όλων τῶν μνημείων: ὁ Φάρος τῆς Αλεξανδρείας, τὰ τείχη καὶ οἱ ὀχυρώσεις. Ὁ ΑΙ Μαφιζι μᾶς ἀναφέρει πὼς «αὐτὰ πού καταστράφηκαν ἀπὸ τὰ τείχη τῆς ἦταν 46 “μπάντα” καὶ 17 πύργοι. Τότε ὁ σουλτάνος ἔγραψε στὸν κυβερνήτη τῆς νὰ τὴν ἀνοικοδομήσει καὶ τὸ ἔκανε. Διέταξε ἐπίσης τὴν ἐπισκευὴ τῶν τμημάτων πού εἶχαν καταρρεύσει ἀπὸ τὸ Φάρο (περίπου 40 μπαλκόνια-βεράντες) τὸ 703 ἔ.Ε.». Φαίνεται ὅμως πὼς οἱ ζημιές ἦταν σοβαρές καὶ δὲν ὠφέλησαν οἱ ἐπισκευές καὶ ξαναέπεσαν. Αὐτὸ ἀποδεικνύεται ἀπὸ τὴν ἀναφορὰ τοῦ Ibn Battuta στὸ ταξίδι του ἐκεῖ τὸ 1325 μ.Χ. Πράγματι, ὁ Ibn Battuta μᾶς λέει πὼς εἶδε μιὰ ἀπὸ τὶς πλευρές τοῦ Φάρου πεσμένη. Μετὰ ἀπὸ 25 χρόνια, ὅταν ἐπισκέφθηκε ξανά τὴν πόλη τὸ 1350, εἶδε πὼς κυριάρχησαν τὰ ἐρείπια σὲ τέτοιο βαθμὸ πού δὲν μπορούσε οὔτε νὰ μπεῖ ἀλλὰ οὔτε κἂν νὰ ἀνέβει κανεὶς ἀπὸ τὴν πύλη του. Συνοψίζοντας, ἀπὸ τὶς ἱστορικές πηγές προκύπτει ὅτι τουλάχιστον δύο φυσικὰ γεγονότα, τὸν 3ο καὶ τὸν 12ο αἰ. μ.Χ., ὑπῆρξαν ἡ αἰτία ἐπιτάχυνσης τῆς καταβύθισης τοῦ ἐδάφους πολλῶν περιοχῶν τῆς ἀρχαίας Αλεξανδρείας.

Ἐνα δεύτερο φυσικὸ φαινόμενο ἦρθε νὰ προστεθεῖ καὶ νὰ μεγεθύνει τὴν καταβύθιση τῆς βόρειας ἀκτῆς τοῦ Δέλτα τοῦ Νεῖλου καὶ ἰδιαίτερα τῆς ἀνατολικῆς ἀκτῆς τῆς Αλεξανδρείας, μὲ ἔμφαση ἴσως καὶ στὴν περιοχή τοῦ Abuqir. Πράγματι, μέσα στὰ τελευταῖα 1.000 χρόνια, ἀλλὰ ἰδιαίτερα στὰ τελευταῖα 100 χρόνια, ὑπείσχετα καὶ ὁ παράγων τῆς κλιματικῆς ἀλλαγῆς, ὁ ὁποῖος συντελεῖ στὴ μεταβολὴ (αὔξηση) τῆς σχετικῆς στάθμης τῆς θάλασσας. Ὅπως εἶναι γνωστό, ἡ μέση στάθμη τῆς θάλασσας παγκοσμίως αὐξάνει μὲ ρυθμὸ περίπου 1 χιλιοστὸ τοῦ μέτρου τὸ χρόνο, ρυθμὸς ὁ ὁποῖος περίπου ἰσχύει καὶ γιὰ τὴν ἀνατολικὴ Μεσόγειο (El-Sayed 1996). Ἡ πρώτη πρόγνωση τῆς ἐπίδρασης τῆς ἀνόδο τῆς στάθμης στὸ Δέλτα τοῦ Νεῖλου παρουσιάστηκε ἀπὸ τὸν Broadus (1986), κατὰ τὸν ὁποῖο ἡ ἀνοδος τῆς στάθμης τῆς θάλασσας κατὰ 1 μέτρο θὰ εἶχε σὰν ἀποτέλεσμα νὰ πλημμυρίσει περίπου τὸ 12-15% τῆς Αἰγυπτιακῆς καλλιεργήσιμης γῆς, γεγονός πού θὰ ἐπηρεάσει περίπου τὸ 16% τοῦ πληθυσμοῦ τῆς Αἰγύπτου. Σὲ αὐτὰ τὰ σενάρια ὁ Broadus ὑπολόγισε ὅτι περίπου τὸ 15% τοῦ τρέχοντος αἰγυπτιακοῦ Α.Ε.Π. θὰ ἐπηρεαστεῖ ἀπὸ τὴν ἀνοδο τῆς στάθμης κατὰ 1 μ. Μεγάλες ἐκτάσεις, οἱ ὁποῖες ἐντάχθηκαν σὲ πρόγραμμα ἀναμόρφωσης ἐδαφῶν

ανάπτυξιακής προτεραιότητας νότια τῆς λίμνης Manzala καί γύρω ἀπό τὴν λίμνη Mariut, θὰ βρεθοῦν, σύμφωνα μὲ αὐτὲς τὶς ἐκτιμήσεις, ἐντὸς τῆς πλημμυριζόμενης ζώνης.

Ἡ δευτέρη πρόγνωση παρουσιάστηκε ἀπὸ τὴ UNEP (1988), στὴν ὁποία συζητήθηκε τὸ βασικὸ πρόβλημα ποῦ προκύπτει ἀπὸ τὶς προβλεπόμενες κλιματικές ἀλλαγές. Αὐτὲς κυρίως ἀποτελοῦν μία φυσικὴ ἀπειλὴ στὶς πόλεις τῆς Ἀλεξανδρείας καὶ τοῦ Port Said, εἰδικά στὶς λιμενικὲς τους ἐγκαταστάσεις, στὸ θερινὸ τουρισμὸ καὶ στὶς κατοικημένες περιοχές.

Ὁ θωρακιστικὸς ρόλος τῆς ζώνης ἄμμου θὰ εἶναι ἀποτελεσματικὸς ἐκεῖ ὅπου ὑπάρχουν ὑψηλὲς καὶ φαρδιὲς παράκτιες θίνες (5-20 μ.) ἀλλὰ ἡ παρουσία ἀρκετῶν στενῶν δομῶν χαμηλοῦ ὕψους εἶναι στοιχεῖο σοβαρῆς ἀνησυχίας. Μιὰ σοβαρὴ ὑπερχείλιση θὰ εἶχε σὰν ἀποτέλεσμα τὴ διάβρωση τοῦ φράγματος στὸ δυτικὸ σημεῖο τῆς ἀκτῆς τοῦ Abuqir. Ἡ λιμνοθάλασσα Burullus ἀπειλεῖται ἐπίσης σὲ ἀρκετὰ σημεῖα. Δυνατὴ διάβρωση στὸ Ras El Barr ἔχει ἐλεγχθεῖ μέχρι στιγμῆς ἀπὸ τοίχους ἀλλὰ αὐτοὶ πιθανόν δὲ θὰ ἀντέξουν σὲ μιὰ ὑψηλότερη στάθμη ὕδατος λόγω τῆς κλιματικῆς ἀλλαγῆς. Τὰ ὑπόγεια ὕδατα, ἡ ἀλίευση τῆς λιμνοθάλασσας, ἡ γεωργία καὶ τὰ ἐδαφικὰ χαρακτηριστικά θὰ ἐπηρεαστοῦν ἐπίσης ἀπὸ τὴν ἀνοδο τῆς στάθμης τῆς θάλασσας λόγω τῆς κλιματικῆς ἀλλαγῆς.

Σὲ ἓνα τρίτο σενάριο, ὁ Stanley (1988) ἐπισήμανε τὴ συνεχῆ κατάπτωση ξηρᾶς στὸ βορειοανατολικὸ τμήμα τοῦ Δέλτα τοῦ Νεῖλου, 40-50 ἐκ. ἀνὰ 100ετία. Πρόβαλε γεωστατικὴ αὔξηση τῆς στάθμης μὲ συντηρητικὸ ὑπολογισμὸ 4 ἕως 8 ἐκ. μεταξύ τῶν ἐπομένων 40 ἐτῶν καὶ τουλάχιστον 50 ἐκ. ἕως τὸ ἔτος 2100 μαζί μὲ κατάπτωση καὶ μειωμένη παροχὴ ἰζήματος, ποῦ συλλογικὰ θὰ μπορούσε νὰ προκαλέσει μιὰ σχετικὴ αὔξηση τῆς στάθμης κατὰ 1 μ. ἢ περισσότερο περὶ τὰ τέλη τοῦ αἰῶνα. Αὐτὸ θὰ ὀδηγοῦσε σὲ πλημμύρισμα τοῦ μεγαλύτερου τμήματος τοῦ Δέλτα τοῦ Νεῖλου ἕως καὶ 50 χλμ. ἀπὸ τὴν ἀκτὴ.

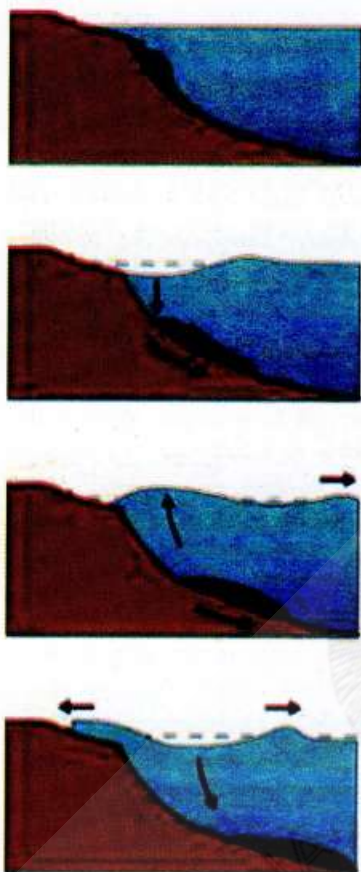
Θὰ πρέπει νὰ σημειώσουμε ἐδῶ ὅτι ἡ περιοχὴ τοῦ Port Said καὶ ἡ περιοχὴ στὸ βορειότερο σημεῖο τοῦ καναλιοῦ τοῦ Σουέζ —λίμνη Manzala— εἶναι ἰδιαίτερα εὐαίσθητες σὲ περίπτωση πλημμύρας διότι βρίσκονται σὲ ἓνα ἀπὸ τὰ πιὸ γρήγορα ὑποχωροῦντα σημεῖα τοῦ Δέλτα. Ταυτόχρονα, καθὼς ὁ πληθυσμὸς μέσα καὶ γύρω ἀπὸ τὸ Κάιρο ἐπεκτείνεται, λιγότερο νερὸ ἀπὸ τὸ Νεῖλο φτάνει στὸ βόρειο Δέλτα. Ἐπιπλέον, τὸ νερὸ ποῦ τελικὰ φτάνει στὸ βόρειο Δέλτα εἶναι ὀλοένα ἀξανάσιμα μολυσμένο (Stanley and Warne 1993). Ἐνα ἀπὸ τὰ ἀποτελέσματα αὐτῶν τῶν τάσεων σχεδὸν μὲ βεβαιότητα θὰ

είναι ή αυξανόμενη μείωση των υπόγειων υδάτων στο βόρειο Δέλτα και ή αύξηση της μόλυνσής τους.

Στο μείζον ζήτημα μιās πολύ πιθανής επίδρασης των κλιματικών αλλαγών επί του μηχανισμού γενέσεως σεισμικών θαλασσών-θαλάσσιων κυμάτων (tsunamis) στην ανατολική Μεσόγειο, θά πρέπει νά παρατηρήσουμε ότι αυτά τὰ κύματα αποδίδονται στις τεκτονικές μετατοπίσεις του υποθαλάσσιου φλοιού της γῆς πού συνοδεύουν σεισμούς, και οί όποιες προκαλούν την απότομη μετατόπιση μεγάλου όγκου θαλάσσιου ύδατος. Πράγματι, μετά από μιὰ άκαριαία μετατόπιση δεκάδων έκατομμυρίων κυβικών μέτρων ύδατος, ή ισορρόπηση της ύγρης μάζας επανέρχεται από τὰ επιφανειακά κύματα, πού κινούμενα με μεγάλη ταχύτητα προς όλες τις διευθύνσεις, κατακλύζουν τις άκτές, συχνά με επιζήμια έπακόλουθα. Σημειώνεται σε αυτό τὸ σημείο ότι, όπως οί κατολισθήσεις του εδάφους στη στεριά είναι καταστρεπτικές (βλ. Εικόνα 1), τὸ ίδιο καταστρεπτικές είναι και οί υποθαλάσσιες κατολισθήσεις, οί όποιες είναι και συχνότερες αλλά και μεγαλυτέρων διαστάσεων, όπως προκύπτει και από τὸ Σχήμα 1. Οί υποθαλάσσιες κατολισθήσεις δὲ γίνονται πάντα άντιληπτές διότι ως επί τὸ πλείστον λαμβάνουν χώρα σε περιοχές πού ὁ βυθός παρουσιάζει έντονες τοπογραφικές άνομοιομορφίες και μεγάλες κλίσεις, επί των όποιών έχουν σωρευθεῖ, και εξακολουθοῦν νά έναποτίθενται ιζήματα μεγάλου πάχους και επιφανειακῶν διαστάσεων.



Εικόνα 1: Φωτογραφία του φαινομένου της κατολίθησης στη στεριά.



Σχῆμα 1: Σχηματική αναπαράσταση
υποθαλάσσιας κατολισθήσης.

Οι κατολισθήσεις προκαλούνται από τη συνεχή έναπόθεση νέων φερτών υλικών και από το αυξανόμενο πάχος του ιζήματος. Αυτό συμβαίνει συχνότερα στα δέλτα μικρών και μεγάλων ποταμών, όπως στο Δέλτα του Νείλου, καθώς και σε περιοχές ισχυρών υποθαλάσσιων ρευμάτων που μπορούν να υποσκάψουν τη στήριξη του ιζήματος. Η ποσότητα και η ταχύτητα με την οποία έναποτίθενται υποθαλάσσιως φερτά υλικά, επηρεάζονται άπευθείας από τις κλιματικές συνθήκες, και ως εκ τούτου μπορούν να αλλάξουν το μέγεθος και τη συχνότητα με την οποία γίνονται υποθαλάσσιες κατολισθήσεις και συνεπώς σεισμικά θαλάσσια κύματα.

Βεβαίως, ή άλλη αίτια που μπορεί να προκαλέσει υποθαλάσσιες κατολισθήσεις είναι ισχυροί σεισμοί, ικανοί να προκαλέσουν άστοχία του ιζήματος. Στην περίπτωση αυτή ή κατολισθήση θα προκληθεί όχι εκεί που είναι ισχυρότερος ο σεισμός, αλλά εκεί που οι κλίσεις του πυθμένος είναι έντονότερες και

προπαντός εκεί που η άντοχή του ιζήματος σε διάτμηση είναι μικρότερη. Οι ταχύτητες με τις οποίες ολισθαίνουν τα ιζήματα είναι μεγάλες, ικανές μάλιστα να προκαλέσουν στην επιφάνεια κύμα μεγάλου ύψους.

Και εδώ είναι που συνεργούν και οι κλιματικές αλλαγές οι οποίες, αν και δεν αυξάνουν το φορτίο του ιζήματος, ελαττώνουν όμως την άντοχή του σε διάτμηση λόγω της αύξησής των τάσεων πόρων. Συνοψίζοντας παρατηρούμε ότι:

- 1) οι έστιες των τσουνάμι δεν είναι οι ίδιες με τις σεισμικές έστιες,
- 2) το μέγεθος του τσουνάμι δεν είναι ανάλογο του μεγέθους του σεισμού,
- 3) συνήθως τα τσουνάμι ξεκινάνε μακριά από το επίκεντρο του σεισμού και πολλές φορές γίνονται χωρίς την βοήθεια του σεισμού,
- 4) η τρωτότητα των ακτών της ανατολικής Μεσογείου αλλά και άλλου από τσουνάμι εξαρτάται περισσότερο από την κατανομή του βαθμού ευστάθειας των υποθαλάσσιων πρανών και πολύ λιγότερο από σεισμογενείς τεκτονικές μετατοπίσεις,
- 5) η ταχύτητα με την οποία κινείται το κύμα είναι τόσο μεγάλη, ώστε σε κλειστές θάλασσες, όπως π.χ. στο Αιγαίο, η προειδοποίηση στις ακτές για επερχόμενο σεισμικό θαλάσσιο κύμα, είναι μόλις της τάξεως των 10 λεπτών της ώρας, χρονικό διάστημα πάρα πολύ μικρό για αποτελεσματική προειδοποίηση. Αυτό άλλωστε καθιστά αμφίβολο το σχεδιασμό ενός αποτελεσματικού συστήματος προειδοποίησης περί επικείμενου σεισμικού θαλάσσιου κύματος στην περιοχή του Αιγαίου.

Υποθαλάσσιες έρευνες σήμερα διεξάγονται σε όλη την Αίγυπτο εξαιτίας της έπιτακτικής ανάγκης να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις αποκατάστασης της γης σήμερα και στο μέλλον. Η κύρια ξηρασία της Αφρικής που ξεκίνησε το 1978 παρείχε ένα έπιπλέον κίνητρο για την Αίγυπτο να αναζητήσει έναλλακτικές υδάτινες πηγές στον Νείλο. Υπάρχουν προβλήματα στην άντληση υπόγειων υδάτων, έντούτοις: στο πρώτο στάδιο της αποκατάστασης 5.000 τ.μ., χρειάστηκαν 0.5 Km³/year ύδατος από τον υδάτινο όριζοντα του Δέλτα (Anonymous 1980), και η καθίζηση του Δέλτα έπιταχύνθηκε αυξάνοντας την απομάκρυνση του νερού (Smith 1986). Εύκρινως το σύστημα των υπόγειων υδάτων πρέπει να έπιτηρηθεί στενά καθώς η άντληση αυξάνει και η καθίζηση έπιταχύνεται.

Φιλόδοξα σχέδια για την παράκτια διαχείριση, ιδιαίτέρως την προστασία ενάντια στην παραθαλάσσια διάβρωση, έχουν προταθεί σε συνεργασία με έναν αριθμό διεθνών οργανισμών, όπως η UNESCO/UNDP, από το 1972. Αρχικά ο ρυθμός της διάβρωσης καταγράφηκε ώστε να παρέχει μία βάση δεδομένων και πιθανές λύσεις σε διαβρώσεις που έχουν παρατηρηθεί και προβλεφθεί. Ένα γιγάντιο θαλάσσιο τοίχος κατασκευάστηκε κατά μήκος της δυτικής πλευράς του ακρωτηρίου, με βάθος 1,5 χλμ. και 12 μ. ύψος όπου τα 6 μ. ήταν πάνω από τη στάθμη του νερού.

Πειραματικά πιλοτικά προγράμματα για να ενισχυθεί και να σταθεροποιηθεί η βόρεια ακτή του Δέλτα του Νείλου είναι υπό μελέτη από το Coastal Research Institute of Egypt, όπου η σταθεροποίηση των θινών (αμμόλοφων) είναι υπό σκέψη, όπως π.χ. η ένδυνάμωση των χαμηλότερων περιοχών της ακτής. Ελπίζουμε ότι αυτές οι δραστηριότητες εν τέλει θα ελαχιστοποιήσουν τους κινδύνους που προκαλούνται από τη μείωση των ρευστών ιζημάτων από τον Νείλο και της ανοδικής θαλάσσιας στάθμης.

Από το 1992 το Ευρωπαϊκό Ίνστιτούτο Έναλίας Αρχαιολογίας έρευνά την αρχαία τοπογραφία των υποβρύχιων περιοχών στην περιοχή της Κανώπου και του Άμπουκίρ (έντός του νέου λιμένος και στον όρμο του Άμπουκίρ, πλησίον της ακτής). Το Ίνστιτούτο εφαρμόζει γεωφυσικές και γεωλογικές μεθόδους καθώς και μαγνητικές βαθυμετρικές μεθόδους οι οποίες επικουρούνται από αρχαιολόγους. Τα μέχρι σήμερα εύρηματα αυτής της σημαντικής αρχαιολογικής και επιστημονικής έκστρατείας έχουν δημοσιευθεί και στη διεθνή βιβλιογραφία και σε έναν ογκώδη τόμο που ονομάζεται *Trésors Engloutis d' Egypte*. Δυστυχώς η χώρα μας δεν συμμετείχε μέχρι σήμερα σε αυτήν την πανευρωπαϊκή έκστρατεία αποκάλυψης της αρχαίας πόλεως της Άλεξανδρείας παρά μόνον αποσπασματικά. Η πρόταση την οποία κάνουμε από κοινού με τον κ. Αμβράζη είναι να συνδράμουμε στο έργο τους το Ευρωπαϊκό Ίνστιτούτο Έναλίας Αρχαιολογίας και βεβαίως τις αντίστοιχες υπηρεσίες της Αιγύπτου, ώστε να προχωρήσουν οι ενάλιες έρευνες σε μεγαλύτερες αποστάσεις από την ακτή από εκείνες που έχουν χρησιμοποιηθεί μέχρι σήμερα. Και αυτό διότι από τη σημερινή δημοσίευση προκύπτει ότι σημαντικά τμήματα της αρχαίας και μεγάλης πόλεως της Άλεξανδρείας μαζί με τους θησαυρούς τους έχουν θαφτεί μετά από κατολισθήσεις που έγιναν στο παρελθόν σε βάθη που δεν έχουν ερευνηθεί ακόμα.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Abd al-Latif al-Baghdadi (12ος αἰ.) *Al-Ifada wa al-ʿItibar fī Al-Oumour Al-Moushadah wa Al-Hawadith Al-Muʿayana bi Ard Misr*, Cairo 1870.
- Abd Al-Hakim, Subhi M. *Madinat al-Iskandariyya*, Cairo 1958.
- Al-Idrisi, *Opus Geographicum*, ἔκδοσις τῶν A. Bombaci, U. Rizzitano, R. Rubinacci καὶ L. Veccia Vaglieri ἀπὸ τὸ Istituto italiano per il medio ed estremo oriente (Νάπολη-Ρώμη 1972). Βλ. ἐπίσης καὶ ἔκδοσις τῶν E. Cerulli, F. Gabrieli, G. Levi della Vida, L. Petech and G. Tucci, Istituto Universitario Orientale di Napoli, Νάπολη-Ρώμη 1970.
- Al-Maqrizi *Khitab al-Khitat (Τὸ Βιβλίον τῶν Σχεδίων τῶν Πόλεων καὶ τῶν Κτητόρων)*, Bulaq 1270 ἔ. ʿΕ.
- Al-Masʿudi, Ali ibn Al-Husayn *Les praires d'Or (Muruj al-dhahab wa ma'adin al gawhar)*, 9 τόμ. Κεῖμ. καὶ μτφρ. τῶν C. Barbier de Meynard καὶ Pavet de Courteille (Paris, Société Asiatique, Collection d'Ouvrages Orientaux 1861-77), εἰδικότ. τόμ. 8 (1874). Ἐπίσης γὰ τὸν Muhammad b. Ali στὸ F. Giese (ἔπιμ.) *Die altosmanischen anonymen Chroniken*, Breslau 1922, τόμ. I, σ. 128-129.
- Al-Muqaddisi, Muhammad ibn Ahmad Ahsan *at-Taqdsim fī macrifat al-Aqdlfm*, M. de Goeje (ἔπιμ.), Leiden 1877.
- Al-Suyuti, Jalal al-Din *Husn al-muhadara fī akhbar Misr wa'l-Qahira*, Muhammad Abu al-Fadl Ibrahim (ἔκδ.), Κάιρο 1998.
- Breccia, E. *Alexandrea ad Aegyptum*, Bergamo 1914.
- Broadus J.M., Milliman J.D., Edwards S.F., Aubrey D.G. καὶ Gable F. *Rising Sea Level and Damming of Rivers: Possible Effects in Egypt and Bangladesh* στὸ J.G. Titus (ἔκδ.) *Effects of Changes in Stratospheric Ozone and Global Climate* (Washington, D.C., Environmental Protection Agency and United Nations Environment Program, 1986), τόμ. 4, σ. 165-189.
- Curzon, R. *Visits to Monasteries in the Levant*. London, John Murray 1849.
- Chateaubriand, F.R. *Itinéraire de Paris à Jérusalem et de Jérusalem*, 3 τόμ., (Paris 1811) καὶ *Travels in Greece, Palestine, Egypt, and Barbary during the years 1806-7* (μτφρ. F. Shoberl), 2 τόμ., London 1812.
- El-Sayed, M. Kh. *Rising sea level and subsidence of the northern Nile Delta* στὸ J. D. Milliman καὶ B. U. Haq (ἔπιμ.) *Sea-level Rise and Coastal Subsidence*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 1996, σ. 165-189.

- Pratt, F. Passing through Egypt (1843) στὸ *Traveling Through Egypt: From 450 B.C. to the Twentieth Century* (Deborah Manley, Sahar Abd El Hakim, ἔκδ.). American University in Cairo Press 2008.
- Gratien (Le Père), Mémoire sur la ville d'Alexandrie στὸ *Description de l'Égypte, État Moderne*. Paris 1812.
- Ibn Abd Al-Hakam (8ος-9ος αἰ. μ.Χ.) *Futuh Misr* (Οἱ κατακτήσεις τῆς Αἰγύπτου). Ch. Torrey (ἀγγλ. ἔκδ.), New Haven 1922 καὶ H. Massé (ἔκδ.), Publications de l'Institut français d'archéologie orientale, Κάιρο 1914.
- Ibn Battuta (704-779 ἔ.᾽Ε./1304-1377 μ.Χ.), *Rihlat Ibn Battuta* (Τὸ Ταξίδι), Βηρυττός 1985.
- Ibn Jubayr, Muhammad ibn Ahmad (540-614 ἔ.᾽Ε./1145-1217 μ.Χ.), *Rihlat Ibn Jubayr*, Κάιρο 2000 (ἔκδ. με εὐρετήρια τοῦ Μωχάμμαντ Ζεν-χούμ). Ἐπίσης ἔκδ. ἀπὸ τὸν Ἄλι Ἀχμὰντ Καναὰν [Tadhkirah bi al-Ikhhâr 'an ittifâqât al-asfâr (1182-1185), Ὑπενθύμιση μετὰ τὶς Εἰδήσεις περὶ συμπώσεων-συμφωνιῶν τῶν Ταξιδιῶν], Βηρυττός 2001.
- Jondet, M. G. Les Ports Submergés de l'ancienne île de Pharos. *Mémoires de l'Institut d'Égypte*, Le Caire 1916, τόμ. IX.
- Shaw, B., Ambraseys N.N., England P.C., Floyd M.A., Gorman G.J., Higham T.F.G., Jackson J.A., Nocquet J.M., Pain C.C., Piggott M.D. Eastern Mediterranean tectonics and tsunami hazard inferred from the AD 365 earthquake, *Nature Geoscience* 1, 268 - 276, 2008.
- Smith, S.E., Abdel Kader, A. Coastal erosion along the Nile Delta, *J. Coast Res* 4 (1988), σ. 245-255.
- Stanley, D.J. Subsidence in the northeastern Nile Delta: rapid rates, possible causes and consequences. *Science* 240 (1988), σ. 497-500.
- UNEP Mediterranean Action Plan. MED POL, Athens 1988.
- Τζαλάλ Ἀλ-Ντιν Ἀλ-Σουγιούτι (849-911 ἔ.᾽Ε.), Χοσρ Ἀλ-Μουχαάνταρα Φι Ταρίχ Μισρ Ουάλ-καά-χίρα. Τόμ. 1-11, Ἐκδ. καὶ ἐπιμ. Μ. Ἀμποῦ Ἀλ-Φα-ντλ Ἰμπραά-χιμ, Κάιρο 1998/1418.
- Warne, A.G., Stanley, D.J. Archaeology to Refine Holocene Subsidence Rates Along the Nile Delta Margin, Egypt. *Geology* 21 (8, 1993), σ. 715-718.

ΔΗΜΟΣΙΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 3ΗΣ ΙΟΥΝΙΟΥ 2008

ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΕΠΙΣΤΙΤΙΣΤΙΚΗ ΚΡΙΣΗ ΚΑΙ ΔΡΑΜΑΤΙΚΗ
ΑΥΞΗΣΗ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ: Η ΠΡΟΚΛΗΣΗ ΤΟΥ
ΑΝΕΠΤΥΓΜΕΝΟΥ ΚΟΣΜΟΥ, ΤΗΣ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ
ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ
ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

ΟΜΙΛΙΑ ΤΟΥ ΑΝΤΕΠΙΣΤΕΛΛΑΟΝΤΟΣ ΜΕΛΟΥΣ κ. ΣΠΥΡΙΔΩΝΟΣ ΚΥΡΙΑΚΗ

Ἡ κύρια αἰτία τῆς σημερινῆς ἐπισιτιστικῆς κρίσης ξεκίνησε μὲ τὴ «νοστροπία» τοῦ ἀνεπτυγμένου κόσμου ὅτι ἡ ἀφθονία τῶν τροφίμων εἶναι δεδομένη καὶ ἡ διατροφικὴ γεωργοκτηνοτροφία εἶναι μιὰ ἀνθρώπινη δραστηριότητα χωρὶς ἰδιαίτερη «ἀξία». Αὐτὴ ἡ «νοστροπία» ἄρχισε ἀπὸ τὴ δεκαετία τοῦ 1980 καὶ κορυφώθηκε στὶς ἀρχές τοῦ 2000. Σὲ αὐτὴ συνέβαλαν δραστηρικά: (α) ὁ Παγκόσμιος Ὄργανισμὸς Ἐμπορίου (μὲ τὴν παγκοσμιοποίηση τοῦ ἐμπορίου τῶν τροφίμων), (β) ἡ χωρὶς οὐσιαστικὸ ὄραμα Κοινὴ Ἀγροτική Πολιτικὴ τῆς Ε.Ε., (γ) ἡ χωρὶς προοπτικὴ γεωργικῆς ἀνάπτυξης πολιτικὴ τῶν ἀναπτυσσόμενων χωρῶν καὶ (δ) οἱ ἀπαράδεκτες καταναλωτικὲς συνήθειες τῶν κατοίκων, κυρίως τῶν ἀνεπτυγμένων κρατῶν, σχετικὰ μὲ τὰ τρόφιμα.

Κατὰ κανόνα, οἱ ἀναπτυσσόμενες χῶρες προσπαθοῦσαν νὰ ἔχουν οἰκονομικὴ «ἀνάπτυξη» χωρὶς νὰ εἶναι σὲ θέση νὰ καλύψουν τίς διατροφικὲς ἀνάγκες τῶν συνεχῶς αὐξανόμενων πληθυσμῶν τους. Ἐπιπλέον, ἡ γεωργικὴ δραστηριότητα συχνὰ θεωρήθηκε ὡς ὑποδεέστερη ἐπαγγελματικὴ καὶ κοινωνικὴ ἐπιλογή, κάτι τὸ ὁποῖο ἴσως δὲν ἔχει ξεπεραστεῖ ἀκόμη καὶ σήμερα σὲ μέρος τῆς ἐλληνικῆς ἀστικῆς κοινωνίας. Ἔτσι «ξεχάστηκε» ἡ βασικὴ ἀρχή: ὅτι γιὰ νὰ ἔχει μιὰ χῶρα προοπτικὲς ἀνάπτυξης πρέπει νὰ ἔχει ἐξα-

σφαλίσει τὰ φυτικῆς καί, κυρίως, τὰ ζωικῆς προέλευσης τρόφιμα της. Αὐτὸ «ξεχάστηκε» καὶ σὲ πολλές χῶρες τοῦ ἀνεπτυγμένου κόσμου, μὲ ἐξαίρεση τὶς ΗΠΑ. Ἄς σημειωθεῖ ὅτι οἱ ΗΠΑ «δημιουργοῦν» τὰ μεγαλύτερα ὑγειονομικὰ προβλήματα στὶς εἰσαγωγὲς τροφίμων, ἐνῶ παράλληλα μὲ τὴν τεχνολογία (κυρίως βιοτεχνολογία) τους στὸν τομέα τῆς ἀγροτικῆς οἰκονομίας, ἐλέγχουν τὰ βασικὰ τρόφιμα καὶ τὶς ζωοτροφές ὅλου σχεδὸν τοῦ πλανήτη. Αὐτὴ εἶναι ἡ μόνη χώρα ποὺ ἐξακολουθεῖ νὰ ἔχει ὡς οἰκονομικὸ δόγμα ὅτι ἡ γεωργοκτηνοτροφικὴ ἔρευνα, ἀνάπτυξη καὶ τεχνολογία ἀποτελεῖ τὸ μεγαλύτερο οἰκονομικὸ «ὄπλο» (μεγαλύτερο ἀκόμη ἀπὸ τὴν ἀνάπτυξη τῶν ἐξοπλισμῶν καὶ τὴν ἐνέργεια). Στὶς περισσότερες χῶρες τοῦ ἀναπτυσσόμενου κόσμου καὶ σὲ ὀρισμένες τοῦ ἀνεπτυγμένου «ξεχάστηκε» ἡ βασικὴ οἰκονομοτεχνικὴ «ἀπαίτηση» γιὰ τὸ ἐπίπεδο μόρφωσης τῶν γεωργοκτηνοτρόφων, καθὼς ἐπίσης καὶ ἡ ἀνάγκη ὑποδομῆς, ὥστε οἱ ἀγρότες καὶ οἱ οἰκογενεῖς τους νὰ ἀπολαμβάνουν τὶς ἴδιες σύγχρονες ἀνέσεις μὲ τὸν ἀστικὸ πληθυσμὸ. Αὐτὲς οἱ ἀρχές ἔχουν ἐφαρμοστεῖ μὲ ἐπιτυχία μόνο σὲ ὀρισμένες χῶρες τοῦ ἀνεπτυγμένου κόσμου, κυρίως τῆς Β. Εὐρώπης καὶ τῆς Β. Ἀμερικῆς.

Ὁ Παγκόσμιος Ὄργανισμὸς Ἐμπορίου προσπάθησε νὰ ἐπιβάλλει μόνον ἐμπορικὸς κανόνες παγκοσμιοποίησης τοῦ ἐμπορίου στὰ τρόφιμα καὶ μάλιστα τὴ χωρὶς ὑγειονομικὸ ἔλεγχο διακίνησέ τους. Ὁ κύριος ἐκφραστής αὐτῆς τῆς ἀποφῆς εἶναι οἱ ΗΠΑ, ὅπου ὅμως ἐφαρμόζονται αὐστηροὶ ὑγειονομικοὶ κανόνες εἰσαγωγῶν, μὲ κριτήριον —συχνὰ— ἐμπορικὲς σκοπιμότητες, καὶ τὸ Ἡνωμένο Βασίλειον στὴν Ε.Ε., ἔχοντας ὅμως συνεχῶς προνομιακὴ σχέση μὲ τὶς χῶρες τῆς Κοινοπολιτείας.

Τὰ παραπάνω ἀποτελοῦν τὴν «προϊστορία» τῆς σημερινῆς παγκόσμιας κρίσης ἐπάρκειας τροφίμων καὶ τῆς δραματικῆς αὔξεσης τῶν τιμῶν τους. Οἱ αἰτίες ὅμως ποὺ συνέβαλαν καθοριστικὰ στὴν κρίση παρουσιάζονται ἀναλυτικὰ παρακάτω.

* Ἡ συνεχῆς αὔξηση τοῦ παγκόσμιου πληθυσμοῦ, ἡ προοπτικὴ τοῦ ὁποίου εἶναι νὰ φτάσει τὸ 2050 σὲ 9 περίπου δισεκατομμύρια ἀνθρώπους (ἀπὸ 6,5 δισεκατομμύρια ποὺ εἶναι σήμερα), καθὼς καὶ ἡ «γρήγορη» οἰκονομικὴ καὶ πληθυσμιακὴ ἀνάπτυξη τοῦ «ΒΡΙΚ» (Βραζιλία, Ρωσία, Ἰνδία, Κίνα).

* Ἡ Κίνα μὲ 1,5 δισεκατομμύρια κατοίκους «μπῆκε» ἐπιθετικὰ στὴν «παγκόσμια» ἀγορὰ τροφίμων, εἰδικὰ στὰ τρόφιμα ζωικῆς προέλευσης καὶ στὶς ζωοτροφές καὶ καταναλάνει σήμερα τὸ 25% περίπου τῆς παραγωγῆς κρέατος. Σημειώνεται ὅτι ἐκεῖ ἔχουν ἐρημοποιηθεῖ μεγάλες ἐκτάσεις ἀπὸ τὴ

χωρίς προγραμματισμό χρησιμοποίηση των βοσκοτόπων. Η χώρα περνά ταχύτατα στην ἐγχώρια παραγωγή κρέατος χοίρου και πτηνῶν, ζωικά εἶδη πού καταναλώνουν δημητριακά και σόγια και ἀνταγωνίζονται τίς διατροφικές ἀνάγκες τῶν ἀνθρώπων. Ἡ Κίνα ἀναγκάστηκε νά «χρησιμοποιήσει» τὴν παγκόσμια ἀγορά δημητριακῶν και σόγιας, αὐξήσε τὴ ζήτηση και τίς τιμές και δέσμευσε τεράστιες ἐκτάσεις στὴ Βραζιλία και τὴν Ἀργεντινὴ γιὰ παραγωγή ζωοτροφῶν (δημητριακά και σόγια).

* Ἐπιπλέον, 100.000.000 περίπου νεαροὶ Κινέζοι καταναλώνουν σήμερα ποσότητες γάλακτος και γαλακτοκομικῶν προϊόντων ἰσοδύναμων τῆς Εὐρώπης και τῆς Β. Ἀμερικῆς, καθὼς ἰσχύει ἡ διατροφικὴ ἀρχὴ ὅτι ἡ νέα γενιά γιὰ νά ἀναπτυχθεῖ σωστά, πνευματικά και σωματικά, πρέπει νά καταναλώσει ἱκανὲς ποσότητες ζωικῶν πρωτεϊνῶν. Ἡ Ἰνδία ἀκολουθεῖ ὅμοια «διαδρομὴ» μὲ τὴν Κίνα ἔχοντας ἀνάλογο πληθυσμὸ και προοπτικὲς μεγάλης ἀνάπτυξης και, μελλοντικά, ἀνάλογης ἐπίδρασης στὴν παγκόσμια ἀγορὰ τροφίμων. Ἡ Ρωσία προσπαθεῖ, εἰδικὰ ἀπὸ τὸ 2006, νά μπεῖ δυναμικά στὴν ἀγροτικὴ οἰκονομία και τὴν αὐτάρκεια τροφίμων.

* Ἡ Ρωσία και Οὐκρανία ἀποτελοῦν «ξεχασμένες» περιοχὲς παραγωγῆς δημητριακῶν. Ἡ Ρωσία ἔδωσε ἀπόλυτη προτεραιότητα στὴν ἀνάπτυξη τῆς κτηνοτροφίας και τὸ χειμῶνα τοῦ 2006-07 ἀγόρασε ἀπὸ τὴν Ε.Ε. ὅλες τίς διαθέσιμες μοσχίδες. Σήμερα οἱ μοσχίδες στὴν Ε.Ε. εἶναι λιγοστὲς και σὲ ὑψηλὲς τιμές (2007-08).

* Ἐξαιτίας τῶν δυσμενῶν κλιματολογικῶν συνθηκῶν σὲ πολλὲς περιοχὲς τοῦ πλανῆτη, εἰδικὰ δὲ ἀπὸ τὴν παρατεταμένη ξηρασία στὴ Νέα Ζηλανδία και τὴν Αὐστραλία, ὀδηγήθηκε στὰ σφαγεῖα μεγάλος ἀριθμὸς βοοειδῶν και προβάτων, μὲ ἀποτέλεσμα τὴν παγκόσμια ἔλλειψη γάλακτος και κρέατος. Ἡ ἴδια ξηρασία αὐτὴ ἐπῆρεσε δραματικά τὴν παραγωγικότητα τῶν βοσκοτόπων, σὲ ὅλα τὰ μέρη τοῦ πλανῆτη, μειώνοντας παραπέρα τὴν κτηνοτροφικὴ παραγωγή.

* Ἡ παρατεταμένη ξηρασία μείωσε παγκοσμίως τὴν παραγωγή δημητριακῶν και σόγιας (γιὰ τὴ διατροφή τοῦ ἀνθρώπου και τῶν παραγωγικῶν ζώων). Ὡς ἀποτέλεσμα ὑπῆρξε δραματικὴ αὐξηση τῶν τιμῶν και δημιουργία διατροφικοῦ πανικοῦ στίς φτωχὲς περιοχὲς τοῦ πλανῆτη. Τὸ ἴδιο παρατηρήθηκε και στὴν περίπτωσι τοῦ ρυζιοῦ και τὰ τρόφιμα ζωικῆς προέλευσης ἔγιναν και πάλι προϊόντα τῶν «πλουσίων».

* Ἡ χωρὶς προηγούμενο συνεχῆς αὐξηση τῶν τιμῶν τῆς ἐνέργειας-

πετρελαίου είχε δραματική επίδραση στην αύξηση των τιμών των τροφίμων (2006-08), ειδικά σε περιοχές του πλανήτη που οι συναλλαγές γίνονται σε δολάρια ΗΠΑ.

Η κατακόρυφη πτώση των παγκόσμιων αποθεμάτων της διατροφικής αλυσίδας μείωσε ακόμη περισσότερο τα διαθέσιμα τρόφιμα ζωικής προέλευσης και αύξησε τις τιμές τους. Επιπλέον, η παγκόσμια έλλειψη υγειονομικά αποδεκτών αποθεμάτων ιχθυαλευρών και ιχθυελαίου για τις ανάγκες της ιχθυοκαλλιέργειας είναι ένα ακόμη «κακό» μήνυμα για την παραγωγή τροφίμων ζωικής προέλευσης, με μελλοντική προοπτική παραπέρα αύξησης των τιμών τους και μείωσης ποσοτικά της παραγωγής τους.

* Τέλος, η προοπτική έλλειψης υγειονομικά αποδεκτών αποθεμάτων πόσιμου νερού που χρειάζονται τα παραγωγικά ζώα και, αντίστοιχα, οι τεράστιες ανάγκες νερού ίδιου υγειονομικού επιπέδου για τη σφαγή των ζώων και για τη χρήση του σε εργοστάσια επεξεργασίας γάλακτος-γαλακτοκομικών προϊόντων και τεχνολογικής επεξεργασίας τροφίμων ζωικής και φυτικής προέλευσης, δημιουργεί παραπέρα δυσμενείς προοπτικές στην παγκόσμια αγορά τροφίμων. Άς σημειωθεί ότι, ακόμη και χώρες της Ε.Ε. με παράδοση στην κτηνοτροφία, κινδυνεύουν να μείνουν «έκτος» παραγωγής από την έλλειψη υγειονομικά αποδεκτής ποιότητας νερού (κυρίως για τις ανάγκες της κτηνοτροφίας).

Μετά από τη σύντομη περιγραφή των κυριότερων προβλημάτων, εξαιτίας των οποίων υπήρξε μεγάλη άνοδος των τιμών των τροφίμων, πρέπει να αναφερθούν και ορισμένες ειδικές συνθήκες που αφορούν στο χώρο της Ε.Ε.

* Η επίβολη των υποχρεωτικών κανόνων ολοκληρωμένης φυτοϋγειονομικής διαχείρισης και της αντίστοιχης κτηνιατρικής υγειονομικής διαχείρισης του «στάβλου» (ΔΙΑΦΑΝΕΙΑ) που φτάνει μέχρι το «πιάτο» του καταναλωτή (ΙΧΝΗΛΑΣΙΜΟΤΗΤΑ) αυξάνουν περαιτέρω το κόστος παραγωγής και τις τιμές των τροφίμων στην Ε.Ε. και την Ελλάδα. Όμως, οι κανόνες αυτοί είναι απόλυτα σωστοί, επειδή προστατεύουν το φυσικό περιβάλλον, την υγεία-ευζωία των ζώων και κυρίως την υγεία των καταναλωτών.

* Η άρνητική στάση της Ε.Ε. στα τρόφιμα και τις ζωοτροφές (κυρίως τα δημητριακά, τη σόγια και το ρύζι) αυξάνει περαιτέρω το κόστος παραγωγής των τροφίμων στο χώρο της Ε.Ε.

* Επιπλέον, η κακή «νοοτροπία», χωρίς καμία επιστημονική βάση, κατά της εισαγωγής της βιοτεχνολογίας, όπως π.χ. χρήση της βόειας αύξη-

τικῆς ὁρμόνης γιὰ τὴν αὐξήση τῆς γαλακτοπαραγωγῆς τῶν ἀγελάδων, παρὰ τὴν παραγωγή της μὲ τὴν ἀξιοποίηση σύγχρονων βιοτεχνολογικῶν μεθόδων (ἐνῶ ἐπιτρέπεται ἡ χρήση τῆς ἀντίστοιχης ἀνθρώπινης ὁρμόνης στὴν Ε.Ε.), αὐξάνει περαιτέρω τὸ κόστος παραγωγῆς καὶ ἐπιβαρύνει τὸ φυσικὸ περιβάλλον. Ἀντίθετα, ἡ ὁρμόνη αὐτὴ χρησιμοποιεῖται μὲ ἀπόλυτη ἐπιτυχία καὶ ἀσφάλεια σὲ Β. καὶ Ν. Ἀμερική, Κίνα καὶ Ρωσία.

* Τέλος, τὰ βιοκαύσιμα πρώτης γενιᾶς εἶναι ἡ ἀποτυχία τῆς παγκόσμιας καὶ τῆς εὐρωπαϊκῆς ἀγροτικῆς πολιτικῆς. Τὰ βιοκαύσιμα πρώτης γενιᾶς στέρησαν πολὺτιμη τροφή γιὰ τὸν ἄνθρωπο ἄμεσα καὶ ἔμμεσα (ζωοτροφές), μείωσαν τὸ ἀπαραίτητο «ψωμί» τῶν φτωχῶν, ἔκαναν τὰ ζωικῆς προέλευσης τρόφιμα προϊόντα τῶν πλουσίων καὶ «σπατάλησαν» τεράστιες ποσότητες πολὺτιμου νεροῦ.

Ἀπὸ ὅλα τὰ εἰδικὰ αἴτια τῆς κρίσης μποροῦν νὰ ξεχωρίσουν: (α) τὰ προβλήματα ποὺ δημιουργεῖ τὸ «BPIK» στὴν παγκόσμια ἀγορὰ τροφίμων, (β) ἡ μεγάλη ξηρασία τοῦ 2006-07, (γ) τὰ βιοκαύσιμα τῆς πρώτης γενιᾶς, μὲ τὴν ἀπόλυτη κρατικὴ ὑποστήριξη (χρηματικὴ ἐπιδότηση) τῆς παγκόσμιας καὶ εὐρωπαϊκῆς κοινότητας, (δ) ἡ τρομακτικὴ αὐξήση τῶν τιμῶν τῶν «κλασικῶν» καυσίμων, (ε) ἡ ἀσύδοτη παγκόσμια κερδοσκοπία σὲ βάρος τῶν παραγωγῶν, τῶν καταναλωτῶν καὶ κυρίως τῶν κατοίκων τῶν φτωχῶν κρατῶν τῆς Ἀφρικῆς, τῆς Ἀσίας καὶ τῆς Ν. Ἀμερικῆς καὶ (στ) ἡ ἀνύπαρκτη, μέχρι σήμερα, ἀντίδραση τῆς Ε.Ε.

Ἡ παγκόσμια κοινότητα πρέπει νὰ πάρει μέτρα κατὰ τῆς φτώχειας καὶ κυρίως νὰ προωθήσει τὴν παραγωγή τροφίμων σὲ ἐξαιρετικὰ προβληματικὲς περιοχές-χῶρες. Πρέπει ἡ Food and Agriculture Organisation νὰ ἀναλάβει εἰδικὴ δράση μὲ σωστὸ προγραμματισμὸ ἀκόμη καὶ γιὰ τὴν πιθανὴ ἀλλαγὴ τῶν κλιματολογικῶν συνθηκῶν τοῦ πλανῆτη καὶ τὴν ἐπίδραση στὴ διατροφικὴ γεωργοκτηνοτροφία. Σὲ ἀντίθετη περίπτωση, τὰ 9 δισεκατομμύρια κατόικων τοῦ 2050 θὰ εἶναι ἀπειλὴ γιὰ τὸν πλανῆτη!

Οἱ δράσεις αὐτές, ὅμως, στὴν οὐσία εἶναι «θεωρητικὲς» καὶ χωρὶς οὐσιαστικὸ ἀποτέλεσμα. Ἀντίθετα, εἰδικὰ χῶρες τῆς Ν. Ἀμερικῆς, τῆς Ἀφρικῆς καὶ ὀρισμένες τῆς Ἀσίας πρέπει νὰ προωθήσουν τὴ δική τους «Κοινὴ Ἀγροτικὴ Πολιτικὴ», γιὰ νὰ προγραμματίσουν τὴν ἀγροτικὴ παραγωγή καὶ τὴν περιβαλλοντικὴ πολιτικὴ τους, γνωρίζοντας ὅτι τὰ τρόφιμα θὰ εἶναι πανάκριβα καὶ κυρίως δὲ θὰ καλύπτουν πλέον τίς ἀνάγκες τοῦ συνεχῶς αὐξανόμενου πληθυσμοῦ τους.

Πρέπει ὅλοι νὰ βοηθήσουν στὴν παραγωγικότητα τῆς διατροφικῆς γεωργοκτηνοτροφίας, ἡ ὁποία μὲ τὴ σειρά της, ὅταν γίνεται σωστὴ διαχείριση, προστατεύει τὸ φυσικὸ περιβάλλον. Πρέπει νὰ θεσπιστοῦν εἰδικὰ μέτρα γιὰ τὴν προστασία τοῦ παγκόσμιου ἀλιευτικοῦ πλούτου καὶ νὰ σταματήσει ἡ «κληστρική» ἐχμετάλλευση τῶν θαλασσῶν. Ἴσως αὐτὸ καὶ μόνο μπορεῖ νὰ δώσει διατροφικὴ «ἀνάσα» σὲ φτωχές, ἐξωτικές περιοχές τοῦ πλανήτη, ὅπου οἱ ἰσχυροὶ «καταληστεύουν» τὶς θάλασσες.

Φαίνεται σήμερα ὅτι εἶναι ἀδύνατον ἡ παγκόσμια κοινότητα νὰ θεσπίσει κανόνες, π.χ. περιβαλλοντικούς περιορισμούς στὴ «κληστρική» ἐχμετάλλευση τοῦ δάσους τοῦ Ἀμαζονίου γιὰ τὴν παραγωγή ζωοτροφῶν, καὶ βέβαια οἱ ἐπιπτώσεις στὸ περιβάλλον θὰ εἶναι τεράστιες. Ἴσως αὐτὸ νὰ εἶναι ἡ μεγαλύτερη περιβαλλοντικὴ πρόκληση αὐτοῦ τοῦ αἰῶνα! Ἐφόσον ἡ Ἰνδία «μπεῖ» δυναμικὰ καὶ χωρὶς προγραμματισμὸ στὴν ἀναζήτηση ἀνάλογων ποσοτήτων τροφίμων-ζωοτροφῶν (δημητριακά-σόγια), ὅπως ἡ Κίνα, τότε ὁ Ἀμαζόνιος θὰ περιγράφεται μόνο στὰ βιβλία τῆς Ἱστορίας. Ἐπιπλέον, ἡ παγκόσμια κοινότητα πρέπει νὰ προωθήσει νέες μεθόδους στὴν πρωτογενὴ παραγωγή ζωικῶν καὶ φυτικῶν τροφίμων.

Ἡ γεωργικὴ ἔρευνα καὶ ἡ τεχνολογία —καὶ κυρίως ἡ βιοτεχνολογία— πρέπει νὰ βρεθοῦν στὴν πρώτη θέση. Τὰ σημερινὰ ἐπιτεύγματα τῆς βιοτεχνολογίας, κυρίως δὲ αὐτὰ ποὺ ἔρχονται, μποροῦν νὰ λύσουν τὸ πρόβλημα τῆς παραγωγῆς τροφίμων μὲ βασικὲς προϋποθέσεις τὴν προστασία τῆς υγείας καὶ εὐζωίας τῶν καταναλωτῶν, τῆς υγείας καὶ εὐζωίας τῶν παραγωγικῶν ζώων καὶ τὴν προστασία τοῦ φυσικοῦ περιβάλλοντος.

Ἡ «Κοινὴ Ἄγροτικὴ Πολιτικὴ» καὶ ἡ «νοοτροπία» τῆς Ε.Ε. πρέπει νὰ ἀλλάξει ριζικὰ. Ἡ αὐτάρκεια στὴν εὐρωπαϊκὴ παραγωγή υγιεινῶν καὶ ποιολογικῶν τροφίμων ζωικῆς καὶ φυτικῆς προέλευσης πρέπει νὰ εἶναι ἡ «νέα» πολιτικὴ γιὰ τὴ γεωργοκτηνοτροφία. Ἡ Ε.Ε. πρέπει νὰ προγραμματίσει ταχύτατα τὴν ἀναθεώρηση τῆς σημερινῆς Κοινῆς Ἄγροτικῆς Πολιτικῆς μέχρι τὸ 2013, καὶ νὰ προγραμματίσει τὴ νέα Κοινὴ Ἄγροτικὴ Πολιτικὴ ὡς πρὸς τὴν παραγωγή καὶ τὴν κατανάλωση τῶν εὐρωπαϊκῶν τροφίμων καὶ κυρίως τὴν αὐτάρκεια τῆς διατροφικῆς τῆς γεωργοκτηνοτροφίας. Ἐκτὸς ἀπὸ τὴν εἰσαγωγή νέων τεχνολογιῶν στὴν παραγωγή ἀσφαλῶν τροφίμων, στὸ χῶρο τῆς Ε.Ε. πρέπει νὰ ὑπάρξει τρόπος ἐλέγχου τῶν τιμῶν τους, ἐπειδὴ μὲ τὸ σημερινὸ καθεστῶς δὲν εἶναι δυνατὸν πλέον νὰ γίνῃ προγραμματισμὸς τοῦ μοναδικοῦ ἀγαθοῦ γιὰ τὸν ἄνθρωπο, τῆς τροφῆς του.

Ἐπιπλέον, πρέπει νά δοθοῦν εἰδικά κίνητρα γιά τήν εὐρωπαϊκή διατροφική γεωργοκτηνοτροφία, μέ τήν ὁποία παράγονται ἀσφαλῆ καί ὑγιεινά τρόφιμα καί προστατεύεται τὸ φυσικὸ περιβάλλον. Τὰ κίνητρα πρέπει νά ἐπικταθοῦν καί πρὸς τοὺς παραγωγούς καί εἰδικά στή νέα γενιά. Ἐπίσης, πρέπει οἱ Εὐρωπαῖοι καταναλωτὲς νά πειστοῦν νά προτιμοῦν τὰ εὐρωπαϊκὰ ἐπίωνυμα καί παραδοσιακὰ τρόφιμα. Γιά παράδειγμα, δὲν εἶναι δυνατὸν σήμερα νά διαφημίζουσι προϊόντα μεσογειακῆς-ἐλληνικῆς διατροφῆς, ἑταιρείες ἀπὸ τὴν Κίνα ἢ τὴ Νέα Ζηλανδία. Τέλος οἱ καταναλωτὲς πρέπει νά «συμπεριφέρονται» σωστὰ καί μέ «σεβασμὸ» πρὸς τὰ τρόφιμα. Ἀποφάσεις ὅπως ἡ παραγωγή βιοκαυσίμων καί ὁ ἀποκλεισμὸς ἀσφαλῶν γεωργικῶν καινοτομιῶν τῆς βιοτεχνολογίας μέ κριτήριον τὴν «ψυχολογικὴ ἀντίδραση» τοῦ κοινοῦ πρέπει νά «φύγουν» ἀπὸ τὸ χῶρον τῆς Ε.Ε., ἐκτὸς ἐὰν ὑπάρχει προτίμηση τὸ προνόμιον τῆς κάλυψης τῶν διατροφικῶν ἀναγκῶν τῶν λαῶν τῆς νά εἶναι στὰ «χέρια» τοῦ παγκόσμιου ἐμπορίου.

Δυστυχῶς, τὰ τρόφιμα δὲν εἶναι πλέον «δεδομένα» στὸ πιάτο μας. Ἡ ἀπαίτηση τοῦ ἀνεπτυγμένου κόσμου, εἰδικά δὲ τῆς Ε.Ε., ἀπὸ τὸ 2000 μέ τὴ λευκὴ βίβλο γιά τὴν ἀσφάλεια τροφίμων —εἰδικά ζωικῆς προέλευσης— ἔχει ὡς κύριες ἀρχές: (α) τὸν ὑγειονομικὸ ἔλεγχο καί τὴ διαφάνεια στὸ ἐπίπεδο τοῦ στάβλου - χωραφιοῦ καί (β) τὴν ἰχνηλασιμότητα τοῦ παραχθέντος προϊόντος μέχρι τὸ πιάτο τοῦ καταναλωτῆ.

Στὴν οὐσία ἔχει ἐπικρατήσει ἡ ἀρχὴ ὅτι τὰ τρόφιμα παράγονται μέ τίς ἴδιες «ἀνοιχτές» διαδικασίες πού ἐπικρατοῦν στή φαρμακευτικὴ ἔρευνα, ὅταν ἀναπτύσσονται νέα θεραπευτικὰ καινοτόμα προϊόντα. Οἱ ἀπαιτήσεις τῆς λευκῆς βίβλου τῆς Ε.Ε. ὁδήγησαν στή δημιουργία τοῦ Εὐρωπαϊκοῦ Φορέα Ἐλέγχου Τροφίμων (European Food Safety Authority) γιά τὴν ἀσφάλεια καί τὴν ὑγιεινὴ τῶν τροφίμων ζωικῆς ἢ φυτικῆς προέλευσης καί τῶν ζωοτροφῶν.

Τὸ μεγαλύτερο πρόβλημα τῆς κτηνοτροφίας —ἰδιαίτερα τῆς εὐρωπαϊκῆς— εἶναι ἡ προοπτικὴ μελλοντικῆς ἔλλειψης νεροῦ ὑγειονομικὰ ἀποδεκτῆς ποιότητος. Ἡ ρύπανση τῶν ὑπόγειων ἀποθεμάτων νεροῦ, λιμνῶν καί ποταμῶν, δὲν ὀφείλεται μόνο στίς δραστηριότητες τῆς βιομηχανίας, καί στὴν «κακὴ» διαχείριση τῶν ἀνθρώπινων λυμάτων. Σὲ αὐτὴν ἔχει συμβάλει καθοριστικὰ ἡ γεωργοκτηνοτροφία, ἡ ὁποία δὲ σέβεται τὸ φυσικὸ περιβάλλον.

Στὴ Βραζιλία, ἀπὸ τὸ 2005 καί μετὰ, τὸ 60% τῆς σόγιας πού παράγεται εἶναι ἀπὸ γενετικὰ τροποποιημένους σπόρους, ἐνῶ στὴν Ἀργεντινὴ ἔχει

επικρατήσει ή χρησιμοποίηση γενετικά βελτιωμένων σπόρων σόγιας. Η παραγωγή σόγιας από τις ΗΠΑ τὸ 2007 (ἀπὸ 28 ἑκατομμύρια ἑκτάρια, συνολικῆς ἀξίας περίπου 12 δισεκατομμυρίων δολαρίων) «πῆγε» κυρίως στις παρακάτω τέσσερις μεγάλες παγκόσμιες ἀγορές: (α) Κίνα (ἀξίας 4,257 δισεκατομμυρίων δολαρίων), Μεξικό (ἀξίας 1,745 δισεκατομμυρίων δολαρίων), Ἰαπωνία (ἀξίας 1,237 δισεκατομμυρίων δολαρίων) καὶ Ε.Ε. (ἀξίας 1,069 δισεκατομμυρίων δολαρίων). Ἡ χρησιμοποίηση γενετικά βελτιωμένων σπόρων θέλει ἐπιστημονικὴ ἐπιτήρηση στὴ γεωργοκτηνοτροφία καὶ θὰ ἀφορᾶ τυχόν δυσμενεῖς ἐπιπτώσεις στὸ φυσικὸ περιβάλλον, στὴν ὑγεία-εὐζωία τῶν καταναλωτῶν καὶ στὴν ὑγεία-εὐζωία τῶν παραγωγικῶν ζώων.

Ἐὰν αὐτὲς οἱ ἐπιπτώσεις δὲν ὑπάρχουν μετὰ ἀπὸ 10 χρόνια ἔρευνας καὶ 10 χρόνια μαζικῆς χρήσης, τὰ πλεονεκτήματα, κατὰ περίπτωσιν, εἶναι τεράστια. Ὑπάρχει ὅμως ἓνα μεγάλο καὶ ἴσως ἀξεπέραστο μειονέκτημα. Ἡ βιοτεχνολογικὴ γεωργικὴ ἔρευνα καὶ ἀνάπτυξη καθυστέρησε δραματικὰ στὴν Ε.Ε. —μόνο μικρὲς ἐξαιρέσεις ὑπάρχουν ἀπὸ δύο εὐρωπαϊκὲς εἰταιρίες, χωρὶς μεγάλη ἐπιτυχία. Ὅλα σχεδὸν τὰ ἐπιτεύγματα στὴ διατροφικὴ γεωργοκτηνοτροφία «ἐξασφαλίζονται» σήμερον στις ΗΠΑ (μᾶλλον δὲ καὶ τὰ μελλοντικά, π.χ. σόγια μὲ αὐξημένη πρωτεϊνικὴ ἀξία καὶ μὲ Ω-3 πολυακόρεστα λιπαρὰ ὀξέα). Ἔτσι, μέσω τῶν βιοτεχνολογικῶν ἐπιτευγμάτων, «ἐλέγχεται» προοδευτικὰ ἡ παγκόσμια παραγωγὴ δημητριακῶν καὶ σόγιας καὶ ἄμεσα ἢ διατροφή τοῦ πλανήτη, ἐπειδὴ ὅλοι αὐτοὶ οἱ σπόροι εἶναι γιὰ μίαν καὶ μόνο καλλιεργητικὴ περίοδο.

Ἡ σύγχρονη παγκόσμια ἀρχὴ στὴν ἀγροτικὴ οἰκονομία εἶναι ὅτι οἱ τιμὲς τῶν τροφίμων καθορίζονται παγκοσμίως, ἐνῶ τὸ κόστος παραγωγῆς καὶ ἡ ἀσφάλεια-ὑγιεινὴ τῶν προϊόντων σὲ τοπικὸ-ἐθνικὸ ἐπίπεδο.

Ἐπιπλέον, πρέπει νὰ ἀλλάξει ἡ ὅλη πολιτικὴ γιὰ τὰ βιοκαύσιμα. Ἔτσι, πρέπει νὰ ἀξιοποιηθοῦν ἄλλα φυτὰ, τὰ ὁποῖα δὲ στεροῦν τροφίμα - ζωοτροφές καὶ δὲν ξοδεύουν μεγάλες ποσότητες πολυτίμου νεροῦ. Ἡ προστασία τοῦ φυσικοῦ περιβάλλοντος καὶ ἡ βελτίωσή του εἶναι βασικὲς ἀρχές, γιὰ νὰ ὑπάρχει διατροφικὴ γεωργοκτηνοτροφία. Ἀκόμη καὶ ἡ διατήρηση καὶ βελτίωσις τῶν δασῶν, μπορεῖ νὰ προγραμματιστεῖ ἄρμονικὰ καὶ νὰ συμβάλει στὴν ἀνάπτυξιν τῆς κτηνοτροφίας καὶ τῶν, μὲ εἰδικὲς προδιαγραφές, βιολογικῶν ἐκτροφῶν.

Ἡ οἰκονομικὴ καὶ παραγωγικὴ πολιτικὴ τῆς Ἑλλάδος πρέπει νὰ ἀλλάξει δραστικὰ, μετὰ τὴν πρόσφατη, παγκόσμια ἐπισιτιστικὴ κρίση, τὴ χωρὶς

προηγούμενο αύξηση τῆς τιμῆς τοῦ πετρελαίου καὶ τῆ δραματικῆ, συνεχῆ αὐξηση τῶν τιμῶν τῶν τροφίμων. Εἶναι ἀδιανόητο ὅτι ὑπάρχουν οἰκονομικοὶ ἀναλυτὲς ποὺ περιγράφουν αὐξηση βασικῶν τροφίμων, εἰδικὰ ζωικῆς προελεύσεως, ὡς περίπου ἑλληνικὸ φαινόμενο καὶ γίνονται ἀπαράδεκτα «ἐπιθετικοί», ὅταν οἱ γεωργοκτηνοτρόφοι ζητοῦν ἀξιοπρεπεῖς τιμὲς γιὰ τὰ προϊόντα τους.

Πρέπει ἡ Ἑλλάδα νὰ «ἐπιβάλει» νέα πολιτικὴ ἀγροτικῆς οἰκονομίας μὲ στόχο τὴν αὐτάρκεια τῶν βασικῶν διατροφικῶν ἀναγκῶν της, κυρίως σὲ κρέας, γάλα, δημητριακὰ καί, σὲ ἓνα βαθμὸ, ζωοτροφές. Ἐπίσης, πρέπει νὰ ἀξιοποιήσῃ τὰ προϊόντα ἀλιείας καὶ ἰχθυοκαλλιέργειας, τὰ προϊόντα τῆς ἐλιάς, τὰ ὄσπρια, τὸν πλοῦτο τῶν ὀπωροκηπευτικῶν καὶ τὰ κρασιά. Δὲν εἶναι δυνατὸν ἡ Ἑλλάδα νὰ συνεχίσει νὰ εἰσάγει, γιὰ τὶς ἀνάγκες τῆς διατροφῆς τοῦ λαοῦ της, τρόφιμα ζωικῆς προέλευσης, ἄμεσα (κρέας καὶ γάλα) ἢ ἔμμεσα (ζωοτροφές καὶ ζῶα ἀναπαραγωγῆς), τῶν ὁποίων ἡ ἀξία ξεπερνᾷ τὸ ἀντίστοιχο σὲ ἐνέργεια! Ἐπίσης, δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ χρησιμοποιοῦνται σὲ τόση ἔκταση εἰσαγόμενα σπορέλαια καὶ νὰ μένει ἀδιάθετο τὸ ἑλληνικὸ ἐλαιόλαδο. Πρέπει νὰ «ἐπιβάλει» ὀλοκληρωμένα συστήματα κτηνιατρικῆς καὶ φυτο-υγειονομικῆς διαχείρισης στὸ στάβλο-χωράφι (διαφάνεια) καὶ ἰχνηλασιμότητας μέχρι τὸ πιάτο μας.

Ὅλα τὰ ἐγχώρια προϊόντα πρέπει νὰ ἔχουν αὐτὲς τὶς προδιαγραφές καὶ νὰ ὑπάρχει ἀπαιτήση (ὥστε νὰ μειωθεῖ ὁ κίνδυνος ποὺ σχετίζεται μὲ τὸ συχνὸ «βάπτισμα» ὡς τροφίμων τῆς Ε.Ε., ὅταν «περάσουν» ἀπὸ κράτος-μέλος προϊόντα τρίτων χωρῶν καὶ ἐξαχθοῦν σὲ ἄλλο κράτος-μέλος) γιὰ τὰ ἀντίστοιχα τῆς ἐσωτερικῆς ἀγορᾶς τῆς Ε.Ε. καὶ νὰ μὴν εἰσάγονται ἀπὸ τρίτες χῶρες, χωρὶς αὐτὲς τὶς προδιαγραφές διαφάνειας καὶ ἰχνηλασιμότητας. Ἐπίσης, πρέπει νὰ ἐπιβληθεῖ αὐτὸ ποὺ πρόσφατα ξεκίνησε μὲ ἐπιτυχία τὸ Ὑπουργεῖο Ἀγροτικῆς Ἀνάπτυξης καὶ Τροφίμων γιὰ τὸ ἑλληνικὸ κρέας, δηλαδή ἡ ὑπαρξὴ ἐτικέτας - ἀπόδειξης σὲ κάθε συσκευασία γιὰ τὴν ἰχνηλασιμότητα τοῦ προϊόντος (χώρα ἢ περιοχὴ προέλευσης).

Ἐπιπλέον, οἱ υγειονομικοὶ ἔλεγχοι ἀπὸ τὸ «στάβλο-χωράφι» πρέπει νὰ γίνονται κατὰ τὴν εἰσαγωγὴ τῶν διαφόρων τροφίμων στὴ χώρα καὶ στὸ «ράφι - πιάτο» τοῦ καταναλωτῆ (ἐγχώριων ἢ εἰσαγόμενων) καὶ νὰ διέπονται ἀπὸ ἐνιαῖο υγειονομικὸ ἔλεγχο, φορέα καὶ νομοθεσία. Σημειώνεται ὅτι σὲ ὅλες τὶς κτηνιατρικὲς σχολὲς τῆς Ε.Ε. ἐπικρατεῖ ἡ ἀρχὴ τῆς ἐνιαίας διδασκαλίας τῆς διαχείρισης ὑγείας καὶ τῆς εὐζωίας τῶν παραγωγικῶν ζώων καὶ τῆς

υγιεινής τροφίμων ζωικής προέλευσης. Έτσι, εκπαιδεύεται ή νέα γενιά τεχνοκρατών που θα υποστηρίξει την κτηνοτροφία της Ε.Ε. και την υγεία των καταναλωτών.

Πρέπει να σημειωθεί ότι όπου υπάρχει ένιαος και αξιόπιστος φορέας έλέγχου για την ασφάλεια-υγιεινή των τροφίμων (διαφάνεια στο στάβλο-χωράφι, ιχνηλασιμότητα μέχρι και το πιάτο του καταναλωτή και βέβαια διαφάνεια-ιχνηλασιμότητα και για τα εισαγόμενα τρόφιμα), τότε είναι δυνατό για την κρατική μηχανή να έλέγξει καλύτερα τις πληγές της αίσχροκέρδειας και της νόθευσής τους.

Προτεραιότητες της ελληνικής γεωργοκτηνοτροφίας πρέπει να είναι οι παρακάτω:

- * Προστασία φυσικού περιβάλλοντος.
- * Νερό (ποσοτική εξασφάλιση υγειονομικά αποδεκτής ποιότητας) για τη γεωργία και την κτηνοτροφία.
- * Προστασία και αξιοποίηση των δασών (π.χ. για την κτηνοτροφική και γεωργική παραγωγή).
- * Παραγωγή υγιεινών-ασφαλών τροφίμων.
- * Βελτίωση της παραγωγικότητας της γεωργοκτηνοτροφίας.
- * Ανταγωνιστικές διεθνώς τιμές - εξαγωγές.
- * Όργάνωση παραγωγών - κτηνοτρόφων (για την προμήθεια των απαραίτητων εφοδίων, ζωοτροφών και φαρμάκων, καθώς και, κυρίως, την έμπορία των προϊόντων τους).
- * Αναδιοργάνωση-αναβάθμιση του καθεστώτος των επιδοτήσεων (όχι πια επιδοτήσεις σε «γεωργούς» χωρίς «παραγωγή»).
- * Παρεμβολή στην πολιτική της Ε.Ε., για παράδειγμα κατάργηση των ποσοστώσεων στο αγελαδινό γάλα. Η Ελλάδα δε μπορεί να παράγει όσο αγελαδινό γάλα χρειάζεται, ενώ χώρες της Β. Ευρώπης παράγουν όπωροκτηρευτικά προϊόντα το χειμώνα σε «πανάκριβα» θερμοκήπια.

Η ελληνική αγροτική πολιτική πρέπει να γίνει πιο επιθετική και στο χώρο της Ε.Ε. και παγκοσμίως (και να χρησιμοποιεί σύγχρονες τεχνολογίες χωρίς αφορισμούς και «μυθολογίες»). Η ελληνική αγροτική παραγωγή πρέπει να «επιβάλει» στην έγχωρια, ευρωπαϊκή και παγκόσμια αγορά τα πιστοποιημένα και παραδοσιακά τρόφιμα (όπως π.χ. τη φέτα), οι κερδοσκόποι και οι νοθευτές των ποιοτικών γεωργοκτηνοτροφικών προϊόντων πρέπει να ύφίστανται σοβαρότατες κυρώσεις, ώστε να μη «ρισκάρουν» τέτοιες παράνο-

μες δραστηριότητες. Εύτυχως, σήμερα γίνονται μεγάλες προσπάθειες προς αυτήν την κατεύθυνση από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και το Υπουργείο Ανάπτυξης.

Οι Έλληνες καταναλωτές προτιμούν τα ελληνικά προϊόντα φυτικής και ζωικής προέλευσης, σε αναλογία που ειδικά στο κρέας φτάνει έως 85%. Πρέπει όμως, όχι μόνο να τα προτιμούν αλλά και να τα «επιβάλλουν», κυρίως μέσω ενώσεων καταναλωτών, επειδή μόνον έτσι θα «ζήσει» η ελληνική περιφέρεια. Εάν τους ξεγελούν οι κερδοσκόποι με «ψεύτικα» επώνυμα ρούχα, χάνουν μόνο χρήματα. Όμως, όταν αυτό γίνεται με τα τρόφιμα κινδυνεύει η υγεία τους και το μέλλον της χώρας. Χωρίς γεωργοκτηνοτροφία, ουσιαστικά δεν υπάρχει πλέον μέλλον για τη χώρα μας. Επίσης, πρέπει να βελτιωθούν οι διατροφικές συνήθειές τους, προς όφελος της υγείας και της τσέπης τους.

Τί γίνεται, όμως, σήμερα σε κύριες περιοχές της οικονομίας μας, αναφορικά με το πεδίο των τροφίμων;

* Ο μαζικός - βιομηχανικός τουρισμός χρησιμοποιεί τρόφιμα κυρίως από την παγκόσμια αγορά, χωρίς καμία ουσιαστική προσπάθεια για προώθηση της μεσογειακής - ελληνικής διατροφής. Όμως, όταν ο τουρισμός μας χρησιμοποιεί εισαγόμενη ενέργεια και τρόφιμα, ποιά είναι η εγχώρια προστιθέμενη αξία; Το ίδιο ισχύει για τα ελληνικής πλοιοκτησίας κρουαζιερόπλοια, όπως και κατά κανόνα για τα «ελληνικά» catering και τους σύγχρονους χώρους σίτισης με απαράδεκτα ύψηλες τιμές. Δεν πρέπει σε δεξιώσεις που οργανώνουν κρατικοί οργανισμοί, να προσφέρονται παράξενα εδέσματα, προϊόντα της παγκοσμιοποίησης του εμπορίου των τροφίμων. Ακόμη και η «φέτα», τις περισσότερες φορές, είναι εισαγόμενο λευκό αγελαδινό τυρί.

* Ο αγροτουρισμός, μέχρι πρότινος, χρησιμοποιούσε ελάχιστα εγχώρια προϊόντα. Αυτή η προσπάθεια άρχισε δειλά-δειλά πρόσφατα. Ο αγροτουρισμός, με αποκλειστική κατανάλωση πιστοποιημένων παραδοσιακών εγχώριων τροφίμων, μπορεί να βοηθήσει και στη γεωργική αναγέννηση της περιοχής. Καλό παράδειγμα είναι ο αγροτουρισμός στην Ιταλία, στην Τοσκάνη και στη νότια ακτή της Νάπολης, την Costa Amalfi, όπου όλοι καταναλώνουν πιστοποιημένα και παραδοσιακά γεωργοκτηνοτροφικά προϊόντα της περιοχής.

* Οι ένοπλες δυνάμεις πρέπει να καταναλώνουν μόνον εγχώρια τρόφιμα. Μόνον τώρα τελευταία γίνεται προσπάθεια για εισαγωγή της φέτας και του φρέσκου ελληνικού γάλακτος.

Ἡ ἐγχώρια γεωργοκτηνοτροφικὴ παραγωγή πρέπει νὰ ἀλλάξει, πρέπει νὰ παράγει καὶ παραδοσιακὰ προϊόντα («προϊόντα τῆς ἄλλης γεωργίας»), νέα προϊόντα καί, κυρίως, νὰ ἀξιοποιεῖ στὸ μέγιστο ὅλες τὶς παραγωγικὲς δυνατότητές της. Ἐπιπλέον, πρέπει νὰ προχωρήσει στὴν ἀνακύκλωση, ἐπειδὴ τίποτα δὲ θεωρεῖται ὡς ἄχρηστο «προϊὸν-παραπροϊὸν» στὴ διατροφικὴ γεωργοκτηνοτροφία, μὲ χώρα-παγκόσμιο παράδειγμα τὸ Ἰσραήλ.

Πρέπει λοιπὸν νὰ ἔχουμε νέο δόγμα γιὰ τὴν οἰκονομία μας: (α) αὐτάρκεια ἀσφαλῶν τροφίμων, (β) ἐξαγωγικὲς δυνατότητες καὶ (γ) προστασία τοῦ περιβάλλοντος.

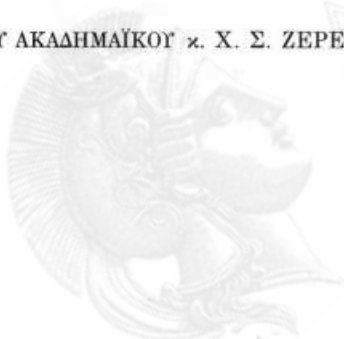
Ἡ οἰκονομία δὲν ἀντέχει πλέον τὸ οἰκονομικὸ «βάρος» τῶν εἰσαγωγῶν γιὰ κάλυψη τῶν ἀναγκῶν σὲ ζωικὰ τρόφιμα. Τέλος, οἱ Ἕλληνες γεωργοκτηνοτρόφοι πρέπει νὰ ἔχουν τὴ συνεχὴ ὑποστήριξη καὶ τὴ θαλπωρὴ τῆς Πολιτείας. Πρέπει νὰ δοθεῖ ἰδιαίτερη ἔμφαση στὸν προγραμματισμὸ τῆς ἀγροτικῆς παραγωγῆς. Ἐπιπλέον, ἡ ἔρευνα καὶ ἡ ἀνάπτυξη τῆς νέας γεωργικῆς τεχνολογίας νὰ εἶναι προτεραιότητες γιὰ τὴ χώρα μας. Ἄς σημειωθεῖ ὅτι στὸν ἰδρυτικὸ ὄργανισμὸ τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν ἀναφέρεται προφητικὰ ἡ πρωταρχικὴ σπουδαιότητα τῆς ἐπιστημονικῆς ἔρευνας καὶ μελέτης στοὺς διάφορους τομεῖς τῆς γεωργίας καὶ μετὰ ἀκολουθοῦν ὅλες οἱ ἄλλες δραστηριότητες!

ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΔΗΜΟΣΙΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 10ΗΣ ΙΟΥΝΙΟΥ 2008

ΑΙ ΕΠΤΑΛΟΦΟΙ ΑΘΗΝΑΙ ΚΑΙ
ΤΟ ΕΘΝΙΚΟΝ ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟΝ ΑΘΗΝΩΝ

ΟΜΙΛΙΑ ΤΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ κ. Χ. Σ. ΖΕΡΕΦΟΥ*



* Ἡ ὁμιλία θὰ δημοσιευθεῖ στὴ σειρά Πραγματεῖα τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν.

ΔΗΜΟΣΙΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 9ΗΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2008

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΕΩΣ
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΥ, ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ, ΕΡΕΥΝΗΤΩΝ,
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΔΙΚΩΝ
(ΠΑΛΑΙΕΣ ΚΑΙ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΑΠΟΦΕΙΣ)

ΟΜΙΛΙΑ ΤΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ κ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ Κ. ΑΡΤΕΜΙΑΔΗ

Κατά τη διάρκεια της ακαδημαϊκής μου σταδιοδρομίας υπήρξε ένα θέμα που μονίμως απασχολούσε όχι μόνο εμένα αλλά και πολλούς άλλους συναδέλφους, ήτοι: Η εξεύρεση ενός τρόπου (μεθόδου) αντικειμενικής αξιολογήσεως ενός επιστημονικού ερευνητικού έργου.

Η αναζήτηση μιας τέτοιας μεθόδου ήταν και είναι έντονότερη, όταν είναι κανείς εισηγητής ή μέλος εξεταστικής επιτροπής κρίσεως υποψηφίων για κάποια θέση κλπ. Αναφέρθηκα στην έννοια της αντικειμενικότητας, με τον όρισμό όμως της οποίας δε θα ασχοληθώ. Το θέμα του «όρισμού» των έννοιών μας είχε απασχολήσει σε προγενέστερη ομιλία (Πλατωνισμός και Αντιπλατωνισμός, *Πρακτικά 'Ακαδημίας 'Αθηνών*, τ. 81 Α' [2006]). Έδω θα δεχθούμε ότι η «αντικειμενικότητα» είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα του επιστήμονα, μια ιδιαίτερη ευαισθησία που απαιτεί να είναι αυτός ελεύθερος και ανεπηρέαστος από κάθε προκατάληψη.

Λαμβάνοντας αφορμή μια έκτενη, σοβαρή και λεπτομερή, σχετική με το θέμα αυτό, έρευνα, που πρόσφατα δημοσιεύθηκε, θα προσπαθήσω να σας παρουσιάσω τα κύρια πορίσματά της, καθώς και απόψεις άλλων επιστημόνων αναφερόμενες στο ίδιο θέμα.

Θα ξεκινήσω με μια σύντομη παρατήρηση που είχα κάνει σε ομιλία μου στο 12ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ανάλυσης (Παν. 'Αθηνών, 15.5.2008).

Αναφερόμενος στο μεγάλο πλήθος τῶν θεματικῶν περιοχῶν πού ἐκάλυπτε τὸ πρόγραμμα τοῦ Συνεδρίου, ἡ μνήμη μου μὲ μετέφερε σὲ μιὰ μέρα τοῦ Ὀκτωβρίου 1939, ὁπότε χαρούμενος μαζί μὲ ἓνα ἢ δύο ἀκόμα συναδέλφους, ἔβγαινα μὲ τὸ πτυχίό τοῦ μαθηματικοῦ στὸ χέρι ἀπὸ τὸ Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Τὸ αἶσθημα πού μᾶς κατεῖχε τότε ὅλους ἦταν ὅτι τὸ σύνολο τῶν μαθηματικῶν ἰδεῶν πού εἶχαμε διδαχθεῖ (Ἀπειροστικός Λογισμός, Ἀναλυτικὴ Γεωμετρία, Θεωρητικὴ Μηχανικὴ καὶ μερικά ἄλλα) ἦταν ἀρκετὰ πλούσιο ὥστε νὰ μπορέσουμε νὰ ἀποκτήσουμε μιὰ γενικὴ ἰδέα τοῦ «δάσους» στὸ ὁποῖο ἐπιχειρούσαμε νὰ μποῦμε. Στὸ σημεῖο αὐτὸ ἄς μοῦ ἐπιτραπεῖ νὰ προσθέσω, ἀποτιόντας ἐλάχιστο φόρο τιμῆς, ὅτι ἡ «ψυχὴ» τότε τοῦ Τμήματος Μαθηματικῶν τοῦ Α.Π.Θ. ἦταν ὁ χαλκέντερος, ὁ ἀκούραστος καθηγητὴς Ὅθων Πυλαρινός, ἀργότερα σεβαστὸς συναδέλφος στὴν Ἀκαδημία Ἀθηνῶν. Ὁ Πυλαρινός ὑπῆρξε καθηγητὴς, ἀλλὰ συγχρόνως ὑπῆρξε καὶ ὁ ἐπιμελητὴς, ὁ βοηθός, ὁ σύμβουλος καὶ ὁ φίλος τῶν φοιτητῶν του. Ἐμεῖς οἱ παλαιοὶ του φοιτητὲς τοῦ εἶμαστε ἀπείρως εὐγνώμονες.

Ὡς νεαροὶ πτυχιούχοι, πιστεύαμε τότε ὅτι οἱ πολυἀριθμὲς «ἐξειδικευμένες κατευθύνσεις» στὰ Μαθηματικά, πού σήμερα εἶναι πολὺ περισσότερες, καὶ οἱ ὁποῖες ἐκ πρώτης ὄψεως φαίνονταν ἄσχετες μεταξύ τους, εὐρίσκονταν σὲ ἀρμονικὴ συνοχὴ ἢ μιὰ μὲ τίς ἄλλες, καὶ ἀποτελοῦσαν ἀρμονικὴ εἰκόνα ἐνὸς διατεταγμένου συνόλου. Ὑστερα ἀπὸ τόσα χρόνια πού πέρασαν ἀπὸ τότε, τολμῶ νὰ πῶ ὅτι δὲν ἔπαυσα νὰ ἔχω τὴν παραπάνω ἀποψη, ἢ ὁποῖα φαίνεται νὰ χειραγωγεῖ τὸν ἐπιστήμονα στὴν ἔρευνά του. Ἡ ἀποψη αὐτὴ μᾶς ἐπιτρέπει νὰ ποῦμε ὅτι ἓνα νέο ἐρευνητικὸ ἀποτέλεσμα ἔχει κάποια ἀξία ὅταν ἐναρμονίζεται μὲ τὰ ὑπόλοιπα γνωστά, καὶ φαινομενικὰ ἄσχετα μεταξύ τους, ὑπάρχοντα ἀποτελέσματα, καὶ παρέχει ἓνα καλὰ ὁργανωμένο σύνολο, ἓνα δηλαδὴ τρόπο σκέψης πιὸ «οἰκονομικό», ἔτσι ὥστε οἱ πολυἀριθμοὶ τύποι καὶ θεωρίες νὰ ἀποτελοῦν ἓνα ἀρμονικὸ οἰκοδόμημα μὲ χαρακτηριστικὸ γνῶρισμα τὴν αἰσθητικὴ του καὶ νὰ δικαιολογοῦν ἔτσι τὴν πεποίθησή πού συμμερίζονται πολλοὶ μεγάλοι μαθηματικοί, ὅτι δηλ. τὰ Μαθηματικὰ εἶναι καὶ καλλιτεχνία.

Κλασικὸ παράδειγμα ἐνὸς τέτοιου ἀποτελέσματος εἶναι ἡ «Θεωρία Κατανομῶν» (Théorie des Distributions) τοῦ ἀείμνηστου Laurent Schwartz.

Ἄν ἀγνοήσουμε τὴν παραπάνω ἀποψη, τότε τὸ διογκούμενο τεράστιο πλήθος τῶν «ἐξειδικευμένων κατευθύνσεων», δὲ νομίζω ὅτι μπορεῖ νὰ θεω-

ρηθεί ότι αποτελεί επίτευγμα, υπό την έννοια ότι τα Μαθηματικά αναπτύχθηκαν και εμπλουτίστηκαν προς κάθε κατεύθυνση, διότι η έλλειψη του «συνδετικού ιστού», που αναφέραμε παραπάνω, μπορεί αντίθετως να αποτελέσει εμπόδιο και τροχοπέδη στην ίδια την πρόοδο της επιστήμης.

Αποδεχόμενοι την ως άνω άποψη, ή υπάρχουσα μηχανιστική αντίληψη, ή οποία συμβαδίζει με τον απόλυτο ύπολογιστικό χαρακτήρα της επιστήμης, που πολλοί πιστεύουν ότι αποτελεί την πεμπτούσια των Μαθηματικών, είναι φανερό ότι η αντίληψη αυτή δε μπορεί να εκτοπίσει την ελεύθερη έμπνευση του έρευνητή.

Ανάλογη άποψη πιστεύω ότι ισχύει και για τις υπόλοιπες θετικές επιστήμες.

Και εισέρχομαι τώρα στο κυρίως θέμα.

Το καλοκαίρι του 2007 οι επιστημονικές οργανώσεις:

- IMU: International Mathematical Union
- ICIAM: International Council for Industrial and Applied Mathematics
- IMS: Institute of Mathematical Statistics

άνεθεσαν σε τριμελή επιτροπή επιστημόνων να διερευνήσει και να μελετήσει τις διάφορες μορφές των λεγομένων Impact Factors (Παράγοντες Έπιδράσεως) καθώς και άλλων στατιστικών μεθόδων οι οποίες βασίζονται σε αναφορές (citations) που εμφανίζονται κατά την αξιολόγηση επιστημονικών εργασιών.

Η Έπιτροπή εξέτασε και συνεζήτησε λεπτομερώς και σε βάθος το θέμα, και αφού έλαβε υπόψη και την τεράστια σχετική βιβλιογραφία υπέβαλε (11 Ιουνίου 2008) το πόρισμά της υπό τον τίτλο *Citation Statistics*, το οποίο έγινε ομόφωνα δεκτό από τις προαναφερθείσες τρεις οργανώσεις. Τα συμπεράσματα αυτά της Έπιτροπής, τα οποία, υποθέτω, ισχύουν σε όλες τις θετικές επιστήμες, θα προσπαθήσω να σας παρουσιάσω εν συντομία.

Η αίτια ή οποία οδήγησε τις παραπάνω οργανώσεις στο να προβούν στη σε βάθος εξέταση του εν λόγω θέματος υπήρξε πολλαπλή. Πολλά μέλη των οργανώσεων αυτών —αξιόλογα επιστημονικά ιδρύματα (πανεπιστήμια κλπ.) καθώς και άλλα μεμονωμένα άτομα από όλη την υφήλιο— ανέφεραν όλο και περισσότερο και συχνότερα τη χρήση (καλή ή κακή) της έννοιας “Impact Factor” και άλλων παρόμοιων στατιστικών μεθόδων, για την αξιολόγηση της ποιότητας ερευνητικών έργων — έρευνητών — επιστημονικών περιοδικών. Έξ άλλου όλοι γνωρίζουμε ότι το θέμα της αξιολογήσεως ερευνητικού έργου κλπ. απασχολεί ολόκληρη την επιστημονική κοινότητα.

Υπάρχουν περιπτώσεις όπου ένας υποψήφιος με μία μόνο εργασία μπορεί σαφώς να προηγηθεί άλλου υποψηφίου με πολλές εργασίες, ενώ συγχρόνως ο Impact Factor (I.F.) του άλλου αυτού υποψηφίου να είναι πολύ καλύτερος από εκείνον του πρώτου.

Το πόρισμα της Έπιτροπής είναι πολυσέλιδο (26 σελ.) και δεν είναι δυνατόν να παρουσιασθεί στο βραχύ χρονικό διάστημα μιας όμιλίας. Παραθέτουμε τα κυριότερα σημεία αυτού.

Στην εποχή μας, η επιστημονική κοινότητα ασπάζεται εν γένει την άποψη ότι «η αξιολόγηση ενός ερευνητικού έργου», κλπ. «πρέπει να γίνεται με τη χρήση “άπλων” και “αντικειμενικών” μεθόδων». Άπλες και αντικειμενικές μέθοδοι θεωρούνται οι «βιβλιομετρικές», δηλαδή η καταγραφή των δεδομένων αναφορών, και οι στατιστικές οι οποίες προκύπτουν από αυτές, δηλαδή η *Citation Statistics*, πιστεύεται δε ότι αυτή είναι η πιο ακριβής μέθοδος, διότι παριστάνει πολυσύνθετες κρίσεις με αριθμούς, και ως εκ τούτου παρακάμπτεται κάθε υποκειμενική κρίση.

Η Έπιτροπή, στο πόρισμά της, αμφισβητεί την επικρατούσα αυτή άποψη, πιστεύει δε ότι αυτή δεν ευσταθεί, για τους εξής λόγους:

- Οί στατιστικές μέθοδοι δεν παρέχουν τα πλέον ακριβή αποτελέσματα, όταν η στατιστική δε χρησιμοποιείται όπως πρέπει. Οί περισσότερες βιβλιομετρικές μέθοδοι φαίνεται να βασίζονται με μεγαλύτερη πεποίθηση στην εμπειρία και στη διαίσθηση για να ερμηνεύσουν την ισχύ μιας *Citation Statistics*.
- Ένω φαίνεται οί αριθμοί να είναι «αντικειμενικοί», η αντικειμενικότητα αυτή είναι δυνατόν να είναι απατηλή. Η σημασία μιας αναφοράς μπορεί να είναι υποκειμενικότερη από ό,τι φαίνεται, διότι η υποκειμενικότητα είναι ολιγότερο προφανής στις αναφορές εκείνες που χρησιμοποιούν ως δεδομένα (data) άλλες αναφορές, των οποίων τα μειονεκτήματα είναι ακόμα πιο δύσκολο να γίνουν αντιληπτά.
- Το πιο πολύ που έχει να επωφεληθεί κανείς, όταν βασίζεται αποκλειστικά και μόνο στα δεδομένα που παρέχουν οί αναφορές, είναι μια άτελής και συχνά ρηχή εικόνα του ερευνητικού έργου. Οί αριθμοί δεν είναι «άνωτεροι» από υγιείς και βαθυστόχαστες κρίσεις.

Η χρήση δεδομένων που προέρχονται από τις αναφορές για την αξιολόγηση μιας συγκεκριμένης επιστημονικής έρευνας τελικά σημαίνει ότι κάνουμε χρήση των αναφορών για να κατατάξουμε σε κάποια αξιολογη σειρά πε-

ριοδικά, έργασίες, πρόσωπα, προγράμματα, επιστημονικούς κλάδους. Οί στατιστικές όμως μέθοδοι, για να γίνει ή κατάταξη αυτή, πολύ συχνά είναι δύσκολες και δέ γίνεται όρθή χρήση αυτών.

Πιο συγκεκριμένα:

- i. Για την αξιολόγηση τών περιοδικών και για την κατά σπουδαιότητα ταξινόμησή τους χρησιμοποιείται συνήθως ό I.F., ό μέσος όρος που προκύπτει από την κατανομή τών αναφορών για κάποια συλλογή άρθρων του περιοδικού. Ό μέσος όμως όρος παρέχει ένα μικρό ποσοστό πληροφορίας για την κατανομή αυτή, και αποτελεί μάλλον μιá πρώτη ακατέργαστη πληροφορία. Έξάλλου κατά την αξιολόγηση περιοδικών με τή χρήση αναφορών, υπεισέρχονται και πολλοί άλλοι παράγοντες, οι όποιοι καθιστούν τή σύγκριση περιοδικών μεταξύ τους προβληματική. Η Έπιτροπή αναφέρει χαρακτηριστικά ότι ή χρήση μόνο του Impact Factor για την αξιολόγηση ενός περιοδικού μοιάζει με τó να αξιολογούμε τήν υγεία ενός ατόμου βάσει μόνο του βάρους του.
- ii. Για την αξιολόγηση επιστημονικών δημοσιευμάτων, αντί να χρησιμοποιείται τó πλήθος τών αναφορών, χρησιμοποιείται ό I.F. τών περιοδικών όπου οι έργασίες είναι δημοσιευμένες. Όμως ή τακτική αυτή πολλές φορές αποδεικνύεται λανθασμένη, και πρέπει να αποφεύγεται.
- iii. Για την αξιολόγηση ενός (μεμονωμένου) έρευνητή, ή πλήρης σύγκριση τών σχετικών αναφορών παρουσιάζει μεγάλες δυσκολίες. Έχουν γίνει προσπάθειες να εύρεθούν απλές στατιστικές μέθοδοι για τήν εύρεση ενός αριθμού ό όποιος να παρέχει τήν πλήρη εικόνα του έρευνητή. Ό πιο γνωστός τέτοιος αριθμός είναι ό λεγόμενος h-index, του όποιου γίνεται εύρεία χρήση.

Ό Έπιτροπή στό πόρισμά της αναφέρει ότι ό h-index αποτελεί μάλλον μιá άφελή προσπάθεια για να αποκτήσουμε μιá σαφή εικόνα του έρευνητή.

Ό χρήση του h-index πρέπει να αποφεύγεται.

Άκολούθως, παραθέτω απόψεις και άλλων επιστημόνων αναφερόμενες στη χρήση του I.F.

Έρευνητικές έργασίες προερχόμενες από όλα τά μέρη του κόσμου δημοσιεύονται σε χιλιάδες επιστημονικά περιοδικά κάθε χρόνο. Για τούς λόγους

πού αναφέραμε παραπάνω, ή ποιότητα τῶν ἐργασιῶν αὐτῶν πρέπει νά ἀξιολογηθεῖ. Ὁ συνήθης τρόπος ἀξιολογήσεως μιᾶς ἐργασίας, μέχρι σήμερα, εἶναι ὁ I.F. τοῦ περιοδικοῦ ὅπου αὐτή δημοσιεύθηκε. Μολονότι ὁ τρόπος αὐτός ἔχει ὑποστῆι πολλές δυσμενεῖς κριτικές, ἐξακολουθεῖ νά ἐφαρμόζεται. Γιά ποιό λόγο;

Ἡ κατ' ἔτος ἀνακοίνωση τῶν νέων I.F. ἔχει φτάσει νά θεωρεῖται γεγονός μεγάλης σπουδαιότητος. Κάθε χρόνο ἡ Thomson Reuters ἐπιλέγει πληροφορίες ἀπό περισσότερα ἀπό 9.000 περιοδικά καί ὑπολογίζει τόν I.F. γιά κάθε περιοδικό μέ τόν τρόπο πού ἀναφέραμε παραπάνω, ἤτοι ὑπολογίζει τόν ἀριθμό τῶν ἀναφορῶν (citations) πού ἔγιναν σέ ἄρθρα τά ὅποια δημοσιεύθηκαν ἀπό τό περιοδικό τά προηγούμενα δύο χρόνια καί διαιρεῖ τόν ἀριθμό αὐτό μέ τόν ἀριθμό τῶν ἀρθρῶν πού δημοσιεύθηκαν στό περιοδικό κατὰ τό διάστημα τῶν ἐτῶν αὐτῶν. Π.χ. τά ὑψηλοῦ ἐπιπέδου περιοδικά στή Βιολογία ἔχουν I.F. ἀπό 35 ἕως 40 ἀναφορές ἀνά ἄρθρο.

Ὁ ἀλγόριθμος ὅμως πού παρέχει τόν I.F. δέν ἀποτελεῖ ἕνα ἀπλό κριτήριο ποιότητος, διότι ὁ ὑπολογισμός τοῦ I.F. γίνεται ἀπό τά ἴδια τά περιοδικά. Π.χ. ἄρθρα ἀνασκοπήσεως (review articles) ὑπολογίζονται συχνά ὡς πρωτότυπες ἐρευνητικές ἐργασίες, κάτι πού συντελεῖ στό νά γίνῃ μεγαλύτερος ὁ I.F. τῶν περιοδικῶν. Σέ πολλά περιοδικά ὁ ἀριθμός τῶν ἀνασκοπήσεων (reviews) ἔχει αὐξηθεῖ πάρα πολύ, καί μάλιστα ὅταν αὐτές ἀναφέρονται σέ πιό πρόσφατες περιόδους τῆς ἐπιστήμης, ὁ ἀριθμός τῶν reviews πλησιάζει ἔνιστε τόν ἀριθμό τῶν πρωτότυπων ἐρευνητικῶν ἐργασιῶν στίς περιοχές αὐτές. Ἐπίσης πολλά περιοδικά ὑπολογίζουν ὡς πρωτότυπες ἐργασίες ἄρθρα μὴ ἐρευνητικά. Ἀκόμα προκαλεῖ κατάπληξη τό γεγονός ὅτι ὀρισμένα περιοδικά ἐξακολουθοῦν νά ὑπολογίζουν ὡς ἐρευνητικές ἐργασίες ἀναφορές οἱ ὁποῖες ὑπάρχουν σέ ἐργασίες πού ἔχουν ἀποσυρθεῖ ἢ σέ ἄρθρα τά ὅποια περιέχουν λανθασμένα δεδομένα. Ὅλα αὐτά περιλαμβάνονται στόν ἀριθμητή τοῦ κλάσματος πού δίδει τόν I.F., ἐνῶ ὁ παρανομαστής τοῦ κλάσματος περιλαμβάνει μόνο πρωτότυπες ἐρευνητικές ἐργασίες.

Ὁ I.F. χρησιμοποιεῖται γιά τήν ἀξιολόγηση προσώπων, περιοδικῶν, ἐρευνητικῶν ἐργασιῶν, οἱ δέ κυβερνήσεις τῶν διαφόρων χωρῶν χρησιμοποιοῦν βιβλιομετρικές μεθόδους οἱ ὁποῖες βασίζονται στόν I.F. τῶν περιοδικῶν γιά νά κατατάξουν ἀπό πλευρᾶς ποιότητος καί σπουδαιότητος τά διάφορα πανεπιστήμια, ἐρευνητικά κέντρα κλπ. Ἔτσι ἡ χρήση τοῦ I.F. χρησιμοποιεῖται ὡς κριτήριο γιά τήν προαγωγή καθηγητῶν, ἐρευνητῶν, ἀπονομή βραβείων κ.ἄ.

Ἡ κακή αὐτὴ χρῆση τοῦ I.F. ἀναγκάζει τοὺς ἐπιστήμονες νὰ ὑποβάλουν τίς ἐργασίες τους πρὸς δημοσίευση σὲ περιοδικὰ μὲ ὑψηλὸ I.F.· στὶς περιπτώσεις δὲ ἐκεῖνες πού αὐτὲς ἀπορριφθοῦν ἀπὸ τὰ περιοδικὰ αὐτά, καταφεύγουν σὲ ἄλλα περιοδικὰ μὲ χαμηλότερο I.F., κάτι πού προκαλεῖ ἀπογοήτευση, ἰδίως στοὺς νέους ἐπιστήμονες.

Ἐν ὄψει τῆς ὡς ἄνω νοσηρῆς καταστάσεως πού περιγράψαμε, ἄρχισαν, εὐτυχῶς, νὰ γίνονται προσπάθειες πρὸς ἀντιμετώπισή της. Τὸ Howard Hughes Medical Institute προέβη στὴν ἀναθεώρηση τῆς μέχρι σήμερα ἐφαρμοζόμενης πρακτικῆς ἀξιολογήσεως ἐρευνητικοῦ ἔργου, καὶ περιορίζεται στὴν πολὺ προσεκτικὴ καὶ σὲ βάθος ἐξέταση ὅχι ὅλων τῶν δημοσιευμάτων πού ἔχει ὑποβάλει ὁ ὑποψήφιος, ἀλλὰ σὲ ἓνα μικρὸ ὑποσύνολο αὐτῶν. Θὰ ἦταν εὐχῆς ἔργο ἡ τακτικὴ αὐτὴ νὰ ἀκολουθηθεῖ καὶ ἀπὸ τὰ ὑπόλοιπα ἰδρύματα.

Ἐπίσης, μερικοὶ ἐκδότες περιοδικῶν, προσπαθοῦν νὰ ἀνεύρουν νέους τρόπους ἀξιολογήσεως, ὅπως π.χ., τὸ *PloSOne*, ἓνα ἀπὸ τὰ περιοδικὰ πού ἐκδίδει ἡ *Public Library of Science*, τὸ ὁποῖο ἀξιολογεῖ τίς ἐρευνητικὲς ἐργασίες μόνον ἀπὸ τὴν ἀποψη «τεχνικῆς ἀκρίβειας», χωρὶς νὰ λάβει ὑπόψη (ὑποκειμενικὰ) ποιὰ θὰ εἶναι ἡ ἐπίδραση (*impact*) στὴν περιοχὴ τῆς ἐπιστήμης ὅπου ἐμπίπτει ἡ ἐργασία.

Ἡ ποιότητα ἐνὸς ἐρευνητικοῦ ἔργου δὲν μπορεῖ νὰ ὑπολογισθεῖ μὲ ἀριθμούς, ὅπως εἶναι ὁ I.F. ἢ ἄλλοι παρόμοιοι μὲ αὐτόν. Αὐτὸ πού ἔχει σημασία εἶναι ἡ ποιότητα τοῦ ἔργου, ὅπου καὶ ἂν εἶναι αὐτὸ δημοσιευμένο. Γιὰ τὰ παραπάνω, βλ. *Science*, vol. 322, 10.10.2008, σ. 165.

Στὸ ἴδιο περιοδικὸ (*Science*, σ. 191) ὁ ἀναγνώστης θὰ βρεῖ δύο ἀκόμα σύντομες κριτικὲς σχετικὲς μὲ τὴ χρῆση τοῦ I.F. Παραθέτω στὴν ἀγγλική, ὅπως ἔχει, τὴν ἐξῆς παράγραφο, στὴν ὁποία καταλήγει ἡ μία ἐκ τῶν ἀναφορῶν αὐτῶν: «Scientific achievement cannot be soundly evaluated by numbers alone. As Albert Einstein reputedly said: "Not everything that can be counted counts, and not everything that counts can be counted. How long must we wait until an antidote against the Impact Factor fever is developed?"».

ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Ἡ ἰσχὺς, ἡ ἀποτελεσματικότητά τῶν στατιστικῶν μεθόδων ὅπως ἐκείνη τοῦ *Impact Factor* καὶ *h-index* δὲν εἶναι πλήρως ἀντιληπτὴ οὔτε ἔχει

άρκετὰ μελετηθεῖ. Ἡ σχέση τῶν μεθόδων αὐτῶν μὲ τὴν ποιότητα τῆς ἐπιστημονικῆς ἔρευνας καθορίζεται πολλές φορές μὲ βάση τὴν «ἐμπειρία». Ὁ λόγος ποὺ ἐμπιστευόμαστε τὶς μεθόδους αὐτὲς εἶναι ὅτι μᾶς προσφέρονται ἄμεσα. Οἱ λίγες μελέτες ποὺ ἔγιναν ἐπὶ τῶν μεθόδων αὐτῶν ἐπικεντρώθηκαν ἀπλῶς στὸ νὰ ἀποδειχθεῖ ὅτι ὑπάρχει κάποια σχέση μεταξύ αὐτῶν καὶ κάποιων ἄλλων τρόπων μετρήσεως τῆς «ποιότητας» καὶ ὄχι στὸ νὰ καθορισθεῖ μὲ ποῖο τρόπο μπορεῖ κανεὶς νὰ παραγάγει χρήσιμες πληροφορίες ἀπὸ τὶς ὑπάρχουσες ἀναφορές (data).

Ἡ Ἐπιτροπὴ δὲν ἀπορρίπτει τὶς στατιστικὲς μεθόδους ὡς ἓνα μέσον ἀξιολόγησής τῆς ἐπιστημονικῆς ἔρευνας, διότι οἱ ἀναφορές (data) καὶ οἱ στατιστικὲς μέθοδοι παρέχουν πολὺτιμες πληροφορίες. Ἐπίσης ἡ Ἐπιτροπὴ ἀναγνωρίζει ὅτι ἡ ἀξιολόγησις πρέπει νὰ γίνεται μὲ πρακτικὸς τρόπους, καὶ ὡς ἐκ τούτου οἱ ἀπλὲς στατιστικὲς μέθοδοι ἀσφαλῶς ἀποτελοῦν μέρος τῆς ὅλης προσπάθειας.

Ὅμως οἱ ἀναφορές (data) παρέχουν μόνο μία περιορισμένη καὶ ἀτελὴ εἰκόνα τῆς ποιότητας τῆς ἔρευνας, οἱ δὲ στατιστικὲς ποὺ παράγονται ἀπὸ data εἶναι πολλές φορές ὄχι πλήρως ἀντιληπτές καὶ δὲν γίνεται ὀρθὴ χρῆσις αὐτῶν. Ἡ ἐπιστημονικὴ ἔρευνα εἶναι κάτι τὸ πολὺ σπουδαῖο, ὥστε ἡ ἀξιολόγησις (ἢ μέτρησις δηλαδὴ τῆς σπουδαιότητάς της) νὰ γίνεται μόνο μὲ ἓνα «ἄτεχνο» τρόπο.

Κρίνεται ἀπαραίτητο ὅσοι ἀσχολοῦνται μὲ τὴν ἀξιολόγησις ἐρευνητικῶν ἔργων κλπ. νὰ μελετήσουν τὴν ἀναφορὰ τῆς Ἐπιτροπῆς, γιὰ νὰ ἀντιληφθοῦν ὄχι μόνο σὲ τί συνίσταται ἡ ἀνεπάρκεια τῶν στατιστικῶν μεθόδων, ἀλλὰ πῶς πρέπει νὰ κάνουν καλὴ χρῆσις αὐτῶν.

Ἐὰν ὁ στόχος μας εἶναι νὰ ἐπιτευχθεῖ ἓνα ὑψηλῆς ποιότητας ἐπιστημονικὸ ἐπίπεδο, πρέπει καὶ τὰ μέσα ἀξιολόγησής νὰ εἶναι ἐπίσης ὑψηλῆς ποιότητας.

Τελειώνοντας θὰ ἤθελα νὰ προσθέσω ὅτι ὅταν πρόκειται γιὰ Μαθηματικά, πρέπει ἐπιπλέον νὰ ἔχουμε ὑπόψη ὅτι αὐτὰ ἀποτελοῦν δραστηριότητα ποὺ ὑπακούει στοὺς ἴδιους κανόνες στοὺς ὁποίους ὑπακούουν οἱ συμφωνίες τοῦ Beethoven, ἡ ζωγραφικὴ τοῦ Da Vinci καὶ ἡ ποίησις τοῦ Ὀμήρου.

Τὸ πλήρες κείμενο τοῦ Πορίσματος *Citation Statistics* εὑρίσκεται στὸ ἀκόλουθο URL: <http://www.mathunion.org/imu-net/archive/2008/imu-net-29b/>.

ΔΗΜΟΣΙΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 21ΗΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2008

ΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΟΜΙΛΙΑ ΤΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ κ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΟΥ

Πριν από 25 χρόνια περίπου, ο διάσημος φυσικός και κοσμολόγος Steven Hawking είχε πει ότι η Φυσική φθάνει στο τέλος της. Διατύπωσε μία θεωρία για το Σύμπαν, μία «θεωρία του Παντός» (theory of Everything), που υποτίθεται ότι έκανε την ένοποίηση όλων των δυνάμεων της φύσεως, βαρύτητας, ηλεκτρομαγνητικής δύναμης, ασθενούς και ισχυρής πυρηνικής δύναμης, και με τον τρόπο αυτό θα έλυσε όλα τα βασικά προβλήματα της φύσεως. Από εδώ και πέρα, είπε, οι φυσικοί θ' ασχολούνται με τις λεπτομέρειες και τις εφαρμογές. Στα βασικά όμως θέματα, όπως είναι η αρχή και η εξέλιξη του Σύμπαντος, δεν θα υπάρξει τίποτε άλλο να ανακαλυφθεί. Η βασική θεωρία του Σύμπαντος είχε βρεθεί, και με τον τρόπο αυτό η Φυσική έφθασε ουσιαστικά στο τέλος της.

Μία βασική αρχή του Hawking είναι η «συνθήκη έλλειψης ορίων» («no boundary condition»). Δηλαδή θεωρεί το Σύμπαν πεπερασμένο αλλά χωρίς όρια. Το Σύμπαν είναι κλειστό, όπως η επιφάνεια μίας σφαίρας, ή οποία είναι πεπερασμένη αλλά δεν έχει πουθενά άκρη (μόνο που το Σύμπαν έχει περισσότερες από δύο διαστάσεις). Όμως η βασική προϋπόθεση του Hawking θεωρείται πολύ αμφίβολη, σύμφωνα με τις πρόσφατες παρατηρήσεις της διαστολής του Σύμπαντος. Διαπιστώθηκε τελευταία ότι η διαστολή του Σύμπαντος είναι επιταχυνόμενη. Δηλαδή οι γαλαξίες, όχι μόνο απομακρύνονται ο ένας από τον άλλο ταχύτερα, όσο μεγαλύτερη είναι η απόστασή τους, αλλά επί πλέον ο ρυθμός απομακρύνσεως αυξάνει με την πάροδο του χρόνου. Αυτό

ἐξηγεῖται ἀπλᾶ ἂν τὸ Σύμπαν εἶναι ἄπειρο, καὶ αὐτὴ εἶναι ἡ ἐπικρατέστερη σήμερα ἄποψη.

Ἐν πάσῃ περιπτώσει, ἡ θεωρία τοῦ Hawking δὲν ἔλυσε ὅλα τὰ προβλήματα. Ὑπάρχουν ἀκόμη πολλὰ προβλήματα πού ἀντιμετωπίζουν οἱ ἀστρονόμοι καὶ εἰδικότερα οἱ κοσμολόγοι. Γιατί ἡ διαστολὴ τοῦ Σύμπαντος ἐπιταχύνεται; Οἱ εἰδικοί μιλοῦν γιὰ μία «σκοτεινὴ ἐνέργεια» πού προκαλεῖ τὴν ἐπιτάχυνση τῆς διαστολῆς. Κι ἐπειδὴ ἐνέργεια καὶ ὕλη εἶναι ἓνα καὶ τὸ αὐτό, ὅπως μᾶς ἔδειξε ὁ Einstein, ἡ σκοτεινὴ ἐνέργεια ἀποτελεῖ ἓνα μεγάλο μέρος τῆς ὅλης ὕλης-ἐνέργειας τοῦ Σύμπαντος, 70% περίπου. Τὸ περίεργο εἶναι ὅτι ἀπὸ τὰ ὑπόλοιπα 30%, μόνο 5% περίπου εἶναι τὸ παρατηρούμενο Σύμπαν, οἱ ἐκ πρώτης ὄψεως ἀναρίθμητοι ἀστέρες καὶ γαλαξίες πού παρατηροῦμε μὲ τὰ τηλεσκοπίά μας. Τὸ ὑπόλοιπο 25% εἶναι «σκοτεινὴ ὕλη», πού ὑπάρχει στοὺς γαλαξίες καὶ γύρω ἀπὸ αὐτούς. Αὐτὴ ἡ σκοτεινὴ ὕλη ἐνεργεῖ μόνο μὲ τὴ βαρύτητα. Διαπιστώνουμε δηλαδὴ τὴν ἔλξη πού προκαλεῖ ἡ σκοτεινὴ ὕλη στοὺς ἀστέρες καὶ στοὺς γαλαξίες καὶ τοὺς δίνει μεγάλες ταχύτητες, ἀλλὰ δὲν τὴ βλέπουμε, γιατί ἡ ὕλη αὐτὴ δὲν ἀκτινοβολεῖ ὅπως ἡ φωτεινὴ ὕλη τῶν ἀστέρων καὶ τῶν γαλαξιών.

Τί εἶναι ὅμως ἡ σκοτεινὴ ὕλη καὶ ἡ σκοτεινὴ ἐνέργεια; Ἐδῶ μόνο ὑποθέσεις μπορούμε νὰ κάνουμε. Ἐγίναν πολλές προσπάθειες νὰ ἐξηγηθεῖ ἡ σκοτεινὴ ὕλη, ὅτι ὀφείλεται σὲ νετρίνα ἢ ἄλλα στοιχειώδη σωματίδια, πού εἶναι ὅμως μέχρι τῆς στιγμῆς ἐντελῶς ὑποθετικά, ὅπως τὰ φωτίνα ἢ τὰ ἀξίονια. Ἀλλὰ τίποτε δὲν εἶναι σίγουρο μέχρι τῆς στιγμῆς. Μάλιστα μερικοὶ ἰσχυρίζονται ὅτι δὲν ὑπάρχει καθόλου σκοτεινὴ ὕλη, ἀλλὰ ἡ μεγαλύτερη ἔλξη πού διαπιστώνουμε στοὺς ἀστέρες καὶ στοὺς γειτονικοὺς γαλαξίες δὲν ὀφείλεται σὲ ἀόρατη ὕλη, ἀλλὰ στὸ ὅτι οἱ νόμοι τοῦ Νεύτωνος καὶ τοῦ Einstein δὲν ἰσχύουν σὲ μεγάλες σχετικὰ ἀποστάσεις, ἀλλὰ πρέπει νὰ τροποποιηθοῦν. Μιὰ τέτοια θεωρία διατύπωσε καὶ ὁ δικός μας φυσικός, ὁ Δῆμος Καζάνας, ὁ ὁποῖος ἔχει προτείνει μία γενίκευση τῶν ἐξισώσεων πεδίου τοῦ Einstein, πού ἔχουν ὡς συνέπεια τὴν αὔξηση τῆς ἔλξεως σὲ μεγάλες ἀποστάσεις ἀπὸ τὰ κέντρα τῶν γαλαξιών.

Ὅσον ἀφορᾷ τώρα τὴ σκοτεινὴ ἐνέργεια, ἐκεῖ ἡ ἄγνοιά μας εἶναι ἀκόμη μεγαλύτερη. Γίνονται πολλές παρατηρήσεις ἀπὸ μεγάλα τηλεσκοπία ἀλλὰ καὶ ἀπὸ ἀερόστατα καὶ διαστημόπλοια, γιὰ νὰ βρεθοῦν οἱ λεπτομέρειες τῆς κατανομῆς καὶ τῆς διαστολῆς τῆς ὕλης τοῦ Σύμπαντος. Ἰδιαίτερη σημασία ἔχουν οἱ παρατηρήσεις στὴν ἀκτινοβολία ὑποβάθρου μικροκυμάτων

(microwave background radiation) που αφορούν τις πρώτες χρονικά και μεγαλύτερες σε όγκο συγκεντρώσεις ύλης στο Σύμπαν. Οί πιο σημαντικές παρατηρήσεις του τύπου αυτού έγιναν από τους George Smoot και John Mather, που πήραν για τις παρατηρήσεις τους αυτές το βραβείο Nobel φυσικής στα τέλη του 2006.

Μία έρμηνεία της σκοτεινής ενέργειας είχε δοθεί από τον Einstein. Ή εξέλιξη του Einstein για το Σύμπαν περιέχει ένα παράγοντα Λ που αντιτίθεται στη βαρύτητα. "Όταν διατύπωσε τη θεωρία του ο Einstein, δεν ήταν γνωστή ή διαστολή του Σύμπαντος. Γι' αυτό ο Einstein εισήγαγε τον όρο αυτό, για να δημιουργήσει ένα στατικό μοντέλο, δηλαδή εισήγαγε μία απωστική δύναμη που εξισορροπεί ακριβώς τη βαρύτητα, ώστε το Σύμπαν να μην καταρρέει. "Όταν όμως αργότερα διαπιστώθηκε ότι το Σύμπαν διαστέλλεται, έγινε σαφές ότι η απωστική δύναμη δεν είναι απαραίτητη. Ή διαστολή οφείλεται σε μία αρχική έκρηξη (το big bang) και δεν είναι απαραίτητο να υποβοηθείται από μία απωστική δύναμη. Γι' αυτό ο Einstein αργότερα είπε ότι η απωστική του δύναμη ήταν το μεγαλύτερο λάθος του στην επιστήμη.

"Όταν όμως τελευταία διαπιστώθηκε ότι η διαστολή επιταχύνεται, ήταν αναγκαία μία απωστική δύναμη για να προκαλέσει αυτή την επιτάχυνση της διαστολής. Έτσι η ιδέα του Einstein αποδεικνύεται σήμερα ιδιαίτερα χρήσιμη. Αυτή η απωστική δύναμη οφείλεται στην σκοτεινή ενέργεια του Σύμπαντος.

Έν τούτοις η θεωρία του Einstein δεν είναι η μόνη που θα μπορούσε να εξηγήσει την σκοτεινή ενέργεια του Σύμπαντος. Υπάρχουν διάφορες άλλες θεωρίες που ακόμη δεν έχουν ελεγχθεί. Το θέμα λοιπόν της σκοτεινής ενέργειας παραμένει ανοικτό.

Μία άλλη πλευρά της θεωρίας του Παντός, η οποία θα εξηγήσει ενδεχομένως όλα τα βασικά φαινόμενα της φύσεως αναφέρεται στα μικροσκοπικά φαινόμενα της ύλης, στα στοιχειώδη σωματίδια. Τα στοιχειώδη σωματίδια είναι δύο ειδών, τα λεπτόνια και τα αδρόνια. Τα λεπτόνια, δηλαδή το ηλεκτρόνιο, το μόνιο κλπ., θεωρούνται ότι είναι σημειακά σωματίδια, ενώ τα αδρόνια, όπως το πρωτόνιο, το νετρόνιο και τα διάφορα μεσόνια, έχουν μη μηδενικές διαστάσεις. Είναι γνωστό σήμερα ότι τα αδρόνια δεν είναι στην πραγματικότητα στοιχειώδη σωματίδια, γιατί αποτελούνται από πιο βασικά συστατικά, τα quarks (θεωρία Gell-Mann). Παλαιότερα ήσαν γνωστά 3 μόνο quarks,

τὸ ἐπάνω (up), τὸ κάτω (down) καὶ τὸ παράδοξο (strange). Τελευταῖα ὅμως προστέθηκαν ἄλλα 3 quarks, τὸ γοητευτικό quark (charm) (στὴ θεωρία τοῦ ὁποίου βασικό ρόλο ἔπαιξε ὁ Ἑλληνας φυσικός Ι. Ἡλιόπουλος), τὸ quark πυθμένας (bottom) καὶ τὸ quark κορυφή (top). Καὶ τὰ 6 quarks ἔχουν πλέον παρατηρηθεῖ καὶ θεωρεῖται πολὺ πιθανό ὅτι δὲν ὑπάρχουν ἄλλα. Ἡ θεωρία πὺν περιέχει τὰ 6 quarks εἶναι ἡ θεμελιώδης θεωρία (standard theory), πὺν θεωρεῖται πολὺ σωστὰ ἢ πιὸ πετυχημένη θεωρία στοιχειωδῶν σωματίων πὺν ἔχει διατυπωθεῖ μέχρι σήμερα. Στὴ θεωρία αὐτὴ ὑπάρχουν τὰ σωματῖα τῆς ὕλης καθὼς καὶ τὰ ἀντισωματῖα τῆς ἀντιῦλης, ὅπως τὸ ποζιτρόνιο, τὸ ἀντιπρωτόνιο κλπ.

Ἄλλὰ δὲν τελειώσαμε ἐδῶ. Τὰ τελευταῖα χρόνια διατυπώθηκαν καινούριες θεωρίες πὺν εἰσάγουν θεωρητικὰ ἓνα πλῆθος νέων σωματίων πὺν οἱ πειραματικοὶ φυσικοὶ κάνουν τεράστιες προσπάθειες νὰ τὰ ἀνιχνεύσουν. Π.χ. θεωροῦν ὅτι ὑπάρχουν τὰ λεγόμενα ὑπερσυμμετρικὰ σωματῖα καὶ κάθε γνωστὸ σωματῖο ἔχει ἓνα ἀντίστοιχο ὑπερσυμμετρικὸ σωματῖο. Τὰ νέα σωματῖα παίρνουν ἓνα «s» στὴν ἀρχὴ τῶν παλαιῶν ὀνομάτων, ὅπως squark (ἀπὸ quark), selectron (ἀπὸ electron), ἢ ἓνα «ino» στὴν κατάληξη τῶν παλαιῶν ὀνομάτων, ὅπως photino (ἀπὸ photon).

Ἄλλὰ καὶ πάλι δὲν τελειώσαμε. Τὸ ἐρώτημα πὺν παραμένει εἶναι ἂν τὰ quarks καὶ τὰ ὑπόλοιπα «στοιχειώδη σωματῖα» εἶναι πράγματι στοιχειώδη, ἢ μήπως καὶ αὐτὰ ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἄλλα μικρότερα ὑποσωματῖα. Τέτοια ὑποσωματῖα ὀνομάζονται preons. Ὑπάρχουν θεωρίες πὺν ἀναφέρονται στὰ preons καὶ ἔχουν ὁμοιότητες μετὰ τὴ θεωρία τοῦ Gell-Mann γιὰ τὰ quarks. Ἄλλὰ θὰ τελειώσει κάποτε αὐτὴ ἡ κλίμαξ τῶν ὑποσωματίων πὺν διαιροῦνται σὲ ὀλοένα μικρότερα ὑποσωματῖα;

Ἡ πιὸ σημαντικὴ ἐξέλιξη στὸ χῶρο τῶν στοιχειωδῶν σωματίων ὑπῆρξε ἡ θεωρία τῶν χορδῶν (strings) ἢ ὑπερχορδῶν (superstrings). Στὴν ἀρχικὴ τῆς μορφῆς, ἡ θεωρία αὐτὴ δέχεται ὅτι τὰ στοιχειώδη σωματῖα εἶναι δονήσεις χορδῶν. Οἱ χορδὲς αὐτὲς εἶναι μίας διαστάσεως καὶ ὄχι σημεία.

Γιὰ νὰ πάρουμε μῖα ἰδέα τῶν χορδῶν ἄς σημειώσουμε ὅτι τὸ μέγεθος τους εἶναι τῆς τάξεως τῶν 10^{-33} cm, δηλαδὴ 10^{20} φορές μικρότερες ἀπὸ τὸν πυρήνα τοῦ ἀτόμου. Ἐπὶ πλέον οἱ χορδὲς ἀνῆκουν σὲ ἓνα χῶρο 10 διαστάσεων. Οἱ 4 ἀπὸ αὐτὲς τίς διαστάσεις ἀποτελοῦν τὸν γνωστὸ μας χωρὸχρονο, ἐνῶ οἱ ὑπόλοιπες 6 εἶναι συμπαγοποιημένες, ἔχουν δηλαδὴ ἀπειροελάχιστο πάχος. Ἐνα παράδειγμα εἶναι ἓνα φύλλο χαρτῖ πὺν στὴν πραγματικὸ-

τητα είναι ένα 3-διάστατο αντικείμενο, αλλά μπορεί να θεωρηθεί δύο διαστάσεων, επειδή το πάχος του είναι πολύ μικρό. Αν μάλιστα το χαρτί τυλιχθεί σε ένα πολύ σφικτό ρολό, τότε γίνεται σχεδόν μονοδιάστατο, δηλαδή σχεδόν μία γραμμή.

Νεότερες μορφές της θεωρίας των χορδών θεωρούν τα στοιχειώδη σωματία μεμβράνες 2 ή περισσοτέρων διαστάσεων, δηλαδή όχι άπλως μονοδιάστατες χορδές.

Η θεωρία των χορδών δεν έχει ακόμη επαληθευθεί πειραματικά. Κάτι περισσότερο. Δεν φαίνεται καν ή δυνατότητα να γίνει ένα πείραμα που θα αποδείξει την ύπαρξή τους. Το κύριο προσόν της θεωρίας αυτής είναι μόνο ή μαθηματική της συνέπεια. Η θεωρία αυτή έχει μία μαθηματική δομή που δεν περιέχει αντιφάσεις, ή αυθαίρετους άπειρισμούς, όπως πολλές άλλες θεωρίες έως τώρα.

Όμως ή θεωρία των χορδών έχει ένα κύριο πρόβλημα. Ότι δεν είναι μία μόνο θεωρία. Αρχικά διατυπώθηκαν 6 θεωρίες χορδών, εκ των οποίων 5 είναι σε 10 διαστάσεις και μία σε 11 διαστάσεις. Αργότερα όμως διαπιστώθηκε ότι οι 6 αυτές θεωρίες δεν είναι ανεξάρτητες ή μία από την άλλη. Φαίνεται ότι κάθε θεωρία τείνει προς μία άλλη από τις 6 θεωρίες όταν κάποια παράμετρος γίνει πολύ μικρή ή πολύ μεγάλη. Ο πολύ γνωστός θεωρητικός φυσικός E. Witten διατύπωσε την υπόθεση ότι οι 6 αυτές θεωρίες είναι ειδικές περιπτώσεις μιās άγνωστης μέχρι τώρα, αλλά μοναδικής θεωρίας, που την ονόμασε Θεωρία M (όπου το M σημαίνει θεωρία Μεμβράνης ή Μαγική θεωρία ή Μυστηριώδης θεωρία). Η υπόθεση της θεωρίας M έδημιούργησε ένα τεράστιο πλήθος θεωρητικών έρευνών. Χιλιάδες εργασίες έχουν δημοσιευθεί τα τελευταία χρόνια με διάφορες απόπειρες να βρεθεί ή ένοποιός θεωρία M και να διατυπωθεί μία πλήρης θεωρία χορδών. Αλλά το αποτέλεσμα ήταν αποκαρδιωτικό. Διαπιστώθηκε ότι ο αριθμός των δυνατών θεωριών για τις χορδές δεν είναι 6 αλλά ένας τεράστιος αριθμός της τάξεως των 10^{500} με διαφορετικές σταθερές ή κάθε μία! Δηλαδή πρέπει να εξερευνηθούν 10^{500} θεωρίες, για να βρούμε ποιά είναι σωστή (αν υπάρχει κάποια σωστή θεωρία).

Έτσι φθάσαμε σε ένα αδιέξοδο. Αν υπάρχει μία τελειωτική θεωρία, ή οποία εξηγεί τα πάντα, αυτή χάνεται μέσα σε ένα άπιστευτο πλήθος πιθανών θεωριών που όλες διεκδικούν το όνομα της τελειωτικής θεωρίας του Σύμπαντος.

Αυτή η εξέλιξη δημιούργησε μία μεγάλη απογοήτευση στο χώρο της Φυσικής. Παρ' όλον ότι πολλοί φυσικοί εσθίριζαν τεράστιες ελπίδες στη θεωρία των χορδών, η πραγματικότητα υπήρξε πολύ σκληρή. Έτσι σε μία σειρά ομιλιών το 1996, ο S. Hawking και ο R. Penrose διατύπωσαν την άποψη ότι η θεωρία των χορδών είχε πουληθεί πάνω από την αξία της (was oversold). Και οι δύο θεωρούν ότι άλλες θεωρίες του Παντός έχουν μεγαλύτερες πιθανότητες να είναι ορθές, παρά η θεωρία των χορδών.

Πρό δύο ετών κυκλοφόρησαν δύο βιβλία με αυστηρότατη κριτική της θεωρίας των χορδών. Το πρώτο έχει τον τίτλο *Η αναταραχή στη Φυσική* (L. Smolin, *The trouble with Physics*, Houghton Mifflin Co., Boston 2006) ενώ το άλλο έχει τον χαρακτηριστικό τίτλο *Ούτε καν λάθος* (P. Woit, *Not even wrong*, Jonathan Cape, London 2006).

Ο κυριότερος τρόπος ν' αντιμετωπισθεί ο πληθωρισμός που υπάρχει στο χώρο των θεωριών της φυσικής είναι το πείραμα. Τελευταία (10.9.2008) άρχισε να λειτουργεί δοκιμαστικά στο CERN, στα σύνορα Γαλλίας και Έλβετίας, ένας τεράστιος επιταχυντής, ο Large Hadron Collider (LHC), όπου αδρόνια, κυρίως πρωτόνια και αντιπρωτόνια, συγκρούονται με τεράστιες ενέργειες, με την ελπίδα ότι θα παρατηρήσουμε πολλά από τα θεωρητικά αναμενόμενα σωματίδια, όπως είναι τα υπερσυμμετρικά σωματίδια και ένα ιδιαίτερο σωματίδιο, το Higgs. Το σωματίδιο Higgs αντιστοιχεί σε ένα πεδίο που δημιουργεί τις μάζες των υπολοίπων σωματιίων. Δηλαδή θεωρείται ότι αν δεν υπήρχε το πεδίο Higgs διάφορα στοιχειώδη σωματίδια που παρατηρήθηκαν τις προηγούμενες δεκαετίες, όπως τα σωματίδια W^+ , W^- και Z θα είχαν μηδενική μάζα ήρεμίας, όπως μηδενική μάζα ήρεμίας έχει και το φωτόνιο. Δηλαδή το Higgs κατά κάποιον τρόπο δημιουργεί τις μάζες των στοιχειωδών σωματιίων. Επίσης το LHC ελπίζεται να δώσει ενδείξεις αν υπάρχουν περισσότερες διαστάσεις χώρου.

Τεράστια έξοδα έγιναν για τον επιταχυντή αυτό του CERN και τεράστιες ελπίδες έχουν επενδυθεί σ' αυτόν. Αν επιτύχει, τότε θ' ανοίξει μία νέα περίοδος αισιοδοξίας για τη φυσική των στοιχειωδών σωματιίων, καθώς και μία νέα περίοδος έντατικής θεωρητικής εργασίας. Όμως στο CERN έτοιμάζονται και για το αντίθετο ενδεχόμενο. Αν ο Large Hadron Collider δεν βρει τα αναμενόμενα σωματίδια, τότε οι θεωρίες μας θα πρέπει να αναπροσαρμοστούν. Θα πρέπει να αναμένουμε έναν ακόμη μεγαλύτερο επιταχυντή που θα χρησιμοποιήσει ακόμη μεγαλύτερες ενέργειες. Ήδη μερικοί μιλούν

για έναν επιταχυντή στη σελήνη, όπου το κενό είναι απόλυτο και δεν υπάρχει ανάγκη να γίνουν τόσο μεγάλες προσπάθειες δημιουργίας του κενού, που είναι απαραίτητο στους επιταχυντές της γης.

“Ένα πάντως είναι γεγονός.” Οτι ούτε ο Large Hadron Collider, ούτε ένας ακόμη μεγαλύτερος επιταχυντής που θα μπορούσαμε να κατασκευάσουμε τις προσεχείς δεκαετίες, δε θα μας δώσει τις χορδές. Οι χορδές παραμένουν και θα παραμένουν ένα θεωρητικό κατασκευάσμα που γοητεύει και απογοητεύει πολλούς. Γιατί το βασικό ερώτημα είναι: Άρκει ή μαθηματική συνέπεια μίας θεωρίας να μας βεβαιώσει ότι η θεωρία αυτή ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα της φύσεως;

Το ερώτημα αυτό συνδέεται με ένα άλλο πολύ πιο βασικό ερώτημα της φυσικής επιστήμης. Γιατί οι φυσικοί νόμοι είναι αυτοί που είναι και όχι διαφορετικοί; Γιατί να υπάρχουν αστέρες, γαλαξίες, σμήνη γαλαξιών και το Σύμπαν ολόκληρο; Γιατί να υπάρχουν 4 βασικές δυνάμεις, ή βαρύτητας, ο ηλεκτρομαγνητισμός, ή ασθενής και η ισχυρή πυρηνική δύναμη; Γιατί να υπάρχουν μόρια, χημικές ενώσεις, γιατί να υπάρχει ζωή, γιατί να υπάρχουμε εμείς;

Πολλοί έθεσαν τέτοια ερωτήματα στο παρελθόν, αλλά η πιο σύγχρονη απάντηση στο ερώτημα αυτό διατυπώθηκε από τον Άγγλο αστρονόμο Carter το 1974. Η απάντηση του Carter ήταν η περίφημη «άνθρωπική αρχή». Οι φυσικοί νόμοι είναι τέτοιοι ώστε να επιτρέπουν την ανάπτυξη ζωής και μάλιστα λογικής ζωής στο Σύμπαν. “Αν οι φυσικοί νόμοι ήταν διαφορετικοί, δεν θα υπήρχε ζωή, δεν θα υπήρχαμε εμείς για να κάνουμε τέτοιου είδους συζητήσεις.

Ο Carter διατύπωσε δύο πιθανές απαντήσεις στο ερώτημα αυτό. Η πρώτη είναι η «ισχυρή ανθρώπική αρχή» που βλέπει στο Σύμπαν μία σκοπιμότητα. Το Σύμπαν έχει ένα σκοπό, κι αυτός είναι η δημιουργία του ανθρώπου, ενός όντος με αυτοσυνείδηση, με συναισθήματα και με αξίες. Γιατί ο άνθρωπος είναι το μόνο όν που δεν υπάρχει άπλως, αλλά έχει συνείδηση της υπάρξεώς του, και συνδέει την ύπαρξή του με ό,τι ωραίο και αγαθό. Βεβαίως η άποψη αυτή προχωρεί πέρα από την Έπιστήμη, άγκαλιάζει την Τέχνη και την Ήθική, δηλαδή πλευρές του ανθρώπου που δεν έχουν επιστημονική θεμελίωση. Η άποψη αυτή θα μπορούσε να ονομασθεί Μεταφυσική γιατί υπερβαίνει τη Φυσική. Στην πιο σαφή της μορφή προϋποθέτει την ύπαρξη ενός Θεού δημιουργού, που είναι συγχρόνως και ο φορέας των αξιών του ανθρώπου.

Ἡ ἄλλη μορφή τῆς ἀνθρωπικῆς ἀρχῆς εἶναι ἡ «ἀσθενῆς ἀνθρωπικὴ ἀρχή». Ἡ συνήθης διατύπωση τῆς ἀρχῆς αὐτῆς εἶναι μία ταυτολογία. Γιατί οἱ φυσικοὶ νόμοι εὐνοοῦν τὴν ὑπαρξή μας; Διότι ἐμεῖς ὑπάρχουμε, ἄρα οἱ φυσικοὶ νόμοι εἶναι τέτοιοι ὥστε νὰ εὐνοοῦν τὴν ὑπαρξή μας.

Στὴν πραγματικότητα ὅμως, ἡ «ἀσθενῆς ἀνθρωπικὴ ἀρχή» ὑπονοεῖ ὅτι «ἔτυχε» οἱ φυσικοὶ νόμοι νὰ εἶναι ἔτσι, καὶ γι' αὐτὸ ὑπάρχουμε ἐμεῖς. Ἀλλὰ τί σημαίνει «ἔτυχε»; Ἡ πιὸ σαφῆς ἀπάντηση στὸ ἐρώτημα αὐτὸ εἶναι ἡ θεωρία τοῦ «Πολυσύμπαντος». Σύμφωνα μὲ τὴ θεωρία αὐτὴ ὑπάρχουν ἄπειρα Σύμπαντα, μὲ διαφορετικοὺς φυσικοὺς νόμους τὸ καθένα. Τὰ περισσότερα ἀπὸ αὐτὰ τὰ Σύμπαντα δὲν ἐπιτρέπουν τὴν ἀνάπτυξη ζωῆς. Τὸ δικό μας Σύμπαν, ὅμως, εἶναι μία ἐξαιρεση. Ἔχει τὶς κατάλληλες συνθῆκες γιὰ νὰ ἀναπτυχθεῖ ἡ ζωὴ καὶ μάλιστα λογικὴ ζωὴ ὅπως ἐμεῖς.

Γιὰ νὰ καταλάβουμε πόσο τυχεροὶ εἴμαστε, θὰ πρέπει νὰ δοῦμε μερικὰ παραδείγματα.

Ἡ ἠλεκτρομαγνητικὴ δύναμη μεταξὺ ἑνὸς πρωτονίου καὶ ἑνὸς ἠλεκτρονίου εἶναι περίπου 10^{40} φορές μεγαλύτερη ἀπὸ τὴ βαρυτικὴ δύναμη μεταξὺ τῶν δύο αὐτῶν σωματίων. Δηλαδή ἡ βαρύτης εἶναι ἀσήμαντη μπροστὰ στὴν ἠλεκτρομαγνητικὴ δύναμη. Θὰ ἔλεγε κανεὶς ὅτι ἂν ἄλλαζε ἡ βαρύτης κατὰ μερικὲς τάξεις μεγέθους, τὸ ἀποτέλεσμα δὲν θὰ ἄλλαζε. Ἐν τούτοις αὐτὸ δὲν εἶναι σωστό. Γιατί ἡ βαρύτης παίζει πολὺ σημαντικότερο ρόλο στοὺς ἀστέρες καὶ στοὺς πλανῆτες ὅπου τὰ ἠλεκτρικὰ φορτία εἶναι ἐλάχιστα. Π.χ. ἡ ἔλξη τῆς γῆς ἀπὸ τὸν Ἥλιο ὀφείλεται σὲ βαρυτικὲς καὶ ὄχι σὲ ἠλεκτρομαγνητικὲς δυνάμεις. Ἡ βαρύτης ἐδημιούργησε τοὺς ἀστέρες καὶ τοὺς πλανῆτες μὲ τὴ συμπύκνωση τῆς μεσοαστρικῆς ὕλης. Ἄν ἡ βαρύτης ἦταν μικρότερη, ὄχι κατὰ μερικὲς τάξεις μεγέθους ἀλλὰ κατὰ ἕναν παράγοντα 2, θὰ ἦταν πολὺ δύσκολη ἡ δημιουργία ἀστέρων καὶ πλανητῶν ἀπὸ τὴν μεσοαστρικὴ ὕλη. Τὸ Σύμπαν, τὸ ὁποῖον ἀρχικὰ ἦταν μία διάχυτη ἀέρια μάζα, δὲν θὰ μπορούσε νὰ δημιουργήσῃ τὸ πλῆθος τῶν ἀστέρων καὶ τῶν πλανητῶν πού παρατηροῦμε. Δὲν θὰ ὑπῆρχε ἡ γῆ πάνω στὴν ὁποία ὑπάρχει ἡ ζωὴ.

Ἐξ ἄλλου ἂν ἡ βαρύτης ἦταν δύο φορές ἰσχυρότερη ἀπὸ ὅτι εἶναι σήμερα, ἡ δημιουργία καὶ ἐξέλιξη τῶν ἀστέρων θὰ ἦταν ταχύτερη κατὰ ἕναν παράγοντα περίπου 120. Ἐπομένως, ἡ ἡλικία τοῦ Ἥλιου καὶ τοῦ πλανητικοῦ μας συστήματος ἀντὶ γιὰ μερικὰ δισεκατομμύρια ἔτη θὰ ἦταν μόλις μερικὲς δεκάδες ἑκατομμύρια ἔτη, ἐντελῶς ἀνεπαρκῆς γιὰ τὴν ἐξέλιξη ζωῆς ἀνάλογης μὲ αὐτὴ πού παρατηροῦμε στὸν πλανήτη μας.

Κατά συνέπεια, αν η βαρύτης άλλαζε έστω κατά έναν παράγοντα 2, δέν θα υπήρχε ή ζωή πού γνωρίζουμε.

Ένα ακόμη πιό έντυπωσιακό παράδειγμα τής ανθρωπικής αρχής είναι ή δημιουργία του άνθρακος. Ο άνθραξ είναι ή βάση τής ζωής, γιατί έχει καταπληκτικές ικανότητες νά δημιουργεί πολύπλοκα οργανικά μόρια πού εκτελούν όλες τις λειτουργίες τής ζωής. Τό μόνο άλλο στοιχείο πού έχει κάποια δυνατότητα νά δημιουργεί πολύπλοκες ενώσεις, ανάλογες των οργανικών ενώσεων του άνθρακα, είναι τό πυρίτιο. Άλλά οί δυνατότητες του πυριτίου είναι ασύγκριτα πιό περιορισμένες από τις δυνατότητες του άνθρακος. Γι' αυτό ή ζωή στον πλανήτη μας είναι βασισμένη στον άνθρακα, παρ' όλον ότι τό πυρίτιο είναι 10 φορές πιό άφθονο από τον άνθρακα στη γή (π.χ. ή άμμος των θαλασσών και των έρήμων είναι άπλως διοξείδιο του πυριτίου).

Η δημιουργία του άνθρακος λαμβάνει χώρα στο έσωτερικό των αστέρων, πού είναι μεγαλύτεροι από τον Ήλιο μας, όταν εξαντληθεί με τις πυρηνικές καύσεις τό υδρογόνο του πυρήνα τους. Τότε, ο άστέρας καταρρέει και ή θερμοκρασία του φθάνει τους 100 εκατομμύρια βαθμούς. Σ' αυτή τή θερμοκρασία, τρία άτομα ήλίου συγκρούονται και δημιουργούν τον άνθρακα. Η διαδικασία αυτή όμως δέν γίνεται κατ' ευθείαν, γιατί ή σύγχρονη σύγκρουση 3 ατόμων είναι εξαιρετικά άπίθανη.

Αυτό πού γίνεται είναι ή σύγκρουση δύο ατόμων ήλίου πού δημιουργούν ένα μετασταθές άτομο βηρυλλίου. Τό βηρύλλιο αυτό είναι άσταθές αλλά ζει ένα μικρό χρόνο, πού είναι αρκετός για νά γίνει ή πρόσκρουση ενός τρίτου ατόμου ήλίου, όποτε δημιουργείται ο άνθραξ. Και πάλι όμως, τό ποσόν του άνθρακος πού δημιουργείται θα ήταν άσήμαντο αν δέν ετύχαινε νά υπάρχει ένας συντονισμός στο άτομο του άνθρακος πού διευκολύνει τή δημιουργία του. Αυτός ο συντονισμός είχε προβλεφθεί από τον άγγλο αστρονόμο Hoyle με βάση έναν ανθρωπικό συλλογισμό (δηλαδή άφου ή δημιουργία του άνθρακος άπαιτεί έναν συντονισμό, ο συντονισμός αυτός πρέπει νά υπάρχει).

Και πράγματι, ο συντονισμός αυτός διαπιστώθηκε στο έργαστήριο στην έέργεια πού είχε προβλέψει ο Hoyle.

Άλλά ο συντονισμός του Hoyle και ή δημιουργία του άνθρακος έξαρτάται από τήν ισχύ των ασθενών και των ισχυρών πυρηνικών δυνάμεων. Αν οί δυνάμεις αυτές ήταν διαφορετικές κατά 1% ή περισσότερο, δέν θα μπορούσε νά δημιουργηθεί ο άνθραξ. Δηλαδή μία ελάχιστη μεταβολή τής ισχύος των ασθενών και ισχυρών πυρηνικών δυνάμεων θα έκανε τή ζωή άδύνατη.

Υπάρχουν πολλές παρόμοιες συμπτώσεις στους φυσικούς νόμους που ευνουούν την ύπαρξη τής ζωής. Αν οί φυσικοί νόμοι άλλαζαν, ἔστω λίγο, δέν θά υπήρχε ἡ ζωή. Στά περισσότερα Σύμπαντα, ἔξω ἀπό τό δικό μας, ἡ ζωή εἶναι ἀδύνατη.

Ποῦ ὅμως εἶναι τὰ ἄλλα Σύμπαντα γιά τὰ ὁποῖα ὀμιλεῖ ἡ θεωρία τοῦ Πολυσύμπαντος; Ἐνας πρόχειρος ὑπολογισμός μᾶς δείχνει ὅτι ἐνῶ τό δικό μας ὄρατό Σύμπαν ἔχει διαστάσεις 10^{23} km, δηλαδή 14 δισεκατομμύρια ἔτη φωτός (τόση εἶναι ἡ ἀπόσταση τοῦ ὀρίζοντος πού διαστελλεται μέ τήν ταχύτητα τοῦ φωτός), τό πλησιέστερο ἔξωτερικό Σύμπαν ἀπέχει $10^{10.000.000}$ km, καί ἂν θέλαμε νά βροῦμε ἕνα Σύμπαν παρόμοιο μέ τό δικό μας θά πρέπει νά πᾶμε σέ ἀποστάσεις $10^{10^{100}}$ km, ὅπου ὁ ἐκθέτης τοῦ 10 εἶναι μεγαλύτερος ἀπό τόν ἀριθμό τῶν ἀτόμων τοῦ ὄρατοῦ Σύμπαντος 10^{80} .

Ἄλλά υπάρχουν ὅλα αὐτά τὰ Σύμπαντα; Ἡ εἶναι ἀπλῶς ἕνα μαθηματικό παιχνίδι στό χωρο τῶν πιθανοτήτων; Ἐνα εἶναι βέβαιο: Ὅτι δέν μπορούμε μέ κανένα τρόπο νά ἐπικοινωνήσουμε ἢ νά πάρουμε πληροφορίες ἀπό αὐτά τὰ Σύμπαντα, πού εἶναι πέρα ἀπό τόν ὀρίζοντα τοῦ Σύμπαντός μας. Ἐπομένως, ἡ ὑπαρξη τῶν ἄλλων Συμπάντων εἶναι θέμα φαντασίας καί ὄχι ἐπιστημονικῆς ἐρεύνης. Εἶναι τῆς ἰδίας μορφῆς μέ τήν ὑπαρξη τῶν εἰκονικῶν κόσμων τῆς ἐπιστημονικῆς φαντασίας. Τό γεγονός ὅτι σ' ἕνα φίλμ μέ κινούμενα σχέδια υπάρχουν ἄνθρωποι πού κινουόταν καί συνομιλοῦν δέν σημαίνει ὅτι οἱ ἄνθρωποι αὐτοί καί οἱ συζητήσεις τους υπάρχουν στήν πραγματικότητα.

Ἐνα χαρακτηριστικό παράδειγμα εἶναι τὰ βιβλία τῆς J. K. Rowling γιά τόν Χάρρυ Πόττερ, πού ἔχουν μαγέψει μικρούς καί μεγάλους. Ὑποτίθεται ὅτι υπάρχει ἕνας κόσμος μαγείας, παράλληλος μέ τόν δικό μας, πού ἔχει τούς δικούς του μαγικούς νόμους, ἀντίστοιχους μέ τούς δικούς μας φυσικούς νόμους. Οἱ μάγοι πετοῦν μέ σκουπόξυλα, παίζουν ἕνα εἶδος μαγικοῦ ποδόσφαιρου στόν ἀέρα, πού ἐνθουσιάζει περισσότερο ἀπό τό δικό μας ποδόσφαιρο. Ἀνταλλάσσουν ξόρκια πού πρέπει νά λεχθοῦν μέ ὀρισμένο τρόπο γιά νά φέρουν ἀποτέλεσμα. Εἶναι χαρακτηριστικό ὅτι ἂν τὰ ξόρκια δέν λεχθοῦν μέ τόν κατάλληλο τρόπο δέν εἶναι ἀποτελεσματικά. Ἐπομένως στόν μαγικό κόσμο τοῦ Χάρρυ Πόττερ υπάρχει αὐστηρή νομοτέλεια, μόνο πού εἶναι διαφορετική ἀπό τή δική μας.

Δέν θά μπορούσε ὁ κόσμος αὐτός τοῦ Χάρρυ Πόττερ νά υπάρχει σ' ἕνα τμήμα τοῦ Πολυσύμπαντος; Ἴδου ἕνα πεδῖον λαμπρόν γιά νά κάνουν διαφή-

μιση οί ὅπαδοί τῆς θεωρίας τοῦ Πολυσύμπαντος. Μόνο πού, δυστυχῶς, ἡ φυσικὴ ἐπιστῆμη ἀσχολεῖται μὲ τὸ τί ὑπάρχει καὶ ὄχι μὲ τὰ προϊόντα τῆς φαντασίας μας.

Αὐτὸ βεβαίως δὲν ικανοποιεῖ ὅσους ἔχουν πληθωρικὴ φαντασία καὶ προβάλλουν μὲ κάθε τρόπο τὶς ἀπόψεις τους. Σὰν παράδειγμα ἀναφέρω μιὰ πρόσφατη μελέτη ἐνὸς φυσικοῦ ὀνόματι Nicolic, πού ἔχει γράψει ἐνδιαφέρουσες ἐργασίες γιὰ τὴν κβαντομηχανικὴ. Τελευταῖα ὅμως ὁ Nicolic ἔγραψε μιὰ φανταστικὴ «ἱστορία τῆς κβαντομηχανικῆς» μὲ θέμα τί θὰ γινόταν ἂν ὁ Bohm εἶχε γεννηθεῖ πρὶν ἀπὸ τὸν Bohr (οἱ δύο αὐτοὶ ἀντιπροσωπεύουν δύο διαφορετικὲς ἐρμηνεῖες τῆς κβαντομηχανικῆς). Ὁ συγγραφεὺς ἰσχυρίζεται ὅτι, ἀντίθετα μὲ ὅ,τι ἰσχύει σήμερα, ἡ θεωρία τοῦ Bohm θὰ εἶχε ἐπικρατήσει στὴ Φυσικὴ. Ἀλλὰ τὸ ἐντυπωσιακὸ εἶναι ὅτι προσθέτει ὅτι αὐτὴ ἡ (ὑποθετικὴ) ἱστορικὴ διαδρομὴ θὰ ἰσχύει ὅπωςδήποτε σὲ κάποιον ἀπὸ τὰ ἄπειρα Σύμπαντα τοῦ Πολυσύμπαντος.

Συμπέρασμα. Γράψετε τὴν ἱστορία ὅπως θέλετε. Σὲ κάποιον Σύμπαν ἡ ἱστορία αὐτὴ θὰ εἶναι πραγματικότης. Ἀλλὰ πού θὰ καταντήσει ἡ ἐπιστῆμη, συμπεριλαμβανομένης τῆς ἐπιστῆμης τῆς ἱστορίας, ἂν τέτοιες ἀπόψεις γίνουν ἀποδεκτὲς στὸν κόσμον μας;

Ἄς ἐπιστρέψουμε ὅμως στὸ κύριο θέμα μας.

Τὸ ἐρώτημα πού θέσαμε ἀρχικὰ ἦταν ἂν πλησιάζουμε στὸ τέλος τῆς φυσικῆς ἐπιστῆμης, τουλάχιστον τῆς φυσικῆς πού ἀσχολεῖται μὲ τὶς βασικὲς ἀρχές τοῦ Σύμπαντος καὶ τοῦ μικροκόσμου. Ὅπως εἶδαμε στὴν ἀρχὴ τῆς ὀμιλίας μας ὑπάρχουν ὀρισμένοι ἐπιστήμονες, ὅπως ὁ S. Hawking, πού ἰσχυρίζονται ὅτι εἴμαστε πολὺ κοντὰ σὲ μιὰ τελικὴ, ἐνιαία θεωρία τοῦ Παντός. Ἡ θεωρία αὐτὴ ὑποτίθεται ὅτι θὰ ἐρμηνεύσει τὰ βασικὰ ἐρωτήματα πού ἀφοροῦν τὸ Σύμπαν στὴ μεγάλῃ του κλίμακα καὶ στὴ δομὴ του στὸ μικρόκοσμον τῶν στοιχειωδῶν σωματίων.

Εἶναι πολλοὶ ἄλλοι οἱ ὁποῖοι ὑποστηρίζουν παρόμοιες ἀπόψεις. Πρὶν ἀπὸ 12 χρόνια περίπου κυκλοφόρησε ἓνα βιβλίον μὲ τίτλον *The end of Science* (J. Horgan, Helix books, Reading Mass, 1996). Ὁ συγγραφεὺς εἶχε συζητήσει μὲ πολλοὺς ἐπιστήμονες, φυσικοὺς, ἀστρονόμους, βιολόγους, φιλοσόφους κλπ., καὶ καταλήγει ὅτι ἡ ἐπιστῆμη γενικὰ πλησιάζει πρὸς τὸ τέλος τῆς. Εἰδικότερα τὸ τέλος τῆς φυσικῆς ἐπιστῆμης θὰ ἦταν μιὰ ἐπιτυχημένη θεωρία τοῦ Παντός. Παρ' ὅλον ὅτι μιὰ τέτοια θεωρία δὲν ἔχει ἀκόμη βρεθεῖ, μερικοὶ ἐλπίζουν ὅτι εἶναι δυνατόν νὰ βρεθεῖ καὶ μάλιστα στὸ προσεχὲς μέλλον.

Ἄλλὰ ὑπάρχει κάποιος τρόπος νὰ διαπιστώσουμε ἀντικειμενικὰ ἂν ὑπάρχει ἓνα τέλος τῆς Φυσικῆς καὶ ἂν εἴμαστε κοντὰ σ' αὐτό; Στὸ σημεῖο αὐτὸ μία ἱστορικὴ ἀναδρομὴ θὰ ἦταν πολὺ χρήσιμη.

Στὰ τέλη τοῦ 19ου αἰῶνα ὑπῆρχε διάχυτη ἡ ἐντύπωση ὅτι ὅλα σχεδὸν τὰ βασικὰ προβλήματα τῆς Φυσικῆς εἶχαν λυθεῖ. Ἔμεναν μόνο δύο προβλήματα: (α) Ἄν ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς μεταβάλλεται μὲ τὴν κίνηση τοῦ παρατηρητῆ καὶ (β) ποιά εἶναι ἡ φύση τοῦ φωτὸς, δηλαδή τὸ ἂν τὸ φῶς εἶναι σωμάτια ἢ κύματα.

Τις καλύτερες μετρήσεις τῆς ταχύτητος τοῦ φωτὸς ἐκείνη τὴν ἐποχὴ τίς εἶχε κάνει ὁ A. Michelson, ὁ ὁποῖος βρῆκε ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν κίνηση τῆς γῆς. Ὁ Michelson λοιπὸν ἔλεγε τὸ 1894 «εἶναι πολὺ πιθανὸ ὅτι οἱ μεγάλες βασικὲς ἀρχὲς ἔχουν καθιερωθεῖ σταθερὰ καὶ ὅτι ἡ περαιτέρω πρόοδος πρέπει νὰ γίνῃ κυρίως στὴν αὐστηρὴ ἐφαρμογὴ αὐτῶν τῶν ἀρχῶν... Περαιτέρω ἀλήθειες στὴ Φυσικὴ Ἐπιστήμη πρέπει ν' ἀναζητηθοῦν στὸ βο δεκαδικὸ ψηφίον».

Ὅμως τὰ δύο ἄλυτα προβλήματα ποὺ εἶχαν ἐπισημάνῃ οἱ φυσικοὶ τοῦ 19ου αἰῶνος ὁδήγησαν σὲ δύο τεράστιες ἐπαναστάσεις στὴ Φυσικὴ, τὸ πρῶτο στὴ θεωρία τῆς σχετικότητος καὶ τὸ δεύτερο στὴ θεωρία τῶν quanta. Δύο θεωρίες ποὺ διατυπώθηκαν λίγα χρόνια ἀργότερα, στὶς ἀρχὲς τοῦ 20οῦ αἰῶνα.

Εἶναι χαρακτηριστικὸ ὅτι ὁ ἴδιος ὁ Michelson, ποὺ ἔλεγε ὅτι στὸ μέλλον ἡ πρόοδος τῆς Φυσικῆς θὰ συνίστατο στὴν εὕρεση τοῦ βίου δεκαδικοῦ ψηφίου στὶς μετρήσεις, ὁδήγησε μὲ τίς μετρήσεις του ἐπὶ τῆς ταχύτητος τοῦ φωτὸς στὴ θεωρία τῆς σχετικότητος τοῦ Einstein. Μὲ τὴ θεωρία αὐτὴ ἄλλαξαν βασικὰ οἱ ἀπόψεις μας γιὰ τὸ χῶρο καὶ τὸ χρόνο. Διαπιστώθηκε ὅτι δὲν ὑπάρχει ἀπόλυτος χῶρος καὶ χρόνος, ὅτι τὰ μῆκη συστέλλονται καὶ ὁ χρόνος διαστέλλεται μὲ τὴν κίνηση. Μία ἀκραία μορφή αὐτοῦ τοῦ φαινομένου εἶναι οἱ μελανὲς ὀπές, ὅπου ὑπάρχει ἄπειρη διαστολὴ τοῦ χρόνου κοντὰ στὸν ὀρίζοντα. Δηλαδή ὅταν ἓνα διαστημόπλοιο διέρχεται τὸν ὀρίζοντα μίας μελανῆς ὀπῆς, ὁ δικὸς του χρόνος εἶναι πεπερασμένος, ἐνῶ γιὰ ἓναν ἐξωτερικὸ παρατηρητῆ, τὸ διαστημόπλοιο χρειάζεται ἀπειρο χρόνο γιὰ νὰ περάσει τὸν ὀρίζοντα.

Ἐξ' ἄλλου, ἡ γενικὴ θεωρία τῆς σχετικότητος ἐφαρμόσθηκε σ' ὁλόκληρο τὸ Σύμπαν, ἐξήγησε τὴ διαστολὴ τοῦ Σύμπαντος καὶ μᾶς ὁδήγησε στὸ big bang.

Από τὸ ἄλλο μέρος, ἡ μελέτη τῆς φύσεως τοῦ φωτός ὁδήγησε στὴ θεωρία τῶν quanta τοῦ Max Planck. Ἡ θεωρία τῶν quanta ὑπῆρξε ἡ μεγαλύτερη πρόοδος στὴ Φυσικὴ τοῦ 20οῦ αἰῶνος. Εἶχε ἀπεριόριστες ἐφαρμογές. Τὸ φῶς εἶναι συγχρόνως σωμάτια καὶ κύματα. Ἀλλὰ καὶ τὰ ὑλικά σωμάτια εἶναι συγχρόνως κύματα καὶ χαρακτηρίζονται ἀπὸ φαινόμενα συμβολῆς, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ περιέργα φαινόμενα σήραγγος, δηλαδὴ διόδου μέσα ἀπὸ τοιχώματα.

Ἔτσι φθάσαμε στὴν ἐποχὴ πού ἡ θεωρία τῶν quanta μαζί μὲ τὴ θεωρία τῆς σχετικότητος ἀποτελοῦν τοὺς κυριότερους πυλῶνες τῆς σύγχρονης Φυσικῆς.

Ἡ ἀντίληψη τῶν φυσικῶν τοῦ 19ου αἰῶνος γιὰ τὸ τέλος τῆς Φυσικῆς ἀνατράπηκε πλήρως.

Αὐτὸ ὅμως δὲν σημαίνει ὅτι σήμερα ἔχουμε βρεῖ τὴ θεωρία τοῦ Παντός πού ἐξηγεῖ τὰ πάντα. Ἀντιθέτως, ἡ θεωρία τῶν quanta μᾶς ὁδήγησε σὲ πολλὰ παράδοξα πού δὲν μπορούμε νὰ τὰ κατανοήσουμε πλήρως. Ἐνα τέτοιο παράδοξο εἶναι ἡ γάτα τοῦ Schrödinger. Δὲν ξέρομε, οὔτε μπορούμε νὰ ποῦμε ἂν ἡ γάτα εἶναι ζωντανή ἢ νεκρή μέχρις ὅτου ἀνοίξουμε τὸ κουτί πού τὴν περιέχει.

Ἐνα ἄλλο παράδοξο τῆς θεωρίας ἐπισημάνθηκε ἀπὸ τοὺς Einstein, Podolsky καὶ Rosen (παράδοξο EPR), πού δείχνει ὅτι δύο γεγονότα σὲ μέρη πολὺ μακριὰ τὸ ἓνα ἀπὸ τὸ ἄλλο μπορούν νὰ εἶναι συσχετισμένα καίτοι εἶναι ἀδύνατο νὰ ἐπικοινωνήσουν τὰ μέρη αὐτὰ μεταξύ τους, ἔστω καὶ μὲ τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός. Τὸ φαινόμενο αὐτὸ ὀνομάζεται «μὴ τοπικότητα». Αὐτὸ τὸ παράδοξο ὁδήγησε στὴν κβαντικὴ κρυπτογραφία καὶ στοὺς κβαντικούς ὑπολογιστὲς πού βρίσκονται στὸ στάδιο τῆς ἀνάπτυξης.

Τὸ παράδοξο αὐτὸ δείχνει ὅτι παρ' ὅλες τὶς προσπάθειες δὲν ἔχει ἐπιτευχθεῖ ἡ πλήρης σύνδεση τῆς θεωρίας τῶν quanta μὲ τὴ θεωρία τῆς σχετικότητος.

Εἶναι γνωστὸ ὅτι ὁ Einstein, πού πῆρε βραβεῖο Nobel γιὰ τὸ φωτοηλεκτρικὸ φαινόμενο, δηλαδὴ γιὰ τὰ quanta φωτός (καὶ ὄχι γιὰ τὴ θεωρία τῆς σχετικότητος), ποτέ του δὲν συμβιβάστηκε μὲ τὴν ἀβεβαιότητα πού εἰσήγαγε ἡ κβαντομηχανικὴ (ἀπροσδιοριστία Heisenberg). «Ὁ Θεὸς δὲν παίξει ζάρια», ἔλεγε χαρακτηριστικά. Καὶ ὑπεστήριζε ὅτι ἡ κβαντικὴ θεωρία δὲν ἦταν πλήρης ἀλλὰ εἶχε κενά.

Μία προσπάθεια νὰ περιγράψουμε αἰτιοκρατικὰ τὰ φαινόμενα τῆς κβαντι-

κῆς φυσικῆς μᾶς ἔδωσε ἡ θεωρία τῶν de Broglie καὶ Bohm. Ἡ θεωρία αὐτὴ θεωρεῖ ὅτι τὰ κινούμενα σωματῖα ἔχουν πραγματικὲς τροχιές, ἔστω καὶ ἂν κανεῖς δὲν τὰ παρατηρεῖ. Οἱ τροχιές αὐτές ὅμως δὲν εἶναι οἱ συνήθεις κλασικὲς τροχιές, ἀλλὰ ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὴν κυματοσυνάρτηση ποὺ οφείλεται στὰ κύματα τῆς κβαντομηχανικῆς.

Ἡ θεωρία αὐτὴ δίνει τὰ ἴδια ἀποτελέσματα μὲ τὴ συνήθη κβαντομηχανικὴ. Ἔχει ὅμως τὸ παράδοξο ὅτι ἂν ἀλλάξει ἡ κυματοσυνάρτηση ἀλλάζει ἀπότομα καὶ ἡ τροχιά. Ἡ ἀλλαγὴ γίνεται μὲ ἀπειρὴ ταχύτητα, εἶναι δηλαδὴ «μὴ τοπικὴ», ὅπως στὸ παράδοξο τῶν Einstein, Podolsky καὶ Rosen.

Ὁ Einstein, μετὰ τὶς τεράστιες ἐπιτυχίες τῆς γενικῆς θεωρίας τῆς σχετικότητας, προσπάθησε νὰ βρεῖ μίαν πλήρη θεωρία, ποὺ θὰ ἐνοποιούσε ὅλες τὶς δυνάμεις τῆς φύσεως. Οἱ προσπάθειές του κράτησαν 20 χρόνια καὶ κατέληξαν σὲ ἓνα μικρὸ δημοσίευμα ποὺ ὑποτίθεται ὅτι ἐνοποιούσε τὴ βαρύτητα μὲ τὸν ἠλεκτρομαγνητισμὸ. Ὅμως εἶναι γενικὰ δεκτὸ σήμερα ὅτι ἡ προσπάθεια τοῦ Einstein ἀπέτυχε. Ὁ ἠλεκτρομαγνητισμὸς ἐνοποιήθηκε μὲ τὴν ἀσθενὴ πυρηνικὴ δύναμη ἀπὸ τοὺς Salam, Glashow καὶ Weinberg. Ἡ προσπάθεια ἐνοποίησης μὲ τὶς ἰσχυρὲς πυρηνικὲς δυνάμεις ὁδήγησε σὲ σημαντικὲς θεωρίες, ὅπως εἶναι οἱ θεωρίες τῆς ὑπερσυμμετρίας ποὺ προαναφέραμε. Ἀλλὰ ἡ ἐνοποίηση μὲ τὴ βαρύτητα εἶναι ἓνα πολὺ μεγάλο πρόβλημα ποὺ παραμένει ἀνοικτὸ μέχρι σήμερα.

Μετὰ τὸν Einstein ἓνας μεγάλος ἄγγλος ἀστρονόμος, ὁ A. Eddington, προσπάθησε νὰ διατυπώσει μίαν πρωτότυπη θεωρία τοῦ Παντός. Εἶναι γνωστὸ ὅτι ὁ Eddington, ἐκτὸς ἀπὸ τὴ μεγάλη του συμβολὴ στὴν Ἀστροφυσικὴ, ἦταν ὁ πρῶτος ποὺ ἐπαλήθευσε τὴ γενικὴ θεωρία τῆς σχετικότητας μὲ τὴν παρατήρηση τῆς ἐκτροπῆς τοῦ φωτὸς τῶν ἀστέρων, ποὺ διέρχεται πλησίον τοῦ Ἡλίου. Ἐγραψε μερικὰ πολὺ ἀξιόλογα βιβλία γιὰ τὴ Φυσικὴ, ὅπως *The Nature of the Physical World* καὶ ἄλλα. Πρὸς τὸ τέλος τῆς ζωῆς του ὅμως ἀφιερώθηκε σὲ μίαν θεωρία ποὺ ὑποτίθεται ὅτι θὰ ἐξηγοῦσε τὰ πάντα στὴ Φυσικὴ. Ἦταν ἡ «Fundamental Theory». Ὅμως, κανεῖς σήμερα δὲν πιστεύει ὅτι ἡ θεωρία αὐτὴ ἦταν ἡ σωστὴ θεωρία τοῦ Παντός.

Οἱ σημερινὲς θεωρίες ἔγιναν ὅλο καὶ πιὸ δυσνόητες, δηλαδὴ ἀπομακρυσμένες ἀπὸ τὶς εἰκόνες ποὺ σχηματίζονται μὲ τὸ νοῦ μας. Θυμᾶμαι, πρὶν ἀπὸ ἀρκετὰ χρόνια, ὅταν ὁ διάσημος Heisenberg, ὁ θεμελιωτῆς τῆς κβαντομηχανικῆς καὶ εἰσηγητῆς τῆς ἀρχῆς τῆς ἀβεβαιότητας, εἶχε δώσει μίαν διάλεξη στὰ ἀνάκτορα τῶν Ἀθηνῶν. Στὸ τέλος τὸν ἐρώτησα ἂν μπορούμε νὰ

ελπίζουμε ότι μία βαθύτερη θεωρία θα μπορούσε να αποκαταστήσει την πλήρη αιτιότητα και να εξηγήσει με κλασικό τρόπο τα φαινόμενα. Η απάντησή του ήταν ότι όσο βαθύτερα πάμε τόσο απομακρυνόμαστε από τις κλασικές έννοιες. Επομένως δεν πίστευε ότι μία επάνοδος στις κλασικές έννοιες ήταν δυνατή.

Η ιστορία φθάνει στον Hawking και τους σύγχρονους φυσικούς. Η ιδέα του Hawking ότι φθάνουμε στο τέλος της Φυσικής βασίστηκε στο ότι είχε διατυπώσει μία δική του θεωρία που θα ένοποιούσε και τις 4 δυνάμεις της Φύσεως και άρα θα έλυne όλα τα μεγάλα προβλήματα της Φυσικής αφήνοντας για τους μεταγενέστερους μόνο το να επεξεργασθούν τις λεπτομέρειες. Η πεποίθησή του ήταν τόσο έντονη ώστε έφθασε να πει ότι κοντεύει να καταλάβει τον Νου του Θεού (the Mind of God).

Άνεφερα κάποτε αυτήν τη φράση του Hawking στον διάσημο νομπελίστα αστροφυσικό Chandrasekhar. Και η αντίδρασή του ήταν άμεση και κατηγορηματική: «That is blasphemy (Αυτό είναι βλασφημία)», απάντησε έντονα. Μου έκανε ιδιαίτερη εντύπωση γιατί ο Chandrasekhar, καίτοι ήταν ένα πολύ ανοικτό και δυνατό μυαλό, δεν ήταν άνθρωπος της θρησκείας. Είχε όμως έναν σεβασμό για όσα ξεπερνούν το ανθρώπινο μυαλό.

Είδαμε στην αρχή της ομιλίας μου ότι η προσπάθεια του Hawking δεν πέτυχε. Άλλα ο Hawking και πολλοί άλλοι συνεχίζουν τις προσπάθειές τους να βρουν μία τελειωτική θεωρία του Παντός. Υπάρχει ελπίς να βρεθεί μία τέτοια θεωρία;

Η σύντομη αναδρομή που κάναμε στις προσπάθειες διαφόρων μεγάλων ερευνητών του παρελθόντος (άλλα και του παρόντος) δείχνει ότι όλοι είχαν μία έμμονη ιδέα ότι η δική τους θεωρία ήταν που θα έφερνε το τέλος της Φυσικής. Δεν μπορούσαν να ήσυχάσουν απλώς με τη σκέψη ότι προσέφεραν κάτι σημαντικό στην κατανόηση της φύσεως. Ήθελαν να κατακτήσουν το πᾶν. Η στάση αυτή έχει μία βαθιά ψυχολογική εξήγηση. Πώς να ήσυχάσει κανείς με επί μέρους μόνον ανακαλύψεις; Κάθε ανακάλυψη δίνει μεγάλη ικανοποίηση αλλά αυτή είναι προσωρινή. Γιατί καινούρια προβλήματα και ερωτήματα προβάλλουν και απαιτούν και αυτά λύση. Έτσι ο ερευνητής είναι συνεχώς σε μία αγωνιώδη αναζήτηση. Μόνον μία θεωρία του Παντός που θα απαντούσε σε όλα τα βασικά ερωτήματα θα μπορούσε να τον ικανοποιήσει. Γι' αυτό είναι χαρακτηριστικό ότι μεγάλοι ερευνητές, στα τελευταία χρόνια της ζωής τους, καταπιάνονται με τέτοιες θεωρίες του Παντός και με

τά βαθύτερα φιλοσοφικά ἐρωτήματα. Κι ἂν δὲν βροῦν τις λύσεις πού ἐπιδιώκουν στὰ ἐρωτήματα αὐτά, ἀπογοητεύονται. Εἶναι χαρακτηριστική ἡ φράση τοῦ Weinberg, πού πῆρε τὸ βραβεῖο Nobel γιὰ τὶς ἐργασίες του στὴν ἠλεκτροασθενὴ ἐνοποίηση τῆς Φυσικῆς: «Ὅσο πιὸ πολὺ καταλαβαίνουμε τὸ Σύμπαν, τόσο περισσότερο βλέπουμε ὅτι εἶναι ἄνευ νοήματος».

Ἄλλοι πάλι προσκολλῶνται σὲ μιὰ δική τους θεωρία, πού ἐλπίζουν ὅτι θὰ ἐξηγήσει τὰ πάντα στὴ φύση, καὶ μένουν προσκολλημένοι σ' αὐτὴ ἀκόμη καὶ ἂν οἱ ὑπόλοιποι φυσικοὶ ἔχουν καταλάβει ὅτι ἡ θεωρία αὐτὴ δὲν ἀποτελεῖ λύση. Τέτοια εἶναι τὰ παραδείγματα τοῦ Eddington καὶ τοῦ Hawking πού ἀναφέραμε προηγουμένως.

Ἀπὸ τὸ ἄλλο μέρος ὑπάρχει μιὰ ἐντελῶς διαφορετικὴ στάση. Εἶναι ἡ στάση τοῦ μεγάλου Νεύτωνος, πού παρομοίαζε τὸν ἑαυτό του μὲ ἓνα παιδάκι στὴν ἀκρογιαλιά πού χαίρεται μαζεύοντας κοχύλια ἀπὸ τὴ θάλασσα, ἐνῶ ὁ ἀπέραντος ὠκεανὸς ἀπλώνεται μπροστὰ του ἀνεξερεύνητος.

Ἐπομένως σὲ πολλές περιπτώσεις, ἡ ἐμμονὴ στὴν ἰδέα μιᾶς τελειωτικῆς θεωρίας συνδέεται μὲ ψυχολογικοὺς λόγους τῶν πρωτεργατῶν τῶν μεγάλων αὐτῶν θεωριῶν.

Ἄλλὰ καὶ ἡ ἐπίδραση μιᾶς θεωρίας στὸ εὐρὸ κοινὸ στηρίζεται συχνὰ σὲ ψυχολογικοὺς λόγους καὶ ὄχι μόνο ἐπιστημονικούς. Πολλὲς φορές ὁ ἐνθουσιασμὸς πού δημιουργεῖ μιὰ καινούρια θεωρία δὲν ὀφείλεται μόνο σὲ λογικὰ ἐπιχειρήματα. Ὀφείλεται πολλὲς φορές καὶ στὸν ἐνθουσιασμὸ ἢ στὴν καλλιπέπεια τῶν ὑποστηρικτῶν τῆς θεωρίας, στίς λέξεις κλειδιά ἢ στὰ παραδείγματα πού χρησιμοποιοῦν, τὰ ὅποια παρασύρουν τὴ φαντασία τοῦ ἀκροατηρίου ἢ τῶν ἀναγνωστῶν. Τέτοιες λέξεις κλειδιά εἶναι ἡ «Theory of Everything» ἢ τὸ «Mind of God» τοῦ Hawking, πού ἔχει ἐντυπωσιάσει πολὺ κόσμο.

Τέτοιες λέξεις ἐντυπωσιασμοῦ παρασύρουν ἀκόμη καὶ μεγάλους κατὰ τὰ ἄλλα ἐπιστήμονες. Εἶναι πολὺ διδακτικὸ ἓνα βιβλίο τοῦ A. Miller πού κυκλοφόρησε τὸ 2007 σὲ μετάφραση στὰ ἑλληνικά, *Οἱ μονομάχοι τοῦ μεσοπολέμου*, πού περιγράφει μὲ δραματικὸ τρόπο τὴ διαμάχη μεταξὺ Eddington καὶ Chandrasekhar στὸ θέμα τῆς καταρρεύσεως τῶν ἀστέρων σὲ ἀστέρες νετρονίων καὶ μελανὲς ὀπές. Ὁ Eddington ἦταν ὁ μεγαλύτερος ἀστροφυσικὸς τῆς ἐποχῆς του, ἀλλὰ δὲν μπόρεσε νὰ καταλάβει τὶς ἐπαναστατικὲς νέες ιδέες τοῦ νεαροῦ Ἰνδοῦ Chandrasekhar. Ἡ διαμάχη πῆρε μεγάλες διαστάσεις στὴ Royal Astronomical Society τοῦ Λονδίνου

και πολλοί μεγάλοι φυσικοί και αστροφυσικοί έλαβαν μέρος σ' αυτή. Οί αντιθέσεις είχαν θεβαίως επιστημονικά επιχειρήματα, αλλά μερικές φορές ξέφευγαν σέ πύ χαμηλό επίπεδο. Τελικά στό θέμα αυτό δικαιώθηκε ο Chandrasekhar, ο οποίος πήρε τό βραβείο Nobel γι' αυτές του τις έρευνες. Άλλά πόση σπατάλη δυνάμεων, πόση πικρία και στις δύο πλευρές προκάλεσε αυτή ή αντίθεση!

Τέτοιες διαμάχες στην επιστήμη υπήρξαν πολλές. Πολλές φορές οί αντιθέσεις έφθασαν σέ προσωπικό επίπεδο, στην προσπάθεια επιστημονικής εξόντωσης του αντιπάλου. Θυμάμαι πόσο έντονες υπήρξαν οί συζητήσεις στή Διεθνή Αστρονομική Ένωση μεταξύ τών όπαδών τής αρχικής έκρήξεως του Σύμπαντος (του big bang) και τών ύποστηρικτών τής Συνεχοῦς Δημιουργίας πού έδέχοντο ότι ὕλη δημιουργείται συνεχώς εκ του μηδενός, ώστε τό Σύμπαν νά παραμένει άμετάβλητο κατά μέσον όρο καιτόι διαστέλλεται συνεχώς. Βέβαια, εις τό τέλος ή θεωρία του big bang έπεκράτησε. Έφθασε ο κορυφαίος σοβιετικός αστροφυσικός Y. Zeldovich νά πει ότι ή θεωρία του big bang είναι τόσο σίγουρη όσο και τό ότι ή γη περιφέρεται γύρω από τόν Ήλιο. Άλλά υπάρχουν σήμερα μερικοί πού μιλοῦν γιά νέα σύμπαντα βρέφη (baby universes) πού συνεχώς δημιουργούνται και θα μπορούσαν ίσως νά κατασκευασθοῦν μέσα στό έργαστήριό μας.

Πού όμως τελειώνει ή σοβαρή επιστημονική μελέτη και αρχίζει ή αυθαιρεσία, αν όχι ή προπαγάνδα; Μπορούμε νά συζητούμε σοβαρά κάθε τρελή ιδέα πού διατυπώνει κανείς; Ή μήπως όλα έχουν τή δική τους λογική, όπως λέει ένας μεταμοντέρνος «φιλόσοφος», ο Feyerabend, ο οποίος θέτει στην ίδια μοίρα τήν επιστήμη με τή μαγεία, τήν αστρολογία και τόν αποχρυσισμό;

Πάντως σέ όλα τὰ σοβαρά επιστημονικά περιοδικά δέν δημοσιεύεται κάθε έργασία πού στέλνουν οί διάφοροι επιστήμονες, αλλά μόνον όσες περνούν από ένα αυστηρό σύστημα κριτῶν. Και παρ' όλον ότι δέν αποκλείονται άδικίες και διαμάχες μεταξύ συγγραφέων και κριτῶν, πάντως αποφεύγονται εν γενει (όχι όμως πάντα) πολλές μεγάλες άστοχίες, όπως ή δημοσίευση μυθιστορημάτων αντι επιστήμης.

Άλλά ο κίνδυνος από τήν προπαγάνδα παραμένει. Ο άγώνας τών δημοσιογράφων γιά έντυπωσιακές ειδήσεις συμβαδίζει με τόν άγώνα όρισμένων «επιστημόνων» γιά προβολή. Έτσι έχουμε άπίστευτες ιστορίες πού πήραν τεράστιες διαστάσεις, όπως τὰ UFO και οί έξωγήνιοι, όπως ή cold fusion

(ή σύντηξη σέ χαμηλές θερμοκρασίες), ή κλωνοποίηση ἀνθρώπων καί τόσα ἄλλα. Σέ πολλές περιπτώσεις ή ἐπιστημονική κοινότης ἐπιβάλλει τήν ποινή τοῦ «θανάτου» στοὺς καταχραστὲς τοῦ κύρους τῆς ἐπιστήμης. Δηλαδή ἐξαφανίζονται ἀπὸ τὸ προσκήνιο καί κανένα σοβαρὸ περιοδικὸ δὲν δημοσιεύει πλέον τίς ἰδέες τους.

Ἄλλὰ σήμερα ὑπάρχει ἓνας πολὺ μεγαλύτερος κίνδυνος γιὰ τὴ Φυσική, πού δὲν ὑπῆρχε τίς προηγούμενες ἐποχές. Μέχρι τώρα θεωρούσαμε αὐτονόητο ὅτι ή Φυσική μελετᾶ τὴ φύση πού μᾶς περιβάλλει. Ἐπομένως κάθε θεωρία τῆς Φυσικῆς εἶχε σκοπὸ νὰ ἐξηγήσει τὰ παρατηρούμενα φαινόμενα. Ὅλες οἱ θεωρίες τῆς Φυσικῆς περνοῦσαν ἀπὸ τὸν πειραματικὸ ἔλεγχο. Μέχρις ὅτου νὰ γίνουν τὰ πειράματα ἐλέγχου τῆς θεωρίας, ή θεωρία ἦταν ὑπὸ δοκιμῆ. Καί ἂν τὰ πειράματα ἦταν ἀντίθετα μὲ τίς προβλέψεις τῆς θεωρίας, ή θεωρία ἦταν πλέον ἀπορριπτέα.

Σήμερα ὅμως ὑπάρχουν ὑποστηρικτὲς τοῦ Πολυσύμπαντος, οἱ ὁποῖοι δὲν ἐνδιαφέρονται καν γιὰ τὴν πειραματικὴ ἐπαλήθευση τῶν θεωριῶν τους. Αὐτοὶ προσπαθοῦν νὰ ἀλλάξουν τὸ βασικὸ χαρακτῆρα τῆς Φυσικῆς, λέγοντας ὅτι καθετὶ πού μπορούμε νὰ φαντασθοῦμε θὰ ὑπάρχει κάπου, σὲ κάποιον ἀπὸ τὰ ἄπειρα Σύμπαντα τοῦ Πολυσύμπαντος. Ἐπομένως καμία κριτικὴ θεώρηση, καμία πειραματικὴ διάψευση δὲν τοὺς θίγει.

Θὰ ἔλεγε κανεὶς ὅτι ἔχουμε δημοκρατία καί ἄρα ὁ καθένας εἶναι ἐλεύθερος νὰ λέει ὅτι θέλει. Ἀλλὰ ἐδῶ δὲν πρόκειται ἀπλῶς γιὰ μιὰ ἔκφραση γνώμης. Τὸ βασικὸ εἶναι ὅτι καθὼς οἱ ὁπαδοὶ τῶν θεωριῶν αὐτῶν αὐξάνουν ή ἀλληλοὑποστήριξη τοὺς ὁδηγεῖ στὴ διάθεση σημαντικῶν ποσῶν, ἀπὸ τὸ σύνολο πού διατίθεται γιὰ τὴν ἔρευνα, γιὰ χρηματοδότηση τέτοιου εἶδους «ἐρευνῶν» (ἐντὸς εἰσαγωγικῶν). Ἔτσι ὅμως ἀποδυναμώνεται ή σοβαρὴ ἐπιστημονικὴ ἔρευνα γιὰ χάρις μιᾶς ἀμφιλεγόμενης ἔρευνας σὲ πεδία πού λίγη σχέση ἔχουν μὲ τὴ Φυσική, δηλαδή τὴ μελέτη τῆς φύσεως.

Ἄν τέτοιες ἀπόψεις ἐπικρατήσουν εὐρύτερα, τότε ὁδηγοῦμαστε σὲ ἓνα «τέλος τῆς Φυσικῆς», πού θὰ σημάνει τὴν πλήρη ἀποτυχία μας νὰ ἐξηγήσουμε τὴ φύση καί νὰ διδαχθοῦμε ἀπὸ τίς παρατηρήσεις μας καί τὰ πειράματά μας.

Τὸ τέλος τῆς Φυσικῆς θὰ εἶναι ὄχι μία νίκη, ὄχι μία ἐπιτυχημένη θεωρία τοῦ Παντός, ἀλλὰ ἓνα συνονθύλευμα ἀναπόδεικτων θεωριῶν πού θὰ γεμίζουν μόνο τίς σελίδες διαφόρων περιοδικῶν ἢ τίς ὀθόνες τοῦ διαδικτύου.

Σὲ αὐτὰ πού λέω ἴσως ὑπάρξει ή ἐξῆς ἀντίρρηση. Δὲν θὰ μπορούσε κα-

σημασία. Είναι η ανάδυση (emergence) νέων φαινομένων και νέων ιδιοτήτων σε πολύπλοκα συστήματα.

Ένα πολύπλοκο χημικό μόριο είναι κάτι παραπάνω από το άθροισμα των ατόμων που το απαρτίζουν. Π.χ. ένα μόριο DNA έχει ιδιότητες που με κανένα τρόπο δεν θα μπορούσε να προβλέψει κανείς μελετώντας τα πρωτόνια και τα ηλεκτρόνια που απαρτίζουν το μόριο του DNA. Θα ήταν πρακτικά αδύνατο να προβλέψει κανείς τις ιδιότητες του DNA από τη συμπεριφορά των μεμονωμένων ατόμων του, ακόμη και αν χρησιμοποιούσε έναν τεράστιο υπολογιστή, αν ολόκληρο το όρατο Σύμπαν γίνει ένας τεράστιος υπολογιστής.

Αλλά το μόριο του DNA υπάρχει. Υπάρχει η ζωή. Και η ζωή παρουσιάζει τεράστιο αριθμό αναδυόμενων ιδιοτήτων. Αυτές πάλι οι ιδιότητες οδηγούν σε πιο σύνθετα φαινόμενα που χαρακτηρίζουν τον άνθρωπο, που έχει νοῦ, αυτοσυνείδηση και αξίες.

Είναι χαρακτηριστικό ότι ένας πολύ μεγάλος αριθμός νέων επιστημόνων με πολλή οξυδέρκεια και ταλέντα στρέφονται στη βιολογία, στη βιοφυσική και τη βιοχημεία. Αυτός ο δρόμος είναι ανοικτός και πουθενά δεν βλέπω τέλος.

Υπάρχει όμως και μιὰ ακόμη σκοπιά που αφορά το μέλλον της επιστήμης. Και αυτή αναφέρεται στην κατάκτηση του Διαστήματος.

Στόν αιώνα που μᾶς πέρασε για πρώτη φορά ο άνθρωπος βγήκε έξω από τη γῆ και έφθασε μέχρι τη σελήνη. Στο μέλλον τὰ ταξίδια στη σελήνη και στους πλανήτες θὰ γίνουν κάτι τὸ συνηθισμένο. Οἱ ἄνθρωποι ὄχι μόνο θὰ ταξιδεύουν στὸ διάστημα, ἀλλὰ καὶ θὰ δημιουργήσουν ἐργαστήρια στη σελήνη καὶ στους ἄλλους πλανήτες. Θὰ φθάσουν ὅμως στους ἄλλους ἀστέρες πὺ ἀπέχουν ἔτη φωτὸς ἀπὸ ἐμᾶς; Ἡ ἀπάντηση εἶναι ναί. Καὶ ὑπάρχουν δύο τρόποι γιὰ νὰ γίνουν τὰ διαστρικά αὐτὰ ταξίδια. Ὁ πρῶτος εἶναι μὲ τὸ νὰ ταξιδεύουν οἱ ἄνθρωποι μὲ ταχύτητες πὺ πλησιάζουν τὴν ταχύτητα τοῦ φωτὸς. Τότε, σύμφωνα μὲ τὴν ἀρχὴ τῆς σχετικότητας, οἱ ταξιδιωτὲς θὰ παραμένουν νέοι, ἔστω καὶ νὰ ταξιδεύουν ἐπὶ πολλὰ δικά μας ἔτη μέσα στὸ γαλαξία. (Αὐτὴ ἡ διαστολὴ τοῦ χρόνου ἔχει παρατηρηθεῖ σὲ στοιχειώδη σωματῖα στὸ CERN πὺ αὐξάνουν τὴν ζωὴ τους μέχρι 1.000 φορές πλησιάζοντας τὴν ταχύτητα τοῦ φωτὸς.) Ὅταν οἱ ἀστροναῦτες θὰ ἐπιστρέφουν στη γῆ, θὰ ἔχουν περάσει δεκάδες ἢ ἑκατοντάδες ἔτη τῆς γῆς, ἐνῶ οἱ ἀστροναῦτες θὰ παραμένουν νέοι. Ἐπομένως τὰ διαστρικά ταξίδια ἀποτελοῦν μιὰ μακρινὴ ἀλλὰ ὄχι ἀδύνατη πραγματικότητα.

Ο δεύτερος τρόπος να φθάσουμε στους άλλους άστερες είναι με τεράστια διαστημόπλοια που θα κινούνται με μικρές σχετικά ταχύτητες, αλλά χωρίς έπιστροφή. Τέτοια διαστημόπλοια θα αποτελούν άποικίες εκατοντάδων ατόμων που θα έχουν δικούς τους τρόπους παραγωγής ενέργειας και τροφής. Θα καλλιεργούν φυτά, θα εκτρέφουν ζώα και θα αναπτύσσουν τη δική τους πολιτιστική ζωή. Τα παιδιά που θα γεννηθούν θα περάσουν όλη τη ζωή τους μέσα στα σκάφη αυτά, μέχρις ότου φθάσουν σε κάποιο κατάλληλο πλανήτη κοντά σε κάποιον άλλον άστερα όποτε θα αναπτύξουν μια νέα άποικία εκεί.

Όσο τολμηρή και αν φαίνεται ή προοπτική αυτή δεν είναι αδύνατο να πραγματοποιηθεί μετά από μερικές χιλιάδες έτη. Με τον τρόπο αυτό ο άνθρωπος μπορεί να κατακτήσει όλο το γαλαξία μας σε μερικά εκατομμύρια έτη. Και αν το διάστημα αυτό φαίνεται τεράστιο, είναι εν τούτοις μικρό σε σχέση με την ηλικία του Σύμπαντος που είναι 14 δισεκατομμύρια έτη. Άλλωστε ή μελλοντική ζωή των αστερών θα διαρκέσει πολλά δισεκατομμύρια έτη ακόμη.

Οί προοπτικές αυτές είναι μακρινές. Δεν έχουν όμως καμία σχέση με τις φανταστικές ιστορίες για άλλα Σύμπαντα στη θεωρία του Πολυσύμπαντος, με τα όποια δεν υπάρχει καμία περίπτωση να επικοινωνήσουμε ποτέ (αν βεβαίως υπάρχουν).

Οί τολμηρές προεκτάσεις που κάνω είναι μέσα στα όρια των δυνατοτήτων του ανθρώπου έστω και σε κλίμακες χρόνου χιλιάδων και εκατομμυρίων έτων.

Το συμπέρασμα από όλα αυτά είναι ότι τα όρια της επιστήμης εκτείνονται πολύ πέρα από εκεί που έχει φθάσει ή επιστήμη σήμερα. Τα όρια αυτά χάνονται στο άπώτερο μέλλον και πουθενά δεν διακρίνω ένα τέλος της επιστήμης. Η επιστήμη προχωρεί άσταμάτητα τόσο σε νέα πεδία έρευνας όσο και σε έκταση μέσα στο Σύμπαν που μας περιβάλλει.

Έπομένως δεν βλέπω ότι μπορούμε να περιμένουμε ένα τέλος της επιστήμης, και ειδικότερα της Φυσικής, εφόσον υπάρχει ο άνθρωπος μέσα στο Σύμπαν.

ΔΗΜΟΣΙΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 4ΗΣ ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 2008

ΥΠΟΔΟΧΗ ΤΟΥ ΑΝΤΕΠΙΣΤΕΛΛΟΝΤΟΣ ΜΕΛΟΥΣ
κ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ ΖΟΥΡΟΥ

ΠΡΟΣΦΩΝΗΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΡΟΕΔΡΟ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ
κ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟ ΔΡΑΚΑΤΟ

Ὁ ἀνακηρυσσόμενος σήμερα ὡς ἀντεπιστέλλον μέλος τῆς Ἀκαδημίας γεννήθηκε στὴ Λέσβο καὶ φοίτησε στὴν Ἀνωτάτη Γεωπονικὴ Σχολὴ Ἀθηνῶν (νῦν Γεωπονικὸ Πανεπιστήμιο), τῆς ὁποίας κατέστη πτυχιούχος καὶ διδάκτωρ. Ἀκολούθως φοίτησε στὸ Πανεπιστήμιο τοῦ Σικάγου τῶν ΗΠΑ, ὅπου ἐξεπόνησε δεύτερη διδακτορικὴ διατριβὴ στὴ Βιολογία. Ἐσταδιοδρόμησε στὸ Πανεπιστήμιο Dalhousie τοῦ Καναδᾶ καὶ τὸ 1982 ἐξελέγη καθηγητὴς στὸ Τμῆμα Βιολογίας τοῦ Πανεπιστημίου Κρήτης, ἀπὸ τὸ ὁποῖο ἀπεχώρησε τὸ 2006 ὡς ὁμότιμος καθηγητὴς.

Ὁ κ. Ζούρος συνέβαλε σημαντικὰ στὴν ὀργάνωση καὶ ἀνάπτυξη τοῦ Ἰνστιτούτου Θαλάσσιας Βιολογίας Κρήτης, καθὼς καὶ στὴν προώθηση ἐρευνητικῶν συνεργασιῶν μὲ ἄλλα ἀντίστοιχα εὐρωπαϊκὰ κέντρα. Τὸ συγγραφικὸ ἔργο τοῦ κ. Ζούρου εἶναι ἐκτενέστατο καὶ ἔτυχε διεθνῶς ἀναγνώρισεως.

Κύριε Καθηγητά, ἡ Ἀκαδημία Ἀθηνῶν εἶναι εὐτυχὴς πού σᾶς καλωσορίζει ὡς ἀντεπιστέλλον μέλος τῆς στὸν κλάδο τῆς Θαλάσσιας Βιολογίας καὶ σᾶς ἀπευθύνει τίς καλύτερές τῆς εὐχές. Ταυτοχρόνως, σᾶς παραδίδω τὸ διάσημό τῆς.

Σὲ πλήρη ἀνάλυση τῶν βιογραφικῶν στοιχείων τοῦ καθηγητῆ κ. Ζούρου θὰ προβεῖ, σύμφωνα μὲ σχετικὴ ἀπόφαση τῆς Συγκλήτου, ὁ συνάδελφος ἀκαδημαϊκὸς κ. Κωνσταντῖνος Κρμπᾶς.

Παρακαλῶ τὸν κ. Κρμπᾶ νὰ ἔλθει στὸ βῆμα.

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ κ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟ ΚΡΙΜΠΙΑ

Αισθάνομαι ιδιαίτερη εὐχαρίστηση καὶ ἱκανοποίηση σήμερα, παρουσιάζοντας κατ' ἐντολήν τῆς Συγκλήτου τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν τὴν προσωπικότητα καὶ τὸ ἔργο τοῦ νέου ἀντεπιστέλλοντος μέλους τῆς, τοῦ κ. Ἐλευθερίου Ζούρου, ὁμοτίμου καθηγητοῦ τοῦ Πανεπιστημίου Κρήτης καὶ τοῦ Πανεπιστημίου Dalhousie στὸ Halifax τοῦ Καναδά. Μὲ τὸν κ. Ζούρο μὲ συνδέουν πολλὰ ἔτη ἐρευνητικῆς συνεργασίας καὶ κοινῶν ἐπιστημονικῶν προβληματισμῶν.

Ὁ κ. Ζούρος γεννήθηκε τὸ 1939 στὴ Λέσβο, ὅπου καὶ συνεπλήρωσε τὶς γυμνασιακὲς του σπουδές (1957). Μετὰ ἀπὸ πενταετὴ φοίτηση στὴν Ἀνωτάτη Γεωπονικὴ Σχολὴ Ἀθηνῶν (νῦν Γεωπονικὸ Πανεπιστήμιο) (1958-1963) τοῦ ἀπενεμήθη τὸ πτυχίον τοῦ γεωπόνου. Λόγω τῆς ἐξαιρετικῆς ἐπιδόσεώς του (ἐπρώτευσεν) ἔλαβε σειρὰ ὑποτροφιῶν τόσο στὸ Γυμνάσιον ὅσο καὶ στὸ Πανεπιστήμιο, τὸ ὁποῖο τέλειωσε ἀριστεύσας καὶ πρῶτος. Μετὰ τὴν στρατιωτικὴν του θητεία (1963-1965) προσελήφθη βοηθὸς (1965-1968) καὶ ἀκολούθως προήχθη σὲ ἐπιμελητὴ (1968-1971) τοῦ Ἐργαστηρίου Γενετικῆς, τὸ ὁποῖο τότε διηύθυνε, στὸ ὁποῖο καὶ ἐξεπόνησε καὶ τὴν διδακτορικὴν του διατριβὴν ἐπὶ τῆς γενετικῆς πληθυσμῶν τοῦ δάκου τῆς ἐλιάς (1968). Μεταδιδακτορικὰ ἐφοίτησε ἐπίσης στὶς ΗΠΑ, στὸ Πανεπιστήμιον τοῦ Σικάγου, στὴν ὁμάδα τοῦ καθηγητῆ Richard Lewontin (1969-1972). Ἐστράφη πρὸς τὴν Ἐξελικτικὴν καὶ ἐξεπόνησε δεύτην διδακτορικὴν διατριβὴν Βιολογίας, ἣ ὁποία ἀνεφέρετο στὴν εἰδογένεσιν καὶ στὸν ἀπομονωτικὸν φραγμὸν μεταξὺ δύο εἰδῶν δροσόφιλας (1972). Τὸ 1973 διορίσθη ἐπίκουρος καθηγητῆς στὸ Τμῆμα Βιολογίας τοῦ Πανεπιστημίου Dalhousie τοῦ Καναδά (1973), ἀκολούθως ἀναπληρωτῆς καθηγητῆς (1977) καὶ τέλος καθηγητῆς (1983). Στὸν Καναδὰ τὸ ἐρευνητικὸν του ἐνδιαφέρον ἐστράφη πρὸς τὴν πληθυσμιακὴν μελέτην, μὲ γενετικὰς σημάσεις, θαλασσιῶν ὀργανισμῶν, κυρίως τῶν μυδιῶν καὶ τῶν στρειδιῶν, μὲ χρηματοδότησιν ἀπὸ τὸ Κρατικὸ Ἰδρυμα Ἐρευνας τοῦ Καναδά. Τὸ 1996 τοῦ ἀπενεμήθη τιμητικὴ καθηγητικὴ ὀνοματισμένη ἔδρα (G. Campbell endowed chair of Biology). Τὸ 1982 ἐξελέγη καθηγητῆς στὸ Τμῆμα Βιολογίας τοῦ Πανεπιστημίου Κρήτης στὸ Ἡράκλειον, ὅπου συμμετέσχε στὴν ὀργάνωσιν τῶν σπουδῶν Θαλάσσιας Βιολογίας καὶ ἀπὸ τὸ 1996, παραιτηθεὶς ἀπὸ τὸ Πανεπιστήμιον Dalhousie, ἀφιερῶθη-

κε αποκλειστικά στην έρευνα και διδασκαλία στο Πανεπιστήμιο Κρήτης. Από το 1998 έως το 2003 υπήρξε επίσης διευθυντής του ίδρυθέντος από το 1987 Ίνστιτούτου Θαλάσσιας Βιολογίας Κρήτης και συνετέλεσε σημαντικά στην οργάνωση και ανάπτυξη της ερευνητικής δραστηριότητας του Ίνστιτούτου αυτού καθώς και στη σύναψη ερευνητικών συνεργασιών με άλλα αντίστοιχα ευρωπαϊκά κέντρα έρευνας. Το 2006 απέχωρησε λόγω όριου ηλικίας από το Πανεπιστήμιο Κρήτης, του οποίου είναι ομότιμος καθηγητής.

Η διεθνής αναγνώρισή του προκύπτει μεταξύ άλλων από τη συμμετοχή του στις έκδοτικές επιτροπές διεθνών επιστημονικών περιοδικών (*Molecular Biology and Evolution*, στο οποίο υπήρξε και αναπληρωτής εκδότης, και *Evolution*), όπως επίσης από την εκλογή του ως μέλους του Δ.Σ. της Ευρωπαϊκής Έταιρείας για την Εξελικτική Βιολογία.

Το συγγραφικό του έργο περιλαμβάνει 140 ερευνητικές εργασίες σε αξιόλογα περιοδικά. Τέσσερις εργασίες του δημοσιεύθηκαν στο περιοδικό *Nature*, ανά μία στο *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* και στο *Proceedings of the Royal Society*. Η πλειονότης των εργασιών του αναφέρεται σε θέματα εξελικτικής και πληθυσμιακής βιολογίας θαλασσιών οργανισμών. Οί εργασίες του αναφέρονται σε πάνω από 3.500 έτεροαναφορές.

Το ερευνητικό του έργο έτυχε μεγάλης αναγνώρισεως. Θα εστιάσω την προσοχή σας σε τρία θεματικά αντικείμενα που έτυχαν ιδιαίτερου ενδιαφέροντος. Το πρώτο θέμα αφορά τη μελέτη κατανομής γενετικών σημάτων, κυρίως ηλεκτροφορητικά ανιχνεύσιμων ένζυμικών πολυμορφισμών αλλά και μοριακές σημάσεις σε φυσικούς πληθυσμούς ψαριών και μαλακίων και στις πληροφορίες που μπορούν να εξαχθούν από αυτές για την ιστορία, τη βιογεωγραφία, τη δημογραφία των πληθυσμών και τις μεταναστεύσεις, δηλαδή τη γονιδιακή προς αυτούς ροή. Οί πληθυσμοί του ξιφία διατηρούν τη διαφοροποίησή τους στη Μεσόγειο χωρίς να επηρεάζονται από τους μεγαλύτερους πληθυσμούς του Ατλαντικού, από τους οποίους διαφέρουν. Οί πληθυσμοί του Εύξεινου Πόντου στο γαύρο είναι φτωχότεροι εκείνων του Αιγαίου σε γενετική ποικιλότητα και η γονιδιακή ροή γίνεται στην κατεύθυνση Μαύρης θάλασσας προς Αιγαίο. Στο μύδι η ροή μεταξύ Μαύρης θάλασσας-Αιγαίου είναι πολύ περιορισμένη. Τα εύρηματα αναφέρονται και σε βιβλία, όπως του γνωστού γενετιστή J. Avice *Phylogeography: The History of Formation of Species* (Harvard University Press 2000).

Το δεύτερο θεματικό αντικείμενο αναφέρεται στη σχέση μεταξύ έτερο-

ζυγωτίας και εύρωστίας του ατόμου, κυρίως στα στρείδια. Το θέμα έχει και πρακτικές επιπτώσεις. Όντως υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ έτεροζυγωτίας σε αριθμό γονιδίων και ταχύτητας ανάπτυξεως και εύρωστίας, γεγονός που μεταβάλλει με την ηλικία την ένδεια των έτεροζυγωτών, δηλαδή αρχίζοντας από συχνότητα έτεροζυγωτών μικρότερη της αναμενόμενης από εκείνην της ισορροπίας στην παμμικρία και βαίνοντας προς την έλλειψη ένδειάς τους. Τοῦτο συμβαίνει διότι τὰ ὁμοζυγωτὰ πεθαίνουν με μεγαλύτερη συχνότητα από τὰ έτεροζυγωτὰ. Τελικά φάνηκε ὅτι τὸ φαινόμενο ἀποτελεῖ μιὰ περίπτωση συνδεδεμένης κυριαρχίας (associative overdominance), ἢ έτέρωση δηλαδή ὀφείλεται σε έτεροζυγωτία τμημάτων χρωματοσώματος μᾶλλον παρά ενός ἐκάστου γονιδίου. Πρόκειται γιὰ τὴ συγκάλυψη, μέσω τῆς έτεροζυγωτίας, τῆς παρουσίας δυσμενῶν ὑπολειπομένων ἀλληλόμορφων. Ἡ περίπτωση αὐτὴ ἀπετέλεσε παράδειγμα φοιτητικῶν ἐγχειριδίων. Ἄναφέρω δύο ἐξ αὐτῶν, τὴν Ἑξελικτικὴ Βιολογία (Evolutionary Biology) τοῦ D. J. Futuyma τοῦ 1986, καὶ τὴς Ἀρχές τῆς Πληθυσμιακῆς Γενετικῆς (Principles of Population Genetics) τῶν D. L. Hartl καὶ A. C. Clarck τοῦ 1989.

Τὸ τρίτο θεματικὸ ἀντικείμενο ἀφορᾷ μιὰ ἀνακάλυψη, τὴν ὁποίαν πρῶτος ἔκαμε ὁ κ. Ζοῦρος: Τὴ διπλὴ κληρονομικότητα τοῦ μιτοχονδριακοῦ DNA στὰ δίθυρα μαλάκια, κυρίως τὰ μύδια. Συνήθως στὰ διάφορα ζῶα καὶ φυτὰ τὰ μιτοχόνδρια κληρονομούνται ἀποκλειστικά ἀπὸ τὴ μητέρα με τὸ ὠάριο, τὰ σπερματοζῶάρια δὲ μεταφέρουν μιτοχόνδρια. Ἐδῶ ὅμως ἔγινε φανερὴ ἡ ὕπαρξη δύο εἰδῶν μιτοχονδρίων πού διέφεραν τόσο πολὺ στὶς ἀλληλουχίες τῶν βάσεων τοῦ DNA τους ὅσο διαφέρουν συνήθως μιτοχονδριακὰ DNA πολὺ ἀπομακρυσμένων φυλογενετικά εἰδῶν, ὅπως εἶδη πτηνῶν ἀπὸ εἶδη θηλαστικῶν. Τὰ σπερματοζῶάρια φέρουν τὸ «ἄρρεν» μιτοχόνδριο καὶ τὰ ὠάρια τὸ «θῆλυ» μιτοχόνδριο. Στὶς διαδοχικὲς διαιρέσεις τοῦ ζυγωτοῦ κυττάρου, ἂν τὸ ἔμβρυο πρόκειται νὰ ἀναπτυχθεῖ σὲ θῆλυ, ἐξαφανίζονται τὰ ἀντίτυπα τοῦ «ἄρρενος» μιτοχονδριακοῦ DNA καὶ παραμένει μόνο τὸ «θῆλυ» πού βρίσκεται στὰ σωματικά του κύτταρα καὶ στὰ ὠάρια του. Ἀντίθετα, ἂν τὸ ζυγωτὸ ἀναπτυχθεῖ σὲ «ἄρρεν», τότε στὰ μὲν σωματικά του κύτταρα σχεδὸν πλεονάζει τὸ «θῆλυ» μιτοχονδριακὸ DNA ἐνῶ τὰ ἀρχέγονα γεννητικὰ κύτταρά του περιέχουν κατ' ἀποκλειστικότητα «ἄρρεν» μιτοχονδριακὸ DNA. Ἀπὸ τὰ ἀρχέγονα αὐτὰ κύτταρα προέρχονται ὅλα τὰ σπερματοζῶάρια του. Ἐχομε δύο ἀνεξάρτητες κληρονομικὲς γραμμές, ἐκείνην τοῦ «ἄρρενος», πού κληρονομεῖται ἀπὸ τὸν ἄρρενα γονέα σὲ συνεχῆ σειρά στὸ γεννητικὸ πλάσμα, καὶ

εκείνην τοῦ θηλυκοῦ, πού κληρονομεῖται ἀπό τὸ θηλυκὸ γονέα σὲ ἀντίστοιχη συνεχή σειρά. Τὸ εὔρημα αὐτὸ ἀναφέρεται σὲ πολλὰ βιβλία, μεταξύ ἄλλων καταλαμβάνει τέσσερις σελίδες στὸ πρόσφατο βιβλίον τῶν Austin Burt καὶ Robert Trivers *Γονίδια σὲ ἀντιπαράθεση* (*Genes in Conflict*, 2006).

Μιὰ ἐπίσης ἐνδιαφέρουσα σειρά ἐργασιῶν τοῦ ὑποψηφίου ἀποδεικνύει τὴν παρουσία τοῦ φαινομένου τοῦ γενετικοῦ ἀνασυνδυασμοῦ μιτοχονδρίων ἐντὸς τῶν ἑτεροτυπικῶν ἀτόμων πού φέρουν δύο τύπους μιτοχονδρίων. Τὸ φαινόμενο εἶναι γενικό, παρ' ὅτι ὀρισμένοι ὅπως ὁ μακαρίτης John Maynard Smith ὑπεστήριζε ὅτι ἔχει μόνο τοπικὸ χαρακτήρα, δηλαδὴ παρουσιάζεται σὲ λίγα μόνο εἶδη. Ὁ Ζοῦρος τὸ παρατήρησε πρῶτος καὶ μάλιστα στὰ ψάρια. Ὅμως ὁ ὑποψήφιος ἔφερε πειστικὲς ἀποδείξεις τῆς ὑπαρξῆς του καὶ σὲ πλεῖστα ὅσα ἄλλα εἶδη, συμπεριλαμβανομένου καὶ τοῦ ἀνθρώπου.

Εἶμαι ἰδιαιτέρως εὐτυχῆς τῇ σημερινῇ ἡμέρᾳ κατὰ τὴν ὁποίαν ὑποδεχόμεθα στὴν Ἀκαδημία Ἀθηνῶν τὸν καθηγητὴ κ. Ζοῦρο ὡς ἀντεπιστέλλον μέλος. Ἀγαπητὲ Λευτέρη στὰ θερμὰ μου συγχαρητήρια θέλω νὰ προσθέσω τίς εὐχές μου γιὰ ἐξακολούθησι τῆς γόνιμης ἐρευνητικῆς προσφορᾶς σου καὶ εὐχές στὴν Τούλα καὶ ἐσένα γιὰ ὑγεία καὶ εὐτυχία. Καλῶς ἦρθες!

Η ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΣΤΗΝ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΤΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ

ΕΙΣΙΓΗΡΙΟΣ ΛΟΓΟΣ ΤΟΥ ΑΝΤΕΠΙΣΤΕΛΛΟΝΤΟΣ ΜΕΛΟΥΣ κ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ ΖΟΥΡΟΥ

Σεβασμιότατε,

Ἀξιότιμε Κύριε πρώην Πρόεδρε τῆς Κυβερνήσεως

Ἀξιότιμε Κύριε Πρόεδρε τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν

Ἀξιότιμοι κ.κ. Ἀκαδημαϊκοὶ

Ἀξιότιμοι συνάδελφοι ἀπὸ τὸν πανεπιστημιακὸ χῶρο

Ἀγαπητοὶ φίλες καὶ φίλοι

Σᾶς εὐχαριστῶ τὸν καθένα χωριστὰ καὶ ὅλους μαζί γιὰ τὴν τιμὴ πού μου κάνετε μὲ τὴν παρουσία σας σὲ αὐτὴν τὴν τόσο ἰδιαίτερη γιὰ μένα ἐκδήλωση τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν. Σὲ μιὰ ἐποχὴ πού ἡ ἔλλειψη φειδωλότητος στὴ χρῆση τῶν λέξεων ὑποβιάζει τὴν ἀξία τους, θὰ πρέπει κανεὶς νὰ τονίζει ὅτι αὐτὸ πού λέει τὸ ἔννοεῖ. Ἐπιτρέψτε μου λοιπὸν νὰ τονίσω ὅτι πραγματικὰ θεωρῶ τὴν ἀπονομὴ τοῦ τίτλου τοῦ ἀντεπιστέλλοντος μέλους τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν μεγάλη τιμὴ. Εὐχαριστῶ γιὰ τοῦτο ὅλα τὰ μέλη τῆς Ἀκαδημίας. Θέλω νὰ πιστεύω ὅτι ἡ ἀπονομὴ ἀποτελεῖ μιὰ ἀναγνώριση τοῦ μεριδίου πού μου ἀναλογεῖ στὸ χῶρο τῆς συγκεκριμένης ἐπιστήμης πού ἔτυχε νὰ ὑπηρετῶ. Ἡ λέξι «ἔτυχε» δὲν εἶναι τυχαία. Ἄν τρέξουμε πίσω στὴν προσωπικὴ μας ἱστορία, ὅλοι θὰ ἀναγνωρίσουμε καθοριστικὲς στιγμὲς καὶ συγκυρίες. Γιὰ μένα μιὰ τέτοια συγκυρία ὑπῆρξε ἡ θητεία μου ὡς μεταπτυχιακοῦ φοιτητῆ στὸ ἐργαστήριον τοῦ καθηγητῆ καὶ ἀκαδημαϊκοῦ κ. Κώστα Κρμπά. Δὲν ἦταν τόσο ἡ πολὺ σημαντικὴ συμβολὴ του στὸ νὰ μὲ φέρει σὲ ἐπαφὴ μὲ τὰ καλύτερα ὀνόματα τῆς ἐποχῆς στὸ συγκεκριμένο τομέα τῆς ἐπιστήμης, ὅσο ἡ διδασκαλία τῆς τέχνης τῆς ἐπιστήμης. Γιὰ αὐτὸ καὶ θὰ ἀρκεσθῶ σ' αὐτὴν τὴν ἀπλὴ μνεῖα εὐγνωμοσύνης πρὸς τὸν καθηγητῆ Κώστα Κρμπά καὶ ἀπὸ αὐτὴν τὴ θέση.

Ὁ πλανήτης μας εἶναι ἓνας γαλάζιος πλανήτης, ἓνας πλανήτης στὸν ὁποῖο κυριαρχεῖ τὸ ὑγρὸ στοιχεῖο, τὸ μόριον τοῦ νεροῦ. Ταυτόχρονα, εἶναι ἓνας

ζωντανός πλανήτης, ένας πλανήτης στον οποίο μπορούμε να διακρίνουμε με αρκετή — αν και, κάποιες φορές, απατηλή— ευκολία δύο μορφές οργάνωσης της ύλης, την άβια και την έμβια. Μεταξύ αυτών των δύο χαρακτηριστικών του πλανήτη μας, του άβιου και του έμβιου, υπάρχει μια πολύ στενή σχέση. Ο γονιμότερος τρόπος για να αντιληφθούμε αυτή τη σχέση είναι να την δούμε όχι μέσα από τη συνήθη έρμηνευτική θέση «αίτιου προς αποτέλεσμα», αλλά μάλλον μέσα από την πιο σύνθετη, και για αυτό ίσως πιο άμφιλεγόμενη, θέση «συναιτίου — συναποτελέσματος». Ο πλανήτης μας είναι το προϊόν της συνεξέλιξης του άβιου κόσμου με τον έμβιο. Αυτό το αναμφισβήτητο γεγονός θα αποτελέσει και το συνεκτικό στοιχείο της κατά τα άλλα ετερογενοῦς ομίλιας μου.

Δέν προτίθεται να δώσω εδώ μια εξιστόρηση αυτής της συνεξέλιξης. Κατ' αρχάς δέν τό επιτρέπει ο χρόνος· επί πλέον δέν είμαι ο καταλληλότερος για αυτό· και για έναν τρίτο λόγο: ότι καθίσταται ολοένα πιο φανερό ότι τά πρώτα 2 μέ 3 δισεκατομμύρια χρόνια της ζωής του πλανήτη μας, μάς κρύβουν πολλές εκπλήξεις. Για αυτό και τά χρονικά σημεία στα όποια αναφέρομαι θα πρέπει να τά εκλάβετε ως χονδροειδείς προσεγγίσεις.

Γύρω στα 4,6 δισεκατομμύρια χρόνια από σήμερα έχουμε τή γέννηση του πλανήτη μας, ενός πλανήτη του όποιου ή ατμόσφαιρα δέν ήταν οξειδωτική, όπως σήμερα, αλλά αναγωγική, αποτελούμενη από άπλες ενώσεις του υδρογόνου μέ τό άζωτο, τον άνθρακα, τό θείο, και φυσικά του οξυγόνου, μέ τή μορφή του ύδατος. Μέσα σέ μία τέτοια ατμόσφαιρα, ή σύνθεση και ή συντήρηση οργανικών μορίων ήταν πολύ πιο εύκολη από ότι σέ μία οξειδωτική ατμόσφαιρα, όπως ή σημερινή, και αυτή, θεωρούμε, ήταν μία από τίς προϋποθέσεις για τήν εμφάνιση της ζωής, τήν όποία τοποθετούμε πριν περίπου 3,8 δισεκατομμύρια χρόνια. Ο ρόλος του οξυγόνου στην εξέλιξη της ζωής και της φυσιολογίας του πλανήτη άρχισε μέ τήν εμφάνιση της οξυγονικής φωτοσύνθεσης — αυτό που στην όμιλούμενη ονομάζουμε άπλως φωτοσύνθεση. Τό κύριο χαρακτηριστικό της είναι ή χρησιμοποίηση της ενέργειας του φωτός για τή διάσπαση του ύδατος σέ υδρογόνο, τό όποιο ένώνεται μέ τό διοξείδιο του άνθρακα για τήν παραγωγή πλούσιων σέ ενέργεια οργανικών ουσιών, και σέ οξυγόνο τό όποιο άπελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα. Άς προσεχθεί ότι αυτή ή σειρά γεγονότων σημαίνει ότι ο πλανήτης όφείλει τό οξυγόνο του στη ζωή και όχι τό αντίστροφο. Μετά από μερικές εκατοντάδες εκατομμύρια έτη έχουμε μία δεύτερη καινοτομία στην εξέλιξη της

ζωής, πού την τοποθετούμε γύρω στα 2,6 με 2,5 δισεκατομμύρια χρόνια από σήμερα και είναι γνωστή ως αερόβια αναπνοή. Η αερόβια αναπνοή μπορεί, χονδροειδώς, να θεωρηθεί ως μία αντίστροφη της οξυγονικής φωτοσύνθεσης διαδικασία: είναι η χρήση του ελεύθερου τώρα στην ατμόσφαιρα οξυγόνου για την εκμετάλλευση από τον οργανισμό της ενέργειας που δεσμεύτηκε από τη φωτοσύνθεση και την απελευθέρωση διοξειδίου του άνθρακα.

Έχουμε τώρα πάνω στο μεσήλικα πλανήτη μας δύο ειδών προκαρυωτικούς οργανισμούς, αυτούς με την ικανότητα της αερόβιας αναπνοής και αυτούς που εξακολουθούν να διατηρούν την πιο πρωτόγονη και λιγότερο αποδοτική αναερόβια αναπνοή. Αυτή η συνύπαρξη αποτέλεσε το σκηνικό για την ανάπτυξη των ευκαρυωτικών οργανισμών. Η διαφορά μεταξύ του προκαρυωτικού και του ευκαρυωτικού κυττάρου είναι ότι στο ευκαρυωτικό κύτταρο το γενετικό υλικό έμπεριέχεται σε μία ειδική κατασκευή, τον πυρήνα, και επίσης ότι το ευκαρυωτικό κύτταρο έμπεριέχει μιτοχόνδρια, οργανίδια τα οποία έχουν το δικό τους γενετικό υλικό, το δικό τους DNA. Σήμερα είναι γενικώς παραδεκτή η ένδοσυμβιωτική θεωρία για την προέλευση του μιτοχονδρίου της Lynn Margulis, σύμφωνα με την οποία ένα αερόβιο βακτήριο, το οποίο είχε συλληφθεί από ένα μεγαλύτερο αναερόβιο βακτήριο (χωρίς ή με υποτυπώδη πυρήνα), αντί να χρησιμοποιηθεί ως τροφή διατηρήθηκε σε μία συμβιωτική σχέση, από την οποία το μὲν μικρό αερόβιο κύτταρο είχε το πλεονέκτημα της προστασίας και της παροχής των πρώτων υλών τροφής από το μεγαλύτερο και αναερόβιο κύτταρο, το δὲ τελευταίο είχε το πλεονέκτημα της άντλησης πολύ περισσότερης ενέργειας από το ίδιο ποσό θρεπτικών υλικών μέσω της αερόβιας αναπνοής του μικρότερου. Οί άπαρχές αυτής της ένδοσυμβίωσης τοποθετούνται γύρω στα 2,4 με 2,1 δισεκατομμύρια χρόνια από σήμερα. Σήμερα τὰ περισσότερα ευκαρυωτικά κύτταρα, όπως τὰ δικά μας, έχουν χάσει κάθε ικανότητα αναερόβιας αναπνοής. Είναι πλήρως εξαρτημένα από το ελεύθερο οξυγόνο.

Συνεχίζοντας αυτήν την επί τροχάδην αναδρομή στη συνεξέλιξη του πλανήτη με τη ζωή, θά αναφερθώ στην εμφάνιση δύο κυτταρικών διεργασιών, γνωστών ως μίτωση και μείωση. Η μίτωση είναι ο βασικός μηχανισμός μέσσω του οποίου από ένα ευκαρυωτικό κύτταρο δημιουργούνται δύο παρόμοια κύτταρα, ενώ μείωση είναι η διαδικασία μέσω της οποίας ένα διπλοειδές κύτταρο παράγει άπλοειδή κύτταρα που έχουν «ισόποσο» και «αντίστοιχο», όχι όμως και «πανομοιότυπο», γενετικό υλικό. Είναι φανερό ότι η μείωση

ἀποτελεῖ τὸ κύριο χαρακτηριστικὸ τῆς φυλετικῆς ἀναπαραγωγῆς, ἡ ἐμφάνιση τῆς ὁποίας τοποθετεῖται γύρω στὰ 1,1 δισεκατομμύρια χρόνια ἀπὸ σήμερα. Μὲ τὴ συναρμολόγηση τῆς ὀξυγονικῆς φωτοσύνθεσης —κάτι στὸ ὁποῖο θὰ μπορούσαμε νὰ ἀναφερθοῦμε ὡς ἀναβάθμιση τοῦ ἀναβολισμοῦ— μὲ τὴ συναρμολόγηση τῆς ἀερόβιας ἀναπνοῆς —κάτι στὸ ὁποῖο θὰ μπορούσαμε νὰ ἀναφερθοῦμε ὡς ἀναβάθμιση τοῦ καταβολισμοῦ— μὲ τὴ δυνατότητα σχηματισμοῦ πολυκύτταρων ὀργανισμῶν μέσω τῆς μίτωσης καὶ τὴ δυνατότητα δημιουργίας μιᾶς τεράστιας ἐνδοπληθυσμιακῆς ποικιλομορφίας μέσω τῆς μείωσης, ἐτοιμάστηκε τὸ σκηνικὸ γιὰ τὴν ἔκρηξη τῆς ποικιλομορφίας τῆς ζωῆς, πού ὀδήγησε στοὺς σημερινούς πολυκύτταρους ὀργανισμούς, μιὰ ἔκρηξη πού τὴ βλέπουμε νὰ λαμβάνει χώρα στὴν κάμβριο γεωλογικὴ περίοδο, μεταξὺ 570 καὶ 500 ἑκατομμυρίων χρόνων πρὶν ἀπὸ τὸ παρὸν. Προσφάτως ἔχει προταθεῖ ὅτι λίγο πρὶν ἀπὸ τὸ κάμβριο, γύρω στὰ 650 ἑκατομμύρια χρόνια, ὑπῆρξε μιὰ δευτέρη ἄνοδος στὴν ἀτμοσφαιρικὴ ποσότητα τοῦ ὀξυγόνου καὶ ὅτι χωρὶς αὐτὴν τὴν αὔξηση δὲν θὰ ὑπῆρχε ἀρκετὴ πίεση ὀξυγόνου γιὰ τὴν ἀνάπτυξη ἐνὸς ἀναπνευστικοῦ συστήματος μὲ πολλαπλές διακλαδώσεις καὶ τριχοειδεῖς ἀπολήξεις, ὅπως αὐτοῦ πού συναντᾶμε στοὺς σημερινούς πολυκύτταρους ὀργανισμούς. Γνωρίζουμε πρὸς τὸ παρὸν πολὺ λίγα γιὰ μιὰ τέτοια σύνδεση. Τὸ γεγονός παραμένει ὅτι στὴν κάμβριο περίοδο ἔχουμε τὴν ἐμφάνιση τῶν μεγάλων κλαδιῶν τῆς ζωῆς. Στὴν περίοδο αὐτὴ ἀνάγεται καὶ τὸ φαινόμενο μιᾶς ἰδιότυπης κληρονομικότητας τοῦ DNA, στὸ ὁποῖο θὰ ἀναφερθῶ στὴ συνέχεια.

Ὅμως, προτοῦ ἀναφερθῶ σὲ αὐτὸ τὸ φαινόμενο, θὰ ἦταν προτιμότερο, σὰν ἓνα εἶδος ὀλοκλήρωσης τῆς ἐξιστόρησής μας, νὰ διανύσουμε τὸ ὑπόλοιπο μισὸ δισεκατομμύριο χρόνια καὶ νὰ φθάσουμε στὸ παρὸν.

Ὁ ἄνθρωπος εἶναι ἓνα ἀπὸ τὰ εἶδη πού ἐξελίχθηκε στὴ στεριά. Καὶ ἀφοῦ ὑπῆρξαμε κάτοικοι τῆς χέρσου γιὰ τὸ μεγαλύτερο μέρος τῆς ἱστορίας μας, εἶναι φυσικὸ νὰ ἔχουμε μιὰ πιὸ ἄμεση ἐκτίμηση τοῦ χερσαίου κόσμου. Ὅμως, γνωρίζουμε ἤδη ἀπὸ τὸν περασμένο αἰῶνα ὅτι τὸ «ἐργαστήρι» τῆς ζωῆς δὲν εἶναι ἡ στεριά ἀλλὰ οἱ ὠκεανοί. Γιὰ νὰ ἐκτιμῆσει κανεὶς αὐτὸν τὸν ρόλο τῶν ὠκεανῶν, θὰ πρέπει πρῶτα νὰ λάβει μιὰ γεύση τῆς βιοποικιλότητας πού φιλοξενοῦν οἱ ὠκεανοί. Πρὸς τὸ τέλος τοῦ 19ου αἰῶνα, μὲ τὸ μικροσκόπιο νὰ ἀποτελεῖ τὸ ἰσχυρότερο ὄπλο στὰ χέρια τῶν βιολόγων, οἱ θαλάσσιοι βιολόγοι μπορούσαν νὰ ὑπολογίζουν στὴν ἀνακάλυψη νέων εἰδῶν κάθε φορὰ πού ἔριχναν τὰ δίχτυα τους ἢ ἔπαιρναν ἓνα δεῖγμα νεροῦ ἀπὸ μιὰ ἀνεξερεύνητη θαλάσσια περιοχή.

Είναι ενδιαφέρον ότι στις αρχές του 21ου αιώνα συμβαίνει ακριβώς το ίδιο, μόνο που τώρα το εργαλείο είναι διαφορετικό. Για να αντίληφθούμε τη δύναμη αυτού του εργαλείου, αρκεί να αναφερθούμε σε μια γνωστή εργασία του Graig Venter. Ο Venter έγινε γνωστός ανά τον κόσμο το έτος 2000, με την πολύκροτη εμπλοκή του στην αλληλούχιση του ανθρώπινου γονιδιώματος. Μόλις 4 χρόνια αργότερα ανακοίνωσε μια μελέτη που έμελλε να βάλει τη θαλάσσια βιολογία σε μια νέα ερευνητική τροχιά. Η μεθοδολογία ήταν αποπλιστικά απλή. Περίπου 1.500 λίτρα επιφανειακού νερού από τη θάλασσα των Σαργασών διηθήθηκαν μέσω φίλτρων για να κατακρατηθούν μικροοργανισμοί διαφόρων μεγεθών. Από κάθε τέτοια συλλογή απομονώθηκε ολικό DNA και αλληλουχήθηκε. Συνολικά αναγνώστηκαν 1,045 δισεκατομμύρια βάσεις του DNA. Σ' αυτό το σύνολο βρέθηκε το γενετικό 1.800 ειδών βακτηρίων, εκ των οποίων 148 ήταν νέα είδη, και 1,2 εκατομμύρια γονίδια που παρόμοιά τους δεν είχαν βρεθεί σε κανέναν άλλο οργανισμό μέχρι τότε. Λαμβάνοντας υπ' όψιν τις εγγενείς αδυναμίες της μεθόδου και ιδιαίτερα τις διαφορές στην αφθονία των διαφόρων ειδών, οι παραπάνω αριθμοί αντιπροσωπεύουν μόνο γύρω στο 20% των ειδών σε αυτά τα 1.500 κιλά θαλασσί-ου ύδατος.

Μελέτες που ακολούθησαν χρησιμοποιώντας περίπου την ίδια αρχή ενδυνάμωσαν και επεξέτειναν τα πρώτα συμπεράσματα. Το πρώτο και ισχυρότερο μήνυμα είναι ότι ο μικροβιακός κόσμος των ωκεανών παραμένει ο λιγότερο γνωστός κόσμος της ζωής. Κατ' αρχήν είναι τα μεγέθη. Πάνω από το 90% της βιομάζας του πλανήτη βρίσκεται στις θάλασσες. Και οι τρεις μεγάλες διαιρέσεις των οργανισμών, τα αρχαιοβακτήρια, τα βακτήρια και τα ευκαρυωτικά, απαντούν στους ωκεανούς, αν και η σχετική τους αφθονία, ο αριθμός των ειδών τους και ο ρόλος τους στη λειτουργία των θαλάσσιων οικοσυστημάτων παραμένουν εν πολλοίς άγνωστα. Για παράδειγμα, ή μέχρι πρότινος αντίληψη ότι οι φωτοσυνθετικοί ευκαρυωτικοί οργανισμοί των ωκεανών αποτελούν μια πενιχρή μειονότητα σε σύγκριση με τους προκαρυωτικούς, έχει ουσιαστικά ανατραπεί τα τελευταία 4 χρόνια. Το ίδιο συμβαίνει και με τον κόσμο των ιών. Μέχρι πρότινος ή επικρατούσα αντίληψη ήταν ότι ή αποσύνθεση της τεράστιας μάζας των βακτηρίων που ζουν στους ωκεανούς γίνεται κυρίως με φυσικά μέσα. Πρόσφατες μελέτες έφεραν στην επιφάνεια —έννοω στην επιφάνεια της ανθρώπινης γνώσης— ένα νέο κόσμο ιών που δρᾶ στα άβυσσαλέα βάθη των θαλασσών, σε ένα τελείως αφιλόξενο

περιβάλλον, όπου βασιλεύουν τὸ σκότος, οἱ ὑψηλές πιέσεις καὶ οἱ μικρές θερμοκρασίες. Οἱ ἰοὶ αὐτοὶ εὐθύνονται γιὰ τὴν ἀποσύνθεση τοῦ 80% τῶν βακτηρίων ποὺ ζοῦν στοὺς ὠκεανούς.

Νομίζω ὅτι δὲν χρειάζεται νὰ πῶ περισσότερα γιὰ νὰ σᾶς πείσω γιὰ τὴ σημασία τῆς γενετικῆς στὴν κατανόηση τῶν διεργασιῶν ποὺ λαμβάνουν χώρα στοὺς ὠκεανούς τοῦ πλανήτη μας. Γιὰ τὴν ἀκρίβεια ἀναφερόμαστε στὴ γονιδιωματικὴ, δηλαδή τὴ γενετικὴ ποὺ δὲν ἐπικεντρώνεται σὲ συγκεκριμένα γονίδια, ποὺ δὲν τὰ ἐξετάζει ἕνα πρὸς ἕνα, ἀλλὰ ἀποκαλύπτει διὰ μιᾶς ὅλο τὸ γονιδίωμα ἑνὸς ὄργανισμοῦ, ἑκατομμύρια ἢ δισεκατομμύρια βάσεις τοῦ DNA καὶ δεκάδες χιλιάδες γονιδίων. Γιὰ νὰ ἐκτιμήσουμε τὴ σημασία τῆς μοριακῆς βιολογίας, ποὺ κατέστησε τὴ βιολογία ὡς τὴν ἐπιστῆμη τοῦ 21ου αἰῶνα, ἢ τουλάχιστον τοῦ πρώτου ἡμίσεως τοῦ 21ου αἰῶνα, ἄς ἐπανέλθουμε στὴ μελέτη τοῦ Venter καὶ ἄς δοῦμε τὰ κύρια σημεῖα τῆς: Δὲν ὑπάρχει ἀπομόνωση τῶν ὄργανισμῶν, δὲν ὑπάρχει καλλιέργεια τῶν ὄργανισμῶν στὸ ἐργαστήριο, δὲν ὑπάρχει παρατήρηση, δὲν ὑπάρχει πειραματισμός. Οὐσιαστικὰ δὲν ὑπάρχει γνωριμία τοῦ ἐρευνητῆ μὲ τὸν ὄργανισμό· μόνο μὲ τὸ DNA του. Ὅμως, ὁ ὄγκος τῶν ἀλληλουχιῶν τοῦ DNA, ποὺ συσσωρεύεται ἀνὰ πάσα στιγμή ἀνὰ τὸν κόσμον, καὶ ἡ δυνατότητα τῆς αξιοποίησής του μέσα ἀπὸ τὴ νέα ἐπιστῆμη τῆς βιοπληροφορικῆς, μᾶς ἔχουν φέρει στὸ σημεῖο νὰ μπορούμε νὰ συμπεράνουμε πολλὰ γιὰ τὸν ὄργανισμό βλέποντας μόνο τὴν ἀλληλουχία τοῦ DNA του, ἀκόμα καὶ ἕνα μόνο μέρος τοῦ DNA του· καὶ αὐτὴ ἡ ἱκανότητα αὐξάνεται μὲ ἐκθετικὸ ρυθμό. Τὸ τί μπορούμε νὰ ποῦμε γιὰ ἕναν ὄργανισμό βλέποντας ἕνα μέρος τοῦ DNA του δὲν εἶναι μόνο ἡ φυλογενετικὴ του θέση στὸ δένδρο τῆς ζωῆς, αὐτὸ εἶναι τὸ εὐκολότερο. Μποροῦμε ἀκόμα νὰ συμπεράνουμε πολλὰ γιὰ τὸν ρόλο τοῦ ὄργανισμοῦ στὸ οἰκὸσύστημα. Μιὰ μελέτη τοῦ DNA τῶν ὄργανισμῶν ποὺ βρίσκουμε σὲ ἕνα κυβικὸ μέτρο νεροῦ μπορεῖ νὰ μᾶς δώσει πληροφορίες γιὰ τὸ βαθμὸ καὶ τὸ εἶδος τῆς φωτοσυνθετικῆς δραστηριότητος ἢ τοὺς ρυθμοὺς ἀνακύκλωσης τοῦ ἀζώτου, τοῦ ἄνθρακα, τοῦ φωσφόρου καὶ τοῦ θείου. Μάλιστα, δὲν ὀμιλοῦμε πιά γιὰ ἕνα σύνολο μικροὸργανισμῶν, ποὺ ἀνιχνεύουμε σὲ μιὰ περιοχὴ μὲ τὴν κλασικὴ ἔννοια τῆς ταξινομικῆς κατάταξης, ἀλλὰ γιὰ «βιοχημικὰ λειτουργικὰ σύνολα».

³ Ἦταν ἤδη γνωστὸ ἀπὸ τὶς ἀρχές τοῦ περασμένου αἰῶνα ὅτι τὸ δράμα τῆς ζωῆς διεξάγεται στοὺς ὠκεανούς. Ἡ σημερινὴ τροπὴ τῶν πραγμάτων δικαιώνει τὴ λέξη, πρόκειται ὄντως γιὰ δράμα, ἴσως ἕνα ἀπὸ τὰ μεγαλύτε-

ρα δράματα στα 4,5 δισεκατομμύρια τῆς ζωῆς τοῦ πλανῆτη. Ἡ γονιδιωματική δὲν ἐπιβεβαιώνει ἀπλῶς τὸ γεγονός ὅτι ὁ μικροβιακὸς κόσμος τῶν ὠκεανῶν εἶναι αὐτὸς πού «διαχειρίζεται» τοὺς κύκλους τοῦ ὀξυγόνου, τοῦ ἀζώτου, τοῦ ἄνθρακα, τοῦ φωσφόρου καὶ τοῦ θείου. Μᾶς ἐπιτρέπει νὰ γνωρίσουμε αὐτοὺς τοὺς κύκλους σὲ λεπτομέρεια πού ἦταν ἀδιανόητη μόλις πρὶν 10 χρόνια. Μὲ τὴ γονιδιωματική θὰ μπορούμε, ἴσως πολὺ σύντομα, νὰ παρακολουθοῦμε αὐτὲς τὶς δραστηριότητες σὲ πλανητικὴ κλίμακα. Γνωρίζουμε πολὺ καλὰ ὅτι εἶναι αὐτὲς οἱ δραστηριότητες πού εὐθύνονται γιὰ τὶς ὁμοιοστατικές λειτουργίες πού κρατοῦν τὴ ζωὴ τοῦ πλανῆτη σὲ ἰσορροπία καὶ ὅτι εἶναι ἡ διατάραξη αὐτῆς τῆς ἰσορροπίας πού ἀποτελεῖ τὸ μεγαλύτερο κίνδυνο γιὰ τὸ μέλλον τοῦ ἀνθρώπου. Μὲ μιὰ λέξη μπορούμε νὰ ποῦμε ὅτι τὸ ἔγκλημα συντελεῖται στὴ στεριά ἀλλὰ οἱ συνέπειές του διαδραματίζονται στὴ θάλασσα καὶ ἐκεῖ καλούμαστε νὰ τὶς μελετήσουμε.

Ἦστερα ἀπὸ αὐτὴν τὴν ἀναφορά στὶς πλανητικὲς διεργασίες καὶ τοὺς πλανητικοὺς κινδύνους, ἡ ἐπιστροφή στὸ δικό μου ἐρευνητικὸ ἔργο δὲ μπορεῖ παρὰ νὰ ἔχει τὸ χαρακτήρα μιᾶς προσγείωσης στὰ τετριμμένα καὶ ἐπουσιώδη. Βιάζομαι νὰ διορθώσω τὸν χαρακτηρισμὸ «δικό μου». Καὶ βέβαια δὲν εἶναι δικό μου. Εἶναι ἔργο ἀρκετῶν, πάνω ἀπὸ 40 ἐπιστημόνων, μὲ τοὺς ὁποίους εἶχα τὴν τύχη νὰ συνεργασθῶ τὰ τελευταῖα 15 χρόνια στὸν Καναδὰ καὶ στὴν Ἑλλάδα. Τοὺς εὐχαριστῶ ὅλους καὶ ἀπὸ τὴ θέση αὐτὴ καὶ τοὺς ζητῶ συγγνώμη γιὰ τὸ γεγονός ὅτι δὲν θὰ τοὺς μνημονεύσω ὀνομαστικά.

Ἄς ἐπανέλθουμε στὰ γεγονότα τῆς γένεσης τοῦ μιτοχονδρίου καὶ τῆς φυλετικῆς ἀναπαραγωγῆς, γεγονότα πού, ὅπως εἶπαμε, τοποθετοῦνται στὸ χρονικὸ διάστημα μεταξύ 2,1 καὶ 1,1 δισεκατομμύρια χρόνια ἀπὸ σήμερα. Ἐνα ἐρώτημα πού προκύπτει εἶναι αὐτὸ τῆς διαβάσεως τῆς γενετικῆς πληροφορίας ἀπὸ τοὺς προγόνους στοὺς ἀπογόνους. Ἐνα κύτταρο μὲ πυρήνα καὶ μιτοχόνδριο, τὸ ὁποῖο μιτοχόνδριο ἔχει τὸ δικό του DNA, ἔχει νὰ ἀντιμετωπίσει τὸ διττὸ πρόβλημα τῆς μεταβάσεως στὰ θυγατρικά κύτταρα τόσο τοῦ πυρηνικοῦ ὅσο καὶ τοῦ μιτοχονδριακοῦ γενετικοῦ ὕλικου. Δὲν πρόκειται γιὰ ἀπλὸ πρόβλημα. Γιὰ νὰ τὸ ἐκτιμήσουμε ἀρκεῖ νὰ διαλογοισθοῦμε πόσο σύνθετη εἶναι ἡ μείωση, ἡ διαδικασία πού ἐξασφαλίζει τὴν ἀκριβῆ διαίρεση τοῦ πυρηνικοῦ DNA σὲ δύο ἰσόποσα καὶ ἰσοδύναμα μέρη. Αὐτὴ ἡ πολὺπλοκη διαδικασία ἐξασφαλίζει τὴν ἀμφιγονεϊκὴ κληρονομικότητα, ὅτι δηλαδή καὶ οἱ δύο γονεῖς θὰ προσδώσουν ἴσο ποσὸν γενετικῆς πληροφορίας στοὺς ἀπογόνους τους. Ὅμως γιὰ τὸ μιτοχονδριακὸ, ἀλλὰ καὶ γιὰ κάθε ἄλλο ἐξωπυρηνικὸ

DNA, δὲν ὑπάρχει ἀντίστοιχος μὲ τὴ μείωση μηχανισμός. Ὡς ἀποτέλεσμα, ἡ κληρονομικότητα εἶναι μονογονεϊκὴ. Στὴ βιολογία εἶναι φρόνιμο νὰ μὴ μιλοῦμε γιὰ νόμους, ὅπως κάνουμε στὴ φυσικὴ, ἀλλὰ γιὰ κανόνες. Ἡ μονογονεϊκὴ κληρονομικότητα τοῦ ἐξωπυρηνικοῦ DNA σὲ εἶδη μὲ αὐστηρὴ ἀμφιγονεϊκὴ ἀναπαραγωγὴ ἦταν καί, ὑπὸ μιὰ ἔννοια, εἶναι, ἕνας ἀπὸ τοὺς ἰσχυροὺς κανόνες τῆς βιολογίας.

Συνεπῶς ἦταν μιὰ ὄχι μικρὴ ἐκπληξὴ ὅταν διαπιστώσαμε, ὡς ἕνα εἶδος παράπλευρης παρατήρησης, ἀπὸ ἕνα πείραμα ποὺ ἀπέβλεπε σὲ ἕναν ἄλλον, ὑποτίθεται πιὸ σημαντικὸ σκοπὸ, ὅτι στὸ μῦδι καὶ σὲ ἄλλους συγγενεῖς ὀργανισμοὺς τὸ μιτοχονδριακὸ DNA διαβιβάζεται καὶ ἀπὸ τοὺς δύο γονεῖς. Θὰ ἀναφερθῶ μόνο σὲ τρία βασικὰ χαρακτηριστικὰ αὐτῆς τῆς ἰδιότυπης κληρονομικότητας: (α) ἡ κληρονομικότητα εἶναι ἀσύμμετρη γιὰ τὰ δύο φύλα, μονογονεϊκὴ γιὰ τὰ θηλυκὰ καὶ ἀμφιγονεϊκὴ γιὰ τὰ ἀρσενικά, (β) τὰ ἀρσενικά εἶναι «μιτοχονδριακὰ μωσαϊκά»· οἱ σωματικοὶ τους ἴστοι περιέχουν μόνο τὸ μητρικὸ μιτοχονδριακὸ DNA καὶ ἡ σπερματικὴ κυτταρικὴ γραμμὴ περιέχει μόνο τὸ πατρικὸ, καὶ (γ) ἂν δοῦμε τὸν μηχανισμό ἀπὸ τὴ σκοπιὰ τοῦ DNA, ἡ μεταβίβαση εἶναι μονογονεϊκὴ. Αὐτὸ ποὺ οὐσιαστικὰ ἔχουμε εἶναι ἡ παρουσία δύο διαφορετικῶν μιτοχονδριακῶν γονιδιωμάτων μέσα στὸ ἴδιο εἶδος, τὸ ἕνα ἐκ τῶν ὁποίων μεταβιβάζεται μέσω τῆς θηλυκῆς καὶ τὸ ἄλλο μέσω τῆς ἀρσενικῆς γραμμῆς. Στὴν οὐσία, ὄχι μόνο δὲν ἔχουμε κατάρρευση τοῦ κανόνα τῆς μονογονεϊκῆς κληρονομικότητας τοῦ μιτοχονδριακοῦ DNA, ἀλλὰ ἀντίθετα τὴν ἐπιβεβαιώσῃ του ὑπὸ μιὰ νέα μορφή. Γιὰ νὰ τονίσουμε ἀκριβῶς αὐτὸ τὸ σημεῖο ὀνομάσαμε τὸ φαινόμενο Doubly Uniparental Inheritance ἢ, στὴν ἑλληνικὴ, Διπλὴ Μονογονεϊκὴ Κληρονομικότητα.

Στὴ συνέχεια θὰ σᾶς δώσω, ἐπὶ τροχάδην, μερικὰ ἀπὸ τὰ πιὸ βασικὰ βήματα ποὺ ἔχουν συντελεσθεῖ στὴν προσπάθεια κατανόησης τοῦ φαινομένου. Πρῶτον, τὰ δύο μόρια, μολονότι συνυπάρχουν στὸ ἴδιο εἶδος, εἶναι πολὺ διαφορετικὰ στὴ νουκλεοτιδικὴ τους ἀλληλουχία. Πολλὲς φορὲς ἡ διαφορὰ αὐτὴ ἀνέρχεται στὸ 50%, μιὰ διαφορὰ ποὺ συναντᾶμε μεταξύ ψαριῶν καὶ θηλαστικῶν. Αὐτὸ τὸ γεγονός συνηγορεῖ ὑπὲρ τῆς ἄποψης ὅτι τὸ φαινόμενο εἶναι πολὺ παλιό, πιθανότατα ἀνάγεται στὸ τέλος τῆς περιόδου τοῦ καμβρίου, πᾶνω ἀπὸ 450 ἑκατομμύρια χρόνια. Ἐπίσης γνωρίζουμε ὅτι ἡ συμπεριφορὰ τῶν μιτοχονδρίων τοῦ σπέρματος μέσα στὸ γονιμοποιημένο ὠάριο διαφέρει μεταξύ ὠαρίων τὰ ὁποῖα προορίζονται νὰ ἀναπτυχθοῦν σὲ θηλυκὰ ἄτομα, καὶ ὠαρίων τὰ ὁποῖα προορίζονται νὰ ἀναπτυχθοῦν σὲ ἀρσενικά. Αὐτὴ ἡ παρα-

τήρηση μᾶς βάζει στο σωστό δρόμο για την αναπτυξιακή μελέτη του φαινομένου. Ένα τρίτο σημείο είναι ο ανασυνδυασμός του μιτοχονδριακού DNA. Γνωρίζουμε ότι το πυρηνικό DNA ανασυνδυάζεται. Ο ανασυνδυασμός είναι η μεγαλύτερη δύναμη δημιουργίας γενετικής ποικιλότητας του πυρηνικού DNA, συμβαίνει όμως στο ζωικό μιτοχόνδριο; Μέχρι το 2003 η απάντηση ήταν όχι. Κάποιες ασθeneis ενδείξεις ανασυνδυασμού παρουσιάστηκαν από τις σελίδες των μεγάλων περιοδικών και αντιμετωπίστηκαν με αμφισβήτηση. Απεδείχθη τελικά ότι επρόκειτο για αδυναμία ανίχνευσης του φαινομένου και όχι για απουσία του. Έπειδή κάθε ζωικός οργανισμός κληρονομεί μιτοχονδριακό DNA από τον ένα γονέα, τη μητέρα, όλη του η μιτοχονδριακή δεξαμενή είναι ομοιόμορφη. Άλλα ο ανασυνδυασμός μεταξύ δύο ομοιόμορφων μορίων δίνει μόρια ομοιόμορφα με τα πατρικά και επομένως δεν μπορεί να ανιχνευθεί. Όμως στο μύδι —και τα συγγενικά του είδη— έχουμε δύο διαφορετικά μόρια, μάλιστα πολύ διαφορετικά. Αν το μιτοχονδριακό DNA ανασυνδυάζεται, τότε τα προϊόντα του ανασυνδυασμού θα μπορούσαν να ανιχνευθούν. Και αυτό ακριβώς απεδείχθη στο εργαστήριό μας, στα πλαίσια της διδακτορικής διατριβής του κ. Λαδουκάκη στο Τμήμα Βιολογίας του Πανεπιστημίου Κρήτης. Ακολούθησαν πολλές ανακοινώσεις μιτοχονδριακού ανασυνδυασμού, εκ των οποίων και μία στον άνθρωπο. Σήμερα το θέμα δεν είναι αν το μιτοχονδριακό DNA ανασυνδυάζεται, στον άνθρωπο ή σε άλλους οργανισμούς, αλλά σε τί βαθμό και ποιες είναι οι συνέπειες αυτού του ανασυνδυασμού.

Το ερώτημα που φυσικά αναφέρεται είναι ποιά είναι η γενικότερη σημασία του φαινομένου της Διπλής Μονογονεϊκής Κληρονομικότητας. Θα αναφερθώ σε τέσσερα σημεία που δείχνουν πώς το φαινόμενο μπορεί να οδηγήσει σε ευρύτερες και πολύ πιο σημαντικές αναζητήσεις. Το πρώτο αφορά στη δυναμική της εξέλιξης. Ο Δαρβίνος μᾶς έμαθε να βλέπουμε την εξέλιξη όχι ως συνεργασία των στοιχείων της φύσης, αλλά ως ισορροπία αντικρουόμενων συμφερόντων. Για παράδειγμα, αν δούμε έναν πληθυσμό ως ένα σύνολο ατόμων, τα φαινόμενα που συμβαίνουν μέσα στον πληθυσμό ερμηνεύονται επιτυχέστερα με αφετηρία το εξελικτικό όφελος των ατόμων που συν-αποτελούν τον πληθυσμό. Αυτή η ερμηνευτική προσέγγιση έχει τα τελευταία χρόνια επεκταθεί στον οργανισμό, ο οποίος μπορεί να θεωρηθεί ως ένα σύνολο κυττάρων, στο κύτταρο, που μπορεί να θεωρηθεί ως ένα σύνολο γονιδιωμάτων, και στο γονιδίωμα, που μπορεί να θεωρηθεί ως ένα σύνολο γονιδίων.

Ἡ θεωρία αὐτὴ ἐξηγεῖ ἐπιτυχῶς φαινόμενα πὺ μὲχρι πρότινος φαίνονταν ἀνερμήνευτα ἢ φαίνονταν νὰ ἀντιστρατεύονται τῇ δαρβινικῇ θεώρησῃ τῆς ἐξέλιξης, ὅπως εἶναι, γιὰ παράδειγμα, τὰ γενετικά στοιχεῖα πὺ ὑπονομεύουν τοὺς νόμους τοῦ Mendel γιὰ νὰ ἐπιτύχουν μεγαλύτερη ἀντιπροσώπευση στὴν ἐπόμενη γενιά, ἓνα εἶδος ἀνταρσίας κατὰ τοῦ κανόνα. Ἡ μονογονεϊκὴ κληρονομικότητα τοῦ μιτοχονδριακοῦ DNA, πὺ ὅπως τόνισα ἀποτελεῖ τὸν κανόνα στὸ ζωικὸ βασίλειο, μπορεῖ νὰ θεωρηθεῖ ὡς μιὰ περίπτωση ὑποταγῆς τοῦ μιτοχονδριακοῦ DNA τοῦ ἄρρενος ἀτόμου στὸ μιτοχονδριακὸ DNA τοῦ θήλεος. Ἡ Διπλὴ Μονογονεϊκὴ Κληρονομικότητα χαιρετίστηκε ὡς ἓνα ἄλλο παράδειγμα ἐπιτυχημένης ἀνταρσίας, ὅπου τὸ καταδικασμένο σὲ ἀφανισμό μιτοχονδριακὸ DNA τοῦ σπέρματος ὑπονόμεισε τὸ μηχανισμό ἐξαφάνισῃς του καὶ δημιούργησε μιὰ σύνθετη ἀκολουθία κυτταρικῶν καὶ ἀναπτυξιακῶν διεργασιῶν, μὲσω τῶν ὁποίων ἐπέτυχε τῇ συνύπαρξῃ του μὲ τὸ μιτοχονδριακὸ DNA τοῦ ὠαρίου. Ἀποτελεῖ ἐπομένως μιὰ ἰσχυρὴ μαρτυρία ὑπὲρ τῆς ἐνδο-οργανισμικῆς ἀντιπαλότητας τῶν γονιδιωμάτων.

Τὸ δεῦτερο σημεῖο μᾶς φέρνει πιὸ κοντὰ στὸ πῶς λειτουργοῦμε σὰν ζωντανὲς μηχανές. Μποροῦμε νὰ δεχθοῦμε ὅτι ἀποτελοῦμαστε ἀπὸ περίπου 100 τρισεκατομμύρια κύτταρα, ὅτι τὸ κάθε κύτταρο περιέχει κατὰ μέσο ὄρο 1.000 μιτοχόνδρια καὶ τὸ κάθε μιτοχόνδριο περιέχει 10 μόρια DNA. Γιὰ νὰ λειτουργήσῃ τὸ μιτοχόνδριο χρειάζεται μερικὲς δεκάδες πρωτεϊνικά προϊόντα, ἀπὸ τὰ ὁποῖα συνθέτει μόνο τὰ 13 ἐνῶ τὰ ὑπόλοιπα τὰ εἰσάγει ἀπὸ τὸν πυρήνα τοῦ κυττάρου. Στὴ πορεία τοῦ ἐξελικτικοῦ χρόνου ἀλλάζουν τόσο οἱ πυρηνικὲς ὅσο καὶ οἱ μιτοχονδριακὲς πρωτεῖνες, ὅμως οἱ ἀλλαγὲς αὐτὲς δὲ μπορεῖ νὰ εἶναι ἀνεξάρτητες, καθὼς οἱ δύο κατηγορίες πρωτεϊνῶν πρέπει πάντοτε νὰ εἶναι σὲ θέση νὰ συνεργάζονται. Ποιὲς ἀλλαγὲς εἶναι ἐπιτρεπτὲς καὶ ποιὲς ὄχι; Δὲν τὸ γνωρίζουμε στὸ σημεῖο πὺ θὰ θέλαμε, γιὰτὶ εἶναι ἀκόμα δύσκολο νὰ ἀναμειξοῦμε τὰ μιτοχόνδρια τοῦ ἐνὸς ὀργανισμοῦ μὲ τοὺς πυρήνες ἐνὸς ἄλλου καὶ νὰ μελετήσουμε τίς ἀσυμβατότητες. Τὸ φαινόμενο τῆς Διπλῆς Μονογονεϊκῆς Κληρονομικότητας μᾶς παρέχει ἓνα φυσικὸ πείραμα γιὰ τὴ μελέτη αὐτῆς τῆς συνεξέλιξης, γιὰτὶ ὑποχρεώνει δύο πολὺ διαφορετικὰ μιτοχονδριακὰ γονιδιώματα νὰ συνεργασθοῦν μὲ τὸ ἴδιο πυρηνικὸ γονιδίωμα.

Τὸ τρίτο σημεῖο ἔχει νὰ κάνει μὲ τὸν ἀνασυνδυασμὸ τοῦ μιτοχονδριακοῦ DNA. Γιὰ διάφορους λόγους τὸ μιτοχονδριακὸ DNA ἀπέτελεσε καὶ ἀποτελεῖ τὸ ἀγαπητὸ ἐργαλεῖο τῆς ταξινομίας καὶ τῆς φυλογένεσης, εἰδικότερα

στό ζωικό βασίλειο, δηλαδή στη μελέτη τῶν ἐξελικτικῶν σχέσεων μεταξύ συγγενῶν ἢ μὴ συγγενῶν εἰδῶν. Γιὰ παράδειγμα, μὲ βάση τις ἀλληλουχίες τοῦ μιτοχονδριακοῦ DNA, γνωρίζουμε σήμερα ὅτι ἡ φυλογενετική συγγένεια μεταξύ ἀνθρώπου καὶ χιμπατζῆ εἶναι μεγαλύτερη ἀπὸ τὴ συγγένεια μεταξύ χιμπατζῆ καὶ γορίλα. Ἐπὶ πλέον, μπορούμε μὲ βάση τις μοριακές διαφορές νὰ ἐκτιμήσουμε τὸ χρόνο ἀπόκλισης τῶν ἐξελικτικῶν γραμμῶν τῶν διαφορῶν εἰδῶν. Ὡς παράδειγμα, οἱ τεχνικές αὐτές ὁδήγησαν τὸ 1987 στὴν ὑπόθεση τῆς Μιτοχονδριακῆς Εὐας, σύμφωνα μὲ τὴν ὁποία τὸ μέγεθος τῶν διαφορῶν πού συναντᾶμε σήμερα μεταξύ τῶν διαφορῶν ἀνθρώπινων φυλῶν καὶ πληθυσμῶν εἶναι τέτοιο, πού ἡ κοινὴ προέλευση ὄλων τῶν ἀνθρώπινων πληθυσμῶν πρέπει νὰ τοποθετηθεῖ γύρω στὰ 160 χιλιάδες χρόνια ἀπὸ σήμερα. Ὅμως οἱ ἐκτιμήσεις αὐτές στηρίχθηκαν στὴν παραδοχὴ ὅτι τὸ μιτοχονδριακὸ DNA δὲν ἀνασυνδυάζεται. Ἄν ἐμπλέξουμε τὸν ἀνασυνδυασμὸ, οἱ ἐκτιμήσεις γίνονται πολὺ πιὸ δύσκολες καὶ ἀβέβαιες. Στὴν περίπτωση τῆς Μιτοχονδριακῆς Εὐας, ἡ καλύτερη ἐκτίμηση μπορεῖ νὰ παραμείνει γύρω στὰ 160 χιλιάδες χρόνια, ὅμως τὰ περιθώρια λάθους γύρω ἀπὸ αὐτὴν τὴν ἐκτίμηση θὰ διευρυνθοῦν σημαντικά.

Τὸ τέταρτο καὶ τελευταῖο σημεῖο ἔχει ἐπίσης νὰ κάνει μὲ τὸν ἀνασυνδυασμὸ καὶ ἔχει μιὰ πολὺ πιὸ ἄμεση σχέση μὲ τὴν λειτουργία τοῦ κυττάρου καὶ συνεπῶς τοῦ ὀργανισμοῦ. Γνωρίζουμε ὅτι τὸ μιτοχονδριακὸ DNA εἶναι πολὺ πιὸ ἐπιρρεπὲς στὶς μεταλλαγές ἀπὸ τὸ πυρηνικό. Οἱ λόγοι εἶναι περίπου γνωστοὶ ἀλλὰ δὲν εἶναι τοῦ παρόντος. Αὐτὸ πού πρέπει νὰ ἀναγνωρισθεῖ εἶναι ὅτι τὸ μεταλλακτικὸ φορτίο πού φέρει ἓνα μιτοχονδριακὸ γονιδίωμα ἐξαρτᾶται κατὰ πολὺ ἀπὸ τὸ ἂν τὸ γονιδίωμα ἀνασυνδυάζεται ἢ ὄχι. Ἀπουσία ἀνασυνδυασμοῦ, ὁ ἀριθμὸς μεταλλαγῶν σὲ ἓνα γονιδίωμα μπορεῖ νὰ προσεγγισθεῖ ὡς μιὰ κατανομὴ Poisson μὲ βάση τὸ ρυθμὸ τῆς μεταλλαγῆς καὶ τὸν ἀριθμὸ τῶν μεταλλάξιμων θέσεων. Ἄν ὅμως γίνεται ἀνασυνδυασμὸς μεταξύ τῶν γονιδιωμάτων ἑνὸς μιτοχονδρίου, ἡ κατανομὴ ἀλλάζει μὲ ἓνα δυναμικὸ τρόπο. Ἄν τώρα θεωρήσουμε ὅτι ἓνα μιτοχονδριακὸ γονιδίωμα παύει νὰ εἶναι λειτουργικὸ ἀπὸ τὴ στιγμή πού ἔχει ἓναν κρίσιμο ἀριθμὸ μεταλλαγῶν καὶ ὅτι ἓνα μιτοχόνδριο καθίσταται ἀνενεργὸ ὅταν ἓνα ποσοστὸ τῶν γονιδιωμάτων του ἔχει φθάσει σὲ αὐτὸ τὸ στάδιο, τότε ἔχουμε μιὰ νέα δυναμικὴ ἀπαλλαγῆς τοῦ κυττάρου ἀπὸ τὸ μεταλλακτικὸ φορτίο τῶν μιτοχονδρίων του. Γνωρίζουμε ὅτι διάφορες ἀσθένειες ὀφείλονται σὲ ἔλλειμματικὸ μιτοχονδριακὸ DNA, μεταξύ τῶν ὁποίων διάφορες μυοπάθειες καὶ διάφορες μορφές

άνδρικής υπογονιμότητας. Δεν αποτελεί, επομένως, έκπληξη ότι εσχάτως παρατηρείται ζωηρό ενδιαφέρον για τη μελέτη του μιτοχονδριακού ανασυνδυασμού. Θα θεωρούσε κανείς ότι αυτές οι παθήσεις δεν μας αφορούν άμεσα. Υπάρχει όμως και μια άλλη «ασθένεια», στην οποία εμπλέκονται τα μιτοχόνδρια. Πρόκειται για μία ασθένεια που προσβάλλει όλους μας ανεξαιρέτως και είναι γνωστή ως γήρανση. Τίθεται επομένως το ερώτημα: Μήπως αν δεν υπήρχε ανασυνδυασμός του μιτοχονδριακού DNA θα γερούσαμε πολύ πιο γρήγορα; Μήπως το γεγονός ότι παραμένουμε σχετικά σφριγηλοί σε αρκετά προχωρημένη ηλικία το οφείλουμε στο γεγονός ότι το μιτοχονδριακό μας DNA ανασυνδυάζεται; Στο ερώτημα αυτό δεν υπάρχει ακόμα απάντηση. Όπως αρμόζει σε μια όμιλία αυτού του είδους, θα προτιμήσω να σας αφήσω με ένα ερώτημα παρά με μία απάντηση.



ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΠΑΝΗΓΥΡΙΚΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 30ΗΣ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 2008

ΕΚΘΕΣΗ ΤΩΝ ΠΕΠΡΑΓΜΕΝΩΝ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2008

ΤΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΓΡΑΜΜΑΤΕΩΣ ΤΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ
κ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΜΑΤΣΑΝΙΩΤΗ

Ἡ Ἀκαδημία Ἀθηνῶν, σύμφωνα μὲ τὸν Ὄργανισμό της, συνέρχεται κατὰ τὴν τελευταία τακτικὴ συνεδρία τοῦ Δεκεμβρίου ἐκάστου ἔτους σὲ Δημόσια Πανηγυρικὴ Συνεδρία κατὰ τὴν ὁποία, μετὰ ἀπὸ τὴν ὁμιλία τοῦ Προέδρου, ὁ Γενικὸς Γραμματεὺς παρουσιάζει σύντομη ἔκθεση τῶν δραστηριοτήτων τῆς Ἀκαδημίας καὶ τῶν Ὑπηρεσιῶν της, ἀνακοινώνει τὶς ἀπονεμόμενες ἐτήσιες τιμητικὲς διακρίσεις καὶ προκηρῶσσει τὰ νέα βραβεῖα.

Κατὰ τὸ λήγον ἔτος ἐκλέχτηκαν ὡς **Τακτικὰ μέλη**, στὴν *Τάξη τῶν Γραμμάτων καὶ τῶν Καλῶν Τεχνῶν* ὁ κ. **Θανάσης Βαλτινός**, στὴν ἔδρα *Νέα Ἑλληνικὴ Πεζογραφία*, καὶ ὁ ὁμότιμος καθηγητὴς τῆς Ἀνώτατης Σχολῆς Καλῶν Τεχνῶν κ. **Δημήτρης Μυταράς**, στὴν ἔδρα *Ζωγραφικὴ*.

Ὅς **Ἐξένοι Ἑταῖροι**, στὴν *Τάξη τῶν Γραμμάτων καὶ τῶν Καλῶν Τεχνῶν*, ἡ μόνιμη Γραμματεὺς τῆς Γαλλικῆς Ἀκαδημίας κυρία **Hélène Carrère d'Encausse**, στὸν κλάδο τῆς *Ἱστορίας*, καὶ ὁ ἱστορικὸς καὶ ἐθνολόγος κ. **Θεόδωρος Παπαδόπουλος**, στὸν κλάδο τῆς *Κυπριακῆς Ἱστορίας καὶ Πολιτισμοῦ*.

Ὅς **Ἀντεπιστέλλοντα μέλη**, στὴν *Τάξη τῶν Θετικῶν Ἐπιστημῶν*, ὁ καθηγητὴς τοῦ Τμήματος Στατιστικῆς τοῦ Πανεπιστημίου Καλιφόρνια -

Davis κ. Γεώργιος Ρούσσας, στὸν κλάδο τῆς *Μαθηματικῆς Στατιστικῆς*, καὶ ὁ ὁμότιμος καθηγητὴς τῆς *Ἀστρονομίας* τοῦ Ἀριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης κ. **Ἰωάννης Χατζηδημητρίου**, στὸν κλάδο τῆς *Ἀστρονομίας*, στὴν *Τάξη τῶν Γραμμάτων καὶ τῶν Καλῶν Τεχνῶν* ὁ καθηγητὴς τοῦ Τμήματος Ἀρχιτεκτόνων τοῦ Ἀριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης κ. **Ἀναστάσιος Κωτσιόπουλος**, σὲ ἔδρα μὲ τίτλο *Ἀρχιτεκτονικός Σχεδιασμός*, καὶ ὁ ὁμότιμος καθηγητὴς τοῦ Ἀριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης κ. **Ἀλέξανδρος – Φαίδων Λαγόπουλος**, σὲ ἔδρα μὲ τίτλο *Πόλη καὶ Πολεοδομία*, καὶ στὴν *Τάξη τῶν Ἑθνικῶν καὶ Πολιτικῶν Ἐπιστημῶν* ἡ ὁμότιμη καθηγήτρια τοῦ Ἀριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης κυρία **Πελαγία Γέσιου – Φαλτσῆ**, στὸν κλάδο τοῦ *Ἀστικοῦ Δικονομικοῦ Δικαίου*.

Ἀπὸ τῆ σημερινῆ πανηγυρικῆ συνεδρία ἀπουσιάζει ἡ Ἀγγελικὴ Λαῖου, ποὺ ἔφυγε ἀπὸ τῆ ζωὴ πρὶν ἀπὸ λίγες μέρες.

Ἡ Ἀγγελικὴ Λαῖου, ἡ πρώτη ἐπιστῆμων τακτικὸ μέλος τῆς Ἀκαδημίας ἀπὸ τὸ 1998, γεννήθηκε στὴν Ἀθήνα τὸ 1941.

Σπούδασε στὴ Φιλοσοφικὴ Σχολὴ τοῦ Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν καὶ στὴ συνέχεια στὶς ΗΠΑ, στὰ Πανεπιστήμια Brandeis καὶ Harvard, στὰ ὁποῖα ἐκλέχθηκε τακτικὴ καθηγήτρια τῆς Βυζαντινῆς Ἱστορίας, τὸ 1975 στὸ πρῶτο καὶ τὸ 1981 στὸ δεύτερο. Τὸ 1989 ἀνέλαβε τὴ διεύθυνση τοῦ Dumbarton Oaks τοῦ Κέντρου Βυζαντινῶν Ἐρευνῶν τοῦ Πανεπιστημίου τοῦ Harvard. Ἦταν τακτικὸ μέλος τῆς Medieval Academy of America, τῆς American Academy of Arts and Sciences, τῆς Academia Europaea καὶ ἀντεπιστέλλον μέλος τῆς Académie des Inscriptions et Belles Lettres. Κατὰ τὴν περίοδο 2000-2002 διετέλεσε βουλευτὴς ἐπικρατείας καὶ ὑφυπουργὸς Ἐξωτερικῶν. Τὸ ἐρευνητικὸ καὶ συγγραφικὸ τῆς ἔργο ἀφορᾷ στὴ βυζαντινὴ ἱστορία, τὴν οἰκονομικὴ ἱστορία τῆς μεσαιωνικῆς Εὐρώπης καὶ τὴν ἱστορία τῶν Σταυροφοριῶν. Σημαντικὴ ἦταν ἡ συμβολὴ τῆς στὴν ἔκδοσιν τῆς τρίτομης *Οἰκονομικῆς Ἱστορίας τοῦ Βυζαντίου*, στὰ ἀγγλικά καὶ στὰ ἑλληνικά, ποὺ ἀποτελεῖ σήμερα κεντρικὸ σημεῖο ἀναφορᾶς. Τὸ 2004 διοργάνωσε ἐπιτυχῶς στὴν Ἀκαδημία Διεθνὲς Συνέδριο μὲ θέμα «Ἡ Τέταρτη Σταυροφορία καὶ οἱ ἐπιπτώσεις τῆς». Ἔχει τιμηθεῖ μὲ τὸν Ταξiάρχην τοῦ Τάγματος τῆς Τιμῆς.

Νεκρολογίες για την Ἀγγελική Λαΐου δημοσιεύθηκαν στὸν ἀθηναϊκὸ Τύπο, στὸ *Harvard News*, στὴν ἐφημερίδα *The Times* τοῦ Λονδίνου. Ἐπίσης νεκρολογίες ἐκδόθηκαν ἀπὸ τὸ *Dumbarton Oaks* καὶ τοὺς Γάλλους βυζαντινολόγους.

Κατὰ τὸ 2008 ἀπεβίωσαν ἐπίσης ὁ ξένος ἑταῖρος **Michael DeBakey**, καὶ τὰ ἀντεπιστέλλοντα μέλη **John Nicholas Coldstream** καὶ **Karl Heinz Schwab**.

Στὴν πανηγυρικὴ συνεδρία τῆς Ἀκαδημίας γιὰ τὸν ἑορτασμὸ τῆς 25ης Μαρτίου μίλησε ὁ ἀκαδημαϊκὸς κ. **Κωνσταντῖνος Σβολόπουλος** μὲ θέμα «Ἡ ἀπόφαση γιὰ τὴ σύσταση τοῦ ἀνεξάρτητου Ἑλληνικοῦ Κράτους». Στὴν Πανηγυρικὴ Συνεδρία τῆς 28ης Ὀκτωβρίου ὁ Γενικὸς Γραμματεὺς ἐκφώνησε, σύμφωνα μὲ ἐπιθυμίᾳ τῆς ἀσθενούσης τότε συναδέλφου Ἀγγελικῆς Λαΐου, τὴν ἐργασία τῆς μὲ θέμα «Ὁ Πόλεμος τοῦ 1940-1941 καὶ ἡ Ἱστορία».

Ἐπίσης ἔγιναν δημόσιες συνεδρίες γιὰ τὴν ὑποδοχὴ νέων μελῶν, τοῦ ξένου ἑταίρου στὴν *Τάξη τῶν Ἠθικῶν καὶ Πολιτικῶν Ἐπιστημῶν* κ. **Prosper Weil**, ὁ ὁποῖος μίλησε μὲ θέμα «*Toujours le même et toujours recommencé: Les thèmes contrastés du changement et de la permanence du droit international*», καὶ τῶν ἀντεπιστελλόντων μελῶν στὴν *Τάξη τῶν Θετικῶν Ἐπιστημῶν*, τοῦ κ. Ἐμμανουὴλ Γδούτου, ὁ ὁποῖος μίλησε μὲ θέμα «*Μηχανικὴ τῆς Θραύσεως: Μιὰ σύγχρονος θεωρία ὑπολογισμοῦ τῶν κατασκευῶν*», καὶ τοῦ κ. Ἐλευθερίου Ζούρου μὲ θέμα «Ἡ γενετική στὴν ὑπηρεσία τῶν ἐπιστημῶν τῆς θάλασσας», καὶ στὴν *Τάξη τῶν Ἠθικῶν καὶ Πολιτικῶν Ἐπιστημῶν* τοῦ *Μητροπολίτου Διοκλείας κ. Καλλιόστου* (κατὰ κόσμον Timothy Richard Ware), ὁ ὁποῖος μίλησε μὲ θέμα «Ὁ ἄνθρωπος ὡς μυστήριον. Ἡ ἐνότης τοῦ προσώπου κατὰ τοὺς Ἑλληνες Πατέρες», καὶ τῆς κυρίας *Πελαγίας Γέσιου – Φαλτσῆ* μὲ θέμα «Ὁ δικαστικὸς ἔλεγχος τῶν νόμων ὡς παράγοντας διαπλάσεως τοῦ κοινοῦ εὐρωπαϊκοῦ νομικοῦ πολιτισμοῦ».

Στὴν Ἀκαδημία Ἀθηνῶν ἔγιναν, κατὰ τὸ 2008, δεκαπέντε (15) ὁμιλίες, ἐπιστημονικὲς ἀνακοινώσεις καὶ παρουσιάσεις βιβλίων.

Σε δημόσιες συνεδρίες μίλησαν οί ακαδημαϊκοί Πάνος Ά. Λιγομενίδης με θέμα «'Οντολογικά έπιχειρήματα: Με τά μάτια τής έπιστήμης τής Πληροφορικής», Χρύσανθος Χρήστου με θέμα «'Η Ιστορία ώς τοπιογραφία. Τά έλληνικά τοπία τοῦ Carl Rottmann», Λουκάς Χριστοφόρου με θέμα «Βιώσιμη Ένέργεια», Σταμάτιος Κριμιζής με θέμα «'Η πρόσφατη εξερεύνηση τοῦ Έρμη από τὸ διαστημόπλοιο Messenger: Πρόκληση στήν έπιστήμη καί τήν τεχνολογία», Χρήστος Ζερεφός με θέμα «Αί επτάλοφοι Άθηναι καί τὸ Έθνικόν Άστεροσκοπεῖον Άθηνῶν», Κωνσταντῖνος Δεσποτόπουλος με θέμα «Οί ἀρχέγονοι ἄνθρωποι καί ἡ πρόβαση πρὸς τὸν πολιτισμό (κατά μυθική ἀφήγηση τοῦ Πρωταγόρα)», καί Γεώργιος Κοντόπουλος με θέμα «Τὸ τέλος τής Φυσικῆς».

Έπίσης, σέ δημόσιες συνεδρίες ἔγιναν ὁμιλίες ἀπὸ τὰ ἀντεπιστέλλοντα μέλη Εὐστάθιο Μπουροδῆμο, με θέμα «Ένέργεια καί οἰκολογική στρατηγική τής Εὐρώπης», Σπυρίδωνα Κυριάκη, με θέμα «Παγκόσμια έπισιτιστική κρίση καί δραματική αὐξηση τῶν τιμῶν τῶν τροφίμων: 'Η πρόκληση τοῦ ἀνεπτυγμένου κόσμου, τής ἀγροτικῆς πολιτικῆς τής Ε.Ε. καί τής Έλληνικῆς ἀγροτικῆς οἰκονομίας» καί Τερέζα Πεντζοπούλου – Βαλαλά, με θέμα «'Η θεμελίωση τοῦ ἀρχαίου σκεπτικισμοῦ».

Τήν Άκαδημία εκπροσώπησαν σέ Διεθνή Συνέδρια καί Διεθνεῖς Όργανισμοῦς:

Ό κ. Εὐάγγελος Μουτσόπουλος στὸ Διεθνές Συνέδριο Φιλοσοφίας στή Σεούλ.

Οί κ.κ. Νικόλαος Κονομής καί Παναγιώτης Βοκοτόπουλος στήν 82η Γενική Συνέλευση τής Διεθνοῦς Ένώσεως Άκαδημιῶν.

Οί κ.κ. Δημήτριος Νανόπουλος καί Άθανάσιος Φωκάς σέ συνέδριο τής Γαλλικῆς Άκαδημίας Έπιστημῶν με θέμα τῆ δημιουργία ἑνὸς δικτύου συνεργασίας τῶν Άκαδημιῶν Έπιστημῶν τῶν Μεσογειακῶν Χωρῶν με τήν έπωνυμία «Παρμενίδης».

Οί κ.κ. Έμμανουήλ Ρούκουνας καί Έπαμεινώνδας Σπηλιωτόπουλος στή Γενική Συνέλευση τῶν Εὐρωπαϊκῶν Άκαδημιῶν (All European Academies) στή Μαδρίτη.

Ό κ. Έμμανουήλ Ρούκουνας στή Συνεδρία τής Έπιτροπῆς Πνευματικῶν Δικαιωμάτων τῶν Εὐρωπαϊκῶν Άκαδημιῶν (All European Academies) στὸ Άμστερνταμ.

Ὁ κ. **Παναγιώτης Βοκοτόπουλος** στό 4ο Διεθνές Κυπρολογικό Συνέδριο στήν Κύπρο.

Ὁ κ. **Λουκάς Χριστοφόρου** στή Συνάντηση τῆς Συμβουλευτικῆς Ἐπιστημονικῆς Ἐπιτροπῆς τῶν Εὐρωπαϊκῶν Ἀκαδημιῶν (EASAC) στό Ἄμστερνταμ καί στή Ljubljana, καί στή Διάσκεψη καί τήν 29η Γενική Συνέλευση τοῦ Διεθνoῦς Ἐπιστημονικοῦ Συμβουλίου (ICSU), στό Ἐλσίνκι καί τή Μοζαμβίκη ἀντίστοιχα.

Ὁ κ. **Δημήτριος Σκαρβέλης** στήν Τελετή Ἀπονομῆς τοῦ Βραβείου Σίμωνος Σίνα στή Βουδαπέστη.

Ὁ κ. **Χρήστος Ζερεφός** στήν Τελετή Ἀνακήρυξης τῆς German Academy "Leopoldina" σέ Ἐθνική Ἀκαδημία Ἐπιστημῶν τῆς Γερμανίας, στήν Halle καί στή Συνάντηση τῆς Ἐπιτροπῆς Περιβαλλοντικῆς Στρατηγικῆς τῆς Συμβουλευτικῆς Ἐπιστημονικῆς Ἐπιτροπῆς τῶν Εὐρωπαϊκῶν Ἀκαδημιῶν (EASAC) στό Λονδίνο.

Ὁ κ. **Θανάσης Βαλτινός** στό Διεθνές Συνέδριο τοῦ Universita degli Studi di Napoli "L' Orientale" μέ θέμα *M. Καραγάτσης, 100 χρόνια ἀπό τή γέννησή του*, στή Νάπολη.

Ἀκόμη,

Ὁ κ. **Μιχαήλ Σακελλαρίου** τιμήθηκε μέ τὸ Βραβεῖο «Ἐπιστήμης Ἀριστεῖων», κατά τήν ἐπετειακή ἐκδήλωση τῶν 50 χρόνων ἀπό τήν ἴδρυση τοῦ Ἐθνικοῦ Ἰδρύματος Ἐρευνῶν.

Ὁ κ. **Κωνσταντῖνος Δεσποτόπουλος** συνέχισε τὸ συγγραφικὸ ἔργο του γιά τήν ὀλοκλήρωση τοῦ συγγράμματος *Περὶ ἀνθρώπου καί ἠθικῆς - Ἐπίλεκτα Κείμενα τῆς Ἀρχαίας Ἑλληνικῆς Γραμματείας*, καί δημοσίευσε σημαντικὰ ἄρθρα, μεταξύ τῶν ὁποίων ἐμπεριστατωμένο ἄρθρο στό *Bulletin Europhée* γιά τὸ ζήτημα τῆς ὀνομασίας του περὶ τὰ Σκόπια κράτους, καί ἄρθρο στήν ἐφημερίδα *Τὰ Νέα*, ὅπου ὑπερασπίζεται τήν ἱστορικὴ φήμη τοῦ Σωκράτους καί τήν ἠθικὴ φήμη τοῦ Πλάτωνος.

Ὁ κ. **Εὐάγγελος Μουτσόπουλος** προέβη σέ ἐπιστημονικὴ ἀνακοίνωση σέ ἕκτατη συνεδρία τῆς Ἀκαδημίας τῆς Τουλούζης καί στό Συνέδριο τῆς Διεθνoῦς Ὁμοσπονδίας Γαλλόφωνων Ἐταιρειῶν Φιλοσοφίας στήν Καρχηδόνα. Ἐπίσης, συνέβαλε μέ τήν ιδιότητά του ὡς μέλους τῆς διοικoῦσας ἐπιτροπῆς τῆς Διεθνoῦς Ὁμοσπονδίας Φιλοσοφικῶν Ἐταιρειῶν, στήν ἀνάθεση στήν Ἑλλάδα τοῦ ἐπόμενου Παγκοσμίου Συνεδρίου Φιλοσοφίας, τὸ 2013.

Ὁ **Νικόλαος Ματσανιώτης** ἀνακηρύχθηκε ἐπίτιμος διδάκτωρ τῆς Ἱατρικῆς Σχολῆς τοῦ Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης.

Ὁ κ. **Νικόλαος Ἀρτεμιάδης** ἐκφώνησε τὴν ἐναρκτήρια ὁμιλία στὸ 12ο Πανελλήνιο Συνέδριο Μαθηματικῆς Ἀναλύσεως στὸ Πανεπιστήμιο Ἀθηνῶν καὶ συμμετεῖχε ὡς προσκεκλημένος ὁμιλητῆς στὸ Διεθνὲς Συνέδριο *Conference in Numerical Analysis* καὶ στὸ Συνέδριο Ἑλλήνων Φυσικῶν.

Ὁ κ. **Γεώργιος Μητσόπουλος** δημοσίευσε μελέτη μὲ τίτλο *Τοπική, Νέα Ρητορική καὶ Ἐπιστήμη τοῦ Δικαίου*.

Ὁ κ. **Σπύρος Ἰακωβίδης** ἀνακηρύχθηκε ἐπίτιμος διδάκτωρ τοῦ Πανεπιστημίου Κύπρου καὶ προήδρευσε στὸ Η΄ Συνέδριο τῆς Ἑταιρείας Πελοποννησιακῶν Σπουδῶν. Κατέθεσε στὴν Ἀρχαιολογικὴ Ἑταιρεία πρὸς ἐκτύπωση τὸ χειρόγραφο τοῦ 3ου τόμου τῆς Δημοσιεύσεως τῶν Ἀνασκαφῶν Μυκηνῶν.

Ὁ **Σεβασμιώτατος Μητροπολίτης Περγάμου Ἰωάννης** ἀναγορεύθηκε ἐπίτιμος διδάκτωρ τοῦ Ἰνστιτούτου Ὁρθοδόξου Θεολογίας τῶν Παρισίων καὶ προήδρευσε τῆς Ἐπιτροπῆς τοῦ ἐπισήμου θεολογικοῦ διαλόγου μεταξὺ Ὁρθοδόξου καὶ Ρωμαιοκαθολικῆς Ἐκκλησίας. Ἐπίσης ἐκδόθηκε ἀπὸ ἀγγλικὸ ἐκδοτικὸ οἶκο τὸ βιβλίον του *Lectures in Christian Dogmatics*, καθὼς καὶ τόμος μελετῶν πρὸς τιμὴν του μὲ τίτλο *The Theology of John Zizioulas*.

Ὁ κ. **Κωνσταντῖνος Στεφανῆς** τιμήθηκε γιὰ τὴν προσφορά του στὴν ἐπιστήμη καὶ τὴν κοινωνία σὲ εἰδικὴ ἐκδήλωση, ποὺ ὀργανώθηκε ἀπὸ τὸ 3ο Συνέδριο Ψυχιατρικῆς καὶ Νευρολογίας καὶ τὴν Παγκόσμια Ψυχιατρικὴ Ἑταιρεία.

Ὁ κ. **Ἀλέξανδρος Καμπίτογλου** συμπλήρωσε τὴ συγγραφὴ τοῦ πρώτου τόμου τοῦ *Corpus Vasorum Antiquorum* τῶν ἀρχαίων ἐλληνικῶν ἀγγείων τῆς κάτω Ἰταλίας καὶ Σικελίας τῆς συλλογῆς τοῦ Nicholson Museum στὸ Σίδνεϊ τῆς Αὐστραλίας. Ὁργανώθηκε στὴν Καμπέρα ἐκδήλωση πρὸς τιμὴν του ἀπὸ τοὺς «Φίλους τοῦ Ἰνστιτούτου».

Ὁ κ. **Ἐμμανουὴλ Ρούκουνας** ἐξελέγη πρῶτος ἀντιπρόεδρος τοῦ Ἰνστιτούτου τοῦ Διεθνoῦς Δικαίου στὴ Γενεύη καὶ ἀνακηρύχθηκε ἐπίτιμος καθηγητῆς τῆς Νομικῆς Σχολῆς τοῦ Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν. Δίδαξε Διεθνὲς Δίκαιο σὲ Πανεπιστήμια τῶν Ἠνωμένων Πολιτειῶν καὶ μετέσχε στὴν ὀργάνωση ψηφιοποιημένων μαθημάτων τῶν Ἠνωμένων Ἐθνῶν γιὰ τὴ διάδοση τοῦ Διεθνoῦς Δικαίου. Τέλος, ὀρίστηκε Ἑλληνας *ad hoc* δικαστῆς στὸ Διεθνὲς Δικαστήριον τῆς Χάγης, μετὰ τὴν πρόσφατη προσφυγὴ τῆς Πρώην Γιουγκοσλαβικῆς Δημοκρατίας τῆς Μακεδονίας κατὰ τῆς Ἑλλάδος.

Ο κ. **Αντώνιος Κουνάδης** απηύθυνε χαιρετισμό κατά την έναρκτήρια συνεδρίαση του 5ου Ευρωπαϊκού Συνεδρίου Μεταλλικών Κατασκευών και προήδρευσε της Επιστημονικής Επιτροπής του. Αναγορεύθηκε επίτιμο μέλος της «Ελληνικής Εταιρείας Μεταφραστών Λογοτεχνίας» και υπήρξε κεντρικός ομιλητής στην ειδική εκδήλωση για την ελληνική γλώσσα στο πλαίσιο της 11ης Διεθνούς Συνάντησης των «Φίλων Βιβλιοθήκης της Αλεξάνδρειας» στην Αλεξάνδρεια.

Ο κ. **Απόστολος Γεωργιάδης** ανακηρύχθηκε επίτιμος διδάκτωρ της Νομικής Σχολής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Κυκλοφόρησε σε πέμπτη έκδοση το βιβλίο του *Νέες μορφές συμβάσεων της σύγχρονης οικονομίας*, και σε δεύτερη έκδοση το βιβλίο του *Η εξασφάλιση των πιστώσεων*. Συνέγραψε τις μελέτες «Σκέψεις γύρω από τη σχέση μεταξύ Δικαίου και Πολιτικής», «Από την 'actio' του Ρωμαϊκού Δικαίου στην 'αξίωση' του Αστικού Κώδικα (ή δικονομική σκέψη των Ρωμαίων και η σύγχρονη αντίληψη του ουσιαστικού δικαιώματος)», και στη γερμανική γλώσσα «Σκέψεις για την έναρμόνιση του Ιδιωτικού Δικαίου στην Ευρώπη» και «Η αρχή της αναλογικότητας στο Ελληνικό Δίκαιο και η σημασία της για το Ιδιωτικό Δίκαιο».

Ο κ. **Λουκάς Χριστοφόρου**, ως Πρόεδρος της Επιτροπής Ενέργειας της Ακαδημίας, οργάνωσε ημερίδα με θέμα *Ενέργεια και Περιβάλλον* και επιμελήθηκε της έκδόσεως των *Πρακτικών* της. Επίσης, οργάνωσε σύσκεψη εμπειρογνομόνων με θέμα *Πυρηνική Ενέργεια και Ενεργειακές Ανάγκες της Ελλάδας*.

Ο κ. **Δημήτριος Σκαρβέλης** μίλησε σε Διεθνές Συνέδριο στη Χίο για τον Όμηρο και τη γλωσσική κληρονομιά μας, όπου και του απονεμήθηκε το χρυσό μετάλλιο της Ομηρικής Ακαδημίας και της Euroclassica. Έξελέγη μέλος του Δ.Σ. της Εταιρείας Μελέτης Ελληνικής Ιστορίας και πρόεδρος της Επιτροπής Στήριξης του Πανεπιστημίου Αίγαίου. Του απονεμήθηκε ο τίτλος του Επίτιμου Προέδρου της Ελληνικής Εταιρείας Στρατηγικών Μελετών. Τιμήθηκε με το Βραβείο Ευποΐας «Αλέξανδρος Παπάγος» και ανακηρύχθηκε σε επίτιμο δημότη Παπάγου.

Ο κ. **Νικόλαος Αμβράζης** τιμήθηκε από την Ευρωπαϊκή Εταιρεία Αντισεισμικής Μηχανικής με την καθιέρωση ειδικής όμιλίας που φέρει το όνομά του, διορίστηκε Πρόεδρος του Τομεακού Επιστημονικού Συμβουλίου Περιβάλλοντος στο Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας και Τεχνολογίας και δημο-

σίεψε επιστημονική ανακοίνωση στο περιοδικό *Nature*. Τέλος, ἐπ' εὐκαιρία τῶν 100 χρόνων ἀπὸ τὴν καταστροφή τῆς Καλαβρίας ἀπὸ τὸ σεισμὸ τοῦ 1908, τὸ Διεθνὲς Συνέδριο Τεχνικῆς Σεισμολογίας καὶ Ἀντισεισμικῆς Μηχανικῆς τοῦ ἀφιέρωσε ἡμερίδα τοῦ συνεδρίου του στὸ Reggio.

Ὁ κ. Χρῆστος Ζερεφός ἔλαβε ἀπὸ τὸ Πρόγραμμα Περιβάλλοντος τοῦ ΟΗΕ (UNEP), τὴ Διακυβερνητικὴ Ἐπιτροπὴ γιὰ τὴν Κλιματικὴ Ἀλλαγὴ καὶ τὸν πρῦτανη καὶ τὴν Ἐπιτροπὴ Ἐρευνῶν τοῦ Ἀριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, τιμητικὴ διάκριση γιὰ τὴ συμβολή του στὶς ἐπιστημονικὲς ἐκθέσεις τῆς Παγκόσμιας Ἐπιτροπῆς, στὴν ὁποία ἀπονεμήθηκε, ἐξ ἡμισείας μὲ τὸν τ. Ἀντιπρόεδρο τῶν ΗΠΑ Al Gore, τὸ Βραβεῖο Nobel Εἰρήνης 2007. Ἐξελέγη μέλος τῆς Academia Europaea, ξένος ἐταῖρος τῆς Γεωργιανῆς Ἀκαδημίας Ἐπιστημῶν τῆς Φύσης, πρόεδρος τῆς Ἐπιτροπῆς Ὁζοντος τῆς Διεθνούς Ἐνώσεως Μετεωρολογίας καὶ Ἀτμοσφαιρικῶν Ἐπιστημῶν (IAMAS) τοῦ Διεθνούς Συμβουλίου Ἐπιστημῶν (ICSU), μέλος τῆς International Academy of Astronautics, ἀναγορεύθηκε ἐπίτιμος διδάκτωρ τοῦ Πανεπιστημιακοῦ Τμήματος τοῦ Ἀμερικανικοῦ Κολεγίου ANATOLIA στὴ Θεσσαλονίκη καὶ τιμήθηκε μὲ εὐφημο μνεῖα ἀπὸ τὴ Ρωσικὴ Ἀκαδημία τῶν Ἐπιστημῶν τῆς Φύσης. Τοῦ ἀπονεμήθηκε ἀκόμη ἡ διάκριση «Ξεχωριστοὶ Ἕλληνες» κατὰ τὴ διάρκεια τοῦ 10ου Συνεδρίου Τεχνολογιῶν Πληροφορικῆς καὶ Τηλεπικοινωνιῶν, γιὰ τὴ συμβολή τοῦ ἔργου του στὴ διεθνή ἀνάδειξη καὶ προβολή τῆς χώρας καὶ διάκριση ἀπὸ τὸ Ἴδρυμα Προώθησης Ἐρευνας τῆς Κύπρου γιὰ τὴν πολύτιμη συνεισφορά του στὰ ἐρευνητικὰ δρώμενα τῆς Κύπρου. Ἐπίσης τοῦ ἀπονεμήθηκε τιμητικὴ πλακέτα ἀπὸ τὸν Ὑπουργὸ Παιδείας τῆς Κυπριακῆς Δημοκρατίας γιὰ τὴν ἐπιστημονικὴ του προσφορά καὶ τὴ συνεργασία του μὲ τὴν κυπριακὴ ἐρευνητικὴ κοινότητα, καὶ τὸ χρυσοῦν μετάλλιον τῆς Πόλεως τῆς Θεσσαλονίκης.

Ὁ κ. Νικόλαος Βαλσαμάκης ἐκπόνησε μελέτες γιὰ κτήρια, τὰ ὁποῖα βρίσκονται ἀκόμη στὸ στάδιο τῆς οἰκοδόμησης, καὶ ἄλλες, οἱ ὁποῖες εἶναι σὲ ἐξέλιξη.

Τόσο οἱ ἀναφερθέντες συνάδελφοι, ὅσο καὶ τὰ ὑπόλοιπα τακτικὰ μέλη τῆς Ἀκαδημίας, συνέχισαν τὴν προσωπικὴ τους ἐρευνητικὴ, λογοτεχνικὴ ἢ καλλιτεχνικὴ δραστηριότητα, ἡ ὁποία, ὅμως, εἶναι ἀδύνατον νὰ μνημονευθεῖ σήμερα γιὰ προφανεῖς λόγους.

Ἡ Σύγκλητος ἀποδέχθηκε τὴ δωρεὰ καὶ ἐξέφρασε τὶς θερμὲς τῆς εὐχαριστίες στὸν κ. Μιχαὴλ Σακελλαρίου γιὰ τὴν ἀπόφαση ποὺ εἶχαν πάρει μὲ τὴν αἰμίμηστη σύζυγό του νὰ διαθέσουν στὴν Ἀκαδημία τὸ μεγαλύτερο μέρος τῆς περιουσίας τους γιὰ τὴ σύσταση ἰδρύματος, τὸ ὁποῖο θὰ εἶναι ὑπὸ τὴν ἐποπτεία τῆς Ἀκαδημίας καὶ θὰ ὀνομάζεται «Ἴδρυμα Ἀγνῆς καὶ Μιχαὴλ Σακελλαρίου». Τὸ Ἴδρυμα θὰ ἔχει σκοπὸ τὴν οἰκονομικὴ ἐνίσχυση προγραμμάτων τοῦ Κέντρου Ἐρεύνης τῆς Ἀρχαιότητος τῆς Ἀκαδημίας καὶ τοῦ Κέντρου Ἑλληνικῆς καὶ Ρωμαϊκῆς Ἀρχαιότητος τοῦ Ἐθνικοῦ Ἰδρύματος Ἐρευνῶν. Ἡ λειτουργία τοῦ Ἰδρύματος ἐξασφαλίζεται ἀπὸ τὴ δωρεὰ τοῦ κ. Σακελλαρίου, ἡ ὁποία συνίσταται σὲ χρηματικὸ ποσὸ καὶ τίτλους συνολικῆς ἀξίας 1.500.000 εὐρώ, καὶ ἀκίνητα στὴν Ἀθήνα καὶ τὸ Ἡράκλειο Κρήτης.

Ἡ Σύγκλητος ἀπεδέχθη ἐπίσης τὶς ἀκόλουθες δωρεές:

τοῦ ἀκαδημαϊκοῦ κ. Μιχαὴλ Σακελλαρίου, ἡ ὁποία ἀφορᾷ ὅλη τὴν ἀρχαιολογικὴ – ἱστορικὴ – φιλολογικὴ βιβλιοθήκη τοῦ ἴδιου καὶ τῆς συζύγου του στὴν Ἀκαδημία, πρὸς χρῆση ἀπὸ τὰ ἐρευνητικὰ κέντρα τῆς,
 τῆς κ. Μαίρης Παριανοῦ, ἀποτελουμένη ἀπὸ τὶς χειρόγραφες ἀναμνήσεις τῆς ἀπὸ τὴν Κατοχὴ καὶ ἄλλο σχετικὸ ἀρχεῖακὸ ὕλικό, στὸ Κέντρον Ἐρεύνης τῆς Ἱστορίας τοῦ Νεωτέρου Ἑλληνισμοῦ,
 τοῦ Ἰδρύματος Σταματίου Δεκόζη Βούρου, ποσοῦ 10.000 εὐρώ, γιὰ τὴ χρηματοδότηση εἰδικῆς διγλωσσης ἔκδοσης, ἀφιερωμένης στὰ ἐνενήντα χρόνια λειτουργίας τοῦ Κέντρου Ἐρεύνης τῆς Ἑλληνικῆς Λαογραφίας καί, τῆς ἐταιρείας ALAPIS ABEE, ποσοῦ 15.000 εὐρώ, γιὰ τὴ χρηματοδότηση τῆς ἔκδοσης τῶν Πρακτικῶν τοῦ Συνεδρίου τοῦ ἴδιου Κέντρου μὲ θέμα *Παραδοσιακὴ μουσικὴ καὶ σύγχρονη δημιουργία*.

Κατὰ τὸ τρέχον ἔτος, ἡ Ἀκαδημία Ἀθηνῶν παρενέβη στὴ δημόσια ζωὴ τῆς χώρας διατυπώνοντας τεκμηριωμένη ἀποψη ἐπὶ τοῦ ἐθνικοῦ θέματος τῆς ὀνομασίας τῆς Πρώην Γιουγκοσλαβικῆς Δημοκρατίας τῆς Μακεδονίας. Τὸ κείμενο ποὺ συντάχθηκε ἀπὸ ὁμάδα ἀκαδημαϊκῶν, μεταφράστηκε καὶ ἀπεστάλη στὸ Ὑπουργεῖο τῶν Ἐξωτερικῶν καὶ σὲ φορεῖς τῆς ἐξωτερικῆς πολιτικῆς τῶν χωρῶν τοῦ NATO, καθὼς καὶ σὲ διεθνεῖς ὀργανισμούς. Ἀναρτήθηκε στὴν ἰστοσελίδα τῆς Ἀκαδημίας καὶ ἔτυχε εὐρείας δημοσιότητας στὸν ἐλληνικὸ καὶ ξένο Τύπο.

Τὸ Γραφεῖο Δημοσιευμάτων τῆς Ἀκαδημίας ἐξέδωσε τὸ 1ο τεύχος Ἐνημερωτικοῦ Δελτίου, πού ἀναφέρεται στὶς δραστηριότητες τῆς Ἀκαδημίας καὶ τῶν μελῶν της γιὰ τὸ διάστημα ἀπὸ τὸν Ἰανουάριο ἕως τὸ Σεπτέμβριο τρέχοντος ἔτους.

Ἡ Ἀκαδημία Ἀθηνῶν συμμετεῖχε στὴ Διεθνή Ἐκθεση Βιβλίου κατὰ τὴν περίοδο τῶν Ὀλυμπιακῶν Ἀγώνων τοῦ Πεκίνου.

Ἀπὸ τὰ ἔσοδα τῶν ὑπὸ τὴ διοίκηση καὶ διαχείριση τῆς Ἀκαδημίας κληροδοτημάτων ἀπονέμονται ἑτησίως ὑποτροφίες γιὰ μεταπτυχιακὲς σπουδὲς σὲ διάφορους ἐπιστημονικοὺς κλάδους. Τὸ 2008 χορηγήθηκαν σὰρὰντα τρεῖς (43) ὑποτροφίες.

Στὴ Βιβλιοθήκη τῆς Ἀκαδημίας εἰσήχθησαν 730 νέοι τίτλοι ἑλληνικῶν καὶ ξενόγλωσσων βιβλίων καθὼς καὶ 843 τεύχη ἐπιστημονικῶν περιοδικῶν. Καταλογογραφήθηκαν 800 μονογραφίες καὶ 60 περιοδικὰ καὶ ἔγινε παραλαβὴ - διαχείριση σὲ 4.800 τεύχη περιοδικῶν ἐκδόσεων.

Ψηφιοποιήθηκαν τὰ Πρακτικὰ καὶ οἱ Πραγματεῖες τῆς Ἀκαδημίας, καθὼς καὶ οἱ βιβλιογραφίες Legrand, Γκίνη - Μέξα καὶ Θωμᾶ Παπαδόπουλου, συνοδευόμενες ἀπὸ 50.000 σελίδες μονογραφιῶν πού συνδέονται μὲ τὶς βιβλιογραφίες αὐτές.

Ἀναβαθμίστηκε τὸ λογισμικὸ τῆς Βιβλιοθήκης καὶ πραγματοποιήθηκε μετάπτωση τῶν ἀρχείων στὸ νέο σύστημα.

Ἐξυπηρετήθηκαν 4.220 αἰτήματα χρηστῶν.

Μὲ τὴν ἐπίβλεψη τῆς Τεχνικῆς Ὑπηρεσίας τῆς Ἀκαδημίας ὁλοκληρώθηκαν οἱ ἐργασίες τοῦ συγχρηματοδοτούμενου ἀπὸ πιστώσεις τοῦ Γ' ΚΠΣ ἔργου «Ἀποκατάσταση Βλαβῶν Κτηρίου τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν ἀπὸ τὸ Σεισμὸ τῆς 7-9-99», συνολικῆς ἀξίας ἐργασιῶν 4.000.000 εὐρώ.

Εἰδικότερα:

- α) Ὁλοκληρώθηκε τὸ σύνολο τῶν ἐργασιῶν ἐπισκευῆς τῆς στέγης.
- β) Ἔχουν ὁλοκληρωθεῖ οἱ ἐργασίες ἀποκατάστασης, συντήρησης, διατήρησης μαρμάρινων καὶ πέτρινων στοιχείων καὶ τοῦ ζωγραφικοῦ διακόσμου. Στὶς ἐργασίες αὐτές περιλαμβάνονται καὶ οἱ ἐργασίες συντήρησης τῶν ἀγαλμάτων τοῦ Ἀπόλλωνα καὶ τῆς Ἀθηνᾶς.

- γ) Έχουν ολοκληρωθεί οι προβλεπόμενες εργασίες αποκατάστασης, συντήρησης, διατήρησης τῶν ὀροφωγραφιῶν καὶ τῶν τοιχογραφιῶν, καί, τέλος,
- δ) ὀλοκληρώθηκε τὸ ἔργο στερέωσης ψευδοδοκῶν ὀροφῆς τῆς Αἴθουσας Τελετῶν τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν.

Μετὰ ἀπὸ δεκαετεῖς προσπάθειες, ἡ Διοίκηση τῆς Ἀκαδημίας, σὲ συνεργασία μὲ τὴν Ἑταιρεία Διαχειρίσεως καὶ Ἀξιοποιήσεως τῆς Περιουσίας τῆς Ἀκαδημίας καὶ τῆς τεχνικῆς ὑπηρεσίας της, πέτυχε τὴν ἀναγκαστικὴ ἀπαλλοτριώση τοῦ οἰκοπέδου ἐπὶ τῶν ὁδῶν Σίνα καὶ Βησσαρίωνος, στὸ ὁποῖο θὰ ἀνεγερθεῖ κτήριο γιὰ τὴν ἐκπλήρωση τῶν σκοπῶν τοῦ Ἰδρύματος.

Ἡ Ἑταιρεία Διαχείρισης καὶ Ἀξιοποίησης τῆς Περιουσίας τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν (Ε.Δ.Α.Π.Α.) ἐξέδωσε καὶ στὴν παρούσα περίοδο τεῦχος, τὸ ὁποῖο περιλαμβάνει τὴν ἐτήσια ἀπογραφή τῆς κινητῆς καὶ ἀκίνητης περιουσίας καὶ ἀποτελεῖ πολύτιμο βοήθημα τῶν ὑπηρεσιῶν τῆς Ἀκαδημίας.

Κατὰ τὸ ἔτος 2008 ἐκπονήθηκαν μελέτες γιὰ τὴν ἐγκατάσταση νέων τεχνολογικῶν ὑποδομῶν, ὅπως ἡ μελέτη γιὰ τὴ διασύνδεση τοῦ Μεγάρου τῆς Ἀκαδημίας, μὲ ὀπτικές Ἴνες, στὸ δίκτυο κορμοῦ τῶν ἑλληνικῶν πανεπιστημίων καὶ ἐρευνητικῶν κέντρων.

Στις 4 Ἰανουαρίου τοῦ 2009 συμπληρώνονται πέντε ἔτη ἀπὸ τὴν ἔναρξη σύνταξης τοῦ *Χρηστικοῦ Λεξικοῦ τῆς Νεοελληνικῆς Γλώσσας τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν*. Ὡς ἐπιστημονικὸς ὑπεύθυνος τοῦ ἐρευνητικοῦ προγράμματος βρίσκομαι στὴν ευχάριστη θέση νὰ ἀνακοινώσω ἐπίσημα τὴν ὀλοκλήρωση τοῦ πρώτου μέρους τοῦ Λεξικοῦ, στὸ ὁποῖο συμπεριλαμβάνονται τὰ γράμματα ἀπὸ τὸ Α ἕως καὶ τὸ Κ. Τὸ ἔργο προβλέπεται νὰ ὀλοκληρωθεῖ καὶ νὰ κυκλοφορήσει τὸ 2010. Ἡ ἠλεκτρονικὴ βάση δεδομένων περιέχει 109.000 λήμματα καὶ στερεότυπες ἐκφράσεις μὲ 137.000 σημασίες, οἱ ὁποῖες τεκμηριώνονται μὲ πλῆθος χρηστικῶν παραδειγμάτων, 30.000 συνώνυμα καὶ 18.000 ἀντώνυμα. Οἱ γνωστικοὶ τομεῖς ἀνέρχονται σὲ 142. Καὶ ἀπὸ τὴ θέση αὐτὴ ἐκφράζω τὶς θερμὲς εὐχαριστίες τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν πρὸς τὸ Ἰπουργεῖο Οἰκονομίας καὶ Οἰκονομικῶν γιὰ τὴ χορήγηση τοῦ πο-

σοῦ τῶν 100.000 εὐρῶ κατά τὸ τρέχον ἔτος, πρὸς τὸ Ὑπουργεῖο Ἐθνικῆς Παιδείας καὶ Θρησκευμάτων γιὰ τὴν ἀνανέωση τῆς ἀπόσπασης ἑξὶ ἔμπειρων φιλόλογων, ὅπως καὶ πρὸς τὸ Ἰνστιτοῦτο Ἐπεξεργασίας τοῦ Λόγου γιὰ τὶς συνεχεῖς βελτιώσεις τοῦ λογισμικοῦ. Εὐχαριστοῦμε, ἐπίσης, τὸ Ὑπουργεῖο Ἐσωτερικῶν, τὸ ὁποῖο ἐνέκρινε τὴν ἔκδοση τοῦ Λεξικοῦ ἀπὸ τὸ Ἐθνικὸ Τυπογραφεῖο. Ἡ ἠλεκτρονικὴ βάση δεδομένων τῆς νεοελληνικῆς γλώσσας ἐμπλουτίζεται συνεχῶς, μὲ ἀπώτερο στόχο τὴν κατάρτιση, σὲ μιὰ πρώτη φάση, ἑνὸς πίνακα 350.000 λημμάτων ἀπὸ τὶς περίπου 700.000 λέξεις ποὺ διαθέτει αὐτὴ τῆ στιγμή ἡ νεοελληνικὴ γλώσσα στὴ γραπτὴ καὶ προφορικὴ τῆς μορφή. Βασικὸ μέλημα τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν παραμένει, ἐκτὸς τῶν ἄλλων, ἡ δημιουργία τῶν ἀπαραίτητων ἔργων ὑποδομῆς γιὰ τὴν ἀποτελεσματικότερη διδασκαλία, προβολὴ καὶ διάδοση τῆς ἑλληνικῆς γλώσσας καὶ τοῦ ἑλληνικοῦ πολιτισμοῦ.

Μὲ ἀπόφαση τῆς Συγκλήτου οἱ δραστηριότητες τῶν Κέντρων καὶ τῶν Γραφείων Ἐρευνῶν τῆς Ἀκαδημίας δὲ θὰ παρουσιασθοῦν σήμερα. Θὰ ἀνακοινωθοῦν ἀπὸ τὸν ἀπερχόμενον Πρόεδρο κ. Κωνσταντῖνο Δρακάτο, κατὰ τὴ συνεδρία τῆς ἀναλήψεως τῶν καθηκόντων ἀπὸ τὸν νέο Πρόεδρο τοῦ Ἰδρύματος κ. Πάνο Ἀ. Λιγομενίδη, στίς 15 Ἰανουαρίου 2009.

Καὶ τώρα οἱ ἀπονεμόμενες, μετὰ γνώμην τῶν ἀρμοδίων Τάξεων καὶ ἀπόφαση τῆς Ὀλομελείας, τιμητικὲς διακρίσεις γιὰ τὸ ἔτος 2008.

ΤΑΞΙΣ ΤΩΝ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

1. Ἡ βραβευόμενη ἐργασία δημοσιεύθηκε στὸ ἔγκυρο ἐπιστημονικὸ περιοδικὸ *Journal of Petrology* καὶ ἐμπίπτει στὸν τομέα τῆς Ἐφαρμοσμένης καὶ Θεωρητικῆς Γεωχημείας καὶ Πετρολογίας τοῦ ἀνωτέρου μανδῦα μὲ ἐφαρμογὴ στὴν Ἀνατολικὴ Ἑλλάδα μετὰξὺ Κύμης καὶ Ἀνατολικῆς Ροδόπης. Οἱ συγγραφεῖς ἐπιχειροῦν λεπτομερῆ γεωχημικὴ διερεύνηση τῆς σχέσεως μετὰξὺ τῶν ἰχνοστοιχείων καὶ ἄλλων στοιχείων, καὶ τὴ συγκρίνουν μὲ διάφορα γεωχημικὰ μοντέλα.

Γιὰ τὴν ἐργασία τους «Πετρογένεση τῶν ὑπερμαφικῶν πετρωμάτων ἀπὸ τὸ ὑπερ-ὑψηλῶν πιέσεων μεταμορφικὸ σύμπλεγμα τῆς Κύμης, στὴν Ἀνατολικὴ Ροδόπη (BA Ἑλλάδα)», ἀπονέμεται τὸ βραβεῖο **Κωνσταντίνου**

Κτενά (Όρυκτολογίας), με χρηματικό έπαθλο 5.000 ευρώ, στον καθηγητή κ. **Ιωάννη Μπαζιώτη** και τον κ. **Ευριπίδη Μπόσκο**.

2. Η βραβευόμενη πρωτότυπη εργασία δημοσιεύθηκε στο *Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Έταιρείας* και περιγράφει κατάλληλα τροποποιημένη τεχνική των μαγνητικών και ηλεκτρικών μετρήσεων, που εφαρμόζεται συνήθως στην ξηρά, για τον έντοπισμό αντικειμένων στο βυθό της θάλασσας. Το ενδιαφέρον της εργασίας αυτής έγκειται στο ότι ένας γεωφυσικός του *Ίνστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Έρευνών*, με τελείως δική του πρωτοβουλία και μέσα, χρησιμοποιώντας επιτυχώς τις τεχνικές του γνώσεις, τροποποίησε τη γεωφυσική μέθοδο που εφαρμόζεται συνήθως στην ξηρά, με σκοπό να μπορεί να έντοπίσει σχετικώς μικρά αντικείμενα που κεινται επάνω και κάτω από την επιφάνεια του βυθού της θάλασσας, όπως και το πάχος της υπερκείμενης άμμου.

Για την εργασία του «*Υποθαλάσσια γεωφυσική έρευνα αρχαίου ναυαγίου πλησίον του ακρωτηρίου του Μαραθώνα*», απονέμεται το **βραβείο Κωνσταντίνου Κτενά (Γεωλογίας)**, με χρηματικό έπαθλο 5.000 ευρώ, στον κ. **Θεόδωρο Στάμου**.

3. Το βραβείο **Αικατερίνης Κέπετζη**, εις μνήμην του συζύγου της *ιάτρου Νικολάου Κέπετζη*, με χρηματικό έπαθλο 3.000 ευρώ, απονέμεται, σύμφωνα με την προκήρυξη, στην *αριστούχο με την ύψηλότερη βαθμολογία (βαθμός πτυχίου 9,51) πτυχιούχο της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Αθηνών, του ακαδημαϊκού έτους 2006-2007, κυρία Έλευθερία Κοροπούλη*.

4. Τα τέσσερα βραβεία **Δημητρίου Λαμπαδαρίου**, με χρηματικό έπαθλο 3.000 ευρώ το καθένα, απονέμονται, σύμφωνα με την προκήρυξη, στους με την ύψηλότερη βαθμολογία στο μάθημα της Γεωδαισίας αποφοίτους Πολυτεχνικών Σχολών της χώρας μας, *ακαδημαϊκού έτους 2006-2007:*

- 1) Το πρώτο στον κ. **Αναστάσιο Γκοτζαμάνη**, απόφοιτο του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Πατρών (βαθμός στο μάθημα της Γεωδαισίας 9).
- 2) Το δεύτερο στον κ. **Γεώργιο Ζιώγα**, απόφοιτο του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Δημοκρετίου Πανεπιστημίου Θράκης (βαθμός στο μάθημα της Γεωδαισίας 9).

- 3) Τὸ τρίτο στὸν κ. **Νικόλαο Βλασταρά**, ἀπόφοιτο τοῦ Τμήματος Μηχανικῶν Ὑδρ. κ. Πόρ. τοῦ Πολυτεχνείου Κρήτης (βαθμὸς στὸ μάθημα τῆς Γεωδαισίας 8,5).
- 4) Τὸ τέταρτο στὴν κυρία **Χριστίνα Σταλιᾶ**, ἀπόφοιτο τῆς Σχολῆς Ἀγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικῶν τοῦ Ἐθνικοῦ Μετσόβιου Πολυτεχνείου (βαθμὸς στὸ μάθημα τῆς Γεωδαισίας 8,08).

5. Στὴ βραβευόμενη ἐργασία ὁ συγγραφέας παρουσιάζει μιὰ τεχνικὴ “διόρθωση” τῶν ἀποτελεσμάτων ποὺ δίνει ἡ κλασικὴ μέθοδος τῆς βέλτιστης σημειακῆς προσαρμογῆς γιὰ τὴν ἐκτίμηση ἄγνωστων γεωδαιτικῶν σημάτων, μὲ σημαντικὲς ἐφαρμογὲς σὲ πολλοὺς τομεῖς τῆς ἐπιστήμης τῆς Γεωδαισίας.

Γιὰ τὴν ἐργασία του «Ἡ μέθοδος τῆς βέλτιστης σημειακῆς προσαρμογῆς μὲ τὴ χρήση δεσμεύσεων συμμεταβλητότητας σήματος», ἀπονέμεται τὸ βραβεῖο **Δημητρίου Λαμπαδαρίου**, γιὰ ἐρευνητικὴ ἐργασία στὸν κλάδο τῆς Γεωδαισίας, μὲ χρηματικὸ ἔπαθλο 5.000 εὐρώ, στὸν ἐπίκουρο καθηγητὴ τοῦ Ἀριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης κ. **Χριστόφορο Κωτσάκη**.

6. Ἡ βραβευόμενη ἐργασία ἀντιμετωπίζει ἐπιτυχῶς ἓνα τεχνολογικὸ πρόβλημα στὸν ἐμπλουτισμὸ μεταλλευμάτων καὶ εἰδικότερα στὸ χῶρο τῆς λεπτομεροῦς θραύσεως μεταλλεύματος.

Γιὰ τὴν ἐργασία του «Ἡ ἀνάπτυξη ἑνὸς μοντέλου ἀποδέσμευσης ὀρυκτῶν ἀπὸ τὴν ἐπανάληψη ἑνὸς ἀπλοῦ καὶ τυχαίου μοτίβου θραύσεως», ἀπονέμεται τὸ βραβεῖο τῆς **Οἰκογενείας Λουκᾶ Μούσουλου**, εἰς μνήμην τοῦ ἀκαδημαϊκοῦ **Λουκᾶ Μούσουλου**, μὲ χρηματικὸ ἔπαθλο 5.000 εὐρώ, στὸν κ. **Ἡλία Σταμπολιάδη**.

7. α) Ὁ συγγραφέας ἔχει δημοσιεύσει 77 ἐργασίες του σὲ ἔγκριτα εἰδικὰ περιοδικὰ γιὰ τὰ λεπιδοπτερα.

Ἡ βραβευόμενη μελέτη εἶναι μιὰ ἀνασκόπηση καὶ κριτικὴ ἐξέταση ἑνὸς συμπλέγματος εἰδῶν τῶν γαλάζιων πεταλούδων τῆς οἰκογενείας τῶν *Lycanidae*, καὶ βασίζεται σὲ ὕλικὸ ποὺ συνέλεξε ὁ ἴδιος ὁ συγγραφέας, καθὼς καὶ ὕλικὸ ἀπὸ μουσεῖα Φυσικῆς Ἱστορίας καὶ ζωολογικὰ μουσεῖα τῆς Εὐρώπης καὶ τῶν Ἠνωμένων Πολιτειῶν. Ἡ μελέτη τῶν εἰδῶν τῶν λεπιδοπτέρων παρουσιάζει ἰδιαίτερο ἐνδιαφέρον διότι ἀποτελοῦν ἓναν ἀπὸ τοὺς καλοὺς δείκτες βιοποικιλότητος.

Για την έργασία του «Ανασκόπηση τῶν εἰδῶν ποῦ ἀνήκουν στὴν ὁμάδα τῆς *Turanana endymion* (Λεπιδόπτερα: *Lycaenidae*)», ἀπονέμεται τὸ βραβεῖο Ἐμμανουὴλ Μπενάκη, μὲ χρηματικὸ ἔπαθλο 4.500 εὐρώ, στὸν κ. Ἰωάννη Κούτση.

β) Στὴν βραβευόμενη ἐργασία ἀπομονώνεται μιτοχονδριακὸ DNA ἀπὸ ἀπολιθωμένα ὅστα νάνων ἐλεφάντων τῆς Κρήτης καὶ διαπιστώνεται ἡ ἀλληλουχία τῶν βάσεων σὲ τμῆμα τοῦ γονιδίου τοῦ β-κυτοχρώματος καὶ ἡ διαφορετικὴ προέλευσή τους ἀπὸ ἐκείνους ἄλλων νήσων, ἐπιβεβαιώνοντας ἔτσι τὴν ἐπίδραση τῶν συνθηκῶν διατροφῆς. Τὸ ἐπίτευγμα στὴ μελέτη αὐτὴ εἶναι ἡ ἀπομόνωση καὶ διαπίστωση τῆς ἀλληλουχίας DNA σὲ ἀπολιθώματα 800.000 ἐτῶν. Ἡ πρωτότυπη αὐτὴ ἐργασία δημοσιεύθηκε στὸ περιοδικὸ *Biology Letters*.

Για τὴν ἐργασία του «Τὸ ‘ἀπολιθωμένο’ DNA συμβάλλει στὴν ἀναθεώρηση τῆς ἐξελικτικῆς ἱστορίας τῶν νάνων ἐλεφαντοειδῶν τῆς Μεσογείου», ἀπονέμεται τὸ βραβεῖο Ἐμμανουὴλ Μπενάκη, μὲ χρηματικὸ ἔπαθλο 4.500 εὐρώ, στὸν κ. Νικόλαο Πουλακάκη.

γ) Τὸ βραβευόμενο βιβλίο ἀσχολεῖται μὲ τὰ εἶδη τῆς οἰκογένειας τῶν *Phytoseiidae* τῆς ἐλληνικῆς καὶ κυπριακῆς πανίδας, καθὼς καὶ τὴν ταξινομήσή τους. Ἡ οἰκογένεια αὐτὴ τῶν ἀκάρων παρουσιάζει ἰδιαίτερο ἐνδιαφέρον ἀπὸ γεωργικῆς ἀπόψεως, διότι τὰ εἶδη τῆς ἀποτελοῦν διώκτες ἐπιβλαβῶν εἰδῶν φυτοφάγων ἀκάρων καὶ βλαπτικῶν ἐντόμων.

Τὸ βιβλίο ἀποτελεῖ ὑπόδειγμα μελέτης τῆς οἰκογενείας αὐτῆς καὶ εἶναι καρπὸς ἐπίπονης, λεπτομεροῦς καὶ ἐξαντλητικῆς ἐργασίας ποῦ ἀπέφερε πλῆθος νέων εἰδῶν γιὰ τὴν ἐπιστήμη.

Για τὸ βιβλίο του *Τὰ ἀκάρια Phytoseiidae (Τάξη: Mesostigmata) τῆς Ἑλλάδος καὶ τῆς Κύπρου*, ἀπονέμεται τὸ βραβεῖο Ἐμμανουὴλ Μπενάκη, μὲ χρηματικὸ ἔπαθλο 4.500 εὐρώ, στὸν ἀναπληρωτὴ καθηγητὴ κ. Γεώργιο Παπαδοῦλη.

δ) Στὴ βραβευόμενη μελέτη ἐξετάζεται ἡ ἀνθεκτικὴ στὴν ξηρασία εἴκοσι βιοτύπων καλλιεργούμενου σιταριοῦ ἀπὸ διάφορα μέρη τῆς Ἑλλάδος, καὶ ἀποδεικνύεται ὅτι οἱ μηχανισμοὶ τῆς διαφέρουν ἀπὸ βιότυπο σὲ βιότυπο. Οἱ παρατηρήσεις καὶ καταμετρήσεις ποῦ ἀποτυπώνονται λεπτομερῶς σὲ πίνακες καὶ σχεδιαγράμματα, δίδουν μιὰ εἰκόνα τῆς πολυπλοκότητος τοῦ φαινομένου, καὶ ἀποτελοῦν σημαντικὰ ἐφόδια γιὰ μιὰ βελτιωτικὴ προσπάθεια

έντοπισμού τῶν γονιδίων ἐκείνων πού θά δώσουν στίς ποικιλίες μαλακοῦ καί σκληροῦ σιταριοῦ τῆς Ἑλλάδας μεγαλύτερη ἀντοχή στήν ξηρασία.

Γιά τήν ἐργασία τους «Ἀξιολόγηση τῆς ἐπίδρασης τῆς ὑδατικῆς καταπόνησης στίς ἀποδόσεις καί μηχανισμοί ἀντοχῆς στήν ξηρασία 20 ἐγχώριων πληθυσμῶν σκληροῦ καί μαλακοῦ σιταριοῦ», ἀπονέμεται τὸ βραβεῖο Ἐμμανουήλ Μπενάκη, μέ χρηματικό ἔπαθλο 4.500 εὐρώ, στοὺς καθηγητὲς κ. Ἀνδρέα Καραμάνο, κυρία Γαρυφαλλιά Οἰκονόμου καί κ. Ἀνδρέα Παπασταύρου.

8. Ἡ βραβευόμενη ἐργασία δημοσιεύθηκε στὸ ἔγκριτο ἐπιστημονικὸ περιοδικὸ *Circulation*. Μὲ πειράματα σὲ χοίρους, ὁ συγγραφέας εἶναι ὁ πρῶτος πού ἀποδεικνύει ὅτι οἱ εὐάλωτες ἀθρωματικὲς πλάκες ἀναπτύσσονται σὲ ἀγγειακὲς περιοχές, στίς ὁποῖες ἐπικρατεῖ χαμηλὴ διατημητικὴ καταπόνηση.

Γιά τήν ἐργασία του «Πρόβλεψη τῆς ἀνάπτυξης τῆς εὐάλωτης ἀθρωματικῆς πλάκας στὰ στεφανιαῖα ἀγγεῖα μέ βάση τὸ χαμηλὸ shear stress», ἀπονέμεται τὸ βραβεῖο τῆς Οἰκογενείας Ἰωάννου Βλυσίδη, εἰς μνήμην Ἀντιγόνης Βλυσίδη, μέ χρηματικὸ ἔπαθλο 3.000 εὐρώ, στὸν κ. Ἰωάννη Χατζηζήση.

9. Τὸ βραβευόμενο βιβλίον πραγματεύεται ὅλες σχεδὸν τίς μεθόδους ποσοτικῆς ἐκτιμῆσεως μεταβλητῶν κατὰ τήν οἰκολογικὴ ἔρευνα, τὴν ἀξιοπιστία τους, τὴ διακύμανσή τους καθὼς καί πολυπαραγοντικὲς μεθόδους. Ὁ συγγραφέας ἀποφεύγει τοὺς στατιστικoὺς πίνακες καί παρουσιάζει ποσοτικὰ παραδείγματα πού καθιστοῦν τὸ βιβλίον προσιτὸ σὲ μεγάλο εὖρος ἀναγνωστῶν, καί παράλληλα πρωτότυπη, εὐχρηστέρα καί πολύτιμη συνεισφορά στὴ σχετικὴ ἐπιστημονικὴ βιβλιογραφία.

Γιά τὸ βιβλίον του *Ποσοτικὲς Οἰκολογικὲς Μέθοδοι* – Ἀπὸ τὴν Θεωρία στήν Πράξη, ἀπονέμεται βραβεῖο στὸν ὁμότιμο καθηγητὴ κ. Μιχαήλ Καρανδεινό.

ΤΑΕΙΣ ΤΩΝ ΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΚΑΛΩΝ ΤΕΧΝΩΝ

1. Ὁ Δημήτριος Σοφιανὸς γεννήθηκε στὸν Πάνορμο τῆς Τήνου. Ἀφοῦ ὀλοκλήρωσε τίς σπουδὲς του στὸ Πανεπιστήμιον Ἀθηνῶν, ἐργάσθηκε στὸ Κέντρο Βυζαντινῶν Ἐρευνῶν τοῦ τότε Βασιλικοῦ Ἰδρύματος Ἐρευνῶν καί

στό Κέντρον Ἐρεῦνης τοῦ Μεσαιωνικοῦ καὶ Νέου Ἑλληνισμοῦ τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν, ἀρχικά ὡς ἐρευνητῆς καὶ ἀπὸ τὸ 1984 ὡς διευθυντῆς. Τὸ 1997 ἐκλέχθηκε καθηγητῆς τῆς Βυζαντινῆς Παιδείας στὸ Ἴονιο Πανεπιστήμιο.

Πλῆθος δημοσιευμάτων του ἀναφέρονται στὴν ἱστορία τῆς γενέτειράς του Τήνου. Οἱ περισσότερες, ὅμως, ἐργασίες του ἀφοροῦν στὴ Θεσσαλία. Περιλαμβάνουν ἐκδόσεις κειμένων καὶ βυζαντινῶν ἐγγράφων μὲ πλούσιο σχολιασμό, κυρίως βίους ἀγίων, ἐπισκόπων, ἡγουμένων καὶ κτητόρων μονῶν καθὼς καὶ νεομαρτύρων. Ἡ σπουδαιότερη, ὅμως, προσφορά του, ἀφορᾷ στὰ χειρόγραφα τῶν Μονῶν τῶν Μετεώρων, ποὺ ἐκδόθηκαν σὲ πέντε τόμους ἀπὸ τὴν Ἀκαδημία Ἀθηνῶν. Ἐπιμελήθηκε καὶ συμπλήρωσε τὸν τόμο γιὰ τὰ χειρόγραφα τῆς Μονῆς Βαρλάαμ καὶ συνέγραψε ἐξ ὀλοκλήρου τοὺς τρεῖς ὀγκώδεις τόμους γιὰ τοὺς κώδικες τῶν Μονῶν Ἁγίου Στεφάνου καὶ Ἁγίας Τριάδος, μὲ ἐκτενῆ προλεγόμενα, τὴν ἱστορία τῶν μονῶν καὶ περιγραφή τῶν κωδίκων σύμφωνα μὲ τὴ σύγχρονη μεθοδολογία τῆς κωδικολογίας. Ἡ τελευταία του ἐκδοσις ἀφορᾷ στὰ χειρόγραφα τῆς Θεσσαλικῆς Μονῆς Δουσίου.

Οἱ ἐργασίες του προώθησαν ἀποφασιστικά τὴ γνώση τῆς μεσαιωνικῆς καὶ νεώτερης ἱστορίας τῆς Θεσσαλίας, τὴν ἀγιολογία καὶ τὴν κωδικολογία.

Γιὰ τὸ σύνολο τῆς ἐπιστημονικῆς του προσφοράς, ἀπονέμεται ἀργυρὸ μετάλλιο στὸν **Δημήτριο Σοφιανό**, δυστυχῶς πρόσφατα ἀποβιώσαντα.

2. Ὁ βραβεύμενος ποιητῆς, μὲ πολὺπλευρῆ συγγραφικὴ φλέβα, δέχτηκε ἔντονη τὴν ἐπίδραση τοῦ πολιτισμοῦ καὶ τῆς μυστηριακῆς ἀτμόσφαιρας τῶν χωρῶν τῆς Ἀσίας κατὰ τὴν ἐκεῖ παραμονή του ὡς διπλωμάτης. Τὴ σαγήνη αὐτῆς τῆς ἀτμόσφαιρας ἀναδίδουν τὰ βιώματα καὶ οἱ συγκινήσεις του, καταγεγραμμένα μὲ ἀθόρυβο καὶ μεταξωτὸ πάθος στὸ ἔργο του. Μὲ κόσμιο, περίτεχνο τρόπο, ἀναδεικνύει τὴ μεγάλη σημασία τῆς λεπτομέρειας, τὴν ἀλήθεια καὶ τὸ αἶσθημα τῆς ποίησης.

Γιὰ τὴν ποιητικὴ του συλλογὴ *Λεπτομέρειες κόσμων*, ἀπονέμεται τὸ βραβεῖο **Λάμπρου Πορφύρα**, μὲ χρηματικὸ ἔπαθλο 5.000 εὐρώ, στὸν πρέσβυ κ. **Γεώργιο Βέη**.

3. Τὸ βραβεῖο εἰς μνήμην **Γιάννη Παπαϊωάννου**, μὲ χρηματικὸ ἔπαθλο 5.000 εὐρώ, γιὰ τὴ βράβευση Ἑλληνα συνθέτη, ὁ ὁποῖος ἔχει συμβάλει στὴν ἀνάπτυξη τῆς σοβαρῆς ἐλληνικῆς μουσικῆς, ἀπονέμεται στὸ νέο δημι-

ουργό με ἐξαιρετική καὶ ἔντονη συνθετική δραστηριότητα σὲ κάθε μουσικὸ τομέα, στὴν Ἑλλάδα καὶ τὸ ἐξωτερικόν, κ. **Φίλιππο Τσαλαχούρη**.

4. Τὸ βραβεῖο Ἑλένης Τιμολέοντος Μυκονίου, εἰς μνήμην τῶν γονέων τῆς Ἀνδρομέδας καὶ Τιμολέοντος Μυκονίου, μὲ χρηματικὸ ἔπαθλο 5.000 εὐρώ, ἀπονέμεται σὲ ἀριστοῦχο διπλωματοῦχο πιανίστα, ἀπονέμεται στὴν καλλιτέχνην μὲ λαμπρὲς σπουδὲς στὴν Ἑλλάδα καὶ τὸ ἐξωτερικόν καὶ προσωπικότητα πού ἐγγυᾶται ἀσφαλῆ καὶ ἀξιόλογη ἐξέλιξη, χάρις στὰ μουσικὰ καὶ τεχνικὰ προσόντα μὲ τὰ ὁποῖα εἶναι προικισμένη, κυρία **Κριστίν-Ἄνη Τοκατλιάν**.

5. Τὸ βραβευόμενον ἔργο εἶναι ἡ πρώτη πλήρης κριτικὴ ἔκδοσις τῶν Ἀπομνημονευμάτων τοῦ Νικολάου Σπηλιάδου σὲ ἑξὶ τόμους. Προηγεῖται ἐκτενὴς καὶ διαφωτιστικὴ εἰσαγωγή γιὰ τὸ συγγραφέα τῶν Ἀπομνημονευμάτων καὶ τὸ ἔργο τῆς δημοσίευσής τους, καὶ εἰδικότερα τὶς περιπέτειες πού γνώρισαν τὰ χειρόγραφα ἕως τὴν τελικὴ ἔκδοσίν τους. Ὁ σεβασμὸς τοῦ κειμένου ἔχει συνδυαστεῖ ἐπιτυχῶς μὲ τὴν ἀποκατάστασίν του, ὅπου ἦταν ἐλλιπὲς, μὲ ὑπομνηματισμὸ ἐντυπωσιακῆς πληρότητας καὶ ἀριστη τυπογραφικὴ ἐπιμέλεια.

Γιὰ τὸ ἐξάτομον ἔργο του Νικολάου Σπηλιάδου **ΑΠΟΜΝΗΜΟΝΕΥΜΑΤΑ**, ἧτοι **Ἱστορία τῆς Ἐπαναστάσεως τῶν Ἑλλήνων**, ἀπονέμεται τὸ βραβεῖο **Διονυσίου Κοκκίνου**, μὲ χρηματικὸ ἔπαθλο 5.000 εὐρώ, στὸν κ. **Παναγιώτη Χριστόπουλο**.

6. Τὸ βραβευόμενον βιβλίον ἀναφέρεται στὸ διανοούμενον τοῦ δεύτερου μισοῦ τοῦ 19ου αἰῶνα, Ἀνδρέα Ρηγόπουλο.

Ὁ Ρηγόπουλος, πού διατηροῦσε σχέσεις μὲ σπουδαίους εὐρωπαϊκούς διανοούμενους, ὅπως ὁ Victor Hugo, προπαγάνδιζε στὴν Εὐρώπῃ καὶ τὴν Ἀμερικὴν τὴ δημιουργία ἑνὸς μεγάλου ἑλληνικοῦ κράτους μὲ πρωτεύουσα τὴν Κωνσταντινούπολη, πού, μαζί μὲ τὰ ἄλλα ἔθνη κράτη, θὰ ἦταν μέρος τῶν Ἠνωμένων Πολιτειῶν τῆς Εὐρώπης. Ὁ συγγραφέας μελετᾷ τὴ ζωὴ καὶ τὶς ιδέες τοῦ Ρηγόπουλου καὶ τὶς ἐντάσσει στὸ εὐρύτερον πλαίσιον τῆς ἐποχῆς, ὅταν ἡ ἰδέα μιᾶς ἐνωμένης Εὐρώπης κυκλοφοροῦσε εὐρέως μεταξὺ τῶν διανοουμένων τῆς Δυτικῆς Εὐρώπης.

Γιὰ τὸ βιβλίον του **Μιά στιγμή τῆς Εὐρώπης** στὴν Ἑλλάδα τοῦ 19ου αἰῶνα. Ὁ λόγος, ἡ εἰκόνα, ὁ μῦθος τοῦ Ἀνδρέα Ρηγόπουλου, ἀπονέμεται τὸ

βραβείο Ἑλένης καὶ Πάνου Ψημένου, μὲ χρηματικὸ ἔπαθλο 5.000 εὐρώ, στὸν κ. **Νικόλαο Μπακουνάκη**.

7. Τὸ βραβευόμενον βιβλίον εἶναι ἡ πρώτη κριτικὴ ἔκδοσις τοῦ κειμένου τοῦ Μαρτυρίου τοῦ Ἀρέθα, δημοσιευμένη σὲ διεθνῶς ἀναγνωρισμένη ἐπιστημονικὴ σειρά στὸ Παρίσι.

Τὸ κείμενον ἀναφέρεται στὰ γεγονότα τοῦ 523 (σφαγὴς χριστιανῶν, μεταξὺ τῶν ὁποίων καὶ τοῦ «Ἐθνάρχου» Ἀρέθα, καταστροφὴ τῆς πόλεως Νεγράν κ.ἄ.).

Τὸ ἔργο ἀσχολεῖται μὲ τὸ δύσκολον θέμα τοῦ συγγραφέα τοῦ ἀνώνυμου κειμένου καὶ τὴν ἔρευνα παλαιότερων σχετικῶν κειμένων καὶ κειμένων τῆς Παλαιᾶς Διαθήκης ἐξετάζοντας τίς ὑπάρχουσες παλαιᾶς μεταφράσεις τους στὴν ἀραβικὴ καὶ ἄλλες ἀνατολικὰς γλῶσσες. Τὸ ἔργο συνοδεύεται ἀπὸ πλούσιον ὑπόμνημα πηγῶν, λεπτομερὲς κριτικὸ ὑπόμνημα, γαλλικὴ μετάφρασις, σημαντικὰς ὑποσημειώσεις καὶ πίνακα ἑλληνικῶν λέξεων.

Ἡ ἐργασία ἀνταποκρίνεται πλήρως καὶ κατὰ τὸν καλύτερον τρόπο στίς ἀπαιτήσεις τῆς σύγχρονης κριτικῆς φιλολογίας καὶ ἀποτελεῖ μιὰ ζηλευτὴ φιλολογικὴ ἐπίτευξις στὸν τομέα τῆς Βυζαντινῆς Φιλολογίας.

Γιὰ τὸ βιβλίον τῆς *Τὸ Μαρτύριον τοῦ Ἁγίου Ἀρέθα καὶ τῶν σὺν αὐτῷ*, ἀπονέμεται τὸ ἔπαθλον **Μιχαὴλ καὶ Ἰωάννου Κατσαρᾶ**, μὲ χρηματικὸ ἔπαθλον 5.000 εὐρώ, στὴν κυρία **Μαρίνα Δετοράκη**.

8. Τὸ βραβευόμενον ἔργο ἀποτελεῖ μιὰ συστηματικὴ μελέτη τῆς πολιτικῆς καὶ κοινωνικῆς ἱστορίας τῆς ἀρχαίας Θεσσαλονίκης, κυρίως διὰ τῶν ἐπιγραφῶν τῆς, καὶ χωρίζεται σὲ συστηματικὰ κεφάλαια ἀπὸ τὴ δημόσια ζωὴ τῆς πόλεως, τοὺς ἰδιωτικοὺς συλλόγους, τὸν κόσμον τῶν ἐπαγγελματιῶν, τὸν πληθυσμὸν τῆς, ταφικὸν λεξιλόγιον καὶ ταφικὰς πρακτικὰς καὶ testimonia epigraphica. Πρόκειται γιὰ σημαντικὸν ἐπιγραφικὸν καὶ ἱστορικὸν ἔργο γιὰ τὴν Θεσσαλονίκην, ποὺ θὰ προσφέρει μεγάλας ὑπηρεσίας στοὺς ἱστορικοὺς τῆς Μακεδονίας, γιὰτὶ περιέχει πλήρως ἐπεξεργασμένον καὶ ἐρμηνευμένον νέον ἱστορικὸν ὕλικον.

Γιὰ τὸ βιβλίον τοῦ *Ἐπιγραφικὰ Θεσσαλονίκεια*, ἀπονέμεται τὸ βραβεῖον **Γεωργίου Οἰκονόμου**, μὲ χρηματικὸ ἔπαθλον 5.000 εὐρώ, στὸν κ. **Παντελὴ Νίγδελην**.

9. Τὸ βραβευόμενον βιβλίον, γραμμένον στὴν ἀγγλικὴν γλῶσσαν, συμβάλλει

στήν καλύτερη κατανόηση του περίπλοκου αλλά και συναρπαστικού έργου του Σοφοκλή *Οιδίπους επί Κολωνῶν*.

Σκοπός του συγγραφέα είναι να αποδείξει ότι το τελευταίο έργο του Σοφοκλή δεν είναι μόνο μιὰ πλατιά ἐνόραση τῆς ἀθηναϊκῆς ὑπεροχῆς, ἀλλὰ καὶ ἓνα ἀξιόλογο ἀπόσταγμα βαθέων στοχασμῶν γιὰ τὴ θνητότητα καὶ τὴ θεία δύναμη. Ὑποστηρίζει ὅτι παρὰ τὴ σταθερὴ ἔμφαση τῆς τραγωδίας στίς ὑπαρξιακὲς ἀνησυχίες, ἡ ὑποδοχὴ τοῦ *Οιδίποδος ἐπὶ Κολωνῶν* στοὺς νεώτερους χρόνους ἐπιβεβαιώνει τὴν ἐντύπωση τοῦ θεατρικοῦ ἔργου ὡς ἐνὸς ἐνδιαφέροντος δείγματος πολιτικῆς διερεύνησης, θρησκευτικῆς αἰσιοδοξίας καὶ πνευματικῆς ἐμπλοκῆς τοῦ ἀναγνώστη.

Γιὰ τὸ βιβλίο του *Οιδίπους ἐπὶ Κολωνῶν: Σοφοκλῆς, Ἡ Ἀθήνα καὶ ὁ Κόσμος*, ἀπονέμεται τὸ βραβεῖο τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν, γιὰ βράβευση ἔργου κλασικῆς φιλολογίας, μὲ χρηματικὸ ἔπαθλο 5.000 εὐρώ, στὸν καθηγητὴ κ. Ἀνδρέα Μαρκαντωνάτο.

10. Τὸ βραβευόμενο βιβλίο εἶναι ἓνα ἐντυπωσιακὸ σύγγραμμα, μὲ πλουσιώτατη εἰκονογράφηση καὶ σχέδια, καὶ διαιρεῖται σὲ τρία μέρη: Στὸ πρῶτο μέρος ἐξετάζονται μεθοδικὰ οἱ προϋποθέσεις καὶ τὰ αἷτια γιὰ τὴ δημιουργία τῆς παραστάσεως τοῦ μελισμοῦ, πού ἐμφανίζεται στὴν ἀψίδα τῶν ναῶν τὸν 12ο αἰώνα. Ἀκολουθεῖ στὸ δεύτερο μέρος ἡ εἰκονογραφικὴ ἀνάλυση καὶ ἐρμηνεῖα τοῦ μελισμοῦ καί, τέλος, παρατίθεται κατάλογος τῶν μέχρι τὴν ἄλωση παραστάσεων τοῦ μελισμοῦ στὴ Χερσόνησο τοῦ Αἴμου, τὴ Μικρὰ Ἀσία καὶ τὰ νησιά.

Γιὰ τὸ βιβλίο τῆς *Ὁ Μελισμός. Οἱ συλλειτουργοῦντες ἱεράρχες καὶ οἱ ἄγγελοι*—διάκονοι μπροστὰ στὴν ἁγία τράπεζα μὲ τὰ τίμια δῶρα ἢ τὸν εὐχαριστιακὸ Χριστό, ἀπονέμεται τὸ βραβεῖο **Μαρίας Θεοχάρη**, ἀθλοθετούμενο ἀπὸ τὸ Ἰδρυμα «Περικλῆς Θεοχάρης», μὲ χρηματικὸ ἔπαθλο 5.000 εὐρώ, οἴκοθεν, στὴν ἀναπληρώτρια καθηγήτρια κυρία **Χαρίκλεια Κωνσταντινίδη**.

11. Ἡ βραβευόμενη ἐργασία ἔχει ὡς θέμα τῆς τὴν ἄνοδο καὶ τὴν πώση τοῦ ἐπαναστατικοῦ σπαρτιατικοῦ κινήματος, δηλαδὴ τίς προσπάθειες τῶν ἡγετῶν τῆς Σπάρτης ἀπὸ τὸ 243 ἕως τὸ 146 π.Χ. γιὰ τὴν ἀποκατάσταση τῆς πόλης τους, πού εἶχε παρακμάσει, καί, συνακόλουθα, τὴν ἀποκατάσταση τῆς ἰσχύος τῆς καὶ τὴν ἀναβίωση τῶν ἠθικῶν καὶ πολιτικῶν ἀξιών τοῦ ἔνδοξου παρελθόντος τῆς.

Ἡ μελέτη εἶναι συστηματική, φανερώνει γνώση τῶν πηγῶν καὶ τῆς βιβλιογραφίας, καὶ ἡ διαπραγματεύση τῶν ἐπὶ μέρους θεμάτων εἶναι ἄρτια.

Γιὰ τὴ μελέτη του «Εἰς τὸ ὄνομα τοῦ Λυκούργου. Ἡ ἄνοδος καὶ ἡ πτώση τοῦ ἐπαναστατικοῦ σπαρτιατικοῦ κινήματος (243-146 π.Χ.)», ἀπονέμεται τὸ βραβεῖο τοῦ Συνδέσμου τῶν ἐν Ἀττικῇ Λακεδαιμονίων, μὲ χρηματικὸ ἔπαθλο 5.000 εὐρώ, στὸν κ. **Μιλτιάδη Μιχαλόπουλο**.

12. Ἡ βραβευόμενη ἐργασία ἀποτελεῖ συστηματικὴ ἀρχαιολογικὴ - τεχνολογικὴ μελέτη γιὰ τὴν ἀργολικὴ ἀσπίδα, πού θεωρεῖται ὁ πολυτελέστερος τύπος τοῦ ἀμυντικοῦ αὐτοῦ ὄπλου στὴν ἀρχαιότητα.

Ἡ συγγραφέας ἐξετάζει κυρίως τεχνολογικὰ τὸ πλούσιο ὕλικό, τὸ ὁποῖο ἔχει συγκεντρώσει, καὶ συνθέτει μιὰ συστηματικὴ μελέτη περὶ τῆς ἀργολικῆς ἀσπίδας, πολὺ χρήσιμη γιὰ τὴν ἐρμηνεῖα εὐρημάτων ἢ τὴν ἀναγνώριση ἀρχαίων, τῶν ὁποίων ἡ χρῆση δὲν ἔχει γίνει ἀκόμη γνωστὴ.

Γιὰ τὴ μελέτη της «Ὅπλον. Ἡ ἀργολικὴ ἀσπίδα καὶ ἡ τεχνολογία της», ἀπονέμεται τὸ βραβεῖο Αὐρηλίας Κομνηνοῦ, μὲ χρηματικὸ ἔπαθλο 5.000 εὐρώ, στὴν κυρία **Βασιλικὴ Σταματοπούλου**.

13. α) Ἡ βραβευόμενη μελέτη εἶναι μιὰ συλλογὴ γλωσσικοῦ ὕλικου ἀπὸ τὸ χωριὸ Δρακότρυπα Ἀγράφων.

Περιλαμβάνει πλούσιο γλωσσικὸ ὕλικό, μὲ παραδείγματα πού ἀποδίδουν τὸ διαλεκτικὸ λόγο τῆς περιοχῆς, καὶ πλήρη περιγραφή τῆς γραμματικῆς τοῦ ιδιώματος, ἐνῶ παρέχει δείγματα ρέοντος ιδιωματοῦ λόγου μὲ τὴν παράθεση παραμυθιῶν. Ἐπισημαίνονται ἡ ἀξία τῶν παραδειγμάτων πού παρατίθενται, τὰ ἐρμηνεύματα τῶν ιδιωματοῦ λέξεων, ἡ ἀναλυτικὴ καὶ ἀκριβῆς περιγραφή τοῦ σημασιολογικοῦ περιεχομένου τοῦ λήμματος καὶ ἡ καλὴ, μὲ συμβατικὸ τρόπο, φωνητικὴ ἀπόδοση. Τέλος, παρατίθενται παροιμίες καὶ δημοτικὰ τραγούδια σὲ γνήσιο ιδιωματοῦ λόγο.

Γιὰ τὴν ἐργασία τους «Ἡ γλῶσσα τῆς Δρακότρυπας Ἀγράφων: Γραμματικὴ-Δεξιλόγιον» ἀπονέμεται τὸ βραβεῖο τοῦ Κέντρου Ἐρεῦνης τῶν Νεοελληνικῶν Διαλέκτων καὶ Ἰδιωμάτων - ΙΑΝΕ τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν, μὲ χρηματικὸ ἔπαθλο 5.000 εὐρώ, στοὺς **Δημήτριο Τσιουρῆ, Σταυρούλα Τσιουρῆ καὶ Ἀθανασία Τσιουρῆ**.

6) Ἡ δεύτερη βραβευόμενη συλλογὴ περιέχει γλωσσικὸ ὕλικό ἀπὸ τὴ Λῆμνο.

Τὸ μεγαλύτερο μέρος τῆς συλλογῆς ἀφορᾷ τὸ λεξιλόγιο τοῦ ἰδιώματος μὲ παράθεση παραδειγμάτων καὶ ἐρμηνεύματα τῶν ἰδιωματικῶν λέξεων. Ἡ ὑπόλοιπη συλλογὴ περιλαμβάνει παραμύθια σὲ ρέοντα ἰδιωματικὸν λόγον. Ὁ λεξικολογικὸς πλοῦτος καὶ τὰ ἐνδιαφέροντα διαλεκτικὰ στοιχεῖα πού περιέχει συμβάλλουν στὴν περιγραφὴ καὶ τὴ γλωσσογεωγραφικὴ θεώρησιν τοῦ λημνιακοῦ ἰδιώματος, πού εἶναι ἓνα ἀπὸ τὰ ἰδιάζοντος τύπου βορειοελλαδικὰ ἰδιώματα.

Γιὰ τὴν ἐργασία τοῦ «Λημνιακὸν γλωσσικὸν ἰδιῶμα», ἀπονέμεται τὸ δεῦτερον βραβεῖο τοῦ Κέντρου Ἑρευνῆς τῶν Νεοελληνικῶν Διαλέκτων καὶ Ἰδιωμάτων – ΙΑΝΕ τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν, μὲ χρηματικὸν ἔπαθλο 5.000 εὐρώ, στὸν κ. **Χρῆστο Κολλερό**.

14. Τὸ βραβευόμενον βιβλίον ἐξετάζει τοὺς μύθους, τὰ ἱερά, τὶς ιδιότητες καὶ τὴ λατρεία τῆς κυπρίας μεγάλης θεᾶς τῆς γονιμότητος πού ἀνάγεται, σύμφωνα μὲ τὰ εὐρήματα, στὸ 3.000 π.Χ. καὶ λατρευόταν ὡς ἄνασσα καὶ ταυτίσθηκε τελικὰ μὲ τὴν ἑλληνικὴν Ἀφροδίτη τῶν κλασικῶν χρόνων. Οἱ Ἕλληνες συνάντησαν τὴν μεγάλη αὐτὴ θεὰ ὅταν ἄρχισαν νὰ ἐγκαθίστανται στὴν Κύπρον τὸν 12ο αἰῶνα π.Χ., καὶ μετέφεραν τὴ λατρεία τῆς στὴν Ἑλλάδα, ὡς θεᾶς τοῦ ἔρωτα, διαμορφώνοντας καὶ τοὺς σχετικοὺς μύθους γιὰ τὴ γέννησίν της ἀπὸ τὸ Δία.

Ἡ συγγραφεῖα μελετᾷ τὴ λατρεία τῆς θεᾶς σὲ διάφορες περιοχὰς τοῦ νησιοῦ, ἐξετάζει τὰ εὐρήματα καὶ τὶς τοπικὰς ιδιομορφίας τῆς, καὶ κατορθώνει νὰ προσεγγίσει ὅσο γίνεται τὴν πολύμορφον αὐτὴν καὶ αἰνιγματικὴν θεότητα.

Γιὰ τὸ βιβλίον τῆς Κύπρις, ἢ Ἀφροδίτη τῆς Κύπρου. Ἀρχαῖες πηγὲς καὶ ἀρχαιολογικὲς μαρτυρίαι, ἀπονέμεται βραβεῖο, μὲ χρηματικὸν ἔπαθλο 5.000 εὐρώ, στὴν κυρία **Jacqueline Καραγιώργη**.

15. Ὁ βραβευόμενος καλλιτέχνης ἀσκει τὴ ζωγραφικὴν καὶ χαρακτικὴν καὶ μαθήτευσε κοντὰ σὲ σημαντικοὺς δασκάλους. Τὴν προσωπικότητά του χαρακτηρίζει ἡ αἰδημοσύνη, ἡ πίστη στὸ ἔργο του καὶ ἡ ἐργατικότητα. Ἔχει ἐμβαθύνει ἰδιαίτερα στὴν τεχνικὴ τῆς χαρακτικῆς καὶ τῆς λιθογραφίας.

Ἡ θεματογραφία του ἐγκλείει τὴ φύσιν καὶ εἰδικὰ τὴν ὑπαιθρον, μὲ βασικὸν στοιχεῖον τὴ διάχυσιν τοῦ φωτός. Ὅλα τὰ ἔργα του, τόσο τὰ ζωγραφικὰ ὅσο καὶ τὰ χαρακτικά, τὰ διαπερνᾷ διαυγὴς ἀτμόσφαιρα. Καὶ μὲ τοὺς

δύο τρόπους έκφρασης μεταδίδει στο θεατή τὸν ψυχικὸ του παλμὸ μὲ ἐπιφανειακὴ ἤρεμία. Εἶναι καλλιτέχνης πού δὲν παρασύρει στὴν ἐπιφάνεια ἀλλὰ κρύβει τὸ στοχασμὸ καὶ τὴν αἰσθαντικότητα. Ἡ ἐκπληκτικὴ σχεδιαστικὴ ἱκανότητά του ἀναδεικνύεται ἰδιαίτερα στὸ χαρακτηριστικὸ του ἔργο λόγω τῆς λιτότητας τῶν μέσων, ἀφοῦ σὲ αὐτὸ σπανίζει τὸ χρῶμα.

Γιὰ τὸ σύνολο τῆς καλλιτεχνικῆς του δημιουργίας ἀπονέμεται βραβεῖο στὸν ζωγράφο – χαρακτὴ κ. **Χριστόδουλο Γκαλιτέμη**.

16. Ὁ βραβευόμενος δημιουργός, ζωγράφος καὶ χαρακτὴς, διακρίνεται γιὰ τὴν ἔκταση τῶν ἀναζητήσεων καὶ τὸν πλοῦτο τῶν διατυπώσεών του.

Χαρακτηριστικὸ στοιχεῖο τῶν προσπαθειῶν του εἶναι ὁ τρόπος μὲ τὸν ὁποῖο ἐμπλουτίζει τὴ χαρακτηριστικὴ του μὲ ζωγραφικὲς ἀξίες καὶ τὴ ζωγραφικὴ του μὲ ἀξίες τῆς χαρακτικῆς. Ἡ χαρακτηριστικὴ του κινεῖται μὲ τὴν ἴδια ἄνεση σὲ ὅλες τὶς θεματογραφικὲς περιοχὲς καὶ δίνει ἔργα πού βασίζονται στὴ σχηματοποίηση τῶν μορφῶν, τὰ λυρικά περισσότερο χρώματα καὶ τὴν τονισμένη ἀπόδοση τοῦ χώρου. Στὴν τοπιογραφία του κινεῖται πολὺ κοντὰ στὸ κλίμα τοῦ φωτισμοῦ. Στὰ μυθολογικὰ καὶ ἀλληγορικὰ θέματα κυρίαρχα εἶναι τὰ ἰδεαλιστικὰ στοιχεῖα, στὰ ἐσωτερικὰ συνδυάζει γεωμετρικοὺς τύπους καὶ ἐξπρεσιονιστικὸ χρῶμα, ἐνῶ σὲ ἄλλα βασίζεται σὲ σύνθετο μορφοπλαστικὸ λεξιλόγιο.

Ἐξαιρετικὸς σχεδιαστὴς καὶ κάτοχος ἐκφραστικῶν δυνατοτήτων κατορθώνει νὰ δώσει ἔργα μὲ ἐξαιρετικὲς ἐκφραστικὲς προεκτάσεις. Τόσο στὴ χαρακτηριστικὴ σὲ ὅλες τὶς τεχνικὲς τῆς, ὅσο καὶ στὴ ζωγραφικὴ, ὁ προικισμένος αὐτὸς καλλιτέχνης διακρίνεται γιὰ τὴν κατοχὴ τῶν παραδοσιακῶν τύπων ἀλλὰ καὶ τῶν σύγχρονων ἀναζητήσεων.

Γιὰ τὸ σύνολο τῆς καλλιτεχνικῆς του δημιουργίας ἀπονέμεται βραβεῖο στὸ ζωγράφο – χαρακτὴ κ. **Τάκη Κατσουλίδη**.

17. Ὁ τιμώμενος, ἱστοριοδίφης ἐρευνητὴς καὶ συλλέκτης στοιχείων πού ἀφοροῦν ἰδιαίτερα τὴν Ἰπᾶτη καὶ τὴ Φθιώτιδα, ἔχει ἐπιδείξει ποικιλοτρόπως τὸ ἐνδιαφέρον του γιὰ τὴν κοινωνία καὶ τὸν πολιτισμὸ.

Συγγραφέας βιβλίων καὶ ἄλλων μελετῶν, συγκρότησε, ἐπὶ πενήντα χρόνια, ἰδιωτικὴ συλλογὴ νομισμάτων, ἢ ὅποια ἀριθμεῖ 3.700 νομίσματα, ἀρχαῖα, ρωμαϊκὰ, βυζαντινά, μεσαιωνικὰ, νεωτερικὰ καὶ σύγχρονα. Τὴν ἰδιωτικὴ του αὐτὴ συλλογὴ δώρισε, ἀπὸ ἀγάπη στὴ γενέτειρά του, στὸ Βυζαντινὸ Μουσεῖο Φθιώτιδας, στὴν Ἰπᾶτη. Ἐπίσης δώρισε συλλογὴ δίσκων

δημοτικῆς μουσικῆς στὸ Κέντρο Ἐρεῦνης Ἑλληνικῆς Λαογραφίας τῆς Ἀκαδημίας μας.

Γιὰ τὴ σημαντικὴ αὐτὴ προσφορά του, ἀπονέμεται ἔπαινος στὸν κ. **Κωνσταντῖνο Κοτσίλη**.

18. Τὸ βραβευόμενον ἔργο εἶναι μιὰ συνοπτικὴ γενικὴ ἐπισκόπηση τοῦ ἱστορικοῦ καὶ θεσμικοῦ πλαισίου τοῦ Ἰπουργείου Ἐξωτερικῶν. Τὸ βιβλίον ἐντυφεῖ στὰ καίρια σημεῖα τοῦ ὅλου θέματος μὲ ἀκρίβεια καὶ ἀσφάλεια ποὺ ὑποδηλώνουν τὴ μακρὰ διπλωματικὴ ἐμπειρία τοῦ συγγραφέα στὸ πεδίο τῆς διεθνoῦς ζωῆς, καθὼς καὶ τὴν ἰκανότητά του γιὰ ἐπιλογή τῆς ἐκάστοτε ἐπιβεβλημένης ἐντυπῆς μαρτυρίας — μὲ ἐκδηλῆ τὴν ἀξιοποίηση, κατὰ κύριο λόγο, τῶν κειμένων ποὺ ἔχουν συντάξει διπλωμάτες.

Γιὰ τὸ βιβλίον του Διὰ τῆς Διπλωματικῆς ὁδοῦ. Τὸ ἱστορικὸ καὶ θεσμικὸ πλαίσιο διαμόρφωσης τοῦ Ἑλληνικοῦ Ἰπουργείου Ἐξωτερικῶν, ἀπονέμεται ἔπαινος στὸν κ. **Χάρη Καραμπαρμπούνη**.

ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΤΡΟΥ ΧΑΡΗ

Τὸ βραβευόμενον βιβλίον εἶναι τὸ δεύτερον μυθιστόρημα τῆς συγγραφέως.

Δύο ἄνθρωποι, ἓνας ἄνδρας καὶ μιὰ γυναίκα, μακριὰ ἀπ' τὴν πατρίδα τους, ἐρωτεύονται, συνδέονται μὲ γάμο, καὶ πραγματοποιοῦν ἓνα ταξίδι στὴ χώρα τοῦ ἀνδρα, ὄχι ἐπιστροφῆς, ἀλλὰ περισσότερο διερεύνησης τῆς σχέσης τους. Φόβοι, ἐσωτερικὲς διακυμάνσεις καὶ νοσταλγία πλέκονται μὲ ἐρωτήματα καὶ ἀβεβαιότητες, γιὰ τὸ βάθος τῆς σχέσης καὶ τὸ νόημα τοῦ ἐρωτα. Καὶ ὅλα αὐτὰ μέσα ἀπὸ μιὰ πλοκὴ πειστικῆς καθημερινότητος μὲ ἐξίσου πειστικoὺς χαρακτῆρες.

Ἡ ἀνάπτυξη τῆς ἱστορίας, τὸ χτίσιμο τῶν ἡρώων της καὶ ὅλο τὸ μυθιστορηματικὸ ὕλικόν, ἔχουν ἀντιμετωπιστεῖ μὲ ἰδιαίτερη συγγραφικὴ ἐπάρκεια.

Γιὰ τὸ βιβλίον της **Θερμοκρασία Δωματίου**, ἀπονέμεται τὸ βραβεῖο μυθιστορηματος τοῦ **Ἰδρύματος Πέτρου Χάρη**, μὲ χρηματικὸ ἔπαθλο 6.000 εὐρώ, στὴν κυρία **Δήμητρα Κολλιᾶκου**.

ΙΔΡΥΜΑ ΚΩΣΤΑ ΚΑΙ ΕΛΕΝΗΣ ΟΥΡΑΝΗ

1. Ὁ τιμώμενος εἶναι γνωστός δοκιμογράφος καὶ ἔχει δημοσιεύσει μεγάλο ἀριθμὸ ἀρθρῶν σὲ ἔγκριτες ἐφημερίδες.

Τὸ βραβευόμενο ἔργο του εἶναι μιὰ συλλογὴ μελετημάτων, πολλὰ ἐκ τῶν ὁποίων ἀφοροῦν στὴ λογοτεχνία, στὸ βιβλίο, στὴν παιδεία, στὴ θέση καὶ τὴ σημασία τους στὴ σύγχρονη κοινωνία, καὶ σὲ προβληματισμούς γιὰ τὸ μέλλον.

Τὰ μελετήματα αὐτά, γραμμένα ἀπὸ ἄνθρωπο ποὺ οἱ προβληματισμοὶ του γιὰ τὴ λογοτεχνία, ἢ, πιὸ σωστά, γιὰ τὸν πολιτισμὸ γενικότερα, εἶναι συνάμα θεώρησή τους ὡς συστατικὸ τῆς ζωῆς μας ἐκ τῶν ὧν οὐκ ἄνευ, παρουσιάζουν μιὰ διάσταση ποὺ δὲ συναντᾶμε συχνὰ σὲ παρόμοιες ἐργασίες.

Γιὰ τὸ βιβλίο του *Ἡ ζωὴ ὡς διαδρομὴ – Δοκίμια αἰχμῆς*, ἀπονέμεται τὸ βραβεῖο δοκιμίου τοῦ Ἰδρύματος Κώστα καὶ Ἑλένης Οὐράνη, μὲ χρηματικὸ ἔπαθλο 6.000 εὐρώ, στὸν κ. **Διονύση Μαγκλιθέρα**.

2. Τὸ βραβευόμενο βιβλίο εἶναι ἡ ἀλληλογραφία ἐνὸς ἀγοριοῦ μὲ τὴ γιὰ τὴν, ποὺ οἱ γονεῖς του ἔχουν ἐγκαταστήσει σὲ γηροκομεῖο, στερώνοντας καὶ ἀπὸ τοὺς δύο τὸ ἰδιαιτέρου τῆς τρυφερότητας καὶ τῆς παρέας στὸ σπίτι. Ἔτσι, οὐσιαστικά, ἡ ἀλληλογραφία τους εἶναι ἕνας διάλογος τῆς μοναξιάς τοῦ καθενός. Τὸ θαυμαστὸ στὸν τρόπο ποὺ ἡ συγγραφέας καταγράφει αὐτὴ τὴ σχέση εἶναι ἡ ἀπλότητα μὲ τὴν ὁποία ὅλα ἐκφράζονται, παρ' ὅλο ποὺ δὲν εἶναι ὅλα τόσο ἀπλά καὶ ἀνώδυνα. Ἐνα κείμενο ποὺ θὰ μπορούσε νὰ ἐκπέσει σὲ μελοδραματισμούς μένει ὡστόσο σχεδὸν πάντα ὑπαινικτικό, καὶ φορές φορές ἀγγίζει τὰ σύνορα τῆς ποίησης.

Γιὰ τὸ βιβλίο της *Μ' ἀγαπᾷς; Σ' ἀγαπῶ!!!*, ἀπονέμεται τὸ βραβεῖο παιδικῆς λογοτεχνίας τοῦ Ἰδρύματος Κώστα καὶ Ἑλένης Οὐράνη, μὲ χρηματικὸ ἔπαθλο 6.000 εὐρώ, στὴν κυρία **Μαρία Πυλιώτου**.

3. Ὁ βραβευόμενος ποιητὴς εἶναι ἕνας ἀπὸ τοὺς σημαντικότερους τῆς μεταπολεμικῆς Ἑλλάδας. Ἡ γνησιότητα στὴν ποίησή του φάνηκε ἀπὸ τὴν πρώτη του κιόλας ποιητικὴ συλλογὴ, τὸ 1954. Ἀκολούθησαν πολλές ἀκόμῃ, ἀλλὰ καὶ πεζὰ καὶ μεταφράσεις ἔργων σημαντικῶν συγγραφέων.

Ἡ ποίησή του εἶναι μιὰ ἀκούραστη ἀκροάτρια τῶν προτάσεων γιὰ ἕναν καλύτερο κόσμο. Τὸ ποίημα, ἀκόμῃ καὶ αὐτοβιογραφικὸ, μετασχηματίζεται ἄμεσα σὲ μιὰ μαγικὴ φωτογραφία, ὅπου γύρω ἀπὸ τὸν ποιητὴ θαρρεῖς πῶς

εικονίζονται και βιογραφούνται πολυπρόσωποι πάσχοντες προβληματισμοί. Κι αυτό συνιστά μιὰ μορφή ἀλληλεγγύης, προσφορά πού ἀπαντᾷ σὲ ἕνα ἀπὸ τὰ πολλὰ μηνύματα τῆς τέχνης.

Γιὰ τὴν ἀκλόνητη ποιότητα τῆς ποιήσῃς του, παρὰ τοὺς κλονισμοὺς πού ὑπέστησαν ὅσες εὐγενεῖς ἰδέες τὴν ἐξέθρεψαν, ἀπονέμεται τὸ βραβεῖο ποιήσεως τοῦ Ἰδρύματος Κώστα καὶ Ἐλένης Οὐράνη, μὲ χρηματικὸ ἔπαθλο 6.000 εὐρώ, στὸν κ. **Τίτο Πατρίκιο**.

4. Ὁ βραβευόμενος συγγραφέας ἔχει ἐκδώσει συνολικὰ ἕως σήμερα 16 βιβλία, διηγήματα καὶ μυθιστορήματα, ἐνῶ σημαντικὴ προσφορά ἀποτελοῦν καὶ οἱ μεταφράσεις του ἔργων μεγάλων συγγραφέων.

Ζεῖ στὴν Ἀθήνα, ὅπου γεννήθηκε, καὶ ἐδῶ θὰ ζεῖ ὡς τὸ τέλος, ὅπως δηλώνει ὁ ἴδιος. Ἀγαπᾷ τὴν Ἀθήνα, αὐτὴ πού ὑπῆρξε κι αὐτὴ πού ἀπέμεινε, ἀγαπᾷ τοὺς αὐτόχθονες καὶ γηγενεῖς Ἀθηναίους, τοὺς ἐπαρχιωῆτες, ἐνῶ στὰ τελευταῖα του ἔργα ὑπάρχει στέγη ἔγνοιας καὶ γιὰ τοὺς μετανάστες. Κι ἴσως αὐτὴ ἡ ἀγάπη νὰ προσανατολίζει τὴν προικισμένη παρατηρητικότητά του σὲ περιοχές, φυσιογνωμίες καὶ γεγονότα πού μιὰ ἀνώτερη ἀπόφαση τὰ ἀδίκησε νὰ πάσχουν ἀπὸ ἕναν κατατρεγμὸ καὶ μιὰ μοναξιά πού ὅλα τὰ μέσα γιὰ τὴν καταπολέμησή τους σὰν νὰ δροῦν τελικὰ ὑπὲρ αὐτῆς. Ἀκόμη καὶ τὸ μέσον τοῦ ἔρωτα καθιστᾷ τοὺς ἥρωές του ἀκόμα πιὸ νικημένα μοναχικότερους. Μὲ χαρακτηριστικὸ τρόπο μυθοποιεῖ καὶ ἐνσωματώνει τὰ βιώματά του σὲ ἕνα ὀρισμένο αἰσθητικὸ ἀποτέλεσμα, πού πείθει ἀπὸ τὴν πρώτη κιόλας ἀράδα καὶ τὸν πιὸ δύστροπο ἀναγνώστη.

Γιὰ τὸν παρήγορο, ὀξὺ φωτισμὸ πού ρίχνει ἡ γραφὴ του στὰ ἀνεξήγητα, τὰ προδιαγεγραμμένα καὶ τὰ φθαρτά, ἀπονέμεται τὸ βραβεῖο πεζογραφίας τοῦ Ἰδρύματος Κώστα καὶ Ἐλένης Οὐράνη, μὲ χρηματικὸ ἔπαθλο 6.000 εὐρώ, στὸν κ. **Μένη Κουμανταρέα**.

ΤΑΞΙΣ ΤΩΝ ΗΘΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

1. Τὸ Ἐθνικὸ Συμβούλιο Ἑλληνίδων ὑπῆρξε ἡ πρώτη Ὁμοσπονδία Γυναικείων Ὁργανώσεων πού ἰδρύθηκε στὴν Ἀθήνα τὸ 1908. Σήμερα συμμετέχουν 47 ὀργανώσεις καὶ διακεκριμένες γυναῖκες τῆς ἐλληνικῆς κοινωνίας. Εἶναι μέλος τοῦ Διεθνοῦς Συμβουλίου Γυναικῶν, ἰδρυτικὸ μέ-

λος του Ευρωπαϊκού Λόμπυ Γυναικῶν καὶ μέλος τῆς Ἑνώσεως Γυναικῶν Νότιας Εὐρώπης.

Σκοποί του εἶναι ἡ προώθηση τῆς θέσεως τῆς γυναίκας σὲ ὅλους τοὺς τομείς τῆς ζωῆς, ἡ προάσπιση τῶν δικαιωμάτων τοῦ ἀνθρώπου, καὶ ἰδιαίτερα τῶν γυναικῶν καὶ τῶν παιδιῶν, ἡ συμβολὴ στὴν ἐδραίωση τῆς εἰρήνης καὶ τῆς συνεργασίας μεταξύ τῶν λαῶν, καὶ ἡ συμβολὴ στὴ διαπαιδαγώγηση τῆς νεότητος.

Στὶς σημαντικὲς δραστηριότητές του περιλαμβάνονται ἡ λειτουργία τῆς γνωστῆς παιδικῆς χαρᾶς «Κονίστρα Πετραλώνων», ἐνέργειες γιὰ νὰ περιληφθοῦν στὸ νέο Σύνταγμα διατάξεις γιὰ τὴν ἰσότητα ἀνδρῶν καὶ γυναικῶν, συμμετοχὴ στὶς νομοπαρασκευαστικὲς ἐπιτροπές γιὰ τὸν ἐκσυγχρονισμό τοῦ Οἰκογενειακοῦ Δικαίου, πολιτιστικὲς δραστηριότητες σὲ συνεργασία μὲ τὸ Ὑπουργεῖο Πολιτισμοῦ, ἡ παρακολούθηση τῆς ἐφαρμογῆς τῶν διεθνῶν συμβάσεων γιὰ τὴ μείωση τῶν διακρίσεων κατὰ τῶν γυναικῶν καὶ τῆς Διεθνούς Συμβάσεως γιὰ τὰ Δικαιώματα τοῦ Παιδιοῦ. Ἐπίσης, συμμετεῖχε ἐνεργὰ σὲ θέματα γυναικῶν ποὺ προωθεῖ ἡ Εὐρωπαϊκὴ Ἑνωσις, συμμετεῖχε στὴν διαδικασία κατάρτισης τοῦ Εὐρωπαϊκοῦ Συντάγματος μὲ θέσεις γιὰ θέματα ἰσότητας τῶν φύλων, λαμβάνει ἐνεργὸ μέρος σὲ δράσεις ποὺ ἀφοροῦν τὴ βία καὶ τὴ σεξουαλικὴ ἐκμετάλλευση παιδιῶν καὶ γυναικῶν καὶ τὴν ἔνταξη τῶν οἰκονομικῶν μεταναστῶν, καὶ προωθεῖ τὴ συμμετοχὴ γυναικῶν στὰ κέντρα λήψης ἀποφάσεων.

Γιὰ τὴ συμπλήρωση 100 χρόνων ἀξιολογότατης ἐθνικῆς καὶ κοινωνικῆς δραστηριότητος, ἀπονέμεται χρυσὸ μετάλλιο στὸ Ἐθνικὸ Συμβούλιο Ἑλληνίδων.

2. Στὴν βραβεύομενη ἐργασία ὁ συγγραφέας ἐξετάζει τὴ χωρικὴ κατανομὴ τοῦ εἰσοδήματος φυσικῶν προσώπων στὴν Ἑλλάδα βάσει στοιχείων ἀπογραφῆς τοῦ 2001 καὶ τῶν δηλωθέντων εἰσοδημάτων τοῦ προηγούμενου ἔτους. Ἀπὸ τὴν οἰκονομετρικὴ ἀνάλυση, τὴν ὁποία ἐπιχειρεῖ, προκύπτουν σημαντικὰ εὐρήματα, ποὺ ἐπιτρέπουν τὴ διεξοδικότερη διερεύνηση τῶν ἀγορῶν ἐργασίας καὶ τῆς παραγωγικῆς συγκροτήσεως τῆς χώρας σὲ τοπικὸ ἐπίπεδο.

Γιὰ τὴν ἐργασία του «Περιφερειακὴ ἀνάλυση τοῦ δηλωθέντος εἰσοδήματος στὴν Ἑλλάδα» ἀπονέμεται τὸ βραβεῖο τοῦ Ἰδρύματος Καθηγητοῦ Πανεπιστημίου Χαραλάμπους Σεπεντζῆ, μὲ χρηματικὸ ἔπαθλο 8.000 εὐρώ, στὸν κ. Πρόδρομο – Ἰωάννη Προδρομιδῆ.

3. Στο βραβεύόμενο βιβλίο εξετάζεται ή φύση και ό κοινωνικοοικονομικός ρόλος του θεσμού του Monte di Pietà (Τράπεζα τών Φτωχών), όπως διαμορφώθηκε στην Κέρκυρα από τό 1630 μέχρι τό 1864, όποτε ή Έπτάνησος ενώθηκε με την Έλλάδα. Ό συγγραφέας μελετά την ιδεολογική θεμελίωση του θεσμού, τους εμπνευστές τής πρώτης προσπάθειας, την εξέλιξή του και τις κοινωνικο-οικονομικές συνθήκες πού όδήγησαν στη δημιουργία ενός τέτοιου ιδρύματος. Παρατίθενται επίσης τό κανονιστικό του πλαίσιο, οι ανάγκες πού κλήθηκε νά καλύψει, ή στελέχωσή του, οι χρηματοοικονομικές υπηρεσίες πού προσέφερε και ή εμπλοκή του σε ζητήματα κοινωνικής μέριμνας. Η ανάλυση είναι τεκμηριωμένη και καλύπτει όλες τις πτυχές του θέματος.

Πρόκειται για άξιόπαινη έρευνητική προσπάθεια πού ρίχνει φώς στη θεωρία και τις εφαρμογές ενός ιδιόμορφου τραπεζικού θεσμού.

Για τό βιβλίο του Η τράπεζα τών φτωχών, τό Monte di Pietà τής Κέρκυρας, απονέμεται τό βραβείο του Ίδρύματος «Κωνσταντίνος Καψάσκης», με χρηματικό έπαθλο 15.000 ευρώ, στον κ. Χρήστο Δεσύλλα.

4. Τό βραβεύόμενο έργο περιγράφει συστηματικά την πλούσια διαδρομή τών έφημερίδων τής έλληνορθόδοξης μειονότητας τής Κωνσταντινουπόλεως, από τό 1842 έως τό τέλος του 20ου αιώνα. Αναφέρεται σε 147 έφημερίδες, έλληνικές, καρμανλήδικες (δηλαδή τουρκόφωνες τών προτεσταντών στην Κωνσταντινούπολη με έλληνικούς χαρακτήρες), και πολύγλωσσες, και καταγράφει όλα τά ενδιαφέροντα στοιχεία όπως διάρκεια, εκδότης, ιδιοκτήτης, τυπογραφείο και πολλά άλλα. Άκόμη παρατίθενται φωτογραφίες από την πρώτη σελίδα πολλών έξ' αυτών. Με τή συλλογή αυτή ό συγγραφέας επιχειρεί νά διασώσει την πολιτισμική κληρονομιά τής ρωμοσύνης και παράλληλα νά τεκμηριώσει τή ζωή του Τύπου τής Πόλης.

Για τό βιβλίο του Ό Έλληνικός Τύπος τής Πόλης - Έφημερίδες, απονέμεται τό βραβείο του Ίδρύματος Προαγωγής Δημοσιογραφίας Άθανασίου Μπότση, με χρηματικό έπαθλο 5.000 ευρώ, στον κ. Ευστράτιο Ταρίνα.

5. Η βραβεύόμενη μελέτη συνιστά δόκιμη φιλολογική έργασία με εξοικείωση στο έργο του Πλάτωνα και με έμπεδωμένες γνώσεις χωροταξίας και κοινωνιολογίας. Ό συγγραφέας παρέχει τεκμήρια καλής όργάνωσης και δομής τής μελέτης του, μεθοδικότατη χρήση τών πλατωνικών χωρίων και

παρέχει τήν στέρεη έντύπωση πώς ό Πλάτων πρωτοπορεί στην κοινωνιολογική αλλά και στην πρακτική θεώρηση τών προβλημάτων τής πολεοδομίας.

Γιά τή μελέτη του «Στοιχεία χωροταξίας και πολεοδομίας στους διαλόγους του Πλάτωνος», απονέμεται τό βραβείο **Ίπποκράτους Καραβία**, μέ χρηματικό έπαθλο 6.000 ευρώ, στον κ. **Χρήστο Μπαλόγλου**.

6. Ό βραβευόμενος σύλλογος ιδρύθηκε τό 1931 και μέχρι σήμερα εξακολουθεί αδιάκοπα νά προσφέρει σημαντικό έργο στην κοινωνία τής Δωδεκανήσου, κυρίως στον τομέα τής εκπαίδευσης.

Πρίν από τήν ένσωμάτωση τής Δωδεκανήσου στην Ελλάδα, ή δραστηριότητά του απέβλεπε στην παροχή οικονομικής ενίσχυσεως στους αυτοεξόριστους Δωδεκανησίους και στη λειτουργία σχολείου για τά παιδιά τους στην Άθήνα, στην προικοδότηση και αποκατάσταση άπόρων κοριτσιών και στη δημιουργία πρεβεντορίου για τά φυματικά παιδιά. Ή προσφορά του ήταν μεγάλη κατά τή διάρκεια του Δωδεκανησιακού άγώνα, μέ τήν ενημέρωση τών γυναικείων οργανώσεων ανά τον κόσμο για τό δικαίωμα τής ένσωματώσεως τής Δωδεκανήσου στη μητέρα πατρίδα. Στη συνέχεια, και μέχρι σήμερα, οί γυναίκες, μέλη του συλλόγου, συνεχίζουν μέ άοκνες προσπάθειες νά συγκεντρώνουν χρήματα, μέ τά όποια παρέχονται ύποτροφίες, κατά μέσο όρο έβδομήντα κάθε χρόνο, σέ Δωδεκανησίους φοιτητές άνωτάτων και τεχνολογικών εκπαιδευτικών ιδρυμάτων πού αντιμετωπίζουν οικονομικές δυσκολίες.

Γιά τή μακρόχρονη κοινωνική του προσφορά, απονέμεται βραβείο στον **Σύλλογο «Δωδεκανησιακή Μέλισσα»**.

7. Οί δύο βραβευόμενοι φιλέλληνες Έλβετοι όδοντίατροι, πρόσφεραν τίς ύπηρεσίες τους στη χώρα μας σέ χρόνους όπου ή νόσος του Hansen όδηγοϋσε τους πάσχοντες σέ άπόρριψη και άπομόνωση.

Γιά πολλά χρόνια, μέχρι τό 1998 ό Julien Grivel και μέχρι τό 1993 ό Alain Morgantini, επισκέπτονταν τουλάχιστον δύο φορές τό χρόνο και για μεγάλο χρονικό διάστημα τό Κέντρο Κοινωνικής Άποκατάστασης Χανσενικών, τό όποιο σήμερα άποτελεί μονάδα του Θεραπευτηρίου Χρονίων Παθήσεων Δυτικής Άθήνας, και περιέθαλπαν άφιλοκερδώς, μέ ιατρική ευαισθησία, προσωπική αϋτοθυσία και άφοσίωση, χανσενικούς άσθενείς. Έξακολουθούν δέ, ακόμη και σήμερα, κάθε φορά πού βρίσκονται στη χώρα μας, νά παρέχουν τίς ύπηρεσίες τους στους πάσχοντες συμπατριώτες μας. Ό πρώτος μάλιστα άφηγήθηκε τήν ιστορία τής νόσου στη διδακτορική του δια-

τριβή «Ἡ νόσος τοῦ Χάνσεν στὴν Ἑλλάδα καὶ στὴν Κρήτη κατὰ τὸν 20ο αἰῶνα».

Γιὰ τὴν πολυετὴ αὐτὴ προσφορά ὑψηλοῦ ἀνθρωπιστικοῦ ἔργου ἀπονέμεται **βραβεῖο** τῆς Ἀκαδημίας στὸν **Julien Grivel** καὶ ἔπαινος στὸν **Alain Morgantini**.

8. Τὸ βραβευόμενον ἐπιστημονικὸ περιοδικὸ ἐκδίδεται ἀνελλιπῶς ἀπὸ τὸ 1965, μόλις ὀλοκληρώθηκε ἡ πρώτη κωδικοποίηση τῶν διατάξεων τῆς τότε ἰσχύουσας νομοθεσίας τοῦ ΙΚΑ καὶ τῶν ἀσφαλιστικῶν κανονιστικῶν διατάξεων, καὶ μέχρι σήμερα διαρκῶς συμπληρώνει τὴ νομοθεσία αὐτή. Στὴν ὕλη του περιλαμβάνει ἐπίσης τὴν κατὰ θέμα νομολογία ἀλλὰ καὶ ὁδηγίες ποὺ ἐκδίδουν τὸ Ὑπουργεῖο Ἀπασχόλησης καὶ ἡ διοίκηση τοῦ ΙΚΑ. Ἀποτελέσει καὶ ἀποτελεῖ βασικὸ καὶ ἀπαραίτητο ἐργαλεῖο ὄλων ὅσοι ἀσχολοῦνται μὲ θέματα κοινωνικῆς ἀσφάλισης.

Γιὰ τὴ συνεισφορά του στὴ νομικὴ ἐπιστήμη, ἀπονέμεται ἔπαινος στὸ τριμηνιαῖο περιοδικὸ *Νομοθεσία ΙΚΑ*.

9. Τὸ βραβευόμενον ἔργο εἶναι ἓνας ἐπιμελημένος καὶ πλούσιος σὲ ἀπεικονίσεις τόμος, ὁ ὁποῖος ἀναφέρεται στὴν ἔκδοσι τῆς σειρᾶς γραμματοσήμων τῶν Ὀλυμπιακῶν Ἀγώνων τοῦ 1906, ἡ ὀργάνωσι τῶν ὁποίων ἀπὸ τὴν ἑλληνικὴ πολιτεία, ὅπως ἐπισημαίνει ὁ συγγραφέας, ἦταν τελικῶς αὐτὴ ποὺ διέσωσε τὸ σύγχρονο θεσμὸ.

Περιλαμβάνει σπάνιες εἰκόνες γιὰ τὴν Ὀλυμπία, τὰ γραμματόσημα ποὺ ἐκδόθηκαν μὲ τὴν εὐκαιρία τῶν πρώτων ἀγώνων, τὴ μυθολογία καὶ ἀριθμηση τῶν Ὀλυμπιάδων. Ἀναφέρεται ἐπίσης στὸ ἔργο τοῦ Ἰωάννου Σβορώνου γιὰ τὰ νομίσματα τοῦ κράτους τῶν Πτολεμαίων ποὺ ἀπεικονίζουν ὀλυμπιακοὺς ἀγῶνες. Ἐξηγεῖ τίς τεχνικὲς λεπτομέρειες τῆς ἐκδόσεως τῶν γραμματοσήμων καὶ περιγράφει τὴν ὀργάνωσι τοῦ ταχυδρομείου τῆς ἐποχῆς καὶ τίς σφραγίδες τῶν γραμματοσήμων τῶν Ὀλυμπιακῶν Ἀγώνων. Τέλος, ἀναφέρεται διεξοδικὰ στὸ πρόγραμμα, τοὺς χώρους διεξαγωγῆς καὶ τοὺς νικητὲς τῶν Ὀλυμπιακῶν Ἀγώνων.

Γιὰ τὸ βιβλίον του *Ἡ Ὀλυμπιακὴ ἔκδοσι 1906*, ἀπονέμεται ἔπαινος στὸν κ. **Μιχάλη Τσιρώνη**.

10. Ὁ βραβευόμενος θεολόγος, δημοσιογράφος, συγγραφέας καὶ ἐκδότης, προσέφερε πολλὰ στὴν ἐκκλησία, τὴν κοινωνία καὶ τὰ ἑλληνικὰ γράμματα.

Ἔχει γράψει ἑκατοντάδες δημοσιογραφικά ἄρθρα καὶ ἔχει ἐπιμεληθεῖ τὴν ἔκδοση ἑκατοντάδων τόμων μὲ πατερικά καὶ βυζαντινά κείμενα. Τὸ σημαντικότερο ἔργο του εἶναι ἡ ἐπιμέλεια τῆς ἐπανεκδόσεως, γιὰ πρώτη φορά στὴν Ἑλλάδα, μὲ ἀξιόλογα ἐπιστημονικά συμπληρώματα, τοῦ ἱστορικοῦ ἔργου τοῦ Jacques Paul Migne Ἑλληνικὴ Πατρολογία, τὸ ὁποῖο ἀποτελεῖται ἀπὸ 161 ὀγκώδεις τόμους καὶ ἀποτελεῖ τὴν πληρέστερη πηγὴ τῶν πατερικῶν καὶ βυζαντινῶν κειμένων διεθνῶς. Ἡ ἐκδοτικὴ ὀλοκλήρωση τοῦ ἔργου αὐτοῦ διήρκεσε 20 ἔτη, μὲ συνεχῆ καὶ ἐντατικὴ ἐργασία τοῦ τιμώμενου, ὁ ὁποῖος ἰδρύσε καὶ διευθύνει τὸ «Κέντρο Πατερικῶν Ἐκδόσεων».

Γιὰ τὴν ἐκδοτικὴ καὶ δημοσιογραφικὴ του προσφορά, ἀπονέμεται ἔπαινος στὸν Πρωτοπρεσβύτερο κ. **Ἰωάννη Διώτη**.

11. Ἡ τιμώμενη ἔχει ἰδρύσει καὶ εἶναι πρόεδρος τοῦ φιλανθρωπικοῦ σωματείου «Κοινωνικὴ Στήριξη», μὲ κύριο στόχο τὴν ὑποστήριξη παιδιῶν μὲ εἰδικὲς ἀνάγκες καὶ τῶν οἰκογενειῶν τους. Παράλληλα, γιὰ νὰ βοηθήσει καὶ ἄλλους ἀνθρώπους ποὺ ἀντιμετωπίζουν εἰδικὰ προβλήματα, δημιούργησε προγράμματα ὅπως τὸ «Δικαίωμα στὴ ζωὴ», ποὺ ἀπευθύνεται σὲ άτομα ποὺ διαβιοῦν σὲ ἰδρύματα, τὴ «Διπλανὴ Πόρτα» γιὰ τὴ βοήθεια ἀναξιοπαθόντων συνανθρώπων μας, τὰ «Γεύματα ἀγάπης», μὲ τὰ ὁποῖα σιτίζονται ἐξήντα πτωχοὶ Ἑλληνες καὶ ἀλλοδαποὶ, καὶ τὴν «Ἐκπαίδευση ἑθελοντῶν» γιὰ τὴν ἐκπαίδευση ἑθελοντῶν στὴν προσέγγιση ἀναξιοπαθόντων συμπολιτῶν μας. Ὡς μέλος τοῦ Δ.Σ. καὶ ὑπεύθυνη τῶν δημοσίων σχέσεων τῆς Κοινωνικῆς Παιδιατρικῆς τοῦ νοσοκομείου Παιδῶν «Ἀγλαΐα Κυριακοῦ» πέτυχε δωρεὰς γιὰ τὴν ἀγορὰ θερμοκοιτίδας γιὰ τὸ νοσοκομεῖο καὶ λεωφορείου γιὰ τὴ «Στέγη Λαγονησίου».

Γιὰ τὴν πολυετὴ ἀνθρωπιστικὴ τῆς δραστηριότητα καὶ προσφορά, ἀπονέμεται ἔπαινος στὴν κοινωνικὴ λειτουργοῦ κυρία **Ἀναστασία Τσιακάλου**.

12. Ἡ Ἀκαδημία Ἀθηνῶν ἀπονέμει βραβεῖο στὴν Ἑλληνικὴ Παραολυμπιακὴ Ἐπιτροπὴ, γιὰ νὰ τιμῆσει ὅλους τοὺς Ἑλληνες ἀθλητὲς καὶ ἀθλήτριες ποὺ συμμετέχουν καὶ ἀγωνίζονται σὲ παραολυμπιακοὺς ἀγῶνες, μὲ πίστη στὶς ἀνθρώπινες ἀξίες, ὑπερνικώντας, ἀποκλειστικά καὶ μόνο μὲ τὴ θέλησή τους, τὰ σωματικά τους ἐμπόδια. Ἰδιαιτέρως στὴν τελευταία Παραολυμπιάδα, κατὰ τὴν ὁποία κυριολεκτικὰ πρώτευσαν, ἔκαναν ὅλους τοὺς Ἑλληνες περήφανους μὲ τοὺς ἄθλους τους καὶ ἐλάμπρυναν τίς ἀξίες ποὺ κάθε νέος, ἀρτιμελής ἢ μὲ ἀνάλογα προβλήματα, ὀφείλει νὰ ἔχει: Αὐτοσεβασμό, θέληση, ἀμύλλα, ἀγωνιστικὴ καὶ αἰσιοδοξία.

13. Μὲ τὴν ἐπόμενη βράβευση, ἡ Ἀκαδημία φέρνει στὴν ἐπικαιρότητα τὸ μεγάλο ζήτημα τῆς εὐθύνης τοῦ ἀνθρώπινου παράγοντα στὴν πρόκληση τροχαίων ἀτυχημάτων, πού ἀφήνουν χιλιάδες νεκρούς καὶ ἀνάπηρους κάθε χρόνο στὴ χώρα μας. Ὁ βραβευόμενος ἔχει ἀγωνισθεῖ περισσότερο ἀπὸ ὅποιονδήποτε ἄλλο στὴν ἐνημέρωση τοῦ κοινοῦ γιὰ τοὺς κανόνες σωστῆς ὁδήγησης καὶ ὀδικῆς ἀσφάλειας, σὲ μιὰ ἐποχὴ μάλιστα πού ἡ τήρηση τῶν κανόνων αὐτῶν ἔχει παύσει, δυστυχῶς, νὰ ἀποτελεῖ θέμα προβολῆς ἀπὸ τὰ Μ.Μ.Ε. Δημοτικὸς σύμβουλος τὸ 1997, βουλευτὴς τὸ 2004 καὶ 2007, ἀρθρογραφεῖ ἀπὸ τὸ 1968 στὸν ἡμερήσιο καὶ ἠλεκτρονικὸ Τύπο γιὰ θέματα ὀδικῆς ἀσφάλειας, αὐτοκινήτου καὶ ὁδήγησης. Ἔχει πραγματοποιήσει χιλιάδες τηλεοπτικὲς καὶ ραδιοφωνικὲς ἐκπομπὲς γιὰ τὴν ὀδικὴ ἀσφάλεια, καὶ ἔχει δώσει πλῆθος ὁμιλιῶν σὲ σχολεῖα καὶ μονάδες τοῦ στρατοῦ.

Γιὰ τὴ μακρόχρονη συμβολὴ του στὴν ἐνημέρωση τοῦ κοινοῦ στὸ εὐαίσθητο καὶ κρίσιμο θέμα τῆς σωστῆς ὀδικῆς συμπεριφορᾶς καὶ ἀσφάλειας, ἀπονέμεται βραβεῖο στὸ δημοσιογράφο καὶ βουλευτὴ κ. **Ἄρη Σταθάκη.**

14. Ὁ βραβευόμενος καταδεικνύει μὲ τὸ ἔργο του, ἐμπράκτως, τὰ τελευταῖα δέκα χρόνια, τὴν ἀποτελεσματικότητά τῆς πραγματικῆς ἀλληλεγγύης μὲ τὴ μορφή τῆς εἰλικρινοῦς προσφορᾶς καὶ συμπαράστασης στὸ συνάνθρωπο.

Μὲ τὴ βοήθεια ομάδας ἐθελοντῶν πού στηρίζουν ἀνιδιοτελῶς τὴν προσπάθειά του, ἱδρύσε τὴ Μὴ Κυβερνητικὴ Ὁργάνωση «Κιβωτὸς τοῦ Κόσμου» μὲ σκοπὸ τὴ μέριμνα γιὰ τὰ παιδιά πού ζοῦν σὲ συνθήκες φτώχειας καὶ ἐγκατάλειψης. Σήμερα συγκεντρώνει διακόσια περίπου παιδιά, ἑλληνόπουλα καὶ ἀπὸ ἄλλες χώρες, πού ζοῦσαν σὲ συνθήκες φτώχειας, ἐγκατάλειψης καὶ κοινωνικοῦ ἀποκλεισμοῦ, ὄρφανὰ ἢ ἐγκαταλελειμμένα, ἀλλὰ καὶ παιδιά τοῦ πολέμου ἀπὸ τὸ Ἰράκ. Μὲ ἀγάπη καὶ φροντίδα καὶ παρὰ τίς περιορισμένες οικονομικὲς δυνατότητες, οἱ ἄνθρωποι τῆς «Κιβωτοῦ τοῦ Κόσμου» ἀσχολοῦνται καθημερινὰ μὲ τὴ σίτιση, ἔνδυση, περίθαλψη καὶ τὴν ἐκπαίδευση καὶ ἐπαγγελματικὴ κατάρτιση τῶν παιδιῶν αὐτῶν. Κατόρθωσαν νὰ δημιουργήσουν μιὰ πολυπολιτισμικὴ καὶ πολυθρησκευτικὴ κοινότητα μέσα σὲ μιὰ Κιβωτό, ὅπου ὑπάρχει θέση γιὰ κάθε παιδί πού χρειάζεται περίθαλψη καὶ ὑποστήριξη.

Γιὰ τὴν ἐξαιρετικὰ σημαντικὴ κοινωνικὴ προσφορά του μὲ τὸ ἐθελοντικὸ

αυτό ἔργο πού ἐπιτελεῖ, ἀπονέμεται τὸ βραβεῖο εἰς μνήμην Μαυρικίου Ἀντωνίου Καζέ καὶ Φανῆς, χήρας Μαυρικίου Ἀντωνίου Καζέ, μὲ χρηματικὸ ἔπαθλο 5.000 εὐρώ, στὸν Πατέρα Ἀντώνιο Παπανικολάου.

15. Ὁ βραβευόμενος τραγικός πατέρας ἀπέσπασε τὸν θαυμασμό καὶ σεβασμό, ὄχι μόνο τῶν Ἑλλήνων, ἀλλὰ καὶ διεθνῶς, γιὰ τὴν εὐφυχία, τὸ σθένος, τὴν ἀνωτερότητα καὶ τὴν κοινωνικὴ εὐαισθησία πού ἐπέδειξε. Μετὰ τὸν τραγικὸ χαμὸ τοῦ παιδιοῦ του τὸ περασμένο καλοκαίρι, παρά τὸν πόνο καὶ τὴν πίκρα του, μὲ ἀξιοπρέπεια καὶ ἀλτρουισμό δώρισε τὰ ὄργανα τοῦ ἀδικοχαμένου γιοῦ του γιὰ νὰ σωθοῦν —καὶ πράγματι σώθηκαν— δικοὶ μας συνάνθρωποι.

Γιὰ τὴν ἐξαιρετικὴ αὐτὴ πράξη φιλαλληλίας καὶ εὐγενοῦς ἀνθρωπισμοῦ, καὶ ὡς συμβολικὴ ἀποκατάσταση τῆς ψυχικῆς του ὀδύνης, ἀπονέμεται βραβεῖο τῆς Ἀκαδημίας στὸν κ. **Oliver Zammit**, πατέρα τοῦ νεαροῦ αὐστράλου Doujon Zammit, πού δολοφονήθηκε τὸ περασμένο καλοκαίρι στὴ Μύκονο.

Τὰ νέα βραβεῖα, τὰ ὁποῖα προκηρύσσονται σήμερα, θὰ δημοσιευθοῦν στὸν Τύπο. Οἱ ἐνδιαφερόμενοι μποροῦν νὰ πάρουν πληροφορίες ἀπὸ τὴ Γραμματεία τῆς Ἀκαδημίας.

Εὐχαριστῶ γιὰ τὴν παρουσία σας, τὴν κατανόηση καὶ τὴν ὑπομονή σας.

ΕΚΘΕΣΕΙΣ ΠΕΠΡΑΓΜΕΝΩΝ
ΤΩΝ ΚΕΝΤΡΩΝ ΕΡΕΥΝΗΣ



ΑΚΑΔΗΜΙΑ

ΑΘΗΝΩΝ

ΕΚΘΕΣΕΙΣ

ΚΕΝΤΡΟΝ ΕΡΕΥΝΩΝ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΕΦΗΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ

Δραστηριότητες του ΚΕΑΕΜ κατά το 2008

Το ΚΕΑΕΜ κατά το έτος 2008 συνέχισε τις πολλαπλές δραστηριότητες του με αξιολογα επιστημονικά αποτελέσματα, που δημοσιεύθηκαν σε περιοδικά διεθνούς κύρους, διεθνείς συνεργασίες, αποστολές σε ιδρύματα του εξωτερικού και εβδομαδιαία σεμινάρια με όμιλητές από την Ελλάδα και το εξωτερικό.

Ἐπόπτης τοῦ Κέντρου εἶναι ὁ Ἀκαδημαϊκὸς κ. Γεώργιος Κοντόπουλος, τὸ δὲ προσωπικὸ, στὴν παρούσα φάση, ἀποτελεῖται ἀπὸ τοὺς:

- Δάρα Ἐλένη, Διευθύντρια
- Ζαχαριάδη Θεοδόσιο, Ἐρευνητὴ Α΄
- Πάτση Πάνο, Ἐρευνητὴ Α΄
- Εὐθυμίουπουλο Χρήστο, Ἐρευνητὴ Β΄
- Κοντόπουλο Ἰωάννη, Ἐρευνητὴ Γ΄
- Βασιλάκο Σπύρο, Ἐρευνητὴ Γ΄
- Γοντικιάκη Κωνσταντῖνο, Ἐρευνητὴ Γ΄
- Βαγενᾶ Ἡλία, Ἐρευνητὴ Γ΄
- Βασίλειο Τριτάκη καὶ Χατζηδημητρίου Ἰωάννη, Ἐπιστημονικοὺς Συνεργάτες
- Χαρσοῦλα Μιρέλλα, Ἐπιστημονικὸ Προσωπικὸ
- Ζούλια Μανώλη, Τεχνικὸ Ὑπεύθυνο
- Καλαποθαράκο Κωνσταντῖνο, Μεταδιδακτορικὸ Ἐρευνητὴ
- Σταυρόπουλο Ἰωάννη, Λοῦκες Γεώργιο, Τσούτση Πάνο, Δελῆ Νίκο, Κατσανίκα Ματθαῖο, Τσιγαρίδη Λιάνα, Μεταπτυχιακοὺς Φοιτητές.

Ἡ ἔρευνα τοῦ ΚΕΑΕΜ ἐστιάζεται σὲ τέσσερα ἐπιστημονικὰ πεδία:

- Γαλαξιακὴ Δυναμικὴ καὶ Χάος
- Ἡλιακὴ Φυσικὴ
- Μαγνητοϋδροδυναμικὴ
- Κοσμολογία - Βαρύτητα

Οἱ δραστηριότητες τοῦ ΚΕΑΕΜ κατὰ τὸ ἔτος 2008 ἦταν οἱ ἐξῆς:

• Ἐρευνητικὰ προγράμματα

Στὸ πλαίσιο αὐτῶν τῶν ἐπιστημονικῶν πεδίων τοῦ ΚΕΑΕΜ ἐντάσσονται τὰ ἐξῆς ἐρευνητικὰ προγράμματα:

- «Συντονισμοὶ καὶ Διάχυση στὸ Δίκτυο Arnold» (Γ. Κοντόπουλος, Χ. Εὐθυμίουπουλος, Μ. Χαρσοῦλα).
- «Στρεφόμενα Αὐτοσυνεπῆ Μοντέλα Γαλαξιών» (Γ. Κοντόπουλος, Ἴ. Σταυρόπουλος, Κ. Καλαποθαράκος).
- «Ἡ ροὴ τῶν ἀστέρων καὶ τοῦ ἀερίου σὲ γαλαξιακοὺς δίσκους» (Γ. Κοντόπουλος, Π. Πάτσης).
- «Ἐπιπτώσεις τῆς κλιματικῆς ἀλλαγῆς στὸν ἐλληνικὸ καὶ εὐρύτερο χῶρο τῆς Ἀνατολικῆς Μεσογείου». Χρηματοδότηση ἀπὸ τὸ Μαριολοπούλειο Ἰδρυμα, ἐκτέλεση ἀπὸ τὴν Ἐπιτροπὴ IGBP, συντονιστὴς Β. Τριτάκης.
- Εὐρωπαϊκὸ Πρόγραμμα «ERANET/CIRCLE», Μαριολοπούλειο Ἰδρυμα, συντονιστὴς Β. Τριτάκης.
- «Ἡλεκτροδυναμικὸ μοντέλο θέρμανσης τοῦ ἡλιακοῦ στέμματος» (Γ. Κοντόπουλος, Κ. Γοντικᾶκης, Ἐ. Δάρα).
- «Μελέτη τῆς Δυναμικῆς τῶν Spicules στὸ ὑπεριώδες ἀπὸ παρατηρήσεις μὲ τὸ τηλεσκόπιο τῶν 30 cm τοῦ TRACE, σὲ συνδυασμὸ μὲ παρατηρήσεις καὶ ἀπὸ ἄλλα ὄργανα» (Θ. Ζαχαριάδης, Κ. Ἀλυσσανδράκης, Κ. Γοντικᾶκης).
- «The dynamics of gas at the corotation region of barred galaxies» (Π. Πάτσης, Ch. Boily, O. Bienaymé), καὶ «Orbital classification in models of barred galaxies» (Π. Πάτσης, Ch. Boily, N. Faber), σὲ συνεργασία μὲ τὸ Ἀστεροσκοπεῖο τοῦ Στρασβούργου.

- «Orbital behavior in N-body models» (Π. Πάτσης, A. Burkert, Th. Naab, R. Jesseit), σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο του Μονάχου.
- «A method for classifying non-periodic orbits in galactic potentials» (Π. Πάτσης, R. Jesseit), σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο του Μονάχου.
- «Hydrodynamics of spiral galaxies» (Π. Πάτσης, Ch. Theis), σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο της Βιέννης.
- «Ordered and Chaotic motion in NGC 1300» (Π. Πάτσης, K. Καλαποθαράκος, P. Grosbol -ESO).
- «Μελέτη Αυτόσυνεπών Βαρυτικών Συστημάτων N-σωμάτων» (X. Εύθυμιόπουλος, K. Καλαποθαράκος, Π. Τσούτσης, Γ. Λούκες).
- «Applications of Nekhoroshev theory in the solar system and in extrasolar planetary systems» (X. Εύθυμιόπουλος, διδακτορική διατριβή C. Lhotka), σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο της Βιέννης.
- «Σχετικιστική έπανασύνδεση στη μαγνητόσφαιρα των pulsars» (Γ. Κοντόπουλος, K. Καλαποθαράκος).
- «Άριθμητική προσομοίωση της κοσμικής μπαταρίας» (Δ. Χριστοδούλου, Δ. Καζάνας, Γ. Κοντόπουλος).
- «Η μελέτη των κενών στην Κοσμολογία» (Σ. Βασιλάκος), συνεργασία μεταξύ ευρωπαϊκών και αμερικανικών πανεπιστημίων.
- «Using starburst galaxies to trace the cosmic acceleration» (Σ. Βασιλάκος, M. Πλειώνης, R. Terlevich). Συνεργασία του ΚΕΑΕΜ με το Έθνικό Άστεροσκοπείο Άθηνών, το Ίνστιτούτο INAOE (Mexico) και το Πανεπιστήμιο του Cambridge.
- «X-ray Cosmology» (Σ. Βασιλάκος, M. Πλειώνης, Γ. Γεωργαντόπουλος, F. Bauer, P. Nandra). Συνεργασία με το Έθνικό Άστεροσκοπείο Άθηνών, το Πανεπιστήμιο Columbia (USA) και το Imperial College (UK).
- «Γάζη και Χάος σε κοσμολογικά μοντέλα» (Γ. Κοντόπουλος, Γ. Λούκες, Σ. Βασιλάκος).
- «Δυναμική μελέτη Μελανών Όπων» (Γ. Κοντόπουλος, Γ. Λούκες, Θ. Άποστολάτος).

• Δημοσιεύσεις

Κατά τὸ ἔτος 2008 ἔγιναν 47 δημοσιεύσεις, ἐκ τῶν ὁποίων 35 σὲ διεθνή περιοδικὰ μὲ σύστημα κριτῶν. Ἐπίσης ἐκδόθηκε ἕνας τόμος πρακτικῶν συνεδρίου. Συγκεκριμένα οἱ δημοσιεύσεις εἶναι:

Βιβλίο:

Στὸ τέλος τοῦ 2008 κυκλοφόρησε ἀπὸ τὸν ἐκδοτικὸ οἶκο Springer τὸ βιβλίο *Chaos in Astronomy* τῶν G. Contopoulos, P.A. Patsis (eds) (ISBN 978-3-540-75826-6), στῆ σειρά Astrophysics and Space Science, Proceedings μὲ τὰ πρακτικὰ τοῦ Συνεδρίου πού διοργανώθηκε ἀπὸ τὴν Ἀκαδημία Ἀθηνῶν τὸ Σεπτέμβριο τοῦ 2007. Οἱ ἐργασίες δημοσιεύθηκαν μετὰ ἀπὸ κρίση ἀπὸ εἰδικούς κριτές.

Δημοσιεύσεις σὲ διεθνή περιοδικὰ καὶ βιβλία μὲ κριτές:
(μὲ ἀλφαβητικὴ σειρά τοῦ πρώτου συγγραφέα)

1. Alissandrakis C. E., Gontikakis C., Dara H. C. (2008), «Determination of the true shape of Coronal loops», *Solar Physics*, 252, 73.
2. Anastasiadis A., Gontikakis C., Efthymiopoulos C. (2008), «Particle interactions with Single or Multiple 3D Solar Reconnecting Current Sheets», *Solar Physics*, 253, 159.
3. Basilakos S., Plionis M., Ragone-Figueroa C. (2008), «The halo mass-bias redshift evolution in the Λ CDM cosmology», *Astroph. J.*, 678, 627.
4. Basilakos S., Lukes-Gerakopoulos G. (2008), «Dynamics and constraints of the Unified Dark Matter flat cosmologies», *Phys. Rev. D.*, 78, 3509.
5. Basilakos S., Perivolaropoulos L. (2008), «Testing GRBs as standard Candles», *Mon. Not. Roy. Astr. Soc.*, 391, 411.
6. Basilakos S., Nesseris S., Perivolaropoulos L. (2008), «Is the CMB shift parameter connected with the growth of cosmological perturbations?», *Mon. Not. Roy. Astr. Soc.*, 387, 1126.
7. Christodoulou D. M., Contopoulos I. & Kazanas D. (2008), «Simulations of the Poynting-Robertson Cosmic Battery in Resistive Accretion Disks», *Astroph. J.*, 674, 388.

8. Colberg J. M., Pearce F., Foster C., Platen E., Brunino R., Neyrinck M., Basilakos S., Fairall A., Feldman H. et al. (2008), «The Aspen-Amsterdam void finder comparison project», *Mon. Not. Roy. Astr. Soc.*, 387, 933.
9. Contopoulos G. (2008), «Ordered and Chaotic Orbits in Spiral Galaxies», in G. Contopoulos & P. Patsis (eds), *Chaos in Astronomy*, Springer, Berlin, 3.
10. Contopoulos G., Efthymiopoulos C. (2008), «Ordered and chaotic Bohmian trajectories», *Cel. Mech. Dyn. Astron.*, 102, 219.
11. Contopoulos G., Efthymiopoulos C. and Harsoula M. (2008), «Order and chaos in quantum mechanics», *Nonlinear Phenomena in Complex Systems*, 11, 107.
12. Contopoulos G. and Harsoula M. (2008), «Stickiness in Chaos», *Intern. J. Bif. Chaos*, 18, 1.
13. Das S., Vagenas E.C., «Universality of Quantum Gravity Corrections», *Phys. Rev. Lett.* 101: 221301.
14. Das S., Robinson S., Vagenas, E. (2008), «Gravitational anomalies: A Recipe for Hawking radiation», *Int. J. Mod. Phys. D*17, 533.
15. Efthymiopoulos C. (2008), «On the connection between the Nekhoroshev theorem and Arnold diffusion», *Cel. Mech. Dyn. Astron.*, 102, 49.
16. Efthymiopoulos C., Tsoutsis P., Kalapotharakos C., Contopoulos G. (2008), «Invariant manifolds and spiral arms in barred galaxies», in G. Contopoulos & P. Patsis (eds), *Chaos in Astronomy*, Springer, Berlin, 173.
17. Efthymiopoulos C., Voglis N., Kalapotharakos C. (2008), «Special Features of Galactic Dynamics», in D. Benest, C. Froeschlé, E. Lega (eds), *Topics in Gravitational Dynamics, Lecture Notes in Physics*, 729, 297.
18. Gontikakis C., Contopoulos I., Dara H.C. (2008), «Distribution of Coronal Heating in a Solar Active Region», *Astron. Astrophys.*, 489, 441.
19. Harsoula M., Contopoulos G., Kalapotharakos C. (2008), «Orbital structure in barred galaxies and the role of Chaos», in G. Contopoulos & P. Patsis (eds), *Chaos in Astronomy*, Springer, Berlin, 53.

20. Kalapotharakos C. (2008), «The rate of secular evolution in elliptical galaxies with central masses», *Mon. Not. Roy. Astr. Soc.*, 389, 1709.
21. Kalapotharakos C. (2008), «Orbital distributions and self-consistency in elliptical galaxies», in G. Contopoulos & P. Patsis (eds), *Chaos in Astronomy*, Springer, Berlin, 215.
22. Kalapotharakos C., Efthymiopoulos C. & Voglis N. (2008), «Appropriate SCF basis sets for orbital studies of galaxies and a 'quantum-mechanical' method to compute them», *Mon. Not. Roy. Astr. Soc.*, 383, 971.
23. Katsanikas M., Patsis P. (2008), «The Structure of Phase Space in Galactic Potentials of three degrees of freedom», in G. Contopoulos & P. Patsis (eds), *Chaos in Astronomy*, Springer, Berlin, 235.
24. Kaufmann D., Patsis P. (2008), «Regular and Chaotic Orbits in Narrow 2D bar models», in G. Contopoulos & P. Patsis (eds), *Chaos in Astronomy*, Springer, Berlin, 241.
25. Lhotka Ch., Efthymiopoulos C., Dvorak R. (2008), «Nekhoroshev stability at L4 or L5 in the elliptic-restricted three-body problem - application to Trojan asteroids», *Mon. Not. Roy. Astr. Soc.*, 384, 1165.
26. Lukes-Gerakopoulos G., Basilakos S., Contopoulos G. (2008), «Dynamics and chaos in the unified scalar field cosmology», *Phys. Rev. D* 77, 043521.
27. Lukes-Gerakopoulos G., Voglis N., Efthymiopoulos C. (2008), «The production of Tsallis entropy in the limit of weak chaos and a new indicator of chaoticity», *Physica A* 387, 1907.
28. Multamaki T., Putaja A., Vilja I., Vagenas E. (2008), «Energy-momentum complexes in f(R) theories of gravity», *Class. Quant. Grav.* 25: 075017.
29. Patsis P. (2008), «Does Chaotic motion support the spiral structure in disk galaxies?», *Nonlin. Phen. Complex Systems* 11, 265.
30. Patsis P. (2008), «Ordered and Chaotic Spiral Arms», *Astr. Nach.*, 329, 930.
31. Patsis P. (2008), «The Flow through the arms of normal and barred spiral galaxies», in G. Contopoulos & P. Patsis (eds), *Chaos in Astronomy*, Springer, Berlin, 33.

32. Plionis M., Rovilos M., Basilakos S., Georgantopoulos I., Bauer F. (2008), «Luminosity dependent X-ray AGN clustering», *Astroph. J.*, 674, L5.
33. Setare M. & Vagenas E. (2008), «Thermodynamical Interpretation of the Interacting Holographic Dark Energy Model in a non-flat Universe», *Phys. Lett. B* 666: 111.
34. Tsoutsis P., Efthymiopoulos C., Voglis N. (2008), «The coalescence of invariant manifolds and the spiral structure of barred galaxies», *Mon. Not. Roy. Astr. Soc.*, 387, 1264.
35. Vagenas E.C. (2008), «Area spectrum of rotating black holes via the new interpretation of quasinormal modes», *Jour. H. En. Phys.* 0811: 073.

Δημοσιεύσεις σε πρακτικά συνεδρίων και παρουσιάσεις σε συνέδρια

1. Basilakos S. (2008), «A mathematical description of the nature of the dark energy», in the meeting on *Recent developments in gravity*, Θεσσαλονίκη (προσκεκλημένη ομιλία).
2. Basilakos S. (2008), «Cosmology from XMM high-z AGN clustering», summer school on *The many faces of AGN*, Αθήνα (προσκεκλημένη ομιλία).
3. Contopoulos G., «Reminiscences of Past General Secretaries», *IAU Symposium Bull.* 100.
4. Contopoulos G. (2008), «Ανθρωπική Άρχη και Άξίες», *Ανάπλασις*, 434, 35.
5. Contopoulos G. (2008), «Introduction», in G. Contopoulos & P. Patsis (eds), *Chaos in Astronomy*, Springer, Berlin.
6. Contopoulos I., «Η Φυσική στην καθημερινή ζωή: Προβληματισμοί από τον χώρο της Βιομηχανίας», *12ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ένωσης Ελλήνων Φυσικών*, Καβάλα, 21 Μαρτίου 2008 (προσκεκλημένη ομιλία).
7. Contopoulos I. (2008), «Possible observational confirmation for a cosmic battery», *AGN Workshop*, Κρήτη (προσκεκλημένη ομιλία).
8. Contopoulos I., «Three-dimensional numerical simulations of the pulsar magnetosphere: preliminary results», *Colloquium*, NASA/Goddard

Space Flight Center, Greenbelt, Maryland (ΗΠΑ), 20 Μαΐου 2008 (προσκεκλημένη ομιλία).

9. Gontikakis C., Contopoulos I. & Dara H. C. (2008), «Distribution of coronal heating in a solar active region», *12th European Solar Physics Meeting, Freiburg, Germany*.
10. Gontikakis C., Efthymiopoulos C. & Anastasiadis, A. (2008), «Charged Particles», Acceleration through Multiple Reconnecting Regions. 2008 ESPM 12.3.45, *12th European Solar Physics Meeting, Freiburg, Germany*.
11. Patsis P. (2008), «Ordered and Chaotic Spiral Arms», *Συνέδριο Galactic & Stellar Dynamics, Strasbourg*.
12. Patsis P. (2008), «Ordered and Chaotic spirals in disk galaxies», *Συνέδριο Tumbling, Twisting, and Winding Galaxies: Pattern Speeds along the Hubble Sequence, Padova, Italy, August 25-28* (προσκεκλημένη ομιλία επισκόπησης).

• Συμμετοχή σε Διεθνή Συνέδρια και ομιλίες

Οί έρευνητές και ό επόπτης του ΚΕΑΕΜ έχουν συμμετάσχει κατά τό 2008 στα εξής συνέδρια:

Κοντόπουλος Γεώργιος

- «Chaotic Dynamics of Small Bodies» (2008), *Order and Chaos in Spiral Galaxies* (Heinrich Eichhorn lecture, προσκεκλημένη ομιλία).
- «Orbits in Galaxies», *International Workshop on «The Dynamics of Celestial Bodies* organised by the University of Thessaloniki (in honor of Prof. J. Hadjidemetriou), Litochoro 2008 (προσκεκλημένη ομιλία).
- «Order and Chaos in Dynamical Systems» (2008), *Symposium on the «Foundations of Quantum Mechanics, Μιλάνο* (προσκεκλημένη ομιλία).
- «Applications of Stickiness» (2008), *Symposium on Nonlinear Science and Complexity, Athens* (προσκεκλημένη ομιλία).

Δάρα Έλενη

- 12ο Ευρωπαϊκό Συνέδριο Ηλιακής Φυσικής (*European Solar Physics Meeting 12*), που έγινε στο Freiburg της Γερμανίας στις 8-12 Σεπτεμβρίου, με παρουσίαση μιᾶς εργασίας.

Πάτσης Πάνος

- «Ordered and Chaotic spirals in disk galaxies» Padova (Italy), August 25-28 (προσκεκλημένη ομιλία).
- «Order, Chaos and the Spiral Morphology of Disk Galaxies», Southwest Research Institute, Boulder, CO, USA (προσκεκλημένη ομιλία).
- «The flow of material at the spiral arms of disk galaxies», September: European Southern Observatory, Garching, Munich, Germany (προσκεκλημένη ομιλία).
- «The orbital content in normal and barred spiral galaxies», Observatoire Astronomique Strasbourg, France (προσκεκλημένη ομιλία).
- Συνέδριο *Galactic & Stellar Dynamics*, Strasbourg (France), 16-20 March, με παρουσίαση μιᾶς εργασίας.

Εύθυμόπουλος Χρήστος

- «The role of chaos in Bohmian quantum mechanics», *Workshop on the Foundations of Quantum Mechanics* organised by the University of Milan, March 2008 (προσκεκλημένη ομιλία).
- *8th Alexander von Humboldt Colloquium on Celestial Mechanics*, Bad Hofgastein (Austria), April 2008.
- *International workshop on The Dynamics of Celestial Bodies* (in honor of Prof. J. Hadjidemetriou) organised by the University of Thessaloniki, Litohoro, June 2008.
- «The Nekhoroshev stability of multi-dimensional Hamiltonian nonlinear dynamical systems» 20th Summer school and international conference on *Chaos and Complexity*, Athens 2008 (προσκεκλημένη ομιλία).

Κοντόπουλος Ιωάννης

- 5th JETSET School on High Performance Computing in Astrophysics, Galway (Ιρλανδία), Ιανουάριος 2008.
- 12ο Πανελλήνιο Συνέδριο τῆς Ἑνώσεως Ἑλλήνων Φυσικῶν με θέμα Ἡ Φυσικὴ στὴ Ζωὴ μας: οἱ ἐπιδράσεις τῆς Φυσικῆς στὴν κοινωνικὴ διαδικασία καὶ στὴν ἐκπαιδευτικὴ πράξη, Καβάλα, Μάρτιος 2008 (προσκεκλημένη ὁμιλία).
- AGN Workshop, Ἅγιος Νικόλαος, Κρήτη, 1-5 Ἰουνίου 2008 (προσκεκλημένη ὁμιλία).
- Protostellar Jets in Context, Ρόδος, Ἰούλιος 2008.
- «Three-dimensional numerical simulations of the pulsar magnetosphere: preliminary results», Colloquium, NASA/Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland (ΗΠΑ), Μάιος 2008.
- «The high-energy astrophysics of outflows from compact objects», στὸ Tegernsee τῆς Γερμανίας, 7-13.12.2008 (προσκεκλημένη ὁμιλία).

Γοντικάκης Κωνσταντῖνος

- 12ο Εὐρωπαϊκὸ Συνέδριο Ἡλιακῆς Φυσικῆς (European Solar Physics Meeting 12) ποὺ ἔγινε στὸ Freiburg τῆς Γερμανίας στὶς 8-12 Σεπτεμβρίου, με παρουσίαση δύο ἐργασιῶν.

Βασιλάκος Σπύρος

- «A mathematical description of the nature of the dark energy» (2008), in the meeting on *Recent developments in gravity*, Θεσσαλονίκη (προσκεκλημένη ὁμιλία).
- «Cosmology from XMM high-z AGN clustering» (2008), Summer School on *The many faces of AGN*, Ἀθήνα (προσκεκλημένη ὁμιλία).

• Σεμινάρια

Το ΚΕΑΕΜ, σκοπεύοντας στη συνεχή προσπάθεια ενημέρωσης τόσο των έρευνητών, όσο και των μεταπτυχιακών φοιτητών σε σύγχρονα θέματα έρευνας, οργανώνει εβδομαδιαία σεμινάρια, που χρηματοδοτούνται εν μέρει από την Ακαδημία Αθηνών, κατόπιν σχετικής απόφασης της Συγκλήτου. Κατά το 2008 πραγματοποιήθηκαν στο Κέντρο 38 σεμινάρια, αναφερόμενα σε θέματα Αστρονομίας, Αστροφυσικής και Μηχανικής. Στα σεμινάρια συμμετείχαν ως ομιλητές, εκτός των έρευνητών και φοιτητών του Κέντρου, ακαδημαϊκοί, καθηγητές και διακεκριμένοι επιστήμονες από διάφορα πανεπιστήμια και έρευνητικά κέντρα της Ελλάδος και του εξωτερικού. Ακολουθεί ο πλήρης κατάλογος των σεμιναρίων που πραγματοποιήθηκαν.

Ημ/νία	Όμιλητής	Τίτλος
8 Ιαν.	C. Gontikakis	<i>Study of the heating distribution in a solar active region</i>
15 Ιαν.	A. Mastichiadis	<i>The supercritical pile model for GRBs</i>
22 Ιαν.	I. Nikolis	<i>The role of noise in the biological process of information</i>
29 Ιαν.	H. Varvoglis	<i>Scattering and capture of free-floating planets by planetary systems</i>
5 Φεβρ.	L. Vlachos	<i>Formation and evolution of solar active regions: A cosmic laboratory for the study of Complexity</i>
12 Φεβρ.	V. Charmandaris	<i>Infrared Properties of Interacting Galaxies: from Spirals to ULIRGs</i>
19 Φεβρ.	N. Vlahakis	<i>Acceleration and collimation in relativistic astrophysical jets</i>
26 Φεβρ.	J. Hadjidemetriou	<i>Dynamics of Extrasolar Planetary Systems: Stability and Chaotic motion</i>
4 Μαρτ.	K. Koutroumbas	<i>Pattern Recognition</i>
11 Μαρτ.	X. Moussas	<i>The Heliosphere</i>
18 Μαρτ.	D. Kazanas	<i>Echoes of the Kerr Metric: A Source for High Frequency QPOs in Black Hole Systems</i>

Ημ/νία	Όμιλητής	Τίτλος
1 Άπρ.	M. Plionis	<i>Hierarchical Structure Formation in the ΛCDM Cosmology: Structure Shapes, Dynamics, Environment & Evolution</i>
8 Άπρ.	M. Sakellariadou	<i>Cosmic (super)-strings: the current status</i>
15 Άπρ.	S. Basilakos	<i>A mathematical description of the nature of the dark energy and the end of Cosmology</i>
5 Μαΐου	I. Dandouras	<i>Planetary magnetospheres and their study with the technique of energetic neutral atoms</i>
6 Μαΐου	F. Diacu	<i>Saari's Conjecture of Celestial Mechanics</i>
13 Μαΐου	S. Koutchmy	<i>About the coronal origin of eruptive phenomena</i>
20 Μαΐου	N. Kylafis	<i>Black holes as X-ray sources</i>
22 Μαΐου	K. Efstathiou	<i>Unstable attractors and heteroclinic cycles in pulse coupled networks with delay</i>
27 Μαΐου	N. Sergis	<i>The magnetosphere of Saturn through the measurements of energetic ions and neutral atoms. MIMI instrument onboard the Cassini spacecraft</i>
3 Ίουν.	G. Lukes	<i>Dynamics and chaos in the unified scalar field Cosmology</i>
9 Ίουν.	D. Kazanas	<i>Cosmological Inflation and the Multiverse: Views of a Sceptic</i>
10 Ίουν.	G. Seiradakis	<i>A study of single pulses from neutron stars</i>
17 Ίουν.	N. Kalogeropoulos	<i>The entropic parameter in Tsallis thermostatics and the \mathcal{R}-Ricci curvature</i>
23 Σεπτ.	G. Zank	<i>The Interaction of the Solar Wind with the Interstellar Medium</i>
25 Σεπτ.	A. Vourlidis	<i>Seeing the Sun and Heliosphere with New Eyes: Recent Results from the SECCHI Telescopes aboard the STEREO Mission.</i>

Ήμ/νία	Όμιλητής	Τίτλος
30 Σεπτ.	A. Anastasiadis	<i>The Cross-Scale space mission</i>
7 Όκτ.	A. Giorgilli	<i>Epicyles, secular inequalities and chaotic evolution in Celestial mechanics: a historical perspective</i>
14 Όκτ.	D. Vlahos	Έρευνητικές δραστηριότητες του έργαστηρίου έπιστήμης του Πανεπιστήμιου Πελοποννήσου
21 Όκτ.	L. Perivolaropoulos	<i>A Comparison of Dark Energy Probes</i>
4 Νοεμ.	A. Nezis	<i>Velocity Pattern Evolution in the Solar Photosphere</i>
6 Νοεμ.	K. Γεωργούλης	Πρόγνωση του διαστημικού καιρού: Πρόοδος και προκλήσεις
11 Νοεμ.	A. Mignone	<i>Shock-Capturing Schemes in Computational Fluid Dynamics and the PLUTO Code</i>
18 Νοεμ.	X. Εύθυμιόπουλος	<i>Low-dimensional tori and energy localization in Fermi-Pasta-Ulam Lattices</i>
25 Νοεμ.	X. Τσιρώνης	<i>Nonlinear phenomena in electron-cyclotron heating and current drive in fusion plasmas</i>
2 Δεκ.	B. Άρχοντης	<i>From MHD dynamos to dynamical solar events: achievements and perspectives</i>
9 Δεκ.	K. Τσιγάνης	<i>Recent Advances and New Challenges in Solar System Dynamics</i>
16 Δεκ.	J.-C. Vial	<i>Some new UV imaging and spectroscopic results on filaments/prominences</i>

- Άποστολές - Έπισκέψεις σε Ίδρύματα του έξωτερικού

Δάρα Έλένη

Άποστολή στη Σιβηρία για την παρατήρηση της όλικης ήλιακης εκλείψεως της 1ης Αυγούστου.

Πάτσης Πάνος

Ἐπισκέπτης στὰ κάτωθι ἐρευνητικά Ἰδρύματα:

- SouthwestResearch Institute, Boulder, CO (USA). Status: Fulbright fellow, collaborator: Dr. D.E. Kaufmann, 1 April - 31 May.
- European Southern Observatory, Garching, Munich (Germany). Status: Scientific Visitor, collaborator: Dr. P. Grosbol, 1 August - 30 September.
- Université Louis Pasteur, Observatoire Astronomique Strasbourg (France). Ἐπισκέπτης καθηγητής. Collaborator: Prof. Ch. Boily, 1 October -31 October.

Κοντόπουλος Ἰωάννης

Ἀποστολή στὸ Goddard Space Flight Center/ NASA (προσκεκλημένος ἀπὸ τοὺς Drs. D. Kazanas καὶ A. Harding), μὲ θέμα μελέτης «Study of the 3-D structure of the pulsar magnetosphere», σὲ συνεργασία μὲ τὸν Κωνσταντῖνο Καλαποθαράκο.

Βασιλάκος Σπύρος

Ἀποστολή στὸ Μεξικὸ γιὰ παρατηρήσεις γαλαξιών μεγάλης ἀστρογένεσης μὲ στόχο τὸν ὑπολογισμό τοῦ ρυθμοῦ διαστολῆς τοῦ Σύμπαντος. Ἡ ἀποστολή ἐντάσσεται στὸ πλαίσιο διεθνούς συνεργασίας μεταξὺ τοῦ ΚΕΑΕΜ, τοῦ Πανεπιστημίου τοῦ Cambridge (UK) καὶ τοῦ Ἰνστιτούτου Ἀστροφυσικῆς τοῦ Μεξικοῦ (INAOE).

Καλαποθαράκος Κωνσταντῖνος

Ἐπίσκεψη στὸ Goddard Space Flight Center (NASA) γιὰ τὴν ἀνάπτυξη παράλληλου κώδικα (σὲ MPI) ἠλεκτροδυναμικῆς (FFE) μὲ στόχο μεγάλης διακριτικῆς ἰκανότητας ἐξομοιώσεις (στὸν ὑπερυπολογιστὴ Columbia τῆς NASA) γιὰ τὴ μελέτη τῆς μαγνητόσφαιρας τῶν Pulsars. Σὲ συνεργασία μὲ τοὺς κ.κ. Ἰ. Κοντόπουλο καὶ Δ. Καζάνα.

- **Ἐπιστημονικὲς προτάσεις**

Κοντόπουλος Ἰωάννης:

Ἐπιστημονικὴ πρόταση γιὰ χρόνο παρατήρησης μὲ τὰ ραδιοτηλεσκόπια VLA/VLBA (ἐγκρίθηκε μὲ ὑψηλὴ προτεραιότητα).

- **Τιμητικὲς διακρίσεις**

Ἡ κάτωθι ἐργασία τοῦ κ. Βαγενᾶ βραβεύτηκε κατὰ τὸ Διαγωνισμὸ τῆς Ἐπιστημονικῆς Ἑταιρείας *Gravity Research Foundation*: «Gravitational anomalies: A Recipe for Hawking radiation». Saurya Das (Lethbridge U.), Sean P. Robinson (MIT), Elias C. Vagenas (RCAAM, Academy of Athens).

- **Πρωώθηση τῆς ἐκλαϊκεύσης τῆς Ἀστρονομίας**

Τὸ ΚΕΑΕΜ, ἐνδιαφέρεται νὰ προωθήσει τὴν ἐπιστῆμὴ τῆς Ἀστρονομίας στὸ εὐρὸ κοινό. Στὴν κατεύθυνση αὐτὴ ἔχει νὰ παρουσιάσει:

- Προσκεκλημένη ὁμιλία τοῦ ἐρευνητοῦ Ἰ. Κοντόπουλου μὲ θέμα «Μιὰ σύντομη ἀναφορὰ στὴν ἱστορία τοῦ Σύμπαντος ἀπὸ τὴν μεγάλη ἔκρηξη ἕως τὶς μέρες μας» (Θεσσαλονίκη, Φεβρουάριος 2008).
- Ὁργάνωση ἀπὸ κ. Θ. Ζαχαριάδη ἐπίσκεψης στὸ Ἀστεροσκοπεῖο Ἀθηνῶν καὶ ἐκλαϊκευτικῆς ὁμιλίας μὲ θέμα τὸ «Μηχανισμὸ τῶν Ἀντικυθάρων», μὲ ὁμιλητὴ τὸν καθηγητὴ κ. Ξ. Μουσσᾶ.

Ἐντὸς τοῦ 2008 ξεκίνησε ἡ σειρά τῶν ἐκλαϊκευτικῶν ὁμιλιῶν ποὺ διοργάνωσε τὸ ΚΕΑΕΜ στὸ πλαίσιο τῶν ἐκδηλώσεων γιὰ τὸ «Διεθνὲς Ἔτος Ἀστρονομίας 2009». Οἱ ὁμιλίες ἐδόθησαν στὴν ἀνατολικὴ αἴθουσα τοῦ κεντρικοῦ κτηρίου τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν. Ἐντὸς τοῦ 2008 πραγματοποιήθηκαν οἱ ὁμιλίες:

- 3.12.2008: Σ. Κριμιζῆς «Ἡ Ἐξερεύνηση τῶν Πλανητῶν: Σκάφη στὸν ὠκεανὸ τοῦ Διαστήματος ἀπὸ τοὺς Mariners καὶ Voyagers μέχρι τὸ Cassini καὶ MESSENGER».

- 17.12.2008: Χρήστος Εύθυμίουπουλος «Τò μεγάλο πείραμα στο CERN καί ή συμβολή του στήν Άστρονομία».

- Συμμετοχή σέ εὐρωπαϊκές καί ἑλληνικές ἐπιτροπές

Οἱ ἐρευνητές καί ἐπιστημονικοὶ συνεργάτες τοῦ ΚΕΑΕΜ συμμετέχουν σέ ἐθνικές καί εὐρωπαϊκές ἐπιτροπές. Ὅλοι εἶναι μέλη τῆς Ἑλληνικῆς Ἀστρονομικῆς Ἑταιρείας (Hel.A.S.) καί τῆς Διεθνoῦς Ἀστρονομικῆς Ἐνώσεως (IAU). Ἐπιπλέον συμμετέχουν στίς ἐξῆς ἐπιτροπές:

- Εὐρωπαϊκή Ἐπιτροπή γιά τήν Ἡλιακή Φυσική (Solar Physics Section - SPS, Ε. Δάρα, μέλος τοῦ Δ.Σ.).
- Ἐπιτροπή Ἐπιστημονικοῦ Προγραμματισμοῦ (SPC) τῆς ESA (Β. Τριτάκης).
- Ἐπιτροπή HLWG (High Level Working Group) GEO (Β. Τριτάκης).
- Ἐπιτροπή Μελέτης τῆς Παγκόσμιας Μεταβολῆς (IGBP) (Β. Τριτάκης).
- Ἐπιτροπή Ἐρευνῶν τοῦ Διαστήματος (Β. Τριτάκης).

Τέλος, ὄλοι οἱ ἐρευνητές τοῦ ΚΕΑΕΜ εἶναι κριτές σέ διεθνή ἐπιστημονικά περιοδικά κύρους, ἐνῶ μερικοὶ εἶναι ἀξιολογητές διεθνῶν ἐπιστημονικῶν προτάσεων καί συμμετέχουν στά ἐκδοτικά συμβούλια διεθνῶν περιοδικῶν.

[Π. Πάτσης]

ΚΕΝΤΡΟΝ ΕΡΕΥΝΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ

Ἐπόπτης: Χρῆστος Σ. Ζερεφός.

Ἐφορευτικὴ Ἐπιτροπὴ:

Πρόεδρος: Π. Λιγομενίδης.

Μέλη: Κ. Ἀλεξόπουλος, Γ. Κοντόπουλος, Ν. Ἀμβράζης, Σ. Κρμιζῆς.

Διευθυντής: Γεώργιος Β. Τσελιούδης.

Ἐρευνητές: Παῦλος Δ. Καλαμπόκας (Α' Βαθμίδος), Κωνσταντῖνος Μ. Φιλάνδρας (Β' Βαθμίδος), Ἀναστασία Ρωμανοῦ (Γ' βαθμίδος).

Ἐπιστημονικὸς Συνεργάτης: Χρῆστος Κ. Ρεπαπῆς.

Ἐξωτερικοὶ Συνεργάτες: Π. Ζάνης (ΑΠΘ), Π. Χατζηνικολάου (Cyprus Institute), Ἐ. Κανελλοπούλου (ΕΚΠΑ), Π. Νάστος (ΕΚΠΑ), Κ. Ἐλευθεράτος (ΕΚΠΑ), Χ. Γιαννακόπουλος (ΕΑΑ), Ἀ. Παλιατσός (ΤΕΙ Πειραιᾶ), I. Isaksen (University of Oslo), J.P. Cammas, A. Volz-Thomas, Ν. Μιχαλόπουλος (Πανεπιστήμιο Κρήτης).

Ὑποψήφιοι Διδάκτορες: Ἴ. Καψωμενάκης, Κ. Δουβῆς.

1. Ἀνταγωνιστικὰ Ἐρευνητικὰ Προγράμματα

Στὸ Κέντρον Ἐρεύνης Φυσικῆς τῆς Ἀτμοσφαιρας καὶ Κλιματολογίας τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν κατὰ τὸ ἔτος 2008 διεξήχθησαν ἔρευνες ποὺ ἀφοροῦν στὸ κλίμα καὶ στὴν ἐκτίμηση τῶν κλιματικῶν ἀλλαγῶν στὴν περιοχὴ τῆς Ἀνατολικῆς Μεσογείου, καθὼς ἐπίσης καὶ στὴ ρύπανση τῆς ἀτμόσφαιρας τῆς περιοχῆς. Τὰ ἐρευνητικὰ προγράμματα ἔχουν ὡς ἐξῆς:

1.1. Ἐρευνητικὰ προγράμματα ἐξωτερικοῦ

1.1.1 Συνεργασία στὸ πρόγραμμα τῆς ΕΕ «Global and regional Earth-system Monitoring using Satellite and in-situ data-GEMS».

Ὑπεύθυνος προγράμματος: T. Hollingsworth. Ἐρευνητής: Χ. Ζερεφός.

- 1.1.2** Συνεργασία στο πρόγραμμα τής ΕΕ «Quantifying the Climate Impact of Global and European Transport Systems – QUANTIFY».
Υπεύθυνος προγράμματος: R. Sausen. Έρευνητής: X. Ζερεφός.
- 1.1.3** Συνεργασία στο πρόγραμμα τής ΕΕ «Environmentally Compatible Air Transport System-ECATS».
Υπεύθυνος προγράμματος: R. Grumann. Έρευνητής: X. Ζερεφός.
- 1.1.4** Συνεργασία στο πρόγραμμα τής ΕΕ «Climate change and Impact Research: The Mediterranean Environment – CIRCE».
Υπεύθυνος προγράμματος: A. Navara. Έρευνητής: X. Ζερεφός.
- 1.1.5** Συνεργασία στο πρόγραμμα τής ΕΕ «Global Earth Observation and Monitoring-GEOMON».
Υπεύθυνος προγράμματος: S. Godin-Beekman. Έρευνητής: X. Ζερεφός.
- 1.1.6** Συνεργασία στο πρόγραμμα τής ΕΕ «Air quality Monitoring and Forecasting In China-AMFIC».
Υπεύθυνος προγράμματος: R. van der A. Έρευνητής: X. Ζερεφός.
- 1.1.7** Συνεργασία με είκοσι ευρωπαϊκούς και διεθνείς φορείς στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού Προγράμματος IS-ENES «Infrastructure for the Network for Earth System Modeling IS-ENES» (συντονιστής CNLS/IPSL, Γαλλία).
Υπεύθυνος Προγράμματος: S. Joussrme. Έρευνητές: Γ. Τσελιούδης, Α. Ρωμανού.
- 1.1.8** Συνεργασία με το Τμήμα Φυσικής του Πανεπιστημίου τής Μάλτας, το Υπουργείο Έργασίας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων Κύπρου (Υπηρεσία Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης) και το Έργαστήριο Περιβαλλοντικών Χημικών Διεργασιών του Πανεπιστημίου Κρήτης, με χρηματοδότηση από την Ακαδημία Αθηνών, στο πρόγραμμα «Μελέτη των διακυμάνσεων του μη αστικού επιφανειακού όζοντος στην Ανατολική Μεσόγειο και υπολογισμός του παραγόμενου από αστικές δραστηριότητες όζοντος στην Αθήνα».
Υπεύθυνος Προγράμματος: Π. Λιγομενίδης (Ακαδημαϊκός). Έρευνητής: Π. Καλαμπόκας.

- 1.1.9** Συνεργασία με το Laboratoire d'Aérologie (CNRS-Toulouse) και το Institut für Chemie der Geosphäre, Forschungszentrum Juelich, στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού Προγράμματος MOZAI- IAGOS «Measurement of ozone and water vapor aboard Airbus in-service aircraft».
Υπεύθυνοι Προγράμματος: J.P. Cammas, A. Volz-Thomas. Έρευνητής: Π. Καλαμπόκας.
- 1.1.10** Συνεργασία με τη Physical and Chemical Exposure Unit EU-JRC, Ispra, και το ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος, στο χρηματοδοτούμενο από την ΕΕ Πρόγραμμα AIRMEX «European Indoor Air Monitoring and Exposure Assessment Project».
Υπεύθυνος Προγράμματος: D. Kotzias. Έρευνητής: Π. Καλαμπόκας.
- 1.1.11** Συνεργασία με έννέα ευρωπαϊκούς έρευνητικούς φορείς στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού Προγράμματος HEREPLUS «Health Risk from Environmental Pollution Levels in Urban Systems, HEREPLUS» (συντονισμός: Πανεπιστήμιο Sapienza, Ρώμη).
Υπεύθυνοι Προγράμματος: F. Manes. Έρευνητής: Π. Καλαμπόκας.
- 1.2. Έρευνητικά προγράμματα έσωτερικού**
- 1.2.1** Συνεργασία με το Έργαστήριο Κλιματολογίας και Άτμοσφαιρικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Αθηνών, στο χρηματοδοτούμενο από την ΓΓΕΤ Πρόγραμμα ΠΥΘΑΓΟΡΑΣ «Χρήση μεθόδων δυναμικής υποκλιμάκωσης για την μελέτη των άκρικών καιρικών φαινομένων στην Ελλάδα».
Υπεύθυνος Προγράμματος: Χ. Ζερεφός. Έρευνητές: Π. Ζάνης και Κ. Φιλάνδρας, και ο έρευνητής του Πανεπιστημίου του Cambridge Π. Χατζηνικολάου.
- 1.2.2** Συνεργασία με το Έργαστήριο Κλιματολογίας και Άτμοσφαιρικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Αθηνών, στο πλαίσιο του Προγράμματος Ένίσχυσης του Έρευνητικού Δυναμικού (ΠΕΝΕΔ 2003) της ΓΓΕΤ, με τίτλο «Μελέτη των άκρικών κλιματικών φαινομένων της Ελλάδος και εκτίμηση των προβλεπόμενων από τα

πρότυπα προσομοίωσης (models) κλιματικών αλλαγών στην Ελλάδα με μεθόδους υποκλιμάκωσης».

Υπεύθυνος Προγράμματος: Γ. Τσελιούδης. Έρευνητές: Ά. Ρωμανού και Κ. Φιλάνδρας. Υποψήφιοι Διδάκτορες: Ί. Καψωμενάκης και Κ. Δουβής.

- 1.2.3 Συνεργασία με τὸ Τμήμα Φυσικῆς τοῦ ΕΜΠ στὸ χρηματοδοτούμενο ἀπὸ τὴν ΓΓΕΤ Πρόγραμμα ΠΥΘΑΓΟΡΑΣ «Μελέτη τῶν μηχανισμῶν μεταφορᾶς καὶ προέλευσης τῶν αἰωρουμένων σωματιδίων καὶ τοῦ ὄζοντος στὸ λεκανοπέδιο Ἀθηνῶν μετὰ χρήση σύγχρονων μεθόδων καὶ τεχνικῶν laser».

Υπεύθυνος Προγράμματος: Ά. Παπαγιάννης. Έρευνητής: Π. Καλαμπόκας.

2. Δημοσιεύσεις σὲ ἐπιστημονικὰ περιοδικὰ μετὰ κριτὲς

- 2.1. Meleti, C., A.F. Bais, S. Kazadzis, N. Kouremeti, K. Garane, C. Zerefos (2008), «Factors affecting solar UV irradiance, measured since 1990 at Thessaloniki, Greece». *Int. J. of Rem. Sens.* (in press).
- 2.2. Kazantzidis, A., A.F. Bais, M.M. Zempila, C. Meleti, K. Eleftheratos, C.S. Zerefos (2008), «Evaluation of ozone column measurements over Greece with NILU-UV multi-channel radiometers». *Int. J. of Rem. Sens.* (in press).
- 2.3. Zanis, P., I. Kapsomenakis, C. Philandras, K. Douvis, D. Nikolakis, E. Kanellopoulou, C.S. Zerefos, C. Repapis (2008), «Analysis of an ensemble of present-day and future Regional Climate Simulations for Greece». *Int. J. of Clim.* (in press).
- 2.4. Founda, D., H.D. Kambezidis, M. Petrakis, P. Zanis, C. Zerefos (2008), «A Correction of the Recent Air Temperature Record at the Historical Meteorological Station of the National Observatory of Athens (NOA) due to Instrument Change». *Theor. & Applied Clim.* (in press).
- 2.5. Poupkou, A., D. Melas, I. Ziomas, P. Symeonidis, I. Lisaridis, E. Gerasopoulos, C.S. Zerefos (2008), «Simulated summertime regional ground-level ozone concentrations over Greece». *Water, Air & Soil Pollution* (in press).

- 2.6. Tourpali, K., A.F. Bais, A. Kazantzidis, C.S. Zerefos, H. Akiyoshi, J. Austin, C. Brühl, N. Butchart, M.P. Chipperfield, M. Dameris, M. Deushi, V. Eyring, M.A. Giorgetta, D.E. Kinnison, E. Mancini, D.R. Marsh, T. Nagashima, G. Pitari, D.A. Plummer, E. Rozanov, K. Shibata, and W. Tian (2008), «Clear sky UV simulations in the 21st century based on Ozone and Temperature Projections from Chemistry-Climate Models». *Atmos. Chem. Phys. Disc.*, 8(2) 4353-4371.
- 2.7. Gerasopoulos, E., C.S. Zerefos, I. Tsagouri, D. Founda, V. Amiridis, A. F. Bais, A. Belehaki, N. Christou, G. Economou, M. Kanakidou, A. Karamanos, M. Petrakis, P. Zanis (2008), «The Total Solar Eclipse of March 2006: Overview». *Atmos. Chem. Phys.*, 8, 5205-5220.
- 2.8. Isaksen, I.S.A., B. Rognerud, G. Myhre, J.D. Haigh, S.T. Rumbold, K.P. Shine, C.S. Zerefos, K. Tourpali, W. Randel (2008), «Radiative forcing from modelled and observed stratospheric ozone changes due to the 11-year solar cycle». *Atmos. Chem. Phys. Disc.*, 8, 4353-4371.
- 2.9. Nastos, P., C.S. Zerefos (2008), «Decadal changes in extreme daily precipitation in Greece». *Adv. in Geosc.*, 16, 55-62.
- 2.10. Harris N.R.P., E. Kyro, J. Staehelin, D. Brunner, S.B. Andersen, S. Godin-Beekmann, S. Dhomse, P. Hadjinicolaou, G. Hansen, I. Isaksen, A. Jrrar, A. Karpetchko, R. Kivi, B. Knudsen, P. Krizan, J. Lastovicka, J. Maeder, Y. Orsolini, J.A. Pyle, M. Rex, K. Vanicek, M. Weber, I. Wohltmann, P. Zanis, C.S. Zerefos (2008), «Ozone trends at northern mid- and high latitudes - a European perspective». *Annales Geophysicae*, 26, 1207-1220.
- 2.11. Philandras C.M., P.T. Nastos, C.C. Repapis (2008), «Air Temperature Variability and Trends over Greece». *Global Nest Journal*, vol. 10, no 2, 273-285.
- 2.12. Kalobokas, P.D., N. Mihalopoulos, R. Ellul, S. Kleanthous, C.C. Repapis (2008), «An investigation of the meteorological and photochemical factors influencing the background rural and marine surface ozone levels in the central and eastern Mediterranean». *Atmospheric Environment*, 42, 7894-7906.

3. Δημοσιεύσεις σὲ Πρακτικὰ Διεθνῶν Συνεδρίων καὶ ἄλλους τόμους μὲ κριτὲς
- 3.1. G. Tselioudis, «Cloud Feedbacks in Earth System Models». *Nordic-Arctic Climate Change: Towards an Earth System Approach*, Norrköping (Sweden), 13-14 October 2008.
 - 3.2. Giannakopoulos, C., P. Hadjinicolaou, C.S. Zerefos, G. Demosthenous, «Changing energy requirements in the Eastern Mediterranean under changing climatic conditions». *International Conference on Deregulated Electricity Market Issues in South-Eastern Europe (DEMSEE 2008)*, Nicosia (Cyprus), 22-23 September 2008.
 - 3.3. Giannakopoulos, C., P. Hadjinicolaou, C.S. Zerefos, «Precipitation regime over Cyprus as a result of global climate change», *10th Plinius Conference on Mediterranean Storms*, Nicosia (Cyprus), 22-24 September 2008.
 - 3.4. Philandras, C.M., P.T. Nastos, A.G. Paliatsos and C.C. Repapis, «Study of the rain intensity in Athens and Thessaloniki Greece». *10th Plinius Conference on Mediterranean Storms*, Nicosia (Cyprus), 22-24 September 2008.
 - 3.5. Zerefos, C., «Climate Change in Art». *Symposium Climate extremes during recent millennia and their impact on Mediterranean Societies*, Athens, 13-16 September 2008.
 - 3.6. Zerefos, C., «Ozone, Climate and Art». *Atmospheric Chemistry and Climate Meeting*, Oslo, 15 September 2008.
 - 3.7. Hadjinicolaou P., C. Giannakopoulos, C.S. Zerefos, «Precipitation and cloud cover trends in the Eastern Mediterranean during a period of decreasing tropospheric aerosol». *IGAC 10th International Conference "Bridging the scales in Atmospheric Chemistry: Local to Global"*, Annecy (France), 7-12 September 2008.
 - 3.8. Kalabokas P., A. Papayannis, G. Tsaknakis, G. Avdikos, K. Eleftheratos, D. Balis, I. Ziomas, G. Georgoussis, A. Paliatsos and C. Tsamalis, «Atmospheric concentrations of SO₂, NO₂ and O₃ in Athens, Greece measured by DOAS and DIAL techniques». *IGAC 10th International Conference, Bridging the scales in Atmospheric*

Chemistry: Local to Global, Annecy (France), 7-12 September 2008.

- 3.9. Zempila, M., C. Meleti, A. Bais, A. Kazantzidis, S. Kazadzis, C.S. Zerefos, K. Eleftheratos, «Comparison of OMI UV products with measurements from the NILU-UV multifilter radiometers of the Greek National Network». *International Radiation Symposium (IRS 2008)*, Brazil, 3-8 August 2008.
- 3.10. Kazantzidis A., C. Meleti, M.M. Zempila, A.F. Bais, C.S. Zerefos, K. Eleftheratos, «Evaluation of ozone column measurements with NILU-UV multi-filter radiometers». *Quadrennial Ozone Symposium QOS 2008*, Tromsø (Norway), 29 June - 5 July 2008.
- 3.11. Zerefos, C., N. Ambraseys, H. Badawy, E. Xirotyri-Zerefou, «Past and Present Geophysical Threats at the Great City of Alexandria». *X International Congress of Egyptologists*, Rhodes, 22-29 May 2008.
- 3.12. Founda D., C. Giannakopoulos, A. Sarantopoulos, M. Petrakis and C.S. Zerefos, «Estimating present and future fire risk in Greece: Links with the destructive fires of summer 2007». *Geophysical Research Abstracts*, vol. 10, EGU 2008-A-07848, 2008, id: 1607-7962/gra/EGU2008-A-07848, EGU General Assembly, 13-18 April 2008.
- 3.13. Nastos, P., C.S. Zerefos, «Spatial and temporal variability of consecutive dry and wet days in Greece». *Geophysical Research Abstracts*, vol. 10, EGU2008-A-00000, 2008. EGU General Assembly, 13-18 April 2008.
- 3.14. Nastos, P., A. Godelitsas, Ch. Zarkadas, K. Potiriadis, E. Chatzitheodoridis, A. Karydas, C.S. Zerefos, «Saharan dust in red rain precipitated over Athens, Greece on February 24th 2006». *SEGH 2008*, Athens, 31 March-2 April 2008.
- 3.15. Eleftheratos K., C.S. Zerefos, P. Zanis, D.S. Balis, G. Tselioudis, K. Gierens, R. Sausen, «A study on natural and manmade global interannual fluctuations of cirrus cloud cover for the period 1984-2004». *QUANTIFY 3rd Annual Meeting*, Budapest (Hungary), 19-22 February 2008 (poster).

4. Δημοσιεύσεις σέ Πρακτικά Συνεδρίων στήν Ἑλλάδα

- 4.1. Ἴ. Καψωμενάκης, Π. Ζάνης, Κ. Δουβῆς, Κ. Φιλάνδρας, Δ. Νικολάκης, Χ. Ζερεφός, Γ. Τσελιούδης, «Ἐκτιμήσεις τῶν Μελλοντικῶν Κλιματικῶν Ἀλλαγῶν γιά τήν Ἑλλάδα ἀπό Περιοχικά καί Παγκόσμια Κλιματικά Μοντέλα». Πρακτικά 9ου Συνεδρίου Μετεωρολογίας-Κλιματολογίας καί Φυσικῆς τῆς Ἀτμοσφαιράς, Θεσσαλονίκη, 28-31 Μαΐου 2008, 377-384.
- 4.2. Κ. Δουβῆς, Π. Ζάνης, Ἴ. Καψωμενάκης, Δ. Μελάς, Χ. Ρεπαπῆς, Ἐ. Κανελλοπούλου, Κ. Φιλάνδρας, «Μελέτη Εὐαισθησίας τοῦ Περιοχικοῦ Κλιματικοῦ Μοντέλου REGCM3 στήν ἐπιλογή τοῦ Σχήματος Ἀσταθείας». Πρακτικά 9ου Συνεδρίου Μετεωρολογίας-Κλιματολογίας καί Φυσικῆς τῆς Ἀτμοσφαιράς, Θεσσαλονίκη, 28-31 Μαΐου 2008, 353-360.
- 4.3. Ἀ. Γ. Παλιατσός, Κ. Μ. Φιλάνδρας, Π. Θ. Νάστος, «Συμβολή στή Μελέτη τῆς Ἐντασης τῆς βροχῆς στήν Ἀθήνα». Πρακτικά 9ου Συνεδρίου Μετεωρολογίας-Κλιματολογίας καί Φυσικῆς τῆς Ἀτμοσφαιράς, Θεσσαλονίκη, 28-31 Μαΐου 2008, 473-480.
- 4.4. Κ. Μ. Φιλάνδρας, Π. Θ. Νάστος, Ἴ. Καψωμενάκης, Δ. Ἴ. Νικολάκης, «Τάσεις τῆς Θερμοκρασίας τοῦ Ἀέρα σέ σχέση μέ τίς Μεταβολές τῆς Ἀτμοσφαιρικῆς Κυκλοφορίας στήν Εὐρύτερη Περιοχή τῆς Ἑλλάδας (1951-2007)». Πρακτικά 9ου Συνεδρίου Μετεωρολογίας-Κλιματολογίας καί Φυσικῆς τῆς Ἀτμοσφαιράς, Θεσσαλονίκη, 28-31 Μαΐου 2008, 537-544.
- 4.5. Γ. Τσελιούδης, Χ. Ζερεφός, Π. Ζάνης, Χ. Ρεπαπῆς, Ἴ. Καψωμενάκης, «Μελλοντικές Τάσεις τῆς βροχόπτωσης στή Μεσόγειο καί Πιθανές Συνδέσεις μέ τή Φάση τῆς Βορειοατλαντικῆς Κύμανσης». Πρακτικά 9ου Συνεδρίου Μετεωρολογίας-Κλιματολογίας καί Φυσικῆς τῆς Ἀτμοσφαιράς, Θεσσαλονίκη, 28-31 Μαΐου 2008, 513-520.
- 4.6. P. D. Kalabokas, A. Volz-Thomas, V. Thouret, J.P. Cammas, «Observed vertical profiles of tropospheric ozone and carbon monoxide over the Aegean Sea during summer». Πρακτικά 9ου Συνεδρίου Μετεωρολογίας-Κλιματολογίας καί Φυσικῆς τῆς Ἀτμοσφαιράς, Θεσσαλονίκη, 28-31 Μαΐου 2008, 633-640.

- 4.7. Χατζηνικολάου, Π., Π. Ζάνης, Κ. Δουβής, Χ. Ζερεφός, «Αποτίμηση τῶν Κλιματικῶν Μοντέλων περιοχῆς PRECIS AND PEGCM3 γιὰ τὸ πρόσφατο παρελθὸν στὴν Ἑλλάδα». Πρακτικὰ 9ου Συνεδρίου Μετεωρολογίας-Κλιματολογίας καὶ Φυσικῆς τῆς Ἀτμοσφαιρας, Θεσσαλονίκη, 28-31 Μαΐου 2008, 553-560.
- 4.8. Eleftheratos, K., C. Zerefos, E. Kanellopoulou, P. Nastos and D. Nikolakis, «Natural and anthropogenic variations of cirrus cloud cover on a global scale». Πρακτικὰ 9ου Συνεδρίου Μετεωρολογίας-Κλιματολογίας καὶ Φυσικῆς τῆς Ἀτμοσφαιρας, Θεσσαλονίκη, 28-31 Μαΐου 2008.
- 4.9. Founda, D., S. Lykoudis, B.E. Psiloglou, M. Petrakis, C.S. Zerefos, «Observations of the atmospheric surface layer parameters during the total solar eclipse of March 29th, 2006». Πρακτικὰ 9ου Συνεδρίου Μετεωρολογίας-Κλιματολογίας καὶ Φυσικῆς τῆς Ἀτμοσφαιρας, Θεσσαλονίκη, 28-31 Μαΐου 2008.
- 4.10. Georgoulis, K., M.E. Koukouli, V. Amiridis, C. Meleti, G. Alexandri, D. Balis, A. Bais, C.S. Zerefos, «A study of the Sulfur Dioxide transport above the city of Thessaloniki, Greece». Πρακτικὰ 9ου Συνεδρίου Μετεωρολογίας-Κλιματολογίας καὶ Φυσικῆς τῆς Ἀτμοσφαιρας, Θεσσαλονίκη, 28-31 Μαΐου 2008.

5. Διεθνῆ Συνέδρια

Οἱ ἐρευνητὲς τοῦ Κέντρου συμμετεῖχαν στὰ κάτωθι Διεθνῆ Συνέδρια:

- 5.1. Ζερεφός, Χ., «Ἡ περιβαλλοντικὴ κρίση στὸν 21ο αἰῶνα μὲ ἔμφαση στὶς ἐπιπτώσεις στὴ Μεσόγειο». Διεθνὲς Συνέδριο τοῦ Ὑπουργείου Ἐξωτερικῶν μὲ θέμα Συμβατική, Ἀνανεώσιμη καὶ Πυρηνικὴ Ἐνέργεια: Ἐπιλογές καὶ προκλήσεις στὴν ἐποχὴ τῶν κλιματικῶν ἀλλαγῶν. Ἐνεργειακὴ ἀσφάλεια τῆς ΕΕ, Ἀθήνα, 24 Νοεμβρίου 2008.
- 5.2. Ζερεφός, Χ., «Μεσόγειος: Σταυροδρόμι ἀερίων ρύπων ἀλλὰ καὶ προειδοποιητικὸς φάρος τῶν ἐπιπτώσεων τῆς κλιματικῆς ἀλλαγῆς», Ἡμερίδα τοῦ Ἰδρύματος Ἰατροβιολογικῶν Ἐρευνῶν τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν μὲ θέμα Οἱ Ἐπιπτώσεις τῆς Κλιματικῆς Ἀλλαγῆς στὴ Μεσόγειο, Ἀθήνα, 8 Νοεμβρίου 2008.

- 5.3. *Nordic-Arctic Climate Change: Towards an Earth System Approach*, Norrköping (Sweden), 13-14 October 2008.
- 5.4. *10th Plinius Conference on Mediterranean Storms*, Nicosia (Cyprus), 22-24 September 2008.
- 5.5. *Atmospheric Chemistry and Climate Meeting*, 15 September 2008.
- 5.6. *Symposium Climate extremes during recent millennia and their impact on Mediterranean Societies*, Athens, 13-16 September 2008.
- 5.7. *IGAC 10th International Conference*, Annecy (France), 7-12 September 2008.
- 5.8. *Quadrennial Ozone Symposium QOS2008*, Tromsø (Norway), 29 June-5 July 2008.
- 5.9. *9th COMECAP2008*, Thessaloniki, 28-31 May 2008, 617-624.
- 5.10. *EGU General Assembly*, 13-18 April 2008.
- 5.11. *SEGH 2008*, Athens, 31 March-2 April 2008.

6. Συμμετοχή σε Έλληνικά Έπιστημονικά Συνέδρια

- 6.1. Ζερεφός, Χ. Συμμετοχή στη Στρογγυλή Τράπεζα *Περιβάλλον-Δράση 08. Άνθρωπος-Φύση-Πόλη*, Έθνικόν Κέντρο Περιβάλλοντος και Αειφόρου Ανάπτυξης, Αθήνα, 14 Δεκεμβρίου 2008.
- 6.2. Ζερεφός, Χ., «Οι πλανητικές αλλαγές και η έπιρροή τους στην τέχνη». Διάλεξη στην Ένωση Αποφοίτων Αμερικανικών Πανεπιστημίων, Αθήνα, 5 Νοεμβρίου 2008.
- 6.3. Ζερεφός, Χ., «Πλανητική Άλλαγή». Ομιλία στις εκδηλώσεις Δημήτρια 2008 του Ι. Ν. Αγίου Δημητρίου Αττικής, Αθήνα, 20 Οκτωβρίου 2008.
- 6.4. Ζερεφός, Χ., «Κλιματική αλλαγή-Βιώσιμη ανάπτυξη». Συμπόσιο με θέμα *Η συμβολή της νομολογίας στην εξέλιξη του δικαίου περιβάλλοντος-Βιώσιμη ανάπτυξη*, Χασιά, 9 Οκτωβρίου 2008.
- 6.5. Ζερεφός, Χ., «Η σημασία της τεχνολογίας στην παρακολούθηση της πλανητικής αλλαγής». 10ο Έτησιο Συνέδριο *Greek ICT Forum*, Αθήνα, 1 Οκτωβρίου 2008.
- 6.6. Ζερεφός, Χ., «Η συμβολή των Έλλήνων επιστημόνων στην εξερεύνηση της πλανητικής αλλαγής». Κεντρική ομιλία στο Πανελλή-

νιο Συνέδριο τῆς Πανελληνίας Ἐνώσης Βιοεπιστημόνων μὲ θέμα *Περιβάλλον καὶ Ὑγεία*, Θεσσαλονίκη, 26-28 Σεπτεμβρίου 2008.

- 6.7. Ζερεφός, Χ., «Πλανητικὴ ἀλλαγὴ». Ἐκδήλωση τοῦ Συλλόγου Ἀποφοίτων τοῦ Πανεπιστημίου τῆς Ὀξφόρδης, Ἀθήνα, 24 Σεπτεμβρίου 2008.
- 6.8. Ζερεφός, Χ., «Αἱ Ἐπτάλοφοι Ἀθηναὶ καὶ τὸ Ἐθνικὸν Ἀστεροσκοπεῖον Ἀθηνῶν». Ανατολικὴ Αἶθουσα τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν, 10 Ἰουνίου 2008.
- 6.9. Ζερεφός, Χ., «Human security in sun's exposure in an unstable climate». Διεθνῆς Διάσκεψη γιὰ τὴν Κλιματικὴ Ἀλλαγὴ καὶ τὴν Ἀνθρώπινη Ἀσφάλεια, Ἀθήνα, 29-30 Μαΐου 2008.
- 6.10. Ζερεφός, Χ., «Climate change and energy in Greece». Ἐκδήλωση τοῦ ΤΕΙ Πειραιῶς καὶ τοῦ University of Indianapolis, Ἀθήνα, 28 Μαΐου 2008.
- 6.11. Ἐνημέρωση τῆς Εἰδικῆς Μόνιμης Ἐπιτροπῆς Ἐνέργειας καὶ Τεχνολογίας τῆς Βουλῆς τῶν Ἑλλήνων γιὰ τὸ θέμα *Ἐνέργεια καὶ Κλιματολογικὲς ἀλλαγές*, Ἀθήνα, 27 Μαΐου 2008.
- 6.12. Ζερεφός, Χ., «Κλιματικὲς ἀλλαγές, ἓνα παγκόσμιο φαινόμενο ποὺ ἀπειλεῖ τὸ φυσικὸ περιβάλλον ἀλλὰ καὶ τὴν ζωὴ». Ἡμερίδα μὲ τίτλο *Ἡ ἀπειλὴ τῆς υἰγείας ἀπὸ τὸ περιβάλλον: Ἰατρικὴ, βιοηθικὴ καὶ νομικὴ διάσταση*, στὸ πλαίσιο τῶν 170 χρόνων τοῦ Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν, Ἀθήνα, 26 Μαΐου 2008.
- 6.13. Ζερεφός, Χ., «Περιβάλλον καὶ Ὑγεία». Συνεδρίαση Λήξης 34ου Ἐτησίου Πανελληνίου Ἰατρικοῦ Συνεδρίου, Ἀθήνα, 24 Μαΐου 2008.
- 6.14. Ζερεφός, Χ., Χαιρετισμὸς στὴν ἐναρκτήρια τελετὴ τοῦ 10ου Διεθνoῦς Συνεδρίου Αἰγυπτιολόγων, Ρόδος, 22 Μαΐου 2008 (ὡς ἐκπρόσωπος τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν).
- 6.15. Ζερεφός, Χ., «Κλίμα καὶ Τέχνη». Ἐκδήλωση γιὰ τὰ 10 χρόνια τοῦ Συλλόγου Ἀποφοίτων Ἀμερικανικῶν Πανεπιστημίων Βορείου Ἑλλάδος, Μέγαρο Μουσικῆς Θεσσαλονίκης, 12 Μαΐου 2008.
- 6.16. Ζερεφός, Χ., «Ἡ πλανητικὴ ἀλλαγὴ στὸ ἀτμοσφαιρικὸ περιβάλλον». Πνευματικὸ Κέντρο, Ξυλόκαστρο, 9 Ἀπριλίου 2008.
- 6.17. Ζερεφός, Χ., «Ἡ κλιματικὴ ἀλλαγὴ καὶ ἡ ἀνάγκη ἀπεξάρτησης ἀπὸ τὸ πετρέλαιο καὶ τὰ ὀρυκτὰ καύσιμα». Ἡμερίδα τοῦ Δημοσιογραφι-

κοῦ Συγκροτήματος ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ με θέμα Νομὸς Κοζάνης. Περιβάλλον καὶ ἀνάπτυξη στὴ μεταλιγνιτικὴ περίοδο, Κοζάνη, 6 Ἀπριλίου 2008.

- 6.18. Ζερεφός, Χ., «Ἡ σχέση τῶν κλιματικῶν μεταβολῶν μετὰ τὴν ἐνεργειακὴν ἀνάγκη». *Ἡμερίδα τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν, τοῦ ΕΜΠ καὶ τοῦ ΚΑΠΕ με θέμα Ἐνέργεια καὶ Περιβάλλον*, Ἀθήνα, 4 Ἀπριλίου 2008.
- 6.19. Ἐκδήλωση *Περιβάλλον καὶ ΜΜΕ* τοῦ Μορφωτικοῦ Ἰδρύματος τῆς Ἐνώσεως Συντακτῶν Ἡμερησίων Ἐφημερίδων Ἀθηνῶν (ΕΣΗΕΑ), Ἀθήνα, 31 Μαρτίου 2008.
- 6.20. Ζερεφός, Χ., «Ἡ πλανητικὴ ἀλλαγὴ στὸ ἀτμοσφαιρικὸ περιβάλλον». *Ἡμερίδα τοῦ Εὐρωπαϊκοῦ Κέντρου Περιβαλλοντικῆς Ἐρευνας καὶ Κατάρτισης τοῦ Παντείου Πανεπιστημίου μετὰ τίτλο Τὸ περιβάλλον μετὰ τὴ διεθνή διάσκεψη στὸ Μπαλί γιὰ τὴν κλιματικὴ ἀλλαγὴ*, Ἀθήνα, 21 Μαρτίου 2008.
- 6.21. Ζερεφός, Χ., «Οἱ κλιματικὲς ἀλλαγὲς αἰτία μιᾶς νέας μεταβιομηχανικῆς ἐπανάστασης». *Τὸ Πανελλήνιο Συνέδριο Δημόσιας Ὑγείας καὶ Ὑπηρεσιῶν Ὑγείας*, Ἀθήνα, 17-19 Μαρτίου 2008.
- 6.22. Ζερεφός, Χ., «Ἐνέργεια καὶ κλιματικὲς ἀλλαγὲς». *Ἡμερίδα τοῦ Εὐρωπαϊκοῦ Κοινοβουλίου*, Ἀθήνα, 14 Μαρτίου 2008.
- 6.23. Ζερεφός, Χ., «Ἡ κλιματικὴ ἀλλαγὴ». *Ἡμερίδα τοῦ Διατμηματικοῦ Προγράμματος Μεταπτυχιακῶν Σπουδῶν «Σχεδιασμός, Ὄργανωση καὶ Διαχείριση Συστημάτων Μεταφορῶν» τοῦ ΑΠΘ, με τίτλο Μεταφορές, Περιβαλλοντικὲς Ἐπιπτώσεις καὶ Κλιματικὴ Ἀλλαγὴ*, Θεσσαλονίκη, 3 Μαρτίου 2008.
- 6.24. Ζερεφός, Χ., «Πλανητικὴ ἀλλαγὴ». Ἐναρκτήρια ὁμιλία στὸ 5ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ἀρτηριακῆς Ὑπέρτασης τῆς Ἑλληνικῆς Ἀντιπερτασικῆς Ἐταιρείας, Ἀθήνα, 28 Φεβρουαρίου 2008.
- 6.25. Ζερεφός, Χ., «Οἱ συνέπειες τῆς κλιματικῆς ἀλλαγῆς στὴν ἀνατολικὴ Μεσόγειο». *Μέγαρο*, 4 Φεβρουαρίου 2008.
- 6.26. Ζερεφός, Χ., «Πλανητικὴ ἀλλαγὴ στὸ ἀτμοσφαιρικὸ περιβάλλον». Ἐκδήλωση τῆς Ἀντικαρκινικῆς Ἐταιρείας, Μέγαρο, 19 Ἰανουαρίου 2008.

ΚΕΝΤΡΟΝ ΕΡΕΥΝΩΝ ΘΕΩΡΗΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΦΗΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ

Ἡ ἴδρυση τοῦ ΚΕΘΕΜ ἐγκρίθηκε ἀπὸ τὴν Ὀλομέλεια τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν (9.3.2006) καὶ δημοσιεύθηκε στὸ Π.Δ. 23/7.3.2008. Ἀποτελεῖ συνέχεια τοῦ ἀπὸ τοῦ ἔτους 1992 λειτουργοῦντος Γραφείου Ἐρεύνης Θεωρητικῶν Μαθηματικῶν (ΓΕΘΜ) ὑπὸ τὴν ἐποπτεία τοῦ Ἀκαδημαϊκοῦ Νικολάου Κ. Ἀρτεμιάδη.

Τὴν 4η Ἀπριλίου 2008 ἡ Ἐφορευτικὴ Ἐπιτροπὴ ἀπεφάσισε τὴν προκήρυξη θέσεων πού ἀπαιτοῦνται γιὰ τὴ λειτουργία τοῦ Κέντρου. Ἀποτέλεσμα τῆς προκηρύξεως ὑπῆρξε ὁ διορισμὸς ἑνὸς ἐρευνητοῦ Γ' βαθμίδας. Κατόπιν τούτου ἡ Ἐφορευτικὴ Ἐπιτροπὴ ἀπεφάσισε τὴν ἐκ νέου προκήρυξη τῶν ὑπολοίπων θέσεων, ἡ πλήρωση τῶν ὁποίων δὲν εἶχε ἐπιτευχθεῖ. Γιὰ τοὺς παραπάνω λόγους τὸ ΚΕΘΕΜ δὲν λειτουργεῖ ἀκόμα ὑπὸ πλήρη σύνθεση. Παρατίθενται οἱ δραστηριότητες τοῦ ΚΕΘΕΜ κατὰ τὸ ἔτος 2008.

- Ὁμιλία τοῦ Ἀκαδημαϊκοῦ Ν. Κ. Ἀρτεμιάδη (κατόπιν προσκλήσεως) στὸ Συνέδριο τῆς Ἐνώσεως Ἑλλήνων Φυσικῶν στὴν Ἀθήνα (16.1.2008-19.1.2008), μὲ θέμα «Ἡ ὁμορφιά μιᾶς ἐπιστημονικῆς θεωρίας ἀποτελεῖ ἔνδειξη ὅτι ἡ θεωρία ἀληθεύει;»

Τὸ θέμα ἀπτεται πολλῶν κλάδων τῶν θετικῶν ἐπιστημῶν καὶ κατὰ κάποιον πρωτότυπο, ἴσως, τρόπο φωτίζει τὸ ἔργο τῶν ἐπιστημόνων ἐρευνητῶν, ὅπως αὐτὸ διαφαίνεται στὸ ἀκόλουθο εἰσαγωγικὸ κείμενο.

Ὅταν μιὰ ἐπιστημονικὴ θεωρία ἐμφανίζεται στὸ προσκήνιο, οἱ ἐπιστήμονες ἐπιθυμοῦν νὰ γνωρίσουν πόσο κοντὰ εὐρίσκεται αὐτὴ στὴν ἀλήθεια. Προφανῶς, ὁ πιὸ ἄμεσος τρόπος γιὰ νὰ γίνῃ αὐτὸ εἶναι νὰ συγκρίνουμε τὰ δεδομένα τῆς ἐμπειρίας (data) μὲ τὶς προβλέψεις πού παρέχει ἡ θεωρία. Ὅμως ὁ τρόπος αὐτός, συχνά, ἐφαρμόζεται δύσκολα. Μερικὲς θεωρίες εἶναι τόσο γενικὲς καὶ τόσο βαθυστόχαστες, πού νὰ μὴν ἐπιτρέπουν τὴν ἐξαγωγή σαφῶν συμπερασμάτων παρατηρήσεως.

Ἄλλες, πάλι, θεωρίες παρέχουν προβλέψεις ὑπὸ τὴν προϋπόθεση νὰ συνοδεύονται καὶ ἀπὸ ἐπιπλέον βοηθητικὰς ὑποθέσεις, οἱ ὁποῖες εἶναι καὶ αὐτὲς ἀμφίβολες. Ἐπίσης, οἱ προβλέψεις ἄλλων θεωριῶν μποροῦν νὰ ἐφαρμοσθοῦν μόνον σὲ φυσικὰς καταστάσεις, τὶς ὁποῖες, ὅμως, δὲν μποροῦμε νὰ ἀναπαραγάγουμε στὸ ἐργαστήριον, ἢ ἔχουν ἐφαρμογὴ σὲ περιοχὰς τοῦ σύμπαντος, οἱ ὁποῖες δὲν εἶναι προσπελάσιμες οὔτε ὡς πρὸς τὸν χῶρον οὔτε ὡς πρὸς τὸν χρόνον. Ἐξἄλλου, ἀκόμα καὶ στίς πιὸ ἀπλὲς περιπτώσεις, ἡ συγκέντρωση τῶν δεδομένων, τὰ ὁποῖα ἀπαιτοῦνται γιὰ νὰ ἐλεγχθοῦν οἱ προβλέψεις πού παρέχει μιὰ θεωρία, εἶναι ἔργο κοπιαστικό, δύσκολον καὶ δαπανηρό. Τέλος, δὲν μπορεῖ κανεὶς ποτὲ νὰ εἶναι βέβαιος, ἂν ἓνας ἐμπειρικός ἐλεγχος μιᾶς θεωρίας ἔχει καταλήξει σὲ κάποιον ἀδιαμφισβήτητον τελικὸν συμπέρασμα, διότι ὑπάρχει πάντα τὸ ἐνδεχόμενον τὰ δεδομένα πού ἔχουμε στὴ διάθεσίν μας νὰ μὴν εἶναι ἀκριβῆ, ἢ νὰ ἔχουν ἐρμηνευθεῖ κατὰ τρόπον λανθασμένον. Ὁ Einstein συνήθιζε νὰ λέγει ὅτι ἡ ὀρθότης μιᾶς θεωρίας δὲν μπορεῖ ποτὲ νὰ ἀποδειχθεῖ. Μόνον τὸ λανθασμένον αὐτῆς εἶναι ἐνδεχόμενον νὰ ἀποδειχθεῖ.

Τὰ προβλήματα αὐτὰ καθίστανται ἰδιαιτέρως σοβαρὰ ὅταν πρόκειται γιὰ θεμελιώδεις καὶ ταχέως ἀναπτυσσόμενους κλάδους τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν, ὅπως εἶναι ἡ Θεωρία τῶν Ὑπερχορδῶν, ἡ Φυσικὴ τῶν Στοιχειωδῶν Σωματιδίων, ἡ Ἀστροφυσικὴ καὶ ἡ Κοσμολογία. Σὲ τέτοιες περιπτώσεις ἡ διαπίστωση διὰ πειραματικῶν μέσων τοῦ πόσο κοντὰ στὴν ἀλήθειαν εὑρίσκεται μιὰ θεωρία, μπορεῖ πρακτικῶς νὰ εἶναι ἀδύνατη. Παρόμοια προβλήματα ἀνακύπτουν στὸ σταθερὰ ἐξελισσόμενον κλάδον τῆς Βιολογίας, καθὼς καὶ στίς ἐπιστῆμες πού μελετοῦν τὸν πλανήτη Γῆ, διότι τὰ ἀντικείμενα μελέτης τῶν προβλημάτων αὐτῶν περιλαμβάνουν γεγονότα τὰ ὁποῖα ἔλαβαν χώρα στὸ μακρινὸ παρελθόν.

Ἀντιθέτως, δὲν εἶναι δύσκολον νὰ ἐκτιμῆσει κανεὶς πόσο ὠραῖον εἶναι κάποιον συγκεκριμένον ἀντικείμενον. Τὰ διὰ τῆς παρατηρήσεως προκύπτοντα χαρακτηριστικὰ ἐνὸς ἀντικειμένου, αὐτὰ πού ἔχουν σχέση μετὰ τὴν ὁμορφίαν του, εἶναι ἀμέσως προσιτὰ σὲ ἡμᾶς. Ἀρκεῖ νὰ ἐξετάσουμε τὸ ἀντικείμενον μετὰ τὸ αἰσθητικὸν μας κριτήριον, ὁπότε ἡ ἐτυμηγορία μας θὰ εἶναι ἄμεση. Ἐξἄλλου δὲν ὑπάρχει κίνδυνος ἡ ἐτυμηγορία μας αὐτὴ νὰ ἀνατραπεῖ ἀπὸ μελλοντικὰς ἀνακαλύψεις.

Ἀπὸ τὴ στιγμὴ πού ἔχουμε ἐντοπίσει ὅλα τὰ συγκεκριμένα χαρακτηριστικὰ τοῦ ἀντικειμένου, εἴμαστε σὲ θέσιν νὰ ἀποφανθοῦμε ὀριστικὰ ὡς πρὸς τὴν ὁμορφίαν του.

Ἐχοντας λοιπὸν ὑπόψη τὴν τελευταία αὐτὴ παρατήρηση εἶναι φυσικὸ νὰ διερωτηθεῖ κανεὶς ἂν μπορούμε νὰ χρησιμοποιήσουμε τὸ αἰσθητικὸ μας κριτήριο γιὰ νὰ ἐξακριβώσουμε πόσο “κοντὰ” στὴν ἀλήθεια εὐρίσκεται μιὰ ἐπιστημονικὴ θεωρία. Αὐτὸ θὰ μᾶς ἔδινε τὴ δυνατότητα νὰ διαπιστώσουμε εὐκολα, χωρὶς περαιτέρω πειραματικὴ διερεύνηση, ἂν μιὰ δοθεῖσα θεωρία μᾶς ἀποκαλύπτει τὴν ἀλήθεια σχετικὰ μὲ τὸ σύμπαν ἢ ἂν αὐτὴ μᾶς ὁδηγεῖ σὲ λανθασμένη κατεύθυνση.

• Ὁμιλία τοῦ Ἀκαδημαϊκοῦ Ν. Κ. Ἀρτεμιάδη στὴ Δημόσια Συνεδρία τῆς Ὀλομελείας τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν τὴν 9ῃ Ὀκτωβρίου 2008, μὲ τίτλο: «Στατιστικὲς μέθοδοι ἀξιολογήσεως ἐπιστημονικοῦ, ἐρευνητικοῦ ἔργου, ἐρευνητῶν, ἐπιστημονικῶν περιοδικῶν (παλαιῆς καὶ σύγχρονες ἀπόψεις).

Ἐνα θέμα ποὺ μονίμως ἀπασχολεῖ τοὺς ἐπιστήμονες – ἐρευνητὲς ἦταν καὶ εἶναι ἡ ἐξεύρεση ἐνὸς τρόπου (μεθόδου) ἀντικειμενικῆς ἀξιολογήσεως ἐνὸς ἐπιστημονικοῦ ἐρευνητικοῦ ἔργου.

Ἡ ἀναζήτηση μιᾶς τέτοιας μεθόδου εἶναι ἐντονότερη, ὅταν εἶναι κανεὶς εἰσηγητὴς ἢ μέλος ἐξεταστικῆς ἐπιτροπῆς κρίσεως ὑποψηφίων γιὰ κάποια θέση. Ἀναφέρθηκε ἡ ἔννοια τῆς ἀντικειμενικότητας, μὲ τὸν ὀρισμὸ, ὅμως, τῆς ὁποίας δὲν θὰ ἀσχοληθοῦμε. Τὸ θέμα τοῦ “ὀρισμοῦ” τῶν ἐνοιῶν μᾶς εἶχε ἀπασχολήσει σὲ προγενέστερη ὀμιλία («Πλατωνισμὸς καὶ Ἀντιπλατωνισμὸς», Πρακτικὰ Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν, τ. 81 Α΄ [2006]). Ἐδῶ θὰ δεχθοῦμε ὅτι ἡ “ἀντικειμενικότητα” εἶναι μιὰ χαρακτηριστικὴ ιδιότητα τοῦ ἐπιστήμονα, μιὰ ιδιαίτερη εὐαισθησία ποὺ ἀπαιτεῖ νὰ εἶναι αὐτὸς ἐλεύθερος καὶ ἀνεπηρέαστος ἀπὸ κάθε προκατάληψη.

Λαμβάνοντας ὡς ἀφορμὴ μιὰ ἐκτενὴ, σοβαρὴ καὶ λεπτομερῆ, σχετικὴ μὲ τὸ θέμα αὐτό, ἔρευνα, ποὺ πρόσφατα δημοσιεύθηκε, παρουσιάζουμε τὰ κύρια πορίσματά της.

Θὰ ξεκινήσω μὲ μιὰ σύντομη παρατήρηση ποὺ εἶχα κάνει σὲ ὀμιλία μου στὸ 12ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ἀνάλυσης (Παν/μιο Ἀθηνῶν, 15.5.2008), ἡ ὁποία συνδέεται μὲ τὸ θέμα.

Ἀναφερόμενος στὸ μεγάλο πλῆθος τῶν θεματικῶν περιοχῶν ποὺ ἐκάλυπτε τὸ πρόγραμμα τοῦ συνεδρίου, ἡ μνήμη μου μὲ μετέφερε σὲ μιὰ μέρα τοῦ Ὀκτωβρίου 1939, κατὰ τὴν ὁποίαν ἀπεφοίτησα ἀπὸ τὸ Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Ὡς νεαροὶ πτυχιούχοι, πιστεύαμε τότε ὅτι οἱ πολυάριθμες ἐξειδικευμένες κατευθύνσεις στὰ Μαθηματικά, πού σήμερα εἶναι πολὺ περισσότερες, καὶ οἱ ὁποῖες ἐκ πρώτης ὄψεως φαίνονταν ἄσχετες μεταξύ τους, εὐρίσκονταν σὲ ἄρμονικὴ συνοχὴ ἢ μία μὲ τις ἄλλες, καὶ ἀποτελοῦσαν ἄρμονικὴ εἰκόνα ἐνὸς διατεταγμένου συνόλου. Ὑστερα ἀπὸ τόσα χρόνια πού πέρασαν ἀπὸ τότε, δὲν ἔπαυσα νὰ ἔχω τὴν παραπάνω ἄποψη, ἢ ὁποία φαίνεται νὰ ὀδηγεῖ τὸν ἐπιστήμονα στὴν ἔρευνά του. Ἡ ἄποψη αὐτὴ μᾶς ἐπιτρέπει νὰ ποῦμε ὅτι ἓνα νέο ἐρευνητικὸ ἀποτέλεσμα ἔχει κάποια ἀξία, ὅταν ἑναρμονίζεται μὲ τὰ ὑπόλοιπα γνωστά, καὶ φαινομενικὰ ἄσχετα μεταξύ τους, ὑπάρχοντα ἀποτελέσματα, καὶ παρέχει ἓνα καλὰ ὁργανωμένο σύνολο, δηλαδή ἓναν τρόπο σκέψης πιὸ “οἰκονομικό”, ἔτσι ὥστε οἱ πολυάριθμοι τύποι καὶ θεωρίες νὰ ἀποτελοῦν ἓνα ἄρμονικὸ οἰκοδόμημα μὲ χαρακτηριστικὸ γνώρισμα τὴν αἰσθητικὴ του, δικαιολογώντας ἔτσι τὴν πεποιθῆση πού συμμερίζονται πολλοὶ μεγάλοι μαθηματικοί, ὅτι δηλαδή τὰ Μαθηματικά εἶναι καὶ καλλιτεχνία. Κλασικὸ παράδειγμα ἐνὸς τέτοιου ἀποτελέσματος εἶναι ἡ Θεωρία Κατανομῶν (Théorie des Distributions) τοῦ ἀείμνηστου Laurent Schwartz.

Ἄν ἀγνοήσουμε τὴν παραπάνω ἄποψη, τότε τὸ διογκούμενο τεράστιο πλῆθος τῶν ἐξειδικευμένων κατευθύνσεων δὲν νομίζω ὅτι μπορεῖ νὰ θεωρηθεῖ ὅτι ἀποτελεῖ ἐπίτευγμα, ὑπὸ τὴν ἔννοια ὅτι τὰ Μαθηματικά ἀναπτύχθηκαν καὶ ἐμπλουτίστηκαν πρὸς κάθε κατεύθυνση, διότι ἡ ἔλλειψη τοῦ “συνδεδειγμένου ἴστου”, πού ἀναφέραμε παραπάνω, μπορεῖ ἀντιθέτως νὰ ἀποτελέσει ἐμπόδιο καὶ τροχοπέδη στὴν ἴδια τὴν πρόοδο τῆς ἐπιστήμης.

Ἀποδεχόμενοι τὴν ὡς ἄνω ἄποψη, ἢ ὑπάρχουσα μηχανιστικὴ ἀντίληψη, ἢ ὁποία συμβαδίζει μὲ τὸν ἀπόλυτο ὑπολογιστικὸ χαρακτήρα τῆς ἐπιστήμης, πού πολλοὶ πιστεύουν ὅτι ἀποτελεῖ τὴν πεμπτουςία τῶν Μαθηματικῶν, εἶναι φανερό ὅτι δὲν μπορεῖ νὰ ἐκτοπίσει τὴν ἐλεύθερη ἔμπνευση τοῦ ἐρευνητῆ.

Ἀνάλογη ἄποψη πιστεύω ὅτι ἰσχύει καὶ γιὰ τις ὑπόλοιπες θετικὲς ἐπιστῆμες.

Καὶ εἰσέρχομαι τώρα στὸ κυρίως θέμα. Τὸ καλοκαίρι τοῦ 2007 οἱ ἐπιστημονικὲς ὁργανώσεις IMU (International Mathematical Union), ICIAM (International Council for Industrial and Applied Mathematics), IMS (Institute of Mathematical Statistics), ἀνέθεσαν σὲ τριμελὴ ἐπιτροπὴ ἐπιστημόνων νὰ διερευνήσει καὶ νὰ μελετήσῃ τις διάφορες μορφές τῶν λεγομέ-

νων Impact Factors (Παράγοντες Έπιδράσεως), καθώς και άλλων στατιστικών μεθόδων, οι οποίες βασίζονται σε αναφορές (citations) που εμφανίζονται κατά την αξιολόγηση επιστημονικών εργασιών.

Η Έπιτροπή εξέτασε και συζήτησε λεπτομερώς και σε βάθος το θέμα, και, αφού έλαβε υπόψη και την τεράστια σχετική βιβλιογραφία, υπέβαλε την 11η Ίουνιου 2008 το πόρισμά της υπό τον τίτλο *Citation Statistics*, το οποίο έγινε όμοφωνα δεκτό από τις προαναφερθείσες τρεις οργανώσεις. Τα συμπεράσματα αυτά της Έπιτροπής, τα οποία, υποθέτω, ισχύουν σε όλες τις θετικές επιστήμες, θα προσπαθήσω να σας παρουσιάσω εν συντομία.

Η αιτία ή οποία οδήγησε τις παραπάνω οργανώσεις στο να προβούν στην σε βάθος εξέταση του εν λόγω θέματος υπήρξε πολλαπλή. Πολλά μέλη των οργανώσεων αυτών – αξιόλογα επιστημονικά ιδρύματα (πανεπιστήμια κτλ.), καθώς και άλλα μεμονωμένα άτομα από όλη την υφήλιο – ανέφεραν όλο και περισσότερο και συχνότερα τη χρήση, καλή ή κακή, της έννοιας Impact Factor και άλλων παρόμοιων στατιστικών μεθόδων, για την αξιολόγηση της ποιότητας έρευνητικών έργων, έρευνητών και επιστημονικών περιοδικών. Έξάλλου, όλοι γνωρίζουμε ότι το θέμα της αξιολόγησης έρευνητικού έργου απασχολεί ολόκληρη την επιστημονική κοινότητα.

Υπάρχουν περιπτώσεις όπου ένας υποψήφιος με μια μόνο εργασία μπορεί σαφώς να προηγηθεί άλλου υποψηφίου με πολλές εργασίες, ενώ συγχρόνως ο Impact Factor του άλλου αυτού υποψηφίου να είναι πολύ καλύτερος από εκείνον του πρώτου.

Το πόρισμα της Έπιτροπής είναι πολυσέλιδο (26 σελίδες). Παρατίθενται τα κυριότερα σημεία αυτού.

Στην εποχή μας, η επιστημονική κοινότητα ασπάζεται εν γένει την άποψη ότι «η αξιολόγηση ενός έρευνητικού έργου πρέπει να γίνεται με τη χρήση απλών και αντικειμενικών μεθόδων». Απλές και αντικειμενικές μέθοδοι θεωρούνται οι «βιβλιομετρικές», δηλαδή η καταγραφή των δεδομένων αναφορών, και οι στατιστικές, οι οποίες προκύπτουν από αυτές, δηλαδή η citation statistics. Πιστεύεται δε ότι αυτή είναι η πιο ακριβής μέθοδος, διότι παριστάνει πολυσύνθετες κρίσεις με αριθμούς, και ως εκ τούτου παρακάμπτεται κάθε υποκειμενική κρίση.

Η Έπιτροπή, στο πόρισμά της, αμφισβητεί την επικρατούσα αυτή άποψη, πιστεύει δε ότι αυτή δεν ευσταθεί, για τους εξής λόγους:

- Οί στατιστικές μέθοδοι δὲν παρέχουν τὰ πλέον ἀκριβῆ ἀποτελέσματα, ὅταν ἡ στατιστικὴ δὲν χρησιμοποιεῖται ὅπως πρέπει. Οἱ περισσότερες βιβλιομετρικὲς μέθοδοι φαίνεται νὰ βασίζονται μὲ μεγαλύτερη πεποίθησι στὴν ἐμπειρία καὶ τῇ διαίσθησι γιὰ νὰ ἐρμηνεύσουν τὴν ἰσχὺ μιᾶς citation statistics.
- Ἐνῶ φαίνεται οἱ ἀριθμοὶ νὰ εἶναι ἀντικειμενικοί, ἡ ἀντικειμενικότητα αὐτὴ εἶναι δυνατὸν νὰ εἶναι ἀπατηλὴ. Ἡ σημασία μιᾶς ἀναφορᾶς μπορεῖ νὰ εἶναι ὑποκειμενικότερη ἀπὸ ὅ,τι φαίνεται, διότι ἡ ὑποκειμενικότητα εἶναι λιγότερο προφανῆς στὶς ἀναφορὰς ἐκεῖνες ποὺ χρησιμοποιοῦν ὡς δεδομένα ἄλλες ἀναφορὰς, τῶν ὁποίων τὰ μειονεκτήματα εἶναι ἀκόμα πιὸ δύσκολο νὰ γίνουν ἀντιληπτά.
- Τὸ πιὸ πολὺ ποὺ ἔχει νὰ ἐπωφεληθεῖ κανεὶς, ὅταν βασίζεται ἀποκλειστικὰ καὶ μόνο στὰ δεδομένα ποὺ παρέχουν οἱ ἀναφορὰς, εἶναι μιὰ ἀτελής καὶ συχνὰ ρηχὴ εἰκόνα τοῦ ἐρευνητικοῦ ἔργου. Οἱ ἀριθμοὶ δὲν εἶναι ἀνώτεροι ἀπὸ ὑγιεῖς καὶ βαθυστόχαστες κρίσεις.

Ἡ χρῆσι δεδομένων ποὺ προέρχονται ἀπὸ τίς ἀναφορὰς γιὰ τὴν ἀξιολόγησι μιᾶς συγκεκριμένης ἐπιστημονικῆς ἔρευνας τελικὰ σημαίνει ὅτι κάνουμε χρῆσι τῶν ἀναφορῶν γιὰ νὰ κατατάξουμε σὲ κάποια ἀξιολογησι σειρά περιοδικὰ, ἐργασίες, πρόσωπα, προγράμματα, ἐπιστημονικοὺς κλάδους. Οἱ στατιστικὲς ὅμως μέθοδοι, γιὰ νὰ γίνεῖ ἡ κατάταξι αὐτὴ, πολὺ συχνὰ εἶναι δύσκολες καὶ δὲν γίνετα ὀρθὴ χρῆσι αὐτῶν. Πιὸ συγκεκριμένα:

- i. Γιὰ τὴν ἀξιολόγησι τῶν περιοδικῶν καὶ γιὰ τὴν, κατὰ σπουδαιότητα, ταξινόμησὴ τους χρησιμοποιεῖται συνήθως ὁ Impact Factor, ὁ μέσος ὄρος ποὺ προκύπτει ἀπὸ τὴν κατανομὴ τῶν ἀναφορῶν γιὰ κάποια συλλογὴ ἄρθρων τοῦ περιοδικοῦ. Ὁ μέσος ὄρος, ὅμως, παρέχει ἓνα μικρὸ ποσοστὸ πληροφορίας γιὰ τὴν κατανομὴ αὐτὴ, καὶ ἀποτελεῖ μᾶλλον μιὰ πρώτη ἀκατέργαστη πληροφορία. Ἐξᾴλλου κατὰ τὴν ἀξιολόγησι περιοδικῶν μὲ τὴ χρῆσι ἀναφορῶν, ὑπείσονται καὶ πολλοὶ ἄλλοι παράγοντες, οἱ ὁποῖοι καθιστοῦν τὴ σύγκρισι περιοδικῶν μεταξύ τους προβληματικὴ. Ἡ Ἐπιτροπὴ ἀναφέρει χαρακτηριστικὰ ὅτι ἡ χρῆσι μόνο τοῦ Impact Factor γιὰ τὴν ἀξιολόγησι ἑνὸς περιοδικοῦ μοιάζει μὲ τὸ νὰ ἀξιολογοῦμε τὴν ὑγεία ἑνὸς ἀτόμου βάσει μόνο τοῦ βάρους του.
- ii. Γιὰ τὴν ἀξιολόγησι ἐπιστημονικῶν δημοσιευμάτων, ἀντὶ νὰ χρησιμοποιεῖται τὸ πλῆθος τῶν ἀναφορῶν, χρησιμοποιεῖται ὁ Impact

Factor τῶν περιοδικῶν ὅπου οἱ ἐργασίες εἶναι δημοσιευμένες. Ὅμως, ἡ τακτικὴ αὐτὴ πολλές φορές ἀποδεικνύεται λανθασμένη, καὶ πρέπει νὰ ἀποφεύγεται.

- iii. Γιὰ τὴν ἀξιολόγηση ἑνὸς (μεμονωμένου) ἐρευνητῆ, ἡ πλήρης σύγκριση τῶν σχετικῶν ἀναφορῶν παρουσιάζει μεγάλες δυσκολίες. Ἔχουν γίνεи προσπάθειες νὰ εὑρεθοῦν ἀπλές στατιστικὲς μέθοδοι γιὰ τὴν εὑρεση ἑνὸς ἀριθμοῦ, ὁ ὁποῖος νὰ παρέχει τὴν πλήρη εἰκόνα τοῦ ἐρευνητῆ. Ὁ πιὸ γνωστὸς τέτοιος ἀριθμὸς εἶναι ὁ λεγόμενος h-index, τοῦ ὁποῖου γίνεται εὐρεία χρῆση.

Δραστηριότητες τοῦ Ἀκαδημαϊκοῦ Α. Φωκᾶ

Τὰ τελευταῖα δύο χρόνια ἐδημοσίευσε περισσότερα ἀπὸ τριάντα πρωτότυπα ἄρθρα σὲ ἔγκριτα περιοδικά.

Ἐπίσης ἐδημοσίευσε δύο μονογραφίες:

- Painlevé Transcendents: The Riemann-Hilbert Approach, AMS, 2006 (σὲ συνεργασία μὲ τοὺς A.R. Its, A.A. Kapaev and V. Yu Novokshenov).
- *A Unified Approach to Boundary Value Problems*, CBMS-NSF Regional Conference Series in Applied Mathematics (SIAM), 2008.

Ἐπιπλέον, σὲ συνεργασία μὲ τὸν ἐρευνητὴ τοῦ ΚΕΘΕΜ κ. Γ. Καστῆ ἄρχισε ἓνα πρόγραμμα μελέτης ἐνδιαφερόντων μαθηματικῶν προβλημάτων, τὰ ὁποῖα ἀνακύπτουν στὴν περιοχὴ medical imaging.

ΔΗΜΟΣΙΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 22ΑΣ ΜΑΪΟΥ 2008

ΠΟΡΙΣΜΑΤΑ ΗΜΕΡΙΔΑΣ *ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ*

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ κ. ΛΟΥΚΑ Γ. ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΥ

Κύριε Πρόεδρε, κυρίες και κύριοι Συνάδελφοι,

Όπως γνωρίζετε, τὸ ἔτος 2005 ἡ Ἀκαδημία Ἀθηνῶν συνέστησε τὴν Ἐπιτροπὴ Ἐνέργειας τῆς Ἀκαδημίας μὲ σκοπὸ νὰ διαδραματίσει συμβουλευτικὸ ρόλο στὰ ἐνεργειακὰ θέματα τῆς Ἑλλάδος. Ἐνας ἀπὸ τοὺς σκοποὺς τῆς Ἐπιτροπῆς εἶναι καὶ ἡ ὀργάνωση ἡμερίδων σὲ ἐνεργειακὰ θέματα καίριας σημασίας γιὰ τὴν Ἑλλάδα.

Ἡ Ἐπιτροπὴ Ἐνέργειας τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν τόνισε ἰδιαίτερα δύο οὐσιώδη θέματα: (1) Τὴν ἐξοικονόμηση ἐνέργειας (Ἡμερίδα 3ης Νοεμβρίου 2006), καὶ (2) τὴν ἀλληλεξάρτηση τῆς ἐνέργειας καὶ τοῦ περιβάλλοντος (Ἡμερίδα 4ης Ἀπριλίου 2008).

Ἡ Ἡμερίδα μὲ θέμα *Ἐνέργεια καὶ Περιβάλλον* ἔλαβε χώρα στὸ Μέγαρο τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν. Στὴν Ἡμερίδα συμμετεῖχαν περίπου 300 ἄτομα: Ἀκαδημαϊκοί, Καθηγητές Πανεπιστημίων, ἐκπρόσωποι τῆς Κυβέρνησης, Διευθυντές Ἐρευνητικῶν Κέντρων, ἐκπρόσωποι ἐνεργειακῶν καὶ περιβαλλοντικῶν ἐταιρειῶν καὶ ὀργανισμῶν, ἐπιστήμονες εἰδικοί στὰ ἐνεργειακὰ καὶ περιβαλλοντικὰ θέματα τῆς Ἑλλάδος, καὶ φοιτητές. Κύριος σκοπὸς τῆς Ἡμερίδας ἦταν ἡ ἐξέταση τῶν προβλημάτων τῆς παραγωγῆς καὶ μεταφορᾶς ἐνέργειας στὴν Ἑλλάδα καὶ τῶν περιβαλλοντικῶν ἐπιπτώσεών τους, καὶ ἡ ἀναζήτηση τρόπων ἀποδοτικότερης παραγωγῆς ἐνέργειας μὲ ἐλαχιστοποίηση τῶν περιβαλλοντικῶν ἐπιπτώσεων.

Τὰ πρακτικά τῆς Ἡμερίδας θὰ ἐκδοθοῦν ἀπὸ τὴν Ἀκαδημία Ἀθηνῶν καὶ θὰ κυκλοφορήσουν ἐντὸς τοῦ Ἰουνίου 2008.

Ἡ Ἐπιτροπὴ Ἐνέργειας τῆς Ἀκαδημίας ἐπισήμανε τὰ ἀκόλουθα πορίσματα τῆς Ἡμερίδας.

A. ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ

- Ἡ παραγωγή, ἡ μετατροπὴ, ἡ μεταφορὰ καὶ ἡ χρῆση τῆς ἐνέργειας ἐπηρέασαν καὶ ἐπηρεάζουν τὸ περιβάλλον ὅσο κανένας ἄλλος παράγων στὴν ἱστορία τοῦ ἀνθρώπου. Ἡ κλιματικὴ ἀλλαγὴ ἀπειλεῖ, καὶ εἶναι ἄρρηκτα καὶ πολλαπλὰ συνδεδεμένη μὲ τὶς ἐνεργειακὲς ἀνάγκες.
- Ἡ ἠλεκτροπαραγωγή διαδραματίζει σημαντικὸ ρόλο στὶς κλιματικὲς ἀλλαγές, κυρίως λόγω τῆς χρήσης τῶν ὀρυκτῶν καυσίμων.
- Ἡ παγκόσμια αὔξηση τῆς ζήτησης ἐνέργειας, κυρίως τῆς ἠλεκτρικῆς, θὰ συνεχισθεῖ στὶς ἐπόμενες δεκαετίες. Στὴν περίοδο αὐτή, ἡ ζήτησις ἠλεκτρισμοῦ στὴν Ἑλλάδα ἀναμένεται νὰ αὐξηθεῖ κατὰ 2.5%/ἔτος.
- Στὴν Ἑλλάδα, ἀλλὰ καὶ διεθνῶς, τὰ ὀρυκτὰ καύσιμα θὰ συνεχίσουν νὰ καλύπτουν σημαντικὰ ποσοστὰ τῶν ἐνεργειακῶν ἀναγκῶν, τουλάχιστον στὸ ἄμεσο μέλλον. Στὴ χώρα μας, ὁ λιγνίτης ἀποτελεσε τὸ βασικὸ καύσιμο παραγωγῆς ἠλεκτρικῆς ἐνέργειας γιὰ μισὸ αἰῶνα ἀλλὰ δὲν ἐπαρκεῖ. Θὰ συνεχίσει νὰ χρησιμοποιεῖται μέχρι ἐξαντλήσεως τῶν κοιτασμάτων του (περίπου 40-50 ἔτη).
- Ὑπάρχουν σχέδια καὶ πρωτοβουλίες αὔξησης χρήσης τῶν Ἀνανεώσιμων Πηγῶν Ἐνέργειας (ΑΠΕ) (αἰολικὴ, ἠλιακὴ, ὕδροηλεκτρικὴ, γεωθερμικὴ, καὶ ἐνέργεια ἀπὸ βιομάζα). Ὡστόσο, οἱ ἐνεργειακὲς ἀνάγκες τῆς Ἑλλάδος δὲν μποροῦν νὰ καλυφθοῦν ἀποκλειστικὰ μὲ τὶς ΑΠΕ. Τὶς ἐπόμενες δεκαετίες ἐκτιμᾶται ὅτι μεγάλο ποσοστὸ (περίπου 80%) τῶν ἀναγκῶν σὲ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια τῆς χώρας, μᾶλλον θὰ συνεχίσει νὰ καλύπτεται ἀπὸ θερμοηλεκτρικὲς μονάδες φυσικοῦ ἀερίου, λιθάνθρακα καὶ λιγνίτη, καὶ ἀπὸ μεγάλα ὕδροηλεκτρικὰ ἐργοστάσια, καθὼς καὶ μονάδες πετρελαίου στὰ μὴ διασυνδεδεμένα νησιά.
- Ἡ Ἑλλάδα διαθέτει σημαντικὸ δυναμικὸ ὕδροηλεκτρικῆς ἐνέργειας, τὸ μεγαλύτερο τμῆμα τοῦ ὁποίου ἔχει ἤδη ἀξιοποιηθεῖ, ἀλλὰ προβλέπεται ἡ περαιτέρω ἀξιοποίησή του μέσω ἀντλητικῶν μονάδων καθὼς καὶ μικρῶν διεσπαρμένων ὕδροηλεκτρικῶν.

- Μακροπρόθεσμα, η ενεργειακή αυτονομία της Ελλάδος ίσως να μη μπορέσει να αγνοήσει και τη χρήση της πυρηνικής ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς που θέτει η κλιματική αλλαγή στην έντατική χρήση ορυκτών καυσίμων.
- Η εκμετάλλευση αποβλήτων και παραπροϊόντων μελετάται σοβαρά, και το RDF (refuse-derived fuel), που παράγεται στην Ελλάδα, μπορεί να καταστεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας για ηλεκτροπαραγωγή.
- Στην Ελλάδα οι ενεργειακές και περιβαλλοντικές ανάγκες αντιμετωπίζονται σοβαρά.
 - Υπάρχουν στρατηγικά σχέδια για την αύξηση της χρήσης των ΑΠΕ, του φυσικού αερίου, και την παράλληλη εισαγωγή των τεχνολογιών καύσης καθαρού άνθρακα.
 - Υπάρχουν επίσης αξιόλογα σχέδια σημαντικής μείωσης των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στον τομέα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
 - Καταβάλλονται ακόμη προσπάθειες αναβάθμισης διυλιστηρίων και αύξησης της παραγωγής, και χρήσης καυσίμων υψηλής αποδοτικότητας και φιλικότερων προς το περιβάλλον.
- Οι διατιθέμενες σήμερα ως εμπορικά εκμεταλλεύσιμες τεχνολογίες μείωσης των εκπομπών NO_x θεωρούνται επαρκείς και οι τεχνολογίες δέσμευσης του CO₂ δαπανηρές, ενώ απαιτούνται νέες τεχνολογίες για την κατακράτηση των στερεών σωματιδίων μικρού μεγέθους.
- Επιβάλλεται η λήψη μέτρων για την τέφρα και ενδείκνυται βιομηχανική πρωτοβουλία για την εκμετάλλευσή της, καθώς και των παραπροϊόντων της αποθείωσης.
- Τα ποσοστά ανακύκλωσης οικιακών απορριμμάτων αυξάνουν σταθερά (από 6% το 2004 σε 24% το 2007). Είναι όμως ακόμη χαμηλά.

B. ΑΝΑΓΚΕΣ

- Μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο και, στο μέγιστο δυνατό βαθμό, και από τον άνθρακα.
- Ανάπτυξη και συνεπής εφαρμογή έντατικών προγραμμάτων εξοικονόμησης ενέργειας, περιλαμβανόμενης της παραγωγής και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και της ζήτησης ενέργειας, όπως στις μεταφορές και τα κτίρια.

- Έγκατάσταση νέων θερμοηλεκτρικῶν μονάδων, ἀποδοτικότερης καὶ καθαρότερης σύγχρονης τεχνολογίας, μὲ καύσιμα ἀπὸ ἐγγύριους λιγνίτες, τὸν εἰσαγόμενον ἄνθρακα καὶ τὸ φυσικὸ ἀέριο, μὲ παράλληλη ἐπιτάχυνση τῆς σταδιακῆς ἀπόσυρσης τῶν παλαιῶν καὶ χαμηλῆς ἀποδοτικότητος μονάδων στὴν ἤλεκτροπαραγωγή.
- Ἀνάπτυξη καὶ ἐφαρμογὴ τεχνολογιῶν δέσμευσης τοῦ CO₂ σὲ βιομηχανικὲς μονάδες.
- Καλύτερη ἐκτίμηση διασπορᾶς ἀερίων ρύπων στὴν ἀτμόσφαιρα, συμπεριλαμβανομένων καὶ τῶν, μικροῦ μεγέθους, εἰσπνεύσιμων σωματιδίων καὶ ἐκπομπῶν Hg.
- Στροφή στὶς ΑΠΕ.
 - Ἐπιτάχυνση ἐπενδύσεων σὲ φωτοβολταϊκὴ καὶ αἰολικὴ ἐνέργεια.
 - Ταχεία ἀξιοποίηση τῆς ἀναξιοποίητης ὑδραυλικῆς ἐνέργειας, ἀνάπτυξη, ὅπου εἶναι τεχνικὰ δυνατόν, ἀντλητικῶν καί, γενικότερα, ὑβριδικῶν μονάδων.
 - Διάδοση τῶν ΑΠΕ στὴ θέρμανση, τὴν ψύξη καὶ τὶς μεταφορές.
- Ἀξιολόγηση τεχνολογίας παραγωγῆς βιοκαυσίμων.
- Ἀξιοποίηση τοῦ RDF καὶ ἐκμετάλλευση τῶν παραπροϊόντων.
- Ὑλοποίηση τῶν προγραμματισμένων μέτρων, στενὴ καὶ συνεχῆς ἀξιολόγηση προόδου.
- Ἐμφαση στὴν ἐνημέρωση καὶ τὴν ἐκπαίδευση τῶν πολιτῶν, καὶ συνολικὴ ὑπευθυνότητα γιὰ τὴν ἐνέργεια καὶ τὸ περιβάλλον.

Γ. ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ

Τονίζεται ἡ ἀνάγκη:

- Ἐπιλογῆς καὶ κατάλληλου συνδυασμοῦ ὅλων τῶν πρωτογενῶν πηγῶν ἐνέργειας, μὲ ἔμφαση καὶ στὴν ἐντατικοποίηση τῆς προώθησης, μὲ ὀργανωμένο καὶ συστηματικὸ τρόπο, τῆς ἐξοικονόμησης ἐνέργειας.
- Στενῆς παρακολούθησης καὶ ἐνεργοῦς συμμετοχῆς στὰ εὐρωπαϊκὰ κέντρα λήψης ἀποφάσεων γιὰ τὴν ἐνέργεια καὶ τὸ περιβάλλον καὶ τῆς συστηματικῆς, ὀρθῆς καὶ ἔγκαιρης προσαρμογῆς τῆς Ἑλλάδος σὲ αὐτές.
- Περαιτέρω τεχνολογικῆς ἐξέλιξης καὶ ἐπέκτασης τῶν ἐφαρμογῶν τῶν ἀνανεώσιμων πηγῶν ἐνέργειας καὶ ἀνάπτυξης, γενικότερα, σύγχρονης ἐνεργειακῆς ὑποδομῆς.

- Συντονισμένης κυβερνητικής πολιτικής για την ενέργεια και το περιβάλλον με ύψηλή προτεραιότητα, για στενή παρακολούθηση της υλοποίησης των στρατηγικῶν σχεδίων ὅλων τῶν φορέων σχετικά με τήν ενέργεια και τὸ περιβάλλον.

Κύριε Πρόεδρε, κυρίες καὶ κύριοι Συνάδελφοι,

Αὐτὰ εἶναι τὰ γενικά πορίσματα τῆς Ἡμερίδας με θέμα 'Ενέργεια καὶ Περιβάλλον, τὴν ὁποία ὀργάνωσε ἡ Ἀκαδημία Ἀθηνῶν στὶς 4 Ἀπριλίου 2008. Εὐχαριστῶ.



ΑΚΑΔΗΜΙΑ

ΑΘΗΝΑ

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟΝ ΚΑΤΑ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ

	Σελ.
ΑΡΤΕΜΙΑΔΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ Κ. — Στατιστικὲς μέθοδοι ἀξιολογήσεως ἐπιστημονικοῦ, ἐρευνητικοῦ ἔργου, ἐρευνητῶν, ἐπιστημονικῶν περιοδικῶν (παλαιᾶς καὶ σύγχρονες ἀπόψεις)	179
ΑΡΤΕΜΙΑΔΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ Κ. — ΦΩΚΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ. — Ἐκθεσὴ τῶν πεπραγμένων τοῦ Κέντρου Ἐρευνητῶν Θεωρητικῶν καὶ Ἐφηρμοσμένων Μαθηματικῶν	291
ΓΔΟΥΤΟΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ Ε. — Μηχανικὴ τῆς θραύσεως. Μία σύγχρονος θεωρία ὑπολογισμοῦ τῶν κατασκευῶν. — Εἰσιτήριος λόγος τοῦ ἀντεπιστέλλοντος μέλους κατὰ τὴν ὑποδοχὴ τοῦ στῆν Ἀκαδημία	43
ΓΕΩΡΓΙΑΔΗΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ Σ. — Ἐκθεσὴ ἀπονομῆς τοῦ Ἀριστείου τῶν Θετικῶν Ἐπιστημῶν καὶ προκήρυξις τοῦ Ἀριστείου τῶν Γραμμάτων . . .	87
ΔΡΑΚΑΤΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ. — Προσφώνησις τοῦ Προέδρου κατὰ τὴν ὑποδοχὴ τοῦ ἀντεπιστέλλοντος μέλους κ. Ἐμμανουήλ Ε. Γδούτου στῆν Ἀκαδημία	37
ΔΡΑΚΑΤΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ. — Προσφώνησις τοῦ Προέδρου κατὰ τὴν ὑποδοχὴ τοῦ ἀντεπιστέλλοντος μέλους κ. Ἐλευθερίου Ζούρου στῆν Ἀκαδημία	209
ΖΕΡΕΦΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ Σ. — Αἱ Ἐπτάλοφοι Ἀθῆναι καὶ τὸ Ἐθνικὸν Ἀστεροσκοπεῖον Ἀθηνῶν	177
ΖΕΡΕΦΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ Σ. — Ἐκθεσὴ τῶν πεπραγμένων τοῦ Κέντρου Ἐρευνῆς Φυσικῆς τῆς Ἀτμοσφαιράς καὶ Κλιματολογίας	279
ΖΕΡΕΦΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ Σ. — ΑΜΒΡΑΖΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ. — Ἐνδείξεις γεωφυσικῶν καταστροφῶν εἰς τὴν μεγάλη πόλιν τῆς Ἀλεξανδρείας. Ἐπιστημονικὴ ἀνακοίνωσις μετὰ τῶν ΒΑΔΑΥΗ Η. καὶ ΞΗΡΟΥΤΥΡΗ-ΖΕΡΕΦΟΥ Ε.	147
ΖΟΥΡΟΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ. — Ἡ Γενετικὴ στῆν ὑπηρεσίᾳ τῶν ἐπιστημῶν τῆς θάλασσης. Εἰσιτήριος λόγος τοῦ ἀντεπιστέλλοντος μέλους κατὰ τὴν ὑποδοχὴ τοῦ στῆν Ἀκαδημία	214

ΚΟΝΤΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ. – Τὸ τέλος τῆς Φυσικῆς	187
ΚΟΥΝΑΔΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ. – Παρουσίαση τοῦ ἀντεπιστέλλοντος μέλους κ. Ἐμμανουήλ Ε. Γδούτου κατὰ τὴν ὑποδοχὴ του στὴν Ἀκαδημία	38
ΚΡΙΜΙΖΗΣ ΣΤΑΜΑΤΙΟΣ Μ. – Ἐξερεύνηση τῶν πλανητῶν, τοῦ Ἡλίου καὶ ἀκόμη πιὸ μακριά: Ὑπάρχουν ὄρια;	117
ΚΡΙΜΠΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ. – Παρουσίαση τοῦ ἀντεπιστέλλοντος μέλους κ. Ἐλευθερίου Ζούρου κατὰ τὴν ὑποδοχὴ του στὴν Ἀκαδημία	210
ΚΥΡΙΑΚΗΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ. – Παγκόσμια ἐπισιτιστικὴ κρίση καὶ δραματικὴ αὔξηση τῶν τιμῶν τῶν τροφίμων: Ἡ πρόκληση τοῦ ἀνεπτυγμένου κόσμου, τῆς ἀγροτικῆς πολιτικῆς τῆς Εὐρωπαϊκῆς Ἐνωσης καὶ τῆς ἐλληνικῆς ἀγροτικῆς οἰκονομίας	165
ΛΙΓΟΜΕΝΙΔΗΣ ΠΑΝΟΣ Α. – Ὀντολογικὰ ἐπιχειρήματα: Μὲ τὰ μάτια τῆς ἐπιστήμης τῆς Πληροφορικῆς	21
ΜΑΤΣΑΝΙΩΤΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ. – Ἐκθεση τῶν πεπραγμένων τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν κατὰ τὸ ἔτος 2008	227
ΜΠΟΥΡΟΔΗΜΟΣ ΕΥΣΤΑΘΙΟΣ Α. – Ἐνέργεια καὶ οἰκολογικὴ στρατηγικὴ τῆς Εὐρώπης	9
ΠΑΤΣΗΣ ΠΑΝΟΣ. – Ἐκθεση τῶν πεπραγμένων τοῦ Κέντρου Ἐρευνῶν Ἀστρονομίας καὶ Ἐφαρμοσμένων Μαθηματικῶν	263
ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΥ ΛΟΥΚΑΣ Γ. – Βιώσιμη Ἐνέργεια	89
ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΥ ΛΟΥΚΑΣ Γ. – Πορίσματα Ἡμερίδας Ἐνέργεια καὶ Περιβάλλον, Ἀθήνα, 4 Ἀπριλίου 2008. Ἐπιστημονικὴ ἀνακοίνωση τῆς 22ας Μαΐου 2008	299

ΑΚΑΔΗΜΙΑ



ΑΘΗΝΩΝ

Έκτυπ.: Στέλιος Α. Τσαπέτας, Μυκάλης 34, 104 35 Άθήνα, Τηλ. 210 34.63.161

