

# ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΠΕΤΗΡΙΔΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

# APPLIED RESEARCH REVIEW

Περιοδική Επιστημονική Έκδοση  
του ΤΕΙ Πειραιά

Journal of the Technological Education  
Institute of Piraeus

Έκδοση Τεχνολογία και Επιστήμη

Technology & Science Edition

---

**VOL. XII**

**No 1**

**2007**

**ISSN - 1106 - 4110**

---

Σ. ΚΟΥΤΡΟΥΜΠΑΣ, Κ. ΚΟΥΤΡΟΥΜΠΑΣ: Υπολογιστική τομογραφία εκπομπής Ποζιτρονίων .....	5
Μ. ΚΟΝΤΕΣΗΣ, Δ. ΠΑΠΑΧΡΗΣΤΟΣ, Β. ΤΣΟΥΚΑΛΑΣ: Αλγόριθμος δοκιμών και διορθώσεων σφαλμάτων συγκόλλησης αλουμινίου-AWELD .....	19
С. ΚΟΚΚΟΝΙΣ, ΑΡ. ΚΟΚΚΟΙΣ: Microwave heating electromagnetic field profiles .....	39
Φ.-Α. ΧΡΥΣΟΣΤΟΜΙΔΟΥ: Οι στόχοι της ΠΕ στη Μέση Εκπαίδευση στο πλαίσιο της διεθνούς πολιτικής και της Ελληνικής Εκπαιδευτικής Πραγματικότητας 1977-2007 .....	49
ΣΤ. ΜΑΛΙΚΟΥΤΗ, ΕΛ. ΠΑΓΑΝΕΛΗ, ΓΡ. ΠΟΛΥΚΡΕΤΗΣ: Πρόταση αποκατάστασης του συγκροτήματος του Ανακτόρου των Ιησουιτών Μοναχών στη Νάξο .....	63
ST. BARBOUNAKI: Proposing a virtual community based framework for the investigation of learning problems of special needs people .....	81
C. GORDAN, R. REIZ, CH. ΚΟΚΚΟΝΙΣ: Using Time-Frequency Representations for DTMF Detection .....	97
ΣΤ. ΜΑΛΙΚΟΥΤΗ, ΣΠ. ΚΟΝΙΔΑΡΗ: Εισαγωγή νέας χρήσης στην «οικία Δαλλιέτου» στην Κέρκυρα.....	105
ST. BARBOUNAKI: A Biocybernetic model for anaemia diagnosis based on fuzzy cognitive maps .....	125
Γ. ΒΑΡΕΛΙΔΗΣ: Το ελαιουργείο Χιώτη – Χιωτέλλη στον Πολύχνιτο Λέσβου .....	145

Copyright© ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ 2007  
Π. Ράλλη και Θηβών 250  
122 44 Αιγάλεω  
Τηλ.: 210.53.81.100

**ISSN - 1106 - 4110**

# ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΠΕΤΗΡΙΔΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Περιοδική Επιστημονική Έκδοση του ΤΕΙ Πειραιά, Έκδοση Τεχνολογία και Επιστήμη  
Οδός Π. Ράλλη & Θηβών 250, 122 44 Αιγάλεω

**Διευθυντής Έκδοσης: Π. Κικίλιας**  
**Αναπληρωτής Διευθυντής: Σ. Αντωνίου**

## Συντακτική Επιτροπή

Λάζαρος Βρυζίδης	Τ.Ε.Ι. Πειραιά
Σόλων Αντωνίου	Τ.Ε.Ι. Πειραιά
Μιχαήλ Κοντέσης	Τ.Ε.Ι. Πειραιά
Κων/νος Γούδας	Παν/μιο Πατρών
Θεόδωρος Εξαρχάκος	Παν/μιο Αθηνών
Περικλής Κορωνάκης	Τ.Ε.Ι. Πειραιά
Παναγιώτης Καζαντζής	Παν/μιο Πατρών

## Επιστημονική Επιτροπή

Κ. Αλαφοδήμος	Τ.Ε.Ι. Πειραιά	Χ. Κουτσογιώργης	Τ.Ε.Ι. Πειραιά
Α. Αντωνίου	Τ.Ε.Ι. Πειραιά	Δ. Κυτάγιας	Τ.Ε.Ι. Πειραιά
Σ. Αντωνίου	Τ.Ε.Ι. Πειραιά	Σ. Μανωλάς	Τ.Ε.Ι. Πειραιά
Κ. Βαρελίδου	Τ.Ε.Ι. Πειραιά	Γ. Μεταξάς	Τ.Ε.Ι. Πειραιά
Λ. Βρυζίδης	Τ.Ε.Ι. Πειραιά	Φρ. Μπατζιάς	Παν/μιο Πειραιά
Κ. Γούδας	Παν/μιο Πατρών	Χ. Μπότσαρης	Παν/μιο Στ. Ελλάδας
Κ. Δημόπουλος	Τ.Ε.Ι. Πειραιά	Α. Μπορουμπαχάκη	Τ.Ε.Ι. Πειραιά
Θ. Εξαρχάκος	Παν/μιο Αθηνών	Α. Παλιατσός	Τ.Ε.Ι. Πειραιά
Α. Ζήσος	Τ.Ε.Ι. Πειραιά	Κ. Πάνος	Τ.Ε.Ι. Πειραιά
Ι. Καζαντζάκης	Τ.Ε.Ι. Πειραιά	Α. Πέππας	Τ.Ε.Ι. Πειραιά
Π. Καλατζής	Παν/μιο Πατρών	Ν. Πρεζεράκος	Τ.Ε.Ι. Πειραιά
Δ. Καλλιγερόπουλος	Τ.Ε.Ι. Πειραιά	Μ. Ραγκούση	Τ.Ε.Ι. Πειραιά
Γ. Κόγιας	Τ.Ε.Ι. Πειραιά	Α. Ρούτουλας	Τ.Ε.Ι. Πειραιά
Α. Κοκκόσης	Τ.Ε.Ι. Πειραιά	Α. Σπυριδάκος	Τ.Ε.Ι. Πειραιά
Μ. Κοντέσης	Τ.Ε.Ι. Πειραιά	Δ. Τσελές	Τ.Ε.Ι. Πειραιά
Π. Κορωνάκης	Τ.Ε.Ι. Πειραιά	Σ. Τσιτομενάς	Τ.Ε.Ι. Πειραιά
Α. Κοσσιδάς	Τ.Ε.Ι. Πειραιά		

# APPLIED RESEARCH REVIEW

Journal of the Technological Education Institute of Piraeus, Technology & Science Edition  
250, Thivon & P. Ralli str. 122 44 Egaleo, Greece

**Editor: P. Kililias**

**Associate Editor: S. Antoniou**

## Editorial Committee

Lazaros Vrizidis	T.E.I. of Piraeus
Solon Antoniou	T.E.I. of Piraeus
Mihail Kontesis	T.E.I. of Piraeus
Konstantinos Goudas	University of Patras
Theodoros Exarchakos	Univeristy of Athens
Periklis Koronakis	T.E.I. of Piraeus
Panagiotis Kazantzis	University of Patras

## Advisory Board

K. Alafodimos	<i>T.E.I. of Piraeus</i>	A. Kokkosis	<i>T.E.I. of Piraeus</i>
A. Antoniou	<i>T.E.I. of Piraeus</i>	D. Kitayias	<i>T.E.I. of Piraeus</i>
S. Antoniou	<i>T.E.I. of Piraeus</i>	S. Manolas	<i>T.E.I. of Piraeus</i>
Fr. Batzias	<i>Univ. of Piraeus</i>	G. Metaxas	<i>T.E.I. of Piraeus</i>
Ch. Botsaris	<i>Univ. of Central Greece</i>	A. Paliatsos	<i>T.E.I. of Piraeus</i>
A. Bourbahaki	<i>T.E.I. of Piraeus</i>	K. Panos	<i>T.E.I. of Piraeus</i>
C. Dimopoulos	<i>T.E.I. of Piraeus</i>	A. Peppas	<i>T.E.I. of Piraeus</i>
Th. Exarchakos	<i>Univ. of Athens</i>	N. Prezerakos	<i>T.E.I. of Piraeus</i>
K. Goudas	<i>Univ. of Patras</i>	M. Ragousi	<i>T.E.I. of Piraeus</i>
P. Kazatzis	<i>Univ. of Patras</i>	A. Routoulas	<i>T.E.I. of Piraeus</i>
J. Kazantzakis	<i>T.E.I. of Piraeus</i>	A. Spyridakos	<i>T.E.I. of Piraeus</i>
D. Kalligeropoulos	<i>T.E.I. of Piraeus</i>	D. Tseles	<i>T.E.I. of Piraeus</i>
G. Kogias	<i>T.E.I. of Piraeus</i>	S. Tsitomeneas	<i>T.E.I. of Piraeus</i>
M. Kontesis	<i>T.E.I. of Piraeus</i>	K. Varelidou	<i>T.E.I. of Piraeus</i>
P. Koronakis	<i>T.E.I. of Piraeus</i>	L. Vrizidis	<i>T.E.I. of Piraeus</i>
X. Koutsoyiorgis	<i>T.E.I. of Piraeus</i>	A. Zisos	<i>T.E.I. of Piraeus</i>
A. Kossidas	<i>T.E.I. of Piraeus</i>		

# Υπολογιστική Τομογραφία Εκπομπής Ποζιτρονίων

Σ.Κ. Κουτρομπάς  
Ομότιμος Καθηγητής  
Τμήματος Φ.Χ.Τ.Υ. του Τεχνολογικού  
Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πειραιά

Κ.Σ. Κουτρομπάς  
Εργαστηριακός Συνεργάτης  
Τμήματος Φ.Χ.Τ.Υ. του Τεχνολογικού  
Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πειραιά

---

## Περίληψη

Περιγράφεται και αναλύεται μια από τις πιο πρόσφατες ιατρικές απεικονιστικές μεθόδους της κατανομής ραδιενεργών ουσιών στο ανθρώπινο σώμα, που επιτρέπουν την εκτίμηση και αξιολόγηση βιοχημικών διεργασιών και την έγκαιρη διάγνωση παθολογικών καταστάσεων πριν επιδράσουν στους ιστούς και γίνουν ορατές από εικόνες των κλασικών ακτινογραφιών ή και της αξονικής τομογραφίας με ακτίνες Χ. Γίνεται ακόμη μια προσέγγιση της φυσικοτεχνικής λειτουργίας ενός μηχανήματος Υπολογιστικής Τομογραφίας με εκπομπή ποζιτρονίων, Positron Emission Tomography (PET).

---

## Abstract

This article describes the use of medicine technique of Positron Emission Tomography (PET). The process of generating radiopharmaceuticals is introduced, relevant interaction with matter are discussed and instrumentation in PET is described.

## Λέξεις κλειδιά:

PET Physics, αντύλη-εξαύλωση, Ιατρική Απεικόνιση.

## 1. Εισαγωγή

Η κλασική ακτινολογία είναι η πρώτη μέθοδος απεικόνισης της μορφολογίας και λειτουργίας του ανθρώπινου οργανισμού, ευθύς μετά την ανακάλυψη των ακτίνων X. Σε μία ακτινογραφία όμως (π.χ. θώρακος, Σχήμα 1.1.) η τρισδιάστατη (3D) εικόνα του θώρακα απεικονίζεται σ' ένα δισδιάστατο φιλμ (2D). Τότε όλα τα επίπεδα εντός του ασθενούς που είναι παράλληλα με το φιλμ υπερτίθενται το ένα επί του άλλου και έτσι η εικόνα είναι η προβολή ενός 3D όγκου σε δύο διαστάσεις.

Εξαιτίας αυτής της υπέρθεσης χάνονται κατασκευαστικές λεπτομέρειες του θώρακα και φαίνονται μόνο εκείνοι οι ιστοί που έχουν μεγάλη σκιαγραφική αντίθεση (contrast).

Η τεχνική της αξονικής τομογραφίας με ακτίνες X, Computerized Tomography (C.T.) παρακάμπτει το παραπάνω πρόβλημα των κλασικών ακτινογραφιών οι οποίες δεν είναι δυνατό να μας δώσουν πληροφορίες για τη διάσταση του βάθους. Στην C.T. δηλαδή έχουμε απεικόνιση μιας εγκάρσιας διατομής του ασθενή δύο διαστάσεων και πάχους μερικών mm σ' ένα επίπεδο δύο διαστάσεων. Αυτή λοιπόν η τομή, "φέτα", εξετάζεται από πολλές γωνίες από μια λεπτή δέσμη ακτίνων X, η οποία δέσμη αφού διέλθει από την εξεταζόμενη τομή καταγράφεται από μετρητή ιοντίζουσών ακτινοβολιών ο οποίος συνδέεται με ηλεκτρονικό υπολογιστή, όπου οι πληροφορίες αναλύονται με τη βοήθεια μαθηματικού αλγορίθμου και ανασυντίθεται η ακτινογραφική εικόνα (Σχήμα 1.2.). Σε αυτή απεικονίζονται χαρακτηριστικά που παρατηρούνται για πρώτη φορά σε ακτινογραφία. Η ευαισθησία των κλασικών ακτινοδιαγνωστικών μεθόδων είναι της τάξης του 10-20%, δηλαδή ο συντελεστής απορρόφησης των ακτίνων X δύο διαφορετικών ιστών πρέπει να διαφέρει κατά 10-20% για να μπορούμε να διακρίνουμε αντίστοιχη αλλαγή στην οπτική πυκνότητα του ακτινογραφικού φιλμ. Στην C.T. όμως η ευαισθησία είναι πολύ μεγάλη, της τάξης του 0,5% και μας δίδει για πρώτη φορά τη δυνατότητα απεικόνισης: της λευκής και της φαιάς ουσίας του εγκεφάλου, του εγκεφαλονωτιαίου υγρού, θρόμβων αίματος, όγκων, εγκεφαλικών οιδημάτων, κ.λπ. σαν ξεχωριστές οντότητες (Σχήμα 1.2. και 1.3.).

Άλλη μέθοδος απεικόνισης (Πυρηνική Ιατρική), χρησιμοποιεί την κατανομή των ραδιενεργών ουσιών που χορηγούνται στον ασθενή για την απεικόνιση επιλεγμένων ιστών του ανθρώπινου σώματος.

Η κύρια ακτινοβολία που χρησιμοποιείται σ' αυτές τις εξετάσεις είναι η  $\gamma$ , εκπεμπόμενη από τα χορηγηθέντα στον ασθενή ραδιενεργά ισότοπα και καταγράφεται από πολύπλοκα ανιχνευτικά συστήματα. Η ( $\gamma$ ) ακτινοβολία αφού εξέλθει του ασθενούς προσπίπτει σε ειδικούς κρυσταλλικούς ανιχνευτές η έξοδος των οποίων συνδέεται με φωτοπολλαπλασιαστή, ώστε η ενέργεια των ακτίνων ( $\gamma$ ) να μετατραπεί σε ηλεκτρικό παλμό στην έξοδο του φωτοπολλαπλασιαστή. Ο παλμός ενισχύεται και καταγράφεται ή απορρίπτεται ανάλογα με μέγεθος του.

Το κάθε ισότοπο που χρησιμοποιείται συγκεντρώνεται σε ορισμένους ιστούς την εικόνα των οποίων επιθυμούμε να λάβουμε. Οι παλμοί που καταγράφουμε, όπως παραπάνω, μας επιτρέπουν να σχηματίσουμε την επιθυμητή εικόνα του ιστού.

Μεταξύ του ασθενούς και του κρυστάλλου παρεμβάλλονται εστιασμένοι κατευθυντήρες (colimators) από μόλυβδο, οι οποίοι επιτρέπουν να περάσει μόνο η πρωτογενής (όχι η σκεδαζόμενη) από διάφορα στρώματα ιστών ακτινοβολία. Παρά ταύτα, η μέθοδος αυτή προβάλλει την εικόνα του ιστού σε δυο διαστάσεις και δεν διαχωρίζει τις ενδιαφέρουσες περιοχές, από άλλες ραδιενεργές που βρίσκονται εμπρός ή πίσω απ' αυτές, έτσι έχει μικρή διακριτική ικανότητα όπως και οι κλασικές ακτινογραφίες. Όμως οι πληροφορίες που μας δίνει η μέθοδος αυτή για το μεταβολισμό επιλεγμένων ιστών είναι πολύ χρήσιμες κλινικά και θεωρούνται συμπληρωματικές εκείνων που παρέχουν άλλες απεικονιστικές μέθοδοι με υψηλή διακριτική ικανότητα.

Το απεικονιστικό όργανο το οποίο χρησιμοποιείται στην περιγραφείσα μέθοδο, είναι η Γάμμα Camera (Σχήμα 1.4.).

## 2. Υπολογιστική Τομογραφία Εκπομπής Ποζιτρονίων, Positron Emission Tomography (PET)

Συνδυάζει τα πλεονεκτήματα των μεθόδων της Πυρηνικής Ιατρικής, με την ικανότητα να εντοπίζει με ακρίβεια τις εστίες αυξημένης συγκέντρωσης ραδιοϊσοτόπων, που της δίνει η μέθοδος ανακατασκευής επιλεγμένων εγκάρσιων τομών του σώματος από πολλές προβολές. Η βασική λοιπόν διαφορά μεταξύ PET και άλλων διαγνωστικών απεικονιστικών μεθόδων όπως της Πυρηνικής Ιατρικής και της C.T., ή ακόμα και των εικόνων Πυρηνικού Συντονισμού, είναι στον τύπο της εικόνας που παράγεται. Η PET εκτιμά τις αλλαγές στην χημεία και λειτουργία των οργάνων με πολύ υψηλή ευαισθησία, ενώ η C.T. αποκαλύπτει την ανατομία και τη δομή των οργάνων με πολύ υψηλή διακριτική ικανότητα.

### 2.1. Σύστημα απεικονιστικής μεθόδου PET

Βασικό χαρακτηριστικό της μεθόδου είναι ότι η πηγή ακτινοβολίας είναι κατανεμημένη μέσα στο ανθρώπινο σώμα. Η πηγή ακτινοβολίας είναι ένα ραδιενεργό ισότοπο το οποίο διασπάται εκπέμποντας ποζιτρόνια.

Με το ισότοπο (ιχνηθέτης) αυτό επισημαίνουμε χημικές ενώσεις, συνήθως γλυκόζη ( $C_6H_{12}O_6$ ) με επιθυμητή βιολογική δράση. Η επισημασμένη ένωση μεταφέρεται (Σχήμα 2.1.) στα όργανα εκείνα των οποίων τις βιοχημικές διεργασίες και τη λειτουργία θέλουμε να εξετάσουμε. Χορηγούνται ενδοφλεβίως 370 MBq του ραδιοφαρμάκου στον

ασθενή, το οποίο μετά από μια χρονική περίοδο εγκαθίσταται στον υπό εξέταση ιστό, η κατανομή του οποίου απεικονίζεται σαν αποτέλεσμα της εξέτασης.

Το ποζιτρόνιο ( ${}_{+1}^0\text{e}$ ) που εκπέμπεται από τους πιο πάνω ιχνηθέτες, πολύ γρήγορα χάνει το σύνολο της ενέργειάς του με πολλαπλές συγκρούσεις στα άτομα των ιστών, ενώνεται με ένα ηλεκτρόνιο ( ${}_{-1}^0\text{e}$ ) και αμέσως εξαϋλώνονται παράγοντας δύο φωτόνια γ. Κάθε ένα από τα φωτόνια έχει ενέργεια 511keV (ισοδύναμη με τη μάζα ηερμίας του ηλεκτρονίου). Επειδή δε, πρέπει να διατηρηθεί η ορμή τα δύο φωτόνια κινούνται σε αντίθετες διευθύνσεις (Σχήμα 2.2.).

Τα φωτόνια (γ) αλληλεπιδρούν μέσω του φωτοηλεκτρικού φαινομένου και του φαινομένου Compton με τους βιολογικούς ιστούς, εξέρχονται από τον ασθενή και προσκρούουν σ' ένα ζεύγος ανιχνευτών υψηλής ενέργειας που είναι τοποθετημένοι αντιδιαμετρικά, μαζί με πολλά άλλα τέτοια ζεύγη, σε διάταξη δακτυλίου ο οποίος περιβάλλει τον ασθενή (Σχήμα 2.3.). Ανά δύο οι ανιχνευτές είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους και οι έξοδοί τους οδηγούνται σε κύκλωμα σύμπτωσης. Το κύκλωμα αυτό διαθέτει δύο εισόδους και μία έξοδο, η οποία παρέχει ένα παλμό μόνο εφόσον οι εισοδοί διεγερθούν ταυτοχρόνως. Όταν δηλαδή το συνδεδεμένο ζεύγος ανιχνευτών δεχθεί ταυτοχρόνως (κατ' ουσία μέσα σε μερικά nsec) δύο φωτόνια γ υψηλής ενέργειας. Τότε μπορούμε να θεωρήσουμε ότι τα φωτόνια προήλθαν από το ίδιο στιγμιότυπο εξαϋλώσης. Αυτό το συμβάν προσδιορίζεται ότι κείται πάνω στην ευθεία που συνδέει τους δύο αυτούς ανιχνευτές (Σχήμα 2.4.). Όλες δε οι ακτίνες γ που εκπέμπονται από έναν όγκο που περιβάλλει αυτή την ευθεία καταγράφονται από το ίδιο ζεύγος ανιχνευτών. Επομένως κάθε ανιχνευτής προβάλλει την κατανομή του ραδιενεργού ισότοπου κατά μήκος αυτής της ευθείας που τους ενώνει. Μετά την καταγραφή πολλών τέτοιων προβολών του ραδιοϊσότοπου, σύμφωνα με τη διανομή του στους ιστούς της εγκάρσιας διατομής του ασθενούς που έχουμε επιλέξει, είναι δυνατό να ανακατασκευασθεί εικόνα που δείχνει αυτή τη διανομή στη επιλεγμένη εγκάρσια διατομή χρησιμοποιώντας τις ήδη γνωστές μεθόδους της υπολογιστικής τομογραφίας (C.T.).

Αυτό που χαρακτηρίζει ιδιαίτερος την απεικονιστική αυτή μέθοδο είναι η χρήση ιχνηθετών που εκπέμπουν ποζιτρόνια. Τα ραδιοϊσότοπα τα οποία συνήθως χρησιμοποιούνται είναι τα αναφερόμενα στον Πίνακα 2.1.

### Πίνακας 2.1.

#### Ραδιοϊσότοπα χρησιμοποιούμενα στην PET

Ραδιοϊσότοπα	Χρόνος υποδιπλασιασμού min	Μέγιστη ενέργεια ποζιτρονίων MeV
${}^{11}\text{C}$	20,3	0,96
${}^{13}\text{N}$	9,97	1,19
${}^{15}\text{D}$	2,03	1,70
${}^{18}\text{F}$	109,8	0,64
${}^{82}\text{Rb}$	1,26	3,15

Στις κλινικές διαγνωστικές εξετάσεις χρησιμοποιείται ευρέως η γλυκόζη επισήμασμένη με  $^{18}\text{F}$  (φθοριοδεσοξυγλυκόζη). Η ουσία αυτή προσλαμβάνεται από τα κύτταρα τα οποία την μεταβολίζουν όπως και τη μη ραδιενεργό γλυκόζη. Κατά προτίμηση η γλυκόζη συγκεντρώνεται σε κύτταρα με υψηλό ρυθμό μεταβολισμού της, όπως τα καρδιακά κύτταρα. Η μέθοδος επομένως χρησιμοποιείται για την επισήμανση όγκων πρωτογενών και μεταστατικών, ως επίσης για τη μελέτη του εγκεφάλου και των νόσων που παρουσιάζονται σ' αυτόν [π.χ. Alzheimier (Σχήματα 2.5., 2.6., 2.8.)].

## 2.2. Μειονεκτήματα της μεθόδου

- α) Βασικό μειονέκτημα είναι ο βραχύς χρόνος υποδιπλασιασμού των ισotόπων τα οποία εκπέμπουν ποζιτρόνια, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 1. Αυτό απαιτεί την εγκατάσταση ειδικού κυκλότρον (Σχήμα 2.7.) πλησίον του συστήματος της τομογραφίας PET για να παράγονται τα επιθυμητά ισotόπα. Την υψηλή αυτή δαπάνη είναι πολύ δύσκολο να επωμισθούν τα νοσηλευτικά ιδρύματα (στην Ελλάδα μόνο ένα ίδρυμα έχει PET) και περιορίζεται η χρήση της μεθόδου. Ευτυχώς το  $^{18}\text{F}$  έχει μακρότερο χρόνο ζωής και προλαβαίνουν να χρησιμοποιήσουν το ισotόπο περισσότερα του ενός ιδρύματα έχοντας πρόσβαση στο ίδιο κύκλοτρο, μειώνοντας εν μέρει το κόστος.
- β) Η διακριτική ικανότητα της PET εξαρτάται από τη χρήσιμη επιφάνεια των ανιχνευτών και τον αριθμό των προβολών που μπορούν να καταγραφούν από ένα τέτοιο σύστημα. Δυσμενώς όμως επιδρά για τη διακριτική ικανότητα και το ότι το ποζιτρόνιο ταξιδεύουν μια μικρή απόσταση ( $\sim 1 \div 2\text{mm}$ ) από το σημείο παραγωγής των μέχρι να εξαίλωθούν. Επίσης, οι ακτίνες ( $\gamma$ ) που παράγονται δεν εκπέμπονται πάντα ακριβώς κατά  $180^\circ$ . Μπορούν τέλος να φθάσουν ταυτοχρόνως στους ανιχνευτές δύο φωτόνια αφού έχουν υποστεί σκεδάσεις σε ηλεκτρόνια των ατόμων των ισotών. Τότε σχηματίζουν δυσμενές για την εικόνα της τομογραφίας υπόστρωμα. Επομένως εκ της φύσης της η μέθοδος περιέχει σφάλματα ως προς τις πραγματικές θέσεις του ραδιενεργού ισotόπου μέσα σε κάθε τομή.

Η διακριτική ικανότητα της PET είναι της τάξης μερικών χιλιοστών, ενώ της υπολογιστικής τομογραφίας είναι μόλις 0,5-1 mm. Το κόστος μιας εξέτασης PET στην Ελλάδα ανέρχεται σε 2.000€.

## 2.3. Συνδυασμός PET με Αξονική Τομογραφία (C.T.)

Η αξία της PET αυξάνεται με την προσθήκη ανατομικών πληροφοριών που προσφέρει ο αξονικός τομογράφος. Τελευταίας τεχνολογίας μηχανήματα συνδυάζουν PET και C.T. στο ίδιο μηχάνημα. Τότε λειτουργικές και ανατομικές εικόνες αποκτώνται μέσα στην ίδια χρονική περίοδο (της εξέτασης) με ταυτόχρονη προβολή των εικόνων των

δύο μηχανημάτων, εξασφαλίζοντας τη δυνατότητα συνεκτίμησης, με αποτέλεσμα μεγαλύτερη διαγνωστική ακρίβεια (Σχήματα 2.8., 2.9. και 2.10.). Σε ένα μόνο Νοσηλευτικό Ίδρυμα σ' όλη την Ελλάδα υπάρχει αυτό το μηχάνημα, PET/C.T.

## 2.4. Ακτινοπροστασία για την PET

Το ραδιοϊσότοπο χορηγείται ενδοφλεβίως στον ασθενή και εκτίθεται ολόκληρο το ανθρώπινο σώμα στην ακτινοβολία. Επειδή όμως ο χρόνος υποδιπλασιασμού της ραδιενέργειας είναι πολύ μικρός, η συνολικά απορροφούμενη δόση είναι μικρή και δεν επηρεάζει τις λειτουργίες του οργανισμού.

Όταν όμως η ασθενής είναι έγκυος ή θηλάζει, πρέπει να το αναφέρει στον ιατρό, ο οποίος και θα αποφάσισει για την εξέταση συνεκτιμώντας την όλη κατάσταση κατά περίπτωση.

Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι η συνολική ολόσωμη δόση που λαμβάνεται σε μια τέτοια εξέταση υπολογίζεται σε 7mSv, ενώ σε μια απλή ακτινογραφία θώρακος είναι 0,02mSv, σε μια αξονική τομογραφία (C.T.) θώρακος 8mSv ή η ετήσια δόση για τα πληρώματα υπερατλαντικών αεροπορικών πληρωμάτων 7,8mSv (Από το National Radiological Protection Board του U.K.).

## Συμπεράσματα

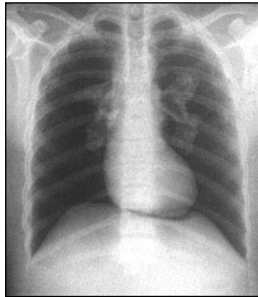
Το κόστος μιας εξέτασης PET είναι υψηλό και η διακριτική ικανότητά της σε ανατομικές διαφορές είναι μικρότερη εκείνης της Υπολογιστικής Τομογραφίας (C.T.) ή και της Μαγνητικής Τομογραφίας (MRI), όμως είναι:

- Η μοναδική μέθοδος με την οποία λαμβάνουμε την απεικόνιση του μεταβολισμού των βιολογικών ιστών του ανθρώπου (π.χ. εγκεφάλου ή καρδιάς).
- Η καλύτερη μέθοδος που απεικονίζει υπερμεταβολικούς ιστούς στην γλυκόζη (καρκινικά κύτταρα) πριν ακόμη γίνουν ορατά από άλλους τρόπους.

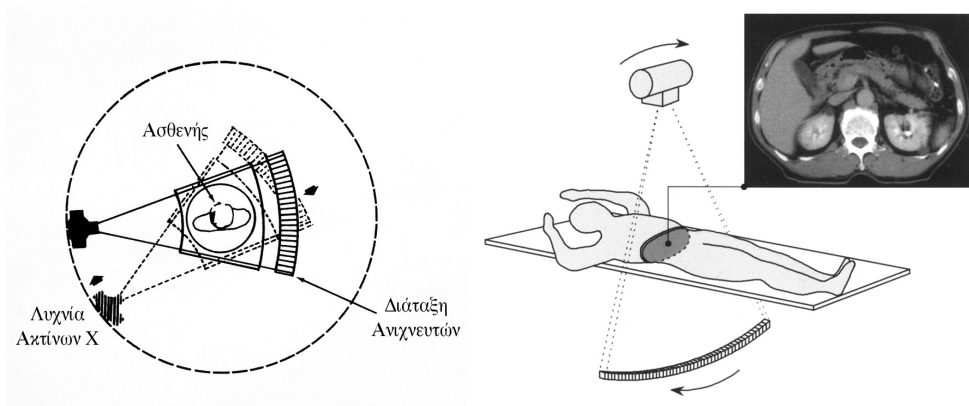
Η PET δηλαδή συμπερασματικά απεικονίζει τη λειτουργία των παθολογικών ιστών, ενώ η C.T. και MRI μπορούν να απεικονίζουν τις μορφολογικές μεταβολές των ίδιων ιστών που έχουν προσβληθεί από τη νόσο. Μας δίδει επίσης τη δυνατότητα να δούμε την εικόνα του εγκεφάλου μας όταν σκέφτεται ή όταν λύνει ασκήσεις φυσικής.

Ο συνδυασμός PET/C.T. σ' ένα μηχάνημα αποδεικνύεται ένα σπουδαίο μέσο με πολλές κλινικές εφαρμογές στην Νευρολογία, Καρδιολογία, Ακτινοθεραπεία, τον εντοπισμό πρωτοπαθών και μεταστατικών όγκων (ακριβής θέση, μέγεθος, χαρακτηρισ, έκταση της νόσου, οπουδήποτε στο σώμα), μειώνοντας κατά 50% τη διάρκεια σε σχέση με άλλες εξετάσεις εξασφαλίζοντας μεγαλύτερη άνεση στον ασθενή. Υπόσχεται δε να δώσει λύση στην κατανόηση της λειτουργίας του ανθρώπινου εγκεφάλου και του οργανισμού μας γενικότερα.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



**Σχήμα 1.1.** Ακτινογραφία θώρακα

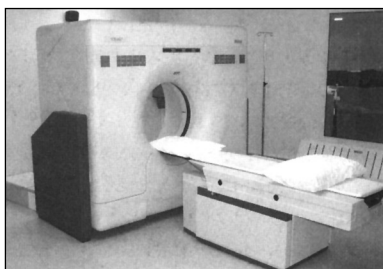


**Σχήμα 1.2.** Η βασική γεωμετρία σ' ένα αξονικό τομογράφο.

(α) Η λυχνία ακτίνων Χ και οι ανιχνευτές

διαγράφουν 360°, γύρω από τον ασθενή κατά την εξέταση.

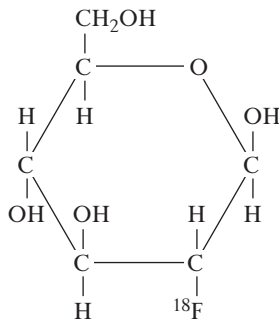
(β) Λήψη εγκάρσιας τομής ασθενούς εστιασμένη στην περιοχή του Ήπατος.



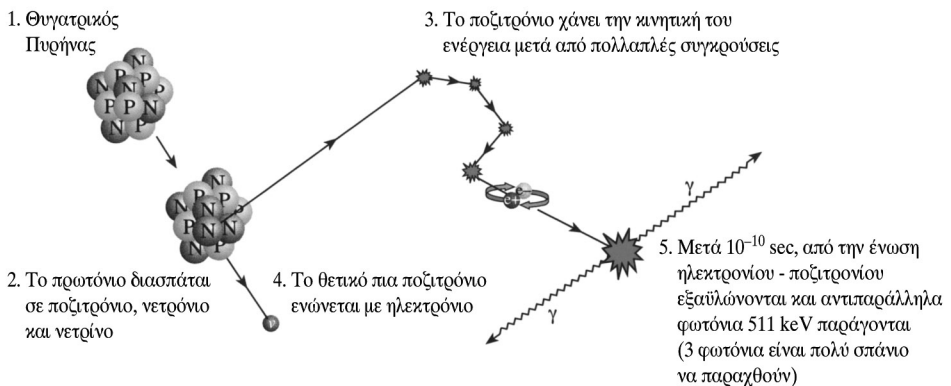
**Σχήμα 1.3.** Το μηχάνημα της αξονικής τομογραφίας



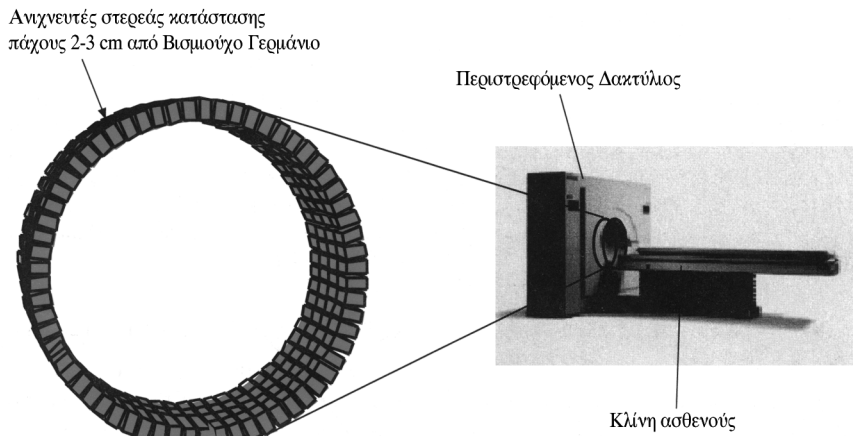
Σχήμα 1.4. Γάμμα Camera.



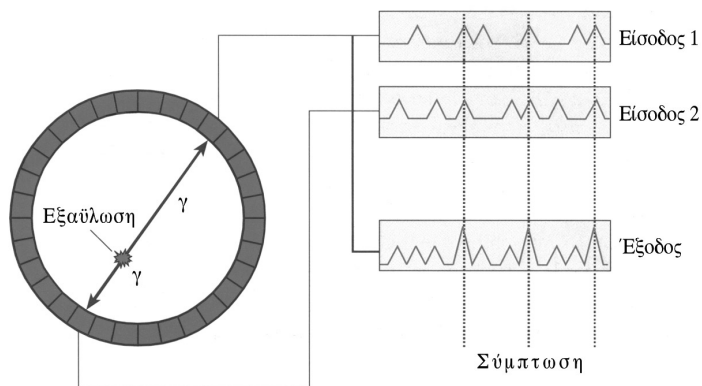
Σχήμα 2.1. Επισήμανση β-D-γλυκόζης με  ${}^{18}\text{F}$ .



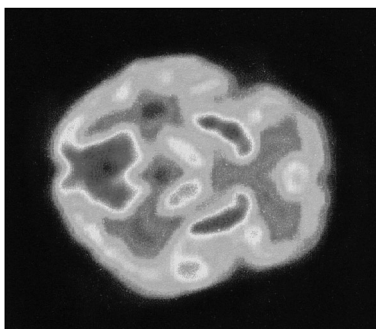
Σχήμα 2.2. Εκπομπή και εξαύλωση ποζιτρονίου.



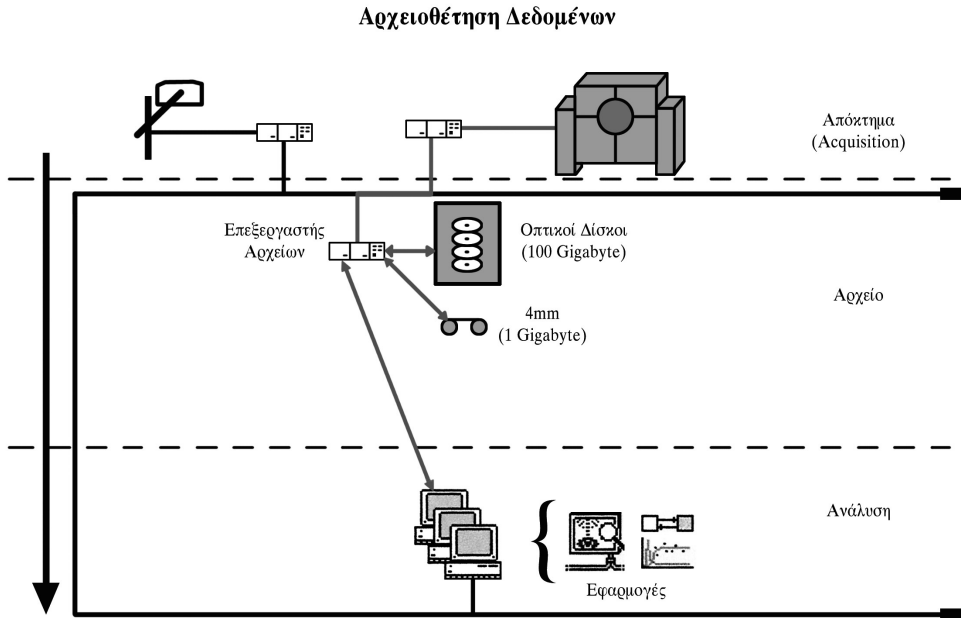
Σχήμα 2.3. Ένα ψηφιακό σύστημα PET.



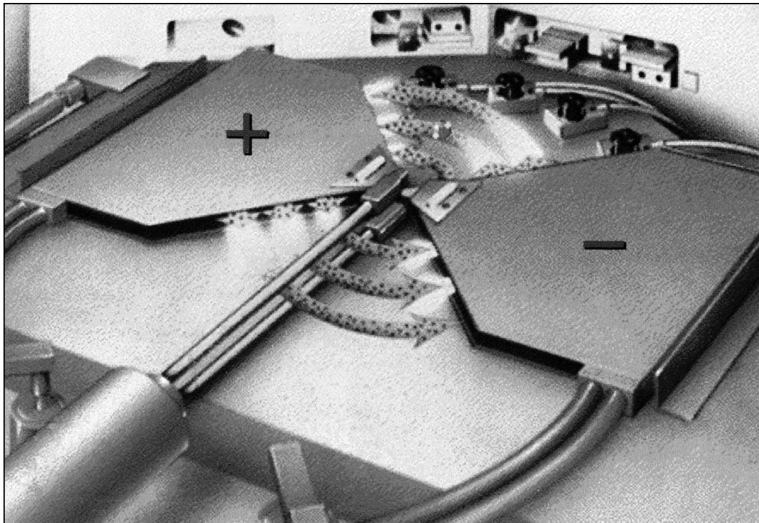
Σχήμα 2.4. Διαγραμματική απεικόνιση της ανίχνευσης με σύμπτωση. Το αστεράκι της εικόνας είναι εκείνο που τελικά προβάλλεται.



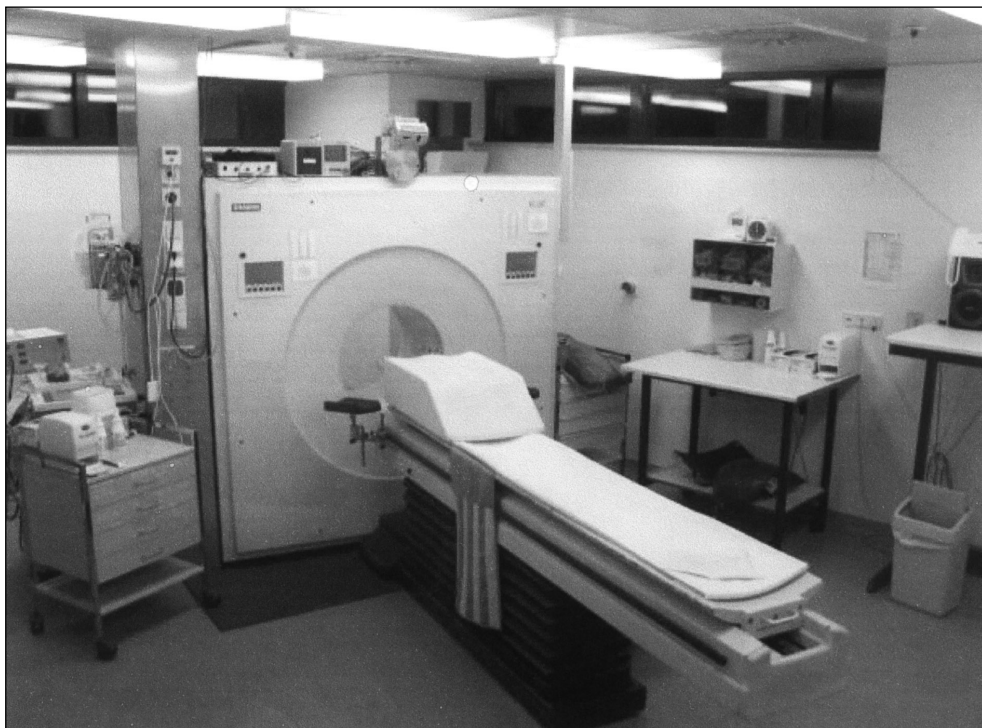
Σχήμα 2.5. PET εγκεφάλου



**Σχήμα 2.6.** Διάγραμμα ροής δεδομένων και αρχειοθέτησης μελέτης και περαιτέρω ανάλυσης εικόνων τομογραφίας εκπομπής ποζιτρονίων. Η διαϊδρυματική δικτύωση υπολογιστών με κλινικά δεδομένα των ασθενών, δίδει τη δυνατότητα ανταλλαγής πληροφοριών που διευκολύνουν τη διάγνωση και θεραπεία.



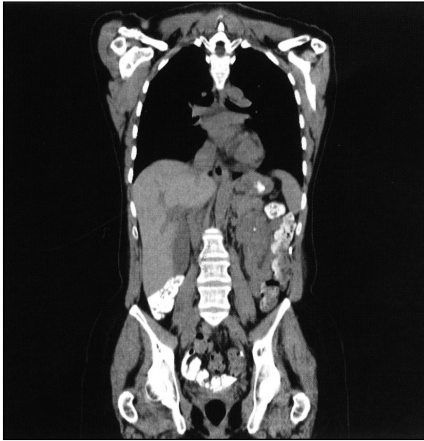
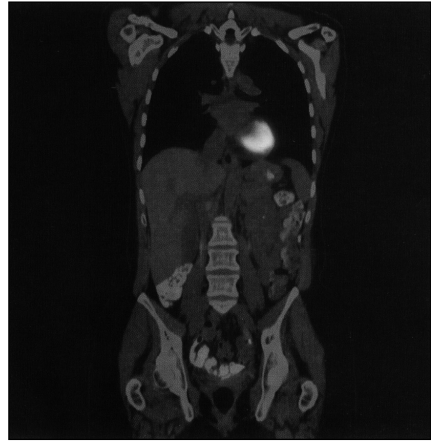
**Σχήμα 2.7.** Το κύκλωτρον.



*Σχήμα 2.8. Θάλαμος Τομογραφίας Εκπομπής Ποζιτρονίων.*



*Σχήμα 2.9. Διάταξη PET/C.T.*

**A.****B.**

**Σχήμα 2.10.** Εξέταση ασθενούς με καρκίνο οσθηγών από μηχανήμα PET/CT.

A. Εικόνα της Αξονικής Τομογραφίας.

B. Εικόνα της ίδιας περιοχής με PET.

## Βιβλιογραφία

- Cameron, J., 1978, Medical Physics, 455-485 2<sup>nd</sup> edition, John Willey and Sons, Inc. New York.
- Gottschalk, A., 1986, Diagnostic Nuclear Medicine, Vol. 2 Williams and Wilkins, Baltimore New York.
- Ορφανουδάκης, Στ.Κ., 1990, Η φυσική σήμερα, 188-230, 3<sup>η</sup> έκδοση, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Young, H., Baum R., Cremerius U. et al., 1999, Measurements of clinical and subclinical tumor response (<sup>18</sup>F-fluorodeoxyglucose and positron emission tomography, European Journal of Cancer, 35(13) 1773-1782).
- National Radiological Protection Board of U.K., Handbook, 2000.
- Ramsey, D., Badawi, 2001, Nuclear Medicine, Physics Education Vol. 36, 452-459.
- Κουτρομπάς, Στ.Κ., 2003, Φυσική των Ηλεκτρονικών Υπολογιστικών Συστημάτων, 271-332, 2<sup>η</sup> έκδοση, Σύγχρονη Εκδοτική, Αθήνα.



# Αλγόριθμος Δοκιμών και Διορθώσεων Σφαλμάτων Συγκόλλησης Αλουμινίου-AWELD

*M. Κοντέσης  
T.E.I. Πειραιά*

*Δ. Παπαχρήστος  
T.E.I. Πειραιά*

*B. Τσουνκαλάς  
Ακαδημία Εμπορικού Ναυτικού*

---

## Περίληψη

Στην εργασία αυτή που έγινε στα πλαίσια του προγράμματος ARCHIMEDES I\* παρουσιάζεται ένας αλγόριθμος αναζήτησης (Algorithm **WELD**ing) για την διαδικασία δοκιμών-διορθώσεων παραμέτρων σφαλμάτων με εφαρμογή στην συγκόλληση αλουμινίου στην ναυπηγική βιομηχανία. Επιπλέον γίνεται η περιγραφή του προβλήματος στο χώρο της τεχνητής νοημοσύνης, η μεθοδολογία αναπαράστασης της γνώσης όσο και ο αλγόριθμος που υλοποιεί τον μηχανισμό κανόνων. Τελικός στόχος είναι η ανάπτυξη έμπειρου συστήματος αναγνώρισης εκτίμησης και διόρθωσης σφαλμάτων συγκολλητών κατασκευών αλουμινίου για εκπαιδευτική χρήση.

---

## Abstract

A search algorithm named **AWELD** (Algorithm **WELD**ing) has been developed under the frame of ARCHIMEDES I\* project. The AWELD algorithm is aimed to correlate aluminum welding process parameters - welding defects, as well as to contribute to better welding defects' diagnosis and alleviation. Furthermore, the problem description in the field of artificial intelligence, the methodology of knowledge representation, as well as the algorithm that materialize the rules mechanism is presented. The target of this work is the development of an expert system for the identification, assessment, and correction of aluminum welding defects.

## Λέξεις Κλειδιά:

Τεχνητή Νοημοσύνη, Αλγόριθμοι Αναζήτησης, Χώρος Κατάστασης, Συγκόλληση Αλουμινίου.

## 1. Εισαγωγή

Οι αυξημένες απαιτήσεις για συγκολλητές κατασκευές υψηλής ποιότητας και αξιοπιστίας σε συνδυασμό με την αύξηση της πολυπλοκότητας της τεχνολογίας και τις συνθήκες διεθνούς ανταγωνισμού που διαμορφώθηκαν τα τελευταία χρόνια ώθησαν την κατασκευαστική βιομηχανία στην υιοθέτηση προωθημένων υπολογιστικών εργαλείων.<sup>[1-4]</sup> Έτσι, αν και ο κόσμος της βιομηχανίας είναι συντηρητικός και επιφυλακτικός απέναντι σε νέες τεχνολογίες, η εφαρμογή της **Τεχνητής Νοημοσύνης – TN (Artificial Intelligence – AI)** στην περιοχή των **ναυπηγικών κατασκευών** και η σημαντική συμβολή της στη βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων συντέλεσαν στην ευρύτερη και ταχύτερη διάδοση της.<sup>[1,5-7]</sup> Αυτό είχε ως αποτέλεσμα ένας μεγάλος αριθμός από ερευνητικά ιδρύματα, πανεπιστήμια και βιομηχανικές μονάδες να ξεκινήσουν μια σημαντική ερευνητική προσπάθεια που στόχευε στην ανάπτυξη και εφαρμογή της TN (έμπειρα συστήματα, αλγόριθμοι) σε ποικίλες εφαρμογές. Οι αιτίες που οδήγησαν στην υιοθέτηση της TN στην επιστημονική περιοχή των μηχανολογικών κατασκευών είναι κυρίως οι εξής:

- η έλλειψη πλήρους περιγραφικού, ποιοτικού μαθηματικού προτύπου πολλών διαδικασιών,
- η ύπαρξη επαρκούς γνώσης και εμπειρίας χειριστών-τεχνικών-μηχανικών γύρω από την φύση της διαδικασίας και,
- η ικανότητα των συστημάτων TN να διαχειρίζονται ασαφή και ανακριβή δεδομένα που συναντώνται στις σύγχρονες παραγωγικές μονάδες.

Στην ναυπηγική βιομηχανία έχουν αναπτυχθεί έμπειρα συστήματα σε ένα ευρύ πεδίο εφαρμογών με κύριους στόχους τον βέλτιστο σχεδιασμό των διαδικασιών και τη διασφάλιση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων. Επιπρόσθετα την τελευταία δεκαετία αναπτύσσεται μια σημαντική ερευνητική προσπάθεια στην περιοχή των **συγκολλήσεων αλουμινίου**. Αυτές οι συγκολλήσεις αποτελούν μια ειδική περιοχή με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και ιδιότητες που σχετίζονται με το υλικό που χρησιμοποιείται και καθορίζουν τόσο τις μεθόδους και τους τύπους των συγκολλήσεων που χρησιμοποιούνται όσο και τα χαρακτηριστικά ποιότητας των συγκολλητών κατασκευών. Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν οι συγκεκριμένες συγκολλήσεις αλλά και η προσπάθεια αντιμετώπισης των προβλημάτων στην κατασκευαστική διαδικασία λόγω της χρήσης του αλουμινίου έχουν εντείνει την ερευνητική προσπάθεια στη συγκεκριμένη περιοχή.<sup>[8-14]</sup>

Στα πλαίσια αυτά εντάσσεται και η παρούσα εργασία στην οποία παρουσιάζεται ένας αλγόριθμος δοκιμών-διορθώσεων των παραμέτρων της συγκόλλησης αλουμινίου (AWELD) με τελικό σκοπό την δημιουργία και ολοκλήρωση ενός *έμπειρου συστήματος αναγνώρισης εκτίμησης και διόρθωσης σφαλμάτων* συγκολλητών κατασκευών αλουμινίου. Τέλος, ο AWELD, μπορεί να βοηθήσει την διδακτική πράξη στην καλύτερη εργαστηριακή εκπαίδευση των χειριστών και τεχνικών στην συγκόλληση αλουμινίου.

## 2. Περιγραφή Προβλήματος

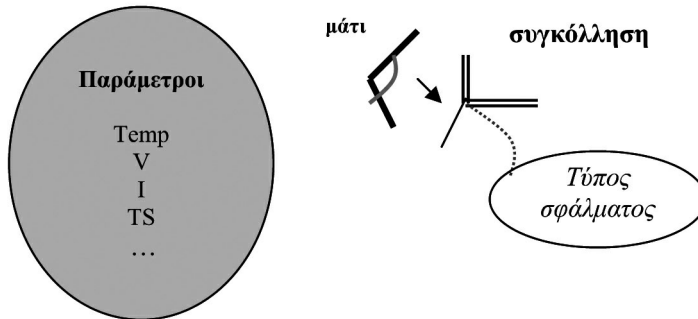
Η TN καλείται να επιλύσει πραγματικά και πολύπλοκα προβλήματα. Η περιγραφή ενός προβλήματος μπορεί να γίνει με δύο βασικούς τρόπους: με *περιγραφή με χώρο καταστάσεων (state space)* και *περιγραφή με αναγωγή (reduction)*. Στο συγκεκριμένο πρόβλημα της συγκόλλησης αλουμινίου επιλέχθηκε η πρώτη μέθοδος γιατί ταιριάζει καλύτερα στο είδος του προβλήματος που είναι προς επίλυση.<sup>[15-20]</sup>

Για να περιγραφεί ένα πρόβλημα στο χώρο καταστάσεων, θα πρέπει να αναπαρασταθεί πρώτα ο κόσμος του προβλήματος και στη συνέχεια τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του, όπως η αρχική κατάσταση, η τελική κατάσταση και οι τελεστές μετάβασης ή ενέργειες που μπορούν να γίνουν ώστε να εξευρεθεί η λύση του. Ακολουθεί η ανάλυση των επιμέρους στοιχείων του χώρου κατάστασης του προβλήματος.

### α) Κόσμος Προβλήματος

Ο κόσμος του προβλήματος για την διόρθωση σφαλμάτων συγκόλλησης αλουμινίου είναι ένας ανοικτός κόσμος (*open world*) αφού δέχεται *εξωτερικές παρεμβάσεις (όρια παραμέτρων-σφαλμάτων)*. Οι ανοικτοί κόσμοι αντιμετωπίζονται πολύ δύσκολα επειδή δεν είναι προβλέψιμοι. Ειδικότερα στο πρόβλημα της επιλογής των παραμέτρων που επηρεάζουν τα σφάλματα στις συγκολλήσεις αλουμινίου υπάρχουν τα εξής επιμέρους στοιχεία όπως φαίνεται στο Σχήμα 1 που ακολουθεί:

- **Σφάλματα συγκόλλησης** που διακρίνονται σε *εσωτερικά* (στην εσωτερική δομή των συγκολλήσεων) και *εξωτερικά* (στην επιφάνεια των συγκολλήσεων).
- **Παράμετροι των σφαλμάτων** οι οποίοι διακρίνονται σε *αριθμητικούς* και *ποιοτικούς* (τυποποιημένα διαγράμματα ή σχήματα). Οι αριθμητικοί δεν είναι προσδιορισμένοι με ακρίβεια αλλά ύστερα από εμπειρικές μετρήσεις (με σφάλμα ανοχής).
- **Σκοπός** του προβλήματος είναι οι παράμετροι της συγκόλλησης που επηρεάζουν συγκεκριμένο σφάλμα να πάρουν τέτοιες τιμές ώστε η συγκόλληση να θεωρηθεί *επιτυχής*.



**Σχήμα 1.** Ο κόσμος του προβλήματος συγκόλλησης Αλουμινίου

Στη παρούσα εφαρμογή έχουμε ασχοληθεί με τα εξωτερικά σφάλματα που δεν απαιτούν επεξεργασία εικόνας αλλά διακρίνονται διά γυμνού οφθαλμού από ένα εξειδικευμένο τεχνικό. Επιπλέον αναφερόμαστε σε μετωπικές συγκολλήσεις σε οριζόντια ή κάθετη θέση, διαμόρφωσης απλού V, Αλουμινίου σειράς 5000, πάχους 6,35 mm.

### β) Κατάσταση Προβλήματος

Η κατάσταση (state) του κόσμου είναι μια επαρκής (χαρακτηριστικές ιδιότητες μιας κατάστασης) αναπαράσταση του κόσμου σε μια δεδομένη χρονική στιγμή. Ειδικότερα στο πρόβλημά μας ο πίνακας που ακολουθεί δίνει ένα παράδειγμα περιγραφής του προβλήματος συγκόλλησης Αλουμινίου.

**Πίνακας 1:** Περιγραφή μιας κατάστασης του κόσμου της συγκόλλησης

Αντιζείμενα	Ιδιότητες	Σχέσεις
Παράμετρος Θερμοκρασία Προθέρμανσης	Η παράμετρος θερμοκρασία Προθέρμανσης είναι λάθος	Αύξησε την θερμοκρασία Προθέρμανσης
Παράμετρος Ένταση Ρεύματος	Η παράμετρος ένταση ρεύματος είναι λάθος	Μείωσε την ένταση του ρεύματος
Παράμετρος Γωνία Ηλεκτροδίου	Η παράμετρος γωνία ηλεκτροδίου είναι λάθος	Αύξησε κατά $1^{\circ}$ την γωνία ηλεκτροδίου

### γ) Τελεστές Μετάβασης

Οι καταστάσεις ενός κόσμου συνδέονται μεταξύ τους, με την έννοια ότι από μια κατάσταση μπορεί να προκύψει μια νέα κατάσταση. Η παραγωγή νέων καταστάσεων οφείλεται στους *τελεστές μετάβασης* ή *ενέργειες* που μπορούν να γίνουν σε κάποια κα-

τάσταση του κόσμου του προβλήματος.<sup>[21-23]</sup> Τυπικά στην εφαρμογή μας έχουμε την ακόλουθη σχέση:

$$\mathbf{T}_{\text{weld}} : \mathbf{S}_{\text{weld}} \leftrightarrow \mathbf{S}_{\text{weld}} \quad (1)$$

όπου  $\mathbf{T}_{\text{weld}}$ : το σύνολο των τελεστών μετάβασης συγκόλλησης,

$\mathbf{S}_{\text{weld}}$ : το σύνολο όλων των έγκυρων καταστάσεων συγκόλλησης.

Εναλλακτικά, μπορούμε να ορίσουμε την σχέση (1) και ως συνάρτηση που επιστρέφει ένα σύνολο από καταστάσεις, δηλαδή:

$$\mathbf{T}_{\text{weld}} : \mathbf{S}_{\text{weld}} \rightarrow \text{Powerset}(\mathbf{S}_{\text{weld}}) \quad (2)$$

Στο πρόβλημα της συγκόλλησης Αλουμινίου οι τελεστές μετάβασης (οι πιθανές ενέργειες) είναι όπως φαίνεται παρακάτω στο παράδειγμα:

*Αύξησε τη παράμετρο Θερμοκρασία κατά 10° C*

*Μείωσε τη παράμετρο Ένταση ρεύματος κατά 1 mA*

*Αύξησε τη παράμετρο γωνία ηλεκτροδίου κατά 1°*

Οι τελεστές επιτυγχάνουν να αλλάξουν την κατάσταση του κόσμου μέσω της αλλαγής της περιγραφής αυτής της κατάστασης. Έτσι αυξάνεται η πιθανότητα επιτυχίας της συγκόλλησης στην επόμενη προσπάθεια. Οι τελεστές έχουν προϋποθέσεις εφαρμογής, που πρέπει να ισχύουν για να μπορούν να εφαρμοστούν. Ειδικότερα στην συγκόλληση στην παράμετρο *Θερμοκρασία προθέρμανσης για το εξωτερικό σφάλμα Ψυχρές Ρωγμές 102,103* ισχύει (Πιν. 2):

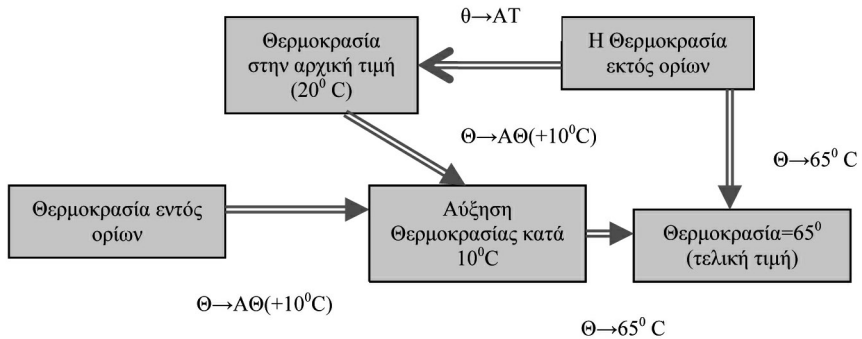
**Πίνακας 2: Τελεστής μετάβασης (παράμετρος θερμοκρασία προθέρμανσης) στο πρόβλημα της συγκόλλησης**

Τελεστής	Προϋποθέσεις	Αποτελέσματα
Αύξησε την θερμοκρασία	Τα όρια είναι 20°-65°C. Η θερμοκρασία αυξάνει ανά 10°C. Η τάση είναι ανοδική ↑.	Η θερμοκρασία τοποθετείται αν είναι εκτός ορίων στους 20°C και αυξάνει κατά 10°C. Αλλιώς αυξάνει συνεχώς κατά το ίδιο ποσό θερμοκρασίας μέχρι να διορθωθεί το σφάλμα. Εάν δεν επιτευχθεί αυτό τοποθετείται η μεγαλύτερη τιμή θερμοκρασίας 65°C.

#### δ) Χώρος Καταστάσεων

Ο *χώρος καταστάσεων (state space)* είναι το σύνολο των έγκυρων καταστάσεων. Η απεικόνιση του γίνεται με ένα *γράφημα*.<sup>[24-26]</sup> Στο Σχήμα 2 φαίνεται μέρος του χώρου

καταστάσεων για τον κόσμο της συγκόλλησης. Κάθε κόμβος είναι μία κατάσταση και κάθε ακμή που ενώνει δύο κόμβους είναι ένας τελεστής. Τυπικά ο συμβολισμός  $\theta \rightarrow AT$  σημαίνει «η Θερμοκρασία τίθεται στην Αρχική Τιμή ( $20^{\circ}C$ )». Γενικά ο χώρος καταστάσεων μπορεί να αναπαρασταθεί με περιγραφή σε μια κατάλληλη γλώσσα (π.χ. Λογική).



AΘ:Αύξηση Θερμοκρασίας,  
AT:Αρχική Τιμή

Σχήμα 2. Μέρος του χώρου καταστάσεων της συγκόλλησης αλουμινίου

### ε) Αρχικές και τελικές καταστάσεις

Ένα πρόβλημα χαρακτηρίζεται από δύο ειδικού τύπου καταστάσεις που εκφράζουν το δεδομένο και το ζητούμενο. Στο πρόβλημα της συγκόλλησης Αλουμινίου η *αρχική κατάσταση* (*initial state*) ορίζεται ως η επίτευξη του τύπου της συγκόλλησης που είναι επιθυμητή (στην εφαρμογή μας, μετωπική σε οριζόντια ή κάθετη θέση, διαμόρφωσης απλού V), ενώ η *τελική κατάσταση* (*final state*) δεν είναι πλήρως ορισμένη λόγω απουσίας σαφώς προσδιορισμένων κριτηρίων συγκόλλησης (εμπειρικές μετρήσεις).

### στ) Μοντελοποίηση Προβλήματος

Ένα πρόβλημα ορίζεται από την αρχική κατάσταση, το σύνολο των τελικών καταστάσεων, το σύνολο των τελεστών μετάβασης και το χώρο καταστάσεων. Έτσι στο πρόβλημα της συγκόλλησης τυπικά ορίζεται ένα πρόβλημα ως η συνάρτηση,

$$P_{WELD} = (I_{weld}, G_{weld}, T_{weld}, S_{weld}) \quad (3)$$

όπου  $I_{weld}$  είναι η αρχική κατάσταση και ισχύει  $I_{weld} \in S_{weld}$ ,

$G_{weld}$  είναι το σύνολο των τελικών καταστάσεων,

$T_{weld}$  είναι το σύνολο των τελεστών μετάβασης και ισχύει  $T_{weld}: S_{weld} \leftrightarrow S_{weld}$

$S_{weld}$  είναι ο χώρος καταστάσεων.

Η λύση στο πρόβλημα της συγκόλλησης Αλουμινίου είναι μια ακολουθία από τελεστές μετάβασης όπου ισχύει,

$$t_1, t_2, \dots, t_n \in T_{weld} \tag{4}$$

με την ιδιότητα,

$$g_{weld} = t_n(\dots(t_2(t_1(I_{weld})))\dots), \text{ όπου } g_{weld} \in G_{weld} \tag{5}$$

Έτσι η λύση στην παράμετρο θερμοκρασία προθέρμανσης για το εξωτερικό σφάλμα Ψυχρές Ρωγμές 101,102 Αλουμινίου σειράς 5000 είναι η ακόλουθη:

*Έλεγξε την παράμετρο θ αν είναι εντός ορίων (20°C < θ < 65°C)*

*Αν όχι θέσε την παράμετρο θ στους 20°C*

*Αύξησε την παράμετρο θ κατά 10°C*

*Έλεγξε η παράμετρος θ να μην έχει περάσει τους 65°C*

*Έλεγξε αν η συγκόλληση πέτυχε*

*Αν όχι αύξησε την παράμετρο θ κατά 10°C*

*Έλεγξε η παράμετρος θ να μην έχει περάσει τους 65°C*

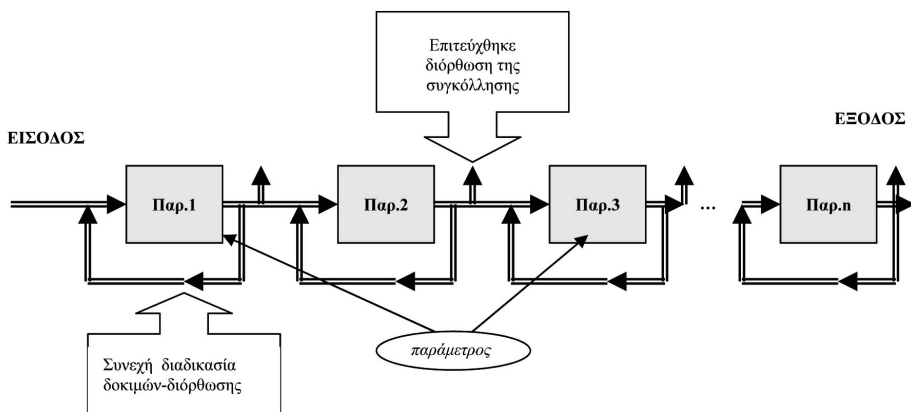
*Έλεγξε αν η συγκόλληση πέτυχε*

.....

*Αν ναι θέσε την παράμετρο θ στην αντίστοιχη θερμοκρασία*

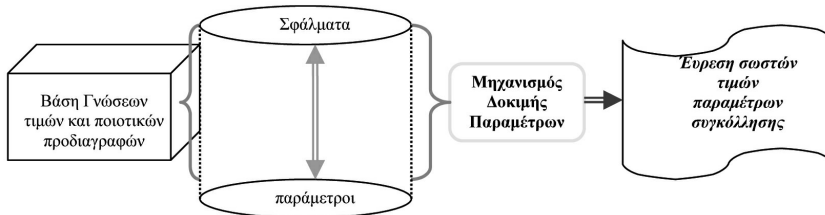
*Αν όχι θέσε την παράμετρο θ στους 65°C και προχώρησε στην επόμενη παράμετρο*

Από τα παραπάνω συνάγεται ότι η διαδικασία επίλυσης του προβλήματος έγκειται στην ικανοποίηση κάποιων συνθηκών – περιορισμών οι οποίες είναι απαραίτητες για την αίσια έκβαση της διαδικασίας της συγκόλλησης. Πρέπει να σημειωθεί ότι στην περίπτωση που δεν επιτευχθεί διόρθωση της συγκόλλησης η διαδικασία προχωράει στην επόμενο παράμετρο (αλυσίδα δοκιμών) όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



**Σχήμα 3.** Διαδικασία δοκιμών – διόρθωση παραμέτρων σφάλματος συγκόλλησης

Το συνολικό μοντέλο του προβλήματος της συγκόλλησης φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί:



**Σχήμα 4.** Μοντέλο TN προβλήματος συγκόλλησης Αλουμινίου

### 3. Αναπαράσταση Γνώσης

Στα συστήματα TN πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένας μονοσήμαντος και τυποποιημένος συμβολισμός, ο οποίος, εκτός της δυνατότητας που θα δίνει για ακριβή αναπαράσταση της γνώσης, θα πρέπει να μπορεί να συνδυαστεί κατάλληλα με μηχανισμούς εξαγωγής συμπερασμάτων που υλοποιούνται από τη στρατηγική αναζήτησης στη γνώση ενός προβλήματος και από τη συλλογιστική (reasoning).<sup>[27-29]</sup>

Στην συγκεκριμένη εφαρμογή η στρατηγική αναζήτησης υλοποιείται μέσα από μια συλλογιστική οδηγούμενη από τα δεδομένα (data driven). Τα δεδομένα είναι οι αριθμητικές και ποιοτικές τιμές που έχουν δοθεί μέσα από εμπειρικές έρευνες μιας και δεν υπάρχουν διεθνείς τυποποιημένες τιμές των παραμέτρων μιας συγκόλλησης. Αντίστοιχα η μέθοδος αναπαράστασης της γνώσης που επιλέχθηκε να ακολουθηθεί στο συγκεκριμένο πρόβλημα είναι οι **κανόνες (if-then rules)**. Οι κανόνες επιλέχθηκαν γιατί,

- η γνώση αναπαρίσταται με τρόπο που πλησιάζει την ανθρώπινη γνώση,
- η εξαγωγή συμπερασμάτων γίνεται με εύκολο τρόπο και,
- είναι ο πρακτικότερος τρόπος αναπαράστασης για εξαγωγή συμπερασμάτων.

Η **Βάση Γνώσεων τιμών παραμέτρων-σφαλμάτων (KBweld)** έχει την παρτω δομή, η οποία μπορεί να συμπληρώνεται συνεχώς.

**Πίνακας 3α: Δομή Τιμών Παραμέτρων Συγκόλλησης Αλουμινίου σειράς 5000, πάχους 6,35 mm**

<b>Μεταβλητές Παράμετροι</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Μεταβολή</b>
Ένταση Ρεύματος -I (A)	175	225	10
Τάση Ρεύματος-V (Volts)	25	29	1
Ταχύτητα συγκόλλησης-u (mm/min)	610	760	50
Θερμοκρασία προθέρμανσης Preheat ( C )	20	65	10
Θερμοκρασία μεταξύ διαδοχικών στρώσεων Interheat ( C )	20	65	10
Γωνία ηλεκτροδίου electrode angle	00	+25°	5°
Διάκενο root opening (mm)	3,3	6,35	1
Αυχένος root face (mm)	1,5	2,3	1
Ελεύθερη προεξοχή ηλεκτροδίου-arc height (mm)	10	10	1
Ροής αερίου προστασίας gas flow (l/min)	15	20	1

και

**Πίνακας 3β: Defects – ISO Code και τάσεις παραμέτρων(↓↑) πάχους 6,35 mm**

<b>Defects Parameters</b>	<b>Ψυχρές Ρωγμές</b>	<b>Θερμές Ρωγμές</b>	<b>Πορόδες- εγκλεισμοί αερίων</b>
Root opening			
Rott face			
Surface condition	Check	Check	Check
Temp preheat	↑	↑	↑
Temp interheat			
Voltage	↑		-
Ampere	↑		-
Travel speed(u)	↓		-
Electrode angle	Check ↑↓	Check ↑↓	Check ↑↓
Arc height	check	check	
Feed rate	-	-	↓
Flow rate	-	-	↓
Type & Quality	-	-	Check
Technical det.		1 <sup>η</sup> στρώση μικρής διαμέτρου	-

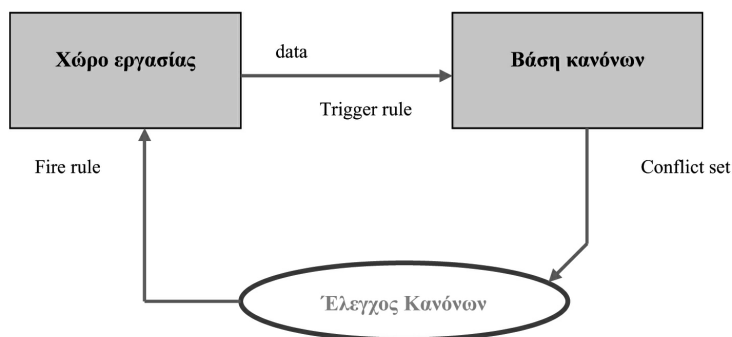
Η μορφή κανόνων που χρησιμοποιούνται στην εφαρμογή είναι συστήματα παραγωγής (production systems),

**Πίνακας 4: Μορφή κανόνων και σημασιολογία τους**

<b>Μορφή</b>	<b>Εκφράζει</b>	<b>Επεξήγηση</b>
<b>IF</b> συνθήκη <b>THEN</b> ενέργεια (αύξησε/μείωσε)	Διαδικαστική γνώση Προθέμανσης είναι λάθος	<b>Αν</b> η συνθήκη αληθεύει <b>τότε</b> εκτέλεσε τις ενέργειες

Το σύστημα παραγωγής της συγκόλλησης Αλουμινίου αποτελείται από τρία μέρη (Σχήμα 5):

- τον *αλγόριθμο κανόνων* που περιέχει τους κανόνες παραγωγής,
- το *χώρο εργασίας (working memory)* που περιέχει τα δεδομένα (τιμές παραμέτρων κλπ.) και,
- *μηχανισμός ελέγχου εκτέλεσης των κανόνων.*



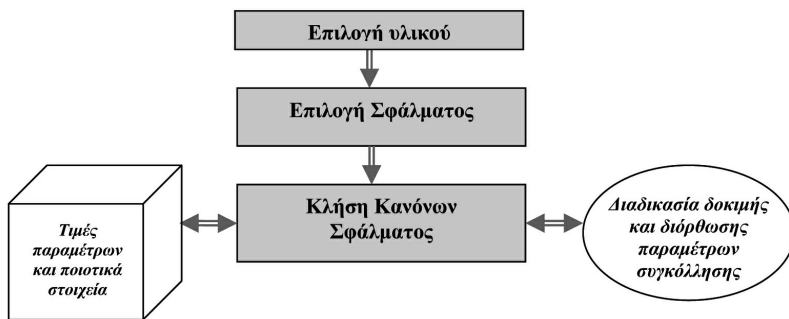
Σχήμα 5. Δομή και λειτουργία του συστήματος παραγωγής

Ο μηχανισμός ελέγχου στην εφαρμογή ως στρατηγική επίλυσης συγκρούσεων χρησιμοποιεί την μέθοδο της *διάταξης (ordering)* όπου επιλέγεται ο κανόνας που είναι πρώτος σε σειρά (η σειρά που ακολουθείται είναι αυτή του πίνακα 3β (όσο αφορά τις παραμέτρους). Ειδικότερα κάθε κανόνας αφορά τον έλεγχο μιας παραμέτρου όπου οι τιμές ελέγχου «περνούν» παραμετροποιημένα βάση το τύπο του σφάλματος. Έτσι οι 14 κανόνες στην συγκεκριμένη εφαρμογή συνδέονται ως εξής με τις παραμέτρους των σφαλμάτων:

- R1 για *Root Opening*
- R2 για *Root Face*
- R3 για *Surface condition*
- R4 για *Temperature preheat*
- R5 για *Temperature interheat*
- R6 για *Voltage*
- R7 για *Ampere*
- R8 για *Travel speed*
- R9 για *Electrode Angle*
- R10 για *Arc height*
- R11 για *Feed rate*
- R12 για *Flow rate*
- R13 για *Type & Quality*
- R14 για *Technical details*

#### 4. Αλγόριθμος AWELD

Δοθέντος του προβλήματος συγκόλλησης Αλουμινίου που περιγράφηκε στο χώρο καταστάσεων, στόχος είναι η να βρεθεί η λύση του. Η τυποποίηση της περιγραφής του προβλήματος διευκολύνει την επίλυσή του. Κατ' αντιστοιχία η τυποποίηση των βημάτων επίλυσης διευκολύνει την αυτοματοποίηση, δηλαδή την υλοποίηση του τρόπου επίλυσης σε ένα υπολογιστή. Η αυτοματοποίηση αυτή επιτυγχάνεται μέσω αυστηρών προκαθορισμένων βημάτων, δηλαδή αλγορίθμων, που πρέπει να εφαρμοστούν για να επιλυθεί το πρόβλημα της συγκόλλησης. Ο αλγόριθμος που αναζητεί τη λύση στο πρόβλημα επιλογής παραμέτρων στην συγκόλληση Αλουμινίου από την στιγμή εμφάνισης σφάλματος ονομάζεται **αλγόριθμος αναζήτησης**.<sup>[11]</sup> Στο πρόβλημα της συγκόλλησης ο αλγόριθμος δοκιμής-διόρθωσης παραμέτρων (**AWELD**) έχει την ακόλουθη δομή (Σχ.6).



Σχήμα 6. Δομή Αλγορίθμου δοκιμών-διορθώσεων παραμέτρων συγκόλλησης

Κάθε τμήμα περιλαμβάνει ένα αυτόνομο αλγόριθμο ο οποίος επικοινωνεί με τους άλλους ώστε να υπάρχει ορθή λειτουργία και επίτευξη του στόχου του προβλήματος που είναι η εύρεση των ορθών παραμέτρων της συγκόλλησης. Στο τμήμα επιλογής υλικού του αλγορίθμου επιλέγουμε το υλικό που θα γίνει η δοκιμή παραμέτρων μετά από τον εντοπισμό σφάλματος στην συγκόλληση και έχει την ακόλουθη μορφή σε ψευδοκώδικα (Pascal-like):

## Algorithm MaterialChoice

begin

write ("give the material code please..");

read (m\_cod);

If m\_cod = "A15000" then

File A15000;

elseif m\_cod="A12500" then

File A12500;

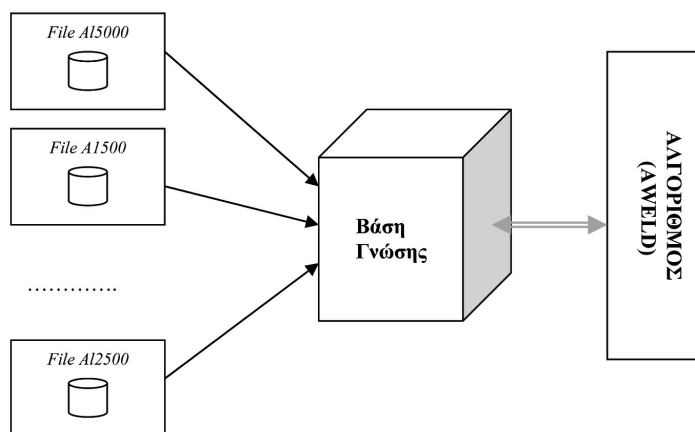
.....

else

write ("does not exist such an error");

End.

Στο τμήμα αυτό γίνεται η επιλογή υλικού και αντίστοιχα η κλήση του κατάλληλου αρχείου που περιέχει τα δεδομένα που αφορούν την *Βάση Γνώσης (KBweld)* (Σχήμα 7). Όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί η βάση γνώσης παίρνει τα εκάστοτε δεδομένα που αφορούν το υλικό που γίνονται οι δοκιμές-διόρθωσης της συγκόλλησης. Έτσι δεν υπάρχει άσκοπη εκμετάλλευση της μνήμης RAM του υπολογιστή επεξεργασίας. Πρέπει να σημειωθεί ότι κάποιες παράμετροι που είναι ποιοτικοί (π.χ. *surface condition, technical det., type&quality κλπ.*) υπάρχουν στην μνήμη του υπολογιστή σε ένα αρχείο σε μορφή εικόνων.



**Σχήμα 7.** Τρόπος κλήσης αρχείων υλικών συγκόλλησης αλουμινίου

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πιν.5) φαίνονται τα δεδομένα που αφορούν την μετωπική συγκόλληση σε οριζόντια ή κάθετη θέση, διαμόρφωσης απλού V, Αλουμινίου σειρές 5000, πάχους 6,35 mm, και η γραμμογράφηση τους.

Πίνακας 4: Μορφή κανόνων και σημασιολογία τους

Parameter	Min	max	sum	Σφάλμα 1	Σφάλμα 2	Σφάλμα 3
Root open	3,3	6,35	1	1000	1000	1
Root face	1,5	2,3	1	1000	1000	
SC	-1	-1	-1	-1	-1	-1
T pre	20	65	10	1	1	1
T int	20	65	10	1000	1000	1000
V	25	29	1	1	1000	1000
I	175	225	10	1	1000	1000
U	610	760	50	0	1000	1000
EA	0	25	5	10	10	10
AHeight	10	10	1	-1	-1	
Feed rate				1000	1000	0
Flow rate	15	20	1	1000	1000	0
T&Q	-1	-1	-1	1000	1000	-1
Tech. Det.	-1	-1	-1	1000	-1	1000

Στην παραπάνω γραμμογράφηση της βάσης γνώσης ισχύουν τα ακόλουθα:

- Η βάση γνώσης είναι ένας δισδιάστατος πίνακας μεγέθους και ονομασίας **KB [14, 13]**.
- η τιμή **-1** σημαίνει ότι υπάρχει οπτικό υλικό (χρησιμοποιείται ένα standard αρχείο εικόνων),
- η τιμή **1000** σημαίνει ότι δεν ελέγχεται η αντίστοιχη παράμετρος,
- η τιμή στα πεδία των σφαλμάτων 1 σημαίνει ↓ (αύξηση) και **0** ↑ (μείωση). Το πόσο της μεταβολής παίρνεται από το πεδίο **sum**.
- Η τιμή **10** στα πεδία των σφαλμάτων σημαίνει ↓, ↑ (αύξηση και μείωση) στον άξονα x. Η τελική τιμή της παραμέτρου θα παραμείνει η αρχική εφόσον δεν επιτύχει η διόρθωση της συγκόλλησης. Η τιμή **101** σημαίνει το ίδιο και για τον άξονα y (← ↑ →↓).

Το τμήμα επιλογής σφαλμάτων του αλγόριθμου σε ψευδοκώδικα είναι το ακόλουθο:

```

Algorithm ErrorChoice
begin
    write ("give the error code please...");
    read (er_cod);
    If    er_cod = "102-103" then
        Er102103 ( );
    elseif er_cod = "101,104" then
        Er101104( );

```

```

elseif er_cod = "2011121417" then
    Er2011121417 ( );
.....
else
    write ("does not exist such an error");
End.

```

Στο αυτό γίνεται η επιλογή σφάλματος και αντίστοιχα η κλήση του κατάλληλου υποπρογράμματος που περιέχει τον κανόνες που αφορούν το συγκεκριμένο σφάλμα. Μετά ακολουθεί η παρουσίαση του υποπρογράμματος κλήσης κανόνων για το σφάλμα 1 του υλικού Αλουμινίου σειράς 5000. Επιπρόσθετα στο τμήμα αυτό του αλγόριθμου, σε κάθε κλήση κανόνα (διαδικασίας) γίνεται και το «πέρασμα» των αντίστοιχων τιμών παραμέτρων για το συγκεκριμένο σφάλμα και επίσης χρησιμοποιείται μια **λογική μεταβλητή καθολικής εμφάνισης (flag\_glob)** για έξοδο από τον βρόχο επανάληψης του αλγόριθμου όταν βρεθεί η παράμετρος που διόρθωσε την συγκόλληση οπότε δεν απαιτείται η χρήση των υπολοίπων κανόνων.

Algorithm Error1

Begin

```

flag_e1 = false;
flag_glob = false
While (NOT flag_e1) OR (NOT flag_glob) do
    begin
        R3;
        If NOT flag_glob then
            R4 (KB[4,1],KB[4,2],KB[4,3], KB[4,4]);
        If NOT flag_glob then
            R6 (KB[6,1],KB[6,2],KB[6,3], KB[6,4]);
        If NOT flag_glob then
            R7 (KB[7,1],KB[7,2],KB[7,3], KB[7,4]);
        If NOT flag_glob then
            R8 (KB[8,1],KB[8,2],KB[8,3], KB[8,4]);
        If NOT flag_glob then
            R9 (KB[9,1],KB[9,2],KB[9,3], KB[9,4]);
        If NOT flag_glob then
            R10 (KB[10,1],KB[10,2],KB[10,3], KB[10,4]);
        write ("does the error's weld solving; (Y/N):");
        read (ans);
        if ans="y" OR ans="Y" then
            flag_e1=true ;
    end;

```

End.

Εν συνεχεία παρουσιάζεται για παράδειγμα 1 κανόνας (R3), για το σφάλμα 1 (Ψυχρές Ρωγμές 101, 102), που αποτελεί και πρότυπο για τους υπόλοιπους κανόνες. Ο R3 χρησιμοποιεί πληροφορίες από το αρχείο εικόνων .

Algorithm R3();

Begin

```

call file picture-SurfCond;
write ("it is OK the Surface Condition; (Y/N)");
read (ans);
if ans="n" OR ans="N" then
    flag_sc=false;
    // part of processing
    while NOT flag_sc do
        begin
            write ("it need correction now");
            // delay part
            for i=1 to 10000
                k=k+1;
            write ("It is the weld OK now (Y/N):);
            read (s_c);
            if s_c="y" OR s_c="Y" then
                begin
                    flag_sc=true;
                    flag_glob=true;
                end;
            else
                flag_sc=true;
        end;
    end;
end;
```

End.

Ο **κανόνας R3** εμφανίζει ένα οπτικό αρχείο που δείχνει πως πρέπει να είναι η παράμετρος **surface condition** ώστε ο τεχνικός να κάνει τις απαιτούμενες διορθώσεις αν απαιτείται για την διόρθωση της συγκόλλησης. Αντίστοιχα έχουν αναπτυχθεί και οι υπόλοιποι κανόνες του AWELD ανάλογα με τις παραμέτρους των σφαλμάτων που δέχονται ως είσοδο.

## 5. Συμπεράσματα

Η χρήση **TN** στην επίλυση του *προβλήματος διόρθωσης και δοκιμών των συγκολλήσεων Αλουμινίου* αποτελεί ένα σημαντικό βήμα για την βελτίωση των διαδικασιών.

Με την χρήση του **Αλγόριθμου AWELD** επιτυγχάνουμε:

- δυνατότητα λύσεων εφόσον υπάρχουν,
- ποιότητα λύσεων,
- αποδοτικότητα σε χρόνο,
- αποδοτικότητα σε χώρο (μνήμη),
- ευκολία υλοποίησης.

Ο **AWELD** αποτελεί το πρώτο βήμα για την δημιουργία ενός έμπειρου συστήματος αναγνώρισης και διόρθωσης σφαλμάτων συγκολλητών κατασκευών Αλουμινίου. Η χρησιμοποίηση του **AWELD** στην εκπαιδευτική διαδικασία θα συμβάλει στην δημιουργία χειριστών και τεχνικών που θα βοηθήσουν στα ναυπηγεία και στις παραγωγικές μονάδες στον έλεγχο και στην μείωση των σφαλμάτων και γενικότερα στην βελτίωση της ποιότητας και αξιοπιστίας των συγκολλητών κατασκευών Αλουμινίου.

## Αναφορές

1. Z. Kovalski, R. Arendt, M. Kapcia, S. Zieleski, "An expert system for aided design of ship systems automation", *Expert Systems with Applications*, v 20, p 261-266, 2001.
2. G. Wang and L. Warren, "Automatic identification of different types of welding defects in radiographic images", *NDT E Int* 35 8, p. 519-528, 2002.
3. V. Tsoukalas, et al., "Knowledge based expert system for analysis of aluminium welding defect", *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Scientific Conference on Information Technology and Quality*, Spetses 4-5 June, 2005.
4. C. Webster, M. Weller, V. Tsoukalas, M. Sfantsikopoulos, ALEXSYS – A Prototype Knowledge Based Expert System for the Quality Assurance of high Pressure Die Castings", *4<sup>th</sup> International Conference Database and Expert Systems Applications*, 1993.
5. M. Fletcher, "Fully automatic inspection of welds now a reality", *NDT E Int* 29 3, p. 191-199, 1996.
6. S. Tam, "Genetic algorithm based defect identification system", *Expert Systems with Applications*, v18, p 17-25, 2000.
7. By Max Xie, "Using expert system in arc monitoring and casual diagnosis in robotic arc welding", *Proceeding of the International Conference on Joining of Materials*, v 6, p 104-112, 1993.
8. J. Affisco and M. Chandra, "Quality assurance and expert systems", *Expert Systems with Applications*, v1, p 147-153, 1990.
9. BS PD 6493: *Guidance on methods for assessing the acceptability of flaws in fusion welded structures*, 1991 (British Standards Institution, London).
10. H. Cary, *Modern Welding Technology*, Prentice-Hall Inc., 1979.
11. ISO 6520-1: *Welding and allied processes – Classification of geometric imperfections in metallic materials – Part I Fusion Welding*, 1998 (International Organization for Standardization).
12. V. Shina, V. Reddy, "An expert system for defect analysis", *Proceedings of the 14<sup>th</sup> Conference of Non Destructive Testing*, v 3, p. 1821-1824, 1996.
13. M. Stefic, *Introduction to Knowledge Systems*, Morgan Kaufmann, 1995.
14. G. Vagelatos, G. Rigatos, S. Tzafestas, "Incremental fuzzy supervisory controller design for optimising the injection molding process", *Expert Systems with Applications*, v 20, p 207-216, 2001.

15. A. Barr and E. Feigenbaum, *The Handbook of Artificial Intelligence*, Vols. I & II, William Kaufmann, 1981.
16. G. Doukidis and M. Agelidis, *Expert System*, AI and LISP, I.Sideris, 1992.
17. P. Gelepithis, *Intelligent Systems*, vol. 1, Eds. Stamoulis, 2001.
18. M. Minsky, "A framework for representing knowledge", *The Psychology of Computer Vision*, pp. 211-277, McGraw-Hill, 1975.
19. I. Vlavavas et al, *Artificial Intelligence*, Salonica, 2002.
20. R. Schank and R. Abelson, *Scripts, Plans, Goals and Understanding*, Lawrence Erlbaum, 1977.
21. J. Haugeland, *Artificial Intelligence: The very Idea*, MIT Press, 1989.
22. G. Luger and W. Stubblefield, *Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving*, 3<sup>rd</sup> ed., Addison-Wesley, 1997.
23. N. Nilson, *Artificial Intelligence: A New Synthesis* Morgan Kaufmann, 1998.
24. S. Russel and P. Norving, *Artificial Intelligence A Modern Approach*, Prentice Hall, 1994.
25. P. Winston, *Artificial Intelligence*, 3<sup>rd</sup> ed, Addison-Wesley, 1992.
26. W. Zhang, *State-Space Search: Algorithms, Complexity, Extensions and Applications*, Springer, 1999.
27. A. Gonzalez and D. Dankel, *The Engineering of Knowledge-Based Systems, Theory and Practice*, Prentice-Hall, 1993.
28. B. Kriketos and K. Pastras, *Introduction in Expert System, A Manual*, EANT, 1991.
29. K. Marriott and P. Stuckey, *Programming with Constraints. An Introduction*, MIT Press, 1998.
30. I. Bratko, *Prolog Programming for Artificial Intelligence*, 3<sup>rd</sup> ed, Addison-Wesley, 2000.

*\*This research has been conducted within the framework of the "Archimedes: Funding of research groups in TEI of Piraeus" project, co-funded by the European Union (75%) and the Greek Ministry of Education (25%)*



# *Microwave heating electromagnetic field profiles*

*Christodoulos Kokkonis*

*Apostolos Kokkosis*

*T.E.I. of Piraeus*

---

## **Abstract**

The heating of the materials in microwave ovens, represent a more often utilized solution, mainly when the sample is a ceramic. We need to find solutions in order to heat materials with bad absorbing properties for microwaves. The present work, shows the researches regarding the obtaining of the electromagnetic field profile, in the microwave oven, by modeling and the microwave heating equipments utilized.

---

## **Περίληψη**

Η θέρμανση των υλικών στους φούρνους μικροκυμάτων, αντιπροσωπεύεται από την πλέον χρησιμοποιούμενη λύση που είναι κυρίως συσκευές από κεραμικό υλικό. Ταυτόχρονα όμως μελετά την εξεύρεση λύσεων για υλικά θέρμανσης με κακές ιδιότητες απορρόφησης μικροκυμάτων. Το άρθρο αυτό παρουσιάζει και αναλύει τις έρευνες για την απόκτηση του προφίλ του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου στους φούρνους μικροκυμάτων με τη μοντελοποίηση των χρησιμοποιούμενων συσκευών.

## **Keywords:**

Ceramic, Heat Transformer.

### 1. Introduction

The system for generating and utilizing the microwaves at 2,45 GHz is presented in Fig.1:

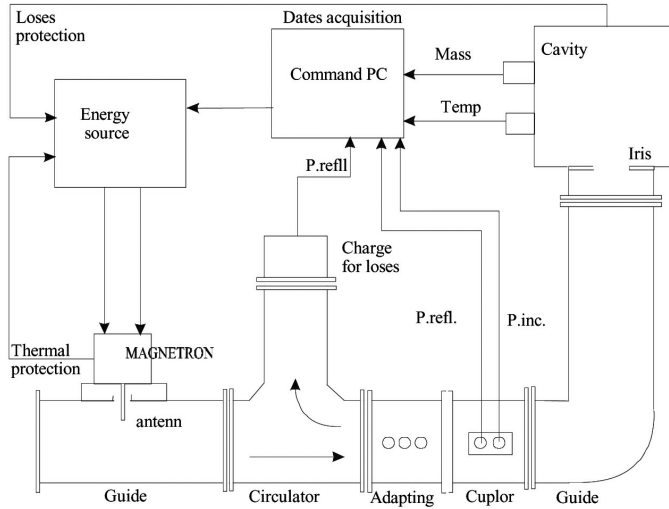


Fig. 1. Equipment – microwaves at 2,45 GHz

The geometrical dimensions of the oven, offers us the possibility to heat medium size bodies, till 40 cm long. In Fig.2, can be seen the microwave oven with the sample, the heat transformer and the guides.

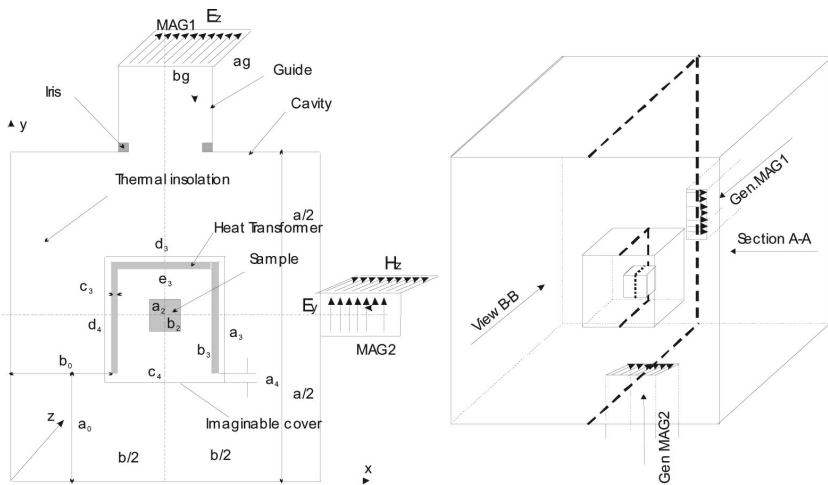


Fig. 2. Microwave oven

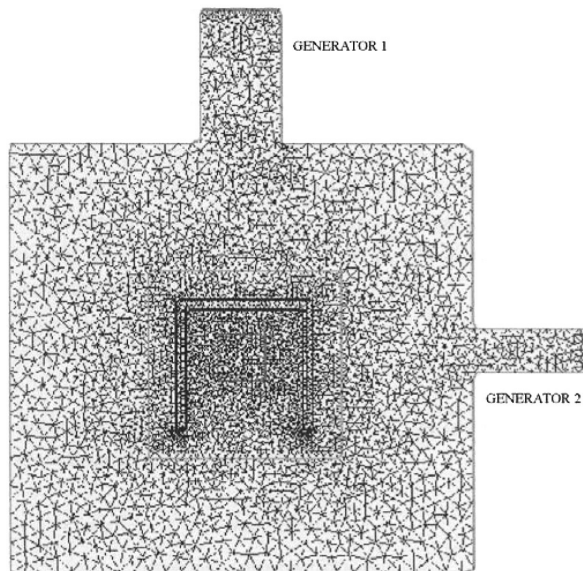
The dielectric materials, especially the ceramics, are not good absorbing for microwaves till 150-250 deg. Celsius. It means that the heating is very slow and difficult, it takes a long time to increase the temperature, with a lot of energy.

The study of the electromagnetic field in a microwave oven and the following of the distribution and the values of the field, gives us some very important information about the heating process itself.

## 2. Determination of the electromagnetic field profiles

For modeling the electromagnetic phenomena, we used a MacGFEM software and the finite element method in 2 dimensions.

We defined the frontiers of the structure, the regions and we divided in triangles network. We tried to optimize the triangles network, in order to obtain a maximum of triangles and of course, an accurate distribution of the field around the sample, as shown in Fig.3:



**Fig. 3.** The triangles network

We considered, as a limit condition, that the thermal isolation is good enough between the heat transformer and the cavity, so that we have not heat losses and the temperature is the same like on the external surface of the heat transformer.

The guides for microwaves are disposed in orthogonal plans, in order to avoid the electromagnetic coupling phenomena, between the two guides.

The equations that must be solved are:

- guide 2

$$\Delta u + k^2 \cdot u = 0$$

we considered u equivalent to H, u = 1 on the frontier (2), on all others frontiers that is null.

$$k^2 = \omega^2 \cdot \mu \cdot \varepsilon \quad \text{sau} \quad k^2 = \left(\frac{\omega}{c}\right)^2 \cdot \varepsilon_r$$

$\varepsilon_r$  = relatively permittivity of the environment

c = light speed

f = frequency- 2,45 10<sup>9</sup> Hz

- guide 1

$$\Delta v + k^2 \cdot v = 0$$

v equivalent to E

$$v = \sin \left[ \frac{\pi}{g} (x - h) \right] \text{ on the frontier (4)}$$

on all others frontiers that is null.

In order to obtain the superposition of the two fields, will do the transformation between H and E:

$$\text{rot} H_x = j\omega \varepsilon E_y$$

$$E_y = \frac{1}{j\omega \varepsilon} \cdot \frac{\partial H_x}{\partial y}$$

The guides Mag 1 and Mag 2 are identicals, will look forward to the relation  $E_0$  and  $H_0$ :

$$\int_S \varepsilon_0 |E|^2 \cdot ds = \int_S \mu_0 |H|^2 ds$$

$$\varepsilon_0 \cdot |E_{y0}|^2 \cdot \frac{\alpha}{2} \cdot b = \mu_0 |H_0|^2 \cdot \frac{\alpha b}{2}$$

$$\text{from } |H_0| = |E_{y0}| \cdot \sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}}$$

As well, considering very small the loses in void, and considering the maximum power of the generator 1 kW, will obtain for the electric field in a section of the cavity:

$$P = 1\text{kW} = \frac{1}{2} \omega \varepsilon_0 \int_x |E|^2 \cdot ds = \frac{1}{2} \omega \varepsilon_0 b g \cdot \int_0^\alpha |E|^2 \cdot dx$$

because  $E = E_0 \cdot \sin \frac{\pi x}{\alpha}$ , we will obtain

$$P = \frac{1}{2} \omega \varepsilon_0 \cdot b g \cdot \frac{a g}{2} \cdot E_0^2 \cdot \int_0^{ag} \sin \frac{\pi x}{\alpha g} \cdot dx$$

$$P = \frac{1}{2} \omega \epsilon_0 \cdot bg \cdot \frac{ag}{2} \cdot E_0^2$$

$$\text{so } E_0 = \left( \frac{P}{\frac{1}{4} \cdot \omega \epsilon_0 bg \cdot ag} \right)^{\frac{1}{2}}$$

The values for  $\epsilon_{r1}$  and  $\epsilon_{r2}$ , were experimentally determined on small ceramics samples.

We worked for the guide 1 with the electric field E and for the guide 2 with the magnetic field H, because of the limited possibilities of the software.

Mac-GFEM, can process only continuing functions, or as you can see in Fig.1, the field Ey from the guide 2, is oscillating in the same plan with the sample, in the orthogonal section of the structure, that gives us some discontinuities. In order to avoid this, will work with the magnetic field H in the guide 2, whose orientation is orthogonal on the sample plan, which gives us a continuing function.

If the two magnetrons will function simultaneous, the total field in every point of the cavity, will be given by the superposition of E and H, like complex functions, Etot:

$$|E_{\text{tot}}|^2 = \left( R_e^2(u) + I_m^2(u) + R_e^2(v) + I_m^2(v) \right)$$

$$\epsilon_r'' = \text{Im}(\epsilon_r)$$

where  $\epsilon_r$  represent a function that determines the value of the permitivity in every region of the structure:

$$\epsilon_r = 1 \quad \text{-for regions 0,3 and 4 filled with air}$$

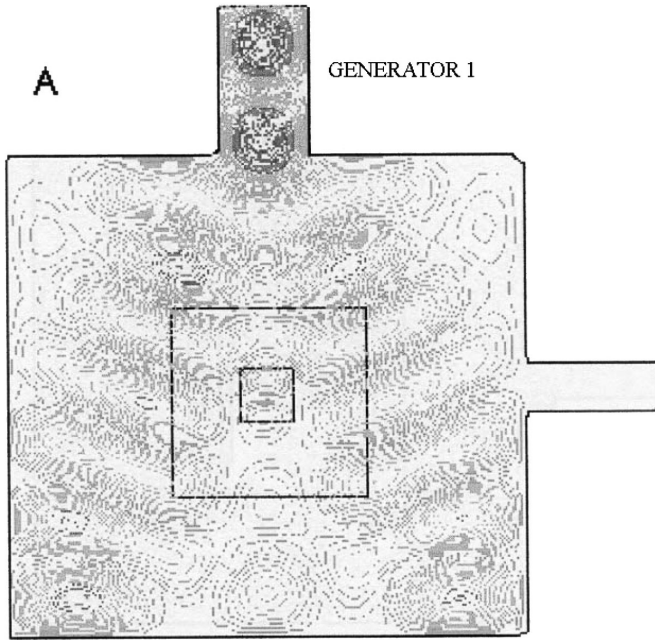
$$\epsilon_r = \epsilon_{r1} \quad \text{-for the region with the sample}$$

$$\epsilon_r = \epsilon_{r2} \quad \text{-for the region with the heat transformer}$$

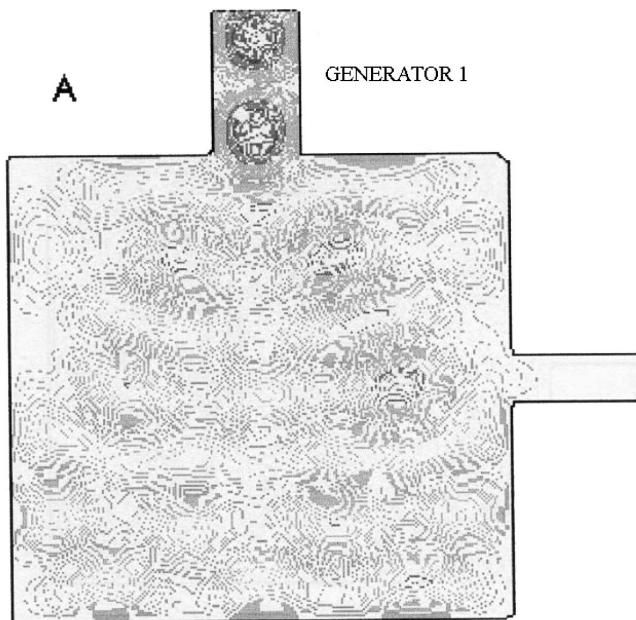
We find, approximating that the loses in dielectrics are given only by the complex part of the  $\epsilon_r$ , to the expression of the active power of the microwaves, lost in a material, in the point M, at the moment t,

$$P_{\text{abs}}(M, t) = \frac{1}{2} \omega \epsilon_0 \cdot \epsilon_r'' \left[ E(M, t) \right]^2$$

Now, we can obtain, the profiles of the electromagnetic field, that we will comparatively present, cavity with the sample, without or with heat transformer, with one microwave generator, in Fig.4, Fig.5, Fig.6., Fig.7 :



*Fig. 4. Empty cavity*



*Fig. 5. Cavity with sample*

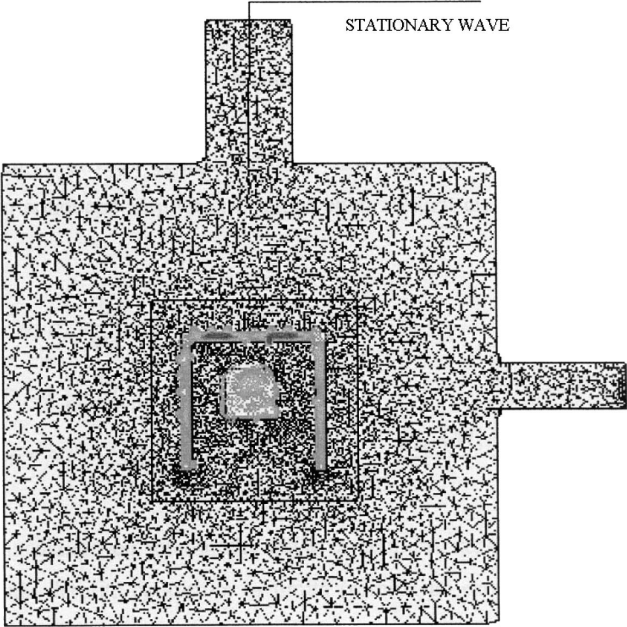


Fig. 6. Cavity with heat transformer

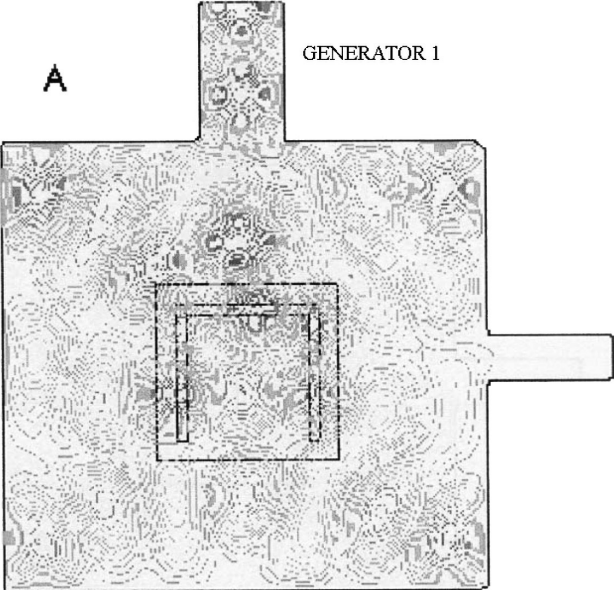


Fig. 7. Cavity with sample and heat transformer

### **3. Conclusions**

Putting the material to heat in the oven, without the heat transformer, don't give us satisfaction. Like it can see in the profiles, the values of the electric field are not big enough to heat the material.

The solution is represented by the heat transformer, made from good absorbing microwave ceramic, who's heating above 1000 deg C, very fast, accumulating energy. After that he will heat the material by radiation, so that the sample suffers two kind of heating, directly by microwaves and indirectly by radiation.

## References

1. A. Breccia, A. Fini, A. Feroci, G. Grassi, B. Dellonte, S. Mongiorgi  
Coupled systems dielectric microwave to improve thermal effects. *J Microwave Power and Elm.* 30,1,1995
2. F. Gardiol  
Hyperfrequencies Ed. Georgi, Lausanne, 1981
3. W. J. L. Jansen, B. J. C. Wekken  
Modelling of dielectrically assisted drying *J.Microwave Power and Elm. Energy* vol 26,p. 119, 1991
4. C. W. Townbridge  
Computing Electromagnetic Fields for Research and Industry, major achievements and future trends, *IEEE Trans on Mag.*,32(3),1996
5. Peter A. Rizzi  
Microwave engineering passive circuits, Prentice Hall, 1<sup>st</sup> edition (December 1, 1987)
6. Clayton R. Paul, Keith W. Whites, Syed A. Nasar  
Introduction to electromagnetic fields, The McGraw -Hill, McGraw -Hill College, 3rd edition (December 9, 1997)
7. Paul Reitz, Frederick J. Milford, Robert W. Christy  
Foundations of electromagnetic theory, Addison Wesley; 4<sup>th</sup> edition (October 31, 1992)
8. S.R. Pennock, P.R. Shepherd  
Microwave engineering with wireless applications, McGraw -Hill Professional Publishing (May 1, 1998)
9. A. Kokkosis  
Determining the sensibility of the power magnetron with the WTh cathode with direct heating, depending on the accuracy, of execution of the anode and cathode, 4<sup>th</sup> International Conference on Renewable Sources and Environmental Electro -Technologies, June 6-8, 2002, Stana de Vale – Spa – Romania, pp. 152 – 157, 2002.
10. David M. Pozar  
Microwave Engineering, Wiley; 3 edition (February 5, 2004)
11. A. Kokkosis  
Establishing a possible correlation between the voltage anodic supply tolerance and the execution tolerance of the internal cylindrical area of the anode of a magnetron", 5<sup>th</sup> International Conference on Renewable Sources and Environmental Electro -Technologies, May 27 -29, 2004, Stana de Vale – Spa – Romania, pp. 221 – 226, 2004.



# Οι Στόχοι της ΠΕ στη Μέση Εκπαίδευση στο Πλαίσιο της Διεθνούς Πολιτικής και της Ελληνικής Εκπαιδευτικής Πραγματικότητας 1977-2007

Φ.-Α. Χρυσοστομίδου  
Dr Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης  
Πανεπιστημίου Αθηνών  
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια  
Τ.Ε.Ι. Αθήνας

## Περίληψη

Το παρόν άρθρο διερευνά τη διαμόρφωση των στόχων της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (ΠΕ), όπως καταγράφονται στα επίσημα κείμενα (νόμους, υπουργικές αποφάσεις, εγκυκλίους) διαμέσου των δεκαετιών 1977-87, 1987-97, 1997-07 που οριοθετούν την πορεία της στα Ελληνικά σχολεία Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Όπως προκύπτει, οι στόχοι της ΠΕ απορρέουν από τα συμπεράσματα των διεθνών συνεδρίων, ενώ έχουν συνάφεια με το περιεχόμενο των εκάστοτε μεταρρυθμιστικών νόμων της Ελληνικής εκπαιδευτικής πραγματικότητας, στο περιθώριο ή στο πλαίσιο των οποίων λειτουργεί. Επίσης, η διατύπωση τους διαχρονικά αντανακλά τη σταδιακή μετεξέλιξη της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, από Εκπαίδευση για το Περιβάλλον με την ευρεία του έννοια, σε Εκπαίδευση για το Περιβάλλον με προσανατολισμό τη Βιώσιμη ανάπτυξη και τελικά σε Εκπαίδευση για το Περιβάλλον στο πλαίσιο της Εκπαίδευσης για τη Βιωσιμότητα.

## Abstract

The article examines the formulation of the Environmental Education goals as they are recorded in the official texts (laws, ministerial decisions, circulars) through the

decades 1977-87, 1987-97, 1997-07 of the Environmental Education process in Greek Secondary Education schools. The EE goals are derived from the international conference conclusions, however they are related to the each time reformative educational law content, in the stage or in the content of which EE is operated. In addition, the EE goals diachronic formulation reflects the gradual EE evolution from its definition as Education for the Environment in a wider sense, to Education for the Environment oriented to Sustainable development and then to Education for the Environment and Sustainability.

### **Λέξεις κλειδιά:**

Οικολογική κρίση, Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Βιώσιμη Ανάπτυξη, Εκπαίδευση για τη Βιωσιμότητα.

## **Μεθοδολογία**

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε τρεις δεκαετίες (1977-87, 1987-97, 1997-07), με κριτήριο τα κορυφαία διεθνή συνέδρια για την ΠΕ (Τιφλίδα, Μόσχα, Θεσσαλονίκη) που αποτελούν σταθμούς στην ιστορία της. Για τη διερεύνηση της διαμόρφωσης των στόχων της ΠΕ διαχρονικά και στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής πολιτικής της, έγινε μελέτη αρχαιακού υλικού το οποίο περιλαμβάνει: α) Ελληνικά κείμενα νομοθετικού περιεχομένου: νόμους, υπουργικές αποφάσεις, εγκυκλίους, β) επίσημα κείμενα της Διεθνούς και Ευρωπαϊκής Κοινότητας: ψηφίσματα, αποφάσεις, συστάσεις, οδηγίες, γ) αναφορές καθηγητών που εμπλέκονται σε προγράμματα ΠΕ και εκθέσεις ομάδων εργασίας και υπεύθυνων για την ΠΕ.

Για τη μελέτη των στόχων της ΠΕ πραγματοποιήθηκε μια αρχική ταξινόμηση τους με βάση τις τρεις διαστάσεις της –περιβάλλον-παιδεία-κοινωνία– σε περιβαλλοντικούς, παιδαγωγικούς και κοινωνικούς. Οι περιβαλλοντικοί στόχοι αναλύθηκαν περαιτέρω, σύμφωνα με την ταξινομία του Bloom (1986), σε στόχους συναισθηματικού, γνωστικού και ψυχοκινητικού πεδίου οι οποίοι και σχετίζονται, σε μεγάλο βαθμό, με τους παράγοντες προετοιμασίας, αφομοίωσης και ενεργοποίησης του μοντέλου της “υπεύθυνης περιβαλλοντικής συμπεριφοράς” των Hungerford et Volt (1990: 10-11). Οι συγκεκριμένοι στόχοι περιλαμβάνουν την ευαισθητοποίηση, τη γνώση και την απόκτηση ικανοτήτων για ενεργό συμμετοχή, ως προς το περιβάλλον και τα προβλήματα του. Οι παιδαγωγικοί στόχοι χωρίστηκαν σε τρεις κατηγορίες που αναφέρονται: η πρώτη στα κοινωνικά χαρακτηριστικά του μαθητή (συνεργατικότητα, συμμετοχικότητα, συλλογικότητα, κοινωνικοποίηση), η δεύτερη σε παράγοντες της προσωπικότητας (αυτοπεποίθηση, υπευθυνότητα, πρωτοβουλία, αυτενέργεια, δημιουργικότητα) και η τρίτη στο νοητικό του πεδίο (κριτική σκέψη).

Τέλος οι κοινωνικοί στόχοι επικεντρώθηκαν στο “άνοιγμα του σχολείου στην κοινωνία”.

## Εισαγωγή

Η πρώτη δεκαετία 1977-87 χαρακτηρίζεται από την παγκόσμια οικολογική κρίση και την αναδυόμενη ανάγκη για ανάπτυξη της ΠΕ. Το 1977 πραγματοποιείται στην Τιφλίδα, υπό την αιγίδα της UNESCO, το πρώτο διακυβερνητικό συνέδριο με θέμα την ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ. Στο Συνέδριο, η διεθνής κοινότητα καλεί τα κράτη μέλη της να προωθήσουν την εισαγωγή της ΠΕ σε όλους τους τύπους και τις βαθμίδες εκπαίδευσης, ενώ παράλληλα διαμορφώνεται και ψηφίζεται μια διεθνής πολιτική για την ανάπτυξη της. Η συγκεκριμένη πολιτική αναφέρεται στη φιλοσοφία, τους στόχους και τις κατευθυντήριες αρχές της και περιλαμβάνει στρατηγικές για την προώθηση της σε εθνικό επίπεδο (Unesco, 1978: 24). Επιπλέον, με αφορμή την παγκόσμια εκπαιδευτική κρίση, η ΠΕ αναγνωρίζεται στο συνέδριο της Τιφλίδας ως ένας εν δυνάμει φορέας εκσυγχρονισμού της σχολικής πράξης (ό.π.: 8, 12, 20, 24). Στην Ελλάδα, τη δεκαετία αυτή, κυριαρχεί τόσο η οικολογική όσο και η εκπαιδευτική κρίση. Σημαντικά γεγονότα θεωρούνται η ψήφιση του μεταρρυθμιστικού νόμου 307/76 στο περιθώριο του οποίου η ΠΕ αρχικά λειτουργεί καθώς και η ψήφιση του νόμου πλαίσιο για την Παιδεία (1566/85).

Η επόμενη δεκαετία 1987-97 σηματοδοτείται, σε παγκόσμιο επίπεδο, από το αδιέξοδο της αναπτυξιακής πορείας και την αναδυόμενη διεθνή τάση για Βιώσιμη Ανάπτυξη (sustainable development). Το 1987 οργανώνεται από την UNESCO και πραγματοποιείται στη Μόσχα το δεύτερο διακυβερνητικό συνέδριο με θέμα επίσης την ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ. Οι νέες τάσεις και συστάσεις αποσκοπούν στην εδραίωση των βασικών κατευθυντήριων γραμμών της ΠΕ που χαρακτήθηκαν στο Συνέδριο της Τιφλίδας και στην ενίσχυση των δράσεων για την ανάπτυξη της με προσανατολισμό στη Βιώσιμη Ανάπτυξη. Η δεκαετία του '90 ονομάζεται Δεκαετία για την ΠΕ και προτείνεται, ως επιτακτική ανάγκη, η προώθηση της στην Τεχνική και Επαγγελματική Εκπαίδευση (Unesco-Unep, 1988: 5). Στην Ελλάδα η ανάγκη για αντιμετώπιση τόσο της οικολογικής όσο και της εκπαιδευτικής κρίσης γίνεται επιτακτικότερη. Ενισχύονται τα μέτρα προστασίας του περιβάλλοντος και η ΠΕ εντάσσεται στα σχολεία, αρχικά στο περιθώριο του μεταρρυθμιστικού νόμου 1566/85 και στη συνέχεια στο πλαίσιο του νόμου 1892/90, με το άρθρο 111 του οποίου και θεσμοθετείται.

Η τρίτη δεκαετία 1997-2007 φορτισμένη από την επιταχυνόμενη επιδείνωση της υποβάθμισης του περιβάλλοντος, με κυρίαρχο πρόβλημα το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την άνοδο της θερμοκρασίας του πλανήτη, διαπνέεται από την επείγουσα ανάγκη για μια πορεία προς τη Βιώσιμη Ανάπτυξη. Το 1997 οργανώνεται από την UNESCO, σε συνεργασία με την Ελληνική κυβέρνηση, το τρίτο κατά σειρά διακυβε-

νητικό συνέδριο στη Θεσσαλονίκη με Θέμα: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΑ: ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΥΑΙΣΘΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΠΟΛΙΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ. Στο συνέδριο αυτό η ΠΕ χαρακτηρίζεται ως “Εκπαίδευση για το Περιβάλλον και τη Βιωσιμότητα” και ενισχύεται η δράση της προς αυτήν την κατεύθυνση (Unesco, 1997). Στον Ελληνικό χώρο κυριαρχούν οι επιπτώσεις από την επιδείνωση της υποβάθμισης του περιβάλλοντος και η εισροή χρημάτων από την Ευρωπαϊκή Ένωση με την εφαρμογή των Κοινοτικών Προγραμμάτων Στήριξης (ΚΠΣ). Η ΠΕ εντάσσεται στο 2<sup>ο</sup> ΚΠΣ και δίνεται ώθηση για την ανάπτυξη της με γρηγορότερους ρυθμούς.

### **Δεκαετία 1977-1987**

Η πρώτη δεκαετία συμπίπτει με τη μεταρρύθμιση του 1976 η οποία δημιουργεί τις κατάλληλες συνθήκες για την εισαγωγή της ΠΕ στα σχολεία. Συγκεκριμένα με εγκύκλιο που ακολουθεί το Νόμο 309/76 καθιερώνεται ο θεσμός των Πολιτιστικών Δραστηριοτήτων και των Μαθητικών Κοινοτήτων “σημαντικά βήματα” όπως τα χαρακτηρίζει ο Ν. Μπαλάσκας (1991) για την αναγνώριση της μαθητικής παρουσίας στο σχολείο και τη δημιουργία σχολικής ζωής (Μπαλάσκας, 1991: 29). Χαρακτηριστικό είναι το απόσπασμα που ακολουθεί:

«με την καθιέρωση των πολιτιστικών δραστηριοτήτων αίρεται η “στεγανότητα” του σχολείου και ξεπερνιέται σε σημαντικό βαθμό ο αναπόφευκτα συντηρητικός και στατικός χαρακτήρας του. Το σχολείο και η κοινωνική πραγματικότητα δεν θα είναι πια δύο άσχετοι ή αντίθετοι μεταξύ τους κόσμοι, αλλά θα αναπτύσσεται ανάμεσά τους μια διαλεκτική σχέση: η κοινωνική πραγματικότητα θα προβληματίζει το σχολείο και το σχολείο θα φωτίζει, διαμέσου των μαθητών, την κοινωνική πραγματικότητα.....η συμμετοχή σε πολιτιστικές δραστηριότητες βοηθά τους μαθητές να εκφράζουν ελεύθερα τη γνώμη τους, να θεμελιώνουν απόψεις, να αναπτύσσουν πρωτοβουλίες και να παίρνουν αποφάσεις, με σκοπό την καλλιέργεια υπεύθυνης προσωπικότητας»

Από το παραπάνω απόσπασμα διαπιστώνεται ότι με τις πολιτιστικές δραστηριότητες επιδιώκεται το “άνοιγμα του σχολείου στην κοινωνία” –κοινωνική διάσταση της ΠΕ– και η δημιουργία υπεύθυνων πολιτών –παιδαγωγική διάσταση της ΠΕ– που αποτελούν τα βασικά εκπαιδευτικά αιτήματα της εποχής, αλλά και τις προϋποθέσεις για την εκπλήρωση των στόχων της ΠΕ. Άλλωστε αυτό τονίζεται και στο επιμορφωτικό σεμινάριο για την ΠΕ που πραγματοποιείται στην Αθήνα το 1980. Συγκεκριμένα ο Η. Σπυρόπουλος στην εισήγηση του διατυπώνει ότι οι σκοποί της ΠΕ “εναρμονίζονται θαυμάσια με το περιεχόμενο που επιθυμούμε να πάρουν, τόσο οι πολιτιστικές δραστηριότητες που έχουν εισαχθεί στα Γυμνάσια, όσο και οι μαθητικές κοινότητες” (Σπυρόπουλος, 1980: 5).

Βασικοί φορείς για την εισαγωγή και προώθηση της ΠΕ στα σχολεία είναι το Κέντρο Εκπαιδευτικών Μελετών (ΚΕΜΕ), με κύρια αρμοδιότητα, από τον ιδρυτικό του

νόμο (186/75), την προώθηση νέων εκπαιδευτικών θεσμών (άρθρα 1, 2) και η Γραμματεία του Εθνικού Συμβουλίου Χωροταξίας και Περιβάλλοντος του Υπουργείου Πολιτισμού. Από τις πρώτες σημαντικές ενέργειες για την εισαγωγή της ΠΕ στα σχολεία θεωρείται η εκπόνηση και δημοσίευση το 1977 σχετικής μελέτης από επιστημονική επιτροπή που ορίζει η παραπάνω Γραμματεία. Παράλληλα, το ΚΕΜΕ προωθεί υπομνήματα με προτάσεις προς το ΥΠΕΠΘ (Σπυρόπουλος, 1986: 73) και η ΠΕ εισάγεται στα σχολεία στο περιθώριο του μεταρρυθμιστικού Νόμου 309/76 και συγκεκριμένα στο πλαίσιο των πολιτιστικών δραστηριοτήτων. Από το πόρισμα της μελέτης της Γραμματείας του Εθνικού Συμβουλίου Χωροταξίας και Περιβάλλοντος του Υπουργείου Πολιτισμού, το περιεχόμενο των υπομνημάτων του ΚΕΜΕ (υπομνήματα, 1978, 81) και τις εκθέσεις των καθηγητών που εμπλέκονται στα πρώτα προγράμματα ΠΕ (εκθέσεις: Βύζα, 1980, Αθανασάκη, 1981 κ.α.), διαπιστώνεται ότι από τις πρώτες εφαρμογές του θεσμού υιοθετούνται οι στόχοι της ΠΕ, όπως αυτοί ορίστηκαν στα διεθνή συνέδρια του Βελιγραδίου και της Τιφλίδας. Οι συγκεκριμένοι στόχοι αναφέρονται στις κατηγορίες: “γνώση”, “δεξιότητες”, “στάσεις” και “δράση” ως προς το περιβάλλον και τα προβλήματα του (Unesco - Unep, 1976: 2, Unesco, 1977: 26).

Από το 1983 ο θεσμός στηρίζεται διοικητικά από τη Διεύθυνση Προγραμμάτων Β/θμιας Εκπ/σης και επιχειρείται η συστηματική εφαρμογή του με εγκυκλίους που ρυθμίζουν το πλαίσιο λειτουργίας του. Όπως φαίνεται από τις σχετικές ρυθμίσεις, οι στόχοι της ΠΕ, την περίοδο αυτή, δεν διατυπώνονται πλήρως και με σαφήνεια. Η πρώτη αναφορά γίνεται στην εγκύκλιο του Σεπτεμβρίου 1985 και αφορά μόνο την κοινωνική διάσταση της ΠΕ, με την έννοια του περιβάλλοντος διευρυμένη. Χαρακτηριστικό είναι το απόσπασμα:

«είναι γνωστό ότι η ΠΕ στοχεύει στο ‘άνοιγμα του σχολείου στις πραγματικές συνθήκες ζωής’ μεθοδεύοντας την ανακάλυψη από τους μαθητές του περιβάλλοντος, θεωρούμενο ως σύνολο»

### **Δεκαετία 1987-1997**

Τη δεύτερη δεκαετία ο θεσμός στηρίζεται διοικητικά από τη Διεύθυνση Προγραμμάτων Β/θμιας Εκπαίδευσης. Με δεδομένο τον καινοτόμο χαρακτήρα της ΠΕ, επιχειρείται με τις καινούργιες ρυθμίσεις των εγκυκλίων, η σύνδεση της με τη γενικότερη φιλοσοφία της εκπαιδευτικής μεταρρύθμισης του 1985 (Νόμος-πλαίσιο για την Παιδεία 1566/85). Η εφαρμογή της εντάσσεται στο πλαίσιο της επίτευξης των στόχων του 1566/85 που αναφέρονται τόσο στη δημιουργία ολοκληρωμένης προσωπικότητας όσο και στο “άνοιγμα του σχολείου στην κοινωνία” (άρθρα: 1 παρ. 1, 2 και 5). Χαρακτηριστικά είναι τα αποσπάσματα:

«Το ΥΠΕΠΘ σε εφαρμογή της σχετικής επιταγής του Νόμου 1566/85, ενισχύει κάθε πρωτοβουλία που στοχεύει στο να αναπτύξουν οι μαθητές κριτική σκέψη, αντίληψη συλλογικής προσπάθειας και συνεργατικότητας, ώστε να αναλαμ-

βάνουν πρωτοβουλίες και με την υπεύθυνη συμμετοχή τους να συντελούν αποφασιστικά στην πρόοδο του κοινωνικού συνόλου. Στα πλαίσια αυτά εντάσσεται και η εφαρμογή προγραμμάτων ΠΕ» (Εγκύκλιος Δεκ. 1988).

«Η εφαρμογή των προγραμμάτων ΠΕ λειτουργεί στα πλαίσια της υλοποίησης των σκοπών και στόχων των άρθρων 1 και 5 του νόμου 1566/85 με τους οποίους επιδιώκεται η ικανοποίηση των αναγκών για:

- σύνδεση του σχολείου με το ευρύτερο περιβάλλον του
- παροχή γνώσεων σχετικών με σύγχρονους κοινωνικούς προβληματισμούς
- διεύρυνση του συστήματος αξιών των μαθητών
- προσαρμογή των προγραμμάτων στις ατομικές διαφορές των μαθητών
- βελτίωση και ανάπτυξη των σχέσεων του ατόμου με το στενότερο και ευρύτερο κοινωνικό περιβάλλον» (Εγκύκλιος Αυγ. 1992).

Με τις παραπάνω αναφορές στον 1566/85, το ΥΠΕΠΘ αποσκοπεί να “νομιμοποιήσει” την εφαρμογή των προγραμμάτων ΠΕ στα σχολεία για να σταματήσει να αντιμετωπίζεται η ΠΕ από την εκπαιδευτική κοινότητα, ως “μία υπαρκτή αλλά επικουρική και δευτερεύουσα δραστηριότητα” (Αλεξοπούλου-Μεσσάρης, 1994: 127).

Το 1990 ψηφίζεται ο νόμος 1892/90, το άρθρο 111 του οποίου αποτελεί σταθμό στην ιστορία της ΠΕ στην Ελλάδα. Με το συγκεκριμένο άρθρο που αναφέρεται στον εκσυγχρονισμό τόσο της Α/θμιας όσο και της Β/θμιας Εκπαίδευσης, η ΠΕ εισάγεται στα σχολεία Β/θμιας Εκπ/σης, ως μέρος των σχολικών προγραμμάτων. Συγκεκριμένα στο άρθρο 111, παρ. 13 αναφέρεται:

«Η ΠΕ αναγνωρίζεται ως τμήμα των προγραμμάτων των σχολείων Β/θμιας Εκπαίδευσης προκειμένου οι μαθητές να συνειδητοποιήσουν τη σχέση του ανθρώπου με το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον του, αλλά και να ευαισθητοποιηθούν για τα προβλήματα που συνδέονται με αυτό ώστε να δραστηριοποιηθούν και να συμβάλλουν –μέσα από ειδικά προγράμματα– στη γενικότερη προσπάθεια αντιμετώπισης τους»

Από το 1991 το ΥΠΕΠΘ, παράλληλα με την εφαρμογή της ΠΕ στο περιθώριο του 1566/85, εντάσσει τη λειτουργία της στο πλαίσιο του Νόμου 1892/90 με τον οποίο θεσμοθετήθηκε, υιοθετώντας ως σκοπό της αυτόν που αναφέρεται στο παραπάνω άρθρο (Εγκύκλιοι, Αύγ. 1991, Οκτώβ. 1992).

Στο σημείο αυτό θα θέλαμε να παρατηρήσουμε ότι ο Νόμος 1566/85 έχει συνάφεια κυρίως με την παιδαγωγική διάσταση της ΠΕ (δημιουργία ολοκληρωμένης προσωπικότητας) και την κοινωνική (άνοιγμα σχολείου στην κοινωνία), ενώ με τον Νόμο 1892/90 προβάλλεται η περιβαλλοντική της διάσταση (ευαισθητοποίηση, συνειδητοποίηση, δραστηριοποίηση ως προς το περιβάλλον).

Επίσης τη δεκαετία αυτή και συγκεκριμένα τον Αύγουστο του 1992 η ΠΕ εντάσσεται, με υπουργική απόφαση, στο θεσμό των “Σχολικών Δραστηριοτήτων”. Ο νέος θεσμός παρέχει τη δυνατότητα σε όλα τα σχολεία Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης να πραγ-

ματοποιούν ποικίλες δραστηριότητες, εντός και εκτός σχολικού χώρου, με τη συνεργασία τοπικών φορέων οι οποίες αποσκοπούν στην πνευματική ανάπτυξη, την αισθητική καλλιέργεια, και τη δημιουργική έκφραση των μαθητών παράλληλα με την ευαισθητοποίηση τους σε θέματα περιβάλλοντος (Υπουρ. Απόφαση, Αύγ. 1992).

Τη δεύτερη δεκαετία, 1987-97, στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής πολιτικής του ΥΠΕΠΘ για περαιτέρω επέκταση και βελτίωση των εφαρμογών της ΠΕ, η αναφορά στους στόχους της ΠΕ γίνεται σαφής και διακριτή ως προς την περιβαλλοντική, παιδαγωγική και κοινωνική της διάσταση. Συγκεκριμένα, οι στόχοι που αφορούν την προστασία του περιβάλλοντος (περιβαλλοντικοί) και αναφέρονται στις κατηγορίες: “γνώση”, “δεξιότητες”, “στάσεις” και “δράση”, διατυπώνονται στις εγκυκλίους ως ακολούθως:

«επιδιώκει λοιπόν η ΠΕ να προσφέρει γνώσεις, να καθορίσει αξίες και να βοηθήσει τον μαθητή να αναπτύξει δεξιότητες, να διαμορφώσει στάσεις και γενικά έναν κώδικα συμπεριφοράς που να του επιτρέπει όχι μόνο να εξετάζει και να κατανοεί τη σχέση ανάμεσα στον άνθρωπο, την παιδεία του και το βιοφυσικό του περιβάλλον, αλλά και να καταστεί ικανός να προτείνει λύσεις για τα περιβαλλοντικά προβλήματα και να μετέχει ενεργά στη διαμόρφωση και υλοποίηση των σχετικών αποφάσεων» (Εγκύκλιος Φεβρ. 1988).

«Με την ΠΕ “επιδιώκεται όπως οι μαθητές:

- αποκτήσουν γνώση και ευαισθησία για το συνολικό περιβάλλον
- αναπτύξουν μια βασική αντίληψη για το συνολικό περιβάλλον και τις αλληλεπιδράσεις ανθρώπου-φυσικού περιβάλλοντος
- αναπτύξουν τις αναγκαίες δραστηριότητες, ικανότητες και δεξιότητες για να προσδιορίσουν ένα πρόβλημα, να το κατανοήσουν και να το λύσουν» (Εγκύκλιος Οκτ. 1992).

Αντίστοιχα, οι παιδαγωγικοί στόχοι επικεντρώνονται στην ανάπτυξη κριτικής σκέψης (στόχοι νοητικού πεδίου), υπευθυνότητας και πρωτοβουλίας (προσωπικά χαρακτηριστικά), συνεργατικότητας και συλλογικότητας (στόχοι κοινωνικού περιεχομένου), ενώ οι κοινωνικοί στο “άνοιγμα του σχολείου στην κοινωνία” με τον μαθητή ως μελλοντικό πολίτη και επαγγελματία. Χαρακτηριστικά είναι τα αποσπάσματα:

«Με την ΠΕ “επιδιώκεται όπως οι μαθητές προσεγγίσουν κριτικά το περιβάλλον και τα προβλήματα του.....και αποκτήσουν κοινωνικές αξίες και αισθήματα ευθύνης για την προστασία και βελτίωση του περιβάλλοντος διαμορφώνοντας μία σχετική ηθική κι’ έναν κώδικα συμπεριφοράς (νέα στάση ζωής)» (Εγκύκλιος Ιαν. 1998)

«Η ΠΕ αποσκοπεί στη «σύνδεση του σχολείου με το ευρύτερο περιβάλλον του και στην παροχή γνώσεων σχετικών με τους σύγχρονους κοινωνικούς προβληματισμούς, με τα επαγγέλματα και την παραγωγική διαδικασία» (Εγκύκλιος Αυγ. 1991).

Με αφορμή το τελευταίο απόσπασμα που αναφέρεται στα επαγγέλματα και την πα-

ραγωγική διαδικασία και του οποίου η διατύπωση συμπίπτει με το άρθρο 1 του 1566/85, αξίζει να παρατηρήσουμε ότι η κοινωνική διάσταση της ΠΕ αποκτά τη δεύτερη δεκαετία ιδιαίτερη σημασία στην Τεχνική και Επαγγελματική Εκπαίδευση (ΤΕΕ). Αυτό γίνεται επειδή από το 1988 και μετά το Υπουργείο Παιδείας, στο πλαίσιο της Βιώσιμης Ανάπτυξης, εντατικοποιεί τις ενέργειες του για προώθηση της ΠΕ στη Μέση ΤΕΕ, σύμφωνα πάντοτε με τις διεθνείς και Ευρωπαϊκές συστάσεις (Συνέδριο Μόσχας, Ψήφισμα υπουργών παιδείας της ΕΕ, 1988). Συγκεκριμένα στις σχετικές εγκυκλίους που απευθύνονται στη Μέση ΤΕΕ ο κοινωνικός στόχος της ΠΕ “άνοιγμα του σχολείου στην κοινωνία” συνδέεται με τον Σχολικό Επαγγελματικό Προσανατολισμό (ΣΕΠ) και τη “σύζευξη θεωρίας-πράξης” που αποτελεί βασικό αίτιμα εκσυγχρονισμού της εκπαίδευσης στην Ελλάδα τη δεκαετία του '80 (Ηλιού, 1986: 45). Χαρακτηριστικό είναι το απόσπασμα:

«Η ΠΕ επιδιώκει να αποκτήσουν οι μαθητές γνώση της αγοράς εργασίας στο χώρο τους και να εμποδίσουν τις θεωρητικές επαγγελματικές γνώσεις που παρέχει το σχολείο σε χώρους δουλειάς σε ορισμένους τύπους σχολείων (ΤΕΛ, ΤΕΣ, ΕΠΑ)» (Εγκύκλιος Ιαν. και Αυγ. 1989)

Επομένως θα μπορούσαμε να υποστηρίξουμε ότι το “άνοιγμα του σχολείου στην κοινωνία”, που επιδιώκεται με την εφαρμογή προγραμμάτων ΠΕ στη μέση ΤΕΕ αποτελεί τη σημαντικότερη συμβολή της ΠΕ σ' αυτήν τη βαθμίδα επειδή παράλληλα συμβάλλει στην εκπλήρωση ενός από τους βασικότερους στόχους της, της σύνδεσης των θεωρητικών επαγγελματικών γνώσεων με το χώρο εργασίας.

Ολοκληρώνοντας την αναφορά μας στους στόχους, αξίζει να σημειώσουμε ότι στην εγκύκλιο του Οκτωβρίου 1992 (συνημμένο παράρτημα) η ΠΕ περιγράφεται για πρώτη φορά με βάση τις τρεις διαστάσεις της, όπως ορίστηκε στο συνέδριο της Τιφλίδας: εκπαίδευση «“γύρω” από το περιβάλλον, “μέσα” στο περιβάλλον και “για ή προς χάριν” του περιβάλλοντος» (Unesco, 1977, 12). Επίσης, την περίοδο αυτή, παρόλο που δεν αναφέρεται στις εγκυκλίους ο όρος Βιώσιμη Ανάπτυξη, η τάση προσανατολισμού της ΠΕ προς αυτήν την κατεύθυνση, σύμφωνα με τις διεθνείς συστάσεις, εκφράζεται με τον χαρακτηρισμό της «ως εκπαιδευτικής διαδικασίας που θα πρέπει να αποσκοπεί στη σωστή διαχείριση των φυσικών πόρων και την ορθολογική ανάπτυξη» (Εγκύκλιος Φεβρ. 1988), λειτουργίες που αποτελούν βασικά στοιχεία της Βιωσιμότητας.

### **Δεκαετία 1997-2007**

Την τρίτη δεκαετία και μέχρι το 2002, το θεσμικό πλαίσιο λειτουργίας της ΠΕ παραμένει ίδιο με την προηγούμενη. Η ΠΕ υλοποιείται στο πλαίσιο του Νόμου 1892/90 και της υπουργικής απόφασης του 1992 για της Σχολικές Δραστηριότητες, ενώ εξακολουθεί να λειτουργεί στο περιθώριο του 1566/85 (Εγκύκλιος 1997 έως 2000). Από το 2001 όμως και μετά, η ΠΕ εφαρμόζεται μόνο στο πλαίσιο του Νόμου 1892/90 και της υπουργικής απόφασης του 1992 για της Σχολικές Δραστηριότητες (Εγκύκλιος 2001

έως 2006). Στα μέσα της τρίτης περιόδου και συγκεκριμένα το 2002 αλλάζει η διοικητική στήριξη του θεσμού και το Γραφείο ΠΕ εντάσσεται στη Δ/νση ΣΕΠ και Εκπαιδευτικών Δραστηριοτήτων ενός νέου τομέα που ονομάζεται Ενιαίος Διοικητικός Τομέας Θεμάτων Σπουδών, Επιμόρφωσης και Καινοτομιών. Παράλληλα ενοποιούνται τα Γραφεία ΠΕ Α/θμιας και Β/θμιας Εκ/σης, ενώ κυκλοφορεί στα σχολεία μία εγκύκλιος και για τις δύο βαθμίδες με ξεχωριστές αναφορές στο θεσμικό πλαίσιο λειτουργίας της.

Την δεκαετία αυτή, η επιταχυνόμενη υποβάθμιση του περιβάλλοντος καθιστά επιτακτικότερη την ανάγκη για περαιτέρω ευαισθητοποίηση των πολιτών, γεγονός που αποτυπώνεται στην εγκύκλιο του Σεπτεμβρίου 1999 ως ακολούθως:

«... Καλούμε τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές να προχωρήσουν στην υλοποίηση προγραμμάτων ΠΕ, με δεδομένο ότι η ανάγκη ευαισθητοποίησης των μαθητών στα κρίσιμα περιβαλλοντικά προβλήματα της εποχής μας αποτελεί ζήτημα πρώτης προτεραιότητας».

Επίσης, παρατηρείται, μια μετακίνηση των στόχων της ΠΕ από Εκπαίδευση για το Περιβάλλον με προσανατολισμό τη Βιώσιμη Ανάπτυξη σε Εκπαίδευση για το Περιβάλλον στο πλαίσιο της Εκπαίδευσης για τη Βιωσιμότητα η οποία τη δεκαετία αυτή αποκτά ιδιαίτερη σημασία. Χαρακτηριστικά είναι τα ακόλουθα αποσπάσματα:

«τα τελευταία χρόνια η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση έχει συνδεθεί με τις έννοιες της αειφορίας και της αειφόρου ανάπτυξης» (Εγκύκλιος Σεπτ. 1998).

«...μέσα από την ΠΕ εκπαιδευτικοί και μαθητές αναζητούν το πρόσωπο της αειφορίας στην εκπαιδευτική διαδικασία» (Εγκύκλιος Σεπτ. 1999).

«Με την ΠΕ επιδιώκουμε να βοηθήσουμε τους μαθητές να αποκτήσουν το γνωστικό υπόβαθρο και τον αξιακό προσανατολισμό που απαιτούνται ώστε να έχουν θετικές στάσεις και συμμετοχικές συμπεριφορές για την προστασία της οικολογικής ισορροπίας, της βιωσιμότητας, της ανάπτυξης και της ποιότητας ζωής» (Εγκύκλιος Σεπτ. 2002).

Τα δύο τελευταία χρόνια, στο πλαίσιο της δεκαετίας 2005-15 για την αειφορία, όπως αυτή ορίστηκε από τον ΟΗΕ και την Unesco, οι δραστηριότητες της ΠΕ οργανώνονται από το αντίστοιχο τμήμα του ΥΠΕΠΘ σε νέα βάση με τον τίτλο «Περιβαλλοντικές Δράσεις, Δράσεις Ζωής- Εκπαίδευση για την Αειφορία» ώστε να προέχει ο προσανατολισμός της Εκπαίδευσης στη Βιώσιμη Ανάπτυξη. Συγκεκριμένα, στις εγκυκλίους του Οκτωβρίου 2005 και 2006 με θέμα: «Το πλαίσιο αναφοράς της Εκπαίδευσης για την Αειφορία και οι Σχολικές Δραστηριότητες», η Βιώσιμη Ανάπτυξη διατυπώνεται, σύμφωνα με τη συνθήκη του Άμστερνταμ, ως η ανάπτυξη που σέβεται το περιβάλλον, αλλά και με τη διευρυμένη της εκδοχή που περιλαμβάνει το σύνολο των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων: Χαρακτηριστικό είναι το απόσπασμα:

«...η σύνδεση με την αειφορία σήμερα περιλαμβάνει και την ενασχόληση, τη συνειδητοποίηση και την εξεύρεση λύσεων στα προβλήματα της φτώχειας, της

υγείας, της εξασφάλισης τροφής, της δημοκρατίας, των ανθρωπίνων δικαιωμάτων και της ειρήνης» (Εγκύκλιος Οκτ. 2005, 06).

Τη δεκαετία αυτή παρατηρείται, στο πλαίσιο πάντα της Εκπαίδευσης για τη Βιωσιμότητα στην οποία και εντάσσεται, μια προοδευτική μετακίνηση της εστίασης των στόχων της από την περιβαλλοντική τους διάσταση (ευαισθητοποίηση, γνώση, στάσεις, δράση ως προς το περιβάλλον) στην παιδαγωγική και κοινωνική και συγκεκριμένα στη δημιουργία του “ενεργού πολίτη” με έμφαση στον κοινωνικό διάλογο και τη δράση στην τοπική κοινωνία σε συνεργασία με διάφορους φορείς. Χαρακτηριστικά είναι τα ακόλουθα αποσπάσματα:

«Στο πλαίσιο της αειφορίας και συγκεκριμένα του άρθρου 13 της διακήρυξης της Θεσσαλονίκης ουσιαστικά στοιχεία για την υλοποίηση κάθε προγράμματος αποτελεί ο εντοπισμός των τοπικών περιβαλλοντικών προβλημάτων, η συνεργασία με τους τοπικούς φορείς, η ενημέρωση των εκπαιδευτικών και μαθητών για τα τοπικά σχέδια ανάπτυξης και η κατάρτιση του αντίστοιχου σχεδίου δράσης» (Εγκύκλιος 1998)

«Τα εκπαιδευτικά αυτά προγράμματα θα δώσουν και εφέτος την ευκαιρία στους μαθητές που θα συγκροτήσουν ομάδες ΠΕ, να αναπτύξουν γνώσεις, δεξιότητες συναισθήματα και δράσεις στην τοπική κοινωνία» (Εγκύκλιος 1999)

«Καλούμε τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές να αναλάβουν προγράμματα ΠΕ ανοίγοντας το σχολείο στην κοινωνία» (Εγκύκλιος 1999)

«...βασικές αρχές της ΠΕ είναι.....το ‘άνοιγμα του σχολείου στην κοινωνία’, ο δημοκρατικός διάλογος, η ομαδική εργασία και η ανάπτυξη της κριτικής σκέψης» (Εγκύκλιοι 2001 έως 2006)

«Με την ΠΕ επιδιώκεται η άσκηση των μαθητών στη διατύπωση γνώμης μετά από μεθοδική αναζήτηση στοιχείων και εθελοντική ομαδική δράση για τη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος» (Εγκύκλιος 2001)

«Στο πλαίσιο της αειφορίας απαιτείται: -διαρκής επικοινωνία και συνεργασία με τις τοπικές αρχές για λήψη ανάλογων μέτρων και -ενίσχυση των προσπαθειών των τοπικών φορέων κυβερνητικών και μη κυβερνητικών που αποσκοπούν στην ορθολογική χρήση πρώτων υλών, στη συνετή διαχείριση των οικοσυστημάτων ή στην αποκατάσταση τους.....» (Εγκύκλιοι 2001 έως 2004)

«Με την ΠΕ επιδιώκουμε να βοηθήσουμε τους μαθητές να αποκτήσουν το γνωστικό υπόβαθρο και τον αξιακό προσανατολισμό που απαιτούνται ώστε να έχουν θετικές στάσεις και συμμετοχικές συμπεριφορές για την προστασία της οικολογικής ισορροπίας, της βιωσιμότητας της ανάπτυξης και της ποιότητας ζωής» (Εγκύκλιοι 2001 έως 2005)

«Το ΥΠΕΠΘ συμβαδίζοντας με τους στόχους των Η.Ε. και των UNESCO-UNEP, διαμόρφωσε εκπαιδευτικές δράσεις για τη δεκαετία 2005-2015 οι οποίες στοχεύουν στο να καλλιεργήσουν στους μαθητές μας στάσεις που χαρακτη-

ρίζουν τον ενεργό πολίτη και ταυτόχρονα προωθούν το 'άνοιγμα του σχολείου στην κοινωνία' μέσω της από κοινού υλοποίησης δράσεων με κοινωνικούς φορείς» (Εγκύκλιοι Οκτ. 2005, 2006).

## Συμπεράσματα

Διαμέσου των δεκαετιών (1977-87, 1987-97, 1997-07) που οριοθετούν την πορεία της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στη Β/θμια Εκπ/ση, από την εισαγωγή και περιορισμένη εφαρμογή της στη σχολική πράξη μέχρι το στάδιο της πλήρους ένταξης και εκτεταμένης εφαρμογής της, η εκπαιδευτική πολιτική της διαμορφώνεται με βάση τη διεθνή πολιτική, προσαρμοσμένης στις ιδιαίτερες συνθήκες του τόπου. Αναλυτικότερα οι στόχοι της ΠΕ, όπως διατυπώνονται στα επίσημα κείμενα, απορρέουν από τα συμπεράσματα των διεθνών συνεδρίων, ενώ παρουσιάζουν συνάφεια με το περιεχόμενο των εκάστοτε μεταρρυθμιστικών νόμων της Ελληνικής εκπαιδευτικής πραγματικότητας, στο περιθώριο ή στο πλαίσιο των οποίων λειτουργεί. Πιο συγκεκριμένα την πρώτη δεκαετία (1977-87) οι στόχοι της ΠΕ δεν διατυπώνονται πλήρως και με σαφήνεια στις εγκυκλίους που καθορίζουν το πλαίσιο εφαρμογής της στα σχολεία, ενώ τις επόμενες δύο (1987-97, 1997-07) γίνονται σαφείς και διακριτοί ως προς την οικολογική, παιδαγωγική και κοινωνική τους διάσταση. Επίσης, από τον προσανατολισμό των στόχων της, διαφαίνεται η σταδιακή μετεξέλιξη της ΠΕ από Εκπαίδευση για το Περιβάλλον με την ευρεία του έννοια (πρώτη δεκαετία), σε Εκπαίδευση για το Περιβάλλον με προσανατολισμό στη Βιώσιμη Ανάπτυξη (δεύτερη δεκαετία) και τελικά σε Εκπαίδευση για το Περιβάλλον στο πλαίσιο της Εκπαίδευσης για τη Βιωσιμότητα (τρίτη δεκαετία). Από τη δεύτερη δεκαετία (1987-97) στην τρίτη (1997-07) παρατηρείται μια μετακίνηση της εστίασης των στόχων από την περιβαλλοντική τους διάσταση (ευαισθητοποίηση, γνώση, στάσεις, δράση ως προς το περιβάλλον) η οποία κυριαρχεί τη δεκαετία αυτή, στην παιδαγωγική και κοινωνική διάσταση και συγκεκριμένα στη δημιουργία του 'ενεργού πολίτη' με έμφαση στην από κοινού δράση των μαθητών με τους τοπικούς φορείς, βασική προϋπόθεση, σύμφωνα με την Ατζέντα 21, για την πορεία προς τη Βιωσιμότητα. Επιπλέον, η κοινωνική της διάσταση, η οποία εκφράζεται με το 'άνοιγμα του σχολείου στην κοινωνία' αποτελεί κυρίαρχο στόχο της σε όλες τις περιόδους ανάπτυξης της (αναφέρεται σε όλες σχεδόν τις εγκυκλίους). Τέλος, τη δεύτερη δεκαετία, η ΠΕ συνδέεται με την Τεχνική και Επαγγελματική Εκπαίδευση και αποτελεί τη σημαντικότερη συμβολή της σ' αυτόν τον τύπο σχολείων, εφόσον μέσα από αυτήν εκπληρώνεται ένας από τους βασικούς στόχους τους, η σύνδεση των θεωρητικών επαγγελματικών γνώσεων των μαθητών με τον μελλοντικό χώρο εργασίας τους.

## Βιβλιογραφία

- Αλεξοπούλου, Ι.-Μεσσάρης, Δ. (1994). Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Αναλυτική Έκθεση και Κριτική αποτίμηση για το διάστημα 1977/78-1993. Στο ΟΕΕΚ (ed). *Η Κατάσταση της ΠΕ. Πραγματικότητα και Προοπτική*. Αθήνα: ΟΕΕΚ.
- Hungenforf, H.R.-Volt, T.E. (1990). Changing Learner Behavior Through Environmental Education. *Journal of Environmental Education*, vol.21, No 3(8-21).
- Μπαλάσκας, Κ. (1991). 1976-1986: Εκπαιδευτικές Αλλαγές και Κοινωνικές Αντιστάσεις. *Νέα Παιδεία*, τεύχος 58 (27-37).
- Σπυρόπουλος, Η. (1986). “Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στην Ελλάδα. Ένας Πρώτος Απολογισμός”. *Νεοελληνική Παιδεία*, τεύχος 2, Ιούλ (72-84).
- Unesco-Unep (eds) (1975). *The International Workshop on Environmental Education. Belgrade, Yugoslavia, 13-22 October 1975, Final Report*. Paris: Unesco.
- Unesco-Unep (eds) (1976). The Belgrade Charter. *Environmental Education Newsletter: Connect*, vol. 1, No. 1, Jan. Paris: Unesco.
- Unesco (1997). Educating for a Sustainable Future. A Transdisciplinary Vision for a Concerted Action.
- Unesco (ed) (1978). *Intergovernmental Conference on Environmental Education. Final Report (Unesco-Unep, 14-26 October 1977, Tbilisi)*. Paris: Unesco.
- Unesco-Unep (eds) (1988). International Strategy for Action. *Congress in Environmental Education and Training (Mockba 1987)*. Nairobi/Paris: Unesco
- Υπουργείο Συντονισμού (1977). Περιβαλλοντική Εκπαίδευση: ΟΕΔΒ

## Αρχειακό Υλικό

- Έκθεση Ε. Βύζα 1980, αρχείο ΠΙ.
- Έκθεση Α. Αθανασάκης 1981, αρχείο ΠΙ.
- Εκθέσεις καθηγητών που εμπλέκονται σε προγράμματα ΠΕ το σχολικό έτος 1978-79.
- Έγγραφα Ομάδας Εργασίας ΠΕ, 21/3/84 και 30/8/86. Προς το ΚΕΜΕ. Θέμα: Προτάσεις για την Εφαρμογή της ΠΕ στα Σχολεία Β/θμιας Εκπαίδευσης, αρχείο ΠΙ.
- Εγκύκλιος ΥΠΕΠΘ Γ<sub>2</sub>/2140, 30/8/83. Θέμα: Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, αρχείο ΥΠΕΠΘ.
- Εγκύκλιος ΥΠΕΠΘ Γ2/3266, 18/10/84. Θέμα: Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, αρχείο

## ΥΠΕΠΘ.

- Εγκύκλιος ΥΠΕΠΘ Γ<sub>2</sub>/2446 10/9/85. Θέμα: *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση*, αρχείο ΥΠΕΠΘ.
- Εγκύκλιος ΥΠΕΠΘ Γ<sub>2</sub>/4723, 16/10/86. Θέμα: *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση*, αρχείο ΥΠΕΠΘ.
- Εγκύκλιος ΥΠΕΠΘ Γ<sub>2</sub>/4976, 8/12/88. Θέμα: *Εφαρμογή Προγραμμάτων ΠΕ*, αρχείο ΥΠΕΠΘ.
- Εγκύκλιος ΥΠΕΠΘ, Γ<sub>2</sub>/251, 17/1/89. Θέμα: *Εφαρμογή Προγραμμάτων ΠΕ στα Γυμνάσια και τα Γενικά Λύκεια*. Αρχείο ΥΠΕΠΘ.
- Εγκύκλιος ΥΠΕΠΘ Γ<sub>2</sub>/252, 20/1/89. Θέμα: *Εφαρμογή Προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Σύνδεση του Σχολείου με την Κοινωνία*, αρχείο ΥΠΕΠΘ.
- Εγκύκλιος, ΥΠΕΠΘ Γ<sub>2</sub>/3328, 21/8/89. Θέμα: *Εφαρμογή Προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στα Σχολεία της Β/θμιας Εκπαίδευσης*, αρχείο ΥΠΕΠΘ.
- Εγκύκλιος ΥΠΕΠΘ Γ<sub>2</sub>/3594, 30/8/91. Θέμα: *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση*, αρχείο ΥΠΕΠΘ.
- Εγκύκλιος ΥΠΕΠΘ Γ<sub>2</sub>/ 5548, 7/10/92. Θέμα: *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση*, αρχείο ΥΠΕΠΘ
- Εγκύκλιος ΥΠΕΠΘ 9191/38/Γ<sub>1</sub>/135, 10/2/92. Θέμα: *Εναισθητοποίηση Μαθητών σε Θέματα Λαϊκού Πολιτισμού και Παράδοσης*, αρχείο ΥΠΕΠΘ.
- Εγκύκλιος ΥΠΕΠΘ Γ<sub>2</sub>/2995, 21/9/94. Θέμα: *Σχεδιασμός και Υλοποίηση Προγραμμάτων ΠΕ*, αρχείο ΥΠΕΠΘ.
- Εγκύκλιος ΥΠΕΠΘ Γ<sub>2</sub>/6799, 8/9/95.. Θέμα: *Σχεδιασμός και Υλοποίηση Προγραμμάτων ΠΕ, και Αγωγής Υγείας*, αρχείο ΥΠΕΠΘ.
- Εγκύκλιος ΥΠΕΠΘ Γ<sub>2</sub>/3915, 16/9/96. Θέμα: *Υλοποίηση Προγραμμάτων ΠΕ*, αρχείο ΥΠΕΠΘ.
- Εγκύκλιος ΥΠΕΠΘ Γ<sub>2</sub>/7668, 16/9/97. Θέμα: *Υλοποίηση Προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης κατά τη σχολική χρονιά 97-98*, αρχείο ΥΠΕΠΘ.
- Εγκύκλιος ΥΠΕΠΘ Γ<sub>2</sub>/4881, 11/9/98. Θέμα: *Υλοποίηση Προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης*, αρχείο ΥΠΕΠΘ.
- Εγκύκλιος ΥΠΕΠΘ Γ<sub>2</sub>/3255, 22/9/99. Θέμα: *Υλοποίηση Προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης*, αρχείο ΥΠΕΠΘ.
- Εγκύκλιος ΥΠΕΠΘ Γ<sub>2</sub>/5317, 9/8/01. Θέμα: *Υλοποίηση Προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης*, αρχείο ΥΠΕΠΘ.
- Εγκύκλιος ΥΠΕΠΘ Γ<sub>2</sub>/96821, 19/9/02. Θέμα: *Σχεδιασμός και υλοποίηση Προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης*, αρχείο ΥΠΕΠΘ.
- Εγκύκλιος ΥΠΕΠΘ Γ<sub>7</sub>/106137, 30/9/03. Θέμα: *Σχεδιασμός και υλοποίηση Προγραμμάτων Σχολικών Δραστηριοτήτων: Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, Αγωγής Υγείας, Αγωγής Σταδιοδρομίας και Πολιτιστικών θεμάτων και Καλλιτεχνικών Αγώνων*, αρχείο ΥΠΕΠΘ.
- Εγκύκλιος ΥΠΕΠΘ Γ<sub>7</sub>/98498, 17/9/04. Θέμα: *Σχεδιασμός και υλοποίηση Προγραμ-*

- μάτων Σχολικών Δραστηριοτήτων: Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, Αγωγής Υγείας, Αγωγής Σταδιοδρομίας και Πολιτιστικών θεμάτων και Καλλιτεχνικών Αγώνων, αρχείο ΥΠΕΠΘ.
- Εγκύκλιος ΥΠΕΠΘ Γ<sub>7</sub>/105087, 5/10/05. Θέμα: Σχεδιασμός και υλοποίηση Προγραμμάτων Σχολικών Δραστηριοτήτων: Αγωγής Σταδιοδρομίας, Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, Αγωγής Υγείας και Πολιτιστικών θεμάτων και Καλλιτεχνικών Αγώνων, αρχείο ΥΠΕΠΘ.
  - Εγκύκλιος ΥΠΕΠΘ Γ<sub>7</sub>/108800, 19/10/06. Προς: 1. Θέμα: Σχεδιασμός και υλοποίηση Προγραμμάτων Σχολικών Δραστηριοτήτων: Αγωγής Σταδιοδρομίας, Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, Αγωγής Υγείας, Πολιτιστικών θεμάτων, Καλλιτεχνικών Αγώνων, Comenius και eTwinning, αρχείο ΥΠΕΠΘ.
  - Εγκύκλιος ΥΠΕΠΘ Γ<sub>7</sub>/105087 5/10/05. Θέμα: Το Πλαίσιο Αναφοράς της Εκπαίδευσης για την Αειφορία και οι Σχολικές Δραστηριότητες Περιβαλλοντικής Αγωγής και Αγωγής Υγείας -Θεματικό Έτος Νερό-Γαλάζιος Πλανήτης, αρχείο ΥΠΕΠΘ.
  - Εγκύκλιος ΥΠΕΠΘ Γ<sub>7</sub>/106553, 13/10/06. Θέμα: Το Πλαίσιο Αναφοράς της Εκπαίδευσης για την Αειφορία και οι Σχολικές Δραστηριότητες Περιβαλλοντικής Αγωγής και Αγωγής Υγείας-Θεματικό Έτος Καταναλωτισμός και Περιβάλλον, αρχείο ΥΠΕΠΘ.
  - Επιτροπή Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 10/5/88.
  - Νόμος υπ' αριθμ. 1566/85. Δομή και Λειτουργία της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, ΦΕΚ 167, 30/9/8
  - Υπόμνημα Η. Σπυρόπουλου, καθηγητή σύμβουλου Β' ΚΕΜΕ, 1978. Προς το ΥΠΕΠΘ. Θέμα: Προτάσεις για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, αρχείο ΠΙ.
  - Υπόμνημα Η. Σπυρόπουλου, καθηγητή σύμβουλου Β' ΚΕΜΕ, 26/8/81. Προς το ΥΠΕΠΘ: Για την Εισαγωγή της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, αρχείο Π.Ι.
  - Υπουργική Απόφαση Γ<sub>2</sub>/4867, 28/8/92. Θέμα: "Σχολικές Δραστηριότητες" (Πολιτιστικά, Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Αγωγή Υγείας), αρχείο ΥΠΕΠΘ.
  - Υπουργική Απόφαση Γ<sub>2</sub>/7668, 18/12/97. Θέμα: "Η Αγωγή του Καταναλωτή στις Σχολικές Δραστηριότητες" (Πολιτιστικά, Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Αγωγή Υγείας), αρχείο ΥΠΕΠΘ.
  - Υπουργική Απόφαση Γ<sub>2</sub>/455, 7/2/00. Θέμα: "Αγωγή Σταδιοδρομίας στις Σχολικές Δραστηριότητες", αρχείο ΥΠΕΠΘ.
  - Υπουργική Απόφαση Γ<sub>7</sub>/69259, 10/7/03. Θέμα: "Πολιτιστικά Θέματα και Καλλιτεχνικοί Αγώνες", αρχείο ΥΠΕΠΘ

# *Πρόταση αποκατάστασης του συγκροτήματος του Ανακτόρου των Ιησουιτών Μοναχών στη Νάξο*

*Σταματίνα Γ. Μαλικούτη  
Δρ Αρχιτέκτων Μηχανικός ΕΜΠ  
Αναπληρώτρια καθηγήτρια  
Τμήμα Πολιτικών Δομικών Έργων  
ΣΤΕΦ/ΤΕΙ Πειραιά*

*Ελευθερία Παγανέλη  
Τμήμα Πολιτικών Δομικών Έργων  
ΣΤΕΦ/ΤΕΙ Πειραιά*

*Γρηγόρης Πολυκρέτης  
Τμήμα Πολιτικών Δομικών Έργων  
ΣΤΕΦ/ΤΕΙ Πειραιά*

---

## **Περίληψη**

Στο άρθρο αυτό παρουσιάζονται τα κύρια σημεία από την πρόταση επαναχρησιμοποίησης, δομικής και μορφολογικής αποκατάστασης του *Ανακτόρου των Ιησουιτών Μοναχών* στα Καλαμίτσια περιοχής Μελάνων της Νάξου.

Οι στόχοι της μελέτης συνίστανται, αφενός στην επανένταξη αυτού του αξιόλογου ιστορικού συγκροτήματος στο ενεργό κτιριακό δυναμικό του νησιού και, κατά συνέπεια, στη συμβολή του –ως πόλου έλξης πολιτιστικού τουρισμού– στην οικονομική ανάπτυξη της Νάξου, αφετέρου στην ανάδειξή του, όχι μόνον ως σημείου αναφοράς για την τοπική πολιτιστική ταυτότητα, αλλά και –ευρύτερα– ως τεκμηρίου ιστορικής συνέχειας για την περιφέρεια των Κυκλάδων.

Η πρόταση, σε επίπεδο προμελέτης, διαμορφώνεται με βάση την ολοκληρωμένη διερεύνηση του ζητήματος, η οποία εκτείνεται από την μεθοδολογική καταγραφή και ανάλυση των δεδομένων, καθώς και την επεξεργασία τους με την υιοθέτηση πολυεπίπεδων κριτηρίων. Η διάγνωση των προβλημάτων, η εκτίμηση της δομικής και λειτουργικής

φέρουσας ικανότητας του ιστορικού κελύφους και η συγκριτική αξιολόγηση των δόκιμων εναλλακτικών χρήσεων –σε συνάρτηση με τη θέση του ιστορικού συγκροτήματος, την τοπιο- και τοπογραφία, την διασφάλιση της αυθεντικότητας των χαρακτηριστικών του και τις τάσεις οικιστικής και οικονομικής ανάπτυξης του ευρύτερου χώρου– συνθέτουν τα αποτελέσματα αυτού του σταδίου.

Η πρόταση στοιχειοθετείται από τρεις ενότητες: 1) δομική αποκατάσταση και επισκευές, 2) λειτουργική αναδιάρθρωση σύμφωνα με τις κτιριολογικές προδιαγραφές και απαιτήσεις των επιλεγμένων χρήσεων και 3) διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου.

### **Λέξεις κλειδιά:**

επαναχρησιμοποίηση, αρχιτεκτονική κληρονομιά, δομική αποκατάσταση, ιστορία αρχιτεκτονικής, Νάξος.

---

## **Abstract**

This paper refers to the rehabilitation project –in a preliminary level– of the historic complex of the Jesuit Monks, built by the abbot Robert Saulger as a luxury residence in Kalamitsia of Naxos island in Cyclades about 1683.

Nowadays the palace and its auxiliary ones have been plundered, partly collapsed while the presence of the destructive time gone by is obvious.

The main aims of the project consist in:

- the integration of the remarkable architectural complex in the active building stock of the island of Naxos through the insertion of the appropriate new uses and the protection of its authenticity,
- its upgrade, both functional and aesthetic, as to inscribe it in the landmarks relevant to the multi-cultural identity not only of the area or the region of Cyclades, but also of the country, and
- its projection as a cultural tourism's attractive pole important to the local development.

According with the proposal, the complex will be converted to a cultural centre; it will be turned into a venue for several social and cultural activities, a focal point both of educational and recreational interest.

The paper is divided in the follow parts: the analysis of the recent situation including the recording of the structural and architectural features, the problems' diagnosis and evaluation, the research on the alternative uses selection and the proposal of functional rehabilitation and restoration.

### **Keywords:**

reuse, rehabilitation, architectural heritage, history of architecture, Naxos.

## 1. Εισαγωγή

Ένα σημαντικό κομμάτι της πλούσιας παράδοσης του χωριού Μελάνων στην Νάξο είναι το συγκρότημα των Καλαμιτσιών (1). Το συγκρότημα βρίσκεται σε ερημική τοποθεσία, σε απόσταση περίπου 10 χιλιομέτρων από τις Μέλανες (εικ. 1).



*Εικ. 1. Γενική άποψη του συγκροτήματος*

Η ανέγερσή του ξεκίνησε στα 1683 από τον Robert Saulger, Ιησουίτη μοναχό και ηγούμενο της ομώνυμης Μονής της Νάξου. Ο αρχικός λειτουργικός προορισμός του ήταν ως η κύρια κατοικία του ηγουμένου. Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε και ως ξενώνας των Ιησουιτών μοναχών κατά τις περιόδους τους για κήρυγμα στο νησί.

Η πρώτη ιστορική αναφορά για τα Καλαμίτσια βρίσκεται σε κώδικα του Αρχείου των Ιησουιτών στη Ρώμη (Κεφαλληνιάδης, 1980). Σε περιγραφή του Γάλλου περιηγητή Toumefort, που χρονολογείται στα 1700, αναφέρεται χαρακτηριστικά: «*Η εξοχική κατοικία των Ιησουιτών είναι όμορφη, ιδιαίτερα σε έναν τόπο που δεν γνωρίζουν να κτίζουν σπίτια. Οι Έλληνες ... θαυμάζουν τη στριφογυριστή σκάλα μέσα στο ανάκτορο, πράγμα που δεν μπορούν να κατασκευάσουν οι ντόπιοι αρχιτέκτονες.*» (2). Άξια αναφοράς είναι και η περιγραφή του Νίκου Καζαντζάκη (2001: 94), ο οποίος είχε φιλοξενηθεί στο κτίριο για αρκετά καλοκαίρια, μέχρι την αποφοίτησή του από τη Γαλλική Σχολή των Καθολικών στο Κάστρο της Νάξου.

Το κτιριακό σύμπλεγμα χρησιμοποιείται από τους Ιησουίτες μέχρι τη διάλυση του Τάγματος το 1773. Τα Τάγματα των Λαζαριστών και των Σιλεσιανών διαχειρίζονται στη συνέχεια την περιουσία των Ιησουιτών, μέχρι το 1877 και 1927 αντίστοιχα. Ακο-

λουθούν δικαστικοί αγώνες μεταξύ της Αδελφότητας και της Καθολικής Εκκλησίας για την κυριότητά του.

Το σημερινό ιδιοκτησιακό καθεστώς του συγκροτήματος είναι ιδιότυπο: το ανάκτορο στα Καλαμίτσια περιλαμβάνεται στα περιουσιακά στοιχεία του Ιδρύματος *Τίμιος Σταυρός* με έδρα την Νάξο, το οποίο υπόκειται στην εποπτεία του Δημοσίου και, ειδικότερα, του Υπουργείου Εθνικής Οικονομίας και Οικονομικών. Όμως, πλέον, το Ίδρυμα είναι ουσιαστικά ανύπαρκτο ως νομικό πρόσωπο και η περιουσία του, που έχει απαλλοτριωθεί για δημόσια ωφέλεια με απόφαση του Υπουργείου Γεωργίας από το 1949, παραμένει «αδέσποτη» σε ό,τι αφορά στα αστικού τύπου ακίνητά του.

## **2. Ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης**

Η πρώτη εντύπωση, που το συγκρότημα στα Καλαμίτσια αφήνει στον επισκέπτη, είναι δέος, καθώς αναπτύσσονται μπροστά του τεράστιοι όγκοι. Η επιφάνεια που καταλαμβάνει, το μεγάλο ύψος, ο τρόπος οχύρωσης, η επιλογή της θέσης και ο τρόπος δόμησης και κατασκευής, αποτελούν στοιχεία που συνθέτουν τον χαρακτηρισμό του ως «πυργομονάστηρο – ανάκτορο».

### **2.1. Αναγνώριση της λειτουργικής διάρθρωσης**

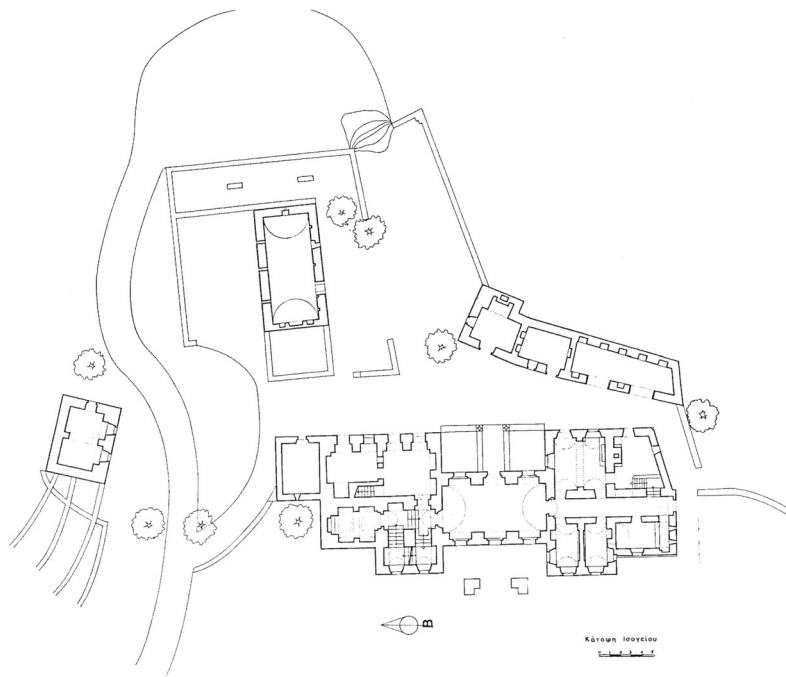
Το συγκρότημα αποτελείται από το κυρίως κτίριο, δύο παραρτήματα με βοηθητικούς χώρους, τον περιστερεώνα και τη στέρνα (εικ. 2), που οργανώνονται σε κλειστή διάταξη και προστατεύονται περιμετρικά από τον ψηλό τράφο.

Οι κατόψεις, τόσο του κυρίως κτιρίου, όσο και των συνοδευτικών, είναι λειτουργικές. Ειδικότερα, η ανάπτυξη των χώρων του πρώτου ακολουθεί τη δυνατή συμμετρία και διέπεται από λανθάνουσα μνημειακότητα – με την χαρακτηριστική τριμερή διάρθρωση του «εν δυνάμει» κεντρικού πυρήνα με τις πλάγιες πτέρυγες.

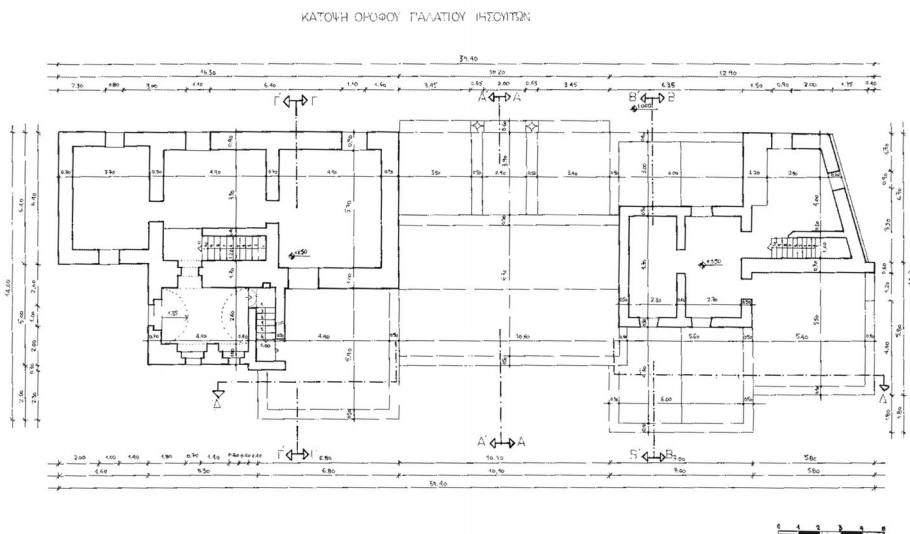
#### **2.1.1. Περιγραφή του κυρίως κτιρίου (εικ. 2, 2α, 2β, 3)**

Πρόκειται για ένα τριώροφο κτίσμα με ορθογωνική κάτοψη (39,70μ.\*13,30μ.) και τοπισμένη την κύρια προσέλαση διαμέσου προεξοχής και μεγάλου ύψους (max περίπου 11,00μ.). Η είσοδος γίνεται από την εσωτερική αυλή στην ανατολική πλευρά του κτιρίου.

Στη στάθμη του ισογείου συναντάμε μια ευρύχωρη αίθουσα, την «σάλα» (εικ. 4), η οποία αποτελεί τον επίσημο κύριο χώρο του κτιρίου. Το δάπεδο της σάλας είναι διαστρωμένο με μαρμάρινες πλάκες σε κανονικό κάρναβο, η στέγασή της είναι θολωτή και κυλινδρική με πορσελάνη. Επιπλέον, ανατολικά και δυτικά της αίθουσας αναπτύσσονται μεγάλα τοξωτά παράθυρα. Στις στενές πλευρές της, στον άξονα βορρά-νότου, υπάρχουν δύο θύρες που συνδέουν την σάλα με το υπόλοιπο κτίριο.



Εικ. 2. Υφιστάμενη κατάσταση: Κάτοψη ισογείου του συγκροτήματος



Εικ. 2α. Υφιστάμενη κατάσταση: Κάτοψη ορόφου του συγκροτήματος





*Εικ. 4. Η μεγάλη αίθουσα του κυρίως κτιρίου στη στάθμη του ισογείου*

Στο νότιο τμήμα του ισογείου αναπτύσσονται μια σειρά δωματίων στις δύο πλευρές ενός διαδρόμου. Τα δύο πρώτα έχουν τις ίδιες διαστάσεις και είναι συμμετρικά ως προς τον κοινό διαχωριστικό τοίχο τους. Οι επόμενοι δύο χώροι πρέπει να κατασκευάστηκαν σε διαφορετική χρονική περίοδο από το υπόλοιπο κτίριο. Αυτό το συμπεραίνουμε από τον αρμό στο τοίχο καθώς και από τα ανοίγματα τα οποία έχουν κλειστεί. Μάλιστα ο διαχωριστικός τοίχος που διχοτομεί τα δύο δωμάτια, δεν φτάνει μέχρι την οροφή αλλά σταματάει χαμηλότερα και σχηματίζει ένα μικρό πατάρι. Από τα υπόλοιπα δωμάτια, ενδιαφέρον παρουσιάζει το μαγειρείο, που στεγάζεται με δύο θόλους και διαθέτει μεγάλο πέτρινο τζάκι και από το οποίο μια πέτρινη κλίμακα οδηγεί στο βόρειο τμήμα του δώματος.

Στο βόρειο τμήμα υπάρχει ένας προθάλαμος στεγασμένος με θόλο, από τον οποίο οι κινήσεις μοιράζονται σε τρεις διαφορετικές κατευθύνσεις. Στα δυτικά συναντάμε ένα κλιμακοστάσιο που οδηγεί σ'ένα μικρό θολοσκέπαστο δωμάτιο. Απέναντι από το κλιμακοστάσιο υπάρχει ένα μικρό δωμάτιο, το οποίο θυμίζει παρεκκλήσι. Στα ανατολικά υπάρχει χώρος που εκτείνεται σε δύο στάθμες. Ο όροφος είχε ξύλινο πάτωμα και οροφή. Στο ισόγειο του χώρου αυτού υπάρχουν ανοίγματα που βλέπουν στην εσωτερική αυλή καθώς και μια πέτρινη σκάλα που οδηγεί στο βόρειο δώμα του κτιρίου.

Από το κεντρικό κλιμακοστάσιο, ο επισκέπτης οδηγείται στο υπόγειο που από την

δυτική πλευρά του είναι ισόγειο, αφού το κτίριο είναι κτισμένο επάνω σε ρεματιά με μεγάλη κλίση. Στο υπόγειο του κτιρίου βρίσκεται μια μεγάλη αίθουσα ακριβώς κάτω από την σάλα του ισογείου. Η αίθουσα αυτή είναι λίγο μικρότερη σε διαστάσεις, στεγάζεται με θόλο και έχει ανοίγματα στα δυτικά. Στην ίδια αίθουσα υπάρχει μια εσοχή στην οποία απορρέει το νερό της πηγής και καταλήγει στην στέγνα.

Στην νότια πλευρά της αίθουσας, υπάρχει άλλος ένας χώρος που παλαιότερα λειτουργούσε ως λιοτρίβι (εικ. 5), όπως φαίνεται από τα απομεινάρια του μαρμαρίνου μύλου. Στην τοιχοποιία υπάρχουν ακόμη εσοχές που πιθανά είχαν αποθηκευτική χρήση. Τα παράθυρα σε κάποια χρονική περίοδο κλείστηκαν με πέτρες και στη θέση τους σχηματίστηκαν πολειμίστρες.



*Εικ. 5. Το λιοτρίβι στη στάθμη του υπογείου*

Σε κάθετη διάταξη του δωματίου και σε ψηλότερο επίπεδο από το δάπεδο υπάρχει ένα μακρόστενο τυφλό δωμάτιο. Αμέσως μετά το λιοτρίβι, υπάρχει ένα άλλο δωμάτιο στο οποίο οδηγούμαστε μόνο από την εξωτερική πλευρά του κτιρίου στην δυτική όψη. Στη βόρεια πλευρά του κτίσματος, σε συνέχεια με την μεγάλη αίθουσα, υπάρχει ένα μικρό δωμάτιο που δημιουργείται στο κενό χώρο κάτω από το κλιμακοστάσιο. Ένας ακόμη θολοσκέπαστος χώρος βρίσκεται στη στάθμη αυτή.

### **2.1.2. Περιγραφή του Παραρτήματος 1 (εικ. 6)**

Το Παράρτημα 1 βρίσκεται βόρεια του συγκροτήματος και σε υψόμετρο μεγαλύτερο από τα υπόλοιπα. Πρόκειται για ένα κτίσμα ορθογωνικής κάτοψης (7,70μ.\*6,00μ.) και στέγασης θολωτής. Η είσοδος γίνεται από την ανατολική όψη. Στο εσωτερικό του, μια καμάρα που χωρίζει τον χώρο σε δύο επιμέρους.

Στη δυτική πλευρά υπάρχουν δύο μικρές καμάρες, οι οποίες σχηματίζουν εσοχές στο τοίχο και μέσα από αυτές διαχέεται το φως. Τέλος, περιμετρικά και σε όλο το ύψος

του κτιρίου υπάρχουν εσοχές τετραγωνικής διατομής, απ' όπου αντιλαμβανόμαστε τη λειτουργία του χώρου ως περιστερεύνα.



*Εικ. 6. Το Παράρτημα 1*

### **2.1.3. Περιγραφή του Παραρτήματος 2**

Το Παράρτημα 2 βρίσκεται βορειοανατολικά του συγκροτήματος και στο ίδιο επίπεδο με το κυρίως κτίριο. Η κάτοψη του κτιρίου και η στέγασή του είναι παρόμοια με το παράρτημα 1. Η είσοδος στο χώρο γίνεται από την νότια πλευρά, όπου υπάρχει ένα άνοιγμα στον προαύλιο χώρο.

Στο εσωτερικό, στην ανατολική και βόρεια πλευρά, συναντάμε μικρά ανοίγματα για το φωτισμό και αερισμό του χώρου. Δυτικά υπάρχει ένα ακόμη άνοιγμα το οποίο κατά το παρελθόν οδηγούσε σε διπλανό χώρο. Σήμερα αυτό το άνοιγμα είναι μισοκλεισμένο. Ο χώρος στον οποίο οδήγουσε το άνοιγμα υποθέτουμε ότι κτίστηκε μεταγενέστερα. Αυτό το συμπεραίνουμε από τα σημεία των αρμών που δεν εφάπτονται με το υπόλοιπο κτίριο, καθώς και από το γεγονός ότι ο χώρος είναι ημιτελής.

### **2.1.4. Περιγραφή του Παραρτήματος 3**

Το Παράρτημα 3 βρίσκεται νοτιοανατολικά του συγκροτήματος και σε υψόμετρο ίδιο με το κυρίως κτίριο και τα Παραρτήματα 1 και 2. Η μορφή των όψεων του κτιρίου ακολουθεί το ίδιο ύψος με τα προηγούμενα κτίσματα. Η κάτοψη είναι σχήματος τραπέζιου, διαφοροποιώντας το κτίριο από τα προηγούμενα, στα οποία η συμμετρία κυριαρχεί.

Το κτίριο αποτελείται από τρεις χώρους με ανοίγματα στην δυτική πλευρά, με όψη στον προαύλιο χώρο. Στο πρώτο χώρο συναντάμε τα απομεινάρια ενός τζακιού. Στο δεύτερο χώρο εντοπίζουμε έρμαρια περιμετρικά των τοίχων. Τέλος, στον τρίτο χώρο, όπου συναντάμε και πάλι εσοχές στους τοίχους, η είσοδος γίνεται από δύο καμάρες.

## **2.2. Κατασκευαστική ανάλυση**

Η κατασκευή του συγκροτήματος είναι απλή ως προς τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν, και σύνθετη ως προς την τεχνική που εφαρμόστηκε.

### **2.2.1. Η τοιχοποιία**

Το υλικό που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή των εξωτερικών και εσωτερικών τοίχων –που όλοι είναι επιχρισμένοι– είναι κυρίως η ντόπια σχιστόπλακα σε συνδυασμό με κάποιο συνδετικό κονίαμα. Εξαιτίας της βαριάς κατασκευής του δώματος που φορτίζει τους εξωτερικούς τοίχους, παρατηρείται αυτή η επικράτηση των πλήρων σε σχέση με τα κενά. Έτσι, οι τοίχοι στο χαμηλότερο επίπεδο παρουσιάζουν μεγάλο πάχος (1,80μ.) που μειώνεται σταδιακά σε κάθε στάθμη. Στο τελείωμα του τοίχου πάνω από το δώμα υπάρχει στέψη από προεξέχουσες σχιστόπλακες για την προφύλαξη από τα όμβρια.

### **2.2.2. Ο φέρων οργανισμός**

Οι χώροι καλύπτονται είτε από θόλο είτε από ξύλινο φέροντα οργανισμό.

Ο θόλος κατασκευάζεται από την ντόπια σχιστόπλακα με την χρήση καλουπιού. Επειδή οι θόλοι μένουν εμφανείς, το εξωρράχιο τους είναι επιχρισμένο και κυλινδρικό με πορσελάνη. Κατά τη στέγαση των μεγάλων χώρων με δύο θόλους, το σημείο στο οποίο τα εξωρράχια τους ενώνονται χρησιμοποιείται ως το κανάλι απορροής των ομβρίων που καταλήγουν σε υδρορρόφη.

Στην περίπτωση του φέροντα οργανισμού από ξύλο, υπάρχει ένα σύστημα από ξύλινα δοκάρια (8\*15) που πατάνε σε δύο απέναντι τοίχους και τοποθετούνται παράλληλα μεταξύ τους. Όταν το άνοιγμα είναι μεγάλο, τότε αυτό χωρίζεται σε δυο μικρότερα ορθογώνια τμήματα με ένα χοντρό δοκάρι το μεσοδόκι. Κάθετα προς τα δοκάρια αυτά στρώνονται καλάμια ή κλαδιά, πάχους (2-5εκ.) πυκνά τοποθετημένα και σφιχτοδεμένα μεταξύ τους με βούρλα. Πάνω σε αυτά ρίχνουν ένα είδος αργαθωτού θάμνου για να κλείσουν τις τρύπες ανάμεσα στα καλάμια. Το τελευταίο στρώμα είναι από ειδικό χώμα (20-30εκ.) από αργιλικές γαίες, που κοπανίζεται και κυλινδρώνεται για να αποκτήσει συνοχή και να γίνει συμπαγές.

### 2.2.3. Τα ανοίγματα

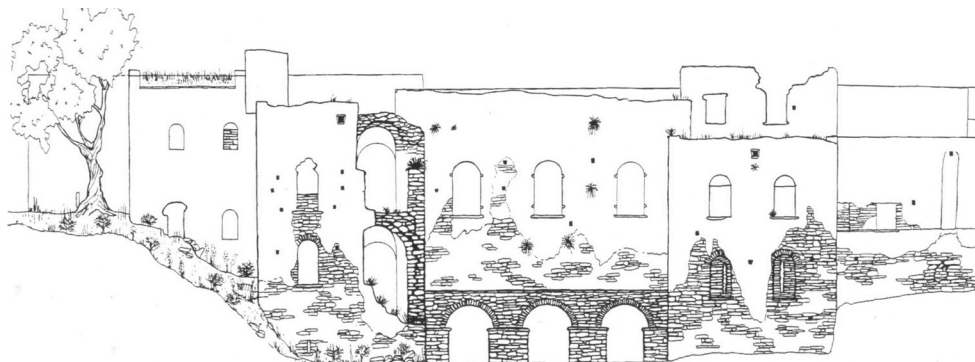
Τα ανοίγματα είναι αρκετά μεγάλα και έχουν είτε οριζόντιο πρέκι, είτε τόξο το οποίο φράζεται κάποιες φορές με πέτρινη ή μαρμάρινη πλάκα. Όταν υπάρχει οριζόντιο πρέκι, αυτό είναι κατασκευασμένο από ξύλα και δέχεται επίχρισμα.

### 2.2.4. Τα δάπεδα

Στους περισσότερους χώρους τα δάπεδα είναι χωμάτινα με εξαίρεση τη σάλα που είναι πλακοστρωμένη με λευκές μαρμάρινες πλάκες.

## 2.3. Επισημάνσεις για τη μορφολογία των όψεων

Η πρόθεση οχύρωσης, αλλά και η ηθελημένη εσωστρέφεια αντανακλούν στη μορφολογία των όψεων του συγκροτήματος, που είναι αυστηρή και χαρακτηρίζεται από λιτότητα και κατά κανόνα συμμετρία. Το αποτέλεσμα, όμως, δεν παύει να είναι επιβλητικό (εικ. 7).



ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ

0 1 2 3 4 5

**Εικ. 7.** Υφιστάμενη κατάσταση: Η δυτική όψη του κυρίως κτιρίου

Στοιχείο αμυντικού χαρακτήρα συνιστούν οι ευμεγέθεις επιφάνειες του εξωτερικού περιβλήματος με το μεγάλο ύψος, καθώς και οι πολεμίστρες –μικρές κατά το ύψος τομές σε χαμηλή στάθμη– και οι «ζεματίστρες» –λιθόδητες προεξοχές τετραγωνικής διατομής στην εξωτερική επιφάνεια των τοίχων– στα κανάλια απορροής των εξωραχίων των θόλων.

Οι ανάγλυφες υδρορροές, που είναι τριγωνικής μορφής, είναι κατασκευασμένες με κονία και αναπτύσσονται περιμετρικά, λειτουργούν αμφίσημα και ως διακοσμητικό

στοιχείο των όψεων. Πρωτότυπες –για τα δεδομένα των Κυκλάδων– είναι και οι δύο καμινάδες πυραμιδοειδούς απόληξης.

### 3. Εντοπισμός και αξιολόγηση των προβλημάτων

Σχετικά με την κατάσταση διατήρησης, σημαντικό μέρος του κυρίως κτιρίου και των βοηθητικών βρίσκονται σε ερειπώδη κατάσταση, καθώς κάποια τμήματα έχουν καταρρεύσει, ενώ παράλληλα έχουν λεηλατηθεί (εικ. 8). Το συγκρότημα φαίνεται να παρουσιάζει σοβαρά δομικά προβλήματα.



*Εικ. 8. Τμήματα που έχουν καταρρεύσει στη δυτική όψη*

Στα τμήματα της θεμελίωσης δεν φαίνεται να υπάρχουν σοβαρά προβλήματα. Περισσότερο έντονο είναι το πρόβλημα της ανερχόμενης υγρασίας και η ανάπτυξη φυτών σε επαφή με τη θεμελίωση.

Οι φέρουσες λιθοδομές παρουσιάζουν ρωγμές που οφείλονται σε μικρομετακινήσεις εξαιτίας σεισμικών επιδράσεων, αλλά και σε τοπική αποδιοργάνωση της λιθοδομής από την εισχώρηση υγρασίας και την ανάπτυξη αναρριχώμενων φυτών. Ρηγματώσεις παρουσιάζουν τα τόξα των ανοιγμάτων. Στους θόλους παρατηρούνται τοπικά πτώσεις και ρηγματώσεις, καθώς και επιφανειακές φθορές στην πορσελάνινη κυλινδρωση.

Ο φέρων οργανισμός της στέγης και των πατωμάτων του ισογείου και του ορόφου είναι κατεστραμμένος.

Περισσότερο σοβαρά είναι τα οικοδομικά προβλήματα στα επιμέρους αρχιτεκτονικά στοιχεία, από την έκθεση στις περιβαλλοντικές συνθήκες και την απουσία συντή-

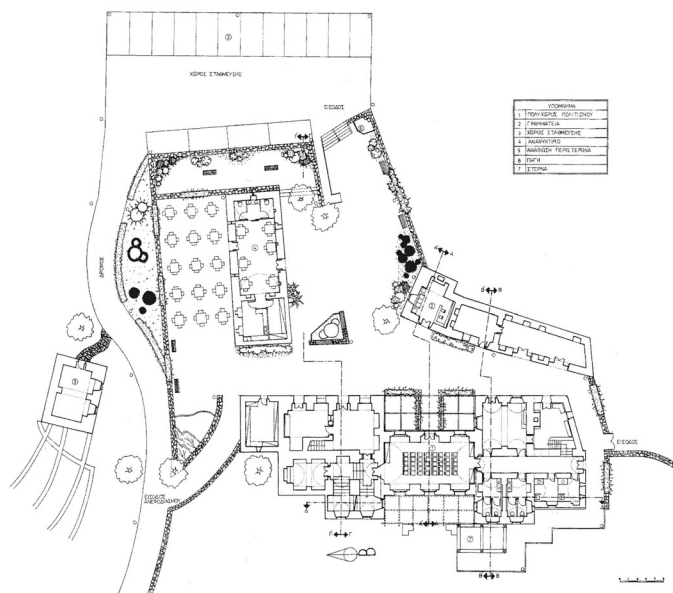
ρησης. Η αποσάθρωση –σε μεγάλο ποσοστό– των εσωτερικών και των εξωτερικών επιχρισμάτων, η πλήρης καταστροφή των εσωτερικών και των εξωτερικών κουφωμάτων, η ανερχόμενη και κατερχόμενη υγρασία, οι τοπικές καταστροφές στην πορσελάνινη επικάλυψη της στέγης, η καταστροφή των πατωμάτων του ισογείου και του ορόφου, καθώς και του κεντρικού κλιμακοστασίου.

Το κυριότερο αποτέλεσμα των ποικίλων οικοδομικών προβλημάτων είναι ο σημαντικός βαθμός αλλοίωσης των μορφολογικών στοιχείων.

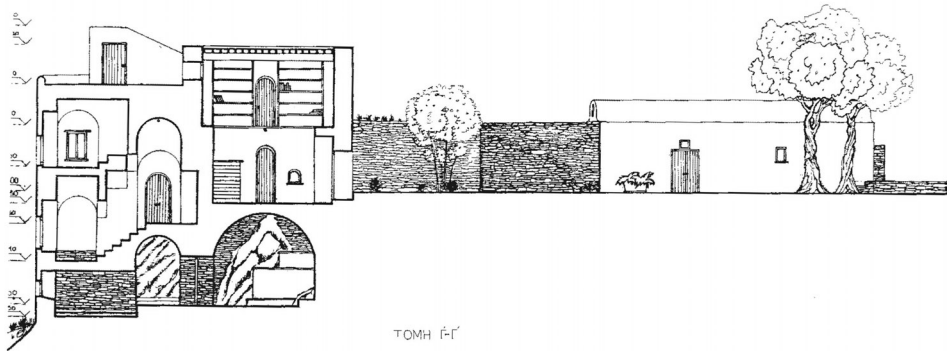
#### 4. Πρόταση λειτουργικής αποκατάστασης (3) (εικ. 9-11)

Οι κύριοι στόχοι της εισαγωγής της νέας χρήσης είναι: α) η ανάδειξη της ιστορικής και αρχιτεκτονικής αξίας του συγκροτήματος, β) η πλήρης λειτουργική αξιοποίησή του και η επανένταξή του στη σύγχρονη ζωή, γ) η διατήρηση της αυθεντικότητάς του, δ) η αισθητική αναβάθμιση του περιβάλλοντος χώρου και η διαμόρφωσή του στα αναγκαία σημεία, και ε) η πολιτιστική και τουριστική προβολή της περιοχής, ώστε να αποτελέσει πόλο έλξης τοπικού, υπερτοπικού και διεθνούς ενδιαφέροντος.

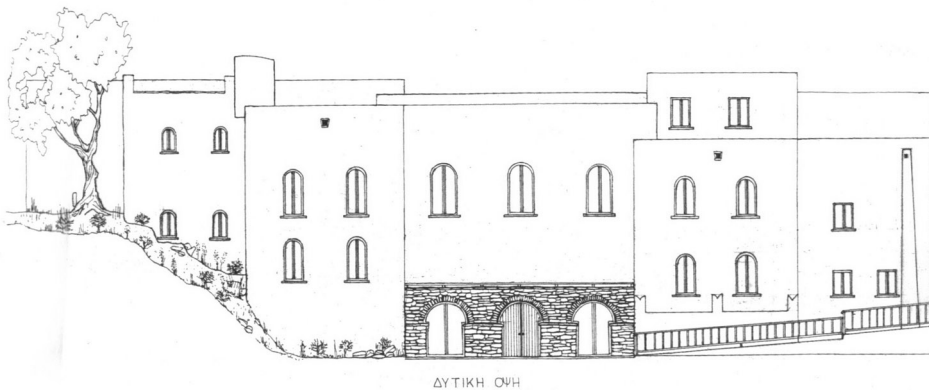
Το συγκρότημα των Καλαμιτσιών προτείνεται να διαμορφωθεί σε πολιτιστικό κέντρο. Να μετασκευασθεί σε έναν χώρο ποικίλων κοινωνικών και πολιτιστικών δραστηριοτήτων, να αποτελέσει χώρο συγκέντρωσης δραστηριοτήτων πολιτικού-εκπαιδευτικού χαρακτήρα και αναψυχής.



Εικ. 9. Πρόταση: Κάτοψη ισογείου του συγκροτήματος



**Εικ. 10.** Πρόταση: Τομή Γ-Γ



**Εικ. 11.** Πρόταση: Δυτική όψη του κυρίως κτιρίου

#### 4.1. Το κτιριολογικό πρόγραμμα του κυρίως κτιρίου

Στο υπόγειο θα δημιουργηθεί ένα μουσείο προβιομηχανικού πολιτισμού. «Το Μουσείο της Ελιάς Νάξου» έχει ως σκοπό να αναδείξει τον πολιτισμό και την τεχνολογία της ελαιοπαραγωγής που συνδέεται άρρηκτα με την ελληνική και μεσογειακή ταυτότητα. Εκτός από την αναβίωση του ελαιοτριβείου με τον απαραίτητο εξοπλισμό, στους υπόλοιπους χώρους θα παρουσιάζονται οι πρώτες μαρτυρίες για την ελιά στον Ελλαδικό χώρο, καθώς και η εξέλιξη της τεχνολογίας στην παραγωγή ελαιόλαδου από την αρχαιότητα έως την προβιομηχανική περίοδο.

Στο ισόγειο, η μεγάλη σάλα θα διαμορφωθεί σε αίθουσα πολλαπλών εκδηλώσεων, στην οποία θα φιλοξενούνται εκπαιδευτικές και επιστημονικές εκδηλώσεις. Οι χώροι

που βρίσκονται στην νότια πλευρά της σάλας θα διαμορφωθούν ανάλογα. Συγκεκριμένα, στους χώρους στα δυτικά του διαδρόμου θα γίνει αναβίωση του παλαιού μαγειρείου με συνοδευτικό πωλητήριο αναμνηστικών προϊόντων, ενώ στο τμήμα που βρίσκεται στην ανατολική πλευρά του διαδρόμου θα κατασκευαστούν χώροι υγιεινής σύμφωνα με τις προδιαγραφές που ορίζει ο κτιριοδομικός κανονισμός.

Στο βόρειο τμήμα του ισογείου του κυρίως κτιρίου προτείνεται η διαμόρφωση αίθουσας εκθέσεων παραδοσιακής ενδυμασίας και αίθουσας εκμάθησης παραδοσιακών χορών με τον απαραίτητο χώρο αποθήκευσης.

Η είσοδος στον όροφο θα γίνεται και με την βοήθεια αναβατορίων για την εξυπηρέτηση των ατόμων με κινητικές δυσκολίες.

Στο νότιο τμήμα του ορόφου, ένας χώρος προτείνεται να φιλοξενήσει αντικείμενα οικοτεχνίας, ενώ στους δύο χώρους που βρίσκονται δίπλα σε αυτό θα προβάλλονται τα παραδοσιακά επαγγέλματα του καμινατόρου, γεωργού και κτηνοτρόφου. Στο βόρειο τμήμα του ορόφου θα υπάρξει βιβλιοθήκη, αναγνωστήριο και μία αίθουσα που θα παρέχει στον επισκέπτη τη δυνατότητα εικονικής περιήγησης στη ζωή και το έργο του ιδρυτή του συγκροτήματος, Robert Saulger.

## **4.2. Το κτιριολογικό πρόγραμμα των Παραρτημάτων**

Στο Παράρτημα 1 προτείνεται η αναβίωση του περιστερεώνα, με την τοποθέτηση κεραμικών περιστεριών σε οπές των τοίχων και την έκθεση σκευών που χρησιμοποιούνται για την τροφή τους.

Το παράρτημα 2 προτείνεται να λειτουργήσει ως αναψυκτήριο.

Το παράρτημα 3 προτείνεται να λειτουργήσει ως γραμματεία και ως περιοδικός εκθεσιακός χώρος.

## **4.3. Διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου**

Ο περιβάλλον χώρος θα διαμορφωθεί με κεκλιμένο επίπεδο στην είσοδο του συγκροτήματος, ώστε να είναι προσβάσιμος και σε άτομα με κινητικές δυσκολίες. Επιπλέον, θα δημιουργηθούν λιθόστρωτα μονοπάτια, με κλίση μικρότερη του 5%, που θα διευκολύνουν την περιήγηση των επισκεπτών στο χώρο, καθώς και χώρος στάθμευσης 20 θέσεων.

Η συμπλήρωση της διαμόρφωσης και η ανάδειξη του περιβάλλοντος χώρου προτείνεται με μια σειρά εργασιών, όπως η επισκευή των λιθοδομών περιφραξής, η δημιουργία εσοχών για την τοποθέτηση στεγανών φωτιστικών, η τοποθέτηση υπαίθριων φωτιστικών στην περίμετρο του συγκροτήματος, η κατασκευή λιθοδόμων καθισμάτων με ξύλινη επένδυση, συντριβανιού και κρήνης και η εκτεταμένη δροφύτευση.

## 5. Πρόταση δομικής αποκατάστασης

Οι προτεινόμενες επεμβάσεις για την επίλυση και αποκατάσταση των δομικών και κατασκευαστικών προβλημάτων όλου του συγκροτήματος κινούνται στους παρακάτω άξονες-στόχους:

- α) Ενίσχυση του φέροντος οργανισμού για την ανάληψη των φορτίων από τις ανάγκες της νέας χρήσης.
- β) Αντιμετώπιση των οικοδομικών προβλημάτων του κελύφους.
- γ) Αισθητική αναβάθμιση του συγκροτήματος με την ανακατασκευή όλων των τμημάτων που έχουν υποστεί φθορές, για την ανάκτηση του αρχιτεκτονικού ύφους του.
- δ) Χρήση παραδοσιακών τρόπων δόμησης και οικοδομικών υλικών.

Αναλυτικότερα, προτείνονται τα παρακάτω:

Μετά την διάγνωση δοκιμαστικών τομών στα τμήματα θεμελίωσης, θα γίνει ενίσχυση των τμημάτων που έχουν πρόβλημα με την βοήθεια τσιμεντοενέσεων για την αντιμετώπιση των στατικών προβλημάτων θεμελίωσης. Για το πρόβλημα της ανερχόμενης υγρασίας προτείνεται η επικάλυψη των θεμελίων με μονωτικό υλικό, αποστραγγιστική μεμβράνη και ισχυρή τσιμεντοκονία, καθώς και η κατασκευή αποστραγγιστικής τάφρου.

Στις φέρουσες λιθοδομές που παρουσιάζουν ρωγμές, θα διαπιστωθεί η ακριβής παθολογία, θα γίνει συναρμολόγηση των λιθοδομών που έχουν υποστεί κατάρρευση και αντικατάσταση των τμημάτων που έχουν φθαρεί. Στη συνέχεια, θα πραγματοποιηθεί αρμολόγηση στις λιθοδομές με ισχυρό κονίαμα, για την μεταξύ τους συγκόλληση.

Τα τόξα των ανοιγμάτων θα διερευνηθούν με τομές στο επίχρισμα, ώστε να γίνει επισκευή των τμημάτων που έχουν καταρρεύσει και αρμολόγηση των τμημάτων που έχουν ρηγματωθεί. Με τη βοήθεια διερευνητικών τομών θα αποσαφηνιστούν και τα προβλήματα που οι θόλοι παρουσιάζουν. Η στατική ενίσχυσή τους θα γίνει με τσιμεντοενέσεις. Η επισκευή της επιφάνειάς τους θα γίνει με την εφαρμογή νέας πορσελάνης.

Για τον φέροντα οργανισμό των πατωμάτων του ορόφου προτείνεται σύμμεικτη κατασκευή, σύμφωνα με την οποία μεταλλικοί δοκοί στηρίζονται στους λίθινους τοίχους πλήρωσης όπου πάνω σε αυτούς τοποθετούνται πλάκες σκυροδέματος. Ο φέρων οργανισμός του ορόφου θα κατασκευαστεί ως σύμμεικτη κατασκευή διαφορετική από την προηγούμενη: πάνω σε μεταλλικά δοκάρια που στηρίζονται στους τοίχους πλήρωσης εδράζεται στραντζαριστή λαμαρίνα τραπεζοειδούς διατομής και, στη συνέχεια, γίνεται σκυροδέτηση με άοπλο σκυρόδεμα.

Θα γίνει αντικατάσταση όλων των στοιχείων που έχουν φθαρεί (επιχρίσματα, κουφώματα, δάπεδα κ.λπ.) με νέα, καθώς και η τοποθέτηση καινούργιων στοιχείων σύμφωνα με τις ανάγκες της σύγχρονης ζωής (ηλεκτρολογική – μηχανολογική εγκατάσταση, πυροπροστασία, αναβατόρια κ.λπ.).

## **6. Συμπεράσματα**

Το *Ανάκτορο των Ιησουιτών Μοναχών* στα Καλαμίτσια αποτελεί ένα συγκρότημα με αναμφισβήτητα πλούσια αρχιτεκτονική και μοναδική ιστορική αξία, ως ένα από τα παραδείγματα πολυ-πολιτισμικότητας στη χώρα μας.

Η γήρανση των υλικών, οι περιβαλλοντικές επιδράσεις, αλλά κυρίως η απουσία χρήσης και συντήρησης –με τη συνέργεια και του ιδιότυπου ιδιοκτησιακού καθεστώτος– συνιστούν τους παράγοντες της σημαντικής καταστροφής μεγάλου τμήματός του. Η πιθανολογούμενη ιδιαίτερα κακή δομική κατάστασή του επιδεινώνεται από τα ποικίλα οικοδομικά προβλήματα που παρατηρούνται. Επιπρόσθετα, τα προηγούμενα έχουν οδηγήσει και στη σοβαρή αισθητική υποβάθμισή του, με αποτέλεσμα την μη αναγνωσιμότητα της ιστορικής και καλλιτεχνικής σημασίας του.

Το έναυσμα για την πρόταση επαναχρησιμοποίησης αποτέλεσε η πρόσφατη πρόθεση της τοπικής αυτοδιοίκησης να εντάξει την αποκατάσταση του συγκροτήματος σε κάποιο πρόγραμμα δημοσίων επενδύσεων ή σε ευρωπαϊκό συγχρηματοδοτούμενο πρόγραμμα.

Η επιλογή της νέας χρήσης βασίστηκε στους στόχους, αφενός της επανένταξης του συγκροτήματος στο ενεργό κτιριακό δυναμικό της Νάξου, αφετέρου της ανάδειξής του ως σημείου αναφοράς για την τοπική πολιτιστική ταυτότητα και ως τεκμηρίου ιστορικής συνέχειας για την ευρύτερη περιφέρεια των Κυκλάδων.

Το μέγεθος και η επιβλητικότητα του συγκροτήματος, παράλληλα με τη δυνατότητα «εγγραφής» του στα αξιόλογα ιστορικά παραδείγματα της επίσημης αρχιτεκτονικής, οδήγησαν στην πρόταση της επαναλειτουργίας του ως πολιτιστικού κέντρου με ποικίλες δραστηριότητες, που περιλαμβάνουν εκθέσεις με μόνιμο και μη χαρακτήρα –κάποιες με διαδραστικό υλικό–, βιβλιοθήκη, εκπαιδευτικές-επιμορφωτικές δράσεις και λειτουργίες ψυχαγωγίας.

## Σημειώσεις

1. Το βασικό υλικό αυτού του άρθρου προέρχεται από την πτυχιακή εργασία με θέμα «Πρόταση επαναχρησιμοποίησης Πύργου-Ανακτόρου των Ιησουιτών Μοναχών στα Καλαμίτσια περιοχής Μελάνων Νάξου», που εκπονήθηκε από τους Ελευθερία Παγανέλη και Γρηγόρη Πολυκρότη –σπουδαστές του Τμήματος Πολιτικών Δομικών Έργων της Σχολής Τεχνολογικών Εφαρμογών του ΤΕΙ Πειραιά– κατά το ακαδημαϊκό έτος 2005-06 με επιβλέπουσα την πρώτη συγγραφέα, και υποστηρίχθηκε τον Νοέμβριο του 2006. Οι φωτογραφίες και τα σχέδια προέρχονται από την ίδια εργασία.
2. Η περιγραφή έχει δημοσιευθεί στις πηγές: α) *Ναξιακά*, τεύχος 6, Μάιος-Ιούνιος 1985, β) *Μνημοσύνη*, τεύχος 6, 1976-77 και γ) *Μελανίτικες Ωρες*, τεύχος 12, Σεπτέμβριος-Δεκέμβριος 2005.
3. Κατά το παρελθόν, έχουν γίνει προσπάθειες από ιδιώτες και δημόσιους φορείς για την επισκευή και επαναλειτουργία του συγκροτήματος των Καλαμιτσιών, δίχως αποτέλεσμα. Αξιοσημείωτες είναι, αφενός η πρόταση της μετασκευής των κτιρίων σε πολιτιστικό κέντρο της Περιφέρειας των Κυκλάδων από το ΥΠΕΧΩΔΕ –στο διάστημα 1994-96–, και οι πρόσφατες προσπάθειες για την ένταξη της αποκατάστασης των κτιρίων στο Πρόγραμμα ΘΗΣΕΑΣ, που άρχισε να εφαρμόζεται από τους δήμους.

## Βιβλιογραφία

- Ζήβας Δ. (2000), *Προβιομηχανικές αγροτικές εγκαταστάσεις στη Ζάκυνθο*, Αθήνα: Πολιτιστικό Τεχνολογικό Ίδρυμα ΕΤΒΑ.
- Καζαντζάκης Ν. (επανεκτύπωση Οκτώβριος 2001), *Αναφορά στο Γκρέκο*, Αθήνα: Εκδόσεις Καζαντζάκη.
- Κεφαλληνιάδης Ν., Ε' (1974-1975), *Η παιδεία εις Νάξον*, Αθήνα: Εκδόσεις Μνημοσύνη
- Κεφαλληνιάδης Ν., (Ιανουάριος-Δεκέμβριος 1980), *Το κάστρο των Σανούδων στην χώρα Νάξου*, Νάξος : Δήμος Νάξου.
- Κεφαλληνιάδης Ν. (1980), ανάτυπο από την εφημερίδα «Ναξιακό Μέλλον», *Οι πύργοι της Νάξου (Αρχαίοι, Ενετικοί, πύργοι – μοναστηρία)*, Αθήνα : χ.ε.
- Κωτσάκης Θ. (2001), *Η Νάξος στην Ενετοκρατία*, Αθήνα: Εκδόσεις Πελασγός.
- Ρούσος Μηλιδώνης Μ., (Δεκέμβριος-Ιανουάριος 1990), *Ναξιακά*, Νάξος : Δήμος Νάξου.
- (1999), *Το κάστρο της Νάξου*, Αθήνα: ΥΠΕΠΘ-ΥΠΠΟ-Γενική Γραμματεία Επιμόρφωσης.
- Τοπική Εφημερίδα, τεύχος 12, (Σεπτέμβριος-Δεκέμβριος 2005), *Μελανίτικες Ωρες*, Νάξος : Εκδότης Α. Ανεβλαβής.

# *Proposing a virtual community based framework for the investigation of learning problems of special needs people*

*Stavroula Barbounaki  
Electrical and Computer Engineer -  
Intelligent Biomedical Engineer, MSc, PhD  
sbarb@teipir.gr*

---

## **Abstract**

Virtual Communities (VC) are rapidly expanding on the Internet world-wide, with numerous examples that span across business as well as social and health related areas of interest. The social aspects of a VC highlight the interaction of its members in a trustful and secure environment. In that respect, they may offer improved accessibility to information and opinion exchanging, useful advice on several topics such as medical, entertainment, etc. VC have been developed for health supporting cases internationally and they may be opening up new opportunities for research and applications towards collecting and analysing data for understanding special needs peoples' learning. VC have also been studied and proposed as a means for supporting e-learning. This paper investigates what VC can offer to special needs people by examining a group of 4 pupils in two schools in Greece. The results of this exploratory research suggest the development of a VC-based framework that would be considered for studying the needs as well as formulating solutions for special needs peoples' learning.

---

## **Περίληψη**

Τα τελευταία χρόνια, οι εικονικές κοινότητες έχουν εξαπλωθεί ραγδαία στο Internet και πληθώρα παραδειγμάτων συναντώνται τόσο στον επιχειρηματικό όσο και στο κοινωνικό και ιατρικό χώρο. Οι κοινωνικές προεκτάσεις μιας εικονικής κοινότητας τονίζουν την αλληλεπίδραση των μελών της σε ένα προκαθορισμένο περιβάλλον

εμπιστοσύνης και ασφάλειας. Κάτω από αυτό το πρίσμα, οι εικονικές κοινότητες μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση της προσβασιμότητας σε πληροφορίες, της εναλλαγής των ιδεών και της παροχής συμβουλών σε διάφορα γνωστικά πεδία, όπως η ιατρική, η ψυχαγωγία κα. Οι εικονικές κοινότητες έχουν αναπτυχθεί και εφαρμοστεί παγκοσμίως για τη λήψη και την υποστήριξη αποφάσεων σε ποικίλες ιατρικές περιπτώσεις. Επίσης, μπορούν να συμβάλουν στην ανάδειξη νέων ευκαιριών και δυνατοτήτων για έρευνα, καθώς και στην ανάπτυξη καινοτόμων εφαρμογών για την συλλογή και ανάλυση δεδομένων κατανόησης της διαδικασίας μάθησης των ατόμων με ειδικές ανάγκες. Στο συγκεκριμένο άρθρο, οι εικονικές κοινότητες μελετήθηκαν και προτείνονται ως μέσο μελέτης μαθησιακών δυσκολιών καθώς και ως μέσο υποστήριξης της ηλεκτρονικής μάθησης. Το άρθρο αυτό μελετά τι μπορεί να προσφέρει μια εικονική κοινότητα στα άτομα με ειδικές ανάγκες, εξετάζοντας μια ομάδα 4 μαθητών σε 2 σχολεία στην Ελλάδα. Τα αποτελέσματα της έρευνας αποβλέπουν στην ανάπτυξη ενός πλαισίου βασισμένου στις αρχές των εικονικών κοινοτήτων. Το πλαίσιο αυτό λαμβάνει υπόψη του τις ανάγκες των ατόμων με αναπηρίες διαμορφώνοντας λύσεις στο χώρο της διαδικασίας της μάθησης και της εκπαίδευσής τους.

**Keywords:**

Virtual Communities, Framework, Special Needs, e-Learning, Exploratory Study.

**1. Introduction: Defining Virtual Communities**

Superficially, the term Virtual Community is not hard to understand. It refers to groups of people who communicate with each other via electronic media (Romm et al., 1997). In broad terms, a VC can be defined as any group of people who share a common interest, but they are not dependent on physical interaction or on a common geographical location in order to develop and sustain their relationships in the community (Barnatt, 1998). However, trying to define a VC so that all its characteristics are adequately addressed is a difficult task, thus resulting in several definitions. Not surprisingly though since in such a multidisciplinary field, definitions usually reflect a particular discipline perspective. From a technological perspective, a VC implies the architecture and functionality of software systems that support the interaction and communication among the members in “Web-based communities”, “Bulletin boards”, “UseNet News”, etc. From a sociological perspective, a community is defined in terms of its size, location and their physical boundaries. However, in later years when commuting became a way of life, the location or physical boundaries of a community could not be considered as a distinguishing characteristic in their definition. Instead, the strength and type of the relationships among people seemed a more appropriate criterion for defining a

community. Therefore, relationships that are developed to satisfy strong identifiable needs are potent indicators of a community (Preece, 2000). From an e-commerce perspective, a VC is a much broader concept that embraces any bulletin board or communications software that can bring people together, thus creating a basis of potential customers.

However, a working definition is needed as a guide for the complex social and technological task of developing a VC. Such a definition follows (Preece, 2000):

A Virtual Community consists of:

- > *People*, who interact socially as they strive to satisfy their own needs or perform special roles, such as leading or moderating.
- > A shared *Purpose*, such as an interest, need, information exchange, or service that provides a reason for the community.
- > *Policies*, in the form of tacit assumptions, protocols, rules and laws that guide people's interactions.
- > *Computer Systems*, to support and mediate social interaction and facilitate a sense of togetherness.

## 1.1 Types of Virtual Communities

The following four variants of VC may emerge to fulfil four separate needs of customers and they all constitute the ingredients for a successful VC (Armstrong and Hagel, 1996).

- > *Communities of transactions* (the buying and selling of products and services or the exchange of information),
- > *Communities of interest* (bringing people with a common preoccupation together),
- > *Communities of fantasy* (interpersonal interactions and social experimentation in artificial environments), and
- > *Communities of relationship* (those that bring people with related experiences together for mutual support).

There are thousands of VC on the Internet that support different aspects of their members' life such as health, education, entertainment and commerce. For example, patients can go online for health related information so that they can better understand their problem, find information about their diseases and their treatments, get support from others etc. It is anticipated that by the year 2000 more than 33 million Americans will have researched a medical problem on the Internet. VC can offer new opportunities to students by providing the means to work together, exchange information, share resources, meet people across the world, etc. Distance learning programmes are spreading rapidly. Multi-user domains (MUD) such as the TinyMUD,

in its more recent version TinyMOO engage over 3,000 players in fantasy world adventures and games.

Social interaction in VCs differs from other types of communities, in that the interactions are computer-mediated. The way in which people use computer-mediated communication (CMC) will always be rooted in human needs, not hardware or software. Just like any other community, a VC is based on one or more common characteristics or interests of its members, and if the group is a community, it is the social relationships that determine it. In addition, the boundaries and the method of communication are determined by the type of community.

## **2. Virtual communities in learning**

The Internet technologies spread across almost all aspects of modern life in business, entertainment, education and learning. Students in developed countries are already not only computer literate, but also they are becoming the drivers of change for the future economy. E-learning services and courses are on offer in more and more Universities and other educational institutions, in an attempt to deliver higher quality in learning. The development of e-learning products and services is one of the most dynamically developing areas of academic and vocational education and training (Zhang et al., 2004). When referring to the term e-learning, we usually mean an extended group of things such as: computer based education, education based on the World Wide Web (WWW) and virtual classrooms. (Nichols, 2003) comments about e-learning with the following distinction:

- > Online learning. This term describes education that occurs only through the Web. It does not consist of any physical learning materials issued to students or actual face to face contact.
- > Mixed-mode/blended/resource-based learning. These terms describe an approach to education that combines:
  - Face to face and distance approaches to education and
  - A resource-base of content materials and learning activities is made available to students.

(Yang and Liu, 2007) suggest that in a few years there will not be a division between e-learning and traditional learning, as learning will naturally evolve incorporating technological advances in order to improve its effectiveness.

E-learning generally is meant in conjunction to using technological tools that are Web-based, Web-distributed or Web-capable for the purposes of education. The term “e-learning” refers to the use of Internet technologies in order to share information and enhance knowledge (Shu-Sheng et al., 1996).

According to (Rosenberg, 2001), an e-learning system has the following characteristics:

- > it is based on a network,
- > it focuses on the broadest view of learning and
- > the participants use computers to get information and knowledge.

There are many reasons for e-learning growth, such as time independence (any time), place independence (any place), self-paced learning, savings on travel and accommodation costs and that it may concern anybody (working people, retired people, people with special needs and of course typical students).

Also, we must consider the pedagogy aspect of the process. It is essential to understand how e-learning can help students and learners in their knowledge development, how we can design a course in an effective manner and how we can manage that learning environment. We must be able to answer when and how e-learning becomes effective. How do students with various profiles respond? What are students' perceptions about e-learning? Can e-learning replace the traditional one? Evaluation is the key of this understanding (Baylor and Ritchie 2002; Lee et al., 2002).

This paper investigates the contribution of VC in e-learning of special needs students. It suggests that VC can be used as an environment where special needs people learning requirements can be studied and understood by examining not only individuals but also capturing the social aspects of peoples' interactions, collaborations and relationships. The importance of VC in learning has been studied (Wachter et al., 2000; Johnson, 2001; Jin, 2002; Teo et al., 2003; Blair and Monske, 2003; Blit-Cohen and Litwin, 2004; Weller, 2007; Blair and Hoy, 2006; Turvey, 2006). It is argued that learning VC constitute a safe environment where a student can explore his/her own personality or even investigate others online. Therefore, VC can facilitate their members in developing an identity-building experience (Turkle, 1995). Furthermore, taking actions and actively participating in problem solving VCs develop a constructive learning environment, where children act as creators rather than consumers of knowledge (Wood, 1998; Papert, 1994; Turvey, 2006). VCs contribution is also praised (Wenger, 1998) as the enabling environment where students can learn not only by referring to abstract concepts but also by exploiting opportunities to identify themselves in a wider community. Additionally, VCs enable pupils to develop the characteristics of life-long learners, by departing from following a strict curriculum (Claxton, 1999). Although this increased freedom to learning may inherit risks, it is argued (Claxton, 1999) that pupils understand the art of learning and they increase their responsibility in order to make their important decisions regarding their direction of learning.

However, the potential contribution of VCs in learning as special needs pupils perceive has not been examined, as such nor by taking into consideration their disabilities.

## **2.1 Research Objectives and Methodology**

The research objectives of the study fall in the following three categories:

- ◆ To propose that e-learning activities can benefit from adopting Virtual Communities characteristics.
- ◆ To suggest that Virtual Communities can be used as a framework for further developing e-learning knowledge.
- ◆ To suggest Fuzzy Cognitive Maps as a modelling approach to analysing the requirements for Virtual Communities formation in special needs e-learning support.

Although this study focuses on special needs people, the methodology as well as the results can be used in other learning environments as well.

The study concludes with suggestions for future research.

The results of the study are useful for academic research as well as for practitioners who would consider the development of a VC as a learning environment.

From a methodological point of view, this study conducted structured interviews of four pupils with special needs. The interviews were based on a questionnaire designed to capture students' perceptions with respect to a VC contribution to e-learning. The interviews were taken with the assistance of their special needs teacher and they were in the form of an open discussion rather than that of a formal interview or a data collection process. The questions in the questionnaire were designed so that they reflect issues related to VCs potential in learning regardless of the subject domain. The wording of the questions was done carefully, taking into account the difficulties of the interviews. The students were not asked to refer to their experiences regarding an existing VC but rather to express their beliefs about their expectations of a VC in learning. An attempt was made by their teacher to counter argue students expectations.

The questionnaire consists of 4 sections, namely:

- > The pupils' profile
- > The most favourable features of a VC
- > The perceived importance of the feature
- > The reasons to justify their answers.

A 5-point Likert type scale was used to measure to what extent does the student think that this VC characteristic will attract him/her to join the VC.

Next the study identifies the main VC features that students distinguish during their interview and based on students perceptions develops a VC-based framework that can be used to study e-learning needs. Fuzzy cognitive mapping is used as the modelling technique of the students' requirements.

### 3. Research Analysis

#### 3.1 Perceived Contribution of VCs to Learning

The pupils of the study sample attend their classes regularly. Three of the students have their own PC, while the other one has disabilities in reading and speaking; thus making it very difficult for him to use a PC on his own. Two of the pupils use their PC regularly i.e. every day and the rest of them use a PC 2-4 times a week. Therefore, these pupils could potentially be –under certain conditions– members of a learning VC.

Table 1 shows which of the VC features that this study considers are the most attractive for students with disabilities. The cells show the number of respondents and the level of the perceived VC contribution to learning. The scale used to collect data is the following:

- > Strongly Disagree
- > Disagree
- > Neutral
- > Agree
- > Strongly Agree

**Table 1: The perceived contribution of VC in supporting learning of special needs pupils**

VC perceived contribution	Results
A VC helps students to learn more	4 strongly agree
VC offers more choices in learning	2 agree and 2 strongly agree
VC can contribute to better learning quality	2 agree and 2 strongly agree
VC encourages customised learning	2 agree and 2 strongly agree
VC can give valuable advice	2 strongly disagree 1 neutral and 1 strongly agree
VC will enable its members to receive more care from their school	2 strongly disagree 1 neutral and 1 strongly agree
VC can lead to the trial of new learning methods	1 agree and 3 strongly agree
Sharing information through VC	2 agree and 2 strongly agree
Solving tests through VC	2 agree and 2 strongly agree
Answering questions through VC	2 agree and 2 strongly agree

VC enable members' bargaining power	2 neutral and 2 agree
Develop discussions	1 agree and 3 strongly agree
Socialising	4 strongly agree
Emotionless VC	1 strongly disagree and 3 disagree
Engage in leisure activities	3 agree and 1 strongly agree
Join a school with VC	1 strongly disagree and 3 disagree

The justification presented by special needs pupils in favour of considering a VC as valuable for supporting e-learning can be summarised across the following dimensions:

- > Increase communication
- > Become more informative and knowledgeable
- > Support learning quality
- > Socialise
- > Develop friendships

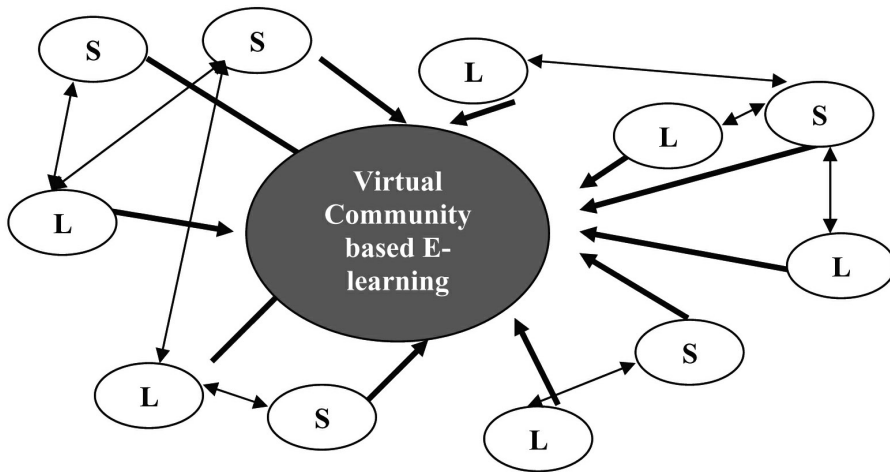
This study indicates that all expected benefits that according to the literature VC may offer to their members regardless of the application domain are present to VC in supporting learning. The anticipated contribution of VC to special needs learners is expected to be similar as in other cases of VCs supporting learning. The results indicate that VCs could also be seen as a driving force for improving literacy pursuit for those students.

### **3.2 Considering Virtual Communities as an e-learning enabling structure**

Based on the perceptions of special needs pupils with respect to VCs contribution to their learning environment as well as by taking into consideration the perceived importance of each one of the characteristics of VCs discussed with each pupil, this study suggests that an e-learning environment can be seen as groups of learners that form a VC in order to support their transactions, share their learning interests, facilitate their interpersonal interactions and relationships in an attempt to increase their perceived quality of learning and loyalty to the VC. This study also investigates on what grounds each one of the interviewed pupils supports the expressed beliefs and perceptions.

As a result of this consideration, each learner who is a member of a learning supporting VC develops his/her own strategy and e-learning quality views, which should to some extent fit with the objectives of the VC he or she belongs. Furthermore,

important parts of the VC are the stakeholders in the learning process who may be integrated to the VC. E-learning as a learning process in general, is not a simple issue. There are many stakeholders such as tutors/teachers, administration and authorities, students learners, parents and institutions. Each one of them has a different point of view of the whole system. It is more than important to keep individual learners styles in mind when we design and implement an e-learning course. According to (Klob, 1976) we can classify learners as: Active, Reflective, Experimental and Theoretic learners. They have their own e-learning quality priorities and interact among each other. The following figure shows the proposed view of a VC-based e-learning environment.



**Figure 1:** *e-Learning implemented as Virtual Communities*

Figure 1 shows that learners (circles with L) interact with each other but they also interact with their own stakeholders (circles with S), through their own individual communication channels. Additionally, learners and stakeholders interact with each other through the VC. Therefore, such a VC provides the learning community features that allow their learners to transact, communicate, exchange experiences, share information, socialise, etc. Learners may interact with other learners and other stakeholders, as stakeholders interact not necessarily with their related learners but with the whole community. Such interactions take place on the VC learning platform where all members can see, hear and comment on what other members say.

A learning VC can also expand in order to integrate more than one learning groups, or learning courses or even learning institutions. If for example a learner expresses a need that he or his learning institution can not meet, then there are two possibilities. Either his learning institution sets up a virtual learning process with other learning institutions within the VC setting, or other learning institutions may offer their solutions to the learner, by responding to the learner's expressed need.

In addition, learners express their experiences with regard to the level of e-learning quality they receive from a course or institution or their learning environment in general. Learning services offering courses or institutions are getting informed through the VC about these views and they take the necessary actions, which may include the formulation of a virtual learning process, in the case they lack the capability to respond to learners' priorities.

#### 4. Modelling a virtual community-based E-Learning environment

In modelling terms, each entity in figure 1 is represented as a Fuzzy Cognitive Map (FCM). Each FCM represents the priorities for each entity with respect to e-learning perceived quality in a VC, as well as the relationships among e-learning and VC related concepts as expressed by the students during the interviews.

Cognitive Maps (CMs) have been proposed and applied to ill-structured problems by (Axelrod, 1976). Axelrod develops CMs i.e. signed digraphs designed to capture the causal assertions (Asher, 1983) of a person with respect to a certain domain and then use them in order to analyse the effects of alternative e.g. policies, business decisions, etc. upon certain goals. (Axelrod, 1976), presents case studies in the policy domain. A cognitive map has only two basic types of elements: *Concepts* and *Causal Beliefs*. The concepts are represented as variables and the causal beliefs as relationships among variables. *Weighted* cognitive maps can be derived from the signed graphs. The sign can be replaced with positive or negative numbers, which show not only the direction, but also the magnitude of the change. When the numbers on each relationship are replaced with a sign and a fuzzy weight, such as strong, weak, moderate, etc., the resulting map is called FCM (Kosko, 1986).

The following figure shows a FCM.

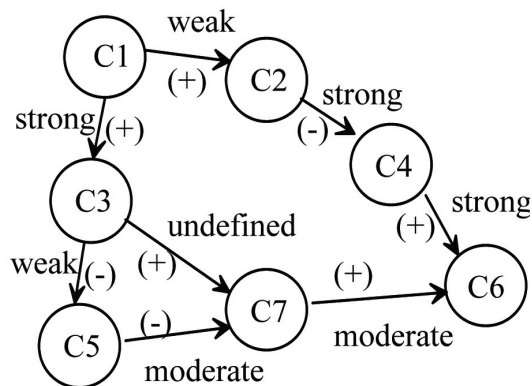


Figure 2: Example of Fuzzy Cognitive Map

FCMs have been applied to ill-structured problems in: political science, simulation, organisational strategies modelling, supporting strategic problem formulation and decision analysis, construction of knowledge bases, managerial problems diagnosis, failure modes effects analysis, modelling of social and psychological processes, modelling virtual worlds and analysis of their behaviour, requirements analysis and systems requirements specification (Kardaras and Karakostas, 1999).

Therefore consider a VC, which consists of ( $s$ ) number of stakeholders in the learning process, where  $s = \{1, \dots, s\}$ . Each stakeholder relies and implements his/her learning expectations through ( $p$ ) number of learning processes and activities, where  $p = \{1, \dots, p\}$ . Each process in turn consists of ( $t$ ) number of tasks, where  $t = \{1, \dots, t\}$ . In addition, each stakeholder takes into consideration ( $k$ ) number of e-learning quality issues ( $q_1, \dots, q_k$ ) that are not necessarily absolutely the same as in every other stakeholder in the VC, but there are “drawn” from the same pool of e-learning issues. Such a pool of concepts can be developed either through a thorough literature review or as in this study, through interviews of potential VC members. For each of the e-learning quality factors, there is one or more business learning processes and tasks that are responsible for its achievement to a required level.

Each FCM for each of the entities representing a company shown in figure 1 is implemented as an ( $n \times n$ ) array (Table 2).

The VC matrix shows how each e-learning quality issue affects another across the VC network. Therefore, the analysis of this matrix, according to the FCM theory, can show how the performance of each learning process and task, for each stakeholder across the VC, contributes to the increase or decrease of each of the e-learning quality issues modeled, for all other tasks, for all other processes, for all other stakeholders in the VC, as well as its overall implications to all e-learning related factors ( $q_1, \dots, q_k$ ). The numbers in the cells show the direction (+ or -) and the degree of change of a quality issue if the corresponding quality factor changes. For example, if “Quality issue ( $q_1$ ) in stakeholder ( $s_1$ ), in process ( $p_1$ ), in task ( $t_1$ )” increases then “Quality issue ( $q_2$ ) in stakeholder ( $s_1$ ), in process ( $p_1$ ), in task ( $t_1$ )” decreases by 0.4, “Quality issue ( $q_k$ ) in stakeholder ( $s$ ), in process ( $p$ ), in task ( $t$ )” increases by 0.9. The values are in the interval  $[-1, +1]$ .

The proposed modelling approach for VCs that inherit characteristics of VCs, allows for stakeholders to investigate their possibilities for cooperation and coordination, by taking into consideration their capabilities to affect e-learning as well as learning quality by considering the priorities of their learners or any other stakeholder in the learning process.



Therefore, for each entity representing for example a learner, his/her FCM is implemented as an  $(1 \times n)$  vector. Each element in the vector shows what the learner requires in terms of quality for e-learning in a VC. For example, a learner may require an increase in  $(q_1)$  by 0.7, a decrease in  $(q_5)$  by 0.4, etc. The learner expresses the requirements in terms of the e-learning quality issues regardless of the processes or the tasks they depend on. Therefore, the learner expresses his needs in terms of  $(q_1, q_2, \dots, q_k)$ , in table 1, ignoring the rest of the variables in the VC matrix. The learner vector equals all other concepts to zero (0).

**Table 3: The Learner Vector**

$q_1$	$q_2$	...	$q_5$	...	$q_k$	QI $(q_1, s_1, p_1, t_1)$	QI $(q_2, s_1, p_1, t_1)$	...	QI $(q_k, s, p, t)$
<b>0.7</b>	<b>0.0</b>	...	<b>-0.4</b>	...	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	...	<b>0.0</b>

Taking the learner vector as an input, the stakeholder that supports the learning for this learner, analyses whether it can satisfy his needs or the learning stakeholder (e.g. a learning institution) should look for alliances and collaboration across the VC.

The analysis is performed, according to the FCM theory (Kosko, 1986), with the multiplication of the learner vector and the VC matrix. The result is another vector  $(1 \times n)$ , that shows which e-learning quality factors should change in what direction, how much, in which stakeholder(s), process(es) and task(s).

For example consider the following vector as the multiplication's result.

**Table 4: The Results Vector**

$q_1$	$q_2$	...	$q_5$	...	$q_k$	QI $(q_1, s_1, p_1, t_1)$	QI $(q_2, s_1, p_1, t_1)$	...	QI $(q_k, s, p, t)$
<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	...	<b>0.0</b>	...	<b>0.0</b>	<b>0.7</b>	<b>0.0</b>	...	<b>-0.2</b>

The results suggest that in order to satisfy learners' needs as expressed in table 3, the stakeholder should "increase (+0.7) issue  $(q_1)$  in task  $(t_1)$  of the process  $(p_1)$  of the stakeholder  $(s_1)$ " and "decrease (-0.2) issue  $(q_k)$  of the task  $(t)$ , of the process  $(p)$ , of the stakeholder  $(s)$ ". Therefore, if results show a different stakeholder than the one that normally serves the learner in discussion, then a virtual learning supporting process within the VC may be set up, between the two or more stakeholders. Additionally to the

stakeholder, the results show the corresponding process(es) and task(s) that need to be considered when establishing the virtual learning process.

## **5. Future research**

The results guide us to indicate students' views on a general framework for a VC in education including also students with disabilities. VCs may differ among different cultures, among mature students and they include many other features that are not studied in this research work. For future research, the design and development of a framework for VCs that meet the needs of students with disabilities will shed more light into this topic. Furthermore, the development of such VC may also become the necessary infrastructure for enhancing communication among all members of VC.

Further large scale research is needed in order to develop a deep understanding of the contribution of VCs in students learning abilities and the learning process in general.

## **6. Conclusion**

The complexity of e-learning as well as learning in general is challenging and many research opportunities spawn from the integration of learning, technological and psychological considerations. FCMs provide the necessary concepts and tools in order to integrate learners' cognition issues, together with learning quality and other aspects. Fuzzy logic provides the required mathematical background to tackle the subjectivity of quality perception as well as it provides the means for acquiring the learners' differing views, in Virtual Communities settings where the interactions among stakeholders can be studied. The proposed approach allows for the modelling and analysis of learners' requirements on a VC network, search for alternative virtual learning for offering quality learning and identifying ways for improving learning for special needs people.

## References

- Armstrong A., and Hagel J., (1996). The Real Value of On-Line Communities. *Harvard Business Review*, May-June, pp. 134-141.
- Axelrod R., (1976). *Structure of Decision: The Cognitive Maps of Political Elites*, Princeton, N.J.: Princeton University Press.
- Barnatt C., (1998). Virtual Communities and Financial Services – On-line Business Potential and Strategic Choice. *International Journal of Bank Marketing*, Vol. 16, No. 4, pp. 161-169.
- Baylor A., and Ritchie D., (2002). What Factors Facilitate Teacher Skill, Teacher Morale, and Perceived Student Learning in Technology-using Classrooms? *Computers & Education*, Vol. 39, pp. 395-414.
- Blair K., and Monske E., (2003). Cui bono? Revisiting the Promises and Perils of Online Learning. *Computers and Composition*, Vol. 20, No 4, pp. 441-453.
- Blair K., and Hoy C., (2006). Paying Attention to Adult Learners Online: The Pedagogy and Politics of Community. *Computers and Composition*, Vol. 23, No 1, pp. 32-48.
- Blit-Cohen E., and Litwin H., (2004). Elder Participation in Cyberspace: A Qualitative Analysis of Israeli Retirees. *Journal of Aging Studies*, Vol. 18, No 4, pp. 385-398.
- Claxton G., (1999). *Wise up: The challenge of Lifelong Learning*. London: Bloomsbury.
- Jin Q., (2002). Design of a Virtual Community Based Interactive Learning Environment. *Information Sciences*, Vol. 140, No 1-2, pp. 171-191.
- Johnson C., (2001). A Survey of Current Research on Online Communities of Practice. *The Internet and Higher Education*, Vol. 4, No 1, pp. 45-60.
- Kardaras D., and Karakostas V., (1999). The Use of Fuzzy Cognitive Maps to Simulate the Information Systems Strategic Planning Process. *Information and Software Technology*, 41(4), pp. 197-210.
- Kosko B., (1986). Fuzzy Cognitive Maps, *International Journal on Man-Machine Studies*, 24, pp. 65-75.
- Lee J., Hong N., and Ling N., (2002). An Analysis of Student's Preparation for the Virtual Learning Environment. *The Internet and Higher Education*, Vol. 4, pp. 231-242.
- Nichols M., (2003). A Theory for e-Learning. *Educational Technology & Society*, 6(2), pp. 1-10, Available at <http://ifets.ieee.org/periodical/6-2/1.html> (ISSN 1436-4522).
- Papert S., (1994). *The Children's machine: Rethinking School in the Age of Computer*.

- New York: Harvester Wheatsheaf.
- Preece J., (2000). *Online Communities: Designing Usability, Supporting Sociability*. England: John Wiley.
- Romm C., Pliskin N., and Clarke R., (1997). Virtual Communities and Society: Toward an Integrative Three Phase Model. *International Journal of Information and Management*, Vol. 17, No. 4, pp. 261-270.
- Rosenberg M.J., (2001), *E-learning, Strategies for Delivering Knowledge in the Digital Age*, McGraw-Hill, New York.
- Shu-Sheng Liaw, Hsiu-Mei Huang and Gwo-Dong Chen, (1996). An Activity-Theoretical Approach to Investigate Learners' Factors toward e-learning Systems, *Computers in Human Behavior*, Vol. 23, Issue 4, pp. 1906-1920.
- Teo H., Chan H., Wei K., and Zhang Z., (2003). Evaluating Information Accessibility and Community Adaptivity Features for Sustaining Virtual Learning Communities. *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 59, No. 5, pp. 671-697.
- Turkle S., (1995). *Life on the Screen: Identity in the Age of the Internet*. New York: Simon & Schuster.
- Turvey K., (2006). Towards Deeper Learning through Creativity within Online Communities in Primary Education. *Computers & Education*, Vol. 46, No 3, pp. 309-321.
- Wachter R., Jatinder N., Mohammed G., and Quaddus A., (2000). IT takes a Village: Virtual Communities in Support of Education. *International Journal of Information Management*, Vol. 20, No 6, pp. 473-489.
- Weller M., (2007). The Distance from Isolation: Why Communities are the Logical Conclusion in e-learning. *Computers & Education*, Vol. 49, Issue 2, pp. 148-159.
- Wenger E., (1998). *Communities of practice: Learning, meaning and identity*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wood D., (1998). *How Children Think and learn*. (2<sup>nd</sup> Edition), London: Blackwell.
- Yang Z., and Liu Q., (2007). Research and Development of Web-based Virtual Online Classroom. *Computers & Education*, Vol. 48, No 2, pp. 171-184.
- Zhang D., Zhao L., Zhou L., Nunamaker J. Jr., (2004). Can e-learning Replace Classroom Learning? *Communication of the ACM*, May, Vol. 47. No 5.

# Using Time - Frequency Representations for DTMF Detection

*Cornelia Gordan, Romulus Reiz,  
University of Oradea, Romania*

*Christodoulos Kokkonis  
T.E.I of Piraeus, Greece*

---

## Abstract

In this paper we explore the possibility of using time-frequency representations (namely the Short Time Fourier Transform) for the process of decoding Dual-tone Multi-Frequency (DTMF) signals. The paper shows the advantages of using time-frequency representation based detection in the case of DTMF signals covered with noise due to improper telecommunication channels.

---

## Περίληψη

Η παρούσα εργασία διαπραγματεύεται την ανάλυση της πιθανότητας χρήσης των χρονοσυχνοτικών αναπαραστάσεων (συγκεκριμένα ο Μετασχηματισμός Fourier Βραχέως Χρόνου) για τη διαδικασία αποκωδικοποίησης Δίτονων Πολυσυχνοτικών σημάτων (DTMF). Η εργασία αυτή εστιάζεται στα πλεονεκτήματα της χρήσης μεθόδων ανίχνευσης βασισμένων σε χρονοσυχνοτικές αναπαραστάσεις, στην περίπτωση Δίτονων Πολυσυχνοτικών σημάτων (DTMF) καλυμμένων από θόρυβο οφειλόμενο σε ατέλειες τηλεπικοινωνιακών διαύλων.

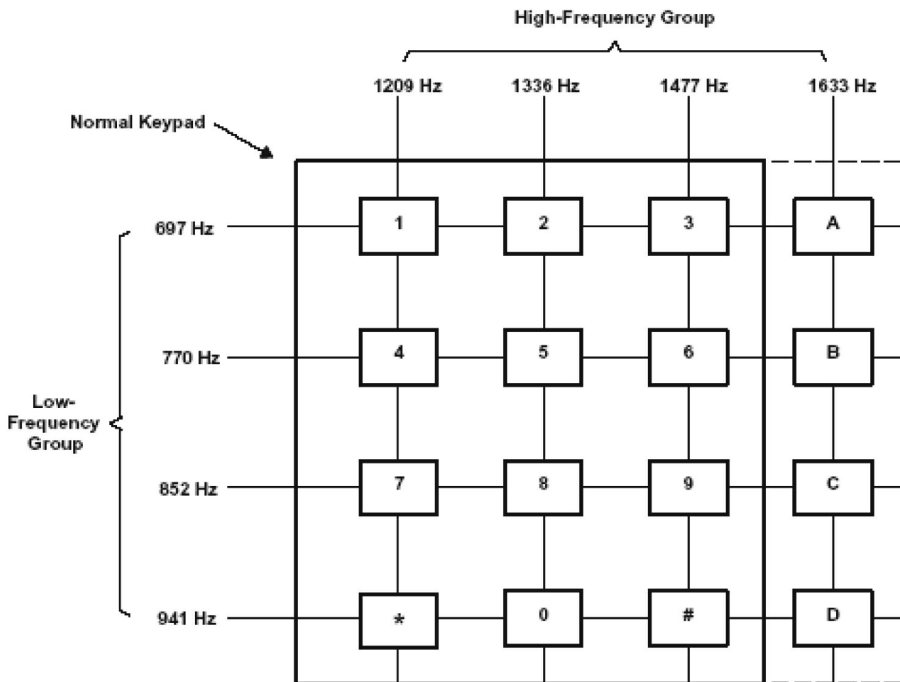
## Keywords:

Time-frequency representations, Non-stationary signals, DTMF.

## 1. Introduction

Dual-tone multi-frequency (DTMF) signaling is a standard in telecommunication systems [1]. DTMF detection is used to detect DTMF signals in the presence of speech and dialing tone pulses. Besides being used to set up regular calls on a telephone line, DTMF detection is suitable for computer applications such as voice mail and electronic mail, and telephone control features such as conference calling and call forwarding.

A DTMF signal consists of the sum of two sinusoids –or tones– with frequencies taken from two mutually exclusive groups. These frequencies were chosen to prevent any harmonics from being incorrectly detected by the receiver as some other DTMF frequency. Each pair of tones contains one frequency of the low group (697 Hz, 770 Hz, 852 Hz, 941 Hz) and one frequency of the high group (1209 Hz, 1336 Hz, 1477 Hz) and represents a unique symbol. The frequencies allocated to the push-buttons of the telephone pad are shown in figure 1. It has to be noted that the A, B, C, and D keys are usually not present on a regular telephone keypad.



**Figure 1:** The DTMF keypad

Analog DTMF detection is done using bandpass filter banks with center frequencies at the DTMF signal frequencies. Analog receivers have wide tolerances to compensate for distortion caused by aging transmitters, variations in keying characteristics, and

transmission line distortion. These distortions compound the problem of digital DTMF detection [2].

In digital switching systems is desirable to treat all signals uniformly, bringing all signals through A/D converters and switching them through the PCM system. Therefore the need for digital DTMF detection is justifiable to avoid the costs of hardware and D/A conversion needed to use analog detectors. With the constant advances in VLSI driving DSP costs downward, it is economically useful to replace analog detectors with their digital counterparts which are more reliable, maintenance cost effective, and spatially minimal.

Several techniques for digital DTMF detection have been used, but most designers have settled on either digital filtering or discrete Fourier transform (DFT). In digital filtering, DTMF signals are passed through digital bandpass filters centered at the signaling frequencies (shades of analog). The power at each frequency is then measured repeatedly to detect the DTMF tones. A DSP then interprets and translates them for the proper switching. The DFT also measures signal power at the signaling frequencies but has the additional need to check for signals of some minimum duration. This will help to ensure robustness toward speech and noise. The actual DFT is based on the Goertzel algorithm.

The DTMF signaling frequencies are very closely spaced. It is obvious that the bandwidth of the filter used for detection must be narrow enough to avoid any bleeding of adjacent frequencies. An even more limited bandwidth is introduced when one considers that some of today's DTMF signal generators (phones, modems, etc.) are poorly made to such an extent that the actual frequencies generated are not as shown in Figure 1. On the other hand, the design must be efficient enough to run in real time. So we have a trade-off between the number of DFT points that must be taken to give proper bandwidth (and accurate spectrum) compared with the amount of time it takes to evaluate that number of points.

Since the DTMF signal is actually a multicomponent nonstationary signal, time-frequency methods can be applied to properly detect these signals. For non-stationary signals found in many important applications, the right tools to apply are time-frequency representations (TFRs), which measure how the frequency content of a signal changes over time. TFRs like the short-time Fourier transform (STFT), the wavelet transform, and the Wigner distribution are very useful in solving different problems that occur in fields like geophysics; data compression; image coding and analysis; communications; speech and acoustic signal processing, and medical signal processing. The time-frequency plane is a rich feature space for analyzing the signal's attributes. A TFR of a multi-component non-stationary signal consists of sets of ridges, the orientations and widths of which characterize the signal. For example, once computed, time-frequency images can be processed using edge detection and other image processing algorithms to automatically determine the ridge parameters. The STFT and continuous wavelet transform have been suggested for the first, image generation step of the feature extraction procedure. In this paper, we will explore the advantages of using TFRs in DTMF detection.

Bilinear time-frequency distributions, offer a wide range of methods designed for the

analysis of non stationary signals. Nevertheless, a critical point of these methods is their readability, which means both a good concentration of the signal components and no misleading interference terms. Some efforts have been made recently in that direction, and in particular a general methodology referred to as reassignment. TFRs are two dimensional functions of time  $t$  and frequency  $f$  that indicate how the frequency content of a signal  $x$  changes over time. The simplest TFR is the spectrogram, the squared magnitude of the STFT:

$$S_x(t, f) = \int x(\tau) \omega^*(\tau - t) e^{-j2\pi f\tau} d\tau \quad (1)$$

The classical time-frequency resolution tradeoff of the spectrogram, which is controlled by the analysis window  $w$ , has prompted the development of more advanced bilinear TFRs, including the Wigner distribution.

$$W_x(t, f) = \int x\left(t + \frac{\tau}{2}\right) x^*\left(t - \frac{\tau}{2}\right) e^{-j2\pi f\tau} d\tau \quad (2)$$

This TFR can be interpreted as a short-time Fourier transform with the window matched to the signal. While the Wigner distribution is highly concentrated, due to its nonlinearity it generates cross-components and is very sensitive to noise. The spectrogram and Wigner distribution both belong to Cohen's class of TFRs. The Wigner distribution can be interpreted as the central, generating member of this class, with each Cohen's class TFR  $C$  obtained via the two-dimensional correlation,

$$C_x(t, f) = \iint W_x(\tau, \nu) \phi(\tau - t, \nu - f) d\tau d\nu \quad (3)$$

with  $\phi$  the kernel of  $C$ . The spectrogram kernel is the Wigner distribution of the analysis window itself,  $\phi_{\text{spec}} = W_w$ . Without loss of generality, we will assume that  $\phi(t, f)$  is centered at  $(0; 0)$  in the time-frequency plane.

## 2. Analyzing DTMF signals using time-frequency representations

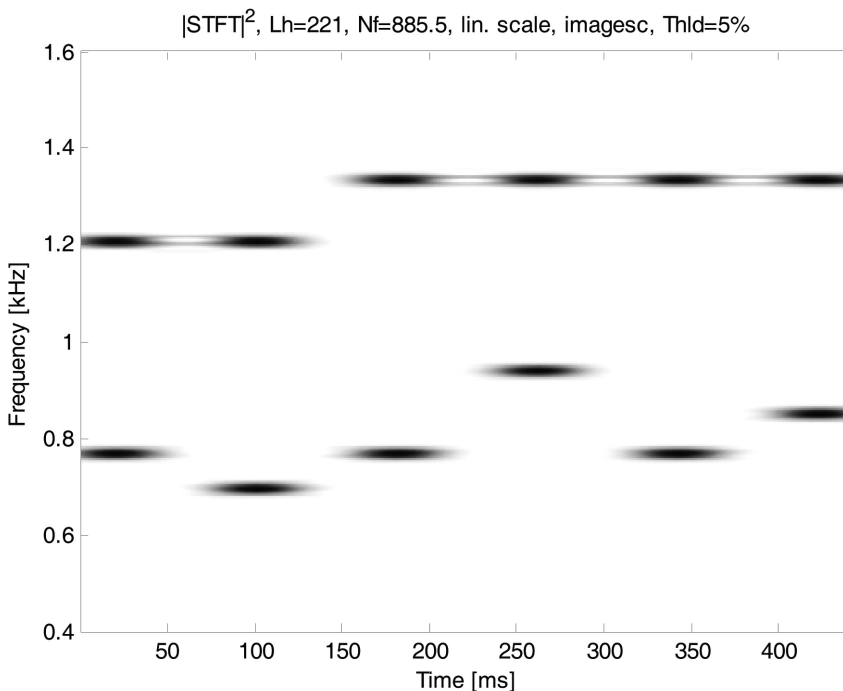
The problem addressed in this paper is how, given a digital single-channel data stream, to detect the presence of valid DTMF tones. The algorithm must be capable of accurately determining:

- 1) which of the eight DTMF frequencies are present,
- 2) the relative signal power at each of the frequencies,
- 3) the duration that these signals are present. These signal characteristics must then be compared to industry standard criteria to determine whether a valid DTMF tone is present.

Using time-frequency representations, these problems can be solved by calculating the local maxima of the energy contents of the signals in the time-frequency plane. First we generated an DTMF signal having a minimum tone duration of 40 milliseconds, and a minimum tone-pause duration of 40 milliseconds. There is no additional synchronization constraint on maintaining a fixed spacing or duration of the tones. The phone number that was used was 415058, so the signal should have the following spectral components: 770 Hz and 1209 Hz for the number 4 on the keypad, 697Hz and 1209 for 1, 770Hz and 1336Hz for 5, 941 Hz and 1336 Hz for 0, and finally 852 Hz and 1336 Hz for the number 8 on the keypad.

Then the Short Time Fourier Representation of this signal was calculated. This representation is shown in Figure 2. The multi-component spectral content of the signal is obvious in this figure. When the useful signal is multicomponent or it is perturbed by additive noise the estimation problem is more complicated and the algorithms already reported generally don't work. This is the reason why we propose here a method based on the use of time-frequency representations. These distributions have two useful properties:

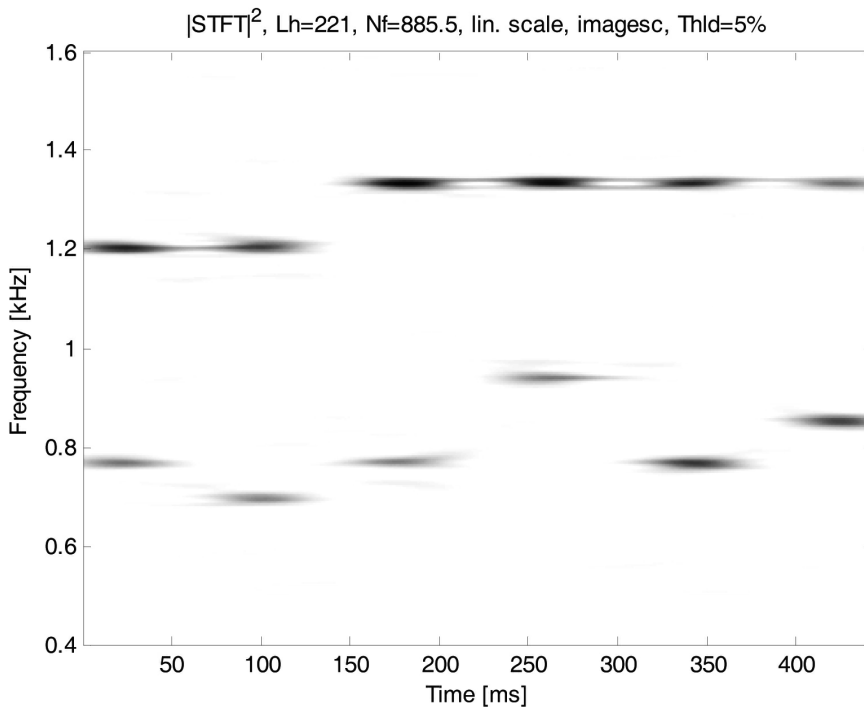
1. They have a very good concentration around the curve of the instantaneous frequency of the analyzed signal, [3];
2. They realize a diffusion of the perturbation noise's power in the time-frequency plane.



**Figure 2:** STFT representation of the multi component DTMF signal

So, computing the time-frequency representation of the analyzed signal with noise, we can obtain a good estimation of the ridges of the time-frequency representation of the original signal. Projecting these ridges on the time-frequency plane we obtain a good estimation of the frequency content of the analyzed signal. There are many methods to estimate the ridges of a time-frequency representation. The role of the time-frequency representation in our estimation method is to spread the noise in the time-frequency plane and to locate the ridges of the time-frequency representation of the useful signal. For frequency estimation of multicomponent signals or of signals perturbed by noise, the linear time-frequency representations are more useful due to the presence of the interference terms of bilinear time-frequency representations.

The Short Time Fourier Representation of a DTMF signal covered with gaussian noise was calculated. This representation is shown in Figure 3.



**Figure 3:** STFT representation of the DTMF signal covered with noise

Then the time-frequency representation can be processed using mathematical morphology elements. The image obtained above is converted in binary form. This realizes a thresholding of the time-frequency representation image. In fact this is a denoising procedure. The effect of the use of this operation is a denoising of the image of the time-frequency representation.

Then one can apply the dilation operator on the image and calculating the skeleton of

the last image, an estimation of the signal's spectrum is being obtained. The conversion in binary form realizes a denoising of the time-frequency distribution. The role of the dilation operator is to compensate the connectivity loss, produced by the preceding conversion. The skeleton produces the ridges estimation. Comparing the results obtained by the ridges estimation with the known spectral content that belong to a dtmf signal, the original phone number can be obtained.

Although the method is computation-intensive compared to classic methods, it has the advantage of being able to correctly detect phone numbers even when the signal is deeply covered with noise.

Our DTMF detection algorithm exhibits excellent voice rejection performance while correctly detecting the dual-tones in signal to noise ratio levels as low as -3 dB. The results obtained with this method show that we can detect tones with SNR's as low as -10 dB.

### **3. Conclusions**

The method shows great promise for analysis of non stationary DTMF signals with the goal of extracting instantaneous attributes. Further analysis is still required and the computational speed will be a real issue given that one needs to first compute the time-frequency representation before instantaneous attributes can be extracted based on a TFR, and all should be done in real-time. Using more advanced time-frequency methods, like for example wavelet-based representations, the results should be even better. The estimation method proposed in this paper can be used in a lot of other applications. Some of them, like radar, sonar, or seismic signal processing are already recognized as applications of the time-frequency representations theory. This method can be used in measurements, too.

## References

- [1] C. Marven, *General-Purpose Tone Decoding and DTMF Detection*, in Theory, Algorithms, and Implementations, Digital Signal Processing Applications with the TMS320 Family, Vol. 2, literature number SPRA016, Texas Instruments (1990).
- [2] Keiser, Bernhard E. and Strange, Eugene. *Digital Telephony and Network Integration*. Van Nostrand Reinhold Company, 1985, pp. 289-90, 306-7.
- [3] P. Flandrin. *Representation temps-fréquence*. Hermes, 1993.
- [4] S. Qian, D. Chen, *Joint Time-Frequency Analysis*. Prentice Hall, 1996.
- [5] R. Carmona, B. Torresani, W. L. Hwang, *Identification of Chirps with Continuous Wavelet Transform*, Wavelets and Statistics, A. Antoniadis and G. Oppenheim editors, Springer Verlag, New -York, 1995, pp. 95 - 108.
- [6] C. Gordan, M. Regep, I. Nafornta, *Estimating and Interpreting the Instantaneous Frequency of a Frequency Modulated Signal. Part 1. Fundamentals and Algorithms*, Scientific Bulletin of "Politehnica" University, Timisoara, Tome 43, pp. 175 - 184, 1998.
- [7] C. Gordan, M. Regep, I. Nafornta, *Estimating and Interpreting the Instantaneous Frequency of a Frequency Modulated Signal. Part 2. Practical Results*, Scientific Bulletin of "Politehnica" University, Timisoara, Tome 43, pp. 185 - 190, 1998.
- [8] B. Boashash, *Time-Frequency Signal Analysis* in Advances in Spectrum Analysis and Array Processing. S. Haykin (editor), pp.418-519, Prentice Hall 1991.
- [9] B. Boashash, A. Reilly. *Algorithms for Time-Frequency Signal Analysis*, in Time Frequency Signal Analysis. B. Boashash (editor), pp.141-163, John Wiley 1992. Darapo, *An Operator Theory Approach to Discrete Time-Frequency Distribution*, Proceedings of the IEEE Conference "TFTS'96", pp. 521 - 524, Paris 1996.

# Εισαγωγή νέας χρήσης στην «οικία Δαλλιέτου» στην Κέρκυρα

Σταματίνα Γ. Μαλικούτη  
Δρ Αρχιτέκτων Μηχανικός ΕΜΠ  
Αναπληρώτρια καθηγήτρια  
Τμήμα Πολιτικών Δομικών Έργων  
ΣΤΕΦ/ΤΕΙ Πειραιά

Σπυριδούλα Κονιδάρη  
Τμήμα Πολιτικών Δομικών Έργων  
ΣΤΕΦ/ΤΕΙ Πειραιά

---

## Περίληψη

Στο άρθρο αυτό παρουσιάζονται τα κύρια σημεία από την πρόταση επαναχρησιμοποίησης, δομικής και μορφολογικής αποκατάστασης της *οικίας Δαλλιέτου*, που βρίσκεται στο ιστορικό κέντρο της πόλης της Κέρκυρας.

Η μελέτη επικεντρώνεται στην ολοκληρωμένη αντιμετώπιση της επαναχρησιμοποίησης διατηρητέου κτηρίου στον αστικό ιστό διαμέσου, αφενός της καταγραφής της δομικής κατάστασης και της φέρουσας ικανότητας του κελύφους, καθώς και της σχέσης του τον περιβάλλοντα χώρο, αφετέρου της διερεύνησης εναλλακτικών προτάσεων λειτουργικής αποκατάστασης.

Μετά την αποτύπωση, η μεθοδολογία που ακολουθούμε συνίσταται: α) στην ανάλυση της υπάρχουσας κατάστασης, β) στην καταγραφή και την επεξεργασία των προβλημάτων, γ) στην περιγραφή τριών εναλλακτικών προτάσεων επαναχρησιμοποίησης και δ) στην πρόταση δομικής και μορφολογικής αποκατάστασης, σύμφωνα με το κτιριολογικό πρόγραμμα της περισσότερο δόκιμης από τις προηγούμενες προτάσεις και τους περιορισμούς σεβασμού στην ιστορικότητα και την αυθεντικότητα του κελύφους.

Στα πλαίσια αυτά διαρθρώνονται οι κύριες ενότητες της εργασίας.

## Λέξεις κλειδιά:

επαναχρησιμοποίηση, αρχιτεκτονική κληρονομιά, δομική αποκατάσταση, ιστορία αρχιτεκτονικής, Παλιά Πόλη Κέρκυρας.

## Abstract

This paper refers to the rehabilitation and reuse project –in a preliminary level– of *Dallietos' residence* in the historic centre of the Corfu town.

The main aim of the project consists in the integration of the above mentioned remarkable building in the cultural “stock” of the Old Town of Corfu through the insertion of the appropriate new uses and the protection of its authenticity, as well as its upgrade, both functional and aesthetic.

The paper is divided in the follow parts: the analysis of the recent situation including the recording of the structural and architectural features, the problems' diagnosis and evaluation, the research on the alternative uses selection and the proposal of functional rehabilitation and restoration according with the needs of the use evaluated as the most compatible.

## Keywords:

reuse, rehabilitation, architectural heritage, history of architecture, Old Town of Corfu.

## 1. Εισαγωγή

Η οικία *Δαλλιέτου* (1) (εικ. 1) βρίσκεται στο ιστορικό κέντρο της πόλης της Κέρκυρας και είναι κτισμένη επάνω στον προμαχώνα Ραϊμόνδου. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε ως κατοικία.

Η θέση της συνιστά σημαντικό κριτήριο και για τη χρονολόγησή της –η οποία είναι δύσκολη εξαιτίας της απουσίας επιγραφής στις όψεις του κτηρίου–, αποκλείοντας την ανέγερσή της στα χρόνια της ενετικής κυριαρχίας. Η κατασκευή της τοποθετείται στο διάστημα 1840-1880 (Κονιδάρη, 2006: 11), όπως προκύπτει από τα γεγονότα, ότι αυτά τα οχυρωματικά έργα κατεδαφίζονται στα 1837 και, σύμφωνα με ιστορικές πληροφορίες, το 1873 παραδίδονται σχέδια κτηρίων στην τότε αγγλική διοίκηση (Αγοροπούλου-Μπιρμπίλη, 1977: 129). Μια δεύτερη φάση κατασκευής είναι εμφανής στο κτήριο και χρονολογείται μετά το 1975.

Το ιδιοκτησιακό καθεστώς του κτηρίου είναι μικτό: το υπόγειο, το ισόγειο και ο κήπος ανήκουν στον Δήμο Κερκυραίων με δωρεά του ιδιοκτήτη (2), ενώ ο όροφος σε ιδιώτες.

Μετά τη δωρεά, στο τμήμα που ανήκει στον Δήμο έγιναν μετατροπές για τη στέγαση της Δημοτικής Πινακοθήκης, η οποία φιλοξενήθηκε στο κτήριο για ένα διάστημα. Σήμερα, στους χώρους της λειτουργεί το Κ.Α.Π.Η. Σχετικά με τα υπόλοιπα επίπεδα, σε ένα τμήμα του ορόφου λειτουργεί το Ωδείο «Φίλιππος Νάκας», ενώ το υπόλοιπο χρησιμοποιείται ως κατοικία και δικηγορικό γραφείο.



*Εικ. 1. Υφιστάμενη κατάσταση: πρόσοψη της οικίας Δαλλιέτου από την οδό Ακαδημίας.*

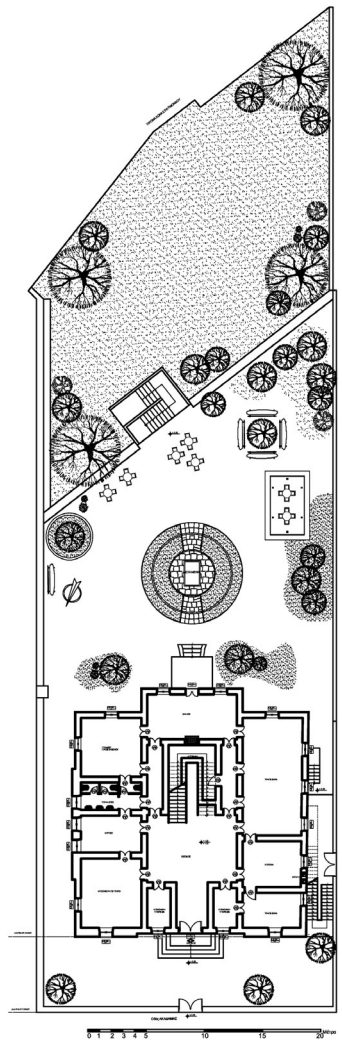
## **2. Ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης (3)**

Το κτήριο είναι κτισμένο σε επίμηκες οικοπέδο έκτασης 1.957,53 τ.μ. και περιβάλλεται από μεγάλο διαμορφωμένο κήπο, περιφραγμένο στις τρεις πλευρές του με λιθοδομή. Στο νότιο τμήμα του οικοπέδου σώζεται μέρος από την περιτείχιση της παλιάς πόλης και τον προμαχώνα Ραϊμόνδου.

Η λειτουργική διάρθρωση του οικοδομήματος αντανακλά την αρχική χρήση της κατοικίας και ακολουθεί τα νεοκλασσικά πρότυπα, που εφαρμόζονταν στην Κέρκυρα στην περίοδο της Αγγλοκρατίας: τετραγωνική κάτοψη, με συμμετρική κατανομή των χώρων γύρω από έναν κεντρικό διάδρομο, κατακόρυφη επικοινωνία στον άξονα και ιεράρχηση κύριων και δευτερευόντων χώρων σε σχέση με την πρόσοψη.

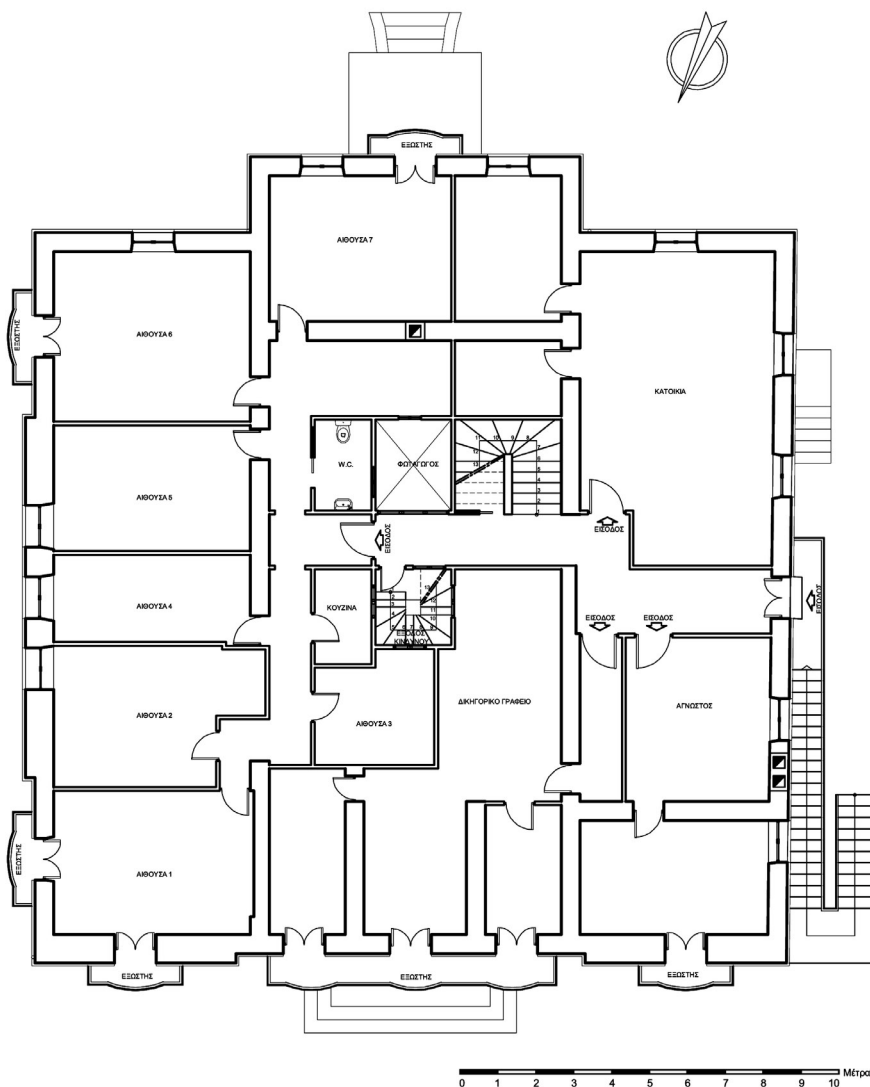
Το ημιυπόγειο, που βρίσκεται στη νοτιοδυτική πλευρά του κτιρίου και έχει εμβαδόν 58,94 τ.μ., αποτελεί ένα μικρό τμήμα και έχει πρόσβαση μόνον από τον εξωτερικό χώρο διαμέσου μιας στενής πέτρινης σκάλας.

Το ισόγειο (εικ. 2) –επιφάνειας 401,43 τ.μ.–, που φιλοξενεί το Κ.Α.Π.Η. του Δήμου Κερκυραίων –όπως προαναφέρθηκε–, είναι υπερυψωμένο και έχει συμμετρική διαρρύθμιση ως προς τον κεντρικό άξονα: στην ανατολική πλευρά υπάρχουν ιατρείο, αίθουσα φυσικοθεραπευτηρίου, γραφείο προϊστάμενου και χώροι υγιεινής, ενώ στη δυτική χώροι τραπεζαρίας και κουζίνας. Τα γραφεία της Κοινωνικής Υπηρεσίας οργανώνονται στις δύο πλευρές της κεντρικής εισόδου, απέναντι από την οποία βρίσκεται το κύριο κλιμακοστάσιο που άλλοτε οδηγούσε στον όροφο, σήμερα όμως έχει κλείσει για να διαχωριστούν οι ιδιοκτησίες. Το τελευταίο περιβάλλεται από διαδρόμους που οδηγούν στο σαλόνι.



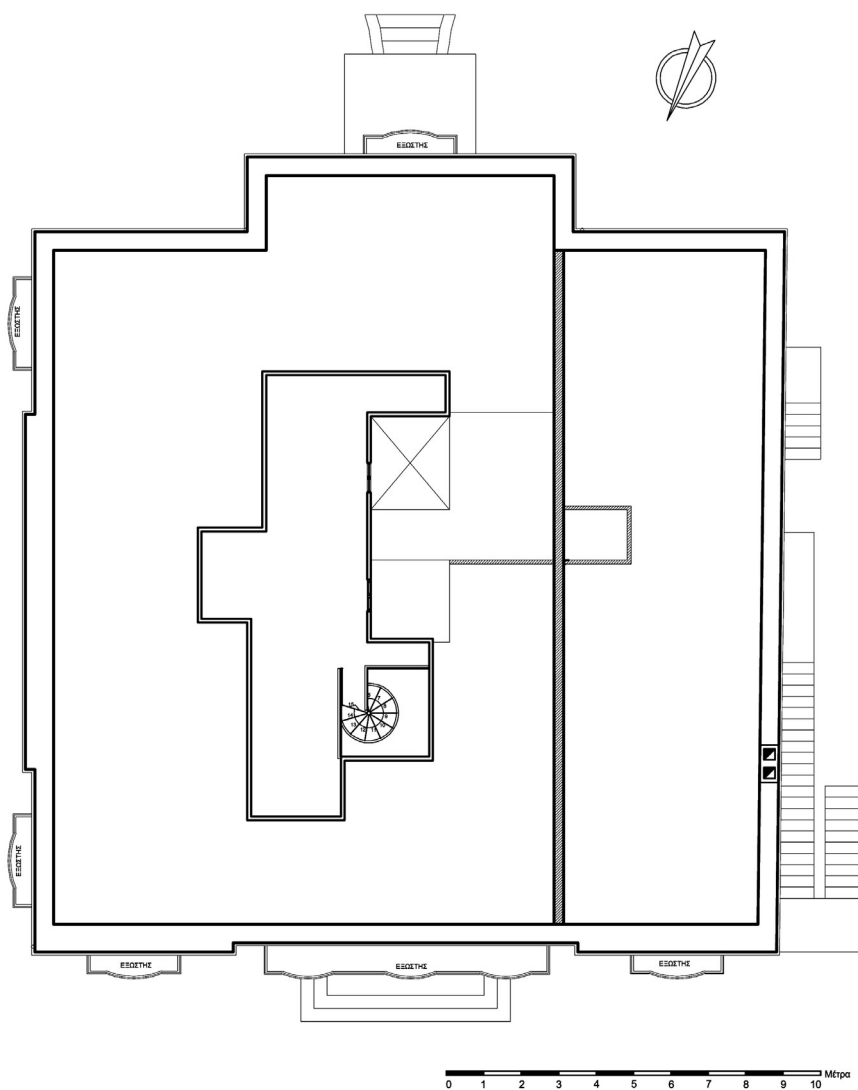
**Εικ. 2.** Υφιστάμενη κατάσταση: Κάτοψη ισογείου

Ο όροφος (εικ. 3) –ισοδύναμης επιφάνειας με το ισόγειο– είναι προσπελάσιμος εξωτερικά από τη δυτική όψη, από μια κλίμακα μεταγενέστερης κατασκευής, και λόγω του μεγάλου ύψους του, έχει διαχωριστεί σε δύο ισεμβαδικές στάθμες –πρώτο και δεύτερο όροφο. Μια κλίμακα από σκυρόδεμα οδηγεί στον δεύτερο όροφο (εικ. 4), ο οποίος χρησιμοποιείται κατά το ήμισυ ως ωδείο, ενώ το άλλο μισό βρίσκεται σε κατάσταση οικοδομής και δεν χρησιμοποιείται. Από αυτήν τη στάθμη, μια μικρή κυκλική σκάλα οδηγεί στο δάμα (εικ. 5), ένα μικρό τμήμα επιφάνειας 48,11 τ.μ. στην ανατολική πλευρά.



**Εικ. 3.** Υφιστάμενη κατάσταση: Κάτοψη πρώτου ορόφου





Εικ. 5. Υφιστάμενη κατάσταση: Κάτοψη δώματος

Ο φέρων οργανισμός του κτηρίου συνίσταται σε περιμετρική λιθοδομή και δύο εσωτερικούς φέροντες τοίχους στο επίπεδο του ισογείου κατά μήκος της ανατολικής και δυτικής όψης. Το σύνολο των εσωτερικών χωρισμάτων του ισογείου είναι από λιθοδομή. Τα περισσότερα πατώματα και τα κουφώματα είναι ξύλινα. Τα σκούρα είναι γαλλικά. Η στέγη είναι τετράρριχτη κεραμοσκεπή με μικρή υποχώρηση στο νότιο τμήμα της. Τα επιχρίσματα είναι από τριφτή ασβεστοκονία χρώματος μπλε. Σχετικά με τα ρυθμολογικά και διακοσμητικά στοιχεία, σε όλο το μήκος των όψεων τρέχουν έξι ζώνες από τραβηχτό ασβεστοκονίαμα, ενώ υπάρχουν ψευδοκολώνες από τριφτό ασβεστοκονίαμα-αρτιφισιέλ στο ισόγειο και με σκοτίες στον όροφο. Τα υπέρθυρα του ισογείου διακοσμούνται με γείσα από τραβηχτό ασβεστοκονίαμα. Στον όροφο υπάρχουν γύψινα διακοσμητικά στοιχεία. Οι παλαιοί εξώστες είναι μαρμάρινοι και στηρίζονται σε πέτρινα φουρούσια με γλυπτό διάκοσμο, φέρουν δε περίτεχνα μεταλλικά κιγκλιδώματα. Οι νεότερες επεμβάσεις είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα, ενώ η κατασκευή του δώματος είναι από ξύλο.

Η μορφολογία των όψεων παραπέμπει στην εποχή της κατασκευής του κτηρίου –στην περίοδο της Αγγλοκρατίας– και στα ρυθμολογικά γνωρίσματα του ώριμου Νεοκλασικισμού, όπως εφαρμόστηκαν στην ιδιωτική αρχιτεκτονική. Η συμμετρία, τα ισαπέχοντα ανοίγματα και οι οριζόντιες ζώνες επικρατούν σε όλες τις όψεις. Ειδικότερα στην πρόσοψη, ο τονισμός του άξονα δηλώνεται με τη μεγαλοπρεπή κύρια είσοδο, τον επιμήκη εξώστη και την οργάνωσή της σε επιμέρους ενότητες. Παρατηρούμε, επίσης, διαφοροποίηση στη μορφολόγηση των δύο επιπέδων, κυρίως διαμέσου των πλαisiών των ανοιγμάτων. Παράλληλα προς τα προηγούμενα χαρακτηριστικά, στα ανακουφιστικά τόξα, καθώς και σε επιμέρους αρχιτεκτονικές λεπτομέρειες –όπως οι κορνίζες, τα γείσα, τα γλυπτά, τα πλαίσια, τα φουρούσια– λανθάνουν ενετικές επιδράσεις, συνήθειες στα κτήρια της Παλιάς Πόλης της Κέρκυρας.

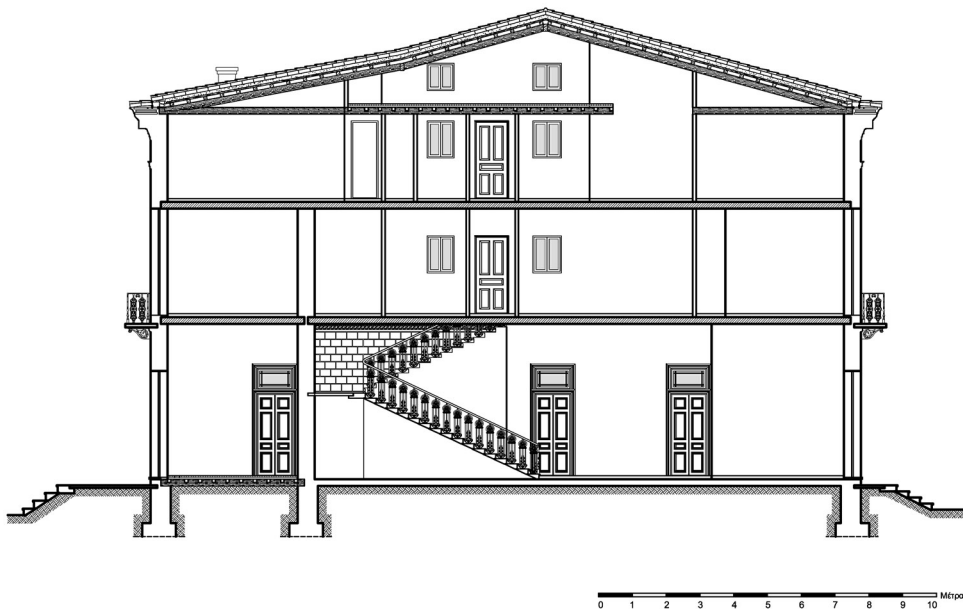
### 3. Διάγνωση των προβλημάτων

Σε ό,τι αφορά στη δομική του κατάσταση, το κτήριο δεν έχει πολύ σοβαρά προβλήματα, ωστόσο η ελλιπής συντήρησή του είναι εμφανής σε αρκετά τμήματά του, όπως στο δάπεδο του υπογείου, στους χρωματισμούς και σε αρχιτεκτονικές λεπτομέρειες –τα γείσα, τους λαμπάδες και τις κορνίζες. Τα προβλήματα εντοπίζονται στις επιπτώσεις των μεταγενέστερων επεμβάσεων, περισσότερο στη λειτουργική διάρθρωση και σημειακά στη μορφολογία των όψεων.

Ένα τμήμα του υπογείου –πιθανά το κελάρι της κατοικίας– είναι κλειστό. Η κύρια κατακόρυφη επικοινωνία έχει αχρηστευθεί, εξαιτίας της προσθήκης επιπλέον πατώματος για την κατασκευή του δευτέρου ορόφου. Η κάτοψη του πρώτου ορόφου έχει ση-

μαντικά αλλοιωθεί για τις ανάγκες της λειτουργίας του Ωδείου: τα εσωτερικά χωρίσματα είναι από οπτοπλινθοδομή, με αποτέλεσμα οι εξωτερικοί τοίχοι των επιμέρους ιδιοκτησιών να είναι λεπτοί. Επιπλέον, έχει δημιουργηθεί φωταγωγός για τον αερισμό και τον φωτισμό των πρόσθετων υγρών χώρων.

Ο δεύτερος όροφος, με την κατασκευή του οποίου αλλοιώθηκε το αυθεντικό ύψος του εσωτερικού του κτηρίου (εικ. 6), χωρίζεται σε δύο τμήματα, στο ανοικοδόμητο και στο οικοδομημένο. Το μισό τμήμα του είναι νεότερης κατασκευής με πλάκα από σκυρόδεμα και εσωτερικούς τοίχους από γυψοσανίδες. Το δάπεδο είναι νέας μορφής με πλακάκια και η οροφή πάλι από γυψοσανίδες. Έχει προστεθεί μια μεταλλική κυκλική κλίμακα που οδηγεί στο δώμα, το οποίο εκτείνεται στην πλευρά του οικοδομημένου τμήματος, έχει δάπεδο ξύλινης κατασκευής και τοίχους και οροφή από γυψοσανίδες, ενώ τμήματα των κεραμιδιών της στέγης έχουν αφαιρεθεί τοπικά ώστε να δημιουργηθούν μικρά ανοίγματα για τον φωτισμό του. Το υπόλοιπο τμήμα αυτής της στάθμης βρίσκεται σε κατάσταση γιαπιού, σε εγκατάλειψη.



**Εικ. 6.** Υφιστάμενη κατάσταση: Τομή Α-Α

Σχετικά με τις όψεις του κτηρίου, η βόρεια, η ανατολική και η νότια διατηρούνται αναλλοίωτες ως προς τα αρχιτεκτονικά τους στοιχεία, σε αντίθεση με τη δυτική όψη (εικ. 7), όπου παρατηρείται σοβαρή αλλοίωση εξαιτίας της νεώτερης κλίμακας από σκυρόδεμα.



*Εικ. 7. Υφιστάμενη κατάσταση: δυτική όψη*

Το μεγαλύτερο τμήμα του περιβάλλοντος χώρου έχει παλαιότερη διαμόρφωση για παρτέρια, δέντρα και μια μικρή δεξαμενή στο κέντρο του, στα οποία η ελλειπής συντήρηση είναι εμφανής. Το υπόλοιπο τμήμα είναι παραμελημένο και δεν έχει διαμορφωθεί. Η λίθινη περιτείχιση του είναι σε μέτρια κατάσταση, ενώ το τμήμα που σώζεται τμήμα από την τείχιση της παλιάς πόλης δεν έχει συντηρηθεί.

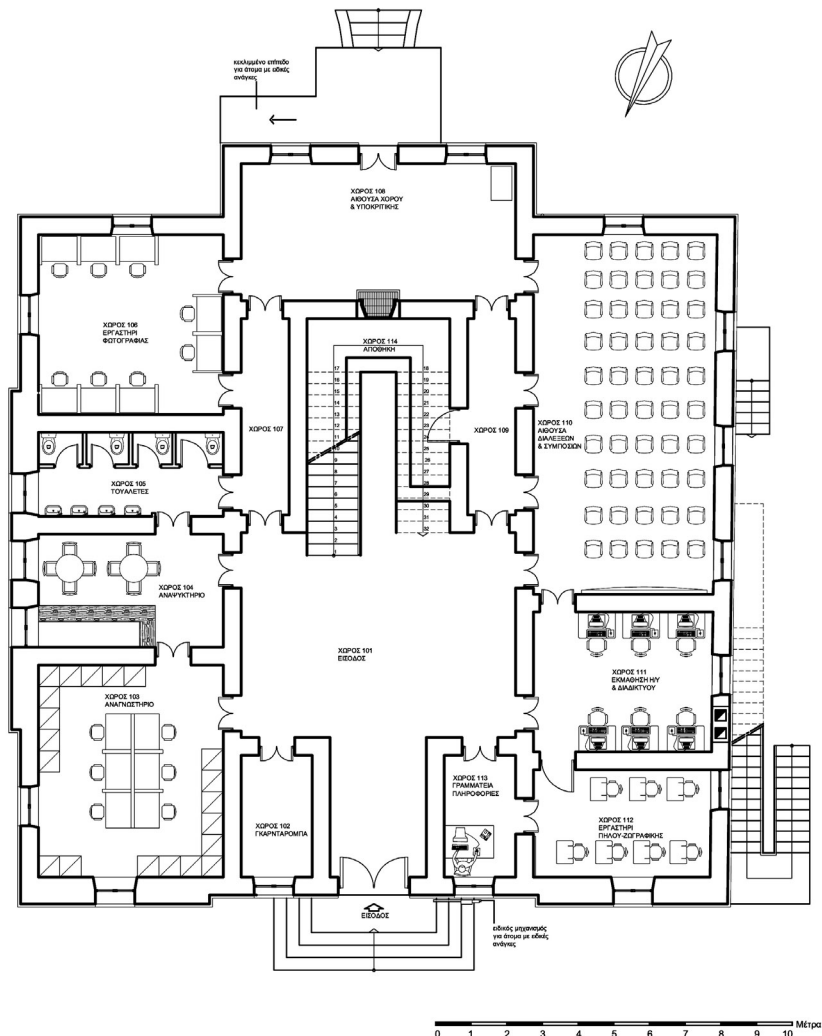
#### **4. Πρόταση εισαγωγής νέας χρήσης**

Οι κύριοι στόχοι της αλλαγής της χρήσης είναι: α) η ανάδειξη της ιστορικής και αρχιτεκτονικής αξίας του συγκροτήματος, β) η πλήρης λειτουργική αξιοποίησή του και η επανένταξή του στη σύγχρονη ζωή, γ) η διατήρηση της αυθεντικότητάς του, δ) η αισθητική αναβάθμιση του περιβάλλοντος χώρου και η διαμόρφωσή του στα αναγκαία σημεία, και ε) η πολιτιστική και τουριστική προβολή της περιοχής, ώστε να αποτελέσει πόλο έλξης τοπικού, υπερτοπικού και διεθνούς ενδιαφέροντος.

Η διερεύνηση για τις πιθανές νέες χρήσεις οδήγησε σε τρεις λύσεις. Στην πρώτη και δεύτερη προτείνεται αλλαγή της εσωτερικής διάρθρωσης μόνο στο τμήμα που ανήκει

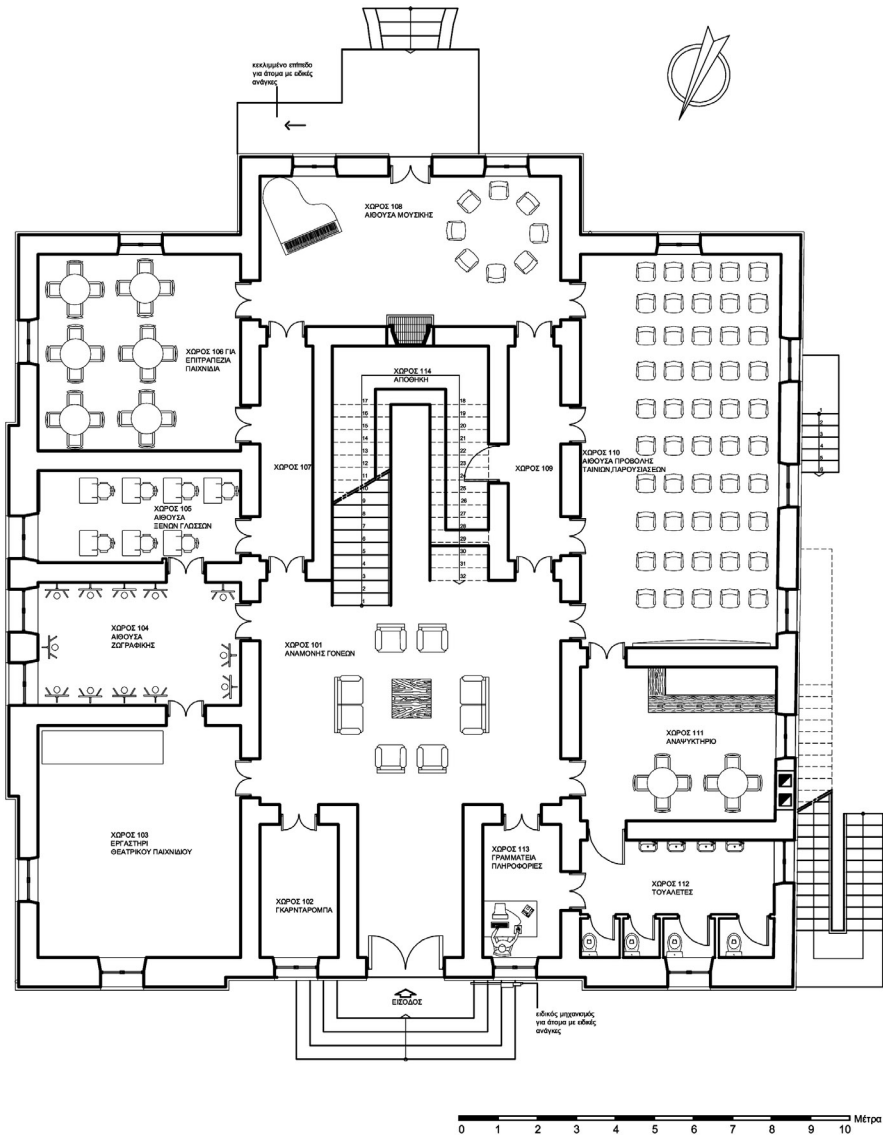
στο Δήμο Κερκυραίων. Η τρίτη πρόταση αφορά σε ολόκληρο το κτήριο – με προϋπόθεση την ομαλή συνεργασία δημόσιου και ιδιωτικού φορέα.

Η πρώτη πρόταση (εικ. 8) αναφέρεται στη δημιουργία ενός πολιτιστικού κέντρου, το οποίο εκτείνεται στη στάθμη του ισόγειου όπου προβλέπονται: χώρος υποδοχής, γκαρνταρόμπα, γραμματεία, ένα μικρό αναγνώστηριο, αναψυκτήριο, εργαστήριο φωτογραφίας, μεγάλη αίθουσα για δεξιώσεις και ημερίδες, καθώς και χώροι υγιεινής. Το υπόγειο θα χρησιμοποιηθεί ως αποθηκευτικός χώρος. Στον περιβάλλοντα χώρο προτείνεται η δημιουργία ενός μικρού θεάτρου.



Εικ. 8. Πρόταση 1: Κάτοψη ισόγειου

Η δεύτερη πρόταση (εικ. 9) αφορά στη δημιουργία ενός κέντρου νεότητας με έναν χώρο αναμονής, μια γραμματεία, μια αίθουσα για θεατρικό παιχνίδι, μια αίθουσα ζωγραφικής, ένα τμήμα εκμάθησης ξένων γλωσσών, μια αίθουσα μουσικής, μια αίθουσα κινηματογραφικών προβολών, έναν χώρο για επιτραπέζια παιχνίδια, αναψυκτήριο και τουαλέτες. Στην περίπτωση αυτή, ο περιβάλλον χώρος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αθλητικές δραστηριότητες.



Εικ. 9. Πρόταση 2: Κάτοψη ισογείου

Σύμφωνα με την τρίτη πρόταση, προτείνεται η αλλαγή χρήσης ολόκληρου του κτηρίου και η μετασκευή του σε λαογραφικό μουσείο, το οποίο θεωρείται μία από τις δόκιμες λύσεις για την ανάδειξη του πολιτιστικού αποθέματος της πόλης. Στην περίπτωση αυτή, το υπόγειο και το ισόγειο παραμένουν ως έχουν, ο όροφος αναδιαμορφώνεται σε ένα μόνον επίπεδο και προστίθεται ένα μικρό δώμα. Η πρόσβαση στον όροφο γίνεται μόνο από την εσωτερική κλίμακα, με συνέπεια την κατάργηση της εξωτερικής πρόσθετης στη δυτική όψη. Αναλυτικότερα:

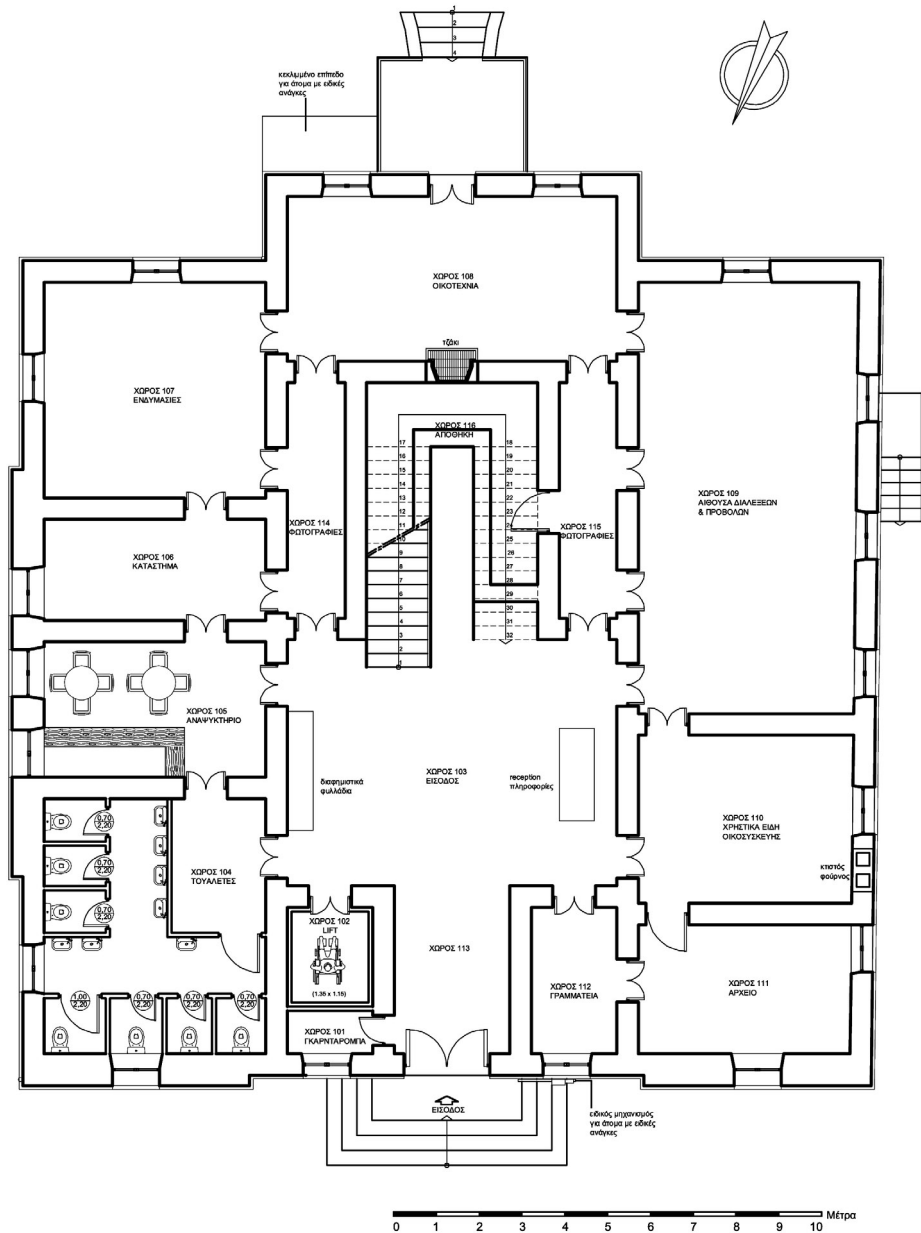
–Το υπόγειο –εμβαδού 58,94 τ.μ.– προτείνεται να διαρθρωθεί ως εργαστήριο συντήρησης και αποκατάστασης των εκθεμάτων.

–Το ισόγειο (εικ. 10) –επιφάνειας 401,43 τ.μ.– θα αποτελείται από έναν χώρο εισόδου, γκαρνταρόμπα, γραμματεία, αρχείο, ένα κατάστημα, αναψυκτήριο, τουαλέτες και έναν ανελκυστήρα που θα οδηγεί στον όροφο. Η ξενάγηση στο ισόγειο προτείνεται να αρχίζει από μια αίθουσα έκθεσης ρουχισμού και επίπλωσης ενός υπνοδωματίου, να συνεχίζει με χώρο στοιχείων οικοτεχνίας και μια αίθουσα εκδηλώσεων, παρουσιάσεων βιβλίων και διαλέξεων. Στον παλιό χώρο του μαγειρείου προτείνεται η έκθεση ειδών οικουσκευής ενώ στους διαδρόμους η έκθεση φωτογραφιών και σχεδίων αρχοντικών της Κέρκυρας.

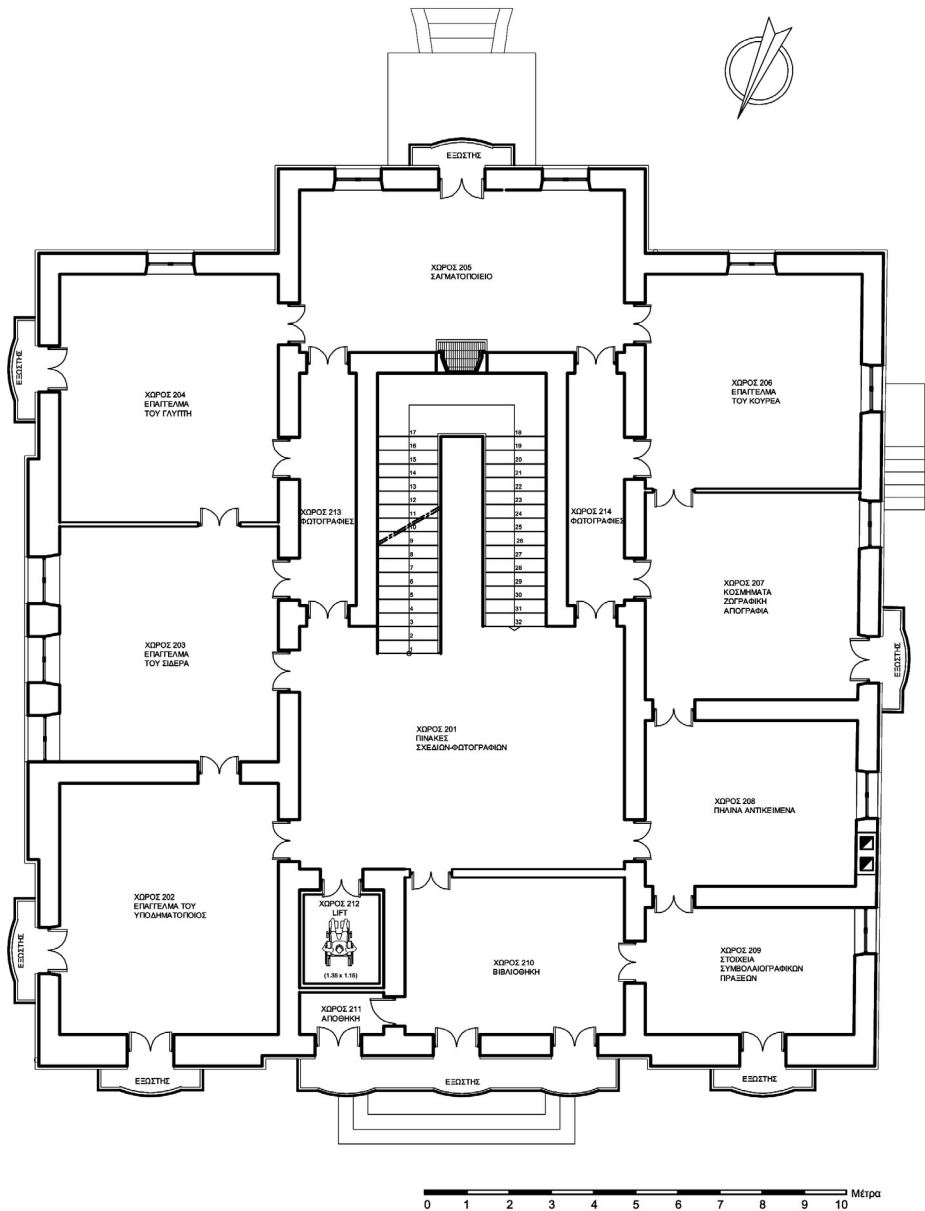
–Στον όροφο (εικ. 11) –επιφάνειας 401,43 τ.μ.– η ξενάγηση θα ξεκινά από τα εργαλεία του τσαγκάρη, θα συνεχίζει στα εργαλεία του σιδερά και του γλύπτη, στο εργαστήριο του σαμαρά και του κουρέα. Η ξενάγηση θα ολοκληρώνεται στις αίθουσες κοσμημάτων, ζωγραφικής, αγιογραφίας, συμβολαιογραφικών πράξεων και σπανίων εκδόσεων βιβλίων.

–Το δώμα –επιφάνειας 110,93 τ.μ.– μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως χώρος γραφείων για τους υπεύθυνους του μουσείου.

–Ο περιβάλλον χώρος μπορεί να φιλοξενήσει αντικείμενα και οχήματα λαογραφικής σημασίας που δεν είναι εύκολο να στεγαστούν στον εσωτερικό χώρο.



Εικ. 10. Πρόταση 3: Κάτοψη ισογείου

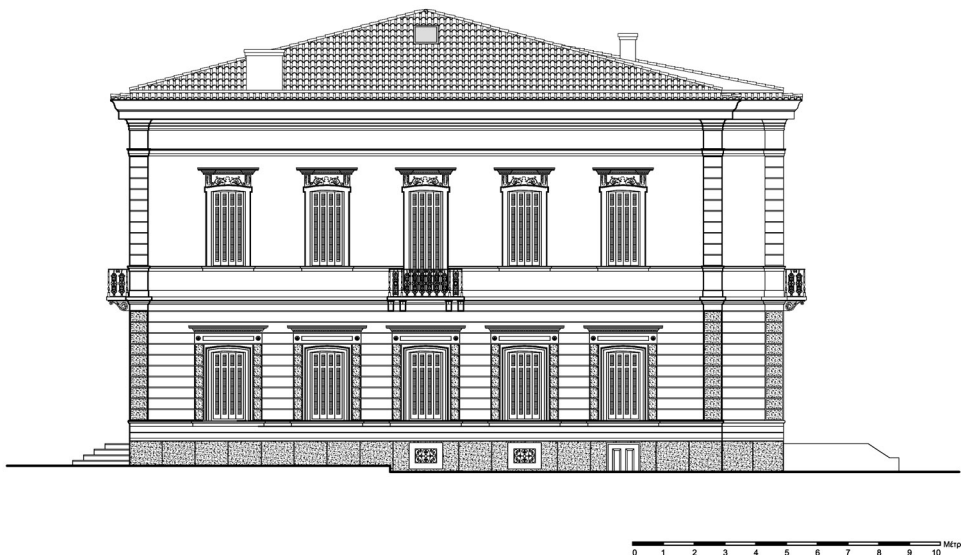


Εικ. 11. Πρόταση 3: Κάτοψη ορόφου

## 5. Πρόταση αποκατάστασης

Σχετικά με τα δομικά και οικοδομικά προβλήματα του κτηρίου, την επαναφορά των όψεων στην αυθεντική μορφολογική κατάσταση, αλλά και για την ικανοποίηση των κτιριολογικών απαιτήσεων της νέας χρήσης, προτείνονται ενδεικτικά τα παρακάτω:

- Διερεύνηση της κατάστασης της θεμελίωσης και ενίσχυση των θεμελίων.
- Συντήρηση του ξύλινου πατώματος του ισόγειου.
- Αφαίρεση όλων των πρόσθετων στοιχείων που αλλοιώνουν σημαντικά την αρχική λειτουργική διάρθρωση (κατεδάφιση των εσωτερικών τοίχων του πρώτου και του δεύτερου ορόφου, καθώς και του δώματος, καθαίρεση της πλάκας του δεύτερου ορόφου).
- Αποκατάσταση του κεντρικού πέτρινου κλιμακοστασίου και κατασκευή κλάδου προς το δώμα.
- Κατασκευή φέρουσας λιθοδομής στον όροφο.
- Καθαίρεση εξωτερικής κλίμακας από οπλισμένο σκυρόδεμα (εικ. 12).



*Εικ. 12. Πρόταση 3: δυτική όψη*

- Συντήρηση της στέγης.
- Συντήρηση των αυθεντικών κουφωμάτων στο ισόγειο και κατασκευή αντίστοιχων στον όροφο.
- Αποκατάσταση των επιμέρους στοιχείων των όψεων.

- Συντήρηση του εσωτερικού διακόσμου στο χώρο της εισόδου και του κλιμακοστασίου.
- Αποκατάσταση του κτιστού φούρνου στο μαγειρείο και συντήρηση της εστίας στο ισόγειο.
- Κατασκευή λεβητοστασίου στο υπόγειο.
- Κατασκευή νέας ηλεκτρικής εγκατάστασης.
- Καθαρισμός και διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου.

## 6. Συμπεράσματα

Κατά την επαναχρησιμοποίηση ενός ιστορικού κτηρίου χωρίς χρήση, συνήθως το ίδιο το κέλυφος «θέτει τα όρια της επέμβασης» (Ζήβας, 1997: 93), ενώ η θέση του στον πολεοδομικό ιστό και γενικότερα το ισχύον νομικό πλαίσιο υπαγορεύουν τις δυνατές χρήσεις. Επιπρόσθετα, τα κριτήρια επιλογής τους και ο τρόπος αποκατάστασης διαμορφώνονται σύμφωνα με τις αρχές και τους κανόνες που διέπουν την προστασία της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς σε ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο, όπως και με την εμπειρία από ανάλογες εφαρμογές.

Στην περίπτωση της αλλαγής των χρήσεων ενός ιστορικού κτηρίου, το πρόβλημα είναι περισσότερο σύνθετο, αφού πρέπει να αποδειχθεί η αναγκαιότητα της μεταβολής και τα συνεπαγόμενα οφέλη –σε οικονομικό, κοινωνικό και πολιτισμικό επίπεδο– από την ενέργεια αυτή.

Η πρόταση εισαγωγής νέας χρήσης στην *οικία Δαλλιέτου* βασίζεται στα προηγούμενα και συνδυάζει την προστασία της ιστορικότητας και την ανάδειξη της αρχιτεκτονικής αξίας του κτηρίου με μια κοινωνικά αναγκαία και οικονομικά βιώσιμη χρήση, συνεισφέροντας στον εμπλουτισμό του πολιτιστικού αποθέματος και κατά συνέπεια στην ανάπτυξη του ιστορικού κέντρου της Κέρκυρας. Από την άλλη, μπορεί να είναι εφαρμόσιμη με την πρόκληση της συνεργασίας του δημόσιου τομέα με ιδιωτικούς φορείς για την χρηματοδότηση και την υλοποίησή της.

## Σημειώσεις

1. Ο Ιωάννης Δαλλιέτος αναφέρεται στις πηγές ως εξέχουσα κερκυραϊκή προσωπικότητα. Είναι ο ιδρυτής του πρώτου εργοστάσιου αλεύρων και ζυμαρικών στην Ελλάδα (Τσανταρίδης, 1992: 57).
2. Ο Ιωάννης Δαλλιέτος, με ιδιόχειρη διαθήκη που έχει συνταχθεί στις 14 Ιουλίου 1964, κληροδότησε τα τμήματα αυτά της περιουσίας του στον Δήμο Κερκυραίων. Για το κληροδότημα αυτό, αλλά και για πλήθος άλλων δωρεών του στην πόλη της Κέρκυρας, ο Δήμος τον ανακήρυξε σε «μεγάλο ευεργέτη» το 1966 (Τσανταρίδης, 1992: 57).
3. Το βασικό υλικό αυτού του άρθρου προέρχεται από την πτυχιακή εργασία με θέμα «Εισαγωγή νέας χρήσης στην κατοικία Δαλλιέτου του ιστορικού κέντρου της Κέρκυρας» που εκπονήθηκε από την Σπυριδούλα Κονιδάρη –σπουδάστρια του Τμήματος Πολιτικών Δομικών Έργων της Σχολής Τεχνολογικών Εφαρμογών του ΤΕΙ Πειραιά– κατά το ακαδημαϊκό έτος 2005-06 με επιβλέπουσα την πρώτη συγγραφέα, και υποστηρίχθηκε τον Ιούνιο του 2006. Οι φωτογραφίες και τα σχέδια προέρχονται από την ίδια εργασία.
4. Το κτήριο είναι ένα από τα 14 αντιπροσωπευτικά ιστορικά δείγματα του κτισμένου περιβάλλοντος της Παλιάς Πόλης της Κέρκυρας, τα οποία συγκρότησαν το αντικείμενο διερεύνησης –για την ελληνική πλευρά– του Διαπεριφερειακού Προγράμματος «Επαύλεις, αρχοντικά και κάστρα: συμβατές χρήσεις, αξιολόγηση και αποδοτική διαχείριση», που εκπονήθηκε –με συντονιστή το Τμήμα Πολιτισμού της Περιφέρειας του Veneto– στην κατηγορία των Interreg III B CADSES στην περίοδο 2004-06 με τεχνική υπεύθυνη την πρώτη συγγραφέα ([www.villas-eu.org](http://www.villas-eu.org)). Το κέντρο βάρους του Προγράμματος είναι η αναζήτηση καινοτόμων λύσεων για την αποδοτική επαναχρησιμοποίηση της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς, ως αποτέλεσμα του συνδυασμού της οικονομικής διαχείρισης και της ανάδειξης του πολιτισμού σε περιφερειακό επίπεδο (Μαλικούτη, 2006). Η επιλογή του εξεταζόμενου κτηρίου υπαγορεύθηκε από το μικτό ιδιοκτησιακό του καθεστώς, την αντιπροσωπευτικότητά του ως προς τα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά, τη θέση του στον αστικό ιστό και τον βαθμό υποβάθμισής του από τις αδόκιμες επεμβάσεις και τις ακατάλληλες χρήσεις.

## Βιβλιογραφία

- Αγοροπούλου-Μπιρομπίλη Α. (2002), *Κέρκυρα – Αστική αρχιτεκτονική περιόδου Αγγλοκρατίας*, Αθήνα: χ.ε.
- (1983), *Το έργο του Κερκυραίου αρχιτέκτονα Ιωάννη Χρόνη*, Κέρκυρα: χ.ε.
- (1982), *Κέρκυρα*, Αθήνα: Μέλισσα.
- (1977), *Η αρχιτεκτονική της πόλεως της Κερκύρας κατά την περίοδο της Ενετοκρατίας*, Αθήνα: χ.ε.
- Ζήβας, Δ. (1997), *Τα μνημεία και η πόλη*, β έκδοση, Αθήνα: Libro.
- Κονιδάρη Σπ. (2006), *Εισαγωγή νέας χρήσης στην κατοικία Δαλλιέτου του ιστορικού κέντρου της Κέρκυρας*, πτυχιακή εργασία, Τμήμα Πολιτικών Δομικών Έργων / Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών / ΤΕΙ Πειραιά, επιβλέπουσα Σταματίνα Μαλικούτη.
- Μαλικούτη Στ. (2006), «Η Παλιά Πόλη της Κέρκυρας και το Διαπεριφερειακό Πρόγραμμα VILLAS: τα αναμενόμενα οφέλη», εισήγηση στο Διεθνές Συνέδριο με θέμα *Η δόκιμη επαναχρησιμοποίηση των ιστορικών κτηρίων ως εργαλείο για την αποδοτική διαχείριση των ιστορικών πόλεων*, Δήμος Κερκυραίων/Ιόνιο Πανεπιστήμιο/ΤΕΕ Τμήμα Κέρκυρας, Κέρκυρα, 27-30 Ιουλίου 2006.
- Τσανταρίδης Γ. (1992), *Η ιστορία της Κέρκυρας μέσα από τους δρόμους και τα καντούνια της*, Αθήνα: Ελληνοεκδοτική.



# *A Biocybernetic Model for Anaemia Diagnosis Based on Fuzzy Cognitive Maps*

*Stavroula Barbounaki  
Electrical and Computer Engineer -  
Intelligent Biomedical Engineer, MSc, PhD*

---

## **Abstract**

This paper suggests the development and use of fuzzy cognitive maps (FCM) for tackling medical diagnosis problems. This research illustrates the modelling, problem solving and diagnosis potential of FCM with a real case for diagnosing anaemia. The paper considers a data set collected from medical data sources. It applies FCM in order to support biocybernetic hybrid decision making process in the sense that it utilises intelligent methods and manipulates uncertain data. The main objective of building a cognitive map around a problem is to be able to predict the outcome by letting the relevant issues interact with one another. These predictions can be used for finding out whether a decision made by someone is consistent with the whole collection of stated causal assertions. This study investigates the use of FCM in anaemia diagnosis for children older than 0.5 year of age. Newborns are excluded from our study, as immediately after birth, the Hb concentration presents perturbations. A system that implements the proposed methodology is developed and tested for its accuracy and validity.

---

## **Περίληψη**

Το άρθρο αυτό προτείνει την ανάπτυξη και τη χρήση των γνωστικών χαρτών ασαφούς λογικής για την αντιμετώπιση ιατρικών διαγνωστικών προβλημάτων. Η έρευνα αυτή παρουσιάζει τη δυναμική των γνωστικών χαρτών ασαφούς λογικής μέσα από τη μοντελοποίηση, τη διάγνωση και την επίλυση ιατρικών προβλημάτων. Ενδεικτικά εξετάζεται η διάγνωση της αναιμίας. Το άρθρο βασίζεται σε δεδομένα που προέρχονται από διάφορες ιατρικές πηγές. Η εργασία αυτή αφορά στην εφαρμογή των γνωστικών χαρτών ασαφούς λογικής για την ανάπτυξη μοντέλων

μέσω ευφρών μεθόδων διαχείρισης αβέβαιων δεδομένων, αποβλέποντας στην ενίσχυση της βιοκυβερνητικής υβριδικής διαδικασίας λήψης αποφάσεων. Ο βασικός σκοπός της σχεδίασης ενός γνωστικού χάρτη είναι η ικανότητα να προβλέπει το αποτέλεσμα εξετάζοντας την αλληλεπίδραση των διαφόρων παραμέτρων μεταξύ τους. Οι προβλέψεις αυτές χρησιμοποιούνται προκειμένου να εξεταστεί κατά πόσο μια απόφαση που λαμβάνεται είναι συμβατή με το σύνολο των στοιχείων που έχουν αρχικά δηλωθεί και αιτιολογηθεί. Η έρευνα αυτή αφορά επίσης, στη χρήση των γνωστικών χαρτών ασαφούς λογικής για τη διάγνωση της αναιμίας σε παιδιά ηλικίας 6 μηνών και πάνω. Τα νεογνά έχουν εξαιρεθεί από την έρευνά καθώς αμέσως μετά τη γέννησή τους παρουσιάζουν διαταραχές στη συγκέντρωση της αιμοσφαιρίνης. Ένα σύστημα βασισμένο στην προτεινόμενη μεθοδολογία αναπτύχθηκε και ελέγχθηκε ως προς την ακρίβεια και την εγκυρότητά του.

**Keywords:**

Fuzzy Cognitive Maps, Biocybernetic Modelling, Medical Diagnosis, Intelligent Systems.

## 1. Introduction to Fuzzy Logic

Fuzzy logic provides an inference mechanism that enables approximate human reasoning capabilities to be applied to decision making and knowledge-based systems. The theory of fuzzy logic provides the mathematical foundation to capture the uncertainties associated with problem formulation and with human cognitive processes, such as thinking and reasoning. The conventional approaches to knowledge representation based on first order logic and classical probability theory do not provide an appropriate conceptual framework for dealing with the representation of imprecise and non categorical knowledge.

Fuzzy sets were introduced by (Zadeh, 1965) as a formalism that can represent and manipulate problems that are ill-structured due to the uncertainty that characterises them. It was specifically designed to mathematically represent uncertainty and vagueness and to provide formalized tools for dealing with the imprecision intrinsic to many problems. Fuzzy sets have been proposed to deal with qualitative terms or linguistic variables such as *tall* person, *very tall* person, etc. by using membership functions. Decision makers develop a mental model that is a representation of a problem they are about to tackle, and can be considered as a structure that connects concepts and their interrelationships. The use of qualitative terms such as *'very good'* or *'poor'*, *'normal'* or *'pathological'*, *'low'* or *'high'* can help decision makers comprehend a problem better and express their suggestions with respect to the solutions in a way that reflects their mental model.

Human brain by using imprecise terms such as ‘better’ or ‘worse’, ‘high’ or ‘low’ can comprehend and devise solutions to complex problems. In a similar way fuzzy logic attempts, to ‘simulate’ the human mind in order to improve the cognitive modelling of a problem (Zadeh, a, b, 1992; Craiger, 1994; Fu, 1991). The strengths of the fuzzy logic are various:

- It provides a mathematical framework to encode vagueness and imprecision.
- It provides flexibility and autonomy.
- It allows the computer-based decision support systems to behave less precisely and logically improving the objectiveness of the decisions.

The notion of an infinite-valued logic was introduced in (Zadeh, 1965) seminal work “Fuzzy Sets” where he described the mathematics of fuzzy set theory. This theory proposes that membership functions (Zimmermann, 1991) represent linguistic variables i.e. fuzzy sets, by assigning a number over the range of real numbers  $[0, 1]$ . If an element does not belong to the fuzzy set with certainty, it is then assigned with 0, which represents the *false* and if an element certainly belongs to the fuzzy set, it is then assigned to 1, which represents the *true*. Every element, which is a member of a fuzzy set, has some grade of membership. The function that associates a number to each element ( $x$ ) of fuzzy set ( $A$ ) of the universe ( $X$ ) is called *membership function*  $\mu(x)_A, x \in X$ .

As for example the values of ‘haematocrit’ variable can range from ‘low haematocrit’ to ‘high haematocrit’. That creates the need to express the grade or degree of the ‘haematocrit’ variable. A real number then can be assigned between 0 and 1. The grade 1 means that a person’s haematocrit completely belongs to the set of ‘high values of haematocrit’ and 0 denotes the opposite.

Elements of the fuzzy set ‘haematocrit’	Value of 35 Haematocrit = High <i>haematocrit</i>	Value of 24 Haematocrit = Medium <i>haematocrit</i>	Value of 28 Haematocrit = Medium <i>haematocrit</i>	Value of 15 Haematocrit = Low <i>haematocrit</i>	Value of 20 Haematocrit = Low <i>haematocrit</i>
Membership degree	0.9	0.6	0.7	0.3	0.4

**Figure 1:** Assigning membership degrees to values of haematocrit

Elements of a fuzzy set are taken from a *universe of discourse*. The universe contains all the elements that can come into consideration. A fuzzy set is a collection of pairs  $A = \{x_i, \mu(x_i)\}$ . Item  $x$  belongs to the universe and  $\mu(x)$  is its grade of membership in  $A$ . It is often easy to think of a set  $A$  just as a vector or an array  $\alpha = (\mu(x_1), \mu(x_2), \dots, \mu(x_n))$ . Operations on fuzzy sets are based on their membership functions. An operation between one or more fuzzy sets creates a new one with its own membership function.

## 1.1 Fuzzy Logic Applications

Fuzzy logic expands to a great number of applications from power utilities and glass processing to washing machines and videos. Medical, financial, supply chain management, decision support systems in various business areas (Umbers and King, 1980) and E-Commerce are also areas of increasing interest for applying fuzzy logic techniques.

Many applications of fuzzy logic have been presented in the emerging field of Internet and E-Commerce. A fuzzy logic based system is proposed for the assessment of the level of trust in Business-to-Consumer (B2C) transactions. Factors such as security, familiarity and design are translated into fuzzy sets, which represent the human reasoning about e-commerce transactions (Iacobucci et al., 1994). Online service can be used from different people for different reasons fuzzy clustering can also be a useful tool to discover similar groups of potential users (Kim and Park, 1999). In project risk assessment in new e-commerce development projects, a fuzzy Decision Support System (DSS) is being suggested (Kosko, 1986). The bankruptcy of many 'dot.com' companies in the early of 2000s has caused questions about the effectiveness of e-marketplaces. A DSS is based on multi-criteria analysis and fuzzy logic has been proposed for the evaluation of an appropriate digital market under uncertain conditions (Kosko, 1997). In the area of financial analysis (Iwaarden et al., 2004), supply chain management (SCM) (Jarvenpaa and Todd, 1997), transportation for reducing cost and improving services (Johnson and Grayson, 2000), personnel assessment and to improve the rating method of judgements (Kaynama and Black, 2000), fuzzy systems have been developed and suggested for use.

In the field of medical diagnosis a computer based medical diagnosis system has been proposed (Jacoby and Kyner, 1973). This approach uses fuzzy logic, to represent uncertainty better in order to improve diagnosis accuracy in a clinical context.

## 1.2 Fuzzy cognitive maps

This paper suggests the development of a Fuzzy Cognitive Map (FCM) system for medical diagnosis. Cognitive maps (Axelrod, 1976; Eden, 1990) are a collection of nodes linked by some arcs or edges. The nodes represent concepts or variables relevant to a given domain. The causal links between these concepts are represented by the edges. The edges are directed to show the direction of influence. Apart from the direction, the other attribute of an edge is its sign, which can be positive (a promoting effect) or negative (an inhibitory effect). A cognitive map has only two basic types of elements: *Concepts* and *Causal Beliefs*. The concepts are represented as variables and the causal beliefs as relationships among variables. Cognitive maps allow variables to be:

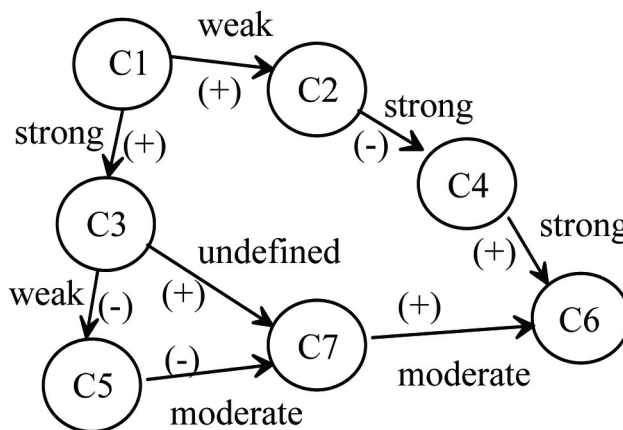
- > Continuous, such as an amount of something,
- > Ordinal, i.e. more or less of something,

- > Dichotomous, i.e. to show the existence or not of something.

Fuzzy cognitive maps (Kosko, 1986; Caudill, 1990) were proposed as an extension of cognitive maps. The term fuzzy cognitive map was introduced in (Kosko, 1986) to describe a cognitive map model with two significant characteristics:

- > Causal relationships between nodes are fuzzified. Instead of only using signs to indicate positive or negative causality, a number is associated with the causal link to express the degree of relationship between two concepts.
- > The system is dynamic, that is, it evolves with time. It involves feedback, where the effect of change in a concept node may affect other concept nodes, which in turn can affect the node initiating the change.

According to (Kosko, 1986), the interconnection strength between two nodes  $C_i$  and  $C_j$  is  $e_{ij}$ , with  $e_{ij}$ , taking on any value in the range  $-1$  to  $1$ . Values  $-1$  and  $1$  represent, respectively, full negative and full positive causality; zero denotes no causal effects and all other values correspond to different fuzzy levels of causal effects (Kosko, 1986; Taber 1991; McNeill and Thro, 1994). In general, a FCM is described by a *connection matrix*  $E$  whose elements are the connection strengths (or weights)  $e_{ij}$ . The element in the  $i^{\text{th}}$  row and  $j^{\text{th}}$  column of matrix  $E$  represents the connection strength of the link directed out of node  $C_i$  and into  $C_j$ . If the value of this link takes on discrete values in the set  $\{-1, 0, 1\}$ , it is called a simple FCM. The concept values of nodes  $C_1, C_2, \dots, C_n$  (where  $n$  is the number of concepts in the problem domain) together represent the *state vector*  $C$ . Figure 2 shows a graphical representation of a FCM (Kardaras and Karakostas, 1999).



**Figure 2:** Example of a Fuzzy Cognitive Map

The terms ‘strong’, ‘moderate’, etc. are the fuzzy weights, which show the beliefs of the decision-makers with respect to the strength of the impact between two linked concepts.

Each weight (e.g. strong, weak, etc.) in the FCM is a fuzzy set, which is characterised by its membership function.

In the example FCM shown in figure 2, node  $C_2$  relates to the 2<sup>nd</sup> component of the state vector and the state  $[0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]$  indicates the event “ $C_2$ ” has happened. To let the system evolve, the state vector  $C$  is passed repeatedly through the FCM connection matrix  $E$ . This involves multiplying  $C$  by  $E$ , and then transforming the result as follows:

$$C(k + 1) = T[C(k) \cdot E],$$

where  $C(k)$  is the state vector of concepts at some discrete time  $k$ ,  $T$  is the thresholding or nonlinear transformation function, and  $E$  is the FCM connection matrix.

With a thresholding transformation function, the FCM reaches either one of two states after a number of passes. It settles down to a fixed pattern of node values –the so-called *hidden pattern* or *fixed-point* attractor. Alternatively, it keeps cycling between a number of fixed states –known as the limit cycle. With a continuous transformation function, a third possibility known as the chaotic attractor (Elert, 1999) exists, when instead of stabilising, the FCM continues to produce different state vector values for each cycle.

Cognitive maps have been developed in simulation (Fu, 1991), organisational strategies modelling (Paradise, 1992), support for strategic problem formulation and decision analysis (Warren, 1995; Heintz and Acar, 1992, Klein and Cooper, 1982; Diffenbach, 1982; Fiol, 1992; Eden and Ackermann, 1993), knowledge bases construction (Taber, 1991; Niwa, 1986; Nakamura et al., 1982; Silva, 1995), managerial problems diagnosis (Mohammed et al., 1988; Carrico and Guimaraes, 1997), failure modes effects analysis (Pelaez and Bowles, 1995), modelling of social and psychological processes (Craiger and Coovert, 1994; Craiger, 1994), modelling virtual worlds and analysis of their behaviour (Dickerson and Kosko, 1994), requirements analysis (Montazemi and Conrath, 1986) and systems requirements specification (Downing and Fickas, 1992). Extended FCMs, which consider time relationships have also been proposed (Park and Kim, 1995).

## **2. An Algorithm for Developing a FCM-based model for Anaemia Diagnosis**

The system presented in this paper is designed to analyse medical data and to suggest whether there is a case of anaemia as well as to determine the type of anaemia. Anaemia is defined as a reduction in red blood cell (RBC) mass or as a lowered concentration of haemoglobin in blood, resulting in a decrease in the oxygen-carrying capacity of it. The proposed approach investigates the use of FCM in anaemia diagnosis for children older than 0.5 year of age. Newborns are excluded from our study, as immediately after birth, the Hb concentration presents perturbations. The system uses knowledge about anaemia

represented as a FCM and allows for personal medical examinations' data to be analysed.

The exact range of normal values for a given anaemia factor is not well-defined among the medical community. Hence, values found that are near the upper or lower normal limits can be misinterpreted, possibly leading to false diagnosis. The proposed approach suggests the use of FCM in medical diagnosis problems as well as it provides the theoretical and the technological foundation for considering and resolving contradicting diagnoses resulting from different medical experts. The characterization and the accurate determination of anaemia's type in children are very important as they influence the decision making process and specify patients treatment planning.

The steps of the proposed approach follow:

- > *Step 1:* FCM modelling for Anaemia.
- > *Step 2:* Fuzzification of Medical Data.
- > *Step 3:* Analyse data with matrix multiplication.
- > *Step 4:* If anaemia is diagnosed then invoke the FCM and specify type of anaemia.
- > *Step 5:* Repeat for every medical expert involved in diagnosis and resolve any contradicting diagnoses.
- > *Step 6:* Suggest final diagnosis.

The following sections exemplify the steps of the proposed approach.

## 2.1 Step 1: FCM Modelling for Anaemia

The proposed approach considers the following FCMs:

- > One FCM that represents medical data that leads to the anaemia diagnosis.
- > A FCM for each anaemia type and sorts. All FCM are integrated to one. This FCM is invoked after and if anaemia is diagnosed. Its purpose is to suggest the type of anaemia.

All FCMs are implemented as matrices. An  $(n \times n)$  matrix, where  $(n)$  is the number of factors that represents the medical data regarding the anaemia diagnosis problem. The FCM models can be produced based on the medical theories and models. Additionally, a FCM can be formed from medical experts' knowledge and beliefs, which can be captured through interviews sessions. FCM can also be specified based on research and statistical analysis of medical data. A thorough analysis of the relevant medical literature reveals the main factors, which consist the variables set considered in the FCM. In the graphical representation of the FCM these variables are shown as the nodes of the FCM graph. After the consideration of the FCM concepts, a series of interviews with medical experts were organised and took place so that the variables set can be finalised and their relationships can be formed. During this research, several experts from different medical background with respect to anaemia, were interviewed. Each one of them could possibly

recommend a different set of variables and relationships among them, thus resulting to a possibly different FCM. The experts were presented a matrix with the concepts during the interview session and they were asked if they would agree that each one of the concepts would affect their decision regarding anaemia diagnosis. After the concepts set was finalised the experts were asked to determine their relationships among the variables i.e. to specify how and how strongly each factors would affect the others. These relationships were weighted with linguistic variables i.e. fuzzy weights in order to determine the relative importance of each one of the relationships. The same procedure was followed for all the experts. This study amalgamates the views of three experts in a FCM. The proposed approach applies a weighted function as this paper explains later in order to resolve any contradicting views on behalf of the experts. Therefore, the factors considered are the 'haemoglobin'- 'Hb', 'haematocrit'- 'Ht', 'RBC count'- 'RBC', 'ferritin', the 'age' of a person, etc. as well as the 'Anaemia' variable which value will determine anaemia's existence or not. Figure 3 shows a graphical representation of a subset of the anaemia FCM.

The FCM in the above figure reads that in order to diagnose anaemia the existence of 'low haemoglobin' (Low Hb), or 'low haematocrit' (Low Ht), or 'low number of red blood cells' (Low RBC) or *all the above*, is required. The FCM also shows that *Hb* depends on *Age* and *Sex*. In modelling terms, the FCM considers the fuzzy sets *LowHb\_for\_age\_up\_to\_5*, *LowHb\_for\_age\_up\_to\_8*, and *LowHb\_for\_age\_up\_to\_12* that indicate whether *Hb* is low considering the age of the child. Different value ranges of *Hb* for different age groups define *Hb* as low or not. The fuzzification process allows, during modelling, to specify the extent to which a child of, for example, 5.8 years of age belongs to each one of the fuzzy sets that indicate age. The fuzzification process (see Step 2) returns for each set of age a membership value that belongs to the interval  $[0, 1]$ . For example, a 5.8 years of age child belongs to the fuzzy set *Age\_5.0\_7.9* and the fuzzification process returns its membership value of 1. Furthermore, for the same case, fuzzification returns a value within  $[0, 1]$  and indicates the extent to which the corresponding *Hb* value belongs to the fuzzy set *LowHb\_for\_age\_up\_to\_8*.

For the age groups of 12 to 14.9 and 15 to 17 years of age, there is need to consider the sex of the child as well (Blackman and Gonzales del Rey, 2005). For this reason, the FCM considers *Female* and *Male* as two sets that need not to be fuzzy sets but crisp ones. The differentiation of the sex specifies different value range for *Hb* as shown in the FCM above.

The proposed approach considers four grades of anaemia that is four fuzzy sets defined on the anaemia variable. These fuzzy sets are *Mild*, *Moderate*, *Severe* and *Very Severe Anaemia*.

Figure 4, shows the matrix that implements the graph in figure 3.

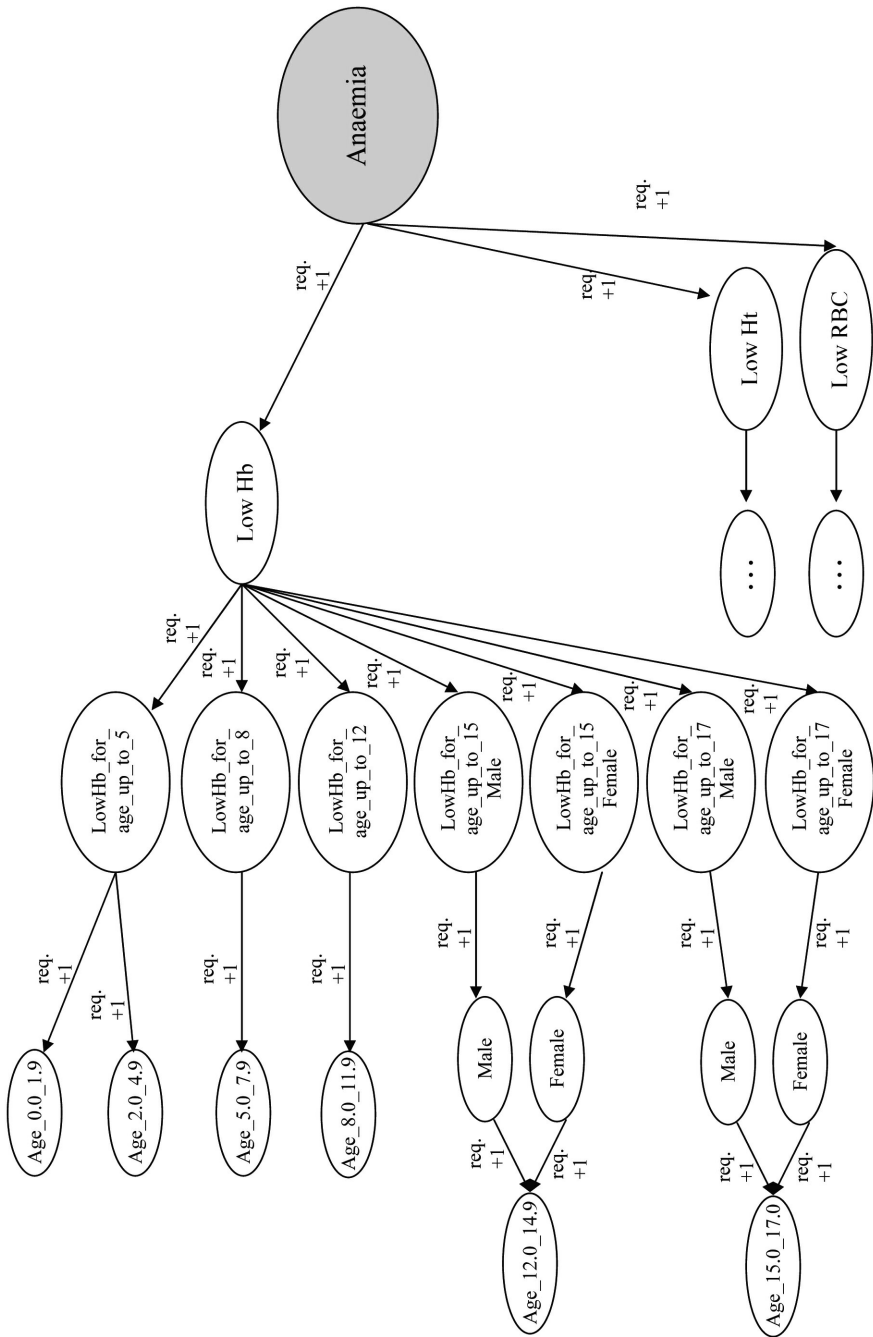


Figure 3: A Subset of the Anaemia FCM

	Low Hb	Low Ht	Low RBC	Anaemia	LowHb_for_age up to 5	LowHb_for_age up to 8	...	Male	...	Age_0.0_1.9	Age_2.0_4.9	...	Age_12.0_14.9	Age_15.0_17.0	...
Low Hb	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	...	0.0	...	0.0	0.0	...	0.0	0.0	...
Low Ht	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	...	0.0	...	0.0	0.0	...	0.0	0.0	...
Low RBC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	...	0.0	...	0.0	0.0	...	0.0	0.0	...
Anaemia	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	...	0.0	...	0.0	0.0	...	0.0	0.0	...
LowHb_for_age up to 5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	...	0.0	...	1.0	1.0	...	0.0	0.0	...
LowHb_for_age up to 8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	...	0.0	...	0.0	0.0	...	0.0	0.0	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Male	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	...	0.0	...	0.0	0.0	...	1.0	1.0	...
Female	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	...	0.0	...	0.0	0.0	...	1.0	1.0	...
Age_0.0_1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	...	0.0	...	0.0	0.0	...	0.0	0.0	...
Age_2.0_4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	...	0.0	...	0.0	0.0	...	0.0	0.0	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Age_12.0_14.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	...	0.0	...	0.0	0.0	...	0.0	0.0	...
Age_15.0_17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	...	0.0	...	0.0	0.0	...	0.0	0.0	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Figure 4: FCM for modelling Anaemia (Anaemia Matrix)

In total 166 factors and their associations are modelled both for the anaemia matrix that supports the diagnosis for anaemia, as well as for the FCM that supports the diagnosis of the anaemia type. The cells in the *Anaemia Matrix* of Figure 4 may take values within the  $[-1, 1]$  interval. The values show how much each anaemia factor *requires* another in order to *justify the belief of the existence* of anaemia or a type of anaemia or not. Each cell on the diagonal of the matrix equals to  $(0)$ , for an element does not require itself.

The proposed approach considers an *Anaemia Matrix* for each one of the medical experts that may take place in the diagnosis. Therefore, the *Anaemia matrix* considers as values in the cells only the  $(+1)$  or the  $(-1)$  in order to represent the certainty that accompanies the assertions of each of the medical experts. The amalgamation of their beliefs takes place in a later step in the algorithm.

## 2.2 Step 2: Fuzzification of Medical Data

The vector *Exam-Data (XD)* models every set of medical data that is available and represents a person whose case for anaemia is considered. The Exam-Data vector is an  $(1 \times n)$  vector, which considers the same variables with the same order as in the first row of the Anaemia-Matrix.

After the medical examinations are completed, the resulting data is fuzzified and then stored in the Exam-Data vector for each case to be considered. The values in the vector are the membership function values that result from the fuzzification process, which is performed for each one of the variables of the medical examinations before storing it in

the vector. The membership functions used in this research are the following in the case of haematocrit:

$$\mu_{\text{LOW}} = \begin{cases} 1, & 0 \leq x \leq 30 \\ \frac{(34 - x)}{4}, & 30 \leq x \leq 34 \\ 0, & 34 < x \end{cases}, \quad \mu_{\text{HIGH}} = \begin{cases} 0, & 0 \leq x \leq 38 \\ \frac{(x - 38)}{4}, & 38 \leq x \leq 42 \\ 1, & 42 < x \end{cases}$$

$$\mu_{\text{NORMAL}} = \begin{cases} 0, & 0 \leq x \leq 28 \\ \frac{(x - 28)}{5}, & 28 < x \leq 33 \\ 1, & 33 < x \leq 40, \\ \frac{-(x + 44)}{4}, & 40 < x \leq 44 \\ 0, & 44 < x \end{cases}$$

Similarly membership functions are defined for all the variables in the FCMs.

As an example let's suppose that for a 5.8 year of age boy the haematocrit equals to 25. The actual value of '25' is then fuzzified according to the trapezoidal function as shown in the following figure.

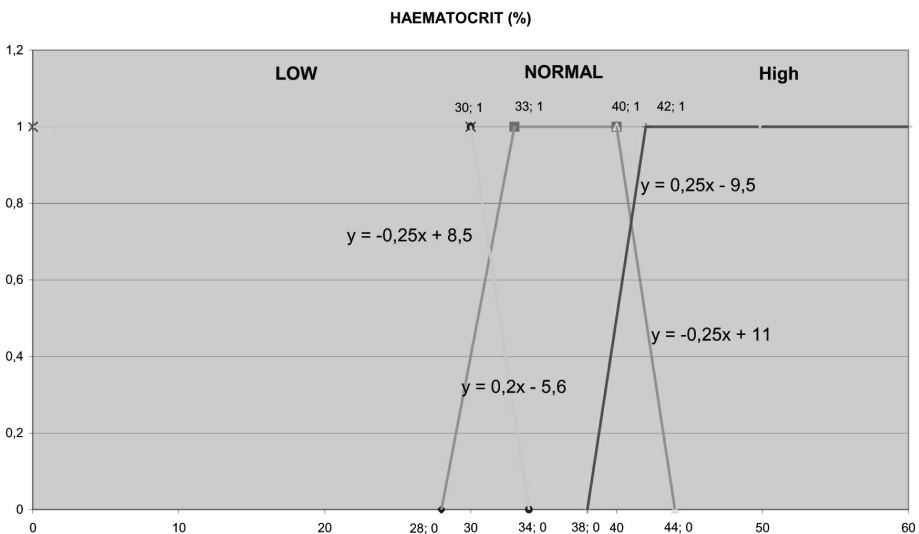


Figure 5: Fuzzification for haematocrit values

The terms ‘low’, ‘normal’ and ‘high’ represent three fuzzy sets for the *haematocrit* for a boy of 5.8 years old. The fuzzification process allows developing fuzzy sets for each factor considered in the proposed anaemia matrix, in order to determine if a value is ‘low’ or ‘high’, by returning its membership value for the fuzzy set it belongs. The value ‘25’ returns the membership value of ‘1’ meaning that it certainly belongs to ‘low-haematocrit’ fuzzy set. The resulting membership value is then assigned to the cell of the Exam-Data vector that represents the appropriate variable.

If a value of haematocrit falls between two fuzzy sets then only the higher membership value of the two is considered. For example consider the haematocrit value of ‘31’, which belongs to both ‘low haematocrit’ and ‘normal haematocrit’ with memberships values of ( $\alpha_1 = 0.75$ ) and ( $\alpha_2 = 0.60$ ) respectively. If ( $\alpha_2 > \alpha_1$ ) then ‘normal haematocrit’ is suggested and the membership value of ( $\alpha_2$ ) is considered in the vector. If ( $\alpha_1 > \alpha_2$ ) then ‘low haematocrit’ is suggested and the membership value of ( $\alpha_1$ ) is considered in the vector.

### 2.3 Step 3: Data Analysis and Diagnosis

Based on the theory of FCMs, the operation of a FCM starts with a stimulus vector, which in the proposed approach is the Exam-Data vector. Multiplying the Exam-Data vector with the Anaemia-Matrix FCM is equivalent to asking the question “*what will happen if this medical data occurs*”. The multiplication of the Exam-Data vector (stimulus) with the Anaemia-Matrix matrix (FCM) yields the results to the above *what-if* question. The result of the multiplication is the *Diagnosis-Vector* (DV).

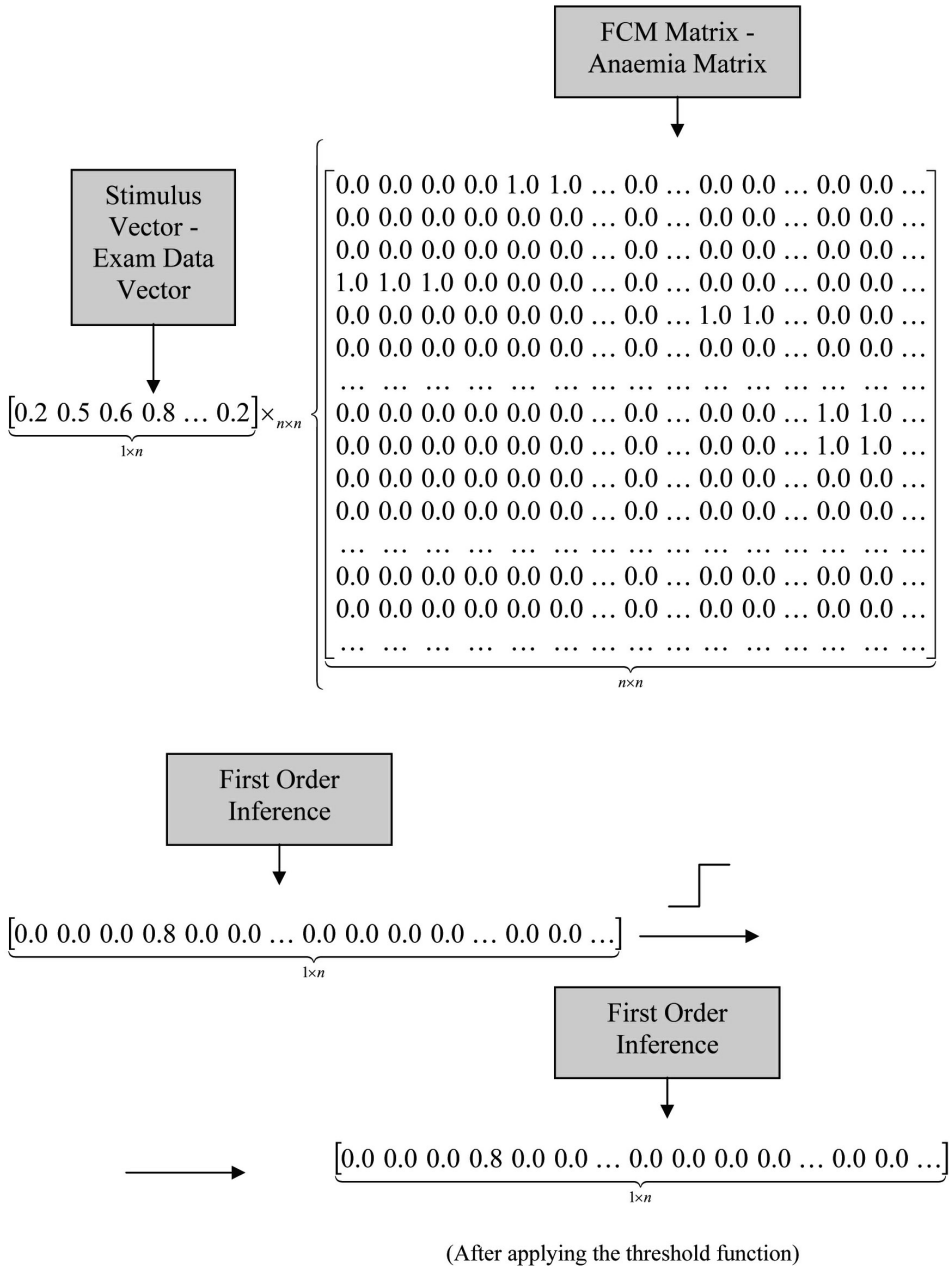
In order to prevent the multiplication from giving values outside the  $[-1, +1]$  interval each element of the (DV) should go through a transformation function, before storing it in the (DV) (Craigier and Coovert, 1994). The purpose of this function is to keep the output within the allowable range of membership function values, i.e. in the interval of  $[-1, +1]$ . For example, the medical experts can determine an upper threshold ( $\alpha_u$ ) and a lower threshold ( $\alpha_l$ ), so that the threshold function can be the following:

$$\forall v (v \geq \alpha_u) \Rightarrow (\mu_v = 1),$$

$$\forall v (v \geq \alpha_l) \Rightarrow (\mu_v = 0),$$

where ( $\mu_v$ ) is the membership degree of element ( $v$ ).

The operation of the anaemia diagnosing FCM is shown in Figure 6. The stimulus vector, Exam-Data vector is multiplied to the Anaemia-Matrix, an FCM matrix, in order to produce the (DV), an output vector. The output vector is transformed by a thresholding function to produce a vector termed as the first order inference.



**Figure 6:** Illustration of the anaemia diagnosing FCM inference mechanism

The resulting (DV) vector is  $(1 \times n)$  vector shown in Figure 7, which supports the diagnosis.

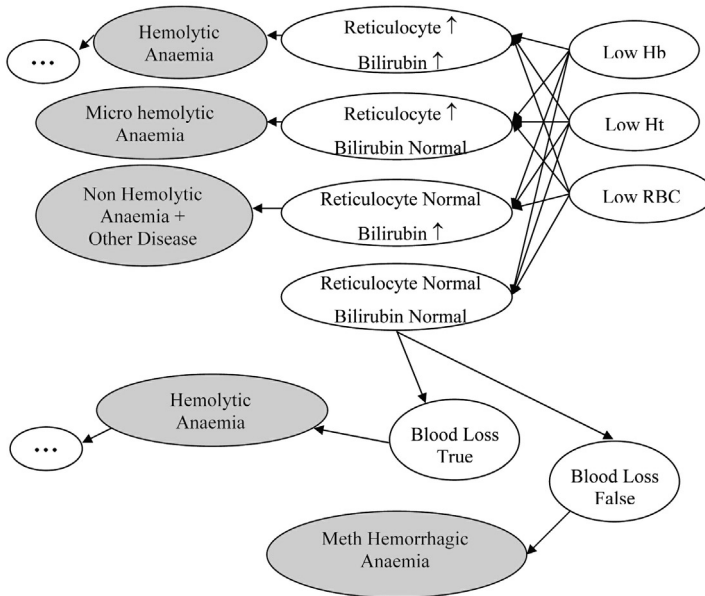
<i>Medical Factor (1), Hb</i>	<i>Medical Factor (2), Ht</i>	<i>Medical Factor (3), RBC</i>	<i>Anaemia (4)</i>	...	<i>Medical Factor (n)</i>
<b>0.20</b>	<b>0.60</b>	<b>0.80</b>	<b>0.80</b>		<b>0.50</b>

**Figure 7: The Diagnosis Vector (DV)**

The diagnosis is based only on the value of target variable(s) (i.e. the variable(s) of the FCM that would constitute the diagnosis). Therefore, figure 7 suggests that *anaemia*, which is the target variable as shown in figure 3, is diagnosed with a membership value of 0.8, i.e. the system suggests that this is a case of belonging to the fuzzy set of *Very Severe Anaemia*.

### 2.4 Step 4: Diagnosis of Anaemia Type

As soon as the diagnosis for anaemia is made, the system continues with step 4 and invokes the FCM that supports the diagnosis for the type of anaemia. A subset of this FCM is shown in the following figure.



**Figure 8: A subset of the FCM for diagnosing the type of anaemia**

Similarly, multiplications as in step 3, take place and the results are stored in a vector. The suggested type of anaemia is then the one that its value, in the corresponding cell of the vector, has the highest value, i.e. the one closest to +1. All FCM are implemented using software that is been developed for this application. The following figure shows a snapshot of the application that supports the diagnosis and the anaemia diagnosis.

				TYPE	SORT	
	1	0,00				
	2	0,00				
	3	0,00				
	4	0,00				
	5	3,07				
	6	3,07				
	7	3,07				
	8	3,07				
Hemolytic -->	9	0,99	0,99	<b>0,99</b>		0,99 <--
Micro Hemolytic (Final) -->	10	0,85	0,85	<b>0,85</b>	X	
Non Hemolytic + Other Disease (Final) -->	11	0,04	0,04	<b>0,04</b>	X	
	12	0,79				
	13	0,79				
Non Hemolytic -->	14	0,34	0,34	<b>0,34</b>		
Meth Hemorrhagic (Final) -->	15	0,97	0,97	<b>0,97</b>	X	
	16	0,62				
	17	0,62				
Autoimmune - Secondary to another disease -->	18	0,95	0,95		<b>0,95</b>	x 0,95 <--
	19	0,01				
	20	0,01				
	21	0,49				
	22	0,49				
Secondary to another disease-->	23	0,94	0,94		<b>0,94</b>	x
Autoimmune -->	24	0,11	0,11		<b>0,11</b>	x
Race -->	25	0,04	0,04		<b>0,04</b>	x
...	26	0,08				

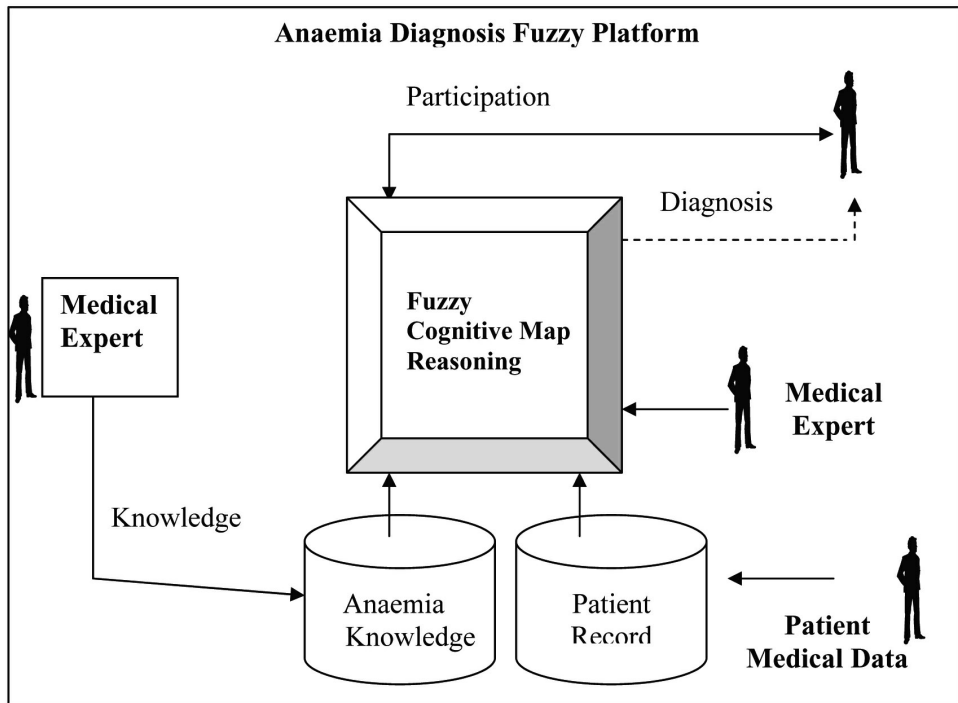
Figure 9: The software application for anaemia diagnosis

### 2.4 Step 5: Resolving contradicting Diagnoses

The system can also accommodate and resolve differing or even contradicting experts' diagnoses in step 5. In such a case, the system uses a possibly different FCM for anaemia diagnosis for each medical expert so that the expert's particular views and beliefs are captured. The system then produces a diagnosis for each expert and then applies a formula (Taber, 1991) that estimates the weighted average of all (DV) elements. The weights represent the level of significance of each expert belief. The weights can be estimated

according to the numbers of years of the expert's experience in the field or a ratio of correct and wrong diagnoses made from a test data set.

Figure 10, gives an overview of the system's architecture.



*Figure 10: The Architecture of the Proposed Fuzzy Medical Diagnosis System*

## 2.6 Step 6: Suggestion of final diagnosis

The system finally uses the averaged DV vector in order to make its final suggestions and diagnosis.

## 3. Conclusions

The proposed approach has been used and tested with a medical data set that is collected from a paediatric hospital in Athens, Greece. The data protection act is satisfied in the sense that no personal data is held in the database. It only contains examinations results and diagnoses. The database contains more than 30,000 records of test data. The results of the system's diagnoses were tested with the actual diagnoses returning a higher

than 99% success rate, in the case a single expert was using the system. When a group of 10 experts were taking part in the diagnoses the system by taking the average of individual diagnoses exhibited a success rate of around 95%. In both cases the success level of the proposed approach is more than satisfactory.

Fuzzy logic and FCM have been successfully used in a wide range of problem solving cases. This paper suggests the use of FCM in medical diagnosis and supports its use with the development of the necessary models and a prototype that was put to practice with real world test data. FCM allow for multiple experts to express their beliefs and to accommodate their differences. Indeed, during building this system and interviewing the medical experts that participated in the study, a number of contradicting beliefs were recorded. It is a modelling approach that overcomes the difficulties of writing rules for rule-based systems as well as it tackles the uncertainty that undermines the problem formulation and solving in anaemia diagnosis. It is a convenient consulting tool in characterising and classifying anaemia. This research suggests that the proposed system can be used to surface such contradictions and develop a system that tackles uncertainty with the use of fuzzy logic. In this paper, FCM are used as a decision support tool to the paediatricians for the manipulation and the interpretation of borderline cases such as the handling of the upper or lower normal limits of medical data that may raise ambiguity in problem formulation thus leading to faulty diagnoses.

For future research this paper suggests the development of FCM in other areas of medical problems modelling and decision making.

## References

- Axelrod R., (1976). *Structure of Decision*, Princeton University Press, US.
- Blackman S. and Gonzales del Rey J., (2005). Hematologic Emergencies: Acute Anemia, *Clinical Pediatric Emergency Medicine*, Vol. 6, pp. 124-137.
- Carrico L. and Guimaraes N., (1997). Facilitating Analysis and Diagnosis in Organisations, *Lectures in Computer Science*, pp. 131-144.
- Caudill M., (1990). *Using Neural Nets: Fuzzy Cognitive Maps*. AI Expert, June 1990, pp. 49-53.
- Craiger P. and Coovert M.D., (1994). Modelling Dynamic Social and Psychological Processes with Fuzzy Cognitive Maps, *3<sup>rd</sup> IEEE Conference on Fuzzy Systems, IEEE World Congress on Computational Intelligence*.
- Craiger P., (1994). Causal Structure, Model Inferences, and Fuzzy Cognitive Maps: Help for the Behavioural Scientist, *International Neural Network Society, Annual Meeting World Congress Neural Networks*.
- Dickerson J.A. and Kosko B., (1994). Adaptive Cognitive Maps in Virtual Worlds, *International Neural Network Society, Annual Meeting World Congress Neural Networks*.
- Diffenbach J., (1982). Influence Diagrams for Complex Strategic Issues, *Strategic Management Journal*, Vol. 3, pp. 133-146.
- Downing K., Fickas S., (1992). A Qualitative Modelling Tool for Specification Criticism, in *Conceptual Modelling, Databases, and CASE: An Integrated View of Information System Development*, Edited by P. Loucopoulos and R. Zicari, Wiley.
- Eden C. and Ackermann F., (1993). Evaluating Strategy – Its Role within the Context of Strategic Control, *Journal of Operational Research Society*, Vol. 44, No. 9, pp. 853-865.
- Eden C., (1990). *Strategic Thinking with Computers*. Long Range Planning, Vol, 23, No. 6, pp. 35-43.
- Elert G., (1999). *The Chaos Hypertextbook*, 2004, [Internet] <http://hypertextbook.com/chaos/about.shtml>.
- Fiol M.C., (1992). Maps for Managers: Where are we? Where do we go from here?, *Journal of Management Studies*, Vol. 29, No. 3, pp. 267-285.
- Fu L., (1991). CAUSIM: A Rule-Based Causal Simulation System, *Simulation*, Vol. 56, No.4, pp.251-256.
- Heintz T.J., Acar W., (1992). Toward Computerising a Causal Modelling Approach to

- Strategic Problem Framing, *Decision Sciences*, Vol. 23, No. 5, pp. 1220-1230.
- Iacobucci D., Grayson K.A. and Omstrom A.L., (1994). The Calculus of Service Quality and Customer Satisfaction: Theoretical and Empirical Differentiation and Integration. In Swartz, T.A. Bowen, D.E. and Brown, S.W. (Eds), *Advances in Services Marketing and Management*, Vol.3, Greenwich, CT: JAI Press. pp. 1-68.
- Iwaarden van J., Ton van der Wiele, Leslie Ball, Robert Millen, (2004). Perceptions about the Quality of Web Sites: a Survey amongst students at Northeastern University and Erasmus University. *Information & Management*, Vol. 41, Issue 8, pp. 947-959.
- Jacoby J. and Kyner D., (1973). Brand Loyalty vs. Repeat Purchasing Behavior. *Journal of Marketing Research*, Vol. 10, No. 1, pp. 1-9.
- Jarvenpaa S.L., Todd P.A., (1997). Consumer Reactions to Electronic Shopping on the World Wide Web, *International Journal of Electronic Commerce*, 1 (2), pp. 59-88.
- Johnson D. S. and Grayson K.A., (2000). Sources and Dimensions of Trust in Service Relationships. *Handbook of Services Marketing and Management*, Swartz, T.A./Iacobucci, D. (Eds.), London. pp. 357-70
- Kardaras D. and Karakostas V., (1999). The Use of Fuzzy Cognitive Maps to Simulate the Information Systems Strategic Planning Process. *Information and Software Technology*, 41(4), pp. 197-210.
- Kaynama S.A. and Black C.I., (2000). A Proposal to Assess the Service Quality of Online Travel Agencies. *Journal of Professional Services Marketing*, Vol. 21, No. 1, pp. 63-8.
- Kim S. and Park S., (1999). Study of Factors Affecting Purchasing Decisions in E-Commerce. *Journal of Consumer Studies*, Vol. 10, No. 3, pp. 45-65.
- Klein J.H. and Cooper D.F., (1982). Cognitive Maps of Decision Makers in a Complex Game, *Journal of Operational Research Society*, Vol. 33, No. 1, pp. 63-71.
- Kosko B., (1986). Fuzzy Cognitive Maps. *Int. J. Man-Machine Studies*, Vol. 24, 1986, pp. 65-75.
- Kosko B., (1997). *Fuzzy Engineering*. Prentice Hall, US.
- McNeill F.M. and Thro E., (1994). *Fuzzy Logic. A Practical Approach*. Boston, Academic Press.
- Mohammed N., Courtney J., Paradise D., (1988). A Prototype DSS for Structuring and Diagnosing Managerial Problems, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. 18, No. 6, pp. 899-907.
- Montazemi A. and Conrath D.W., (1986). *The Use of Cognitive Mapping for Information Requirements Analysis*, MIS Quarterly, 1986.
- Nakamura K., Iwai S., Sawaragi T., (1982). Decision Support using Causation Knowledge Base, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. SMC-12, No. 6, pp. 765-777.
- Niwa K., (1986). A Knowledge-Based Human-Computer Cooperative System for ill-

- Structured Management Domains, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. SMC-16, No. 3, 335-342.
- Paradice D., (1992). SIMON: An Object-Oriented Information System for Coordinating Strategies and Operations, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. 22, No. 3, pp. 513-525.
- Park K.S. and Kim S.H., (1995). Fuzzy Cognitive Maps Considering Time Relationships, *International Journal of Human-Computer Studies*. Vol. 42, No. 2, 157-168.
- Pelaez C.E. and Bowles J.B., (1995). Applying Fuzzy Cognitive Maps Knowledge Representation to Failure Models Effects Analysis, *IEEE Annual Reliability and Maintainability Symposium*, pp. 450-456.
- Silva C. P., (1995). Fuzzy Cognitive Maps over Possible Worlds, *4<sup>th</sup> IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, Japan.
- Taber R., (1991). Knowledge Processing with Fuzzy Cognitive Maps, *Expert Systems with Applications*, Vol. 2, pp. 83-87.
- Umbers I.G. and King P.J., (1980). An Analysis of Human Decision-Making in Cement kiln Control and the Implications for Automation. *International Journal of Man-Machine Study*, Vol. 12, pp. 11-23.
- Warren K., (1995). Exploring Competitive Futures Using Cognitive Mapping, *Long Range Planning*, Vol. 28, No. 5, pp. 10-21.
- Zadeh L., (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*, Vol.8, No.3, 1965, pp. 338-353.
- Zadeh L., (a.), (1992). *Fuzzy Logic for the Management of Uncertainty*, New York, Wiley.
- Zadeh L., (b.), (1992). The Calculus of Fuzzy if/then rules, *Proceedings of the Theorie und Praxis, Fuzzy Logik*, Vol.7, No.22, pp. 84-94.
- Zimmermann H.J., (1991). *Fuzzy Set Theory and its Applications*, Kluwer Academic Publishers.

# Το ελαιουργείο Χιώτη – Χιωτέλλη στον Πολύχνιτο Λέσβου

Γιώργος Κ. Βαρελίδης

Δρ. Αρχιτέκτων Μηχ. – Πολεοδόμος Ε.Μ.Π.

## Περίληψη

Στόχος αυτού του άρθρου αποτελεί το γεγονός, ότι τα τεχνικά μνημεία, οι βιομηχανικοί και βιοτεχνικοί χώροι του παρελθόντος, έχουν απολέσει τις παλαιές τους χρήσεις και ενίοτε και τα οποιαδήποτε τεχνολογικά ίχνη τους (Pinard, 1985: 10) ενώ οι εγκαταλελειμμένοι μηχανολογικοί μηχανισμοί, τα χρηστικά εργαλεία, τα αρχεία και εν γένει όλα τα κατάλοιπα του βιομηχανικού παρελθόντος που χάνεται, συνθέτουν μια συναρπαστική μαρτυρία της εξελικτικής πορείας των τεχνικών κατασκευής, των συνθηκών ζωής των ατόμων και της οικονομίας που εκτυλισσόταν στα πλαίσια του οικισμού, της κοινωνικής ομάδας ή του πυρήνα της οικογένειας.

Για αυτό ακριβώς το λόγο, είναι χρήσιμη η καταγραφή, εικονογράφηση παλαιών τεχνολογιών παραγωγής με όλες τις σύγχρονες μεθόδους (αφηγήσεις, μελέτες αναπαραστάσεων και παλαιών χαρακτηρισμών, μελέτες επιστολών κ.ά.) καθώς και η αποτύπωση και επανεύρεση των ιχνών κάθε μνημείου της βιομηχανικής αρχαιολογίας, προκειμένου να ερευνηθούν τα ακόλουθα στοιχεία:

1. Το πλαίσιο εργασίας και οι τεχνικές παραγωγής μιας συγκεκριμένης εποχής.
2. Οι τεχνικές δυνατότητες και τα τεχνικά μέσα που επινοήθηκαν μέσα από τη διαχρονική εξέλιξη των κοινωνιών και της οικονομίας.
3. Οι πλουτοπαραγωγικές πηγές που χρησιμοποιήθηκαν.
4. Η βιομηχανική και βιοτεχνική ανάπτυξη κάθε τόπου.
5. Η εξέλιξη της τυπολογίας τους σε σχέση με το μηχανολογικό τους εξοπλισμό.
6. Οι μέθοδοι αποκατάστασης με στόχο τα κτίσματα αυτά να αναβιώσουν για να αποδοθούν ως πολιτισμικά μνημεία στο κοινωνικό σύνολο.

## Abstract

This article focuses on the subject of technological monuments, industrial and craft production installations that have lost long ago the traces of their former uses. Abandoned machinery, tools, records –all remains of an industrial past that has been lost– provide an exciting testimony for the evolution of production methods, the living conditions and the economic activity that centred in the family, a housing settlement or a social group.

For this reason it is important to record and illustrate old production technologies with modern methods (through narratives, representations found in old engravings, production records and correspondence) as well as the architectural depiction of industrial archaeology monuments and the re-discovery of their traces, in order to investigate:

1. The work organisation and production methods of a certain era.
2. The production capabilities and technologies invented by our ancestors in different periods.
3. The resources that were used.
4. The evolution of the production technology over time.
5. The industrial and craft production development in different territories.
6. Restoration methods that allow these buildings to be revived for the benefit of the wider public.

### Λέξεις κλειδιά:

ελαιοτριβεία, τεχνικά μνημεία, χωροθέτηση βιομηχανιών, ελαιοπαράγωγή, ισνάφι κοινοτικά ελαιουργεία.

## 1. Εισαγωγή – ιστοριογραφία της ελαιοκαλλιέργειας στη Λέσβο

Η καλλιέργεια της ελιάς στο νησί χρονολογείται από την τρίτη χιλιετία (πρώιμη χαλκοκρατία) αλλά η καλλιέργειά της συνεχίσθηκε και πολύ μεταγενέστερα, όπως προκύπτει από νομίσματα της Μυτιλήνης και της Μήθυμνας που κυκλοφόρησαν τον 6<sup>ο</sup> π.Χ. αιώνα. Από την εποχή του Διοκλητιανού (296-294 π.Χ.) διασώζονται επίσης σχετικά στοιχεία, αφού χαράσσεται σε πέτρινη επιφάνεια κτηματολόγιο της περιουσίας πολιτών της νήσου. Σύμφωνα με τους ερευνητές, τον 3<sup>ο</sup> μ.Χ. αιώνα η Λέσβος κατείχε 45.000 στρέμματα ελαιώνων.

Η συστηματική καλλιέργεια της ελιάς ξεκίνησε τον 18<sup>ο</sup> αιώνα και σταδιακά με την εξάλειψη της πειρατείας, την ανάπτυξη της ναυτιλίας και του εμπορίου (από τα μέσα του 19<sup>ου</sup>) αιώνα άρχισαν να αναπτύσσονται βιομηχανίες λαδιού και σαπωνοποιίας έως τις αρχές του 20ού αιώνα που χτίστηκαν μεγαλοπρεπή ελαιοτριβεία και σαπωνοποιεία. Αξίζει να σημειωθεί, ότι από την ύστερη Οθωμανική περίοδο ως τον Μεσοπόλεμο

υπήρχαν σαπωνοποιία που είχαν μαζική παραγωγική δραστηριότητα, εξυπηρετώντας τις αγορές της Μικράς Ασίας και της Μαύρης Θάλασσας. Όμως, με την ένωση της Λέσβου με το νέο ελληνικό κράτος (1912) και το κλείσιμο των μικρασιατικών αγορών υπέστησαν πλήγμα (Σιφναίου, 2001).

Παράλληλα, αναπτύχθηκαν επαγγέλματα, όπως αυτό του αγωγιάτη που μετέφερε το λάδι από το χώρο παραγωγής στο χώρο μεταπώλησης. Το σύστημα απαιτούσε μεσάζοντα έμπορο που κατηύθυνε την πώληση του λαδιού. Άλλα εξειδικευμένα σχετικά επαγγέλματα ήταν αυτά του τεχνίτη-λιθοξόου που σκάλιζε τις μυλόπετρες, του σιδηρουργού που κατασκεύαζε τα μεταλλικά εξαρτήματα και της υφάντρας που «έξαινε» (ύφαινε) το μαλλί για τις «τσαντίλες» που υποδέχονταν τον ελαιοπολτό. Επίσης, τις πρωτόλειες τεχνικές του παρελθόντος, όπως το χτύπημα της ελιάς με πέτρα ή με ξύλο μέσα σε πέτρινη λεκάνη για παραγωγή λαδιού, διαδέχθηκαν τα πρώτα χειροκίνητα λιοτρίβια και κατόπιν οι ζωοκίνητοι «λιόμυλοι» από σκληρά ηφαιστειογενή πετρώματα του νησιού.

Το 1853, στην προκυμαία του νησιού, εκεί που σήμερα στεγάζεται η Τράπεζα της Ελλάδος, χτίστηκε το πρώτο ελαιοτριβείο της Μυτιλήνης, βελτιώνοντας με τη νέα τεχνική τις εργονομικές συνθήκες των εργατών του λαδιού. Το γεγονός αυτό σήμανε το τέλος των προβιομηχανικών ελαιόμυλων με τις μέτριες αποδόσεις παραγωγής. Ιστορικά αναφέρεται, ότι υπήρξαν τέσσερα υδροκίνητα ελαιοτριβεία, δηλαδή ένα στο Υψηλό Μέτωπο, ένα κοντά στον Σεδούντα ποταμό, ένα στη Νυχτάντα και ένα στους μύλους της Λάμπης. Σύμφωνα τέλος με τους πρόσφατους απολογισμούς, η Λέσβος αριθμεί σε συστηματικούς ελαιώνες 9,5 εκ. ελαιόδενδρα και η μέση ετήσια παραγωγή λαδιού ανέρχεται σε 19.000 τόνους. Το 1912 διέθετε 110 ιδιωτικά ελαιοτριβεία, 6 πυρηνελαιουργεία, 42 σαπωνοποιεία και 25 βυρσοδεψεία.

## 2. Κριτήρια χωροθέτησης

Η χωροθέτηση των ελαιουργείων έγινε με ορθολογικά χωροθετικά κριτήρια και οπτική μακρόχρονης πρόβλεψης, δεδομένου ότι η ελαιοκαλλιέργεια αποτελούσε ανέκαθεν βασική δραστηριότητα στη Λέσβο. Οποσδήποτε δεν υπήρχαν οριοθετημένες βιοτεχνικές περιοχές ούτε θεσμικό πλαίσιο που να επιτρέπει ή να απαγορεύει την ανάπτυξη ελαιουργείων στη μία ή την άλλη περίπτωση, ούτε υπήρχε θέμα υποβάθμισης του περιβάλλοντος και του επιπέδου ζωής των κατοίκων της νήσου ούτε σχετικές απαιτήσεις των εργατών που προσέφεραν την εργασία τους για μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Την απόφαση χωροθέτησής τους δεν επηρεάζουν δηλαδή «εσωτερικοί» παράγοντες (π.χ. σχέσεις εργατών-εργοδοσίας) αλλά «εξωτερικοί» (Πασχαλίδης, 1987: 273), όπως η προσπελασιμότητα, η ζήτηση του προϊόντος και η καταλληλότητα της περιοχής από άποψη εδαφολογικών συνθηκών για την καλλιέργεια της ελιάς.

Κατά κανόνα χωροθετούνται στις εισόδους των ελαιοπαραγωγών οικισμών και συγκεκριμένα επάνω στις προσβάσεις ζωνών ελαιοπαραγωγής ή άμεσης γειτνίασης με

τις βιοτεχνικές και βιομηχανικές ζώνες της Λέσβου (Πέραμα, Πλωμάρι, Ντίπι, Ταμποκαρία). Πολύ συχνά χωροθετούνται στις «σκάλες», δηλαδή στις προβλήτες λιμένων αλλά και μέσα σε ελαιώνες που οριοθετούν τις αρχοντικές ιδιοκτησίες των ελαιοπαραγωγών. Τα υπόγεια των συγκεκριμένων αρχοντικών χρησιμοποιούν ως υπνωτήρια των εργατών λαδιού (σύμφωνα με τη μαρτυρία του ιερωμένου Γ. Καλαϊτζή). Επίσης, αυτόνομες μονάδες ελαιοπαραγωγής, μία ή περισσότερες ανάλογα με την παραγωγή λαδιού, εντάσσονται σε οικισμούς που ευδοκμεί η ελαιοκαλλιέργεια.

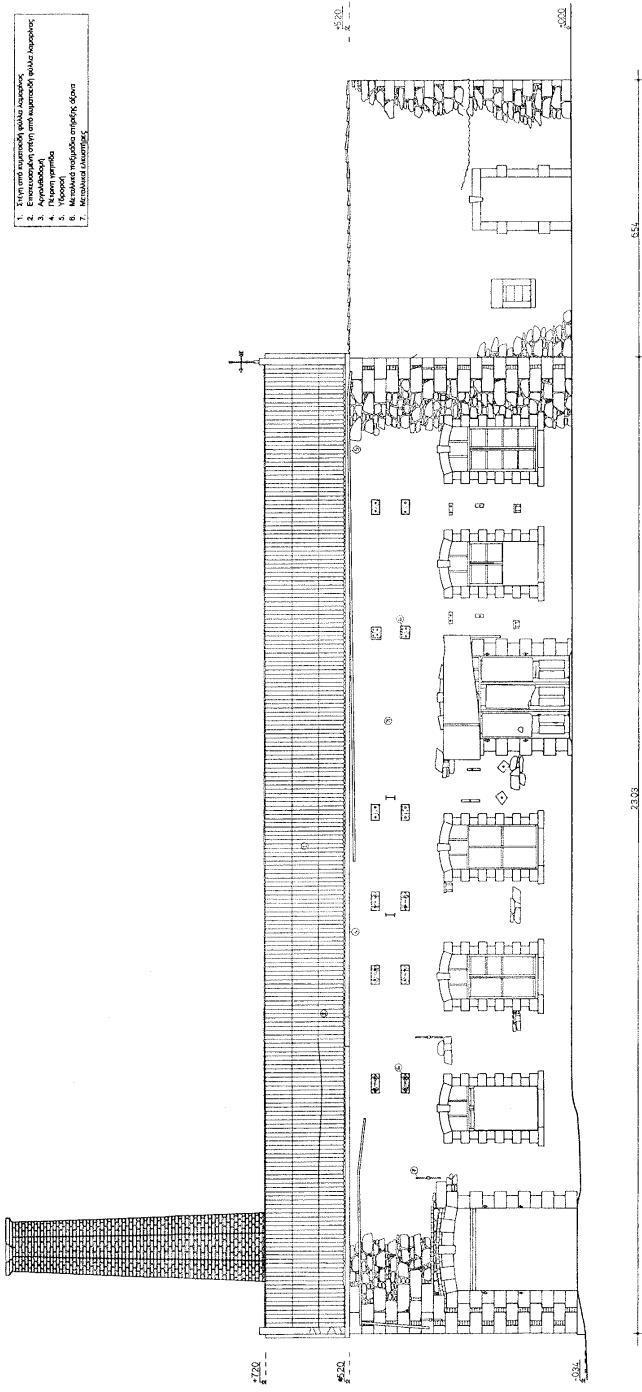
Ορισμένα ελαιουργεία συγκροτούνται σε βιομηχανίες που ενσωματώνουν στη χρήση τους αλευρόμυλους ή σαπωνοποιεία (π.χ. το κοινοτικό ελαιουργείο Αγ. Παρασκευής), ώστε να εξασφαλίζεται στους εργάτες συνεχής απασχόληση και όχι μόνο εποχιακή που απαιτεί το ελαιοτριβείο. Έτσι, συγκρατείται κατά το δυνατόν ο εξειδικευμένος εργατικός πληθυσμός και δεν μεταναστεύει.

Γενικότερα, η χωροθέτησή τους συνδέεται με τα δίκτυα μεταφορών και τους αντίστοιχους συγκοινωνιακούς κόμβους που οδηγούν στα κέντρα διάθεσης και ανταλλαγής των προϊόντων. Χωροθετούνται επίσης πάντοτε πλησίον των φυσικών πηγών νερού (χείμαρρους, ποτάμια, κ.ά.), στοιχείου απαραίτητου για την λειτουργία των ελαιουργείων. Ομοίως, αναπτύσσονται σε περιοχές με εδαφολογικές και κλιματολογικές συνθήκες ευνοϊκές για την καλλιέργεια της ελιάς και για αυτό η πλειονότητα των ελαιοτριβείων της Μυτιλήνης έχει αναπτυχθεί στην ανατολική πλευρά του νησιού ενώ στην δυτική, που το ανάγλυφο είναι βραχώδες, έχουν κτιστεί λιγότερα και μάλιστα σε επικλινή εδάφη με πέτρινες «πεζούλες» και «σέτια» για τη συγκράτηση των νερών της βροχής και τη διευκόλυνση της ελαιοσυλλογής (από το τουρκικό «set» – τοίχος αντιστήριξης).

### **3. Κοινοτικά ελαιουργεία - ελαιουργείο Χιώτη – Χιωτέλλη**

Η εκμετάλλευση που υφίστατο ο αγροτικός πληθυσμός της Λέσβου από τους οργανωμένους σε «ισνάφια» εμπόρους του λαδιού που ήλεγχαν όλα τα μεγέθη παραγωγής, δημιούργησε μια δυναμική που οδήγησε στην ιδέα για την ίδρυση κοινοτικών ελαιοτριβείων (βλ. εικ. 1), προκειμένου να προστατευθούν οι αγρότες ως φθινοί χειρόνακτες από τους γαιοκτήμονες-εμπόρους και παράλληλα να εξοικονομηθούν εθνικοί πόροι για την ανέγερση Ελληνικών Σχολείων.

Η ίδρυση των κοινοτικών ελαιουργείων προκάλεσε μεγάλες αντιδράσεις από τους ιδιοκτήτες ελαιοτριβείων. Αναφέρεται, ότι η στέγη του κεντρικού κτιρίου του κοινοτικού ελαιοτριβείου της Αγίας Παρασκευής ήταν από μεταλλική λαμαρίνα που στηριζόταν σε σιδερένια ζευκτά και όχι σε ξύλινα, κατά τα συνήθη δεδομένα, για να έχει πυροανασχετικότητα σε περίπτωση εμπρησμού που ενδεχομένως θα επιχειρούσαν οι ιδιοκτήτες των ανταγωνιστικών ιδιωτικών ελαιοτριβείων. (Σηφουνάκης, 1986: 52)



Δυτική όψη ελαιουργείου  
(Πρόσοψη)  
Κλίμακα 1 : 100

**Εικ. 1.**

Ένα από τα σημαντικότερα κοινοτικά ελαιοτριβεία της Λέσβου είναι αυτό του Χιώτη – Χιωτέλλη. Το συγκρότημα χωροθετείται στα όρια του οικισμού Πολύχνιτου και συγκεκριμένα στο σημείο που συνδέει αυτόν με τη Βρύσα, τα Βατερά και το Πλωμάρι. Βρίσκεται πολύ κοντά στην είσοδο που οδηγεί στο επίγειο του οικισμού, τη Σκάλα Πολύχνιτου, την Καλλονή, την Αγιάσο και τη Μυτιλήνη.

Πρόκειται για χαρακτηριστικό παράδειγμα οχυρωμένου συγκροτήματος παραγωγής ελαιόλαδου. Παρότι αποτελεί αξιολογότερο μνημείο της βιομηχανικής κληρονομιάς των αρχών του 20<sup>ου</sup> αιώνα, βρίσκεται σήμερα σε πλήρη εγκατάλειψη και έχει υποστεί αλλοίωση της χρήσης του, αφού το κυρίως κτίριο του συγκροτήματος λειτουργεί ως εργαστήριο σιδηρών κατασκευών και κάποιες «μπατές» (αποθήκες καρπού) ως εκτροφείο χοιριδίων, ενώ στον όροφο της κατοικίας του φύλακα ξηραίνονται προβιές ζώων απλωμένες σε άρμη. Το σκηνικό εγκατάλειψης αυτού του μνημείου ολοκληρώνει ένα κτίσμα βαφής αυτοκινήτων, ξένο προς την λειτουργία και τη μορφολογική ενότητα του ελαιουργείου. Πιθανόν η σημερινή κατάστασή του να οφείλεται σε έλλειψη συνεννόησης μεταξύ των πολλών ιδιοκτητών στους οποίους ανήκει το κτίσμα.

Στα πλαίσια εκπόνησης πτυχιακής εργασίας στα ΤΕΙ Πειραιά (Πανσεληνάς, 2002) καταγράφηκε με ακρίβεια ό,τι απέμεινε από τον εξοπλισμό του ελαιοτριβείου που τεκμηριώνει τον παραδοσιακό τρόπο παραγωγής ελαιόλαδου.

Πρόκειται συγκεκριμένα για τα εξής εγκαταλελειμμένα ευρήματα:

1. Έξι μυλόπετρες (μια πέτρα βάσης και δύο που περιστρέφονταν, για κάθε έναν από τους δύο μύλους).
2. Τρεις αντλίες από τα εργοστάσια των Αφών Ισηγόνη της Σμύρνης.
3. Τρία υδραυλικά πιεστήρια (πρέσες) από τα εργοστάσια των Αφών Ισηγόνη.
4. Δύο σπαστήρες.
5. Δύο μικροί «σάλιακες» (κοχλίες του Αρχιμήδη).
6. Ο άξονας μετάδοσης της κίνησης με τους τροχούς.
7. Ένα λαβάλ (φυγοκεντρικός ελαιοδιαχωριστήρας).
8. Λουριά μετάδοσης κίνησης.
9. Ηλεκτροκινητήρες.

#### **4. Αρχιτεκτονικός σχεδιασμός – μορφολογία**

Το ελαιοτριβείο Χιώτη – Χιωτέλλη (εικ. 1) κτίσθηκε, όπως όλα στη Λέσβο, από ανώνυμους Έλληνες τεχνίτες, πιθανόν και Μικρασιάτες, στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα.

Το συγκρότημα παρουσιάζει αρχιτεκτονικό ενδιαφέρον, γιατί αποτελεί τυπικό παράδειγμα στα πρότυπα κτίσματος που παραπέμπει σε οχυρωματική αρχιτεκτονική. Έχει μάλλον την όψη ενός μικρού τειχισμένου αγροτικού οικισμού παρά ενός βιομηχανικού συγκροτήματος. Αποτελείται από το κτίριο επεξεργασίας ελαιοκάρπου και

παραγωγής λαδιού, που βρίσκεται στο κέντρο της εγκατάστασης και εφάπτεται του χώρου ατμομηχανής και του ατμολεβητοστασίου.

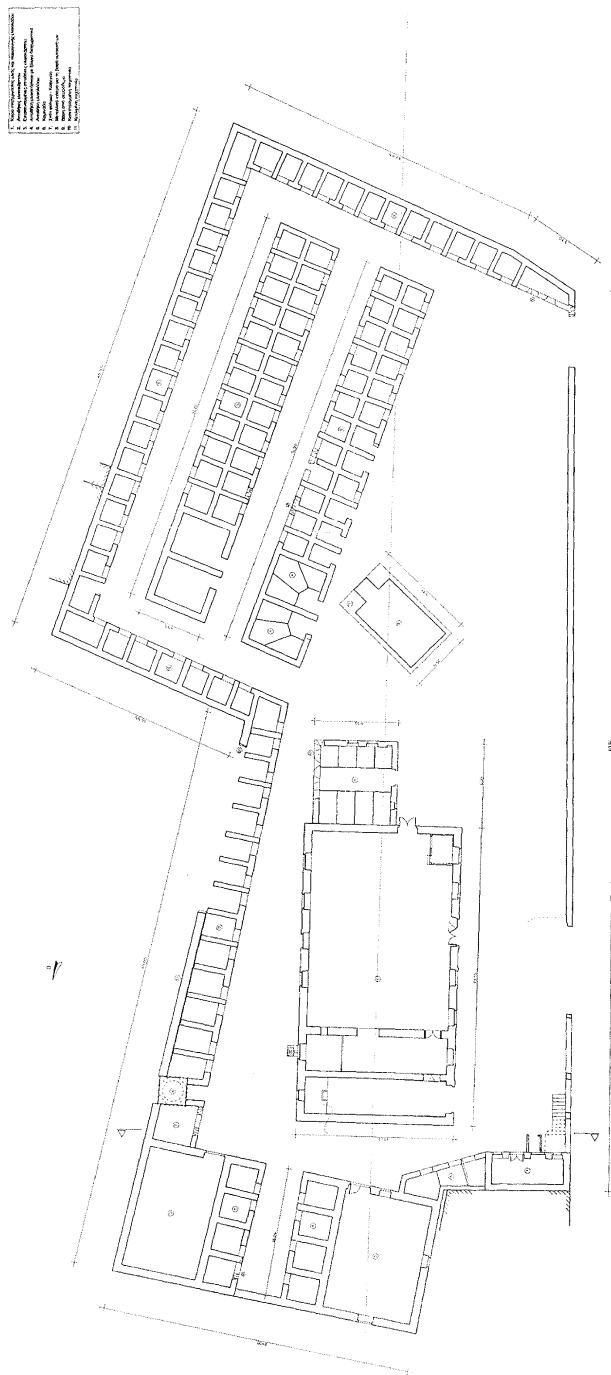
Πρόκειται για κτίριο ορθογωνικής κάτοψης διαστάσεων 12,2 x 23,0 μέτρων με αναλογία πλευρών 1:2, χαρακτηριστικό όλων των ελαιοτριβείων των αρχών του 20<sup>ου</sup> αιώνα (εικ. 2). Στη νότια πλευρά του προσαρτάται τετραγωνικής κάτοψης αποθήκη ελαιοκαρπού διαστάσεων 6,5 x 6,5 μέτρων που αφορά μεταγενέστερη προσθήκη του 1918, όπως προκύπτει από εγχάρακτη χρονολογία στην πέτρινη κλείδα της εισόδου. Στο βόρειο όριο συγκροτούνται οι αποθήκες λαδιού προσαρτημένες πλάγια με «μπατές» (αποθήκες καρπού). Το σύνολο των «μπατών» (εικ. 3) που έχουν μονόρριχτη ξύλινη στέγη αναπτύσσεται γραμμικά και καλύπτει περιμετρικά το τεθλασμένο όριο του οικοπέδου (βλ. τομή συγκροτήματος, σχ. 4). Εσωτερικά, μια ενότητα αποθηκών καρπού διατάσσεται κατά πτέρυγες, άλλες με ξύλινα και άλλες με λίθινα διαχωριστικά, ενώ είναι στεγασμένες με δίρριχτη ξύλινη στέγη.

Η οκταγωνική καμινάδα (εικ. 5), σύμβολο υιοθέτησης του νεωτερισμού που ήταν η εισαγωγή του ατμού ως πηγής ενέργειας, συνδέεται με το ελαιοτριβείο μέσω υπόγειου αγωγού. Είναι κτισμένη ισοδομικά από πέτρα στη βάση και συμπαγή τούβλα στον κορμό, ενώ ενισχύεται με ελκυστήρες για ομαλή συμπεριφορά στο σεισμό. Ανατολικά, αυτή συνδέεται με τις περιμετρικές «μπατές» και αναπτύσσεται σε ύψος 14,70 μέτρων με συγκλίνουσα διατομή έως το χείλος της απόληξής της. Δυτικά, το ελαιουργείο οριοθετείται σχεδόν στο σύνολό του από τοίχο πάχους περίπου 50 εκατ.

Επί της αυτής πλευράς αναπτύσσεται σε διώροφο κτίσμα η κατοικία του νυχοφύλακα (α' όροφος) και το καφενείο των εργατών (ισόγειο). Η επικοινωνία στον όροφο γίνεται μέσω πέτρινης σκάλας (εικ. 6). Σε όλες τις κτιριακές ενότητες του συγκροτήματος η πρόσβαση γίνεται μόνον από το εσωτερικό του γεγονός που επίσης παραπέμπει στα πρότυπα της οχυρωματικής αρχιτεκτονικής. Η είσοδος στο συγκρότημα εξασφαλίζεται με δύο πόρτες στην κύρια όψη, μία απέναντι από το χώρο επεξεργασίας και μια νοτιότερα απέναντι από τις αποθήκες καρπού.

Μορφολογικά, σχεδόν κατά κανόνα, τα ελαιοτριβεία της περιόδου 19<sup>ου</sup> αι. έως αρχές 20<sup>ου</sup> αι. είναι επηρεασμένα από την Βιομηχανική Αρχιτεκτονική της Ευρώπης και κυρίως την Αρχιτεκτονική των Αγγλικών βιομηχανικών κτισμάτων της πρώτης βιομηχανικής ανάπτυξης (1760-1830).

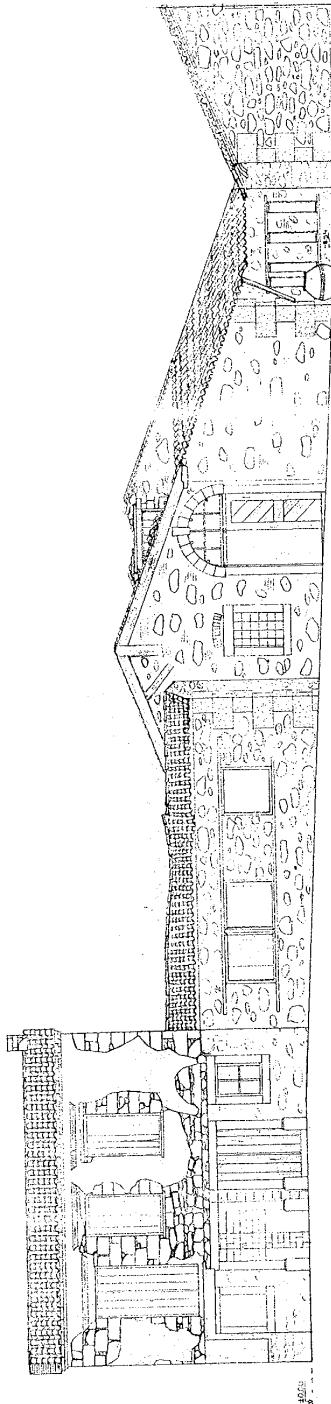
Εκτιμάται, ότι, ως μορφολογικό αρχικό πρότυπο, λειτούργησαν τα προγενέστερα εργοστάσια των Αφών Ισηγόνη (σιδηρουργία) της Σμύρνης, τα οποία πιθανολογείται ότι μελέτησαν Άγγλοι μηχανικοί. Δεδομένου δε, ότι σε συνεργασία με Αγγλικές εταιρείες προμηθεύονταν –εκτός από τον μηχανολογικό εξοπλισμό– και τα βιομηχανικά δομησιμα υλικά, υποδείκνυαν κατασκευαστικές οδηγίες στους ντόπιους και μικρασιάτες τεχνίτες, σχετιζόμενες με την διαστασιολόγηση και τη λειτουργία των μηχανημάτων και έτσι, παραγόταν κατά τρόπο πρωτογενή, χωρίς συνολικό σχεδιασμό από ειδικευμένους μηχανικούς, το ειδικό κτίριο που εξυπηρετούσε κατ' αρχήν μόνον την παραγωγή και όχι τις συνθήκες ζωής των εργατών και τα μέτρα προστασίας τους (Βαρελίδης, 1998).



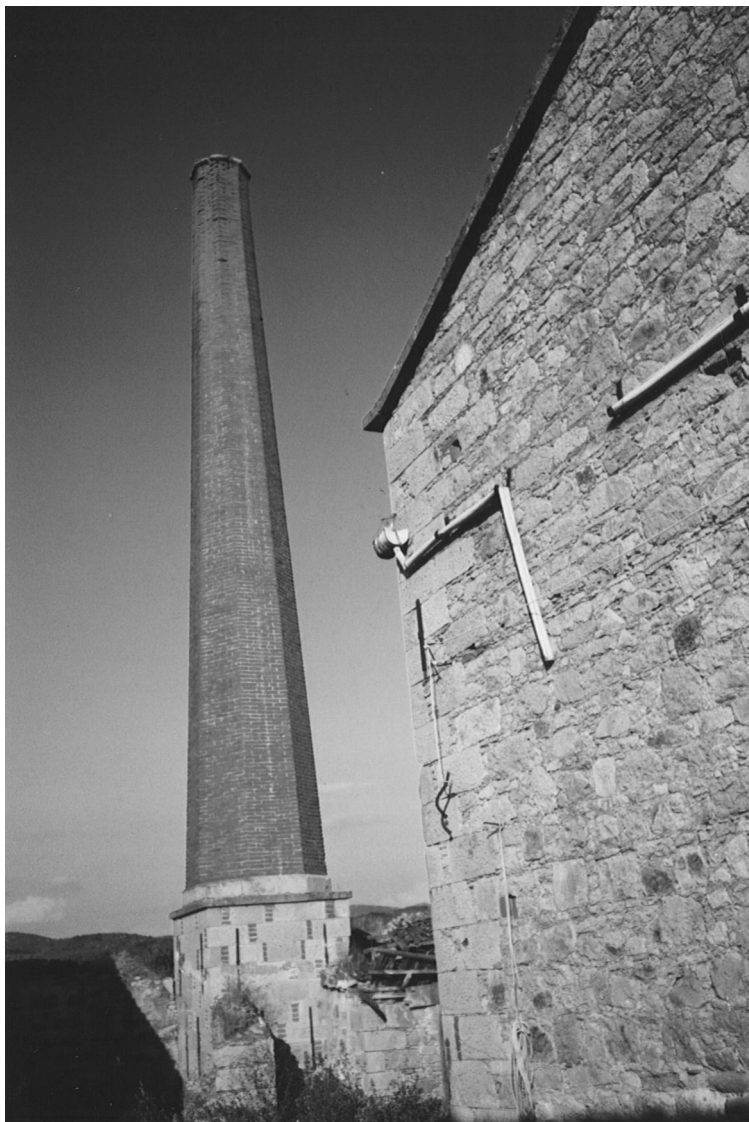
Εικ. 2. Κάτοψη του ελαιουργείου



*Εικ. 3. Οι «μπατές»*



Εικ. 4. Τομή συγκροτήματος



*Εικ. 5. Η οκταγωνική καμινάδα σύμβολο νεωτερισμού*



**Εικ. 6.** Κατοικία νυχτοφύλακα – καφενείο

Γενικώς, η μορφολογία των βιομηχανικών κτιρίων αυτής της περιόδου αποδεικνύει, ότι αυτά δανείζονται μορφολογικά χαρακτηριστικά και πρότυπα από κτίσματα της περιοχής στην οποία εντάσσονται αλλά και από άλλα κτίρια του παρελθόντος σε συνδυασμό πάντα με την υπάρχουσα τεχνογνωσία καθώς και το είδος, την υφή και τις δυνατότητες των ντόπιων υλικών.

Από άποψη τυπολογική, το ελαιοτριβείο Χιώτη – Χιωτέλλη και όλα τα βιομηχανικά κτίρια αυτής της περιόδου έχουν κοινά χαρακτηριστικά. Είναι ογκώδη, σε αντίθεση με τα πρώτα ελαιουργεία που ήταν μικρά, γιατί η χρήση μεγάλων μηχανημάτων επέβαλε την ανάγκη δημιουργίας μεγαλύτερου χώρου και συνεπώς ο όγκος των ελαιουργείων αυξήθηκε σημαντικά για να καλύψει τις ανάγκες του νέου τρόπου λειτουργίας (Τεχνολογία, 2001). Οι παλιοί ελαιόμυλοι δηλαδή, που είχαν ως κινητήρια δύναμη τα ανθρώπινα χέρια, το νερό, ή τη δύναμη των ζώων, μετεξελίχθηκαν στο τέλος του 19<sup>ου</sup> αι. έως τις αρχές του 20<sup>ου</sup> αι. σε ατμομηχανές. Στη συνέχεια, στα μέσα του 20<sup>ου</sup> αι., αυτές αντικαταστάθηκαν από πετρελαιομηχανές και αργότερα από ηλεκτροκινητήρες που αύξησαν κατά πολύ τις παραγόμενες ποσότητες λαδιού, βελτίωσαν την ποιότητά του και βέβαια επαύξησαν την οικονομική ισχύ του νησιού.

## 5. Κατασκευή

Το πάχος της ανωδομής είναι 50 εκατοστά και ως κονίαμα χρησιμοποιείται ασβέστης, άμμος και πηλός, στους δε κυρίους χώρους επεξεργασίας ή στα κτίσματα που αναπτύσσονται προς βορρά το χρησιμοποιούμενο κονίαμα είναι υδραυλικό, το γνωστό «κουρασάνι» (μίγμα άμμου και σκόνης κεραμιδιού). Η θεμελίωση είναι με περιμετρική λιθοδομή από ημικατεργασμένους λίθους.

Οι ακρογωνιαίοι λίθοι στο κεντρικό κτίριο αλλά και σε ορισμένες αποθήκες είναι πελεκητοί. Οι «μπατές» είναι κτισμένες με λιθοδομή και κονίαμα από πηλό. Γενικώς, στη λιθοδομή του κύριου κτίσματος του συγκροτήματος παρεμβάλλονται στρώσεις από συμπαγή τούβλα που λειτουργούν ως σενάζ για καλύτερη συμπεριφορά στο σεισμό.

Κύριο χαρακτηριστικό του ελαιουργείου και γενικά όλων αυτών των κτιρίων είναι τα μεγάλα ανοίγματα των παραθύρων με αναλογία 1:2. Οι λαμπάδες και τα περιθωρώματά τους είναι από λαξευμένες πέτρες καθώς και τα υπέρθυρα που λειτουργούν ως πρέκια. Πάνω από αυτά συνήθως κατασκευάζονται ανακουφιστικά τόξα από συμπαγή τούβλα (εικ. 7) με πέτρινη κλειδα στο κέντρο. Οι πόρτες είναι δίφυλλες εκτός από δύο στην δυτική όψη που είναι τρίφυλλες για να χωράνε τα ογκώδη μηχανήματα.



Εικ. 7. Τυπικό άνοιγμα ανατολικής όψης

Το υλικό των αρχιτεκτονικών στοιχείων είναι από πετρώματα εξορυγμένα από τα πετρωκοπεία του Σάριμουσακ του Αδραμυτινού κόλπου ή του βόρειου τμήματος του νησιού. Στις «μπατές» του συγκροτήματος τα δάπεδα είναι από κυβόλιθους και στο ελαιοτριβείο από ισοπεδωμένο χώμα.

Η στέγαση σε κάθε ενότητα γίνεται από δίρριχτες ξύλινες στέγες από αδραμυτινή ξυλεία με εξαίρεση τις αποθήκες καρπού που είναι μονόρριχτες. Την βάση και την στέψη των στεγών περιβάλλει γρηπίδα από δύο σειρές τούβλων (βλ. τομή συγκροτήματος).

## 6. Συμπέρασμα

Σε τελική ανάλυση επισημαίνεται, ότι υπάρχει επιτακτική ανάγκη να προστατευθεί το μνημείο με αποκατάσταση της μορφής του ώστε να μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί προς όφελος του κοινωνικού συνόλου.

Αν η τοπική αυτοδιοίκηση ευαισθητοποιηθεί, όπως έχει συμβεί σε άλλες περιπτώσεις, είναι εφικτό να ενταχθεί σε κάποιο ολοκληρωμένο πρόγραμμα και να αξιοποιηθεί μέσα από νέες χρήσεις, όπως π.χ. μουσειακών χώρων, συνεδριακού κέντρου, βιβλιοθήκης κ.ά. ή μέσα από αναβίωση παραδοσιακών χρήσεων, γεγονός που θα προωθήσει την προσπάθεια ανάδειξης των τεχνικών μνημείων της Λέσβου με γενικότερο στόχο την κοινωνική και οικονομική αναζωογόνηση του νησιού (π.χ. συγκράτηση και βελτίωση της ηλικιακής σύνθεσης του πληθυσμού, ανάπτυξη εναλλακτικού τουρισμού), μέσω της προβολής του ιδιαίτερου χαρακτήρα του καθώς και των πολιτιστικών και φυσικών πόρων του, ώστε να το καταστήσουν ελκυστικότερο ως τόπο ανάδειξης της συλλογικής και ιστορικής μνήμης.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βαρελίδης Γιώργος – Θεοδωρακάκου Πόπη (26-6-1998), «*Θειωρυχεία της Μήλου*», εφημ. ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ, και Βαρελίδης Γ. (1991), «*Κανόνες Ένταξης Ιστορικών Συνόλων και Μνημείων στις Σύγχρονες Πόλεις*», εισήγηση στο Διεθνές Συνέδριο ICOMOS με θέμα «*Σύγχρονες Πόλεις πάνω σε Παλιές*», Άρτα.
- Πανσεληνάς Κων/νος (2002), «*Ελαιοτριβείο στον Πολύχνιτο Λέσβου*», Πτυχιακή Εργασία ΤΕΙ Πειραιά Τμήμα Πολιτικών Δ – Ε, (επιβλέπων Γιώργος Κ. Βαρελίδης).
- Πασχαλίδης Α. (1987), «*Ζητήματα Χωροθέτησης στην Παραγωγική Διαδικασία της Βιομηχανίας*», Τεχν. Χρ. – Α, τομ.7, τεύχ. 4.
- Pinard Jacques (1985), «*Η Βιομηχανική Αρχαιολογία*», Πολιτιστικό Τεχνολογικό Ίδρυμα ΕΤΒΑ.
- Σηφουνάκης Νίκος (1986), «*Βιομηχανικά Κτίρια της Λέσβου 19<sup>ος</sup> και αρχές 20<sup>ου</sup> αιώνα. Σαπυνοποιεία και Ελαιοτριβεία*», Νομαρχία Λέσβου.
- Σίφνου Ε. (2001), «*Ένα Μουσείο για το Σαπούνη και την Ιστορία της Σαπυνοποιίας στη Λέσβο*», Τεχνολογία, Ενημερωτικό Δελτίο Πολιτιστικού Τεχνολογικού Ιδρύματος ΕΤΒΑ, τεύχος 10-11, σ. 41-42.



## Σκοπός και Στόχοι της Επιστημονικής Επετηρίδας

Η *Επιστημονική Επετηρίδα Εφαρμοσμένης Έρευνας (ΕΕΕΕ)*, αποτελεί την επίσημη Επιστημονική Επετηρίδα του ΤΕΙ Πειραιά στην οποία μπορούν να δημοσιεύονται πρωτότυπες ερευνητικές εργασίες μετά από αξιολόγηση (συνήθως, 2 κριτών) με θεματικό αντικείμενο σε μια από τις περιοχές των Μηχανικών Επιστημών και Τεχνολογίας, της Φυσικής, των Μαθηματικών, των Τεχνών, των Κοινωνικών και Ανθρωπιστικών Επιστημών (Ιστορικά, Κοινωνικά, Νομικά, Διοικητικά και Πολιτικά θέματα). Στόχοι της ΕΕΕΕ είναι, αφενός η παρουσίαση νέων ερευνητικών αποτελεσμάτων, μεθόδων, ή (και) αναλύσεων, αφετέρου δε η δημιουργία μιας νέας πηγής επιστημονικής πληροφόρησης χρήσιμης στην εφαρμοσμένη, κυρίως, έρευνα.

### Οδηγίες προς τους Συγγραφείς

Η ΕΕΕΕ δέχεται προς αξιολόγηση για δημοσίευση πρωτότυπες ερευνητικές εργασίες γραμμένες στην Ελληνική, ή στην Αγγλική, που δεν έχουν δημοσιευθεί ούτε βρίσκονται υπό κρίση σε άλλο μέσο. Μια πρωτότυπη εργασία είναι δημοσιεύσιμη στην ΕΕΕΕ εφόσον πρόκειται για εργασία που αποδειγμένα προσθέτει στην επιστημονική γνώση. Για τον λόγο αυτό η εργασία οφείλει να αναπτύσσει με πληρότητα την επιστημονική σκέψη και εξέλιξη του εξεταζόμενου θέματος, αναφερόμενη εισαγωγικά στην υπάρχουσα (κατά κύριο λόγο πρόσφατη) βιβλιογραφία, αλλά και σε άλλα αποδεικτικά στοιχεία.

Η υποβολή πρωτότυπων εργασιών προς δημοσίευση στην ΕΕΕΕ γίνεται σύμφωνα με τους εξής γενικούς κανόνες. Κάθε εργασία υποβάλλεται προς κρίση στη Γραμματεία της ΕΕΕΕ (Θηβών 250 & Π. Ράλλη, 12244 Αιγάλεω) σε **τρία (3) αντίγραφα**. Μετά την αξιολόγηση των κριτών, η εργασία που κρίνεται δημοσιεύσιμη επιστρέφεται μαζί με τις εκθέσεις των κριτών στον υπεύθυνο συγγραφέα ο οποίος, αφού προβεί στις υποδεικνυόμενες από τους κριτές σχετικές διορθώσεις ή αλλαγές, υποβάλλει μέσα σε χρονικό διάστημα **τριών (3) μηνών** από τη γνωστοποίηση προς αυτόν των εκθέσεων των κριτών, ξανά στη Γραμματεία της ΕΕΕΕ την εργασία στην τελική της μορφή, πάλι σε **τρία (3) αντίγραφα**, προς δημοσίευση. Στην τελική αυτή φάση ο συγγραφέας οφείλει να παραδώσει μαζί με τα 3 αντίγραφα όλης της εργασίας του (κάθε ένα αντίγραφο περιλαμβάνει Κείμενο, Πίνακες, Γραφικές Παραστάσεις, Φωτογραφίες, Λεζάντες Πινάκων, Λεζάντες Γραφικών Παραστάσεων, Λεζάντες Φωτογραφιών) και ένα floppy disk, ή CD-ROM, που περιέχει ένα ακριβές αντίγραφο της εργασίας του (σε αρχείο **Word97**, ή νεώτερο) καθώς και όλα τα υπόλοιπα αρχεία χωριστά σε ηλεκτρονική μορφή (οι τύποι αρχείων δίνονται σε σχετική παράγραφο παρακάτω).

Υποχρεωτικά, κάθε εργασία που υποβάλλεται στην ΕΕΕΕ προς αξιολόγηση πρέπει να συνοδεύεται με επιστολή υπογεγραμμένη από τον υπεύθυνο συγγραφέα που δηλώνει, **ότι η εργασία με τίτλο «...», κατά το παρελθόν, δεν έχει δημοσιευθεί ούτε έχει υποβληθεί προς αξιολόγηση σε άλλο μέσο**. Απουσία σχετικής επιστολής έχει σαν αποτέλεσμα τη μη προώθηση για αξιολόγηση της συγκεκριμένης εργασίας.

Σημειωτέον, ότι κάθε υποβληθείσα προς κρίση εργασία δεν επιστρέφεται στον υπεύθυνο συγγραφέα, πλην της περιπτώσεως που σχετική αίτηση έχει κατατεθεί στη Γραμματεία κατά την αρχική υποβολή. Επίσης, για λόγους αρχειοθέτησης, καλούνται οι συγγραφείς όπως συνοβιβάλλουν με την κατάθεση προς αξιολόγηση της εργασίας τους και σύντομο Βιογραφικό Σημείωμα.

### Διαμόρφωση περιεχομένου υποβαλλόμενης εργασίας

• **Δομή Κειμένου.** Το κείμενο να είναι γραμμένο, σε λευκό χαρτί A4 (στη μία πλευρά), διπλό διάστιχο, μονόστηλο, αφήνοντας αρκετό πλευρικό χώρο δεξιά και αριστερά της σελίδας για υποδείξεις από τους κριτές, κατά προτίμηση, με χαρακτήρες Times New Roman 12 pts. (πλην του τίτλου, των ονομάτων και διευθύνσεων των συγγραφέων, της περίληψης και τέλος των γραμμάτων στις λέξεις κλειδιά και στις λεζάντες). Κατά την συγγραφή να ακολουθείται η εξής σειρά παρουσίασης των ενότητων της εργασίας: *Τίτλος, Συγγραφέας, Διεύθυνση συγγραφέα, Περίληψη, Λέξεις κλειδιά, Κύριο κείμενο εργασίας, Ευχαριστίες (π.χ. προς χορηγούς), Παραρτήματα, Βιβλιογραφία, Εκτενής Περίληψη στα Αγγλικά, Διαγράμματα-Εικόνες και Πίνακες, Λεζάντες Διαγραμμάτων-Εικόνων και Πινάκων.*

• **Σύστημα Μονάδων, Μαθηματικά Σύμβολα και τύποι.** Κατά την παρουσίαση μεγεθών που εκφράζονται με διαστάσεις και γενικά σε τεχνικά θέματα οι συγγραφείς οφείλουν να χρησιμοποιούν το **Διεθνές Σύστημα Μονάδων (S.I.)**.

Είναι όμως δυνατόν, εφόσον έχει επικρατήσει ή συνηθίζεται διαφορετικά, να παραθέτονται επιπροσθέτως, μέσα σε παρενθέσεις, οι τιμές μεγεθών εκφρασμένες σε μονάδες άλλου Συστήματος Μονάδων. Κλασματικές παραστάσεις πρέπει να αποδίδονται χωρίς τη γραμμή του κλάσματος, αλλά με τον αριθμητή, μετά διάστημα και στη συνέχεια τον παρνομαστή υψωμένο στην  $(-1)$  δύναμη). Έτσι γράφεται:  $m\ s^{-1}$  και όχι  $m/s$ , ή  $ms^{-1}$ . Ρίζες παραστάσεων ή αριθμών πρέπει να αποδίδονται ως εξής: Κλείνεται η παράσταση μέσα σε παρενθέσεις και στην συνέχεια υψώνεται στη (θετική ή αρνητική, μορφής δεκαδικού αριθμού) δύναμη που αποδίδει τη ρίζα. Προκειμένου για ρίζες αριθμών δεν είναι υποχρεωτικό να χρησιμοποιηθούν παρενθέσεις. Όλοι οι μαθηματικοί χαρακτήρες ή σύμβολα που χρησιμοποιούνται σε μια εργασία πρέπει να ερμηνεύονται μέσα στο κείμενο υποχρεωτικά. Όλα τα έχοντα διαστάσεις μεγέθη που εμφανίζονται σε μαθηματικές εξισώσεις, ή ξέχωρα, πρέπει να αποδίδονται στις σωστές τους διαστάσεις.

• **Τίτλος Εργασίας, Όνομα, Θέση και Διεύθυνση κάθε Συγγραφέα.** Ο τίτλος της εργασίας πρέπει να είναι βραχύς και εννοιολογικά να αποδίδει πιστά το θέμα της εργασίας. Χημικές ενώσεις, ή μαθηματικοί τύποι δεν πρέπει να εμφανίζονται στον τίτλο. Στην περίπτωση που η εργασία αφορά συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή, πρέπει να αναγράφεται (στον τίτλο) το όνομα της περιοχής. Εκτός του ονόματος, της θέσης και της διεύθυνσης, στοιχεία που αφορούν κάθε μέλος της επιστημονικής ομάδας, θα πρέπει να αναγράφεται, υποχρεωτικά, η τηλεφωνική και ηλεκτρονική διεύθυνση του υπεύθυνου συγγραφέα (το άτομο που εμφανίζεται να εκπροσωπεί την επιστημονική ομάδα), αν βέβαια διαθέτει fax και e-mail. Τα ονόματα των μελών μιας επιστημονικής ομάδας παραθέτονται αριθμημένα με τη σειρά που εμφανίζονται στην εργασία, με διαδοχικούς αριθμούς στο τέλος του επωνύμου. Για παράδειγμα, Jones<sup>(1)</sup> K.L., Petridis<sup>(2)</sup>, P.R. Επιπλέον, για να ξεχωρίζει, το επώνυμο του υπεύθυνου συγγραφέα φέρει υπογράμμιση.

• **Περίληψη.** Η ύπαρξη Περίληψης στην αρχή κάθε εργασίας είναι υποχρεωτική. Η Περίληψη, που δεν πρέπει να ξεπερνά τις **250 λέξεις**, είναι μια σύντομη αλλά πλήρης παρουσίαση των βασικών σημείων/μεθόδων/αποτελεσμάτων που προκύπτουν ή αποδίδουν κάθε εργασία. Στην Περίληψη δεν πρέπει να υπάρχουν βιβλιογραφικές αναφορές, ή επανάληψη του τίτλου. Κάθε εργασία γραμμένη στα Ελληνικά, πρέπει να συνοδεύεται από μια **Εκτενή Περίληψη** 1000-1500 λέξεων, γραμμένη στα Αγγλικά, επιπλέον της κανονικής Περίληψης στα Ελληνικά. Η Εκτενής αυτή Περίληψη τοποθετείται αμέσως μετά τη Βιβλιογραφία.

• **Λέξεις Κλειδιά.** Επιλέξτε 5-6 λέξεις που στοιχειοθετούν, αναφέρονται, ή και εκφράζουν εννοιολογικά τμήματα της εργασίας, εξαιρουμένων αυτών του τίτλου.

• **Κείμενο.** Το κείμενο (γραμμένο με **Word97**, ή νεότερη έκδοση) κάθε εργασίας χωρίζεται σε ενότητες και κάθε ενότητα σε υπο-ενότητες, όλες με **έντονους** τίτλους αριθμημένους διαδοχικά και φερόμενους σε μια γραμμή, που χωρίζεται με διάστημα από την αμέσως επόμενη παράγραφο. Η Εισαγωγή αποτελεί την πρώτη ενότητα του κυρίως κειμένου, έτσι, σημειώνεται: **1. Εισαγωγή.** Στην Εισαγωγή παραθέτονται: (α) Αναφορές στη (πρόσφατη κυρίως) βιβλιογραφία, που καλύπτουν πλήρως το υπάρχον επιστημονικό υπόβαθρο το σχετιζόμενο με το γνωστικό αντικείμενο της προς δημοσίευση εργασίας. (β) Οι λόγοι που υποστηρίζουν και αναδεικνύουν το επιστημονικά «χρήσιμο», «πρωτότυπο», ή «καινοτόμο» της εργασίας, πάντοτε σε σχέση με τις προηγούμενες προσπάθειες. Οι υπο-ενότητες, εφόσον υπάρχουν, αριθμούνται διαδοχικά με πρώτο τον αριθμό της ενότητας, τελεία και στη συνέχεια τον αριθμό της υπο-ενότητας. Σε κάθε εργασία, πρέπει να συμπεριλαμβάνεται μια τελευταία ενότητα στην οποία να αναφέρονται τα συμπεράσματα από τα προκύπτοντα αποτελέσματα, καθώς και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη με στόχο τη βελτίωση των μεγεθών. Οπότε στο κείμενο γίνεται παρουσίαση μαθηματικών εξισώσεων, ή τύπων, θα πρέπει να χρησιμοποιείται ο MS Equation Editor (διαθέσιμος σε όλες τις εκδόσεις του προγράμματος γραφής κειμένου **Word**).

• **Ευχαριστίες.** Στη θέση αυτή αναφέρονται όσοι συνεισέφεραν, οικονομικά ή διαφορετικά, στην πραγμάτωση του ερευνητικού έργου αποτέλεσμα του οποίου είναι η προς δημοσίευση εργασία.

• **Παραρτήματα.** Μακροσκελείς μαθηματικές αποδείξεις, αναλύσεις που ενδιαφέρουν αποκλειστικά τους πλέον ειδικούς, ή αναλυτικό υλικό υποστήριξης θέσεων στο κείμενο κάθε εργασίας, πρέπει να τοποθετείται με τη μορφή Παραρτήματος, ενός ή και περισσότερων, με διαδοχική ονομασία, π.χ. Παράρτημα Α, Παράρτημα Β, κ.ο.κ. Εξισώσεις, εικόνες, γραφήματα, πίνακες κλπ στοιχεία αριθμούνται διαδοχικά φέροντας το γράμμα του παραρτήματος στο οποίο έχουν ενσωματωθεί. Πίνακας Α.1, Πίνακας Α.2, Εικόνα Β.1, κ.ο.κ..

• **Βιβλιογραφία, ή Κατάλογος Βιβλιογραφικών Αναφορών.** Όλες οι βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον αυτές, που υπάρχουν στο κείμενο κάθε εργασίας, πρέπει να καταχωρούνται αλφαβητικά με βάση το επώνυμο του πρώτου συγγραφέα σε κατάλογο υπό τον τίτλο **Βιβλιογραφία**, που καταχωρείται μετά τα Παραρτήματα αν υπάρχουν, διαφορετικά αμέσως μετά την τελευταία ενότητα του κειμένου. Πριν την υποβολή προς αξιολόγηση, κάθε εργασία πρέπει να ελέγχεται για την ορθότητα εμφάνισης της κάθε αναφοράς, τόσο ως προς τα ονόματα των συγγραφέων και του έτους δημοσίευσης, όσο και ως προς την παρουσίαση στην Βιβλιογραφία. Για την ορθή αναφορά με σύντμηση του τίτλου προκειμένου περί διεθνών επιστημονικών περιοδικών, υπάρχει σχετικός πίνακας με τα ονόματα των περιοδικών στο *World List of Scientific Periodicals, 4<sup>th</sup> Edition*. Όλες οι εργασίες που υποβάλλονται προς αξιολόγηση στην ΕΕΕΕ πρέπει να ακολουθούν τους εξής κανόνες συγγραφής για αναφορές στη βιβλιογραφία:

**Παραδείγματα περιπτώσεων αναφορών γενομένων μέσα στο κείμενο**

- Thompson (1990), ή (Thompson, 1990), αν είναι ένας μόνο συγγραφέας.
- Thompson and Clog (1996), ή (Thompson and Clog, 1996), αν είναι δύο οι συγγραφείς.
- Thompson et al. (1997), ή (Thompson et al., 1997), αν είναι πάνω από δύο οι συγγραφείς.
- Thompson, 1990; Thompson and Clog, 1996; Thompson et al., 1997), αν γίνονται αναφορές σε πάνω από δύο εργασίες.
- (Thompson, 1990a; 1990b), αν αναφέρονται δύο ή περισσότερες εργασίες του ίδιου συγγραφέα.

**Παραδείγματα δομής παρουσίασης καταχωρημένων στο Βιβλιογραφικό Κατάλογο αναφορών.**

- **Δημοσίευση σε Επιστημονικό Περιοδικό.** Επώνυμο και αρχικά κάθε συγγραφέα, (έτος δημοσίευσης), τίτλος εργασίας, *Πλήρης τίτλος του περιοδικού*, **αριθμός τόμου/αριθμός τεύχους**, σελίδες (από-μέχρι) στο τεύχος δημοσίευσης.

Για παράδειγμα:

Thompson D.C., Clog R., and Batman A.Q. (1997). Global and diffuse solar irradiance models. *Solar Energy*, **23/5**, 208-216.

- **Από σελίδες βιβλίου.** Επώνυμο, και αρχικά κάθε συγγραφέα, (έτος έκδοσης), Τίτλος βιβλίου, σελίδες στο βιβλίο (από-μέχρι), Αριθμός Έκδοσης, Όνομα και πόλη εκδοτικού οίκου.

Για παράδειγμα:

Duffie J.A., and Beckman W.A. (1991), *Solar Engineering of Thermal Processes*, pp. 68-83, 2<sup>nd</sup> Edition, Wiley Interscience, N.Y.

- **Ανακοίνωση σε Συνέδριο.** Όνομα, και αρχικά κάθε συγγραφέα, (έτος Συνεδρίου), Τίτλος ανακοίνωσης, Τίτλος τόμου Πρακτικών, Όνομα αυτού (-ών) που είχε την επιμέλεια της έκδοσης του τόμου των Πρακτικών (από-μέχρι), μέρος που έλαβε χώρα το Συνέδριο.

Για παράδειγμα:

Marble D.G. (1987). UV-B induced human tissue disorders. In *Proceedings of Solar Energy World Congress*, Homsted H. and Elbow K. (Eds), pp. 1256-1265, Ithaki, Greece.

- **Εικόνες, Γραφήματα, Πίνακες.** Κάθε εικόνα, γράφημα ή πίνακας που υπάρχει στην εργασία πρέπει, υποχρεωτικά, να αναφέρεται και μέσα στο κείμενο. Οι εικόνες, τα γραφήματα και οι πίνακες που αναφέρονται στην εργασία παραδίδονται κατά το στάδιο της αξιολόγησης σε δύο μορφές:

(α) **Εκτυπωμένα** σε ανάλογο άριστης ποιότητας χαρτί (κάθε περίπτωση σε ξεχωριστή σελίδα, με τη λεξάντα στο κάτω μέρος της σελίδας) και τοποθετούμενα σε κάθε αντίγραφο της εργασίας, διαδοχικά, αμέσως μετά τη Βιβλιογραφία.

(β) **Σε μορφή ηλεκτρονικών αρχείων**, ένα αρχείο για κάθε γράφημα, εικόνα ή πίνακα (**μόνον αρχεία pcx, jpg, cif, xls, tif, org, cdr γίνονται δεκτά**).

Το μέγεθος και οι φυσικές διαστάσεις των εικόνων, γραφημάτων και πινάκων πρέπει να είναι κατάλληλο και ανάλογο του μεγέθους των γραμμάτων/αριθμών που έχουν χρησιμοποιηθεί σ' αυτά. Επιπλέον, οφείλουν να είναι ευανάγνωστα και μετά την σμίξρυνση (περίπου 50%) που θα υποστούν κατά την εκτύπωση στην ΕΕΕΕ. Όλα τα γραφήματα, κλπ. πρέπει να αριθμούνται κατά κατηγορία, με τη σειρά εμφάνισης και παρουσίασης στο κείμενο, συνοδευόμενα από τη σχετική λεξάντα.

• **Λεξάντες.** Κάθε γράφημα, εικόνα, πίνακας συνοδεύεται από μια επεξηγηματική λεξάντα, που συνοδεύει το εκτυπωμένο αντίγραφο του γραφήματος κλπ. τοποθετούμενη στο κάτω μέρος της σελίδας. Επιπροσθέτως, παραδίδεται ένα floppy disk, ή CD-ROM με όλες τις λεξάντες αριθμημένες κατά σειρά εμφάνισης στο κείμενο για κάθε κατηγορία ξεχωριστά (π.χ. κατηγορία εικόνες, κατηγορία γραφήματα, κατηγορία πίνακες), σε μορφή ηλεκτρονικού αρχείου \*.doc (**Word97** ή νεώτερο). Έτσι, σε κάθε περίπτωση εμφανίζονται: Σύντμηση ονομασίας κατηγορίας, τελεία, αριθμός, τελεία και στη συνέχεια η αντίστοιχη λεξάντα. Για παράδειγμα: Fig. 1. Model simulation results vs. measurements of daily diffuse solar irradiance. Πίνακας 1. Ένταση διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας για κάθε ώρα και ημέρα κατά το μήνα Ιούλιο 1999, σε  $W m^{-2}$ .

• **Λοιπά Συνοδευτικά Στοιχεία Υποστήριξης.** Εργασίες που πραγματεύονται εξειδικευμένες περιπτώσεις, ή μεγάλης έκτασης αναλύσεις που αποτελούν συνέχεια άλλων, θα πρέπει να συνοδεύονται, κατά το πρώτο στάδιο της υποβολής τους στην ΕΕΕΕ, με κατάλληλο περιεχομένου υλικό υποστήριξης (π.χ. αντίγραφα εσωτερικών δημοσιεύσεων, αναφορών, εργασιών, άρθρων υπό δημοσίευση, κλπ.) που δεν είναι εύκολα διαθέσιμο στον ευρύτερο επιστημονικό χώρο. Το υλικό αυτό θα βοηθήσει τους αξιολογητές στην κρίση της εργασίας.

• **Διαδικασία Υποβολής Θετικά Αξιολογημένης Εργασίας (τελική φάση).** Μέσα σε χρονικό διάστημα **τριών (3) μηνών** από την παραλαβή της έκθεσης αξιολόγησης των κριτών, ο υπεύθυνος συγγραφέας, αφού προβεί στις σχετικές αλλαγές ή και αναθεωρήσεις που προτείνονται (αν προτείνονται) από τους κριτές, οφείλει να παραδώσει, ή να στείλει επί αποδείξει, στην Γραμματεία της ΕΕΕΕ τα εξής:

- 1. Τρία (3) πλήρη αντίγραφα** της αναθεωρημένης εργασίας, πάντα σύμφωνα με τις υποδείξεις των κριτών. Όλες οι αλλαγές, ή και αναθεωρήσεις, πρέπει να σημειώνονται και να υποδεικνύονται μέσα στο κείμενο, όπου έχουν γίνει, σε όλα τα αντίγραφα. Κάθε αντίγραφο πρέπει να συνοδεύεται και από μία εκτενή περίληψη 1000-1500 λέξεων στα Αγγλικά.
- 2. Ένα (1) floppy disk, ή CD-ROM** με όλα τα σχετικά αρχεία (κειμένου και γραφικών), σύμφωνα με τις οδηγίες συγγραφής.
- 3. Υπογεγραμμένη** (από τον υπεύθυνο συγγραφέα) **Επιστολή**, στην οποία να δηλώνεται η αποδοχή της αξιολόγησης των κριτών, καθώς και ότι η τελική αναμόρφωση της υποβαλλόμενης αναθεωρημένης εργασίας έγινε σύμφωνα προς όλες τις γενόμενες από τους κριτές υποδείξεις. Σε περίπτωση που η αξιολόγηση κριτή δεν γίνεται αποδεκτή από τον υπεύθυνο συγγραφέα κρινομένης εργασίας, αυτός (ο συγγραφέας) οφείλει όπως προσκομίσει (εντός προβλεπόμενου διαστήματος των τριών μηνών από την κοινοποίηση της σχετικής έκθεσης) κατάλληλα και αναγνωρισμένου κύρους αποδεικτικά στοιχεία, με τα οποία ουσιαστικά αναιρούνται, ή αντικρούονται ως αβάσιμες, οι υποδεικνυόμενες στην αξιολόγησή του κριτή ενέργειες.

Υποβολή εργασίας εκτός της ανωτέρω διαδικασίας δεν γίνεται δεκτή, ενώ αυτομάτως παύει η προώθηση της εν λόγω εργασίας προς δημοσίευση.

## Aims and Scope of the Scientific Journal

*Journal of Applied Research Review (JARR)*, the official journal of the Technological Education Institute of Piraeus, is devoted to the presentation of properly judged (two referees, usually) original papers. Papers in the areas of Engineering, Physics, Mathematics, Arts, Social Sciences and Humanities handling in any way administrative, economic, historical, and political aspects are welcome. Main aims of JARR are to provide a scientific understanding of novel results or analysis, and to serve as a source of information on research and development in these fields.

### Instructions for Authors

JARR welcomes manuscripts, not previously published in any other journal, written in Greek, or English (authors of articles written in English whose native tongue is not English are advised to have their manuscripts edited by someone skilled in English prior to submission). An acceptable manuscript must reflect a thorough knowledge and review of the relevant literature indicated by references to prior publications, or presentations.

Manuscripts must be submitted in the format outlined below. Originally, **Three (3) copies must be delivered to the Editorial Office** (Journal of Applied Research, TEI of Piraeus, 250 Thinoon & P. Ralli Avenue, 12244 Aegaleo, Greece). After approval and **within a 3month period** from official notification of acceptance, **three (3) revised copies are delivered to the Editorial Office** accompanied by a diskette (or CD-ROM) containing an identical copy of the manuscript (**Word97** or later), as well as all illustration and caption files. Note that unless requested at submission, the Editorial Office will not return the original manuscripts, or disks to the authors at any stage of the process. Every submitted manuscript must be accompanied by a covering letter stating that the manuscript neither has been published in nor submitted to a journal previously. In addition, a short C.V. of the authors involved is welcome at submission.

### Manuscript Format

• **Manuscript Layout.** All copies of the manuscript must be **double-spaced, single-column**, on one side of A4 white sheets of paper, leaving ample left and right margins, preferably using 12 pts Times New Roman characters on main text (smaller size for **Affiliation, Abstract, key words** and **captions**, accordingly).

Maximum manuscript length should be kept at less than 20 pages (all pages numbered consecutively) including diagrams, references and tables, with text not exceeding 6500 words. Follow this order when typing manuscripts: *Title, Authors (s), Affiliations, Abstract, Key words, Text, Acknowledgements, Appendix, References, Illustrations, Captions.*

• **Units of Measure, Mathematical symbols and Formulae.** Authors of technical papers are strongly advised to use S.I. units throughout their work, providing alternate units in parentheses for convenience, when necessary. When writing fractions, please use negative exponents rather than the fraction sign/ and leave space between symbols, e.g.  $m\ s^{-1}$ , not  $ms^{-1}$  or  $m/s$ . Where showing roots, the radical sign should be avoided. To indicate roots, use positive (or negative) exponents, accordingly. Formulae should be composed carefully and with the utmost economy. Numbers that identify equations should be placed at the right-hand margin in parentheses. All symbols used (mathematical, or otherwise) are to be explained in the text. In equations, all (dimensional) figures are to be given with units.

- **Title, Author's names and Affiliation.** Title should be informative, short and precise in describing the full article. Avoid chemical formulae in title. If the paper covers a specific location, this should usually be mentioned in the title. The affiliation should be as concise as possible, including complete mailing address, corresponding author's telephone and fax numbers, and e-mail address (if available). When more than one affiliation (co-authors), please use superscript <sup>(1)</sup>, <sup>(2)</sup>, etc after each co-author's name. In addition, the corresponding author's name is to be identified by underlining the surname.
- **Abstract.** An abstract not exceeding **250 words** is required at the beginning of each paper. Abstracts should be complete in themselves giving all main points of the paper, without repeating title, or making reference citations, but summarizing conclusions/ results obtained, or method(s) used.
- **Key words.** Include five or six key words (avoid words used in the title) illustrating substantial points or features in the work.
- **Text.** Text in the manuscript is to be divided into sections, each section with a separate heading **bold typed** on a line of its own, numbered consecutively. The first section should be an Introduction. **Introduction** offers a scientific **background** by going through the literature review, and indicating the reasons for making the paper by explaining and (or) defending how the particular work is an advance on previous effects. Subsections, when needed, should bear the section number followed by the consecutive subsection number, the two separated by a dot. A final section title **Conclusions** (or **Concluding Remarks**) must be included at the end of the text. When writing in electronic form, only **Word97** files (or later versions) are acceptable. Mathematical equations, in the proper character size and appearance, should be written using the MS Equation Editor (available to all **Word** versions).
- **Acknowledgements.** Any provisional funding, and or help granted, if there are any, should be mentioned in this separate paragraph placed right after the main text.
- **Appendix.** Lengthy mathematical analyses, items of interest only to specialists, model formulations, or other material that are subordinate to the main theme of the article should normally be put into one or more appendices titled accordingly A, B, etc. Equations, Figures, and Tables in the appendix A are labeled and numbered consecutively, (i. e. Eq. (A4), Fig. A1, Table A, etc.).
- **References.** All articles cited in the text should be presented in a list of references following the **Appendix** (if there is one), or otherwise right after the main text of the manuscript. References shown in the **References List** should be arranged alphabetically by author's last name. Before submitting their manuscript, authors should compare text citations with bibliographic listings shown under the "*References List*" section to ensure completeness. Also, manuscript should be carefully checked to ensure that the spelling of author's names and dates are correct and in agreement in the text as well as in the References List. Journal title abbreviations given in the References List must follow those given in the *World List of Scientific Periodicals*, 4<sup>th</sup> Edition. In general, references should be given in the following form:

**Where cited in the text**

- Thompson (1990), or (Thompson, 1990), if only one author.
- Thompson and Clog (1996), or (Thompson and Clog, 1996), if two authors.
- Thompson et al. (1997), or (Thompson et al., 1997), if more than two authors.
- Thompson, 1990; Thompson and Clog, 1996; Thompson et al., 1997), if two or more references are cited together.
- (Thompson, 1990a; 1990b), if two (or more) same author articles published the same year are cited together.

**Where listed in the References List**

**1. Journal article.** Author's name(s), initials, (year of publication), title, *full periodical title name*, **volume number**/issue number, and inclusive page numbers. For example:

Thompson D.C., Clog R., and Batman A.Q., (1997). Global and diffuse solar irradiance models. *Solar Energy*, **23/5**, 208-216.

**2. Book.** Author's name(s), initials, (year of publication), *Title*, inclusive page numbers, Edition, publisher's name and location. For example:

Duffie J.A., and Beckman W.A. (1991), *Solar Engineering of Thermal Processes*, pp. 68-83, 2<sup>nd</sup> Edition, Wiley Interscience, N.Y.

**3. Conference article.** Author's name(s), initials, (year of Conference), *title*, volume of Proceedings, Editor(s), inclusive page numbers, location. For example:

Marble D.G. (1987). U.V.-B induced human tissue disorders. In *Proceedings of Solar Energy World Congress*, Homested H. and Elbow K. (Eds), pp. 1256-125, Ithaki, Greece.

• **Illustrations (Tables, Pictures, Figures, Drawings).** All illustrations shown **must** be referred to in the text. They are included in the text following the References List. Each illustration should be provided as a **separate electronic file** (in a floppy, or CD-ROM), and as a good quality print out hardcopy (one illustration per page A4) placed right after the References List. Only PCX, JPG, CIF, XLS, TIF, ORG, CDR electronic files for drawings, charts, or pictures can be accepted. Make sure that the physical dimensions of each illustration provided are appropriate for the dimensions of the JARR page. Illustrations should be numbered according to their sequence in the text using appropriate naming convention and must be accompanied by a suitable caption, e.g. Fig. 1. Model simulation results vs. measurements of daily diffuse solar irradiance.

• **Captions.** Illustrations and Tables must have a caption. Captions are numbered consecutively for each category and they are placed in the manuscript following Illustrations. In addition, they are provided in electronic form in floppy disk, or a CD-ROM as separate (**Word97** or later) files.

• **Initial Manuscript Submission Supporting Material.** Manuscripts presenting particular and (or) lengthy modeling studies should be accompanied at the refereeing stage (initial submission) by copies of relevant supporting material e.g. internal reports, items in press, etc.

• **Revised Manuscript Submission Procedure.** Within a period of **three (3) months** after receiving referee notes regarding the submitted paper, followed by the necessary interventions (additions, cuts, alterations, corrections), authors are to turn in **three (3) copies** of the revised manuscript, plus a floppy disk (or CD-ROM) with all files. Highlight and indicate all interventions performed on the **3 submitted manuscripts**. Please, make sure that a brief **letter/note** is included and delivered with the rest of the package expressing corresponding author's response/conformation to the referee's comments.