

ISSN: 1792-3913



ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ & ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ - ΔΙΠΑΕ

## ΓΕΩ-ΣΥΝΑΝΤΗΣΕΙΣ Τομ. 7, Αρ. 1 (2021)

Σέρρες, Δεκέμβριος 2021



ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
Τμήμα Μηχανικών Τοπογραφίας & Γεωπληροφορικής  
Πανεπιστημιούπολη Σερρών  
Τέρμα Μαγνησίας, Τ.Κ. 62124, Σέρρες



## Γεω-συναντήσεις

### Συντακτική Επιτροπή

Στο παρόν τεύχος, του επιστημονικού περιοδικού Χωρο-Γραφίες περιέχονται έξι (6) πρωτότυπες εργασίες, στην επιστημονική στόχευση των άρθρων που έχουν δημοσιευτεί και στο παρελθόν. Στην σύντομη αναφορά στο περιεχόμενο των άρθρων, που ακολουθεί, θα διαπιστώσετε την συνεισφορά τους στα επί μέρους διακριτά επιστημονικά πεδία που διαπραγματεύονται.

Στο άρθρο της **Δέσποινας Ζαβράκα και Μαρίας Ν. Δανιήλ** με τίτλο «ΤΟΠΙΑ ΤΟΠΙΩΝ: Μια αποτίμηση εφαρμοσμένων και ερευνητικών μελετών για το ελληνικό τοπίο» γίνεται αποτίμηση των πεπραγμένων της διημερίδας ΤΟΠΙΑ ΤΟΠΙΩΝ με στόχο να αναδειχθούν εφαρμοσμένες και ερευνητικές μελέτες για το ελληνικό τοπίο, σε διαφορετικές κλίμακες και υπό διαφορετικές συνθήκες. Η συζήτηση αναπτύχθηκε γύρω από δύο μεγάλες περιοχές στη Δράμα, τις Σέρρες και την ευρύτερη Μακεδονία και τις συνθετικές προκλήσεις νοτιότερων περιοχών, ειδικότερα της Αττικής και της κρητικής υπαίθρου. Μέσω θεωρητικών προσεγγίσεων και συνθετικών πρακτικών αρθρώθηκε μία γόνιμη συζήτηση, με την επίγνωση της ευρύτητας του τοπίου. Η κοινωνική, η περιβαλλοντική αλλά και η οικολογική πτυχή του τοποθετήθηκαν στο επίκεντρο και θεμελιώθηκαν οι βάσεις ενός προς συνέχιση διαλόγου με βαθιά συγκρότηση και ενδιαφέρον για το αστικό και το φυσικό τοπίο. Επιχειρείται εδώ η προβολή του πυρήνα των προβληματισμών που τέθηκαν, η ανασκόπηση του πρωτότυπου υλικού και η εξαγωγή συμπερασμάτων.

Ο **Ελευθέριος Παναγιωτόπουλος** στο άρθρο του με τίτλο «Εισφορά σε γη. Κριτική του Ν.4315/2014 και σύγκριση με το Ν.1337/1983» επιχειρεί μια αποτίμηση του Ν. 4315/2014 σε ότι αφορά την επάρκεια των κοινόχρηστων και κοινωφελών (ΚΧ/ΚΦ) χώρων σε σχέση με τα πολεοδομικά σταθερότυπα, την εισφορά σε γη. Με μοντελοποίηση του χώρου και εφαρμογή της προβλεπόμενης εισφοράς σε γη σε διαφορετικά σενάρια επί των εμβადών των γηπέδων, προκύπτει ότι τα προβλεπόμενα στο Ν.4315/2014, δεν επιφέρουν πάντοτε θετικό ισοζύγιο γης σε επίπεδο Πολεοδομικής Ενότητας σε ότι αφορά την προσαύξηση της εισφοράς σε γη και σε κάποιες περιπτώσεις, η εισφορά σε γη είναι μεγαλύτερη από αυτή που προέκυπτε από την εφαρμογή του προγενέστερου Ν.1337/1983.

Το άρθρο του **Γεώργιου Βλαχοδήμου** με τίτλο «Η φυσικοποίηση του τεχνητού χώρου μέσα από την ψηφιακή αρχιτεκτονική με την χρήση νέων αναπαραστατικών μέσων». παρουσιάζει διαδικασίες σχεδιασμού τρισδιάστατων διαδραστικών τεχνολογιών οπτικοποίησης, οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα όχι μόνο την συνύπαρξη εικονικού και φυσικού χώρου, αλλά σχεδόν την συγχώνευση του φυσικού χώρου με τον ψηφιακό. Η διαδικασία σχεδιασμού της αρχιτεκτονικής αλλάζει γιατί τα λογισμικά ενημερώνονται διαρκώς με νέα προηγμένα εργαλεία. Το άρθρο κάνει μια πολύπλευρη επισκό-

ποηση της τρέχουσας βιβλιογραφίας εστιάζοντας σε μια κριτική εξέταση στο μεταίχμιο εικονικού – φυσικού χώρου. Εν κατακλείδι, εξετάζοντας κανείς τα ψηφιακά συστήματα δεν μπορεί να αγνοήσει την πτυχή εκείνη, που ο εικονικός – ψηφιακός χώρος σχετίζεται και συνυπάρχει με τον φυσικό. Το ψηφιακό ορίζεται μέσα στο φυσικό και υπάρχει πάντα μέσα σε αυτό. Επιπροσθέτως, τα εργαλεία τρισδιάστατης σχεδίασης, εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την οπτικοποίηση, επομένως είναι λογικό ότι οι νέες τεχνολογίες απεικόνισης δεδομένων όπως το AR (augmented reality) και το VR (virtual reality) θα επηρεάσουν και θα ενισχύσουν τη σχεδιαστική δημιουργική σκέψη, αλλά και του χώρου γενικότερα όπως τον αντιλαμβανόμαστε μέχρι τώρα.

Το άρθρο της **Μαρίας Ν. Δανιήλ και Βασιλικής Πάχτα** με τίτλο «Καταγραφή και τεκμηρίωση ιστορικών σχολείων Δήμου Εμμανουήλ Παππά Σεργών» συμβάλλει στην τεκμηρίωση του τοπικού κτιριακού αποθέματος μέσω της μελέτης 11 λιθόκτιστων σχολικών κτιρίων που βρίσκονται σε 8 οικισμούς της Δημοτικής Ενότητας Εμμανουήλ Παππά. Από την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της καταγραφής προέκυψε ότι τα κτίρια αποτελούν μια διακριτή ενότητα λόγω της κατασκευαστικής δομής τους, αλλά και της χρονολογικής περιόδου ανέγερσής τους. Κατασκευάστηκαν την περίοδο 1897-1955 και παρουσιάζουν ως έναν βαθμό παραπλήσια τυπολογία, με διαφορετικά μορφολογικά στοιχεία.

Οι **Δημήτριος Μπότσης, Κωνσταντίνος Διαμαντάρας, Περικλής Λατινόπουλος, Ελευθέριος Παναγιωτόπουλος** στην ερευνητική εργασία τους με τίτλο «Προσομοίωση της σχέσης βροχοπτώσης-απορροής με τεχνητά νευρωνικά δίκτυα και μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης» αναπτύσσεται ένα Τεχνητό Νευρωνικό Δίκτυο (ΤΝΔ) και ένα μοντέλο Μηχανών Διανυσμάτων Υποστήριξης (ΜΔΥ) για την προσομοίωση της σχέσης βροχοπτώσης-απορροής και την πρόβλεψη χρονοσειρών στάθμης ποταμού. Για το σκοπό αυτό, δημιουργήθηκε ένα πολυστρωματικό ΤΝΔ με τρία επίπεδα εκπαιδευόμενο με τον αλγόριθμο back-propagation (Levenberg-Marquardt). Ταυτόχρονα, δημιουργήθηκε ένα μοντέλο ΜΔΥ με τρεις διαφορετικές συναρτήσεις πυρήνα (Γραμμική, Πολυωνυμική και Γκαουσιανή). Τα δεδομένα ημερήσιας βροχοπτώσης και απορροής μιας ορεινής λεκάνης απορροής χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη και εφαρμογή των μοντέλων προσομοίωσης της σχέσης βροχοπτώσης-απορροής. Σημαντικό μέρος της παρούσας έρευνας αποτελεί ο έλεγχος της επίδρασης της ιστορίας της βροχοπτώσης και της απορροής στην τελική πρόβλεψη. Η μέθοδος cross-validation χρησιμοποιήθηκε για την επιλογή του κατάλληλου αριθμού κρυφών νευρώνων στο ΤΝΔ και της καλύτερης συνάρτησης πυρήνα στο μοντέλο ΜΔΥ. Η απόδοση και η αξιοπιστία των μοντέλων ελέγχθηκαν με βάση τρία διαφορετικά κριτήρια αξιολόγησης. Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν ότι όλα τα μοντέλα είναι πολύ αποτελεσματικά στην προσομοίωση της σχέσης βροχοπτώσης-απορροής και της πρόβλεψης της στάθμης ποταμού.

Το άρθρο του **Αναστασίου Σταμνά** με τίτλο «Οργάνωση Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών για τους Προσφυγικούς Συννοικισμούς των Σερρών» συνδυάζει την επιτόπια έρευνα με την διδακτική πράξη μέσω της μελέτης με σύγχρονα εργαλεία και τεχνικές χαρτογράφησης και ψηφιακής αποτύπωσης των προσφυγικών συννοικισμών της πόλης των Σερρών. Βασικός στόχος της συλλογικής αυτής εργασίας ήταν η καταγραφή και η συγκέντρωση πληροφοριών για τα κτίσματα που έχουν διασωθεί (136 κατοικίες), η δημιουργία ενός φωτογραφικού αρχείου, τρισδιάστατων μοντέλων όψεων και ορθοανηγμένων εικόνων των όψεων επιλεγμένων κτισμάτων, η δημιουργία μιας εφαρμογής Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών και η χαρτογράφηση τους.

Κλείνοντας το εισαγωγικό σημείωμα του 8ου τεύχους του περιοδικού ΧωροΓραφίες σας θυμίζουμε ότι για τα θεματικά πεδία που ενδιαφέρουν το περιοδικό μας, μπορείτε να ανατρέξετε στην αρχική σελίδα του ιστοτόπου μας.

Περιμένουμε την υποβολή νέων άρθρων, τα οποία σύμφωνα με την πάγια τακτική μας, στέλνονται χωρίς τα διακριτικά των συγγραφέων σε τουλάχιστον δύο κριτές. Καταληκτική ημερομηνία υποβολής άρθρων για το επόμενο τεύχος είναι η **30η Ιουνίου 2022**.

Την υποβολή των προς κρίση άρθρων θα πρέπει να συνοδεύει δήλωση των συγγραφέων ότι το άρθρο δεν έχει δημοσιευτεί σε άλλο περιοδικό ή πρακτικά συνεδρίων και ότι στην περίπτωση της έγκρισης ηλεκτρονικής δημοσίευσης των άρθρων τους μεταβιβάζουν τα πνευματικά δικαιώματα δημοσίευσης.

Σέρρες, 29 Δεκεμβρίου, 2021

Λίλα Θεοδωρίδου  
Υπεύθυνη έκδοσης

ISSN: 1792-3913

# ΤΟΠΙΑ ΤΟΠΙΩΝ: Μια αποτίμηση εφαρμοσμένων και ερευνητικών μελετών για το ελληνικό τοπίο

Δέσποινα Ζαβράκα\*

Δρ Αρχιτέκτων & Αρχιτέκτων Τοπίου, Επίκ. Καθηγήτρια, Τμ. Εσωτ. Αρχιτεκτονικής ΔΙΠΑΕ

Μαρία Ν. Δανιήλ

Δρ Αρχιτέκτων, Επίκ. Καθηγήτρια, Τμ. Πολιτικών Μηχανικών ΔΙΠΑΕ

\*+30 23210 49326, ddzavraka@ihu.gr

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ:** Στην παρούσα εργασία αποτιμώνται τα πεπραγμένα της διημερίδας ΤΟΠΙΑ ΤΟΠΙΩΝ που ανέδειξε εφαρμοσμένες και ερευνητικές μελέτες για το ελληνικό τοπίο, σε διαφορετικές κλίμακες και υπό διαφορετικές συνθήκες. Η συζήτηση αναπτύχθηκε αδρά -όχι αποκλειστικά- γύρω από δύο μεγάλες περιοχές, το τοπίο και τις σχεδιαστικές προκλήσεις που αυτό θέτει στη Δράμα, τις Σέρρες και την ευρύτερη Μακεδονία και τις συνθετικές προκλήσεις νοτιότερων περιοχών, ειδικότερα της Αττικής και της κρητικής υπαίθρου. Μέσω θεωρητικών προσεγγίσεων και συνθετικών πρακτικών εξελόντων προσκεκλημένων ομιλητών αρθρώθηκε μία γόνιμη συζήτηση, με την επίγνωση της ευρύτητας του τοπίου. Η κοινωνική, η περιβαλλοντική αλλά και η οικολογική πτυχή του τοποθετήθηκαν στο επίκεντρο και θεμελιώθηκαν οι βάσεις ενός προς συνέχιση διαλόγου με βαθιά συγκρότηση και ενδιαφέρον για το αστικό και το φυσικό τοπίο. Επιχειρείται εδώ η προβολή του πυρήνα των προβληματισμών που τέθηκαν, η ανασκόπηση του πρωτότυπου υλικού και η εξαγωγή συμπερασμάτων, παρουσιάζοντας κρίσιμα ζητήματα που ανέδειξαν οι ομιλητές: η συμβολή τους υπήρξε καταλυτική και τους ευχαριστούμε θερμά.

**Λέξεις κλειδιά:** Τοπία Τοπίων, Αρχιτεκτονική Τοπίου, ελληνικό τοπίο, αστικό και φυσικό τοπίο.

**ABSTRACT:** The works of the symposium LANDSCAPES OF LANDSCAPES, which highlighted applied and research design studies of different scales and under different conditions, are evaluated in this paper. The discussion developed roughly -but not exclusively- around two large areas, the landscape and the design challenges it poses in Drama, Serres and the wider area of Macedonia, as well as its synthetic challenges in southern areas, especially Attica and the Cretan countryside. Through theoretical approaches and synthetic practices of outstanding invited speakers, a fruitful discussion was articulated, with the awareness of the landscape's wideness. Its social, environmental and ecological aspects were placed in focus and the foundations for an ongoing dialogue, deeply constituted and profoundly interested in the urban and natural landscape, were established. Here we attempt to present the core of the debate, to review the original material and to draw conclusions, highlighting critical issues posed by the speakers; their contribution was catalytic, and we are grateful to them.

**Keywords:** Landscapes of Landscapes, Landscape Architecture, greek landscape, urban and natural landscape.

## I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ιδέα της διοργάνωσης μιας ημερίδας για το Τοπίο ξεκίνησε από το πρώην Τμήμα Αρχιτεκτονικής Τοπίου (νυν Πρόγραμμα Σπουδών Αρχιτεκτονικής Τοπίου), το οποίο λειτούργησε από το 2003 μέχρι το 2019 στην πόλη

της Δράμας. Ο αρχικός στόχος ήταν η συνέχεια μιας σειράς ημερίδων και συνεδρίων που το Τμήμα είχε διοργανώσει, κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του. Το Τμήμα Εσωτερικής Αρχιτεκτονικής και το Εργαστήριο Δομημένου Περιβάλλοντος 'BE-lab' του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος (ΔΙ.ΠΑ.Ε.) στήριξαν την αρχική πρωτοβουλία, βοήθησαν στην τελική υλοποίησή της και διέυρυναν δημιουργικά την αρχική ατζέντα των προβληματισμών. Η διημερίδα με τίτλο «ΤΟΠΙΑ ΤΟΠΙΩΝ» προσκάλεσε είκοσι (20) ομιλήτριες-τές από τον ακαδημαϊκό και τον επαγγελματικό χώρο, για εισηγήσεις σχετικές με περιπτώσεις σχεδιασμού τοπίου, αστικού και φυσικού, σε διαφορετικές κλίμακες, διαφορετικές συνθήκες και διαφορετικά επίπεδα επεξεργασίας. Το σύνολο των προκλήσεων που συζητήθηκαν, μέσα από τις εισηγήσεις αυτές, κωδικοποιήθηκε αρχικά σε δύο βασικές, αλλά όχι αποκλειστικές κατηγορίες προβληματισμών. Η πρώτη κατηγορία σχετίστηκε με τις προκλήσεις του σχεδιασμού του τοπίου της Δράμας, των Σερρών και της ευρύτερης περιοχής της Μακεδονίας, ενώ η δεύτερη με τις συνθετικές προκλήσεις νοτιότερων περιοχών του ελληνικού τοπίου, και ειδικότερα του αττικού τοπίου, και της κρητικής υπαίθρου.

Μέσα από τις θεωρητικές προσεγγίσεις και τις συνθετικές πρακτικές που συγκεντρώθηκαν, αρθρώθηκε ένας άξονας προβληματισμών που αναδύονται από την επίγνωση τόσο της φυσικής όσο και της πολιτισμικής συνοχής και ευρύτητας του τοπίου. Η κοινωνική, η περιβαλλοντική αλλά και η οικολογική πτυχή του τοποθετήθηκαν στο επίκεντρο επιστημονικών συγγενειών, γνωστικών μετατοπίσεων και χωρικών μεταβάσεων. Οι συνθετικοί χειρισμοί, η κριτική των προσκεκλημένων ομιλητών αλλά και όσων τελικά παρακολούθησαν τη διημερίδα, συζητήθηκαν πάνω στη βάση της διαβαθμισμένης αλληλεπίδρασης μεταξύ αστικών και φυσικών στοιχείων, αλλά και στα ζητήματα διαμόρφωσης νέων και, σε μεγάλο βαθμό, πολυπλοκότερων συνθηκών στα σύγχρονα πεδία κατοίκησης του ελληνικού τοπίου. Το αρχικό θέμα της διημερίδας αντιμετωπίστηκε εκ νέου, αναδιατυπώνοντας τα αρχικά ερωτήματα για να επιτραπεί ο κριτικός αναστοχασμός, αντί ενδεχόμενων στρατηγικών επιστημονικών διαφωνιών. Μέσα από τις διαφορετικές εισηγήσεις συζητήθηκαν καίρια ζητήματα της επιστήμης της Αρχιτεκτονικής Τοπίου, σε μια ανοιχτή προσέγγιση ακουμπώντας σε διαφορετικές ενότητες υπαίθρων χώρων, από τη

μεγάλη κλίμακα του τοπίου στην κλίμακα της περιοχής και από ζητήματα τμημάτων ιστού της πόλης σε ζητήματα τμημάτων φυσικού περιβάλλοντος [1]. Η γενεαλογία των επιστημονικών αναφορών και των κριτικών προσεγγίσεων που σταχυολογούνται στην αποτίμηση εδώ συγκροτούν ένα πλέγμα επιχειρημάτων και αναπτύσσουν έναν ορίζοντα διαλόγου για τη βαθιά συγκρότηση και το ενδιαφέρον για το ελληνικό τοπίο. Πρόκειται για έναν διάλογο, ο οποίος επικεντρώνεται τόσο στον πυρήνα του γνωστικού αντικείμενου της Αρχιτεκτονικής Τοπίου, όσο και στις συγγένειες που διαχρονικά καλλιεργούνται μέσα από τη διαχείριση των προκλήσεων της εκάστοτε εμπροσθοφυλακής του.

## II. ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΙΑΣ ΣΕΙΡΑΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΑΦΕΤΗΡΙΑ ΤΗ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΤΟΠΙΩΝ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΤΟΠΙΟΥ

Στο εμφανές πλέγμα από δρόμους, πλατείες, δημόσιους ή ιδιωτικούς ανοιχτούς χώρους και κενά που συγκροτούν τον αστικό υπαίθριο χώρο, υπάρχει ένα ταυτόχρονο και λιγότερο εμφανές πλέγμα πολυεπίπεδων πολιτισμικο-ανθρωπολογικών αναφορών και κοινωνικο-πολιτικών σχέσεων. Στο εμφανές πλέγμα από βουνά, χαράδρες, πεδιάδες, λιβάδια, ποταμούς, λίμνες, και νησιά που το καθένα προσφέρει τις δικές του οικολογικές συνθήκες, υπάρχει ένα πλέγμα αφανών φυσικών συστημάτων για την ανάπτυξη μιας ενδιαφέρουσας ποικιλομορφίας. Μέσα από αυτό το πρίσμα των εμφανών και αφανών συσχετισμών των τοπιακών συνθηκών και επιδράσεων, όσοι έχουν εξοικειωθεί με την επιστήμη της Αρχιτεκτονικής Τοπίου μέσα από τη διδακτική της, έχουν κατανοήσει τις προκλήσεις της δυναμικότητας και της διαρκούς μεταβλητότητας του χώρου και του τόπου.

Τα πάρκα και οι πλατείες του ελληνικού αστικού τοπίου που συζητήθηκαν στη διημερίδα καλύπτουν ένα ευρύ χρονολογικό φάσμα από τη δεκαετία του 1980 μέχρι και σήμερα. Η Μαίρη Ανανιάδου-Τζημοπούλου άνοιξε τη συζήτηση με αφετηρία την πυρηνική προσέγγιση της Αρχιτεκτονικής Τοπίου ως κοινωνικο-οικολογικής και αντιληπτικής διεργασίας, την οποία εφάρμοσε σε σημαντικές μελέτες και έργα ανασχεδιασμού του πολιτισμικού τοπίου ελληνικών πόλεων. Από το πλούσιο εφαρμοσμένο και μελετητικό της έργο, συζήτησε το πάρκο των πηγών της Αγ. Βαρβάρας (Δράμα '82-'84), τους κήπους του Πασά (Θεσσαλονίκη '93, Α' Βραβείο), το Ολυμπιακό κέντρο Αγίου Κοσμά (Αθήνα 2004), την αναβάθμιση του τοπίου της Βέροιας (2010), αλλά και άλλες μελέτες ανασύνταξης τοπίου πόλεων, όπως των Σεργών, ή της Θεσσαλονίκης. Μέσα από την ωρίμανση του πάρκου των πηγών της Αγίας Βαρβάρας διαφαίνεται σήμερα ο πρόδρομος σχεδιασμός της κοινωνικο-αντιληπτικής προσέγγισης του σχεδιασμού του τοπίου (Εικόνα 1). Το πλαίσιο του υβριδικού αντικείμενου της Τοπιακής



Εικόνα 1 – Το πάρκο των πηγών της Αγ. Βαρβάρας (Δράμα '82-'84). [πηγή: copyright LI Landscape Inventions]

Πολεοδομίας (Landscape Urbanism) που έχει να προσφέρει πολλά σε μια τοπική αλλά και διεθνή επιστημονική διαβούλευση για τις αστικές περιοχές που αναζητούν την ταυτότητά τους [2], τέθηκε αρχικά από την Τίτη Παπαδοπούλου για να συζητήσει τα σενάρια του μέλλοντος του «αστικού κενού», στην εισήγησή της για τον επανασχεδιασμό και την ανακατασκευή των εγκαταστάσεων της ΔΕΘ. Αναπτύσσοντας έναν διάλογο ανάμεσα στα οικολογικά συστήματα και στα συστήματα οικονομίας, κοινωνίας, πολιτισμού και υποδομών, η προσδοκία της μεταφοράς της ΔΕΘ σε νέα θέση δεν προσβλέπει απλώς στην καλύτερη λειτουργία της εμπορικής έκθεσης, αλλά αποβλέπει στην απόδοση της δεσμευμένης σήμερα έκτασής της για την εξυπηρέτηση κρίσιμων λειτουργιών δημόσιου χαρακτήρα σε ένα πάρκο μεικτών χρήσεων.

Ο Θέμης Χατζηγιαννόπουλος και η Παναγιώτα Κούλαλη επιχείρησαν μια συζήτηση γύρω από τη μελέτη τους για τον ανασχεδιασμό της Πλατείας Ελευθερίας στη Θεσσαλονίκη, η οποία βρίσκεται σε εφαρμογή. Η σχεδιαστική πρόταση που συζητήθηκε εδώ αναδείχθηκε μέσα από ανοιχτό αρχιτεκτονικό διαγωνισμό και μελετήθηκε βάσει των σχετικών προδιαγραφών, των απαιτήσεων και των στόχων του. Στην εισήγησή τους περιγράφηκαν ειδικές πτυχές της αρχιτεκτονικής ανάπλασης και της επιφανειακής διαμόρφωσης της πλατείας. Από το πάρκο των πηγών της Αγίας Βαρβάρας μέχρι τη διατύπωση των πρόσφατων σεναρίων για τη διαμόρφωση πάρκου μεικτών χρήσεων της ΔΕΘ και την ανασύνταξη της αστικής επιδερμίδας της πλατείας Ελευθερίας συζητήθηκαν κατηγορίες ενοτήτων αστικών υπαίθριων χώρων ως τμημάτων ιστού της πόλης.

Στο ειδικό και επίκαιρο θέμα των προκλήσεων των υποβαθμισμένων περιβαλλοντικά περιοχών και ειδικότερα των μελετών διαγωνισμών για τα πρώην εξορυστικά εδάφη της Δυτικής Μακεδονίας (Εικόνα 2) συζητήθηκαν προβληματισμοί που απορρέουν από δύο πρόσφατους διαγωνισμούς, αυτόν του Αμυνταίου (Πολεοδομικός Διαγωνισμός Ιδεών) και εκείνον του Αρχιτεκτονικού Διαγωνισμού, αντίστοιχα. Τόσο ο



Εικόνα 2 – Τοπία εξορμητικών εδαφών δυτικής Μακεδονίας [πηγή: υλικό παρουσιάσεων δημερίδας «ΤΟΠΙΑ ΤΟΠΙΩΝ»]

Δημήτρης Πολυχρονόπουλος με τη Μαρία Γρηγοριάδου όσο και η Πανίτα Καραμανέα παρουσίασαν βραβευμένες μελέτες για το διαγωνισμό «τοπιακού επαναπροσδιορισμού και παραγωγικής επανένταξης της εξωτερικής απόθεσης του ορυχείου Αμυνταίου». Στη μελέτη του Δημήτρη Πολυχρονόπουλου και της Μαρίας Γρηγοριάδου (1ο βραβείο) η ερμηνεία για τον τόπο των εξορμητικών εδαφών έχει ως αφετηρία τις εσωτερικές διεργασίες οικειοποίησης και κατανόησης της φύσης, που απορρέουν από το πνεύμα της εποχής και το πνεύμα του Τόπου (Genius Loci). Το πρώην εξορμητικό έδαφος ερμηνεύεται στη μελέτη τους ως «σιωπηλό τοπίο», δηλαδή ως ένα τοπίο «βιολογικά» ανενεργό που έχει τη δύναμη να μας φέρει σε μια οριακή συνθήκη θραύσης με κάθε πρότερη γνώση του τόπου αυτού. Η πρότασή τους ενσωματώνει χειρισμούς ανασύστασης ενός θαμμένου οικοσυστήματος κάτω από χιλιάδες τόνους αποθέσεων του ορυχείου του Αμυνταίου της ΔΕΗ. Είναι η ανακατασκευή μιας περιβαλλοντικά νεκρής ζώνης με ασταθές έδαφος, έλλειψη υδάτινων πόρων, ζωής και βλάστησης, έκτασης 22.000 στρεμμάτων. Η μελέτη της Πανίτας Καραμανέα και της ομάδας της, με τίτλο «τοπία μεταβολισμού», αποτελεί συμμετοχή στον ίδιο διαγωνισμό της περιοχής του ορυχείου Αμυνταίου (3ο βραβείο). Ο στόχος που συζητήθηκε και εδώ είναι η οικολογική και περιβαλλοντική αποκατάσταση και ο μετασχηματισμός του αλλοιωμένου τοπίου εξόρυξης σε ένα πεδίο ρυθμιστή των διαδικασιών ανασυγκρότησης. Το αποτέλεσμα διέπεται από διαδικασίες τοπιακού μεταβολισμού, παράγοντας μια σειρά τοπίων διαφορετικών χαρακτήρων και ποιοτήτων. Εδώ συζητήθηκε επίσης η σύγχρονη τοπιακή εργαλειοθήκη, όχι αυτόνομα, αλλά ως ανάδειξη του εμπλουτισμού της συνθετικής διαδικασίας με τοπιακές σχεδιαστικές παραμέτρους. Η αξιοποίηση της φύσης, ως δομικού εργαλείου, έρχεται στο επίκεντρο της συζήτησης και στη μελέτη με τίτλο «eco\_corridors-οικολογικές διαδρομές» (1ο βραβείο), η οποία αφορά στην ανάπλαση και στην επανάχρηση των πρώην εξορμητικών περιοχών λιγνίτη και είναι επίσης συμμετοχή σε αρχιτεκτονικό διαγωνισμό ιδεών που προκήρυξε η ΔΕΗ. Η πρόταση της ομάδας της Πανίτας Καραμανέα δημιουργεί ένα μεγάλης κλίμακας πάρκο αειφορίας και οικολογίας, επιδιώκοντας τη συνένωση, τη διασύνδεση και την ενσωμάτωση των υπάρχοντων θραυσμάτων σε ένα νέο τοπιακό συνεχές. Στις τρείς αυτές μελέτες

σχεδιασμού τοπίου μεγάλης κλίμακας, κοινό τόπο αποτελούν τα συνθετικά εργαλεία για τον σχεδιασμό του τοπίου μεγάλης κλίμακας που υπερβαίνουν εκείνα του σχεδιασμού της τοποθεσίας και των ορίων του αστικού υπαίθριου χώρου.

Ο υγειοβαρής σχεδιασμός τοπίου είναι μια αφετηρία που τέθηκε από την Έλλη Παγκάλου. Παρουσίασε την βαθιά έρευνά της για τα τοπία ίασης (Εικόνα 3), με αφορμή δύο έργα σε εξέλιξη στην Αλεξανδρούπολη και στη Θεσσαλονίκη. Εδώ συζητήθηκε η διεισδυτικότητα της φύσης στην πόλη, όχι μόνο στη βάση παρεμβάσεων διαβαθμισμένης αλληλεπίδρασης ή αλληλο-επιβολής μεταξύ αστικών και φυσικών στοιχείων, αλλά και πέρα από αυτή [3]. Αφετηρία στην πρακτική του σχεδιασμού αποτελεί η εμπειριεχόμενη χωρική και ποιοτική προϋπόθεση της επίγνωσης των φυσικών ιαματικών και θεραπευτικών στοιχείων του τοπίου. Έτσι, η συνθετική διεργασία έρχεται ως χειρονομία επανενεργοποίησης και ενδυνάμωσης των στοιχείων αυτών, η οποία δημιουργεί και ταυτόχρονα προσφυλάσσει έναν φυσικό ρυθμό ζωής.



Εικόνα 3 – Τοπία ίασης. Η περίπτωση του νοσοκομείου της Κομοτηνής [πηγή: υλικό παρουσιάσεων δημερίδας «ΤΟΠΙΑ ΤΟΠΙΩΝ»]

Συνεχίζοντας τον διάλογο για το τοπίο της βόρειας Ελλάδας, το θέμα της τοπιακής κληρονομιάς άνοιξε με την πολυετή έρευνα για τα μεγάλα έργα των αγροτικών πεδιάδων της Μακεδονίας και έπειτα διευρύνθηκε από τον διάλογο για τη φυσική και πολιτισμική συνοχή του ορεινού και νησιωτικού τοπίου της βόρειας Ελλάδας. Η Βίλμα Χαστάογλου, στην εισήγησή της για τα μεγάλα εγγειοβελτιωτικά έργα που μεταμόρφωσαν τις βαλτώδεις και κατακλυζόμενες από τα προσφυγικά κύματα πεδιάδες

του Αξιού και του Στρυμόνα, έθεσε την διάσταση των μοντερνιστικών αγροτο-τεχνικών τοπίων. Ενταγμένα στην περίοδο του βενιζελικού εκσυγχρονισμού και του πολεοδομικού μοντερνισμού, συνδυάστηκαν με τη δημιουργία νέων χωριών, τυποποιημένων αγροτικών κατοικιών και τακτικά διατεταγμένων αγρών και αγροκτημάτων. Σήμερα, τα υλικά ίχνη τους, οι εγκαταστάσεις και τα κτίσματα, οι καλλιέργειες και ο μηχανικός εξοπλισμός, συνιστούν μια ελάχιστα γνωστή και αναξιοποίητη πολιτιστική κληρονομιά της περιοχής.

Η Ελένη Βλαχονάσιου παρουσίασε μια προσεκτική καταγραφή των επεμβάσεων σε ορεινά τοπία και μεγάλα υψόμετρα, διερευνώντας τα όρια της επιθυμίας του ανθρώπου να δραστηριοποιείται και να επιβιώνει σε αφιλόξενες συνθήκες και φυσικά περιβάλλοντα. Επικεντρώθηκε στο πυκνό δίκτυο διαδρομών και καταφυγίων που υποστηρίζει ορειβατικές και αναρριχητικές εξορμήσεις στον Όλυμπο. Η Ελένη Αθανασιάδου συζήτησε βάσει των καιρίων ζητημάτων που σχετίζονται με τον σχεδιασμό τοπιακής κληρονομιάς, εστιάζοντας στο παράδειγμα του αγροτικού τοπίου της Καλλιράχης Θάσου, στη δυτική πλαγιά του όρους Μεταμόρφωση. Από τις υποβαθμισμένες περιβαλλοντικές περιοχές της δυτικής Μακεδονίας στον υγειοβαρή σχεδιασμό τοπίου και τα μεγάλα εγγειοβελτιωτικά έργα συζητήθηκαν διαφορετικά επίπεδα ανάλυσης και σχεδιασμού τοπίων μεγάλης κλίμακας.

Η κατηγορία των εισηγήσεων, η οποία σχετίστηκε με τις συνθετικές προκλήσεις νοτιότερων περιοχών του ελληνικού τοπίου, αφορά στο αττικό τοπίο, και την κρητική ύπαιθρο. Ο Γεώργιος Πανέτσος συζήτησε το αττικό τοπίο με αφετηρία την περιγητική φιλολογία του 18ου και του 19ου αιώνα. Κωδικοποίησε το ενδιαφέρον για το Ελληνικό Τοπίο και έθεσε το ερώτημα της καταλληλότητας των υψηλών κτηρίων στο αττικό τοπίο, όχι σε σχέση με την κληρονομιά ή την ιδεολογία, αλλά μέσα στο πλαίσιο της σύγχρονης αστικής διάχυσης. Ανέπτυξε ειδικές αναφορές και κώδικες του πολιτισμικού τοπίου, στη βάση του αττικού τοπίου από την κλασσική αρχαιότητα μέχρι σήμερα. Περιέγραψε τις ειδικές τοπιακές αφετηρίες και την αλληλοδιαδοχή των συνθηκών ενός τοπίου που ξεχειλίζει από χώρους απόλαυσης και χώρους ανάγκης, ανακυκλώνει κενές περιοχές, πυκνώνει και διαχέεται, συντηρεί και διατηρεί.

Με το βλέμμα στραμμένο στη ανάδυση της έννοιας της «νέας αγροτικότητας», το αντικείμενο της εισήγησης του Νίκου Σκουτέλη, ήταν η σχέση μεταξύ γης και κοινωνίας. Έθεσε ως αφετηρία τα αναδυόμενα εργαλεία επαν-οικειοποίησης του αγροτικού τοπίου της ελληνικής υπαίθρου. Στην εισήγησή του παρουσιάστηκαν οι δράσεις του προγράμματος του Παρατηρητηρίου Υπαιθρου Κρήτης, και συζητήθηκε η διαδικασία χαρτογράφησης των σηματοδοτημένων ευρωπαϊκών μονοπατιών που διατρέχουν την κρητική ύπαιθρο και των εγκαταλειμμένων χωριών της, μέσα

από την οπτική της δυναμικής επανακατοίκησης του αγροτικού τοπίου. Η Ελένη Τσιριντάνη συζήτησε την πρακτική της αρχιτεκτονικής τοπίου με ποικίλες και διαφορετικές διαστάσεις που δεν είναι πάντα προφανείς. Στη μελέτη σύνδεσης της Πανεπιστημιούπολης Ρεθύμνου με την πόλη συζητήθηκε μια πορεία που ξεδιπλώνεται κατά μήκος της οδικής πρόσβασης και συνδέει το φυσικό τοπίο των πανεπιστημιακών εκτάσεων με έναν αστικό ιστό που αναπτύσσεται διαρκώς.

Το πλαίσιο του υβριδικού αντικειμένου της Τοπιακής Πολεοδομίας (Landscape Urbanism), τέθηκε αρχικά από την Τίτη Παπαδοπούλου για να συζητήσει τα σενάρια του μέλλοντος του «αστικού κενού», και συζητιέται εκ νέου από την Ηώ Καρύδη θέτοντας ζητήματα οικολογικού σχεδιασμού και ανάπτυξης επιβαρυνμένων τοπίων. Η ειδική εστίαση εδώ είναι η περίπτωση ανασχεδιασμού της περιοχής πρώην λιπασμάτων Δραπετσώνας, η οποία παρά το κλείσιμο και την απομάκρυνση των ρυπογόνων βιομηχανιών με ραδιενεργά απόβλητα, παραμένει για περισσότερο από 15 χρόνια ένα «αστικό κενό». Υπάρχει η ανάγκη ολοκληρωμένης ανάπτυξης, με κεντρικό χαρακτήρα ενιαίου πάρκου πρασίνου, το οποίο και αποτελεί υπερτοπικό ζητούμενο θέτοντας προκλήσεις για τους τρόπους και τα μεθοδολογικά εργαλεία που μπορούν να αξιοποιηθούν για την ανάταξη τέτοιων επιβαρυνμένων τοπίων. Η σχεδιαστική στρατηγική του Α' βραβείου «ξεκλειδώνει» τις περιβαλλοντικές ιδιαιτερότητες των φυσικών συστημάτων που ενυπάρχουν στον τόπο.

Στα ειδικά ζητήματα που υπογραμμίστηκαν σε αυτή την κατηγορία των προβληματισμών, για τις συνθετικές προκλήσεις νοτιότερων περιοχών του ελληνικού τοπίου, ανήκει το ενδιαφέρον για το αστικό τοπίο και τις συνθήκες κατοίκησης του, καθώς και η προσεκτική παρατήρηση και καταγραφή της αλληλοδιαδοχής των παραγόντων επαναδιαμόρφωσής του. Μέσα από το πλούσιο υλικό που παρουσιάστηκε από τον Γεώργιο Πανέτσο, τον Νίκο Σκουτέλη, την Ηώ Καρύδη, αλλά και από άλλους εξαιρετικούς εισηγητές, όπως ο Τάσος Ροϊδής και η Ελευθερία Γαβριηλίδου, αναδείχθηκε το «δικαίωμα στην πόλη». Στην εισήγηση του Κωνσταντίνου Μωραΐτη έγινε περισσότερο εμφανές το πλαίσιο της πολιτισμικής κατάκτησης του τοπίου ως καθοριστικού για την ταυτότητα των σύγχρονων κοινωνιών και πόλεων.

### III. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΩΝ ΜΕ ΑΦΕΤΗΡΙΑ ΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΙΚΗ ΣΥΝΟΧΗ ΤΟΥ ΤΟΠΙΟΥ

Οι καταγωγικοί προβληματισμοί για το τοπίο σχετίζονται τόσο με τη φυσική όσο και με την πολιτισμική συνοχή και ευρύτητά του. Μέσα από το πρίσμα της διδακτικής, αλλά και στην εισήγηση της Μαίρης Ανανιάδου-Τζημοπούλου για το «νέο» στη

θεώρηση και στην πρακτική της τοπιακής εργαλειοθήκης, συζητήθηκαν καινοτομίες πολλαπλών μεταστροφών, οι οποίες δε συντελούνται μονοδιάστατα, αλλά εγγράφουν και επανεγγράφουν νέους ή και επαναλαμβανόμενους συσχετισμούς ανάμεσα στον επιστημονικό πυρήνα του αντικειμένου της αρχιτεκτονικής τοπίου και τις επιστημονικές διαστολές του αστικού και του πολεοδομικού σχεδιασμού για τις περιοχές που αναζητούν την ταυτότητά τους. Έτσι, σε πρώτο επίπεδο ανάγνωσης των επιχειρημάτων που συγκεντρώθηκαν για το τοπίο, αποτιμάται εδώ ως κυρίαρχος ο άξονας της κοινωνικο-αντιληπτικής προσέγγισης, ο οποίος συγκεντρώνει τους κυρίαρχους προβληματισμούς για τη μεθοδολογία του σχεδιασμού του. Είναι στη μεταστροφή από προγενέστερες θεωρίες του κενού και του πλήρους, σε θεωρίες του τοπίου για την κατανόηση, την ερμηνεία και την προοπτική του αστικού υπαίθριου χώρου που το τοπίο διαμορφώνεται και εξελίσσεται διαχρονικά. Όπως έθεσε ο Κωνσταντίνος Μωραΐτης «εξακολουθούμε να συσχετίζουμε τον όρο τοπίο με το φυσικό υπόβαθρο του τόπου». Με επίκεντρο, λοιπόν, την κοινωνικο-αντιληπτική προσέγγιση, αναγνωρίζονται ποικίλες δημιουργικές μετατοπίσεις και εννοιολογικές μεταβάσεις. Σε δεύτερη (αλλά όχι υποδεέστερη) ανάγνωση, οι άξονες της φαινομενολογικής προσέγγισης στο τοπίο [4] και του υβριδικού αντικειμένου του landscape urbanism [2], ξαναφωτίζουν τις εκλεκτικές συγγενείες του με την τέχνη και την πολεοδομία, αντίστοιχα.

Για το τοπίο ως πολιτισμική εικόνα μίλησαν ο Δημήτρης Πολυχρονόπουλος και η Μαρία Γρηγοριάδου. «Στη διδακτική της αρχιτεκτονικής, ο τόπος αποκτά σταδιακά τα ουσιαστικά χαρακτηριστικά του μέσα από το γεγονός ότι πρόκειται, με κάποιον τρόπο, να κατοικηθεί». Μέσα από το πρίσμα αυτό της κατοίκησης του τόπου, το τοπίο στη διδακτική συμβολή του (αλλά και πέρα από αυτή), αποδεικνύεται μια πολιτισμική κατασκευή, η οποία γεννιέται από τους συμβολισμούς κάθε εποχής [5]. Είναι στην καλλιέργεια του βλέμματος για τη μεταβλητότητα του χώρου και του τόπου που εστιάζει η διδακτική του τοπίου. Πρόκειται για την καλλιέργεια του βλέμματος, το νήμα και οι προεκτάσεις του οποίου γίνονται αντιληπτά στην περιγραφή της πλειοψηφίας των επεμβάσεων που συζητήθηκαν. Είναι η διαβαθμισμένη αλληλεπίδραση (ακόμη και αλληλο-επιβολή) μεταξύ αστικών και φυσικών στοιχείων που υπαγορεύουν οι σύγχρονες, πολύπλοκες συνθήκες κατοίκησης των διαφορετικών τοπίων και διερμηνειών του ελληνικού τοπίου. Είναι στη σχέση του ανθρώπου με τη φύση, με την πόλη και με το τοπίο στο σύνολό τους που ο πυρήνας της διδακτικής του τοπίου ζυμώνεται διαχρονικά. Οποιαδήποτε διάσταση της φύσης, της πόλης και των τοπίων δεν μπορεί να γίνει αντιληπτή χωρίς τον άνθρωπο [6]. Πρόκειται για τη ζύμωση του «τοπίου» ως όρου φυσικά, κοινωνικά και γνωσιολογικά κεντρικού σε κάθε σφαίρα κατοίκησης.

#### IV. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο κείμενο αυτό της αποτίμησης της επιστημονικής εκδήλωσης «ΤΟΠΙΑ ΤΟΠΙΩΝ» επιχειρήθηκε αρχικά ένας προσδιορισμός της πολλαπλότητας των κριτικών προσεγγίσεων που τέθηκαν προς συζήτηση, αλλά και μια εμβάθυνση στους διαδοχικούς προβληματισμούς που εκφράστηκαν. Οι ενότητες που αρχικά οργανώθηκαν βάσει των συνθετικών πρακτικών που επρόκειτο να συζητηθούν, επέτρεψαν ένα περιθώριο συγκρότησης πλούσιας επιχειρηματολογίας γύρω από εμβληματικές μελέτες, εφαρμοσμένες και μη, αλλά και συνθετικές προσεγγίσεις στο τοπίο.

Το σύνολο αυτής της επιχειρηματολογίας αποτιμήθηκε εδώ σε δύο άξονες. Ο πρώτος συγκεντρώνει επιχειρήματα που εκφράστηκαν και κριτική που απορρέει από τη διαφορετικότητα των τοπίων του ελληνικού τοπίου. Ο δεύτερος άξονας αρθρώνει ένα παράλληλο συνεχές που αφορά στην εργαλειοθήκη που αναδύεται από την διδακτική του τοπίου.

Αποτιμώντας την πρώτη κατηγορία των επιχειρημάτων, μέσα από τον διάλογο για το τοπίο της βόρειας Ελλάδας και τις συνθετικές προκλήσεις των νοτιότερων περιοχών του ελληνικού τοπίου, παρατέθηκαν και συζητήθηκαν συνθετικές πρακτικές και τοπιακές προσεγγίσεις που αφορούν στον ανασχεδιασμό διαφορετικών πάρκων και πλατειών, μελετών διαγωνισμών για υποβαθμισμένες περιβαλλοντικά περιοχές, ζητημάτων τοπιακής πολιτιστικής κληρονομιάς, και συνθηκών κατοίκησης και αναπροσδιορισμού των συνεχειών του αττικού τοπίου και της κρητικής υπαίθρου.

Ξεκινώντας από το τοπίο των τοπίων της Δράμας, με πολλαπλούς και διαβαθμισμένους παράγοντες αλληλεπίδρασης αστικών και φυσικών στοιχείων που παρέχουν πολλαπλές σκηνές και διαφορετικές συνθήκες, το έργο της Μαίρης Ανανάδου-Τζημοπούλου παραμένει ένα ισχυρό σημείο αναφοράς και αφετηρίας στο πεδίο των συνθετικών πρακτικών του ελληνικού τοπίου. Ξεκινώντας, λοιπόν, από εκεί, δηλαδή από τα αλπικά τοπία, τα ορεινά τοπία, τα πεδινά τοπία, τα κατασκευασμένα και τα ανέγγιχτα τοπία της ευρύτερης περιοχής της Δράμας, μόλις τριάντα πέντε χιλιάδων (35.000) στρεμμάτων, η συζήτηση επεκτάθηκε στα γενικά και στα ειδικά στοιχεία των τοπίων της Μακεδονίας και τελικά των νοτιότερων περιοχών του ελληνικού τοπίου. Στην αποτίμηση εδώ, τα ΤΟΠΙΑ ΤΟΠΙΩΝ είναι τοπία απόλαυσης και τοπία ανάγκης, τοπία που ανακυκλώνονται μέσα στο τοπίο ή/και τοπία που ξεχειλίζουν μέσα σε αυτό. Στα εμφανή και αφανή τοπία του ελληνικού τοπίου, στα οποία αρχικά εστίασε η θεματική της διημερίδας, αποτελούν ένα θέμα τόσο ευρύ και τόσο συγκεκριμένο ταυτόχρονα, τόσο οικείο και τόσο ανοίκειο την ίδια στιγμή, αναδεικνύοντας ένα σύνθετο πλαίσιο διαφορετικότητας και πολλαπλών συσχετισμών.

Ευχαριστίες:

Για τη διεξαγωγή της διημερίδας ΤΟΠΙΑ ΤΟΠΙΩΝ, με την αφορμή της οποίας συγκεντρώθηκε το υλικό που αποτιμάται εδώ, εκφράζονται ευχαριστίες στη Λίλα Θεοδωρίδου, καθηγήτρια επικεφαλής του Εργαστηρίου BE-lab του ΔΙ.ΠΑ.Ε., που όχι μόνο στήριξε δυναμικά την πρωτοβουλία αυτή για το Τοπίο, αλλά βοήθησε ουσιαστικά στην ολοκλήρωσή της και την περαιτέρω διάχυσή της.

#### V. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] Ζαβράκα, Δ., Δανυήλ, Μ., Θεοδωρίδου, Λ., (επιμ.). ΤΟΠΙΑ ΤΟΠΙΩΝ. Σέρρες: BE-lab, 2020. ISBN 978-618-84798-4-5. Για περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τη διημερίδα ΤΟΠΙΑ ΤΟΠΙΩΝ βλ. επίσης: <https://landscapesoflandscapes.com>.
- [2] Waldheim C., (ed.). THE LANDSCAPE URBANISM READER. New York: Princeton Architectural Press, 2006. ISBN 9781568984391.
- [3] Rose, J., C. "Freedom in the garden. A contemporary approach to landscape design". Στο: Treib, M., (ed.) MODERN LANDSCAPE ARCHITECTURE. Cambridge: The MIT Press, 1994. ISBN 978-0262700511.
- [4] Πεχλιβανίδου-Λιακατά, Α., (επιμ.). Νόρμπεργκ-Σουλτς, Κ. GENIUS LOCI - TOWARDS A PHENOMENOLOGY OF ARCHITECTURE. Μτφρ. Μ. Φραγκόπουλου. Αθήνα: Ε.Μ.Π. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις, 2009. ISBN 9789602546802.
- [5] Cosgrove, D., Daniels, S., (eds.). THE ICONOGRAPHY OF LANDSCAPE. ESSAYS ON THE SYMBOLIC REPRESENTATION DESIGN AND USE OF PAST ENVIRONMENTS. Cambridge: Cambridge University Press, 1988. ISBN 052132437.
- [6] McHarg, I. DESIGN WITH NATURE. New York: John Wiley, 1969. ISBN 0471 11460.

---

#### ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ

**Δέσποινα Ζαβράκα**

Τμήμα Εσωτερικής Αρχιτεκτονικής ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Τέρμα Μαγνησίας, 62124 Σέρρες – ΕΛΛΑΣ

Τηλ.: +30 23210 49326

e-mail: ddzavraka@ihu.gr

# Εισφορά σε γη. Κριτική του Ν.4315/2014 και σύγκριση με το Ν.1337/1983

Παναγιωτόπουλος Ελευθέριος

Αγρ. Τοπογράφος Μηχανικός, Λέκτορας εφαρμογών, τμήμα Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής, Διεθνούς Πανεπιστημίου Ελλάδας  
Campus Σεργάν, 621 24 Τέρμα Μαγνησίας, Σέρρες,  
epanag@ihu.gr

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ:** Με το Ν.4315/2014 θεσμοθετήθηκε μια αυταξιολόγηση του σχεδιασμού, σε ότι αφορά την επάρκεια των κοινόχρηστων και κοινωφελών (ΚΧ/ΚΦ) χώρων σε σχέση με τα πολεοδομικά σταθερότυπα και καθορίστηκαν νέες κλίμακες και ευνοϊκότεροι όροι για την εισφορά σε γη, με στόχο, να ελαχιστοποιηθεί η εφαρμογή του επαχθούς μέτρου της απαλλοτρίωσης, το οποίο εμμέσως επιβαρύνει όλους τους φορολογούμενους. Με μοντελοποίηση του χώρου και την εφαρμογή της προβλεπόμενης εισφοράς σε γη, με σενάρια επί των εμβადών των γηπέδων, προκύπτει ότι η κλιμάκωση, η αναλογικότητα και η προσαύξηση των ποσοστών, που ορίζονται με τον Ν.4315/2014, δεν επιφέρει πάντοτε θετικό ισοζύγιο γης σε επίπεδο πολεοδομικής ενότητας (ΠΕ). Σε κάποιες περιπτώσεις, η εισφορά σε γη, η οποία προκύπτει με τα προσαυξημένα ποσοστά που εφαρμόζονται, ώστε να καλυφθεί το αρνητικό ισοζύγιο γης σε επίπεδο ΠΕ είναι μεγαλύτερη από αυτή που προέκυπτε από την εφαρμογή του Ν.1337/1983. Καθοριστικός παράγοντας για ένα θετικό ισοζύγιο γης είναι το μεγάλο εμβάδον του γηπέδου ή/και η μεγάλη επιφάνεια των υφιστάμενων κοινόχρηστων χώρων.

**Λέξεις Κλειδιά:** εξασφάλιση κοινόχρηστων και κοινωφελών (ΚΧ/ΚΦ) χώρων, απαλλοτρίωση, εισφορά σε γη, ισοζύγιο γης σε επίπεδο Πολεοδομικής ενότητας.

**ABSTRACT:** Law 4315/2014 instituted a self-assessment of the design, in terms of the adequacy of communal and public spaces in relation to the Urban Planning standards. New scales and more favorable conditions have been defined for the land contribution, with the aim of minimizing the implementation of the burdensome expropriation measure, which indirectly burdens all taxpayers. The projected contribution concerning land was applied through space modeling and scenarios. It emerges that even with the increase rate provided under Law 4315/2014, there is not always a positive land balance at the level of the urban unit. In some cases, the land contribution is greater than the one resulting from the Law 1337/1983 application. The determining factor for a positive land balance is the large area of the plot.

**Keywords:** acquisition of common and public spaces, expropriation, land contribution, land balance at the level of Urban Unity.

## I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Βασικός σκοπός στις πολεοδομικές εφαρμογές για τις εντός σχεδίου περιοχές με κανονιστικούς όρους δόμησης είναι η απόκτηση των προβλεπόμενων ΚΧ/ΚΦ χώρων, για τη λειτουργική και οικοδομική εκμετάλλευση των οικοπέδων.

Με το ΝΔ.17.7/16.8.1923 [1] βασικό πολεοδομικό εργαλείο είναι η αυταποζημίωση και η απαλλοτρίωση, που προκύπτουν ως αποτέλεσμα της πράξης τακτοποίησης και αναλογισμού υποχρεώσεων ιδιοκτησιών.

Με την εφαρμογή του Ν.1337/1983 [2], το βασικό πολεοδομικό εργαλείο είναι η εισφορά σε γη και επικουρικά εφαρμόζεται η απαλλοτρίωση, όταν υπάρχει αρνητικό ισοζύγιο γης. Η εισφορά σε γη επιβάλλεται επί του εμβადού του γηπέδου κλιμακωτά και αναλογικά σε κάθε κλίμακα, στα πλαίσια της πράξης εφαρμογής. Ο ιδιοκτήτης δεν αποζημιώνεται για την επιφάνεια γης, η οποία αναλογεί στην εισφορά σε γη.

Εύλογα θα τεθεί από τον ιδιοκτήτη η ένσταση, ότι είναι αντισυνταγματική η αφαίρεση της ιδιοκτησίας, χωρίς αποζημίωση, δηλ. η εισφορά σε γη, διότι η ιδιοκτησία προστατεύεται, με βάση το άρθρο 17 του Συντάγματος 1975. Πράγματι, στο Σύνταγμα του 1844 και 1864, υπήρχε η διατύπωση «Ουδείς στερείται της ιδιοκτησίας του εμμή δια δημόσιον ανάγκη, προσκόντως αποδεδειγμένην, όταν και όπως ο Νόμος διατάσσει, πάντοτε δε προηγούμενης αποζημίωσης». Στο Σύνταγμα του 1911, αλλάζει η διατύπωση του άρθρου και από «... δια δημόσιον ανάγκη...» μετατρέπεται σε «... δια δημοσίαν ωφέλειαν...» Η άμεση εφαρμογή της έννοιας της δημόσιας ωφέλειας διατυπώνεται στην §1 του άρθρου 40, του ΝΔ.17.07. 1923 [1]: «1. Δύνανται ν' αναγνωρισθεί δημοσία ωφέλεια προς αναγκαστική απαλλοτρίωση ακινήτων περιλαμβανομένων είτε εντός των στο προηγούμενο άρθρο, §1 αναφερομένων περιοχών, είτε εκτός τούτων (ήτοι εντός των αμέσως εφαρμοστέων τμημάτων των σχεδίων ή πέραν των ζωνών) και εν γένει εντός ή εκτός οιασδήποτε πόλεως, κώμης κ.λ.π., επί τω σκοπώ ανεγέρσεως οικοδομών και γενικότερο ιδρύσεως πλήρων συνοικισμών, όταν εξαιρετική ανάγκη επιβάλλει τούτο (οίον εγκαταστάσεις προσφύγων ή αστέγων λόγω σεισμού, πλημμύρας ή ετέρας θεομηνίας, κρίσις της κατοικίας εξ οιοδήποτε λόγου κ.τ.τ.).». Με το άρθρο 17 του Συντάγματος του 1975, η διατύπωση καταλήγει «Ουδείς στερείται της ιδιοκτησίας του ει μὴ δια δημοσίαν ωφέλειαν, προσκόντως αποδεδειγμένην, όταν και όπως ο Νόμος ορίζει, πάντοτε δε προηγούμενης πλήρους αποζημιώσεως ανταποκρινόμενης προς την αξία του απαλλοτριουμένου ....». Στην §3, του άρθρου 24, του Συντάγματος 1975, αναφέρεται: «Προς αναγνώριση περιοχής ως οικιστικής, ως και δια την πολεοδομικήν ενεργοποίησιν αυτής, αι περιλαμβανόμεναι εν αυτή ιδιοκτησὶαι συμμετέχουν υποχρεωτικῶς εἰς τὴν διάθεσιν, ἀνεὺν ἀποζημιώσεως ὑπὸ τοῦ οικείου φορέως, των απαραίτητων εκτάσεων προς δημιουργίαν οδών, πλατειῶν και χώρων εν γένει κοινωφελῶν χρήσεων και σκοπῶν, ὡς και εἰς τὰς δαπάνας προς ἐκτέλεσιν των βασικῶν κοινὸχρηστων πολεοδομικῶν ἔργων, ὡς νόμος ορίζει» και στην §4 «Δια νόμου δύναται να προβλέπεται συμμετοχή των ιδιοκτητῶν περιοχής, χαρακτηριζόμενης ως οικιστικής, εἰς τὴν ἐπὶ τῇ βάσει εγκεκριμένου σχεδίου αξιοποίησιν και γενικὴν διαρρύθμισιν ταύτης, δι' ἀντιπαροχῆς ἴσης ἀξίας ακινήτων ἢ τμημάτων κατ' ὄροφον ιδιοκτησίας, εκ των τελικῶς καθοριζόμενων ως οικοδομησίων χώρων ἢ κτιρίων τῆς περιοχῆς ταύτης».

Η έννοια της συμμετοχής των ιδιοκτητῶν αποδόθηκε (α) με τη διαδικασία της εισφοράς σε γη, πρώτα με το Ν.749/1979 [8] με οριζόντια εφαρμογή και μετά με το Ν.1337/1983 με κλιμάκωση και αναλογικότητα, για την απόκτηση των ΚΧ/ΚΦ χώρων και (β) με την εισφορά σε χρήμα, για τη συμμετοχή στις δαπάνες για την εκτέλεση των βασικών κοινόχρηστων πολεοδομικών έργων.

Είναι γνωστό ότι με βάση τη κείμενη νομοθεσία, στην εκτός σχεδίου περιοχή, σε ένα γήπεδο με εμβαδόν 4000m<sup>2</sup> επιτρέπεται η δόμηση συνολικά 200 m<sup>2</sup> για κατοικία, η οποία με το Ν.4759/2020 [8], περιορίζεται σε 186 m<sup>2</sup>. Έστω ότι το γήπεδο εντάσσεται σε σχέδιο και επιβάλλεται εισφορά σε γη, όπου χωρίς προσαύξηση με την εφαρμογή του Ν.4315/2014, ανέρχεται σε 1250 m<sup>2</sup>. Επομένως, πρέπει να επιστραφεί ένα ΘΕΤΙ=275 m<sup>2</sup>. Αν (α) ο ΣΔ=0.80, η συνολικά επιτρεπόμενη δόμηση στο οικοπέδο που θα αποδοθεί θα είναι 2200 m<sup>2</sup>, (β) ΣΔ=0.70 η δόμηση θα είναι 1925 m<sup>2</sup>, (γ) ΣΔ=0.60, η δόμηση θα είναι 1650 m<sup>2</sup>. Με μια απόφαση της διοίκησης, για ένταξη μιας περιοχής σε σχέδιο, φαίνεται ότι η αξία εκμετάλλευσης, σε ότι αφορά τη δυνατότητα δόμησης, παρουσιάζει μια διακύμανση από 8-11 φορές μεγαλύτερη, στο οικοπέδο, από ότι στο γήπεδο.

Σύμφωνα με την §5, του άρθρου 8 : «Ως εμβαδά ιδιοκτησιών για τον υπολογισμό της συμμετοχής σε γη λαμβάνονται τα εμβαδά που είχαν οι ιδιοκτήσιες στις 10.3.1982..... Ως ιδιοκτησία νοείται το άθροισμα των ιδιοκτησιών γης ενός και του αυτού ιδιοκτήτη που περιλαμβάνονται στα όρια της προς ένταξη περιοχής, η οποία δεν μπορεί να είναι μικρότερη της πολεοδομικής ενότητας..... Σε περίπτωση εξ αδιαίρετου συνιδιοκτησίας τα ποσοστά εισφοράς γης εφαρμόζονται στο εμβαδόν που αντιστοιχεί στο ιδανικό μερίδιο κάθε συνιδιοκτήτη όπως έχει διαμορφωθεί μέχρι την 10.3.1982».

Επομένως, υπήρχε διαδικασία αναδρομικής έρευνας για το ιδιοκτησιακό καθεστώς και τρεις κατηγορίες ιδιοκτητών, ο μονό-ιδιοκτήτης, ο πολύ-ιδιοκτήτης και ο συνιδιοκτήτης. Με την εφαρμογή του νόμου προέκυπτε διαφορετικό αποτέλεσμα για τον υπολογισμό της εισφοράς σε γη.

Με τον Ν.4315/2014 [3], καταργήθηκαν οι κατηγορίες ιδιοκτητών, ορίστηκε κρίσιμη ημερομηνία ελέγχου της κατάταξης των γηπέδων η 28.05.2014, επήλθε τροποποίηση των κλιμάκων και των ποσοστών αναλογίας, θεσπίστηκε αυταξιολόγηση του σχεδιασμού, σε ότι αφορά τους ΚΧ/ΚΦ χώρους, με βάση τα πολεοδομικά σταθερότυπα (Πολ.Στ.).

## II. Η ΕΙΣΦΟΡΑ ΣΕ ΓΗ. ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΠΟ ΤΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΚΑΙ Η ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Μετά τη θέσπιση του Ν.1337/1983, έχει εισαχθεί μια νέα διοικητική και τεχνική διαδικασία, ώστε να πραγματοποιηθεί ο μετασχηματισμός του χώρου στην εντός σχεδίου περιοχή, από γήπεδο, σε οικόπεδο.

Στόχος της διεργασίας του μετασχηματισμού είναι να αποκτηθούν οι προβλεπόμενοι ΚΧ/ΚΦ χώροι με τη συμμετοχική διαδικασία των ιδιοκτητών, μέσω της εισφοράς σε γη και να αποδοθεί τελικό οικόπεδο ή οικόπεδα, άρτιο/α και οικοδομήσιμο/α, με εμβαδόν, το οποίο θα τείνει προς το Θεωρητικό Εμβαδόν Τελικής Ιδιοκτησίας (ΘΕΤΙ). Το ΘΕΤΙ προκύπτει, αν από το Εμβαδόν Αρχικής Ιδιοκτησίας (ΕΑΙ), αφαιρεθεί το Εμβαδόν της Εισφοράς σε Γη (ΕΕΓ).

Ο νομοθέτης οριοθετεί το μέγιστο εμβαδόν για εισφορά σε γη της κάθε ιδιοκτησίας. Κατά τη διαδικασία, δεν μπορεί να αφαιρεθεί περισσότερο εμβαδόν από το οικοπεδικό τμήμα, που εμπίπτει εντός του Οικοδομικού Τετραγώνου (ΟΤ) μιας ιδιοκτησίας, από όσο, η προβλεπόμενη εισφορά σε γη, προκειμένου να δημιουργήσει αριότητα σε γειτονική ιδιοκτησία. Όμως η πραγματική κατάσταση, λόγω της χωροθέτησης των ΟΤ/ΚΧ/ΚΦ, δημιουργεί ένα εκμεταλλεύσιμο εμβαδόν μόνο για τα τμήματα των γηπέδων, τα οποία εμπίπτουν εντός των ΟΤ.

**Πίνακας 1** – Θεωρητικό μοντέλο υπολογισμού ΘΕΤΙ και πραγματική κατάσταση.

| Θεωρητικό μοντέλο                                | Εμβαδόν  | Πραγματική κατάσταση                  | Εμβαδόν  |
|--------------------------------------------------|----------|---------------------------------------|----------|
| Εμβαδόν αρχικής ιδιοκτησίας (Ε.Α.Ι.)             | Ε.Α.Ι.   | Εμβαδόν αρχικής ιδιοκτησίας (Ε.Α.Ι.)  | Ε.Α.Ι.   |
| μείον (-) εμβαδόν εισφοράς σε γη (Ε.Ε.Γ.)        | — Ε.Ε.Γ. | μείον (-) εμβαδόν τμήματος σε ΚΧ      | — Ε.Κ.Χ. |
|                                                  |          | μείον (-) εμβαδόν τμήματος σε ΚΦ      | — Ε.Κ.Φ. |
|                                                  |          | μείον (-) εμβαδόν τμήματος σε δρόμους | — Ε.Δ.   |
| Θεωρητικό εμβαδόν τελικής ιδιοκτησίας (Θ.Ε.Τ.Ι.) | Θ.Ε.Τ.Ι. | Εμβαδόν εντός Ο.Τ.                    | Ε.Ο.Τ.   |

**Πίνακας 2** – κλιμάκωση εισφοράς σε γη με βάση το Ν.1337/1983

| α/α | Συνολικό εμβαδόν | Από    | Μέχρι | Περιοχή εφαρμογής | Ποσοστό | Κλιμάκωση εισφοράς | Συνολική |
|-----|------------------|--------|-------|-------------------|---------|--------------------|----------|
| (1) | (2)              | (3)    | (4)   | (5)               | (6)     | (7)                | (8)      |
| 1   | 250              | 0      | 250   | 250               | 10%     | 25                 | 25       |
| 2   | 500              | 250    | 500   | 250               | 20%     | 50                 | 75       |
| 3   | 1000             | 500    | 1000  | 500               | 30%     | 150                | 225      |
| 4   | 2000             | 1000   | 2000  | 1000              | 40%     | 400                | 625      |
| 5   | 10000            | 2000   | 10000 | 8000              | 50%     | 4000               | 4625     |
| 6   |                  | >10000 |       |                   | 60%     |                    |          |

**Πίνακας 3** – κλιμάκωση εισφοράς σε γη με βάση το Ν.4315/2014

| α/α | Συνολικό εμβαδόν | Από    | Μέχρι | Περιοχή εφαρμογής | Ποσοστό | Κλιμάκωση εισφοράς | Συνολική |
|-----|------------------|--------|-------|-------------------|---------|--------------------|----------|
| (1) | (2)              | (3)    | (4)   | (5)               | (6)     | (7)                | (8)      |
| α   | 500              | 0      | 500   | 500               | 10%     | 50                 | 50       |
| β   | 1000             | 500    | 1000  | 500               | 20%     | 100                | 150      |
| γ   | 2000             | 1000   | 2000  | 1000              | 30%     | 300                | 450      |
| δ   | 10000            | 2000   | 10000 | 8000              | 40%     | 3200               | 3650     |
| ε   |                  | >10000 |       |                   | 50%     |                    |          |

Από τη σύγκριση των εμβαδών Ε.Ο.Τ. με Θ.Ε.Τ.Ι. προκύπτει το ισοζύγιο γης σε επίπεδο οικοπέδου. Όταν Ε.Ο.Τ. > Θ.Ε.Τ.Ι., τότε υπάρχει θετικό ισοζύγιο γης σε επίπεδο γηπέδου και η ιδιοκτησία αποκαθίσταται, δηλ. σε κάθε ιδιοκτήτη απονέμεται οικόπεδο. Σε περίπτωση αρνητικού ισοζυγίου γης, οι ιδιοκτησίες, είτε

αποζημιώνονται, είτε αποκαθίστανται σε άλλο ΟΤ, όπου υπάρχει θετικό ισοζύγιο γης και έχει δημιουργηθεί νέο οικόπεδο, από τη συνένωση των εισφορών σε γη.

Το οριακά θεωρητικώς υπολογισμένο θετικό ισοζύγιο γης σε επίπεδο πολεοδομικής ενότητας, μπορεί να μετατραπεί σε αρνητικό, διότι ο νόμος προβλέπει ότι δεν επιτρέπεται να αφαιρεθεί η συνολική εισφορά σε γη από μια ιδιοκτησία, όταν : (α) είναι επιβλαβής για την ιδιοκτησία (πχ θίγεται κτίσμα, μετατρέπεται σε μη άρτιο το οικόπεδο) ή/και (β) δεν είναι πολεοδομικά αξιοποιήσιμη (π.χ. να ενοποιηθεί η εισφορά με όμορες, προκειμένου να δημιουργηθεί άρτιο οικόπεδο).

Από τον συγκριτικό πίνακα 4, φαίνεται πόσο μειώνεται η εισφορά σε γη και πόσο ωφελούνται οι μεγάλες ιδιοκτησίες. Μια ιδιοκτησία με ΕΑΙ 10000 τμ με την εφαρμογή του Ν.4315/2014, θα έχει ΘΕΠΙ κατά 975m<sup>2</sup> περισσότερο. Αν θεσπιστεί ένας ΣΔ 0.80, τότε δυνητικά μπορεί να δομήσει επί πλέον 780 m<sup>2</sup>.

Πίνακας 4 – Σύγκριση εισφορών με Ν.1337/1983 και Ν.4315/2014

| α/α | Από    | Μέχρι | Ποσοστό Ν.1337/1983 | Ποσοστό Ν.4315/2014 | Συνολική Ν.1337/1983 | Συνολική Ν.4315/2014 |
|-----|--------|-------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| (1) | (2)    | (3)   | (4α)                | (4β)                | (5α)                 | (5β)                 |
| 1   | 0      | 250   | 10%                 | 10%                 | 25                   | 25                   |
| 2   | 250    | 500   | 20%                 | 10%                 | 75                   | 50                   |
| 3   | 500    | 1000  | 30%                 | 20%                 | 225                  | 150                  |
| 4   | 1000   | 2000  | 40%                 | 30%                 | 625                  | 450                  |
| 5   | 2000   | 10000 | 50%                 | 40%                 | 4625                 | 3650                 |
| 6   | >10000 |       | 60%                 | 50%                 |                      |                      |

Όμως σε κείμενο του συνηγούρου του πολίτη [4] με αναφορά σε έκθεση της επιστημονικής επιτροπής από το Ινστιτούτο Τοπικής αυτοδιοίκησης με τίτλο «Πολεοδομικός σχεδιασμός : Προβλήματα εφαρμογής και προτάσεις μεταρρύθμισης», (ΚΕΔΚΕ, ΠΟΛΙΣ 2005), έχουν παρατεθεί τα παρακάτω :

- για την περίοδο 1983-2005, σε 2000 πολεοδομικές ενότητες, εντός 419 εγκεκριμένων ΓΠΣ :
  - εγκεκριμένες πολεοδομικές μελέτες 48%
  - κυρωμένες πράξεις εφαρμογής 26.4%
- Συνήθης χρόνος ολοκλήρωσης πολεοδομικών μελετών 8-12 έτη και κύρωσης πράξης εφαρμογής 4-6 έτη.
- Αρνητικό ισοζύγιο γης** στις περιοχές των επεκτάσεων (εισφορές σε γη) χαμηλότερες περίπου κατά 15-20% των απαιτούμενων από την πολεοδομική μελέτη κοινόχρηστων και κοινωφελών χώρων.

Με αυτά τα χρονοδιαγράμματα, φαίνεται ότι, απαιτήσεις του χθες, είναι ξεπερασμένες στο σήμερα και

ενέργειες που καθυστερούν να υλοποιηθούν, δεν αντιστοιχούν σε σημερινές ανάγκες.

### III. Ο ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΗΣ ΚΑΙ Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΩΝ

Σημαντικό στοιχείο μεταβολής για την άμβλυνση της ανεπάρκειας για την απόκτηση των ΚΧ και ΚΦ χώρων, με το πολεοδομικό εργαλείο της εισφοράς σε γη, διατυπώνεται στην §4στ, του 1<sup>ου</sup> άρθρου : «Σε περίπτωση που κατά την εκπόνηση της μελέτης οι υπολογιζόμενες εισφορές σε γη κατά τα ανωτέρω εντός της πολεοδομικής ενότητας, συμπεριλαμβανομένων και των υφιστάμενων κοινόχρηστων χώρων, δεν καλύπτουν την ελάχιστη έκταση κοινόχρηστων και κοινωφελών χώρων κατά τα πολεοδομικά σταθερότυπα ή τις προβλέψεις των ΓΠΣ, ΣΧΟΟΑΠ, ΕΧΣ ή ΤΧΣ, τα ποσοστά των περιπτώσεων α', β', γ' και δ' υποχρεωτικά αυξάνονται αναλογικά και κατά ίσο αριθμό ποσοστιαίων μονάδων με σκοπό να συμπληρωθεί η απαιτούμενη εισφορά σε γη και χωρίς να απαιτείται επιπρόσθετη απόφαση έγκρισης της προσαύξησης αυτής. Σε κάθε περίπτωση τα ποσοστά των περιπτώσεων α' και β' δεν υπερβαίνουν το 30%, το ποσοστό της περίπτωσης γ' δεν υπερβαίνει το 40% και το ποσοστό της περίπτωσης δ' δεν υπερβαίνει το 50%». Κατά περίεργο τρόπο, εξαιρείται («προστατεύεται») η μεγάλο-ιδιοκτησία, από την προσαύξηση. Τα ερωτήματα που ανακύπτουν είναι :

- πως υπολογίζεται ο συντελεστής προσαύξησης και τι επιπτώσεις προκύπτουν από τους περιορισμούς
- αν με την προσαύξηση επιτυγχάνεται θετικό ισοζύγιο γης σε επίπεδο πολεοδομικής ενότητας, οπότε ελαχιστοποιείται η εφαρμογή του επαχθούς μέτρου της απαλλοτρίωσης, η οποία εμμέσως επιβαρύνει όλους τους φορολογούμενους
- αν τελικά η εισφορά σε γη μετά την προσαύξηση είναι μικρότερη από την εισφορά σε γη που προκύπτει από την εφαρμογή του Ν.1337/1983.

Για 1<sup>η</sup> φορά διατυπώνεται σε νομοθετικό πλαίσιο η αυταξιολόγηση της Πολεοδομικής μελέτης, διότι ο νομοθέτης ορίζει ότι πρέπει να καλύπτονται οι ελάχιστες εκτάσεις των ΚΧ και ΚΦ χώρων, κατά τα πολεοδομικά σταθερότυπα [5].

Σε εφαρμογή της §4στ, για να υπάρχει θετικό ισοζύγιο γης σε επίπεδο (ΠΕ), πρέπει να ισχύει :

$$\frac{SUM(\text{εισφορών σε γη}) + SUM(EMB \text{ υφιστάμενων ΚΧ})}{SUM(EMB(KX + \text{δρόμοι} + ΚΦ) \text{ της ΠΜ})} \geq 1 \quad (1)$$

Ο νομοθέτης, προσπαθεί να θεραπεύσει το πρόβλημα του αρνητικού ισοζυγίου γης σε επίπεδο ΠΕ, με τη διατύπωση στη §4στ. Όμως, τα εμβαδά των προβλεπόμενων ΚΧ/ΚΦ χώρων είναι ανελαστικά, όπως και το εμβαδόν των υφιστάμενων δρόμων (ΚΧ χώρων) είναι δεδομένο. Σε περίπτωση που δεν ισχύει η ανισότητα ο παράγοντας, που επιδέχεται προσαύξηση είναι η εισφορά σε γη. Πρέπει λοιπόν να βρεθεί ένας αριθμός Α, ο οποίος να αυξήσει αναλογικά τις περιπτώσεις α', β', γ' και δ', του πίνακα 3, ώστε να καλυφθεί η διαφορά.

Το πρόβλημα ανάγεται στον επιμερισμό του εμβαδού του τεμαχίου στις παραπάνω κατηγορίες.

$$\text{SUM (υπολογισμένη εισφορά σε γη)} = \text{SUM (Eα)} * (0,10) + \text{SUM (Eβ)} * (0,20) + \text{SUM (Eγ)} * (0,30) + \text{SUM (Eδ)} * (0,40) + \text{SUM (Eε)} * (0,50) \quad (2)$$

Σε κάθε κατηγορία επιβάλλεται το αντίστοιχο ποσοστό εισφοράς και αθροίζονται τα τμήματα ανά κατηγορία. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί να υπολογιστεί η συνολική εισφορά σε γη, σε επίπεδο πολεοδομικής ενότητας, πολλαπλασιάζοντας το συνολικό εμβαδόν ανά κατηγορία, με το αντίστοιχο ποσοστό. Από το 2<sup>ο</sup> σκέλος της ισότητας (2) προκύπτει η υπολογισμένη εισφορά σε γη, χωρίς προσαύξηση. Σε περίπτωση αρνητικού ισοζυγίου γης σε επίπεδο ΠΕ, πρέπει να βρεθεί ένας αριθμός A, ο οποίος αναλογικά θα αυξάνει τις κατηγορίες α, β, γ και δ.

$$\text{SUM (εισφορών σε γη)} = \text{SUM (Eα)} * (0,10 + 0,10*A/100) + \text{SUM (Eβ)} * (0,20 + 0,20*A/100) + \text{SUM (Eγ)} * (0,30 + 0,30*A/100) + \text{SUM (Eδ)} * (0,40 + 0,40*A/100) + \text{SUM (Eε)} * (0,50) \quad (3)$$

Το 2<sup>ο</sup> σκέλος της ισότητας (3) αποδίδει την έννοια του νομοθέτη. Επομένως, η διαφορά που θα προκύψει από την ανισότητα (1), πρέπει να καλυφθεί από τη σχέση :

$$\text{Διαφορά} = \text{SUM (Eα)} * (0,10*A/100) + \text{SUM (Eβ)} * (0,20*A/100) + \text{SUM (Eγ)} * (0,30*A/100) + \text{SUM (Eδ)} * (0,40*A/100) \quad (4)$$

Επομένως, ο συντελεστής προσαύξησης προκύπτει :

$$A = \frac{\text{Διαφορά} * 100}{\text{SUM(Eα)} * 0,10 + \text{SUM(Eβ)} * 0,20 + \text{SUM(Eγ)} * 0,30 + \text{SUM(Eδ)} * 0,40} \quad (5)$$

Για την διαδικασία, απαιτείται να έχει ολοκληρωθεί :

(α) η κτηματογράφηση, ώστε να είναι γνωστά τα εμβαδά των ιδιοκτησιών επί των οποίων θα επιβληθεί η εισφορά σε γη (2) και παράλληλα να είναι γνωστό το εμβαδόν των υφιστάμενων δρόμων, εντός του ορίου μελέτης, (β) το ρυμοτομικό σχέδιο. Προτείνεται η εφαρμογή τοπολογιών, τύπου πολυγώνου, για τη γρήγορη παραγωγή αποτελέσματος.

Ο νομοθέτης ορίζει και ανώτερα ποσοστά για την κάθε κατηγορία : (α' και β' μέγιστο 30%, γ' να μην υπερβαίνει το 40% και δ' το 50%). Για την κατηγορία (α) το τελικό ποσοστό δεν πρέπει να υπερβαίνει το 30%. Το αρχικό ποσοστό είναι 10%. Για κάθε κατηγορία (κ) θα προκύψει μια εξίσωση της μορφής.

$$\frac{(κ) * A}{100} = \text{διαφορά, οπότε } (κ) + \frac{(κ) * A}{100} (\text{max}) \quad (6)$$

Για τη κατηγορία (α), δηλ. το τμήμα εμβαδού μέχρι 500 τμ. Θα ισχύει :

$$0,10 + \frac{0,10 * A}{100} = 0,30 \rightarrow 0,10 * A = 20 \rightarrow A = 200$$

Πίνακας 5 – Ανώτατες τιμές του συντελεστή A, ανά κατηγορία

| A      | (α)  | (β)  | (γ)  | (δ)  |
|--------|------|------|------|------|
|        | 0.1  | 0.2  | 0.3  | 0.4  |
| 200.00 | 0.2  | 0.4  | 0.6  | 0.8  |
| 50.00  | 0.05 | 0.1  | 0.15 | 0.2  |
| 33.33  | 0.03 | 0.07 | 0.1  | 0.13 |
| 25.00  | 0.03 | 0.05 | 0.08 | 0.1  |

Στον πίνακα 5, είναι χρωματισμένες με κόκκινο χρώμα οι απαγορευμένες περιοχές και με πράσινο οι επιτρεπόμενες, για τις αντίστοιχες κατηγορίες. Τα κίτρινα κελιά περιέχουν τη μέγιστη προσαύξηση σε κάθε κατηγορία.

Αν στην περιοχή μελέτης υπάρχουν ιδιοκτησίες με εμβαδόν, που εμπίπτει μόνο στη κατηγορία (α) (σπάνιο φαινόμενο), τότε ο συντελεστής A μπορεί να φτάσει μέχρι την τιμή 200. Αν υπάρχουν όλες τις κατηγορίες (η συνήθης περίπτωση στις επεκτάσεις), τότε : (i) θα υπολογιστεί ο συντελεστής A με την προαναφερόμενη διαδικασία, (ii) θα υπολογίζεται το προσαυξημένο ποσοστό εισφοράς για κάθε κλίμακα, (iii) θα ελέγχεται σε σχέση με το μέγιστο επιτρεπόμενο και (iv) θα περικυπύεται αν είναι μεγαλύτερο του επιτρεπόμενου ή θα εφαρμόζεται όπως υπολογίστηκε.

Η φυσική σημασία για τη τιμή του συντελεστή A, συσχετίζεται άμεσα με την εφαρμογή του επαχθούς μέτρου της απαλλοτρίωσης, διότι λόγω της ανώτατης τιμής κάθε κατηγορίας, δεν εξασφαλίζεται η απαιτούμενη εισφορά σε γη, ώστε να ικανοποιείται η (1).

#### IV. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΤΗΣ ΕΙΣΦΟΡΑΣ ΣΕ ΓΗ ΜΕ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΘΕΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ.

Με την έννοια της ρυμοτομίας νοείται η πράξη της διοίκησης, με την οποία αφαιρείται αναγκαστικά μια ιδιωτική ιδιοκτησία (ακίνητο) και καταλαμβάνεται από κοινόχρηστους χώρους (οδούς, πλατείες κλπ), για χάρη δημόσιας ωφέλειας [6:102]. Το ρυμοτομικό σχέδιο σχεδιάζεται σε μια υφιστάμενη κατάσταση ιδιοκτησιών. Μετά τη δημοσίευσή του σε ΦΕΚ, δημιουργούνται χωρικές αλλαγές και το αρχικό γήπεδο, μετασχηματίζεται σε οικόπεδο ή/και οικόπεδα. Ο όρος «γήπεδο» χρησιμοποιείται όταν το ακίνητο βρίσκεται στην εκτός σχεδίου περιοχή, ενώ ο όρος «οικόπεδο», σε εγκεκριμένο ρυμοτομικό σχέδιο ή μέσα στα όρια οικισμού προϋφιστάμενου του 1923 ή με πληθυσμό κάτω των 2000 κατοίκων, χωρίς εγκεκριμένο σχέδιο.

«Σε πόλεις μεσαίου μεγέθους (50.000–100.000), η έκταση που καλύπτεται από περιοχές κατοικίας φτάνει το 30% - 40% της συνολικής επιφάνειας» [7:157]. Αντίστοιχα, η καθαρή έκταση κατοικιών (ιδιωτικά οικόπεδα) καλύπτει το 50% εκ της συνολικής έκτασης, το 10% αντιπροσωπεύει τις

κεντρικές εξυπηρετήσεις επιπέδου οικιστικού συγκροτήματος, το 20% πράσινο και ελεύθεροι χώροι και το 20% κυκλοφορία [6:324]. Για τη μοντελοποίηση της περιοχής μελέτης, υιοθετείται το ποσοστό 50%, ως έκταση των προβλεπόμενων ΚΧ και ΚΦ χώρων, θεωρώντας ότι προσεγγίζει τα Πολ.Στ.

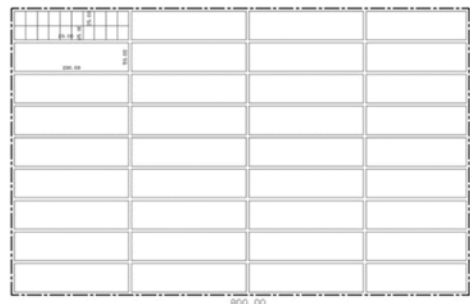
Το πληθυσμιακό μέγεθος της γειτονιάς θεωρείται περίπου 2000-5000 κάτοικοι, σύμφωνα με το ΥΠΕΧΩΔΕ, [6:316], αλλά σε άλλες χώρες ο αριθμός των κατοίκων ανά γειτονιά αυξάνεται σε 8000 κατοίκους [6:190-310]. Η συνήθης διαδικασία που ακολουθείται για την εκτίμηση του αριθμού των κατοίκων είναι να πολλαπλασιάζεται το άθροισμα των εμβαδών των ΟΤ, με τον ΣΔ, ώστε να προσδιορίζεται η συνολική δομήσιμη επιφάνεια. Σύμφωνα με τα Πολ.Στ., σε κάθε κάτοικο αντιστοιχούν 28-45 m<sup>2</sup> και συνήθως λαμβάνεται η τιμή 30 m<sup>2</sup>/κάτοικο, οπότε υπολογίζεται ο αριθμός των κατοίκων που θα φιλοξενήσει η περιοχή. Η διαδικασία εκτίμησης των κατοίκων με αυτή τη μεθοδολογία, επιστρέφει υπερεκτιμημένα αποτελέσματα, διότι ένα ποσοστό των ιδίων κατοίκων, ασχολείται με το λιανικό εμπόριο και ο χώρος της στέγασής τους ήδη έχει συνυπολογιστεί.

Για την αξιολόγηση της επάρκειας της εισφοράς σε γη θα παρατεθούν σενάρια, όπου ως περιοχή μελέτης θεωρείται μια περιοχή εμβαδού 400 στρεμμάτων, ορθογωνική, διαστάσεων 800X500m. Το πλάτος των υφιστάμενων αγροτικών δρόμων θεωρείται 5m, ως γενική εκτίμηση, έχοντας υπόψη τα διαγράμματα των οριστικών διανομών τα οποία έχουν συνταχθεί από τη Τοπογραφική Υπηρεσία του Υπ. Γεωργίας (ΤΥΥΓ). Επομένως, το 2<sup>ο</sup> σκέλος της ανισότητας (1), δηλ. το εμβαδόν των προβλεπόμενων ΚΧ, ΚΦ και δρόμων είναι 200,000 m<sup>2</sup>, το οποίο πρέπει τουλάχιστον να ισοσκελίζεται με την εισφορά των γεωτεμαχίων και το εμβαδόν των υφιστάμενων δρόμων.

Η εισφορά σε γη υπολογίζεται αναλογικά μεν, αλλά εντός κλιμακωτών περιοχών. Οι τιμές κλιμάκωσης, οι οποίες καθορίζουν τις περιοχές, για την επιβολή των ποσοστών με αναλογικό τρόπο, βάσει του Ν.4315/2014, είναι : 500 m<sup>2</sup>, 1000 m<sup>2</sup>, 2000 m<sup>2</sup>, 10000 m<sup>2</sup>. Υπό αυτή την έννοια, μοντελοποιείται η περιοχή, με αμιγώς τα εμβαδά των ιδιοκτησιών στις τιμές κλιμάκωσης, αλλά και με μικτές περιπτώσεις.

**Σενάριο 1α** – όλα τα γεωτεμάχια έχουν E= 500 m<sup>2</sup>.

Κάθε γεωτεμάχιο θεωρείται ότι έχει διαστάσεις 20X25m και δημιουργούνται κτηματογραφικά τετράγωνα διαστάσεων 200X50m, οπότε προκύπτουν και οι υφιστάμενοι δρόμοι, πλάτους 5.00m. Από την εμβαδομέτρηση του μοντέλου, προκύπτει ότι υπάρχουν 698 τεμάχια των 500 m<sup>2</sup> με συνολικό εμβαδόν 349,000 m<sup>2</sup> και το 12.75% της συνολικής επιφάνειας, δηλ. εμβαδόν 51,000 m<sup>2</sup> αποτελούν οι υφιστάμενοι δρόμοι. Όλα τα γεωτεμάχια εμπίπτουν στην (α) κατηγορία, όπου το ποσοστό της εισφοράς είναι 10%, επομένως η συνολική εισφορά θα είναι μόλις 34,900 m<sup>2</sup>.



Σχήμα 1 – Μοντελοποίηση περιοχής με γεωτεμάχια εμβαδού 500 m<sup>2</sup>.

Επομένως το 1<sup>ο</sup> σκέλος της ανισότητας (1) (συνολική εισφορά σε γη + εμβαδόν υφιστάμενων ΚΧ χώρων) θα προκύψει 85,900 m<sup>2</sup> (34900+51000). Ανακύπτει μια **διαφορά** στο ισοζύγιο γης της περιοχής μελέτης 114,100 m<sup>2</sup>, η οποία πρέπει να καλυφθεί με εύρεση του συντελεστή προσαύξησης Α, σύμφωνα με τη σχέση (5), εκ του οποίου θα υπολογιστεί το νέο ποσοστό εισφοράς σε γη. Ο συντελεστής Α=326.934 και το νέο ποσοστό εισφοράς σε γη, σε εφαρμογή της σχέσης (6) θα είναι : 42.693%, δηλ. ποσοστό μεγαλύτερο του επιτρεπόμενου. Εφόσον το ποσοστό για την κατηγορία (α) υπερβαίνει το 30%, πρέπει να εφαρμοστεί το μέγιστο επιτρεπόμενο 30%, για τον υπολογισμό της εισφοράς. Επομένως η εισφορά, η οποία θα προκύψει για όλα τα γεωτεμάχια της περιοχής μελέτης, με την προσαύξηση, ανέρχεται σε **104,700 m<sup>2</sup>** (349,000X30%).

Πίνακας 6 – Πινακοποίηση σεναρίου 1α

| ΠΕΡΙΟΧΗ | 400000 | ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΕΜΒΑΔΑ |        |
|---------|--------|-------------------|--------|
|         |        | ΚΧ                | 12.75% |
|         |        | ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΕΣ       | 51000  |
|         |        |                   | 349000 |

|              | 0-500  | 500-1000 | 1000-2000 | 2000-10000 | >10000 | SUM εισφ | Υφιστ. ΚΧ         | σύνολο |
|--------------|--------|----------|-----------|------------|--------|----------|-------------------|--------|
| ΕΙΣΦΟΡΑ      | 34900  | 0        | 0         | 0          | 0      | 34900    | 51000             | 85900  |
| ποσοστό      | 10     | 20       | 30        | 40         | 50     |          |                   |        |
| συμμετοχής   | 100    | 0        | 0         | 0          | 0      | 100      | SUM Ποσοστών      |        |
| ΕΜΒΑΔΟΝ      | 349000 | 0        | 0         | 0          | 0      | 349000   | SUM Ε ιδιοκτησιών |        |
| αφ. τεμαχίων | 698    | 0        | 0         | 0          | 0      |          |                   |        |
| τμήματα      | 698    | 0        | 0         | 0          | 0      |          |                   |        |
| τμ_εμβ       | 500    | 500      | 1000      | 8000       | 0      |          |                   |        |

|              |         |                       | ποσοστά εισφορών σε γη |        |        |         |
|--------------|---------|-----------------------|------------------------|--------|--------|---------|
| ΚΧ+ΚΦ από ΠΜ | διαφορά | συντελεστής Α         | 10                     | 20     | 30     | 40      |
| 200000       | -114100 | 326.9340974           | 30                     | 30     | 40     | 50      |
|              |         | χωρίς περιορισμούς    | 42.693                 | 85.387 | 128.08 | 170.774 |
|              |         | Εισφορά με προσαύξηση | 104700                 | 0      | 0      | 0       |

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| Αρχική εισφορά σε γη    | 34900  |
| Εισφορά με επιβάρυνση   | 104700 |
| Τελική Εισφορά + δρόμοι | 155700 |
| Αποζημίωση              | 44300  |

Το 1<sup>ο</sup> σκέλος της ανισότητας (1) (συνολική εισφορά σε γη + εμβαδόν υφιστάμενων ΚΧ χώρων) θα προκύψει 155,700 m<sup>2</sup> (104700+51000). Επομένως, πρέπει να εφαρμοστεί συμπληρωματικά και το μέτρο της απαλλοτρίωσης,

για το διόλου ευκαταφρόνητο εμβαδόν των 44,300 m<sup>2</sup> (200000-155700), που θα προκύψει από την ανισότητα (1). Επομένως, στην περίπτωση των γεωτεμαχίων με μικρό εμβαδόν, δεν υπάρχει θεραπεία, επειδή έχουν εξαντληθεί όλα τα προβλεπόμενα νομοθετικά μέτρα.

Επομένως, στο συγκεκριμένο μοντέλο μια ιδιοκτησία των 500 m<sup>2</sup>, μπορεί να επιβαρυνθεί με συμμετοχή εισφοράς σε γη, σε εφαρμογή του Ν.4315/2014, με 150 m<sup>2</sup>, σε σχέση με το Ν.1337/1983, όπου η εισφορά ήταν σταθερή και ανέρχεται σε 75 m<sup>2</sup>, δηλ. 2πλάσια εισφορά, παρά τα αναγραφόμενα στον πίνακα 4. Έχει προκύψει πολύ μεγάλος συντελεστής προσαύξησης Α, με αποτέλεσμα όλα τα προσαυξημένα ποσοστά της εισφοράς να υπερβαίνουν τις μέγιστες τιμές. Στη γραμμή με τίτλο «χωρίς περιορισμούς» εμφανίζονται οι τιμές των ποσοστών με προσαύξηση, ενώ στην προηγούμενη γραμμή, τα ποσοστά εισφοράς που εφαρμόστηκαν. Η ίδια κωδικοποίηση θα ισχύει σε όλα τα σενάρια.

**Σενάριο 1β** – Εμβαδόν γεωτεμαχίων 500 m<sup>2</sup>, αλλά 30% υφιστάμενοι ΚΧ. Έστω ότι υπάρχει αστοχία στο σενάριο 1α, σε ότι αφορά το ποσοστό των υφιστάμενων ΚΧ χώρων, όπως έχει προκύψει από τη μοντελοποίηση του σχήματος 1 και το ποσοστό των ΚΧ δεν είναι 12.75%, αλλά 30%. Μια τέτοια περίπτωση ισχύει όταν υπάρχει χερσολειβαδική έκταση ή γενικώς μεγάλη κοινόχρηστη, η οποία εντάσσεται σε σχέδιο. Για το πεπερασμένο εμβαδόν της περιοχής μελέτης (400,000m<sup>2</sup>), το εμβαδόν των ΚΧ χώρων είναι 120,000 m<sup>2</sup> και των ιδιοκτησιών 280,000 m<sup>2</sup>, δηλ. συμμετέχουν 560 ιδιοκτησίες. Παρατίθεται η αντίστοιχη πινακοποίηση.

Πίνακας 7 – πινακοποίηση σεναρίου 1β

| περιοχή | 400000 | ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΕΜΒΑΔΑ |     |        |
|---------|--------|-------------------|-----|--------|
|         |        | ΚΧ                | 30% | 120000 |
|         |        | ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΕΣ       |     | 280000 |

|              | 0-500  | 500-1000 | 1000-2000 | 2000-10000 | >10000 | SUM εισφ | Υφιστ. ΚΧ         | σύνολο |
|--------------|--------|----------|-----------|------------|--------|----------|-------------------|--------|
| ΕΙΣΦΟΡΑ      | 28000  | 0        | 0         | 0          | 0      | 28000    | 120000            | 148000 |
| ποσοστό      | 10     | 20       | 30        | 40         | 50     |          |                   |        |
| συμμετοχής   | 100    | 0        | 0         | 0          | 0      | 100      | SUM Ποσοστών      |        |
| ΕΜΒΑΔΟΝ      | 280000 | 0        | 0         | 0          | 0      | 280000   | SUM Ε Ιδιοκτησιών |        |
| αφ. τεμαχίων | 560    | 0        | 0         | 0          | 0      |          |                   |        |
| τμήματα      | 560    | 0        | 0         | 0          | 0      |          |                   |        |
| τμ_εμβ       | 500    | 500      | 1000      | 8000       | 0      |          |                   |        |

|              |         | ποσοστά εισφορών σε γη |         |        |        |         |
|--------------|---------|------------------------|---------|--------|--------|---------|
| ΚΧ+ΚΦ από ΠΜ | διαφορά | συντελεστής Α          | 10      | 20     | 30     | 40      |
| 200000       | -52000  | 185.7142857            | 28.5714 | 30     | 40     | 50      |
|              |         | χωρίς περιορισμούς     | 28.571  | 57.143 | 85.714 | 114.286 |
|              |         | Εισφορά με προσαύξηση  | 80000   | 0      | 0      | 0       |

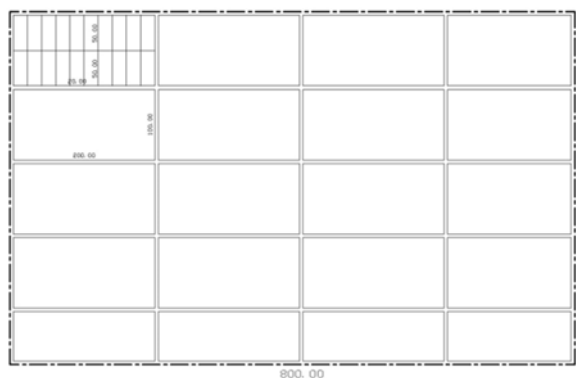
|                         |        |
|-------------------------|--------|
| Αρχική εισφορά σε γη    | 28000  |
| Εισφορά με επιβάρυνση   | 80000  |
| Τελική Εισφορά + δρόμοι | 200000 |
| Αποζημίωση              | 0      |

Στο σενάριο 1β, φαίνεται να ισοσκελίζεται μεν το ισοζύγιο γης, αλλά η ιδιοκτησία επιβαρύνεται με συμμετοχή 142.85 m<sup>2</sup> (500 Χ28.571%), για εισφορά σε γη, ενώ με την εφαρμογή του Ν.1337/83, η επιβάρυνση θα ήταν 75 m<sup>2</sup>.

Αμιγώς τέτοιες περιοχές με εμβαδόν τεμαχίων της τάξης των 500 m<sup>2</sup> σπάνια υπάρχουν. Όμως στις παρυφές του σχεδίου πόλης, υπάρχει μια τάση κατάτμησης και μετασχηματισμού του χώρου από μαζική γεωργική εκμετάλλευση, σε εκμετάλλευση με τη μορφή των μπαχτσέδων ή άλλων χρήσεων που αποδίδουν μεγαλύτερο πρόσδο.

**Σενάριο 2α** – όλα τα γεωτεμάχια έχουν Ε=1000 m<sup>2</sup>.

Κάθε γεωτεμάχιο θεωρείται ότι έχει διαστάσεις 20Χ50 m και δημιουργούνται κτηματογραφικά τετράγωνα διαστάσεων 200Χ100m, οπότε προκύπτουν και οι υφιστάμενοι δρόμοι. Από την εμβαδομέτρηση του μοντέλου προκύπτει ότι υπάρχουν 364 τεμάχια των 1000 m<sup>2</sup> με συνολικό εμβαδόν 364,000 m<sup>2</sup> και το 9% της συνολικής επιφάνειας, δηλ. εμβαδόν 36,000 m<sup>2</sup> αποτελούν οι υφιστάμενοι δρόμοι, πλάτους 5.00 m. Επομένως, συνυπάρχουν οι κατά νόμο κατηγορίες (α) και (β).



Σχήμα 2 – Μοντελοποίηση περιοχής με γεωτεμάχια εμβαδού 1000 m<sup>2</sup>.

Πίνακας 8 – πινακοποίηση σεναρίου 2α

| περιοχή | 400000 | ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΕΜΒΑΔΑ |    |        |
|---------|--------|-------------------|----|--------|
|         |        | ΚΧ                | 9% | 36000  |
|         |        | ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΕΣ       |    | 364000 |

|              | 0-500 | 500-1000 | 1000-2000 | 2000-10000 | >10000 | SUM εισφ | Υφιστ. ΚΧ         | σύνολο |
|--------------|-------|----------|-----------|------------|--------|----------|-------------------|--------|
| ΕΙΣΦΟΡΑ      | 18200 | 36400    | 0         | 0          | 0      | 54600    | 36000             | 90600  |
| ποσοστό      | 10    | 20       | 30        | 40         | 50     |          |                   |        |
| συμμετοχής   | 0     | 100      | 0         | 0          | 0      | 100      | SUM ποσοστών      |        |
| ΕΜΒΑΔΟΝ      | 0     | 364000   | 0         | 0          | 0      | 364000   | SUM Ε Ιδιοκτησιών |        |
| αφ. τεμαχίων | 0     | 364      | 0         | 0          | 0      |          |                   |        |
| τμήματα      | 364   | 364      | 0         | 0          | 0      |          |                   |        |
| τμ_εμβ       | 500   | 500      | 1000      | 8000       | 0      |          |                   |        |

|              |         | ποσοστά εισφορών σε γη |        |        |       |         |
|--------------|---------|------------------------|--------|--------|-------|---------|
| ΚΧ+ΚΦ από ΠΜ | διαφορά | συντελεστής Α          | 10     | 20     | 30    | 40      |
| 200000       | -109400 | 200.3663004            | 30     | 30     | 40    | 50      |
|              |         | χωρίς περιορισμούς     | 30.037 | 60.073 | 90.11 | 120.147 |
|              |         | εισφορά με προσαύξηση  | 54600  | 54600  | 0     | 0       |

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| Αρχική εισφορά σε γη    | 54600  |
| Εισφορά με επιβάρυνση   | 109200 |
| Τελική Εισφορά + δρόμοι | 145200 |
| Αποζημίωση              | 54800  |

Στο σενάριο 2α, φαίνεται ότι δεν ισοσκελίζεται το ισοζύγιο γης σε επίπεδο ΠΕ, παρά την προσαύξηση, η οποία όμως λόγω των ανωτάτων ορίων δεν επιφέρει τα αναμενόμενα αποτελέσματα και επικουρικά εφαρμόζεται το μέτρο της απαλλοτρίωσης. Μια ιδιοκτησία των 1000 m<sup>2</sup>, επιβαρύνεται με συμμετοχή εισφοράς σε γη, (i) για το τμήμα από 0-500 m<sup>2</sup>, δηλ. η κατηγορία (α), με ποσοστό μέχρι 30%, η οποία αντιστοιχεί με συμμετοχή εμβαδού 150 m<sup>2</sup> και (ii) για το τμήμα από 500-1000 m<sup>2</sup>, δηλ. η κατηγορία (β), μέχρι 30%, η οποία επίσης αντιστοιχεί με συμμετοχή εμβαδού 150 m<sup>2</sup>. Συνολικά, μια ιδιοκτησία εμβαδού 1000 m<sup>2</sup>, επιβαρύνεται με εισφορά 300 m<sup>2</sup>, σε σχέση με την εφαρμογή του Ν.1337/1983, όπου η εισφορά ανέρχεται σε 225 m<sup>2</sup>, χωρίς διακυμάνσεις για μονο-ιδιοκτήτη.

**Σενάριο 2β** – Εμβαδόν γεωτεμαχίων 1000m<sup>2</sup>, αλλά 20% υφιστάμενοι ΚΧ. Έστω ότι υπάρχει αστοχία στο σενάριο 2α, σε ότι αφορά το ποσοστό των υφιστάμενων ΚΧ χώρων, όπως έχει προκύψει από τη μοντελοποίηση του σχήματος 2 ή υπάρχουν διαθέσιμοι ΚΧ χώροι και το ποσοστό τους δεν είναι 9%, αλλά 20%. Προφανώς, για το πεπερασμένο εμβαδόν της περιοχής μελέτης (400,000 m<sup>2</sup>), το εμβαδόν των ΚΧ χώρων είναι 80,000 m<sup>2</sup> και των ιδιοκτησιών 320,000 m<sup>2</sup>, δηλ. συμμετέχουν 320 ιδιοκτησίες. Παρατίθεται η αντίστοιχη πινακοποίηση.

Πίνακας 9 – πινακοποίηση σεναρίου 2β

| περιοχή | 400000 | ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΕΜΒΑΔΑ |     |        |  |  |  |  |
|---------|--------|-------------------|-----|--------|--|--|--|--|
|         |        | ΚΧ                | 20% | 80000  |  |  |  |  |
|         |        | ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΕΣ       |     | 320000 |  |  |  |  |

|              | 0-500 | 500-1000 | 1000-2000 | 2000-10000 | >10000 | SUM εισφ | Υφιστ. ΚΧ         | σύνολο |
|--------------|-------|----------|-----------|------------|--------|----------|-------------------|--------|
| ΕΙΣΦΟΡΑ      | 16000 | 32000    | 0         | 0          | 0      | 48000    | 80000             | 128000 |
| ποσοστό      | 10    | 20       | 30        | 40         | 50     |          |                   |        |
| συμμετοχής   | 0     | 100      | 0         | 0          | 0      | 100      | SUM ποσοστών      |        |
| ΕΜΒΑΔΟΝ      | 0     | 320000   | 0         | 0          | 0      | 320000   | SUM Ε Ιδιοκτησιών |        |
| αφ. τεμαχίων | 0     | 320      | 0         | 0          | 0      |          |                   |        |
| τμήματα      | 320   | 320      | 0         | 0          | 0      |          |                   |        |
| τμ_εμβ       | 500   | 500      | 1000      | 8000       | 0      |          |                   |        |

| ΚΧ+ΚΦ από ΠΜ | διαφορά | συντελεστής Α         | ποσοστά εισφορών σε γη |       |    |     |
|--------------|---------|-----------------------|------------------------|-------|----|-----|
| 200000       | -72000  | 150.00000             | 10                     | 20    | 30 | 40  |
|              |         | χωρίς περιορισμούς    | 25                     | 30    | 40 | 50  |
|              |         | εισφορά με προσαύξηση | 25                     | 50    | 75 | 100 |
|              |         |                       | 40000                  | 48000 | 0  | 0   |

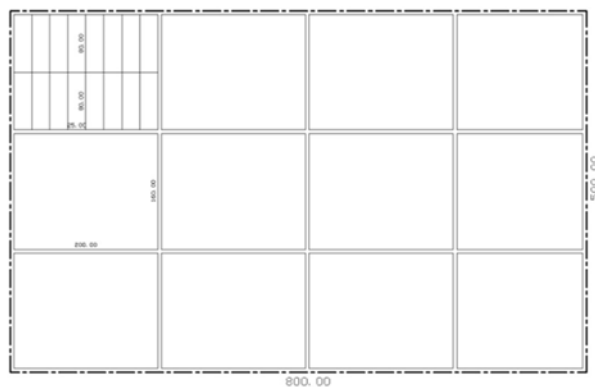
|                         |        |
|-------------------------|--------|
| Αρχική εισφορά σε γη    | 48000  |
| Εισφορά με επιβάρυνση   | 88000  |
| Τελική Εισφορά + δρόμοι | 168000 |
| Αποζημίωση              | 32000  |

Στο σενάριο 2β, παρά τον διπλασιασμό του ποσοστού των υφιστάμενων ΚΧ χώρων, φαίνεται ότι δεν ισοσκελίζεται το ισοζύγιο γης σε επίπεδο ΠΕ και πάλι εφαρμόζεται το μέτρο της απαλλοτρίωσης. Η ιδιοκτησία εμβαδού 1000 m<sup>2</sup> επιβαρύνεται με συμμετοχή εισφοράς σε γη με E=275.00 m<sup>2</sup> (500X25%+500X30%), ενώ η επιβάρυνση με τη εφαρμογή του Ν.1337/83, θα ήταν 225 m<sup>2</sup>.

Τέτοιες περιοχές δεν αποκλείεται να υπάρχουν στις παρυφές του σχεδίου πόλης, όπου η διακύμανση του εμβαδού της αρχικής ιδιοκτησίας να έχει προέλθει από κατατμήσεις. Το εμβαδόν των 1000 m<sup>2</sup>, αποτελεί το όριο κατάτμησης στη ζώνη των 500 m, σύμφωνα με το άρθρο 16, του ΝΔ.17.7/16.8.1923 [1].

**Σενάριο 3α** – όλα τα γεωτεμάχια έχουν E= 2000m<sup>2</sup>.

Κάθε γεωτεμάχιο θεωρείται ότι έχει διαστάσεις 25X80m και δημιουργούνται κτηματογραφικά τετράγωνα διαστάσεων 200X160m, οπότε προκύπτουν και οι υφιστάμενοι δρόμοι.

Σχήμα 3 – Μοντελοποίηση περιοχής με γεωτεμάχια εμβαδού 2000 m<sup>2</sup>.

Από την εμβαδομέτρηση του μοντέλου προκύπτει ότι υπάρχουν 186 τεμάχια των 2000 m<sup>2</sup> με συνολικό εμβαδόν 372,000 m<sup>2</sup> και το 7% της συνολικής επιφάνειας, δηλ. εμβαδόν 28,000 m<sup>2</sup> αποτελούν οι υφιστάμενοι δρόμοι, πλάτους 5.00 m. Επομένως, συνυπάρχουν οι κατά νόμο κατηγορίες (α), (β) και (γ). Αποτελεί συνήθη περίπτωση γεωτεμαχίων στις παρυφές του σχεδίου πόλης, όπου η διακύμανση του εμβαδού της αρχικής ιδιοκτησίας να έχει προέλθει από κατατμήσεις.

Πίνακας 10 – πινακοποίηση σεναρίου 3α

| περιοχή | 400000 | ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΕΜΒΑΔΑ |    |        |  |  |  |  |
|---------|--------|-------------------|----|--------|--|--|--|--|
|         |        | ΚΧ                | 7% | 28000  |  |  |  |  |
|         |        | ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΕΣ       |    | 372000 |  |  |  |  |

|              | 0-500 | 500-1000 | 1000-2000 | 2000-10000 | >10000 | SUM εισφ | Υφιστ. ΚΧ         | σύνολο |
|--------------|-------|----------|-----------|------------|--------|----------|-------------------|--------|
| ΕΙΣΦΟΡΑ      | 9300  | 18600    | 55800     | 0          | 0      | 83700    | 28000             | 111700 |
| ποσοστό      | 10    | 20       | 30        | 40         | 50     |          |                   |        |
| συμμετοχής   | 0     | 0        | 100       | 0          | 0      | 100      | SUM ποσοστών      |        |
| ΕΜΒΑΔΟΝ      | 0     | 0        | 372000    | 0          | 0      | 372000   | SUM Ε Ιδιοκτησιών |        |
| αφ. τεμαχίων | 0     | 0        | 186       | 0          | 0      |          |                   |        |
| τμήματα      | 186   | 186      | 186       | 0          | 0      |          |                   |        |
| τμ_εμβ       | 500   | 500      | 1000      | 8000       | 0      |          |                   |        |

|              |         |                       | ποσοστά εισφορών σε γη |        |        |        |
|--------------|---------|-----------------------|------------------------|--------|--------|--------|
| KX+ΚΦ από ΠΜ | διαφορά | συντελεστής Α         | 10                     | 20     | 30     | 40     |
| 200000       | -88300  | 105.4958184           | 20.55                  | 30     | 40     | 50     |
|              |         | χωρίς περιορισμούς    | 20.55                  | 41.099 | 61.649 | 82.198 |
|              |         | εισφορά με προσαύξηση | 19111.1                | 27900  | 74400  | 0      |

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| Αρχική εισφορά σε γη    | 83700     |
| Εισφορά με επιβάρυνση   | 121411.11 |
| Τελική Εισφορά + δρόμοι | 149411.11 |
| Αποζημίωση              | 50588.89  |

Στο σενάριο 3α, φαίνεται ότι δεν ισοσκελίζεται το ισοζύγιο γης σε επίπεδο ΠΕ, παρά την προσαύξηση, η οποία όμως λόγω των ανωτάτων ορίων στις κατηγορίες (β) και (γ) δεν επιφέρει τα αναμενόμενα αποτελέσματα και επικουρικά εφαρμόζεται το μέτρο της απαλλοτρίωσης. Μια ιδιοκτησία των 2000 m<sup>2</sup>, επιβαρύνεται με συμμετοχή εισφοράς σε γη, (i) για το τμήμα από 0-500 m<sup>2</sup>, δηλ. η κατηγορία (α), μέχρι 20.55%, η οποία αντιστοιχεί σε εμβαδόν 102.75 m<sup>2</sup>, (ii) για το τμήμα από 500-1000 m<sup>2</sup>, δηλ. η κατηγορία (β), μέχρι 30%, η οποία αντιστοιχεί σε εμβαδόν 150 m<sup>2</sup> και (iii) για το τμήμα από 1000-2000 m<sup>2</sup>, δηλ. η κατηγορία (γ), μέχρι 40%, η οποία αντιστοιχεί σε εμβαδόν 400 m<sup>2</sup>. Συνολικά, μια ιδιοκτησία εμβαδού 2000 m<sup>2</sup>, επιβαρύνεται με εισφορά 652.75 m<sup>2</sup>, σε σχέση με το Ν.1337/1983, όπου η εισφορά ανέρχεται σε 625 m<sup>2</sup>.

**Σενάριο 3β** Εμβαδόν γεωτεμαχίων 2000m<sup>2</sup>, αλλά 20% υφιστάμενοι ΚΧ. Η παραδοχή είναι ότι το εμβαδόν των υφιστάμενων ΚΧ χώρων είναι 20%. Επομένως, για το πεπερασμένο εμβαδόν της περιοχής μελέτης (400,000m<sup>2</sup>), το εμβαδόν των ΚΧ χώρων είναι 80,000m<sup>2</sup> και των ιδιοκτησιών 320,000m<sup>2</sup>, δηλ. συμμετέχουν 160 ιδιοκτησίες. Παρατίθεται η αντίστοιχη πινακοποίηση.

Πίνακας 11 – πινακοποίηση σεναρίου 3β

| περιοχή | 400000 | ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΕΜΒΑΔΑ |        |
|---------|--------|-------------------|--------|
|         |        | ΚΧ                | 20%    |
|         |        | ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΕΣ       | 320000 |

|              | 0-500 | 500-1000 | 1000-2000 | 2000-10000 | >10000 | SUM εισφ | Υφιστ. ΚΧ         | σύνολο |
|--------------|-------|----------|-----------|------------|--------|----------|-------------------|--------|
| ΕΙΣΦΟΡΑ      | 8000  | 16000    | 48000     | 0          | 0      | 72000    | 80000             | 152000 |
| ποσοστό      | 10    | 20       | 30        | 40         | 50     |          |                   |        |
| συμμετοχής   | 0     | 0        | 100       | 0          | 0      | 100      | SUM ποσοστών      |        |
| ΕΜΒΑΔΟΝ      | 0     | 0        | 320000    | 0          | 0      | 320000   | SUM Ε Ιδιοκτησιών |        |
| αφ. τεμαχίων | 0     | 0        | 160       | 0          | 0      |          |                   |        |
| τμήματα      | 160   | 160      | 160       | 0          | 0      |          |                   |        |
| τμ_εμβ       | 500   | 500      | 1000      | 8000       | 0      |          |                   |        |

|              |         |                       | ποσοστά εισφορών σε γη |        |       |        |
|--------------|---------|-----------------------|------------------------|--------|-------|--------|
| KX+ΚΦ από ΠΜ | διαφορά | συντελεστής Α         | 10                     | 20     | 30    | 40     |
| 200000       | -48000  | 66.66666667           | 16.6667                | 30     | 40    | 50     |
|              |         | χωρίς περιορισμούς    | 16.667                 | 33.333 | 50    | 66.667 |
|              |         | εισφορά με προσαύξηση | 13333.3                | 24000  | 64000 | 0      |

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| Αρχική εισφορά σε γη    | 72000     |
| Εισφορά με επιβάρυνση   | 101333.33 |
| Τελική Εισφορά + δρόμοι | 181333.33 |
| Αποζημίωση              | 18666.67  |

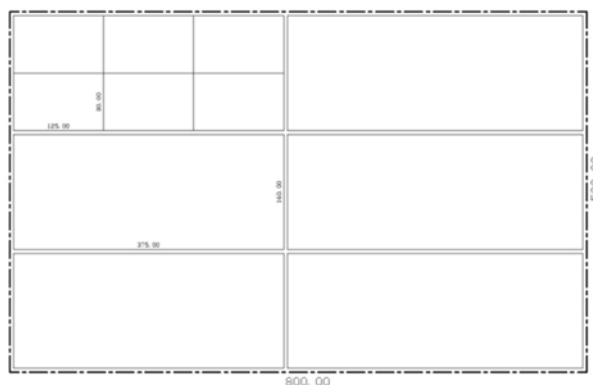
Στο σενάριο 3β, φαίνεται επίσης ότι δεν ισοσκελίζεται το ισοζύγιο γης σε επίπεδο ΠΕ, ακόμη και αν υιοθετηθεί περίπου το 3πλάσιο ποσοστό των υφιστάμενων ΚΧ χώρων, από ένα πραγματικό μοντέλο, με πλάτος αγροτικών δρόμων 5,00 m. Ο συντελεστής Α παραμένει μεγάλος, με αποτέλεσμα στις κατηγορίες (β) και (γ), να εφαρμόζονται τα ανώτατα όρια, οπότε αφενός δεν επέρχονται τα αναμενόμενα αποτελέσματα και εφαρμόζεται το μέτρο της απαλλοτρίωσης και αφετέρου επιβαρύνονται η ιδιοκτησία υπέρμετρα.

Μια ιδιοκτησία των 2000 m<sup>2</sup>, επιβαρύνεται με συμμετοχή εισφοράς σε γη, (i) για το τμήμα από 0-500 m<sup>2</sup>, δηλ. η κατηγορία (α), μέχρι 20.55%, που αντιστοιχεί σε εμβαδόν 102.75 m<sup>2</sup>, (ii) για το τμήμα από 500-1000 m<sup>2</sup>, δηλ. η κατηγορία (β), μέχρι 30%, που αντιστοιχεί σε εμβαδόν 150 m<sup>2</sup> και (iii) για το τμήμα από 1000-2000 m<sup>2</sup>, δηλ. η κατηγορία (γ), μέχρι 40%, που αντιστοιχεί σε εμβαδόν 400 m<sup>2</sup>.

Συνολικά, μια ιδιοκτησία εμβαδού 2000 m<sup>2</sup>, επιβαρύνεται με εισφορά 652.75 m<sup>2</sup>, σε σχέση με το Ν.1337/1983, όπου ανέρχεται σε 625 m<sup>2</sup>.

**Σενάριο 4α** – όλα τα γεωτεμάχια έχουν E= 10000m<sup>2</sup>.

Κάθε γεωτεμάχιο θεωρείται ότι έχει διαστάσεις 125X80 m και δημιουργούνται κτηματογραφικά τετράγωνα διαστάσεων 375X160 m, οπότε προκύπτουν και οι υφιστάμενοι δρόμοι. Σε διαγράμματα ορ. διανομών, το μήκος των 375 m θεωρείται μικρό για γήπεδα με μεγάλο εμβαδόν, σε ένα κτηματογραφικό τετράγωνο. Επομένως, για τον υπολογισμό των υφιστάμενων ΚΧ δρόμων θεωρείται ευνοϊκό σενάριο.



Σχήμα 4 – Μοντελοποίηση περιοχής με γεωτεμάχια εμβαδού 10000 m<sup>2</sup>.

Από την εμβαδομέτρηση του μοντέλου προκύπτει ότι υπάρχουν 38 τεμάχια των 10000 m<sup>2</sup>, με συνολικό εμβαδόν 380,000 m<sup>2</sup> και το 5% της συνολικής επιφάνειας, δηλ. εμβαδόν 20,000 m<sup>2</sup> αποτελούν οι υφιστάμενοι δρόμοι, πλάτους 5.00m. Επομένως, συνυπάρχουν οι κατά νόμο κατηγορίες (α), (β), (γ) και (δ).

Στο σενάριο 4α, μια ιδιοκτησία των 10000 m<sup>2</sup>, επιβαρύνεται με συμμετοχή εισφοράς σε γη, (i) για το τμήμα από 0-500 m<sup>2</sup>, δηλ. η κατηγορία (α), με 12.98%, η οποία αντιστοιχεί σε εμβαδόν 64.89 m<sup>2</sup>, (ii) για το τμήμα από 500-1000 m<sup>2</sup>, δηλ. η κατηγορία (β), με 25.95%, που αντιστοιχεί σε εμβαδόν 129.78 m<sup>2</sup>, (iii) για το τμήμα από 1000-2000m<sup>2</sup>, δηλ. η κατηγορία (γ), με 38.93%, που αντιστοιχεί σε εμβαδόν 389.33 m<sup>2</sup> και (iv) για το τμήμα από 2000-10000m<sup>2</sup>, δηλ. η κατηγορία (δ), με 50%, η οποία αντιστοιχεί σε εμβαδόν 4000m<sup>2</sup>.

Συνολικά, μια ιδιοκτησία εμβαδού 10000m<sup>2</sup>, επιβαρύνεται με εισφορά γης εμβαδού 4584m<sup>2</sup>, ενώ με την εφαρμογή του Ν.1337/1983, η εισφορά είναι μεγαλύτερη και ανέρχεται σε 4625 m<sup>2</sup>.

**Πίνακας 12** – πινακοποίηση σεναρίου 4α

| περιοχή | 400000 | ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΕΜΒΑΔΑ |    |        |
|---------|--------|-------------------|----|--------|
|         |        | KX                | 5% | 20000  |
|         |        | ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΕΣ       |    | 380000 |

|              | 0-500 | 500-1000 | 1000-2000 | 2000-10000 | >10000 | SUM εισφ | Υφιστ. ΚΧ         | σύνολο |
|--------------|-------|----------|-----------|------------|--------|----------|-------------------|--------|
| ΕΙΣΦΟΡΑ      | 8000  | 16000    | 48000     | 0          | 0      | 72000    | 80000             | 152000 |
| ποσοστό      | 10    | 20       | 30        | 40         | 50     |          |                   |        |
| συμμετοχής   | 0     | 0        | 100       | 0          | 0      | 100      | SUM ποσοστών      |        |
| ΕΜΒΑΔΟΝ      | 0     | 0        | 320000    | 0          | 0      | 320000   | SUM Ε Ιδιοκτησιών |        |
| αφ. τεμαχίων | 0     | 0        | 160       | 0          | 0      |          |                   |        |
| τμήματα      | 160   | 160      | 160       | 0          | 0      |          |                   |        |
| τμ_εμβ       | 500   | 500      | 1000      | 8000       | 0      |          |                   |        |

|              |         |                       | ποσοστά εισφορών σε γη |         |         |        |
|--------------|---------|-----------------------|------------------------|---------|---------|--------|
| KX+ΚΦ από ΠΜ | διαφορά | συντελεστής Α         | 10                     | 20      | 30      | 40     |
| 200000       | -41300  | 29.77649603           | 12.9776                | 25.9553 | 38.9329 | 50     |
|              |         | χωρίς περιορισμούς    | 12.978                 | 25.955  | 38.933  | 51.911 |
|              |         | εισφορά με προσαύξηση | 2465.75                | 4931.51 | 14794.5 | 152000 |

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| Αρχική εισφορά σε γη    | 138700    |
| Εισφορά με επιβάρυνση   | 174191.78 |
| Τελική Εισφορά + δρόμοι | 194191.78 |
| Αποζημίωση              | 5808.22   |

Από το σενάριο 4α, προκύπτει ότι μπορεί μεν να υπάρχει αρνητικό ισοζύγιο γης σε επίπεδο ΠΕ και να επιστρατεύεται το μέτρο της απαλλοτρίωσης, αλλά η ιδιοκτησία επιβαρύνεται λιγότερο σε σχέση με την εφαρμογή του Ν.1337/1983.

**Σενάριο 4β** Εμβαδόν γεωτεμαχίων 10000 m<sup>2</sup>, αλλά 10% υφιστάμενοι ΚΧ. Η παραδοχή είναι ότι το εμβαδόν των υφιστάμενων ΚΧ χώρων είναι 10%. Επομένως, για το πεπερασμένο εμβαδόν της περιοχής μελέτης (400,000 m<sup>2</sup>), το εμβαδόν των ΚΧ χώρων είναι 40,000m<sup>2</sup> και των ιδιοκτησιών 360,000 m<sup>2</sup>, δηλ. συμμετέχουν 36 ιδιοκτησίες. Παρατίθεται η αντίστοιχη πινακοποίηση.

**Πίνακας 13** – πινακοποίηση σεναρίου 4β

| περιοχή | 400000 | ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΕΜΒΑΔΑ |     |        |
|---------|--------|-------------------|-----|--------|
|         |        | KX                | 10% | 40000  |
|         |        | ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΕΣ       |     | 360000 |

|              | 0-500 | 500-1000 | 1000-2000 | 2000-10000 | >10000 | SUM εισφ | Υφιστ. ΚΧ         | σύνολο |
|--------------|-------|----------|-----------|------------|--------|----------|-------------------|--------|
| ΕΙΣΦΟΡΑ      | 1800  | 3600     | 10800     | 115200     | 0      | 131400   | 40000             | 171400 |
| ποσοστό      | 10    | 20       | 30        | 40         | 50     |          |                   |        |
| συμμετοχής   | 0     | 0        | 0         | 100        | 0      | 100      | SUM ποσοστών      |        |
| ΕΜΒΑΔΟΝ      | 0     | 0        | 0         | 360000     | 0      | 360000   | SUM Ε Ιδιοκτησιών |        |
| αφ. τεμαχίων | 0     | 0        | 0         | 36         | 0      |          |                   |        |
| τμήματα      | 36    | 36       | 36        | 36         | 0      |          |                   |        |
| τμ_εμβ       | 500   | 500      | 1000      | 8000       | 0      |          |                   |        |

|              |         |                       | ποσοστά εισφορών σε γη |         |         |         |
|--------------|---------|-----------------------|------------------------|---------|---------|---------|
| KX+ΚΦ από ΠΜ | διαφορά | συντελεστής Α         | 10                     | 20      | 30      | 40      |
| 200000       | -28600  | 21.76560122           | 12.1766                | 24.3531 | 36.5297 | 48.7062 |
|              |         | χωρίς περιορισμούς    | 12.177                 | 24.353  | 36.53   | 48.706  |
|              |         | εισφορά με προσαύξηση | 2191.78                | 4383.56 | 13150.7 | 140274  |

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| Αρχική εισφορά σε γη    | 131400 |
| Εισφορά με επιβάρυνση   | 160000 |
| Τελική Εισφορά + δρόμοι | 200000 |
| Αποζημίωση              | 0      |

Στο σενάριο 4β, με γεωτεμάχια μεγάλου εμβαδού, αλλά και ποσοστό εμβαδού των υφιστάμενων ΚΧ χώρων 2πλάσιο του ευνοϊκού σεναρίου 4α, φαίνεται να ισοσκελίζεται το ισοζύγιο γης. Ο συντελεστής Α έχει τιμή, βάσει της οποίας, σε καμία κατηγορίας η τιμή του ποσοστού δεν υπερβαίνει την ανώτατη προβλεπόμενη, οπότε δεν υπάρχει απαλλοτρίωση.

Στο σενάριο 4β, μια ιδιοκτησία των 10000 m<sup>2</sup>, επιβαρύνεται με συμμετοχή εισφοράς σε γη, (i) για το τμήμα από 0-500 m<sup>2</sup>, δηλ. η κατηγορία (α), με 12.18%, η οποία αντιστοιχεί σε εμβαδόν 60.88 m<sup>2</sup>, (ii) για το τμήμα από 500-1000 m<sup>2</sup>, δηλ. η κατηγορία (β), με 24.35%, η οποία αντιστοιχεί σε εμβαδόν 121.76 m<sup>2</sup>, (iii) για το τμήμα από 1000-2000 m<sup>2</sup>, δηλ. η κατηγορία (γ), με 36.53%, η οποία αντιστοιχεί σε εμβαδόν 365.30 m<sup>2</sup> και (iv) για το τμήμα από 2000-10000 m<sup>2</sup>, δηλ. η κατηγορία (δ), με 48.70%, η οποία αντιστοιχεί σε εμβαδόν 3896.59m<sup>2</sup>.

Συνολικά, μια ιδιοκτησία εμβαδού 10000 m<sup>2</sup>, επιβαρύνεται με εισφορά σε γη με εμβαδόν 4444.44 m<sup>2</sup>, σε σχέση με το Ν.1337/1983, όπου η εισφορά είναι μεγαλύτερη και ανέρχεται σε 4625 m<sup>2</sup>.

**Σενάριο 5:** Μεικτό – 12% ΚΧ και 5% (α), 20% (β), 40% (γ), 28% (δ) και 7% (ε), στις κατηγορίες. Έστω ότι το εμβαδόν των υφιστάμενων ΚΧ αντιπροσωπεύει το 12% εκ της συνολικής έκτασης των 400,000 m<sup>2</sup>, δηλ. 48,000 m<sup>2</sup>. Από την παράθεση των προηγούμενων σεναρίων η παραδοχή του ποσοστού 12% των υφιστάμενων ΚΧ χώρων θεωρείται ευνοϊκή για μια ρεαλιστική προσέγγιση.

γηση για την εκτός σχεδίου περιοχή και θα διατηρηθεί σε όλα τα μεικτά σενάρια, που θα ακολουθήσουν.

Το συνολικό εμβαδόν των ιδιοκτησιών, το οποίο ανέρχεται σε 352,000 m<sup>2</sup>, κατανέμεται σε ιδιοκτησίες των κατηγοριών (α), (β), (γ), (δ) και (ε). Προκειμένου να υπάρχει ακέραιος αριθμός τεμαχίων ανά κατηγορία τα αναφερόμενα ποσοστά 5%, 20%, 40%, 28% και 7% είναι στρογγυλοποιημένα. Τα πραγματικά ποσοστά θα εμφανίζονται κατά την πινακοποίηση, στη γραμμή «συμμετοχής».

Στο σενάριο 5, συμμετέχουν : 35 ιδιοκτησίες με εμβαδόν 500m<sup>2</sup>, (α) κατηγορία, 70 ιδιοκτησίες με εμβαδόν 1000m<sup>2</sup>, (β) κατηγορία, 70 ιδιοκτησίες με εμβαδόν 2000m<sup>2</sup>, (γ) κατηγορία, 10 ιδιοκτησίες με εμβαδόν 10000m<sup>2</sup>, (δ) κατηγορία και 2 ιδιοκτησίες με εμβαδόν >10000 m<sup>2</sup>, (ε) κατηγορία, όπου, όπως προαναφέρθηκε το τμήμα αυτό συμμετέχει μεν στην εισφορά σε γη με ποσοστό 50%, αλλά δεν επηρεάζεται από την προσαύξηση.

**Πίνακας 14** – πινακοποίηση σεναρίου 5

| περιοχή | 400000 | ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΕΜΒΑΔΑ |     |        |
|---------|--------|-------------------|-----|--------|
|         |        | KX                | 12% | 48000  |
|         |        | ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΕΣ       |     | 352000 |

Αυτό το τμήμα του πίνακα παραμένει σταθερό για όλα τα σενάρια (5-7), που θα ακολουθήσουν και δεν θα επαναληφθεί.

|              | 0-500 | 500-1000 | 1000-2000 | 2000-10000 | >10000 | SUM εισφ | Υφιστ. KX         | σύνολο |
|--------------|-------|----------|-----------|------------|--------|----------|-------------------|--------|
| ΕΙΣΦΟΡΑ      | 9350  | 15200    | 24600     | 38400      | 2250   | 89800    | 48000             | 137800 |
| ποσοστό      | 10    | 20       | 30        | 40         | 50     |          |                   |        |
| συμμετοχής   | 4.97  | 19.89    | 39.77     | 28.41      | 6.96   | 100      | SUM ποσοστών      |        |
| ΕΜΒΑΔΟΝ      | 17500 | 70000    | 140000    | 100000     | 24500  | 352000   | SUM Ε Ιδιοκτησιών |        |
| αφ. τεμαχίων | 35    | 70       | 70        | 10         | 2.45   |          |                   |        |
| τμήματα      | 187   | 152      | 82        | 12         | 0.45   |          |                   |        |
| τμ_εμβ       | 500   | 500      | 1000      | 8000       | 4500   |          |                   |        |

|                    |         |                          | ποσοστά εισφορών σε γη |        |        |        |      |
|--------------------|---------|--------------------------|------------------------|--------|--------|--------|------|
| KX+ΚΦ<br>από<br>ΠΜ | διαφορά | συντελεστής<br>Α         | 10                     | 20     | 30     | 40     | 50   |
| 200000             | -62200  | 71.04511708              | 17.1045                | 30     | 40     | 50     | 50   |
|                    |         | χωρίς<br>περιορισμούς    | 17.105                 | 34.209 | 51.314 | 68.418 |      |
|                    |         | εισφορά με<br>προσαύξηση | 15992.7                | 22800  | 32800  | 48000  | 2250 |

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| Αρχική εισφορά σε γη    | 89800     |
| Εισφορά με επιβάρυνση   | 121842.72 |
| Τελική Εισφορά + δρόμοι | 169842.72 |
| Αποζημίωση              | 30157.28  |

Στο μεικτό σενάριο 5, ο συντελεστής Α=71.045, με αποτέλεσμα το ποσοστό της (α) κατηγορίας να ανέρχεται σε 17.105% (πράσινο χρώμα στη γραμμή χωρίς περιορισμούς). Τα ποσοστά των άλλων κατηγοριών υπερβαίνουν τα ανώτατα όρια, όπως άλλωστε αναμένεται, βάσει της τιμής του συντελεστή Α, όπως απεικονίζεται στον

πίνακα 5 και επομένως εφαρμόζονται τα ανώτατα επιτρεπόμενα: για κατηγορία (β), 30%, για (γ), 40% και για (δ), 50%. Για τη κατηγορία (ε) δεν προβλέπεται προσαύξηση και παραμένει 50%. Με την εφαρμογή των αρχικών μειωμένων ποσοστών εισφορών σε γη, του Ν.4315/ 2014, το αρνητικό ισοζύγιο γης σε επίπεδο ΠΕ είναι 62200 m<sup>2</sup>. Παρά την επιβαλλόμενη προσαύξηση, το ισοζύγιο γης παραμένει αρνητικό, με αποτέλεσμα για εμβαδόν 30157.28 m<sup>2</sup> να εφαρμόζεται η απαλλοτρίωση. Ταυτόχρονα υπάρχει αύξηση στην επιβάρυνση των ιδιοκτησιών. Συγκρίνοντας την προβλεπόμενη εισφορά του Ν.1337/ 1983, με την «φαινομενικά» μικρότερη εισφορά του Ν.4315/2014, φαίνεται ότι σε αυτό το μεικτό μοντέλο, μια ιδιοκτησία :

- της κατηγορίας (α) επιβαρύνεται με 85.52 m<sup>2</sup> (500X 17.105%), έναντι 75 m<sup>2</sup> με το Ν.1337/ 1983,
- της κατηγορίας (β) επιβαρύνεται με 235.52 m<sup>2</sup> (500X 17.105%+500X30%), έναντι 225 m<sup>2</sup>,
- της κατηγορίας (γ) επιβαρύνεται με 635.52 m<sup>2</sup> (500X 17.105%+500X30%+1000X40%), έναντι 625 m<sup>2</sup>,
- της κατηγορίας (δ) επιβαρύνεται με 4635.52 m<sup>2</sup> (500X 17.105%+500X30%+1000X40%+8000X50%), έναντι 4625 m<sup>2</sup>.

Η συγκεκριμένη ποσοστιαία κατανομή των ιδιοκτησιών απαντάται στις παρυφές του σχεδίου και αποτελεί ένα ρεαλιστικό μοντέλο.

**Σενάριο 6:** Μεικτό – 12% KX και 5% (α), 5% (β), 30%(γ), 48% (δ) και 12% (ε) στις κατηγορίες. Με το σενάριο 6, διερευνάται η συμπεριφορά της εφαρμογής του Νόμου με μεγάλη κατανομή των ιδιοκτησιών, όπου εμφανίζεται μεγάλο ποσοστό των κατηγοριών (γ) και (δ). Προκειμένου να υπάρχει ακέραιος αριθμός τεμαχίων ανά κατηγορία τα αναφερόμενα ποσοστά 5%, 5%, 30%, 48% και 12% είναι στρογγυλοποιημένα. Τα πραγματικά ποσοστά θα εμφανίζονται κατά την πινακοποίηση, στη γραμμή «συμμετοχής».

Στο σενάριο 6, συμμετέχουν : 35 ιδιοκτησίες με εμβαδόν 500 m<sup>2</sup>, (α) κατηγορία, 17 ιδιοκτησίες με εμβαδόν 1000 m<sup>2</sup>, (β) κατηγορία, 52 ιδιοκτησίες με εμβαδόν 2000 m<sup>2</sup>, (γ) κατηγορία, 17 ιδιοκτησίες με εμβαδόν 10000 m<sup>2</sup>, (δ) κατηγορία και 4 ιδιοκτησίες με εμβαδόν >10000 m<sup>2</sup>, (ε) κατηγορία, ώστε το συνολικό εμβαδόν των ιδιοκτησιών να είναι 352,000 m<sup>2</sup>.

**Πίνακας 15** – πινακοποίηση σεναρίου 6

|              | 0-500 | 500-1000 | 1000-2000 | 2000-10000 | >10000 | SUM εισφ | Υφιστ. KX         | σύνολο |
|--------------|-------|----------|-----------|------------|--------|----------|-------------------|--------|
| ΕΙΣΦΟΡΑ      | 6250  | 9000     | 21900     | 67200      | 1750   | 106100   | 48000             | 154100 |
| ποσοστό      | 10    | 20       | 30        | 40         | 50     |          |                   |        |
| συμμετοχής   | 4.97  | 4.83     | 29.55     | 48.3       | 12.35  | 100      | SUM ποσοστών      |        |
| ΕΜΒΑΔΟΝ      | 17500 | 17000    | 104000    | 170000     | 43500  | 352000   | SUM Ε Ιδιοκτησιών |        |
| αφ. τεμαχίων | 35    | 17       | 52        | 17         | 4.35   |          |                   |        |
| ακέραιος     | 35    | 17       | 52        | 17         | 4      |          |                   |        |
| τμήματα      | 125   | 90       | 73        | 21         | 0.35   |          |                   |        |
| τμ_εμβ       | 500   | 500      | 1000      | 8000       | 3500   |          |                   |        |

|              |         |                       | ποσοστά εισφορών σε γη |         |        |        |      |
|--------------|---------|-----------------------|------------------------|---------|--------|--------|------|
| KX+ΚΦ από ΠΜ | διαφορά | συντελεστής Α         | 10                     | 20      | 30     | 40     | 50   |
| 200000       | -45900  | 43.98658361           | 14.3987                | 28.7973 | 40     | 50     | 50   |
|              |         | χωρίς περιορισμούς    | 14.399                 | 28.797  | 43.196 | 57.595 |      |
|              |         | εισφορά με προσαύξηση | 8999.16                | 12958.8 | 29200  | 84000  | 1750 |

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| Αρχική εισφορά σε γη    | 106100    |
| Εισφορά με επιβάρυνση   | 136907.95 |
| Τελική Εισφορά + δρόμοι | 184907.95 |
| Αποζημίωση              | 15092.05  |

Στο μεικτό σενάριο 6, ο συντελεστής Α=43.987, με αποτέλεσμα το ποσοστό της (α) κατηγορίας από 10%, να ανέρχεται σε 14.399% και το ποσοστό της (β) κατηγορίας, από 20%, να ανέρχεται σε 28.797% (πράσινο χρώμα στη γραμμή χωρίς περιορισμούς). Τα ποσοστά των άλλων κατηγοριών υπερβαίνουν τα ανώτατα όρια και επομένως εφαρμόζονται τα ανώτατα επιτρεπόμενα : για κατηγορία (γ), 40% και για (δ), 50%. Για τη κατηγορία (ε) δεν προβλέπεται προσαύξηση και παραμένει 50%. Με την εφαρμογή των αρχικών μειωμένων ποσοστών εισφορών σε γη, του Ν.4315/ 2014, το αρνητικό ισοζύγιο γης σε επίπεδο ΠΕ είναι 45900 m<sup>2</sup>. Παρά την επιβαλλόμενη προσαύξηση, το ισοζύγιο γης παραμένει αρνητικό, με αποτέλεσμα για εμβαδόν 15092.05 m<sup>2</sup>, να εφαρμόζεται το μέτρο της απαλλοτρίωσης. Στην περίπτωση της ύπαρξης πολλών ιδιοκτησιών με μεγάλο εμβαδόν, όπως στο συγκεκριμένο σενάριο, συγκρίνοντας την προβλεπόμενη εισφορά του Ν.1337/1983, με την εισφορά του Ν.4315/ 2014, φαίνεται ότι μια ιδιοκτησία :

- της κατηγορίας (α) επιβαρύνεται με 71.99 m<sup>2</sup> (500X 14.399%), έναντι 75 m<sup>2</sup> με το Ν.1337/ 1983,
- της κατηγορίας (β) επιβαρύνεται με 215.98 m<sup>2</sup>, (500X 14.399% + 500 X 28.797), έναντι 225 m<sup>2</sup>, του Ν.1337/1983,
- της κατηγορίας (γ) επιβαρύνεται με 615.98 m<sup>2</sup> (500X 14.399% + 500 X 28.797 + 1000 X 40%), έναντι 625 m<sup>2</sup>,
- της κατηγορίας (δ) επιβαρύνεται με 4615.98 m<sup>2</sup> (500X 14.399%+500X28.797+1000X30%+8000X50%), έναντι 4625m<sup>2</sup>.

Με τη συγκεκριμένη ποσοστιαία κατανομή των μεγάλων ιδιοκτησιών, η οποία απαντάται στις παρυφές του σχεδίου και αποτελεί επίσης ένα ρεαλιστικό μοντέλο, προκύπτει ότι οι ιδιοκτησίες συμμετέχουν με μικρότερο εμβαδόν εισφοράς σε γη για την απόκτηση των ΚΧ και ΚΦ χώρων, με την εφαρμογή του Ν.4315/ 2014.

**Σενάριο 7:** Μεικτό -12% ΚΧ και 10% (α), 20% (β), 30% (γ), 20% (δ) και 10% (ε) στις κατηγορίες. Με το σενάριο 7, διερευνάται η συμπεριφορά της εφαρμογής του Νόμου με διασπορά κατανομής των ιδιοκτησιών, ιδιαίτερα στις κατηγορίες (β), (γ) και (δ).

Στο σενάριο 7, συμμετέχουν : 70 ιδιοκτησίες με εμβαδόν 500 m<sup>2</sup>, (α) κατηγορία, 70 ιδιοκτησίες με εμβαδόν 1000 m<sup>2</sup>, (β) κατηγορία, 54 ιδιοκτησίες με εμβαδόν 2000 m<sup>2</sup>, (γ) κατηγορία, 11 ιδιοκτησίες με εμβαδόν 10000 m<sup>2</sup>, (δ) κατηγορία και 2 ιδιοκτησίες με εμβαδόν >10000 m<sup>2</sup>, (ε) κατηγορία, ώστε το συνολικό εμβαδόν των ιδιοκτησιών να είναι 352,000 m<sup>2</sup>.

**Πίνακας 16** – πινακοποίηση σεναρίου 7

|              | 0-500 | 500-1000 | 1000-2000 | 2000-10000 | >10000 | SUM εισφ | Υπερ. ΚΧ          | σύνολο |
|--------------|-------|----------|-----------|------------|--------|----------|-------------------|--------|
| ΕΙΣΦΟΡΑ      | 10350 | 13700    | 20100     | 41600      | 4500   | 90250    | 48000             | 138250 |
| ποσοστό      | 10    | 20       | 30        | 40         | 50     |          |                   |        |
| συμμετοχής   | 9.94  | 19.89    | 30.68     | 31.25      | 8.24   | 100      | SUM ποσοστών      |        |
| ΕΜΒΑΔΟΝ      | 35000 | 70000    | 108000    | 110000     | 29000  | 352000   | SUM Ε Ιδιοκτησιών |        |
| αρ. τεμαχίων | 70    | 70       | 54        | 11         | 2.9    |          |                   |        |
| ακέραιος     | 70    | 70       | 54        | 11         | 2      |          |                   |        |
| τμήματα      | 207   | 137      | 67        | 13         | 0.9    |          |                   |        |
| τμ. εμβ      | 500   | 500      | 1000      | 8000       | 9000   |          |                   |        |

|              |         |                       | ποσοστά εισφορών σε γη |        |        |        |      |
|--------------|---------|-----------------------|------------------------|--------|--------|--------|------|
| KX+ΚΦ από ΠΜ | διαφορά | συντελεστής Α         | 10                     | 20     | 30     | 40     | 50   |
| 200000       | -61750  | 72.01166181           | 17.2012                | 30     | 40     | 50     | 50   |
|              |         | χωρίς περιορισμούς    | 17.201                 | 34.402 | 51.603 | 68.805 |      |
|              |         | εισφορά με προσαύξηση | 17803.2                | 20550  | 26800  | 52000  | 4500 |

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| Αρχική εισφορά σε γη    | 90250     |
| Εισφορά με επιβάρυνση   | 121653.21 |
| Τελική Εισφορά + δρόμοι | 169653.21 |
| Αποζημίωση              | 30346.79  |

Στο μεικτό σενάριο 7, ο συντελεστής Α=72,012, με αποτέλεσμα το ποσοστό της (α) κατηγορίας να ανέρχεται σε 17.201% (πράσινο χρώμα στη γραμμή χωρίς περιορισμούς). Τα ποσοστά των άλλων κατηγοριών υπερβαίνουν τα ανώτατα όρια και επομένως εφαρμόζονται τα ανώτατα επιτρεπόμενα. Με την εφαρμογή των αρχικών μειωμένων ποσοστών εισφορών σε γη, το αρνητικό ισοζύγιο γης σε επίπεδο ΠΕ είναι 61750 m<sup>2</sup>. Παρά την επιβαλλόμενη προσαύξηση, το ισοζύγιο γης παραμένει αρνητικό, με αποτέλεσμα για εμβαδόν 30346.79 m<sup>2</sup> να εφαρμόζεται η απαλλοτρίωση, λόγω των ανωτάτων ορίων. Στην περίπτωση της ύπαρξης ιδιοκτησιών με μια κατανομή εμβαδών σε κωνοειδή μορφή, όπως του σεναρίου, συγκρίνοντας την προβλεπόμενη εισφορά του Ν.1337/ 1983, με την εισφορά του Ν.4315/2014, φαίνεται ότι μια ιδιοκτησία :

- της κατηγορίας (α) επιβαρύνεται με 86.00 m<sup>2</sup> (500X 17.201%), έναντι 75 m<sup>2</sup> με το Ν.1337/ 1983,
- της κατηγορίας (β) επιβαρύνεται με 236.00 m<sup>2</sup> (500X 17.201% + 500X30%), έναντι 225 m<sup>2</sup>,
- της κατηγορίας (γ) επιβαρύνεται με 636.00 m<sup>2</sup> (500X 17.201% + 500X30% + 1000X40%), έναντι 625 m<sup>2</sup>,
- της κατηγορίας (δ) επιβαρύνεται με 4636.00 m<sup>2</sup> (500X 17.201%+500X30%+1000X40%+8000X50%), έναντι 4625 m<sup>2</sup>.

Η συγκεκριμένη ποσοστιαία κατανομή των ιδιοκτησιών απαντάται στις παρυφές του σχεδίου και αποτελεί επίσης ένα ρεαλιστικό μοντέλο.

## V. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο στόχος της μοντελοποίησης και της παράθεση των απλών σεναρίων με καθορισμένες τιμές εμβαδών είναι διττός, αφενός για να δείχθει ο τρόπος υπολογισμού και εφαρμογής του συντελεστή προσαύξησης και ο προσδιορισμός των τελικών ποσοστών για τον υπολογισμό της εισφοράς σε γη, (διαδικασία η οποία δεν περιλαμβάνεται στη τρέχουσα βιβλιογραφία) και αφετέρου για να ερευνηθούν τα αποτελέσματα της εφαρμογής του Ν.4315/2014, από τα οποία φαίνεται ότι δεν επέρχεται πλήρης θεραπεία για το αρνητικό ισοζύγιο γης σε επίπεδο ΠΕ, το οποίο εμφανιζόταν και με την εφαρμογή του Ν.1337/1983.

- Ο βασικός σκοπός των αγροτεμαχίων, σύμφωνα με το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο και τη νομολογία είναι η γεωργική εκμετάλλευση και δευτερευόντως, η δόμηση, σε αντίθεση με τον αστικό χώρο. Όσο μεγαλώνει η έκταση της ΠΕ και αυξάνεται ο αριθμός των κατοίκων (με την εφαρμογή του ίδιου ΣΔ), πιθανώς να απαιτείται αναβάθμιση της οικιστικής ενότητας σε υψηλότερη κατηγορία, οπότε και θα εφοδιαστεί η περιοχή με την ανάλογη ένταξη λειτουργιών ΚΧ/ΚΦ χαρακτήρα, σε εφαρμογή των πολεοδομικών σταθεροτύπων. Από τα χωρικά μοντέλα, φαίνεται ότι όσο μεγαλύτερο είναι το εμβαδόν των γηπέδων για τη γεωργική εκμετάλλευση, τόσο απαιτείται μικρότερο ποσοστό κοινόχρηστων χώρων για την προσπέλαση και την εξυπηρέτησή τους, ώστε να διατίθεται μεγαλύτερη έκταση για τον πρωτογενή τομέα.
- Εφόσον στην πράξη το εμβαδόν των υφιστάμενων ΚΧ χώρων είναι ανελαστικό μέγεθος, για να εξυπηρετηθεί, ο 1ος όρος της ανισότητας (1), θα πρέπει οι υφιστάμενοι ΚΧ να έχουν μεγάλο εμβαδόν, ώστε να συμβάλλουν θετικά και να προκύψει θετικό ισοζύγιο γης σε επίπεδο ΠΕ.
- Όταν οι ιδιοκτησίες έχουν μεγάλο εμβαδόν, τότε συμβάλλουν θετικά στην εμφάνιση θετικού ισοζυγίου γης και στη μείωση του εμβαδού προς αποζημίωση.
- Ο Ν.4315/2014, «φαινομενικά» όρισε μικρότερα αρχικά ποσοστά εισφοράς σε γη, σε σχέση με το Ν.1337/1983, διότι ενώ υπήρχαν πορίσματα από κυρωμένες πρ. εφαρμογής, ότι εμφανίζουν αρνητικό ισοζύγιο γης σε επίπεδο ΠΕ (παρά την εφαρμογή υψηλότερων ποσοστών εισφοράς σε εφαρμογή του Ν.1337/1983), εντούτοις, μειώνει τα αρχικά ποσοστά, αλλά θέτει τον όρο της προσαύξησης. Από τα σενάρια που έχουν παρατεθεί, φαίνεται ότι δεν ικανοποιείται πάντοτε αυτή η προσδοκία των ιδιοκτητών, για μειωμένη εισφορά σε γη.

- Με τη διαδικασία της προσαύξησης προκύπτει ότι ο νομοθέτης «επιμελώς» προστατεύει τη μεγάλη ιδιοκτησία, αφού εξαιρεί από την προσαύξηση το τμήμα εμβαδού μεγαλύτερο των 10000 m<sup>2</sup>. Παράλληλα, η κατηγορία (α), δηλ. το τμήμα ιδιοκτησίας 0-500 m<sup>2</sup>, κατά την προσαύξηση, επιβαρύνεται με 20 ποσοστιαίες μονάδες, δηλ. από 10% ανέρχεται μέχρι και 30%, ενώ οι κατηγορίες (β), (γ) και (δ) επιβαρύνονται μόνο με 10 ποσοστιαίες μονάδες. Η κατηγορία (ε) δεν συμμετέχει στην προσαύξηση.
- Τα μοντέλα με τα μεικτά σενάρια, φαίνεται να έχουν εφαρμογή σε ζώνες οικιστικού ελέγχου και περιοριστικές περιοχές, όπου έχουν επέλθει καταμήσεις και ανταποκρίνεται σε μια παρόμοια κατανομή των εμβαδών των ιδιοκτησιών. Η εφαρμογή της κλιμακωτής και αναλογικής εισφοράς σε γη ακόμη και σε αυτή την περίπτωση, φαίνεται να επιφέρει μεγάλη επιβάρυνση στα τμήματα των ιδιοκτησιών και μπορεί να δημιουργηθεί έλλειμμα στο ισοζύγιο γης, λόγω θεσμοθέτησης του ανωτάτου ορίου του συντελεστή, με την εφαρμογή του αλγόριθμου που προβλέπεται από το Νόμο.
- Ενώ με την εφαρμογή του νομοθετικού πλαισίου του Ν.1337/1983, όλες οι ιδιοκτησίες με μονοιδιοκτήτη απανταχού στον Ελλαδικό χώρο, είχαν το ίδιο ποσοστό εισφοράς σε γη, με το Ν.4315/2014 υπάρχει διαφοροποίηση, η οποία εξαρτάται από 2 παράγοντες : (α) από το μέγεθος των γεωτεμαχίων, τα οποία εμπίπτουν εντός της ΠΜ και (β) από το συνολικό εμβαδόν των υφιστάμενων ΚΧ. Παρατηρείται δηλ. μια ανισότιμη μεταχείριση της ιδιοκτησίας. Αυτό είναι δίκαιο μέτρο, διότι η κατάτμηση της ιδιοκτησίας έχει αναχθεί σε μια ατομική παραβατική συμπεριφορά, την οποία κάλυψε κατά καιρούς το νομοθετικό πλαίσιο που δημιουργήθηκε διαχρονικά.
- Όταν υπάρχει θετικό ισοζύγιο γης σε επίπεδο ΠΕ, τότε μπορούν να δημιουργηθούν νέα οικοπέδα και να ασκηθεί πολιτικής γης από το Δήμο.
- Στη δημιουργία του αρνητικού ισοζυγίου γης σε επίπεδο ΠΕ, πρέπει να ενσωματωθούν και οι περιπτώσεις κατά τις οποίες δεν μπορεί να αφαιρεθεί η εισφορά γης επειδή είναι φαναρά επιζήμια ή/και πολεοδομικά μη αξιοποιήσιμη.

Αν θεωρηθούν τα ποσοτικά μεγέθη των απαιτούμενων ΚΧ και ΚΦ χώρων, ως ανελαστικά, τότε οι παράγοντες για την προσαύξηση της εισφοράς σε γη, είναι οι υφιστάμενοι ΚΧ χώροι και το μέγεθος του εμβαδού των εντασσόμενων γεωτεμαχίων (σε ποιες κατηγορίες εμπίπτουν). Για δεδομένο χωρικό πλαίσιο μελέτης, το οποίο καθορίζεται από το όριο μελέτης, οι δύο παράγοντες είναι αλληλένδετοι, δηλ. μεγάλο εμβαδόν υφιστάμενων ΚΧ χώρων, σημαίνει μικρότερο συνολικό εμβαδόν ιδιοκτησιών. Τα χωρικά αποτελέσματα, τόσο για τους υφιστάμενους ΚΧ χώρους, όσο και για τη κατηγοριοποίηση των εμβαδών των ιδιοκτησιών, θα προκύψουν από τη κτηματογράφηση.

Πίνακας 17 – συγκεντρωτικός πίνακας σεναρίων

| σενάριο | ποσοστό ΚΧ | ποσοστό                                             | εμβαδόν                                | τεμάχια                                            | A     | ποσοστό ανά κατηγορία      | αποζημίωση | εισφορά σε γη                                                    |                                                                  |
|---------|------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------|-------|----------------------------|------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
|         | (%)        | (%)                                                 |                                        |                                                    |       | (α), (β), (γ), (δ)         |            | N.4315/2014                                                      | N.1337/83                                                        |
| 1α      | 12.75      | 100.00                                              | 500                                    | 698                                                | 326.9 | 30.00, 0.00, 0.00, 0.00    | 44300      | 150.00                                                           | 75.00                                                            |
| 1β      | 30.00      | 100.00                                              | 500                                    | 560                                                | 185.7 | 28.50, 0.00, 0.00, 0.00    | ---        | 142.85                                                           | 75.00                                                            |
| 2α      | 9.00       | 100.00                                              | 1000                                   | 364                                                | 200.4 | 30.00, 30.00, 0.00, 0.00   | 54800      | 300.00                                                           | 225.00                                                           |
| 2β      | 20.00      | 100.00                                              | 1000                                   | 320                                                | 150   | 25.00, 30.00, 0.00, 0.00   | 32000      | 275.00                                                           | 225.00                                                           |
| 3α      | 7.00       | 100.00                                              | 2000                                   | 186                                                | 105.5 | 20.55, 30.00, 40.00, 0.00  | 50589      | 652.75                                                           | 625.00                                                           |
| 3β      | 20.00      | 100.00                                              | 2000                                   | 160                                                | 66.67 | 16.67, 30.00, 40.00, 0.00  | 18667      | 633.33                                                           | 625.00                                                           |
| 4α      | 5.00       | 100.00                                              | 10000                                  | 38                                                 | 29.77 | 12.98, 25.96, 38.93, 50.00 | 5808       | 4584.00                                                          | 4625.00                                                          |
| 4β      | 10.00      | 100.00                                              | 10000                                  | 36                                                 | 21.77 | 12.18, 23.35, 36.53, 48.71 | ---        | 4444.44                                                          | 4625.00                                                          |
| 5       | 12         | (α): 5<br>(β): 20<br>(γ): 40<br>(δ): 28<br>(ε): 7   | 500<br>1000<br>2000<br>10000<br>>10000 | (α): 35<br>(β): 70<br>(γ): 70<br>(δ): 10<br>(ε): 2 | 71.05 | 17.10, 30.00, 40.00, 50.00 | 30157      | (α): 85.52<br>(β): 235.52<br>(γ): 635.52<br>(δ): 4635.52<br>(ε): | (α): 75.00<br>(β): 225.00<br>(γ): 625.00<br>(δ): 4625.00<br>(ε): |
| 6       | 12         | (α): 5<br>(β): 5<br>(γ): 30<br>(δ): 48<br>(ε): 12   | 500<br>1000<br>2000<br>10000<br>>10000 | (α): 35<br>(β): 17<br>(γ): 52<br>(δ): 17<br>(ε): 4 | 43.99 | 14.40, 28.80, 40.00, 50.00 | 15092      | (α): 71.99<br>(β): 215.98<br>(γ): 615.98<br>(δ): 4615.98<br>(ε): | (α): 75.00<br>(β): 225.00<br>(γ): 625.00<br>(δ): 4625.00<br>(ε): |
| 7       | 12         | (α): 10<br>(β): 20<br>(γ): 30<br>(δ): 20<br>(ε): 10 | 500<br>1000<br>2000<br>10000<br>>10000 | (α): 70<br>(β): 70<br>(γ): 54<br>(δ): 11<br>(ε): 2 | 72.01 | 17.20, 30.80, 40.00, 50.00 | 30347      | (α): 86.00<br>(β): 236.00<br>(γ): 636.00<br>(δ): 4636.00<br>(ε): | (α): 75.00<br>(β): 225.00<br>(γ): 625.00<br>(δ): 4625.00<br>(ε): |

Επομένως, με την εφαρμογή του Ν.4315/2014, σε περιοχή η οποία εμφανίζει ένα αρνητικό ισοζύγιο γης, εκτός από την προσαύξηση της εισφοράς σε γη, μπορεί να ακολουθήσει και η αναγκαστική απαλλοτρίωση, μετά από αποζημίωση, η οποία όμως έχει οικονομικό αντίκτυπο σε όλους τους φορολογούμενους. Επειδή :

- (i) τα γήπεδα με μικρό εμβαδόν, ειδικά στην περιστατική περιοχή συνήθως οφείλονται στην υπαίτια κατάτμηση για μεγαλύτερη πρόσοδο και υπό διασταλτική έννοια ισχύει το λεκτικό του Πλάτωνα «Η πόλη είναι αυτό που είναι, γιατί οι πολίτες είναι αυτοί που είναι».
- (ii) κατά καιρούς έχουν θεσπιστεί νόμοι, οι οποίοι «θεραπεύουν» την «εγωκεντρική συμπεριφορά» των ιδιοκτητών, που αφορά τη κατάτμηση των γηπέδων (πχ. Ν.720/ 1977, μέσω επικύρωσης ανωμάτων δικαιωμάτων, επίκληση της χρησιμότητας, ανατροπή της εποικιστικής νομοθεσίας για τα κληροτεμάχια), με αποτέλεσμα, υπό διασταλτική έννοια, να ισχύει το λεκτικό του Αριστοτέλη «η πόλη είναι κτισμένη πολιτική»
- (iii) η αξία εκμετάλλευσης του οικοπέδου είναι πολλαπλάσια του γηπέδου παρά την αφαίρεση της ει-

σφοράς σε γη και δεν αντικείται στα άρθρα του Συντάγματος για απόδοση ίσης αξίας.

- (iv) το μέτρο της απαλλοτρίωσης επιβαρύνει όλους τους φορολογούμενους και ευνοεί τους ιδιοκτήτες οι οποίοι αποκτούν οικοπέδο με την προαναφερόμενη υπεραξία εκμετάλλευσης και παράλληλα το τίμημα της αποζημίωσης.

#### προτείνονται :

- (α) η εφαρμογή της ανισότητας με αύξηση κατά 20% του 2<sup>ου</sup> σκέλους, ώστε αφενός να καλύπτεται και η περίπτωση μη δυνατότητας αφαίρεσης της εισφοράς για τους ειδικούς λόγους και αφετέρου να υπάρχει δυνατότητα δημιουργίας νέων οικοπέδων, ώστε να ασκηθεί η ανάλογη πολιτική γης από το Δήμο :

$$SUM (εισφορών σε γη) + SUM (EMB υφιστάμενων ΚΧ) \geq$$

$$1.20 \times SUM EMB (ΚΧ + δρόμοι + ΚΦ) \text{ της ΠΜ}$$

- (β) η συμμετοχή όλων των κατηγοριών σε περίπτωση προσαύξησης και η κατάργηση των ανωτάτων ορίων, ώστε να εξαλειφθεί η εφαρμογή του μέτρου της απαλλοτρίωσης.

Σημείωση: η παρούσα έρευνα αποτελεί τμήμα της διδακτορικής διατριβής του συγγραφέα.

## VII. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] ΝΔ.17.7/16.8.1923 «Περί Σχεδίων Πόλεων, Κωμών και Συνοικισμών του Κράτους και οικοδομής αυτών» (ΦΕΚ.228Α'/16.08.1923).
- [2] Ν.1337/83 «Επέκταση των πολεοδομικών σχεδίων, οικιστική ανάπτυξη και σχετικές ρυθμίσεις» (ΦΕΚ.33Α'/04.03.1983).
- [3] Ν.4315/2014 «πράξεις εισφοράς σε γη και χρήμα – Ρυμοτομικές απαλλοτριώσεις και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ.269Α'/24.12.2014).
- [4] Συνήγορος του πολίτη, Μπάλλα Ε, Η εξασφάλιση δημόσιων χώρων στις ελληνικές πόλεις : Θεσμικά εργαλεία και προβλήματα διοικητικής δράσης, πηγή: <https://www.researchgate.net/> (πρόσβαση 02.02.2018)
- [5] ΥΑ.10788/2004 «Έγκριση πολεοδομικών σταθεροτύπων (Standards) και ανώτατα όρια πυκνότητας που εφαρμόζονται κατά την εκπόνηση των γενικών πολεοδομικών σχεδίων, των σχεδίων χωρικής και οικιστικής οργάνωσης «ανοικτής πόλης» και των πολεοδομικών μελετών» (ΦΕΚ.285Α'/05.03.2004).
- [6] Αραβαντινός Αθ. (1997), Πολεοδομικός σχεδιασμός για μια βιώσιμη ανάπτυξη του αστικού χώρου, Αθήνα, Συμμετρία.
- [7] Κομνηνός Ν. (2008), Θεωρία της αστικότητας. Αστικός προγραμματισμός και κοινωνική ρύθμιση, πηγή: <http://www.urenio.org/el/wp-content/uploads/2008/10/theory-of-urbanity-2.pdf> [πρόσβαση 08.09. 2017]
- [8] Ν.4759/2020 «Εκσυγχρονισμός της Χωροταξικής και Πολεοδομικής Νομοθεσίας και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ. 245 Α'/09.12.2020)
- [9] Ν.947/1979 «Περί οικιστικών περιοχών» (ΦΕΚ.169 Α'/16.07.1979)

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ

Ελευθέριος Παναγιωτόπουλος

Τμήμα Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής, ΔΙΠΑΕ, Πανεπιστημιούπολη Σερρών  
621 24 Τέρμα Μαγνησίας, Σέρρες  
e-mail: epanag@ihu.gr

Χωρογραφίες/ Τεύχος 1/ Αρ 1/ 2021 – σελ 7-19

# Η φυσικοποίηση του τεχνητού χώρου μέσα από την ψηφιακή αρχιτεκτονική με την χρήση νέων αναπαραστατικών μέσων

Γεώργιος Βλαχοδήμος\*

PhD, Msc, Dipl. Αρχιτέκτων Μηχανικός

Διδάσκων του Τμήματος Εσωτερικής Αρχιτεκτονικής, Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος  
Τέγμα Μαγνησίας 62124. Σέρρες.

\*τηλ. 2310-263646 e-mail : info@vlachodimos.com

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ:** Η νέα σχεδιαστική πραγματικότητα του 'τέταρτου κύματος' τεχνολογικής επανάστασης, απαιτεί τη μετάβαση σε ένα δυναμικό και πολύπλοκο σύστημα σχεδιασμού με νέα εργαλεία επεξεργασίας της πληροφορίας, αναμιγνύοντας το εικονικό με το πραγματικό, το τεχνητό με το φυσικό. Εξετάζοντας κανείς τα ψηφιακά συστήματα δεν μπορεί να αγνοήσει την πτυχή εκείνη, που ο εικονικός - ψηφιακός χώρος σχετίζεται και συνυπάρχει με τον φυσικό. Το ψηφιακό ορίζεται μέσα από το φυσικό και υπάρχει πάντα μέσα σε αυτό. Επιπροσθέτως, τα εργαλεία τρισδιάστατης σχεδίασης, εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την οπτικοποίηση, επομένως είναι λογικό ότι οι νέες τεχνολογίες απεικόνισης δεδομένων όπως το AR (augmented reality) και το VR (virtual reality) θα επηρεάσουν και θα ενισχύσουν τη σχεδιαστική δημιουργική σκέψη, αλλά και του χώρου γενικότερα όπως τον αντιλαμβανόμαστε μέχρι τώρα. Η διαδικασία σχεδιασμού της αρχιτεκτονικής αλλάζει γιατί τα λογισμικά ενημερώνονται διαρκώς με νέα προηγμένα εργαλεία.

Αυτό το άρθρο παρουσιάζει διαδικασίες σχεδιασμού τρισδιάστατων διαδραστικών τεχνολογιών οπτικοποίησης, οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα όχι μόνο την συνύπαρξη εικονικού και φυσικού χώρου, αλλά σχεδόν την συγχώνευση του φυσικού χώρου με τον ψηφιακό. Τέλος, λόγω του ότι όλα αυτά τα συστήματα περιαγωγής εικονικής πραγματικότητας παρουσιάζουν μια ισχυρή αίσθηση του πραγματικού, επιχειρείται να γίνει μια διερεύνηση - κριτική εξέταση στο μεταίχμιο εικονικού - φυσικού χώρου όπου είναι και ο κύριος στόχος αυτού του άρθρου.

**Λέξεις Κλειδιά:** εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα, διαδικασία σχεδιασμού, τεχνολογίες τρισδιάστατης μοντελοποίησης, φυσικός ψηφιακός χώρος

**ABSTRACT:** The new design reality of the 'fourth wave' of the technological revolution, requires the transition to a dynamic and complex design system with new information processing loops, mixing the virtual with the real, the artificial with the natural. Examining digital systems, we cannot ignore the aspect that the virtual-digital space is related to and coexists with the physical. Digital is defined within the physical and always exists within it. In addition, 3d design tools are highly dependent on visualization, so it makes sense that new data imaging technologies such as AR and VR will influence and enhance design creative thinking, but also of space in general as we understand it so far. The design process of the architecture is always changing because the software is always updated with new advanced tools.

This article presents processes for designing 3d interactive visualization technologies, which result in - as the title suggests - not only the coexistence of virtual and physical space, but the merging - almost - of physical space with digital. Finally, due to the fact that all new virtual reality roaming systems present a strong sense of the real world, this article attempts an investigation - a critical examination at the border of virtual - physical space where is the main goal of this article.

**Keywords:** virtual (VR) and augmented reality (AR), design process, 3d modeling technologies, physical - digital space

## I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το φυσικό μοντέλο βρισκόταν πάντα στην 'πρώτη γραμμή' όχι μόνο των τελικών παρουσιάσεων των αρχιτεκτόνων, αλλά και της διαδικασίας του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού. Η ομορφιά του φυσικού μοντέλου προέρχεται από την αφαίρεση του έργου σε λίγα μόνο υλικά, διατηρώντας μια αίσθηση καθαρότητας μέσα στο ίδιο το έργο και μεταφέροντας την εννοιολογική του σαφήνεια. Πλέον όμως υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις ότι αυτά αλλάζουν.

Οι σύγχρονες αρχιτεκτονικές πρακτικές που βασίζονται στα ψηφιακά μέσα χαρακτηρίζονται από ψηφιακές διαδικασίες βασισμένες σε υπολογιστικά συστήματα, γενετικούς αλγόριθμους, δυναμικά συστήματα και σε τοπολογικούς, μη ευκλείδειους γεωμετρικούς χώρους. Αυτά τα λογισμικά αποτελούν μια συγκεκριμένη ανάπτυξη γύρω από τη γενικότερη εξέλιξη της σχεδιαστικής διαδικασίας [1]. Τα ψηφιακά μέσα δεν χρησιμοποιούνται πλέον μόνο ως εργαλείο αναπαράστασης για οπτικοποίηση της μορφής της σύλληψης του αρχιτέκτονα. Παράδειγμα, η χρήση της μακέτας στην σχεδιαστική διαδικασία κάποια στιγμή έτεινε να αντικατασταθεί από τις ψηφιακές αναπαραστάσεις. Τώρα όμως, που η ψηφιακή τεχνολογία έχει τη δυνατότητα επεξεργασίας και απεικόνισης του χώρου με αποτελεσματικότερους τρόπους από ότι παλιότερα, η σημασία της επανέρχεται. Τα συμβατικά υλικά και εργαλεία αντικαθίστανται από πιο εξεζητημένες τεχνικές μοντέλων και πρωτοτύπων που παρέχουν άμεση ανάδραση με τα πραγματικά υλικά που θα χρησιμοποιηθούν.

Η 4η βιομηχανική επανάσταση είναι ήδη παρούσα. Ο ψηφιακός μετασχηματισμός (digital transformation) αφορά στις αλλαγές που καλείται να υιοθετήσει κάθε σχεδιαστής - χρήστης, ώστε να αξιοποιήσει τα πλεονεκτήματα των νέων τεχνολογιών και προϋποθέτει μια ολιστική προσέγγιση για την μεταμόρφωση και την εξέλιξη αυτού του μετασχηματισμού.



Εικόνα 1 – Εικονική αναπαράσταση του χώρου για την καλύτερη κατανόησή του. ©www.autodesk.com

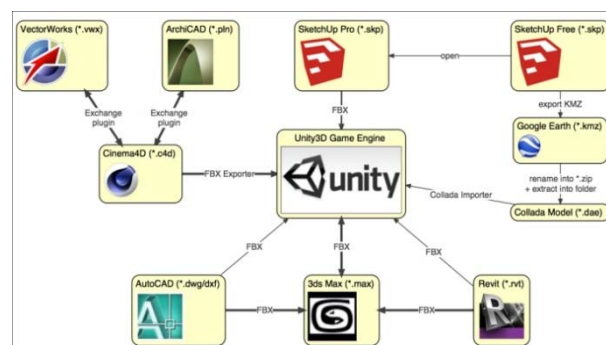
Ο χώρος της ψηφιακής οθόνης γίνεται ο χώρος πλοήγησης και το περιβάλλον επικοινωνίας με τον χρήστη – σχεδιαστή. Πρόκειται για μια ουσιαστική αλλαγή, για μια μετάλλαξη του τρόπου σκέψης, του τρόπου αντίληψης των πραγμάτων, για μια διαρκώς ευρύτερη επεξεργασία δεδομένων και πληροφοριών σε πολλαπλά επίπεδα του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού [2]. Με όλη αυτή την εξέλιξη της ψηφιακής τεχνολογίας στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, έχει μεταβεί η συμβολική απεικόνιση των γραμμικών σχεδίων σε μια ρεαλιστική αναπαράσταση του αντικειμένου – χώρου και συνολικού περιβάλλοντος. Στο παρόν άρθρο, θα διερευνηθούν νέες τεχνολογίες, για την ψηφιακή αυτή μετάβαση, σε μια εποχή όπου ο ψηφιακός χώρος κυριαρχεί του πραγματικού.

Θα μπορούσε κανείς, για παράδειγμα, να επικεντρωθεί στις διαδικασίες παραγωγής του αρχιτεκτονικού έργου, οι οποίες υπόκεινται σε ταχεία εξέλιξη υπό την επίδραση τεχνικών όπως ο υπολογιστικός σχεδιασμός (computational design). Ή θα μπορούσε να δώσει προτεραιότητα στα αποτελέσματα που παράγει ο υπολογιστής, όπως για παράδειγμα την εμφάνιση καινοτόμων γεωμετριών, η έννοια του «κοινού τύπου».

## II. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ CAD ΜΕ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ

Ο σχεδιασμός με την βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή CAD (Computer Aided Design) και απεικονιστικών προγραμμάτων είναι ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία πλέον κάθε αρχιτέκτονα – σχεδιαστή. Σύμφωνα με τον Κ. Τετζίδη, ο παραμετρικός σχεδιασμός αποτελεί ένα βήμα-μέσο που μπορεί να γίνει το ίδιο το μήνυμα. Για πολλούς η επιφανειακή του χρήση οδηγεί σε ανέμπνευστη 'καινοτομία', όμως ο Τετζίδης υποστηρίζει πως μπορεί να παρέχει ποικίλα αποτελέσματα και να δώσει στον αρχιτέκτονα – σχεδιαστή ένα σημαντικό εργαλείο σύνθεσης, απαλείφοντας περιττές διαδικασίες και φτάνοντας στη βάση του σχεδιασμού, το concept [3]. Επομένως, το μέσο όχι απλώς είναι το μήνυμα, αλλά έχει αμφίδρομη πορεία. Αυτό σε συνδυασμό με τον διττό-ψηφιακό και πραγματικό χώρο ανάγει την δημιουργική διαδικασία σε ένα πολύ ισχυρό μέσο επικοινωνίας για τον τελικό χρήστη που βιώνει το τελικό προϊόν του σχεδιασμού.

Ο Walter Gropius, για παράδειγμα, θεωρούσε τους υπολογιστές ως «μέσα ανώτερου μηχανικού ελέγχου», [4] που θα απελευθέρωναν τους αρχιτέκτονες από καθημερινά επαναλαμβανόμενα καθήκοντα και θα προσέφεραν «ακόμα μεγαλύτερη ελευθερία στη δημιουργική διαδικασία».



Εικόνα 2 – Διάγραμμα συνδεσιμότητας προγραμμάτων.

Καθώς τα τεχνολογικά μέσα αναπτύσσονται συνεχώς, την τελευταία δεκαετία, παρατηρείται μια ραγδαία ανάπτυξη φωτορεαλιστικής απεικόνισης στα προγράμματα CAD. Η χρήση ψηφιακών προγραμμάτων εξελίσσεται συνεχώς με στόχο την δημιουργία αναπαραστατικών φωτορεαλιστικών εικόνων που μιμούνται το φως, τα φυσικά υλικά, τον περιβάλλοντα χώρο και άλλα χαρακτηριστικά. Το μέσο της φωτορεαλιστικής απόδοσης του χώρου – κατά πολλούς αρχιτέκτονες - έχει συμβάλει σε μεγάλο βαθμό στην μεταβολή του σχεδιασμού και της απεικόνισης γενικότερα. Αφενός, πρόκειται για ένα μέσο που εστιάζει σε μεμονωμένες οπτικές και σημεία του χώρου, δίνοντας μεγάλη έμφαση στη σύνθεση του 'κάδρου' όπως σε μια φωτογραφία ώστε να προκαλεί το ενδιαφέρον. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να παράγονται χώροι που έχουν ως ζητούμενο την ύπαρξη σημείων στρατηγικής σημασίας μέσα στο χώρο από τα οποία ξεδιπλώνεται ένα κομμάτι σύνθεσης. Τέτοια σημεία είναι συνήθως είσοδοι, οπτικές φυγές προς τον εξωτερικό χώρο, οπτικές συνδέσεις με άλλους χώρους κ.α.

## III. ΝΕΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ

### Εικονική πραγματικότητα

Η εικονική πραγματικότητα (virtual reality – VR) ή Οιονεί (αρχαιοελληνικός όρος : ως να ήτω), ως τεχνολογία, αποτελεί το πιο δυναμικό μέσο χωρικής αναπαράστασης και μπορεί καταλλήλως να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στη μεταμόρφωση της στατικής, στέρεης αρχιτεκτονικής σε δυναμικές χωρικότητες [5].

Όσον αφορά τις συσκευές ψηφιακής απεικόνισης της VR, μπορούν να ονομαστούν μερικά παραδείγματα όπως το Head Mounted displays (HDMs), BOOM (Binocular Omni-Oriented Monitor), Projections, CAVE (Cave Automated Virtual Environment) γυαλιά 3D και Retinal Display. Οι συσκευές VR του τύπου HDM που κυκλοφορούν σήμερα (2021-22), όπως το Oculus

Rift, το Samsung Gear VR, το Google Cardboard, το HTC Vive ή και το AR/MR Hololens της Microsoft έχουν επιτρέψει τη διάδοση της τεχνολογίας αυτής.

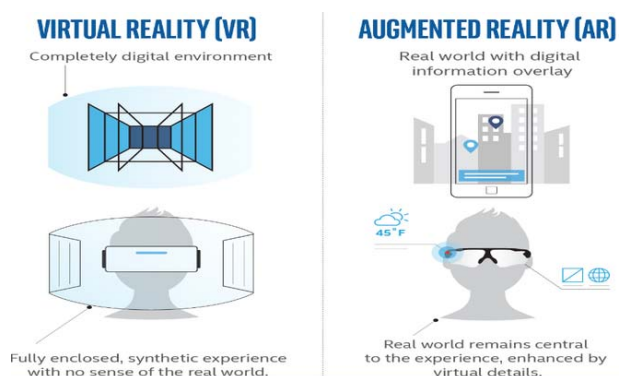


Εικόνα 3 – VR Goggles headset 3D Γυαλιά Εικονικής πραγματικότητας.

Η τεχνολογία του VR έχει εισέλθει στον τομέα του σχεδιασμού και αποκτά το όνομα Virtual Reality Aided Design (VRAD). Ως λογική σχεδιασμού δεν είναι κάτι πρωτότυπο αφού ακολουθεί τους βασικούς κανόνες της σχεδίασης προσφέροντας νέους τρόπους επικοινωνίας με τον χρήστη σε περιβάλλοντα πλέον VR [6].

Η βύθιση (immersion) αποτελεί το σημαντικότερο στοιχείο της τεχνολογίας του VR. Βασίζεται στο συνδυασμό του γυροσκοπίου και του stereo render, το οποίο, πρακτικά, είναι η λήψη της ίδιας της εικόνας από απόσταση 6 εκ. (όσο δηλαδή η μέση απόσταση των ανθρώπινων ματιών μεταξύ τους). Αυτό δημιουργεί την αίσθηση του βάθους ή, θα μπορούσε κανείς να πει, δημιουργεί την αίσθηση πως βρίσκεται κανείς μέσα στον ψηφιακό χώρο ο οποίος είναι γεωμετρικά και αισθητικά κατάλληλα διαμορφωμένος [7].

Πολλές φορές, οι τεχνολογίες που αναφέρονται παραπάνω, οδηγούν τον χρήστη στο να ξεχνάει τον πραγματικό χώρο που βρίσκεται και να μεταφέρεται ολοκληρωτικά στον ψηφιακό κόσμο. Ο χώρος, η αρχιτεκτονική, λαμβάνεται ως εικόνα μέσω των ματιών μας και ο εγκέφαλος την επεξεργάζεται κατάλληλα ώστε να δημιουργεί ένα τρισδιάστατο μοντέλο χώρου [8]. Κατά συνέπεια ο άνθρωπος βιώνει το περιβάλλον του, το χτισμένο ή το φυσικό μέσω συνεχόμενων στοιχείων που λαμβάνει κατά την περιήγηση, το περπάτημα, την αναγνώριση των γεωμετριών από ποικίλες οπτικές.

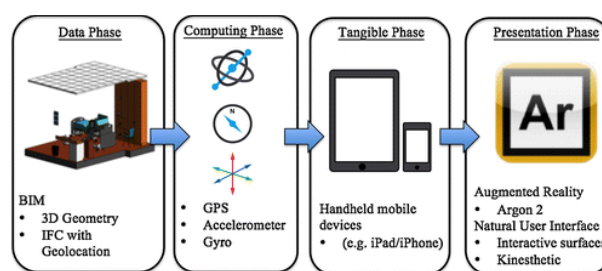


Εικόνα 4 – Διαφορές μεταξύ εικονικής και επαυξημένης τεχνολογίας.

### Επαυξημένη πραγματικότητα

Αρχικά, η διαφορά της εικονικής πραγματικότητας με τις τεχνολογίες της επαυξημένης, είναι ότι βυθίζουν τελειώς τον χρήστη σε ένα συνθετικό περιβάλλον μέσα από το οποίο δεν μπορεί να δει τον πραγματικό κόσμο γύρω του όπως φαίνεται και στην παραπάνω εικόνα. Αντίθετα η AR επιτρέπει στον χρήστη να έχει αντίληψη του πραγματικού κόσμου, ενώ παράλληλα έρχεται σε οπτική επαφή με εικονικά αντικείμενα επάλληλα ή σύμμεκτα με τον πραγματικό κόσμο. Επομένως, στην επαυξημένη πραγματικότητα (augmented reality - AR) χρησιμοποιείται ένας συνδυασμός εικονικής πραγματικότητας (virtual reality - VR) και χαρακτηριστικών του φυσικού χώρου, παραθέτοντας γραφική πληροφορία επί του πραγματικού χώρου. Η επαυξημένη πραγματικότητα (ο όρος δημιουργήθηκε για πρώτη φορά στο 1992 από τον Caudell) [9] βοηθάει τον χρήστη - σχεδιαστή να εμπλουτίσει τον φυσικό χώρο με επιπλέον πληροφορία δίνοντας του έτσι την ευκαιρία να επεκτείνει και να αυξήσει τις δυνατότητές του.

Οι εμβυστικές τεχνολογίες θολώνουν τα όρια μεταξύ του εικονικού και του φυσικού μας κόσμου. Ενώ η εικονική πραγματικότητα επηρεάζει τις αισθήσεις του χρήστη σε ένα προσομοιωμένο κόσμο, η επαυξημένη πραγματικότητα αλλάζει την αντίληψή μας για τον φυσικό κόσμο συχνά μέσω μιας οθόνης κινητού. Το πεδίο εφαρμογής αυτών των τεχνολογιών εκτείνεται από την αρχιτεκτονική μέχρι την εκπαίδευση. Είναι τεράστιο και διαρκώς επεκτείνεται. Στον τομέα της αρχιτεκτονικής, η συγκεκριμένη τεχνολογία αλλάζει εντελώς τη διαδικασία από τη σύλληψη μιας ιδέας μέχρι την υλοποίησή της. Επίσης, περιλαμβάνει εικονικά στοιχεία που αλληλεπιδρούν με αυτό που υπάρχει ήδη. Είναι επομένως δυνατό να συνδυαστούν εικονικά αρχιτεκτονικά σχέδια με την πραγματικότητα που βιώνουμε, έχοντας ένα εξαιρετικά χρηστικό αποτέλεσμα.



Εικόνα 5 – Διάγραμμα ψηφιακής διαδικασίας.

Ο Lev Manovich μιλά για τον επαυξημένο χώρο που ορίζεται από επάλληλα επίπεδα πληροφοριών πάνω στον φυσικό χώρο. Επίσης αναφέρεται σε πολλές εφαρμογές που μπορεί να έχει ως προεκτάσεις όπου όλες σχετίζονται με τη διάχυση της ψηφιακής πληροφορίας στον φυσικό χώρο και με τη διαχείρισή της με πιο άμεσο τρόπο από τα τυπικά συστήματα ανάδρασης.

Υποστηρίζει ότι οι αρχιτέκτονες έχουν τη δυνατότητα να σκεφτούν την υλική αρχιτεκτονική σε συνδυασμό με την άυλη αρχιτεκτονική της ροής της πληροφορίας ως ένα ενιαίο σύνολο. Καταλήγει στο ότι ο σχεδιασμός

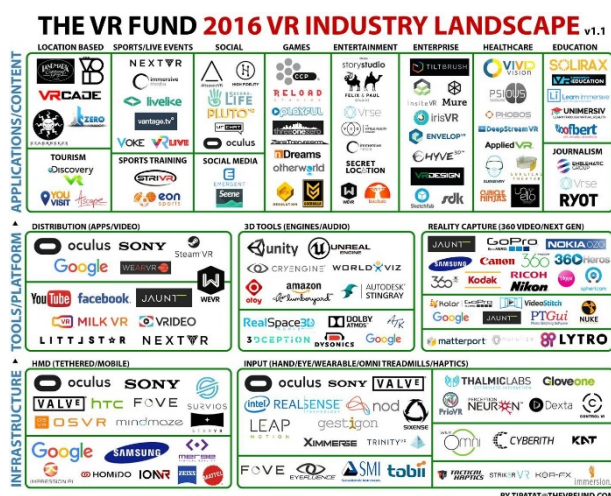
των ηλεκτρονικά επαυξημένων χώρων μπορεί να προσεγγιστεί ως ένα αρχιτεκτονικό πρόβλημα. 'Οι αρχιτέκτονες μπορούν να θεωρήσουν πια τον 'άορατο' χώρο των ηλεκτρονικών δεδομένων σαν ουσία παρά σαν κενό – κάτι που χρειάζεται μια δομή, μια πολιτική και μια ποιητική'. Lev Manovich [10]. Πιο συγκεκριμένα, η επαυξημένη πραγματικότητα έχει περάσει από ένα φουτουριστικό ιδεώδες σε μια πολύ πραγματική και συναρπαστική νέα τεχνολογία, η οποία έχει μεγάλες δυνατότητες για τους αρχιτέκτονες και τους σχεδιαστές γενικότερα.

Οι χρήστες μπορούν πραγματικά να δουν, να βιώσουν και να αισθάνονται τους χώρους που προσπαθούν να δημιουργήσουν οι σχεδιαστές – αρχιτέκτονες.



Εικόνα 6 – Προσομοίωση επαυξημένης πραγματικότητας.

Μπορούν επίσης να επεκτείνουν την εικόνα αυτή σε τέτοια κλίμακα ώστε ο αρχιτέκτονας να μπορεί να περπατήσει μέσα για να ελέγξει τα εσωτερικά μέρη της δομής, επισημαίνοντας πιθανά προβλήματα χρησιμοποιώντας χειρονομίες ή τη φωνή τους. Ένα από τα πιο σημαντικά παραδείγματα είναι η Microsoft HoloLens. Ξεκινώντας από το 2016, αυτό το ακουστικό επιτρέπει στους αρχιτέκτονες να δημιουργήσουν ένα σχέδιο 3D χρησιμοποιώντας το λογισμικό Trimble SketchUp και στη συνέχεια να δουν το κτίριο μπροστά στα μάτια τους με τη μορφή ενός ολογράμματος.



Εικόνα 7 – Διάγραμμα Προγραμμάτων VR/AR τεχνολογίας.

Τέλος, ο επαυξημένος χώρος δεν είναι κάτι που βρίσκεται γύρω ή πάνω από το κτισμένο περιβάλλον, αλλά υπάρχει μέσα σε αυτό με τη μορφή διάσπαρτων

ψηφιακών δεδομένων που δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ή οριοθετηθούν. Ο τρόπος που αντιλαμβανόμαστε και βιώνουμε τον χώρο πλέον μεταβάλλεται σε ένα δυναμικό και εξατομικευμένο σύνολο υποκειμενικών πληροφοριών, με ταυτότητα και χαρακτήρα. Το κτισμένο περιβάλλον μετατρέπεται σε διαμεσολαβητικό μέσο, όλα γίνονται μέρος ενός τοπίου που 'διαβάζεται' από τις μηχανές και φιλοξενεί τα δεδομένα, τις πληροφορίες και τα ποιοτικά στοιχεία που έχουν τεθεί από τον σχεδιαστή – χρήστη.

#### IV. Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΤΟΠΟΥ - ΧΩΡΟΥ

Ο τόπος μπορεί να αναγνωσθεί σε δύο διαφορετικά επίπεδα. Σε αυτό της λογικής προσέγγισης και σε αυτό της βαθύτατα υπαρξιακής του σημασίας. Η λογική προσέγγιση του τόπου αφορά τα φυσικά στοιχεία και χαρακτηριστικά, που το καθιστούν άμεσα αντιληπτό, μετρήσιμο και επομένως, ερμηνεύσιμο. Για να αντιληφθεί κανείς την υπαρξιακή σημασία του τόπου μπορούμε να αναφερθούμε στη φαινομενολογική προσέγγιση, όπως για παράδειγμα την περιγράφει ο Christian-Noberg Schulz [11] ως 'πνεύμα του τόπου – *genious loci*' ως συνολική προ-λογική ατμόσφαιρα, η οποία αποδίδεται στον άνθρωπο-αποδέκτη ως γενικευμένο ψυχικό αποτύπωμα. Κατά τη διαδικασία του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού, και οι δυο αναγνώσεις είναι εξίσου σημαντικές, ώστε η αρχιτεκτονική να εμφανίζεται συνδεδεμένη με τον τόπο. Το κτίσμα εντάσσεται πάντα σε έναν τόπο υποδοχής, με τρόπο τέτοιο, ώστε να σέβεται και να συνδιαλέγεται με τα εγγενή χαρακτηριστικά του, να μπορεί να 'συνομιλεί' με το ιδιαίτερο ιδίωμα του. Συμπερασματικά, η ατμόσφαιρα ενός χώρου είναι μερικές φορές πιο δυνατή από την ίδια την αρχιτεκτονική. Το φιλτράρισμα μεταξύ των υλικών στοιχείων, των επιφανειών – μορφών μέσω της αντίληψής μας, είναι τελικά ο συνδυασμός του κτισμένου χώρου και της εγκλωβισμένης ατμόσφαιρας στον χώρο αυτό. Το χρώμα, το φως, η σκιά είναι παράγοντες που δημιουργούν άυλες εντυπώσεις σε μια τρισδιάστατη απεικόνιση ενός προγράμματος και εκπέμπουν μια συγκεκριμένη διάθεση. Και αυτός είναι ο τελικός στόχος των σχεδιαστικών προγραμμάτων που παράγουν φωτορεαλιστικές εικόνες και εικονικά διαδραστικά ή μη περιβάλλοντα. Επιπρόσθετα, ο χώρος είναι ένα μέγεθος μετρήσιμο και οριοθετημένο. Από την άλλη ο τόπος είναι μια ποιοτική οντότητα. Επομένως, είναι λογικό, όλες αυτές οι αναδυόμενες τεχνολογίες διείσδυσης στο φυσικό χώρο να επηρεάζουν, να μεταβάλλουν και να επαναπροσδιορίζουν την χωρική αντίληψη στο σύγχρονο περιβάλλον.

#### V. Η ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΑΥΛΟΥ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟΥ ΧΩΡΟΥ

Η αντίληψη του χώρου έχει να κάνει πρωτογενώς με την καθαυτή εμπειρία, και όχι με στατικές εικόνες. Το

περιβάλλον κατά τη βύθιση (immersive environment) δίνει πολύ ακριβέστερη και αντιπροσωπευτική αίσθηση, παρέχοντας πραγματικές αναλογίες κλίμακας, βάθους και χωρικής επίγνωσης που δεν είναι δυνατόν να δημιουργηθούν μέσω συμβατικών μεθόδων [12]. Το αρχιτεκτονικό περιβάλλον, πέραν από χωρικές και γεωμετρικές δομές, είναι συνδεδεμένο με συναισθήματα και ψυχολογικές αντιδράσεις, τις οποίες πρέπει ο σχεδιαστής να είναι ικανός να αντιληφθεί και να παράξει σε επίπεδο σχεδιασμού. Έτσι, ο στόχος κάθε σχεδιαστή – αρχιτέκτονα πρέπει να είναι, να μεταφέρει τη συνολική αίσθηση του χώρου και όχι μόνο του κτηρίου και του περιβάλλοντός του. Οι ατμοσφαιρικοί χώροι με διάφορες επιδράσεις, χρώματα, φωτισμούς, υφές, γεωμετρίες ακόμα και οι θεάσεις μπορούν κάλλιστα να αποτελούν στοιχεία που επηρεάζουν τη συνολική αίσθηση και ενέργεια που μεταφέρει άυλα ένας χώρος μέσα από VR τεχνολογίες.



Εικόνα 8 – Φωτορεαλιστική απεικόνιση κατοικίας. Χαρακτηριστικό σλόγκαν των δημιουργών: "With a touch of HARMONY, we are about to touch souls". Μεταφραση : Με ένα άγγιγμα αρμονίας, κοντεύουμε να αγγίξουμε τις ψυχές.

Οι εικόνες ή τα βίντεο κίνησης στο χώρο που μιμούνται ένα περιβάλλον με όλα τα χαρακτηριστικά του έχουν τη δύναμη να μεταδώσουν αξίες πιο δυναμικές και ισχυρότερες από ένα διδιάστατο σχέδιο. Εκμεταλλεύονται τις εμπειρικές προσλαμβάνουσες κάθε ανθρώπου για να μεταφέρουν ένα μήνυμα ισχυρότερο, το μήνυμα της θέσης και των σχέσεων του χρήστη με τον χώρο, με πολύ αποδοτικό τρόπο. Η όλη αυτή αίσθηση της παρουσίας στο χώρο (αν και εικονικός) λαμβάνεται από τον εγκέφαλο ως μια δυναμική ενέργεια με φυσικές ιδιότητες. Επιπλέον, ο ανθρώπινος νους αντιλαμβάνεται το χώρο ως ένα εν δυνάμει σύστημα κατευθύνσεων και προσανατολισμών, το οποίο παρέχει πολλαπλές δυνατές σχηματοποιήσεις.

Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ο Keiichi Matsuda: 'Τα όρια και οι διχοτομήσεις μέσω των οποίων είχαμε κατασκευάσει τις πόλεις, σταδιακά καταρρέουν. Διαχωρισμοί όπως δημόσιο/ιδιωτικό, σταθερό/νομάς, εικονικός/πραγματικός χάνουν σιγά σιγά το νόημά τους. Υπάρχει η ανάγκη να εφεύρουμε ένα νέο λεξιλόγιο, με το οποίο θα μπορέσουμε να ορίσουμε και να περιγράψουμε την επανξημένη πόλη.' [13].

Παρ'όλα αυτά οι νέες χωρικές συνθήκες που προκύπτουν, αποδεικνύουν πως το ψηφιακό δεν ήταν ποτέ πλήρως αποσυνδεδεμένο και διαχωρισμένο από τα φυσικά στοιχεία.

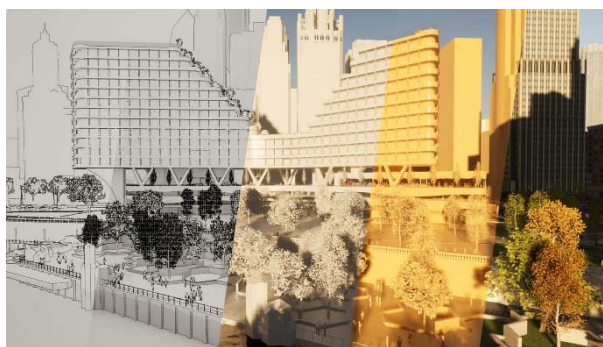
## VI. ΥΒΡΙΔΙΚΟΤΗΤΑ. Η ΣΥΝΥΠΙΑΡΞΗ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

Η μετάβαση από την αναλογική διαδικασία του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού στην ψηφιακή έχει ως καταλύτη την χρήση της ψηφιακής τεχνολογίας.

Αρχικά, ανάμεσα σε έναν ψηφιακό τόπο και τον φυσικό χώρο μπορεί να εντοπίσει κανείς μία σειρά από μερικές βασικές επιμέρους δομικές αντιθέσεις - δίπολα όπως: φυσικό-εικονικό, συνεχές-ασυνεχές, υλικό-άυλο, στατικό-ρευστό, αναλογικό-ψηφιακό, πλήρες-κενό, παρουσία-αναπαράσταση. Μέσα από αυτά τα δίπολα, εκτός από διαφορές, προκύπτουν όμως και ομοιότητες, οι οποίες διαμορφώνουν ένα ευρύ φάσμα συσχετισμών των δύο αυτών χώρων, αλλά και μία ποικιλία χωρικών σχέσεων και ποιοτήτων, οι οποίες τείνουν σε ορισμένες περιπτώσεις να ταυτίζονται ή να οριοθετούν ένα νέο πεδίο προβληματισμού.

Ο Marcos Novak [14] αναφέρεται στη διαδικασία της 'eversion' – ανάδυσης - ως αντίθετο του 'immersion'. Πρόκειται για μια αντίστροφη διαδικασία που αφορά στην προσπάθεια για σύνδεση και συσχέτιση του εικονικού χώρου με τον φυσικό.

Από την άλλη, ο Gerard Schmidt [15] υποστηρίζει ότι δεν είναι επαρκής η δημιουργία εικονικών χώρων και δομών, αλλά παράλληλα οι δομές αυτές θα πρέπει να συνδέονται με τον φυσικό χώρο. Με άλλα λόγια, παρουσιάζει την πληροφορία ως νέο υλικό ως μια επιπρόσθετη διάσταση της αρχιτεκτονικής. Η συγκεκριμένη νέα υπόσταση της πληροφορίας πιστεύει πως θα έχει μεγάλη επίπτωση στον μελλοντικό σχεδιασμό και στο κτισμένο περιβάλλον γενικότερα. Πιστεύει, ότι η αρχιτεκτονική του φυσικού και του εικονικού χώρου έχουν έρθει σε μια κατάσταση συμβίωσης. Υπό αυτό το πρίσμα, η πληροφορία έχει επεκτείνει τις διαστάσεις της αρχιτεκτονικής δημιουργίας.

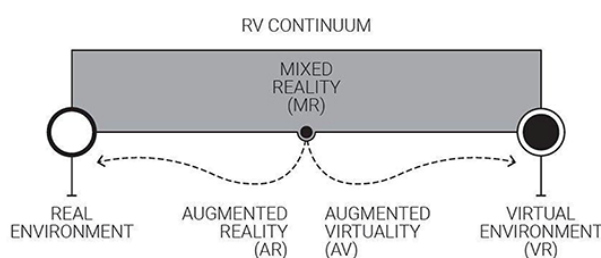


Εικόνα 9 – Διαδοχικά επίπεδα φωτορεαλιστικού σχεδιασμού.

Την τελευταία εικοσαετία, οι αναφορές σε σχέση με τη σύζευξη ψηφιακού και φυσικού πληθαίνουν καθώς οι εξελίξεις της τεχνολογίας σηματοδοτούν ένα πέρασμα από το άυλο στο υλικό. Επίσης, λίγα χρόνια πριν, ο όρος εικονική πραγματικότητα ήταν ταυτόσημος με μια τεχνητή πραγματικότητα, στις μέρες μας, όταν λέμε εικονική πραγματικότητα η έμφαση δίνεται στην 'πραγματικότητα'.

Την εμφανή διάχυση του ορίου μεταξύ φυσικού και ψηφιακού σηματοδοτούν σειρά αναφορών. Ενδεικτικά

αναφέρονται οι παρακάτω περιπτώσεις, στην έκθεση 'Blobmeister – Digital/real', στο DAM 2001 [16] με αντικείμενο την πραγμάτωση ψηφιακών αρχιτεκτονημάτων σε κατασκευασμένα αντικείμενα. Επίσης το βιβλίο 'Hybrid space. New forms in Digital Architecture' του P. Zellner το 2000, που αναφέρεται σε μια αρχιτεκτονική αναλύοντας θέματα δίπολων πραγματικού – πραγματωμένου και δυνητικού – δυνατού. Το βιβλίο 'Disappearing Architecture: from real, to virtual, to quantum' από τον Birkhäuser το 2005, από διεθνές συνέδριο με αντίστοιχο τίτλο, το οποίο αναφέρεται στη δημιουργία χώρων στην αρχιτεκτονική που ενσωματώνουν το ψηφιακό. Τέλος, το θέμα συνδυασμού μίξης ψηφιακού – φυσικού (Mixed Reality / MR) εμφανίστηκε ως κύριος προβληματισμός και θέμα στο διεθνές συνέδριο που διοργάνωσε η ACADIA (<http://acadia.org/>) το 2002 με τίτλο: 'Όρια μεταξύ φυσικού και εικονικού'.



Εικόνα 10 – Προσομοίωση επαυξημένης πραγματικότητας.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα για την ταυτόχρονη αντιμετώπιση ψηφιακού – φυσικού είναι η συμμετοχή και διάκριση στην τρίτη θέση ομάδας αρχιτεκτόνων (<http://archtech.arch.ntua.gr/acadia-intro.htm>) στον παραπάνω διαγωνισμό για τη 'Βιβλιοθήκη την Εποχή της πληροφορίας'. Το παράδειγμα αναφέρεται από το 1998 πρωτοποριακά στην υβριδική κατάσταση μεταξύ εικονικού και φυσικού χώρου και προτείνει ένα σύστημα για την αντιμετώπιση σχεδιασμού βιβλιοθήκης όπου ψηφιακό και φυσικό συνυπάρχουν και αλληλοεμπλέκονται.

Βλέποντάς το και απο άλλη σκοπιά, - αν θέλει κανείς- διάσημες ταινίες όπως το 'The Matrix', 'The Inception', 'The Truman Show' που μας οδηγούν σε διαφορετικές φιλοσοφικές και καλλιτεχνικές προσεγγίσεις μπορούν να μας προσφέρουν κάποιες απαντήσεις σχετικά με την ισορροπία των δυνάμεων αυτών. Ανεξαρτήτως αν πρόκειται για κοινωνικά πρότυπα, ανθρώπινη φύση ή προπαγάνδα, φαίνεται, πως η ανθρωπότητα, έχει σε μεγάλη εκτίμηση το πραγματικό, το φυσικό (έδω εισχωρεί και η ανάγκη βέβαια της επιβίωσης, της αναπαραγωγής και της ανάπτυξης του είδους) παραπάνω απο την ψηφιακότητα της δυαδικής λογικής. Αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα πως, ακόμα και αν οι ισορροπίες ανάμεσα τους αλλάζουν, είναι σχετικά απίθανο ο ένας απο τους δυο τομείς να εξαλείψει τον άλλο.

Σε αυτό το σημείο, αξίζει να αναφερθεί ο όρος Διάχυτος Υπολογισμός (Ubiquitous Computing, Mark Weiser 1988). Ουσιαστικά περιγράφει μια κατάσταση όπου η τεχνολογία ενσωματώνεται στην καθημερινότητα και η εικονική πραγματικότητα λειτουργεί παράλληλα αλληλεπιδρώντας με το

φυσικό. Όλες αυτές οι 'εικονικές' πληροφορίες εισέρχονται στον πραγματικό κόσμο όπου τα όρια μεταξύ τους λαμβάνουν νέες διαστάσεις. Το Ubiquitous Computing μπορεί να χαρακτηριστεί και ως Invisible Computing ή Αόρατος Υπολογισμός, αφού οι τεχνολογίες θα εξαφανιστούν στο υπόβαθρο της καθημερινότητάς μας και θα μας είναι πλέον αόρατες [17].

Δεδομένης της ιδιότητας ότι τα σχεδιαστικά προγράμματα αφορούν στην παραγωγή του χώρου, αλλά και των δυνατοτήτων τους που προσφέρουν τη μεταφορά του χρήστη στον άυλο χώρο, θα μπορούσαμε να πούμε πως ο σημερινός άνθρωπος έρχεται αντιμέτωπος με μια πρωτόγνωρη κατάσταση διπλής χωρικότητας [18]. Αυτή η διπλή χωρικότητα έρχεται να δημιουργήσει ένα καινούργιο τύπο υβριδικού χώρου. Ουσιαστικά πρόκειται για μια νέα χωρική συνθήκη όπου και τα δύο είδη χωρικότητας λειτουργούν το ένα σε άμεση εξάρτηση απο το άλλο, χωρίς να αλληλοεπικαλύπτονται, αλλά αντίθετα συγκροτούν μία ενιαία οντότητα συνδυάζοντας το φυσικό με το ψηφιακό στοιχείο.

Με αυτόν τον τρόπο, το αστικό περιβάλλον, θα μπορούσε να αποκτήσει μια νέα αναπάντεχη μορφή όχι μόνο στο καθαρά χωρικό κομμάτι του, το οποίο είναι οπτικά αντιληπτό, αλλά και σε επίπεδο κατανόησης και βίωσης του χώρου από την πλευρά του χρήστη. Γι'αυτόν, η πόλη μετατρέπεται σε έναν νέο χώρο εξερεύνησης που καλείται να ανακαλύψει, εκ νέου, να επαναπροσδιορίσει και εντέλει να επανακατοικήσει.

## VII. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Συμπερασματικά, αυτή η νέα τεχνολογία έχει τη δύναμη να αλλάξει αμετάκλητα την αρχιτεκτονική διαδικασία. Είτε πρόκειται για τη βελτίωση της σχέσης πελάτη-αρχιτέκτονα με μια απτή απόδοση σχεδίων, είτε για την επανεξέταση του ρόλου του αρχιτέκτονα με τη μετάβαση του στη δημιουργία πολύπλοκων εικονικών δεδομένων και χώρων σε αντίθεση με το σχεδιασμό φυσικών δομών. Η ενισχυμένη πραγματικότητα πρέπει σίγουρα να θεωρηθεί μία από τις πιο συναρπαστικές εξελίξεις. Εν κατακλείδι, το Virtual Reality γενικότερα, αποτελεί ένα εργαλείο του οποίου τις δυνατότητες δεν έχουν συνειδητοποιήσει ούτε οι ίδιοι οι δημιουργοί του. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιώντας σε εκτενή βαθμό τις φυσικές λειτουργίες του ανθρώπινου σώματος, τις αισθήσεις του και σε προέκταση και τα συναισθήματά του, το ίδιο το μέσο ξεφεύγει από περιορισμούς που παρουσιάζονται σε άλλου τύπου τεχνολογίες. Κάθε χρήστης, μέσω διαφορετικής προσέγγισης, μπορεί να επηρεάσει τον χειρισμό με τρόπο καθαρά προσωπικό – βιοματικό και, κατ' επέκταση, δύσκολα προβλέψιμο και προκαθορισμένο. Στις νέες αυτές ρευστές και διαρκώς μεταβαλλόμενες συνθήκες που διαμορφώνονται, από τα παραπάνω προκύπτει ότι πως επηρεάζεται άμεσα η αντίληψη και η εμπειρία του χώρου, ο οποίος δείχνει να βρίσκεται σε μια διαδικασία βαθιάς δομικής αναπροσαρμογής.

## VIII. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] Vlachodimos G., "The coherence between smart objects and Artificial Intelligence in architectural digital design process", International Conference 'Architecture InPlay'. Alexandra Paio, Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL), Lisboa 2016. pp. 163-170.
- [2] Vlachodimos G., "New approaches of the Next-gen collaborative design platform", 4th International Conference of Contemporary Affairs in Architecture and Urbanism (ICCAUA-2021). Alanya Hamdullah Emin Pasa University. Antalya, Turkey 2021. (<https://www.iccaua.com/page/home>).
- [3] "Algorithmic Architecture", K. Terzidis, Routledge, 2006.
- [4] Gropius W., "Computers for Architectural Design", "Architecture and the Computer", Boston Architectural Center, 1964. New York, Columbia University, Serge Chermayeff, Avery Archive.
- [5] "Μίμησης Πληροφορική, Έννοιες και Τεχνολογίες", Γ. Βενέρης, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη 2007. σσ. 537.
- [6] Kim, D., Richards, S.W. and Caudell, T.P., "An optical tracker for augmented reality and wearable computers", VRAIS '97. The Proceedings of the IEEE Virtual Reality Annual International Symposium, IEEE Computer Society Press, California, 1997. pp. 146-151.
- [7] Dorta, T. and Pérez, E.: "Immersive Drafted Virtual Reality: a new approach for ideation within virtual reality", in: Luhan, G., Anzalone, P., Cabrinha, M. and Clarke, C., (eds.) Synthetic Landscapes - Digital Exchange, Conference, Louisville. ACADIA 2006 (<http://acadia.org/>).
- [8] "Designing digital space, an architect's guide to virtual reality", D. Bertol, D. Foell. New York, 1997. 720.28 BER, pp. 69.
- [9] Thomas P., Caudell D.M., "Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes", Conference: System Sciences. Proceedings of the Twenty-Fifth International Conference, Volume: ii. Hawaii 1992.
- [10] "The poetics of augmented Space: Learning from Prada", Manovich, L., 2002.
- [11] "Genius loci - Το πνεύμα του τόπου", N.S. Christian, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., μτφ. Μ. Φραγκόπουλος, Αθήνα 2009.
- [12] "Envisioning cyberspace: designing 3d electronic spaces", Andres Peter, New York: McGraw-Hill, c1999, 008 ANP, pp. 10.
- [13] "Domesti/city. The disclosed home in augmented space", K. Matsuda 27-04-2010. March Thesis. (<http://km.cx/projects/domest-city>). pp. 39.
- [14] "Trans architectures and Hypersurfaces. Operations of Trans modernity", M. Novak, Architectural Design: Hypersurface Architecture, Vol. 133, London, 1998.
- [15] "Information Architecture: Basis and Future of CAAD", G. Schmitt, Basel, Birkhauser, 1999, pp. 76.
- [16] "Digital Real-Blobmeister: first built projects", Z. Novak, R. Saggio, H. Kloft, June 1, 2001.
- [17] Clements, A., "Work in progress - computer architecture meets ubiquitous computing", 39th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. San Antonio, TX. 2009.
- [18] "Digital Tectonics", N. Leach, D. Turnbull, C. Williams, Wiley - Academy, Great Britain, 2004, pp. 4.

## IX. ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

- Εικ. 1 (<https://www.rethinkingthefuture.com/technologyarchitecture/2543-5upcoming-instances-of-virtual-reality-in-architecture/>) 13.11.2021
- Εικ. 2 (<https://www.packtpub.com/product/unity-for-architectural-visualization/9781783559060>) 20.10.2021
- Εικ. 3 (<https://laptrinhx.com/tag/virtualrealitytimes-com/>) 05.11.2021
- Εικ. 4 © 2021, GlassUp (<https://www.glassup.com/en/augmented-reality-virtual-reality/>) 11.11.2021
- Εικ. 5 BIM2MAR: An Efficient BIM Translation to Mobile Augmented Reality Applications. ©1996-2021, American Society of Civil Engineers (<https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29ME.1943-5479.0000315>) 14.11.2021
- Εικ. 6 Virtual reality in use as part of physical therapy after a traumatic

brain injury. Credit: J. M. Eddins Jr/US Air Force. Nature 553, 402-403 (2018) (<https://www.nature.com/articles/d41586-018-00894-w>) 22.10.2021

Εικ. 7 © THEVRFUND 2006 (<http://www.vudream.com/complete-guide-to-virtual-reality-careers/>) 03.11.2021

Εικ. 8 © HARMON VS 2019 (<https://www.harmon-vs.com/>) 17.11.2021

Εικ. 9 Dima Stouhi. "Layering of Realities: VR, AR, and MR as the Future of Environmental Rendering" 21 Apr 2021. ArchDaily. Accessed 17 Nov 2021. (<https://www.archdaily.com/960330/layering-of-realities-vr-ar-and-mr-as-the-future-of-environmental-rendering>) ISSN 0719-8884

Εικ. 10 Milgram, P., and Colquhoun, H. Springer-Verlag 1999. (<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frobt.2020.495468/full>) 18.11.2021

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ

Γεώργιος Θ. Βλαχοδήμος

PhD, Msc, Dipl. Αρχιτέκτων Μηχανικός

Διδάσκων του Τμήματος Εσωτερικής Αρχιτεκτονικής,

Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος.

Τέγμα Μαγνησίας, 62124 Σέρρες

Τηλ/ Fax: +30 2310 263646

e-mail: vlachodimos@teiser.gr

Χωρογραφίες/ Τεύχος 1/ Αρ 1/ 2021 - σελ 20-26

# Καταγραφή και τεκμηρίωση ιστορικών σχολείων Δήμου Εμμανουήλ Παππά Σερρών

Μαρία Ν. Δανιήλ\*

Δρ. Αρχιτέκτων, Επίκ. Καθηγήτρια, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών ΔΠΑΕ

Βασιλική Πάχτα

Δρ. Αρχιτέκτων, Συντηρήτρια Αρχαιοτήτων, ΕΔΙΠ, Εργαστήριο Δομικών Υλικών, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών ΑΠΘ

\*+30 23210 49246, mdaniil@ihu.gr

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ:** Η εξέλιξη και τα χαρακτηριστικά των σχολικών κτιρίων συνδέονται με τα ευρύτερα ιστορικο-πολιτικά χαρακτηριστικά κάθε τόπου καθώς και τα διαθέσιμα υλικά και τεχνικές δόμησης. Στην Ελλάδα η κατασκευή σχολικών κτιρίων συστηματοποιήθηκε κατά τον 19ο αιώνα ενώ μέχρι τα μέσα του 20ου αιώνα θεμελιώθηκαν πολυάριθμα σχολεία. Στην παρούσα εργασία καταγράφονται και παρουσιάζονται ιστορικά σχολεία του Δήμου Εμμανουήλ Παππά Σερρών και, συγκεκριμένα, 11 λιθόκτιστα σχολικά κτίρια που βρίσκονται σε 8 οικισμούς της Δημοτικής Ενότητας Εμμανουήλ Παππά. Μελετήθηκαν αρχιτεκτονικά και κατασκευαστικά χαρακτηριστικά των κτιρίων, παράλληλα με αναφορές στην ιστορία των οικισμών που τα φιλοξενούν. Από την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων προέκυψε ότι τα κτίρια κατασκευάστηκαν την ευρύτερη περίοδο 1897-1955, ενώ κατατάσσονται σε 3 ιστορικές φάσεις και, ως έναν βαθμό, παρουσιάζουν παραπλήσια τυπολογία. Είναι λιθόκτιστα, με 1-3 ορόφους, ορθογωνική κάτοψη και λιτή διακόσμηση. Πλήθος άλλων στοιχείων αντανakλούν την ιστορική τους πορεία και μαρτυρούν τη συμβολή τους στους τομείς της αρχιτεκτονικής και της νεότερης ιστορίας της εκπαίδευσης και του πολιτισμού μας.

**Λέξεις κλειδιά:** Λιθόκτιστα σχολεία, σχολικά κτίρια, σχολική αρχιτεκτονική, αρχιτεκτονική-κατασκευαστική ταυτότητα, Δήμος Εμμανουήλ Παππά Σερρών, Δαρνακοχώρια.

**ABSTRACT:** The evolution and characteristics of school buildings are connected with the wider historical-political characteristics of each region, as well as the available building materials and techniques. The construction of school buildings in Greece was systematized during the 19th c. whereas by the middle of the 20th c. numerous schools had been built. In the present study, historic schools of the Municipality of Emmanuel Pappas of Serres are recorded and presented, specifically, 11 stone school buildings located in 8 settlements of the Municipal Unit of Emmanuel Pappas. Main architectural and constructional aspects of the buildings were studied and documented, in parallel to their hosting settlements' history. From the evaluation of the results it emerged that the buildings were constructed in the wider period of 1897-1955, while they are furthermore classified in 3 historic phases and, to a certain point, they present a similar typology. They are built with stone masonry, consisting of 1-3 floors, they have a rectangular floor plan and simple decoration. Many other elements reflect their historic value and testify their contribution in the fields of architecture and the history of education and culture in Greece.

**Keywords:** Stone schools, school buildings, school architecture, architectural-constructional identity, Municipality of Emmanuel Pappas of Serres, Darnakochoria.

## Ι. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η τεχνολογική εξέλιξη των σχολικών κτιρίων μπορεί να συνδεθεί με τα ευρύτερα ιστορικά και κοινωνικά χαρακτηριστικά κάθε τόπου, καθώς και τις κατασκευαστικές τεχνικές και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν διαχρονικά στη δόμηση [1]-[6]. Η κατασκευή τους συστηματοποιήθηκε κατά τον 19ο αιώνα, ενώ σε προηγούμενες περιόδους η εκπαίδευση υλοποιούνταν σε ιδιωτικές οικίες, ναούς και μοναστήρια [4]-[6]. Τα πρώτα σχολικά κτίρια στην Ελλάδα κατασκευάστηκαν κατά τον 18ο αιώνα, όπως η Σχολή του Παλαμά στο Μεσολόγγι (1760) και η Σχολή της Δημητσάνας στην Πελοπόννησο (1764), ακολουθώντας τα πρότυπα της εκκλησιαστικής αρχιτεκτονικής. Κατά την Επανάσταση του 1821, η εκπαίδευση αποτελεί προτεραιότητα και αναγνωρίζεται ως σημαντικός άξονας του νεοσύστατου Ελληνικού Κράτους. Στα πρώτα δύο χρόνια (1821-23), η σχολική εκπαίδευση είναι αρμοδιότητα των τοπικών κυβερνήσεων, ενώ στο Σύνταγμα του 1823 αναφέρεται ότι η εκπαίδευση είναι δημόσια και υπό την προστασία του Βουλευτικού Σώματος [6]. Το 1824 διαμορφώθηκε το πρώτο σχέδιο εθνικής παιδείας, με 3 εκπαιδευτικές βαθμίδες (πρωτοβάθμια σχολεία, λύκεια, πανεπιστήμια) και την κατασκευή των πρώτων σχολείων βάσει των παραδοσιακών αρχών δόμησης [6]. Το 1830 εκδόθηκαν οι πρώτες προδιαγραφές για τα σχολικά κτίρια από τον Ι. Π. Κοκκώνη, βασισμένες στο αλληλοδιδασκτικό σύστημα της Γαλλίας και με τη συνεργασία του ακαδημαϊκού Κ. Σαραζίνου [7]. Ακολούθησαν οι προδιαγραφές του Σ. Μωραΐτη (1881) [8], που αποτέλεσαν το 1894 τη βάση των Εθνικών προδιαγραφών της σχολικής αρχιτεκτονικής, ενώ το 1894 διαμορφώθηκε το πρώτο εθνικό πρόγραμμα κατασκευής σχολικών κτιρίων υπό τις οδηγίες του Δ. Καλλία [6], [9]. Είναι χαρακτηριστικό ότι μέχρι το 1906 στην Ελλάδα κατασκευάστηκαν περίπου 400 σχολεία που αποτελούσαν το 11% των συνολικών σχολικών κτιρίων της χώρας. Με τον νόμο ΓΚΩΖ/1911 καταργούνται οι σχολικοί τύποι Καλλία και θεσπίζεται το θεσμικό πλαίσιο κατασκευής σχολείων καθώς και ο Οργανισμός Σχολικών Κτιρίων [6]. Σε επόμενες δεκαετίες, μέσω του Προγράμματος «Νέα Σχολικά Κτίρια», σημαντικοί αρχιτέκτονες, όπως οι Δ. Πικιώνης, Π. Καραντίνος, Ν. Μητσάκης, αναλαμβάνουν τον σχεδιασμό σχολείων σε όλη την επικράτεια [10]-[12].

Η παρούσα εργασία αφορά σε μία συστηματική μελέτη καταγραφής και αξιολόγησης ιστορικών σχολικών κτιρίων που αποτέλεσαν τοπικά κέντρα εκπαίδευσης και πολιτισμού ημιορεινών κοινοτήτων στην περιοχή των Σερρών. Τα κτίρια αναφέρονται ως ιστορικά καθώς συγκεντρώνουν μία σειρά στοιχείων που αντανακλούν την παρελθούσα χρήση τους ή την εξέλιξη της ή, ακόμα, προκαλούν νοητικές αναπαραστάσεις συμβάντων ιστορίας [13], με σημείο ενδιαφέροντος και τις παραδοσιακές μεθόδους και υλικά κατασκευής τους. Η μελέτη μας εστιάζει στον ιστορικό και πολιτισμικό ρόλο καθώς και στην αρχιτεκτονική και κατασκευαστική ταυτότητα των σχολικών κτιρίων που θεμελιώθηκαν και πρωτολειτούργησαν στις αρχές ή το α' μισό του 20ου αιώνα, μετέχοντας στη νεότερη ιστορία και διαμορφώνοντας τη σύγχρονη ελληνική σχολική αρχιτεκτονική.

Για ορισμένα από τα κτίρια -ιδιαίτερα για όσα έχουν κηρυχθεί Διατηρητέα- υπάρχουν, μεμονωμένα, αξιόλογες δημοσιευμένες μελέτες, παρόλα αυτά, για πρώτη φορά γίνεται εδώ προσπάθεια συγκεντρωτικής καταγραφής και τεκμηρίωσης της συγκεκριμένης ομάδας λιθόκτιστων σχολικών κτιρίων: η μελέτη μας αναφέρεται σε σχολικά κτίρια εντός των γεωγραφικών ορίων του σημερινού Δήμου Εμμανουήλ Παππά και, ειδικότερα, σε 11 υφιστάμενα λιθόκιστα (πέτρινα) κτίρια της Δημοτικής Ενότητας (Δ.Ε.) Εμμανουήλ Παππά, τα οποία βρίσκονται σε 8 από τους 9 οικισμούς της. Τα εν λόγω σχολικά κτίρια εντάσσονται δε, ευρύτερα, σε έναν γεωγραφικό τόπο με κοινή ιστορία και πολιτισμικές καταβολές (Β. Ελλάδα, Μακεδονία) και η μελέτη τους μπορεί, περεταίρω, να συνδεθεί με την εξέλιξη της τεχνολογίας των κατασκευών και των υλικών δόμησης στην ευρύτερη περιοχή, με επίκεντρο τον θεσμό του σχολείου και το ζήτημα της στέγασης των πρώτων μαθητών ελληνικών περιοχών που

διαδοχικά απελευθερώνονται και συμμετέχουν στο ανεξάρτητο ελληνικό κράτος. Τα συμπεράσματα προκύπτουν μέσω προβολών του 'χθες' στο 'σήμερα' των πέτρινων σχολείων ως λειτουργικού μέρους των οικισμών του Δήμου Εμμανουήλ Παππά αλλά και ως παραδοσιακών αρχιτεκτονικών κατασκευών της περιοχής της Μακεδονίας.

## II. Ο ΔΗΜΟΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ ΠΑΠΠΑ ΣΕΡΡΩΝ

Ο Δήμος Εμμανουήλ Παππά είναι ένας από τους 7 νέους Δήμους της Περιφερειακής Ενότητας (πρώην Νομού) Σερρών, της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας. Προέκυψε με το Σχέδιο Καλλικράτης, μετά τη συνένωση των πρώην Δήμων (νυν Δημοτικών Ενοτήτων) Εμμανουήλ Παππά και Στρυμόνα. Η συνολική έκταση του Δήμου είναι 337.839 στρέμματα, εκ των οποίων το 64% περίπου ανήκει στη Δ.Ε. Εμμ. Παππά ενώ το υπόλοιπο 36% καταλαμβάνει η Δ.Ε. Στρυμόνα. Ο συνολικός μόνιμος πληθυσμός του Δήμου ανέρχεται, το 2011, σε 14.693 κατοίκους, εκ των οποίων το 55% περίπου διαμένουν στην Δ.Ε. Εμμ. Παππά και το 45% περίπου στη Δ.Ε. Στρυμόνα [14]. Ο Δήμος βρίσκεται στο κεντρικό - ανατολικό τμήμα του νομού και παρουσιάζει διαφορετικά γεω-μορφολογικά και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά από το νότιο έως το βορινό του άκρο. Η Δ.Ε. Στρυμόνα (νότιο άκρο) είναι πεδινή, με ήπιες εδαφικές κλίσεις και σχετικά περιορισμένη βιοποικιλότητα, ενώ η Δ.Ε. Εμμανουήλ Παππά (βορινό άκρο) χαρακτηρίζεται ημι-ορεινή, καθώς συνορεύει με το σημαντικό για την περιοχή Μενοίκιο όρος, έχει έντονη γεωμορφολογία, ποικίλο ανάγλυφο και σημαντική βιοποικιλότητα στη χλωρίδα και την πανίδα [14].

Πίνακας 1 – Διοικητική συγκρότηση Δήμου Εμμανουήλ Παππά [14] - [15]

| A/A                                                     | Τοπική Κοινότητα       | Οικισμός           | Πληθυσμός<br>(απογραφή 2011) | Ιστορικές ονομασίες οικισμών |
|---------------------------------------------------------|------------------------|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| <b>Δημοτική Ενότητα Εμμανουήλ Παππά, 8.131 κάτοικοι</b> |                        |                    |                              |                              |
| 1                                                       | Κοιν. Νέου Σουλίου     | Νέο Σούλι          | 2.399                        | Οινόεσσα, Σουμπάσκιοϊ        |
| 2                                                       | Κοιν. Αγίου Πνεύματος  | Αγιο Πνεύμα        | 1.353                        | Βεζνίκο, Μόνικο              |
| 3                                                       | Κοιν. Εμμανουήλ Παππά  | Εμμανουήλ Παππάς   | 601                          | Δοβίστα, Ντουβίστα           |
| 4                                                       | Κοιν. Μετάλλων         | Συκιά              | 50                           | Σοκόλ                        |
|                                                         |                        | Μέταλλα            | 275                          | Άνω Νούσκα, Νούσκα           |
| 5                                                       | Κοιν. Χρυσού (έδρα)    | Χρυσό (έδρα Δήμου) | 1.571                        | Τοπόλτζος, Τοπολιάνη         |
| 6                                                       | Κοιν. Πενταπόλεως      | Πεντάπολη          | 995                          | Ξυλοπήγαδο, Σαρμουσακλί      |
| 7                                                       | Κοιν. Τούμπας          | Τούμπα             | 576                          |                              |
| 8                                                       | Κοιν. Δαφνουδίου       | Δαφνούδι           | 443                          | Κάτω Νούσκα                  |
| <b>Δημοτική Ενότητα Στρυμόνα, 6.562 κάτοικοι</b>        |                        |                    |                              |                              |
| 9                                                       | Κοιν. Νέου Σκοπού      | Νέος Σκοπός        | 1.934                        |                              |
| 10                                                      | Κοιν. Μονόβρυσης       | Μονόβρυση          | 566                          | Σαλί Αγά                     |
| 11                                                      | Κοιν. Βαλτοτοπίου      | Βαλτοτόπι          | 846                          | Μπεϊλίκ Μαχαλέ               |
| 12                                                      | Κοιν. Πεθελινού        | Πεθελινός          | 474                          |                              |
| 13                                                      | Κοιν. Μεσοκώμης        | Μεσοκώμη           | 108                          | Κάκαρα                       |
| 14                                                      | Κοιν. Παραλιμνίου      | Παραλίμνιο         | 720                          | Κίμα, Βερνάρ                 |
| 15                                                      | Κοιν. Ψυχικού          | Ψυχικό             | 866                          | Βιρτζανί, Βερτζιανή          |
| 16                                                      | Κοιν. Νεοχωρίου Σερρών | Νεοχώρι            | 1.300                        |                              |

Οι δύο Δ.Ε. (Στρυμόνα και Εμμ. Παππά) στις οποίες διαιρείται ο Δήμος, υποδιαιρούνται διοικητικά σε 16 τοπικές Κοινότητες με 17 οικισμούς, οι οποίοι συγκροτούν τον σημερινό Δήμο Εμμανουήλ Παππά (βλ. Πίνακα 1). Η Δ.Ε. Εμμ. Παππά περιλαμβάνει 8 τοπικές Κοινότητες με 9 οικισμούς (Νέο Σούλι, Αγιο Πνεύμα, Εμμανουήλ Παππάς, Μέταλλα και Συκιά, Χρυσό, Πεντάπολη, Τούμπα, Δαφνούδι) και έναν επιπλέον εγκαταλελειμμένο οικισμό, το Δράνοβο [14]-[15]. Εκεί βρίσκεται και η έδρα του Δήμου, το Χρυσό. Η Δ.Ε. Στρυμόνα περιλαμβάνει άλλες 8 τοπικές Κοινότητες με 8 οικισμούς (Νέος Σκοπός, Μονόβρυση, Βαλτοτόπι, Πεθελινός, Μεσοκώμη, Παραλίμνιο, Ψυχικό, Νεοχώρι) [14]-[15].

Οι παλαιές ονομασίες των οικισμών (βλ. Πίνακα 1) μαρτυρούν τη μεγάλη ιστορία τους. Οι ρίζες αρκετών απ' αυτούς βρίσκονται στην αρχαία και τη ρωμαϊκή εποχή (Οινόεσσα, Κίμα) [14], [16], ενώ η ύπαρξη άλλων τεκμηριώνεται και στα βυζαντινά χρόνια (Τοπόλτζος, Ξυλοπήγαδο) [14]. Ακόμα πιο έντονα, η ζωή και η ταυτότητα των χωριών είναι συνυφασμένη με την περίοδο της τουρκοκρατίας. Χαρακτηριστικές είναι οι αντίστοιχες ονομασίες: Μπεϊλίκ Μαχαλέ, Σουμπάσκιϊ, Βιτζανί και Σαρμουσακλί - όλα τοπωνύμια με τουρκική ρίζα και σημασία [17-18].

Σύμφωνα με τη λαογραφία και την τοπική παράδοση, είναι, εξάλλου, γνωστό ότι, τα πέντε πρώτα χωριά στους πρόποδες του 'Μπόσδακα' (Μενοίκιο όρος), με γεωχωρική διάταξη που θυμίζει κύκλο, το Νέο Σούλι, ο Εμμ. Παππάς, η Πεντάπολη, το Χρυσό και το Αγ. Πνεύμα, διαβίωσαν και λειτούργησαν πολιτειακά ως σύμπλεγμα με την ονομασία 'Δαρνακοχώρια' [19].

### III. ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΔΗΜΟ ΚΑΙ ΤΗ ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ (Δ.Ε.) ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ ΠΑΠΠΑ

Οι οικισμοί του Δήμου Εμμανουήλ Παππά, την περίοδο της τουρκοκρατίας, ήταν χωριά με ελληνικό πληθυσμό, χριστιανών που ζούσαν υπό την τουρκική διοίκηση, με τον Προεστό και τους Πρόκριτους να αναλαμβάνουν τη φορολογία, την εκπροσώπηση της Κοινότητας στις τουρκικές αρχές, την επίλυση κτηματικών διαφορών καθώς και τη μέριμνα για τη λειτουργία του Σχολείου. Τα χωριά των Σεργών μπαίνουν στον Μακεδονικό Αγώνα (1904-08) ως μέρος, ακόμα, της Οθωμανικής Αυτοκρατορίας, ενώ η απελευθέρωσή τους έρχεται με την απελευθέρωση της Μακεδονίας το 1912. Την περίοδο που ξεκινούν οι Βαλκανικοί Πόλεμοι (1912-13), το μη σλαβικό στοιχείο της περιοχής αντιμετωπίζεται με ιδιαίτερη σκληρότητα. Η αντίσταση των ντόπιων κατοίκων των χωριών είναι ηρωική, σε σημείο που το Σουμπάσκιϊ των Δαρνακοχωριών, παρομοιάζεται με το -100 χρόνια πριν- ανυπότακτο Σούλι της Ηπείρου, και μετονομάζεται, το 1913, σε Νέο Σούλι [14], [17]. Μετά το ξέσπασμα του Α' Παγκοσμίου Πολέμου, το

διάστημα 1916-18, τα χωριά της περιοχής βρίσκονται πάλι υπό βουλγαρική κατοχή και οι λεηλασίες των οικισμών, οι σφαγές και η αποστολή ομήρων στη γείτονα βαλκανική χώρα (από την Τούμπα, την Πεντάπολη και άλλα χωριά) έχουν ως αποτέλεσμα τον αποδεκατισμό, έως και τον αφανισμό τους.

Η Μικρασιατική Καταστροφή (1922) φέρνει νέους πληθυσμούς προσφύγων στα διαλυμένα ή ερημωμένα χωριά των Σεργών (στον Πεθελινό, την Τούμπα, το Ψυχικό, τη Μονόβρυση, τα Μέταλλα, τη Συκιά κ.ά.), παρομοίως κι η ανταλλαγή των πληθυσμών από Ανατολική Ρωμυλία και Θράκη (στο Βαλτοτόπι, τον Νέο Σκοπό και αλλού) [14]. Όταν ξεσπά ο Β' Παγκόσμιος Πόλεμος (1939-1945) οι Βούλγαροι επιστρέφουν στη Μακεδονία (1941-44, Γ' Βουλγαρική Κατοχή) με σκοπό τον αφελληνισμό της είτε με βιαιότητες ή ανοίγοντας βουλγαρικά σχολεία και επιβάλλοντας τη γλώσσα τους. Είναι χαρακτηριστικό ότι εξαιτίας της μακροχρόνιας αλληλεπίδρασης με το βουλγαρικό στοιχείο, ηλικιωμένοι, στα χωριά των Σεργών, γνωρίζουν, ακόμα και σήμερα, τη σλαβική γλώσσα, ενώ αυτούσιες βουλγαρικές λέξεις (μπάμπω, βίτσα, γκλάβα κ.λπ.) έχουν από τότε υιοθετηθεί στην τοπική ντοπιολαλιά. Μετά το τέλος των πολέμων, η περιοχή προσπαθεί να ορθοποδήσει, με όλα τα οικονομικά, κοινωνικά και πολιτικά προβλήματα που βιώνει η Ελλάδα του 1950 - 1960. Οικονομικά, βασίζεται στην αγροτική παραγωγή (λ.χ. καπνά, σιτηρά), ενώ οδηγείται και στη μετανάστευση [14]-[15], [17].

Τα 11 υπό μελέτη λιθόκτιστα σχολεία, εντοπίζονται γεωγραφικά στα όρια της σημερινής Δ.Ε. Εμμ. Παππά, στο κεντρικό και βόρειο τμήμα του Δήμου, ως τους πρόποδες του Μενοίκιου όρους.

Οι πρώτες μαρτυρίες για σχολεία στους οικισμούς της Δ.Ε. Εμμανουήλ Παππά αφορούν στους 5 οικισμούς του συμπλέγματος των Δαρνακοχωριών και, χρονικά, στο 2ο μισό του 19ου αιώνα. Ιδιαίτερα στο τέλος του 19ου αιώνα παρατηρείται οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη της τουρκοκρατούμενης Μακεδονίας που οδηγεί και σε εκπαιδευτική άνθηση, με τη συλλογική πεποίθηση να εκτιμά ότι με την εκπαίδευση οι σκλαβωμένες περιοχές θα οδηγηθούν στην Απελευθέρωση [20]. Αναφέρεται λειτουργία δημοτικού σχολείου το 1852 στο Σουμπάσκιϊ (Νέο Σούλι) [17], [21], κι επίσης, λειτουργία σχολείου με τμήματα αρρεναγωγείου και παρθενγωγείου και δυναμικό 150-200 μαθητών, τουλάχιστον από το 1870, στο Αγιο Πνεύμα [20]. Στη Δοβίστα (Εμμ. Παππά), το 1906 αποπερατώνεται το Σχολαρχείο ή «Εκπαιδευτήρια της Ελληνικής Ορθοδόξου Κοινότητας» [20] - ένα κτίριο που σώζεται μέχρι σήμερα και περιλαμβάνεται στην παρούσα καταγραφή. Αναφορές περιηγητών μαρτυρούν, επίσης, τη λειτουργία σχολείων στο χωριό και παλιότερα (μέσα του 19ου αιώνα) [20]-[21]. Στην Πεντάπολη, το κεφαλοχώρι των Δαρνακοχωριών, αναφέρεται η λειτουργία σχολείου αρρένων, στα τέλη του 19ου αιώνα [14], [20].

Πίνακας 2 – Σχολικά κτίρια (ιστορικά, νεότερα) Δ.Ε. Εμμανουήλ Παππά

| Τοπική Κοινότητα | Οικισμός           | Πληθυσμός (2011) | Σχολεία σε λειτουργία               | Ιστορικά (λιθόκτιστα) σχολικά κτίρια                               |                       |
|------------------|--------------------|------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|                  |                    |                  |                                     | Σχολικά κτίρια                                                     | Σημερινή Χρήση        |
| Νέου Σουλίου     | Νέο Σούλι          | 2.399            | Νηπιαγωγείο<br>Δημοτικό<br>Γυμνάσιο | Δημοτικό Ν. Σουλίου                                                | Δημοτικό              |
|                  |                    |                  |                                     | Γυμνάσιο Ν. Σουλίου                                                | Γυμνάσιο              |
| Αγίου Πνεύματος  | Άγιο Πνεύμα        | 1.353            | Νηπιαγωγείο<br>Γυμνάσιο             | Παλαιό Δημοτικό Αγ. Πνεύματος                                      | Πολιτιστικός Σύλλογος |
|                  |                    |                  |                                     | Γυμνάσιο Αγ. Πνεύματος                                             | Γυμνάσιο              |
| Εμμανουήλ Παππά  | Εμμανουήλ Παππάς   | 601              | -                                   | Σχολαρχείο (Εκπαιδευτήρια Ελληνικής Ορθόδοξης Κοινότητας) Ε. Παππά | Μουσείο               |
|                  |                    |                  |                                     | Παλαιό Δημοτικό Ε. Παππά                                           | Χωρίς Χρήση           |
| Μετάλλων         | Συκιά              | 50               | -                                   | Παλαιό Δημοτικό Συκιάς                                             | Κ.ΑΠ.Η.               |
|                  | Μέταλλα            | 275              | -                                   | Παλαιό Δημοτικό Μετάλλων                                           | Κ.ΑΠ.Η.               |
| Χρυσού           | Χρυσό (έδρα Δήμου) | 1571             | Νηπιαγωγείο<br>Δημοτικό             | Παλαιό Δημοτικό Χρυσού                                             | Δημαρχείο             |
| Πενταπόλεως      | Πεντάπολη          | 995              | Νηπιαγωγείο<br>Δημοτικό<br>Λύκειο   | Σχολείο Πεντάπολης                                                 | Λύκειο                |
| Τούμπας          | Τούμπα             | 576              | Δημοτικό                            | Δημοτικό                                                           | Δημοτικό              |
| Δαφνουδίου       | Δαφνούδι           | 443              | Δημοτικό                            | -                                                                  | -                     |

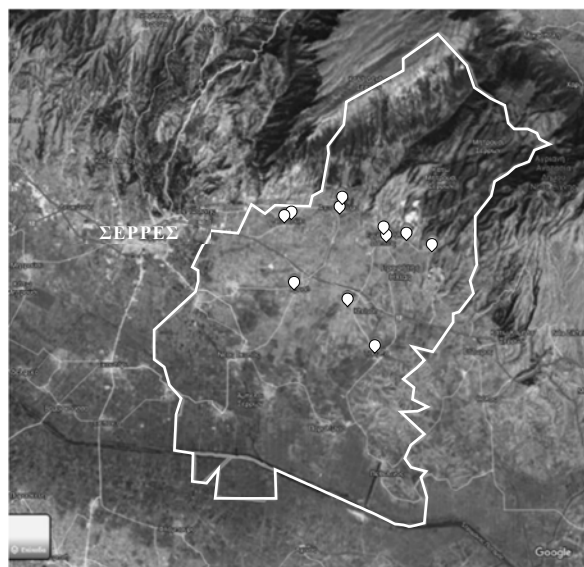
Αλλα χωριά της Δ.Ε. Εμμ. Παππά, όπως το Δαφνούδι, περιβάλλονται, την περίοδο της Επανάστασης, από τον θρύλο του 'κρυφού σχολείου', ενώ η λειτουργία σχολείων εκεί τεκμηριώνεται στις αρχές του 20ου αιώνα [14]-[15].

#### IV. ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΣΧΟΛΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ Δ.Ε. ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ ΠΑΠΠΑ

Στην υπό μελέτη περιοχή (Δ.Ε. Εμμανουήλ Παππά), εντοπίστηκαν, σήμερα, 12 συνολικά εν λειτουργία σχολεία, ειδικότερα, 4 νηπιαγωγεία, 5 δημοτικά, 2 γυμνάσια και 1 λύκειο, που στεγάζονται σε ιστορικά (λιθόκτιστα) ή νεότερα κτίσματα (βλ. Πίνακα 2). Σε ιστορικά κτίρια φιλοξενούνται τα 5 από αυτά, συγκεκριμένα, το Δημοτικό και το Γυμνάσιο Ν. Σουλίου, το Γυμνάσιο Αγ. Πνεύματος, το Λύκειο Πεντάπολης και το Δημοτικό Τούμπας. Εντοπίζονται, επίσης, 5 ιστορικά (λιθόκτιστα) σχολικά κτίρια που έχουν αλλάξει χρήση, τα εξής: Δημοτικό Αγ. Πνεύματος (Πολιτιστικός Σύλλογος), Σχολαρχείο Εμμανουήλ Παππά (Μουσείο), Δημοτικά στη Συκιά και στα Μέταλλα (Κ.ΑΠ.Η. και τα δύο) και Δημοτικό Χρυσού (Δημαρχείο). Καταγράφεται, τέλος, ένα ιστορικό σχολικό κτίριο, το παλαιό Δημοτικό Εμμ. Παππά, που βρίσκεται σήμερα χωρίς χρήση (κενό). Η γεωγραφική θέση των 11 ιστορικών σχολικών κτιρίων της Δ.Ε. Εμμ. Παππά παρουσιάζεται στην Εικόνα 1, ενώ στον Πίνακα 2 καταγράφονται τα συνολικά σχολικά κτίρια (ιστορικά και νεότερα) που λειτουργούν ως σχολεία ή έχουν αλλάξει χρήση.

Για τη μελέτη των κτιρίων, πραγματοποιήθηκαν επιτόπου επισκέψεις, φωτογραφική αποτύπωση,

καταγραφή των ιστορικών, αρχιτεκτονικών και κατασκευαστικών χαρακτηριστικών τους, καθώς και αποτίμηση της κατάστασης διατήρησής τους [22]. Αναζητήθηκαν αρχαικό υλικό, αρχιτεκτονικά σχέδια και πληροφορίες σε σχέση με την ιστορία, κατασκευή και λειτουργία των κτιρίων. Διευκρινίζεται ότι η παρουσίαση εδώ αφορά την πρώτη προσέγγιση καταγραφής και μελέτης μέρους των ιστορικών σχολείων που εντοπίζονται σήμερα στον Δήμο (παρουσιάζονται μόνο τα κτίρια μίας Δ.Ε.), ενώ η έρευνα βρίσκεται σε εξέλιξη. Στη μελέτη συμμετείχαν προπτυχιακοί και μεταπτυχιακοί φοιτητές του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών ΔΠΠΑΕ, ενώ πολύ σημαντική ήταν η συμβολή της Τεχνικής Υπηρεσίας του Δήμου Εμμανουήλ Παππά.



Εικόνα 1 – Γεωγραφική θέση των 11 ιστορικών σχολικών κτιρίων στη Δ.Ε. Ε. Παππά, εντός του Δήμου [Google maps, επεξεργασμένη]

## V. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΩΝ

Από τα στοιχεία μελέτης των 11 λιθοκτιστών σχολικών κτιρίων που εντοπίστηκαν στη Δ.Ε. Εμμ. Παππά (βλ. Πίνακα 3 και Εικόνα 2), προκύπτει ότι τα κτίρια κατασκευάστηκαν την περίοδο 1897-1955 - αδρά στο α' μισό του 20ου αιώνα. Εντός αυτής της περιόδου, κατατάσσονται, αναλυτικότερα, σε 3 διακριτές ιστορικές φάσεις (περιόδους) κατασκευής σχολικών κτιρίων ανά τη χώρα (βλ. παρακάτω).

Τα παλαιότερα κτίρια χρονολογούνται το 1897 (Γυμνάσιο Νέου Σουλίου) και το 1906 (Σχολαρχείο

Εμμανουήλ Παππά), ενώ ακόμα 2 σχολεία κατασκευάστηκαν την περίοδο 1914-25 (Παλιό Δημοτικό Αγ. Πνεύματος, Λύκειο Πεντάπολης). Επόμενα, 2 σχολεία κατασκευάστηκαν την περίοδο 1931-35 (Δημοτικό Ν. Σουλίου, Παλιό Δημοτικό Μετάλλων), ενώ 5 την περίοδο 1950-55 (Δημοτικό Τούμπας, Γυμνάσιο Αγ. Πνεύματος, Παλιό Δημοτικό Χρυσού, Παλιό Δημοτικό Συκιάς, Παλιό Δημοτικό Εμμ. Παππά). Καταγράφεται, επίσης, αξιοσημείωτα, ένα ακόμη σχολικό κτίριο κατασκευής του 1922, το παλιό σχολείο Δαφνουδίου, το οποίο γκρεμίστηκε τη δεκαετία του 1980 και στη θέση του ανεγέρθηκε νέο σχολικό κτίριο.

**Πίνακας 3 – Αρχιτεκτονικά και κατασκευαστικά χαρακτηριστικά λιθοκτιστών σχολείων Δ.Ε. Εμμανουήλ Παππά**

| Πέτρινα σχολικά κτίρια                                                  | Έτος κατ/ ευής | Περίοδος κατ/ευής                                                             | Όροφοι                           | Προσανατολισμός | Τύπος κάτοψης                          | Τύπος/χαρακτηριστικά τοιχοποιιών | Τύπος/χαρακτηριστικά ανοιγμάτων                                           |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------|----------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <b>A-01.</b><br>Γυμνάσιο Ν. Σουλίου                                     | 1897           | [Α]<br><br>Τέλη 19ου αι. - 1928 (έναρξη Προγράμματος «Νέων Σχολικών Κτιρίων») | 2 (ισόγειο, όροφος)              | ΝΔ              | Σε σχήμα Τ (η προεξοχή στην κύρια όψη) | Λιθοδομή επιχρισμένη             | Ορθογωνικά, συμμετρικά με εξωτερική διακόσμηση στην πάνω και κάτω πλευρά. |
| <b>A-02.</b><br>Σχολαρχείο Εμμ. Παππά * (Μουσείο)                       | 1906           |                                                                               | 2 (ισόγειο, όροφος)              | Ν               | Ορθογωνική (25x9m)                     | Λιθοδομή επιχρισμένη             | Ορθογωνικά, συμμετρικά. Πλαίσια με τοξωτά ανώφλια                         |
| <b>A-03.</b><br>Παλαιό Δημοτικό Αγ. Πνεύματος * (Πολιτιστικός Σύλλογος) | 1914           |                                                                               | 2 (ισόγειο, όροφος)              | Ν               | Ορθογωνική (22x16m)                    | Λιθοδομή επιχρισμένη             | Ορθογωνικά, συμμετρικά. Ελαφρά τοξωτή στέψη και περιμετρικό πλαίσιο       |
| <b>A-04.</b><br>Λύκειο Πεντάπολης                                       | 1925           |                                                                               | 3 (ημι-υπόγειο, ισόγειο, όροφος) | ΝΑ              | Σε σχήμα Π (57x11m)                    | Λιθοδομή επιχρισμένη             | Ορθογωνικά, συμμετρικά                                                    |
| <b>B-01.</b><br>Δημοτικό Σχολείο Ν. Σουλίου                             | 1931           | [Β]<br><br>Δεκαετία 1930 – τέλος Β' Π.Π.                                      | 3 (ημιυπόγειο, ισόγειο, όροφος)  | Ν               | Ορθογωνική (40x12m)                    | Λιθοδομή επιχρισμένη             | Ορθογωνικά, συμμετρικά                                                    |
| <b>B-02.</b><br>Παλιό Δημοτικό Μετάλλων (Κ.Α.Π.Η.)                      | 1935           |                                                                               | 1 (Ισόγειο)                      | ΝΔ              | Ορθογωνική (13,5x7m)                   | Λιθοδομή επιχρισμένη             | Ορθογωνικά, συμμετρικά                                                    |
| <b>Γ-01.</b><br>Δημοτικό Σχολείο Τούμπας                                | 1950           | [Γ]<br><br>1945 – 1955 (μεταπολεμικά)                                         | 2 (Ισόγειο, όροφος)              | ΝΑ              | Ορθογωνική (23x9m)                     | Λιθοδομή επιχρισμένη             | Ορθογωνικά, συμμετρικά                                                    |
| <b>Γ-02.</b><br>Γυμνάσιο Αγ. Πνεύματος                                  | 1955           |                                                                               | 1 (υπερ-υψωμένο ισόγειο)         | ΝΑ              | Ορθογωνική (60x12m)                    | Λιθοδομή επιχρισμένη             | Ορθογωνικά, συμμετρικά                                                    |
| <b>Γ-03.</b><br>Παλιό Δημοτικό Χρυσού * (Δημαρχείο)                     | 1955           |                                                                               | 3 (ημι-υπόγειο, ισόγειο, όροφος) | Ν               | Σε σχήμα Τ (η προεξοχή στην πίσω όψη)  | Λιθοδομή επιχρισμένη             | Ορθογωνικά, συμμετρικά                                                    |
| <b>Γ-04.</b><br>Παλαιό Δημοτικό Εμμ. Παππά                              | 1955           |                                                                               | 3 (ημι-υπόγειο, ισόγειο, όροφος) | Ν               | Ορθογωνική (30x10m)                    | Λιθοδομή επιχρισμένη             | Ορθογωνικά, συμμετρικά                                                    |
| <b>Γ-05.</b><br>Παλιό Δημοτικό Συκιάς (Κ.Α.Π.Η.)                        | 1955           |                                                                               | 1 (Ισόγειο)                      | Ν               | Ορθογωνική (13,5x7m)                   | Λιθοδομή επιχρισμένη             | Ορθογωνικά, συμμετρικά                                                    |
| * Διατηρητέο με απόφαση ΥΠΟΑ                                            |                |                                                                               |                                  |                 |                                        |                                  |                                                                           |



**Εικόνα 2** – Κεντρική όψη πέτρινων σχολείων: Α' περιόδου (τέλη 19ου – 1928): Α-01. Γυμνάσιο Ν. Σουλίου (1897), Α-02. Σχολαρχείο Εμμ. Παππά (1906), Α-03. Παλιό Δημοτικό Αγ. Πνεύματος (1914), Α-04. Λύκειο Πεντάπολης (1925), Β' περιόδου (δεκαετία 1930-τέλος β' Π.Π.): Β-01. Δημοτικό Ν. Σουλίου (1931), Β-02. Παλιό Δημοτικό Μετάλλων (1935), Γ' περιόδου (μεταπολεμικά, 1945-1955): Γ-01. Δημοτικό σχολείο Τούμπας (1950), Γ-02. Γυμνάσιο Αγ. Πνεύματος (1955), Γ-03. Παλιό Δημοτικό Χρυσού (1955), Γ-04. Παλαιό Δημοτικό Εμμ. Παππά (1955), Γ-05. Παλιό Δημοτικό Συκιάς (1955). [Πηγές φωτογραφιών: Τεχνική Υπηρεσία Δήμου Εμμανουήλ Παππά & αρχείο συγγραφέων].

Εξετάζοντας, συνολικά, την αρχιτεκτονική αλλά και τη θέση των κτιρίων σε κάθε οικισμό διαπιστώνουμε ότι αυτά ανήκουν (βλ. Πίνακα 3) σε 3 διακριτές περιόδους κατασκευής σχολικών κτιρίων στη χώρα, οι οποίες είναι οι εξής:

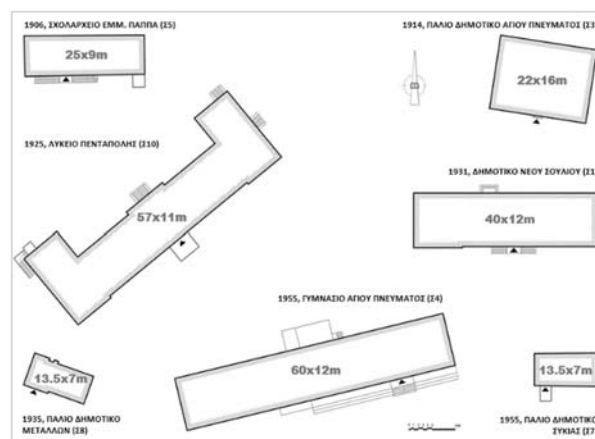
- Α. Τέλη 19ου αι. - 1928 (έναρξη Προγράμματος «Νέων Σχολικών Κτιρίων» [10], [12]-[13]),
- Β. Δεκαετία 1930 – τέλος Β' Π.Π.
- Γ. 1945 – 1955 (μεταπολεμικά).

Σε κατασκευαστικό επίπεδο, από την ανάλυση των στοιχείων προκύπτει ότι, όλα τα σωζόμενα κτίρια αφορούν σε σύμμεκτες κατασκευές με λιθοδομή στις τοιχοποιίες και δάπεδα από σκυρόδεμα και ξύλο. Το σκυρόδεμα εμφανίζεται, κατά κανόνα, στα κτίρια της Β' και Γ' περιόδου ενώ, όπου υπάρχει σε κτίρια προγενέστερα του 1930, αφορά, πιθανόν, μετέπειτα επισκευές και προσθήκες.

Τα κτίρια έχουν από 1 έως 3 ορόφους (ημιπόγειο, ισόγειο, όροφος), ενώ σε όλες τις περιπτώσεις το ισόγειο είναι υπερυψωμένο κατά 0.8-1.4 m από τη στάθμη του εδάφους. Αυτό συνδέεται με την προσπάθεια αποφυγής βλαβών στο κέλυφος, λόγω της ανερχόμενης υγρασίας από το έδαφος [4]-[5]. Παρατηρείται ότι τα πρωιμότερα σχολεία (μέχρι το 1922) έχουν 2 ορόφους (υπερυψωμένο ισόγειο, όροφος), ενώ ημιπόγειο προστίθεται στα σχολικά κτίρια από το 1925 και έπειτα (βλ. Πίνακα 3). Τα μεταπολεμικά κτίρια (1950-55) είναι ισόγεια στους μικρότερους οικισμούς και 2 έως 3 ορόφων στους μεγαλύτερους (βλ. Πίνακα 3 και Εικόνα 2).

Ο προσανατολισμός των κτιρίων είναι Ν, ΝΔ ή ΝΑ (βλ. Εικόνα 3 και Πίνακα 3) και τα κτίρια είναι τοποθετημένα στο πίσω μέρος των οικοπέδων. Στο υπόλοιπο γήπεδο διαμορφώνεται το προαύλιο (νότια).

Στην κεντρική όψη υπάρχει η θύρα εισόδου, που συνήθως καλύπτεται με στέγαστρο ή εξώστη (στην περίπτωση διώροφης κατασκευής). Η κάτοψη των κτιρίων είναι κυρίως ορθογωνική, με διαστάσεις που ποικίλουν από 22x16m έως 40x12m και 60x12m (βλ. Εικόνα 3 και Πίνακα 3). Σε σχολεία του 1915-25 παρατηρείται κάτοψη σε σχήμα Τ με κεντρική προεξοχή (Γυμνάσιο Ν. Σουλίου) και κάτοψη σε σχήμα Π (Λύκειο Πεντάπολης). Σε ένα νεότερο σχολείο του 1955 παρατηρείται, επίσης, κάτοψη σε σχήμα Τ με την προεξοχή στην πίσω όψη (Παλιό Δημοτικό Χρυσού). Στις περισσότερες περιπτώσεις, η κάτοψη είναι συμμετρική κατά τον κεντρικό εγκάρσιο άξονα εκατέρωθεν του οποίου αναπτύσσονται οι αίθουσες διδασκαλίας [4]. Στην πίσω πλευρά, διαμορφώνεται επιμήκης διάδρομος με πρόσβαση στις αίθουσες διδασκαλίας. Το εσωτερικό κλιμακοστάσιο βρίσκεται, συνήθως, στην πίσω (βορεινή) ή στη Δυτική πλευρά του κτιρίου.



**Εικόνα 3** – Ενδεικτικά μεγέθη και Προσανατολισμός των σχολικών κτιρίων – σκαριφήματα περιγράμματος κάτοψης, συγκριτικά

Τα εξωτερικά ανοίγματα (βλ. Πίνακα 3 και Εικόνα 2) είναι συμμετρικά, τοποθετημένα στις περιμετρικές τοιχοποιίες, τόσο κατά τον οριζόντιο άξονα, όσο και καθ' ύψος. Είναι μεγάλου ύψους και ορθογωνικού σχήματος, με διαστάσεις έως 0.9 x 2.0m (Π x Υ), ενώ σε κάποιες περιπτώσεις (π.χ. Δημοτικό Αγ. Πνεύματος, 1914) παρουσιάζουν ελαφρά τοξωτή στέψη.

Ο προσανατολισμός των κτιρίων παίζει σημαντικό ρόλο στα επίπεδα θερμικής και οπτικής άνεσης που διαμορφώνονται στον εσωτερικό χώρο. Μέσω των μεγάλων ανοιγμάτων επιτυγχάνεται φυσικός φωτισμός και φυσικός αερισμός, μονόπλευρος, για τις αίθουσες διδασκαλίας που έχουν παράθυρα στον ένα τοίχο και διαμπερές στους κοινόχρηστους χώρους του ισόγειου με τις θύρες εισόδου σε αντιμέτωπους ή διπλανούς τοίχους [23]-[24] (κύρια και δευτερεύουσα είσοδος, διάδρομος ισόγειου). Η έμφαση στα σχολικά κτίρια που βρίσκονται σε αυτή την ημιορεινή τοποθεσία (ψυχροί χειμώνες) δίνεται στη χειμερινή περίοδο. Η τοποθέτηση των αιθουσών στον νότο οδηγεί σε ηλιακά κέρδη, καθώς τους χειμερινούς μήνες η πρόσπτωση των ηλιακών ακτινών είναι σχεδόν κάθετη στα νότια ανοίγματα κι έτσι αυτά, σε συνδυασμό με τη θερμική μάζα του κτιρίου, λειτουργούν ως παθητικά συστήματα άμεσου κέρδους. Τους θερινούς μήνες, η ηλιακή ακτινοβολία δημιουργεί μικρότερη γωνία πρόσπτωσης με τις κατακόρυφες επιφάνειες των νότιων ανοιγμάτων, μειώνοντας την αύξηση της θερμοκρασίας του εσωτερικού χώρου. Το πάχος των πέτρινων εξωτερικών τοίχων αυξάνει τη θερμική αδράνεια των κτιρίων μειώνοντας τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας εσωτερικά, σε σχέση με τις μεταβολές της θερμοκρασίας του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Μορφολογικά, τα σχολικά κτίρια παρουσιάζουν λιτή διακόσμηση που κυρίως τονίζει τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά τους. Τα 3 παλαιότερα σχολεία (κατασκευής 1897, 1906 και 1914) ακολουθούν αδρά τις αρχές μνημειακών νεοκλασικών κτιρίων της εποχής τους [13]. Τα σχολεία της μεσοπολεμικής μεταβατικής περιόδου (κατασκευής 1925, 1931 και 1935) εμφανίζονται με πιο λιτές γραμμές και απλούστερη ογκοπλασία, με διαστάσεις ανάλογες με τον οικισμό και τον πληθυσμό που εξυπηρετούσαν. Τα 5 σχολεία της μεταπολεμικής περιόδου (1950-55) ίσως έχουν ελάχιστες επιρροές από τις αρχές του Μοντέρνου Κινήματος και παραμένουν λιθοκτιστά, εντάσσουν όμως το σκυρόδεμα στον φέροντα οργανισμό τους. Μιλώντας συνολικά, οι όψεις όλων των σχολείων είναι επιχρισμένες, ενώ διαμορφώνονται διακοσμητικά πλαίσια περιμετρικά των ανοιγμάτων, καθώς και περιμετρικές οριζόντιες ταινίες στο ύψος κάθε στάθμης (βλ. Εικόνα 2). Η διακόσμηση είναι εντονότερη (με γείσα, φουρούσια κ.λπ.) στα μεγαλύτερα σχολεία, αυτά των κεντρικότερων οικισμών των Δαρνακοχωρίων (π.χ. Παλιό Δημοτικό Αγ. Πνεύματος, Σχολαρχείο Εμμ. Παππά) - πρόκειται για κτίρια που χρονολογούνται στις αρχές του 20ου αιώνα (κτίρια της Α' περιόδου, έως 1928).

Κατασκευαστικά, όλες οι τοιχοποιίες αφορούν σε λιθοδομή με αργούς ή ημιλαξευτούς λίθους τοπικής προέλευσης και κονιάματα βασισμένα στην άσβεστο, ακολουθώντας τις παραδοσιακές αρχές δόμησης που απαντώνται στην περιοχή της Μακεδονίας. Εσωτερικά, όλες οι τοιχοποιίες είναι επιχρισμένες με διαδοχικές στρώσεις κονιαμάτων και βαφής. Το πάχος τους μειώνεται καθ' ύψος και διαμορφώνεται από 75-90 cm στο ισόγειο σε 75-60 cm στον όροφο, προκειμένου να μειωθεί το ίδιο βάρος της κατασκευής [4]-[5]. Τα δάπεδα των αιθουσών και, συχνά, του διαδρόμου του ορόφου είναι ξύλινα και εδράζονται σε ξύλινες εγκάρσιες δοκούς. Τα δάπεδα των διαδρόμων, όπως και το κλιμακοστάσιο, είναι κατασκευασμένα από οπλισμένο σκυρόδεμα στα κτίρια της Β' και Γ' περιόδου και εδράζονται στις περιμετρικές τοιχοποιίες. Σε ορισμένες περιπτώσεις αυτές είναι ενισχυμένες με κατακόρυφους πεσσούς από λιθοδομή που τρέχουν σε όλο το ύψος των κτιρίων. Η στέγη είναι ξύλινη, συχνά τετράριχτη, με κεραμίδια.

## VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο Δήμος Εμμανουήλ Παππά Σερρών που αποτελείται από τις Δ.Ε. Εμμ. Παππά και Στρυμόνα παρουσιάζει μεγάλο ιστορικό πλούτο. Η ταυτότητα της περιοχής είναι συνυφασμένη με την περίοδο της τουρκοκρατίας, κατά την οποία οι 5 μεγαλύτεροι οικισμοί στους πρόποδες του Μενοίκιου όρους λειτούργησαν ως σύμπλεγμα με την ονομασία 'Δαρνακοχώρια'. Κατά την καταγραφή και μελέτη των ιστορικών σχολικών κτιρίων της Δ.Ε. Εμμ. Παππά που σώζονται ως σήμερα, είτε φιλοξενώντας, ακόμα, τον θεσμό του σχολείου, είτε έχοντας αλλάξει χρήση, εντοπίστηκαν συνολικά 11 λιθοκτιστά σχολικά κτίρια, από τα οποία 5 βρίσκονται σε λειτουργία ως σχολεία, 5 έχουν αλλάξει χρήση (Πολιτιστικός Σύλλογος, Μουσείο, Κ.ΑΠ.Η.) και 1 παραμένει κενό. Σε μία πρώτη προσέγγιση καταγραφής και μελέτης των 11 κτιρίων, παρουσιάστηκαν αρχιτεκτονικά και κατασκευαστικά χαρακτηριστικά τους, η συγκριτική θεώρησή των οποίων μας οδηγεί στα παρακάτω συμπεράσματα:

- Τα κτίρια κατασκευάστηκαν την περίοδο 1897-1955. Τοποθετούνται σε 8 γειτονικούς οικισμούς, 5 εκ των οποίων διαμορφώνουν το σύμπλεγμα των Δαρνακοχωρίων. Ανήκουν σε 3 διακριτές περιόδους που αφορούν στην κατασκευή σχολείων στη χώρα: Α') τέλη 19ου αι. – 1928, Β') 1928 – 1945, Γ') 1945 – 1955.
- Τα σχολικά κτίρια που μελετήθηκαν αποτελούνται από 1 έως 3 ορόφους (ημιυπόγειο, ισόγειο, όροφος), ενώ σε όλες τις περιπτώσεις το ισόγειο είναι υπερυψωμένο κατά 0.8 - 1.4 m από τη στάθμη του εδάφους. Ο προσανατολισμός των κτιρίων είναι πάντοτε Ν, ΝΔ ή ΝΑ, τα κτίρια είναι τοποθετημένα στο πίσω (βορεινό) μέρος του οικοπέδου και έχουν νότια αυλή.
- Η κάτοψη των κτιρίων είναι, κατά κύριο λόγο, ορθογωνική, συμμετρική κατά τον κεντρικό,

- εγκάρσιο άξονα, με διαστάσεις που ποικίλουν από 22x16m έως 44x12m και 56x9m. Στο παλαιότερο σχολείο (1897) παρατηρείται κάτοψη σχήματος T (Γυμνάσιο Ν. Σουλίου), ενώ σε σχολείο του 1925 του κεντρικότερου οικισμού (Λύκειο Πεντάπολης) παρατηρείται κάτοψη σε σχήμα Π. Τα εξωτερικά ανοίγματα των κτιρίων είναι τοποθετημένα στις περιμετρικές τοιχοποιίες, συμμετρικά κατά τον οριζόντιο άξονα και καθ' ύψος.
- Τα κτίρια παρουσιάζουν λιτή διακόσμηση που κυρίως τονίζει τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά τους. Ανάλογα με την περίοδο κατασκευής τους, στοιχεία τους αντανakλούν τη δεσπόζουσα αρχιτεκτονική τάση. Στο σύνολό τους οι όψεις είναι επιχρισμένες, ενώ διαμορφώνονται διακοσμητικά πλαίσια περιμετρικά των ανοιγμάτων, καθώς και περιμετρικές οριζόντιες ταινίες σε κάθε στάθμη.
  - Κατασκευαστικά, οι τοιχοποιίες αφορούν σε λιθοδομή με αργούς ή ημιλαξευτούς λίθους τοπικής προέλευσης και κονιάματα βασισμένα στην άσβεστο, με μειούμενο καθ' ύψος πάχος, ακολουθώντας τις παραδοσιακές αρχές δόμησης. Τα δάπεδα των αιθουσών και, συχνά, του διαδρόμου του ορόφου είναι ξύλινα και εδράζονται σε ξύλινες εγκάρσιες δοκούς. Συμπληρωματικά, παρατηρείται χρήση οπλισμένου σκυροδέματος στα δάπεδα των διαδρόμων και το κλιμακοστάσιο κατά κανόνα των νεότερων κτιρίων.

Στην παρούσα εργασία έγινε προσπάθεια θεώρησης ιστορικών πτυχών του θεσμού των σχολείων και των οικισμών της Δ.Ε. Εμμ. Παππά που τον φιλοξένησαν στο α' μισό 20ου αιώνα, προσδιορίζοντας, ταυτόχρονα, την αρχιτεκτονική - κατασκευαστική ταυτότητα 11 υφιστάμενων λιθοκτιστων σχολικών κτιρίων. Η εργασία στοχεύει να συνδράμει επιστημονικά στον τομέα της τεχνολογίας των κατασκευών και των παραδοσιακών μεθόδων και υλικών δόμησης, με αναφορές στην περιοχή των Σερρών και της Μακεδονίας, καθώς επίσης στους τομείς της αρχιτεκτονικής και της νεότερης ιστορίας της εκπαίδευσης και του πολιτισμού μας.

## VII. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] Watters, D.M., Our Catholic school: themes and patterns in early Catholic school buildings and architecture before 1872, The Innes Review, Edinburgh Univ. Press (71.1) (2020) 1-66.
- [2] Martinez-Molina A., Boarin P., Tort-Ausina I., Vivancos J.L., Post-occupancy evaluation of a historic primary school in Spain: Comparing PMV, TSV and PD for teachers' and pupils' thermal comfort, Building and Environment 117 (2017) 248-259.
- [3] Dascalaki E.G., Serpetzoglou V.G., Energy performance and indoor environmental quality in Hellenic schools, Energy and Buildings 43 (2-3) (2011) 718-727.
- [4] Pacht V., 2021, Historic and constructional aspects of stone schools in Greece: the case of the Aristotle municipality in Chalkidiki. Journal of Architecture and Urbanism, Vol. e 45 Issue 2, pp. 143-154.
- [5] Pacht V., Terzi V., Malandri E., 2021, Architectural, Constructional and Structural Aspects of a Historic School in Greece. The Case of the Elementary School in Arnaia, Chalkidiki. Heritage, Vol. 4, pp. 1-19.
- [6] Καλαφάτη Ε., Τα σχολικά κτίρια της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης 1821-1929, Από τις προδιαγραφές στον προγραμματισμό, Ιστορικό Αρχείο Ελληνικής Νεολαίας, Γενική Γραμματεία Νέας Γενιάς, Αθήνα, 1988.
- [7] Κοκκώνης Ι.Π., Περίληψη της γενομένης αναφοράς εις την επί της Προπαιδείας Επιτροπήν περί του Εγχειριδίου του δια τα Αλληλοδιδασκτικά Σχολεία της Γαλλίας συνταχθέντος υπό του Κ. Σαραζίνου (SARAZIN), Αίγινα, 1830.
- [8] Μωραΐτης Σ., Διδασκαλική: ή σύντομοι οδηγίαί περί της χρήσεως της νέας διδασκαλικής μεθόδου, Βιβλιοθήκη του προς Διάδοσιν των Ελληνικών Γραμμάτων Συλλόγου, 45, Σύλλογος προς Διάδοσιν των Ελληνικών Γραμμάτων, Εκδόσεις Βλαστού, Αθήνα, 1880.
- [9] Ελληνικός Πολυτεχνικός Σύλλογος, Το εν Παρίσις Διεθνές Συνέδριον της υγιεινής των οικοδομών, Υπέρ των εν Ελλάδι εφαρμοζόμενων μέτρων δια την υγιεινήν των σχολικών κτιρίων, Αρχιμήδης, Μηνιαίον Περιοδικόν Σύγγραμμα, Αρ. 2, Αθήνα, Ιούνιος 1906.
- [10] Καραντινός Π., Τα νέα σχολικά κτίρια, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, 1938, Αθήνα.
- [11] Θεοδωρίδου-Σωτηρίου Μ.-Ε., «Το μοντέρνο κίνημα στα σχολικά κτίρια των Σερρών του Μεσοπολέμου», Σεραϊκά Ανάλεκτα, Επετηρίδα του Πνευματικού Κέντρου του Δήμου Σερρών, 3 (2002) 117-137.
- [12] Αντωνίου, Α. «Σχολικά κτίρια του μεσοπολέμου στην Ανατολική Μακεδονία και τη Θράκη. Συμβολή στην προστασία και την ανάδειξή τους». Διαθέσιμο online στο <https://docplayer.gr/3902622-Sholika-ktiria-toy-mesopolemy-stin-anatoliki-makedonia-kai-ti-thraki-symvoli-stin-prostasia-kai-tin-anadeixi-toys.html>
- [13] Μπούρας, Χ., Φιλίππιδης, Δ. (επιμ.), 2013. Αρχιτεκτονική. Αθήνα: Μέλισσα.
- [14] Δήμος Εμμανουήλ Παππά. Διαθέσιμο online στο <http://edemocracy-empapas.gr/o-dimos/>
- [15] Δήμος Εμμανουήλ Παππά. Διαθέσιμο online στο Δήμος Εμμανουήλ Παππά - Βικιπαίδεια [https://el.wikipedia.org/wiki/Δήμος\\_Εμμανουήλ\\_Παππά](https://el.wikipedia.org/wiki/Δήμος_Εμμανουήλ_Παππά)
- [16] Σαμάρης Δ., 1999. Ιστορία των Σερρών κατά την αρχαία και ρωμαϊκή εποχή. Θεσσαλονίκη.
- [17] Νέο Σούλι Σερρών. Διαθέσιμο Online στο Νέο Σούλι Σερρών - Βικιπαίδεια [https://el.wikipedia.org/wiki/Νέο\\_Σούλι\\_Σερρών](https://el.wikipedia.org/wiki/Νέο_Σούλι_Σερρών)
- [18] Τσιαρτσιάρης, Κ., 2019, «Ιστορικό και πολιτιστικό λεύκωμα αφιερωμένο στους κάτοικους των κοινοτήτων του Δήμου Εμμανουήλ Παππά». Διαθέσιμο online στο Δήμος Ε. Παππά <http://edemocracy-empapas.gr/wp-content/uploads/2015/06/ΛΕΥΚΩΜΑ-ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ-ΔΗΜΟΥ-ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ-ΠΑΠΠΑ.pdf>
- [19] Αθανασιάδης, Α. Δαρνακοχώρια. Ιστοσελίδα για την ιστορία των Δαρνακοχωρίων. Διαθέσιμο online στο <http://users.sch.gr/athanasiadi/darnakas/>
- [20] Χανουμίδης Λ., Λασπάς Α., Χατζηαγοράκης Δ., Αλαχούζου Μ., 2010. Η εκπαίδευση στην Πεντάπολη Ν. Σερρών. Σέρρες: Art Studio. Διαθέσιμο στο <https://serrelib.gr/pdf/pentapoli.pdf>
- [21] Εμμανουήλ Παππάς Σερρών. Διαθέσιμο online στο Εμμανουήλ Παππάς Σερρών - Βικιπαίδεια [https://el.wikipedia.org/wiki/Εμμανουήλ\\_Παππάς\\_Σερρών](https://el.wikipedia.org/wiki/Εμμανουήλ_Παππάς_Σερρών)
- [22] Η καταγραφή εντάσσεται σε μία ευρύτερη μελέτη ιστορικών σχολικών κτιρίων της Βόρειας και Κεντρικής Ελλάδας, ενώ αποτελεί μέρος ερευνητικής πρότασης ερευνητικού έργου, που κατατέθηκε στο πλαίσιο του Προγράμματος INTERREG V-A "GREECE- BULGARIA 2014-20" COOPERATION PROGRAMME.
- [23] Παπαμανώλης, Ν., 2015. Δομική φυσική και αρχές περιβαλλοντικού σχεδιασμού κτιρίων. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/5407>
- [24] Ανδρεαδάκη, Ε., 2006. Βιοκλιματικός Σχεδιασμός. Περιβάλλον και βιωσιμότητα. Θεσ/ση: University Studio Press.

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ

Μαρία Ν. Δανιήλ

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Τέρμα οδού Μαγνησίας, 62124 Σέρρες - ΕΛΛΑΣ

Τηλ.: +30 23210 49246, e-mail: mdaniil@ihu.gr

# Προσομοίωση της σχέσης βροχόπτωσης-απορροής με τεχνητά νευρωνικά δίκτυα και μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης

Δημήτριος Μπότσης\*

Επιστημονικός συνεργάτης, Τμήμα Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής, Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος, Πανεπιστημιούπολη Σεργίων, 621 24 Τέρμα Μαγνησίας, Σέρρες

Κωνσταντίνος Διαμαντάρας

Καθηγητής, Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων, Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος, Αλεξάνδρεια Πανεπιστημιούπολη, 574 00 Σίνδος, Θεσσαλονίκη

Περικλής Λατινόπουλος

Ομότιμος Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τομέας Υδραυλικής και Τεχνικής Περιβάλλοντος, 541 24, Θεσσαλονίκη

Ελευθέριος Παναγιωτόπουλος

Λέκτορας, Τμήμα Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής, Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος, Πανεπιστημιούπολη Σεργίων, 621 24 Τέρμα Μαγνησίας, Σέρρες

\*+302321049389, jimbotsis@gmail.com

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ:** Στην παρούσα ερευνητική εργασία αναπτύσσεται ένα Τεχνητό Νευρωνικό Δίκτυο (ΤΝΔ) και ένα μοντέλο Μηχανών Διανυσμάτων Υποστήριξης (ΜΔΥ) για την προσομοίωση της σχέσης βροχόπτωσης-απορροής και την πρόβλεψη χρονοσειρών στάθμης ποταμού. Για το σκοπό αυτό, δημιουργήθηκε ένα πολυστρωματικό ΤΝΔ με τρία επίπεδα εκπαιδευόμενο με τον αλγόριθμο back-propagation (Levenberg-Marquardt). Ταυτόχρονα, δημιουργήθηκε ένα μοντέλο ΜΔΥ με τρεις διαφορετικές συναρτήσεις πυρήνα (Γραμμική, Πολυωνυμική και Γκαουσιανή). Τα δεδομένα ημερήσιας βροχόπτωσης και απορροής μιας ορεινής λεκάνης απορροής χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη και εφαρμογή των μοντέλων προσομοίωσης της σχέσης βροχόπτωσης-απορροής. Σημαντικό μέρος της παρούσας έρευνας αποτελεί ο έλεγχος της επίδρασης της ιστορίας της βροχόπτωσης και της απορροής στην τελική πρόβλεψη. Η μέθοδος cross-validation χρησιμοποιήθηκε για την επιλογή του κατάλληλου αριθμού κρυφών νευρώνων στο ΤΝΔ και της καλύτερης συνάρτησης πυρήνα στο μοντέλο ΜΔΥ. Η απόδοση και η αξιοπιστία των μοντέλων ελέγχθηκαν με βάση τρία διαφορετικά κριτήρια αξιολόγησης. Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν ότι όλα τα μοντέλα είναι πολύ αποτελεσματικά στην προσομοίωση της σχέσης βροχόπτωσης-απορροής και της πρόβλεψης της στάθμης ποταμού.

**Λέξεις κλειδιά:** βροχή, απορροή, τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης, λεκάνη απορροής.

**ABSTRACT:** In this study an Artificial Neural Network (ANN) model and a Support Vector Regression (SVR) one are presented. The models have been designed to simulate the rainfall-runoff relationship and forecast river stage timeseries. For this purpose, we created a multilayer feed-forward ANN with three layers trained from the back-propagation algorithm (Levenberg-Marquardt). At the same time, we created a SVR model with three different kernel functions. (Linear, Polynomial and Gaussian). The daily rainfall and streamflow data of a mountainous watershed were used as a case study for developing the rainfall-runoff models. An important part of this research is the impact of rainfall and runoff history in the final prediction. The cross-validation method was used to choose the appropriate number of hidden neurons in the ANN and the best kernel function in SVR. The performance and reliability of models were evaluated through three different criteria. The results revealed that all the models are very effective in rainfall-runoff simulation and river stage forecasting.

**Keywords:** rainfall, runoff, artificial neural networks, support vector machines, watershed.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το νερό είναι ένας απαραίτητος φυσικός πόρος και θεωρείται βασικό στοιχείο για την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη και ευημερία. Γενικά, οι υδατικοί πόροι υφίστανται μεγάλη πίεση ή αντιμετωπίζουν αναντιστοιχία μεταξύ προσφοράς και ζήτησης σε πολλές περιοχές. Αυτό οφείλεται στην αύξηση της ζήτησης και στους περιορισμούς στη διαθέσιμη ποσότητα νερού ή στη μη ορθολογική διαχείριση των διαθέσιμων υδατικών αποθεμάτων. Στην πραγματικότητα, ο κατάλληλος σχεδιασμός για τη διαχείριση του νερού είναι η μόνη επιλογή για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων [1]-[2]-[3]-[4]. Η σύγχρονη υδρολογία ασχολείται με την κατανομή των νερών στην επιφάνεια της γης και με την κίνησή τους κάτω και πάνω από την επιφάνεια του εδάφους και διαμέσου της ατμόσφαιρας. Ένα από τα σημαντικότερα φαινόμενα της υδρολογίας είναι ο μετασχηματισμός της βροχής σε απορροή. Ειδικότερα η σχέση βροχόπτωσης-απορροής παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση και λειτουργία του υδατικού ισοζυγίου των λεκανών απορροής, καθώς και στο σχεδιασμό της διαχείρισης των υδάτινων μαζών [5]. Η ακριβής προσομοίωση της σχέσης βροχόπτωσης-απορροής είναι πολύ σημαντική για τη διαχείριση των υδατικών πόρων και στην προειδοποίηση εμφάνισης πλημμυρικών φαινομένων [6]-[7]. Αρκετές ερευνητικές προσπάθειες έχουν πραγματοποιηθεί για τον προσδιορισμό της αλληλεπίδρασης μεταξύ βροχών και απορροής με στόχο να διαμορφωθούν οι κατάλληλες στρατηγικές διαχείρισης του νερού, ώστε να καταστεί διαθέσιμο όποτε και όπου χρειάζεται [4]-[8].

Ο μετασχηματισμός της βροχόπτωσης σε απορροή αποτελεί ένα από τα πολυπλοκότερα υδρολογικά φαινόμενα, η κατανόηση του οποίου είναι δύσκολη και ακόμη περισσότερο η επίλυσή του [9]. Υπάρχει ένας

μεγάλος αριθμός παραμέτρων που επηρεάζουν τη μη γραμμική σχέση βροχόπτωσης-απορροής, όπως η εξατμισοδιαπνοή, η διήθηση, οι συνθήκες βλάστησης και η υπόγεια ροή, που είναι δύσκολο να παρασταθούν μαθηματικά, ώστε να δημιουργηθεί ένας αξιόπιστος και ακριβής αλγόριθμος για τον προσδιορισμό της τελικής απορροής. Οι συμβατικές μέθοδοι προσέγγισης της σχέσης βροχόπτωσης-απορροής είναι σε αρκετές περιπτώσεις αναποτελεσματικές στην περιγραφή ολόκληρου του φάσματος του φαινομένου και ειδικά στην ανάλυση και ακριβή προσέγγιση της συχνότητας εμφάνισης πλημμυρών [10].

Οι ερευνητές στο παρελθόν προσπάθησαν να αναπτύξουν και να εξελίξουν θεωρητικά μοντέλα για την προσομοίωση υδρολογικών φαινομένων με τη χρήση μεθόδων που στηρίζονται στους θεμελιώδεις νόμους της φυσικής και συστήματα θεωρητικών προσεγγίσεων που δεν λαμβάνουν υπόψη τις φυσικές διεργασίες του φαινομένου το οποίο προσομοιώνεται. Τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (ΤΝΔ) και οι Μηχανές Διανυσμάτων Υποστήριξης (ΜΔΥ) κατατάσσονται στην κατηγορία των μοντέλων όπου δεν είναι απαραίτητη η γνώση των φυσικών διεργασιών ενός υδρολογικού φαινομένου [11].

Η δημιουργία των ΤΝΔ ξεκίνησε πριν από περίπου 60 χρόνια, το 1943, όταν οι McCulloch και Pitts εμπνεύστηκαν από τη λειτουργία και τη δομή του ανθρώπινου εγκεφάλου και προσπάθησαν να την προσομοιώσουν [12]-[13]. Από τα τέλη της δεκαετίας του 1980 και κυρίως κατά τη δεκαετία του 1990 τα ΤΝΔ χρησιμοποιήθηκαν σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, εξαιτίας της δημιουργίας εξελιγμένων αλγορίθμων εκπαίδευσης και ισχυρών υπολογιστικών εργαλείων. Από την αρχή της δεκαετίας του 1990 τα ΤΝΔ έχουν εφαρμοστεί με μεγάλη επιτυχία στην προσομοίωση υδρολογικών φαινομένων όπως η προσομοίωση της σχέσης βροχόπτωσης-απορροής [14].

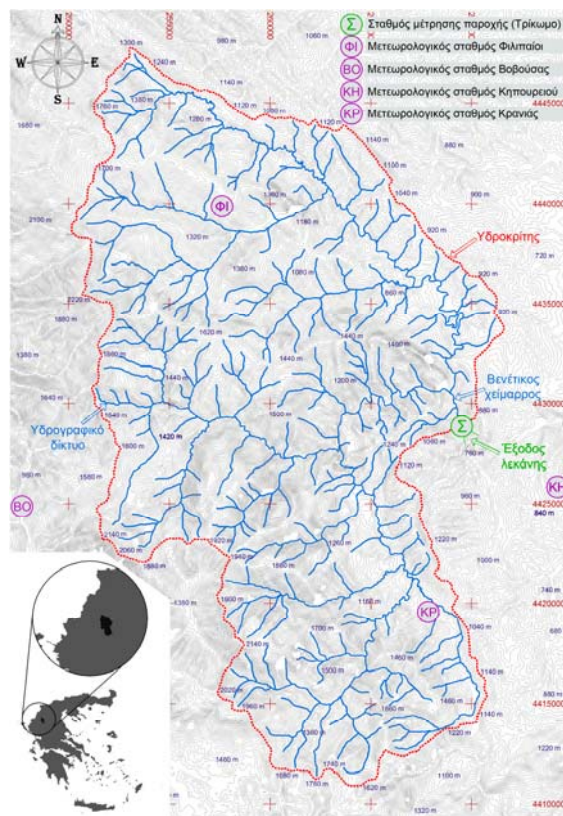
Ο αλγόριθμος των μηχανών διανυσμάτων υποστήριξης (ΜΔΥ) είναι μία μη-γραμμική γενίκευση του αλγόριθμου που αναπτύχθηκε από τον Vapnik στις αρχές του 1960 [15]-[16]-[26]. Η ανάπτυξη των ΜΔΥ στηρίχθηκε στη δομή της αρχής της ελαχιστοποίησης του κινδύνου που προέρχεται από τη στατιστική. Η μέθοδος αυτή έγινε διάσημη και χρησιμοποιήθηκε σε μεγάλο βαθμό στην προσομοίωση μεγάλης και μικρής κλίμακας φυσικών φαινομένων και μη-γραμμικών προβλημάτων. Οι μέθοδοι μηχανικής μάθησης, στις οποίες ανήκουν τα ΤΝΔ και οι ΜΔΥ, έχουν αποκτήσει μεγάλη δημοτικότητα για την προσομοίωση των μη γραμμικών σχέσεων που ενυπάρχουν στη διαδικασία μετασχηματισμού της βροχόπτωσης σε απορροή [17]-[18]-[19]-[4]-[6]-[20]-[7]-[21]. Η ευρεία χρήση τους στην προσομοίωση της σχέσης βροχόπτωσης-απορροής οφείλεται στο ότι τα μοντέλα μηχανικής μάθησης έχουν το πλεονέκτημα να ταυτοποιούν μία σχέση μεταξύ δεδομένων εισόδων και εξόδων, χωρίς να απαιτείται η γνώση των φυσικών διεργασιών του φαινομένου που προσομοιώνουν [22].

Στην παρούσα ερευνητική εργασία προσομοιώθηκε η σχέση βροχόπτωσης-απορροής με τη δημιουργία ενός ΤΝΔ με ένα κρυφό επίπεδο εκπαιδευόμενο με τον αλγόριθμο Back-Propagation και με μοντέλα ΜΔΥ με γραμμικό, πλυννυμικό και γκαουσσιανό πυρήνα συνάρτησης. Η εφαρμογή έγινε σε ένα τμήμα της Λεκάνης απορροής του Βενέτικου χειμάρρου και στόχος ήταν η πρόβλεψη της χρονοσειράς της στάθμης του νερού. Η εν λόγω εφαρμογή καταδεικνύει κάποια από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά και προτερήματα των ΤΝΔ και των ΜΔΥ, ενώ δίνει έμφαση στην επίδραση της ιστορίας των κατακρημνισμάτων και της απορροής στην τελική πρόβλεψη.

## II. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### A. Περιοχή έρευνας

Το πεδίο εφαρμογής της έρευνας είναι η ορεινή Λεκάνη απορροής του χειμάρρου Βενέτικου (σχήμα 1) που βρίσκεται στη βορειοδυτική Ελλάδα και αποτελεί παραπόταμο του ποταμού Αλιάκμονα. Η έξοδος της Λεκάνης καταλήγει στην πέτρινη γέφυρα στο «Τρίκιωμο», όπου μετρείται η στάθμη του χειμάρρου. Η έκτασή της ανέρχεται σε 491.9 km<sup>2</sup>, με τη μεγαλύτερη επιφάνεια της να καλύπτεται από δασική βλάστηση.



Σχήμα 1 – Λεκάνη απορροής Βενέτικου – πεδίο έρευνας

### B. Δεδομένα

Στην παρούσα εφαρμογή χρησιμοποιήθηκαν μετεωρολογικά στοιχεία από τέσσερις σταθμούς μέτρησης στη Λεκάνη απορροής, καθώς και μετρήσεις της στάθμης του χειμάρρου από τον σταθμημετρικό

σταθμό στη γέφυρα Τρίκωμο. Τόσο οι μετρήσεις της βροχοπτώσης και του χιονιού, όσο και οι μετρήσεις της στάθμης ήταν καθημερινές για μία χρονική περίοδο 14 ετών, από 01-10-1996 έως 30-09-2010. Τα μετεωρολογικά και υδρολογικά δεδομένα προέρχονται από τον Τομέα Υδρολογίας της ΔΕΗ.

Η κατάλληλη επεξεργασία των δεδομένων είναι πιθανό να βελτιώσει την απόδοση των μοντέλων και να προκύψουν καλύτερα αποτελέσματα [12]. Σχετικά με τα δεδομένα μετρήσεων της στάθμης του χειμάρρου πραγματοποιήθηκε γραμμική παρεμβολή με στόχο να συμπληρωθούν ορισμένα κενά των χρονοσειρών και να διορθωθούν πιθανά λάθη μετρήσεων. Σε ότι αφορά τα δεδομένα βροχοπτώσης και χιονόπτωσης, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του αριθμητικού μέσου για τη συμπλήρωση των κενών. Η απλή αυτή μέθοδος επιλέχθηκε γιατί οι χρονοσειρές είχαν ελάχιστα κενά, ενώ τα υψόμετρα των σταθμών είναι περίπου ίδια. Τέλος τα δεδομένα κανονικοποιήθηκαν στο πεδίο τιμών από 0 έως 1 για την ευκολότερη διαχείρισή τους.

#### Γ. Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (ΤΝΔ)

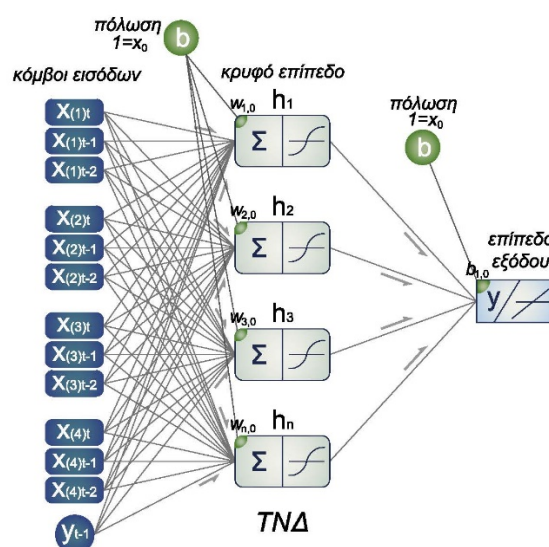
Το πιο κοινό ΤΝΔ που χρησιμοποιήθηκε σε υδρολογικές εφαρμογές είναι το δίκτυο πολλών στρωμάτων (multilayer feed-forward network), εκπαιδευόμενο με τον αλγόριθμο Back-Propagation [14]. Ο αλγόριθμος Back-Propagation προτάθηκε από τον Paul Werbos στη δεκαετία του 1970, στο πλαίσιο της ανάλυσης μοντέλων οικονομικής και πολιτικής πρόβλεψης [13], ενώ παρουσιάστηκε ολοκληρωμένος από τον Rumelhart το 1986 και αποτελεί μία τεχνική κατάβασης δυναμικού, όπου τα συναπτικά βάρη  $w_{ij}$  είναι οι παράμετροι που πρέπει να διορθωθούν ώστε να ελαχιστοποιηθεί το σφάλμα, καθώς τόσο οι εισόδοι όσο και οι στόχοι είναι δεδομένοι και σταθεροί [23]. Πιο αναλυτικά, αν οι εισόδοι του δικτύου είναι  $x_1, x_2, \dots, x_n$  και οι έξοδοι είναι  $y_1, y_2, \dots, y_m$ , για μία σειρά από  $p$  διανύσματα εισόδου είναι επιθυμητό οι έξοδοι να πετύχουν τιμές που δίνονται από αντίστοιχα  $p$  διανύσματα στόχων. Ειδικότερα ονομάζονται:

$$\begin{aligned} x^{(p)} &= [x_1^{(p)}, x_2^{(p)}, \dots, x_n^{(p)}]^T \text{ το } p - \text{στό } \Delta E_i \\ y^{(p)} &= [y_1^{(p)}, y_2^{(p)}, \dots, y_m^{(p)}]^T \text{ το } p - \text{στό } \Delta E_x \\ d^{(p)} &= [d_1^{(p)}, d_2^{(p)}, \dots, d_m^{(p)}]^T \text{ το } p - \text{στό } \Delta S \end{aligned} \quad (1)$$

Όπου ΔΕ<sub>Ι</sub>: Διάνυσμα Εισόδου, ΔΕ<sub>Σ</sub>: Διάνυσμα Εξόδου και ΔΣ: Διάνυσμα Στόχων. Τα δεδομένα που απαιτούνται για να εκπαιδευτεί το δίκτυο είναι τα  $p$  ζεύγη διανυσμάτων εισόδου-στόχων  $\{x(1), d(1)\}, \{x(2), d(2)\}, \dots, \{x(p), d(p)\}$ . Το ιδεατό είναι να επιτευχθεί η απόλυτη ταύτιση εξόδων και στόχων για κάθε πρότυπο εισόδου, δηλαδή  $y(1)=d(1), y(2)=d(2), \dots, y(p)=d(p)$ . Ωστόσο αυτό μπορεί να μην είναι απόλυτα εφικτό, οπότε επιζητείται η βέλτιστη προσέγγιση της επιθυμητής κατάστασης χρησιμοποιώντας ένα κριτήριο κόστους. Στην προκειμένη περίπτωση επιλέγεται το μέσο τετραγωνικό σφάλμα, το οποίο έχει το πλεονέκτημα ότι η ελαχιστοποίησή του σημαίνει

την ελαχιστοποίηση της τετραγωνικής απόστασης μεταξύ των διανυσμάτων  $y(i), d(i)$  και παραγωγίζεται εύκολα, οπότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μεθόδους κατάβασης δυναμικού [13].

Το ΤΝΔ που αναπτύχθηκε στην παρούσα ερευνητική εργασία είναι ένα δίκτυο πολλών στρωμάτων εκπαιδευόμενο με τον αλγόριθμο Back-Propagation (multilayer feed-forward network trained with the back-propagation algorithm). Για την προσομοίωση του υδρολογικού φαινομένου της σχέσης βροχοπτώσης-απορροής προσομοιώθηκε ένα ΤΝΔ με ένα κρυφό επίπεδο. Ειδικότερα η αρχιτεκτονική του ΤΝΔ που σχεδιάστηκε αποτελείται από δεκατρείς εισόδους, ένα κρυφό επίπεδο με  $h$  νευρώνες και ένα νευρώνα στο επίπεδο εξόδου. Η αρχιτεκτονική του ΤΝΔ παρουσιάζεται στο σχήμα 2.



Σχήμα 2 – Αρχιτεκτονική τεχνητού νευρωνικού δικτύου [24]

Για την εκπαίδευση του ΤΝΔ χρησιμοποιήθηκε η παραλλαγή Levenberg-Marquardt του αλγορίθμου εκπαίδευσης Back-Propagation, επειδή είναι η ταχύτερη και η περισσότερο αξιόπιστη από οποιαδήποτε άλλη παραλλαγή του αλγορίθμου Back-Propagation [25]. Ο υπολογισμός της τοπικής κλίσης για κάθε νευρώνα του ΤΝΔ απαιτεί τη γνώση της παραγώγου της συνάρτησης ενεργοποίησης του νευρώνα. Απαραίτητη προϋπόθεση για να υπάρχει η παράγωγος είναι η συνάρτηση ενεργοποίησης (transfer function) να είναι συνεχής. Πρακτικά, η μόνη προϋπόθεση που πρέπει να ικανοποιείται είναι η συνάρτηση ενεργοποίησης να είναι παραγωγίσιμη [23]. Η συνάρτηση ενεργοποίησης πρέπει να είναι παραγωγίσιμη, όπως οι περισσότεροι αλγόριθμοι εκπαίδευσης που χρησιμοποιούνται στα πολυστρωματικά ΤΝΔ, οι οποίοι βασίζονται σε μεθόδους βελτιστοποίησης που χρησιμοποιούν την πρώτη και δεύτερη παράγωγο. Στην παρούσα εφαρμογή ΤΝΔ χρησιμοποιήθηκε ως συνάρτηση ενεργοποίησης η υπερβολική εφαπτομένη (hyperbolic tangent) η οποία είναι συνεχής, αύξουσα και παραγωγίσιμη (εξίσωση 2). Σχετικά με το επίπεδο εξόδου χρησιμοποιήθηκε η γραμμική συνάρτηση ενεργοποίησης.

$$g(x) = \frac{1 - e^{-x}}{1 + e^{-x}} \quad (2)$$

Το ΤΝΔ σχεδιάστηκε με 13 εισόδους όπου χρησιμοποιήθηκαν η βροχόπτωση και η χιονόπτωση (ισοδύναμο νερού) σε χρόνο  $t$ , η ιστορία της βροχόπτωσης και χιονόπτωσης για τις δύο προηγούμενες ημέρες  $t-1$  και  $t-2$  (από τέσσερις μετεωρολογικούς σταθμούς – συνολικά 12 νευρώνες εισόδου) και η απορροή του χειμάρρου σε χρόνο  $t-1$  (13ος νευρώνας εισόδου). Οι στόχοι του ΤΝΔ ήταν η απορροή σε χρόνο  $t$ . Έτσι στο μοντέλο διαμορφώθηκαν πρότυπα εισόδων-εξόδων, κάθε ένα από τα οποία αποτελούνταν από 13 εισόδους και μία έξοδο, έχοντας την παρακάτω μορφή:

$$\begin{Bmatrix} x_1(t), x_1(t-1), x_1(t-2) \\ x_2(t), x_2(t-1), x_2(t-2) \\ x_3(t), x_3(t-1), x_3(t-2) \\ x_4(t), x_3(t-1), x_3(t-2) \\ y(t-1) \end{Bmatrix} \rightarrow y(t) \quad (3)$$

#### Δ. Μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης (ΜΔΥ)

Στην υδρολογία τα περισσότερα φυσικά φαινόμενα είναι πολύπλοκα και τείνουν προς τη μη-γραμμικότητα. Στην παρούσα ερευνητική εργασία η βασική αρχή της παλινδρόμησης των ΜΔΥ είναι να προσδιορίσουν τη μη-γραμμικότητα στη σχέση μεταξύ της βροχόπτωσης και απορροής. Η παλινδρόμηση των ΜΔΥ μπορεί να εκτιμήσει τη μη-γραμμική συνάρτηση μεταξύ ενός διανύσματος εισόδου  $x$  και μίας μεταβλητής εξόδου. Χρησιμοποιώντας τη μη-γραμμική συνάρτηση  $x \rightarrow \Phi(x)$  η σχέση μεταξύ  $x$  και  $y$  μπορεί να μετατραπεί σε ένα πρόβλημα γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ  $\Phi(x)$  και  $y$ . Η μορφή της εξίσωσης που περιγράφει τη σχέση της γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ  $\Phi(x)$  και  $y$  είναι (εξίσωση 4):

$$f(x, \omega) = \omega \cdot \Phi(x) + b \quad (4)$$

Ο σκοπός της παλινδρόμησης των ΜΔΥ είναι να βρεθούν τα βέλτιστα  $\omega$ ,  $b$  και οι κατάλληλες παράμετροι στη συνάρτηση  $\Phi(x)$ , ώστε να κατασκευαστεί μία προσέγγιση της συνάρτησης  $f(x, \omega)$ . Επιπλέον στόχος της παλινδρόμησης των ΜΔΥ είναι να βρεθεί μία συνάρτηση  $f$  η οποία θα έχει το πολύ απόκλιση  $\varepsilon$  από τους στόχους, για όλα τα δεδομένα εκπαίδευσης, και ταυτόχρονα να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο επίπεδη [26]. Σφάλματα μεγαλύτερα από  $\varepsilon$  δεν είναι αποδεκτά. Το να είναι η συνάρτηση  $f(x, \omega)$  επίπεδη σημαίνει ότι επιδιώκεται ένα πολύ μικρό  $\omega$  και αυτό επιτυγχάνεται με την ελαχιστοποίηση του όρου  $1/2 \|\omega\|^2$ . Το πρόβλημα αυτό μπορεί να γραφτεί ως ένα πρόβλημα κυρτής βελτιστοποίησης (εξίσωση 5):

$$\begin{aligned} & \text{minimize } \frac{1}{2} \|\omega\|^2 \\ & \text{subject to } \begin{cases} y - \langle \omega, \Phi(x) \rangle - b \leq \varepsilon \\ \langle \omega, \Phi(x) \rangle + b - y \leq \varepsilon \end{cases} \end{aligned} \quad (5)$$

Η σιωπηρή υπόθεση στην εξίσωση (5) ήταν ότι μια τέτοια συνάρτηση  $f$  πραγματικά υπάρχει προσεγγίζοντας όλα τα ζευγάρια των εισόδων και στόχων  $(x, y)$  με ακρίβεια  $\varepsilon$ , ή με άλλα λόγια, ότι το πρόβλημα κυρτής βελτιστοποίησης είναι εφικτό [26]. Μερικές φορές, ωστόσο, αυτό μπορεί να μη συμβεί ή το πρόβλημα μπορεί να αναγνωρίσει μεγαλύτερα σφάλματα. Σε αυτήν την περίπτωση το αρχικό πρόβλημα της εξίσωσης (5) τροποποιείται με την εισαγωγή των μεταβλητών χαλαρότητας  $\xi_i, \xi_i'$  για τις μετρήσεις “πάνω” και “κάτω” από το πεδίο σφάλματος  $\varepsilon$ , ενώ και οι δύο παίρνουν θετικές τιμές [13]. Οι μεταβλητές χαλαρότητας εισάγονται προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι ανέφικτοι περιορισμοί του προβλήματος βελτιστοποίησης της εξίσωσης (5). Για το λόγο αυτό προκύπτει η μορφή της εξίσωσης (6) [27]

$$\begin{aligned} & \text{minimize } \frac{1}{2} \|\omega\|^2 + C \sum_{i=1}^l (\xi_i + \xi_i') \\ & \text{subject to } \begin{cases} y - \langle \omega, \Phi(x) \rangle - b \leq \varepsilon \\ \langle \omega, \Phi(x) \rangle + b - y \leq \varepsilon \\ \xi_i, \xi_i' \end{cases} \end{aligned} \quad (6)$$

Στην εξίσωση (6) ο πρώτος όρος  $1/2 \|\omega\|^2$  παριστάνει τη γενίκευση και ο δεύτερος όρος  $C \cdot \sum (\xi_i + \xi_i')$  αφορά το εμπειρικό ρίσκο. Το  $C$  είναι μία θετική παράμετρος η οποία ορίζει το βαθμό σφάλματος όταν προκύψει κάποιο λάθος στην εκπαίδευση [28]. Η απόδοση του μοντέλου παλινδρόμησης των ΜΔΥ εξαρτάται από την επιλογή της συνάρτησης πυρήνα και την επιλογή των υπερ-παράμετρων. Στην παρούσα εφαρμογή προσομοιώθηκαν ο γραμμικός πυρήνας (linear kernel), ο πολυωνυμικός (polynomial kernel) και ο Γκαουσιανός (Gaussian or radial basis function - RBF), μεταβάλλοντας την παράμετρο  $C$ , που καθορίζει το βαθμό τιμωρίας του μοντέλου για τα σφάλματα που προκύπτουν κατά την εκπαίδευση. Συγκεκριμένα δοκιμάστηκαν 11 διαφορετικές τιμές της παραμέτρου  $C=0.1, 1, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000$  και  $2000$ . Σημειώνεται ότι για την Γκαουσιανή συνάρτηση πυρήνα χρησιμοποιήθηκαν τρεις διαφορετικές τιμές της παραμέτρου που ελέγχει το εύρος της Γκαουσιανής συνάρτησης  $g=0.01, 0.1$  &  $0.5$ , που αντιπροσωπεύει το εύρος της συνάρτησης. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι εξισώσεις των τριών συναρτήσεων πυρήνα (7), (8) και (9) [13].

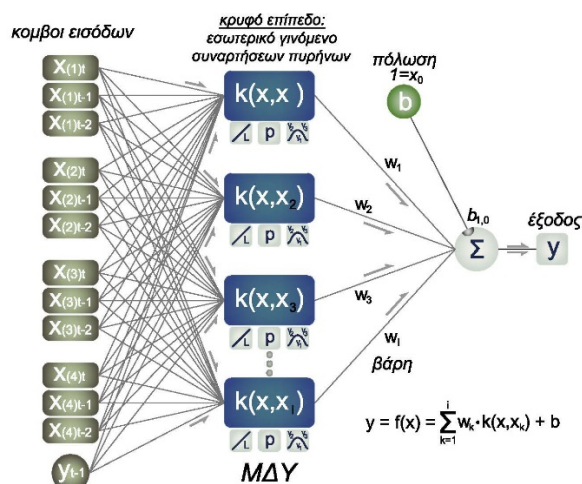
$$\text{Γραμμική: } k(x, y) = \langle x, y \rangle \quad (7)$$

$$\text{Πολυωνυμική: } k(x, y) = [\langle x, y \rangle + \theta]^p \quad (8)$$

$$\text{Γκαουσιανή RBF: } k(x, y) = e^{-g \|x - y\|^2} \quad (9)$$

Για την προσομοίωση της σχέσης βροχόπτωσης-απορροής με την παλινδρόμηση των μηχανών διανυσμάτων υποστήριξης χρησιμοποιήθηκε ο αλγόριθμος SVMlight [29]-[30] που αναπτύχθηκε από τον Thorsten Joachims αρχικά για ταξινόμηση και στη συνέχεια και για πρόβλεψη. Ο αλγόριθμος SVMlight προσθέτει και αφαιρεί μεταβλητές από το σύνολο που επιλύεται κάθε φορά, ενώ αποτελεί μία εφαρμογή των μηχανών διανυσμάτων υποστήριξης του Vapnik για την αντιμετώπιση των προβλημάτων της αναγνώρισης προτύπων, της παλινδρόμησης

(πρόβλεψη) και της μάθησης μίας συνάρτησης κατάταξης (learning a ranking function) [27]. Το μοντέλο των ΜΔΥ διαμορφώθηκε με τις ίδιες εισόδους και στόχους όπως και το ΤΝΔ. Η αρχιτεκτονική του μοντέλου των ΜΔΥ απεικονίζεται στο σχήμα 3.



Σχήμα 3 – Αρχιτεκτονική μηχανών διανυσμάτων υποστήριξης [24]

#### Ε. Μέθοδος Cross-Validation

Για την εκτίμηση της ικανότητας γενίκευσης της τελικής συνάρτησης, που έμαθε το μοντέλο, και την επιλογή του βέλτιστου ΤΝΔ (αριθμός νευρώνων κρυφού επιπέδου), και αντίστοιχα για την επιλογή της βέλτιστης τιμής της παραμέτρου C για κάθε πυρήνα του μοντέλου ΜΔΥ, χρησιμοποιείται η μέθοδος cross-validation. Το χαρακτηριστικό της μεθόδου είναι ο διαχωρισμός των διαθέσιμων προτύπων σε τρία σύνολα. Το πρώτο σύνολο, το οποίο είναι και το μεγαλύτερο (70% των προτύπων), ονομάζεται σύνολο εκπαίδευσης (training set) και χρησιμοποιείται για την εκπαίδευση του μοντέλου. Το δεύτερο και τρίτο σύνολο (15% και 15% των προτύπων) ονομάζονται σύνολο ελέγχου (test set) και σύνολο επικύρωσης (validation set) και χρησιμοποιούνται αντίστοιχα για τον έλεγχο και την επικύρωση της ικανότητας γενίκευσης των μοντέλων. Έτσι, δημιουργήθηκαν δέκα διαφορετικές τοπολογίες (για κάθε αρχιτεκτονική του ΤΝΔ και για κάθε πυρήνα του μοντέλου των ΜΔΥ), σε κάθε μία από τις οποίες τα δεδομένα (ζεύγη προτύπων) διαιρέθηκαν με διαφορετικό και τυχαίο τρόπο στα τρία προαναφερόμενα σύνολα. Σε κάθε τοπολογία για κάθε αριθμό νευρώνων στο κρυφό επίπεδο των ΤΝΔ και για κάθε τιμή της παραμέτρου C κάθε πυρήνα των ΜΔΥ γίνεται εκπαίδευση, επικύρωση και έλεγχος με το αντίστοιχο υποσύνολο δεδομένων, ενώ η απόδοσή τους αξιολογείται με το υποσύνολο επικύρωσης.

#### ΣΤ. Κριτήρια αξιολόγησης

Για τον έλεγχο της απόδοσης και αξιοπιστίας των μοντέλων χρησιμοποιήθηκαν τρία διαφορετικά κριτήρια αξιολόγησης τα οποία είναι το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE), ο συντελεστής συσχέτισης (R-value) και ο δείκτης Nash-Sutcliffe (N-S). Κάθε κριτήριο αντιπροσωπεύεται από ένα δείκτη, ο οποίος

προσδιορίζεται από τη σύγκριση των τιμών πρόβλεψης με τους στόχους του μοντέλου. Οι δείκτες αυτοί των κριτηρίων αξιολόγησης υπολογίζονται για κάθε σύνολο δεδομένων (εκπαίδευση, επικύρωση και έλεγχος) σε κάθε μία από τις δέκα τοπολογίες. Στη συνέχεια υπολογίζεται ο μέσος όρος των δεικτών από τις δέκα τοπολογίες για τα τρία σύνολα, έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί το σφάλμα της τυχαιότητας που μπορεί να εμπεριέχει μία πολύ καλή ή μία πολύ κακή εφαρμογή του μοντέλου. Το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ποσοτικοποιήσει την απόκλιση μίας τιμής που εκτιμήθηκε σε σχέση με την πραγματική τιμή της ποσότητας που ερευνάται. Στα ΤΝΔ και στις ΜΔΥ το μέσο τετραγωνικό σφάλμα χρησιμοποιείται για να μετρήσει την απόδοση της διαδικασίας εκπαίδευσης της μηχανής. Το μέσο τετραγωνικό σφάλμα ορίζεται ως ο μέσος όρος των αθροισμάτων των τετραγώνων των διαφορών μεταξύ των στόχων και των τιμών πρόβλεψης (εξίσωση 10).

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - y_i)^2 \quad (10)$$

Ο συντελεστής συσχέτισης (R) είναι ένα μέτρο της γραμμικής συσχέτισης μεταξύ των τιμών που εκτιμήθηκαν και των στόχων του μοντέλου (Εξ. 11)

$$R = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}} \quad (11)$$

όπου N είναι ο αριθμός των δειγμάτων,  $x_i$  και  $y_i$  είναι οι στόχοι και οι εκτιμώμενες τιμές αντίστοιχα για  $i=1, \dots, n$  και  $\bar{x}$  και  $\bar{y}$  είναι οι μέσες τιμές των στόχων και των εκτιμώμενων τιμών αντίστοιχα. Ο δείκτης Nash-Sutcliffe αποτελεί έναν πολύ δημοφιλή δείκτη με ευρύτατες εφαρμογές για την αξιολόγηση της απόδοσης υδρολογικών μοντέλων. Ο μαθηματικός του ορισμός εκφράζεται από την εξίσωση 12 [31].

$$NS = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_0^i - Q_m^i)^2}{\sum_{i=1}^n (Q_0^i - \bar{Q}_0^i)^2} \quad (12)$$

Όπου  $Q_0$  είναι οι παρατηρούμενες απορροές και  $Q_m$  είναι οι απορροές που προέκυψαν από την πρόβλεψη του μοντέλου. Όσο μικρότερο είναι το μέσο τετραγωνικό σφάλμα και όσο ο συντελεστής συσχέτισης και ο δείκτης Nash-Sutcliffe προσεγγίζουν τη μονάδα τόσο καλύτερη είναι η επίδοση των μοντέλων και παράγουν βέλτιστα αποτελέσματα.

### III. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η απόδοση του μοντέλου του ΤΝΔ παρουσιάζεται στους πίνακες 1, 2 και 3, όπου καταγράφονται οι μέσες τιμές των δεικτών του μέσου τετραγωνικού σφάλματος, του συντελεστή συσχέτισης και του δείκτη Nash-Sutcliffe από δέκα διαφορετικές προσομοιώσεις (εκπαίδευσης, επικύρωσης, ελέγχου) για κάθε αρχιτεκτονική του ΤΝΔ.

Πίνακας 1 – Κριτήρια αξιολόγησης – εκπαίδευση μοντέλου TNA

| TNA |    |   | Κριτήρια αξιολόγησης |          |          |
|-----|----|---|----------------------|----------|----------|
|     |    |   | MSE                  | R        | N-S      |
| 13  | 2  | 1 | 0.000506             | 0.968780 | 0.937477 |
| 13  | 3  | 1 | 0.000488             | 0.969830 | 0.939438 |
| 13  | 4  | 1 | 0.000499             | 0.968839 | 0.937789 |
| 13  | 7  | 1 | 0.000462             | 0.972195 | 0.942736 |
| 13  | 8  | 1 | 0.000472             | 0.970846 | 0.941266 |
| 13  | 10 | 1 | 0.000453             | 0.971923 | 0.943956 |
| 13  | 20 | 1 | 0.000507             | 0.971157 | 0.937659 |
| 13  | 50 | 1 | 0.000364             | 0.977969 | 0.954706 |

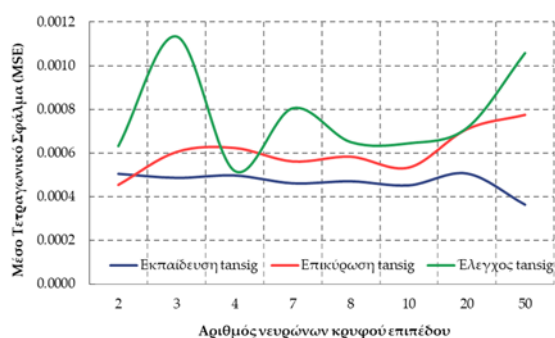
Πίνακας 2 – Κριτήρια αξιολόγησης – επικύρωση μοντέλου TNA

| TNA |    |   | Κριτήρια αξιολόγησης |          |          |
|-----|----|---|----------------------|----------|----------|
|     |    |   | MSE                  | R        | N-S      |
| 13  | 2  | 1 | 0.000454             | 0.971581 | 0.942406 |
| 13  | 3  | 1 | 0.000604             | 0.963697 | 0.927658 |
| 13  | 4  | 1 | 0.000623             | 0.962158 | 0.924758 |
| 13  | 7  | 1 | 0.000561             | 0.965061 | 0.927130 |
| 13  | 8  | 1 | 0.000583             | 0.964212 | 0.928487 |
| 13  | 10 | 1 | 0.000533             | 0.967566 | 0.935526 |
| 13  | 20 | 1 | 0.000709             | 0.957574 | 0.911535 |
| 13  | 50 | 1 | 0.000775             | 0.950882 | 0.899736 |

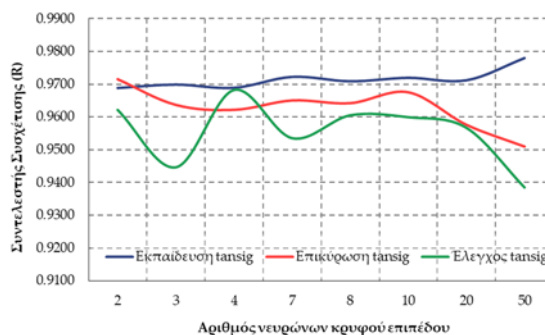
Πίνακας 3 – Κριτήρια αξιολόγησης – έλεγχος μοντέλου TNA

| TNA |    |   | Κριτήρια αξιολόγησης |          |          |
|-----|----|---|----------------------|----------|----------|
|     |    |   | MSE                  | R        | N-S      |
| 13  | 2  | 1 | 0.000632             | 0.962230 | 0.923698 |
| 13  | 3  | 1 | 0.001134             | 0.944704 | 0.863513 |
| 13  | 4  | 1 | 0.000518             | 0.968303 | 0.936724 |
| 13  | 7  | 1 | 0.000805             | 0.953605 | 0.905211 |
| 13  | 8  | 1 | 0.000650             | 0.960579 | 0.921204 |
| 13  | 10 | 1 | 0.000645             | 0.960002 | 0.920045 |
| 13  | 20 | 1 | 0.000715             | 0.956749 | 0.909435 |
| 13  | 50 | 1 | 0.001058             | 0.938536 | 0.877296 |

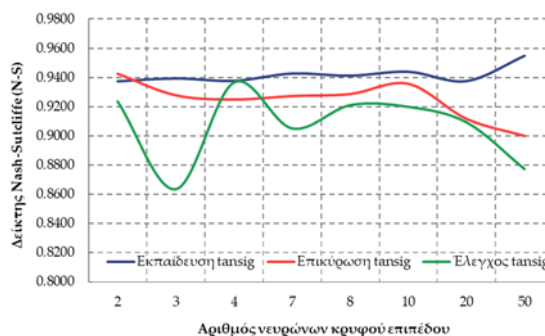
Στα διαγράμματα των Σχημάτων 4, 5 και 6 παρουσιάζονται διαδοχικά οι καμπύλες εκπαίδευσης, επικύρωσης και ελέγχου που διαμορφώνονται από τη διαδικασία εκπαίδευσης, επικύρωσης και ελέγχου του TNA. Από τις καμπύλες επικύρωσης που αποτελούν και το κριτήριο για την επιλογή του βέλτιστου μοντέλου προκύπτει ότι το νευρωνικό δίκτυο που έχει τις μικρότερες τιμές του μέσου τετραγωνικού σφάλματος και τις πλησιέστερες στη μονάδα τιμές του συντελεστή συσχέτισης και του δείκτη Nash-Sutcliffe είναι αυτό με 2 νευρώνες στο κρυφό επίπεδο και ακολουθεί το TNA με 10 νευρώνες στο κρυφό επίπεδο.



Σχήμα 4 – Καμπύλες μέσου τετραγωνικού σφάλματος



Σχήμα 5 – Καμπύλες συντελεστή συσχέτισης



Σχήμα 6 – Καμπύλες δείκτη Nash-Sutcliffe

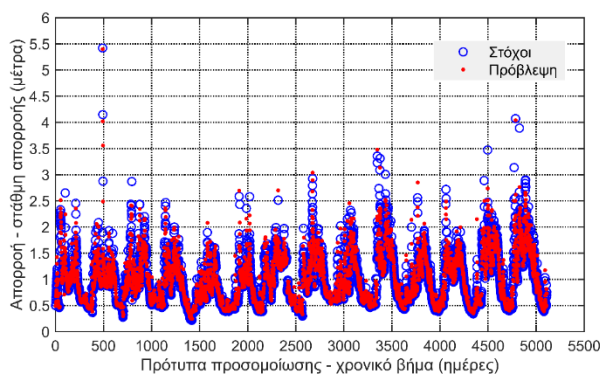
Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται τα κριτήρια αξιολόγησης από την προσομοίωση του TNA.

Πίνακας 4 – Κριτήρια αξιολόγησης – προσομοίωσης TNA

| TNA |    |   | Κριτήρια αξιολόγησης |          |          |
|-----|----|---|----------------------|----------|----------|
|     |    |   | MSE                  | R        | N-S      |
| 13  | 2  | 1 | 0.000517             | 0.968019 | 0.935894 |
| 13  | 3  | 1 | 0.000602             | 0.963027 | 0.925362 |
| 13  | 4  | 1 | 0.000520             | 0.967548 | 0.935511 |
| 13  | 7  | 1 | 0.000529             | 0.968002 | 0.934461 |
| 13  | 8  | 1 | 0.000515             | 0.968160 | 0.936155 |
| 13  | 10 | 1 | 0.000494             | 0.969268 | 0.938797 |
| 13  | 20 | 1 | 0.000569             | 0.966751 | 0.929495 |
| 13  | 50 | 1 | 0.000530             | 0.967514 | 0.934348 |

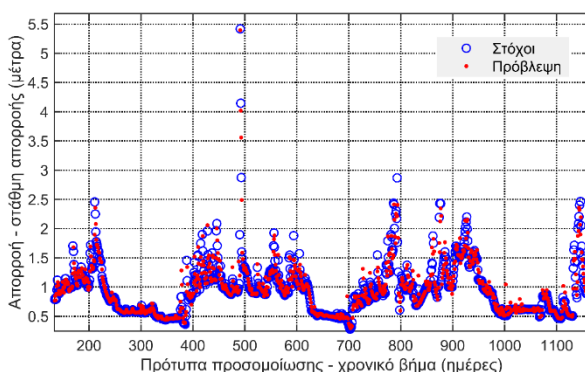
Σχετικά με το μοντέλο TNA, το νευρωνικό δίκτυο με την καλύτερη απόδοση κατά την προσομοίωση είναι αυτό με αρχιτεκτονική 13-10-1, το οποίο ήταν δεύτερο σε ιεραρχία σύμφωνα με τα αποτελέσματα της επικύρωσης. Γενικά διαπιστώνεται ότι οι διαφορές μεταξύ των νευρωνικών με διαφορετικούς αριθμούς νευρώνων στο κρυφό επίπεδο παρουσιάζουν μικρές διαφορές όταν αυτοί κυμαίνονται στα επίπεδα: 2, 4, 7, 8 και 50, ενώ αποκλίνουν (αλλά όχι σε μεγάλο βαθμό) τα νευρωνικά με 3 και κυρίως με 20 νευρώνες στο κρυφό επίπεδο.

Στο σχήμα 7 παρουσιάζεται το αποτέλεσμα της πρόβλεψης χρονοσειράς με το TNA 13-10-1. Η χρονοσειρά πρόβλεψης απεικονίζεται με κόκκινες στιγμές, ενώ η χρονοσειρά μετρήσεων αντιπροσωπεύεται από μπλε κύκλους.



Σχήμα 7 – Πρόβλεψη χρονοσειράς απορροής - TNA

Από το διάγραμμα του σχήματος 7 εξάγεται το συμπέρασμα ότι η χρονοσειρά που προέκυψε από την προσομοίωση του TNA προσεγγίζει πολύ καλά την αρχική χρονοσειρά των στόχων. Ειδικά στο σχήμα 8, που εστιάζει σε συγκεκριμένο τμήμα της χρονοσειράς είναι ευκρινέστερη η προσέγγιση των τιμών πρόβλεψης με τις τιμές των στόχων. Ειδική αναφορά πρέπει να γίνει στις τιμές της απορροής στα χρονικά βήματα 500 και 4600, όπου η πρόβλεψη πετυχαίνει τις πολύ ακραίες τιμές ή τις προσεγγίζει αρκετά.



Σχήμα 8 – Σύγκριση στόχων και εξόδων μοντέλου TNA στο χρονικό βήμα 150-1150 και στο πεδίο τιμών στάθμης 0.5-5.5

Η απόδοση του μοντέλου των ΜΔΥ παρουσιάζεται στους πίνακες 5, 6, 7, 8 και 9, όπου καταγράφονται οι μέσες τιμές των δεικτών του μέσου τετραγωνικού σφάλματος, του συντελεστή συσχέτισης και του δείκτη Nash-Sutcliffe από δέκα διαφορετικές προσομοιώσεις (εκπαίδευσης, επικύρωσης, ελέγχου) για κάθε παράμετρο C και για κάθε πυρήνα των ΜΔΥ.

Πίνακας 5 – Κριτήρια αξιολόγησης επικύρωσης – γραμμικός πυρήνας ΜΔΥ

| C    | Κριτήρια αξιολόγησης |          |          |
|------|----------------------|----------|----------|
|      | MSE                  | R        | N-S      |
| 0.1  | 0.000644             | 0.960200 | 0.921087 |
| 1    | 0.000635             | 0.962098 | 0.924054 |
| 5    | 0.000644             | 0.960180 | 0.921117 |
| 10   | 0.000508             | 0.967752 | 0.935538 |
| 20   | 0.000540             | 0.965345 | 0.930956 |
| 50   | 0.000513             | 0.967243 | 0.934397 |
| 100  | 0.000599             | 0.962895 | 0.925486 |
| 200  | 0.000529             | 0.967112 | 0.933602 |
| 500  | 0.000808             | 0.960657 | 0.899011 |
| 1000 | 0.002376             | 0.946831 | 0.706748 |
| 2000 | 0.002648             | 0.939905 | 0.671911 |

Εξαιτίας του μεγάλου όγκου αποτελεσμάτων παρατίθενται μόνον οι πίνακες των δεδομένων επικύρωσης που αποτελούν και το κριτήριο για την επιλογή του βέλτιστου μοντέλου.

Πίνακας 6 – Κριτήρια αξιολόγησης επικύρωσης – πολυωνμικός πυρήνας ΜΔΥ

| C    | Κριτήρια αξιολόγησης |          |           |
|------|----------------------|----------|-----------|
|      | MSE                  | R        | N-S       |
| 0.1  | 0.000554             | 0.964987 | 0.930347  |
| 1    | 0.000552             | 0.965172 | 0.930886  |
| 5    | 0.000573             | 0.967239 | 0.927460  |
| 10   | 0.000874             | 0.957388 | 0.894994  |
| 20   | 0.001768             | 0.951590 | 0.787262  |
| 50   | 0.002629             | 0.948049 | 0.678306  |
| 100  | 0.002125             | 0.940283 | 0.734843  |
| 200  | 0.010296             | 0.873547 | -0.262641 |
| 500  | 0.014669             | 0.854432 | -0.719349 |
| 1000 | 0.013753             | 0.861643 | -0.704488 |
| 2000 | 0.016434             | 0.842358 | -1.108607 |

Πίνακας 7 – Κριτήρια αξιολόγησης επικύρωσης – Γκαουσιανός πυρήνας  $\sigma=0.01$  ΜΔΥ

| C    | Κριτήρια αξιολόγησης |          |          |
|------|----------------------|----------|----------|
|      | MSE                  | R        | N-S      |
| 0.1  | 0.002142             | 0.915326 | 0.731636 |
| 1    | 0.000513             | 0.967225 | 0.933976 |
| 5    | 0.000579             | 0.963492 | 0.927495 |
| 10   | 0.000562             | 0.964878 | 0.930051 |
| 20   | 0.000516             | 0.967323 | 0.934567 |
| 50   | 0.000550             | 0.965994 | 0.932229 |
| 100  | 0.000477             | 0.969347 | 0.938973 |
| 200  | 0.000566             | 0.965061 | 0.930218 |
| 500  | 0.000542             | 0.965722 | 0.931915 |
| 1000 | 0.000546             | 0.967722 | 0.930891 |
| 2000 | 0.000663             | 0.965329 | 0.916616 |

Πίνακας 8 – Κριτήρια αξιολόγησης επικύρωσης – Γκαουσιανός πυρήνας  $\sigma=0.1$  ΜΔΥ

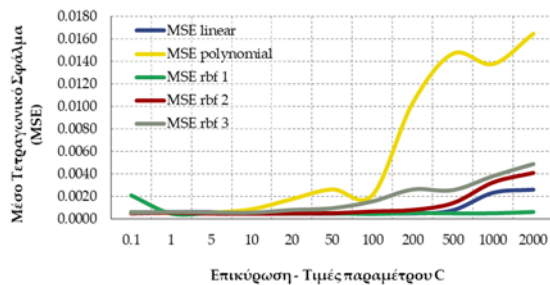
| C    | Κριτήρια αξιολόγησης |          |          |
|------|----------------------|----------|----------|
|      | MSE                  | R        | N-S      |
| 0.1  | 0.000537             | 0.967893 | 0.934741 |
| 1    | 0.000607             | 0.964036 | 0.927673 |
| 5    | 0.000522             | 0.967821 | 0.936034 |
| 10   | 0.000505             | 0.967600 | 0.935583 |
| 20   | 0.000537             | 0.966191 | 0.933042 |
| 50   | 0.000558             | 0.965988 | 0.931762 |
| 100  | 0.000710             | 0.958784 | 0.914444 |
| 200  | 0.000844             | 0.958629 | 0.895847 |
| 500  | 0.001451             | 0.950253 | 0.821566 |
| 1000 | 0.003280             | 0.928278 | 0.601623 |
| 2000 | 0.004120             | 0.930414 | 0.508309 |

Πίνακας 9 – Κριτήρια αξιολόγησης επικύρωσης – Γκαουσιανός πυρήνας  $\sigma=0.5$  ΜΔΥ

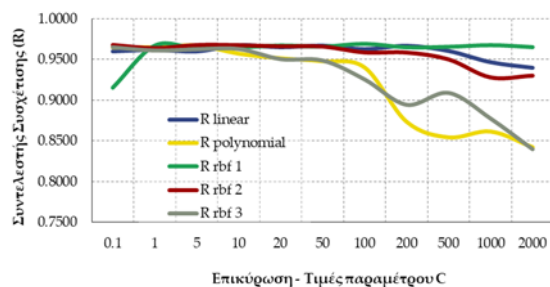
| C   | Κριτήρια αξιολόγησης |          |          |
|-----|----------------------|----------|----------|
|     | MSE                  | R        | N-S      |
| 0.1 | 0.000575             | 0.965284 | 0.930155 |
| 1   | 0.000651             | 0.961287 | 0.922410 |
| 5   | 0.000600             | 0.962804 | 0.926282 |
| 10  | 0.000584             | 0.963226 | 0.925542 |
| 20  | 0.000828             | 0.950637 | 0.897256 |
| 50  | 0.000980             | 0.948919 | 0.880038 |

| C    | Κριτήρια αξιολόγησης |          |          |
|------|----------------------|----------|----------|
|      | MSE                  | R        | N-S      |
| 100  | 0.001583             | 0.925598 | 0.810352 |
| 200  | 0.002634             | 0.894425 | 0.677688 |
| 500  | 0.002578             | 0.909020 | 0.673802 |
| 1000 | 0.003812             | 0.877429 | 0.512318 |
| 2000 | 0.004875             | 0.839606 | 0.373524 |

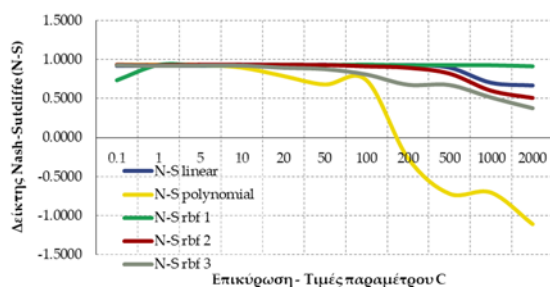
Στα διαγράμματα των Σχημάτων 9, 10 και 11 παρουσιάζονται διαδοχικά οι καμπύλες επικύρωσης που διαμορφώνονται από τη διαδικασία εκπαίδευσης, επικύρωσης και ελέγχου των ΜΔΥ.



Σχήμα 9 – Καμπύλες επικύρωσης ΜΔΥ για το μέσο τετραγωνικό σφάλμα



Σχήμα 10 – Καμπύλες επικύρωσης ΜΔΥ για τον συντελεστή συσχέτισης



Σχήμα 11 – Καμπύλες επικύρωσης ΜΔΥ για τον δείκτη Nash-Sutcliffe

Οι τιμές της παραμέτρου C για τις οποίες οι ΜΔΥ παρουσιάζουν τη βέλτιστη απόδοση κατά τη διαδικασία εκπαίδευσης, επικύρωσης, ελέγχου είναι:

- Μηχανή με γραμμική συνάρτηση πυρήνα: 0.1, 1, 5, 10 και 50
- Μηχανή με πολυωνυμική συνάρτηση πυρήνα: 0.1, 1, 5 και 10
- Μηχανή με Γκαουσιανή συνάρτηση πυρήνα και τιμή παραμέτρου  $g=0.01$ : 20, 100, 200 και 500
- Μηχανή με Γκαουσιανή συνάρτηση πυρήνα και τιμή παραμέτρου  $g=0.1$ : 0.1, 1, 5, 10, 20, 50 και 100
- Μηχανή με Γκαουσιανή συνάρτηση πυρήνα και τιμή παραμέτρου  $g=0.5$ : 0.1, 1, 5, 10, 20 και 100

Για κάθε μία από τις δέκα διαδικασίες εκπαίδευσης, επικύρωσης και ελέγχου σε κάθε δοκιμαζόμενη τιμή της παραμέτρου C, ακολούθησε προσομοίωση των εκπαιδευμένων πλέον μηχανών με τα αρχικά δεδομένα εισόδων και προέκυψαν οι προβλέψεις των χρονοσειρών απορροής για τη λεκάνη απορροής. Στους πίνακες 10, 11, 12, 13 και 14 καταγράφονται οι μέσες τιμές των κριτηρίων αξιολόγησης που προέκυψαν από τις δέκα προσομοιώσεις – προβλέψεις για κάθε τιμή της παραμέτρου C για τα πέντε μοντέλα των μηχανών διανυσμάτων υποστήριξης.

Πίνακας 10 – Κριτήρια αξιολόγησης – προσομοίωσης του γραμμικού πυρήνα ΜΔΥ

| C    | Κριτήρια αξιολόγησης |          |          |
|------|----------------------|----------|----------|
|      | MSE                  | R        | N-S      |
| 0.1  | 0.000585             | 0.963345 | 0.927483 |
| 1    | 0.000584             | 0.963393 | 0.927586 |
| 5    | 0.000585             | 0.963362 | 0.927533 |
| 10   | 0.000585             | 0.963326 | 0.927472 |
| 20   | 0.000586             | 0.963313 | 0.927413 |
| 50   | 0.000585             | 0.963347 | 0.927469 |
| 100  | 0.000589             | 0.963215 | 0.927033 |
| 200  | 0.000597             | 0.963018 | 0.925930 |
| 500  | 0.000835             | 0.959054 | 0.896459 |
| 1000 | 0.002343             | 0.948668 | 0.709536 |
| 2000 | 0.002661             | 0.939324 | 0.670116 |

Πίνακας 11 – Κριτήρια αξιολόγησης – προσομοίωσης του πολυωνυμικού πυρήνα ΜΔΥ

| C    | Κριτήρια αξιολόγησης |          |           |
|------|----------------------|----------|-----------|
|      | MSE                  | R        | N-S       |
| 0.1  | 0.000507             | 0.968302 | 0.937134  |
| 1    | 0.000506             | 0.968337 | 0.937233  |
| 5    | 0.000575             | 0.967668 | 0.928765  |
| 10   | 0.000699             | 0.966806 | 0.913391  |
| 20   | 0.001547             | 0.964802 | 0.808263  |
| 50   | 0.002372             | 0.960884 | 0.705990  |
| 100  | 0.001958             | 0.951202 | 0.757230  |
| 200  | 0.009831             | 0.901617 | -0.218756 |
| 500  | 0.014056             | 0.884711 | -0.742544 |
| 1000 | 0.013181             | 0.895174 | -0.634109 |
| 2000 | 0.015914             | 0.868440 | -0.972946 |

Πίνακας 12 – Κριτήρια αξιολόγησης – προσομοίωσης Γκαουσιανού πυρήνα  $g=0.01$  ΜΔΥ

| C    | Κριτήρια αξιολόγησης |          |          |
|------|----------------------|----------|----------|
|      | MSE                  | R        | N-S      |
| 0.1  | 0.002175             | 0.914524 | 0.730352 |
| 1    | 0.000589             | 0.963437 | 0.927006 |
| 5    | 0.000576             | 0.963980 | 0.928619 |
| 10   | 0.000560             | 0.964938 | 0.930585 |
| 20   | 0.000550             | 0.965558 | 0.931769 |
| 50   | 0.000533             | 0.966684 | 0.933920 |
| 100  | 0.000523             | 0.967291 | 0.935138 |
| 200  | 0.000516             | 0.967762 | 0.936006 |
| 500  | 0.000509             | 0.968202 | 0.936929 |
| 1000 | 0.000546             | 0.968147 | 0.932257 |
| 2000 | 0.000625             | 0.967718 | 0.922535 |

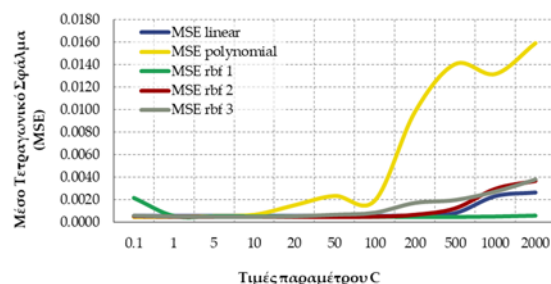
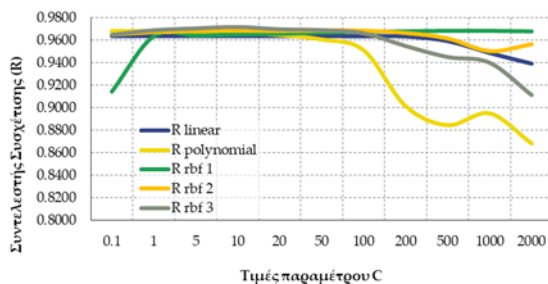
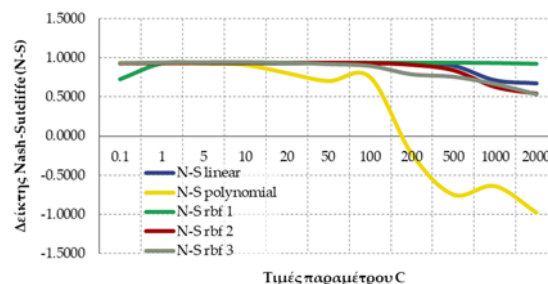
**Πίνακας 13** – Κριτήρια αξιολόγησης – προσομοίωσης Γκαουσιανού πυρήνα  $g=0.1$  ΜΔΥ

| C    | Κριτήρια αξιολόγησης |          |          |
|------|----------------------|----------|----------|
|      | MSE                  | R        | N-S      |
| 0.1  | 0.000571             | 0.964960 | 0.929255 |
| 1    | 0.000523             | 0.967375 | 0.935176 |
| 5    | 0.000510             | 0.968137 | 0.936727 |
| 10   | 0.000501             | 0.968676 | 0.937886 |
| 20   | 0.000505             | 0.968392 | 0.937350 |
| 50   | 0.000503             | 0.968892 | 0.937673 |
| 100  | 0.000534             | 0.968702 | 0.933851 |
| 200  | 0.000701             | 0.966657 | 0.913070 |
| 500  | 0.001261             | 0.961654 | 0.843718 |
| 1000 | 0.002972             | 0.950105 | 0.631503 |
| 2000 | 0.003668             | 0.956285 | 0.545253 |

**Πίνακας 14** – Κριτήρια αξιολόγησης – προσομοίωσης Γκαουσιανού πυρήνα  $g=0.5$  ΜΔΥ

| C    | Κριτήρια αξιολόγησης |          |          |
|------|----------------------|----------|----------|
|      | MSE                  | R        | N-S      |
| 0.1  | 0.000569             | 0.964761 | 0.929503 |
| 1    | 0.000500             | 0.968781 | 0.938034 |
| 5    | 0.000474             | 0.970494 | 0.941234 |
| 10   | 0.000464             | 0.971680 | 0.942531 |
| 20   | 0.000520             | 0.969667 | 0.935490 |
| 50   | 0.000661             | 0.968916 | 0.918072 |
| 100  | 0.000845             | 0.966080 | 0.895243 |
| 200  | 0.001715             | 0.954843 | 0.787333 |
| 500  | 0.001969             | 0.945109 | 0.755950 |
| 1000 | 0.002715             | 0.940072 | 0.663412 |
| 2000 | 0.003789             | 0.911460 | 0.530204 |

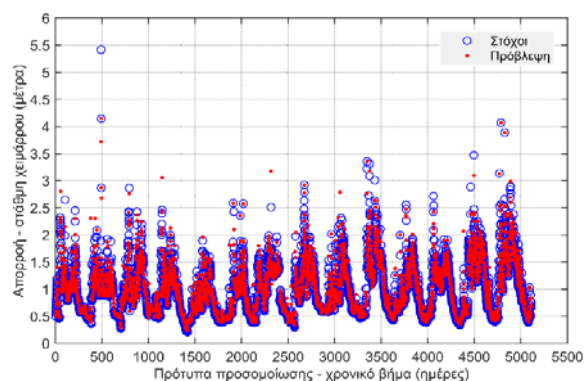
Στα διαγράμματα των Σχημάτων 12, 13 και 14 παρουσιάζονται διαδοχικά οι καμπύλες των κριτηρίων αξιολόγησης για τις προσομοιώσεις των ΜΔΥ.

**Σχήμα 12** – Καμπύλες προσομοίωσης μοντέλων ΜΔΥ για το μέσο τετραγωνικό σφάλμα**Σχήμα 13** – Καμπύλες προσομοίωσης μοντέλων ΜΔΥ για τον συντελεστή συσχέτισης**Σχήμα 14** – Καμπύλες προσομοίωσης μοντέλων ΜΔΥ για τον δείκτη Nash-Sutcliffe

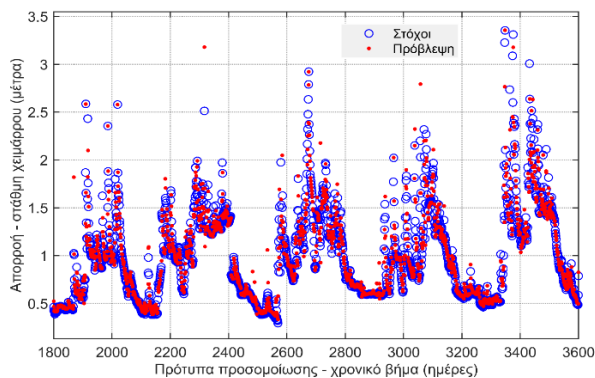
Οι καμπύλες των κριτηρίων αξιολόγησης που προκύπτουν από τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων των μοντέλων επιβεβαιώνουν τα συμπεράσματα από τα αντίστοιχα διαγράμματα των διαδικασιών εκπαίδευσης, επικύρωσης και ελέγχου που προηγήθηκαν. Έτσι, η ιεραρχική ταξινόμηση των μοντέλων παραμένει η ίδια και συγκεκριμένα η μηχανή με Γκαουσιανή συνάρτηση πυρήνα επιτυγχάνει την καλύτερη απόδοση, ακολουθεί η γραμμική και στην τελευταία θέση τοποθετείται η πολυωνυμική. Περισσότερο αναλυτικά για τις μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης με Γκαουσιανή συνάρτηση πυρήνα, όταν η παράμετρος C παίρνει:

- μικρές τιμές (0.1, 1, 5, 10) αποδίδει καλύτερα η μηχανή με τιμή παραμέτρου  $g$  ίση με 0.5,
- μέσες τιμές (20, 50) αποδίδει καλύτερα η μηχανή με τιμή παραμέτρου  $g$  ίση με 0.1 και
- μεγάλες τιμές (100, 200, 500, 1000, 2000) αποδίδει καλύτερα η μηχανή με τιμή παραμέτρου  $g$  ίση με 0.01.

Από το σύνολο των μοντέλων ΜΔΥ η βέλτιστη απόδοση επιτυγχάνεται από τη μηχανή με Γκαουσιανή συνάρτηση πυρήνα και τιμή παραμέτρου  $g$  ίση με 0.5, όταν η παράμετρος C παίρνει την τιμή 10. Στο σχήμα 15 παρουσιάζεται η πρόβλεψη της χρονοσειράς (κόκκινες στιγμές) σε σύγκριση με την χρονοσειρά των μετρήσεων (μπλε κύκλοι) για τη βέλτιστη ΜΔΥ.

**Σχήμα 15** – Πρόβλεψη χρονοσειράς απορροής – ΜΔΥ

Η εξαιρετική αποτελεσματικότητα του συγκεκριμένου μοντέλου και ο υψηλός βαθμός ακρίβειας στην πρόβλεψη της χρονοσειράς γίνονται περισσότερο ευδιάκριτα στο σχήμα 16 που εστιάζει σε συγκεκριμένα πεδία των χρονοσειρών.



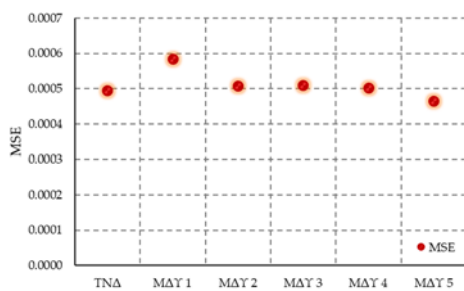
Σχήμα 16 – Σύγκριση στόχων και εξόδων μοντέλου ΜΔΥ στο χρονικό βήμα 1800-3600 και στο πεδίο τιμών στάθμης 0.5-3.5

Στο τελικό στάδιο γίνεται σύγκριση μεταξύ των καλύτερων μοντέλων που προέκυψαν από τις προσομοιώσεις των ΤΝΔ και των ΜΔΥ. Στον Πίνακα 15 παρουσιάζονται τα κριτήρια αξιολόγησης των βέλτιστων μοντέλων.

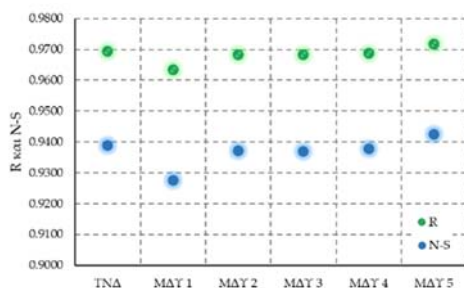
Πίνακας 15 – Κριτήρια αξιολόγησης βέλτιστων μοντέλων

| Μοντέλα                     | Κριτήρια αξιολόγησης |          |          |
|-----------------------------|----------------------|----------|----------|
|                             | MSE                  | R        | N-S      |
| ΤΝΔ 13-10-1                 | 0.000494             | 0.969268 | 0.938797 |
| ΜΔΥ 1: C=1<br>Γραμμικός     | 0.000584             | 0.963393 | 0.927586 |
| ΜΔΥ 2: C=1<br>Πολυνυμικός   | 0.000506             | 0.968337 | 0.937233 |
| ΜΔΥ 3: RBF<br>C=500, g=0.01 | 0.000509             | 0.968202 | 0.936929 |
| ΜΔΥ 4: RBF<br>C=10, g=0.1   | 0.000501             | 0.968676 | 0.937886 |
| ΜΔΥ 5: RBF<br>C=10, g=0.5   | 0.000464             | 0.971680 | 0.942531 |

Στα διαγράμματα των Σχημάτων 17 και 18 απεικονίζονται αντίστοιχα τα κριτήρια αξιολόγησης των βέλτιστων μοντέλων.



Σχήμα 17 – Μέσο τετραγωνικό σφάλμα – βέλτιστα μοντέλα



Σχήμα 18 – Συντελεστής συσχέτισης και δείκτης Nash-Sutcliffe – βέλτιστα μοντέλα

Από την παρατήρηση των αποτελεσμάτων προκύπτει ότι το βέλτιστο μοντέλο είναι η ΜΔΥ με Γκαουσιανή συνάρτηση πυρήνα και τιμή παραμέτρου  $g$  ίση με 0.5, όταν η παράμετρος  $C$  παίρνει την τιμή 10.

#### IV. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα έρευνα καταδεικνύει ότι τα μοντέλα ΤΝΔ και των ΜΔΥ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ βροχοπτώσης-απορροής και την πρόβλεψη χρονοσειρών απορροής. Από τα αποτελέσματα της έρευνας προέκυψε ότι το βέλτιστο μοντέλο για το πεδίο έρευνας της λεκάνης απορροής του χειμάρρου Βενέτικου είναι η ΜΔΥ με τον Γκαουσιανό πυρήνα και τιμές παραμέτρων  $C=10$ ,  $g=0.5$ . Ωστόσο, οι διαφορές των μοντέλων μεταξύ τους είναι πολύ μικρές (οι τιμές των κριτηρίων αξιολόγησης έχουν μικρές διαφορές), γεγονός που σημαίνει ότι όλα τα μοντέλα μπορούν να εφαρμοστούν με επιτυχία για την προσομοίωση της σχέσης βροχοπτώσης-απορροής. Ιδιαίτερη αναφορά πρέπει να γίνει στην ικανότητα που έδειξαν τα μοντέλα στην πρόβλεψη των ακραίων τιμών, καθώς τα ακραία φαινόμενα είναι αυτά που προκαλούν πλημμυρικές παροχές. Έτσι, όλα τα μοντέλα ΤΝΔ και ΜΔΥ που αναπτύχθηκαν έδειξαν αρκετά καλή επίδοση στην πρόβλεψη των ακραίων τιμών της απορροής.

Αξιοσημείωτο συμπέρασμα που προέκυψε από την έρευνα είναι η βελτιστοποίηση των επιδόσεων των μοντέλων με τη χρήση ιστορίας στις εισόδους των ΤΝΔ και ΜΔΥ. Ειδικότερα, η χρήση της βροχοπτώσης και χιονόπτωσης των δύο προηγούμενων ημερών, καθώς και της στάθμης του νερού της προηγούμενης ημέρας βελτίωσαν σημαντικά τη συμπεριφορά των μοντέλων. Στο ίδιο αποτέλεσμα κατέληξαν και οι Boucher et al. το 2010 [32], όπου σε ένα ανάλογο ΤΝΔ χρησιμοποίησαν στις εισόδους την ημερήσια και των δύο προηγούμενων ημερών βροχοπτώση και την απορροή της προηγούμενης ημέρας, διαπιστώνοντας την βελτιωμένη αξιοπιστία του μοντέλου στην πρόβλεψη χρονοσειρών απορροής. Γενικά διαπιστώνεται ότι τα ΤΝΔ και οι ΜΔΥ μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά στη διερεύνηση της σχέσης βροχοπτώσης-απορροής και στην πρόβλεψη χρονοσειρών. Κύριο πλεονεκτήματά τους είναι η δυνατότητα επεξεργασίας μεγάλου όγκου δεδομένων σε σύντομο χρονικό διάστημα, γεγονός που τα κάνει να υπερέχουν σε σχέση με άλλα μοντέλα. Ωστόσο, είναι σημαντικό να γίνουν περαιτέρω έρευνες για τη βελτίωση των προτεινόμενων μοντέλων και κυρίως εφαρμογές σε πολλές και με διαφορετικά χαρακτηριστικά λεκάνες απορροής. Οι πολλές εφαρμογές και οι προσομοιώσεις με περισσότερα δεδομένα μπορούν να οδηγήσουν σε μεγαλύτερη βελτίωση στην απόδοση των μοντέλων. Παρά το γεγονός ότι τα προτεινόμενα μοντέλα μπορούν να πετύχουν προσομοίωση υψηλής ακρίβειας για τη σχέση βροχοπτώσης-απορροής, η προτεινόμενη προσέγγιση παρουσιάζει δύο βασικούς περιορισμούς.

Πρώτον, τα απαιτούμενα ιστορικά δεδομένα για τη βροχόπτωση και την απορροή θα πρέπει να είναι αξιόπιστα και διαθέσιμα για σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα, ώστε να επιτρέπεται στο μοντέλο να μιμείται τα πιθανά μοτίβα μεταξύ βροχοπτώσεων και απορροής. Δεύτερον, υπάρχει ανάγκη αναδιάρθρωσης και εκ νέου δημιουργίας ολόκληρης της αρχιτεκτονικής των μοντέλων σε περίπτωση που απαιτείται να συμπεριληφθούν διαφορετικές υδρολογικές μεταβλητές (όπως εξάτμιση και διήθηση που εκφράζουν απώλειες νερού για την τελική απορροή) στις εισόδους τους με στόχο τη βελτίωση της ακρίβειας των προβλέψεων.

Σημείωση: η παρούσα έρευνα αποτελεί τμήμα και εξέλιξη της διδακτορικής διατριβής του πρώτου συγγραφέα.

### V. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] "Comparing neural network and autoregressive moving average techniques for the provision of continuous river flow forecasts in two contrasting catchments", R.J. Abrahart, L. See, *Hydrological Process*, Vol. 14, Nr. 11–12, 2000, pp. 2157–2172.
- [2] "Precipitation Forecasting Using Multilayer Neural Network and Support Vector Machine Optimization Based on Flow Regime Algorithm Taking into Account Uncertainties of Soft Computing Models", F.B. Banadkooki, M. Ehteram, A.N. Ahmed, C.M. Fai, H.A. Afan, W.M. Ridwam, A. Sefelnasr, A. El-Shafie, *Sustainability*, Vol. 11, Nr. 23, 2019, 6681.
- [3] "A novel Master-Slave optimization algorithm for generating an optimal release policy in case of reservoir operation", M.S. Turgut, O.E. Turgut, H.A. Afan, A. El-Shafie, *Journal of Hydrology*, Vol. 577, 2019, Article 123959.
- [4] "Rainfall-runoff modelling using improved machine learning methods: Harris hawks optimizer vs. particle swarm optimization", Y. Tikhamarine, D. Souag-Gamane, A.N. Ahmed, S.S. Sammen, O. Kisi, Y.F. Huang, A. El-Shafie, *Journal of Hydrology*, Vol. 589, 2020, Article 125133.
- [5] *Fundamentals of hydrology*. Tim Davie, Routledge – Taylor & Francis Group, 2008.
- [6] "Prediction and modelling of rainfall-runoff during typhoon events using a physically-based and artificial neural network hybrid model", Y. Chih-Chieh, L. Wen-Cheng, *Hydrological Sciences Journal*, Vol. 60, Nr. 12, 2014, pp. 2102–2116.
- [7] "Short-term runoff prediction with GRU and LSTM networks without requiring time step optimization during sample generation", S. Gao, Y. Huang, S. Zhang, J. Han, G. Wang, M. Zhang, Q. Lin, *Journal of Hydrology*, Vol. 589, 2020, Article 125188.
- [8] "Impact of imperfect rainfall knowledge on the efficiency and the parameters of watershed models", V. Andréassian, C. Perrin, C. Michel, I. Usart-Sanchez, J. Lavabre, *Journal of Hydrology*, Vol. 250, Nr. 1–4, 2001, pp. 206–223.
- [9] "Integration of artificial neural networks with conceptual models in rainfall-runoff modeling", J. Chen, B.J. Adams, *Journal of Hydrology*, Vol. 318, Nr. 1–4, 2006, pp. 232–249.
- [10] Μπότσης, Δ., Λατινόπουλος, Π., Διαμαντάρας, Κ., "Προσομοίωση της σχέσης βροχόπτωσης-απορροής με αναδρομικά νευρωνικά δίκτυα", 14ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης (ΕΥΕ), Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος, Ελλάδα, Μάιος 2019, pp. 324–334.
- [11] "Dissection of trained neural network hydrologic models for knowledge extraction", A. Jain, S. Kumar, *Water Resources Research*, Vol. 45, Nr. 7, 2009.
- [12] "Neural networks for the prediction and forecasting of water resources variables: a review of modeling issues and applications", H.R. Maier, G.C. Dandy, *Environmental Modelling & Software*, Vol. 15, Nr. 1, 2000, pp. 101–123.
- [13] Μηχανική μάθηση. Κώστας Διαμαντάρας, Δημήτρης Μπότσης Δ., Αθήνα, Εκδόσεις Κλειδίριθμος, 2019.
- [14] "Artificial neural network in hydrology", ASCE Task Committee, *Journal of Hydrologic Engineering*, Vol. 5, Nr. 2, 2000, pp. 124–144.
- [15] "Pattern recognition using generalized portrait method", V. Vapnik, A. Lerner, A., *Automation and Remote Control*, Vol. 24, 1963, pp. 774–780.
- [16] "New support vector algorithms", B. Schölkopf, A.J. Smola, R. C. Williamson, *Neural computation*, Vol. 12, Nr. 5, 2000, pp. 1207–1245.
- [17] "A comparative study of artificial neural networks and neuro-fuzzy in continuous modeling of the daily and hourly behaviour of runoff", M. Aqil, I. Kita, A. Yano, S. Nishiyama S., *Journal of Hydrology*, Vol. 337, Nr. 1, 2007, pp. 22–34.
- [18] Botsis, D., Latinopoulos, P., Diamantaras, K., "Rainfall-runoff modeling using support vector regression and artificial neural networks", 12th International Conference on Environmental Science and Technology, University of Aegean, Rhodes, Greece, September 2011, pp. 230–237.
- [19] Μπότσης, Δ., Λατινόπουλος, Π., Διαμαντάρας, Κ. "Προσομοίωση της σχέσης βροχόπτωσης-απορροής με συνδυαστικούς αλγόριθμους μάθησης", 3ο κοινό συνέδριο (13ο) Ε.Υ.Ε., (9ο) Ε.Ε.Δ.Υ.Π. και (1ο) Ε.Υ.Σ.: Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Πόρων στη Νέα Εποχή. Ε.Μ.Π., Αθήνα, Ελλάδα, Δεκέμβριος 2015, Τόμος I: pp. 25–32.
- [20] "Rainfall-Runoff Modeling Using Support Vector Machine in Snow-Affected Watershed", F. Sedighi, M. Vafakhah, R.J. Mohamad, *Arabian Journal for Science and Engineering*, Vol. 41, 2016, p.p. 4065–4076.
- [21] "Rainfall-runoff modeling using LSTM-based multi-state-vector sequence-to-sequence model", H. Yin, X. Zhang, F. Wang, Y. Zhang, R. Xia, J. Jin, *Journal of Hydrology*, Vol. 598, 2021, Article 126378.
- [22] Botsis, D., Latinopoulos, P., Diamantaras, K. "Comparison of stochastic and machine learning models in streamflow forecasting", International conference Protection and Restoration of the environment XIV, Thessaloniki, Greece, July 2018, pp. 23–33.
- [23] *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*. Simon S. Haykin, Macmillan, New York, 1999.
- [24] Προσομοίωση της σχέσης βροχόπτωσης-απορροής με μεθόδους μηχανικής μάθησης. Δημήτρης Μπότσης, Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 2016.
- [25] "Rainfall-runoff models using artificial neural networks for ensemble streamflow prediction", D. Jeong, Y. Kim, *Hydrological Processes*, Vol. 19, 2005, pp. 3819–3835.
- [26] "A tutorial of support vector regression", A.J. Smola, B. Scholkopf, *Statistics and Computing*, Vol. 14.3, 2004, pp. 199–222.
- [27] *The Nature of Statistical Learning Theory*. Vladimir N. Vapnik, Springer, New York, 2000.
- [28] "River stage prediction based on a distributed support vector regression", C.L. Wu, K.W. Chau, Y.S. Li, *Journal of hydrology*, Vol. 358, 2008, pp. 96–111.
- [29] "Making large-scale support vector machine learning practical", T. Joachims, *Advances in kernel methods: support vector learning*, MIT Press, 1999, pp. 169–184.
- [30] "Learning to Classify Text Using Support Vector Machines: Methods Theory and Algorithms", T. Joachims, *Computational Linguistics*, Kluwer Academic Publishers, Vol. 29, Nr. 4, 2002.
- [31] "River Flow Forecasting through Conceptual Model. Part 1—A Discussion of Principles", J.E. Nash, J.V. Sutcliffe, J.V., *Journal of Hydrology*, Vol. 10, 1970, pp. 282–290.
- [32] "An experiment on the evolution of an ensemble of neural networks for streamflow forecasting", M.A. Boucher, J.P. Laliberté, F. Anctil, *Hydrology and Earth System Sciences*, Vol. 14, Nr. 3, 2010, pp. 603–612.

### ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ

Δημήτριος Μπότσης

Τμήμα Μηχανικών Τοπογραφίας και

Γεωπληροφορικής, Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος

Πανεπιστημιούπολη Σεργρών, 621 24 Τέρμα

Μαγνησίας, Σέρρες

e-mail: jimbotsis@gmail.com

# Οργάνωση Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών για τους Προσφυγικούς Συνοικισμούς των Σερρών

Αναστάσιος Σταμνάς

Αρχιτέκτονας & Αγρονόμος Τοπογράφος Μηχανικός  
tstamnas@yahoo.gr

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ:** Στο πλαίσιο του μαθήματος Φωτογραμμετρία II του Τμήματος Μηχανικών Τοπογραφίας & Γεωπληροφορικής του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, κατά το ακαδημαϊκό έτος 2020-2021, μελετήθηκαν οι προσφυγικοί οικισμοί των Σερρών και αξιοποιήθηκαν τα σύγχρονα εργαλεία και οι τεχνικές χαρτογράφησης και ψηφιακής αποτύπωσης. Βασικός στόχος της συλλογικής αυτής εργασίας ήταν η καταγραφή και η συγκέντρωση πληροφοριών για τα κτίσματα που έχουν διασωθεί (136 κατοικίες), η δημιουργία ενός φωτογραφικού αρχείου, τρισδιάστατων μοντέλων όψεων και ορθοανηγμένων εικόνων των όψεων επιλεγμένων κτισμάτων, η δημιουργία μιας εφαρμογής Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών και η χαρτογράφηση τους.

**Λέξεις Κλειδιά:** Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών, Φωτογραμμετρία, ψηφιακή αποτύπωση

**ABSTRACT:** Within the course Photogrammetry II of the Department of Surveying and Geoinformatics Engineering (Serres) of the International Hellenic University (IHU), during the academic year 2020-2021, the refugee settlements of Serres were studied and modern tools and techniques of mapping and digital documentation were evaluated. The main goal of this collective work was to record and collect information about the rescued buildings, to create a photographic archive, three-dimensional models of façades and orthorectified images of the façades of selected buildings, the creation of such a Geographic Information System application and their mapping.

**Keywords:** Geographic Information Systems, Photogrammetry, Digital documentation

## I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εγκατάσταση των προσφύγων στην πόλη των Σερρών μετά τη Μικρασιατική Καταστροφή αποτέλεσε καθοριστικό παράγοντα στη διαμόρφωση της οικιστικής μορφής της πόλης [1]. Οι νέες προσφυγικές συνοικίες οργάνωθηκαν με βάση συγκεκριμένο πολεοδομικό σχεδιασμό και αρχιτεκτονικά πρότυπα [2]. Η οικιστική ανάπτυξη της πόλης είχε ως αφετηρία το παλαιότερο κομμάτι της και ο οικιστικός ιστός επεκτάθηκε βαθμιαία κυρίως προς τα νότια, εκεί όπου το ανάγλυφο του εδάφους ευνοούσε την οικιστική επέκταση. Στους περισσότερους προσφυγικούς συνοικισμούς έγινε οργανωμένη δόμηση υπό την εποπτεία της Επιτροπής Αποκατάστασης Προσφύγων (Ε.Α.Π.) και του Υπουργείου Πρόνοιας, ενώ στους υπόλοιπους χορηγήθηκαν οικοπέδα και δάνεια για να ανεγείρουν οι πρόσφυγες μόνοι τους κατοικίες [3]. Σήμερα, οι ελάχιστες προσφυγικές κατοικίες που απέμειναν, βρίσκονται αντιμέτωπες με τις αντιπαροχές και τις εργολαβικές διεκδικήσεις, την κατεδάφιση και τον αφανισμό (Εικόνα 1).

Το κτιριακό αυτό απόθεμα αποτέλεσε αντικείμενο μελέτης στο πλαίσιο του μαθήματος Φωτογραμμετρία

II του Τμήματος Μηχανικών Τοπογραφίας & Γεωπληροφορικής του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, κατά το ακαδημαϊκό έτος 2020-2021. Τριάντα πέντε φοιτήτριες και φοιτητές μελέτησαν τους προσφυγικούς οικισμούς των Σερρών αξιοποιώντας τα σύγχρονα εργαλεία και τις τεχνικές χαρτογράφησης και ψηφιακής αποτύπωσης. Για τον σκοπό αυτό δημιουργήθηκαν έντεκα ομάδες στις οποίες ανατέθηκαν ξεχωριστές εργασίες (γενική οργάνωση, εντοπισμός των θέσεων σε ενιαίο υπόβαθρο, χαρτογράφηση, δημιουργία φωτογραφικού αρχείου, μετρήσεις σε κτίρια, συμπλήρωση δελτίων καταγραφής, δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων όψεων και ορθοανηγμένων εικόνων των όψεων επιλεγμένων κτιρίων, δημιουργία αναπτύγματος επιλεγμένου οικοδομικού μετώπου, οργάνωση Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών, τεχνική έκθεση, βιβλιογραφική έρευνα, ημερολόγιο εργασιών) και οι οποίες συνεργάστηκαν μεταξύ τους. Κατά την υλοποίηση της εργασίας παρουσιάστηκαν πρακτικά ζητήματα και προβλήματα τα οποία αντιμετωπίστηκαν και επιλύθηκαν κατά περίπτωση από τις ομάδες εργασίας.



Εικόνα 1 – Προσφυγικές κατοικίες στο συνοικισμό Νέας Ιωνίας στις Σέρρες (29/04/2020)

## II. ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΠΡΟΣΦΥΓΙΚΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΚΑΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΑΡΧΕΙΟΥ

Σήμερα τα απομεινάρια των δώδεκα προσφυγικών συνοικισμών της πόλης των Σερρών βρίσκονται διάσπαρτα μέσα σε ένα πολεοδομικό ιστό με μικρά και πυκνά οικοδομικά πολύγωνα, μικρά οικοπέδα και στενούς δρόμους. Τα περισσότερα εναπομείναντα κτίσματα έχουν υποστεί ριζικές αλλοιώσεις ή ετοιμάζονται για κατεδάφιση [4].

Οδηγός για τη μελέτη και τον εντοπισμό των προσφυγικών κατοικιών στις Σέρρες αποτέλεσε το

άρθρο των Λ. Θεοδορίδου-Σωτηρίου, Ε. Παναγιωτόπουλου και Γ. Καριώτη, “Αστικοί προσφυγικοί συνοικισμοί στις Σέρρες του Μεσοπολέμου” στο οποίο παρουσιάζονται μεταξύ άλλων ποσοτικά στοιχεία των οικισμών, η τυπολογία των κτισμάτων σε αυτούς, κτηματολογικά διαγράμματα στα οποία επισημαίνεται η θέση των κτισμάτων σε σχέση με το συνολικό σχέδιο του κάθε συνοικισμού κ.α. Τα 12 αυτά διαγράμματα (Εικόνα 2) χρησιμοποιήθηκαν για τον εντοπισμό 136 συνολικά κτισμάτων από τα 1000 περίπου που αναφέρονται στους δώδεκα προσφυγικούς συνοικισμούς των Σερρών στο εν λόγω άρθρο (Πίνακας 1). Προφανώς τα υπόλοιπα κατεδαφίστηκαν με την πάροδο του χρόνου.



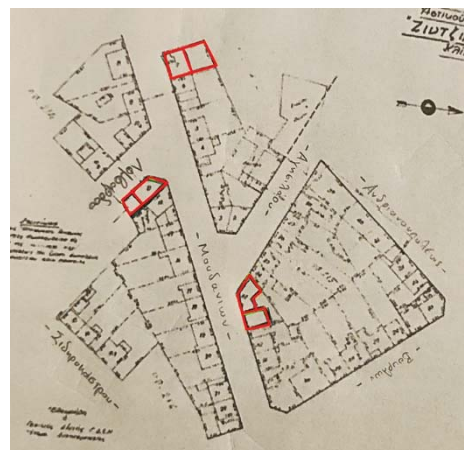
Εικόνα 2 – Οι θέσεις των δώδεκα προσφυγικών συνοικισμών και των αντίστοιχων κτηματολογικών διαγραμμάτων στην πόλη των Σερρών

Πίνακας 1 – Αριθμός εναπομεινασών προσφυγικών κατοικιών που εντοπίστηκαν (26 & 27/04/2020)

| α/α | Συνοικισμός                       | Αριθμός κτισμάτων |
|-----|-----------------------------------|-------------------|
| 1   | Στ. Γονατά                        | 29                |
| 2   | Στρατώνων Ιππικού                 | 8                 |
| 3   | Αγίων Αναργύρων                   | 24                |
| 4   | Μπαϊό Μαχαλά                      | 10                |
| 5   | Αστικοσηροτροφικός (Νέας Νίκαιας) | 13                |
| 6   | Νέας Ιωνίας                       | 10                |
| 7   | Ζιντζιρλή Τζαμί                   | 6                 |
| 8   | Νέα Κιουπλιά                      | 16                |
| 9   | Άγιος Παντελεήμων                 | 7                 |
| 10  | Πεισιδίας                         | 3                 |
| 11  | Στρατώνων Πυροβολικού             | 4                 |
| 12  | Σπορή                             | 6                 |
|     |                                   | Σύνολο 136        |

**Μεθοδολογία:** Στα δώδεκα κτηματολογικά διαγράμματα των συνοικισμών σημάνθηκαν οι θέσεις των προσφυγικών κατοικιών (Εικόνα 3) και δόθηκε ένας μοναδικός τετραψήφιος κωδικός για κάθε κτίσμα (τα δυο πρώτα ψηφία αναφέρονται στον οικισμό και τα άλλα δυο στο κτίσμα). Ακολούθησε η διανυσματοποίηση των περιγραμμάτων των κτισμάτων στο Google Earth Pro και η δημιουργία αρχείων μορφής KML τα οποία εισήχθησαν στη συνέχεια στο λογισμικό ArcGIS. Δημιουργήθηκαν έτσι διανυσματικά αρχεία μορφής shapefiles στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ 87) στα οποία απεικονίζονται σε ενιαίο χαρτογραφικό υπόβαθρο οι θέσεις, τα περιγράμματα και η κωδικοποίηση των

εναπομεινασών προσφυγικών κατοικιών που εντοπίστηκαν στους δώδεκα συνοικισμούς (Εικόνα 4). Παράλληλα, οργανώθηκε φωτογραφικό αρχείο με ψηφιακές εικόνες (από ερασιτεχνικές φωτογραφικές μηχανές και κάμερες κινητών τηλεφώνων) των όψεων για τα κτίσμα αυτά (Εικόνες 5,6,7). Για τον σκοπό αυτό δημιουργήθηκε ένας ξεχωριστός φάκελος με τον μοναδικό τετραψήφιο αριθμό του κάθε κτίσματος στον οποίο αποθηκεύτηκαν οι εικόνες των όψεων του. Κάποιες από τις εικόνες αυτές χρησιμοποιήθηκαν έπειτα για τη δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων και ορθοανηγμένων εικόνων των όψεων επιλεγμένων κτισμάτων.



Εικόνα 3 – Εντοπισμός της θέσης των εναπομεινασών προσφυγικών κατοικιών στον συνοικισμό Ζιντζιρλή Τζαμί ( Θεοδορίδου κ.ά., 2006: 224)



Εικόνα 4 – Οι θέσεις και η κωδικοποίηση των εναπομεινασών προσφυγικών κατοικιών που εντοπίστηκαν στους συνοικισμούς Πεισιδίας, Νέας Ιωνίας, Νέα Κιουπλιά και Αστικοσηροτροφικός



Εικόνα 5 – Προσφυγικές κατοικίες στο συνοικισμό Νέα Κιουπλιά (29/04/2020)



**Εικόνα 6 – Προσφυγικές κατοικίες στο συνοικισμό Αγίων Αναργύρων**  
(29/04/2020)



**Εικόνα 7 – Λιθοκτιστές προσφυγικές κατοικίες στο συνοικισμό Αγίων Αναργύρων (29/04/2020)**

### III. ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΔΕΛΤΙΟΥ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΚΑΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΩΝ

Επιλέχθηκαν ενδεικτικά 34 προσφυγικές κατοικίες (από τις 136) διάσπαρτες και στους δώδεκα συνοικισμούς για τις οποίες συλλέχθηκαν πληροφορίες και δημιουργήθηκαν τριδιάστατα μοντέλα και ορθοανηγμένες εικόνες των όψεων τους. Για τα κτίσματα αυτά συμπληρώθηκε δελτίο καταγραφής με πληροφορίες που αφορούν σε:

- I. Γενικά στοιχεία (Περιφερειακή ενότητα, Δήμος, Πόλη, Ταχυδρομικός κώδικας, Αριθμός κτιρίου, Οικοδομική νησίδα, Όνομα κτιρίου, Διεύθυνση, Ημερομηνία κατασκευής, Ιδιοκτήτης, Αρχικός, Νέος, Νομική προστασία).
- II. Περιγραφή (Σύστημα κατασκευής, Προσθήκες, Χρήση αρχική, Χρήση σημερινή, Αριθμός ορόφων, Ύψος κτιρίου, Κάτοψη, Επικάλυψη/Στέγη, Θέση κύριου άξονα, Προσανατολισμός κύριας εισόδου, Υλικά κατασκευής, Αλλοιώσεις, Εμβαδόν κάτοψης, Εμβαδόν οικοπέδου).
- III. Κατάσταση διατήρησης (Φέρων οργανισμός, Εξωτερικό τμήμα, Οφεις, Στέγη, Φυσικές φθορές, Υγρασία, Αξιολόγηση, Προτεινόμενη προστασία).
- IV. Στοιχεία ομάδας καταγραφής (Συντάκτες, Ημερομηνία σύνταξης, Γενικές παρατηρήσεις).

Οι παραπάνω πληροφορίες από το δελτίο καταγραφής για τις 34 αυτές προσφυγικές κατοικίες συγκεντρώθηκαν σε μια ενιαία Βάση Δεδομένων στο Excel (Εικόνα 8).

| Activity | Area | Thematic Component | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description | Thematic Component Description |
|----------|------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|----------|------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|

**Εικόνα 8 – Απόσπασμα της Βάσης δεδομένων για τις προσφυγικές κατοικίες των Σερρών**

Παράλληλα με το δελτίο καταγραφής με πληροφορίες για τις προσφυγικές κατοικίες συμπληρώθηκε και ένα δεύτερο δελτίο τεκμηρίωσης της φωτογραμμετρικής επεξεργασίας των εικόνων των όψεων με πληροφορίες όπως: Αντικείμενο, Γενικές διαστάσεις αντικειμένου, Αριθμός Διαθέσιμων φωτογραφιών, Τύπος μηχανής, Μέγεθος φωτογραφιών, Όργανο μέτρησης Αποστάσεων, Αριθμός Μετρήσεων, Εμπόδια/Προβλήματα κατά την φωτογράφιση, Λογισμικό Επεξεργασίας, Αριθμός Φωτογραφιών προς Επεξεργασία, Αριθμός φωτοσταθερών σημείων, Συνολικό RMS ERROR, Τύπος τελικού προϊόντος, Προβλήματα κατά την επεξεργασία δεδομένων, Τεχνική έκθεση.

Οι παραπάνω πληροφορίες από το δελτίο τεκμηρίωσης της φωτογραμμετρικής επεξεργασίας των εικόνων των όψεων των προσφυγικών κατοικιών συγκεντρώθηκαν επίσης σε μια ενιαία Βάση Δεδομένων στο Excel (Εικόνα 9).

[illegible]

**Εικόνα 9 –** Απόσπασμα της Βάσης δεδομένων για την τεκμηρίωση της φωτογραμμετρικής επεξεργασίας των εικόνων των όψεων των προσφυγικών κατοικιών των Σερών

IV. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ  
ΟΨΕΩΝ ΚΑΙ ΟΡΘΟΑΝΗΓΜΕΝΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ  
ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

Για τις επιλεγμένες 34 προσφυγικές κατοικίες δημιουργήθηκαν τρισδιάστατα μοντέλα (Εικόνες 10, 11) και ορθοαναγμένες εικόνες (Εικόνες 12,13) τμημάτων των όψεων τους. Η φωτογραμμετρική επεξεργασία των εικόνων έγινε στο λογισμικό Agisoft

Metashape Pro και περιλαμβάνει τα ακόλουθα κύρια βήματα: Εισαγωγή και Ευθυγράμμιση εικόνων, Γεωαναφορά του μοντέλου (εισαγωγή φωτοσταθερών), Δημιουργία πυκνού νέφους σημείων, Δημιουργία τρισδιάστατου πολυγωνικού μοντέλου με υφή και χρώμα, Εξαγωγή τελικών προϊόντων (τρισδιάστατο μοντέλο, ορθομωσαϊκό σε επιλεγμένο επίπεδο προβολής, Ψηφιακό Μοντέλο Επιφάνειας).



Εικόνα 10 – Τρισδιάστατο μοντέλο τμήματος όψεων προσφυγικής κατοικίας στο συνοικισμό Νέα Κιουπλιά



Εικόνα 11 – Τρισδιάστατο μοντέλο τμήματος όψεων προσφυγικής κατοικίας στο συνοικισμό Νέα Κιουπλιά

Ως φωτοσταθερά σημεία χρησιμοποιήθηκαν κυρίως σημεία στις γωνίες των κτισμάτων, οι σχετικές θέσεις των οποίων μετρήθηκαν με μετροταινία ή laser αποστασιόμετρο. Στη συνέχεια, τρισσοθόγνια συστήματα αξόνων (Oxyz) ορίστηκαν επάνω στις βασικές ακμές των περιγραμμάτων των κτισμάτων και δόθηκαν έτσι οι συντεταγμένες (X,Y,Z) των φωτοσταθερών σημείων στα συστήματα αυτά. Εμπόδια όπως έντονη βλάστηση, αυτοκίνητα, φράχτες κ.ά. δεν επέτρεψαν κάποιες φορές την ορατότητα προς τα κτίσματα και εν συνεχεία τη δημιουργία ολοκληρωμένων τρισδιάστατων μοντέλων και ορθοανηγμένων εικόνων των όψεων. Οι στέγες των κτισμάτων δεν αποδόθηκαν στις απεικονίσεις αυτές λόγω της αδυναμίας λήψης εικόνων από ψηλά.



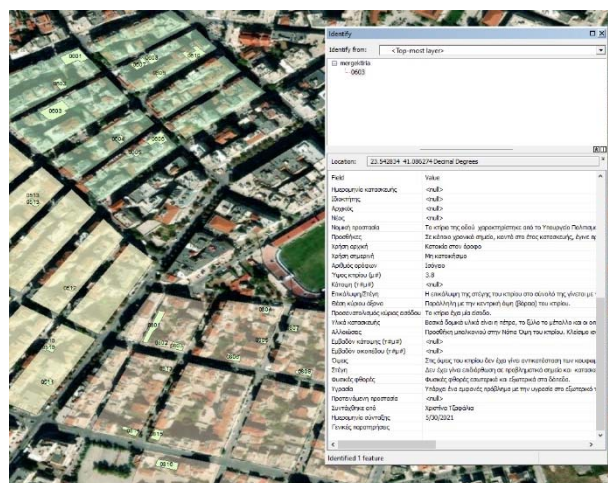
Εικόνα 12 – Ορθοανηγμένη εικόνα τμήματος όψης προσφυγικής κατοικίας στο συνοικισμό Νέα Κιουπλιά



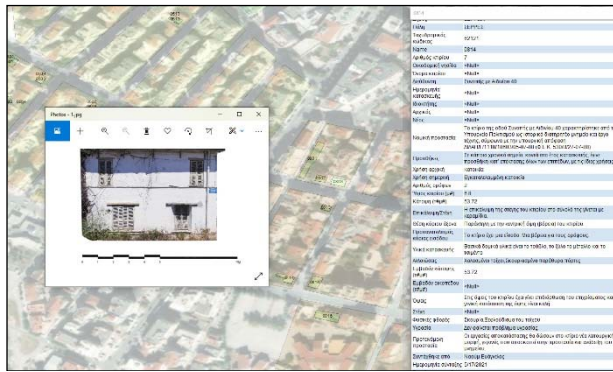
Εικόνα 13 – Ορθοανηγμένη εικόνα τμήματος όψης προσφυγικής κατοικίας στο συνοικισμό Νέα Κιουπλιά

## 5. ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Τα διανυσματικά αρχεία μορφής shapefiles στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ 87) στα οποία απεικονίζονται σε ενιαίο χαρτογραφικό υπόβαθρο οι θέσεις, τα περιγράμματα και η κωδικοποίηση των εναπομεινών προσφυγικών κατοικιών συνδέθηκαν με τη Βάση Δεδομένων (δελτίο καταγραφής) για τις 34 επιλεγμένες προσφυγικές κατοικίες. Η σύνδεση της χωρικής-γεωμετρικής με τη θεματική-περιγραφική πληροφορία έγινε στο λογισμικό ArcGIS με τη βοήθεια του μοναδικού τετραψήφιου αριθμού του κάθε κτίσματος (Εικόνα 14). Στη συνέχεια έγινε η εισαγωγή υπερσυνδέσμων που προσφέρουν τη δυνατότητα θέασης των ορθοανηγμένων εικόνων και των τρισδιάστατων μοντέλων των όψεων στην εφαρμογή αυτή για κάθε προσφυγική κατοικία (Εικόνα 15). Τέλος, έγινε η σύνταξη ενός θεματικού χάρτη με τις θέσεις των προσφυγικών συνοικισμών και των εναπομεινών προσφυγικών κατοικιών στις Σέρρες (Εικόνες 16, 17, 18, 19, 20).



Εικόνα 14 – Παράθυρο θέασης των θεματικών-περιγραφικών πληροφοριών για τις εναπομεινές προσφυγικές κατοικίες στις Σέρρες στο Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών



**Εικόνα 15** – Παραθυρο θέασης των θεματικών-περιγραφικών πληροφοριών και του υπερσυνδέσμου (ορθοαναγμένη εικόνα όψης) για τις εναπομείνουσες προσφυγικές κατοικίες στις Σέρρες στο Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών

## VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μετά το 1964, η υπέρμετρη ανοικοδόμηση σε συνδυασμό με την αύξηση του ύψους των οικοδομών και του συντελεστή δόμησης στην πόλη των Σερρών οδήγησε στον αφανισμό των προσφυγικών συνοικισμών του μεσοπολέμου [5]. Σήμερα, στην εποχή της ισοπεδωτικής εμπορευματοποίησης, τα ελάχιστα εναπομείναντα προσφυγικά κτίσματα ασφυκτιούν ανάμεσα σε πολυώροφες οικοδομές κατοικιών.

Η οργάνωση ενός Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών για τους προσφυγικούς συνοικισμούς των Σερρών είχε ως βασικό στόχο την καταγραφή και τη συγκέντρωση πληροφοριών για τα κτίσματα που έχουν διασωθεί, τη δημιουργία ενός φωτογραφικού αρχείου, τρισδιάστατων μοντέλων όψεων και ορθοανηγμένων εικόνων των όψεων επιλεγμένων κτισμάτων και τη χαρτογράφηση τους. Η εν λόγω εφαρμογή Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών δύναται στο μέλλον να εμπλουτιστεί και να συνδεθεί με άλλες Βάσεις Δεδομένων, χαρτογραφικά υπόβαθρα και αρχεία όπως για παράδειγμα φωτογραφίες, βίντεο κ.ά., αλλά και με άλλα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών σε άλλες περιοχές της Ελλάδας με τους αντίστοιχους προσφυγικούς συνοικισμούς όπως π.χ. της Θεσσαλονίκης [6].

Ευχαριστίες:

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά για την άψογη συνεργασία και την εξαιρετική δουλειά τις φοιτήτριες και τους φοιτητές που συμμετείχαν στην εργασία αυτή: Καραμανίδου Βασιλική, Θώδα Δέσποινα, Μπούρτζου Γεωργία, Παύλου Στρατηγούλα, Κουσαγιαννίδου Νικολέττα, Σπόντη Χριστίνα, Βαρδάκας Μάνος, Κοσκινάς Γιάννης, Ντυλμπέρ Βελίου, Οσβάλντο Ορούτσι, Πατρίκας Νέστορας, Γιακμής Γιάννης, Χαρίλαος Παπαθανασίου, Αγγελίδη Ασημίνα, Γιώργος Γκολογκίνας, Τόρε Αλεξάνδρα, Παππά Δήμητρα, Ναούμ Ευάγγελος, Μαλαϊ Άντζελα, Βλάχος Γεώργιος, Σταμπουλίδου Κλαίρη, Καραντουλαμά Ελισάβετ, Τζαφάλια Χριστίνα, Σκάντζου Εμμανουέλα, Χαριτίδης Κωνσταντίνος Ραφαήλ,

Ιάκου Μπρισέλα, Λάππα Αικατερίνη, Μπούτση  
 Άρτεμις Ειρήνη, Γούτας Σωτήρης, Ζλατάνος Ιβάν,  
 Σαββίδου Κυριακή, Κακαρίκου Αναστασία, Γκέλης  
 Δημήτριος, Βορδός Κωνσταντίνος.

## VII. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] Θεοδωρίδου-Σωτηρίου Λ., “Αυτοστέγαση Αστών Προσφύγων στην πόλη των Σερρών”, Μικρασιατική Σπίθα, τ. 16, 2011, σελ. 187-199.
- [2] Γαβρά Ε., “Προσφυγικές οικησεις, μετασχηματισμοί του χώρου στην Ελλάδα”, *Πρόσφυγες στη Μακεδονία. Από την τραγωδία, στην εποποιία*, Εταιρεία Μακεδονικών Σπουδών, Αθήνα, 2009, σελ.207-226.
- [3] Θεοδωρίδου-Σωτηρίου Λ., “Προσφυγικά σπίτια στην πόλη των Σερρών”, *Μικρασιατική Σπίθα*, τ. 15, 2010, σελ. 83-94.
- [4] Θεοδωρίδου-Σωτηρίου Λ., Παναγιωτόπουλο Ε., Καριώτης Γ., “Αστικοί προσφυγικοί συνοικισμοί στις Σέρρες του Μεσοπολέμου”, στο *Σερραϊκά Ανάλεκτα, Επετηρίδα του Πνευματικού Κέντρου του Δήμου Σερρών*, τ. 4, 2006, σελ. 207-246.
- [5] Καραδήμου-Γερόλυπου ΑΛ., Θεοδωρίδου-Σωτηρίου Λ. (επιμ.) “*Χώρος και Ιστορία*”, Τμήμα Εκδόσεων και Βιβλιοθήκης ΤΕΙ Σερρών, Σέρρες, 2008, σελ. 249.
- [6] Σταμνιάς Α., “Προσφυγικοί οικισμοί Θεσσαλονίκης: Χωρική τεκμηρίωση και ταξινόμηση με χρήση σύγχρονων μεθόδων”, *Επιτροπή Ποντιακών Μελετών*, Εκδόσεις Κυριακίδη, 2013.

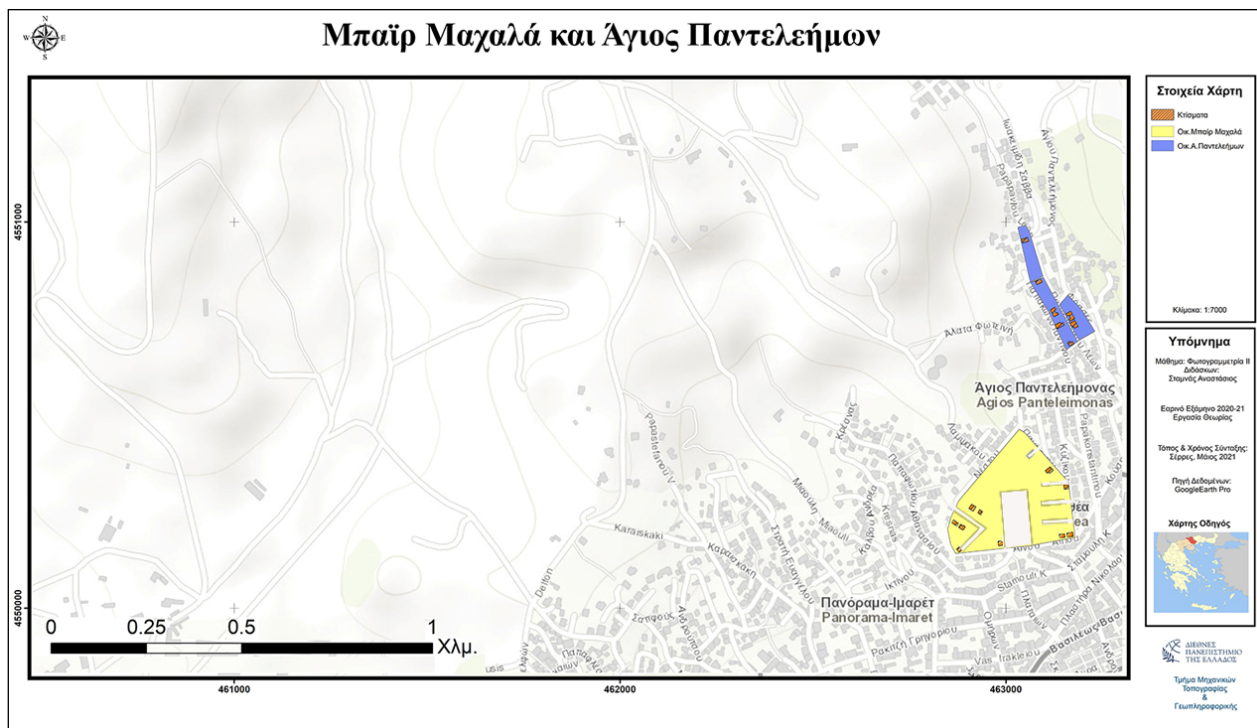
## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ

Αναστάσιος Σταμνάς

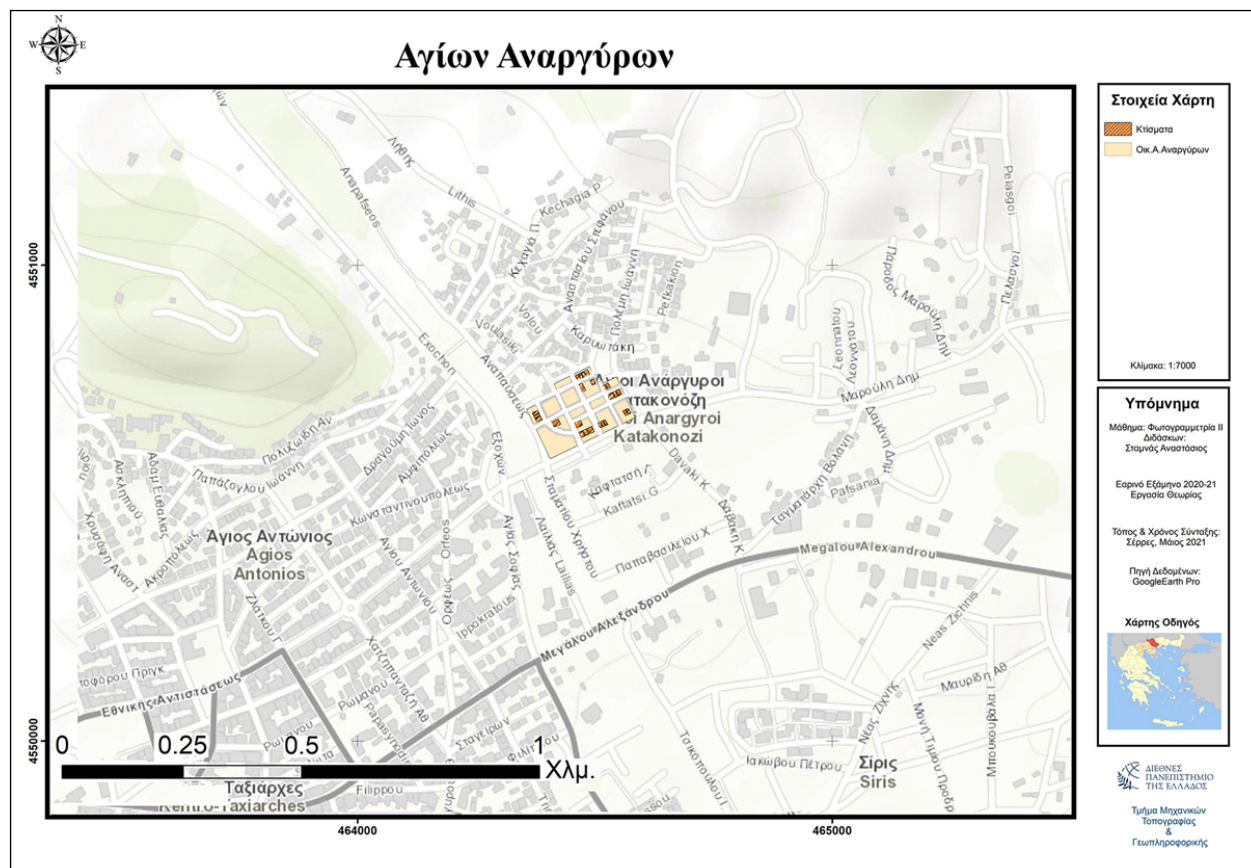
Τμήμα Μηχανικών Τοπογραφίας και  
Γεωπληροφορικής, Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος  
Πανεπιστημιούπολη Σερρών, 621 24 Τέρμα  
Μαγνησίας, Σέρρες  
e-mail: [tstamnas@yahoo.gr](mailto:tstamnas@yahoo.gr)



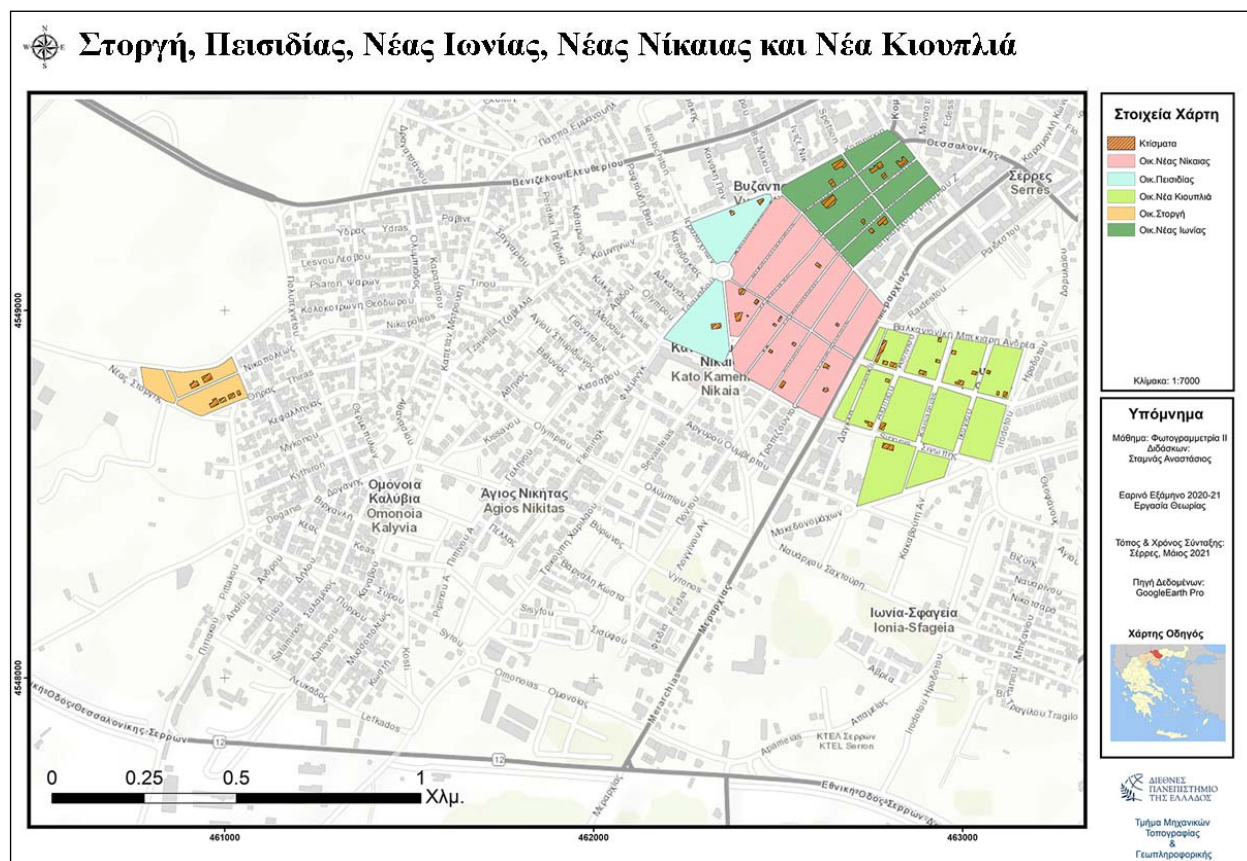
Εικόνα 16 – Θεματικός χάρτης με τις θέσεις των προσφυγικών συνοικισμών και των εναπομεινασών προσφυγικών κατοικιών στις Σέρρες



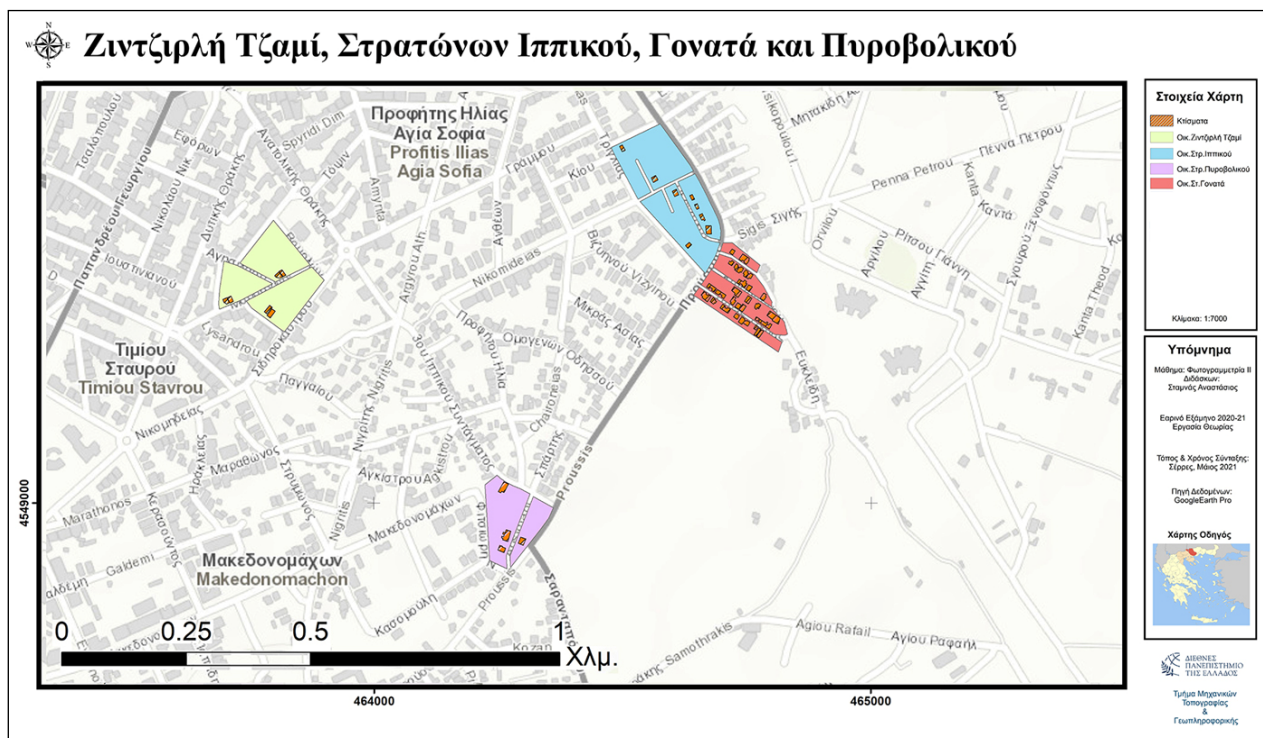
Εικόνα 17 – Θεματικός χάρτης με τις θέσεις των προσφυγικών συνοικισμών (Μπαϊρ Μαχαλά και Άγιος Παντελεήμων) και των εναπομεινασών προσφυγικών κατοικιών στις Σέρρες



Εικόνα 18 – Θεματικός χάρτης με τις θέσεις των προσφυγικών συνοικισμών (Αγίων Αναργύρων) και των εναπομεινανσών προσφυγικών κατοικιών στις Σέρρες



Εικόνα 19 – Θεματικός χάρτης με τις θέσεις των προσφυγικών συνοικισμών (Στοργή, Πεισιδιάς, Νέας Ιωνίας, Αστικοσηροτροφικός και Νέα Κιουπλιά) και των εναπομεινανσών προσφυγικών κατοικιών στις Σέρρες



Εικόνα 20 – Θεματικός χάρτης με τις θέσεις των προσφυγικών συνοικισμών (Ζιντζιρλή Τζαμί, Στρατώνων Ιππικού, Γονατά και Πυροβολικού) και των εναπομεινών προσφυγικών κατοικιών στις Σέρρες