ΤΟ ΕΠΙΣΗΜΟ ΕΚΦΡΑΣΤΙΚΟ ΜΕΣΟ ΤΟΥ ΣΥΛΛΟΓΟΥ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΥΠΡΟΥ | ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2026 | Νο 060 | ΔΩΡΕΑΝ

Πολιτικός | Μηχανικός

Ταχυδρομικό τέλος πληρωμένο
Μπορεί να ανοικτεί για ταχυδρομικό έλεγχο
Αριθμός Άδειας 11119

ISSN 2357-1136 ISSN 2357-1144

ΣΠΟΛΜΗΚ

Αν δεν παραδοθεί παρακαλούμε να επιστραφεί:
Τ.Θ. 23334, 1681 Λευκωσία, Κύπρος

spolmik.cyace www.facebook.com/cyace

@spolmik.cyace1992 www.linkedin.com/in/cyace



• Από την κλιματική πρόκληση στην κλιματική ανθεκτικότητα - Το Όραμα του ECCE • Γιατί είναι επιβεβλημένη η θέσπιση του Πιστοποιητικού Επιθεώρησης Κτιρίων • Έκδοση Ειδικού Διατάγματος από τον Υπουργό Εσωτερικών • Αποκατάσταση Δημοτικής Αγοράς Αθηένου • Μελέτη γενικών κοιτοστρώσεων οικοδομικών έργων • Βενετία - Η πόλη που αναδύθηκε από τον βάλτο • Νέα εποχή για τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις στην Κύπρο • Το Συγκρότημα Κοινωνικής κατοικίας «ΑΔΩΝΙΣ ΙΙΙ» στα Πάνω Πολεμίδια • Ειδική Σχολή Αποστόλου Λουκά & Αναρρωτήριο Ερυθρού Σταυρού στη Λεμεσό • Το Δυναμικό Γεωλογικό Σύστημα της Μεσογείου • Χαρακτηρισμός Παραδοσιακώς Παραχθέντων Φυσικών Υδραυλικών Κονιών • Μαθηματικό μοντέλο για τον υπολογισμό απωλειών εξαιτίας σταθερής υπόγειας διαρροής νερού κάτω από φράγμα • «Δίδυμα» σχολεία στη Λεμεσό και στο Γενί Τζαμί: Μια σπουδή στην κληρονομιά του μοντερνισμού • Η ΕΚΤ τα επιτόκια και η οικοδομική δραστηριότητα στην Κύπρο • Ο Μηχανικός αλλιώς • Η Κύπρος στην πρώτη γραμμή των Ευρωπαϊκών εξελίξεων στην Πολιτική Μηχανική

Δελτία Τύπου - Νέα του Συλλόγου - Γενική Ενημέρωση

Αρ. Τεύχους 060 - Σεπτέμβριος 2026



Εξώφυλλο:

- *Εκλογές ΕΤΕΚ*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

6 Από την κλιματική πρόκληση στην κλιματική ανθεκτικότητα
Το Όραμα του ECCE για μια ασφαλή, ανθεκτική και βιώσιμη Ευρώπη

10 Γιατί είναι επιβεβλημένη η θέσπιση
του Πιστοποιητικού Επιθεώρησης Κτιρίων

12 Έκδοση Ειδικού Διατάγματος από τον Υπουργό Εσωτερικών

14 Αποκατάσταση Δημοτικής Αγοράς
και Επανάχρησή της ως Πολιτιστικό Πολυλειτουργικό Κέντρο

18 Μελέτη γενικών κοιτοστρώσεων οικοδομικών έργων
Προσομοίωση, εδαφικά ελατήρια, έλεγχοι και απαιτήσεις Ευρωκωδίκων

26 Βενετία - Η πόλη που αναδύθηκε από τον βάλτο

30 Νέα εποχή για τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις στην Κύπρο

34 Το Συγκρότημα Κοινωνικής κατοικίας «ΑΔΩΝΙΣ ΙΙΙ» στα Πάνω Πολεμίδια

36 Ειδική Σχολή Αποστόλου Λουκά &
Αναρρωτήριο Ερυθρού Σταυρού στη Λεμεσό

40 Το Δυναμικό Γεωλογικό Σύστημα της Μεσογείου:
Κάποτε, Τώρα και στο Απώτερο Μέλλον

46 Χαρακτηρισμός Παραδοσιακώς Παραχθέντων Φυσικών Υδραυλικών Κονιών

52 Μαθηματικό μοντέλο για τον υπολογισμό απωλειών
εξαιτίας σταθερής υπόγειας διαρροής νερού κάτω από φράγμα

58 «Δίδυμα» σχολεία στη Λεμεσό και στο Γενί Τζαμί:
Μια σπουδή στην κληρονομιά του μοντερνισμού

64 Η ΕΚΤ (Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα), τα επιτόκια
και η οικοδομική δραστηριότητα στην Κύπρο

71 Ο Μηχανικός αλλιώς...

72 Η Κύπρος στην πρώτη γραμμή των ευρωπαϊκών εξελίξεων στην Πολιτική Μηχανική

76 Τεχνική Επίσκεψη στο Βελιγράδι της Σερβίας

77 The Braga Declaration:
A Shared European Vision for the Future of Civil Engineering

78 *ΝΕΑ ΤΟΥ ΣΥΛΛΟΓΟΥ – ΓΕΝΙΚΗ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ*

Πολιτικός Μηχανικός

Περιοδικό

ΣΥΛΛΟΓΟΥ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΥΠΡΟΥ

ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ
ΣΥΛΛΟΓΟΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΥΠΡΟΥ
Τ.Θ. 23334, 1681 Λευκωσία
Τηλ: 22672866, Φαξ: 22674650
www.spolmik.org
email: info@spolmik.org

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΔΟΣΗ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΝΟΜΟ
Κυριάκος Τσιουπανής

"Ο Σύλλογος Πολιτικών Μηχανικών Κύπρου δεν φέρει οποιαδήποτε ευθύνη για την ορθότητα ή/και το περιεχόμενο των ενυπόγραφων άρθρων ή/και αναλύσεων, που φιλοξενούνται στο Περιοδικό, τα οποία δεν αντιπροσωπεύουν κατ' ανάγκη την άποψη του Συλλόγου, αλλά των συγγραφέων τους.

Η επιλογή και δημοσίευση των άρθρων που αποστέλλονται εναπόκειται στην κρίση της αρμόδιας Συντακτικής Επιτροπής".

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΕΚΔΟΣΗΣ & ΚΑΛΛΙΤΕΧΝΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ
Lineart Communication Services
Λεωφ. Αρτέμιδος 33
Metropolitan Court, Γραφ. 301
Λάρνακα, Κύπρος
Τηλ: 24629191, Φαξ: 24651335
email: a.karoulla@ptc-ltd.com

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΔΙΑΦΗΜΙΣΗΣ
Πέτρος Χριστοδούλου

ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ
Ανδρέας Κωνσταντινίδης - Συντονιστής
Λεόντιος Κούστρουππος
Μιχάλης Αλλαγιώτης
Ερατώ Κουκότσικα

ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ
Ελένη Κορελίδου

ΣΠΟΛΜΗΚ



Από την κλιματική πρόκληση στην κλιματική ανθεκτικότητα

Το Όραμα του ECCE για μια ασφαλή, ανθεκτική και βιώσιμη Ευρώπη



Eur. Ing. **Πλάτωνας Στυλιανού** B.Eng. (Hons), MSc, MCS, CEng, FICE, FCIArb, FCA
- Chartered Civil / Structural Engineer, Α' Αντιπρόεδρος ΕΤΕΚ,
Πρόεδρος του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου Πολιτικών Μηχανικών (ECCE)

Κλιματική τρωτότητα του δομημένου περιβάλλοντος: Αποτίμηση των επιπτώσεων των πρόσφατων καυσώνων στην Ευρώπη

Οι πρόσφατοι καύσωνες ανέδειξαν με τον πιο σαφή τρόπο ότι η κλιματική αλλαγή δεν αποτελεί πλέον μελλοντική απειλή, αλλά πραγματικότητα που επηρεάζει άμεσα τον τρόπο με τον οποίο σχεδιάζουμε και λειτουργούμε τα κτίρια και τις υποδομές μας.

Μεγάλο μέρος του ευρωπαϊκού κτιριακού αποθέματος σχεδιάστηκε με βάση διαφορετικά κλιματικά δεδομένα. Ως αποτέλεσμα, πολλά κτίρια εμφανίζουν υπερθέρμανση των εσωτερικών χώρων, ανεπαρκή προστασία από την ηλιακή ακτινοβολία και μεγάλη εξάρτηση από μηχανικά συστήματα ψύξης. Αυτό οδηγεί σε αυξημένη ενεργειακή κατανάλωση, πιέσεις στα ηλεκτρικά δίκτυα και υψηλότερο λειτουργικό κόστος.

Παράλληλα, οι παρατεταμένες υψηλές θερμοκρασίες επιβαρύνουν τα δομικά υλικά και τις υποδομές, μειώνοντας τη διάρκεια ζωής τους και αυξάνοντας τις ανάγκες συντήρησης. Επομένως, η νέα κλιματική πραγματικότητα επηρεάζει όχι μόνο την ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων, αλλά και τη συνολική ανθεκτικότητα και αξιοπιστία τους.

Το ECCE προωθεί την **προσέγγιση 3S** (Safe-Sound-Sustainable) - **Ασφάλεια, Δομική Ακεραιότητα και Αειφορία.** Οι τρεις αυτές αρχές αποτελούν τη βάση για τη δημιουργία πραγματικά ανθεκτικών πόλεων και υποδομών. Δεν μπορεί να υπάρξει βιωσημότητα χωρίς ασφάλεια και δομική ακεραιότητα. Η πρόκληση της εποχής μας είναι να μη σχεδιάζουμε για το κλίμα του χθες, αλλά για τις συνθήκες των επόμενων δεκαετιών.

Έτοιμοι για το μέλλον: Η πλειονότητα των Ευρωπαϊκών κτιρίων μπορεί να αντέξει την κλιματική Κρίση;

Σε γενικές γραμμές, όχι. Το μεγαλύτερο μέρος του ευρωπαϊκού κτιριακού αποθέματος κατασκευάστηκε πριν οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής ενσωματωθούν ουσιαστικά στον σχεδιασμό και στους κανονισμούς.

Αυτό δεν σημαίνει ότι τα κτίρια αυτά είναι κατ' ανάγκη μη ασφαλή. Σημαίνει, όμως, ότι σε πολλές περιπτώσεις δεν προσφέρουν το επίπεδο θερμικής άνεσης, ενεργειακής απόδοσης, δομικής ασφάλειας και κλιματικής ανθεκτικότητας που απαιτείται σήμερα.

Η Ευρώπη οφείλει να επενδύσει συστηματικά στην ενεργειακή αναβάθμιση του υφιστάμενου κτιριακού αποθέματος. Η αναβάθμιση αυτή δεν πρέπει να αντιμετωπίζεται ως μεμονωμένη τεχνική παρέμβαση, αλλά ως ευκαιρία συνολικής αξιολόγησης του κτιρίου, με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής του συμπεριφοράς, της ασφάλειας, της δομικής ακεραιότητας και της ανθεκτικότητάς του.

Η πολιτική μηχανική καλείται πλέον να σχεδιάζει με βάση τις ανάγκες των επόμενων δεκαετιών και όχι αποκλειστικά με βάση την εμπειρία του παρελθόντος. Μόνο έτσι θα διαμορφώσουμε ένα δομημένο περιβάλλον που θα παραμένει ασφαλές, λειτουργικό και βιώσιμο.

Από το «Σωστό» στο «Ανεπαρκές»: Οι Κατασκευαστικές πρακτικές του παρελθόντος που κατέρριψε η κλιματική αλλαγή

Η πολιτική μηχανική είναι επιστήμη που εξελίσσεται διαρκώς. Κάθε γενιά μηχανικών σχεδιάζει με βάση τα επιστημονικά δεδομένα, τους κανονισμούς και τις ανάγκες της εποχής

της. Δεν θα ήταν δίκαιο να αξιολογούμε τις επιλογές του παρελθόντος με τα δεδομένα του σήμερα.

Οι νέες κλιματικές συνθήκες, όμως, μας υποχρεώνουν να επανεξετάσουμε πρακτικές που μέχρι πρόσφατα θεωρούνταν αποδεκτές. Μεγάλες μη σκιαζόμενες γυάλινες επιφάνειες, περιορισμένος φυσικός αερισμός, σκούρες εξωτερικές όψεις με υψηλή απορρόφηση θερμότητας και αποκλειστική εξάρτηση από μηχανικά συστήματα ψύξης, δεν ανταποκρίνονται πάντοτε στις σύγχρονες απαιτήσεις ενός ανθεκτικού και αειφόρου δομημένου περιβάλλοντος.

Η εξέλιξη της επιστήμης δεν σημαίνει ότι απορρίπτουμε το παρελθόν. Σημαίνει ότι αξιοποιούμε τη νέα γνώση για να σχεδιάζουμε καλύτερα το μέλλον. Αυτή είναι μία από τις βασικές αποστολές του ECCE, το οποίο λειτουργεί ως ευρωπαϊκή φωνή των Πολιτικών Μηχανικών και ως δεξαμενή σκέψης, παράγοντας, συγκεντρώνοντας και διαδίδοντας επιστημονική γνώση προς όφελος της κοινωνίας.

Μέσα από τις επιστημονικές εκδόσεις, τα περιοδικά, τις θέσεις και τα έγγραφα πολιτικής, τα μανιφέστα και τις διακηρύξεις του, το ECCE συμβάλλει στη διαμόρφωση κοινών ευρωπαϊκών προσεγγίσεων για την κλιματική αλλαγή, την ανθεκτικότητα των υποδομών, την προσιτή κατοικία, τον ψηφιακό μετασχηματισμό και την τεχνητή νοημοσύνη στην πολιτική μηχανική.

Αυτή θεωρώ ότι είναι μία από τις σημαντικότερες προσφορές του ECCE προς την ευρωπαϊκή κοινωνία: να μετατρέπει την επιστημονική γνώση και την εμπειρία των μηχανικών σε καλύτερους κανονισμούς, αποτελεσματικότερες πολιτικές και έργα που βελτιώνουν την ποιότητα ζωής και την ευημερία των πολιτών. Η γνώση αποκτά πραγματική αξία, μόνο όταν μετατρέπεται σε όφελος για την κοινωνία.

Ανάσα δροσιάς χωρίς σκαλωσιές: Οι έξυπνες παρεμβάσεις που μειώνουν την υπερθέρμανση στα σπίτια

Υπάρχουν παρεμβάσεις με υψηλή σχέση κόστους - οφέλους που μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά τη θερμική συμπεριφορά ενός υφιστάμενου κτιρίου. Η εξωτερική σκίαση, οι ανακλαστικές επιφάνειες στις στέγες και στις όψεις, η ενίσχυση της θερμομόνωσης, η αναβάθμιση των κουφωμάτων, η αξιοποίηση του φυσικού αερισμού και τα έξυπνα συστήματα διαχείρισης, μπορούν να μειώσουν αισθητά τις εσωτερικές θερμοκρασίες και την κατανάλωση ενέργειας.

Εξίσου σημαντικές είναι οι λύσεις που βασίζονται στη φύση, όπως οι πράσινες στέγες, οι κάθετοι κήποι, η φύτευση δέντρων και η ενίσχυση του αστικού πρασίνου. Οι λύσεις αυτές βελτιώνουν τη θερμική συμπεριφορά των κτιρίων και συμβάλλουν στο περιορισμό του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας, βελτιώνοντας το μικροκλίμα και την ποιότητα ζωής στις πόλεις.

Το ουσιαστικό ζήτημα, όμως, δεν είναι μόνο ποιες παρεμβάσεις θα επιλέξουμε, αλλά και πώς θα τις εφαρμόσουμε. Η ενεργειακή αναβάθμιση δεν μπορεί να εξετάζεται αποκομμένα από τη συνολική κατάσταση του κτιρίου.

Πιστεύουμε ότι κάθε πρόγραμμα ενεργειακής αναβάθμισης στην Ευρώπη, πρέπει να περιλαμβάνει, ως βασική προϋπόθεση, τον έλεγχο επάρκειας και την αντισεισμική αποτίμηση του φέροντος οργανισμού από αρμόδιο Πολιτικό Μηχανικό. Δεν είναι λογικό να επενδύουμε σημαντικούς πόρους για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, χωρίς να γνωρίζουμε προηγουμένως την πραγματική κατάσταση της δομικής και σεισμικής επάρκειας του κτιρίου. Η ασφάλεια πρέπει πάντοτε να προηγείται και να αποτελεί τη βάση κάθε παρέμβασης.

Η θέση αυτή αποτυπώνεται στη σχετική θέση πολιτικής του ECCE, η οποία προτείνει την ενσωμάτωση της αξιολόγησης και, όπου απαιτείται, της αναβάθμισης του φέροντος οργανισμού σε κάθε σημαντική ενεργειακή αναβάθμιση. Η ενεργειακή απόδοση, η δομική ασφάλεια, η σεισμική επάρκεια και η κλιματική ανθεκτικότητα, αποτελούν αλληλένδετες πτυχές της ίδιας ολοκληρωμένης στρατηγικής.

Οι παρεμβάσεις πρέπει επίσης να αξιολογούνται σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής του κτιρίου, ώστε οι σημερινές επιλογές να συνεχίσουν να αποδίδουν για πολλές δεκαετίες με το μικρότερο δυνατό περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Η Ευρώπη δεν χρειάζεται απλώς περισσότερες ενεργειακές αναβαθμίσεις· χρειάζεται καλύτερες ενεργειακές αναβαθμίσεις, που ενισχύουν παράλληλα την ασφάλεια, τη δομική ακεραιότητα και την ανθεκτικότητα των κτιρίων.

Σχεδιάζοντας το δομημένο περιβάλλον του αύριο: Πώς η κλιματική κρίση επανασχεδιάζει τα νέα κτίρια

Ο σχεδιασμός των νέων κτιρίων περνά σε μια νέα εποχή. Δεν αρκεί πλέον να δημιουργούμε κτίρια χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης. Οφείλουμε να σχεδιάζουμε κτίρια και υποδομές που αντέχουν στις μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες και προστατεύουν τους ανθρώπους σε όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους.

Τα κτίρια του μέλλοντος θα ενσωματώνουν βιοκλιματικό σχεδιασμό, υλικά υψηλής απόδοσης, αποτελεσματικά συστήματα σκίασης, φυσικό αερισμό, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και έξυπνα συστήματα διαχείρισης. Παράλληλα, η ψηφιακή μοντελοποίηση, τα ψηφιακά ομοιώματα και η τεχνητή νοημοσύνη θα επιτρέψουν καλύτερο σχεδιασμό, αποτελεσματικότερη λειτουργία και έγκαιρη συντήρηση των έργων.

Εξίσου σημαντική είναι η αξιολόγηση κάθε έργου σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής του και η εφαρμογή των αρχών της κυκλικής οικονομίας, ώστε να μειώνονται όχι μόνο η ενεργειακή κατανάλωση, αλλά και το συνολικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

Το **Μανιφέστο του ECCE** για τον σχεδιασμό ανθεκτικών υποδομών υπογραμμίζει ότι η Ευρώπη πρέπει να επενδύσει σε έργα που ανταποκρίνονται όχι μόνο στις σημερινές ανάγκες, αλλά και στις προκλήσεις των επόμενων δεκαετιών. Η ανθεκτικότητα δεν αποτελεί πλέον πρόσθετη απαίτηση· αποτελεί βασικό κριτήριο ενός σωστού σχεδιασμού.

Το μέλλον της πολιτικής μηχανικής δεν βρίσκεται μόνο στις νέες τεχνολογίες, αλλά στην ικανότητά μας να συνδυάζουμε την καινοτομία με την επιστημονική γνώση και την κοινωνική ευθύνη. Ο στόχος δεν είναι απλώς η κατασκευή καλύτερων κτιρίων, αλλά καλύτερες πόλεις, ασφαλέστερες υποδομές και υψηλότερη ποιότητα ζωής.

Νομοθετικό κενό: Πού υστερούν οι Ευρωπαϊκοί κανονισμοί για την προστασία από τις ακραίες θερμοκρασίες

Τα τελευταία χρόνια έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος στις ευρωπαϊκές πολιτικές για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και την αειφόρο ανάπτυξη, δημιουργούν ένα ολοένα και πιο ολοκληρωμένο πλαίσιο για τον ορθό και σύγχρονο σχεδιασμό του δομημένου περιβάλλοντος.

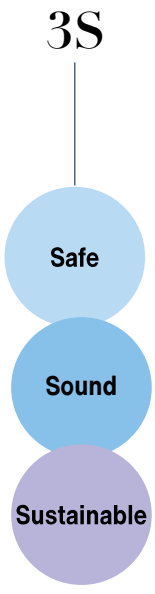
Παρά τα θετικά βήματα, εξακολουθούν να υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης. Οι κανονισμοί πρέπει να ενσωματώνουν περισσότερο την κλιματική ανθεκτικότητα, λαμβάνοντας υπόψη τις μελλοντικές συνθήκες και όχι μόνο τα ιστορικά δεδομένα. Απαιτείται επίσης στενότερη συνεργασία μεταξύ Πολιτικών Μηχανικών, Αρχιτεκτόνων, επιστημόνων του κλίματος, δημόσιων αρχών και φορέων χάραξης πολιτικής.

Η **Διακήρυξη της Μπράγκα** και το κοινό Έγγραφο Πολιτικής του ECCE και του ECEC για την ασφαλή, προσιτή και βιώσιμη κατοικία, αναδεικνύουν ότι η ενεργειακή μετάβαση δεν μπορεί να επιτύχει χωρίς ασφαλείς κατασκευές, ανθεκτικές υποδομές και υψηλής ποιότητας μηχανική.



Η Ευρώπη διαθέτει τη γνώση, την τεχνολογία και το επιστημονικό δυναμικό. Η πραγματική πρόκληση είναι να μετατρέψει αυτή τη γνώση σε αποτελεσματικές πολιτικές, επενδύσεις και έργα που υπηρετούν, τόσο τον άνθρωπο σήμερα, αλλά και να ανταποκρίνονται στις ανάγκες του αύριο.

Ο ρόλος του Πολιτικού Μηχανικού καθίσταται περισσότερο από ποτέ καθοριστικός. Δεν είναι μόνο ο μελετητής ή ο κατασκευαστής ενός έργου· είναι ο αξιόπιστος τεχνικός σύμβουλος της κοινωνίας, που συμβάλλει στη λήψη αποφάσεων για την ασφάλεια, την ανθεκτικότητα και την αειφόρο ανάπτυξη των πόλεων και των υποδομών μας.



Μήνυμα του Προέδρου του ECCE

«Η πολιτική μηχανική δεν αφορά μόνο τις κατασκευές. Αφορά τους ανθρώπους: την ασφάλεια των οικογενειών μας, τη δομική ακεραιότητα των έργων, την προστασία του περιβάλλοντος, την ανθεκτικότητα των κοινωνιών και την ποιότητα ζωής των πολιτών.

Στο **ECCE** πιστεύουμε ότι η σύγχρονη πολιτική μηχανική θεμελιώνεται στην προσέγγιση **3S** (Safe-Sound-Sustainable): **Ασφάλεια, Δομική Ακεραιότητα και Αειφορία**. Πάνω σε αυτές τις αρχές οικοδομούμε έναν ευρύτερο στόχο: έργα και υποδομές που ενισχύουν την ανθεκτικότητα, αναβαθμίζουν την ποιότητα ζωής και προάγουν την ευημερία των ανθρώπων.

Η παραγωγή, η ανταλλαγή και η διάχυση της γνώσης,αποτελούν βασική αποστολή του **ECCE**. Μέσα από τις επιστημονικές εκδόσεις, τις θέσεις και τα έγγραφα πολιτικής, τα μανιφέστα και τις διακηρύξεις μας, επιδιώκουμε να μετατρέπουμε την επιστημονική γνώση σε καλύτερες δημόσιες πολιτικές, ασφαλέστερες κατασκευές και πιο αειφόρες κοινωνίες.

Η **Ευρώπη δεν χρειάζεται μόνο περισσότερα έργα. Χρειάζεται καλύτερα έργα**, ανθεκτικότερα, σχεδιασμένα με ευθύνη, όραμα και μακροπρόθεσμη προοπτική. Γιατί, στο τέλος της ημέρας, η πολιτική μηχανική δεν μετριέται μόνο με το σκυρόδεμα και τον χάλυβα. Μετριέται με την εμπιστοσύνη που εμπνέει, την ασφάλεια που προσφέρει και την ποιότητα ζωής που δημιουργεί. Αυτό είναι το όραμα του ECCE για μια ασφαλή, ανθεκτική και βιώσιμη Ευρώπη.»

Πλάτωνας Στυλιανού, *Chartered Civil Engineer, Πρόεδρος του European Council of Civil Engineers (ECCE)*

Γιατί είναι επιβεβλημένη η θέσπιση του Πιστοποιητικού Επιθεώρησης Κτιρίων



Ανδρέας Θεοδότου, ΓΓ ΕΤΕΚ, Πολιτικός Μηχανικός

Η ιδέα της θέσπισης ενός Πιστοποιητικού Επιθεώρησης Κτιρίων στην Κύπρο δεν είναι απλώς ακόμα μια γραφειοκρατική υποχρέωση που προστίθεται στον ήδη μακρύ κατάλογο πιστοποιητικών που αφορούν την ακίνητη περιουσία. Είναι, ουσιαστικά, η πρώτη ευκαιρία που θα έχει ποτέ ο τόπος μας να αποκτήσει μια πραγματική, τεκμηριωμένη εικόνα της κατάστασης του κτιριακού του αποθέματος, και ταυτόχρονα ένα εργαλείο που θα φέρει τον ιδιοκτήτη πιο κοντά στον Πολιτικό Μηχανικό, σε μια σχέση προληπτικής φροντίδας του κτιρίου του και όχι αντιμετώπισης του προβλήματος όταν αυτό έχει ήδη γίνει επικίνδυνο. Ως Πολιτικοί Μηχανικοί, οφείλουμε να δούμε αυτή την πρωτοβουλία, όχι ως άλλη μία ρυθμιστική επιβάρυνση, αλλά ως ευκαιρία αναβάθμισης του ρόλου του κλάδου μας και, πρωτίστως, ως θέμα δημόσιας ασφάλειας.



Η ανάγκη: ένα κτιριακό απόθεμα που κανείς δεν έχει καταγράψει

Η Κύπρος διαθέτει σήμερα ένα από τα πιο ετερογενή κτιριακά αποθέματα στην Ευρώπη, με κτίρια που κατασκευάστηκαν σε διαφορετικές δεκαετίες, με διαφορετικούς κανονισμούς, διαφορετικά υλικά και, δυστυχώς, όχι πάντα με τη δέουσα επίβλεψη. Έχουμε κτίρια της δεκαετίας του 1970 και του 1980, πολλά εκ των οποίων κατασκευάστηκαν πριν από την εισαγωγή σύγχρονων αντισεισμικών κανονισμών και πολλές φορές με αμφιβόλου ποιότητας υλικά. Έχουμε παραθαλάσσια κτίρια εκτεθειμένα στη διάβρωση από το αλμυρό περιβάλλον, βιομηχανικά κτίρια, δημόσια κτίρια, κτίρια στα οποία υπάρχει συνάθροιση πληθυσμού. Και όμως, μέχρι σήμερα, δεν υπάρχει καμία συγκεντρωτική, συστηματική καταγραφή της δομικής κατάστασης αυτού του αποθέματος.

Η απουσία αυτής της καταγραφής δεν είναι απλώς ένα στατιστικό κενό. Είναι μια ουσιαστική αδυναμία του κράτους να σχεδιάσει πολιτικές πρόληψης, να κατανοήσει πού βρίσκονται οι μεγαλύτεροι κίνδυνοι, να προτεραιοποιήσει πόρους για επεμβάσεις, ή ακόμα και να αντιδράσει αποτελεσματικά σε περίπτωση σεισμού ή άλλου φυσικού φαινομένου. Όταν κάτι καταρρεύσει, όπως έχει συμβεί με μπαλκόνια ή τμήματα στεγών σε δημόσια και ιδιωτικά κτίρια τα τελευταία χρόνια, το κράτος και η κοινωνία αντιδρούν εκ των υστέρων, χωρίς να γνωρίζουν αν το συγκεκριμένο περιστατικό ήταν μεμονωμένο ή αν αποτελεί την κορυφή ενός παγόβουνου προβλημάτων που αφορούν εκατοντάδες ή χιλιάδες παρόμοια κτίρια.

Η διάσταση αυτή αποκτά ιδιαίτερη βαρύτητα αν αναλογιστούμε τα ιστορικά ορόσημα της κυπριακής οικοδομικής νομοθεσίας. Ο πρώτος επίσημος Κυπριακός Αντισεισμικός Κανονισμός θεσπίστηκε το 1994, γεγονός που σημαίνει ότι κάθε κτίριο που ανεγέρθηκε πριν από τη χρονιά αυτή δεν σχεδιάστηκε καν με βάση στοιχειώδεις αντισεισμικές απαιτήσεις. Ακόμη πιο σημαντικό, η υποχρεωτική επίβλεψη της κατασκευής από Αρχιτέκτονα και Πολιτικό Μηχανικό καθιερώθηκε μόλις το 1999 -που σημαίνει ότι για δεκαετίες πριν από αυτή τη χρονιά, ακόμη και κτίρια που είχαν μελετηθεί σωστά, ενδέχεται να μην κατασκευάστηκαν πιστά σύμφωνα με τη μελέτη τους, χωρίς κανέναν να το επιβεβαιώσει επιτόπου. Το τεράστιο απόθεμα κτιρίων που κατασκευάστηκε πριν από αυτά τα δύο ορόσημα -δηλαδή πριν το 1994 και πριν το 1999- αποτελεί ακριβώς το τμήμα του κτιριακού μας πλούτου, για το οποίο η Πολιτεία και ο κλάδος μας γνωρίζουμε λιγότερα, και για το οποίο η ανάγκη συστηματικής καταγραφής και επιθεώρησης είναι πιο επιτακτική από ποτέ.

Η θέσπιση ενός υποχρεωτικού Πιστοποιητικού Επιθεώρησης Κτιρίων αλλάζει ριζικά αυτή την εικόνα. Κάθε επιθεώρηση που θα διενεργείται από αδειούχο Πολιτικό Μηχανικό, δεν θα αποτελεί απλώς μια ατομική αξιολόγηση ενός κτιρίου, αλλά και ένα σημείο δεδομένων που θα εντάσσεται σε ένα εθνικό μητρώο. Για πρώτη φορά, η Πολιτεία θα αποκτήσει μια οργανωμένη, ψηφιοποιημένη βάση δεδομένων που θα περιλαμβάνει την ηλικία των κτιρίων, τον τύπο κατασκευής, τη γενική δομική τους κατάσταση, τυχόν εντοπισμένες βλάβες και τον βαθμό επικινδυνότητάς τους. **Πρόκειται, ουσιαστικά, για μια πρώτη απογραφή του κτιριακού πλούτου του τόπου - όχι με όρους αξίας ή τετραγωνικών, αλλά με όρους ασφάλειας και ανθεκτικότητας.**

Μια τέτοια βάση δεδομένων θα έχει πολλαπλασιαστική αξία. Θα επιτρέψει στις αρμόδιες υπηρεσίες να εντοπίζουν γεωγραφικές ή χρονολογικές «ζώνες κινδύνου» - για παράδειγμα, περιοχές με υψηλή συγκέντρωση παλαιών κτιρίων κοντά στη θάλασσα, όπου η διάβρωση του οπλισμού είναι πιο πιθανή, ή γειτονιές όπου κυριαρχούν κτίρια συγκεκριμένης εποχής κατασκευής με γνωστές αδυναμίες. **Θα βοηθήσει στον σχεδιασμό στοχευμένων προγραμμάτων ενίσχυσης ή αναβάθμισης, στην ιεράρχηση δημόσιας χρηματοδότησης, ακόμη και στον σχεδιασμό πολιτικής για πολιτική προστασία, σε περίπτωση σεισμικού γεγονότος**. Χωρίς αυτά τα δεδομένα, κάθε πολιτική παραμένει στα τυφλά. Με αυτά, η Κύπρος θα αποκτήσει, επιτέλους, το εργαλείο που χρειάζεται για να μεταβεί από τη λογική της διαχείρισης κρίσεων, στη λογική της συστηματικής πρόληψης.

Η ευκαιρία για τον ιδιοκτήτη: πρόληψη αντί θεραπείας

Το δεύτερο - εξίσου σημαντικό - όφελος της θέσπισης του Πιστοποιητικού, αφορά απευθείας τον ιδιοκτήτη κάθε κτιρίου. Σήμερα, ο μέσος ιδιοκτήτης κατοικίας ή επαγγελματικού χώρου δεν έχει κανένα θεσμοθετημένο κίνητρο ή υποχρέωση να καλέσει Πολιτικό Μηχανικό να εξετάσει το κτίριό του, εκτός εάν παρατηρήσει κάτι εμφανώς ανησυχητικό - μια ρωγμή που μεγαλώνει, μια υγρασία που επιμένει, έναν οπλισμό που έχει αρχίσει να φαίνεται. Στην πράξη, όμως, πολλές δομικές βλάβες - διάβρωση οπλισμού, αποφλοιώσεις σκυροδέματος, ρηγματώσεις λόγω καθιζήσεων, προβλήματα στεγανοποίησης - εξελίσσονται σιωπηλά για χρόνια πριν γίνουν ορατές ή επικίνδυνες. Όταν, τελικά, γίνουν αντιληπτές, το κόστος αποκατάστασης έχει συνήθως πολλαπλασιαστεί, και σε ακραίες περιπτώσεις το πρόβλημα έχει ήδη θέσει σε κίνδυνο την ασφάλεια των ενοίκων.

Η υποχρεωτική περιοδική επιθεώρηση αλλάζει αυτή τη δυναμική άρδην. **Δίνει στον ιδιοκτήτη μια συγκεκριμένη, τακτική ευκαιρία να δει το κτίριό του μέσα από τα μάτια ενός ειδικού, ο οποίος θα εντοπίσει σημάδια φθοράς ή βλάθης πολύ πριν αυτά εξελιχθούν σε κάτι σοβαρότερο**. Ένας Πολιτικός Μηχανικός που επιθεωρεί συστηματικά ένα κτίριο δεν κοιτάζει μόνο την αισθητική επιφάνεια· εξετάζει τη φέρουσα κατασκευή, την κατάσταση των μπαλκονιών και των στηθαίων, τα σημεία όπου το σκυρόδεμα είναι εκτεθειμένο σε υγρασία ή αλάτι, τις ενδείξεις καθίζησης, τη λειτουργία των αρμών διαστολής, την κατάσταση της στεγανοποίησης στο δώμα. Πολλές από αυτές τις βλάβες, όταν εντοπιστούν έγκαιρα, διορθώνονται με σχετικά απλές και οικονομικές επεμβάσεις -μια τοπική επιδιόρθωση σκυροδέματος, μια ανανέωση στεγανοποίησης, μια ενίσχυση ενός στηθαίου αντί να απαιτούν, μερικά χρόνια αργότερα, εκτεταμένες και δαπανηρές επεμβάσεις αποκατάστασης ή, στη χειρότερη περίπτωση, μερική ή ολική ανακατασκευή.

Με άλλα λόγια, το Πιστοποιητικό Επιθεώρησης λειτουργεί ως ο μηχανισμός που θα εισαγάγει επιτέλους την κουλτούρα της προληπτικής συντήρησης στον κτιριακό τομέα της Κύπρου - μια κουλτούρα που έχει καθιερωθεί εδώ και δεκαετίες





σε άλλους τομείς, όπως η συντήρηση οχημάτων ή βιομηχανικού εξοπλισμού, αλλά που παραμένει, δυστυχώς, σχεδόν ανύπαρκτη όσον αφορά στα κτίρια. Κανείς δεν θα σκεφτόταν να οδηγεί ένα αυτοκίνητο για δεκαετίες χωρίς κανέναν τεχνικό έλεγχο· και όμως, αυτό ακριβώς συμβαίνει σήμερα με χιλιάδες κτίρια στην Κύπρο, τα οποία φιλοξενούν οικογένειες, επιχειρήσεις και δημόσιες υπηρεσίες.

Η σημασία αυτής της αλλαγής νοοτροπίας δεν πρέπει να υποτιμηθεί. Πέραν της ασφάλειας, η προληπτική συντήρηση διατηρεί και αυξάνει την αξία του ακινήτου, μειώνει το μακροπρόθεσμο κόστος ιδιοκτησίας, και προστατεύει τους ενοίκους από αιφνίδιες, επικίνδυνες αστοχίες. Παράλληλα, δίνει στον ιδιοκτήτη μια τεκμηριωμένη εικόνα της κατάστασης του κτιρίου του, κάτι εξαιρετικά χρήσιμο και σε περίπτωση πώλησης, ενοικίασης ή ασφάλισης του ακινήτου.

Ο ρόλος του Πολιτικού Μηχανικού αναβαθμίζεται

Είναι σημαντικό να τονίσουμε ότι η θέσπιση του Πιστοποιητικού δεν αφορά μόνο τους ιδιοκτήτες και το κράτος· αφορά, ουσιαστικά, τον ίδιο τον κλάδο μας. Ο Πολιτικός Μηχανικός καλείται να αναλάβει έναν ενεργό, διαρκή ρόλο στη ζωή ενός κτιρίου, πέρα από τη φάση της μελέτης και της κατασκευής. Αυτό συνεπάγεται νέες ευθύνες, αλλά και νέες ευκαιρίες επαγγελματικής απασχόλησης και αναγνώρισης της αξίας της επιστήμης μας στην καθημερινότητα του πολίτη.

Για να αποδώσει, όμως, ο θεσμός τα μέγιστα οφέλη του, θα πρέπει να σχεδιαστεί με σαφή κριτήρια: ξεκάθαρο πλαίσιο συχνότητας επιθεωρήσεων ανάλογα με την ηλικία και τη χρήση του κτιρίου, τυποποιημένα έντυπα καταγραφής ευρημάτων, τα οποία έχουν ήδη ετοιμαστεί από το ΕΤΕΚ με τη συνδρομή μελών του ΣΠΟΛΜΗΚ και επικαιροποιούνται συχνά, ώστε τα δεδομένα να είναι συγκρίσιμα και αξιοποιήσιμα σε επίπεδο μητρώου, σαφή διαδικασία παραπομπής σε περαιτέρω μελέτη όταν εντοπίζεται σοβαρή βλάβη, και επαρκή εκπαίδευση ή πιστοποίηση των μηχανικών που θα διενεργούν τις επιθεωρήσεις.

Προκλήσεις που πρέπει να προβλεφθούν

Κανένας θεσμός, όσο ορθός και αν είναι εννοιολογικά, δεν εφαρμόζεται χωρίς προκλήσεις, και είναι χρέος του Συλλό-

γου να τις αναγνωρίσει εκ των προτέρων, αντί να τις αφήσει να εμφανιστούν στην πράξη. Η πρώτη πρόκληση αφορά τον όγκο εργασίας: με δεκάδες χιλιάδες κτίρια σε όλη την Κύπρο, θα χρειαστεί ρεαλιστικό χρονοδιάγραμμα σταδιακής εφαρμογής, ενδεχομένως ξεκινώντας από τα παλαιότερα ή τα πλέον πολυσύχναστα κτίρια, δημόσια κτίρια, πολυκατοικίες μεγάλης πυκνότητας- πριν επεκταθεί στο σύνολο του αποθέματος. Μια απότομη, καθολική εφαρμογή χωρίς επαρκή προετοιμασία κινδυνεύει να δημιουργήσει συμφόρηση, να υποβαθμίσει την ποιότητα των επιθεωρήσεων, ή να προκαλέσει αντιδράσεις από ιδιοκτήτες που θα αισθανθούν ότι επιβαρύνονται οικονομικά χωρίς επαρκή ενημέρωση για τον σκοπό του μέτρου.

Η δεύτερη πρόκληση αφορά το κόστος και ποιος το επωμίζεται. Το κόστος της επιθεώρησης δεν πρέπει να λειτουργήσει αποτρεπτικά, ιδίως για ευάλωτους ιδιοκτήτες ή για ιδιοκτήτες παλαιών κτιρίων με χαμηλή οικονομική αντοχή. Θα πρέπει να εξεταστεί η δυνατότητα κρατικής επιδότησης, τουλάχιστον στην πρώτη φάση εφαρμογής, ώστε το μέτρο να μη λειτουργήσει ως πρόσθετος οικονομικός φραγμός, αλλά ως πραγματικό εργαλείο προστασίας για όλους.

Τρίτον, είναι κρίσιμο το σύστημα καταγραφής των ευρημάτων να είναι ενιαίο, ψηφιακό και διαλειτουργικό, ώστε τα δεδομένα από χιλιάδες ξεχωριστές επιθεωρήσεις να μπορούν πράγματι να συγκεντρωθούν σε ένα λειτουργικό εθνικό μητρώο, και όχι να παραμείνουν διάσπαρτα σε χαρτιά ή μεμονωμένα αρχεία των εκάστοτε μηχανικών. Χωρίς αυτή την τυποποίηση, χάνεται ακριβώς το μεγαλύτερο όφελος του θεσμού - η δυνατότητα συνολικής ανάλυσης του κτιριακού αποθέματος σε επίπεδο χώρας.

Τέλος, ο Σύλλογος οφείλει να διασφαλίσει ότι ο θεσμός δεν θα λειτουργήσει ως εργαλείο άσκοπης γραφειοκρατίας ή, ακόμη χειρότερα, ως πηγή νομικής έκθεσης του επιθεωρούντος μηχανικού χωρίς σαφές πλαίσιο ευθύνης. Το πλαίσιο νομοθέτησης πρέπει να καθορίζει με σαφήνεια τα όρια της ευθύνης του μηχανικού, ώστε η επιθεώρηση να παραμείνει έντιμο εργαλείο πρόληψης και όχι πηγή αναίτιων δικαστικών διενέξεων.

Συμπέρασμα

Η θέσπιση του Πιστοποιητικού Επιθεώρησης Κτιρίων αποτελεί μια σπάνια ευκαιρία να συνδυαστούν δύο στόχοι που, φαινομενικά, ανήκουν σε διαφορετικά επίπεδα, αλλά στην πραγματικότητα είναι άρρηκτα συνδεδεμένοι: η δημιουργία μιας εθνικής, τεκμηριωμένης εικόνας του κτιριακού μας αποθέματος, και η καλλιέργεια μιας νέας νοοτροπίας προληπτικής φροντίδας εκ μέρους κάθε ιδιοκτήτη. Ο Σύλλογος Πολιτικών Μηχανικών Κύπρου οφείλει να στηρίξει ενεργά αυτή την πρωτοβουλία, να συμβάλει στον ορθό σχεδιασμό της, και να αναδείξει τον κρίσιμο ρόλο που καλείται να διαδραματίσει ο κλάδος μας στην ασφάλεια και την ανθεκτικότητα του δομημένου περιβάλλοντος της Κύπρου για τις επόμενες δεκαετίες.

ΕΤΕΚ
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

Έκδοση Ειδικού Διατάγματος από τον Υπουργό Εσωτερικών

10/07/2026

Το ΕΤΕΚ ενημερώνει τα μέλη του ότι κατόπιν σχετικής πρότασης του Επιμελητηρίου, έχει εκδοθεί το περί Ρυθμίσεως Οδών και Οικοδομών (Εργασίες δομοστατικής αναβάθμισης σε υφιστάμενες οικοδομές) Ειδικό Διάταγμα Εξαίρεσης του 2026 (ΚΔΠ 290/2026). Βάσει του διατάγματος, οι εργασίες δομοστατικής αναβάθμισης ή αποκατάστασης του φέροντος οργανισμού οικοδομής, εξαιρούνται από την υποχρέωση εξασφάλισης άδειας οικοδομής, με βάση τις πρόνοιες του άρθρου 4Β(4)(στ) του περί ρύθμισεως Οδών και Οικοδομών Νόμου, υπό τους όρους που καθορίζονται στο άρθρο 6 του διατάγματος.

Για τις εργασίες αυτές και νοουμένου ότι πληρούνται οι προϋποθέσεις του διατάγματος, ο μελετητής, υποβάλλει στην αρμόδια αρχή ηλεκτρονικά μέσω του πληροφοριακού συστήματος «Ιππόδαμος», κοινοποίηση της εξαίρεσης από την υποχρέωση εξασφάλισης άδειας οικοδομής για προσθήκες ή/και μετατροπές σε υφιστάμενη οικοδομή που αφορούν εργασίες δομοστατικής αναβάθμισης.

Σκοπός του διατάγματος είναι η ενίσχυση της δημόσιας ασφάλειας μέσω της διευκόλυνσης και ενθάρρυνσης της υλοποίησης εργασιών δομοστατικής αναβάθμισης υφιστάμενων οικοδομών,

Σημειώνεται ότι κατά την υποβολή της κοινοποίησης της εξαίρεσης για τις εργασίες δομοστατικής αναβάθμισης/αποκατάστασης του φέροντος οργανισμού υφιστάμενης οικοδομής, δεν καταβάλλονται δικαιώματα προς την αρμόδια αρχή. Σημειώνεται επίσης ότι μέχρι την μέχρι την ενεργοποίηση της υποπαραγράφου (iii) του όρου «μελετητής» του άρθρου 2 του Νόμου (ήτοι μέχρι την ενεργοποίηση του Μητρώου Μελετητών), ο μελετητής που θα διορίζεται για έργο το οποίο εμπίπτει στο πεδίο εφαρμογής του διατάγματος οφείλει να κατέχει πτυχίο Πολιτικού Μηχανικού, καθώς και σχετική επαγγελματική εμπειρία τουλάχιστον πέντε (5) ετών. Για σκοπούς επιβεβαίωσης της πλήρωσης των εν λόγω κριτηρίων, εκδίδεται σχετική εξουσιοδότηση από το ΕΤΕΚ.

Αποκατάσταση Δημοτικής Αγοράς και Επανάχρησή της ως Πολιτιστικό Πολυλειτουργικό Κέντρο



Σωκράτης Στρατής, Δρ. Αρχιτέκτονας Πολεοδόμος,
Καθηγητής, Τμήμα Αρχιτεκτονικής, Πανεπιστήμιο Κύπρου

Μελέτη: 2001-2020 - **Υλοποίηση:** 2021-2024

Ομάδα Μελέτης:

Αρχιτέκτονας: Σωκράτης Στρατής-AA&U
Συνεργάτες Αρχιτέκτονες στο AA&U: Αγγέλα Πέτρου, Χρυσάνθη Κωνσταντίνου, Riccardo Urbano
Συνεργάτης Αρχιτέκτονας και Υπεύθυνος Επίβλεψης: Χρήστος Πασαδάκης
Υποστήριξη: Sara Borai, Ρεβέκκα Ευαγγέλου - αρχιτέκτονες-AA&U
Πολιτικός Μηχανικός: OptimumCE LLC: Λουκάς Βαρνάβα.
Επιμετρητές Ποσοτήτων: Nicolaou & Konnides: Κυριάκος Νικολάου.
Ηλεκτρολόγοι και Μηχανολόγοι Μηχανικοί: Gemac Consultancy Services Ltd
Εργολάβος Εργου: Milonas S & N Constructions Ltd
Αρχιτέκτονας Δημοτικής Αγοράς (1949-1952): Νεοπτόλεμος Μιχαηλίδης

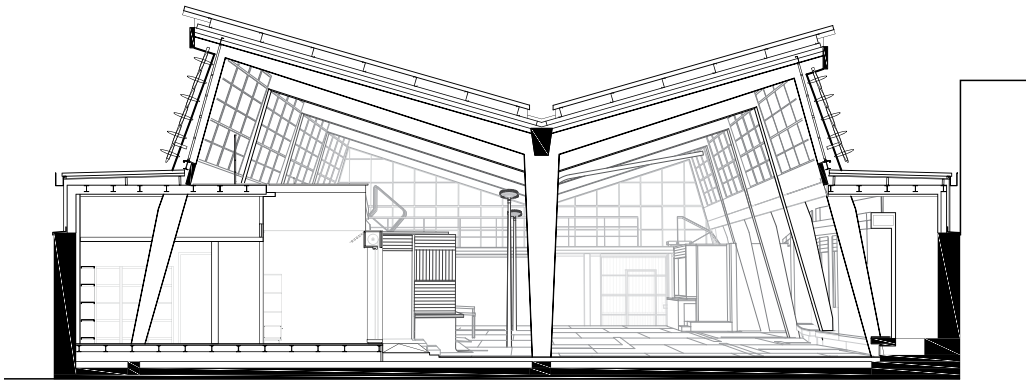
Το έργο αφορά την ανακαίνιση και επανάχρηση εξαιρετικού αρχιτεκτονήματος του Κυπριακού Μοντερνισμού, (Νεοπτόλεμος Μιχαηλίδης, 1951). Η ανακαίνιση του κτιρίου, βασίζεται στις συλλογικές προσπάθειες της ομάδας μελέτης, σε συνεργασία με τον Δήμο Αθηένου και το Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως, που ανέτρεψαν την απόφαση κατεδάφισης του στις αρχές του 1990 και το κήρυξαν διατηρητέο. Το κτίριο, από δημοτική αγορά, μετατρέπεται σε κοινοτικό, πολιτιστικό κέντρο. Η μακρόχρονη διαδικασία σχεδιασμού (2001-2021), περιλαμβάνει προσεκτικές αναθεωρήσεις της αρχικής μελέτης ανακαίνισης, καθώς και σχολαστική καταγραφή της φθοράς του εγκαταλειμμένου κτιρίου. Το κόστος του έργου ανέρχεται στα 1,915 εκατομμύρια ευρώ συν ΦΠΑ. Συγχρηματοδοτήθηκε από το Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως και τον Δήμο Αθηένου.

Η αρχική οργάνωση του κτιρίου βασίζεται σε δύο χωρικά συστήματα που διαμόρφωσαν τη σχεδιαστική ιδέα ανακαίνισής του. Το πρώτο χωρικό σύστημα απαρτίζεται από το διώροφο σκελετό από σειρές με κολώνες και δοκάρια από εμφανές οπλισμένο σκυρόδεμα σε σχήμα ασύμμετρου «Υ», με επικλινείς στηρίξεις στα άκρα. Λειτουργούσε ως στέγαστρο του κεντρικού χώρου και των καταστημάτων της αγοράς και ενθάρρυνε το πέρασμα, από την πίσω γειτονιά, προς την εκκλησία του Αγίου Φωκά. Ο μπετονένιος σκελετός του συντηρείται με επάλειψη από ανθρακονήματα, για διατήρηση των αρχικών διατομών του. Τοποθετούνται νέα μεταλλικά κουφώματα, ιδίας διατομής, όμως με διπλά τζάμια Το στέγαστρο διατηρείται στην αρχική του κατάσταση, χωρίς ηλεκτρολογικές ή μηχανολογικές εγκαταστάσεις που ενσωματώνονται στο δευτερεύων χωρικό σύστημα.

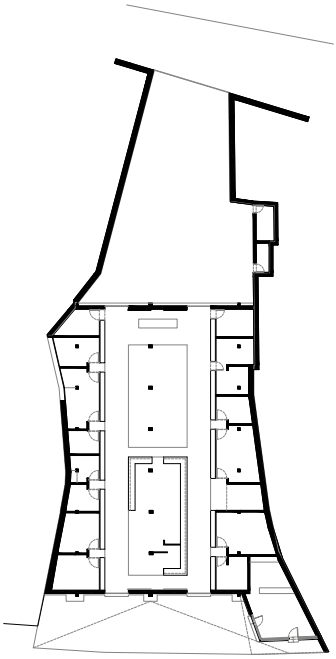
Το δευτερεύον χωρικό σύστημα του αρχικού κτιρίου αγκυρώνει το αρχιτεκτόνημα στην κλίμακα του χωριού από μονώροφες οικοδομές στα τέλη του 1940. Διαμορφώνει το μονώροφο κτίριο του «Μουκτάρη», που βρίσκεται έξω από το κύριο όγκο του κτιρίου. Οργανώνει επίσης τα καταστήματα για κρεοπώλες και φθαρτέμπορες κάτω από το στέγαστρο. Η όψη τους αποτελείται από πάγκους με μωσαϊκό που διακόπτονται από τις εισόδους τους. Μεταλλικά ρολά και ξύλινα κουφώματα κλείνουν την υπόλοιπη όψη. Με βάση τη σχεδιαστική ιδέα ανακαίνισης, γίνεται αναδιάρθρωση του χώρου των καταστημάτων, έτσι ώστε από τη μια να δημιουργηθεί μεγαλύτερος χώρος στο ανατολικό τμήμα του εσωτερικού χώρου για επιμέρους χρήσεις (καφενείο, κέντρο πολίτη-ταχυδρομείο, βοηθητικοί χώροι). Από την άλλη, να διαμορφωθεί πλατειακός χώρος στο δυτικό τμήμα του χώρου. Τα αρχικά καταστήματα στα τέσσερα άκρα του κτιρίου διατηρούνται, ενώ η θέση των υπολοίπων εντυπώνεται στο μωσαϊκό πάτωμα με αποχρώσεις του αρχικού δαπέδου. Τα μεταλλικά ρολά και ξύλινες επιφάνειες επαναχρησιμοποιούνται. Στο βόρειο τμήμα του οικοπέδου, εξωτερική ράμπα συνδέει τον δρόμο με την εσωτερική σκηνή, συνεχίζοντας το ρόλο του κτιρίου ως πέρασμα. Η ράμπα είναι μέρος της οροφής του νέου υπογείου με τις μηχανολογικές εγκαταστάσεις.



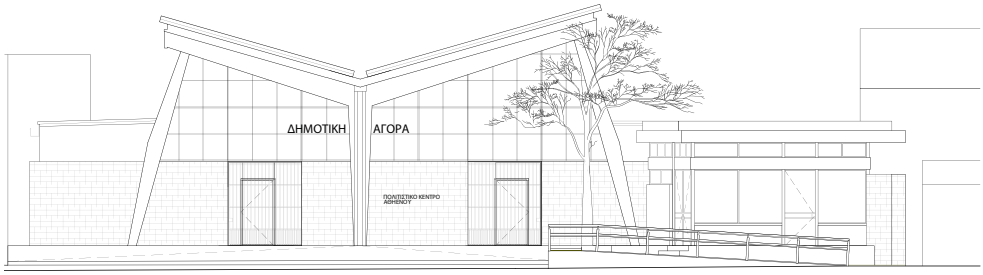




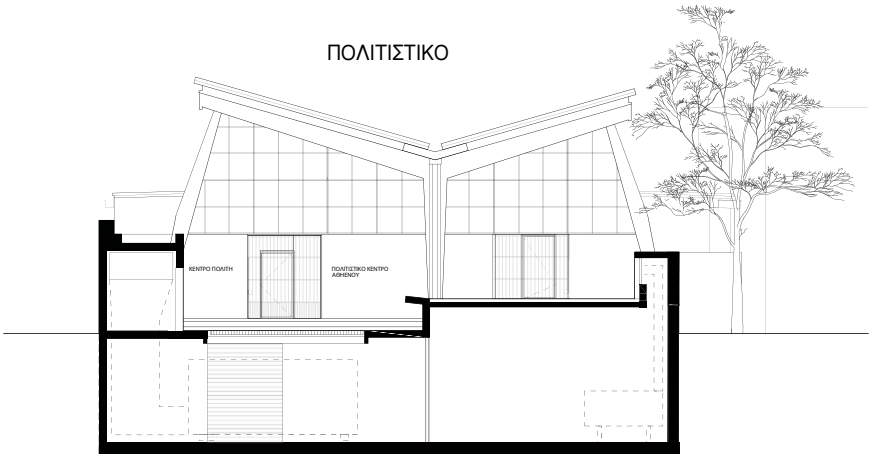
Τομή



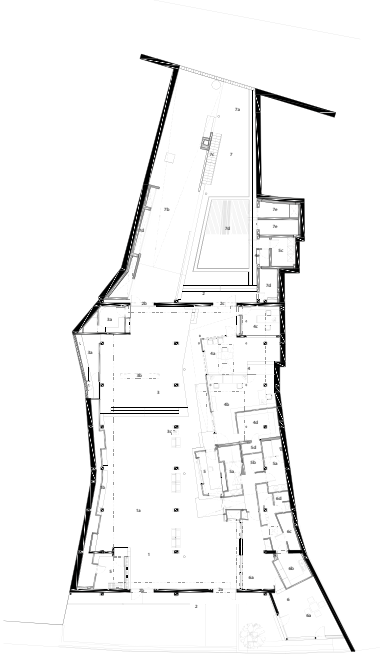
Αρχική Κατάσταση Ισογείου



Νότια Όψη



Βόρεια Όψη



Κάτοψη Ισογείου

Μελέτη γενικών κοιτοστρώσεων οικοδομικών έργων
Προσομοίωση, εδαφικά ελατήρια, έλεγχοι και απαιτήσεις Ευρωκωδίκων



Ιωάννης Α. Περικλέους
Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ, MEng(Civil), MBA, CEng, FIStructE

Εισαγωγή

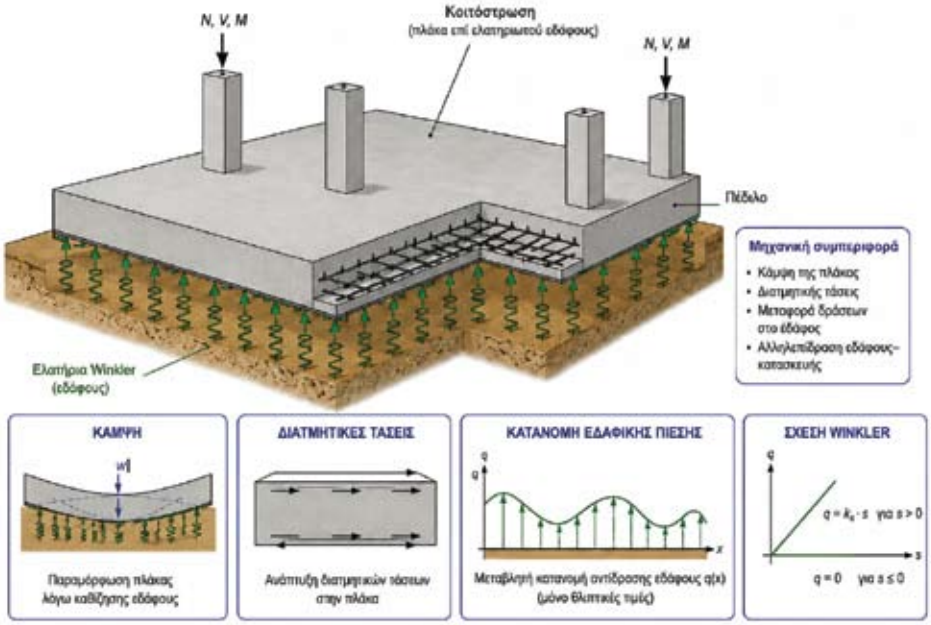
Η κοιτόστρωση αποτελεί μορφή επιφανειακής θεμελίωσης, η οποία χρησιμοποιείται όταν απαιτείται ενιαία κατανομή των φορτίων της ανωδομής στο έδαφος, περιορισμός διαφορικών καθιζήσεων ή αύξηση της δυσκαμψίας της θεμελίωσης. Σε οικοδομικά έργα με υποστυλώματα, τοιχώματα, πυρήνες, υπόγεια ή αυξημένες σεισμικές απαιτήσεις, η κοιτόστρωση πρέπει να εξετάζεται ως μέρος του συστήματος εδάφους - θεμελίωσης - ανωδομής.

Η βασική τεχνική απαίτηση είναι η επιλογή κατάλληλου υπολογιστικού προσομοιώματος, το οποίο να αποδίδει με επάρκεια τη μηχανική συμπεριφορά της θεμελίωσης για τις οριακές καταστάσεις που εξετάζονται. Η επιλογή του προσομοιώματος επηρεάζει την κατανομή των εδαφικών αντιδράσεων, των ροπών, των τεμνουσών, των καθιζήσεων και του απαιτούμενου οπλισμού.

Ο Ευρωκώδικας 7 απαιτεί, για κάθε γεωτεχνική κατάσταση σχεδιασμού, να ελέγχεται ότι δεν υπερβαίνεται καμία σχετική οριακή κατάσταση και το υπολογιστικό προσομοίωμα να περιγράφει τη θεωρούμενη συμπεριφορά του εδάφους για την οριακή κατάσταση που εξετάζεται.

Μηχανική συμπεριφορά της κοιτόστρωσης

Η κοιτόστρωση λειτουργεί ως επιφανειακό δομικό στοιχείο επί παραμορφώσιμου υποβάθρου. Η συμπεριφορά της δεν εξαρτάται μόνο από το πάχος και τον οπλισμό της πλάκας, αλλά και από τη σχετική δυσκαμψία κοιτόστρωσης και εδάφους.



Τα βασικά μεγέθη που πρέπει να εξετάζονται είναι:

Αντικείμενο ελέγχου	Τεχνική σημασία
Εδαφικές αντιδράσεις	Έλεγχος πιέσεων κάτω από την κοιτόστρωση
Καθιζήσεις	Έλεγχος λειτουργικότητας
Διαφορικές καθιζήσεις	Συμβατότητα με την ανωδομή
Κάμψη σε δύο διευθύνσεις	Υπολογισμός άνω και κάτω οπλισμού
Διάτμηση μιας διεύθυνσης	Έλεγχος κοντά σε τοιχώματα και γραμμικά φορτία
Διάτρηση	Έλεγχος γύρω από υποστυλώματα και άκρα τοιχωμάτων
Ολίσθηση	Μεταφορά οριζόντιων δράσεων στο έδαφος
Άνωση και υδραυλικά φαινόμενα	Έλεγχος σε υπόγεια και περιοχές με υπόγειο νερό
Σεισμική δράση	Έλεγχος μεταφοράς N_{Ed}, V_{Ed} και M_{Ed} στο έδαφος

Η κοιτόστρωση δεν λειτουργεί ως σύνολο ανεξάρτητων γραμμικών στοιχείων. Η κατανομή των εντατικών μεγεθών είναι επιφανειακή και επηρεάζεται από τη θέση των κατακόρυφων στοιχείων, τη δυσκαμψία των τοιχωμάτων, την εκκεντρότητα των φορτίων και τη μεταβλητότητα του εδάφους.

Προσομοίωση ως πλάκα επί ελατηριωτού εδάφους

Στην αριθμητική προσομοίωση και ανάλυση, η κοιτόστρωση μπορεί να προσο-

μοιωθεί μέσω πεπερασμένων στοιχείων ως πλάκα επί ελατηριωτού εδάφους. Τα ελατήρια αναπαριστούν την κατακόρυφη αντίδραση του εδάφους μέσω δείκτη εδαφικής αντίδρασης.

Η βασική σχέση είναι ελατήριο τύπου Winkler:

$$q=k_s.s \quad (1)$$

όπου:

Σύμβολο	Περιγραφή
q	εδαφική πίεση
k_s	δείκτης εδαφικής αντίδρασης
s	καθίζηση

Σε μοντέλο πεπερασμένων στοιχείων, ο δείκτης εδαφικής αντίδρασης μετατρέπεται σε δυσκαμψία επιφανειακού ελατηρίου:

$$K_i=k_s.A_i \quad (2)$$

Όπου A_i είναι η επιφάνεια επιρροής του πεπερασμένου στοιχείου.

Η προσομοίωση αυτή επιτρέπει τον υπολογισμό χωρικής κατανομής πιέσεων, καθιζήσεων, ροπών, τεμνουσών και τοπικών απαιτήσεων οπλισμού. Η χρήση επιφανειακού μοντέλου είναι ιδιαίτερα σημαντική σε κοιτοστρώσεις με τοιχώματα, πυρήνες, μεγάλα συγκεντρωμένα φορτία ή ασύμμετρη διάταξη κατακόρυφων στοιχείων.

Ο Ευρωκώδικας 7 αναγνωρίζει ότι αριθμητικές μέθοδοι μπορεί να είναι κατάλληλες όταν πρέπει να ληφθεί υπόψη η συμβατότητα παραμορφώσεων ή η αλληλεπίδραση εδάφους–κατασκευής. Αναφέρει επίσης ότι λεπτομερής ανάλυση, με συνεκτίμηση της σχετικής δυσκαμψίας κατασκευής και εδάφους, μπορεί να απαιτείται σε περιπτώσεις όπως οι κοιτοστρώσεις.

Επιλογή δυσκαμψίας ελατηρίων εδάφους

Η επιλογή της δυσκαμψίας των ελατηρίων αποτελεί κρίσιμη παραδοχή της μελέτης. Ο δείκτης εδαφικής αντίδρασης k_s δεν είναι θεμελιώδης ιδιότητα του εδάφους με την ίδια έννοια που είναι η γωνία εσωτερικής τριβής, η συνοχή ή το μέτρο παραμορφωσιμότητας. Εξαρτάται από τη γεωμετρία της θεμελίωσης, τη φορτιζόμενη επιφάνεια, τη στρωματογραφία, το επίπεδο φόρτισης, το επίπεδο παραμόρφωσης και τις συνθήκες στράγγισης (αστράγγιστες ή στραγγισμένες συνθήκες).

Ο Ευρωκώδικας 7 αναφέρει ότι η αξιολόγηση της δυσκαμψίας του εδάφους πρέπει να λαμβάνει υπόψη, μεταξύ άλλων, τις συνθήκες στράγγισης, το επίπεδο μέσης ενεργού τάσης, την προφόρτιση και το επίπεδο της επιβαλλόμενης διατμητικής παραμόρφωσης ή τάσης. Επισημαίνει επίσης ότι αξιόπιστες μετρήσεις δυσκαμψίας εδάφους είναι συχνά δύσκολες, ενώ οι εργαστηριακές μετρήσεις μπορεί να υποεκτιμούν τη δυσκαμψία επί τόπου λόγω διατάραξης των δειγμάτων.

Η τιμή του k_s μπορεί να εκτιμηθεί από γεωτεχνική μελέτη, δοκιμές φόρτισης πλάκας (plate bearing test), οιδημετρικές (oedemeter) ή τριαξονικές δοκιμές, συσχετίσεις με SPT/CPT, υπολογισμό καθιζήσεων ή συγκριτική εμπειρία. Σε αρκετές περιπτώσεις χρησιμοποιείται αρχική βαθμονόμηση μέσω της σχέσης:

$$k_s \approx \frac{q}{s} \quad (3)$$

Όπου q είναι η μέση εδαφική πίεση και s η αντίστοιχη εκτιμώμενη ανεκτή καθίζηση.

Σε σύνθετες περιπτώσεις μπορεί να απαιτείται χωρικά μεταβαλλόμενη δυσκαμψία ελατηρίων, ιδίως όταν υπάρχουν στρωματογραφικές μεταβολές, τοπική βελτίωση εδάφους, μεταβλητό βάθος βραχώδους υποβάθρου ή διαφορετικές ζώνες επίχωσης και φυσικού εδάφους.

Μη-γραμμική συμπεριφορά επαφής εδάφους - κοιτόστρωσης

Το έδαφος δεν αναλαμβάνει εφελκυσμό. Συνεπώς, τα κατακόρυφα ελατήρια που χρησιμοποιούνται για την προσομοίωση της επαφής κοιτόστρωσης - εδάφους, πρέπει να λειτουργούν μόνο σε θλίψη.

Σε γραμμικό μοντέλο, ένα ελατήριο Winkler μπορεί να λειτουργεί, τόσο σε θλίψη, όσο και σε εφελκυσμό. Εάν σε κάποιο σημείο η κοιτόστρωση τείνει να αποκολληθεί από το έδαφος, το γραμμικό ελατήριο μπορεί να εμφανίσει εφελκυστική αντίδραση. Αυτή η αντίδραση δεν έχει φυσική σημασία.

Η ορθή προσομοίωση επαφής απαιτεί μη - γραμμικά ελατήρια ή στοιχεία επαφής με συμπεριφορά:

$$q = k_s \cdot s \ \text{για} \ s > 0$$
$$q = 0 \ \text{για} \ s \leq 0 \quad (4)$$

Δηλαδή, το ελατήριο ενεργοποιείται όταν η κοιτόστρωση πιέζει το έδαφος και απενεργοποιείται όταν υπάρχει τάση αποκόλλησης.

Η μη - γραμμική ανάλυση είναι ιδιαίτερα σημαντική σε περιπτώσεις με:

Μεγάλη εκκεντρότητα φορτίων **Τεχνική συνέπεια:** Πιθανή αποκόλληση μέρους της θεμελίωσης
Σεισμικές δράσεις **Τεχνική συνέπεια:** Εναλλαγή περιοχών θλίψης και αποφόρτισης
Ροπές ανατροπής από τοιχώματα **Τεχνική συνέπεια:** Συγκέντρωση εδαφικών πιέσεων
Υδροστατική άνωση **Τεχνική συνέπεια:** Μείωση καθαρών θλιπτικών τάσεων
Ασύμμετρη διάταξη ανωδομής **Τεχνική συνέπεια:** Μη ομοιόμορφη επαφή με το έδαφος

Εάν χρησιμοποιηθεί γραμμική ανάλυση για προκαταρκτικό έλεγχο, πρέπει να ελέγχονται οι αντιδράσεις των ελατηρίων. Οποιαδήποτε εφελκυστική αντίδραση δείχνει ότι το μοντέλο επιβάλλει τεχνητή σύνδεση της κοιτόστρωσης με το έδαφος.

Η πρακτική διαδικασία είναι επαναληπτική: εντοπισμός ελατηρίων με εφελκυσμό, απενεργοποίησή τους, επανάληψη της ανάλυσης και επανέλεγχος των πιέσεων και των εντατικών μεγεθών. Σε σύγχρονα λογισμικά αυτό γίνεται με ελατήρια που αναλαμβάνουν μόνο θλίψη (compression-only springs). Μετά τη μη-γραμμική ανάλυση πρέπει να ελέγχονται οι μέγιστες πιέσεις εδάφους, η έκταση της ενεργής επαφής, οι τοπικές συγκεντρώσεις πιέσεων, καθώς και η επίδραση της νέας κατανομής αντιδράσεων στις ροπές, στη διάτμηση και στη διάτρηση.

Ανάλυση ευαισθησίας της δυσκαμψίας εδάφους

Επειδή η τιμή του k_s έχει σημαντική αβεβαιότητα, η μελέτη κοιτόστρωσης πρέπει να περιλαμβάνει έλεγχο ευαισθησίας. Η ανάλυση αυτή δεν αντικαθιστά τη γεωτεχνική μελέτη, αλλά αξιολογεί κατά πόσο τα αποτελέσματα της στατικής μελέτης επηρεάζονται από την παραδοχή δυσκαμψίας του εδάφους.

Ενδεικτικά, μπορεί να εξετάζονται:

Παραδοχή	Σκοπός
0.5 k_s	Μαλακότερο έδαφος, μεγαλύτερες καθιζήσεις
1.0 k_s	Βασική παραδοχή
2.0 k_s	Πιο δύσκαμπτο έδαφος, αυξημένες τοπικές ροπές
Μεταβλητό k_s	Ανομοιογένεια στρωματογραφίας
Compression-only springs	Έλεγχος μη εφελκυστικής επαφής

Η επιλογή τελικού οπλισμού πιθανόν να μην βασίζεται αποκλειστικά και μόνο σε μία τιμή ks, όταν η μεταβολή της δυσκαμψίας οδηγεί σε ουσιαστική διαφοροποίηση των απαιτούμενων οπλισμών ή των τοπικών ελέγχων.

Σε σεισμική φόρτιση, η δυσκαμψία του εδάφους πρέπει να λαμβάνεται συμβατή με το επίπεδο παραμόρφωσης. Ο EN 1998-5 απαιτεί να λαμβάνεται υπόψη η εξάρτηση των δυναμικών ιδιοτήτων του εδάφους από την παραμόρφωση και από την κυκλική φύση της σεισμικής φόρτισης.

Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στην αυθαίρετη ή άκριτη επιλογή πολύ μαλακών ελατηρίων εδάφους. Σε ανάλυση αλληλεπίδρασης εδάφους-κατασκευής, υπερβολικά χαμηλή δυσκαμψία μπορεί να αυξήσει τεχνητά την υπολογιζόμενη ιδιοπερίοδο της κατασκευής και να μειώσει σημαντικά τα σεισμικά εντατικά μεγέθη. Σε συνήθεις κτιριακές κατασκευές μέσου ύψους, όπως κτίρια περίπου 4 έως 6 ορόφων, η αναμενόμενη θεμελιώδης ιδιοπερίοδος βρίσκεται συχνά στην περιοχή του πλατώ ή κοντά στο πλατώ του φάσματος απόκρισης. Επομένως, η τεχνητή μετακίνηση της ιδιοπεριόδου προς μεγαλύτερες τιμές, λόγω μη τεκμηριωμένων μαλακών ελατηρίων, μπορεί να οδηγήσει σε μη ρεαλιστική μείωση των σεισμικών απαιτήσεων.

Η συνέπεια μπορεί να είναι η παραγωγή μικρότερων απαιτήσεων οπλισμού στην ανωδομή και στη θεμελίωση, χωρίς αυτό να σημαίνει απαραίτητα ότι η μελέτη ανταποκρίνεται στην πραγματική απόκριση εδάφους-κατασκευής. Για τον λόγο αυτό, η τιμή του k_s πρέπει να τεκμηριώνεται γεωτεχνικά και να ελέγχεται ως προς την επίδρασή της στις καθιζήσεις, στις εδαφικές πιέσεις, στα εντατικά μεγέθη και στη σεισμική απόκριση του φορέα.

Εναλλακτικές προσεγγιστικές προσομοιώσεις

Σε ορισμένα λογισμικά, η κοιτόστρωση προσεγγίζεται με ραβδωτό προσομοίωμα, στο οποίο τα πέδιλα και τα συνδετήρια στοιχεία αναπαρίστανται ως πεπλατυσμένες δοκοί ανεστραμμένου Τ. Τα πλάτη των πελμάτων επιλέγονται ώστε τα στοιχεία να εφάπτονται ή να πλησιάζουν μεταξύ τους στη γεωμετρική απεικόνιση.

Η προσέγγιση αυτή μπορεί να χρησιμοποιείται για λόγους απλοποίησης ή λόγω περιορισμών συγκεκριμένων υπολογιστικών εργαλείων/λογισμικών. Ωστόσο, πρέπει να αξιολογείται κατά πόσο το τελικό προσομοίωμα αναπαριστά επαρκώς τη συμπεριφορά συνεχούς πλάκας επί εδάφους.

Η κρίσιμη τεχνική διάκριση είναι ότι η γεωμετρική συνέχεια στο σχέδιο ή οπτική συνέχεια στην οθόνη του υπολογιστή, δεν συνεπάγεται κατ' ανάγκη μηχανική συνέχεια στο υπολογιστικό μοντέλο ή στην πραγματική συμπεριφορά. Ένα ραβδωτό μοντέλο υπολογίζει εντατικά μεγέθη κατά μήκος γραμμικών αξόνων. Μια κοιτόστρωση, όμως, αναπτύσσει επιφανειακή συμπεριφορά κάμψη σε δύο διευθύνσεις, τοπικές συγκεντρώσεις τάσεων και χωρική κατανομή εδαφικών πιέσεων.

Η χρήση απλοποιημένου μοντέλου δεν αποκλείεται εξορισμού. Πρέπει όμως να τεκμηριώνεται ότι καλύπτει με ασφάλεια τους ελέγχους που επηρεάζονται από την επιφανειακή συμπεριφορά της κοιτόστρωσης.

Η κατάσταση με τις εναλλακτικές προσεγγιστικές προσομοιώσεις περιπλέκεται όταν η κοιτόστρωση εδράζεται επί πασσάλων ή όταν η ανωδομή είναι στροφική στον αντισεισμικό σχεδιασμό. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η χρήση πεπερασμένων στοιχείων είναι απαραίτητη και αναπόφευκτη.

Πιθανές αποκλίσεις ραβδωτού προσομοιώματος

Όταν μια κοιτόστρωση αντικαθίσταται από σύστημα πεπλατυσμένων δοκών, πρέπει να αξιολογούνται οι ακόλουθες πιθανές αποκλίσεις.

Θέμα	Πιθανή τεχνική συνέπεια
Κάμψη σε δύο διευθύνσεις	Μη πλήρης αποτύπωση επιφανειακής κατανομής ροπών
Φατνώματα μεταξύ των συνδετήριων δοκών	Πιθανή αντιμετώπιση με ελάχιστο οπλισμό χωρίς πλήρη επιφανειακή ανάλυση
Υποστυλώματα	Ανάγκη ανεξάρτητου ελέγχου διάτρησης και τοπικού οπλισμού
Τοιχώματα	Ανάγκη ελέγχου διάτμησης μιας διεύθυνσης (one way shear) στο πρόσωπο του τοιχώματος και συγκεντρωμένων ροπών κάμψης
Εδαφικές πιέσεις	Δυσκολία ρεαλιστικής εκτίμησης των επιφανειακών εδαφικών πιέσεων.
Καθιζήσεις	Δυσκολία ρεαλιστικής εκτίμησης χωρίς αλληλεπίδραση εδάφους - θεμελίωσης
Αποκόλληση	Αδυναμία ελέγχου χωρίς μη-γραμμικά compression-only ελατήρια

Για την αποδοχή ενός απλοποιημένου προσομοιώματος πρέπει να τεκμηριώνονται οι τοπικοί έλεγχοι κάμψης, διάτμησης, διάτρησης, εδαφικών πιέσεων, καθιζήσεων και οπλισμού φατνωμάτων.

Επίσης, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι προσομοιώσεις με ραβδωτά στοιχεία τα οποία χρησιμοποιούνται σε απλοποιημένες προσεγγίσεις, οι οποίες χρησιμοποιούν και ελατήρια εδάφους για να προσομοιώσουν την αλληλεπίδραση εδάφους κατασκευής, είναι πιθανόν να οδηγήσουν σε λανθασμένη εκτίμηση των σεισμικών δυνάμεων.

Τεχνική αξιολόγηση απλοποιημένων μοντέλων

Η χρήση απλοποιημένου μοντέλου μπορεί να είναι αποδεκτή μόνο όταν η απλοποίηση είναι συμβατή με τον σκοπό του ελέγχου. Ένα ραβδωτό προσομοίωμα μπορεί να είναι χρήσιμο για προκαταρκτική εκτίμηση ή για επιμέρους ελέγχους, αλλά δεν είναι αυτομάτως ισοδύναμο με προσομοίωση κοιτόστρωσης ως πλάκας επί ελατηριωτού εδάφους.

Πριν γίνει αποδεκτό ένα τέτοιο μοντέλο, πρέπει να απαντώνται τεχνικά τα ακόλουθα ερωτήματα:

Ερώτημα	Απαιτούμενη τεκμηρίωση
Αναπαρίσταται η επιφανειακή κάμψη;	Έλεγχος ροπών σε δύο διευθύνσεις
Υπολογίζονται ρεαλιστικές εδαφικές πιέσεις;	Έλεγχος μέσω μοντέλου εδάφους
Υπάρχουν εφελκυστικές αντιδράσεις εδάφους;	Χρήση compression-only ελατηρίων ή ισοδύναμη διαδικασία
Ελέγχονται τα φατνώματα;	Όχι? μόνο ελάχιστος οπλισμός?
Ελέγχονται τα τοιχώματα;	Κάμψη, διάτμηση και τοπικές πιέσεις
Ελέγχονται τα υποστυλώματα;	Διάτρηση και τοπική κάμψη
Ελέγχονται οι καθιζήσεις;	SLS και διαφορικές καθιζήσεις
Υπάρχει ανάλυση ευαισθησίας;	Μεταβολή δυσκαμψίας εδάφους

Η τεχνική απαίτηση δεν είναι η χρήση συγκεκριμένου λογισμικού. Η απαίτηση είναι το προσομοίωμα να είναι κατάλληλο για τις οριακές καταστάσεις που ελέγχονται

Απαιτήσεις Ευρωκώδικα 7

Ο Ευρωκώδικας 7 θέτει τη βάση για τον γεωτεχνικό σχεδιασμό. Απαιτεί να εξετάζονται οι σχετικές οριακές καταστάσεις και να λαμβάνονται υπόψη οι συνθήκες του έργου, οι εδαφικές και υδρογεωλογικές συνθήκες, η σεισμικότητα, οι μετακινήσεις του εδάφους και η ευαισθησία της κατασκευής σε παραμορφώσεις.

Για τις κοιτοστρώσεις, οι βασικές απαιτήσεις του EN 1997-1 μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

Απαίτηση	Εφαρμογή στην κοιτόστρωση	Κεφάλαιο / παράγραφος EN 1997-1
Κατάταξη γεωτεχνικής πολυπλοκότητας	Καθορισμός γεωτεχνικής κατηγορίας, έκτασης διερεύνησης και απαιτούμενου επιπέδου υπολογισμών	§2.1, ιδίως §2.1(8)P–§2.1(19)
Καθορισμός καταστάσεων σχεδιασμού	Συνεκτίμηση εδαφικών συνθηκών, υδρογεωλογίας, σεισμικότητας, γειτονικών κατασκευών και ευαισθησίας σε μετακινήσεις	§2.2
Κατάλληλο υπολογιστικό μοντέλο	Πλάκα/κέλυφος (shell) επί ελατηρίων ή άλλο τεκμηριωμένο προσομοίωμα που αποδίδει τη συμπεριφορά εδάφους για την εξεταζόμενη οριακή κατάσταση	§2.4.1(3)P-§2.4.1(6)P
Αλληλεπίδραση εδάφους - κατασκευής	Συμβατότητα παραμορφώσεων, σχετική δυσκαμψία κοιτόστρωσης και εδάφους, χρήση αριθμητικών μεθόδων όπου απαιτείται	§2.4.1(12)-§2.4.1(15)
Γεωτεχνικές παράμετροι	Επιλογή χαρακτηριστικών τιμών από δοκιμές, συσχετίσεις, εμπειρία και αξιολόγηση της ζώνης εδάφους που επηρεάζει τη συμπεριφορά	§2.4.3, §2.4.5.2, §3.3
Δυσκαμψία εδάφους	Εκτίμηση δυσκαμψίας με βάση συνθήκες στράγγισης, ενεργές τάσεις, προφόρτιση και επίπεδο παραμόρφωσης	§3.3.7
Έλεγχοι STR/GEO	Έλεγχος δομικής και γεωτεχνικής επάρκειας, δηλαδή να ισχύει $Ed \leq Rd$	§2.4.7.1, §2.4.7.3
Επιφανειακές θεμελιώσεις	Έλεγχοι φέρουσας ικανότητας, ολίσθησης, εκκεντρότητας φορτίων, καθιζήσεων και δομικής διαστασιολόγησης	Κεφ. 6, ιδίως §6.5, §6.6, §6.8
Έλεγχοι SLS	Καθιζήσεις, διαφορικές καθιζήσεις και οριακές τιμές μετακινήσεων θεμελίωσης	§2.4.8, §2.4.9, §6.6
Έλεγχοι UPL/HYD	Άνωση, υδραυλική ανύψωση, piping και συναφή υδραυλικά φαινόμενα όπου υπάρχουν υπόγεια νερά	§2.4.7.4, §2.4.7.5, Κεφ.10
Επίβλεψη και έλεγχος κατά την κατασκευή	Έλεγχος πραγματικών εδαφικών συνθηκών, στάθμης νερού, αποκλίσεων από τις παραδοχές και κατασκευαστικής συμμόρφωσης	Κεφ. 4, ιδίως §4.3, §4.4
Τεκμηρίωση	Καταγραφή παραδοχών, δεδομένων, μεθόδων υπολογισμού, αποτελεσμάτων ελέγχων και απαιτήσεων επίβλεψης	§2.8

Ο EN 1997-1 απαιτεί επίσης οι παραδοχές, τα δεδομένα, οι μέθοδοι υπολογισμού και τα αποτελέσματα των ελέγχων ασφάλειας και λειτουργικότητας, να καταγράφονται σε Γεωτεχνική Έκθεση Σχεδιασμού.

Απαιτήσεις Ευρωκώδικα 8 για σεισμικό σχεδιασμό θεμελιώσεων

Ο Ευρωκώδικας 8, Μέρος 5, συμπληρώνει τον Ευρωκώδικα 7 για θεμελιώσεις, κατασκευές αντιστήριξης και γεωτεχνικά ζητήματα σε σεισμικές περιοχές. Το EN 1998-5 δηλώνει ότι εφαρμόζεται επιπρόσθετα προς τον EN 1997-1, επειδή ο Ευρωκώδικας 7 δεν καλύπτει τις ειδικές απαιτήσεις του σεισμικού σχεδιασμού.

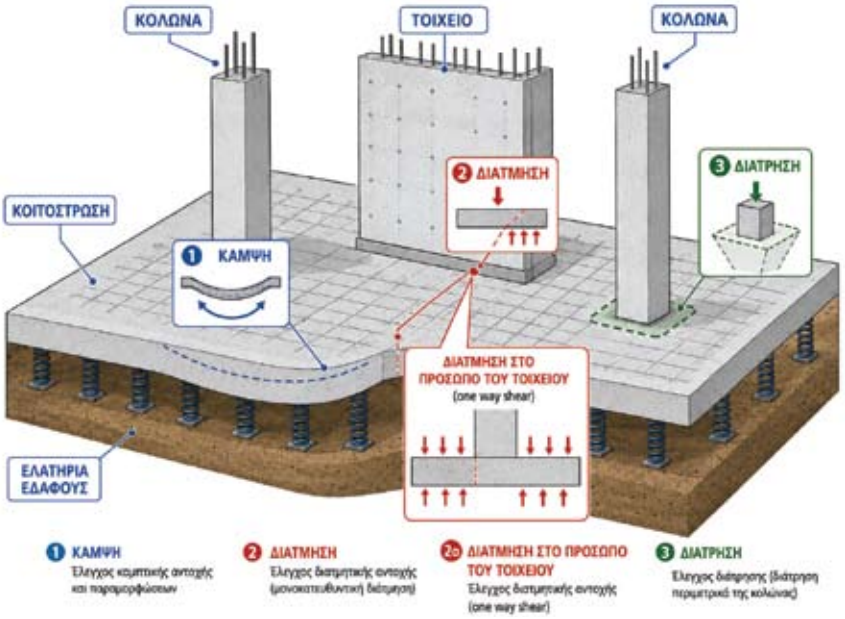
Για θεμελιώσεις σε σεισμικές περιοχές, απαιτείται οι δράσεις της ανωδομής να μεταφέρονται στο έδαφος χωρίς ουσιώδεις μόνιμες παραμορφώσεις, οι σεισμικά προκαλούμενες παραμορφώσεις του εδάφους να είναι συμβατές με τις λειτουργικές απαιτήσεις της κατασκευής και η θεμελίωση να σχεδιάζεται με τρόπο που να περιορίζει τους κινδύνους από την αβεβαιότητα της σεισμικής απόκρισης.

Ο EN 1998-5 αναφέρει ότι οι διατάξεις για επιφανειακές θεμελιώσεις εφαρμόζονται και στις κοιτοστρώσεις. Επιπλέον, η κοιτόστρωση μπορεί να χρειάζεται να ελεγχθεί ως διάφραγμα στο επίπεδό της, υπό τις οριζόντιες αδρανειακές δυνάμεις της ίδιας και τις οριζόντιες δυνάμεις που μεταφέρονται από την ανωδομή.

Ελάχιστοι έλεγχοι κοιτόστρωσης

Για μια συνήθη κοιτόστρωση οικοδομικού έργου, το τεχνικό τεύχος πρέπει να περιλαμβάνει, όπου είναι σχετικό με το έργο, τους ακόλουθους ελέγχους:

Κατηγορία	Έλεγχοι
Γεωτεχνικοί έλεγχοι	Φέρουσα ικανότητα, ολίσθηση, εδαφικές πιέσεις, καθιζήσεις, διαφορικές καθιζήσεις
Υδραυλικοί έλεγχοι	Άνωση, υδραυλική ανύψωση, πιθανή εσωτερική διάβρωση ή piping
Δομικοί έλεγχοι	Κάμψη σε δύο διευθύνσεις, διάτμηση μιας διεύθυνσης, διάτρηση, αγκυρώσεις οπλισμών
Σεισμικοί έλεγχοι	Μεταφορά N_{Ed}, V_{Ed}, M_{Ed} στο έδαφος, διαφραγματική λειτουργία κοιτόστρωσης, πιθανή ρευστοποίηση
Έλεγχοι προσομοιώματος	Επιλογή K_s, compression-only ελατήρια, ανάλυση ευαισθησίας, έλεγχος εφελκυστικών αντιδράσεων



Η πληρότητα της μελέτης δεν κρίνεται μόνο από την παραγωγή σχεδίων οπλισμού. Κρίνεται από το κατά πόσο το υπολογιστικό μοντέλο και οι έλεγχοι καλύπτουν τις σχετικές οριακές καταστάσεις και του φορέα που εν τέλει κατασκευάζεται επιτόπου.

Περιεχόμενο τεχνικού τεύχους κοιτόστρωσης

Ένα τεχνικό τεύχος κοιτόστρωσης πρέπει να περιλαμβάνει κατ' ελάχιστον:

Ενότητα	Περιεχόμενο
Περιγραφή έργου	Γεωμετρία, χρήση, υπόγεια, κατακόρυφα στοιχεία
Γεωτεχνικά δεδομένα	Στρωματογραφία, στάθμη νερού, παράμετροι αντοχής και δυσκαμψίας
Παραδοχές προσομοίωσης	Πλάκα/κέλυφος, ελατήρια, τιμή k_s, compression-only συμπεριφορά
Φορτίσεις και συνδυασμοί	Μόνιμες, κινητές, σεισμικές, υδροστατικές δράσεις
Γεωτεχνικοί έλεγχοι	Πιέσεις, φέρουσα ικανότητα, ολίσθηση, καθιζήσεις
Δομικοί έλεγχοι	Κάμψη, διάτμηση, διάτρηση, τοπικοί οπλισμοί
Έλεγχοι ευαισθησίας	Μεταβολή k_s, ενεργή επαφή, τοπικές πιέσεις
Κατασκευαστικές λεπτομέρειες	Άνω/κάτω οπλισμοί, πρόσθετοι οπλισμοί, αγκυρώσεις, αρμοί
Συμπεράσματα	Επάρκεια, παραδοχές και απαιτήσεις ελέγχου κατά την κατασκευή

Η τιμή του k_s, η μετατροπή της σε δυσκαμψίες κόμβων ή στοιχείων, η χρήση μη-γραμμικών ελατηρίων και ο έλεγχος μη εφελκυστικών αντιδράσεων πρέπει να αναφέρονται.

Συμπέρασμα

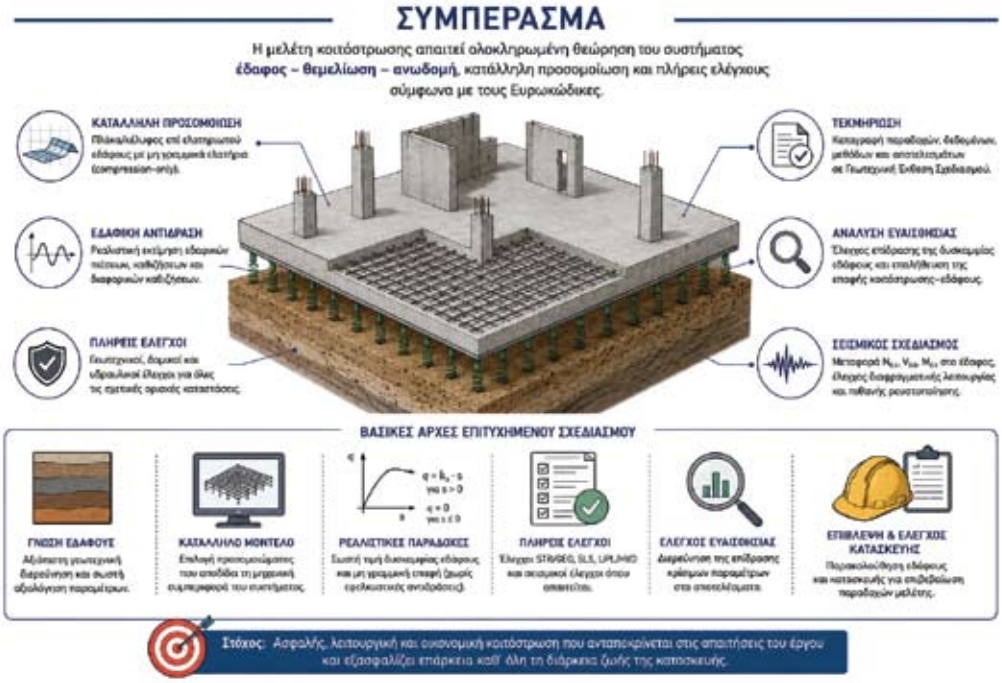
Η μελέτη κοιτόστρωσης απαιτεί συνδυασμό γεωτεχνικού και στατικού σχεδιασμού. Η κοιτόστρωση πρέπει να εξετάζεται ως επιφανειακή θεμελίωση που αλληλεπιδρά με το έδαφος και όχι μόνο ως γεωμετρική διάταξη πεδίλων, δοκών ή πεπλατυσμένων ραβδωτών στοιχείων.

Η προσομοίωση ως πλάκα ή κέλυφος επί ελατηριωτού εδάφους αποτελεί τεχνικά συνεπή μέθοδο για την εκτίμηση εδαφικών αντιδράσεων, καθιζήσεων και εντατικών μεγεθών. Η επιλογή της δυσκαμψίας των ελατηρίων πρέπει να τεκμηριώνεται από γεωτεχνικά δεδομένα και να ελέγχεται με ανάλυση ευαισθησίας.

Ιδιαίτερη σημασία έχει η μη γραμμική φύση της επαφής εδάφους–κοιτόστρωσης. Το έδαφος δεν αναλαμβάνει εφελκυσμό. Επομένως, τα ελατήρια πρέπει να λειτουργούν μόνο σε θλίψη ή να εφαρμόζεται ισοδύναμη επαναληπτική διαδικασία απενεργοποίησης των ελατηρίων που εμφανίζουν εφελκυστικές αντιδράσεις.

Οι Ευρωκώδικες δεν επιβάλλουν απλώς αριθμητικούς συντελεστές. Επιβάλλουν τεκμηριωμένη διαδικασία

σχεδιασμού: κατάλληλο προσομοίωμα, σαφείς παραδοχές, αξιόπιστες γεωτεχνικές παράμετροι, έλεγχο οριακών καταστάσεων και καταγραφή των αποτελεσμάτων. Για τις κοιτοστρώσεις, η απαίτηση αυτή οδηγεί σε προσομοίωση και ελέγχους που αποδίδουν τη μηχανική συμπεριφορά του συστήματος εδάφους-θεμελίωσης-ανωδομής.



Ευχαριστίες και Οδηγίες προς αρθρογράφους

Αγαπητέ/ή αρθρογράφε του Περιοδικού "**Πολιτικός Μηχανικός**", που εκδίδεται από τον Σύλλογο Πολιτικών Μηχανικών Κύπρου.

Σας ευχαριστούμε θερμά για το ενδιαφέρον σας να συντάξετε άρθρο για το περιοδικό του Συλλόγου μας.

Σας ενημερώνουμε ότι, για την επιτυχή ολοκλήρωση της διαδικασίας ετοιμασίας και εκτύπωσης του περιοδικού, το άρθρο σας θα πρέπει να συνοδεύεται από τα ακόλουθα στοιχεία:

- Το πλήρες ονοματεπώνυμό σας
- Την ιδιότητά σας
- Μία φωτογραφία σας
- Τα στοιχεία της ταχυδρομικής σας διεύθυνσης για την αποστολή του περιοδικού
- Τις φωτογραφίες (300 pixels/inch) ή και σκίτσα/πίνακες, σε υψηλή ανάλυση που θα συμπεριληφθούν στο άρθρο (εφόσον υπάρχουν)
- Η έκταση του άρθρου παρακαλούμε όπως είναι από **τρεις μέχρι πέντε (Α4) σελίδες**.

Επίσης, πριν την αποστολή του τελικού άρθρου σε εμάς, παρακαλούμε όπως πραγματοποιείται από εσάς ορθογραφικός έλεγχος.

Επιπλέον, για σκοπούς ομοιομορφίας, η λέξη **«κτίριο»** παρακαλούμε όπως γράφεται με **ι** (γιώτα).

Σας ευχαριστούμε πολύ για τη συνεργασία και τη συνεισφορά σας.

Με εκτίμηση,

Η Συντακτική Επιτροπή του Περιοδικού "**Πολιτικός Μηχανικός**"



Βενετία - Η πόλη που αναδύθηκε από τον βάλτο



Έλενα Χριστοδούλου, Αρχιτέκτονας

Η Βενετία, συχνά αποκαλούμενη «πλωτή πόλη», αποτελεί ένα από τα πλέον ιδιότυπα αστικά συγκροτήματα παγκοσμίως. Είναι εγκατεστημένη πάνω σε 118 μικρά νησιά εντός της λιμνοθάλασσας της Βενετίας, στο βόρειο άκρο της Αδριατικής θάλασσας. Η γεωμορφολογία της περιοχής χαρακτηρίζεται από εκτεταμένες υγροτοπικές ζώνες, αβαθή ύδατα, καλαμιώνες και ελώδη εδάφη χαμηλής φέρουσας ικανότητας, γεγονός που καθιστά εντυπωσιακή την ανάπτυξη ενός τόσο μεγάλου και σύνθετου αστικού ιστού σε ένα περιβάλλον εγγενώς ασταθές.

Η εγκατάσταση ανθρώπινων πληθυσμών στη λιμνοθάλασσα δεν υπήρξε αποτέλεσμα οργανωμένου πολεοδομικού σχεδιασμού, αλλά προϊόν ιστορικών πιέσεων. Κατά τον 5ο αιώνα μ.Χ., οι κάτοικοι της βόρειας Ιταλίας αναγκάστηκαν να εγκαταλείψουν τις πόλεις και τους οικισμούς τους, λόγω των συνεχών επιδρομών βαρβαρικών φυλών. Αναζητώντας ασφαλές καταφύγιο, μετακινήθηκαν προς τις δυσπρόσιτες περιοχές της λιμνοθάλασσας, όπου ήδη ζούσαν μικρές κοινότητες ψαράδων. Η απομόνωση και η φυσική προστασία που παρείχε το υδάτινο περιβάλλον, αποτέλεσαν καθοριστικό παράγοντα για την επιλογή της περιοχής.

Η παράδοση τοποθετεί τη «γέννηση» της Βενετίας στις 25 Μαρτίου του 421 μ.Χ., ημερομηνία που συμβολίζει την απαρχή της οργανωμένης αστικής ανάπτυξης στην περιοχή. Από εκείνο το σημείο και έπειτα, η πόλη εξελίχθηκε σταδιακά σε ένα μοναδικό παράδειγμα αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπινης δραστηριότητας και υγροτοπικού περιβάλλοντος, με σύνθετες τεχνικές θεμελίωσης, διαχείρισης υδάτων και ελέγχου καθιζήσεων που επέτρεψαν την οικοδόμηση ενός ανθεκτικού αστικού πυρήνα πάνω σε εδάφη εξαιρετικά χαμηλής σταθερότητας.

Ένα τεχνικό θαύμα χτισμένο πάνω στη λάσπη και το νερό.

Το κτίσιμο της πόλης αποτελεί μια εξαιρετικά σύνθετη διαδικασία, καθώς απαιτούσε την ενίσχυση, επέκταση και σταθεροποίηση των μικρών νησιών της λιμνοθάλασσας, σε συνθήκες όπου το φυσικό περιβάλλον ήταν ιδιαίτερα ευαίσθητο. Για την προετοιμασία του εδάφους ανοίχθηκαν εκατοντάδες κανάλια, ενώ οι όχθες ενισχύθηκαν με ξύλινους πασσάλους, ώστε να περιοριστεί η διάβρωση και να διαμορφωθούν σταθερές ζώνες θεμελίωσης.

Η πόλη αναπτύχθηκε πάνω σε έδαφος που λειτουργούσε ουσιαστικά ως αβαθής βάλτος. Πριν από την ανέγερση κάθε



κτίσματος, η περιοχή θεμελίωσης έπρεπε να σταθεροποιηθεί μέσω πασσάλωσης: στο έδαφος οδηγούνταν ξύλινοι, μυτεροί πάσσαλοι από πεύκο ή δρυ, κατά προτίμηση με ροζιασμένη και ανώμαλη επιφάνεια, ώστε να αυξάνεται η τριβή και η συνοχή με το έδαφος. Οι πάσσαλοι έπρεπε να φτάσουν στο βαθύτερο, συμπαγές στρώμα αργίλου, ειδικής συνοχής, το οποίο εντοπίζεται περίπου δέκα μέτρα κάτω από την επιφάνεια της λιμνοθάλασσας.

Το «φύτεμα» των πασσάλων πραγματοποιείται με βάση μια πολλαπλή και αυστηρή ευθυγράμμιση κατά μήκος της ζώνης θεμελίωσης, δηλαδή της λωρίδας εδάφους όπου προβλέπεται η ανέγερση των περιμετρικών τοίχων και του κύριου φέροντος φορέα που θα παραλάβει το μεγαλύτερο μέρος των κατακόρυφων φορτίων του κτιρίου. Η διάταξη των πασσάλων ακολουθεί προκαθορισμένες γραμμές, ώστε να διαμορφωθεί ένα συνεκτικό σύστημα μεταφοράς φορτίων προς το βαθύτερο, υψηλής συνοχής στρώμα αργίλου.

Όταν το βάθος του φέροντος στρώματος είναι ιδιαίτερα μεγάλο και η πλήρης διείσδυση των πασσάλων δεν είναι εφικτή σε όλη την έκταση, η διαδικασία προετοιμασίας της θεμελίωσης ενισχύεται με αυξημένη πυκνότητα πασσάλων. Η πασσάλωση καλύπτει ολόκληρη την επιφάνεια της μελλοντικής κατασκευής: αρχικά διαμορφώνεται μια πυκνή περιμετρική ζώνη στήριξης, και στη συνέχεια η διάταξη επεκτείνεται προς το εσωτερικό, ακολουθώντας σπειροειδή γεωμετρία μέχρι το κέντρο της περιοχής. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε κατασκευές υψηλού φορτίου, όπως το καμπαναριό του Αγίου Μάρκου ή η γέφυρα του Ριάλτο, όπου χρησιμοποιήθηκαν περίπου 11.000 πάσσαλοι για την επίτευξη της απαιτούμενης φέρουσας ικανότητας.

Στην κεφαλή των πασσάλων στερεώνονται δύο στρώσεις χοντρών σανίδων από ξύλο πεύκης, τοποθετημένες σταυρωτά, οι οποίες λειτουργούν ως ενδιάμεση πλάκα κατανομής φορτίων. Πάνω από αυτήν αναπτύσσεται η πραγματική θεμελίωση, αποτελούμενη από πλίνθινη τοιχοποιία συνεχούς θεμελίωσης. Η τοιχοποιία διαμορφώνεται με ελαφρά κλίση προς το εσωτερικό και αποτελείται από στρώσεις λίθων προερχόμενων από την περιοχή της Ίστριας, σε κανονικό μέγεθος, μέχρι το σημείο όπου η κατασκευή υπερβαίνει τη μέση στάθμη της παλίρροιας.

Πάνω από αυτή την πρώτη ζώνη τοιχοποιίας τοποθετούνται οι κολώνες του ισογείου ή οι περιμετρικοί τοίχοι του κτιρίου, οι οποίοι παραλαμβάνουν και μεταφέρουν τα κατακόρυφα και οριζόντια φορτία προς το σύστημα πασσάλων, εξασφαλίζοντας τη συνολική στατική επάρκεια της κατασκευής.

Η γεωτεχνική συμπεριφορά των υλικών και η αρχιτεκτονική λογική της Βενετίας.

Με αυτόν τον τύπο θεμελίωσης, μόνο τα τμήματα της κατασκευής που αποτελούνται από λίθινη τοιχοποιία έρχονται σε άμεση επαφή με το νερό και την ατμόσφαιρα. Τα ξύλινα στοιχεία της θεμελίωσης παραμένουν πλήρως βυθισμένα στη λάσπη και στο κορεσμένο περιβάλλον του βάλτου, όπου η απουσία οξυγόνου αναστέλλει τις διαδικασίες βιολογικής αποσύνθεσης. Αντί να σαπίσουν, τα ξύλινα στοιχεία υφίστανται σταδιακή ορυκτοποίηση (**mineralization**), κατά την οποία τα οργανικά συστατικά αντικαθίστανται με ανόργανα άλατα, αυξάνοντας την ανθεκτικότητά τους στον χρόνο.

Η πέτρα της Ίστριας, που χρησιμοποιείται για την ανωδομή της θεμελίωσης, αποτελεί ασβεστολιθικό υλικό υψηλής πυκνότητας και εξαιρετικής υδροφοβικότητας. Η μικρή της πορώδης δομή και η υψηλή μηχανική συνοχή, την καθιστούν ανθεκτική σε διαβρωτικούς παράγοντες, όπως η αλατότητα, οι μεταβολές της στάθμης της παλίρροιας και η μηχανική καταπόνηση από τα κύματα. Για τον λόγο αυτό αποτελεί το μοναδικό υλικό που μπορεί να παραλάβει το σημαντικό βάρος των μεγάλων βιοτεχνικών και αστικών κτιρίων της Βενετίας χωρίς να εμφανίσει αποσαθρώσεις, απολεπίσεις ή χαλαρώσεις.

Παράδοξο αλλά τεχνικά τεκμηριωμένο είναι το γεγονός ότι στη Βενετία εξακολουθούν να υπάρχουν κτίρια που στηρίζονται σε ξύλινη θεμελίωση ηλικίας άνω των 1.000 ετών. Η μακροβιότητα αυτή οφείλεται στον συνδυασμό του αναερόβιου περιβάλλοντος, της συνεχούς υγρασίας και της σταθερής θερμοκρασίας του βάλτου, που δημιουργούν ιδανικές συνθήκες διατήρησης του ξύλου.



Παρόλο που οι πρώτοι κάτοικοι ήταν περιορισμένοι σε μικρά νησιά, αξιοποίησαν την τεχνική γνώση για να αντισταθμίσουν τα γεωλογικά μειονεκτήματα της περιοχής.

Καθώς η πόλη επεκτεινόταν, αναπτύχθηκε έντονος ανταγωνισμός μεταξύ των οικογενειών και των κοινοτήτων, γεγονός που οδήγησε στην ανέγερση μεγάλων και επιβλητικών οικοδομημάτων. Η συνεχής παρατήρηση των διακυμάνσεων της στάθμης της θάλασσας και η εμπειρική γνώση της συμπεριφοράς του εδάφους, συνέβαλαν στη βελτίωση των τεχνικών θεμελίωσης.

Σήμερα, οι θεμελιώσεις των κτιρίων κατασκευάζονται με πασσάλους από βαλανιδιά, ένα ξύλο υψηλής μηχανικής αντοχής και εξαιρετικής συμπεριφοράς σε κορεσμένο περιβάλλον. Οι πάσσαλοι αυτοί οδηγούνται με δύναμη στο έδαφος, σταθεροποιούνται με οριζόντια δοκάρια και τα κενά μεταξύ τους γεμίζονται με λίθους, οι οποίοι, μέσω συμπύκνωσης, δημιουργούν μια στιβαρή βάση ικανή να παραλάβει βαριά τοιχοποιία.

Με αυτόν τον τρόπο οικοδομήθηκε η μεγαλοπρεπής μητρόπολη της Βενετίας, μοναδική παγκοσμίως, με μοναστήρια, εκκλησίες, πύργους και μεγάλα δημόσια κτίρια που εξακολουθούν να στέκονται πάνω σε θεμελιώσεις βυθισμένες στη λάσπη.

Τα σπίτια των Βενετσιάνων δεν μπορούσαν να ανεγερθούν σε ασταθείς βάσεις· γι' αυτό οι θεμελιώσεις τους κατασκευάζονταν σε περιοχές όπου δεν υπήρχαν κανάλια. Στις κοίτες των καναλιών, η λάσπη του πυθμένα μετακινείται μερικώς λόγω της παλίρροιας και μπορεί να αντικατασταθεί από άμμο χαμηλότερης συνοχής, γεγονός που καθιστά τις περιοχές αυτές ακατάλληλες για θεμελίωση. Έτσι, οι κατασκευές στο εσωτερικό της λιμνοθάλασσας ακολούθησαν αναγκαστικά τη φυσική πορεία των ρυακιών.

Εκτός από τα κτίρια, η πόλη διαθέτει και τους χαρακτηριστικούς πεζόδρομους που αναπτύσσονται παράλληλα με τα ρυάκια. Όταν ένας πεζόδρομος βρίσκεται ακριβώς δίπλα σε κτίριο, ονομάζεται **fondamenta**. Παρότι ο όρος «θεμέλιο» παραπέμπει συνήθως στο τμήμα κάτω από ένα κτίριο, στη Βενετία χρησιμοποιείται για να δηλώσει τον πεζόδρομο που βρίσκεται κατά μήκος της άκρης ενός καναλιού, υποδηλώνοντας τη στενή σχέση μεταξύ αστικού ιστού και υδάτινου περιβάλλοντος.

Η χρήση του όρου fondamenta για τους πεζόδρομους της Βενετίας, μπορεί να δημιουργήσει την εντύπωση ότι η ορολογία έχει μεταβληθεί με την πάροδο του χρόνου. Ωστόσο, η ονομασία αυτή αντανακλά την πραγματικότητα ότι μεγάλο μέρος των καναλιών διαθέτει θεμελίωση, είτε στη μία, είτε και στις δύο πλευρές τους, γεγονός που καθιστά τους παρακείμενους πεζόδρομους τμήμα του συνολικού συστήματος στήριξης του αστικού ιστού.

Προσαρμογή της ανθρώπινης ευφυΐας σε ένα ασταθές περιβάλλον.

Στην οικοδομική τεχνολογία της Βενετίας, το ξύλο κατέχει ρόλο καθοριστικής σημασίας. Τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά του, το καθιστούν ιδανικό υλικό για το ιδιαίτερα μαλακό και κορεσμένο έδαφος της λιμνοθάλασσας. Το μικρό του βάρος δεν επιβαρύνει υπερβολικά το σύστημα θεμελίωσης, ενώ η ελαστικότητά του επιτρέπει την απορρόφηση μικρομετακινήσεων και καθιζήσεων του εδάφους, χωρίς να προκαλούνται ρηγματώσεις στην ανωδομή.

Οι ανώτεροι όροφοι των κτιρίων κατασκευάζονταν με ξύλινες δοκίδες τοποθετημένες παράλληλα μεταξύ τους, απευθείας πάνω στην τοιχοποιία. Πάνω από τις δοκίδες τοποθετούνταν δύο στρώσεις σανίδων, οι οποίες λειτουργούσαν ως ενδιάμεση επιφάνεια κατανομής φορτίων, και στη συνέχεια το τελικό δάπεδο. Η χρήση ξύλου σε αυτά τα επίπεδα, προσέφερε όχι μόνο ελαφρότητα, αλλά και ευκαμψία, μειώνοντας τις καταπονήσεις που θα δημιουργούσε μια βαριά λίθινη κατασκευή.

Συχνά, εντός της τοιχοποιίας ενσωματώνονταν ξύλινοι οδηγοί - επιμήκη στοιχεία που λειτουργούσαν ως διανεμητές φορτίων κατά μήκος του τοίχου. Οι οδηγοί αυτοί βελτίωναν τη συμπεριφορά της τοιχοποιίας υπό κατακόρυφα και οριζόντια φορτία, περιορίζοντας την εμφάνιση τοπικών συγκεντρώσεων τάσεων και αυξάνοντας τη συνολική στατική επάρκεια του κτιρίου.

Η επιλογή του ξύλου ως βασικού υλικού δεν ήταν τυχαία· αντανακλούσε μια βαθιά κατανόηση της γεωτεχνικής συμπεριφοράς του εδάφους της λιμνοθάλασσας και την ανάγκη για υλικά που μπορούν να συνεργαστούν με ένα περιβάλλον συνεχούς υγρασίας, καθιζήσεων και μικρομετακινήσεων. Η ξύλινη ανωδομή λειτουργούσε ως ένα «ευέλικτο» σύστημα που προσαρμοζόταν στις μεταβολές του υπεδάφους, σε αντίθεση με τη λίθινη τοιχοποιία που απαιτούσε μεγαλύτερη σταθερότητα και στήριξη.

Δομικά συστήματα που συνεργάζονται

Οι στέγες των Βενετσιάνικων κτιρίων κατασκευάζονται συνήθως με το σύστημα των ψαλιδιών, ένα δομικό σχήμα που εξασφαλίζει την αποτελεσματική στήριξη της κεκλιμένης επιφάνειας. Το ψαλίδι εδράζεται στην άκρη της περιμετρικής τοιχοποιίας, γεγονός που το καθιστά κρίσιμο στοιχείο για τη μεταφορά των φορτίων της στέγης προς τους φέροντες τοίχους.

Κάθε ψαλίδι αποτελείται από δύο κεκλιμένες δοκίδες, τα λεγόμενα καδρόνια, οι οποίες συναντώνται στην κορυφή και συνδέονται με ένα κάθετο στοιχείο, την κορύνη. Στη βάση τους, οι δύο δοκίδες ενώνονται με μια οριζόντια δοκό, την αλυσίδα. Η αλυσίδα λειτουργεί ως ελκυστήρας: εξουδετερώνει τις οριζόντιες ωθήσεις που θα ασκούσαν τα κεκλιμένα στοιχεία στην τοιχοποιία και μετατρέπει τα φορτία σε κατακόρυφες συνιστώσες, οι οποίες μπορούν να μεταφερθούν με ασφάλεια προς τα θεμέλια.

Από στατική άποψη, το σύνολο του ψαλιδιού λειτουργεί ως δικτύωμα: ένα σύστημα ράβδων που συνεργάζονται μέσω θλιπτικών και εφελκυστικών τάσεων. Η γεωμετρία του δικτυώματος εξασφαλίζει ότι τα φορτία της στέγης διανέμονται ομοιόμορφα και δεν δημιουργούνται επικίνδυνες συγκεντρώσεις τάσεων στην τοιχοποιία.

Τόσο οι όροφοι, όσο και οι οροφές των κτιρίων συμβάλλουν στη συνολική σταθερότητα της κατασκευής. Η ξύλινη ανωδομή λειτουργεί ως σύστημα σύνδεσης που «δένει» τις τοιχοποιίες μεταξύ τους, περιορίζοντας τις παραμορφώσεις και ενισχύοντας την ακαμψία του κτιρίου. Με αυτόν τον τρόπο, οι Βενετσιάνικες κατασκευές αποκτούν μια ευκαμψία και ανθεκτικότητα που τους επιτρέπει να προσαρμόζονται στις μικρομετακινήσεις του εδάφους της λιμνοθάλασσας.

Υδρολογική μηχανική

Ένα από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της Βενετσιάνικης αρχιτεκτονικής, είναι το σύστημα συλλογής ομβρίων υδάτων. Σε κάθε πλατεία και σε πολλές εσωτερικές αυλές υπάρχουν τα λεγόμενα «πηγάδια», τα οποία στην πραγματικότητα δεν είναι υδροφόρα φρεάτια, αλλά δεξαμενές συλλογής και φυσικής διήθησης βρόχινου νερού. Το σύστημα αυτό αναπτύχθηκε λόγω της αδυναμίας άντλησης πόσιμου νερού από το υφάλμυρο υπέδαφος της λιμνοθάλασσας.

Η κατασκευή μιας τέτοιας δεξαμενής απαιτούσε εκσκαφή διαμέτρου περίπου 13 μέτρων και βάθους 4-5 μέτρων. Τα τοιχώματα της εκσκαφής στεγανοποιούνταν με στρώσεις αργίλου, υλικού που πρέπει να παραμένει υγρό, ώστε να διατηρεί την πλαστικότητά του και να αποτρέπει τη δημιουργία ρωγμών. Η στεγανοποίηση αυτή εξασφάλιζε ότι το νερό που θα συλλεγόταν δεν θα διαπερνούσε τα τοιχώματα και δεν θα αναμιγνυόταν με το υφάλμυρο νερό του υπεδάφους.

Στη συνέχεια, η δεξαμενή γεμιζόταν με καθαρή άμμο προ-



Πασσάλωση



Ένα από τα 2000 πηγάδια



Όροφος από δοκίδες

ερχόμενη από τους αμμόλοφους της περιοχής Treporti. Η άμμος λειτουργούσε ως φυσικό φίλτρο, απομακρύνοντας αιωρούμενα σωματίδια και οργανικές ακαθαρσίες. Στο κέντρο της δεξαμενής τοποθετούνταν ένας μεγάλος κατακόρυφος σωλήνας - το «καλάμι» - που εκτεινόταν από τον πυθμένα, μέχρι την επιφάνεια. Στην κορυφή του τοποθετούσαν ένα μεταλλικό καρούλι, το οποίο επέτρεπε την ανύψωση και την κατάβαση του κουβά για την άντληση του νερού.

Το δάπεδο της πλατείας ή της αυλής όπου βρισκόταν το «πηγάδι», κατασκευαζόταν με ελαφρά κλίση προς το κέντρο, ώστε να διευκολύνεται η εισροή του βρόχινου νερού. Τέσσερις οπές γύρω από το στόμιο της δεξαμενής οδηγούσαν το νερό μέσα στην άμμο, όπου αυτό φιλτραριζόταν φυσικά πριν φτάσει στον πυθμένα και στο κεντρικό καλάμι. Το σύστημα αυτό επέτρεπε την παραγωγή καθαρού, πόσιμου νερού σε μια πόλη, όπου η πρόσβαση σε γλυκό νερό ήταν εξαιρετικά περιορισμένη.

Σήμερα στη Βενετία υπάρχουν περίπου 2.000 τέτοιες δεξαμενές, πολλές από τις οποίες έχουν διατηρηθεί, ενώ άλλες έχουν σφραγιστεί ή ενσωματωθεί σε σύγχρονες υποδομές. Αποτελούν ένα εντυπωσιακό παράδειγμα πρώιμης υδρολογικής μηχανικής και αποδεικνύουν τον βαθμό τεχνικής προσαρμογής των κατοίκων σε ένα περιβάλλον, όπου η διαχείριση του νερού ήταν ζήτημα επιβίωσης.

Θερμική άνεση, πυροπροστασία και υγιεινή διαβίωση

Οι κάτοικοι της Βενετίας αντιλήφθηκαν πολύ νωρίς την ανάγκη δημιουργίας θερμικής άνεσης στους οικιστικούς χώρους. Τα κτίρια της πόλης, εκτεθειμένα σε υψηλή υγρασία και χαμηλές θερμοκρασίες κατά τους χειμερινούς μήνες, απαιτούσαν αποτελεσματικές μεθόδους θέρμανσης που δεν θα επιβάρυναν την ποιότητα του αέρα στο εσωτερικό. Οι πρώτες προσπάθειες θέρμανσης περιλάμβαναν την καύση ξύλου μέσα στους χώρους, με ανοίγματα στις στέγες για την απομάκρυνση του καπνού. Ωστόσο, η λύση αυτή ήταν ανεπαρκής: η θερμότητα διαχεόταν προς τα έξω, ενώ η υγρασία εισχωρούσε στις κατοικίες, επιδεινώνοντας τις συνθήκες διαβίωσης.

Η πυροπροστασία αποτελούσε επίσης κρίσιμο ζήτημα. Οι στέγες των πρώιμων κτιρίων ήταν κατασκευασμένες από ξύλο και άχυρο, υλικά ιδιαίτερα ευάλωτα σε πυρκαγιές. Η πυκνή δόμηση, οι στενοί δρόμοι και τα διαφορετικά ύψη των κτιρίων αύξαναν τον κίνδυνο εξάπλωσης της φωτιάς. Για τον λόγο αυτό, ήταν απαραίτητο να αναπτυχθεί ένα σύστημα θέρμανσης που θα απέτρεπε την είσοδο καπνού στους εσωτερικούς χώρους και θα περιόριζε την εκτόξευση σπινθήρων προς τις στέγες.

Η ανάγκη αυτή οδήγησε στην εξέλιξη της τέχνης κατασκευής τζακιών και καπνοδόχων. Η κατασκευή καμινάδων στη Βενετία απέκτησε τόσο μεγάλη σημασία, ώστε τον 13ο αιώνα ιδρύθηκε ειδική σχολή για την εκπαίδευση τεχνιτών. Η καπνοδόχος εξελίχθηκε σε ένα σύνθετο αρχιτεκτονικό και μηχανολογικό στοιχείο, σχεδιασμένο να εξασφαλίζει αποτελεσματική απαγωγή καπνού και ταυτόχρονα προστασία από την υγρασία και τις πυρκαγιές.



Καμινάδες

Η πιο διαδεδομένη τυπολογία ήταν η ανεστραμμένη κωνική καπνοδόχος. Η κατασκευή της περιελάμβανε έναν κώνο με τη μεγαλύτερη βάση στραμμένη προς τα πάνω. Στην κορυφή τοποθετούνταν ένα κάλυμμα που απέτρεπε την είσοδο βρόχινου νερού, ενώ πλευρικές σχισμές επέτρεπαν την έξοδο του καπνού. Μεταξύ του εξωτερικού τοιχώματος και του εσωτερικού αγωγού υπήρχε ενδιάμεσο περίβλημα που βελτίωνε τη θερμική συμπεριφορά και περιόριζε τις απώλειες θερμότητας. Η μικρότερη βάση του κώνου στηριζόταν σε σειρά από λίθινα ή κεραμικά στηρίγματα, διαμορφωμένα έτσι ώστε να δημιουργούν κανάλια απαγωγής καπνού.

Εκτός από την κωνική μορφή, αναπτύχθηκαν και άλλες τυπολογίες, οι οποίες έλαβαν ονομασίες ανάλογα με την εξωτερική τους εμφάνιση: «συμπιεσμένη καμπάνα», «κύβος», «πυραμίδα», «πιρούνι» και άλλες. Κάθε τυπολογία αντανακλούσε διαφορετικές ανάγκες, όπως καλύτερη απαγωγή καπνού, μεγαλύτερη προστασία από τη βροχή ή αυξημένη πυροπροστασία.

Σήμερα η πόλη διαθέτει περίπου 7.000 καπνοδόχους, πολλές από τις οποίες αποτελούν μοναδικά δείγματα μεσαιωνικής και αναγεννησιακής τεχνικής. Η ποικιλία τους αποδεικνύει τον βαθμό τεχνικής προσαρμογής των Βενετσιάνων σε ένα περιβάλλον όπου η θέρμανση, η υγρασία και η πυροπροστασία, αποτελούσαν κρίσιμες παραμέτρους της καθημερινής ζωής.

Η Βενετία αποτελεί ένα μοναδικό παράδειγμα αστικού σχηματισμού, όπου η χωρική δομή και η πληθυσμιακή πραγματικότητα συνυπάρχουν σε μια ιδιότυπη ισορροπία. Το πολεοδομικό της αποτύπωμα περιλαμβάνει μία επίσημη πλατεία, 102 campo, 134 campielli, 438 γέφυρες, 178 κανάλια και το Μεγάλο Κανάλι ως κεντρικό άξονα. Συμπληρώνεται από 2.000 πηγάδια, 3.000 δρομάκια, 148 εκκλησίες, 170 καμπαναριά και περίπου 7.000 καπνοδόχους, στοιχεία που αναδεικνύουν την ιστορική και αρχιτεκτονική πολυπλοκότητα του αστικού ιστού. Παρά αυτή την εντυπωσιακή κλίμακα υποδομών, ο μόνιμος πληθυσμός δεν υπερβαίνει τους 54.000 κατοίκους, γεγονός που υπογραμμίζει τις σύγχρονες προκλήσεις βιωσιμότητας και δημογραφικής συρρίκνωσης.

Νέα εποχή για τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις στην Κύπρο



Ελίζα Βασιλείου, Μηχανολόγος Μηχανικός

Μια σημαντική μεταρρύθμιση που αναβαθμίζει την ποιότητα, την ασφάλεια και την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων

Η τροποποίηση των Κανονισμών για τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις (ΚΔΠ 111/2006) αποτελεί μία από τις σημαντικότερες θεσμικές παρεμβάσεις των τελευταίων ετών στον κατασκευαστικό τομέα της Κύπρου.

Η ανάγκη εκσυγχρονισμού του Κανονισμού κατέστη ακόμη πιο επιτακτική λόγω της αυξανόμενης πολυπλοκότητας των σύγχρονων κτιρίων και των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων που αυτά ενσωματώνουν. Σήμερα, ακόμη και μια κατοικία περιλαμβάνει συστήματα κλιματισμού υψηλής απόδοσης, παραγωγής ζεστού νερού, αυτοματισμούς, φωτοβολταϊκά και άλλες προηγμένες τεχνολογίες, οι οποίες απαιτούν ολοκληρωμένο σχεδιασμό και αποτελεσματική επίβλεψη.

Ένας διαχρονικός αγώνας για εκσυγχρονισμό

Ο εκσυγχρονισμός των Κανονισμών αποτελούσε διαχρονικό αίτημα του ΕΤΕΚ και των επαγγελματιών του κλάδου. Για περισσότερο από μία δεκαετία, καταβάλλονταν συστηματικές προσπάθειες για να αναδειχθεί η ανάγκη εκσυγχρονισμού των κανονισμών που διείπαν τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, ώστε να ανταποκρίνονται στις σύγχρονες τεχνολογικές, ενεργειακές και κατασκευαστικές απαιτήσεις.

Η πορεία προς τη μεταρρύθμιση δεν ήταν εύκολη. Απαιτήθηκε εκτενής τεκμηρίωση, συνεχής διάλογος και συνεργασία με το Υπουργείο Εσωτερικών, την Ηλεκτρομηχανολογική Υπηρεσία



και άλλους εμπλεκόμενους φορείς και εταίρους.

Τι αλλάζει στην πράξη

Η σημαντικότερη αλλαγή αφορά στην υποχρεωτική εκπόνηση μελέτης μηχανολογικής εγκατάστασης για συστήματα θέρμανσης και ψύξης σε όλες τις αναπτύξεις, περιλαμβανομένων των μονοκατοικιών. Πριν τη ψήφιση της τροποποίησης των κανονισμών δεν απαιτείτο μηχανολογική μελέτη για την εγκατάσταση συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού σε μεμονωμένες κατοικίες. Βεβαίως, τα τελευταία χρόνια πολλοί ιδιοκτήτες προχωρούσαν, οικειοθελώς, στην εκπόνηση μηχανολογικών μελετών και για κατοικίες, αναγνωρίζοντας τα οφέλη τους στην ενεργειακή απόδοση και τη λειτουργικότητα των εγκαταστάσεων. Ωστόσο, η πρακτική αυτή δεν ήταν θεσμοθετημένη, ούτε εφαρμοζόταν με συνέπεια σε όλες τις περιπτώσεις.

Με τους νέους Κανονισμούς, η διαστασιολόγηση των συστημάτων θα βασίζεται πλέον συστηματικά σε τεχνικά δεδομένα και στις πραγματικές ανάγκες του κτιρίου, διασφαλίζοντας υψηλότερο επίπεδο ποιότητας και ενεργειακής απόδοσης σε όλες τις αναπτύξεις.

Παράλληλα, καθίσταται υποχρεωτική η εκπόνηση μελετών για συστήματα παραγωγής ζεστού νερού οικιακής χρήσης, που είναι ένα σύστημα που χρησιμοποιείται ευρέως στην Κύπρο εδώ και δεκαετίες.

Εξίσου σημαντική είναι η καθιέρωση υποχρεωτικής επίβλεψης, τόσο των ηλεκτρολογικών, όσο και των μηχανολογικών εγκαταστάσεων από τον μελετητή που εκπόνησε τη μελέτη. Με τον τρόπο αυτό, διασφαλίζεται ότι οι εγκαταστάσεις υλοποιούνται σύμφωνα με τις εγκεκριμένες μελέτες και τις τεχνικές προδιαγραφές τους. Με την ολοκλήρωση των εργασιών θα υποβάλλεται σχετική βεβαίωση συμμόρφωσης από τον αρμόδιο μηχανικό.

Τέλος, η τροποποίηση της ΚΔΠ 111/2006, περιέλαβε και αναθεώρηση του Πίνακα που ορίζει τι συνιστά μηχανολογική εγκατάσταση.

Αναβαθμίζεται ο ρόλος του μηχανικού

Οι νέες ρυθμίσεις ενισχύουν τον ρόλο και την ευθύνη του ηλεκτρολόγου και μηχανολόγου μηχανικού στη διαδικασία αδειοδότησης και υλοποίησης των έργων. Παράλληλα, καθορίζεται ότι οι ηλεκτρολόγοι και μηχανολόγοι μηχανικοί που υποβάλλουν μελέτες στο πλαίσιο του Περί Ρυθμίσεως Οδών και Οικοδομών Νόμου, θα πρέπει να είναι εγγεγραμμένοι στο Μητρώο Μελετητών και Επιβλεπόντων Μηχανικών του ΕΤΕΚ, με την ενεργοποίησή του

το 2028. Η ρύθμιση αυτή εισάγει σαφή κριτήρια επάρκειας, ευθύνης και επαγγελματικής δεοντολογίας, ενώ περιλαμβάνει απαιτήσεις όπως συνεχή εκπαίδευση, ασφάλιση επαγγελματικής ευθύνης και ενίσχυση της πρακτικής κατάρτισης.

Οφέλη για τους πολίτες

Η μεταρρύθμιση έχει άμεσο όφελος για τους πολίτες. Η σωστή μελέτη και επίβλεψη οδηγούν σε ασφαλέστερες εγκαταστάσεις, λιγότερες δυσλειτουργίες και βελτιωμένη ενεργειακή απόδοση, με αποτέλεσμα χαμηλότερο κόστος λειτουργίας των κτιρίων.

Παράλληλα, οι ιδιοκτήτες αποκτούν μεγαλύτερη διασφάλιση ότι οι εγκαταστάσεις κατασκευάζονται σύμφωνα με τις εγκεκριμένες προδιαγραφές και ελέγχονται από αρμόδιους επαγγελματίες. Η συνολική αναβάθμιση της ποιότητας των κατασκευών, συμβάλλει επίσης στην αύξηση της αξίας του κτιριακού αποθέματος και στην επίτευξη των εθνικών ενεργειακών και περιβαλλοντικών στόχων.

Η ψήφιση των νέων Κανονισμών αποτελεί σημαντικό ορόσημο για τον κατασκευαστικό τομέα. Πρόκειται για μια μεταρρύθμιση που δεν αφορά μόνο τους μηχανικούς, αλλά το σύνολο της κοινωνίας, καθώς δημιουργεί τις προϋποθέσεις για ασφαλέστερα, ποιοτικότερα και ενεργειακά αποδοτικότερα κτίρια, ανταποκρινόμενα στις ανάγκες της σύγχρονης Κύπρου.





Το Συγκρότημα Κοινωνικής κατοικίας «ΑΔΩΝΙΣ ΙΙΙ» στα Πάνω Πολεμίδια




Ελένη Παττίχη, Taulant Tozaj, Αρχιτέκτονες Έργου

Αρχιτέκτονες Έργου: Ελένη Παττίχη & Taulant Tozaj
Τοποθεσία: Πάνω Πολεμίδια, Λεμεσός, Κύπρος
Στατικός Μηχανικός: ASD Hyperstatic Engineering Design
Μηχανολόγος Μηχανικός: Coneng ltd
Ηλεκτρολόγος Μηχανικός: Ανδρέας Κύπρου Ανδρέα
Πνευματικά Δικαιώματα Φωτογραφιών / Φωτορεαλιστικών: EP Architects

Η αρχιτεκτονική της κοινωνικής στέγης βρίσκεται σήμερα αντιμέτωπη με ένα κρίσιμο, σχεδόν υπαρξιακό ερώτημα: πώς η επιτακτική ανάγκη για προσιτή κατοίκηση μπορεί να υπερβεί την απλή ποσοτική διεκπεραίωση και να μετατραπεί σε πράξη πολιτισμού και αστικής συγκρότησης.

Η ιστορία της μοντέρνας αρχιτεκτονικής, από την κοινωνική γεωμετρία του Ernst May[1], έως τις δομικές αναζητήσεις των Team 10[2], μας έχει διδάξει ότι το μεγάλο στοίχημα της συλλογικής διαβίωσης κρίνεται στη δομή, στον χειρισμό της τυπολογίας και της ύλης και στη σχέση του κτιρίου με την ιστορική συνέχεια της πόλης.

Το οικιστικό συγκρότημα «ΑΔΩΝΙΣ ΙΙΙ» στα Πάνω Πολεμίδια της Λεμεσού, προϊόν του αρχιτεκτονικού διαγωνισμού του Κυπριακού Οργανισμού Αναπτύξεως Γης (Κ.Ο.Α.Γ.), έρχεται να τοποθετηθεί σε αυτή τη συζήτηση. Η παρέμβαση αυτή πραγματοποιείται σε μια ιδιαίτερα κρίσιμη συγκυρία, τόσο για την ίδια την πόλη της Λεμεσού και τους κατοίκους της, όσο και ευρύτερα για την Κύπρο, δεδομένων των πιεστικών οικονομικών συνθηκών που επικρατούν.

Ο Ενδιάμεσος Χώρος ως Αστικός Πυκνωτής

Στην ανάπτυξη αυτή ο ενδιάμεσος χώρος διαχειρίζεται ως μεταβατικός χώρος από τη δημόσια στην ιδιωτική σφαίρα. Σε μια εποχή όπου τα σύγχρονα κυπριακά προάστια υποτάσσονται στην αυτοκινητοκεντρική απομόνωση και τον αστικό κατακερματισμό, το συγκρότημα «ΑΔΩΝΙΣ ΙΙΙ» προτάσσει τη δομή και τη συνοχή της γειτονιάς.

Η συνεκτική οργάνωση του χώρου συμπληρώνεται από ένα δίκτυο κοινόχρηστων πεζοδρόμων και γραμμικών ζωνών πρασίνου που απελευθερώνουν τον χώρο από την παρουσία του αυτοκινήτου, επιτρέποντας τη γέννηση συλλογικών σχέσεων και ανακαλώντας τη μοντέρνα ιδέα της πόλης των

[1] *May, E. (1930). 'Die Wohnung für das Existenzminimum', Sinne und Form.*
[2] *Frampton, K. (2020). Modern Architecture: A Critical History. 5th edn. London: Thames & Hudson (Κεφάλαιο για την κριτική του CIAM και τους Team 10)*




πεζών. Η οργανική σύνδεση του συγκροτήματος με τον παρακείμενο Δημόσιο Χώρο Πρασίνου, δεν προσφέρει απλώς μια οπτική διέξοδο προς το τοπίο, αλλά ενσωματώνει την ανάπτυξη στο ευρύτερο αστικό δίκτυο, δημιουργώντας έναν κοινό τόπο για τη συλλογική μνήμη της κοινότητας.

Το Παραδοσιακό Αίθριο ως Μοντέρνος Βιοκλιματικός Μηχανισμός

Η επιστροφή στο παραδοσιακό πρότυπο της «κατοικίας με αυλή» λειτουργεί ως μια συνειδητή, κριτική επανερμηνεία της μεσογειακής κατοίκησης, όπου η σοφία της ανώνυμης αρχιτεκτονικής διασταυρώνεται με τις αρχές του Μοντέρνου Κινήματος ως απάντηση στις σύγχρονες ανάγκες κατοίκησης που έθεσε ο Κ.Ο.Α.Γ..

Η αυλή γίνεται γενεσιουργός πυρήνας ως αίθριο γύρω από το οποίο αρθρώνεται ολόκληρη η ιδιωτική και κοινωνική ζωή. Στην παραδοσιακή κυπριακή κατοικία, η αυλή αποτελούσε τον κεντρικό ρυθμιστή του μικροκλίματος και της καθημερινότητας των κατοίκων της. Στο συγκρότημα «ΑΔΩΝΙΣ ΙΙΙ»,







η δομή αυτή μετατρέπεται σε έναν σύγχρονο και βιοκλιματικό μηχανισμό κατοίκησης.

Η διάταξη των κατοικιών σε σειρά, συγκροτεί ένα ρυθμικό οικιστικό μέτωπο που παραπέμπει στα row houses της μοντέρνας παράδοσης, ενώ η ελαφριά καμπύλη γραμμή με βάση την οποία χωροθετούνται, διαμορφώνει ένα φιλικό αστικό τοπίο εξασφαλίζοντας τη βέλτιστη περιβαλλοντική συμπεριφορά των κτιριακών όγκων.

Το Βιοκλιματικό Συντακτικό: Εγκάρσιος Αερισμός και Θερμική Ρύθμιση

Αυτό το μοντέρνο συντακτικό δεν εξαντλείται στη μορφή, αλλά καθίσταται οργανικό μέσα από μια βιοκλιματική λογική, όπου το περιβάλλον αντιμετωπίζεται ως ενεργός συντελεστής της αρχιτεκτονικής μορφογένεσης. Το κτίριο λειτουργεί ως ένας ζωντανός οργανισμός που αναπνέει μέσω της αυλής του. Οι διώροφες κατοικίες των τριών υπνοδωματίων σχεδιάζονται με κατά τέτοιο τρόπο που μετατρέπει το ισόγειο σε έναν ρέοντα, διαμπερή χώρο διημέρευσης.

Η τυπολογική αυτή επιλογή, άρρηκτα συνδεδεμένη με τη λειτουργία της αυλής, εξασφαλίζει:

- **Φυσικό εγκάρσιο αερισμό:** Η διαμπερότητα των χώρων επιτρέπει στα ρεύματα αέρα της περιοχής να διαπερνούν τη μάζα του κτιρίου. Η αυλή λειτουργεί ως ζώνη χαμηλής πίεσης, «τραβώντας» τον αέρα μέσα από την κατοικία και εκτονώνοντας αποτελεσματικά το θερμικό φορτίο κατά τους θερινούς μήνες.
- **Θερμική άνεση και μικροκλίμα:** Η ιδιωτική αυλή λειτουργεί ως φυσική δεξαμενή δροσερού αέρα. Η σκίαση που δημιουργείται από τα ίδια τα δομικά στοιχεία συμβάλλουν στη μείωση της θερμοκρασίας πριν ο αέρας εισέλθει στο εσωτερικό των σπιτιών.

Η Αρχιτεκτονική Πράξη ως Κοινωνική Ευθύνη γίνεται Πολιτισμός

Το οικιστικό συγκρότημα δημιούργησε ένα θετικό ορόσημο στη συνέχιση των αρχιτεκτονικών διαγωνισμών, μέσα από τους οποίους μπορούν να δημιουργηθούν ποιοτικές αρχιτεκτονικές συνθέσεις. Για να γίνει όμως αυτό εφικτό, πρέπει η πολιτεία να αντιληφθεί τον θεσμικό της ρόλο στην επίτευξη του παραπάνω στόχου και οι μελετητές να τοποθετηθούν με ευαισθησία και συναίσθηση της ευθύνης τους απέναντι στον τόπο στον οποίο σχεδιάζουν και κτίζουν.

Το συγκρότημα στα Πάνω Πολεμίδια αποτελεί μια απτή απόδειξη ότι η ποιότητα του χώρου – οικονομική, κοινωνική, βιοκλιματική – αποτελεί θεμελιώδες κοινωνικό δικαίωμα, θέτοντας ένα νέο και ελπιδοφόρο πρότυπο για την αρχιτεκτονική στον κυπριακό χώρο.

Το έργο έχει διακριθεί στα πλαίσια του διαγωνισμού **Europe 40 Under 40**® του διεθνούς προγράμματος The European Centre for Architecture Art Design and Urban Studies, σε συνεργασία με το The Chicago Athenaeum: Museum of Architecture and Design, όπου η Ελένη Παττίχη επιλέχθηκε ως διακριθείσα για την περίοδο 2025-2026[3].

[3] *https://europe40under40.com/eleni-pattichi-cyprus/*

Ειδική Σχολή Αποστόλου Λουκά & Αναρρωτήριο Ερυθρού Σταυρού στη Λεμεσό



Γεώργιος Καράς, Πολιτικός Μηχανικός

Το Έργο αφορά τον σχεδιασμό δύο σύγχρονων Ειδικών Σχολείων στη Λεμεσό, που υλοποιούνται από τις Τεχνικές Υπηρεσίες του Υπουργείου Παιδείας, Αθλητισμού και Νεολαίας: το Ειδικό Σχολείο Λεμεσού Α΄- Αποστόλου Λουκά και το Ειδικό Σχολείο Λεμεσού Β΄- Παναγίας Γλυκιώτισσας.

Σκοπός του Έργου είναι η δημιουργία χώρων που παρέχουν ασφάλεια, προσβασιμότητα και ένα φιλόξενο περιβάλλον, ενισχύοντας τη μάθηση, τη θεραπεία και την κοινωνική ένταξη των μαθητών.

Η μελέτη ενός Ειδικού Σχολείου αποτελεί μια ιδιαίτερα ευαίσθητη και ουσιαστική πρόκληση. Δεν πρόκειται μόνο για τη δημιουργία ενός λειτουργικού εκπαιδευτικού κτιρίου, αλλά για τον σχεδιασμό ενός χώρου που υποστηρίζει την ανάπτυξη, την ασφάλεια και την καθημερινή εμπειρία παιδιών με διαφορετικές ανάγκες και δυνατότητες. Η πρόταση βασίστηκε σε μια σύγχρονη αρχιτεκτονική προσέγγιση, η οποία δίνει έμφαση στην άνετη πρόσβαση, τη σαφήνεια των κινήσεων και τη δημιουργία ενός ήρεμου και φιλόξενου περιβάλλοντος.

Το τεμάχιο εφάπτεται του δάσους των Πολεμιδιών και βρίσκεται σε ύψωμα, με ανεμπόδιστη θέα προς τη θάλασσα και την πόλη της Λεμεσού και σε ένα περιβάλλον ιδιαίτερης φυσικής ομορφιάς, στοιχεία που αποτέλεσαν βασικές παραμέτρους της συνθετικής ιδέας. Σε μέρος του αναπτυχθέντος τεμαχίου υπήρχε το Υφιστάμενο Ειδικό Σχολείο του Αποστόλου Λουκά, το οποίο κατεδαφίστηκε για να ανεγερθούν τα δύο νέα σχολεία.



Το Έργο αποτελείται από ένα σύμπλεγμα χώρων οργανωμένων σε διακριτές πτέρυγες που εναρμονίζονται με το έντονο φυσικό ανάγλυφο της περιοχής. Ο σχεδιασμός βασίζεται στην έννοια της προστατευμένης κοινότητας και της σαφούς κατανόησης της κίνησης. Το φυσικό φως, η άμεση σχέση με τον υπαίθριο χώρο και η καθαρότητα των όγκων, αποτελούν βασικά στοιχεία της σύνθεσης, διαμορφώνοντας ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον που λειτουργεί ως χώρος φροντίδας, μάθησης και ένταξης. Τα δύο σχολεία είναι σχεδιασμένα για να υποστηρίζουν τη διαφορετικότητα και για να δημιουργούν τις κατάλληλες συνθήκες για εξέλιξη, δημιουργικότητα και συμμετοχή.

Ιδιαίτερα σε σχολεία για παιδιά με ειδικές ανάγκες, η ευανάγνωστη αρχιτεκτονική είναι θεμελιώδης. Αυτό επιτεύχθηκε με:

- Έναν ξεκάθαρο κεντρικό άξονα κίνησης (ραχοκοκαλιά) μεταξύ των δύο σχολείων που λειτουργεί και ως σημείο αναφοράς
- Ιεράρχηση χώρων
- Φυσικό φως ως εργαλείο προσανατολισμού
- Οπτικές φυγές προς το τοπίο που λειτουργούν ως σταθερά σημεία αναφοράς
- Διακριτές πτέρυγες - ενότητες με σαφή ταυτότητα όπως: διοίκηση, αίθουσες διδασκαλίας, αίθουσες θεραπειών, εργαστήρια, κολυμβητικές δεξαμενές και αίθουσα πολλαπλών χρήσεων.

Το συγκρότημα αναπτύσσεται κλιμακωτά, ακολουθώντας το φυσικό ανάγλυφο του εδάφους. Οι υψομετρικές διαφορές δεν αντιμετωπίστηκαν ως περιορισμός, αλλά ως εργαλείο σύνθεσης που διαμορφώνει διαδοχικά επίπεδα.

Ο ισόγειος χώρος στάθμευσης, στο νότιο μέρος του τεμαχίου, βρίσκεται υψομετρικά τρεις ορόφους πιο κάτω από την ισόγεια πτέρυγα διδασκαλίας στα βόρεια.

Οι αυλές - παιχνιδότοποι λειτουργούν ως προεκτάσεις του φυσικού εδάφους και διασφαλίζεται οπτική συνέχεια προς το περιβάλλον από όλους τους χώρους.

Οι διαφορετικοί χρωματισμοί που υπάρχουν στα κτίρια είναι συνθετικό

εργαλείο που συνδέει τα κτίρια με το φυσικό τοπίο, τις πτέρυγες μεταξύ τους και τα παιδιά με τον χώρο. Η χρωματική παλέτα βασίστηκε σε χαρούμενους τόνους.

Στο Έργο η προσβασιμότητα ενσωματώθηκε από την αρχή της σύνθεσης. Όλες οι κύριες κινήσεις αναπτύσσονται σε ενιαία, ομαλή ροή, τόσο οριζόντια, όσο και κάθετα. Αποφεύχθηκαν απότομες μεταβάσεις και στενά σημεία για να είναι οι διαδρομές ευρείες και ευανάγνωστες. Η προσβασιμότητα αποτέλεσε θεμελιώδη παράμετρο του σχεδιασμού, διαμορφώνοντας ένα περιβάλλον χωρίς εμπόδια, όπου η κίνηση είναι φυσική και αβίαστη.

Η ασφάλεια δεν αφορά μόνο στην κατασκευή, αλλά και:

- τη χωρική προστασία μέσω εσωστρεφών αυλών και ελεγχόμενων προσβάσεων
- την απρόσκοπτη οπτική εποπτεία από το προσωπικό προς τους χώρους δραστηριοτήτων
- την αποφυγή απότομων αλλαγών και περίπλοκων διαδρομών.

Τα σχολεία λειτουργούν με δύο ξεχωριστές διευθύνσεις, έχοντας όμως το γυμναστήριο, τις κολυμβητικές δεξαμενές και την αίθουσα πολλαπλών χρήσεων ως κοινόχρηστους χώρους. Οι χώροι αυτοί έχουν άμεση πρόσβαση στον κεντρικό διάδρομο, ισορροπημένη θέση μεταξύ των δύο σχολείων και ελεγχόμενη, αλλά εύκολη πρόσβαση. Δεν λειτουργούν απλά ως υποστηρικτικοί χώροι, αλλά ως σημεία συνάντησης των δύο σχολείων, χώροι κοινωνικής αλληλεπίδρασης, πεδία θεραπευτικής και σωματικής ανάπτυξης.

Μελετήθηκαν εμπεριστατωμένα οι απαιτήσεις για ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις (φωτισμός αιθουσών και εργαστηρίων, εξειδικευμένα ηλεκτρολογικά συστήματα, εξωτερικός φωτισμός κ.ά.), θέματα πρόσβασης σε άτομα με ειδικές ανάγκες, τοπιοτέχνησης και διαμόρφωσης εξωτερικών χώρων.

Συνολικά, το σχολικό συγκρότημα αντιμετωπίστηκε ως ένα υποστηρικτικό περιβάλλον μάθησης, θεραπείας και κοινωνικοποίησης. Ο σχεδιασμός





έχει δημιουργήσει έναν χώρο οικείο, ασφαλή και λειτουργικά σαφή, όπου οι μαθητές μπορούν να κινηθούν, να εξελιχθούν και να αισθανθούν μέρος μιας προστατευμένης αλλά ανοικτής κοινότητας.

Ολόκληρο το Έργο μπορεί να λειτουργήσει ως πλαίσιο υποστήριξης, ένταξης και εξέλιξης. Μέσα από καθαρές χωρικές σχέσεις, φυσικό φως και έναν ανθρωποκεντρικό σχεδιασμό, το σχολείο διαμορφώνεται ως ένα περιβάλλον που ενισχύει την εμπειρία της μάθησης και της καθημερινής ζωής.

Περιγραφή Κτιριακών Εγκαταστάσεων

Οι κτιριακές εγκαταστάσεις επεκτείνονται σε ένα τεμάχιο εμβαδού πέραν των 22,000τ.μ.

Το συνολικό εμβαδόν καλυμμένων χώρων είναι πέραν των 9,300τ.μ. και οργανώνεται σε πέντε διαφορετικές στάθμες, οι οποίες ξεκινούν από υψόμετρο 145.50μ. και κατεβαίνουν σε υψόμετρο 135.50μ., αγκαλιάζοντας τα πρανή του υψώματος.

Πτέρυγα - Απ. Λουκάς - Ειδικό Σχολείο Λεμεσού Α΄

Στο υψηλότερο σημείο στα βόρεια με υψόμετρο 145.50μ., βρίσκεται η είσοδος του Ειδικού Σχολείου Λεμεσού Α΄- Αποστόλου Λουκά με αίθουσες διοίκησης, διδασκαλίας, θεραπειών και εργαστηρίων.

Το ειδικό σχολείο προεκτείνεται χαμηλότερα στο υψόμετρο 142.50μ., όπου βρίσκονται οι αίθουσες θεραπειών.

Έναν όροφο πιο κάτω και σε υψόμετρο 139,50μ. είναι οι κοινόχρηστες αίθουσες πολλαπλών χρήσεων, οι κολυμβητικές δεξαμενές, τα γυμναστήρια, οι αποθήκες και οι υπόστεγοι χώροι στάθμευσης.

Πτέρυγα – Παναγία Γλυκιώτισσα - Ειδικό Σχολείο Λεμεσού Β΄

Στο ίδιο επίπεδο με τα γυμναστήρια και την κολυμβητική δεξαμενή και συνδεδεμένο με την Ειδική Σχολή Αποστόλου Λουκά, βρίσκεται η είσοδος του Ειδικού Σχολείου Β΄- Παναγίας Γλυκιώτισσας. Το σχολείο αυτό, όπως και το προηγούμενο σχολείο, έχει τους δικούς του χώρους διοίκησης, αίθουσες διδασκαλίας, θεραπειών και εργαστηρίων.

Κάτω από τις αίθουσες αυτές και στο υψόμετρο 135.50μ., έχουν κατασκευαστεί υπόστεγοι χώροι στάθμευσης, αποθήκες και μηχανοστάσια.

Μελέτες

Οι κτιριακές εγκαταστάσεις έχουν σχεδιαστεί και κατασκευαστεί από οπλισμένο σκυρόδεμα για διάρκεια ζωής 50 χρόνια. Τα αντισεισμικά τοιχία έχουν διαμορφωθεί σε κολώνες έδρασης των φερόντων στοιχείων, ανοίγοντας εντός αυτών πεντάγωνες οπές και μετατρέποντάς τα σε διακοσμητικά στοιχεία, τα οποία διαμορφώνουν και τον χαρακτήρα του κτιρίου.

Έχει γίνει αξιολόγηση της γεωλογικής και γεωτεχνικής έρευνας, βασιζόμενοι στην οπτική και εμπειρική εξέταση του υπεδάφους. Για τον όλο σχεδιασμό, έχει επιλεγεί η θεμελίωση να κατασκευαστεί με γενική κοιτόστρωση, η οποία ενσωματώνει τους πολλαπλούς τοίχους αντιστήριξης, λόγω των μεγάλων υψομετρικών διαφορών από πτέρυγα σε πτέρυγα. Η όλη στατική-αντισεισμική μελέτη είναι σύμφωνη με τους ευρωκώδικες EC2 και EC8.

Οι μηχανολογικές εγκαταστάσεις ενσωματώνονται διακριτικά στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, υποστηρίζοντας την ποιότητα και τη λειτουργία των χώρων. Τα συστήματα κλιματισμού VRV (Variable Refrigerant Volume), ο εξαερισμός, η θέρμανση και οι υδραυλικές υποδομές, συνθέτουν ένα ενιαίο και αποδοτικό δίκτυο, συμβάλλοντας καθοριστικά στην ενεργειακή απόδοση του κτιρίου, το οποίο σχεδιάστηκε και λειτουργεί ως κτίριο σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (nZEB). Παράλληλα, έχουν εγκατασταθεί ανελκυστήρες τύπου «bed», κατάλληλοι για τη μεταφορά ατόμων με κινητικές δυσκολίες και εξοπλισμού, ενισχύοντας την προσβασιμότητα και τη λειτουργικότητα του κτιρίου. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στους χώρους των εσωτερικών θερμαινόμενων πισίνων, όπου η θερμική άνεση και ο έλεγχος της υγρασίας, αποτελούν βασικά στοιχεία της εμπειρίας. Όλες οι εγκαταστάσεις καλύπτονται με σύστημα πυρόσβεσης με τυλικτήρες.

Στις ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις, πέραν των συστημάτων φωτισμού, έχουν εγκατασταθεί συστήματα πυρανίχνευσης, ασφάλειας, μουσικής, έκτακτης κλήσης βοήθειας κ.ά.



Το σύνολο των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων λειτουργεί με συνέπεια και διακριτικότητα, υποστηρίζοντας την αρχιτεκτονική ταυτότητα του Έργου και διασφαλίζοντας υψηλό επίπεδο άνεσης και ενεργειακής αποδοτικότητας.

Ομάδα Μελέτης

Η ομάδα μελέτης, αποτελούμενη από έμπειρους Αρχιτέκτονες, Πολιτικούς Μηχανικούς και Ηλεκτρομηχανολόγους Μηχανικούς, καθώς και ειδικούς συνεργάτες, εργάστηκε με συνέπεια, δημιουργικότητα και ανθρωποκεντρική προσέγγιση. Η προσπάθεια αυτή διασφάλισε ότι το έργο ανταποκρίνεται πλήρως στις λειτουργικές, εκπαιδευτικές και θεραπευτικές ανάγκες των μαθητών.

Στην υλοποίηση του έργου συνέβαλαν οι ακόλουθοι μελετητές και συνεργάτες:

George Karas & Associates Architects Civil Engineers L.L.C.

- Γεώργιος Καράς, Πολιτικός Μηχανικός, Υπεύθυνος και Εκπρόσωπος Ομάδας Έργου
- Μαρία Σάρδαλου, Αρχιτέκτονας
- Μιχάλης Καράς, Πολιτικός Μηχανικός

CHARI Consulting Engineers L.L.C.

- Γιώργος Χαρή, Ηλεκτρολόγος Μηχανικός

Numech Mechanical Engineers L.L.C.

- Ξένιος Παπασταύρου, Μηχανολόγος Μηχανικός
- Ξενοφών Γιωργούδης, Μηχανολόγος Μηχανικός

A.Y. Toumazis Quantity Surveyors L.L.C.

- Αντώνης Τουμαζής, Επιμετρητής Ποσοτήτων





Επίλογος

Η δημιουργία ενός Ειδικού Σχολείου δεν αποτελεί απλώς ένα ακόμη κατασκευαστικό έργο. Αποτελεί μια σαφή τοποθέτηση της κοινωνίας απέναντι στη διαφορετικότητα, την ισότητα και το δικαίωμα όλων στην εκπαίδευση και τη συμμετοχή.

Η ομάδα μελέτης συνειδητά εργάστηκε για την επίτευξη του σκοπού αυτού και πάντοτε είχε ως γνώμονα τη δημιουργία ενός ασφαλούς, οικείου και φιλόξενου χώρου, ώστε κάθε παιδί να νιώθει μέρος μιας προστατευμένης και υποστηρικτικής κοινότητας.

Εκφράζονται θερμές ευχαριστίες προς όλους τους Μελετητές του Έργου και σε όλους τους συνεργάτες των Τεχνικών Υπηρεσιών του Υπουργείου Παιδείας, Αθλητισμού και Νεολαίας, για την άψογη, δημιουργική και ουσιαστική συνεισφορά τους καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης και υλοποίησης του έργου. Η συλλογική αυτή προσπάθεια υπήρξε καθοριστική για την επίτευξη του σκοπού.

Το Δυναμικό Γεωλογικό Σύστημα της Μεσογείου: Κάποτε, Τώρα και στο Απώτερο Μέλλον



Δημήτρης Κ. Κωνσταντινίδης, Δρ Οικονομικής Γεωλογίας

Εισαγωγή

Σε πρόσφατα δημοσιογραφικά αφηγήματα εφημερίδων παρουσιάζεται μια Μεσόγειος που βρίσκεται σε άμεσο κίνδυνο. Οι ακτές «χάνονται», η θάλασσα «ανεβαίνει», και η αλλαγή αποδίδεται αποκλειστικά στην κλιματική κρίση. Οι περιγραφές αυτές είναι ελλιπείς, γιατί, από γεωλογική άποψη, οι ακτές δεν είναι σταθερές και άφθαρτες οντότητες που τώρα «ξαφνικά απειλούνται». Είναι δυναμικά όρια μεταξύ στεριάς και θάλασσας, αποτέλεσμα μιας συνεχούς ισορροπίας μεταξύ τριών βασικών παραγόντων: **1)** της στάθμης της θάλασσας, **2)** τεκτονικών κινήσεων και **3)** τροφοδοσίας της λεκάνης με ιζήματα.

Όμως, αυτή η ισορροπία **δεν ήταν – και ούτε θα είναι ποτέ - σταθερή.**

Η Γεωλογική Εξέλιξη της Μεσογείου

Η Μεσόγειος Θάλασσα αποτελεί ένα από τα πλέον σύνθετα και δυναμικά γεωλογικά συστήματα του πλανήτη. Η σύγχρονη μορφή της είναι απλά ένα «στιγμιότυπο» μιας μακράς αλληλουχίας τεκτονικών διεργασιών, κλιματικών μεταβολών και ιζηματογενών σταθεροποιήσεων, **οι οποίες εκτείνονται σε χρονική κλίμακα εκατοντάδων εκατομμυρίων χρόνων.**

Παρά ταύτα, ο σύγχρονος δημόσιος λόγος τείνει να προσεγγίζει τη Μεσόγειο ως ένα σύστημα που πρόσφατα μπήκε σε φάση κρίσης, αποδίδοντας τις όποιες μεταβολές συμβαίνουν, σχεδόν αποκλειστικά ή ακόμα και εξ ολοκλήρου, στην κλιματική αλλαγή. Μια τέτοια προσέγγιση είναι ελλιπής έως και απατηλή, εφόσον αποσυνδέει τα φαινόμενα αυτά από το γεωλογικό τους πλαίσιο.

Η κατανόηση της Μεσογείου απαιτεί αναδρομή στην προέλευση της, η οποία **εντοπίζεται στον Μεσοζωικό ωκεανό της Τηθύας** (περίπου 250 έως 200 εκατομμύρια χρόνια πριν). Ο ωκεανός αυτός διαχώριζε τη Λαυρασία από τη Γκοντβάνα και αποτέλεσε το πεδίο πάνω στο οποίο εξελίχθηκε η σύγκλιση της Αφρικανικής και της Ευρασιατικής λιθοσφαιρικής πλάκας (Εικ. 1). **Η σύγκλιση αυτή ήταν μια μακρόχρονη διαδικασία, που περιλάμβανε υποβύθιση της ωκεάνιας λιθόσφαιρας, τη σύγκρουση ηπειρωτικών τμημάτων και τη δημιουργία εκτεταμένων ορογενετικών ζωνών** (Εικ. 1). Οι Άλπεις, τα Καρπάθια και το Ελληνικό τόξο αποτελούν εκφράσεις αυτής της διαδικασίας, η οποία συνεχίζεται μέχρι σήμερα.

Η σταδιακή εξαφάνιση της Τηθύος δεν οδήγησε σε πλήρη κλείσιμο του θαλάσσιου χώρου, αλλά στη διαμόρφωση μιας υπολειμματικής λεκάνης, που συγκροτεί τη σύγχρονη Μεσόγειο. Η περιοχή έγινε γεωλογικά ακόμη πιο πολύπλοκη, επειδή συνέβησαν και άλλες διεργασίες, όπως οι εφελκυστικές δομές του φλοιού της Γης, ο σχηματισμός μικρότερων τεκτονικών πλακών και η μετατόπιση των μεταξύ τους ορίων. Το αποτέλεσμα είναι ότι στην ίδια περιοχή υπάρχουν σήμερα ταυτόχρονα δυνάμεις που συμπιέζουν τα πετρώματα και άλλες που τα ωθούν προς διαφορετικές κατευθύνσεις. **Αυτός ο συνδυασμός εξηγεί γιατί η περιοχή της Μεσογείου είναι σεισμογενής και παραμένει γεωλογικά ενεργή.**

Η Κρίση Αλμυρότητας και η Επαναπλήρωση της Λεκάνης

Ένα από τα πλέον εντυπωσιακά επεισόδια στην ιστορία της Μεσογείου είναι η **Κρίση Αλμυρότητας του Μεσσηνιακού σταδίου του Μειόκαινου** (πριν από 6 εκατομμύρια χρόνια), κατά το οποίο, η περιορισμένη επικοινωνία με τον Ατλαντικό Ωκεανό, οδήγησε σε δραστική πτώση της στάθμης της θάλασσας και **σε σχεδόν πλήρη αποξήρανση της** (Εικ. 1.7). Η δημιουργία εκτεταμένων αποθέσεων - λόγω της εξάτμισης, και βαθιών ποτάμιων χαραδρών αποδεικνύει ότι η Μεσόγειος δέχθηκε μεταβολές πολύ πιο ακραίες από τις σημερινές.

Η επανασύνδεση με τον Ατλαντικό, μέσω του στενού του Γιβραλτάρ, προκάλεσε την αστραπιαία και κατακλυσμιαία επαναπλήρωση της λεκάνης, σε ένα γεγονός που συγκαταλέγεται **στα σημαντικότερα υδρολογικά επεισόδια της γεωλογικής ιστορίας της Γης**. Συνέβη πριν από περίπου 5,3 εκατομμύρια χρόνια, όταν τα νερά του Ατλαντικού εισέβαλαν ξανά στη Μεσόγειο – με τεραστία ορμή – μέσω του στενού του Γιβραλτάρ και του ρηχού περάσματος της Σικελίας (Εικ. 1.8), πλημμυρίζοντας τη Μεσόγειο.

Η Σύγχρονη Μεσόγειος

Η σύγχρονη Μεσόγειος παραμένει ένα ενεργό γεωδυναμικό σύστημα που οφείλεται στη σύγκλιση της Αφρικής με την Ευρασία. Περιοχές, όπως το Αιγαίο, παρουσιάζουν έντονη εφελκυστική τεκτονική, παράλληλα με την υποβύθιση της Αφρικανικής πλάκας κάτω από το Ελληνικό τόξο. Η ταυτόχρονη παρουσία αυτών των διεργασι-

ΑΠΟ ΤΗΝ ΤΗΘΥΑ ΣΤΗ ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΜΕΣΟΓΕΙΟ

Η Γεωλογική εξέλιξη μιας θάλασσας

1 ΤΗΘΥΑ ~250 εκατ. χρόνια πριν (Τριαδική Εποχή)



Η Τηθύα είναι ένας τεράστιος ωκεανός που βρίσκεται ανάμεσα στην Παγκαία στο βορρά και στη Γκοντβάνα στο νότο

2 ΤΗΘΥΑ ~200 εκατ. χρόνια πριν (Ιουρασική Εποχή)



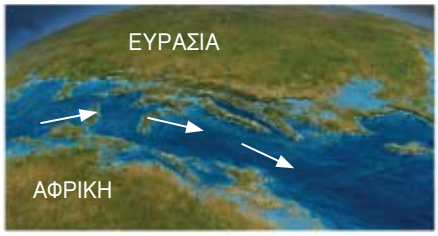
Η Τηθύα παραμένει εκτεταμένη, καθώς οι ήπειροι αρχίζουν να διασπώνται και να κινούνται.

3 ΤΗΘΥΑ ~150 εκατ. χρόνια πριν (Ανώτερο Ιουρασικό)



Η σύγκλιση μεταξύ Αφρικής και Ευρασίας ξεκινά. Η Τηθύα αρχίζει να συρρικνώνεται.

4 Η συρρίκνωση της Τηθύας ~100 εκατ. χρόνια πριν (Κρητιδική Εποχή)



Η Τηθύα συνεχίζει να κλείνει καθώς η Αφρική κινείται βόρεια και συγκρούεται με την Ευρασία

5 Δημιουργία της Μεσογείου ~50 εκατ. χρόνια πριν (Ηώκαινο)



6 Νεογενής Μεσόγειος ~20 εκατ. χρόνια πριν (Μειόκαινο)



Η Μεσόγειος σχεδόν απομονώνεται από τους ωκεανούς. Η λεκάνη της μειώνεται και αλλάζει μορφή.

7 Η κρίση αλμυρότητας ~6 εκατ. χρόνια πριν (Μεσσήνιο)



Η Μεσόγειος αποκόπτεται εντελώς από τον Ατλαντικό. Η εξάτμιση προκαλεί τεράστια μείωση της στάθμης και αύξηση της αλατότητας.

8 Επαναπλημμύρα ~5,3 εκατ. χρόνια πριν (Πλειστόκαινο)



Τα νερά του Ατλαντικού εισβάλουν ξανά από το στενό του Γιβραλτάρ, γεμίζοντας την λεκάνη της Μεσογείου.

9 Σημερινή Μεσόγειος - (Σήμερα)



Η Μεσόγειος που γνωρίζουμε σήμερα είναι αποτέλεσμα εκατομμυρίων χρόνων γεωλογικής εξέλιξης.

ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ: Τριαδικό 250-201 εκατ. χρόνια πριν Ιουρασικό 201-145 εκατ. χρόνια πριν Κρητιδικό 145-66 εκατ. χρόνια πριν Παλαιογενές 66-23 εκατ. χρόνια πριν Νεογενές 23-2,6 εκατ. χρόνια πριν Τεταρτογενές 2,6 εκατ. χρόνια πριν- σήμερα

Κίνηση Πλακών · Ορογένεση · Θαλάσσιες λεκάνες · Ξηρά / Ήπειροι

Η Μεσόγειος είναι ένα ζωντανό γεωλογικό εργαστήριο. Ένα αποτέλεσμα της δυναμικής της Γης.

Εικ. 1: *Η γεωλογική εξέλιξη της Μεσογείου*[i].

ών δημιουργεί ένα περιβάλλον, όπου η γεωλογική ισορροπία είναι πάντοτε προσωρινή.

Σε αυτό το δυναμικό πλαίσιο εντάσσονται και οι παράκτιες διεργασίες. Οι ακτογραμμές δεν αποτελούν σταθερά γεωγραφικά όρια, αλλά μεταβατικές ζώνες, των οποίων η θέση καθορίζεται από την ισορροπία μεταξύ της στάθμης της θάλασσας, των τεκτονικών κινήσεων και της τροφοδοσίας με ιζήματα. Η μεταβολή οποιουδήποτε από αυτούς τους παράγοντες οδηγεί σε αναπροσαρμογή της ακτογραμμής. Η έννοια της «απώλειας ακτών», όπως συχνά παρουσιάζεται, είναι συνεπώς απατηλή από γεωλογική άποψη, γιατί οι ακτές δεν εξαφανίζονται, αλλά μετακινούνται.

Η σύγχρονη κλιματική αλλαγή επηρεάζει το σύστημα κυρίως μέσω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και της αύξησης της ενέργειας των κυματικών διεργασιών. Ωστόσο, οι μηχανισμοί αυτοί δεν είναι κάτι νέο. **Η γεωλογική ιστορία της Μεσογείου αποδεικνύει ότι τέτοιες διεργασίες λειτουργούν εδώ και εκατομμύρια χρόνια. Η συμβολή της κλιματικής αλλαγής συνίσταται απλά στην επιτάχυνση κάποιων από αυτές τις διεργασίες.**

Ο Ανθρώπινος Παράγοντας

Εξίσου σημαντικός, και συχνά υπο-

τιμημένος, **είναι ο ρόλος της ανθρώπινης δραστηριότητας**. Η κατασκευή φραγμάτων, η εκτροπή ποταμών και η εντατική εκμετάλλευση των παράκτιων ζωνών έχουν μειώσει δραστικά την τροφοδοσία της με ιζήματα, διαταράσσοντας την ισορροπία μεταξύ διάβρωσης και απόθεσης. Παράλληλα, η ανάπτυξη υποδομών (όπως οικιών, ξενοδοχείων, καφέ-μπαρ) και τα μπαζώματα ρεμάτων σε παράκτιες περιοχές έχουν «παγώσει» ένα εγγενώς δυναμικό σύστημα, μετατρέποντας τις φυσικές διεργασίες σε συγκρούσεις χρήσεων γης, κοινωνικο-οικονομικές αντιπαραθέσεις, ζημιές από καταστροφές μέχρι και απώλειες ανθρώπινων ζωών.

Η τάση να αποδίδονται οι παράκτιες μεταβολές αποκλειστικά στην κλιματική αλλαγή οδηγεί σε μονοδιάστατες ερμηνείες και, κατ' επέκταση, σε ανεπαρκείς στρατηγικές διαχείρισης. Μια ολοκληρωμένη προσέγγιση απαιτεί την αναγνώριση της πολύ-παραγοντικής φύσης των διεργασιών. Σε πολλές περιπτώσεις, η τεκτονική δραστηριότητα και η μεταβολή της τροφοδοσίας με ιζήματα - ιδίως λόγω ανθρωπογενών παρεμβάσεων - διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στον καθορισμό της σχετικής στάθμης της θάλασσας και της σταθερότητας των ακτών. Η κατανόηση της συμβολής αυτών των παραγόντων είναι **απαραίτητη για την ορθή ερμηνεία των παρατηρούμενων φαινομένων.**

Επομένως, αν μελετήσουμε τη Μεσόγειο σε γεωλογική κλίμακα, **αυτή δεν βρίσκεται σε κρίση, αλλά σε εξέλιξη.** Οι μεταβολές που παρατηρούνται σήμερα αποτελούν μέρος μιας συνεχούς διαδικασίας αναπροσαρμογής του δυναμικού της συστήματος. Κατά την άποψη μου, το κρίσιμο ζήτημα δεν είναι αν η Μεσόγειος αλλάζει - αυτό είναι δεδομένο, αλλά κατά πόσο η ανθρώπινη δραστηριότητα μπορεί να προσαρμοστεί σε αυτή τη μεταβολή.

Στρατηγικές προσαρμογής

Η αναγνώριση της δυναμικής φύσης του συστήματος θα πρέπει να μας οδηγεί σε μια διαφορετική αντίληψη για τη διαχείριση των παράκτιων ζωνών. **Αντί της προσπάθειας επιβολής σταθερότητας σε ένα εγγενώς ασταθές περιβάλλον,** απαιτείται η ανάπτυξη στρατηγικών προσαρμογής που λαμβάνουν υπόψη τη γεωλογική πραγματικότητα. Η προσέγγιση αυτή δεν μειώνει τη σημασία της κλιματικής αλλαγής, αλλά αντίθετα την εντάσσει στο σωστό της πλαίσιο. Αποτελεί ένα από τους πολλούς παράγοντες που διαμορφώνουν τη Μεσόγειο.



Εικ. 2: Η Μεσόγειος θάλασσα στο απώτερο μέλλον - ένα υποθετικό, αλλά γεωλογικά ρεαλιστικό σενάριο[i].

Συμπερασματικά, η κατανόηση της εξέλιξης της Μεσογείου δεν μπορεί να βασίζεται σε αποσπασματικές ερμηνείες, αλλά απαιτεί μια ολιστική γεωλογική προσέγγιση. Μόνο μέσα από αυτήν την προοπτική μπορεί να διαμορφωθεί μια ρεαλιστική και αποτελεσματική στρατηγική για το μέλλον των παράκτιων περιοχών.

Η Απόμακρη Εξέλιξη της Μεσογείου

Η μελλοντική εξέλιξη της Μεσογείου - σε χρονική κλίμακα δεκάδων εκατομμυρίων ετών - συνδέεται άμεσα με τη συνεχιζόμενη σύγκλιση της Αφρικανικής και της Ευρασιατικής λιθοσφαιρικής πλάκας. Η γεωδυναμική αυτή διεργασία έχει ήδη τεκμηριωθεί ως ο κυρίαρχος μηχανισμός παραμόρφωσης της περιοχής και αποτελεί τη βάση για όλα τα μελλοντικά τεκτονικά σενάρια[ii].

Πιο ολοκληρωμένα γεωδυναμικά μοντέλα[iii] εισηγούνται ότι η περιοχή θα συνεχίσει να υφίσταται ορογενετική ανύψωση, με τελική τάση δημιουργίας ενός εκτεταμένου ορεινού συστήματος, αντίστοιχου σε κλίμακα με τα σημερινά Ιμαλάια, εφόσον η σύγκλιση παραμείνει ενεργή για δεκάδες εκατομμύρια χρόνια (Εικ. 2).

Με άλλα λόγια, η Μεσόγειος θα μετατραπεί από θάλασσα σε ορεινή ενδοχώρα με λίγες απομονωμένες αλμυρές λίμνες (Εικ. 2) και με μειωμένη επικοινωνία με τον Ατλαντικό. Το κλίμα θα γίνει πιο ηπειρωτικό και ξηρό. Η βιοποικιλότητα θα αλλάξει δραματικά, λόγω της απομόνωσης και της υψηλής αλατότητας. **Και η ανθρώπινη γεωγραφία - αν υπάρχει ανθρώπινο είδος - θα είναι αγνώριστη.**

[i] Κατασκευή με τη βοήθεια της ChatGPT

[ii] Dewey, J.F. & Şengör, A.M.C. (1979): Aegean and surrounding regions: Complex multiplate and continuum tectonics in a convergent zone. Volume 90, ISSN: 0016-7606.

[iii] van Hinsbergen, D.J.J., et al. (2014): Origin and consequences of western Mediterranean subduction, rollback, and slab segmentation, Tectonics 33, 393-419

Χαρακτηρισμός Παραδοσιακώς Παραχθέντων Φυσικών Υδραυλικών Κονιών



Ing. **Μαργαρίτα Λ. Πέτρου**, MSc, MEng

Εισαγωγή

Στο προηγούμενο άρθρο με τίτλο **«Φυσικός Υδραυλικός Ασβέστης: Από την Πρώτη Ύλη στο Κονίαμα»**, που δημοσιεύτηκε στο τεύχος Απριλίου 2025, παρουσιάστηκε η πορεία παραγωγής του Φυσικού Υδραυλικού Ασβέστη, από την επιλογή της ασβεστολιθικής πρώτης ύλης, έως την ασβεστοποίηση, τη σβέση ή/και άλεση και την παραγωγή της τελικής κονίας. Όπως αναφέρθηκε, η σύσταση της πρώτης ύλης και οι συνθήκες παραγωγής καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τις ιδιότητες της παραγόμενης κονίας, επηρεάζοντας, τόσο τη χημική και ορυκτολογική της σύσταση, όσο και τον βαθμό υδραυλικότητάς της.

Η σημασία των παραμέτρων αυτών γίνεται ακόμη μεγαλύτερη στην περίπτωση παραδοσιακώς παραχθέντων φυσικών υδραυλικών κονιών. Σε αντίθεση με τα σύγχρονα εμπορικά προϊόντα, των οποίων η παραγωγή ελέγχεται συστηματικά, οι παραδοσιακές κονίες παρουσιάζουν συχνά μεγαλύτερη μεταβλητότητα, αφού τόσο η σύσταση της πρώτης ύλης, όσο και οι συνθήκες της διαδικασίας ασβεστοποίησης δεν ελέγχονται πέραν της καταγραφής δεδομένων. Για τον λόγο αυτό, ο χαρακτηρισμός των κονιών που προκύπτουν απ' αυτή τη διαδικασία αποτελεί απαραίτητο στάδιο για την κατανόηση των ιδιοτήτων τους. Η χημική ανάλυση της πρώτης ύλης, η ορυκτολογική σύσταση της παραγόμενης κονίας, η δυνατότητα σβέσης, η αντιδραστικότητα, η κοκκομετρική κατανομή και ο χρόνος πήξης, είναι παράμετροι που επιτρέπουν μια πρώτη αξιολόγηση και τη σύγκριση διαφορετικών υδραυλικών συνδετικών υλικών. Μέσα από αυτές τις δοκιμές μπορεί να εκτιμηθεί, όχι μόνο η κατηγορία στην οποία ανήκει μία κονία, αλλά και ο τρόπος με τον οποίο η διαδικασία παραγωγής επηρεάζει τα τελικά χαρακτηριστικά της.

Το παρόν άρθρο επικεντρώνεται στον χαρακτηρισμό και τη σύγκριση τριών φυσικών υδραυλικών κονιών διαφορετικής προέλευσης και παραγωγής. Συγκεκριμένα, εξετάζονται δύο παραδοσιακώς παραχθείσες κονίες από ασβεστολιθικές πρώτες ύλες της Τσεχίας – η πρώτη από την περιοχή Tlumačov και η δεύτερη από τον ασβεστόλιθο Dvorecko-Prokopsky, της περιοχής της Πράγας – καθώς και ένας εμπορικός Φυσικός Υδραυλικός Ασβέστης κατηγορίας NHL 3.5, ο οποίος χρησιμοποιείται ως υλικό αναφοράς. Για λόγους συντομίας, τα υλικά αναφέρονται στη συνέχεια με τις συμβατικές ονομασίες **TLUM, DPH** και **NHL CB**, αντίστοιχα. Μέσω της συγκριτικής παρουσίασης των αποτελεσμάτων, επιχειρείται η ανάδειξη της σχέσης μεταξύ πρώτης ύλης, τρόπου παραγωγής και υδραυλικότητας της τελικής κονίας.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στο παρόν άρθρο προέρχονται από την πειραματική έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας του μεταπτυχιακού προγράμματος Structural Analysis of Monuments and Historical Constructions (SAHC), με τίτλο Assessment of Traditionally Produced Hydraulic Lime, στο εργαστήριο του Institute of Theoretical and Applied Mechanics of the Czech Academy of Sciences (ITAM), υπό την επίβλεψη του Dr. Jan Válek, το 2016.

Υλικά

Για την παραγωγή της κονίας **TLUM** χρησιμοποιήθηκε αργιλικής σύστασης ασβεστόλιθος που λατομείται στην περιοχή Tlumačov, μια περιοχή γνωστή για την εξόρυξη ασβεστολιθικών πρώτων υλών που χρησιμοποιούνταν κατά τον 19ο και 20ο αιώνα για την παραγωγή τσιμέντου και ισχυρά υδραυλικών ασβέστων [1]. Στο πλαίσιο της μελέτης, ο ασβεστόλιθος ασβεστοποιήθηκε πειραματικά σε κάμινο μικρής κλίμακας. Το προϊόν της καύσης είχε καστανογκρίζο χρώμα και δεν παρουσίασε ικανοποιητική δυνατότητα σβέσης, γεγονός που συνδέεται με τη χαμηλή περιεκτικότητα σε ελεύθερη άσβεστο. Για τον λόγο αυτό, η τελική κονία παρήχθη μέσω άλεσης του καμένου υλικού.

Συστατικά	Ασβεστόλιθος TLUM (% κ.β.)	Ασβεστόλιθος DPH (% κ.β.)
Διοξείδιο του πυριτίου, SiO_2	18.90	12.00
Οξείδιο του αργιλίου, Al_2O_3	3.00	2.40
Οξείδιο του σιδήρου, Fe_2O_3	0.80	1.10
Οξείδιο του ασβεστίου, CaO	42.00	45.20
Οξείδιο του Μαγνησίου, MgO	0.70	0.80
Τριοξείδιο του θείου, SO_3	0.00	1.50
Άλλα στοιχεία	>1.00	>2.00
Απώλεια κατά τη καύση	33.70	35.80
Σύνολο	100.00	100.00

Πίνακας 1. *Χημική σύσταση των ασβεστόλιθων TLUM και DPH που χρησιμοποιήθηκαν ως πρώτη ύλη για την παραγωγή των κονιών [4].*

Για την παραγωγή της κονίας **DPH** χρησιμοποιήθηκε ασβεστόλιθος Dvorecko-Prokopsky, ένα ιζηματογενές πέτρωμα Δεβόνιας ηλικίας, σκούρου γκρι χρώματος και μικροκρυσταλλικής δομής [2], ο οποίος έχει συνδεθεί ιστορικά με την παραγωγή υδραυλικού ασβέστη γνωστού ως Staromestske, ήδη από τη μεσαιωνική περίοδο [3]. Ο ασβεστόλιθος ασβεστοποιήθηκε πειραματικά σε κάμινο μικρής κλίμακας, σε θερμοκρασίες περίπου 850-1200°C. Η κονία, λευκού προς γκριζωπού χρώματος, προέκυψε μετά από ελεγχόμενη ξηρή σβέση της άσβεστης άσβεστου (quick lime, **DPH QL**) στο εργαστήριο.

Η χημική σύσταση των ασβεστολιθικών πετρωμάτων, που παρουσιάζεται στον Πίνακα 1, δείχνει ότι ο ασβεστόλιθος TLUM έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε αργιλικά σε σχέση με τον ασβεστόλιθο DPH, γεγονός που αντανακλάται και στον υψηλότερο δείκτη τσιμεντοποίησης (c.i.). Συγκεκριμένα, για το TLUM υπολογίστηκε **c.i.=1.30**, τιμή που εμπίπτει στο εύρος των **φυσικών ή ρωμαϊκών τσιμέντων (c.i.=1.15-1.60 και άνω)**. Αντίθετα, για το DPH υπολογίστηκε **c.i.=0.80**, τιμή που **αντιστοιχεί σε ισχυρά υδραυλικό ασβέστη (c.i.=0.70-1.10)**.

Η κονία NHL CB είναι εμπορικός Φυσικός Υδραυλικός Ασβέστης Calix Blanca NHL 3.5. Παράγεται στο Izaourt της Γαλλίας, από αργιλικό ασβεστόλιθο της περιοχής των Γαλλικών Πυρηναίων. Σύμφωνα με τον παραγωγό, η παραγωγή του ακολουθεί τις απαιτήσεις του προτύπου EN 459-1 και δεν περιλαμβάνει την προσθήκη διορθωτικών συστατικών που θα τροποποιούσαν τη φυσική σύσταση της πρώτης ύλης. Μετά τη σβέση, μεσολαβεί ένα μεγάλο χρονικό διάστημα πριν από την άλεση [5]. Το λευκό του χρώμα, αν και όχι ιδιαίτερα συνηθισμένο για φυσικούς υδραυλικούς ασβέστες, μπορεί να είναι χρήσιμο σε εφαρμογές αποκατάστασης, όπου η χρωματική συμβατότητα είναι σημαντική. Λόγω της ελεγχόμενης βιομηχανικής παραγωγής του, χρησιμοποιήθηκε ως υλικό αναφοράς για τη σύγκριση με τις πειραματικά παραχθείσες κονίες.

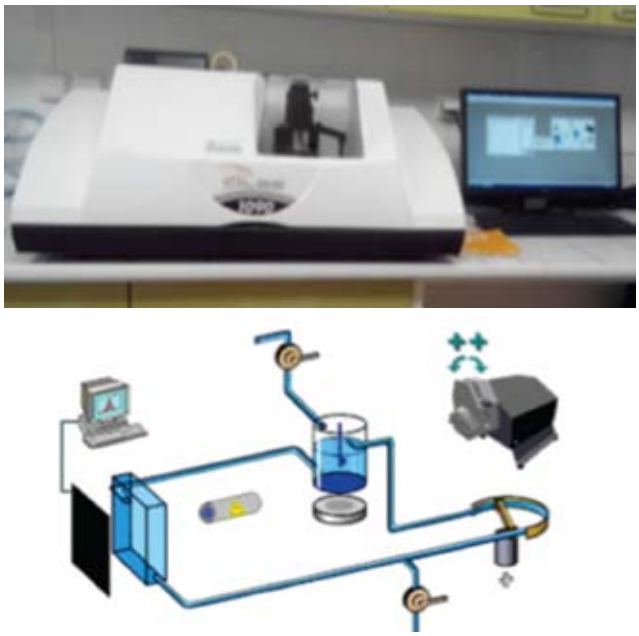
Μεθοδολογία

Για τον χαρακτηρισμό των κονιών έγιναν οι πιο κάτω δοκιμές: ορυκτολογική ανάλυση, ξηρή σβέση σε εργαστηριακές συνθήκες, αντιδραστικότητα και απόδοση κατά τη σβέση, κοκκομετρική ανάλυση και προσδιορισμός του χρόνου πήξης.

Η ορυκτολογική σύσταση των κονιών προσδιορίστηκε με περίθλαση ακτινών X (XRD) σε κονιορτοποιημένα δείγματα των υλικών **TLUM, NHL CB, DPH QL** και **DPH**, με στόχο την αναγνώριση των κύριων φάσεων που σχηματίστηκαν ή μεταβλήθηκαν κατά την παραγωγή και τη σβέση, και που σχετίζονται με την υδραυλικότητα και τη δυνατότητα σβέσης, όπως οι πυριτικές φάσεις ασβεστίου, η ελεύθερη άσβεστος και ο πορτλαντίτης.

Η ξηρή σβέση (dry slaking) της **DPH QL** πραγματοποιήθηκε εργαστηριακά, με σταδιακή προσθήκη νερού και συνεχή ανάδευση του υλικού, για την παραγωγή της κονίας DPH. Παράλληλα η αντιδραστικότητα (reactivity) και η απόδοση (yield) προσδιορίστηκαν μέσω υγρής σβέσης (wet slaking), σύμφωνα με το πρότυπο EN 459-2. Μετά την ολοκλήρωση των δοκιμών, το υλικό ξηράνθηκε και κοσκινίστηκε με κόσκινο οπής 0.250 mm, ώστε να διαχωριστεί η κονία από τυχόν υπολείμματα, το ποσοστό των οποίων καταγράφηκε.

Η κοκκομετρική ανάλυση πραγματοποιήθηκε στις κονίες **TLUM, NHL CB** και **DPH** με αναλυτή μεγέθους κόκκων CILAS 1090, ακολουθώντας την υγρή διαδικασία και χρησιμοποιώντας ισοπροπυλική αλκοόλη για την προετοιμασία των δειγμάτων, ώστε να αποφευχθεί αντίδραση των κονιών με το υγρό μέσο (Εικόνα 1). Τέλος, ο χρόνος πήξης προσδιορίστηκε σε πάστες των ίδιων υλικών σύμφωνα με το πρότυπο EN 459-2, με σκοπό τη συγκριτική αξιολόγηση της αρχικής συμπεριφοράς στερεοποίησης των κονιών (Εικόνα 2).



Εικόνα 1. Συσκευή κοκκομετρικής ανάλυσης και σχηματική αναπαράσταση της δοκιμής.



Εικόνα 2. Πειραματική διάταξη προσδιορισμού χρόνου πήξης με βελόνα Vicat.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Τα αποτελέσματα της ορυκτολογικής ανάλυσης, που παρουσιάζονται στον Πίνακα 2, δείχνουν ότι η **TLUM** παρουσιάζει την υψηλότερη περιεκτικότητα σε πυριτικές φάσεις ασβεστίου, με την **β-C_2S** να ανέρχεται στο **40.70%** της ορυκτολογικής σύστασης, ενώ ανιχνεύεται και **γ-C_2S** σε ποσοστό **4.90%.** Παράλληλα, η περιεκτικότητα σε ελεύθερη άσβεστο

είναι σχετικά χαμηλή, ίση με **7.40%**, γεγονός που εξηγεί την περιορισμένη δυνατότητα σβέσης του προϊόντος της ασβεστοποίησης και συνεπώς, την παραγωγή της κονίας μέσω άλεσης, αντί σβέσης-εξ ου και η απουσία πορτλαντίτη. Αυτή η ορυκτολογική σύσταση συμφωνεί με την κατάταξη που προέκυψε από τον δείκτη τσιμεντοποίησης που υπολογίστηκε με βάση τη χημική σύσταση του μητρικού πετρώματος, σύμφωνα με τον οποίο η **TLUM,** προσεγγίζει περισσότερο την κατηγορία των φυσικών τσιμέντων παρά των τυπικών φυσικών υδραυλικών ασβέστων.

Στην περίπτωση της **NHL CB**, η παρουσία πορτλαντίτη σε ποσοστό **42.3%**, σε συνδυασμό με την παρουσία πυριτικών φάσεων ασβεστίου - **β-C_2S 19.52%** και **γ-C_2S 5.1%** – επιβεβαιώνει ότι πρόκειται για σβησμένη κονία με υδραυλικό χαρακτήρα, ενώ η απουσία ελεύθερης άσβεστου δείχνει ότι η σβέση του υλικού έχει ολοκληρωθεί.

Η σύγκριση μεταξύ των **DPH QL** και **DPH** αναδεικνύει την επίδραση της σβέσης στη σύσταση του υλικού. Στην άσβεστη μορφή της, **DPH QL**, περιέχει υψηλή ποσότητα ελεύθερης άσβεστου, ίση με **33.3%**, και μικρή ποσότητα πορτλαντίτη, **1.5%**. Μετά τη σβέση, στην κονία **DPH**, η ελεύθερη άσβεστος δεν ανιχνεύεται πλέον, ενώ η περιεκτικότητα σε πορτλαντίτη αυξάνεται σε **54.2%.** Η μεταβολή αυτή επιβεβαιώνει τη μετατροπή του **CaO σε $Ca(OH)_2$** κατά τη σβέση. Παράλληλα, η παρουσία **β-C_2S**, η οποία μειώνεται από **36.2%** στην **DPH QL** σε **18.2%** στην **DPH,** δείχνει ότι η σβησμένη κονία διατηρεί υδραυλικό χαρακτήρα.

Ορυκτή φάση	Χημικός τύπος	TLUM (% κ.β.)	NHL CB (% κ.β.)	DPH QL (% κ.β.)	DPH (% κ.β.)
Χαλαζίας	SiO_2	3.60	0.80	0.70	0.20
Ελεύθερη άσβεστος	CaO	7.40	-	33.30	-
Περίκλαστο	MgO	-	0.80	1.20	0.70
β-C_2S	$CaO{\cdot}2SiO_2$	40.70	19.52	36.20	18.20
γ-C_2S	$CaO{\cdot}2SiO_2$	4.90	5.10	-	-
Akermanite	$2CaO{\cdot}MgO{\cdot}2SiO_2$	7.20	1.00	3.10	1.00
Ασβεστίτης	$CaCO_3$	0.50	2.20	-	0.40
Δολομίτης	$CaMg(CO_3)_2$	0.60	0.40	-	-
Rankinite	$3CaO{\cdot}2SiO_2$	9.10	3.60	-	-
Wollastonite	$CaO{\cdot}SiO_2$	6.00	0.90	1.70	-
Πορτλαντίτης	$Ca(OH)_2$	-	42.30	1.50	54.20
C_3A cubic	$3CaO{\cdot}Al_2O_3$	-	1.20	0.50	-
Σπουρρίτης	$Ca_5(SiO_4)_2CO_3$	-	-	-	2.00
C_4AF	$4CaO{\cdot}Al_2O_3{\cdot}Fe_2O_3$	-	-	-	1.00
Brownmillerite	$Ca_2(AlFe)_2O_5$	-	-	2.00	-
Κ-άστριος	-	-	0.10	-	-
Υδρογρανάτης	-	-	1.90	-	2.20
Υδροταλκίτης	-	-	-	-	0.10
Άμορφη φάση	-	20.00	20.00	19.70	20.00

Πίνακας 2. *Ορυκτολογική σύσταση των εξεταζόμενων κονιών, όπως προσδιορίστηκε με XRD. Τα δεδομένα για την DPH QL προέρχονται από [4].*

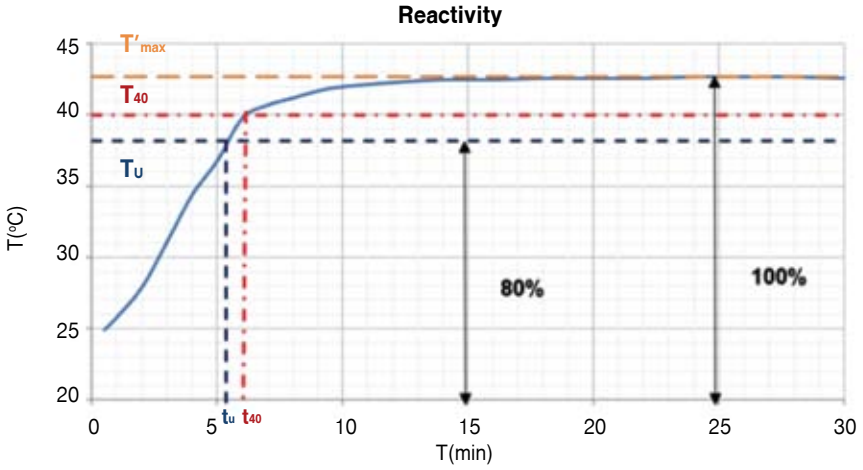
Συνολικά, η ορυκτολογική ανάλυση επιβεβαιώνει τη διαφοροποίηση των εξεταζόμενων κονιών. Η TLUM εμφανίζει τον εντονότερο υδραυλικό χαρακτήρα, η NHL CB αντιστοιχεί σε τυπικό φυσικό υδραυλικό ασβέστη, ενώ η DPH παρουσιάζει χαμηλότερη υδραυλικότητα. Η σειρά αυτή συμφωνεί με τα αποτελέσματα της χημικής σύστασης και του δείκτη τσιμεντοποίησης.

Η συμπεριφορά της **DPH QL** κατά τη σβέση εξετάστηκε με σκοπό την αξιολόγηση της δυνατότητας μετατροπής του άσβεστου υλικού σε σβησμένη κονία. Κατά την ξηρή σβέση, η άσβεστη άσβεστος διασπάστηκε σε λεπτότερη σκόνη (κονία), ενώ η μάζα αυξήθηκε λόγω της χημικά δεσμευμένης ποσότητας νερού. Μετά το κοσκίνισμα περίπου **60%** του υλικού θεωρήθηκε ενεργή κονία, ενώ το υπόλοιπο **40%** παρέμεινε ως υπόλειμμα σβέσης. Το σχετικά υψηλό ποσοστό υπολείμματος μπορεί να αποδοθεί σε ανεπαρκώς ασβεστοποιημένους κόκκους ή σε μη ενεργά συστατικά του υλικού.

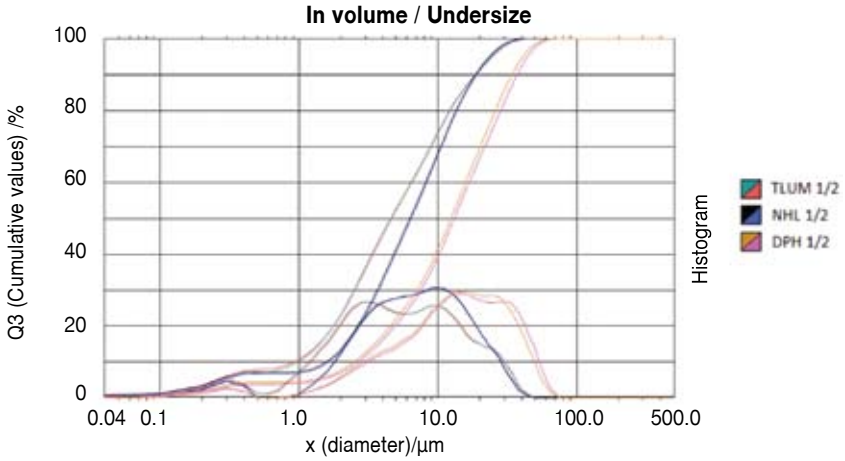
Στη δοκιμή αντιδραστικότητας, η μέτρηση της αύξησης της θερμοκρασίας, λόγω της εξώθερμης αντίδρασης της ελεύθερης άσβεστου με το νερό, κατά την υγρή σβέση, επιτρέπει την εκτίμηση της ταχύτητας σβέσης του υλικού. Ο χρόνος που απαιτήθηκε για την επίτευξη των **40°C** ήταν περίπου **6 min**, ενώ ο χρόνος που αντιστοιχεί στο **80%** της αντίδρασης υπολογίστηκε σε **5.20 min (Εικόνα 3)**. Η μέγιστη διορθωμένη θερμοκρασία έφτασε περίπου τους **40°C**, υποδεικνύοντας ότι η **DPH QL** παρουσιάζει ικανοποιητική αντιδραστικότητα, αν και χαμηλότερη σε σχέση με αντίστοιχα δείγματα προηγούμενης μελέτης [4].

Κατά τη δοκιμή προσδιορισμού της απόδοση της σβέσης χρησιμοποιήθηκαν 200 g **DPH QL** και 600 g νερού. Η απόδοση υπολογίστηκε σε 11.35 dm^3/10 kg άσβεστης κονίας. Η αύξηση της μάζας μετά την υγρή σβέση ήταν σημαντικά μεγαλύτερη από εκείνη της ξηρής σβέσης, γεγονός που οφείλεται στην αυξημένη ποσότητα νερού που συμμετείχε στη διαδικασία. Συνολικά, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η **DPH QL** μπορεί να σβηστεί και να μετατραπεί σε σβησμένη υδραυλική κονία, αν και η παρουσία σημαντικού υπολείμματος, 40% κατά τη διαδικασία της ξηρής σβέσης και 34% κατά την υγρή σβέση, φανερώνει τη μεταβλητότητα που μπορεί να χαρακτηρίζει την παραδοσιακή παραγωγή.

Από την κοκκομετρική ανάλυση (Εικόνα 4) προκύπτει ότι οι μέγιστες διαστάσεις κόκκων των **TLUM** και **NHL CB** ήταν περίπου 45 μm, ενώ για τη **DPH** ανήλθαν σε περίπου 71 μm. Η μεγαλύτερη κοκκομετρία της **DPH** συνδέεται με τον τρόπο παραγωγής της, καθώς η κονία προέκυψε μέσω σβέσης χωρίς να ακολουθήσει άλεση. Αντίθετα, η **TLUM** και η **NHL CB** παρουσίασαν λεπτότερη κατανομή, γεγονός που σχετίζεται με την άλεση του άσβεστου ή/και σβησμένου υλικού. Παρόλο που οι κατανομές των **TLUM** και **NHL CB** είναι σχετικά κοντινές, η μορφή της καμπύλης της **NHL CB** υποδηλώνει πιο ομοιόμορφη κατανομή μεγέθους κόκκων, στοιχείο αναμενόμενο για ένα βιομηχανικά παραγόμενο υλικό.



Εικόνα 3. Καμπύλη θερμοκρασίας - χρόνου κατά την υγρή σβέση του DPH QL, όπως προσδιορίστηκε στη δοκιμή αντιδραστικότητας.



Εικόνα 4. Κοκκομετρική κατανομή των κονιών TLUM, NHL CB και DPH.

Για τη δοκιμή προσδιορισμού του χρόνου πήξης παρασκευάστηκαν πάστες των κονιών **TLUM, NHL CB** και **DPH**. Λόγω της διαφορετικής συμπεριφοράς των υλικών κατά την ανάμειξη, οι αναλογίες νερό προς κονία προσαρμόστηκαν για κάθε πάστα και ορίστηκαν σε **1:2** για την **TLUM**, **3:4** για την **NHL CB** και **1:1** για την **DPH**, κατά μάζα. Κατά τη δοκιμή, η **TLUM** παρουσίασε τον μικρότερο χρόνο πήξης, περίπου **19 ώρες**, γεγονός που συμφωνεί με την υψηλή περιεκτικότητά της σε πυριτικές φάσεις ασβεστίου και τον εντονότερο υδραυλικό της χαρακτήρα. Για την **NHL CB**, ο χρόνος πήξης εκτιμήθηκε περίπου στις **30 ώρες**, ενώ η **DPH** παρουσίασε σημαντικά βραδύτερη πήξη, περίπου **9 ημέρες**. Η καθυστέρηση αυτή συνδέεται με τη χαμηλότερη περιεκτικότητα της **DPH** σε υδραυλικές φάσεις και επιβεβαιώνει τη χαμηλότερη υδραυλικότητά της σε σχέση με τα άλλα δύο υλικά. Αν και η μέτρηση του χρόνου πήξης δεν θεωρήθηκε απόλυτα ακριβής, λόγω της μη ομοιόμορφης πήξης των παστών, τα αποτελέσματα μπορούν να αξιοποιηθούν ποιοτικά, καθώς επιβεβαιώνουν τη σειρά υδραυλικότητας που προέκυψε και από τις προηγούμενες αναλύσεις: **TLUM → NHL CB → DPH**.

Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η υδραυλικότητα των κονιών συνδέεται άμεσα με τη δυνατότητα σβέσης και τον τρόπο τελικής επεξεργασίας του καμένου υλικού. Υλικά με υψηλότερο υδραυλικό χαρακτήρα, όπως η **TLUM**, δεν σβήνονται ικανοποιητικά και απαιτούν άλεση, ενώ υλικά όπως η **DPH** μπορούν να σβηστούν, αλλά παρουσιάζουν χαμηλότερη υδραυλικότητα και βραδύτερη πήξη.

Οι δοκιμές που παρουσιάστηκαν στο παρόν άρθρο αποτελούν έναν πρώτο χαρακτηρισμό των κονιών, εστιάζοντας κυρίως στη χημική και ορυκτολογική τους σύσταση, στη δυνατότητα σβέσης, στην κοκκομετρική κατανομή και στον χρόνο πήξης. Ωστόσο, η πλήρης κατηγοριοποίηση των φυσικών υδραυλικών ασβέστων σύμφωνα με το πρότυπο EN 459-1, βασίζεται και σε απαιτήσεις που αφορούν την απόδοση κονιαμάτων, κυρίως ως προς την αντοχή σε θλίψη στις 28 ημέρες. Για τον λόγο αυτό, στο πλαίσιο της μελέτης, παρασκευάστηκαν επίσης κονιάματα από τις εξεταζόμενες κονίες και πραγματοποιήθηκαν σχετικές δοκιμές, τα αποτελέσματα των οποίων θα παρουσιαστούν σε επόμενο άρθρο.

Βιβλιογραφία

1. Valek et al., Lime Technologies of Historic Buildings (Czech: Vápenné technologie historických staveb), Catalogue of Exhibition 'Calcarius, alias Limeburner', Národní technické muzeum, 2015
2. British Geological Survey, Mineral Planning Factsheet, Limestone,Natural Hydraulic Limes
3. Valek J., Van Halem E. Viani A. Perez-Estebanez M. Sevcik R. and Sasek P., Determination of optimal burning temperature ranges for production of natural hydraulic lime, Construction and Building Materials 66, 771 – 780, 2014
4. Valek J., Van Halem E., Viani A. and Skruzna O., Replication of historic mortars using six different quicklimes, 2016
5. Calix NHL and Calix NHL BLANCA (leaflet of product LEED), Calce Idraulica Naturale, Italcementi, Italcementi Group<http://www.italcementi.it/NR/rdonlyres/A74D1913-6727-446E-8CED-69FDFECA2F80/0/CALIXNHLCALIXNHLBLANCA.pdf>

Μαθηματικό μοντέλο για τον υπολογισμό απωλειών εξαιτίας σταθερής υπόγειας διαρροής νερού κάτω από φράγμα



Δρ Μιλτιάδης Ελιώτης, Πολιτικός Μηχανικός

Περίληψη

Η Μέθοδος Συνοριακού Ολοκληρώματος με Ιδιόμορφες Συναρτήσεις (ΜΣΟΙΣ) εφαρμόζεται για την επίλυση ενός προβλήματος Διαρμονικής Εξίσωσης μιας σταθερής διαρροής νερού, μέσω ενός λεπτού στρώματος εδάφους, κάτω από ένα αδιαπέραστο φράγμα. Πρόκειται για ένα σύνηθες πρόβλημα, το οποίο παρουσιάζεται σε πολλά φράγματα νερού, κάποτε σε αρκετά έντονο και άλλοτε σε λιγότερο έντονο βαθμό. Λόγω της ύπαρξης ενός ιδιόμορφου σημείου επί του συνόρου του πεδίου ορισμού του προβλήματος (ακριβώς κάτω από την θεμελίωση του φράγματος), καθώς και συγκεκριμένων συνοριακών συνθηκών στο πρόβλημα της παρούσας μελέτης, η Διαρμονική εξίσωση είναι η κυρίαρχη διαφορική εξίσωση ενός τέτοιου φαινομένου. Η δυναμική συνάρτηση του προβλήματος προσεγγίζεται από τους κύριους όρους του αναπτύγματος σε σειρά της τοπικής λύσης, οι οποίοι χρησιμοποιούνται, επίσης, για τη στάθμιση της κυρίαρχης Διαρμονικής εξίσωσης υπό την έννοια της γνωστής θεωρίας Galerkin. Με τη βοήθεια του θεωρήματος του Green, οι διακριτοποιημένες εξισώσεις ανάγονται σε συνοριακά ολοκληρώματα. Επίσης, οι συνοριακές συνθήκες Dirichlet επιβάλλονται ασθενώς με τη βοήθεια πολλαπλασιαστών Lagrange, οι τιμές των οποίων υπολογίζονται μαζί με τους συντελεστές του αναπτύγματος σε σειρά της τοπικής λύσης. Τα αριθμητικά αποτελέσματα που λαμβάνονται με τη μέθοδο αυτή δείχνουν υψηλή ακρίβεια και πολύ γρήγορη σύγκλιση. Ο όγκος του νερού ανά μονάδα χρόνου $q(t)$ που ρέει μέσω του εδάφους σε οριζόντια κατεύθυνση, κάτω από το φράγμα, ο οποίος ισοδυναμεί με την παράγωγο της συνάρτησης δυναμικού, προσεγγίζεται από τις παραγώγους των κύριων όρων του αναπτύγματος της τοπικής λύσης. Οι τιμές του $q(t)$ και η αντίστοιχη ταχύτητα υπόγειας ροής του νερού, που λαμβάνονται με τη μέθοδο, συγκρίνονται ευνοϊκά με τα αποτελέσματα που δίνει η θεωρία της Εδαφομηχανικής.

Λέξεις κλειδιά: *Διαρροή νερού κάτω από φράγμα, Διαρμονική εξίσωση, Ιδιόμορφο συνοριακό σημείο, Συνοριακές συνθήκες Dirichlet, Μέθοδος Συνοριακού Ολοκληρώματος με Ιδιόμορφες Συναρτήσεις (ΜΣΟΙΣ).*

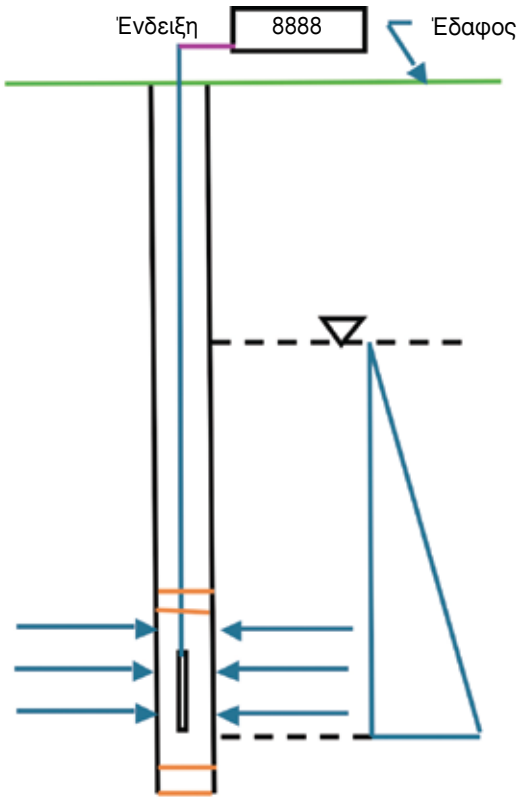
Εισαγωγή

Ως γνωστό, σε ένα υπό πίεση υδροφορέα κάτω από ένα φράγμα η υπόγεια διαρροή νερού οφείλεται στην διαφορά συμπιεστότητας μεταξύ των κόκκων του εδάφους, οπότε η μείωση της στάθμης του νερού πραγματοποιείται με την απομάκρυνση όγκων νερού με βαρύτητα, έξω από το φράγμα, μέσω των διάκενων της υπερκείμενης εδαφικής στρώσης. Η διαπερατότητα των υδροφορέων κάτω από τα φράγματα, σχετίζεται με το πορώδες και το δίκτυο σύνδεσης μεταξύ των ανοικτών πόρων του εδάφους. Από άποψη μεγέθους, η διαπερατότητα αυτή δύναται να αυξάνει, μέσα στους ίδιους γεωλογικούς σχηματισμούς, καθιστώντας συνθήκες συνεχούς ροής, όταν υπάρχει υψηλή στάθμη νερού και κατά συνέπεια υψηλή υδροστατική πίεση (Σχήμα 1). Η στάθμη των υπόγειων νερών παρουσιάζει πολύ μικρή μεταβλητότητα, η οποία είναι δύσκολο να διαπιστωθεί, ενώ στα επιφανειακά η μεταβλητότητα της στάθμης τους είναι εύκολο να παρατηρηθεί.



Σχήμα 1. *Τυπικό αψιδωτό (κελυφωτό) φράγμα νερού, κατασκευασμένο από οπλισμένο σκυρόδεμα.*

Η κατανομή και η κίνηση των υπόγειων νερών μπορεί να ερευνηθεί και να αναλυθεί είτε με επιτόπου μετρήσεις είτε με θεωρητικές μεθόδους. Όμως, οποιαδήποτε θεωρητική μελέτη προϋποθέτει κάποια υδραυλικά δεδομένα από το πεδίο, τα πιο βασικά από τα οποία είναι οι στάθμες της ελεύθερης επιφάνειας και τα πιεζομετρικά φορτία, που μετρούνται με τα πιεζόμετρα και τα πηγάδια παρατήρησης. Ένα πιεζόμετρο αποτελείται από μια σωλήνωση που είναι διάτρητη μόνο στο κάτω άκρο της και η οποία τοποθετείται διανοίγοντας κατακόρυφα μια οπή στον υπό μελέτη υδροφορέα (Σχήμα 2). Με το πιεζόμετρο μετριέται η πίεση, δηλαδή το πιεζομετρικό φορτίο σε ένα συγκεκριμένο σημείο ενός υδροφορέα.



Σχήμα 2. *Τυπική διάταξη πιεζόμετρου.*

Το πρόβλημα υπολογισμού της διαρροής νερού κάτω από ένα φράγμα, απασχόλησε πολλούς ερευνητές. Η συνήθης μαθηματική προσομοίωση του προβλήματος είναι όπως αυτή παρουσιάζεται στο Σχήμα 3. Οι λύσεις ελλειπτικών διαφορικών εξισώσεων, τέτοιων μαθηματικών μοντέλων, όπως οι εξισώσεις Laplace και οι Διαρμονικές εξισώσεις, σε δισδιάστατα και τρισδιάστατα πεδία, παρουσιάζουν σημειακές ιδιομορφίες στα όρια του πεδίου ορισμού, όπου υπάρχει απότομη αλλαγή στη γεωμετρία ή στις συνοριακές συνθήκες. Τέτοια προβλήματα παρουσιάζουν ενδιαφέρον σε πολλούς τομείς της μηχανικής, όπως η μηχανική θραύσεων και η μηχανική των ρευστών. Έχουν επίσης προσελκύσει την προσοχή πολλών ερευνητών, καθώς οι συνοριακές ιδιομορφίες περιορίζουν την κανονικότητα των λύσεων, οδηγώντας σε σύγκλιση που δύσκολα επιτυγχάνεται και προκαλώντας, έτσι, ανακρίβειες στις αριθμητικές λύσεις.

Τις τελευταίες δεκαετίες, έχουν προταθεί, στην διεθνή βιβλιογραφία, διάφορες μέθοδοι για την αντιμετώπιση ελλειπτικών προβλημάτων συνοριακών συνθηκών, με σκοπό την αποτελεσματική και αποδοτική προσέγγιση των ιδιόμορφων συντελεστών του τοπικού αναπτύγματος της λύσης, χρησιμοποιώντας τόσο γενικευμένες όσο και τοπικές μεθόδους χωρίς κάνναβο στοιχείων και εφαρμόζοντας μετεπεξεργασία της αριθμητικής λύσης. Στις μεθόδους αυτές συμπεριλαμβάνονται ειδικές τεχνικές βελτίωσης πλέγματος και αλγορίθμων πολλαπλών καννάβων πεπερασμένων στοιχείων (π.χ. [1–3]). Στην μέχρι τώρα βιβλιογραφία, η λύση προσεγγίζεται πρώτα με τη βοήθεια ενός βελτιωμένου καννάβου, ο οποίος έχει σχεδιαστεί ειδικά για να καταγράψει την συνοριακή ιδιομορφία και οι συντελεστές του αναπτύγματος της τοπικής λύσης υπολογίζονται με την εφαρμογή ενός μαθηματικού τύπου εξαγωγής που χρησιμοποιεί την υπολογισμένη αναλυτική λύση του προβλήματος (εάν αυτή υπάρχει ή εάν μπορεί σχετικά εύκολα να εξαχθεί).

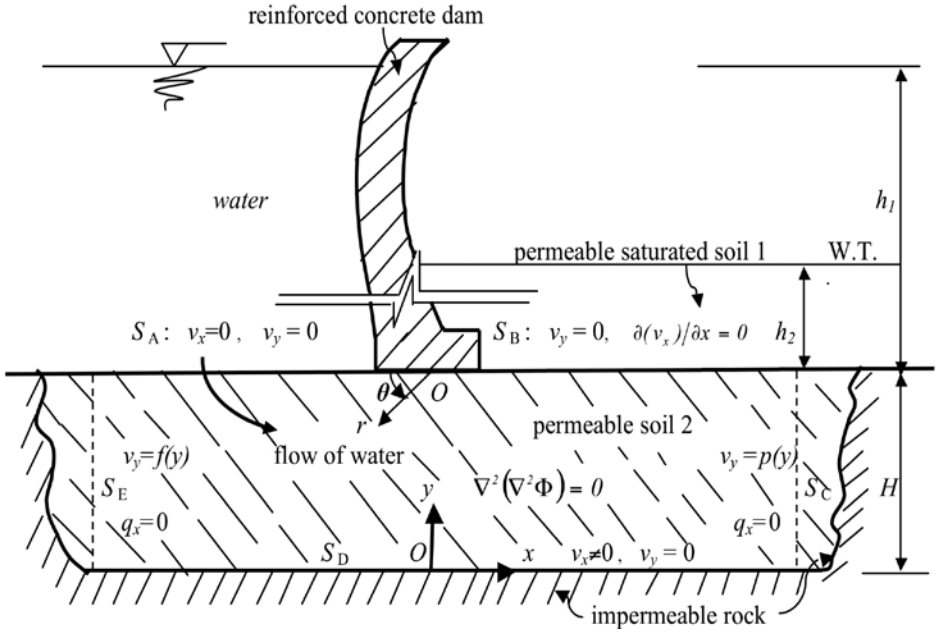
Υπάρχουν επίσης μέθοδοι που δεν απαιτούν μετεπεξεργασία και χρησιμοποιούν πληροφορίες, ως προς την ακριβή λύση, για τον υπολογισμό της προσεγγιστικής λύσης. Παραδείγματα τέτοιων μεθόδων περιλαμβάνουν τη μέθοδο των θεμελιωδών λύσεων [10], τη μέθοδο των συνοριακών στοιχείων [11] και τη Μέθοδο του Συνοριακού Ολοκληρώματος με Ιδιόμορφες Συναρτήσεις (ΜΣΟΙΣ). Η τελευταία αυτή μέθοδος αναπτύχθηκε από τους Georgiou et al. [4–9] για τα δισδιάστατα και τρισδιάστατα προβλήματα με συνοριακή ιδιομορφία, με κυρίαρχη την εξίσωση Laplace, καθώς και για τα δισδιάστατα προβλήματα Διαρμονικής εξίσωσης, επίσης με συνοριακή ιδιομορφία. Πρόκειται για μια από τις γενικότερες μεθόδους Trefftz, το βασικό χαρακτηριστικό της οποίας είναι ότι η λύση προσεγγίζεται από τους κύριους όρους του ασυμπτωτικού αναπτύγματος, γύρω από το ιδιόμορφο σημείο. Αυτές οι ιδιόμορφες συναρτήσεις χρησιμοποιούνται επίσης για τη διακριτοποίηση της κυρίαρχης ελλειπτικής διαφορικής εξίσωσης κατά την έννοια Galerkin. Οι διακριτοποιημένες εξισώσεις, στη συνέχεια, ανάγονται σε συνοριακά ολοκληρώματα με τη βοήθεια του θεωρήματος Green.

Γενικά, η γενικευμένη ΜΣΟΙΣ έχει δύο βασικά πλεονεκτήματα: (α) η διάσταση του προβλήματος μειώνεται κατά ένα βαθμό, με αποτέλεσμα τη σημαντική εξοικονόμηση υπολογιστικού χρόνου, και (β) οι ιδιόμορφοι συντελεστές υπολογίζονται άμεσα, αποφεύγοντας έτσι την ανάγκη για μετεπεξεργασία και επιπλέον υπολογιστικό κόστος. Ωστόσο, η διατύπωση των μαθηματικών εκφράσεων της ΜΣΟΙΣ προϋποθέτει ότι η μορφή της ιδιόμορφης συνάρτησης είναι γνωστή. Επίσης, είναι σαφές ότι σε προβλήματα όπου απαιτείται ο υπολογισμός των ιδιόμορφων συντελεστών της γενικής λύσης, η γνώση της τοπικής λύσης, γύρω από το ιδιόμορφο σημείο (σημείο Ο στο Σχήμα 3) αποτελεί βασικό προαπαιτούμενο.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η εφαρμογή της ΜΣΟΙΣ για την επίλυση του Διαρμονικού επίπεδου προβλήματος μιας σταθερής διαρροής νερού κάτω από ένα φράγμα (Σχήμα 3). Κανονικά, η εξίσωση που διέπει τη ροή των υπόγειων υδάτων είναι η εξίσωση Laplace, αλλά μπορεί να αποδειχθεί ότι για την επίλυση προβλημάτων σε πεδία ορισμού που παρουσιάζουν ακανόνιστη μορφή, όπως είναι η περίπτωση του πεδίου ορισμού με μια σημειακή συνοριακή ιδιομορφία και με τις συγκεκριμένες συνοριακές συνθήκες της παρούσας μελέτης, η Διαρμονική εξίσωση είναι η εξίσωση που διέπει το πρόβλημα.

Το πρόβλημα της σταθερής διαρροής και η διατύπωση της τοπικής λύσης

Είναι γνωστό στη Γεωτεχνική Μηχανική, ότι η διήθηση των υπόγειων υδάτων συχνά παίζει σημαντικό ρόλο στη στα-



Σχήμα 3. *Σχηματική διάταξη προσομοίωσης απωλειών, λόγω σταθερής υπόγειας διαρροής νερού κάτω από φράγμα.*

θερότητα των πρανών και στην παραμόρφωση των γεωτεχνικών κατασκευών (τοίχοι αντιστήριξης, φράγματα, κλπ.). Προκειμένου να κατανοήσουν πώς συμπεριφέρεται η διήθηση των υπόγειων υδάτων σε μια συγκεκριμένη στρώση εδάφους, οι Γεωτεχνικοί Μηχανικοί συχνά διεξάγουν διάφορους τύπους προσομοίωσης της διήθησης. Μία από αυτές τις προσομοιώσεις δίνει το μαθηματικό μοντέλο του προβλήματος που φαίνεται στο Σχήμα 3, το οποίο, φυσικά, δεν είναι σε κλίμακα. Πρόκειται για ένα δισδιάστατο πρόβλημα στο οποίο η Διαρμονική εξίσωση της συνάρτησης δυναμικού Φ είναι η κυρίαρχη εξίσωση. Αυτή αφορά τη σταθερή ροή διήθησης του νερού μέσω του εδάφους κάτω από ένα αδιαπέραστο φράγμα. Λόγω της διαφοράς μεταξύ των τιμών της δυναμικής ενέργειας του νερού στο φράγμα και του υδροφόρου ορίζοντα έξω από τη λίμνη του φράγματος, υπάρχει διαρροή νερού και η ροή q(t) μέσω του διαπερατού εδάφους, υπακούει στον εμπειρικό νόμο του Darcy.

Οι φυσικές συνοριακές συνθήκες του προβλήματος (Σχήμα 3) είναι οι εξής:

$$\left.\begin{array}{llll} v_x = 0, & v_y = 0, & on & S_A \\ \partial v_x/\partial x = 0, & v_y = 0, & on & S_B \\ q_x = 0, & v_y = k, & on & S_C \\ v_x \neq 0, & v_y = 0, & on & S_D \\ q_x = 0, & v_y = -2ky, & on & S_E \end{array}\right\} \quad (1)$$

όπου k είναι η σταθερά διαπερατότητας και για το στρώμα διαπερατού εδάφους κάτω από το φράγμα, η οποία έχει τιμή ίση με $2{,}5x10^{-5}$ *m/s* και στις δύο κατευθύνσεις ***x*** και ***y***. Οι παράμετροι v_x και v_y είναι οι συνιστώσες x και y, αντίστοιχα, της ταχύτητας της ροής των υπόγειων υδάτων. Επίσης, σε αυτό το πρόβλημα, είναι $h_1=12m$ και $h_2=4m$ και το πάχος ***H*** του στρώματος διαπερατού εδάφους κάτω από το φράγμα είναι ίσο με 1m (Σχήμα 3). Το ειδικό βάρος του διαπερατού κορεσμένου στρώματος 2 είναι ίσο με $30\ kN/m^3$.

Το συγκεκριμένο πρόβλημα εξειδικεύεται ως εξής: Να βρεθεί η συνάρτηση Φ έτσι ώστε να ικανοποιείται η Διαρμονική εξίσωση

$$\nabla^4\Phi = \nabla^2\left(\nabla^2\Phi\right) = 0 \quad \in \quad \Omega \qquad (2)$$

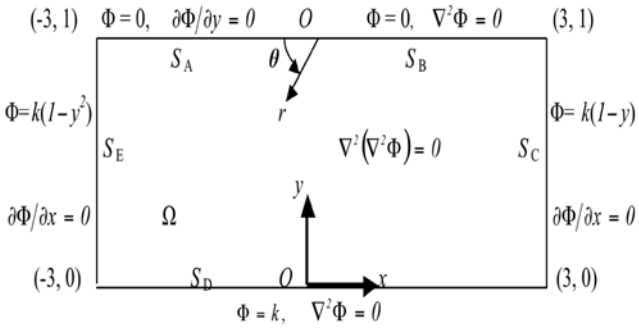
όπου οι Διαρμονικές συνθήκες δίνονται από τις σχέσεις (1), οι οποίες, σε μαθηματική μορφή, έχουν τις εξής εκφράσεις (οι συνοριακές συνθήκες είναι κρίσιμες και οριακά υποβοηθούν την υπόγεια ροή του νερού):

$$\left.\begin{array}{llll} \Phi = 0, & \partial\Phi/\partial y = 0, & on & S_A \\ \Phi = 0, & \nabla^2\Phi = 0, & on & S_B \\ \Phi = k(1-y), & \partial\Phi/\partial x = 0, & on & S_C \\ \Phi = k, & \nabla^2\Phi = 0, & on & S_D \\ \Phi = k(1-y^2), & \partial\Phi/\partial x = 0, & on & S_E \end{array}\right\} \quad (3)$$

Το Σχήμα 4 παρουσιάζει την μαθηματική προσομοίωση του προβλήματος, καθώς και το ιδιόμορφο συνοριακό σημείο O (αρχή πολικών συντεταγμένων), στο οποίο εμφανίζεται μια ξαφνική μεταβολή στις συνοριακές συνθήκες, κατά την μετάβαση από το S_A στο S_B.

Σε παλαιότερη εργασία [6] αποδείχθηκε ότι η τοπική λύση **Φ**, ενός γενικού δισδιάστατου προβλήματος Διαρμονικής εξίσωσης $\nabla^2(\nabla^2\mathbf{\Phi})=0$ σε πεδίο ορισμού Ω, είναι τέτοια ώστε να ικανοποιούνται οι συνοριακές συνθήκες στα S_A και S_B, εκατέρωθεν του ιδιόμορφου σημείου και έχει την πιο κάτω μορφή:

$$\Phi(r,\theta) = \sum_{j=1}^{\infty} c_j r^{\mu_j+1} f(\theta,\mu_j), \qquad (r,\theta)\in\Omega \qquad (4)$$



Σχήμα 4. *Πεδίο ορισμού μαθηματικού προβλήματος.*

όπου c_j είναι οι άγνωστοι ιδιόμορφοι συντελεστές, μ_j είναι οι ιδιόμορφοι εκθέτες σε αύξουσα τάξη (ιδιοτιμές) και $f(\theta, \mu_j)$ είναι οι ιδιοσυναρτήσεις που διακρίνονται σε περιττής και άρτιας τάξης. Οι άρτιας τάξης συναρτήσεις $f(\theta, \mu_j)$ έχουν την εξής μορφή:

$$f_1(\theta,\mu_j)=\cos(\mu_j+1)\theta-\cos(\mu_j-1)\theta, \quad \mu_j=j-\frac{1}{2}, \quad j=1,2,\cdots \tag{5}$$

ενώ οι περιττής τάξεως συναρτήσεις είναι της μορφής:

$$f_2(\theta,\mu_j)=(\mu_j-1)\sin(\mu_j+1)\theta-(\mu_j+1)\sin(\mu_j-1)\theta, \quad \mu_j=j+1, \quad j=1,2,\cdots \tag{6}$$

Έτσι, η έκφραση (4) της τοπικής λύσης, λαμβάνει την εξής μορφή:

$$\Phi(r,\theta)=\sum_{j=1}^{\infty}\alpha_j r^{\mu_j+1}f_1(\theta,\mu_j)+\sum_{j=1}^{\infty}\beta_j r^{\mu_j+1}f_2(\theta,\mu_j), \quad (r,\theta)\in\Omega \tag{7}$$

Σε αυτό το στάδιο, θα πρέπει να επισημάνουμε ότι η ΜΣΟΙΣ βασίζεται στην προσέγγιση της λύσης του προβλήματος, λαμβανομένων υπόψη και των κυρίαρχων όρων του αναπτύγματος της τοπικής λύσης, όπως αυτή προκύπτει από την (7):

$$\overline{\Phi}(r,\theta)=\sum_{j=1}^{N_a}\alpha_j W_1^{(j)}+\sum_{j=1}^{N_a}\beta_j W_2^{(j)} \tag{8}$$

όπου N_a είναι το πλήθος των συναρτήσεων βάσης, α_j και β_j είναι οι ιδιόμορφοι συντελεστές, που αποτελούν τους κύριους αγνώστους του προβλήματος και

$$W_1^j=r^{\mu_j+1}f_1(\theta,\mu_j), \quad W_2^j=r^{\mu_j+1}f_2(\theta,\mu_j), \quad j=1,2,\cdots,N_a \quad (r,\theta)\in\Omega \tag{9}$$

είναι οι ιδιόμορφες συναρτήσεις, οι οποίες ικανοποιούν τις συνοριακές συνθήκες στα τμήματα S_A και S_B.

Αριθμητική ανάπτυξη της Μεθόδου Συνοριακού Ολοκληρώματος με την εφαρμογή Ιδιόμορφων Συναρτήσεων

Με την ΜΣΟΙΣ η διέπουσα εξίσωση (2) σταθμίζεται υπό την έννοια της γνωστής θεωρίας Galerkin, από τις ιδιόμορφες συναρτήσεις $W_k^{(j)}$ και η ολοκλήρωση πραγματοποιείται σε όλο το πεδίο ορισμού Ω. Έτσι, δημιουργούνται οι πρώτες $2N_a$ διακριτές εξισώσεις:

$$\iint_{\Omega}\left(\nabla^4\overline{\Phi}\right)\left(W_k^j\right)dV=0, \quad j=1,2,\cdots,N_a \quad k=1,2 \tag{10}$$

Εφαρμόζοντας το θεώρημα Green δύο φορές, λαμβάνοντας υπόψη ότι οι συναρτήσεις $W_k^{(j)}$ είναι Διαρμονικές και ότι ικανοποιούν ακριβώς τις συνθήκες στα S_A και S_B, η διάσταση του ολοκληρώματος (10) μειώνεται κατά ένα και έχουμε τις εξής διακριτές ολοκληρωτικές εξισώσεις :

$$\int_{S_C\cup S_D\cup S_E}\left[\frac{\partial\overline{\Phi}}{\partial n}\nabla^2\left(W_k^{(j)}\right)-\overline{\Phi}\frac{\partial\left(\nabla^2\left(W_k^{(j)}\right)\right)}{\partial n}\right]dS+\int_{S_C\cup S_D\cup S_E}\left[\frac{\partial\left(\nabla^2\overline{\Phi}\right)}{\partial n}\left(W_k^{(j)}\right)-\nabla^2\overline{\Phi}\frac{\partial\left(W_k^{(j)}\right)}{\partial n}\right]=0, \quad k=1,2 \quad j=1,2,\cdots,N_a \tag{11}$$

Έτσι, απομένει να εφαρμόσουμε τις συνοριακές συνθήκες Dirichlet στα S_C, S_D και S_E, τα οποία βρίσκονται μακριά από το ιδιόμορφο σημείο O. Επίσης, εισάγουμε τις συναρτήσεις πολλαπλασιαστών Lagrange λ_C, λ_D and λ_E προκειμένου να αντικαταστήσουμε τις κάθετες παραγώγους της Λαπλασιανής της δυναμικής συνάρτησης Φ σε κάθε ένα από τα S_C, S_D και S_E, αντίστοιχα. Τελικά, οι πρόσθετες αλλά αναγκαίες συναρτήσεις $N_{\lambda_C}+N_{\lambda_D}+N_{\lambda_E}$ $(=N_\lambda)$ δημιουργούνται με στάθμιση των συνθηκών Dirichlet στα S_C, S_D και S_E με εφαρμογή των συναρτήσεων βάσης M_i υπό την έννοια της γνωστής θεωρίας Galerkin. Το γραμμικό σύστημα των $2N_a+N_{\lambda_C}+N_{\lambda_D}+N_{\lambda_E}$ εξισώσεων, το οποίο επιτυγχάνεται με την πιο πάνω μεθοδολογία, εκφράζεται σε μητρωική μορφή ως εξής:

$$\begin{bmatrix} K & K_C & K_D & K_E \\ K_C^T & O & O & O \\ K_D^T & O & O & O \\ K_E^T & O & O & O \end{bmatrix}\cdot\begin{bmatrix} X_{\overline{\alpha\beta}} \\ \Lambda_C \\ \Lambda_D \\ \Lambda_E \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} O \\ C \\ D \\ E \end{bmatrix} \tag{12}$$

όπου το μητρώο-διάνυσμα $X_{\alpha\beta}$ περιέχει τους άγνωστους συντελεστές α_j και β_j της προσεγγιστικής λύσης (8). Τα μητρώα-διανύσματα Λ_C, Λ_D και Λ_E περιέχουν τους άγνωστους πολλαπλασιαστές Lagrange $\lambda^{(i)}$. Επίσης, τα μητρώα K, K_C, K_D και K_E περιέχουν τις τιμές των $W_k^{(j)}$ και των συντελεστών των αναπτυγμάτων των αγνώστων πολλαπλασιαστών Lagrange. Τέλος, τα μητρώα-διάνυσμα C, D και E, περιέχουν τα αποτελέσματα της στάθμισης των συνθηκών Dirichlet που επικρατούν στα S_C, S_D και S_E, αντίστοιχα. Θα πρέπει πάντα να ισχύει η ανισότητα $2N_a<N_\lambda$ προκειμένου να έχουμε σύγκλιση.

Αριθμητικά αποτελέσματα

Τα στοιχεία του πίνακα ακαμψίας και του διανύσματος φορτίων υπολογίζονται με αριθμητική ολοκλήρωση. Τα S_C, S_D και S_E υποδιαιρούνται σε τυπικά συνοριακά στοιχεία. Ειδικότερα, N_C

συνοριακά στοιχεία εφαρμόζονται σε κάθε ένα από τα S_C και S_E και N_D συνοριακά στοιχεία εφαρμόζονται στο S_D. Όπως και σε άλλες εφαρμογές του ΜΣΟΙΣ, τα ολοκληρώματα σε όλες τις διατυπώσεις υπολογίζονται αριθμητικά υποδιαιρώντας κάθε στοιχείο σε 10 υποδιαστήματα και χρησιμοποιώντας μια τετραγωνική συνάρτηση Gauss–Legendre 15 σημείων σε κάθε υποδιάστημα.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ο αριθμός των ιδιόμορφων συναρτήσεων $2N_a$ πρέπει να είναι πολύ μεγαλύτερος από τον αριθμό των πολλαπλασιαστών Lagrange N_λ, διότι διαφορετικά ο πίνακας ακαμψίας του συστήματος γραμμικών εξισώσεων παρουσιάζει κακή κατάσταση ή ιδιομορφία. Από την άλλη πλευρά, πρέπει να αποφεύγονται μεγάλες τιμές του $2N_a$, επειδή οι συνεισφορές των ιδιόμορφων συναρτήσεων υψηλής τάξης γίνονται είτε αμελητέες (για $r<1$) είτε πολύ μεγάλες (για $r>1$), γύρω από το ιδιόμορφο σημείο, πέρα από τα όρια της διπλής ακρίβειας που μπορεί να διαχειριστεί ο ηλεκτρονικός υπολογιστής.

Πίνακας 1: *Σύγκλιση ιδιόμορφων συντελεστών a_j ως προς $2N_a$; $N_\lambda = 35$ (δηλαδή 2 N_{λ_C} =10 και N_{λ_D} =25)*

$2N_a$	a_1	a_2	a_{16}
84	0.00001728	0.0000074	-0.0000012
86	0.00001724	0.0000064	-0.0000013
88	0.00001723	0.0000066	-0.0000004
90	0.00001720	0.0000067	-0.0000003
92	0.00001719	0.0000069	-0.0000005
94	**0.00001719**	**0.0000069**	**-0.0000006**
96	0.00001704	0.0000098	-0.0000042
98	0.00001722	0.0000068	0.0000002
100	0.00001718	0.0000078	-0.0000001

Έχουν πραγματοποιηθεί συστηματικές δοκιμές προκειμένου να μελετηθούν οι επιδράσεις τόσο του N_a όσο και του N_λ στα αριθμητικά αποτελέσματα. Η επίδραση του $2N_a$ στους ιδιόμορφους συντελεστές μπορεί να παρατηρηθεί ενδεικτικά στον Πίνακα 1, ο οποίος παρουσιάζει τα αποτελέσματα που προέκυψαν με $N_\lambda=35$. Παρατηρείται ταχεία σύγκλιση καθώς αυξάνεται το $2N_a$ και λαμβάνονται αριθμητικά αποτελέσματα με μεγάλη ακρίβεια των ιδιόμορφων συντελεστών. Η σύγκλιση επιτυγχάνεται για $2N_a=94$. Ωστόσο, σε μεγαλύτερες τιμές του $2N_a$ (δηλ. πάνω από $2N_a=94$) παρατηρείται αργή απόκλιση λόγω των ανακριβειών και των αυξημένων αριθμητικών σφαλμάτων που εισάγονται στους υπολογισμούς μας από τις ιδιόμορφες συναρτήσεις υψηλής τάξης.

Πίνακας 2: Συγκλίνουσες τιμές των πρώτων δώδεκα ιδιόμορφων συντελεστών α_j και β_j για τον "βέλτιστο" συνδυασμό $2N_a=94$ και $N_\lambda=35$.

j	α_j	β_j
1	0.0000179	-0.0000022
2	0.0000069	-0.0000005
3	0.0000004	0.0000004
4	-0.0000018	0.0000004
5	0.0000006	-0.0000008
6	0.0000047	-0.0000005
7	-0.0000018	0.0000009
8	-0.0000076	0.0000004
9	0.0000022	-0.0000006
10	0.0000074	-0.0000003
11	-0.0000018	0.0000003
12	-0.0000047	0.0000001

Ο Πίνακας 2 περιέχει τις συγκλίνουσες προσεγγιστικές τιμές των πρώτων δώδεκα ιδιόμορφων συντελεστών που προέκυψαν για τον «βέλτιστο» συνδυασμό των $2N_a$ ιδιόμορφων συναρτήσεων και των N_λ πολλαπλασιαστών Lagrange (δηλ. $2N_a=94$ και $N_\lambda=35$). Οι τιμές των α_j και β_j τάξης μεγαλύτερης από δώδεκα είναι πρακτικά ίσες με το μηδέν και δεν συμβάλλουν στην αριθμητική λύση.

Η παραπάνω λύση μπορεί τώρα να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της τιμής της ροής των υπόγειων υδάτων q_x κάτω από το φράγμα. Σύμφωνα με τον εμπειρικό νόμο του Darcy (1856), η ροή q_x (όγκος νερού που ρέει ανά μονάδα χρόνου στην κατεύθυνση x) μέσω μιας κάθετης διατομής, μονάδας πλάτους, κάτω από το φράγμα, δίνεται από

$$q_x = A_s k i_s = A_s v_x \qquad (13)$$

όπου A_s είναι το εμβαδό της διατομής από όπου διαπερνούν τα υπόγεια ύδατα, τα οποία ρέουν κατά μήκος της κατεύθυνσης x, k είναι η σταθερά διαπερατότητας και $i_s=\Delta h/\Delta s$ είναι η υδραυλική κλίση. Χρησιμοποιώντας την έκφραση (13), το ανάπτυγμα της λύσης για τη ροή q_x και την ταχύτητα εκροής v_x είναι:

$$\frac{q_x}{A_s} = v_x = \frac{\partial \bar{\Phi}}{\partial x}\bigg|_{\theta=\frac{\pi}{2}} = \partial\left(\sum_{j=1}^{N_a} a_j W_1^{(j)} + \sum_{j=1}^{N_a} \beta_j W_2^{(j)}\right)\Big/\partial x\Big|_{\theta=\frac{\pi}{2}} \qquad (14)$$

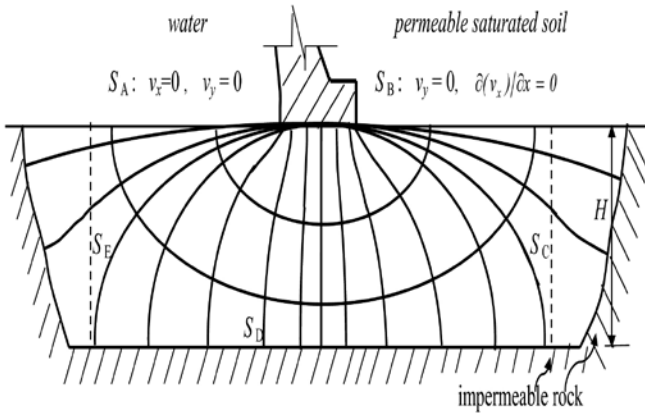
Επίσης, κατά μήκος μιας ισοδυναμικής καμπύλης, η συνάρτηση δυναμικού Φ έχει σταθερή τιμή και η διαφορική της έκφραση είναι ίση με μηδέν. Επομένως,

$$d\bar{\Phi} = \frac{\partial \bar{\Phi}}{\partial x}dx + \frac{\partial \bar{\Phi}}{\partial y}dy = v_x dx + v_y dy = 0 \Rightarrow$$
$$\lambda_\Phi = \left.\frac{dy}{dx}\right|_\Phi = -\frac{v_x}{v_y} \quad (15)$$

Ομοίως, θεωρώντας ότι κατά μήκος μιας γραμμής ροής η τιμή της συνάρτησης ροής Ψ είναι σταθερή, η έκφραση της διαφορικής του Ψ δίνει

$$d\bar{\Psi} = \frac{\partial \bar{\Psi}}{\partial x}dx + \frac{\partial \bar{\Psi}}{\partial y}dy = -v_y dx + v_x dy = 0 \Rightarrow$$
$$\lambda_\Psi = \left.\frac{dy}{dx}\right|_\Psi = \frac{v_y}{v_x} \quad (16)$$

Επομένως, από τις (15) και (16) προκύπτει $\lambda_\Phi \lambda_\Psi = -1$, που σημαίνει ότι οι γραμμές (καμπύλες) ροής τέμνουν κάθετα τις ισοδυναμικές καμπύλες (Σχήμα 5).



Σχήμα 5. *Γραφική αναπαράσταση των ισοδυναμικών καμπυλών και των γραμμών (καμπυλών) ροής.*

Σύμφωνα με τη θεωρία της Εδαφομηχανικής, η τιμή του qx σε μια διατομή κάτω από το φράγμα υπολογίζεται με τον ακόλουθο τύπο:

$$q_x = k(h_1 - h_2)\frac{N_f}{N_d} = k(\delta h_{1,2})\frac{N_f}{N_d} \quad (17)$$

Στην παραπάνω έκφραση, N_f είναι ο αριθμός των γραμμών (καμπυλών) ροής, N_d είναι ο αριθμός των ισοδυναμικών πτώσεων στο πεδίο ορισμού του προβλήματος και $\delta h_{1,2}$ είναι η συνολική πτώση στάθμης. Σε αυτό το πρόβλημα, $N_f=4$, $N_d=16$ και $\delta h_{1,2}=8m$. Έτσι, το μόνο που χρειάζεται τώρα είναι να διερευνήσουμε την ακρίβεια που παρέχει η ΜΣΟΙΣ, ελέγχοντας αν το αποτέλεσμα που λαμβάνεται με την (17) επαληθεύει την αριθμητική προσέγγιση που δίνεται από την (14). Πράγματι, αντικαθιστώντας τις συγκλίνουσες τιμές των ιδιόμορφων συντελεστών στην εξίσωση (14), όπως δίνονται στον Πίνακα 2, λαμβάνουμε τελικά μια αριθμητική τιμή για το q_x ίση με $4{,}98\times10^{-6}\ m^3/s$ ανά μέτρο μήκους, κάτω ακριβώς από τη βάση του φράγματος, που συμφωνεί πολύ καλά με τη θεωρητική τιμή $5{,}00\times10^{-6}$.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι δεν ήταν απαραίτητος ο υπολογισμός των γραμμών ροής και των ισοδυναμικών καμπυλών για να επιτευχθεί αυτό το αποτέλεσμα, πολύ υψηλής ακρίβειας, με την ΜΣΟΙΣ. Επίσης, το υπολογιστικό κόστος και ο χρόνος μειώνονται σημαντικά με αυτή τη μέθοδο, επειδή δεν απαιτείται μετεπεξεργασία της λύσης για να βρεθούν οι τιμές των ιδιόμορφων συντελεστών.

Βιβλιογραφία

1. J.J. Brannick, H. Li, L.T. Zikatanov, Uniform convergence of the multi-grid V-cycle on graded meshes for corner singularities, Numer. Linear Algebra Appl.15 (2008) 291–306.
2. S.C. Brenner, Multigrid methods for the computation of singular solutions and stress intensity factors I: corner singularities, Math. Comput. 68 (1999) 559–583.
3. S.C. Brenner, L.R. Scott, The Mathematical Theory of Finite Element Methods, Springer, New York, 1994.
4. M. Elliotis, D. Charmpis, G. Georgiou, The singular function boundary integral method for an elastic plane stress wedge beam problem with a point boundary singularity, Appl. Math. Comput. 248 (2014) 93–100.
5. M. Elliotis, G. Georgiou, C. Xenophontos, The solution of Laplacian problems over L-shaped domains with a singular function boundary integral method, Commun. Numer. Methods Eng. 18 (2002) 213–222.
6. M. Elliotis, G. Georgiou, C. Xenophontos, Solution of the planar Newtonian stick-slip problem with a singular function boundary integral method, Int. J.Numer. Methods Fluids 48 (2005) 1000–1021.
7. M. Elliotis, G. Georgiou, C. Xenophontos, Solving Laplacian problems with boundary singularities: a comparison of a singular function boundary integral method with the p/hp version of the finite element method, Appl. Math. Comput. 169 (2005) 485–499.
8. M. Elliotis, G. Georgiou, C. Xenophontos, The singular function boundary integral method for a 2-D fracture problem, Eng. Anal. Bound. Elem. 30 (2006) 100–106...
9. G.C. Georgiou, L. Olson, G. Smyrlis, A singular function boundary integral method for the Laplace equation, Commun. Numer. Methods Eng. 12 (1996) 127–134.
10. A. Karageorghis, Modified methods of fundamental solutions for harmonic and biharmonic problems with boundary singularities, J. Numer. Methods PDEs 8 (1992) 1–19.
11. J. T. Katsikadelis, Boundary Elements: Theory and Applications, Elsevier, London, 2002.

«Δίδυμα» σχολεία στη Λεμεσό και στο Γενί Τζαμί: Μια σπουδή στην κληρονομιά του μοντερνισμού



Μάριος Επαμεινώνδας, Εκπαιδευτικός / Ιστορικός

Όταν ο αρχιτέκτονας Ιωάννης (Γιάγκος) Περικλέους επέστρεψε στην Κύπρο στα τέλη της δεκαετίας του 1930, μετά την ολοκλήρωση των σπουδών του στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, έφερε μαζί του τις νέες αρχιτεκτονικές ιδέες που διαμόρφωναν ήδη τον ευρωπαϊκό χώρο. Μαζί με τον Νικόλαο Ρούσο ίδρυσε στη Λεμεσό το αρχιτεκτονικό γραφείο Ρούσου και Περικλέους και σύντομα αναδείχθηκε σε έναν από τους σημαντικότερους εκφραστές του μοντερνισμού στην Κύπρο. Ίσως η πιο καθοριστική του συμβολή υπήρξε η εισαγωγή των αρχών του μοντέρνου κινήματος στον σχεδιασμό των σχολικών κτιρίων.

Το γραφείο Ρούσου και Περικλέους έκανε μια δυναμική είσοδο στον χώρο της σχολικής αρχιτεκτονικής το 1950, σχεδιάζοντας το Αθηναίδειο και τη Δ' Αστική Σχολή Λεμεσού. Με τα έργα αυτά εισήγαγε στοιχεία που επρόκειτο να χαρακτηρίσουν τη σχολική αρχιτεκτονική των επόμενων δεκαετιών: καθαρούς γεωμετρικούς όγκους, σκεπασμένες βεράντες, εσωτερικά αίθρια, λειτουργική οργάνωση των χώρων και έμφαση στον φυσικό φωτισμό και αερισμό.

Από τη Λεμεσό στην ενορία Γενί Τζαμί της Λευκωσίας

Την ίδια περίοδο που οι Ρούσου και Περικλέους κατάθεταν το μοντερνιστικό τους πρόγραμμα, η τουρκοκυπριακή κοινότητα, επηρεασμένη από τις μεταρρυθμίσεις του Κεμάλ Ατατούρκ και τον εκσυγχρονιστικό προσανατολισμό της Τουρκικής Δημοκρατίας, αγκάλιαζε επίσης τον μοντερνισμό ως μέσο απομάκρυνσης από το οθωμανικό παρελθόν. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο φαίνεται να εξηγείται και η απόφαση της Επιτροπής Πόλεως (Λευκωσίας) για τα Τουρκικά Σχολεία Στοιχειώδους Εκπαίδευσης (στο εφεξής Σχολική Επιτροπή), υπό την ηγεσία του δικηγόρου Οσμάν Ορέκ, να συνεργαστεί με το γραφείο Ρούσου και Περικλέους για τον σχεδιασμό ενός νέου σχολείου στην ενορία του Γενί Τζαμί. Η μελέτη για τα σχέδια έγινε μεταξύ Μαρτίου 1954 και Οκτωβρίου 1955[1] και το Συμβόλαιο κατασκευής υπογράφτηκε στις 15 Ιανουαρίου 1956[2]. Εμπλεκόμενοι φορείς ήταν Σχολική Επιτροπή ως εργοδότης, η εταιρεία «Γενικές Κατασκευές» ως εργολάβος και το Γραφείο Ρούσου και Περικλέους για σχέδια/επίβλεψη. Ταυτόχρονα με το σχολείο στο Γενι Τζαμί, το Γραφείο Ρούσου και Περικλέους σχεδίασε και επέβλεψε την κατασκευή της Α' Αστικής Λεμεσού, με πανομοιότυπα σχέδια[3].



Α' Αστική



Νέο σχολείο στην ενορία του Γενί Τζαμί

[1] *Αρχείο Γιάγκου Περικλέους, Φάκελος Yeni Djami Elementary School, Γενικό Σχέδιο.*
[2] *Αρχείο Γιάγκου Περικλέους, Φάκελος Yeni Djami Elementary School,Συμβόλαιο Κατασκευής.*
[3] *Αρχείο Γιάγκου Περικλέους, Φωτογραφία Α' Αστικής Λεμεσού.*
[4] *Αρχείο Γιάγκου Περικλέους, Φάκελος Yeni Djami Elementary School, Πρόσοψη και Κάτοψη Έργου.*
[5] *Αρχείο Γιάγκου Περικλέους, Φάκελος Yeni Djami Elementary School,Επιστολή για ονοματοδοσία του Σχολείου.*
[6] *Αρχείο Γιάγκου Περικλέους, Φάκελος Yeni Djami Elementary School,Τηλεγράφημα προς Osman Orek.*
[7] *Αρχείο Deniz Houssein, Δημοτικό Σχολείο Ατατούρκ σε λειτουργία (δεκαετία 1960).*

Ο Περικλέους βρισκόταν τότε σε στενή επαφή με τη Λευκωσία, καθώς την ίδια περίοδο επέβλεπε και την ανέγερση του Αρχιεπισκοπικού Μεγάρου στην ενορία του Αγίου Ιωάννη, λίγα μέτρα νοτιότερα από την ενορία Γενί Τζαμί. Το έργο είχε σχεδιαστεί από τον εξ΄ Ελλάδος αρχιτέκτονα Γεώργιο Νομικό και η υλοποίησή του ανατέθηκε στο γραφείο Ρούσου και Περικλέους. Η παράλληλη εμπλοκή του Γραφείου σε δύο έργα με τόσο διαφορετικούς συμβολισμούς, ήταν ενδεικτική μιας εποχής κατά την οποία τέτοιου είδους πρωτοβουλίες παρέμεναν ακόμη δυνατές, έστω κι αν το πολιτικό περιβάλλον βρισκόταν ήδη σε βαθιά κρίση.

Επιτυχία μετ' εμποδίων

Ο φάκελος με τα σχέδια για την κατασκευή του σχολείου στο Γενί Τζαμί που εντοπίστηκε σε ανεξερεύνητο, μέχρι πρότινος, αρχείο του Περικλέους, δίνουν μια γλαφυρή εικόνα, τόσο της αρχιτεκτονικής πτυχής του έργου, όσο και του ιστορικού συγκείμενου της εποχής. Το σχέδιο υπηρετεί με ενάργεια τις αρχές του μοντερνισμού και αποκαλύπτει εμφανώς τη συγγένεια του κτιρίου με την Α' Αστική Σχολή Λεμεσού, που μπορεί να χαρακτηριστεί ως «δίδυμο έργο»[4]. Με επιστολή της ημερομηνίας 6 Δεκεμβρίου 1957, η Σχολική Επιτροπή, ενημέρωσε το Γραφείο για την επιθυμία της να ονομάσει το Σχολείο στο Γενί Τζαμί «Δημοτικό Σχολείο Ατατούρκ Λευκωσίας» (Lefkoşa Atatürk İlkokulu), αποτυπώνοντας τους ισχυρούς δεσμούς της τουρκοκυπριακής κοινότητας με τον ισχυρό άντρα-σύμβολο του τουρκικού έθνους[5]. Το Γραφείο ετοίμασε το ανάλογο σχέδιο επιγραφής, με σκοπό να αναρτηθεί στην ανατολική όψη του σχολείου.

Η περίοδος κατασκευής του Σχολείου συνέπεσε με την κατάσταση έκτακτης ανάγκης που ακολούθησε την έναρξη του αγώνα της ΕΟΚΑ και οι διακοινοτικές εντάσεις επηρέασαν την πορεία του έργου. Σε επιστολή του 14 Ιανουαρίου 1958, ο εργολάβος αναφέρει πρόσθετα έξοδα λόγω των ταραχών στην περιοχή κατά την περίοδο 1-31 Μαρτίου 1956, τα οποία εισηγείται να μοιραστούν με τον ιδιοκτήτη, κάτι που έγινε αποδεκτό. Έτσι, παρά τις δυσκολίες, το Σχολείο ολοκληρώθηκε δύο χρόνια μετά την έναρξη της κατασκευής του. Ακολούθως, η Κύπρος βυθίστηκε στην αιματηρή κρίση του καλοκαιριού του 1958, πριν αντικρύσει την προοπτική λύσης στα τέλη του ιδίου έτους. Η υπογραφή των Συνθηκών Ζυρίχης Λονδίνου το Φεβρουάριο του 1959, σηματοδοτούσε τη μετάβαση από την αποικιοκρατία στην ανεξαρτησία. Ήταν μια μετάβαση που κουβαλούσε τραύματα, αλλά γεννούσε και προσδοκίες. Ο φάκελος του έργου περιέχει ένα τηλεγράφημα του γραφείου Ρούσου και Περικλέους προς τον Οσμάν Ορέκ, με το οποίο τον συγχαίρουν για τον διορισμό του ως Υπουργού της μεταβατικής κυβέρνησης, το 1959[6]. Μέσα σε λίγες γραμμές αποτυπώνονται οι ελπίδες για ένα κοινό μέλλον που τελικά δεν ήταν τόσο ευοίωνο…

Επιμύθιο

Το Δημοτικό Σχολείο στο Γενί Τζαμί που έμεινε γνωστό ως Δημοτικό Σχολείο Λευκωσίας Ατατούρκ, φαίνεται να είναι από τα τελευταία δημόσια κτίρια που γεννήθηκαν μέσα από μια διακοινοτική συνεργασία. Η συνέργεια αυτή ήταν εφικτή, τόσο λόγω του κοινά αποδεκτού θεσμικού πλαισίου, όσο και λόγω της εκτίμησης που έτρεφαν οι εμπλεκόμενοι στον αρχιτεκτονικό μοντερνισμό. Το Σχολείο υπηρέτησε για δεκαετίες την τουρκοκυπριακή κοινότητα[7]. Η ενορία που το φιλοξενεί έχει αλλάξει δραματικά από την δεκαετία του 1950 και έχει ακολουθήσει μια πορεία που την πήρε πολύ «πιο μακριά» από τη σύγχρονη Λεμεσό, απ' ότι φαίνεται σ' ένα συμβατικό γεωγραφικό χάρτη. Εντούτοις, παιδιά και ενήλικες που έχουν επαφή με τις σχολικές εγκαταστάσεις, οι οποίες σχεδιάστηκαν από το χέρι του Γιάγκου Περικλέους στις δύο περιοχές, έχουν ακόμα κοινές αναφορές που παραπέμπουν σε μια εποχή κατά την οποία η συνεργασία υπεράνω διαχωριστικών γραμμών ήταν εφικτή και επιθυμητή.



CABLE AND WIRELESS LIMITED

BRANCH. INLAND TELEGRAM

OSMAN OREK

NICOSIA

HEARTY CONGRATULATIONS

ON MINISTERIAL APPOINTMENT

ROUSSOS & PERICLEOUS

Address Phone 2243

Τηλεγράφημα συγχαρητηρίων



TOWN COMMITTEE FOR TURKISH ELEMENTARY SCHOOLS, NICOSIA.

12, Ankara Street.

Nicosia - Cyprus

Date 6th December, 1957.

Messrs. Nicos P. Roussos-John Pericleous:
Engineers & Architects,
7, Archiepiskopi Kyprianou Street,
P.O.Box 270.,
Limassol.

Dear Sirs,

Further to our conversation the other day please take notice that the committee has decided to give the following name to the new school which is being completed:

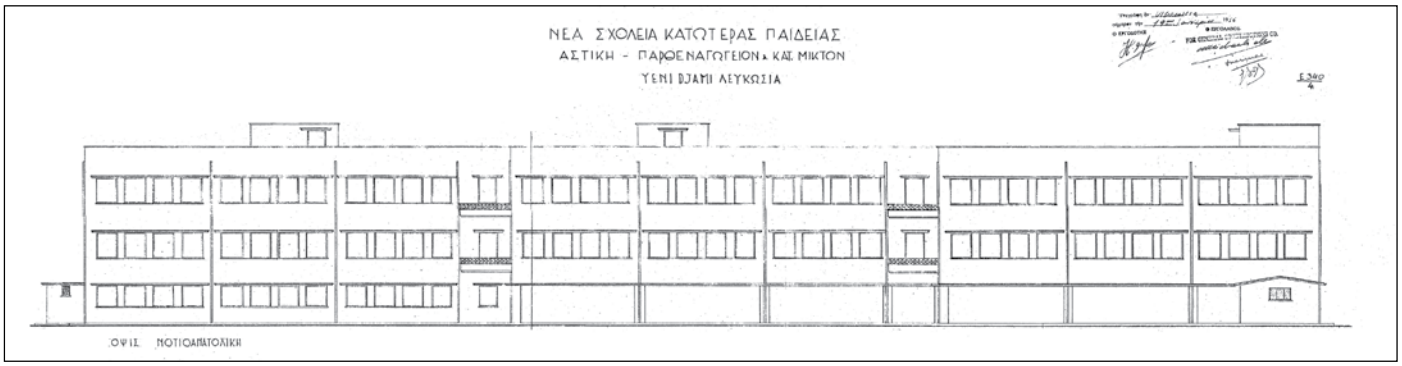
"LEFKOSA ATATÜRK İLKOKULU"

I would be much grateful if you see to it that the name plate be completed as soon as possible.

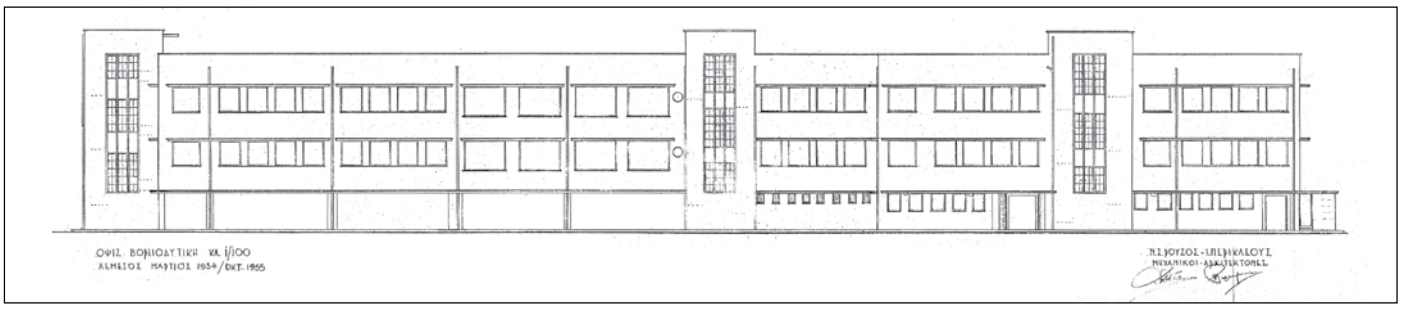
Yours faithfully,

Chairman.

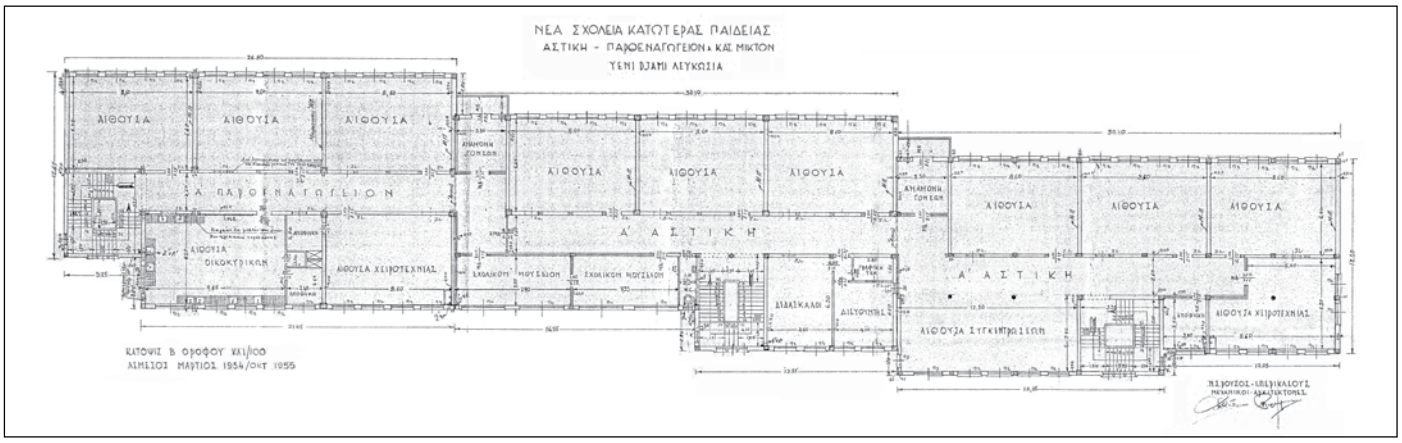
Ονοματοδοσία Σχολείου



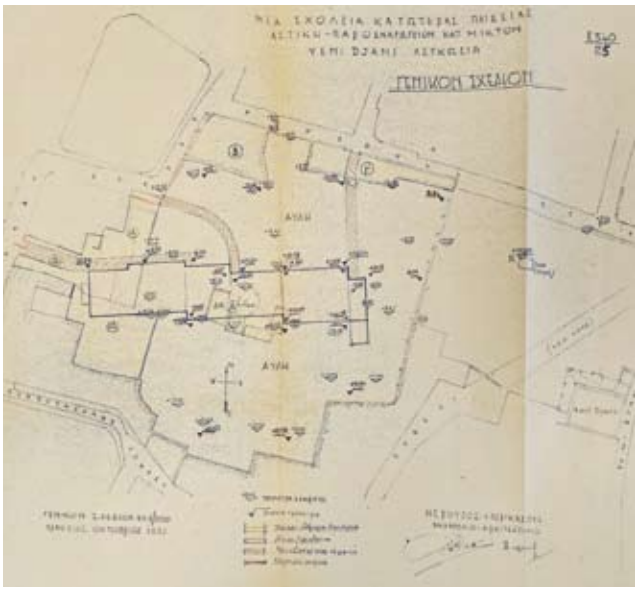
Νοτιοανατολική Όψη



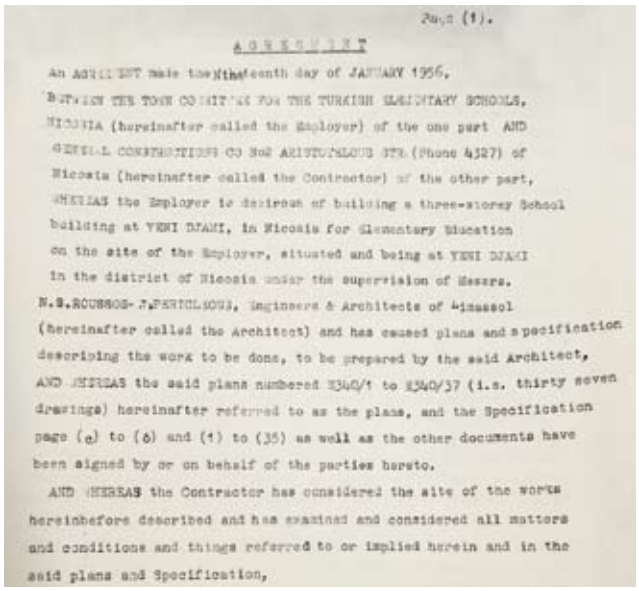
Βορειοδιτική Όψη



Κάτοψη



***Γενικό Σχέδιο**: Αστική - Παρθεναγωγείον Yeni Djami - Λευκωσία Οκτώβριος 1955 - Αρχ. Γραφείο Ρούσος & Περικλέους*



***Σύμβαση εργολαβίας για την κατασκευή σχολικού κτιρίου** Αρχ. Γραφείο Ρούσος & Περικλέους*

Η ΕΚΤ (Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα), τα επιτόκια και η οικοδομική δραστηριότητα στην Κύπρο



Γιώργος Α. Όψιμος, Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια η λέξη «επιτόκια» μπήκε για τα καλά στην καθημερινότητά μας. Από τα δελτία ειδήσεων και τις οικονομικές αναλύσεις, μέχρι τις συζητήσεις για στεγαστικά δάνεια και επενδύσεις, οι αποφάσεις της Ευρωπαϊκής Κεντρικής Τράπεζας απασχολούν περισσότερο από ποτέ νοικοκυριά, επιχειρήσεις και επαγγελματίες.

Για τον κατασκευαστικό κλάδο, οι μεταβολές των επιτοκίων δεν αποτελούν απλώς ένα οικονομικό μέγεθος. Επηρεάζουν άμεσα το κόστος χρηματοδότησης, τη ζήτηση για αγορά κατοικίας, τη βιωσιμότητα νέων αναπτύξεων και τελικά τον ίδιο τον ρυθμό με τον οποίο κινείται η οικοδομική δραστηριότητα. Με απλά λόγια, όταν αλλάζει το κόστος του χρήματος, αργά ή γρήγορα αλλάζει και η εικόνα της αγοράς.

Η σχέση αυτή δεν είναι πάντοτε εμφανής με την πρώτη ματιά. Οι επιπτώσεις μιας απόφασης της ΕΚΤ δεν φτάνουν άμεσα στο εργοτάξιο. Μεσολαβεί μια αλυσίδα γεγονότων που ξεκινά από το τραπεζικό σύστημα, περνά μέσα από τις αποφάσεις επενδυτών και αγοραστών και καταλήγει, αρκετούς μήνες αργότερα, στην πραγματική οικονομία και στην κατασκευαστική δραστηριότητα.

Στην Κύπρο, όπου ο κατασκευαστικός τομέας αποτελεί διαχρονικά έναν από τους βασικούς πυλώνες της οικονομίας, η κατανόηση αυτής της σχέσης αποκτά ιδιαίτερη σημασία. Η πορεία της αγοράς τα τελευταία τριάντα χρόνια περιλαμβάνει περιόδους έντονης ανάπτυξης, βαθιάς ύφεσης, αλλά και αξιοσημείωτης ανάκαμψης, προσφέροντας ένα ενδιαφέρον πεδίο για να εξεταστεί ο τρόπος με τον οποίο οι αποφάσεις της ΕΚΤ επηρεάζουν την οικοδομική δραστηριότητα.

Το παρόν άρθρο βασίζεται σε ευρήματα σχετικής έρευνας και επιχειρεί να προσεγγίσει το θέμα από τη σκοπιά της κυπριακής πραγματικότητας. Στόχος δεν είναι να παρουσιαστούν πολύπλοκα οικονομικά μοντέλα, αλλά να αναδειχθεί με απλό και κατανοητό τρόπο πώς παράγοντες όπως τα επιτόκια, το οικονομικό κλίμα, το κόστος κατασκευής και η απασχόληση επηρεάζουν έναν κλάδο που διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη της χώρας.

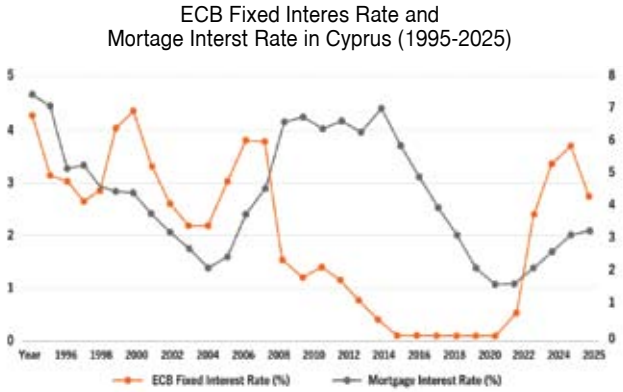
Πώς οι αποφάσεις της ΕΚΤ φτάνουν στην αγορά ακινήτων

Οι αποφάσεις της Ευρωπαϊκής Κεντρικής Τράπεζας επηρεάζουν πολύ περισσότερα από όσα συχνά αντιλαμβανόμαστε στην καθημερινότητά μας. Αν και οι ανακοινώσεις για τα επιτόκια παρουσιάζονται συνήθως ως ένα οικονομικό γεγονός, οι επιπτώσεις τους επεκτείνονται σε ολόκληρη την οικονομική δραστηριότητα, επηρεάζοντας επιχειρήσεις, επενδύσεις και τελικά την πραγματική οικονομία.

Το βασικό εργαλείο της ΕΚΤ είναι η διαμόρφωση των επιτοκίων. Όταν τα επιτόκια αυξάνονται, το κόστος δανεισμού γίνεται ακριβότερο, τόσο για τα νοικοκυριά, όσο και για τις επιχειρήσεις. Αντίθετα, όταν μειώνονται, η χρηματοδότηση γίνεται ευκολότερη και οικονομικότερη. Η μεταβολή αυτή επηρεάζει άμεσα τις αποφάσεις που σχετίζονται με την αγορά κατοικίας, την ανάπτυξη νέων έργων και τη γενικότερη επενδυτική δραστηριότητα.

Ο κατασκευαστικός τομέας συγκαταλέγεται μεταξύ των κλάδων που εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη διαθεσιμότητα και το κόστος χρηματοδότησης. Η ανέγερση μιας πολυκατοικίας, ενός συγκροτήματος κατοικιών ή μιας εμπορικής ανάπτυξης, απαιτεί σημαντικά κεφάλαια και συχνά προϋποθέτει τραπεζικό δανεισμό. Παράλληλα, και οι τελικοί αγοραστές βασίζονται σε μεγάλο βαθμό σε στεγαστικά δάνεια για την απόκτηση κατοικίας. Ως αποτέλεσμα, οι μεταβολές των επιτοκίων επηρεάζουν, τόσο την προσφορά, όσο και τη ζήτηση στην αγορά ακινήτων.

Η ΕΚΤ και τα Στεγαστικά Επιτόκια στην Κύπρο (1995-2025)



Η διαχρονική εξέλιξη του βασικού επιτοκίου της Ευρωπαϊκής Κεντρικής Τράπεζας και των μέσων στεγαστικών επιτοκίων στην Κύπρο.
Επεξήγηση: *Το σχήμα αποτυπώνει τον τρόπο με τον οποίο οι αποφάσεις της Ευρωπαϊκής Κεντρικής Τράπεζας επηρεάζουν το κόστος δανεισμού στην κυπριακή οικονομία. Η πορεία των στεγαστικών επιτοκίων ακολουθεί σε μεγάλο βαθμό τις μεταβολές της νομισματικής πολιτικής, επηρεάζοντας τις αποφάσεις νοικοκυριών και επενδυτών σχετικά με την αγορά και ανάπτυξη ακινήτων.*
Πηγή: *Επεξεργασία στοιχείων Ευρωπαϊκής Κεντρικής Τράπεζας και Κεντρικής Τράπεζας Κύπρου.*

Το Σχήμα 1 αποτυπώνει τη σχέση μεταξύ των επιτοκίων της ΕΚΤ και των μέσων στεγαστικών επιτοκίων στην Κύπρο κατά την περίοδο 1995-2025. Παρότι οι δύο καμπύλες δεν ταυτίζονται πλήρως, διακρίνεται σαφώς ότι οι αποφάσεις της ΕΚΤ μεταφέρονται σταδιακά στο τραπεζικό σύστημα και επηρεάζουν το κόστος δανεισμού που αντιμετωπίζουν οι πολίτες και οι επιχειρήσεις.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η περίοδος μετά το 2022, όταν οι αυξήσεις των επιτοκίων που υιοθετήθηκαν για την αντιμετώπιση του υψηλού πληθωρισμού οδήγησαν σε αισθητή αύξηση του κόστους χρηματοδότησης. Η εξέλιξη αυτή επηρέασε άμεσα την οικονομική δυνατότητα πολλών νοικοκυριών να αποκτήσουν κατοικία, αλλά και τη βιωσιμότητα ορισμένων επενδυτικών σχεδίων στον κατασκευαστικό τομέα.

Παρά ταύτα, η σχέση μεταξύ επιτοκίων και οικοδομικής δραστηριότητας δεν είναι πάντοτε άμεση ούτε γραμμική. Οι αποφάσεις της ΕΚΤ δεν μεταφράζονται αυτόματα σε αύξηση ή μείωση της οικοδομικής δραστηριότητας. Μεσολαβεί μια σειρά παραγόντων και διαδικασιών που απαιτούν χρόνο για να επηρεάσουν την πραγματική οικονομία. Η χρονική αυτή υστέρηση αποτελεί ένα από τα πιο ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά της σχέσης μεταξύ νομισματικής πολιτικής και κατασκευαστικού τομέα.

Γιατί η οικοδομή δεν αντιδρά αμέσως

Ένα από τα συχνότερα λάθη όταν συζητάμε για τα επιτόκια είναι να θεωρούμε ότι η επίδρασή τους εμφανίζεται αμέσως στην αγορά. Στην πράξη όμως τα πράγματα λειτουργούν διαφορετικά. Μια απόφαση της ΕΚΤ μπορεί να ληφθεί σήμερα, αλλά οι πραγματικές συνέπειές της στην οικοδομική δραστηριότητα να γίνουν αισθητές αρκετούς μήνες αργότερα.

Αυτό συμβαίνει επειδή η οικοδομή δεν αντιδρά με την ταχύτητα άλλων κλάδων της οικονομίας. Ένα έργο που βρίσκεται ήδη σε εξέλιξη δεν σταματά επειδή αυξήθηκαν τα επιτόκια. Αντίστοιχα, μια ανάπτυξη που βρίσκεται στο στάδιο του σχεδιασμού δεν ακυρώνεται από τη μία μέρα στην άλλη. Οι επενδυτές χρειάζονται χρόνο για να αξιολογήσουν τα νέα δεδομένα, οι τράπεζες προσαρμόζουν σταδιακά τους όρους χρηματοδότησης και οι αγοραστές επανεξετάζουν τις επιλογές τους με βάση το νέο κόστος δανεισμού.

Η ιδιαιτερότητα αυτή είναι ακόμη πιο εμφανής στην κυπριακή αγορά. Από τη στιγμή που λαμβάνεται η απόφαση για μια ανάπτυξη μέχρι να ξεκινήσουν οι κατασκευαστικές εργασίες, μπορεί να μεσολαβήσει σημαντικό χρονικό διάστημα. Μελέτες, αδειοδοτήσεις, χρηματοδοτήσεις και συμβάσεις, αποτελούν στάδια που απαιτούν χρόνο και δεν επηρεάζονται άμεσα από μια μεταβολή των επιτοκίων. Στην πράξη, μια ανάπτυξη κατοικιών δεν ξεκινά τη στιγμή που λαμβάνεται η επενδυτική απόφαση. Μεσολαβεί η εξεύρεση και αγορά της γης, η εκπόνηση των απαιτούμενων μελετών, η εξασφάλιση πολεοδομικής και οικοδομικής άδειας, η οργάνωση της χρηματοδότησης και η προετοιμασία της κατασκευής. Η διαδικασία αυτή μπορεί να διαρκέσει πολλούς μήνες ή ακόμη και χρόνια, γεγονός που εξηγεί γιατί οι μεταβολές των επιτοκίων αποτυπώνονται στην αγορά με σημαντική καθυστέρηση.

Για τον λόγο αυτό, η οικοδομική δραστηριότητα παρουσιάζει μια φυσική συνέχεια. Ακόμη και σε περιόδους αύξησης των επιτοκίων, έργα που έχουν ήδη εξασφαλίσει χρηματοδότηση ή βρίσκονται σε προχωρημένο στάδιο σχεδιασμού συχνά συνεχίζουν κανονικά. Αντίστοιχα, όταν τα επιτόκια μειώνονται, η θετική επίδραση στην αγορά δεν εμφανίζεται αμέσως, αλλά χρειάζεται χρόνο μέχρι να μετατραπεί σε νέες επενδύσεις και νέες οικοδομικές άδειες.

Ίσως αυτό να εξηγεί γιατί η κυπριακή αγορά ακινήτων δεν ακολουθεί πάντοτε τις προβλέψεις που διατυπώνονται αμέσως μετά από μια μεταβολή των επιτοκίων. Η επίδραση της νομισματικής πολιτικής είναι πραγματική, αλλά εκδηλώνεται σταδιακά και μέσα από μια σειρά αλληλοσυνδεόμενων αποφάσεων που αφορούν τράπεζες, επενδυτές, επιχειρήσεις και αγοραστές κατοικιών.

Τρεις δεκαετίες μεταβολών στην κυπριακή οικοδομή

Για να κατανοήσει κανείς την επίδραση των επιτοκίων στην οικοδομική δραστηριότητα, είναι απαραίτητο να εξετάσει πρώτα την πορεία του ίδιου του κατασκευαστικού τομέα κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Η κυπριακή οικοδομή έχει περάσει από περιόδους έντονης ανάπτυξης, σημαντικής συρρίκνωσης, αλλά και αξιοσημείωτης ανάκαμψης, ακολουθώντας σε μεγάλο βαθμό τις ευρύτερες οικονομικές εξελίξεις της χώρας.

Κατά τη δεκαετία που προηγήθηκε της παγκόσμιας χρηματοπιστωτικής κρίσης, ο κατασκευαστικός τομέας βρέθηκε σε τροχιά ισχυρής ανάπτυξης. Η αυξημένη ζήτηση για κατοικίες, η ευκολότερη πρόσβαση σε χρηματοδότηση και το θετικό οικονομικό κλίμα, συνέβαλαν στη σημαντική αύξηση, τόσο των οικοδομικών αδειών, όσο και της συνολικής κατασκευαστικής δραστηριότητας.

Η εικόνα αυτή μεταβλήθηκε αισθητά μετά το 2008 και ιδιαίτερα κατά τα χρόνια που ακολούθησαν την τραπεζική κρίση στην Κύπρο. Η αβεβαιότητα, η περιορισμένη πρόσβαση σε χρηματοδότηση και η μείωση της επενδυτικής δραστηριότητας επηρέασαν σημαντικά τον κλάδο. Πολλά έργα αναβλήθηκαν ή ακυρώθηκαν, ενώ η έκδοση νέων οικοδομικών αδειών παρουσίασε σημαντική κάμψη.

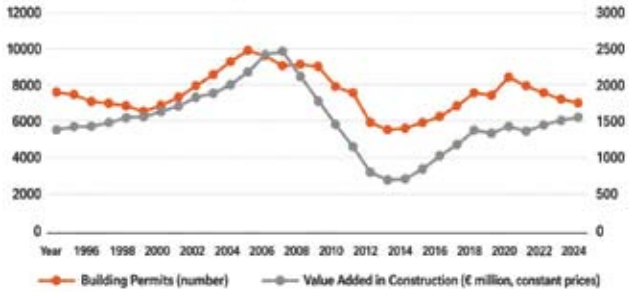
Το Σχήμα 2 παρουσιάζει τη διαχρονική εξέλιξη δύο βασικών δεικτών της οικοδομικής δραστηριότητας στην Κύπρο. Οι οικοδομικές άδειες λειτουργούν ως ένδειξη της μελλοντικής δραστηριότητας, καθώς αποτυπώνουν τις προθέσεις για νέες αναπτύξεις πριν ακόμη ξεκινήσει η κατασκευή τους. Αντίθετα, η προστιθέμενη αξία του κατασκευαστικού τομέα αντικατοπτρίζει την πραγματική οικονομική δραστηριότητα που παράγεται από τον κλάδο.

Παρατηρώντας το γράφημα, διακρίνεται η έντονη άνοδος που προηγήθηκε της κρίσης, η σημαντική υποχώρηση που ακολούθησε και η σταδιακή ανάκαμψη των τελευταίων ετών.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι οι δύο δείκτες κινούνται γενικά προς την ίδια κατεύθυνση, επιβεβαιώνοντας τη στενή σχέση μεταξύ επενδυτικής πρόθεσης και πραγματικής κατασκευαστικής δραστηριότητας.

Οικοδομικές Άδειες και Οικοδομική Δραστηριότητα στην Κύπρο (1995-2025)

Building Permits and Construction Valuc Added in Cyprus (1995-2025)



Εξέλιξη των οικοδομικών αδειών και της προστιθέμενης αξίας του κατασκευαστικού τομέα στην Κύπρο κατά την περίοδο 1995-2025.
***Επεξήγηση:** Οι οικοδομικές άδειες αποτελούν πρόδρομο δείκτη της μελλοντικής οικοδομικής δραστηριότητας, ενώ η προστιθέμενη αξία αποτυπώνει την πραγματική συμβολή του κατασκευαστικού τομέα στην οικονομία. Το σχήμα αναδεικνύει τόσο την έντονη αναπτυξιακή πορεία που προηγήθηκε της χρηματοπιστωτικής κρίσης όσο και τη σημαντική επιβράδυνση που ακολούθησε, καθώς και τη σταδιακή ανάκαμψη των τελευταίων ετών.*
***Πηγή:** Επεξεργασία στοιχείων CYSTAT.*

Τα τελευταία χρόνια, παρά τις αυξημένες πιέσεις από το υψηλότερο κόστος χρηματοδότησης και το αυξημένο κόστος κατασκευής, η κυπριακή οικοδομή έχει επιδείξει αξιοσημείωτη ανθεκτικότητα. Η συνεχιζόμενη ζήτηση για κατοικίες, οι ξένες επενδύσεις και οι ευρύτερες ανάγκες της αγοράς συνέβαλαν στη διατήρηση σημαντικού επιπέδου δραστηριότητας, ακόμη και σε ένα πιο απαιτητικό οικονομικό περιβάλλον. Η εικόνα αυτή συνδέεται και με ορισμένα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κυπριακής αγοράς. Η συνεχής ανάγκη για νέες κατοικίες, η παρουσία ξένων επενδύσεων, καθώς και η έντονη αναπτυξιακή δραστηριότητα που παρατηρήθηκε τα τελευταία χρόνια σε περιοχές όπως η Λεμεσός και η Πάφος, συνέβαλαν στη διατήρηση σημαντικού επιπέδου οικοδομικής δραστηριότητας, ακόμη και σε περιόδους αυξημένου κόστους χρηματοδότησης.

Η παρατήρηση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς υποδηλώνει ότι η πορεία της οικοδομικής δραστηριότητας δεν καθορίζεται αποκλειστικά από τα επιτόκια. Παράγοντες όπως το οικονομικό κλίμα, η απασχόληση, οι δημογραφικές εξελίξεις και το κόστος κατασκευής, διαδραματίζουν επίσης καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση των συνθηκών της αγοράς.

Πέρα από τα επιτόκια

Η οικοδομική δραστηριότητα αποτελεί έναν σύνθετο τομέα της οικονομίας και επηρεάζεται από ένα ευρύ φάσμα παραγόντων. Αν και τα επιτόκια διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο, δεν αποτελούν τη μοναδική μεταβλητή που επηρεάζει την πορεία του κλάδου. Η πραγματικότητα είναι πολύ πιο σύνθετη και διαμορφώνεται από τον συνδυασμό οικονομικών, κοινωνικών και επενδυτικών παραγόντων.

Ένας από τους σημαντικότερους δείκτες που χρησιμοποιούνται διεθνώς για την αποτύπωση των προσδοκιών στην οικονομία, είναι ο Δείκτης Οικονομικού Κλίματος (Economic Sentiment Indicator – ESI). Ο δείκτης αυτός αποτυπώνει τον βαθμό αισιοδοξίας ή απαισιοδοξίας που επικρατεί μεταξύ επιχειρήσεων και καταναλωτών σχετικά με την πορεία της οικονομίας.

Η σημασία του δείκτη είναι ιδιαίτερα μεγάλη για τον κατασκευαστικό τομέα. Όταν οι επιχειρήσεις αισθάνονται μεγαλύτερη εμπιστοσύνη για το μέλλον, είναι πιο πρόθυμες να επενδύσουν σε νέα έργα και αναπτύξεις. Αντίστοιχα, όταν τα νοικοκυριά αισθάνονται μεγαλύτερη οικονομική ασφάλεια, είναι πιθανότερο να προχωρήσουν σε αγορά κατοικίας ή σε άλλες σημαντικές επενδύσεις. Αντίθετα, σε περιόδους αβεβαιότητας, πολλές επενδυτικές αποφάσεις αναβάλλονται μέχρι να ξεκαθαρίσει το οικονομικό περιβάλλον.

Οικονομικό Κλίμα και Οικοδομική Δραστηριότητα στην Κύπρο (1995-2025)

Economic Sentiment and Construction Activity in Cyprus (1995-2025)



Σχέση μεταξύ του Δείκτη Οικονομικού Κλίματος (Economic Sentiment Indicator - ESI) και της οικοδομικής δραστηριότητας στην Κύπρο.
***Επεξήγηση:** Ο Δείκτης Οικονομικού Κλίματος καταγράφει τις προσδοκίες και την εμπιστοσύνη επιχειρήσεων και καταναλωτών για την πορεία της οικονομίας. Η παράλληλη εξέλιξή του με την οικοδομική δραστηριότητα καταδεικνύει τη σημασία της οικονομικής ψυχολογίας και των προσδοκιών στην ανάπτυξη του κατασκευαστικού τομέα.*
***Πηγή:** Επεξεργασία στοιχείων Ευρωπαϊκής Επιτροπής και CYSTAT.*

Το Σχήμα 3 παρουσιάζει τη σχέση μεταξύ του Δείκτη Οικονομικού Κλίματος και της οικοδομικής δραστηριότητας στην Κύπρο κατά την περίοδο 1995-2025. Παρά τις επιμέρους αποκλίσεις που παρατηρούνται κατά διαστήματα, είναι εμφανές ότι οι δύο δείκτες ακολουθούν σε γενικές γραμμές παρόμοια πορεία. Οι περίοδοι βελτίωσης του οικονομικού κλίματος συνοδεύονται συνήθως από ενίσχυση της οικοδομικής δραστηριότητας, ενώ οι περίοδοι αυξημένης αβεβαιότητας συνδέονται με επιβράδυνση της αγοράς.

Εξίσου σημαντικός παράγοντας είναι το κόστος κατασκευής. Τα τελευταία χρόνια ο κλάδος έχει βρεθεί αντιμέτωπος με σημαντικές αυξήσεις στις τιμές των δομικών υλικών, της ενέργειας και του εργατικού κόστους. Οι αυξήσεις αυτές επηρεάζουν άμεσα τη βιωσιμότητα νέων έργων και περιορί-

ζουν τα περιθώρια κέρδους των αναπτύξεων, ιδιαίτερα όταν η αγοραστική δύναμη των καταναλωτών δεν αυξάνεται με τον ίδιο ρυθμό.

Παράλληλα, η κατάσταση της αγοράς εργασίας επηρεάζει επίσης τη ζήτηση για νέες κατοικίες και επενδύσεις σε ακίνητα. Η απασχόληση και η οικονομική σταθερότητα των νοικοκυριών, αποτελούν βασικές προϋποθέσεις για τη λήψη μακροπρόθεσμων οικονομικών αποφάσεων, όπως η αγορά κατοικίας ή η ανάληψη στεγαστικού δανείου.

Όλοι οι πιο πάνω παράγοντες λειτουργούν ταυτόχρονα και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Για τον λόγο αυτό, η μελέτη της οικοδομικής δραστηριότητας απαιτεί μια πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση, η οποία να λαμβάνει υπόψη όχι μόνο τα επιτόκια, αλλά και το ευρύτερο οικονομικό περιβάλλον μέσα στο οποίο δραστηριοποιείται ο κατασκευαστικός τομέας.

Τι έδειξαν τα στοιχεία

Η διερεύνηση της σχέσης μεταξύ επιτοκίων και οικοδομικής δραστηριότητας στην Κύπρο επιβεβαίωσε ότι το κόστος χρηματοδότησης αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν τον κατασκευαστικό τομέα. Παράλληλα όμως ανέδειξε ότι η πορεία της οικοδομής δεν καθορίζεται αποκλειστικά από τα επιτόκια, αλλά διαμορφώνεται από ένα ευρύτερο σύνολο οικονομικών παραγόντων.

Για την καλύτερη κατανόηση των παραγόντων αυτών, εξετάστηκαν δύο διαφορετικές προσεγγίσεις της οικοδομικής δραστηριότητας. Η πρώτη βασίστηκε στην πραγματική δραστηριότητα του κατασκευαστικού τομέα, ενώ η δεύτερη στις οικοδομικές άδειες, οι οποίες λειτουργούν ως ένδειξη της μελλοντικής πορείας της αγοράς.

Πίνακας 1. Παράγοντες που επηρεάζουν την οικοδομική δραστηριότητα στην Κύπρο.

Variable	Effect	Significanse
Interest Rates	Negative	Significant
Economic Sentiment Indicator (ESI)	Positive	Significant
Construction Costs per square metre	Negative	Significant

Σύνοψη των βασικών αποτελεσμάτων του πρώτου μοντέλου ανάλυσης.
***Επεξήγηση:** Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η αύξηση των επιτοκίων και του κόστους κατασκευής συνδέεται με περιορισμό της οικοδομικής δραστηριότητας, ενώ η βελτίωση του οικονομικού κλίματος λειτουργεί ενισχυτικά για τον κατασκευαστικό τομέα.*
***Πηγή:** Αποτελέσματα ανάλυσης του συγγραφέα.*

Τα αποτελέσματα του πρώτου μοντέλου επιβεβαιώνουν ότι η αύξηση των επιτοκίων συνδέεται με περιορισμό της οικοδομικής δραστηριότητας. Το εύρημα αυτό είναι αναμενόμενο, καθώς η αύξηση του κόστους δανεισμού επηρεάζει, τόσο τους επενδυτές, όσο και τους υποψήφιους αγοραστές κατοικιών.

Παράλληλα, η έρευνα ανέδειξε τη σημασία του οικονομικού κλίματος. Όταν επιχειρήσεις και καταναλωτές εμφανίζονται πιο αισιόδοξοι για την πορεία της οικονομίας, η οικοδομική δραστηριότητα τείνει να ενισχύεται. Η διαπίστωση αυτή επιβεβαιώνει ότι οι προσδοκίες και η εμπιστοσύνη στην οικονομία αποτελούν βασικό στοιχείο για την πραγματοποίηση νέων επενδύσεων.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει και η επίδραση του κόστους κατασκευής. Η αύξηση των τιμών των υλικών, της ενέργειας και του εργατικού κόστους, δημιουργεί πρόσθετες πιέσεις στις αναπτύξεις, επηρεάζοντας τη βιωσιμότητα νέων έργων και περιορίζοντας την επενδυτική δραστηριότητα.

Πίνακας 2. Παράγοντες που επηρεάζουν τις οικοδομικές άδειες στην Κύπρο.

Variable	Effect	Significanse
Interest Rates	Negative	Significant
Construction cost per square	Negative	Significant
Unemployment	Negative	Significant

Σύνοψη των αποτελεσμάτων του δεύτερου μοντέλου ανάλυσης με εξαρτημένη μεταβλητή τις οικοδομικές άδειες.
***Επεξήγηση:** Η ανάλυση επιβεβαιώνει ότι τα επιτόκια, το κόστος κατασκευής και η ανεργία επηρεάζουν αρνητικά τη μελλοντική οικοδομική δραστηριότητα, καθώς επηρεάζουν τόσο τη ζήτηση όσο και τη δυνατότητα υλοποίησης νέων αναπτύξεων.*
***Πηγή:** Αποτελέσματα ανάλυσης του συγγραφέα.*

Η δεύτερη προσέγγιση της έρευνας επικεντρώθηκε στις οικοδομικές άδειες, οι οποίες αποτελούν πρόδρομο δείκτη της μελλοντικής οικοδομικής δραστηριότητας. Και σε αυτή την περίπτωση τα αποτελέσματα κινήθηκαν προς την ίδια κατεύθυνση, ενισχύοντας την αξιοπιστία των συμπερασμάτων.

Τα επιτόκια διατήρησαν αρνητική επίδραση, επιβεβαιώνοντας ότι το κόστος χρηματοδότησης επηρεάζει όχι μόνο την υφιστάμενη δραστηριότητα, αλλά και τον προγραμματισμό νέων αναπτύξεων. Παρόμοια ήταν και η επίδραση του κόστους κατασκευής, το οποίο εξακολουθεί να αποτελεί σημαντικό παράγοντα για τη λήψη επενδυτικών αποφάσεων.

Παράλληλα, η ανεργία εμφανίστηκε να επηρεάζει αρνητικά τις οικοδομικές άδειες. Το εύρημα αυτό υποδηλώνει ότι η γενικότερη κατάσταση της οικονομίας και της αγοράς εργασίας, επηρεάζει άμεσα τη ζήτηση για νέες κατοικίες και επενδύσεις σε ακίνητα.

Το πιο σημαντικό ίσως συμπέρασμα της έρευνας είναι ότι τα δύο μοντέλα, παρότι βασίστηκαν σε διαφορετικούς δείκτες, κατέληξαν σε παρόμοια αποτελέσματα. Η συνέπεια αυτή ενισχύει την αξιοπιστία των ευρημάτων και επιβεβαιώνει ότι οι μεταβολές των επιτοκίων αποτελούν έναν ουσιαστικό παράγοντα διαμόρφωσης της οικοδομικής δραστηριότητας στην Κύπρο, χωρίς όμως να λειτουργούν ανεξάρτητα από το ευρύτερο οικονομικό περιβάλλον.

Τι σημαίνουν όλα αυτά για τον κλάδο

Τα ευρήματα της έρευνας επιβεβαιώνουν κάτι που πολλοί επαγγελματίες του κατασκευαστικού τομέα αντιλαμβάνονται στην πράξη εδώ και χρόνια. Η πορεία της οικοδομικής δραστηριότητας δεν εξαρτάται αποκλειστικά από τη ζήτηση ή την προσφορά ακινήτων, αλλά επηρεάζεται άμεσα από το ευρύτερο οικονομικό περιβάλλον μέσα στο οποίο λειτουργεί η αγορά.

Η επίδραση των επιτοκίων είναι ίσως το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα. Όταν το κόστος χρηματοδότησης αυξάνεται, η πρόσβαση σε δανεισμό γίνεται δυσκολότερη, τόσο για τους αγοραστές κατοικιών, όσο και για τους επενδυτές που σχεδιάζουν νέες αναπτύξεις. Η εξέλιξη αυτή δεν οδηγεί απαραίτητα σε άμεση επιβράδυνση της οικοδομικής δραστηριότητας, επηρεάζει όμως σταδιακά τον αριθμό και το μέγεθος των νέων έργων που εισέρχονται στην αγορά.

Για τις εταιρείες ανάπτυξης γης, το περιβάλλον των επιτοκίων επηρεάζει, όχι μόνο το κόστος χρηματοδότησης ενός έργου, αλλά και τον τρόπο με τον οποίο σχεδιάζονται οι νέες επενδύσεις. Σε περιόδους αυξημένων επιτοκίων, οι αποφάσεις γίνονται συνήθως πιο προσεκτικές, ενώ δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στη βιωσιμότητα και στην απορρόφηση των αναπτύξεων από την αγορά.

Ταυτόχρονα, οι αυξήσεις στο κόστος κατασκευής αναγκάζουν πολλούς επενδυτές και αναπτύκτες να επανεξετάζουν βασικές παραμέτρους των έργων τους. Η επιλογή υλικών, το μέγεθος των αναπτύξεων και ο συνολικός προγραμματισμός των έργων, επηρεάζονται πλέον περισσότερο από ποτέ από τις οικονομικές συνθήκες που επικρατούν στην αγορά.

Την ίδια στιγμή, το αυξημένο κόστος κατασκευής αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις που αντιμετωπίζει σήμερα ο κλάδος. Οι ανατιμήσεις στα υλικά, η αύξηση του ενεργειακού κόστους και οι πιέσεις στο εργατικό δυναμικό, έχουν μεταβάλει σημαντικά τα οικονομικά δεδομένα πολλών αναπτύξεων. Σε αρκετές περιπτώσεις, έργα που πριν από λίγα χρόνια θεωρούνταν οικονομικά ελκυστικά, απαιτούν πλέον διαφορετική προσέγγιση και προσεκτικότερο σχεδιασμό.

Παρά τις δυσκολίες αυτές, η εικόνα που προκύπτει από τα δεδομένα των τελευταίων ετών, είναι πιο σύνθετη από όσο συχνά παρουσιάζεται. Η κυπριακή αγορά έχει επιδείξει αξιοσημείωτη ανθεκτικότητα, ακόμη και σε περιόδους αυξημένων επιτοκίων και έντονων οικονομικών πιέσεων. Η διατήρηση της ζήτησης για κατοικίες, οι ανάγκες που προκύπτουν από τη δημογραφική εξέλιξη της χώρας, καθώς και η παρουσία ξένων επενδύσεων, συνέβαλαν στη διατήρηση σημαντικού επιπέδου δραστηριότητας στον κατασκευαστικό τομέα.

Το στοιχείο αυτό υπενθυμίζει ότι η οικοδομή δεν επηρεάζεται από έναν μόνο παράγοντα. Οι αποφάσεις της ΕΚΤ είναι σημαντικές, όμως λειτουργούν μέσα σε ένα ευρύτερο πλαίσιο που περιλαμβάνει την κατάσταση της οικονομίας, την εμπιστοσύνη των επενδυτών, την πορεία της απασχόλησης και τις ιδιαίτερες συνθήκες της τοπικής αγοράς.

Για τον λόγο αυτό, η παρακολούθηση των επιτοκίων από μόνη της δεν αρκεί για την κατανόηση των προοπτικών του κλάδου. Εξίσου σημαντική είναι η παρακολούθηση των δεικτών οικονομικού κλίματος, της αγοράς εργασίας και των εξελίξεων στο κόστος κατασκευής. Η συνδυασμένη αξιολόγηση όλων αυτών των παραγόντων, μπορεί να προσφέρει μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα για την κατεύθυνση της οικοδομικής δραστηριότητας τα επόμενα χρόνια.

Κλείνοντας

Η σχέση μεταξύ των επιτοκίων και της οικοδομικής δραστηριότητας αποτελεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα του τρόπου με τον οποίο οι αποφάσεις οικονομικής πολιτικής επηρεάζουν την πραγματική οικονομία. Παρότι οι αποφάσεις της Ευρωπαϊκής Κεντρικής Τράπεζας λαμβάνονται σε ευρωπαϊκό επίπεδο, οι συνέπειες τους γίνονται αισθητές σε τοπικό επίπεδο, επηρεάζοντας επενδυτές, επιχειρήσεις και νοικοκυριά.

Η ανάλυση της κυπριακής περίπτωσης επιβεβαιώνει ότι τα επιτόκια αποτελούν έναν σημαντικό παράγοντα διαμόρφωσης της οικοδομικής δραστηριότητας. Η αύξηση του κόστους δανεισμού επηρεάζει, τόσο τη ζήτηση για κατοικίες, όσο και τη δυνατότητα υλοποίησης νέων αναπτύξεων. Ωστόσο, η επίδραση αυτή δεν εκδηλώνεται άμεσα, ούτε λειτουργεί μεμονωμένα. Η οικοδομή χαρακτηρίζεται από σημαντική χρονική υστέρηση και επηρεάζεται παράλληλα από ένα ευρύτερο σύνολο οικονομικών συνθηκών.

Τα ευρήματα της έρευνας ανέδειξαν επίσης τη σημασία του οικονομικού κλίματος, του κόστους κατασκευής και της απασχόλησης. Η πορεία της οικοδομικής δραστηριότητας δεν καθορίζεται από έναν μόνο δείκτη, αλλά από τη συνδυασμένη επίδραση παραγόντων που επηρεάζουν, τόσο την εμπιστοσύνη των επενδυτών, όσο και τη δυνατότητα υλοποίησης νέων έργων.

Παρά τις προκλήσεις των τελευταίων ετών, η κυπριακή οικοδομή έχει αποδείξει ότι διαθέτει αξιοσημείωτες αντοχές. Η εμπειρία των τελευταίων δεκαετιών δείχνει ότι ο κλάδος μπορεί να προσαρμόζεται σε μεταβαλλόμενες οικονομικές συνθήκες, διατηρώντας τη σημαντική συμβολή του στην ανάπτυξη της χώρας.

Η πορεία της οικοδομικής δραστηριότητας δεν καθορίζεται από μία μόνο απόφαση, ούτε από έναν μόνο δείκτη. Οι αποφάσεις της Ευρωπαϊκής Κεντρικής Τράπεζας παραμένουν ένας από τους βασικούς παράγοντες που επηρεάζουν το περιβάλλον μέσα στο οποίο λαμβάνονται οι επενδυτικές και κατασκευαστικές αποφάσεις. Σε έναν κλάδο που σχεδιάζει χρόνια μπροστά, η κατανόηση αυτών των επιδράσεων αποτελεί πλέον αναγκαίο εργαλείο για όσους επιθυμούν να αντιλαμβάνονται έγκαιρα τις μεταβολές της αγοράς και να προσαρμόζονται αποτελεσματικά στις προκλήσεις του μέλλοντος.

**Ο Γιώργος Α. Όψιμος είναι Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ, μέλος ΕΤΕΚ και κάτοχος MBA από το Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο. Το άρθρο αντλεί στοιχεία και συμπεράσματα από τη μεταπτυχιακή διπλωματική του εργασία με τίτλο «The Impact of ECB Interest Rate Fluctuations on Construction Activity in Cyprus», η οποία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος MBA του ΕΑΠ*



Ο Μηχανικός αλλιώς...



Κυριάκος Τσιουπανής, Πρόεδρος Συλλόγου Πολιτικών Μηχανικών Κύπρου

Εκεί που σωπαίνουν οι αριθμοί, ... μιλούν τα άλογα

Η καθημερινότητα ενός πολιτικού μηχανικού είναι γεμάτη υπολογισμούς, ευθύνες, προθεσμίες και αποφάσεις.

Κάθε έργο απαιτεί ακρίβεια, συγκέντρωση και διαρκή εγρήγορση. Πίσω όμως από τα σχέδια, το σκυρόδεμα, τον χάλυβα και τους κανονισμούς, υπάρχει πάντα ο άνθρωπος.

Για μένα, αυτός ο άνθρωπος βρίσκει την ισορροπία του δίπλα στα άλογα.

Πριν από δέκα χρόνια ξεκίνησα μαθήματα ιππασίας από επαγγελματία εκπαιδευτή , χωρίς να φαντάζομαι ότι αυτή η εμπειρία θα εξελισσόταν σε έναν από τους σημαντικότερους σταθμούς της ζωής μου. Δεν ασχολήθηκα ποτέ με την αθλητική ιππασία, ούτε με τους αγώνες. Αυτό που αναζητούσα ήταν κάτι πολύ διαφορετικό: μια αυθεντική σχέση με ένα τόσο ευγενικό και ευαίσθητο ζώο.

Τα τελευταία πέντε χρόνια είχα τη χαρά να διατηρώ τους δικούς μου στάβλους με άλογα. Δεν ήταν απλώς ένας χώρος φιλοξενίας. Ήταν ένας χώρος ηρεμίας, ευθύνης και καθημερινής μάθησης. Η φροντίδα ενός αλόγου σε διδάσκει ότι **η εμπιστοσύνη δεν επιβάλλεται, αλλά κερδίζεται**. Σου υπενθυμίζει ότι η συνέπεια, η υπομονή και ο σεβασμός, είναι αξίες που δεν έχουν σημασία μόνο στην επαγγελματική ζωή, αλλά και στις πιο ουσιαστικές σχέσεις.

Σήμερα έχω μόνο ένα άλογο, τον Ρομέο, έναν δωδεκάχρονο Appaloosa, που έχει γίνει αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητάς μου.

Κάθε ελεύθερη στιγμή μου την αφιερώνω σε εκείνον. Άλλοτε ιππεύοντας στα μονοπάτια της φύσης, άλλοτε εκπαιδεύοντάς τον και άλλοτε απλώς φροντίζοντάς τον. Για πολλούς μπορεί να μοιάζει με μια απλή ενασχόληση. Για μένα όμως είναι κάτι πολύ περισσότερο. Είναι ο τρόπος με τον οποίο αποφορτίζομαι από την ένταση της εβδομάδας. Είναι η στιγμή που το κινητό σταματά να έχει σημασία, οι υποχρεώσεις μένουν πίσω και ο χρόνος αποκτά διαφορετικό ρυθμό.

Τα άλογα έχουν μια μοναδική ικανότητα να «διαβάζουν» τον άνθρωπο. Αν είσαι αγχωμένος, το αντιλαμβάνονται. Αν είσαι ανυπόμονος, θα σου το δείξουν. Αν όμως τα προσεγγίσεις με ηρεμία και ειλικρίνεια, ανταποκρίνονται με έναν τρόπο που δύσκολα περιγράφεται με λόγια.

Πιστεύω πως η σχέση αυτή έχει επηρεάσει θετικά και τον τρόπο με τον οποίο αντιμετωπίζω τη δουλειά μου. Με έκανε πιο υπομονετικό, πιο παρατηρητικό και περισσότερο συνειδητοποιημένο ότι η πραγματική πρόοδος απαιτεί χρόνο. Όπως **ένα τεχνικό έργο δεν ολοκληρώνεται από τη μια μέρα στην άλλη, έτσι και η εμπιστοσύνη ενός αλόγου χτίζεται καθημερινά,** με μικρά αλλά σταθερά βήματα.



Πολλοί με ρωτούν γιατί αφιερώνω τόσο χρόνο στα άλογα. Η απάντηση είναι απλή. Γιατί εκεί βρίσκω την ηρεμία που δύσκολα προσφέρει ο σύγχρονος τρόπος ζωής. Εκεί θυμάμαι ότι η ισορροπία δεν είναι πολυτέλεια, αλλά ανάγκη.

Η σελίδα αυτή του περιοδικού ονομάζεται **«Ο Μηχανικός αλλιώς»**. Ίσως τελικά αυτό να είναι το σημαντικότερο μήνυμά της. Πίσω από κάθε μηχανικό, υπάρχει ένας άνθρωπος με πάθη, ενδιαφέροντα και στιγμές που τον κάνουν καλύτερο.

Η Κύπρος στην πρώτη γραμμή των ευρωπαϊκών εξελίξεων στην Πολιτική Μηχανική

Συμμετοχή στην 82η Γενική Συνέλευση του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου Πολιτικών Μηχανικών (ECCE)



Κυριάκος Τσιουπανής, Πρόεδρος Συλλόγου Πολιτικών Μηχανικών Κύπρου

Η 82η Γενική Συνέλευση του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου Πολιτικών Μηχανικών (European Council of Civil Engineers – ECCE), πραγματοποιήθηκε στη Μπράγκα της Πορτογαλίας, από τις **18 έως τις 20 Ιουνίου 2026**, συγκεντρώνοντας εκπροσώπους 26 εθνικών οργανισμών πολιτικών μηχανικών από ολόκληρη την Ευρώπη. Είχα την τιμή να συμμετάσχω ως Πρώτος Εκπρόσωπος των Πολιτικών Μηχανικών της Κύπρου, εκπροσωπώντας τη χώρα μας στις εργασίες της Γενικής Συνέλευσης και συμβάλλοντας στον διάλογο για τις προκλήσεις και τις προοπτικές του επαγγέλματος σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

Η φετινή Συνέλευση είχε ιδιαίτερη βαρύτητα, καθώς πραγματοποιήθηκε σε μια περίοδο κατά την οποία ο κατασκευαστικός τομέας καλείται να ανταποκριθεί σε πρωτόγνωρες προκλήσεις: την κλιματική αλλαγή, την ανάγκη για ανθεκτικές υποδομές, τη στεγαστική κρίση, τον ψηφιακό μετασχηματισμό και την ταχεία ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στις διαδικασίες σχεδιασμού, κατασκευής και διαχείρισης έργων.

Η Διακήρυξη της Μπράγκα

Σημαντικότερο αποτέλεσμα της Γενικής Συνέλευσης αποτέλεσε η υιοθέτηση της Διακήρυξης της Μπράγκα (Braga Declaration – «Modernising Construction: Engineering Europe's Sustainable, Resilient and Digital Future»), η οποία διαμορφώνει το στρατηγικό όραμα του ECCE για το μέλλον της ευρωπαϊκής κατασκευαστικής βιομηχανίας.

Η Διακήρυξη αναγνωρίζει ότι οι πολιτικοί μηχανικοί διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην επίτευξη των ευρωπαϊκών στόχων για βιώσιμη ανάπτυξη, ανθεκτικότητα και ψηφιακή μετάβαση και καλεί τα ευρωπαϊκά θεσμικά όργανα, τις κυβερνήσεις, τα πανεπιστήμια και τους επαγγελματικούς οργανισμούς να συνεργαστούν στενότερα προς αυτή την κατεύθυνση.

Οι πέντε στρατηγικοί άξονες της Διακήρυξης είναι:

- η ανάπτυξη βιώσιμων και ανθεκτικών υποδομών, ικανών να ανταποκρίνονται στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και στις ολοένα αυξανόμενες φυσικές καταστροφές,
- ο εκσυγχρονισμός των κατασκευών, μέσα από την ευρύτερη αξιοποίηση του Building Information Modelling (BIM), των Digital Twins, των σύγχρονων μεθόδων κατασκευής και του αυτοματισμού,
- η προώθηση ασφαλούς, προσιτής και βιώσιμης στέγασης, ως βασικής κοινωνικής προτεραιότητας για την Ευρώπη,
- η υπεύθυνη ψηφιακή μετάβαση, με αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης και των νέων τεχνολογιών χωρίς να υποβαθμίζεται ο ρόλος και η ευθύνη του μηχανικού,
- η επένδυση στους ανθρώπους, μέσω της συνεχούς εκπαίδευσης, της ανάπτυξης ψηφιακών δεξιοτήτων και της ενίσχυσης της συμμετοχής των νέων μηχανικών στα κέντρα λήψης αποφάσεων.

Η Διακήρυξη της Μπράγκα δεν αποτελεί απλώς ένα κείμενο αρχών. Αποτελεί έναν οδικό χάρτη πολιτικής για τον ευρωπαϊκό κατασκευαστικό τομέα, ο οποίος αναμένεται να επηρεάσει, τόσο τις ευρωπαϊκές πολιτικές, όσο και τις εθνικές στρατηγικές των κρατών-μελών τα επόμενα χρόνια.

Η Τεχνητή Νοημοσύνη στην Πολιτική Μηχανική – AIDE

Εξίσου σημαντική ήταν η υιοθέτηση του AIDE Position Paper (Artificial Intelligence for Digital and Ethical Civil Engineering), του πρώτου ολοκληρωμένου εγγράφου πολιτικής του ECCE για την αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης στην Πολιτική Μηχανική.

Το έγγραφο αναγνωρίζει ότι η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να μετασχηματίσει τον τρόπο με τον οποίο σχεδιάζονται, κατασκευάζονται, επιθεωρούνται και διαχειρίζονται οι υποδομές, προσφέροντας σημαντικά οφέλη στη βελτιστοποίηση του σχεδιασμού, στη διαχείριση κινδύνων, στην παρακολούθηση της δομικής υγείας των κατασκευών, στη διαχείριση μεγάλων τεχνικών δεδομένων και στη λήψη τεχνικών αποφάσεων.

Παράλληλα, το ECCE τονίζει ότι η αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης πρέπει να βασίζεται στις αρχές της Λογοδοσίας (Accountability), της Καινοτομίας (Innovation), της Ακεραιότητας των Δεδομένων (Data Integrity) και της Δεοντολογίας (Ethics), από όπου προκύπτει και η ονομασία AIDE.

Το έγγραφο υπογραμμίζει ότι η τεχνητή νοημοσύνη δεν μπορεί και δεν πρέπει να αντικαταστήσει την επιστημονική κρίση του πολιτικού μηχανικού. Αντίθετα, αποτελεί εργαλείο υποστήριξης των τεχνικών αποφάσεων, ενώ η ευθύνη για την ασφάλεια, τη λειτουργικότητα και τη δημόσια προστασία, παραμένει πάντοτε στον αρμόδιο μηχανικό. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται επίσης στη διαφάνεια των αλγορίθμων, στην κυβερνοασφάλεια, στην προστασία των δεδομένων και στη διατήρηση της

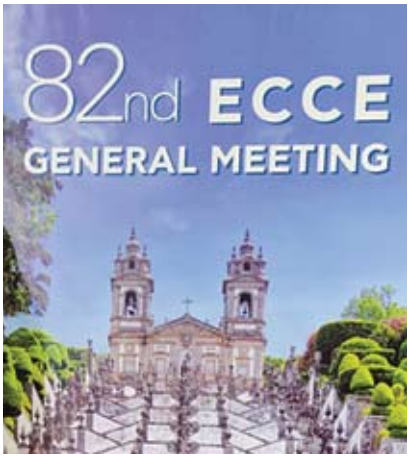
ανθρώπινης εποπτείας σε κάθε στάδιο των τεχνικών διαδικασιών.

Προσιτή στέγαση και ευρωπαϊκές προκλήσεις

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσίασε και η διεθνής στρογγύλη τράπεζα για την προσιτή στέγαση, κατά την οποία παρουσιάστηκε η κοινή θέση του ECCE και του ECEC για μια ευρωπαϊκή στρατηγική που θα εξασφαλίζει ασφαλείς, οικονομικά προσιτές και ενεργειακά αποδοτικές κατοικίες. Στη συζήτηση αναδείχθηκε ο καθοριστικός ρόλος των πολιτικών μηχανικών στην ανάπτυξη καινοτόμων τεχνικών λύσεων που συνδυάζουν ποιότητα, βιωσιμότητα και οικονομική αποδοτικότητα.

Η σημασία για την Κύπρο

Η συμμετοχή της Κύπρου στις εργασίες του ECCE έχει ιδιαίτερη σημασία, καθώς διασφαλίζει την ενεργό παρουσία της χώρας μας στις διεργασίες που διαμορφώνουν το μέλλον του επαγγέλματος στην Ευρώπη. Παράλληλα, παρέχει τη δυνατότητα μεταφοράς τεχνογνωσίας, ανταλλαγής εμπειριών και υιοθέτησης καλών πρακτικών που μπορούν να ενισχύσουν τον τεχνικό κόσμο της Κύπρου.



Οι προκλήσεις που αντιμετωπίζει σήμερα η Ευρώπη – από την ανθεκτικότητα των υποδομών και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, μέχρι τον ψηφιακό μετασχηματισμό και την αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης – αφορούν εξίσου και την Κύπρο. Για τον λόγο αυτό, η ενεργός συμμετοχή των Κυπρίων πολιτικών μηχανικών στα ευρωπαϊκά κέντρα λήψης αποφάσεων, αποτελεί σημαντική προϋπόθεση για την έγκαιρη προσαρμογή του επαγγέλματος στις νέες απαιτήσεις και τη διαμόρφωση ενός σύγχρονου, ασφαλούς και βιώσιμου δομημένου περιβάλλοντος.





ΕΠΕΡΧΟΜΕΝΕΣ
Εκλογές ΕΤΕΚ
07
ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 2026
Σύλλογος Πολιτικών Μηχανικών Κύπρου

☑ Ψηφίζω
Υποψήφιους ΣΠΟΛΜΗΚ
για το Γενικό & Πειθαρχικό
Συμβούλιο του ΕΤΕΚ

Με την την ουσιαστική εκπροσώπησή μας, διαμορφώνουμε ενα σύγχρονο, δυναμικό και αποτελεσματικό ΕΤΕΚ.

ΕΤΕΚ
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

Έκθεση Αρχιτεκτονικών Προτάσεων για το Κέντρο Ημερήσιας Φροντίδας για Άτομα με Αυτισμό

Το ΕΤΕΚ ενημερώνει για την έκθεση των αρχιτεκτονικών προτάσεων που υποβλήθηκαν στο πλαίσιο του Αρχιτεκτονικού Διαγωνισμού για το Κέντρο Ημερήσιας Φροντίδας για Άτομα στο σοβαρότερο άκρο του φάσματος Αυτισμού, τον οποίο προκήρυξε η Eurobank Ltd.

Στον διαγωνισμό υποβλήθηκαν συνολικά 37 αρχιτεκτονικές προτάσεις, εκ των οποίων οκτώ έλαβαν βραβεία και διακρίσεις. Στην έκθεση θα παρουσιαστεί το σύνολο των συμμετοχών, δίνοντας την ευκαιρία στο κοινό και στην αρχιτεκτονική κοινότητα να γνωρίσουν τις διαφορετικές σχεδιαστικές προσεγγίσεις που κατατέθηκαν για ένα έργο με ιδιαίτερη κοινωνική σημασία.

Πληροφορίες Έκθεσης
Τοποθεσία: Πανεπιστήμιο Κύπρου, Κτήριο Συμβουλίου – Συγκλήτου "Αναστάσιος Γ. Λεβέντης", Εσωτερικός Προθάλαμος



Διάρκεια: 2 – 7 Οκτωβρίου 2026
Ώρες λειτουργίας: 09:00 – 18:30

Την **Παρασκευή 2 Οκτωβρίου**, το σύνολο των συμμετοχών θα είναι διαθέσιμο στην έκθεση από το απόγευμα, μετά την τελετή βράβευσης στο Προεδρικό Μέγαρο.

Εκλογές ΕΤΕΚ 2026

για ανάδειξη των μελών του Γενικού Συμβουλίου και των μελών του Πειθαρχικού Συμβουλίου

Με βάση το άρθρο 8 του Περί Επιστημονικού Τεχνικού Επιμελητηρίου Κύπρου Νόμου 224 του 1990 προκηρύσσονται εκλογές για ανάδειξη των μελών του Γενικού Συμβουλίου και των μελών του Πειθαρχικού Συμβουλίου.

Οι εκλογές θα διεξαχθούν το **Σάββατο, 7 Νοεμβρίου 2026** ως εξής:

- **Λευκωσία** στο οίκημα του ΕΤΕΚ
- **Λεμεσό** (Ξενοδοχείο Royal Apollonia)
- **Λάρνακα** (Sandy Beach Hotel)
- **Πάφο** (Πολυχώρος Πολιτισμού Παλιά Ηλεκτρική)

09:00 - 13:00 και 14:00 - 18:00.

Βάσει των προνοιών του Άρθρου 10(2) του περί ΕΤΕΚ Νόμου και του Κανονισμού 3 (3) των περί ΕΤΕΚ (Εκλογές) Κανονισμών, οι θέσεις των μελών του Γενικού Συμβουλίου κατανέμονται, με απόφαση της Διοικούσας Επιτροπής, ως εξής:

Αρχιτεκτονική περιλαμβανομένης της Αρχιτεκτονικής Τοπίου - 6 θέσεις

Πολιτική Μηχανική περιλαμβανομένης της Μηχανικής Τοπίου - 7 θέσεις

Μηχανολογική Μηχανική - 6 θέσεις

Ηλεκτρολογική Μηχανική - 4 θέσεις

Ηλεκτρονική Μηχανική περιλαμβ. της Μηχανικής της Πληροφορικής - 5 θέσεις

Χημική Μηχανική - 1 θέση

Αγρονομική - Τοπογραφική Μηχανική - 1 θέση

Επιμέτρηση Ποσοτήτων - 1 θέση

Εκτίμηση Γης - 1 θέση

Πολεοδομία - Χωροταξία - 1 θέση

Μηχανική Περιβάλλοντος - 1 θέση

Μηχανική Μεταλλείων και Εφηρμοσμένης Γεωλογίας - 1 θέση

Όσον αφορά το Πειθαρχικό Συμβούλιο, θα εκλεγούν 5 από τα 9 μέλη του Πειθαρχικού Συμβουλίου για εξαετή θητεία, σύμφωνα με το άρθρο 22(3) του περί ΕΤΕΚ Νόμου.

Εκλογές ΕΤΕΚ 2026

Οι εκλογές ΕΤΕΚ 2026, αποτελούν μια σημαντική ευκαιρία για όλους τους Πολιτικούς Μηχανικούς να συμμετάσχουν ενεργά και να συμβάλουν στη διαμόρφωση του μέλλοντος του κλάδου μας και γενικά όλων κλάδων.

Στο πλαίσιο της προετοιμασίας για τις εκλογές, πραγματοποιήθηκε στις **19 Σεπτεμβρίου 2026**, στο κτίριο της ΠΟΕΔ στη Λεωφόρο Κυρηνείας στην Αγλαντζιά, η Έκτακτη Γενική Συνέλευση του ΣΠΟΛΜΗΚ, όπου συζητήθηκαν θέματα που αφορούν την εκπροσώπηση των Πολιτικών Μηχανικών στο ΕΤΕΚ, καθώς και οι προτεραιότητες και οι στόχοι του Συλλόγου.

Η ενεργός συμμετοχή των μελών μας στις εκλογές είναι ιδιαίτερα σημαντική. Με την ψήφο μας ενισχύουμε τη φωνή του κλάδου, στηρίζουμε την ουσιαστική εκπροσώπησή του και συμβάλλουμε στη διαμόρφωση ενός σύγχρονου, δυναμικού και αποτελεσματικού ΕΤΕΚ.

Ο ΣΠΟΛΜΗΚ καλεί όλους τους Πολιτικούς Μηχανικούς να συμμετάσχουν στις εκλογές και να κάνουν τη δική τους επιλογή με υπευθυνότητα και γνώμονα το μέλλον του επαγγέλματος.

Υποψηφιότητες για το Γενικό Συμβούλιο:

1. Μιχάλης Αλλαγιώτης
2. Αλέξης Βαλιαντής
3. Μίλος Ίλιτς
4. Κωνσταντίνος Καράς
5. Μύρια Λοϊζίδη Παπαναστασίου
6. Γιάννος Πουμπουρής
7. Κυριάκος Τσιουπανής

Υποψηφιότητες για το Πειθαρχικό Συμβούλιο:

1. Στέλιος Αχνιώτης
2. Γιώργος Δημητρίου
3. Μάριος Φιλίππου





Τεχνική Επίσκεψη στο Βελιγράδι της Σερβίας



Μίλος Ίλιτς, Γενικός Γραμματέας Συλλόγου Πολιτικών Μηχανικών Κύπρου

Ο Σύλλογος Πολιτικών Μηχανικών Κύπρου - Cyprus Association of Civil Engineers, πραγματοποίησε με επιτυχία τεχνική επίσκεψη στο Βελιγράδι της Σερβίας, σε συνεργασία με το Επιμελητήριο Μηχανικών Σερβίας (Inženjerska komora Srbije). Η τεχνική επίσκεψη έγινε από τις **13-17 Μαΐου 2026**.

Κατά τη διάρκεια της επίσκεψης, τα μέλη της αποστολής είχαν την ευκαιρία να παρακολουθήσουν παρουσιάσεις και να επισκεφθούν σημαντικά έργα υποδομής και ανάπτυξης, αποκτώντας πολύτιμες γνώσεις για σύγχρονες τεχνικές κατασκευής, καινοτόμες λύσεις μηχανικής και βέλτιστες πρακτικές στον τομέα των πολιτικών μηχανικών.

Η επίσκεψη αποτέλεσε μια σημαντική ευκαιρία για ανταλλαγή τεχνογνωσίας, εμπειριών και καλών πρακτικών μεταξύ των μηχανικών των δύο χωρών, συμβάλλοντας στην περαιτέρω ενίσχυση των επαγγελματικών σχέσεων και της συνεργασίας μεταξύ των δύο οργανισμών.

Ιδιαίτερη σημασία είχε η υπογραφή Μνημονίου Συνεργασίας (MoU) μεταξύ του Συλλόγου Πολιτικών Μηχανικών Κύπρου και του Επιμελητηρίου Μηχανικών Σερβίας, θέτοντας τις βάσεις για μελλοντικές κοινές δράσεις, ανταλλαγή γνώσεων και ανάπτυξη πρωτοβουλιών προς όφελος του επαγγέλματος και των μελών των δύο οργανισμών.

Ευχαριστούμε θερμά τους Σέρβους συναδέλφους μας για τη θερμή φιλοξενία, την άψογη διοργάνωση και τη διάθεση συνεργασίας που επέδειξαν καθ' όλη τη διάρκεια της επίσκεψης.







The Braga Declaration:
A Shared European Vision for the Future of Civil Engineering





The challenges facing Europe's built environment cannot be addressed by individual organisations acting alone.

Climate change, ageing infrastructure, housing affordability, resource constraints, rapid technological transformation and the need for future engineering skills require **a united engineering community, strong partnerships and shared leadership**.

The European Council of Civil Engineers (ECCE) is proud to launch **the Braga Declaration – Modernising Construction: Engineering Europe's Sustainable, Resilient and Digital Future**, adopted during the **82nd ECCE General Meeting** in Braga, Portugal, and co-signed by **ECCE President** Platonas Stylianou and Ordem dos Engenheiros **President** Fernando de Almeida Santos.

Building on ECCE's recent policy initiatives, the Declaration establishes **a common European vision for a sustainable, resilient and digitally enabled built environment** and calls on **organisations and stakeholders** to work together.

Five strategic priorities:

- ✓ **Sustainability & Climate Resilience**
- ✓ **Modernisation of Construction**
- ✓ **Safe, Affordable & Sustainable Housing**
- ✓ **Responsible Digital Transformation & AI**
- ✓ **People, Skills & Professional Leadership**

By endorsing the Declaration, organisations become **Supporters**, strengthening a common European voice for engineering excellence, sustainability and innovation.

Platonas Stylianou
Andreas Brandner
Jeanette M. Muñoz Abela
Helena Endriksone
Humberto Varum
Nina Dražin Lovrec
Paul Coughlan
Paris Charlaftis
Maria Karanasiou

Διακήρυξη της Μπράγκα

Η Διακήρυξη της Μπράγκα διατυπώνει ένα **κοινό ευρωπαϊκό όραμα για το μέλλον της πολιτικής μηχανικής** και του **δομημένου περιβάλλοντος**.

Υπογραμμίζει ότι οι **μεγάλες προκλήσεις απαιτούν ενωμένη κοινότητα μηχανικών**, ισχυρές συνεργασίες και κοινή ηγεσία.

Κεντρικές προκλήσεις είναι η κλιματική αλλαγή, η γήρανση των υποδομών, η προσιτή στέγαση, οι περιορισμένοι πόροι και ο τεχνολογικός μετασχηματισμός.

Η Διακήρυξη υιοθετήθηκε στην 82η Γενική Συνέλευση του **European Council of Civil Engineers** στην Μπράγκα και συνυπογράφηκε από τους **Πλάτωνα Στυλιανού** και **Fernando de Almeida Santos**.

Θέτει πέντε στρατηγικές προτεραιότητες: • κλιματική ανθεκτικότητα • εκσυγχρονισμό κατασκευών • βιώσιμη στέγαση • υπεύθυνο ψηφιακό μετασχηματισμό/AI και • ανάπτυξη ανθρώπων και δεξιοτήτων.

Καλεί οργανισμούς και ενδιαφερόμενα μέρη να συνεργαστούν για ένα βιώσιμο, ανθεκτικό και ψηφιακά υποστηριζόμενο δομημένο περιβάλλον.

Η προσυπογραφή της Διακήρυξης δημιουργεί μια κοινή ευρωπαϊκή φωνή υπέρ της αριστείας στη μηχανική, της βιωσιμότητας και της καινοτομίας.

Νέα του Συλλόγου – Γενική Ενημέρωση

➢ Διεθνείς Εκπροσωπήσεις ΣΠΟΛΜΗΚ

XXXIIο Διεθνές Συνεδρίο ISSA-C «From Risk to Resilience: Achieving Vision Zero with AI and Sustainable Construction»

Στις **2 και 3 Ιουλίου 2026**, στους Χαρουπόμυλους στη Λεμεσό, πραγματοποιήθηκε το XXXIIο Διεθνές Συνέδριο ISSA-C με θέμα: «From Risk to Resilience: Achieving Vision Zero with AI and Sustainable Construction».

Το συνέδριο διοργανώθηκε από το Διεθνές Τμήμα του ISSA για θέματα πρόληψης στον τομέα των κατασκευών (ISSA Construction (ISSA-C)), σε συνεργασία με τον οργανισμό ISHCCO, τον Σύλλογο Πολιτικών Μηχανικών Κύπρου και το ΕΤΕΚ, με τη στήριξη διεθνών και τοπικών οργανισμών και φορέων.

Το συνέδριο συγκέντρωσε περισσότερους από 240 συνέδρους από 24 χώρες, ενώ στο πρόγραμμα περιλαμβάνονταν περισσότερες από 60 παρουσιάσεις με επίκεντρο την ασφάλεια και την υγεία στις κατασκευές, την αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης και των νέων τεχνολογιών, καθώς και την εφαρμογή βιώσιμων πρακτικών για την επίτευξη του στόχου Vision Zero.

Στο πλαίσιο του συνεδρίου υπογράφηκε η «Declaration of Cyprus», με την οποία οι συμμετέχοντες επιβεβαίωσαν τη δέσμευσή τους για την προώθηση πρακτικών που ενισχύουν την ασφάλεια και την υγεία στην εργασία. Παράλληλα, αναγνωρίστηκε ότι η πρόληψη των ατυχημάτων αποτελεί κοινή ευθύνη και ότι η επένδυση σε αποτελεσματικά μέτρα ασφάλειας συμβάλλει ουσιαστικά στην προστασία των εργαζομένων, στην αύξηση της παραγωγικότητας και στη βιώσιμη ανάπτυξη.

Κατά την τελετή έναρξης, χαιρετισμό απηύθυνε ο Πρόεδρος του Συλλόγου Πολιτικών Μηχανικών Κύπρου, κ. Κυριάκος Τσιουπανής.

Εκ μέρους του Συλλόγου παρευρέθηκαν επίσης ο Γενικός Ταμίας και Μέλος της οργανωτικής επιτροπής του συνεδρίου, κ. Μάριος Φιλίππου, ο Γενικός Γραμματέας κ. Μίλος Ίλιτς, ο Εκπρόσωπος του ΕΣ Λεμεσού κ. Chicko Guivara και η Εκπρόσωπος του ΕΣ Πάφου κα Όλγα Αθηνοδώρου.

Η συμμετοχή του Συλλόγου ως συνδιοργανωτή, επιβεβαιώνει τη διαρκή δέσμευσή του στην προώθηση της ασφάλειας και της υγείας στον κατασκευαστικό τομέα, καθώς και στη στήριξη πρωτοβουλιών που ενισχύουν τη συνεργασία, την ανταλλαγή τεχνογνωσίας και τη διάδοση βέλτιστων πρακτικών σε διεθνές επίπεδο.





➢ Δραστηριότητες Επαρχιακών Συμβουλίων του ΣΠΟΛΜΗΚ

Καλοκαιρινά πάρτι Επαρχιακών Συμβουλίων ΣΠΟΛΜΗΚ

Καλοκαιρινό πάρτι του Επαρχιακού Συμβουλίου Λευκωσίας - Κερύνειας - στο Seline Rooftop, στη Λευκωσία.

Πραγματοποιήθηκε την **Παρασκευή, 24 Ιουλίου 2026**, στο Seline Rooftop, στη Λευκωσία, το καλοκαιρινό πάρτι του Επαρχιακού Συμβουλίου Λευκωσίας - Κερύνειας του ΣΠΟΛΜΗΚ.

Θερμές ευχαριστίες στους χορηγούς: AGC Contractors. Cyfield Group, Scaffolding Solutions and Services Ltd, Wade Adams Contracting - L.L.C, Betomix Ltd, Greson Tools Ltd





Καλοκαιρινό πάρτι του Επαρχιακού Συμβουλίου Λεμεσού – στο Ventuno Aperitivo Bar, στη Λεμεσό.

Πραγματοποιήθηκε την **Πέμπτη, 30 Ιουλίου 2026**, στο Ventuno Aperitivo Bar, στη Λεμεσό, το καλοκαιρινό πάρτι του Επαρχιακού Συμβουλίου Λεμεσού του ΣΠΟΛΜΗΚ.

Θερμές ευχαριστίες στους χορηγούς: Crona Group, A.Epiphaniou, Tsircon Co. LTD, CivilPro Tech Engineering Consultants LLC





➢ Συναντήσεις Προέδρου ΣΠΟΛΜΗΚ

Την **Παρασκευή, 24 Ιουλίου**, πραγματοποιήθηκε στο οίκημα του ΕΤΕΚ, συνάντηση για τη νομοθεσία που κατατέθηκε για τις επικίνδυνες οικοδομές. Η συνάντηση έγινε μεταξύ του ΕΤΕΚ, του Υπουργείου Εσωτερικών, των ΕΟΑ και του ΣΠΟΛΜΗΚ. Τον Σύλλογό μας εκπροσώπησε ο Πρόεδρός του, κ. Κυριάκος Τσιουπανής.

➢ Έκτακτη Γενική Συνέλευση ΣΠΟΛΜΗΚ

Το **Σάββατο, 19 Σεπτεμβρίου 2026**, πραγματοποιήθηκε η Έκτακτη Γενική Συνέλευση του Συλλόγου Πολιτικών Μηχανικών Κύπρου (ΣΠΟΛΜΗΚ), στο κτήριο της ΠΟΕΔ, στη Λευκωσία.

Οι εργασίες της Έκτακτης Γενικής Συνέλευσης ξεκίνησαν με χαιρετισμό του Προέδρου του Συλλόγου, κ Κυριάκου Τσιουπανή και περιλάμβαναν παρουσίαση και συζήτηση για την τροποποίηση του καταστατικού του ΣΠΜΑΚ, καθώς και τις επερχόμενες Εκλογές του ΕΤΕΚ.

Ακολούθησε παρουσίαση από τον Πρόεδρο του Συλλόγου της πρότασης του ΚΔΣ για τις υποψηφιότητες που θα στηρίξει ο ΣΠΟΛΜΗΚ στις Εκλογές του ΕΤΕΚ.

Η Γενική Συνέλευση αποφάσισε να στηρίξει τους επτά (7) υποψηφίους που υπέβαλαν ενδιαφέρον για υποψηφιότητα στο **Γενικό Συμβούλιο**.
Μιχάλη Αλλαγιώτη, Αλέξη Βαλιαντή, Μίλο Ίλιτς, Κωνσταντίνο Καρρά, Μύρια Λοϊζίδη Παπαναστασίου, Γιάννο Πουμπουρή, Κυριάκο Τσιουπανή.

Για το **Πειθαρχικό Συμβούλιο**, ο Σύλλογος θα στηρίξει τους τρεις (3) υποψηφίους που προτάθηκαν από συναδέλφους κατά τη διάρκεια της Έκτακτης Γενικής Συνέλευσης.
Στέλιο Αχνιώτη, Γιώργος Δημητρίου, Μάριο Φιλίππου.











Οι εκλογές θα διεξαχθούν το

Σάββατο 07 Νοεμβρίου 2026

- **Λευκωσία** στο οίκημα του ΕΤΕΚ
  Ώρες 09:00 - 13:00 και 14:00 - 18:00

- **Λεμεσό** (Ξενοδοχείο Royal Apollonia)
  Ώρες 09:00 - 13:00 και 14:00 - 18:00

- **Λάρνακα** (Sandy Beach Hotel)
  Ώρες 09:00 - 13:00 και 14:00 - 18:00

- **Πάφο** (Πολυχώρος Πολιτισμού Παλιά Ηλεκτρική)
  Ώρες 09:00 - 13:00 και 14:00 - 18:00

ΣΥΛΛΟΓΟΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΥΠΡΟΥ
CYPRUS ASSOCIATION OF CIVIL ENGINEERS

Γεώργιου Γρίβα Διγενή 64
Bridge House | Block A | Office 2 CY | 1080 Nicosia

T: +357 22 672 866 | F: +357 22 674 650 | E: info@spolmik.org
www.spolmik.org