ΤΟ ΕΠΙΣΗΜΟ ΕΚΦΡΑΣΤΙΚΟ ΜΕΣΟ ΤΟΥ ΣΥΛΛΟΓΟΥ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΥΠΡΟΥ | ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2018 | Nº 044 | ΔΩΡΕΑΝ

Πολιτικός | Μηχανικός

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

ISSN 2357-1136 ISSN 2357-1144

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

www.facebook.com/cyace

@spolmik spolmik

ΣΠΟΛΜΗΚ

- 26η Ετήσια Γενική Συνέλευση
- Χαιρετισμός Προέδρου ΣΠΟΛΜΗΚ
- Συνέντευξη κας Βασιλικής Αναστασιάδου
- Ανάπλαση του Εμπορικού Τριγώνου Μακαρίου - Στασικράτους - Ευαγόρου
- Πλάκες με προένταση μετά τη σκλήρυνση σκυροδέματος
- Βασικά χαρακτηριστικά και εφαρμογές κατασκευών τύπου tensegrity
- Το φαινόμενο Τσουνάμι
- Μικροζωνικές Μελέτες
- 68η Γενική Συνέλευση ECCE
- Proposal for creation of a position paper: “The need for integrating Structural / Seismic Upgrade of Existing Buildings, with Energy Efficiency Improvement”.

Νέα του Συλλόγου - Γενική Ενημέρωση

Αρ. Τεύχους 044 - Δεκέμβριος 2018

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

6 **Χαιρετισμός Προέδρου ΣΠΟΛΜΗΚ - 26η Ετήσια Γ. Σ.**

9 **Χαιρετισμός κ. Σωκράτη Ζαπίτη - 26η Ετήσια Γ. Σ.**
(Αναπληρωτή Διευθυντή Τμήματος Δημοσίων Έργων)

10 **26η Ετήσια Γενική Συνέλευση**

12 **Συνέντευξη ΥΜΕΕ κας Βασιλικής Αναστασιάδου στο περιοδικό «Πολιτικός Μηχανικός»**

17 **Ανάπλαση του Εμπορικού Τριγώνου Μακαρίου - Στασικράτους - Ευαγόρου**

25 **Πλάκες με προένταση μετά τη σκλήρυνση σκυροδέματος**

34 **Βασικά χαρακτηριστικά και εφαρμογές κατασκευών τύπου tensegrity**

48 **Το φαινόμενο Τσουνάμι**

52 **Μικροζωνικές Μελέτες**

58 **68η Γενική Συνέλευση ECCE (Παγκόσμιο Συνέδριο Μηχανικών)**

60 **Proposal for creation of a position paper**
"The need for integrating Structural / Seismic Upgrade of Existing Buildings, with Energy Efficiency Improvements

64 **Νέα του Συλλόγου - Γενική Ενημέρωση**

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

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

Χριστοδούλου Πέτρος

ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Τσουλόφτα Ευαγγελίτσα
Κωνσταντινίδης Ανδρέας
Ίλιτς Μίλος
Φλουρής Πανίκος
Φράγκου Ευανθία

ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ

Λειβαδιώτου Νάταλι
Πιπερίδου Άννα-Μαρία

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΔΟΣΗ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΝΟΜΟ

Θεοδότου Ανδρέας

"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".

ΣΠΟΛΜΗΚ

26η Ετήσια Γενική Συνέλευση

Χαιρετισμός Προέδρου

Αξιότιμε κύριε Εκπρόσωπε της Υπουργού **Μεταφορών, Επικοινωνιών και Έργων, κ. Αναπληρωτή Διευθυντή Δημοσίων Έργων**, Dear Mr Bochar (European Federation of National Engineering Associations General Secretary), Αγαπητέ Πρόεδρε του ΕΤΕΚ, Επίσημοι Προσκεκλημένοι, Αγαπητές και Αγαπητοί συνάδελφοι,

Είναι με πολύ μεγάλη χαρά που σας καλωσορίζω στην 26η Ετήσια Γενική Συνέλευση του Συλλόγου Πολιτικών Μηχανικών Κύπρου.

Την τρέχουσα χρονιά, είχαμε ως Κεντρικό Διοικητικό Συμβούλιο του Συλλόγου Πολιτικών Μηχανικών Κύπρου την υποχρέωση να επικεντρωθούμε στην αντιμετώπιση των προκλήσεων, αλλά και των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν οι Πολιτικοί Μηχανικοί. Διαχρονικά επίσης οφείλουμε να συνδράμουμε στη βελτίωση του περιβάλλοντος και των συνθηκών άσκησης του επαγγέλματος της μηχανικής στην Κύπρο, είτε αυτό ονομάζεται νομοθετικό πλαίσιο, είτε συνθήκες απασχόλησης. Παράλληλα οφείλουμε να διαφυλάξουμε και να ενισχύσουμε το κύρος, την καλή φήμη, τα επαγγελματικά δικαιώματα και τη δυνατότητα απασχόλησης στον κλάδο μας.

Με την κατάθεση του Απολογισμού για τις δραστηριότητες που επιτελέστηκαν κατά την περίοδο Δεκεμβρίου 2017 - Δεκεμβρίου 2018, το Κεντρικό Διοικητικό Συμβούλιο τίθεται ενώπιον σας για την αξιολόγηση αυτού του έργου, αλλά και για να ακούσει τις δικές σας ιδέες και εισηγήσεις που θα βοηθήσουν στην περαιτέρω αναβάθμιση του έργου μας. Θεωρούμε ότι η τρέχουσα περίοδος ήταν ιδιαίτερα παραγωγική, όμως πάντοτε υπάρχουν περιθώρια για βελτίωση, γι' αυτό είμαστε πρόθυμοι να σας αφουγκραστούμε αλλά και δεχτούμε την καλόπιστη κριτική σας.

Η δραστηριοποίηση, τόσο του ΚΔΣ, όσο και των Επαρχιακών Συμβουλίων, εκτίθεται αναλυτικά στο τεύχος του Απολογισμού που σας δόθηκε και αναμένουμε τα σχόλια, τη δραστηριοποίησή σας και την ενεργότερη εμπλοκή σας στα καθημερινά δρώμενα του Συλλόγου μας.

Κατά την τρέχουσα περίοδο, το ΚΔΣ ανέπτυξε πλούσια και αξιοσημείωτη δράση, στοχεύοντας μεταξύ άλλων στην αναβάθμιση του Συλλόγου μας, στην καθοδήγηση, στήριξη και επιμόρφωση των Μελών μας και ιδιαίτερα των νέων Μηχανικών, στη βελτίωση της νομοθεσίας σε θέματα που αφορούν τον επιστημονικό και επαγγελματικό μας κλάδο, καθώς και στην πληροφόρηση του κοινού για θέματα που αφορούν την Πολιτική Μηχανική.

Σημαντική αναφορά θα πρέπει να γίνει στην προσπάθεια που έγινε τη φετινή χρονιά για εκσυγχρονισμό και τροποποίηση του καταστατικού του ΣΠΟΛΜΗΚ, το οποίο, όπως όλοι γνωρίζετε συντάχθηκε το 1992. Η προσπάθεια αυτή έγινε σε συνάρτηση και με τη ψήφιση της τροποποίησης του Περί Σωματείων Νόμου. Ως αποτέλεσμα της συγκεκριμένης τροποποίησης, έπρεπε όλα τα σωματεία και ιδρύματα, συμπεριλαμβανομένου του Συλλόγου μας, να τροποποιήσουν το καταστατικό τους, ούτως ώστε να συνάδει με τις πρόνοιες της νέας νομοθεσίας. Για αυτό το λόγο ο Σύλλογός μας, σε συνεργασία με τους νομικούς του Συμβούλους, εργάστηκε με σκοπό την αναπροσαρμογή των προνοιών του καταστατικού μας και τη συμμόρφωση μας με τις διατάξεις της νέας νομοθεσίας, παράλληλα και με την τροποποίηση κάποιων άλλων όρων του καταστατικού μας, τα οποία κρίναμε ότι έχρηζαν εκσυγχρονισμού.

Στις 24 Φεβρουαρίου 2018, σε Έκτακτη Καταστατική Γενική Συνέλευση, συζητήθηκαν οι Καταστατικές Αλλαγές, οι οποίες αποφασίστηκε όπως τεθούν προς ψήφιση σε Έκτακτη Καταστατική Συνέλευση, η οποία πραγματοποιήθηκε στις 14 Μαρτίου 2018, στη Δημοσιογραφική Εστία.

Η προσέλευση και συμμετοχή των μελών του Συλλόγου μας ήταν αθρόα, με αποτέλεσμα να επιτευχθεί ο στόχος της Συνέλευσης, ο οποίος ήταν η υπερψήφισή των τροποποιήσεων. Οι σχετικές τροποποιήσεις έχουν ήδη υποβληθεί στον Έπαρχο Λευκωσίας, ο οποίος είναι πλέον ο Έφορος Σωματείων, για έγκριση τους, ούτως ώστε να μπορέσει να τροποποιηθεί και να εκσυγχρονιστεί το Καταστατικό μας. Αυτό βεβαίως δεν θα ήταν εφικτό χωρίς τη δική σας βοήθεια και στήριξη, η οποία μας χαροποιεί ιδιαίτερα.

Ιδιαίτερη αναφορά θα πρέπει να γίνει και στην Ίδρυση της εταιρείας με τίτλο «Εκπαιδευτικό και Ερευνητικό Κέντρο ΣΠΟΛΜΗΚ ΛΤΔ». Σε συνέχεια της απόφασης της έκτακτης Γενικής Συνέλευσης του Συλλόγου μας, ημερομηνίας 24 Φεβρουαρίου 2018, έχουμε προχωρήσει στη δημιουργία της σχετικής εταιρείας. Σκοπός της ίδρυσης της είναι κυρίως η παροχή εκπαιδευτικών σεμιναρίων και η διεξαγωγή ερευνητικών δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τον κλάδο της Πολιτικής Μηχανικής.

Επιγραμματικά και μόνο (αφού θα αναφερθώ αναλυτικά στον απολογισμό στη συνέχεια), να αναφέρω ότι στη χρονιά που μας πέρασε ο Σύλλογος έχει μεταξύ άλλων οργανώσει με μεγάλη επιτυχία Εκπαιδευτικά Προγράμματα, είτε μέσω της Αρχής Ανάπτυξης Ανθρώπινου Δυναμικού -ΑνΑΔ, είτε και ανεξάρτητα. Συγκεκριμένα έχει διοργανώσει Συνέδρια, Κοινωνικές και άλλες Εκδηλώσεις κοινωφελούς χαρακτήρα και δωρεάν εκδηλώσεις για φοιτητές και άνεργους συναδέλφους.

Επιπρόσθετα ο Σύλλογός μας συνεχίζει με επιτυχία τη συνεργασία με το Νομικό Σύμβουλο για παροχή συμβουλών για τα φλέγοντα θέματα που αφορούν το Σύλλογο μας και τον κλάδο της Πολιτικής Μηχανικής γενικότερα.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να επισημάνω ακόμη, ότι έχουμε υποχρέωση να διατηρήσουμε και να αναβαθμίσουμε τη συνεργασία μας με το ΕΤΕΚ, αλλά και με τα αρμόδια Υπουργεία, Φορείς, Δημαρχεία, και άλλες αρμόδιες Υπηρεσίες του κράτους για την αντιμετώπιση και ρύθμιση των θεμάτων που μας απασχολούν, αλλά και να παρέμβουμε δυναμικά όπου νιώθουμε ότι ο Σύλλογος μας θίγεται ή αδικείται. Στην προσπάθεια μας αυτή, πολύτιμος μας συνεργάτης είναι ο Νομικός μας Σύμβουλος.

Παράλληλα, γίνονται συντονισμένες προσπάθειες για να προωθηθεί το πιστοποιητικό επιθεώρησης κτηρίων το οποίο θεωρούμε ότι θα συμβάλει θετικά ώστε να αυξηθεί η δημόσια ασφάλεια.

Όσον αφορά τις διεθνείς εκπροσωπήσεις του Συλλόγου μας, δε θα μπορούσα να παραλείψω την εκλογή του Κύπριου Πολιτικού Μηχανικού, εκλεκτού φίλου, συναδέλφου και τέως Προέδρου του ΣΠΟΛΜΗΚ, Πλάτωνα Στυλιανού, στο Διοικητικό Συμβούλιο του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου Πολιτικών Μηχανικών (ECCE). Είμαστε περήφανοι για το επίτευγμα αυτό, τον συγχαίρουμε και του ευχόμαστε κάθε επιτυχία στο έργο που καλείται να επιτελέσει.

Ήδη μέσω της συμμετοχής μας στο ECCE, έχει ετοιμαστεί σχετική θέση του Συμβουλίου για προώθηση της σεισμικής αναβάθμισης των κτιρίων σε συνδυασμό με την ενεργειακή τους αναβάθμιση. Όπως όλοι γνωρίζετε, τα τελευταία χρόνια η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει διαθέσει μεγάλα ποσά ως επιχορηγήσεις για ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων στην επικράτεια της, παραγνωρίζοντας δυστυχώς ότι ένα ιδιαίτερα σημαντικό ποσοστό της έκτασης της βρίσκεται σε σεισμογενείς περιοχές. Για την προώθηση του σημαντικού αυτού θέματος έχει ήδη πραγματοποιηθεί συνάντηση με τον Ευρωπαίο Επίτροπο, αρμόδιο μεταξύ άλλων για θέματα πολιτικής προστασίας, κ. Χρίστο Στυλιανίδη. Στη συγκεκριμένη συνάντηση εκτός από τον Πρόεδρο του Συλλόγου μας παρευρέθηκαν ο Πρόεδρος του ECCE κ. Άρης Χατζηδάκης, καθώς επίσης και ο συνάδελφος Πλάτωνας Στυλιανού, ως το μέλος του ΔΣ του ECCE, ο οποίος έχει τεθεί ως επικεφαλής της ομάδας εργασίας του ECCE η οποία έχει ετοιμάσει την σχετική πρόταση. Την επόμενη χρονιά πρόθεση μας είναι να ενταθούν οι προσπάθειες μας προς την κατεύθυνση αυτή και προς τα Ευρωπαϊκά Όργανα αλλά και προς τις αρμόδιες αρχές της Κυπριακής Δημοκρατίας, αφού θεωρούμε ότι θα μπορούσε ένα μέρος των κονδυλίων που λαμβάνονται σήμερα από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή θα μπορούσε να διατεθεί για την αντισεισμική αναβάθμιση των κτιρίων. Επιπρόσθετα θα μπορούσε το κράτος μας να στηρίξει με εθνικά κονδύλια συνδυάζοντας όπως έχουμε ήδη αναφέρει την ενεργειακή με την αντισεισμική αναβάθμιση των κτιρίων. Αξιότιμη κυρία Υπουργός θα θέλαμε την στήριξη σας, στην προσπάθεια μας αυτή. Όπως θα θέλαμε και την στήριξη του εκλεκτού μας προσκεκλημένου, του Γενικού Γραμματέα της FEANI. Όσον αφορά την στήριξη και την πολύτιμη βοήθεια του ΕΤΕΚ, την θεωρούμε δεδομένη.

Επιπρόσθετα όσον αφορά τις διεθνείς εκπροσωπήσεις, ο Σύλλογος, προχώρησε, σε συνεργασία με το ΕΤΕΚ και Πανεπιστημιακούς της χώρας μας, στην ίδρυση του Κυπριακού Τμήματος Αντισεισμικής Μηχανικής, το οποίο εντάχθηκε, ως μέλος, στην Ευρωπαϊκή Ένωση Αντισεισμικής Μηχανικής. Επιπρόσθετα, ο Σύλλογος συνεχίζει, ως αποκλειστικός αντιπρόσωπος, με την ακριβή τεχνική μετάφραση στα Ελληνικά των συμβολαίων FIDIC τα οποία θα διατίθενται από το Σύλλογό μας σε Κύπρο και Ελλάδα. Τέλος, δεν θα μπορούσα να μην κάνω αναφορά στην διοργάνωση της Γενικής Συνέλευσης του ISHCCO (International Safety and Health Construction Coordinators Organization) του Διεθνή Οργανισμού Συντονιστών Ασφάλειας και Υγείας Κατασκευών η οποία πραγματοποιήθηκε μετά από σχετική εισήγηση του Συλλόγου μας στις 16 και 17 Μαρτίου 2018 με μεγάλη επιτυχία στο ξενοδοχείο Elias Beach, στη Λεμεσό.

Όσον αφορά τις μεγάλες εκδηλώσεις που θα διοργανώσει ο Σύλλογος μας εντός του 2019 , θα ήθελα να κάνω ιδιαίτερη αναφορά στο 6ο Διεθνές Συνέδριο Ασφάλειας & Υγείας στα Κατασκευαστικά Έργα το οποίο θα πραγματοποιηθεί στη Λευκωσία στις 10 και 11 Μαΐου 2019. Ένας θεσμός πλέον ο οποίος ξεκίνησε και συνεχίζει ακάθεκτος με την σημαντική στήριξη της αγαπητής πλέον φίλης αλλά και πολύτιμης συνεργάτιδας μου, της Α' Αντιπρόεδρου του Συλλόγου μας Ευαγγελίτσας Τσουλόφτα.

Θέλω να ευχηθώ όπως και τα επόμενα χρόνια που θα ακολουθήσουν, να είναι το ίδιο παραγωγικά και δημιουργικά για το Σύλλογο ώστε να συνεισφέρει συνεχώς στους συναδέλφους αλλά και στην ανάπτυξη του τόπου μας, βοηθώντας στην εξάλειψη όλων των συνεπειών που η οικονομική κρίση μας άφησε αφού, ακόμα και σήμερα οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι Πολιτικοί Μηχανικοί παραμένουν μεγάλες. Αισθάνομαι υπερήφανος που συνέβαλα, στο βαθμό που μπορούσα με τη πολύτιμη βοήθεια όλου του ΚΔΣ, στην υλοποίηση των στόχων του Συλλόγου μας, καθώς και στην πορεία εξέλιξης και αναβάθμισής του.

Κλείνοντας θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους εσάς για την εδώ παρουσία σας σήμερα, τη στήριξή σας, αλλά και την εμπιστοσύνη με την οποία περιλάβατε το Σύλλογο τα 26 αυτά χρόνια. Από τη πλευρά μου σας διαβεβαιώνω ότι ο ΣΠΟΛΜΗΚ θα είναι πάντα δίπλα στα μέλη του και την κοινωνία.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες, απευθύνουμε προς την Υπουργό Μεταφορών, Επικοινωνιών και Έργων, κα Βασιλική Αναστασιάδου, που έθεσε τη Συνέλευση υπό την αιγίδα της και τον Αναπληρωτή Διευθυντή του Τμήματος Δημοσίων Έργων που βρίσκεται σήμερα μαζί μας, για να κηρύξει την έναρξη των εργασιών της Γενικής μας Συνέλευσης.

Επίσης, να καλωσορίσουμε τον Γενικό Γραμματέα της FEANI, κ. Dirk Bochar, που μας έκανε την τιμή να βρίσκεται σήμερα μαζί μας. Η παρουσίαση του θα έχει θέμα "Regulation and Mobility of the Engineering profession in the European Union".

Ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όλα τα μέλη του Κεντρικού Διοικητικού Συμβουλίου του Συλλόγου μας, καθώς και τις Διοικητικούς Λειτουργούς του Συλλόγου μας, Νάταλι Λειβαδιώτου και Άννα Μαρία Πιπερίδου, για τη μεγάλη και ανιδιοτελή προσπάθεια που κατέβαλαν όλοι ανεξαιρέτως για να προγραμματίσουμε αλλά και να επιτελέσουμε το μεγάλο αυτό έργο, το οποίο θα δείτε μέσα στον εκτενή απολογισμό μας που σας έχει δοθεί. Θερμές ευχαριστίες επίσης σε όλα τα μέλη του Συλλόγου που βοήθησαν με το δικό τους τρόπο το έργο του Συλλόγου μας. ■

26η Ετήσια Γενική Συνέλευση

Χαιρετισμός Αναπληρωτή Διευθυντή του Τμήματος Δημοσίων Έργων, κ. Σωκράτη Ζαπίτη

Κυρίες και Κύριοι καλή σας μέρα,

Πρώτα από όλα θα ήθελα να σας ευχαριστήσω εκ μέρους της Υπουργού για την πρόσκλησή σας να θέσει υπό την αιγίδα της τη Γενική Συνέλευση του Συλλόγου σας και να κηρύξει την έναρξη των εργασιών της. Δυστυχώς η Υπουργός, δεν μπορεί να απευθύνει χαιρετισμό και μου έχει αναθέσει να το κάμω εκ μέρους της.

Ο Σύλλογός σας, μέσα σε αυτά τα 26 χρόνια, έχει συμβάλει με τη δράση του στην προαγωγή της επιστήμης της Πολιτικής Μηχανικής, στην αναβάθμιση του ρόλου του Μηχανικού και στην προάσπιση των δικαιωμάτων του.

Δράσεις όπως συμμετοχές σε Διεθνείς Επιτροπές, συνεργασίες με Πανεπιστήμια και Ινστιτούτα της Κύπρου αλλά και του εξωτερικού καθώς και διοργανώσεις Διεθνών Συνεδρίων, βοηθούν στην επίτευξη των στόχων σας.

Επιπρόσθετα, η πιστοποίηση του Εκπαιδευτικού Κέντρου του Συλλόγου σας από την Αρχή Ανθρώπινου Δυναμικού (ΑνΑΔ) επιβεβαιώνει ακόμα μια φορά τη σημασία που δίνει ο Σύλλογος σας στη συνεχή επιμόρφωση και εκπαίδευση των Μηχανικών και κατ΄ επέκταση στη αναβάθμιση των γνώσεων τους και τη βελτίωση του επιπέδου της οικοδομικής βιομηχανίας και γενικότερα του κατασκευαστικού κλάδου. Κατά τη διάρκεια του χρόνου έχουν διεξαχθεί με μεγάλη επιτυχία διάφορα σεμινάρια, εκπαιδευτικές ημερίδες και τεχνικές επισκέψεις καλύπτοντας θέματα που προβληματίζουν και απασχολούν τον Κύπριο Μηχανικό.

Είναι γνωστό πως η οικονομική κρίση είχε πλήξει ιδιαίτερα την οικοδομική βιομηχανία, ενώ παράλληλα συρρίκνωσε αρκετά το επενδυτικό πρόγραμμα του Κράτους. Η οικονομική κρίση όμως μας επέτρεψε να αξιολογήσουμε την κατάσταση και να αντιμετωπίσουμε αρκετές στρεβλώσεις. Στα πλαίσια της αναζωογόνησης της ιδιωτικής επενδυτικής πρωτοβουλίας δόθηκαν μια σειρά από κίνητρα που αφενός μεν επέτρεψαν την επανεκκίνηση της οικονομίας και αφετέρου δεν επιβάρυναν τον κρατικό προϋπολογισμό. Τα αποτελέσματα είναι ήδη εμφανή. Η επανεκκίνηση της οικονομίας από το 2015, σε συνδυασμό μετην νοικοκυρεμένη διαχείριση του κρατικού προϋπολογισμού, μας επιτρέπει πλέον να προωθήσουμε ένα μεγάλο, αλλά συγκροτημένο κρατικό επενδυτικό πρόγραμμα.

Το Υπουργείο Μεταφορών, Επικοινωνιών και Έργων, είναι το κατεξοχήν αναπτυξιακό Υπουργείο του Κράτους και στελεχώνεται από μεγάλο αριθμό Πολιτικών Μηχανικών (ειδικότερα το Τμήμα Δημοσίων Έργων), οι οποίοι είναι επιφορτισμένοι με την προώθηση της υλοποίησης του μεγαλύτερου μέρους των αναπτυξιακών έργων του κράτους. Τα τελευταία 3 χρόνια έχουν υλοποιηθεί ή βρίσκονται στο στάδιο υλοποίησης έργα αξίας πέραν των €310 εκ., ενώ μέχρι και το τέλος του 2018 και το 2019, αναμένεται να προκηρυχτούν προσφορές για έργα αξίας άνω των €417 εκ.

Το νέο κρατικό επενδυτικό πρόγραμμα στοχεύει σε μια πλειάδα οικοδομικών και τεχνικών έργων, περιλαμβανομένων και συγχρηματοδοτούμενων έργων με πόρους της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τέτοια έργα είναι ο Περιμετρικός Αυτοκινητόδρομος Λευκωσίας, ο Αυτοκινητόδρομος Πάφου - Πόλης Χρυσοχούς, ο αυτοκινητόδρομος Λεμεσού - Σαϊττά, το νέο Κτήριο της Βουλής των Αντιπροσώπων, το νέο Μουσείο Λευκωσίας, τα Επαρχιακά Δικαστήρια Αμμοχώστου και πολλά άλλα. Τέτοιες επενδύσεις αναμένεται να δώσουν περαιτέρω ώθηση στην πραγματική οικονομία, ενώ θα δημιουργήσουν μεγάλες προοπτικές στους κλάδους της μηχανικής.

Κλείνοντας, θα ήθελα να παρατηρήσω ότι, μέσω της καλής συνεργασίας που υπάρχει μεταξύ του Συλλόγου σας και των αρμόδιων Υπουργείων και Υπηρεσιών του Κράτους, μπορούν να αντιμετωπιστούν και να εξευρεθούν λύσεις σε διάφορα θέματα που σας απασχολούν.

Εύχομαι κάθε επιτυχία στο Σύλλογό σας και κάθε επιτυχία στις εργασίες της Γενικής σας Συνέλευσης.

26η Γενική Συνέλευση

Το **Σάββατο, 8 Δεκεμβρίου 2018**, πραγματοποιήθηκε με μεγάλη επιτυχία η 26η Ετήσια Γενική Συνέλευση του Συλλόγου μας, στο «The Sporting Club», στη Λευκωσία.

Η Γενική Συνέλευση τελούσε υπό την αιγίδα της Υπουργού Μεταφορών, Επικοινωνιών και Έργων, κας. Βασιλικής Αναστασιάδου. Χαιρετισμό απεύθυνε εκ μέρους της ο Αναπληρωτής Διευθυντής του Τμήματος Δημοσίων Έργων, κ. Σωκράτης Ζαπίτης, ο οποίος κήρυξε και τις εργασίες της Γενικής μας Συνέλευσης. Η ομιλία του κ. Ζαπίτη είναι δημοσιευμένη στο παρόν τεύχος του Περιοδικού μας.

Στο τελετουργικό μέρος της Γενικής Συνέλευσης, παρέστησαν επίσης ο Πρόεδρος του ΕΤΕΚ, εκπρόσωποι επαγγελματικών οργανώσεων, διευθυντές και ανώτεροι λειτουργοί Τμημάτων του Δημοσίου, ακαδημαϊκοί και άλλοι αξιωματούχοι.

Επίσημος προσκεκλημένος και κύριος ομιλητής της Γενικής Συνέλευσης ήταν ο Γενικός Γραμματέας της FEANI (European Federation of National Engineering Associations) κ. Dirk Bochar. Η ομιλία του είχε θέμα "Regulation and mobility of the Engineering profession in the European Union".

Το τελετουργικό μέρος συνεχίστηκε με απονομή τιμητικών πλακετών στα μέλη της Επιτροπής Ετοιμασίας του Εντύπου Διατύπωσης Θέσεων (του ECCE), για τη Διαχείριση του νερού.

Οι εργασίες της Συνέλευσης συνεχίστηκαν με απολογισμό δράσεως, ταμειακό απολογισμό και συζήτηση επίκαιρων θεμάτων, σχετικά με το επάγγελμα του Πολιτικού Μηχανικού.

Η Γενική Συνέλευση ολοκληρώθηκε με δεξίωση προς όλους τους παρευρισκόμενους.

26η Γενική Συνέλευση

Συνέντευξη ΥΜΕΕ κας Βασιλικής Αναστασιάδου

στο περιοδικό «Πολιτικός Μηχανικός»

Ποιο είναι το όραμα σας για το υπουργείο;

Επιθυμία και όραμά μου είναι να καταστεί η χώρα μας ένα σύγχρονο κέντρο υποδομών και επικοινωνιών. Διαθέτουμε όλες τις προδιαγραφές, τόσο λόγω της γεωπολιτικής μας θέσης, όσο και λόγω του ανθρώπινου δυναμικού μας, να αναπτυχθούμε σωστά και ισορροπημένα, παρά την ύπαρξη του εθνικού προβλήματος, που παραμένει άλυτο, και τη σοβαρή οικονομική κρίση, από την οποία διήλθαμε. Τόσο ως οικονομία, όσο και ως κοινωνία μπορούμε να ξεπεράσουμε τα όποια προβλήματα και να πάμε μπροστά. Δεν έχουμε να ζηλέψουμε τίποτε από οποιαδήποτε άλλη ευρωπαϊκή χώρα.

Ποιοι είναι οι κύριοι στόχοι του υπουργείου σας, τόσο για το έτος που διανύουμε, όσο και για ολόκληρη την πενταετία;

Η δημιουργία σύγχρονου και ασφαλούς οδικού δικτύου και μεταφορών και η προώθηση βιώσιμης κινητικότητας, οι σύγχρονες, ασφαλείς και βιώσιμες αερομεταφορές και η βελτίωση της συνδεσιμότητας της Κύπρου με τρίτες χώρες, η προσφορά σύγχρονων και ποιοτικών ταχυδρομικών και ηλεκτρομηχανολογικών υπηρεσιών και η διασφάλιση της ασφάλειας του πολίτη, η προώθηση της ψηφιακής οικονομίας και η ανάπτυξη ασφαλών δικτύων ηλεκτρονικών επικοινωνιών και υποδομών, καθώς και η αξιοποίηση του αρχαιολογικού μας πλούτου και των πόρων της χώρας. Στις βασικές μας προτεραιότητες βρίσκεται ασφαλώς και το θέμα της οδικής ασφάλειας, καθώς έχουμε χρέος να πράξουμε ότι είναι ανθρωπίνως δυνατό για τη μείωση των τροχαίων δυστυχημάτων.

Ποια αναπτυξιακά έργα προωθούνται από το υπουργείο και για ποια έχει προωθηθεί προϋπολογισμός για υλοποίηση τους;

Μια από τις βασικές προτεραιότητες του Υπουργείου Μεταφορών είναι η εκτέλεση μεγάλων οδικών έργων για την αποσυμφόρηση της Λευκωσίας από τη διαμπερή κίνηση και τη σύνδεση των ορεινών και απομακρυσμένων περιοχών με τα αστικά κέντρα με σύγχρονο/αναβαθμισμένο οδικό δίκτυο.

Στα πλαίσια αυτά προωθείται η κατασκευή του Περιμετρικού Αυτοκινητόδρομου Λευκωσίας, η κατασκευή του Αυτοκινητόδρομου Πάφου - Πόλεως Χρυσοχούς, όπως και η κατασκευή του Αυτοκινητόδρομου Λεμεσού - Σαϊττά. Η έναρξη και των τριών έργων τοποθετείται χρονικά εντός του 2019. Προωθούμε παράλληλα, την κατασκευή του αυτοκινητόδρόμων Αστρομερίτη- Ευρύχου και Λευκωσίας - Παλαιχωρίου.
Σε πορεία υλοποίησης βρίσκεται και η κατασκευή ποδηλατόδρομων για σύνδεση των Πανεπιστημίων με το κέντρο της Πόλης. Έχει υλοποιηθεί η 1η φάση του έργου από το Πανεπιστήμιο Λευκωσίας μέχρι το Μετόχι του Κύκκο, ενώ ετοιμάζεται μελέτη για το τμήμα από το Μετόχι Κύκκου μέχρι την Πλατεία Σολωμού η οποία αναμένεται να υλοποιηθεί την περίοδο 2019 - 2020.

Στη φάση αυτή, εκτός από τα έργα στα οποία έχω ήδη αναφερθεί, εκτελούνται πολλά σημαντικά έργα, τόσο οδικά, όσο και οικοδομικά ενώ άλλα βρίσκονται σε πορεία υλοποίησης.

Τα κυριότερα είναι:

› (α) Δρόμος Πρωταρχικής Σημασίας που συνδέει το νέο Λιμάνι Λεμεσού με τον Αυτοκινητόδρομο Λεμεσού – Πάφου (Κάθετος Δρόμος)

Η πρώτη φάση του έργου, μήκους 4,7χλμ., συνδέει το Λιμάνι με την Οδό Πάφου (Κάθετος Δρόμος) και έχει ολοκληρωθεί. Η 2η φάση βρίσκεται υπό κατασκευή και περιλαμβάνει αναβάθμιση του κόμβου με τον Αυτοκινητόδρομο Λεμεσού-Πάφου και αναβάθμιση του παράλληλου δρόμου με την περίφραξη του λιμανιού Λεμεσού.

› (β) Αποκατάσταση Δημοτικού Θεάτρου Λευκωσίας

Οι εργασίες άρχισαν το Φεβρουάριο του 2017 και αναμένεται να ολοκληρωθούν το Φεβρουάριο του 2019. Το Έργο συγχρηματοδοτείται από Ευρωπαϊκά Ταμεία.

› (γ) Νέο Αρχαιολογικό Μουσείο (€50εκ.)

Σύμφωνα και με το αρχικό προγραμματισμό του Υπουργείου Μεταφορών, Επικοινωνιών και Έργων, η συμφωνία με την Αρχιτέκτονα αναμένεται να υπογραφεί τον Ιανουάριο 2019. Η έναρξη εκτέλεσης του Νέου Κυπριακού Μουσείου και της ανάπλασης του περιβάλλοντος χώρου τοποθετείται το 2020 και η αποπεράτωση του Έργου υπολογίζεται εντός του 2022.

› (δ) Έργα Προστασίας της Παραλίας με κατασκευή κυματοθραυστών.

Έχει προωθηθεί η κατασκευή έργων προστασίας της παραλίας σε διάφορες περιοχές της Κύπρου (Πόλη Χρυσοχούς, Περβόλια, Λάρνακα, Γεροσκήπου, Γερμασόγεια και Πάφος - Venus), συνολικού κόστους €17,5εκ.

Παράλληλα, άρχισαν οι εργασίες για την αναβάθμιση του Οικογενειακού Δικαστηρίου, ενώ σύντομα αναμένεται η έναρξη των εργασιών για ανέγερση του Επαρχιακού Δικαστηρίου Αμμοχώστου. Ετοιμάζονται επίσης οι σχετικές μελέτες για το Οδικό Δίκτυο του Ενεργειακού Κέντρου Βασιλικού.

Γίνονται επίσης όλες οι απαραίτητες ενέργειες για ετοιμασία εγγράφων με σκοπό την προκήρυξη προσφορών για την ανέγερση του νέου κτηρίου της Βουλής των Αντιπροσώπων στο χώρο απέναντι από την Αρχιγραμματεία. Το κόστος προκαταρκτικά υπολογίζεται να είναι της τάξης των €70εκ. Στη φάση αυτή προωθούνται όλες οι ενέργειες με Design & Build, στη βάση του Αρχιτεκτονικού Διαγωνισμού.

Τέλος, μπήκαμε επιτέλους στην τελική ευθεία σε ότι αφορά την πολυαναμενόμενη ενιαία ανάπτυξη του Λιμένα και της Μαρίνας της Λάρνακας. Η πρόταση

για το έργο «Ανάπτυξη της περιοχής του Λιμανιού και Μαρίνας Λάρνακας», υποβλήθηκε στις 16 Νοεμβρίου και ξεκίνησε ήδη η αξιολόγηση της. Ελπίζουμε όλα να κυλήσουν ομαλά και να προχωρήσουμε τάχιστα στην υλοποίηση ενός εξαιρετικά σημαντικού έργου, τόσο για την πόλη της Λάρνακας όσο και για την χώρα μας.

Όσον αφορά τις δημόσιες συγκοινωνίες σε ποια φάση βρίσκονται οι νέες συμβάσεις λεωφορείων και ποιο το περιεχόμενο τους;

Όπως είναι γνωστό οι υφιστάμενες συμβάσεις για τις δημόσιες επιβατικές μεταφορές λήγουν το 2020. Οι σύμβουλοι στους οποίους είχαμε αναθέσει την ετοιμασία των νέων συμβάσεων, προκειμένου αυτές να ανταποκρίνονται στις σύγχρονες απαιτήσεις και προδιαγραφές, έχουν ολοκληρώσει το έργο τους. Οι συμβάσεις τυγχάνουν του απαραίτητου νομοτεχνικού ελέγχου από τη Νομική Υπηρεσία. Υπολογίζουμε ότι περί τα τέλη Δεκεμβρίου2018-αρχές Ιανουαρίου 2019, θα προχωρήσουμε στην προκήρυξη των προσφορών.

Περιλαμβάνονται στα πλάνα του υπουργείου σας διάφορα έργα για προώθηση της Βιώσιμης κινητικότητας, όπως για παράδειγμα η δημιουργία ποδηλατόδρομων, τραμ κ.α;

Το Υπουργείο προωθεί τη βιώσιμη κινητικότητα, δημιουργώντας μια ισορροπημένη προσέγγιση στον τρόπο διακίνησης, μια εναλλακτική κινητικότητα που να ανταποκρίνεται στις ανάγκες της κοινωνίας να κινείται ελεύθερα, να ενισχύει την προσβασιμότητα, να επικοινωνεί, να επιχειρεί και να αναπτύσσει σχέσεις χωρίς να θυσιάζει άλλες βασικές ανθρώπινες και οικολογικές απαιτήσεις σήμερα και στο μέλλον.

Παράλληλα, προωθούμε τη δημιουργία σωστών υποδομών για την αύξηση της διακίνησης με τα πόδια, τα ποδήλατα και τις δημόσιες μεταφορές. Προωθούμε, όπως έχω ήδη αναφέρει, την κατασκευή ποδηλατοδρόμων, όπως το αξιόλογο έργο των ποδηλατοδρόμων που συνδέουν τα πανεπιστήμια της Λευκωσίας μεταξύ τους.

Μελετούμε ακόμα τη δημιουργία συστήματος τραμ, λεωφορείο-λωρίδων, προωθούμε πεζοδρομοποιήσεις κ.ά. Επίσης η εγκατάσταση δέκα σημείων ταχείας φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων σε διάφορα σημεία του υπεραστικού οδικού δικτύου της Κύπρου γίνεται προς αυτή την κατεύθυνση.

Γίνονται ενέργειες για χρηματοδότηση των αναπτυξιακών έργων και μέσω άλλων πηγών, όπως για παράδειγμα ευρωπαϊκά κονδύλια ή επενδυτές από το εξωτερικό;

Το Υπουργείο Μεταφορών, Επικοινωνιών και Έργων μέσω των Τμημάτων του έχει αναπτύξει την απαραίτητη τεχνογνωσία για αξιοποίηση κάθε διαθέσιμης πηγής συγχρηματοδότησης της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τέτοια ταμεία είναι το Ταμείο Συνοχής, τα Διαρθρωτικά Ταμεία με το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης και τα ταμεία από τα Διασυνοριακά Προγράμματα, το ταμείο του προγράμματος Συνδέοντας την Ευρώπη, το ταμείο από το πρόγραμμα HORIZON 2020, το Ευρωπαϊκό Ταμείο Θάλασσας και Αλιείας κτλ. Επίσης τα διάφορα Τμήματα του Υπουργείου εκτελούν έργα εκ μέρους άλλων υπηρεσιών που αξιοποιούν ευρωπαϊκές συγχρηματοδοτήσεις όπως είναι το Ταμείο Ασύλου, Ένταξης και Μετανάστευσης. Έχουν ήδη υλοποιηθεί πολλά έργα του Υπουργείου με συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης αξίας εκατοντάδων εκατομμυρίων ευρώ και υπό εξέλιξη υπάρχουν πολλά άλλα αξίας δεκάδων εκατομμυρίων ευρώ.

Παράλληλα για τη χρηματοδότηση μεγάλων κυβερνητικών έργων του Υπουργείου επιδιώκεται η ευνοϊκή δανειοδότηση από την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων.

Τέλος για την προσέλκυση επενδύσεων από το εξωτερικό πέραν από τις ευρύτερες κυβερνητικές πολιτικές για δημιουργία ενός ευνοϊκού κλίματος επενδύσεων, το Υπουργείο Μεταφορών, Επικοινωνιών και Έργων προωθεί μεγάλα έργα που θα ήταν ιδιαίτερα δύσκολο να στηριχτούν από τον κρατικό προϋπολογισμό μέσω των ευρύτερων μεθοδολογιών της οικογένειας των Συμπράξεων Δημόσιου Ιδιωτικού Τομέα (ΣΔΙΤ- Public Private Partnership- PPP). Τέτοια έργα που προωθήθηκαν από το Υπουργείο Μεταφορών, Επικοινωνιών και Έργων και προσέλκυσαν επενδύσεις από το εξωτερικό εκατοντάδων εκατομμυρίων ευρώ είναι τα Αεροδρόμια Λάρνακας και Πάφου, το Λιμάνι Λεμεσού και το προωθούμενο έργο στο Λιμάνι και Μαρίνα Λάρνακας.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι η Κύπρος βρίσκεται σε σεισμογενή περιοχή και το γεγονός ότι σε ολόκληρη την Κύπρο υπάρχουν κτίρια και τεχνικά έργα/ άλλες κατασκευές ασυντήρητα ή/και ακατάλληλες προς χρήση, ποια είναι η άποψη σας αναφορικά με το Πιστοποιητικό Τακτικής Επιθεώρησης Κτιρίων ως προληπτικό μέτρο αποφυγής καταστροφικών συμβάντων, των οποίων οι συνέπειες περιλαμβάνουν, πέραν από τις οικονομικές ζημιές και την απώλεια ανθρώπινων ζωών;

Το Υπουργείο Μεταφορών Επικοινωνιών και Έργων έχει τοποθετηθεί θετικά στην ανάγκη θεσμοθέτησης ενός Πιστοποιητικού Τακτικής Επιθεώρησης των κτιρίων, θέμα το οποίο χειρίζεται το Υπουργείο Εσωτερικών μέσω εισηγήσεων που συζητούνται για τροποποίηση του Νόμου περί Οδών και Οικοδομών.

Το θέμα είναι ιδιαίτερα πολύπλοκο και άπτεται νομικών δικαιωμάτων και υποχρεώσεων των ιδιοκτητών των κτιρίων όσον αφορά τις ιδιωτικές οικοδομές (δημόσιας χρήσης) και θα πρέπει να ληφθεί υπόψη το κόστος έκδοσης ενός τέτοιου πιστοποιητικού, το περιεχόμενο, η συχνότητα έκδοσης του, το πεδίο εφαρμογής του (για ποιες οικοδομές θα υπάρχει υποχρέωση έκδοσής του), ποιες υποχρεώσεις θα δημιουργεί για τους ιδιοκτήτες των οικοδομών και ειδικά το κόστος υλοποίησης τυχόν υποχρεώσεων που θα δημιουργεί.

Όσον αφορά τις οικοδομές που ανήκουν στο Δημόσιο, την τοπική αυτοδιοίκηση και ημικρατικούς οργανισμούς, για αυτές τις οικοδομές ευθύνη έχουν οι οργανισμοί και τα Τμήματα του Δημοσίου στα οποία υπάγονται. Αυτές οι οικοδομές σε γενικές γραμμές επιθεωρούνται και συντηρούνται τακτικά, ενώ οικοδομές των οποίων η συντήρηση κρίνεται ασύμφορη, κατεδαφίζονται και αντικαθίστανται.

Δεν θα πρέπει να συγχέεται το Πιστοποιητικό Επιθεώρησης των κτιρίων με το θέμα της επάρκειας των οικοδομών σε σεισμό, αφού για τις οικοδομές που κτίστηκαν σε περιόδους που δεν υπήρχε υποχρέωση εφαρμογής κάποιου αντισεισμικού κανονισμού, δεν υπάρχει νομική υποχρέωση για αντισεισμική

αναβάθμιση τους όταν δεν υπάρχει αίτηση για προσθήκη ορόφων σε αυτές.

Όσον αφορά την τοποθέτηση στην ερώτησης σας ότι, υπάρχουν στην Κύπρο Τεχνικά Έργα ή κτίρια ασυντήρητα και ακατάλληλα προς χρήση, θα ήθελα να ενημερώσω ότι η πολιτική που εφαρμόζει το Υπουργείο Μεταφορών και ειδικά το Τμήμα Δημοσίων Έργων, το οποίο έχει την ευθύνη για την επιθεώρηση και συντήρηση μεγάλου μέρους των οδικών υποδομών και μεγάλου μέρους των οικοδομών που είναι ιδιοκτησία της κεντρικής δημόσιας διοίκησης, είναι ότι ακατάλληλα κτίρια και υποδομές δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται.

Τα ακατάλληλα κτίρια (ακατάλληλα όσον αφορά το θέμα της δομοστατικής τους ασφάλειας) θα πρέπει να εκκενώνονται και οι υπηρεσίες που λειτουργούν εντός τους να μετακινούνται σε άλλα κτήρια τα οποία θεωρούνται ασφαλή. Όσον αφορά το οδικό δίκτυο, η δομοστατική ασφάλεια αφορά την επάρκεια των γεφυρών κυρίως. Γέφυρες που κρίνονται ανεπαρκείς είτε κατεδαφίζονται και αντικαθίστανται, είτε αναβαθμίζονται (αναβαθμίσεις έχουν γίνει και για αύξηση της σεισμικής επάρκειας παλαιών γεφυρών που δεν είχαν πρόβλημα στατικής επάρκειας, όπως αυτές του αυτοκινητόδρομου Λεμεσού – Λευκωσίας που είχαν μικρότερη αντισεισμική ικανότητα) ή τοποθετείται όριο βάρους μικρότερο από το νομικά επιτρεπόμενο, προσωρινά μέχρι την αναβάθμιση/επιδιόρθωση τους ή μόνιμα αναλόγως της θέσης και του είδους τους (π.χ. σε παλιά πέτρινα γεφύρια).

Καταληκτικά, δεν υποστηρίζω ότι όσον αφορά τις υποδομές υπό την ευθύνη του ΥΜΕΕ όλα είναι τέλεια. Γίνεται ωστόσο μεγάλη προσπάθεια από το προσωπικό των Τμημάτων του Υπουργείου, ώστε να διασφαλίζεται ένα ελάχιστο επίπεδο παρακολούθησης και αντιμετώπισης των προβλημάτων δομοστατικής ασφάλειας. Προς τον σκοπό αυτό πολλές εργασίες ανατίθενται και σε Μηχανικούς του ιδιωτικού τομέα, αλλά αυτό απαιτεί παρακολούθηση και από προσωπικό του δημοσίου.

Συναφές με το θέμα της συντήρησης κτιρίων είναι και το θέμα της ενεργειακής αναβάθμισης κτιρίων των οποίων οι φέροντες οργανισμοί η/και άλλα δομικά στοιχεία χρήζουν συντήρησης η /και ενίσχυσης, της φέρουσας ικανότητας τους. Με βάση τα ισχύοντα σχέδια δεν περιλαμβάνεται στις επιχορηγήσεις που δίνονται για την ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων έλεγχος η /και αναβάθμιση της φέρουσας ικανότητας των κτιρίων αυτών. Ως αποτέλεσμα επιχορηγείται η αναβάθμιση κτιρίων τα οποία πιθανόν να παρουσιάζουν προβλήματα αντοχής σε σύντομο χρονικό διάστημα. Ποια είναι η θέση σας η/και οι ενέργειες του υπουργείου στο θέμα αυτό;

Για την περίοδο 2014-2020, υπάρχει Προϋπολογισμός 20 εκατομμυρίων για την Ενεργειακή Αναβάθμιση των κτιρίων του Δημόσιου Τομέα, για τα οποία το Τμήμα Δημοσίων Έργων αποτελεί το Φορέα Υλοποίησης.

Σημειώνεται ότι σε ένα έτος υπάρχει η δυνατότητα να γίνουν ενεργειακές αναβαθμίσεις πέραν του 3%, και το πλεόνασμα να μεταφέρεται στα τρία προηγούμενα ή τρία επόμενα έτη.

Το Τμήμα ΗΜΥ έχει εκδώσει Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης για τα πλείστα Δημόσια Κτίρια. Σύμφωνα με τα Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης κατατάσσονται τα Κτίρια σε Ενεργειακές Κατηγορίες (πόσο ενεργοβόρα είναι).

Σύμφωνα με αυτή την κατάταξη και τις συστάσεις του εξειδικευμένου Εμπειρογνώμονα το Τμήμα Δημοσίων Έργων προχωρεί σε Ενεργειακές Αναβαθμίσεις.

Η Ομάδα Εργασίας έχει καταγράψει τα Κριτήρια Επιλογής των Κτιρίων, και έχει γίνει η επιλογή των Κτιρίων και η ένταξη τους στα πλαίσια των Διαρθρωτικών Ταμείων 2014-2020.

Συνοπτικά τα Κριτήρια Επιλογής είναι τα ακόλουθα:

i. Υλοποίηση Έργων. Στόχος των αναβαθμίσεων είναι η υλοποίηση επιδεικτικών ενεργειακών έργων & δράσεων σε κτίρια και εγκαταστάσεις δημοσίου τομέα. Το προτεινόμενο Στρατηγικό Έργο στα πλαίσια των Διαρθρωτικών Ταμείων 2014-2020, προσπαθεί μέσα από μια συνεκτική και στοχευμένη ολιστική μεθοδολογία να συμβάλει στην προώθηση δράσεων ΕΞΕ, στην ενθάρρυνση της χρήσης των ΑΠΕ, με βασικό κριτήριο το κοινό συμφέρον και τον πολλαπλασιασμό των αποτελεσμάτων σε όλα τα Κτίρια γενικότερα πέραν των Δημοσίων.

ii. Ενεργειακή Ταυτότητα των Κτηρίων (προτεραιότητα θα έχουν τα πιο ενεργοβόρα κτίρια. Ενεργοβόρα θεωρούνται τα κτίρια που ανήκουν στην ενεργειακή κατηγορία Δ (συμπεριλαμβανομένης) ή χαμηλότερης.

iii. Τετραγωνικά Μέτρα (ωφέλιμο εμβαδό) των Κτηρίων. Προτεραιότητα θα έχουν τα Κτίρια άνω των 1000 τ.μ.

iv. Διαθεσιμότητα των χρηστών. Ο Φορέας Υλοποίησης θα αποστέλλει εκ των προτέρων στους Ιδιοκτήτες / χρήστες των Κτηρίων επιστολή με την οποία θα ζητείται συνολική ή τμηματική μετακίνηση των χρηστών καθώς και η έγκρισή τους για τη διαμόρφωση εργοταξίου στο Κτήριο τους.

v. Στατική Επάρκεια των κτιρίων. Προτεραιότητα θα έχουν τα κτίρια που έχουν ανεγερθεί από το 2000, μέχρι το 2008. Τα Κτίρια αυτά δεν παρουσιάζουν οποιαδήποτε προβλήματα, έχουν εφαρμοστεί οι ευρωκώδικες και δεν απαιτείται δομοστατική ενίσχυση ή εκτεταμένη συντήρησή τους.

Για τα Δημόσια Κτήρια τα οποία έχουν ανεγερθεί από το 1993 μέχρι το 2000, θα απαιτηθούν εκτενείς έλεγχοι και μελέτες αποτίμησης της στατικής επάρκειας και ενίσχυσης αυτής πριν οποιαδήποτε μελέτη ενεργειακής αναβάθμισής τους. Για τα Κτίρια πριν από το 1993, θα απαιτηθούν μελέτες ενίσχυσης και αντισεισμικής αναβάθμισής τους και δε θα συμπεριληφθούν στα πλαίσια των Διαρθρωτικών Ταμείων 2014-2020.

Το Τμήμα Δημοσίων Έργων θα προωθήσει τα Έργα με τη μέθοδο Μελέτη - Κατασκευή - Συντήρηση. Ήδη έχουν ετοιμαστεί τα Έγγραφα Διαγωνισμού για την Ενεργειακή Αναβάθμιση των Κυβερνητικών Γραφείων Πάφου και των Κεντρικών Γραφείων του Τμήματος Δημοσίων Έργων και αναμένεται να γίνει εντός του 2018 η προκήρυξη των πιο πάνω Διαγωνισμών.

Περαιτέρω σας ενημερώνω ότι όσον αφορά τα νέα Κυβερνητικά Κτίρια που θα προωθηθούν από 1/1/2019 θα είναι Μηδενικής Κατανάλωσης, σύμφωνα με το άρθρο 5Α του περί Ρύθμισης της Ενεργειακής Απόδοσης των Κτηρίων Νόμου Ν. 142(Ι)2006. ■

Ανάπλαση του Εμπορικού Τριγώνου Μακαρίου - Στασικράτους - Ευαγόρου

Παρουσίαση Έργου από τη **Μαρίνα Τύμβιου**, Αρχιτέκτονα Δήμου Λευκωσίας

Η περιοχή του Έργου βρίσκεται στον πυρήνα του Αστικού Εμπορικού Κέντρου της σύγχρονης πόλης της Λευκωσίας και καλύπτει τη Λεωφόρο Μακαρίου Γ' (τμήμα), την Οδό Αναστασίου Λεβέντη και Στασικράτους, τη Λεωφόρο Ευαγόρου και παρόδους των Οδών αυτών.

Στο παρελθόν η περιοχή αυτή υπήρξε επίκεντρο της εμπορικής δραστηριότητας της ευρύτερης περιφέρειας της Λευκωσίας και έχει τη δυνατότητα να συγκεντρώνει μια εντυπωσιακή συλλογή μέσης μέχρι και ψηλής αξίας εμπορικών επιχειρήσεων, ειδών λιανικού εμπορίου, γραφείων και κέντρων εστίασης, που αποτελούν μέρος ενός ευρύτερου κέντρου εμπορικής και γραφειακής ανάπτυξης.

Για πολλά χρόνια αποτελούσε την καρδιά του εμπορικού κέντρου της πόλης και το πιο ζωντανό κομμάτι της. Ωστόσο λανθασμένες αποφάσεις για συνεχόμενη εξάπλωση της πόλης προς την περιφέρεια και η συνεπακόλουθη αύξηση επενδύσεων στην ανάπτυξη τεμαχίων γης και σύνθετων εμπορικών κέντρων στις περιοχές εκτός του κέντρου, σε συνδυασμό με την πρόσφατη οικονομική κρίση, είχαν σαν αποτέλεσμα τον αλυσιδωτό τερματισμό της λειτουργίας επιχειρήσεων και καταστημάτων και τη βαθμιαία υποβάθμιση της περιοχής.

Σοβαρές ελλείψεις παρουσιάζονται όσον αφορά την απρόσκοπτη προσβασιμότητα για όλους και σειρά θεμάτων όπως, **(α)** δυνατότητα εύκολης και συχνής πρόσβασης με Μέσα Μαζικής Συγκοινωνίας, **(β)** κατάλληλο οδικό εξοπλισμό, **(γ)** οργανωμένους χώρους πρασίνου, σκιασμένων χώρων, χώρων για υπαίθριες εκδηλώσεις - δραστηριότητες/στάση/ξεκούραση, **(δ)** διευκολύνσεις και πρόσβαση σε ικανοποιητική πληροφόρηση, **(ε)** διευκολύνσεις στη διακίνηση εμποδιζόμενων ατόμων.

Παρατηρούνται επίσης, προβλήματα σε βασικές υποδομές, άδεια παραμελημένα οικόπεδα, παραμελημένο ή και καθόλου πράσινο, χαμηλά επίπεδα ασφάλειας για πεζούς, ποδηλάτες, αποκλεισμός των εμποδιζόμενων ατόμων, κυκλοφοριακή συμφόρηση, αυξημένες ανάγκες για χώρους στάθμευσης, που οδηγούν σε αποθάρρυνση της περαιτέρω ανάπτυξης, χαμηλή πυκνότητα και ασυνέχεια του αστικού ιστού.

Γενικά, η περιοχή παρουσιάζει εικόνα αισθητικής και λειτουργικής υποβάθμισης, το αστικό περιβάλλον είναι αφιλόξενο και δεν ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις μιας σύγχρονης Ευρωπαϊκής πρωτεύουσας.

Όλοι οι πιο πάνω παράγοντες επηρεάζουν δυσμενώς την εμπορική δραστηριότητα και την οικονομία της περιοχής, προκαλούν συνεχόμενη μείωση στις ανέσεις και στις ευκαιρίες απασχόλησης, αυξάνοντας περαιτέρω τις φυγόκεντρες δυνάμεις πληθυσμού, επιχειρήσεων και καταναλωτών από το κέντρο της πόλης.

Ο Δήμος αξιολογώντας την πιο πάνω κατάσταση έθεσε σε ύψιστη προτεραιότητα την αναβάθμιση και την εφαρμογή των αρχών της βιώσιμης κινητικότητας για την περιοχή. Ο Δήμος προγραμμάτισε και σχεδίασε το έργο της Ανάπλασης του Εμπορικού Τριγώνου, διασφαλίζοντας τα απαραίτητα κονδύλια για την υλοποίηση του Έργου. Το Έργο, βασίζεται από τη μια στις προτάσεις του «Ολοκληρωμένου Σχεδίου Κινητικότητας για τη Λευκωσία» (ΟΣΚΛ) και από την άλλη στο «Σχέδιο Περιοχής Κεντρικής Λευκωσίας» (ΣΠΚΛ).

Στα πλαίσια του «Ολοκληρωμένου Σχεδίου Κινητικότητας για τη Λευκωσία» (ΟΣΚΛ), το οποίο ολοκληρώθηκε τον Αύγουστο του 2010 από ιδιώτες Συμβούλους και πληρώθηκε από το Υπουργείο Μεταφορών Επικοινωνιών και Έργων, διαπιστώθηκε ότι το έντονο κυκλοφοριακό πρόβλημα που αντιμετωπίζει η Λευκωσία οφείλεται στο γεγονός ότι για πολλά χρόνια η πολιτική του κράτους για τις αστικές μετακινήσεις είχε επικεντρωθεί μονόπλευρα στο ιδιωτικό αυτοκίνητο, γεγονός που οδήγησε στο χαμηλό μερίδιο διακινήσεων του πληθυσμού με τα Μέσα Μαζικής Συγκοινωνίας (3%), ή με μέσα φιλικά στο περιβάλλον, όπως ποδήλατα κ.λ.π. Επίσης αναφέρεται ότι η συνεχόμενη αύξηση των κυκλοφοριακών προβλημάτων έχει σοβαρό αντίκτυπο στο αστικό περιβάλλον (ατμοσφαιρική ρύπανση, ηχορύπανση κ.λ.π.), στην οδική ασφάλεια και στην ποιότητα ζωής, με αποτέλεσμα η πόλη να γίνεται λιγότερο ελκυστική για τις επιχειρήσεις, τους καταναλωτές και τους κατοίκους της.

Ως εκ τούτου το ΟΣΚΛ είχε σκοπό την επίτευξη ***Αειφόρου Κινητικότητας*** με τη χρήση των δημόσιων συγκοινωνιών, του ποδηλάτου και της διακίνησης με τα πόδια, ως τις καταλληλότερες μορφές μεταφορών για το αστικό περιβάλλον μέσω των ακόλουθων μέτρων:

Ευρωπαϊκή Ένωση
Ταμείο Συνοχής

Κυπριακή Δημοκρατία

Διαρθρωτικά Ταμεία
της Ευρωπαϊκής Ένωσης
στην Κύπρο

Δήμος Λευκωσίας

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ταμείο Συνοχής της Ε.Ε., τον Κρατικό Προϋπολογισμό
και το Δήμο Λευκωσίας, Άξονας Βιώσιμων Μεταφορών, στα πλαίσια της Προγραμματικής Περιόδου 2014-2020

- Ανάπτυξη δικτύου δημόσιων συγκοινωνιών με εξαιρετικά ποιοτικές υπηρεσίες
- Συνθήκες ασφαλούς ποδηλασίας, ώστε αυτή να αποτελέσει πραγματική εναλλακτική λύση για μετακινήσεις μικρών και μεσαίων αποστάσεων
- Δημιουργία μιας Λευκωσίας φιλικής για τους πεζούς
- Εξισορρόπηση της κατανομής της οδικής επιφάνειας. Να δοθεί δηλαδή χώρος για το αυτοκίνητο, όπου είναι απαραίτητο, αλλά συγχρόνως να εξασφαλιστεί χώρος για τις κατάλληλες υποδομές άλλων μορφών κυκλοφορίας με την ανακατανομή του υπάρχοντος χώρου υπέρ των αειφόρων μορφών μεταφορών, όπου αυτό χρειάζεται.

Σύμφωνα με το ΟΣΚΛ, ο άξονας της Λεωφόρου Μακαρίου Γ' και Αναστασίου Λεβέντη, προτείνεται σαν ο ***κύριος διάδρομος διέλευσης των Μέσων Μαζικής Συγκοινωνίας*** και μεταφοράς πληθυσμού από τα προάστια προς το κέντρο της πόλης. Σε πρώτη φάση στον άξονα αυτό θα διακινούνται τα Λεωφορεία σε αποκλειστικές λωρίδες διακίνησης, ενώ στο μέλλον θα αποτελέσει το διάδρομο διέλευσης του Τραμ, αυξάνοντας τις δυνατότητες μεταφοράς πληθυσμού. Ως εκ τούτου σημειώνεται ότι στα πλαίσια του Έργου λαμβάνονται πρόνοιες και για τη μελλοντική εγκατάσταση του Τραμ.

Το «Σχέδιο Περιοχής Κεντρικής Λευκωσίας» (ΣΠΚΛ), σαν το νομικό έγγραφο που αποτελεί το κατ' εξοχήν ***Σχέδιο Ανάπτυξης*** του Κέντρου της Λευκωσίας, εκπονήθηκε από ιδιώτες Συμβούλους του Δήμου Λευκωσίας και εγκρίθηκε από το Πολεοδομικό Συμβούλιο τον Απρίλιο του 2016. Υιοθετώντας τις διαπιστώσεις και εισηγήσεις του ΟΣΚΛ, προκρίνει ότι ο Πυρήνας της Εμπορικής Περιοχής θα πρέπει να λειτουργεί ως το επίκεντρο υπηρεσιών μεγάλης σημασίας της πρωτεύουσας και κατ' επέκταση ολόκληρης της Κύπρου, μέσω της ενίσχυσης της πυκνότητας και της συσπείρωσης πολλών και ποικίλων δραστηριοτήτων, της ενίσχυσης των υποδομών για διευκόλυνση της λειτουργίας των μέσων δημόσιας διακίνησης και ψηλής ποιότητας αστικού σχεδιασμού των δημόσιων χώρων.

Στο πλαίσιο αυτό το ΣΠΚΛ προτείνει το έργο της ανάπλασης του «Εμπορικού Τριγώνου Μακαρίου Στασικράτους Ευαγόρου», σαν ***Έργο Αναμόρφωσης,*** το οποίο θα λειτουργήσει σαν μαγνήτης ανάπτυξης της ευρύτερης περιοχής του Κέντρου της Λευκωσίας.

Στις πιο πάνω αρχές και φιλοσοφία βασίζονται και τα υπόλοιπα έργα που προωθούνται από το Δήμο Λευκωσίας για συγχρηματοδότηση από την Ευρωπαϊκή Ένωση, το κράτος και το Δήμο, στα πλαίσια της Προγραμματικής Περιόδου 2014-2020. Έργα που έχοντας τους ίδιους στόχους, συνεργούν συμπληρώνουν και ενισχύουν το ένα το άλλο, μεγιστοποιώντας τα οφέλη για το Κέντρο της Λευκωσίας, όπως η «Μονοδρόμηση Μακαρίου Καλλιπόλεως», η «Σύνδεση με ποδηλατοδιαδρομές των Πανεπιστημίων της Λευκωσίας με το κέντρο της πόλης», τα «Μικρά λεωφορεία Λευκωσίας-διακίνηση στο κέντρο της πόλης», η «Ανάπλαση της Πλατείας Ελευθερίας και του Περιβάλλοντα Χώρου», ο «Υπόγειος χώρος στάθμευσης στη Λεωφόρο Ομήρου», η «Ανάπλαση του Εξωτερικού Τόξου Τάφρου» κ.λ.π. Συνέργεια παρατηρείται και με άλλα είτε ολοκληρωμένα είτε προτεινόμενα έργα του Δήμου, όπως ο «Σταθμός Μετεπιβίβασης στη Πλατεία Σολωμού», η «Ανάπλαση του χώρου του παλιού ΓΣΠ», η προώθηση του Τραμ της Λευκωσίας κ.λ.π.

Οι εργασίες, στα πλαίσια του Έργου «Ανάπλαση του εμπορικού τριγώνου Μακαρίου - Στασικράτους - Ευαγόρου», αποσκοπούν στη συνολική αναδιαμόρφωση του υπαίθριου χώρου μεταξύ των προσόψεων των κτιρίων, που αποτελείται από το δημόσιο δρόμο και τα δημόσια και τα ιδιωτικά πεζοδρόμια. Το Έργο θα υλοποιηθεί σε τρείς κατασκευαστικές Φάσεις Α, Β και Γ.

Πλατεία στη συμβολή Πριγκιπίσσης Ντε Τύρας & Θεοφάνους Θεοδότου

Η **Φάση Α** περιλαμβάνει τις Οδούς Στασικράτους, Μνασιάδου (τμήμα), Πριγκιπίσσης Ντε Τύρας και Θεοφάνους Θεοδότου. Όσον αφορά τη Φάση αυτή, έχουν ξεκινήσει οι κατασκευαστικές εργασίες τον Σεπτέμβριο 2018 και αναμένεται να ολοκληρωθούν τον Ιανουάριο 2020.

Σύμφωνα με τη νέα κυκλοφοριακή διαρρύθμιση, εκτός από τμήμα της Οδού Μνασιάδου, όπου διέρχεται μόνο το μικρό λεωφορείο και τμήμα της Θεοφάνους Θεοδότου, που μετατρέπεται σε αδιέξοδο με κυκλοφορία διπλής κατεύθυνσης, οι υπόλοιποι δρόμοι διατηρούνται σαν μονόδρομοι με την ίδια κατεύθυνση που έχουν σήμερα.

Η **Φάση Β**, περιλαμβάνει τη Λεωφόρο Μακαρίου Γ' από τη συμβολή της με τις Λεωφόρους Διγενή Ακρίτα και Σπύρου Κυπριανού μέχρι τη συμβολή της με τη Λεωφόρο Ευαγόρου, τις Οδούς Αναστασίου Λεβέντη και Αρνάλδας, τμήματα των Οδών Στασάνδρου, και Αφροδίτης, καθώς και τις Οδούς Αγίας Ελένης, Γρηγορίου Ξενοπούλου, Μπουμπουλίνας, Ήρας και Άννης Κομνηνής, μέχρι τη συμβολή τους με την Οδό Στασάνδρου. Όσον αφορά τη Φάση Β έχουν υποβληθεί οι προσφορές και βρίσκεται στη διαδικασία αξιολόγησης. Σύμφωνα με τη νέα κυκλοφοριακή διαρρύθμιση, θα ισχύουν τα ακόλουθα:

Στη Λεωφόρο Μακαρίου και στην Οδό Αναστασίου Λεβέντη, δημιουργούνται δύο λεωφορειολωρίδες για διακίνηση και στις δύο κατευθύνσεις. Στις λεωφορειολωρίδες θα επιτρέπεται η διακίνηση οχημάτων έκτακτης ανάγκης, όπως πυροσβεστικά οχήματα, ασθενοφόρα, σκυβαλοφόρα, οχημάτων τροφοδοσίας σε καθορισμένο ωράριο εκτός ωρών αιχμής και οχημάτων δικαιούχων, δηλ. όσων διαθέτουν νόμιμους χώρους στάθμευσης στα ιδιωτικά τεμάχια.

Στη συμβολή της Μακαρίου με την Οδό Αφροδίτης και αντίστοιχα με τη Μνασιάδου θα επιτρέπεται η διέλευση μόνο των δημοτικών (μικρών) λεωφορείων του Δήμου Λευκωσίας, τα οποία θα εκτελούν δρομολόγια συνδέοντας την εντός των τειχών πόλη με το εμπορικό κέντρο. Τα ιδιωτικά οχήματα που έρχονται από την Στασάνδρου θα στρίβουν από την Οδό Αφροδίτης με κατεύθυνση προς τη Λεωφόρο Στασίνου.

Στον άξονα Μακαρίου-Α. Λεβέντη, στα πλαίσια του έργου, θα ληφθεί πρόνοια για την μελλοντική εγκατάσταση και λειτουργία τραμ, με την αφαίρεση όλων των υφιστάμενων υπόγειων εγκαταστάσεων από το διάδρομο διακίνησης του τραμ και την επανεγκατάσταση τους σε άλλο χώρο.

Η **Φάση Γ**, η οποία περιλαμβάνει τη Λεωφόρο Ευαγόρου βρίσκεται στο στάδιο της Μελέτης Εφαρμογής. Σύμφωνα με τη νέα κυκλοφοριακή διαρρύθμιση παραμένει μονόδρομος.

Γενικά και στις τρείς Φάσεις θα εκτελεστούν οι εξής επεμβάσεις:

1. Κατασκευή νέου οδοστρώματος και πεζοδρομίων καταργώντας τις υφιστάμενες υψομετρικές διαφορές, σύμφωνα με τις αρχές του καθολικού σχεδιασμού (shared space) με πλήρη συμμόρφωση προς τις προδιαγραφές για ΑμεΑ. Στη Λεωφόρο Ευαγόρου διατηρείται μικρή υψομετρική διαφορά μεταξύ δρόμου και πεζοδρομίων. Τοποθετείται ενιαίο υλικό επίστρωσης στο δημόσιο και στο ιδιωτικό πεζοδρόμιο, έτσι ώστε να ενοποιηθούν οπτικά αισθητικά και λειτουργικά. Στο οδόστρωμα της Φάσης Α θα τοποθετηθεί υλικό ίδιο με αυτό των πεζοδρομίων, ενώ στο οδόστρωμα των Φάσεων Β & Γ θα κατασκευαστεί νέος άσφαλτος. Με την πρόταση των νέων υψομέτρων καταργούνται επίσης οι υψομετρικές διαφορές μεταξύ εξωτερικού και εσωτερικού δαπέδου των εισόδων των υποστατικών και η πλειοψηφία των καταστημάτων/εισόδων κτιρίων καθίστανται προσβάσιμες σε εμποδιζόμενα άτομα.

Νέα Διαμόρφωση Λεωφόρου Μακαρίου Γ'

Εκεί όπου η κατάργηση της υψομετρικής διαφοράς δεν είναι κατορθωτή, θα κατασκευαστούν ράμπες με τις σωστές προδιαγραφές.

2. Τα πεζοδρόμια τακτοποιούνται σε ζώνες, δηλαδή την ζώνη φύτευσης/εξοπλισμού, όπου συγκεντρώνονται όλα τα πιθανά εμπόδια και εξοπλισμός, όπως δέντρα, ανθώνες, καθιστικά, κολώνες οδικού φωτισμού, πινακίδες σήμανσης, απαγορευτικοί πάσσαλοι, ποδηλατοστάσια, κάλαθοι κ.λ.π. και τη ζώνη ελεύθερης όδευσης των πεζών, η οποία διατηρείται καθαρή από οποιαδήποτε εμπόδια και στην οποία θα κατασκευαστεί συνεχόμενος οδηγός όδευσης τυφλών.

3. Εφαρμογή μέτρων κυκλοφοριακής ύφεσης, όπως μείωση του πλάτους του οδοστρώματος, διαπλάτυνση των πεζοδρομίων, μείωση των γωνιών στροφών, μείωση του ορίου ταχύτητας από τα 50km στα 20km (εκτός από τη Λεωφόρο Ευαγόρου) κ.λ.π. Σε όλους τους δρόμους ενθαρρύνεται η διακίνηση των ποδηλάτων είτε στον ίδιο χώρο με το αυτοκίνητο, είτε σε ποδηλατόδρομο.

4. Υπογειοποίηση όλων των υπηρεσιών κοινής ωφελείας (ΑΗΚ, ΣΥΛ, ΣΑΛ, ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ, κ.λ.π.) και αναβάθμιση του συστήματος ομβρίων υδάτων, νέο δίκτυο οπτικών ινών του Δήμου Λευκωσίας και νέο σύστημα άρδευσης. Σημειώνεται ότι στη Λεωφόρο Μακαρίου θα κατασκευαστεί νέο δίκτυο ΣΑΛ. Θα εγκατασταθεί νέος οδικός φωτισμός ψηλής απόδοσης για εξοικονόμηση ενέργειας και βελτίωση των επιπέδων φωτισμού σύμφωνα με τα Ευρωπαϊκά πρότυπα, σύστημα ήχου, παροχή διευκολύνσεων για εκδηλώσεις, σύστημα καμερών και σύστημα για παροχή WiFi.

5. Εφαρμογή αρχών βιοκλιματικού σχεδιασμού και αειφόρας ανάπτυξης με φύτευση νέων δενδροστοιχιών, ενίσχυση του πρασίνου και τοπιοτέχνηση, έτσι ώστε να αυξηθούν οι σκιασμένες και ψυχρές επιφάνειες και χρησιμοποίηση του υγρού στοιχείου (σιντριβάνια) για δροσισμό, κ.λ.π.

6. Δημιουργία μικρών πλατειών με σκίαση, τοπιοτέχνηση, στοιχεία νερού και καθιστικά για στάση - ξεκούραση του κοινού και παροχή διευκολύνσεων για υπαίθριες εκδηλώσεις.

7. Εγκατάσταση ψηλής ποιότητας οδικού εξοπλισμού, όπως παγκάκια, καλάθους αχρήστων, ποδηλατοστάσια, απαγορευτικούς πασσάλους, infokiosks, ηλεκτρονικές πινακίδες πληροφόρησης και συσκευές «smart city», νέες σύγχρονες στάσεις λεωφορείων, τηλεφωνικούς θαλάμους, κ.λ.π.

8. Πρόνοιες για εγκατάσταση υπόγειου συστήματος κάδων συγκομιδής σκυβάλων και ανακυκλώσιμων υλικών.

9. Δημιουργία τριών διπλών θέσεων φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων.

Το Έργο αναμένεται να συμβάλει:

(α) στη διευκόλυνση της διακίνησης των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς (ΜΜΜ) και στην αύξηση του επιβατικού κοινού, δηλ. στην προσέλκυση νέων χρηστών των ΜΜΜ, με αποτέλεσμα τη μείωση της χρήσης του ιδιωτικού αυτοκινήτου.

(β) στην αύξηση της ελκυστικότητας και στη βελτίωση της προσβασιμότητας του αστικού κέντρου με περιβαλλοντικά φιλικά μέσα, εξυπηρετώντας όλες τις ομάδες πληθυσμού, (εργαζόμενους, κατοίκους, επισκέπτες, εμποδιζόμενα άτομα όλων των ομάδων), που θέλουν να προσεγγίσουν την περιοχή.

(γ) στην αύξηση του επιπέδου ασφάλειας όλων όσων διακινούνται στην περιοχή (οδηγών, ποδηλατιστών, πεζών, επιβατών λεωφορείων, εμποδιζόμενων ατόμων κ.λ.π.)

(δ) στη βελτίωση του περιβάλλοντος, όπως μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου/ατμοσφαιρικών ρύπων, μείωση των επιπέδων θορύβου, αύξηση της άνεσης μέσω δενδροφύτευσης, σκίασης - δροσισμού.

(ε) στην αναβάθμιση των προσφερόμενων υπηρεσιών (πληροφόρησης & επικοινωνίας - WiFi - Smart City, δυνατότητας υπαίθριων δραστηριοτήτων, παροχής χώρων στάσης-ξεκούρασης).

(στ) αθροιστικά στην αισθητική και λειτουργική αναβάθμιση της περιοχής και στην προσέλκυση κοινωνικά δραστήριων ομάδων για εμπορικές, πολιτιστικές και ψυχαγωγικές δραστηριότητες και νέες επενδύσεις ανάπτυξης.

(ζ) στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων, εργαζομένων και επισκεπτών του κέντρου της Λευκωσίας και στην προσέλκυση νέων κατοίκων & επιχειρήσεων.

Το Έργο, το συνολικό κόστος του οποίου υπολογίζεται στα 28,8 εκ. Ευρώ, συγχρηματοδοτείται από το Ταμείο Συνοχής της Ε.Ε., τον Κρατικό Προϋπολογισμό και το Δήμο Λευκωσίας, Άξονας Βιώσιμων Μεταφορών στα πλαίσια της Προγραμματικής Περιόδου 2014 - 2020. ■

Πλατεία στη συμβολή Μακαρίου & Στασάνδρου - Αφροδίτης

Πλάκες με προένταση μετά τη σκλήρυνση σκυροδέματος

Το προεντεταμένο σκυρόδεμα αποτελεί αειφόρο υλικό σύμφωνα με την πιστοποίηση LEED των Η.Π.Α., συμπεριλαμβάνεται στα πιο ανθεκτικά δομικά υλικά, προσφέρει ταχύτητα κατασκευής και μειώνει σημαντικά το βάρος των θεμελιώσεων.

*Αναδημοσίευση από το Περιοδικό **"Κτίριο"**,* Παρουσίαση: **Δρ. Φωτεινή Γ. Πρεφτίτση**, Πολιτικός Μηχανικός

Η τεχνική της προέντασης στηρίζεται στην αρχή εισαγωγής στο σκυρόδεμα θλιπτικών τάσεων, η ύπαρξη των οποίων βελτιώνει την καμπτική συμπεριφορά του σκυροδέματος υπό την επιβολή φορτίων και μειώνει σημαντικά τα αναπτυσσόμενα βέλη κάμψης. Υπάρχουν δύο τρόποι επιβολής της αρχικής θλιπτικής έντασης στο σκυρόδεμα, η τάνυση σε προεντεταμένη κλίνη (pre-tensioning), κατά την οποία η επιβολή των θλιπτικών τάσεων γίνεται πριν από τη σκλήρυνση του σκυροδέματος και η μετένταση (post-tensioning), στην οποία η επιβολή των θλιπτικών τάσεων γίνεται μετά τη σκλήρυνση του σκυροδέματος.

Σήμερα η εφαρμογή τεχνικών μετέντασης σε πλάκες σκυροδέματος αποτελεί μία κυρίαρχη επιλογή των μηχανικών σ' όλο τον κόσμο, με βασικές εφαρμογές σε κτίρια γραφείων, χώρους στάθμευσης, εμπορικά κέντρα, νοσοκομεία αλλά και κτίρια διαμερισμάτων. Η ταχύτητα της κατασκευής, η καλύτερη εκμετάλλευση των υλικών, η μείωση της σεισμικής μάζας, η επίτευξη μεγαλύτερων ανοιγμάτων με μικρότερου πάχους πλάκες, οι μικρότερου βάρους θεμελιώσεις, ο έλεγχος των ρηγματώσεων και η άριστη υδατοστεγανότητα, η άριστη ποιότητα, η συναρτώμενη μείωση εκπομπής του διοξειδίου του άνθρακα και η σχεδιαστική ελευθερία είναι μερικά από τα πλεονεκτήματα που προσφέρει αυτή η επιλογή.

Τύποι προεντεταμένων πλακών

Χρησιμοποιούνται τρεις κατασκευαστικοί τύποι προεντεταμένων πλακών από σκυρόδεμα: οι συμπαγείς επίπεδες πλάκες, οι πλάκες με πτυχώσεις και οι πλάκες με δοκούς σε διάφορες διαμορφώσεις. Οι συμπαγείς πλάκες είναι ιδανικές για ανοίγματα από 6 έως 13 m, καλύπτοντας τα εύρη ανοιγμάτων, στα οποία εφαρμόζονται και οι συμβατικές πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος, ενώ οι υπόλοιποι τύποι χρησιμοποιούνται για μεγαλύτερα ανοίγματα. Η επιλογή του κατάλληλου συστήματος εξαρτάται από το κόστος, τον τύπο της όψης, τη χρήση του κτιρίου και τη δυνατότητα αλλαγής χρήσης.

- **Συμπαγείς επίπεδες πλάκες**

Είναι ιδανικές για πολυώροφα κτίρια με κάνναβο υποστυλωμάτων ίσων αποστάσεων. Το πάχος της πλάκας καθορίζεται από το μέγιστο επιτρεπόμενο βέλος κάμψης ή την αντοχή σε διάτρηση στη θέση των υποστυλωμάτων.

Η χρήση τέτοιων πλακών με σταθερές διαστάσεις οδηγεί σε μία κατασκευαστική πρακτική, η οποία μέχρι σήμερα είναι η πιο γρήγορη που εφαρμόζεται. Εντούτοις, η κατασκευή δοκών, ακόμη και περιμετρικών, σε τέτοιου είδους πλάκες μειώνει το ρυθμό κατασκευής και θα πρέπει να αποφεύγεται.

Οι επίπεδες συμπαγείς πλάκες είναι ιδανικές στην περίπτωση που τα χωρίσματα θα πρέπει να φτάνουν στο επίπεδο της οροφής, όπως για παράδειγ-

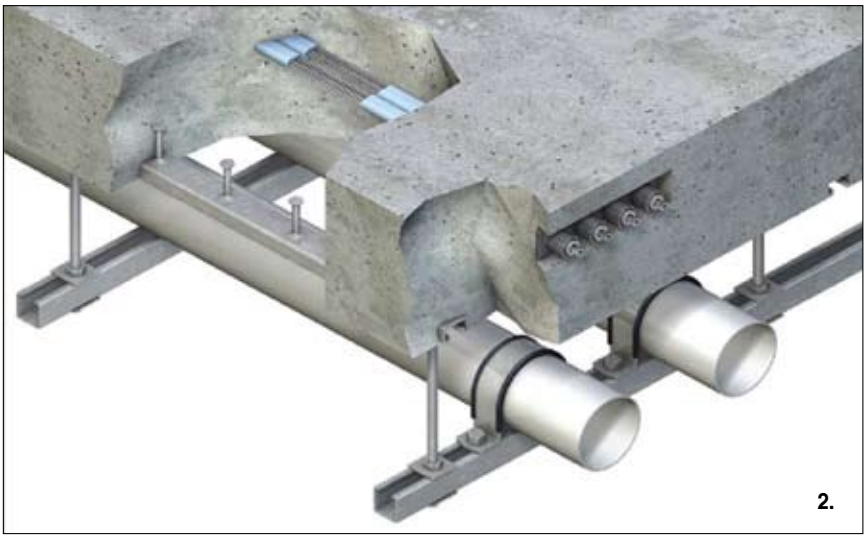
μα για την επίτευξη υψηλού επιπέδου ακουστικής ή πυρασφάλειας. Επίσης τα εσωτερικά χωρίσματα διαμορφώνονται ευκολότερα στο επίπεδο της οροφής, καθώς δεν υπάρχουν πτυχώσεις. Η τελική επιφάνεια αυτών των πλακών είναι άριστη, οπότε μπορεί να παραμένει εμφανής χωρίς κάποια ιδιαίτερη επεξεργασία, ενώ επιταχύνεται και η τοποθέτηση του σχετικού ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.

Η διαμόρφωση οπών γύρω από τα υποστυλώματα μειώνει τη διατμητική αντοχή των πλακών, οπότε θα πρέπει κατά το δυνατό να αποφεύγεται ή να περιορίζεται σε αριθμό και σε μέγεθος. Έτσι, οι οπές θα πρέπει να είναι το πολύ δύο σε αριθμό και να είναι διαμορφωμένες σε απέναντι πλευρές του υποστυλώματος. Μεγαλύτερου μεγέθους οπές μπορούν να διαμορφώνονται σε περιοχές μακριά από τα υποστυλώματα και κυρίως στο μέσο των ανοιγμάτων. Σε κάθε περίπτωση, το μέγεθος όλων των διαμορφωμένων οπών θα πρέπει να καθορίζεται από τα αρχικά στάδια του σχεδιασμού, προκειμένου να λαμβάνονται υπόψη στο στατικό υπολογισμό.

- **Πλάκες με πτυχώσεις**

Οι πλάκες με πτυχώσεις σε μία ή δύο κατευθύνσεις είναι ιδανικές για μεγάλα ανοίγματα, καθώς οι συμπαγείς έχουν σημαντικά μεγαλύτερο «νεκρό φορτίο» επιβαρύνοντας έτσι το κόστος κατασκευής των δομικών στοιχείων στήριξης αλλά και της θεμελίωσης. Οι πλάκες με πτυχώσεις μειώνουν σημαντικά το φαινόμενο των ταλαντώσεων, στοιχείο σημαντικό για την κατασκευή χώρων ειδικής χρήσης, όπως τα νοσοκομεία ή τα διάφορα εργαστήρια.

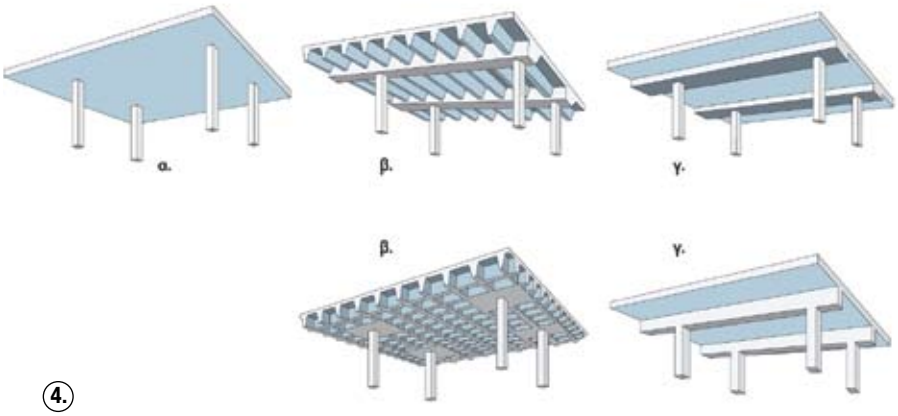
Οι πλάκες με πτυχώσεις σε μία διεύθυνση διαμορφώνονται από δευτερεύουσες δοκίδες ίδιου μεγέθους, σε μικρή απόσταση μεταξύ τους, οι οποίες στηρίζονται στις πρωτεύουσες δοκούς μεγαλύτερου μεγέθους, που δένουν στην κεφαλή των υποστυλωμάτων. Επάνω από αυτή τη διαμόρφωση κατασκευάζεται πλάκα μικρού πάχους, η οποία ολοκληρώνει την κατασκευή.



1. Οι προεντεταμένες πλάκες είναι η κυρίαρχη επιλογή στη γεφυροποιία.
2. Λεπτομέρεια πλάκας με καλώδια προέντασης, στην οποία στηρίζεται ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός.

Οι πλάκες με λεπτές δοκίδες ίδιου μεγέθους και στις δύο διευθύνσεις είναι ιδανικές για την ανάληψη πολύ υψηλών φορτίων και το συνολικό τους πάχος είναι μεγαλύτερο από αυτό των πλακών με δοκίδες σε μία διεύθυνση. Γύρω από τα υποστυλώματα διαμορφώνεται επίπεδη πλάκα με πάχος όσο το συνολικό ύψος των δοκίδων. Το βασικό μειονέκτημα αυτού του τύπου πλακών είναι ότι κατασκευαστικά η επίτευξη της αναγκαίας προέντασης είναι πιο δύσκολη. Συνήθως, οι πλάκες με πτυχώσεις στις δύο διευθύνσεις συνιστώνται, όταν οι διαστάσεις της πλάκας έχουν μικρή διακύμανση, ενώ οι πλάκες με πτυχώσεις σε μία διεύθυνση ενδείκνυνται για επιμήκεις κατόψεις, στις οποίες η διεύθυνση των δοκίδων θα πρέπει να είναι κάθετη στη μεγαλύτερη διάσταση της πλάκας. Σημειώνεται ότι ο ιδανικός λόγος μηκών ανοιγμάτων είναι 4:3.

Ο χρόνος κατασκευής τέτοιων πλακών είναι μεγαλύτερος σε σχέση με αυτόν για τις επίπεδες πλάκες, ενώ για την κατασκευή των εσωτερικών χωρισμάτων, ειδικά όταν επιβάλλονται υψηλά επίπεδα ακουστικής και πυρασφάλειας, χρειάζεται η τοποθέτηση επίπεδων πλακών στη βάση των δοκίδων. Αυτό το γεγονός επιβαρύνει την κατασκευή με «νεκρό φορτίο» και καθιστά την κατασκευαστική διαδικασία χρονοβόρα. Οπές μπορούν να διαμορφωθούν ανάμεσα στις δοκίδες, ενώ, αν χρειάζεται η διαμόρφωση μεγαλύτερου μεγέθους οπών από την απόσταση των δοκίδων,



3. Κατασκευή πολυώροφου κτιρίου με προεντεταμένες πλάκες χωρίς δοκούς.

4. Διάφοροι τύποι προεντεταμένων πλακών.
α. Συμπαγείς επίπεδες, **β.** Με πτυχώσεις σε μία ή δύο διευθύνσεις, **γ.** Με δοκούς.

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΩΝ ΠΛΑΚΩΝ					
ΣΥΜΠΑΓΕΙΣ ΠΛΑΚΕΣ		ΠΛΑΚΕΣ ΜΕ ΠΤΥΧΩΣΕΙΣ		ΠΛΑΚΕΣ ΜΕ ΔΟΚΟΥΣ	
Εφαρμογές	Πλεονεκτήματα	Εφαρμογές	Πλεονεκτήματα	Εφαρμογές	Πλεονεκτήματα
• Χώροι κατοικιών • Εμπορικά καταστήματα • Νοσοκομεία • Εργαστήρια • Ξενοδοχεία • Σχολεία	• Χαμηλό κόστος • Ταχύτητα κατασκευής • Σχεδιαστική ελευθερία • Καλύτερος έλεγχος θορύβου • Διευκόλυνση πυρασφάλειας • Μεγάλη θερμική μάζα • Ανθεκτική τελική επιφάνεια • Στιβαρότητα	• Ειδικοί χώροι, στους οποίους απαιτούνται μειωμένες ταλαντώσεις • Νοσοκομεία • Εργαστήρια	• Σχεδιαστική ελευθερία • Ελαφριά θεμελίωση (κόστος, αειφορία) • Ταχύτητα κατασκευής • Μικρά πάχη πλακών • Μικρές ταλαντώσεις • Μεγάλη θερμική μάζα • Ικανοποιητική δυνατότητα τοποθέτησης Η/Μ εξοπλισμού • Ανθεκτική τελική επιφάνεια • Πυρασφάλεια	• Συγκοινωνιακά έργα • Πλάκες με ιδιαίτερα υψηλά φορτία • Πολύ μεγάλα ανοίγματα	• Σχεδιαστική ελευθερία • Καλύτερος έλεγχος θορύβου • Πυρασφάλεια • Στιβαρότητα • Μεγάλη θερμική μάζα

αυτές θα πρέπει να ενισχύονται περιμετρικά με πρόσθετες δοκίδες.

• **Πλάκες με δοκούς**
Σ' αυτή την περίπτωση οι πλάκες διαμορφώνονται με δοκούς σε μία ή δύο διευθύνσεις. Οι δοκοί μπορεί να είναι είτε πλατιές και μικρού πάχους είτε μεγάλου πάχους και στενές, ανάλογα με τις κατασκευαστικές απαιτήσεις και τα επιβαλλόμενα φορτία. Οι δοκοί στηρίζονται σε υποστυλώματα ή τοιχία και διαμορφώνονται σε σύστημα απλής στήριξης ή σε συνεχές.

Οι πλάκες με δοκούς ενδείκνυνται για μεγάλα ανοίγματα και μη κανονικό κάνναβο διαμόρφωσης των στοιχείων στήριξης. Χρησιμοποιούνται επίσης στην περίπτωση ανάληψης σημαντικών σημειακών φορτίων.

Η κατασκευή μικρού πάχους δοκών με μεγάλο πλάτος επιταχύνει την κατασκευή και διευκολύνει την τοποθέτηση του απαραίτητου ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού. Οπές μπορούν να διαμορφωθούν οπουδήποτε μέσα στην πλάκα, η διαμόρφωσή τους όμως μέσα σε δοκούς θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στο στατικό υπολογισμό.

Βασικά στοιχεία σχεδιασμού

Λόγω του γεγονότος ότι όλα τα στοιχεία σκυροδέματος υφίστανται μεταβολές στις διαστάσεις τους λόγω της ξήρανσης και του ερπυσμού, θα πρέπει να έχουν τέτοια διαμόρφωση, ώστε να επιτρέπονται αυτές οι μεταβολές, χωρίς να δημιουργούν ένταση στο φορέα, η οποία επηρεάζει την επιβαλλόμενη προένταση.

Όταν τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία διατάσσονται σε κανονική διάταξη, μπορεί να θεωρηθεί ότι το μέγιστο άνοιγμα που δύναται να επιτευχθεί στον εσωτερικό χώρο είναι ίσο με 50m. Για μεγαλύτερα ανοίγματα θα πρέπει να ληφθούν μέτρα, όπως ζώνες ενίσχυσης με περιμετρικές λωρίδες από οπλισμένο σκυρόδεμα,το οποίο θα αφεθεί να «ωριμάσει» 28 ημέρες, βελτίωση της ποιότητας του οπλισμού για την αντιμετώπιση των ρηγματώσεων, μείωση της δυσκαμψίας των στοιχείων

που μπορεί να υποφέρουν από αυτεντατικές καταστάσεις κτλ. Οι κάνναβοι υποστυλωμάτων των 8-10 m αποτελούν την πιο οικονομική λύση, που ικανοποιεί σε μεγάλο βαθμό και τις αρχιτεκτονικές απαιτήσεις για χώρους στάθμευσης, εμπορικά κτίρια, κτίρια γραφείων κ.ά.

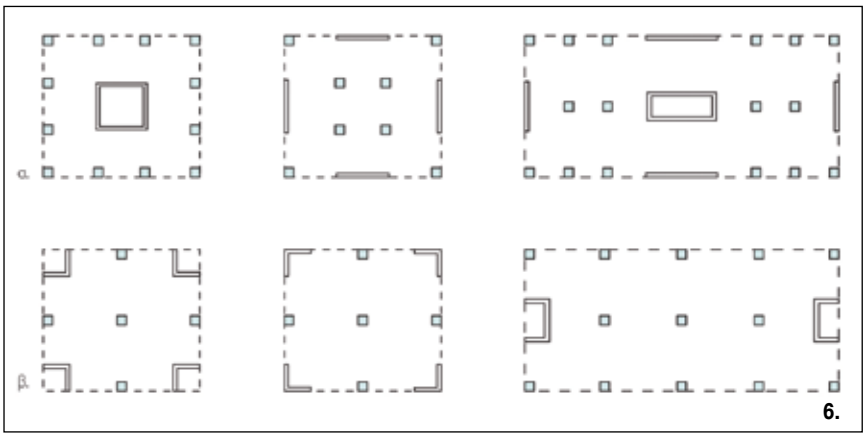
Χαρακτηριστικά υλικών και τρόπος κατασκευής

Υπάρχουν δύο τρόποι λειτουργίας των τενόντων προέντασης: με συνάφεια ή χωρίς συνάφεια με το σκυρόδεμα. Οι τένοντες με συνάφεια τοποθετούνται μέσα σε μεταλλικούς γαλβανισμένους σωλήνες μικρής διατομής με την κατάλληλη καμπυλότητα, στο σώμα του σκυροδέματος. Κατόπιν το κενό συμπληρώνεται με τσιμεντένεμα, το οποίο προσφέρει την αναγκαία συνάφεια. Στην περίπτωση σχεδιασμού με τένοντες χωρίς συνάφεια, αυτοί αφήνονται να κινούνται ελεύθερα.

Η **δύναμη προέντασης** επιβάλλεται συνήθως από ένα ή περισσότερα πολύκλωνα χαλύβδινα συρματόσχοινα υψηλής αντοχής, ανάλογα με τις απαιτήσεις της μελέτης. Το μήκος των τενόντων μπορεί να φτάσει τα 35m, όταν η προένταση γίνεται από το ένα άκρο, και τα 70m, όταν γίνεται και από τα δύο. Επισημαίνεται ότι το κόστος των τενόντων αναλογικά είναι μεγαλύτερο, όταν οι τένοντες έχουν σχετικά μικρό μήκος.

Τα **περιβλήματα των τενόντων** κατασκευάζονται από γαλβανισμένα χαλυβδόφυλλα ψυχρής εξέλασης με κυμαινόμενο πλάτος, ανάλογα με τις ανάγκες της μελέτης. Μετά την τοποθέτηση των περιβλημάτων στους ξυλότυπους, τα άκρα τους σφραγίζονται με ειδικό στεγανοποιητικό υλικό, ώστε να αποφεύγεται η είσοδος νερού ή άλλων ακαθαρσιών, ενώ πριν από την τοποθέτηση του χάλυβα προέντασης, τα περιβλήματα καθαρίζονται με πεπιεσμένο αέρα. Για την εξαέρωση των περιβλημάτων τοποθετούνται ειδικοί σύνδεσμοι στα υψηλότερα σημεία χάραξης των τενόντων ή όπου προσδιορίζεται από τη μελέτη. Εκεί προσαρμόζονται

5.



6.

5. Εφαρμογή πλακών με δοκίδες στη μία διεύθυνση.
6. Βασικές αρχές τοποθέτησης υποστυλωμάτων για μείωση αυτεντατικών καταστάσεων: **α.** Προτεινόμενη διάταξη. **β.** Μη προτεινόμενη διάταξη.

οι σωλήνες εξαερισμού με τα ειδικά σφραγιστικά καλύμματα. Πριν από την έναρξη των εργασιών τσιμεντένεσης οι σωλήνες εξαερισμού θα πρέπει να είναι καθαροί, ώστε το ένεμα να ρέει από αυτούς χωρίς κώλυμα. Το ένεμα διοχετεύεται με πτώση μέσω χοάνης, η οποία διατηρείται γεμάτη μέχρι περίπου τη μέση, ώστε να αποφεύγεται η παγίδευση αέρα στο περίβλημα του τένοντα. Όταν δημιουργείται ροή ικανοποιητικής ποσότητας ενέματος από τους σωλήνες εξαερισμού, γίνεται η σφράγισή τους και αποκόπτονται τα προεξέχοντα άκρα τους.

Μετά την τοποθέτηση των τενόντων προέντασης θα πρέπει να αποφεύγεται κάθε είδους ηλεκτροσυγκόλληση ή η γείωση των συσκευών ηλεκτροσυγκόλλησης επάνω στους ξυλότυπους ή στους οπλισμούς.

Η **ποιότητα σκυροδέματος** που χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο είναι C32/40, συνήθως ταχείας ωρίμανσης, οπότε η αρχική προένταση, που φτάνει το 25% της τελικής, μπορεί να εφαρμοστεί μέσα σε 24 ώρες όταν το σκυρόδεμα έχει αντοχή ίση με 12,5 N/mm^2. Σε περίπου τρεις με πέντε ημέρες εφαρμόζεται η τελική προένταση, οπότε το σκυρόδεμα έχει αποκτήσει την επιθυμητή αντοχή, επιτρέποντας και την απομάκρυνση του ξυλότυπου.

Υπάρχουν τρεις διαφορετικοί κατασκευαστικοί τύποι **διαμόρφωσης αρμών** των

7.

8.

9.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΕΝΟΝΤΩΝ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ	
Τένοντες με συνάφεια	**Τένοντες χωρίς συνάφεια**
• Δεν διευρύνονται οι τοπικές αστοχίες. • Επιτυγχάνουν ανάπτυξη μεγαλύτερης τελικής αντοχής. • Δεν επηρεάζονται από την αγκύρωση μετά την έγχυση του ενέματος. • Επιτρέπουν την καθαίρεση των στοιχείων σαν να πρόκειται για στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος.	• Έχουν μειωμένη δύναμη προέντασης. • Επιτυγχάνουν ταχύτερη κατασκευή. • Μπορούν να παρακάμψουν εμπόδια πιο εύκολα. • Εμφανίζουν μεγαλύτερη εκκεντρότητα τενόντων. • Δεν χρειάζονται τσιμεντένεμα.

7. Κατασκευή προεντεταμένης πλάκας με τένοντες χωρίς συνάφεια.

8. Κατασκευή προεντεταμένης πλάκα με τένοντες με συνάφεια.
9. Η προκατασκευή και η χρήση ίσων ανοιγμάτων για τις προεντεταμένες πλάκες επιταχύνει την κατασκευαστική διαδικασία.

προεντεταμένων πλακών, με ή χωρίς δυνατότητα τάνυσης στον αρμό και οι αρμοί με ενδιάμεση ζώνη και δυνατότητα τάνυσης και από τις δύο πλευρές. Ο τελευταίος είναι αυτός, που χρησιμοποιείται πιο συχνά, διότι διευκολύνει τη διαδικασία της προέντασης.

Εργασίες καθαιρέσεων

Οι καθαιρέσεις στοιχείων από προεντεταμένο σκυρόδεμα πραγματοποιούνται με τον ίδιο εξοπλισμό, που χρησιμοποιείται και στην περίπτωση του οπλισμένου σκυροδέματος. Θα πρέπει όμως να εκτελούνται με ιδιαίτερη προσοχή λόγω των ιδιαιτεροτήτων του. Έτσι, θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα, ώστε οι δυνάμεις προέντασης να αποτονώνονται σταδιακά, κατά την αντίστροφη σειρά επιβολής της προέντασης και με σταδιακή αφαίρεση των μόνιμων φορτίων. Κατόπιν η καθαίρεση ολοκληρώνεται με πρακτικές που εφαρμόζονται και στο συμβατικά οπλισμένο σκυρόδεμα. Επισημαίνεται ότι η πορεία των εργασιών καθαίρεσης εξαρτάται από το είδος της προ έντασης, που εφαρμόστηκε (τένοντες με ή χωρίς συνάφεια, επιβολή μετέντασης κατά στάδια ή όχι κτλ.).

Κατά την αποτάνυση (χαλάρωση) των τενόντων θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα προστασίας, όπως η τοποθέτηση πετάσματος με αμμόσακους, η κατασκευή ικριωμάτων, η προσωρινή υποστύλωση των πλακών και δοκών, για τις οποίες απαιτείται αποτάνυση των τενόντων. Επίσης το προσωπικό που εκτελεί τις καθαιρέσεις θα πρέπει να ενημερώνεται για την ύπαρξη προεντεταμένων στοιχείων και τους συνεπαγόμενους κινδύνους. Στην περίπτωση προέντασης με τένοντες χωρίς συνάφεια προτείνεται η τσιμεντένεση των περιβλημάτων για την απόκτηση πρόσφυσης με το σκυρόδεμα και τοκλείσιμο των κενών.

Στην περίπτωση της μετέντασης, η δύναμη προέντασης απελευθερώνεται σταδιακά με την αποσύνθεση του σκυροδέματος στη ζώνη αγκύρωσης. Μπορεί όμως να εφαρμοστεί η κοπή των τενόντων με μηχανικά μέσα, σε κατάλληλα σημεία και προτιμότερα στο μέσο αυτών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- The Concrete Centre, **Post-tensioned concrete floors - A guide to design and construction,** 2008.
- M. Stevenson, **Post-tensioned concrete floors in multistorey buildings,** British Cement Association, 1994.
- Ed Cross, **Post-tensioning in building structures.**
- Post-tensioning Institute of Australia Limited, **Future slab penetrations and demolition of post-tensioned floors.**
- Bijan O. Aalami and Gail S. Kelley, **Design of concrete floors with particular reference to post-tensioning,** Technical Notes, 11, Ιανουάριος 2001.
- Mark Stevenson, Leo Panian, Mike Korolyk, David Mar, Tipping Mar + Associates, **Post-tensioned concrete walls and frames for seismic - resistance: A case study of David Brower Center,** SEAOC 2008 Convention Proceedings.
- ΠΕΤΕΠ 01-02-02-00, **Προένταση σκυροδέματος,** Νοέμβριος 2009, Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ.
- ΠΕΤΕΠ 15-03-01-00, **Καθαιρέσεις στοιχείων προεντεταμένου σκυροδέματος,** Μάιος 2006, Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ.
- Τεχνικό εγχειρίδιο ΕΛΕΜΚΑ. ■

10. Συνδυασμός προκατασκευής με προεντεταμένες πλάκες σκυροδέματος.

6⁰ ΔΙΕΘΝΕΣ ΣΥΝΕΔΡΙΟ
ΑΣΦΑΛΕΙΑ & ΥΓΕΙΑ
ΣΤΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑ

6th INTERNATIONAL
CONFERENCE CONSTRUCTION
SAFETY & HEALTH

Save the Date

ΥΠΟ ΤΗΝ ΑΙΓΙΔΑ / UNDER THE AUSPICES :

ΔΙΟΡΓΑΝΩΤΗΣ / ORGANIZER :

ΣΥΛΛΟΓΟΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΥΠΡΟΥ
CYPRUS ASSOCIATION OF CIVIL ENGINEERS

ΣΥΝΔΙΟΡΓΑΝΩΤΗΣ / CO-ORGANIZER :

BG BAU
Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft

ΥΠΟΣΤΗΡΙΚΤΗΣ/ SUPPORT BY :

ΚΤΗΚ

issa INTERNATIONAL SOCIAL SECURITY ASSOCIATION
Section on Prevention in the Construction Industry

10-11 MAY 2019
Filoxenia Conference Centre
Nicosia, Cyprus

THE SEVEN GOLDEN RULES
VISION ZERO
Safety.Health.Wellbeing
You Invest ▶▶ Prevention Pays!

INVEST IN PREVENTION
PLAN AHEAD

www.cosh2019cy.com

Βασικά χαρακτηριστικά και εφαρμογές κατασκευών τύπου tensegrity

Μέρος Β

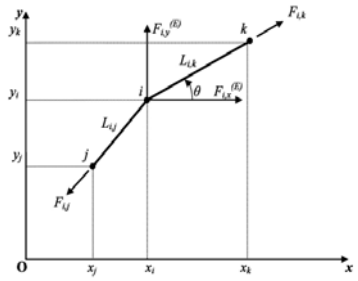
Δρ. Μιλτιάδης Ελιώτης, Πολιτικός Μηχανικός

Στο προηγούμενο Α΄ Μέρος του άρθρου είδαμε την ιστορική εξέλιξη και τις αρχές λειτουργίας των tensegrity κατασκευών, καθώς και τα βασικά χαρακτηριστικά των σφαιρικών και πρισματικών tensegrities και των γεωδαιτικών θόλων. Στο παρόν Β΄ Μέρος του άρθρου θα εξετάσουμε τις μεθόδους υπολογισμού και ανάλυσης των tensegrity κατασκευών, καθώς επίσης και τις ιδιότητες των επιμέρους υλικών που τις αποτελούν.

Ι. Εισαγωγή

Οι καλωδιωτές κατασκευές [1-3] και οι tensegrity κατασκευές [4] διαφέρουν από τις συμβατικές κατασκευές, όπως είναι τα χωρικά δικτυώματα, γιατί είναι ελαφρές κατασκευές που αποτελούνται κυρίως από μέλη που μεταδίδουν εφελκυστικές δυνάμεις (τένοντες) αλλά και από στοιχεία που παραλαμβάνουν θλιπτικές δυνάμεις (ράβδοι). Στην παρούσα εργασία μελετάμε την συμπεριφορά των κατασκευών tensegrity, οι οποίες ορίζονται ως δισδιάστατα ή τρισδιάστατα δικτυώματα που αποτελούνται από ασυνεχείς ομάδες θλιβόμενων μελών μέσα σε συνεχές δίκτυο εφελκυόμενων στοιχείων. Ο τεχνικός όρος tensegrity χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά, πριν από μερικές δεκαετίες, στις Ηνωμένες Πολιτείες, από τον Αμερικανό καθηγητή B. Fuller και προέρχεται από τις αγγλικές λέξεις “tension” (εφελκυσμός) και “integrity” (ανεξαρτησία). Σε ένα από τα βιβλία του ο Fuller περιέγραψε τα θλιβόμενα μέλη ως «νησίδες όπου κυριαρχεί η θλιπτική φόρτιση, μέσα σε μια θάλασσα όπου κυριαρχεί ο εφελκυσμός» (“islands of compression in a sea of tension” [4]). Χρησιμοποιώντας την πιο πάνω έννοια, ο Γάλλος ερευνητής Emmerich [5] παρουσίασε το 1963, στη Γαλλία, τη δική του ευρεσιτεχνία. Την ίδια εποχή ο K. Snelson, μαθητής του Fuller, περιγράφει το είδος αυτό των κατασκευών ως «κατασκευές συνεχούς εφελκυσμού και ασυνεχούς θλιπτικής φόρτισης» (“continuous tension and discontinuous compression structures” [6]).

Η προένταση που επιβάλλεται στα εφελκυόμενα μέλη έχει το δικό της σημαντικό ρόλο στην συμπεριφορά των tensegrity κατασκευών. Κατά το σχεδιασμό τους η ευστάθεια τους μελετάται τόσο έναντι στατικών όσο και έναντι δυναμικών φορτίων. Κατά την διάρκεια των τριών τελευταίων δεκαετιών είχαν προταθεί αρκετές μέθοδοι ανάλυσης των κατασκευών tensegrity. Μια από τις σημαντικότερες μεθόδους είναι η Δυναμική Μέθοδος Αποφόρτισης (ΔΜΑ), γνωστή στην αγγλική βιβλιογραφία ως “Dynamic Relaxation Method (DRM)”, η οποία έχει χρησιμοποιηθεί, στην παρούσα εργασία, για έλεγχο των αριθμητικών αποτελεσμάτων που δίνει η προτεινόμενη από τη παρούσα μελέτη μέθοδος. Η ΔΜΑ είναι μια από τις κλασσικές τεχνικές που έχει να παρουσιάσει η διεθνής βιβλιογραφία. Ανήκει στην οικογένεια των μεθόδων γνωστών, στην αγγλική βιβλιογραφία, ως “three-term recursive formulae”. Πρόκειται για μια επαναληπτική μέθοδο, η οποία βασίζεται στο γεγονός ότι μια κατασκευή που διενεργεί φθίνουσα ταλάντωση, υπό την επίδραση σταθερής εξωτερικής δύναμης, τελικά καταλήγει σε ηρεμία σε μια νέα μετατοπισμένη θέση στατικής ισορροπίας, κάτω από την επίδραση της πραγματικής στατικής φόρτισης.



Σχήμα 1. Ισορροπία εσωτερικού κόμβου μιας δισδιάστατης κατασκευής τύπου tensegrity.

Ένα από τα πολλά άρθρα που έχουν δημοσιευτεί, για την μέθοδο αυτή, είναι και το άρθρο του εκ των πρωτοπόρων της μεθόδου, καθηγητή του Ε.Μ.Π. Αθηνών κου Μ. Παπαδρακάκη [7], που προτείνει μια αυτόματη διαδικασία για τον υπολογισμό των παραμέτρων της επαναληπτικής διαδικασίας. Η μελέτη αυτή αναφέρεται στην παρούσα εργασία (χωρίς να παραγνωρίζεται η σημασία της υπόλοιπης σχετικής βιβλιογραφίας) ως παράδειγμα άρθρου που παρουσιάζει με αυστηρό, ξεκάθαρο και ακαδημαϊκό τρόπο την μεθοδολογία εφαρμογής της εν λόγω μεθόδου. Η πρόσφατη έρευνα στον τομέα των tensegrities, έχει να παρουσιάσει μερικές σημαντικές τεχνικές. Βέβαια, μια γενική επισκόπηση των παλαιότερων και των νεότερων μεθόδων, που έχουν αναπτυχθεί στο συγκεκριμένο τομέα, είναι έξω από τους στόχους του παρόντος άρθρου. Οι Juan και Mirats Tur παρουσιάζουν στο άρθρο τους [8] μια εξαιρετική επισκόπηση των βασικών μεθόδων που έχουν αναπτυχθεί για την ανάλυση και σχεδιασμό των κατασκευών tensegrity. Ανάμεσα στις νέες μεθόδους, που εμφανίζονται στη βιβλιογραφία, τα τελευταία χρόνια, είναι και αυτή των Zhang και Ohsaki [9], η οποία επίσης λαμβάνεται υπόψη στην παρούσα εργασία για σκοπούς σύγκρισης αποτελεσμάτων. Η μέθοδος τους είναι γνωστή ως Προσαρμοστική Μέθοδος Πυκνότητας Φορτίσεων (ΠΜΠΦ), η οποία στην αγγλική βιβλιογραφία ονομάζεται Adaptive Force Density Method (AFDM). Η εν λόγω μέθοδος προσδιορίζει πρώτα μια ομάδα αξονικών φορτίσεων συμβατών με την κατασκευή, με δεδομένη τη γεωμετρική μορφή του φορέα και υπολογίζει τις συντεταγμένες των κόμβων υπό τις συνθήκες ισορροπίας της πραγματικής φόρτισης και των συνθηκών στις στηρίξεις της κατασκευής.

Η μέθοδος που προτείνεται στην παρούσα μελέτη είναι μια μέθοδος «πυκνότητας φορτίσεων» που ανήκει στην κατη-

γορία των Μεθόδων Εξισώσεων Ισορροπίας Δυνάμεων με Πυκνότητα Φορτίσεων (ΜΕΙΔΠΦ). Με τη μέθοδο αυτή δημιουργείται ένα σύστημα εξισώσεων ισορροπίας που περιλαμβάνει τις ισορροπίες στους κόμβους όλης της κατασκευής. Τα υπερστατικά μεγέθη αντιμετωπίζονται με εφαρμογή του δεύτερου θεωρήματος Castigliano, το οποίο δίνει τις επιπρόσθετες απαραίτητες εξισώσεις, που συμπληρώνουν το σύστημα εξισώσεων [10]. Οι μερικές παράγωγοι, της συνάρτησης δυναμικής ενέργειας της κατασκευής, αντικαθίστανται, με τη βοήθεια προτεινόμενης αριθμητικής μεθόδου, από στατικά αποδεκτές αξονικές δυνάμεις κατά μήκος των μελών. Επίσης, η μέθοδος αξιοποιεί τις ιδιότητες του μητρώου γραμμικών εξισώσεων που προκύπτει, για να εξάγει χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με την ευστάθεια της κατασκευής.

Για την ανάπτυξη της αριθμητικής αυτής μεθόδου έχουν υιοθετηθεί οι ακόλουθες παραδοχές (assumptions):

1) Οι τριβές στους κόμβους είναι αμελητέες αλλά η μάζα των συνδέσεων τους λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς.
2) Το ίδιο βάρος των μελών (στοιχείων) των κατασκευών, που βρίσκονται εντός του πεδίου βαρύτητας της Γης, δεν είναι αμελητέο και λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς, εκτός εάν καθορίζεται διαφορετικά. Κατανέμεται σε δύο ίσα μέρη σε κάθε ένα από τα άκρα του μέλους.
3) Τα κινούμενα φορτία στην κατασκευή και οι προεντεταμένες φορτίσεις στα μέλη μεταφέρονται στους κόμβους. Όπως και με τα φορτία βαρύτητας έτσι και με τα εν λόγω φορτία, κατανέμονται σε δύο ίσα μέρη σε κάθε ένα από τα άκρα του μέλους.
4) Οι μετακινήσεις των κόμβων και οι παραμορφώσεις των μελών της κατασκευής είναι σχετικά μικρές σε σχέση με τις διαστάσεις της κατασκευής.
5) Η αξονική δύναμη σε ένα μέλος είναι σταθερή σε όλο το μήκος του.
6) Τα υλικά από τα οποία είναι κατασκευασμένα τα διάφορα μέλη της κατασκευής, ακολουθούν το Νόμο του Hooke για φορτίσεις κάτω από το όριο ελαστικής αντοχής, με το οποίο εμφανίζεται η πρώτη διαρροή, δηλαδή η έναρξη της πλαστικής παραμόρφωσης.

Η αποδοτικότητα της εν λόγω μεθόδου βασίζεται στην απλότητα της και στον μικρό αριθμό υπολογισμών που απαιτεί. Έτσι, ο σκοπός της παρούσας μελέτης είναι: (i) να παρουσιάσει τη γενική ιδέα και τους τύπους της μεθόδου και (ii) να ελέγξει τη μέθοδο σε δισδιάστατες και τρισδιάστατες κατασκευές tensegrity, ανεξάρτητα από την περιπλοκότητα που παρουσιάζουν και να συγκρίνει τα αποτελέσματα που επιτυγχάνονται, με αυτά της Μεθόδου Δυναμικής Αποφόρτισης και Προσαρμοστικής Μεθόδου Πυκνότητας Φορτίσεων.

Στη συνέχεια του άρθρου αυτού θα παρουσιαστούν τα εξής: στο τμήμα 2 παρουσιάζονται οι μαθηματικές εκφράσεις της ΜΕΙΔΠΦ και στο τμήμα 3 συζητάμε τον τρόπο χειρισμού των υπερστατικών μεγεθών και εξετάζουμε την ευστάθεια του είδους αυτού των κατασκευών. Στο τμήμα 4 παρουσιάζονται κάποιες εφαρμογές της μεθόδους σε δισδιάστατες και τρισδιάστατες κατασκευές. Το άρθρο ολοκληρώνεται με το τμήμα 5 στο οποίο παρουσιάζονται συμπεράσματα και προτάσεις για μελλοντική ερευνητική εργασία.

II. Μέθοδος Εξισώσεων Ισορροπίας Δυνάμεων με Πυκνότητα Φορτίσεων

Μια βασική έννοια, η οποία σχετίζεται με τις κατασκευές tensegrity είναι ο όρος «πυκνότητα φορτίσεως» ("force density" [1-3]). Για ένα μέλος κατασκευασμένο από υλικό που υπακούει στο νόμο του Hooke, με άκρα στα i και j και με μήκος $L_{i,j}$ και με αξονική δύναμη $F_{i,j}$, η «πυκνότητα φορτίσεως» στο μέλος ορίζεται ως εξής:

$$q_{i,j} = \frac{F_{i,j}}{L_{i,j}} = (EA)_{i,j}\frac{\varepsilon^{(i,j)}}{L_{i,j}} \qquad (1)$$

όπου $\varepsilon^{(i,j)}$ είναι η παραμόρφωση, $(EA)_{i,j}$ είναι η ακαμψία, E το μέτρο ελαστικότητας [10] και A είναι το εμβαδόν της ενεργούς διατομής του μέλους. Αυτός ο ορισμός θα φανεί χρήσιμος στην ανάλυση που παρουσιάζεται στο παρόν άρθρο. Η «πυκνότητα φορτίσεως» έχει αρνητικό πρόσημο όταν αφορά θλιπτική φόρτιση και θετικό όταν πρόκειται για εφελκυστική φόρτιση.

Α. Οι εξισώσεις ισορροπίας σε κόμβο

Το Σχήμα 1 θα φανεί χρήσιμο στην επεξήγηση της ισορροπίας ενός τυπικού εσωτερικού κόμβου i που βρίσκεται στο επίπεδο Oxy. Ο εν λόγω κόμβος συνδέεται με τους κόμβους j και k, μέσω των μελών που το μήκος τους είναι $L_{i,j}$ και $L_{i,k}$. Στο τρισδιάστατο ορθογωνικό Καρτεσιανό σύστημα $Oxyz$, υπάρχουν, γενικά, N_m κόμβοι συνδεδεμένοι με τον εσωτερικό κόμβο i, μέσω N_m μελών. Έτσι, οι εξισώσεις ισορροπίας στις κατευθύνσεις Ox, Oy και Oz είναι οι εξής:

$$\sum_{j=1}^{N_m}\frac{x_i - x_j}{L_{i,j}}F_{i,j} = \sum_{j=1}^{N_m}(x_i - x_j)q_{i,j} = \sum_{j=1}^{N_m}q_{j,i}x_i - \sum_{j=1}^{N_m}q_{i,j}x_j = F_{i,x}^{(E)} \qquad (2)$$

$$\sum_{j=1}^{N_m}\frac{y_i - y_j}{L_{i,j}}F_{i,j} = \sum_{j=1}^{N_m}(y_i - y_j)q_{i,j} = \sum_{j=1}^{N_m}q_{j,i}y_i - \sum_{j=1}^{N_m}q_{i,j}y_j = F_{i,y}^{(E)} \qquad (3)$$

$$\sum_{j=1}^{N_m}\frac{z_i - z_j}{L_{i,j}}F_{i,j} = \sum_{j=1}^{N_m}(z_i - z_j)q_{i,j} = \sum_{j=1}^{N_m}q_{j,i}z_i - \sum_{j=1}^{N_m}q_{i,j}z_j = F_{i,z}^{(E)} \qquad (4)$$

όπου $i=1,\ldots,N$ και N είναι ο ολικός αριθμός των κόμβων της κατασκευής. Στις εξισώσεις (2), (3) και (4) οι δυνάμεις $F_{i,x}^{(E)}$, $F_{i,y}^{(E)}$ και $F_{i,z}^{(E)}$ είναι εξωτερικές φορτίσεις που περιλαμβάνουν φορτία βαρύτητας, κινητά φορτία, προένταση και αντιδράσεις στις στηρίξεις. Θεωρούμε ότι τα φορτία βαρύτητας ενεργούν κατά μήκος του αρνητικού άξονα y, στις δισδιάστατες κατασκευές ή κατά μήκος του αρνητικού άξονα z για τις τρισδιάστατες κατασκευές. Οι εξωτερικές φορτίσεις, που εμφανίζονται στο δεξιό μέλος των εξισώσεων (2), (3) και (4) έχουν τις ακόλουθες εκφράσεις:

$$F_{i,x}^{(E)} = -\sum_{j=1}^{N_m}(x_i - x_j)t_{i,j} + B_{i,x} + R_{i,x}$$

$$F_{i,y}^{(E)} = -\sum_{j=1}^{N_m}(y_i - y_j)t_{i,j} + B_{i,y} + R_{i,y} \qquad (5)$$

$$F_{i,z}^{(E)} = -G_i - \frac{1}{2}\sum_{j=1}^{N_m} w_{i,j}L_{i,j} - \sum_{j=1}^{N_m}(z_i - z_j)t_{i,j} + B_{i,z} + R_{i,z}$$

όπου G_i είναι το ίδιο βάρος του κόμβου i και $w_{i,j}$ είναι το βάρος ανά μονάδα μήκους, ενός μέλους με άκρα στους κόμβους i και j. Ακόμη, $t_{i,j}$ είναι η προένταση ανά μονάδα μήκους ενός μέλους που συνδέει τους κόμβους i και j. Οι δυνάμεις $B_{i,x}$, $B_{i,y}$ και $B_{i,z}$ είναι τα συγκεντρωμένα κινητά φορτία και τα $R_{i,x}$, $R_{i,y}$ and $R_{i,z}$ είναι οι αντιδράσεις (εάν υπάρχουν) στον κόμβο i. Επίσης, αρχικά θεωρούμε ότι τόσο τα κινητά φορτία όσο και οι αντιδράσεις ενεργούν κατά μήκος των θετικών αξόνων Ox, Oy και Oz.

Β. Καθολική ισορροπία της κατασκευής

Η καθολική ισορροπία της κατακευής μπορεί να ληφθεί υπόψη στους υπολογισμούς με τη βοήθεια του συνδετικού μητρώου P. Το εν λόγω μητρώο έχει στοιχεία $p_{a,c}$. Ο δείκτης a παίρνει τιμές μεταξύ 1 έως N_b (όπου N_b είναι το πλήθος των μελών της κατασκευής) και ο δείκτης c παίρνει τιμές μεταξύ 1 έως N. Παράδειγμα αρίθμησης μελών και κόμβων μιας κατασκευής δίνεται στο Σχήμα 2. Τα στοιχεία $p_{a,c}$ του πίνακα P έχουν τις ακόλουθες τιμές [1-3]:

$$p_{a,c} = \begin{cases} +1 & \text{εαν το } c \text{ ειναι ο πρωτος κομβος του μελους } a \\ -1 & \text{εαν το } c \text{ ειναι ο δευτερος κομβος του μελους } a \\ 0 & \text{εαν το } c \text{ δεν ανηκει στο μελος } a \end{cases} \qquad (6)$$

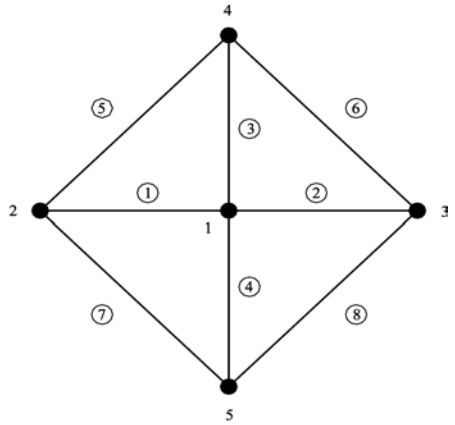
Πραγματικά δεν έχει σημασία πιο από τους δύο κόμβους του μέλους a θεωρούμε πρώτο και πιο δεύτερο. Από τη στιγμή που θεωρούμε ότι ο κόμβος c είναι ο αρχικός κόμβος του μέλους, τότε θεωρούμε ότι αυτός είναι και ο αρχικός κόμβος για κάθε άλλο μέλος που συνδέεται με αυτό τον κόμβο. Επίσης, εισάγεται το μητρώο S το οποίο έχει στοιχεία $s_{e,d}$. Ο δείκτης e παίρνει τιμές από 1 μέχρι N και ο δείκτης d παίρνει τιμές από 1 μέχρι N_s (όπου N_s είναι το πλήθος των στηρίξεων της κατασκευής). Τα στοιχεία $s_{e,d}$ του μητρώου S ορίζονται, τότε, ως εξής:

$$s_{e,d} = \begin{cases} -1 & \text{εαν ο κομβος } e \text{ συμπιπτει με στηριξη } d \\ 0 & \text{εαν ο κομβος } e \text{ διαφερει απο στηριξη } d \end{cases} \qquad (7)$$

Με την εισαγωγή των διανυσμάτων x_c, y_c και z_c τα οποία περιέχουν τις συντεταγμένες x, y και z, αντίστοιχα, για όλους του N κόμβους της κατασκευής tensegrity, το σύστημα των γραμμικών εξισώσεων ισορροπίας για όλους τους κόμβους και για όλη την κατασκευή, μπορεί εύκολα να διατυπωθεί, σε μητρωική μορφή ως εξής:

$$A \cdot Q_f = \begin{bmatrix} P^T(P \cdot x_c)_{sq} & S & O & O \\ P^T(P \cdot y_c)_{sq} & O & S & O \\ P^T(P \cdot z_c)_{sq} & O & O & S \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} q \\ R_x \\ R_y \\ R_z \end{bmatrix} = \Psi^{(E)} \qquad (8)$$

Όπου το διάνυσμα Q_f περιέχει όλες τις «πυκνότητες φορτίσεως» στα μέλη και τις αντιδράσεις στις στηρίξεις της κατασκευής. Για τρισδιάστατες κατασκευές tensegrity το διάνυσμα Q_f έχει διαστάσεις $(N_b+3N_s)\times 1$. Το διάνυσμα q περιέχει όλες τις άγνωστες «πυκνότητες φορτίσεως» $q_{i,j}$ οι οποίες εισάγονται στο διάνυσμα q σύμφωνα με την αύξουσα σειρά αρίθμησης στοιχείων της κατασκευής και έχει διαστάσεις $N_b\times 1$. Τα διανύσματα R_x, R_y και R_z περιέχουν τις αντιδράσεις στις στηρίξεις και κάθε ένα από αυτά έχει διαστάσεις $Ns\times 1$. Το διάνυσμα $\Psi^{(E)}$ περιέχει όλες τις γνωστές εξωτερικές φορτίσεις που ενεργούν κατά μήκος των αξόνων x, y και z, αντίστοιχα, σε όλους τους κόμβους της κατασκευής (φοτία βαρύτητας, κινητά φορτία, δυνάμεις προέντασης κλπ.) και σε τρισδιάστατες κατασκευές tensegrity έχει διαστάσεις $3N\times 1$. Οι συνιστώσες του εν λόγω διανύσματος είναι οι $\Psi_{i,x}^{(E)}$, $\Psi_{i,y}^{(E)}$ και $\Psi_{i,z}^{(E)}$ και έχουν τις ίδιες εκφράσεις όπως και οι συνιστώσες $F_{i,x}^{(E)}$, $F_{i,y}^{(E)}$ και $F_{i,z}^{(E)}$ στις εξισώσεις (2), (3) και (4), αντίστοιχα, εκτός από το ότι δεν περιέχουν τις δυνάμεις αντίδρασης στις στηρίξεις.



Σχήμα 2. Παράδειγμα αρίθμησης μελών - κόμβων κατασκευής tensegrity.

Το μητρώο A είναι το καθολικό μητρώο σχήματος της κατασκευής tensegrity και είναι πολύ αραιό. Αυτό σημαίνει ότι απαιτούνται ένας σημαντικά μικρότερος αριθμός πράξεων και μια πολύ μικρότερη μνήμη στον Η/Υ σε σύγκριση με τις αντίστοιχες απαιτήσεις της κλασσικής μεθόδου πεπερασμένων στοιχείων. Για τη δημιουργία ενός προγράμματος Η/Υ, οι ορισμοί (6) and (7) καθώς και η έκφραση (8) είναι πολύτιμοι και απαραίτητοι.

C. Μητρώο «πυκνότητας φορτίσεων»-εξισώσεις ισορροπίας

Στην περίπτωση των υπεστατικών φορέων το σύστημα των γραμμικών εξισώσεων ισορροπίας (8) είναι το σύστημα των εξισώσεων που χρειαζόμαστε, το οποίο με την επίλυση του δίνει τις τιμές των «πυκνοτήτων φορτίσεως» $q_{i,j}$.

Λαμβάνοντας υπόψη όλους τους N κόμβους της κατασκευής και με τη βοήθεια του συνδετικού μητρώου P, το σύστημα των εξισώσεων ισορροπίας (2), (3) και (4), που αφορά όλη την κατασκευή, παίρνει την ακόλουθη πολύ πρακτική μορφή:

$$\begin{bmatrix} D & O & O \\ O & D & O \\ O & O & D \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_c \\ y_c \\ z_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_x^{(E)} \\ F_y^{(E)} \\ F_z^{(E)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (R_x)_{gl} + \Psi_x^{(E)} \\ (R_y)_{gl} + \Psi_y^{(E)} \\ (R_z)_{gl} + \Psi_z^{(E)} \end{bmatrix} \qquad (9)$$

όπου $(R_x)_{gl}$, $(R_y)_{gl}$ και $(R_z)_{gl}$ είναι καθολικά διανύσματα διαστάσεων $N\times 1$ που περιέχουν τις άγνωστες αντιδράσεις στις στηρίξεις. Επίσης, το μητρώο D, το οποίο είναι γνωστό ως «μητρώο πυκνότητας φορτίσεων» ή «force density matrix» (FDM) της κατασκευής tensegrity, συνδέει τις συντεταγμένες των κόμβων με τις δυνάμεις που ενεργούν στην κατασκευή και δίνεται από τη σχέση

$$D = P^T diag(q)\, P \qquad (10)$$

Τα στοιχεία $d_{i,j}$ του πίνακα D ορίζονται ως εξής [1-3]:

$$d_{i,j} = \begin{cases} q_{i,j} & \text{οταν } i \neq j \\ \sum_{\substack{p=1 \\ (p\neq i)}}^{N_m} q_{p,j} & \text{οταν } i = j \\ 0 & i \text{ και } j \text{ δεν συνδεονται.} \end{cases} \qquad (11)$$

Το μητρώο D είναι τύπου Kirchoff και είναι συμμετρικό και θετικά ημιορισμένο μητρώο. Επίσης, ονομάζεται διακριτό μητρώο ή συνδιαστικό μητρώο Laplace και τα στοιχεία του έχουν θετικό ή αρνητικό πρόσημο [8]. Έχει διαστάσεις $N\times N$. Μια πιο γενική μορφή των εξισώσεων (9) είναι η ακόλουθη:

$$(I \otimes D)\cdot \begin{bmatrix} x_c - D^{-1}(R_x)_{gl} \\ y_c - D^{-1}(R_y)_{gl} \\ z_c - D^{-1}(R_z)_{gl} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Psi_x^{(E)} \\ \Psi_y^{(E)} \\ \Psi_z^{(E)} \end{bmatrix} = \Psi^{(E)} \qquad (12)$$

όπου I είναι ένα μοναδιαίο μητρώο διαστάσεων 3×3. Έτσι, οι εξισώσεις (8) και (12) δίνουν την ακόλουθη κομψή και ταυτόχρονα σημαντική έκφραση:

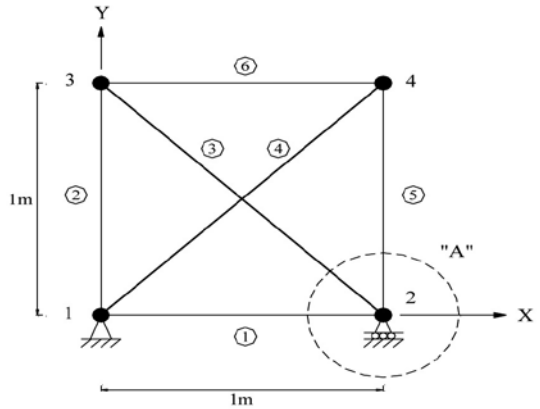
$$(I \otimes D)\cdot \begin{bmatrix} x_c - D^{-1}(R_x)_{gl} \\ y_c - D^{-1}(R_y)_{gl} \\ z_c - D^{-1}(R_z)_{gl} \end{bmatrix} - A\cdot Q_f = 0 \qquad (13)$$

Εύκολα παρατηρεί κανείς ότι η εξίσωση (13) δεν περιέχει τιμές εξωτερικών φορτίων εκτός από τις αντιδράσεις στις στηρίξεις.

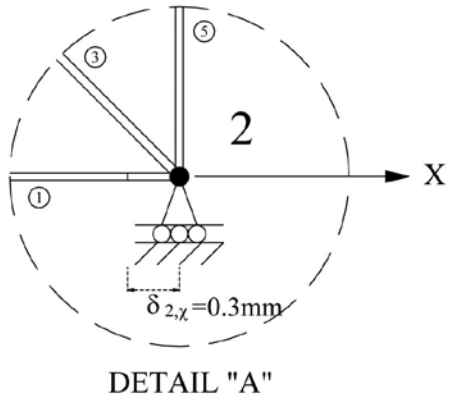
III. Υπεραστικότητα, Αριθμητική Αναπαράσταση του δεύτερου θεωρήματος Castigliano - Ευσταθεία

Οι τιμές των στοιχείων του μητρώου A στην έκφραση (8) εξαρτώνται κατευθείαν από τις τιμές των συντεταγμένων των κόμβων. Στα δισδιάστατα προβλήματα έχει διαστάσεις $2N\times(N_b+2N_s)$ ενώ στα δισδιάστατα προβλήματα κατασκευών έχει διαστάσεις $3N\times(N_b+3N_s)$. Στην περίπτωση των ισοστατικών κατασκευών [10] και μετά την εισαγωγή των αγνώστων αντιδράσεων, στις στηρίξεις, στο σύστημα των εξισώσεων (8), ο πίνακας A μειώνεται στον τετραγωνικό πίνακα K_e διαστάσεων $2N\times 2N$, στα δισδιάστατα προβλήματα και $3N\times 3N$ στα τρισδιάστατα προβλήματα. Οι ιδιότητες του K_e, ως τετραγωνικού πίνακα, δίνουν σημαντική πληροφόρηση σχετικά με την ευστάθεια της κατασκευής που μελετάμε. Έτσι, σε ισοστατικές κατασκευές, το σύστημα των γραμμικών εξισώσεων ισορροπίας (8) έχει λύση εάν και μόνο εάν η ορίζουσα του K_e δεν είναι μηδενική, δηλαδή η λύση υπάρχει εάν και μόνο εάν είναι $det\,|K_e| \neq 0$. Άλλες ισοδύναμες συνθήκες που διασφαλίζουν την ύπαρξη λύσης, σε σχέση με τις ιδιότητες του K_e δίνονται σε αρκετά βιβλία αριθμητικής ανάλυσης [11]. Εάν ο πίνακας K_e έχει ορίζουσα ίση με το μηδέν, τότε, πολύ πιθανόν, να υπάρχει αστάθεια στην κατασκευή.

Για τα δισδιάστατα προβλήματα ο βαθμός υπερστατικότητας είναι $N_r=N_b+N_{ur}-2N$ ενώ για τα τρισδιάστατα προβλήματα είναι $N_r=N_b+N_{ur}-3N$, όπου N_{ur} είναι το πλήθος των αγνώστων αντιδράσεων στις στηρίξεις. Θεωρούμε, λοιπόν, ότι το σύστημα των γραμμικών εξισώσεων έχει N_r παραμετρικές λύσεις. Έτσι, χρειαζόμαστε επιπρόσθετες N_r εξισώσεις, οι οποίες, σε αυτή τη μελέτη, δίνονται από την εφαρμογή του δεύτερου θεωρήματος του Castigliano.



Σχήμα 3(α): Θεμελιώδης μορφή Χ, δισδιάστατου δικτυώματος tensegrity.



Σχήμα 3(b): Η λεπτομέρεια "Α" του κόμβου 2.

Σύμφωνα με το εν λόγω θεώρημα, το οποίο παρουσιάζεται σε αρκετά κλασσικά βιβλία Μηχανικής Παραμορφωσίμων στερεών, όπως είναι το γνωστό εγχειρίδιο του Y. C. Fung [10], όλες οι δυνάμεις στις ράβδους και στα καλώδια ή χορδές της κατασκευής, εκφράζονται ως προς τις N_r δυνάμεις $Q^{(k)}$, οι οποίες θεωρούνται ως υπερστατικά μεγέθη και επιλέγονται τυχαία μεταξύ των N_b δυνάμεων Q_i, που ενεργούν ως εσωτερικές δυνάμεις κατά μήκος των μελών της κατασκευής. Υποθέτουμε ότι δεν αναπτύσσονται τοπικοί μηχανισμοί στην κατασκευή. Τότε το δεύτερο θεώρημα του Castigliano δίνει τις επιπρόσθετες N_r εξισώσεις

$$\frac{\partial U}{\partial Q^{(k)}} = \sum_{i=1}^{N_b} \frac{Q_i}{(EA)_i} \cdot \frac{\partial Q_i}{\partial Q^{(k)}} L_i = 0 \qquad k = 1, \cdots, N_r \qquad (14)$$

όπου U είναι η ολική δυναμική ενέργεια της κατασκευής. Τότε οι εσωτερικές δυνάμεις Q_i εκφράζονται ως εξής

$$Q_i = Q_i^{(RL)} + \sum_{j=1}^{N_r} Q_i^{(j)} Q^{(j)} \qquad i=1,\ldots,N \qquad (15)$$

όπου $Q^{(j)}$ είναι οι άγνωστες εσωτερικές υπερστατικές δυνάμεις. Στην σχέση (15) οι δυνάμεις $Q_i^{(RL)}$ αντιπροσωπεύουν τις αξονικές δυνάμεις, οι οποίες ενεργούν σε κάθε ένα από τα μέλη i και βρίσκονται σε ισορροπία με όλες τις υπόλοιπες πραγματικές φορτίσεις που ενεργούν στους κόμβους. Οι δυνάμεις αυτές «δημιουργούνται» αφαιρώντας τα υπερστατικά μεγέθη (ράβδους ή στηρίξεις) και επιλύοντας την ισοστατική ευσταθή κατασκευή που προκύπτει (που τώρα ονομάζεται θεμελιώδης κατασκευή) υπό τη δράση των πραγματικών φορτίσεων. Τότε η λύση που προκύπτει δίνει τις τιμές των δυνάμεων $Q_i^{(RL)}$. Επίσης, στην (15) οι δυνάμεις $Q_i^{(j)}$ αντιπροσωπεύουν τις δυνάμεις που βρίσκονται σε στατική ισορροπία και εμφανίζονται στα μέλη της θεμελιώδους κατασκευής (απαλαγμένης από την πραγματική φόρτιση), όταν στη θέση καθενός από τα υπερστατικά μεγέθη εφαρμόζεται με τη σειρά, κάθε φορά, μια μοναδιαία φόρτιση. Αυτό σημαίνει ότι κάθε φορά που στη θέση ενός υπερστατικού μεγέθους εφαρμόζεται μια μοναδιαία φόρτιση, στη θέση των υπολοίπων υπερστατικών μεγεθών η φόρτιση είναι μηδενική. Όταν το υπερστατικό μέγεθος είναι εσωτερικό μέλος (ράβδος, καλώδιο ή χορδή) τότε η μοναδιαία φόρτιση εφαρμόζεται ως ζεύγος αντίθετων μοναδιαίων δυνάμεων κατά μήκος του άξονα του υπερστατικού μέλους. Ένα ζεύγος μοναδιαίων δυνάμεων εφαρμόζεται, λοιπόν, κάθε φορά και για κάθε τέτοιο ζεύγος δυνάμεων επιλύεται ο θεμελιώδης φορέας. Θεωρούμε, τότε, ότι οι δυνάμεις $Q_i^{(j)}$ είναι ποσότητες χωρίς μονάδα φόρτισης. Χρησιμοποιούνται ως οι συντελεστές των $Q^{(j)}$ και οι τιμές τους αποτελούν ένα σύνολο στατικώς αποδεκτών εσωτερικών δυνάμεων, οι οποίες ενεργούν κατά μήκος των κατευθύνσεων των υπερστατικών μεγεθών. Τότε η μερική παράγωγος των Q_i ως προς $Q^{(k)}$ στην (14) έχει την εξής έκφραση

$$\frac{\partial Q_i}{\partial Q^{(k)}} = Q_i^{(k)} \qquad k = 1, \cdots, N_r \qquad i = 1, \cdots, N_b \qquad (16)$$

Χρησιμοποιώντας τις (15) και (16), οι εξισώσεις (14) παίρνουν τη μορφή

$$\sum_{i=1}^{N_b} \frac{Q_i^{(RL)} + \sum_{j=1}^{N_r} Q_i^{(j)} Q^{(j)}}{(EA)_i} \cdot Q_i^{(k)} L_i = 0 \qquad \text{ή}$$

$$\delta_k^{(RL)} + \sum_{j=1}^{N_r} h_{kj} Q^{(j)} = 0 \qquad k = 1, \cdots, N_r \qquad (17)$$

όπου

$$\delta_k^{(RL)} = \sum_{i=1}^{N_b} \frac{Q_i^{(RL)} Q_i^{(k)}}{(EA)_i} L_i, \qquad h_{kj} = \sum_{i=1}^{N_b} \frac{Q_i^{(j)} Q_i^{(k)}}{(EA)_i} L_i \qquad (18)$$

Εάν υπάρχει πραγματική σχετική μετατόπιση $\delta_k^{(s)}$ μεταξύ ενός άκρου του υπερστατικού μέλους k και του κόμβου που βρίσκεται πλησίον, τότε η έκφραση (17) δεν περιέχει μηδενικό όρο στο δεξιό μέλος και παίρνει τη μορφή

$$\delta_k^{(s)} = \delta_k^{(RL)} + \sum_{j=1}^{N_r} h_{kj} Q^{(j)} \qquad k = 1, \cdots, N_r \qquad (19)$$

Οι εξισώσεις (19) μπορούν να γραφούν σε μητρωική μορφή ως εξής:

$$\begin{bmatrix} \delta_1^{(s)} \\ \vdots \\ \delta_{N_r}^{(s)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \delta_1^{(RL)} \\ \vdots \\ \delta_{N_r}^{(s)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} h_{1,i} & \cdots & h_{1,N_r} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ h_{1,N_r} & \cdots & h_{N_r,N_r} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Q^{(1)} \\ \vdots \\ Q^{(N_r)} \end{bmatrix} \qquad (20)$$

όπου οι όροι $Q^{(j)}$ εκφράζονται, επίσης, ως προς την «πυκνότητα φόρτισης» $q^{(j)}$ ως $Q^{(j)}=q^{(j)}L^{(j)}$. Έτσι, οι εξισώσεις ισορροπίας (8) ή (12) μαζί με τις εξισώσεις (20) αποτελούν ένα σύστημα $2N + N_r$ εξισώσεων, στην περίπτωση των δισδιάστατων προβλημάτων ή $3N + N_r$ εξισώσεων, στην περίπτωση τρισδιάστατων προβλημάτων, το οποίο επιλύεται για να δώσει όλες τις τιμές των αγνώστων δυνάμεων στα μέλη της κατασκευής (περιλαμβανομένων και των υπερστατικών μεγεθών).

Ένας άλλος τρόπος υπολογισμού των αγνώστων εσωτερικών δυνάμεων της κατασκευής, είναι με την ξεχωριστή επίλυση του συστήματος γραμμικών εξισώσεων (20) ως προς $Q^{(j)}$. Ακολούθως, αντικαθιστώντας τις γνωστές τιμές των $Q^{(j)}$ στην (8) ή την (12) μπορούμε να υπολογίσουμε όλες τις υπόλοιπες τιμές των δυνάμεων Q_i στα μέλη της κατασκευής tensegrtity. Ωστόσο, είναι προτιμότερο να λάβουμε υπόψη ολόκληρο το σύστημα των $2N + Nr$ ή $3N + N_r$ εξισώσεων ισορροπίας, έτσι ώστε να έχουμε την ευκαιρία να εξετάσουμε την ευστάθεια της όλης κατασκευής.

Η ύπαρξη λύσης στο σύστημα των γραμμικών εξισώσεων $K_e \bullet \beta = \gamma$, είναι μια ένδειξη ύπαρξης καλών συνθηκών ευστάθειας στην κατασκευή. Επίσης, εύκολα αποδεικνύεται ότι εάν υπάρχει λύση στο σύστημα των εξισώσεων τότε αυτή είναι μοναδική. Σύμφωνα με τη θεωρία αριθμητικής ανάλυσης, μπορούμε να είμαστε σίγουροι για την ύπαρξη λύσης, όταν το τετραγωνικό μητρώο K_e έχει μια από τις ακόλουθες ιδιότητες [11]:

1. Το μητρώο K_e έχει rank ϱ ίσο με το rank του επαυξημένου μητρώου
2. Η ορίζουσα του τετραγωνικού πίνακα K_e είναι μη μηδενική, δηλαδή $det\,|K_e| \neq 0$.
3. Το αντίστροφο μητρώο K_e^{-1} του τετραγωνικού μητρώου K_e υπάρχει και ισχύει η εξής έκφραση $K_e^{-1}K_e=I$.
4. Το πλήθος n_{ind} των γραμμικά ανεξάρτητων γραμμών ή στηλών του μητρώου K_e είναι ίσο με rank ϱ του πίνακα K_e.

Εάν το μητρώο K_e δεν ικανοποιεί τις πιο πάνω ισοδύναμες ιδιότητες τότε είναι αδύνατη η ύπαρξη λύσης του συστήματος γραμμικών εξισώσεων ισορροπίας και λέμε ότι η ευστάθεια της δισδιάστατης ή τρισδιάστατης κατασκευής είναι αμφίβολή. Σε τέτοια περίπτωση είναι απαραίτητη μια βαθύτερη διερεύνηση της ευστάθειας της κατασκευής.

IV. Αριθμητικά Παραδείγματα

➤ A. Το δισδιάστατο tensegrity δικτύωμα μορφής X

Μια από τις θεμελιώδεις κατασκευές tensegrity, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν από τους Αμερικανούς ερευνητές Fuller [4] και Snelson [6], για να δημιουργήσουν πιο περίπλοκες και ευσταθείς κατασκευές, είναι το δισδιάστατο tensegrity δικτύωμα μορφής X με $N=4$ κόμβους (Σχήμα 3(a)). Ο ερευνητής Skelton [12] μελέτησε αναλυτικά αυτό το είδος δικτυώματος, το οποίο αποτελείται από τέσσερα χαλύβδινα καλώδια (μέλη 1, 2, 5 και 6), καθώς και δύο ράβδους κατασκευασμένες από κράμα αλουμινίου (μέλη 3 και 4). Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των καλωδίων και των ράβδων παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Το βάρος κάθε κόμβου είναι ίσο με $G=0.01kN$. Το ίδιο βάρος των μελών λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς. Δεν επιβάλλονται άλλες εξωτερικές φορτίσεις.

Στο παράδειγμα μας το καλώδιο 1, είναι κοντύτερο από όσο θα έπρεπε να είναι. Έτσι, κατά τη διάρκεια της κατασκευής του εν λόγω δικτυώματος, το ένα άκρο συνδέεται με τον κόμβο 1 και το άλλο επεκτείνεται με μικρή επιμήκυνση $\delta_{2,x}=0.3mm$ για να συναντήσει τον κόμβο 2, όπως επεξηγείται στην μεγέθυνση της λεπτομέρειας "A" (Σχήμα 3(b)), η οποία δεν έχει σχεδιαστεί υπό κλίμακα.

Είδος μέλους	Εφελκυόμενα μέλη (χαλύβδινα καλώδια)	Θλιβόμενα μέλη (ράβδοι αλουμινίου)
Εξωτερική διάμετρος d_o (mm)	8	40
Εσωτερική διάμετρος d_i (mm)	-----	37
Εμβαδόν διατομής A (mm^2)	50,24	181,34
Ροπή αδράνειας I_0 (m^4)	-----	3.36 x 10^{-8}
Ειδικό βάρος γ (kN/m^3)	78	26.50
Μέτρο ελαστικότητας E (GPa)	210	70
Όριο ελαστ. αντοχής σ_y (MPa)	360	260

Πίνακας 1
Τεχνικά χαρακτηριστικά των μελών του δισδιάστατου δικτυώματος tensegrity μορφής X

Το πλήρες σύστημα γραμμικών εξισώσεων ισορροπίας (8), για το συγκεκριμένο πρόβλημα, αποτελείται από $2N=8$ εξισώσεις. Έχει $N_b+N_{ur}-2N=1$ παραμετρικές λύσεις. Λέμε ότι η κατασκευή έχει βαθμό υπερστατικότητας ίσο με 1. Η ράβδος 1 επιλέγεται ως το υπερστατικό μέγεθος της κατασκευής (Σχήμα 3(a)). Χρησιμοποιώντας την έκφραση (19) με $\delta_1^{(s)}=0.3mm$ και λαμβάνοντας υπόψη ότι $Q^{(1)}=L_{1,2}q_{1,2}$ λαμβάνουμε την επιπρόσθετη γραμμική εξίσωση $-0.0346+7.3246q_{1,2}=3.16512$, η οποία δίνει $q_{1,2}=0.4368\ kN/m$. Έτσι, η τιμή της αξονικής δύναμης στο εν λόγω μέλος είναι $F_{1,2}=0.4368\ kN$. Επίσης, η εξίσωση αυτή προστίθεται στο σύστημα των εξισώσεων (12) για να το συμπληρώσει και έτσι να επιτευχθεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα γραμμικών εξισώσεων ισορροπίας, η άμεση επίλυση του οποίου δίνει τις τιμές των N_b+N_{ur} αγνώστων.

Ο επαυξημένος πίνακας K_e του τελικού συστήματος εξισώσεων έχει μη μηδενική ορίζουσα. Τα αποτελέσματα τιμών για όλες τις «πυκνότητες φορτίσεων», τις αντίστοιχες αξονικές δυνάμεις στα μέλη της κατασκευής και τις αντιδράσεις στις στηρίξεις, καταχωρούνται στους Πίνακες 2 και 3, μαζί με τα αντίστοιχα αποτελέσματα που δίνει η μέθοδος ΔΜΑ. Παρατηρούμε ότι η μέθοδος που παρουσιάζεται και εφαρμόζεται στην παρούσα μελέτη, δηλαδή η ΜΕΙΔΠΦ, δίνει αποτελέσματα που είναι συγκρίσιμα με αυτά της ΔΜΑ (Πίνακας 2Α). Ωστόσο, από τον υπολογιστικό χρόνο (CPU time) που χρειάζεται κάθε μέθοδος, γίνεται φανερό ότι η ΜΕΙΔΠΦ είναι ταχύτερη από την ΔΜΑ (Πίνακας 2Β), γιατί είναι άμεση μέθοδος (δεν απαιτεί επαναληπτική διαδικασία). Επίσης, στον Πίνακα 3 παρουσιάζεται η τιμή της κάθετης μετατόπισης $\delta_{top,y}$ του κόμβου 3, όπως υπολογίζεται ξεχωριστά με την ΜΕΙΔΠΦ, την ΔΜΑ και την αναλυτική προσέγγιση του Skelton [12] για το ίδιο πρόβλημα. Τα αποτελέσματα για την μετατόπιση $\delta_{top,y}$, είναι τα ίδια και στις τρεις μεθόδους.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στη βιβλιογραφική αναφορά [2], για ένα ανάλογο πρόβλημα με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, με αυτά που περιλαμβάνονται στο πρόβλημα που λύνεται με την παρούσα μέθοδο (Πίνακες 2Α, 2Β και 3), κάποιος μπορεί να παρατηρήσει ότι τα αριθμητικά αποτελέσματα της ΜΕΙΔΠΦ, στην παρούσα εργασία διαφέρουν, κατά μέσο όρο, σε ποσοστό 10% από τα αντίστοιχα αποτελέσματα της αναφοράς [2]. Αυτή η διαφορά είναι αναμενόμενη και οφείλεται στο γεγονός ότι οι τιμές του $\delta_1^{(s)}$, στις δύο περιπτώσεις, διαφέρουν σε ποσοστό 90%.

Πυκνότητα φόρτισης $q_{i,j}$	Τιμή της $q_{i,j}$ με την ΜΕΙΔΠΦ (kN/m)	Τιμή της $q_{i,j}$ με την ΔΜΑ (kN/m)	Μήκος $L_{i,j}$ ενός μέλους (m)	Τιμή αξονικής φόρτισης $F_{i,j}$ με την ΜΕΙΔΠΦ (kN)	Τιμή της αξονικής φόρτισης $F_{i,j}$ με την ΔΜΑ (kN)
$q_{1,2}$	0.4368	0.4367	1.0000	0.4368	0.4367
$q_{1,3}$	0.4195	0.4196	1.0000	0.4195	0.4196
$q_{1,4}$	0.4369	-0.4368	1.4142	-0.6178	-0.6177
$q_{2,3}$	-0.4369	-0.4368	1.4142	-0.6178	-0.6177
$q_{2,4}$	0.4195	0.4196	1.0000	0.4195	0.4196
$q_{3,4}$	0.4368	0.4367	1.0000	0.4368	0.4367

Πίνακας 2Α
Τιμές των «Πυκνοτήτων Φορτίσεως» και των αξονικών δυνάμεων στα μέλη του δισδιάστατου δυκτυώματος μορφής X

Επίσης, τα υλικά που χρησιμοποιούνται, στις δύο περιπτώσεις, έχουν διαφορετικές ιδιότητες, δηλαδή διαφορετικές μηχανικές παραμέτρους. Ως προς την ευστάθεια της εν λόγω tensegrity κατασκευής, ο σχετικός έλεγχος καταδεικνύει ότι η κατασκευή ικανοποιεί το κριτήριο Euler. Επίσης, διαπιστώνεται ότι οι αξονικές φορτίσεις δεν ξεπερνούν το όριο ελαστικής αντοχής. Επομένως, η κατασκευή είναι πλήρως ασφαλής υπό τη δεδομένη φόρτιση και τα δεδομένα μηχανικά και γεωμετρικά χαρακτηριστικά.

Αντίδραση σε στήριξη	Τιμές αντιδράσεων με την ΜΕΙΔΠΦ (kN)	Τιμές αντιδράσεων με την ΔΜΑ (kN)	Υπολογιστικός χρόνος (CPU time) με την ΜΕΙΔΠΦ (sec)	Υπολογιστικός χρόνος (CPU time) με την ΔΜΑ (sec)
$R_{1,x}$	0	0	0.02	2.03
$R_{2,x}$	0	0		
$R_{1,y}$	0.0346	0.0345		
$R_{2,y}$	0.0346	0.0345		

Πίνακας 2Β
Τιμές των αντιδράσεων στις στηριξεις του δισδιάστατου δικτυώματος μορφής Χ και υπολογιστικός χρόνος (CPU Time) με τις ΜΕΙΔΠΦ και ΔΜΑ.

	ΜΕΙΔΠΦ	ΔΜΑ	Αναλυτική προσέγγιση του Skelton [12]
Κάθετη μετατόπιση του κόμβου 3 (σε mm)	0.04	0.04	0.04

Πίνακας 3
Σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων της ΜΕΙΔΠΦ και αυτών της αναλυτικής μεθόδου του ερευνητή Skelton

➤ Β. Δισδιάστατος πρόβολος δοκός τύπου tensegrity

Σε αυτό το παράδειγμα μελετάμε ένα δισδιάστατο πρόβολο δοκό τύπου tensegrity (Σχήμα 4). Η κατασκευή αυτή στηρίζεται σε στηρίξεις στα αριστερά, στους κόμβους 1 και 3 και φορτίζεται από μια κάθετη δύναμη, ίση με 1 kN, στο δεξιό άκρο της κατασκευής, στη θέση του κόμβου 10 (Σχήμα 4).

Ο συγκεκριμένος τύπος κατασκευής μελετήθηκε αρκετά από τους Masic et al. [13] οι οποίοι χρησιμοποίησαν μη γραμμικά μοντέλα και τη θεωρία μεγάλων παραμορφώσεων, για να υπολογίσουν τις τιμές των αξονικών δυνάμεων και για να μπορέσουν να κάνουν σχεδιασμό με κριτήριο τη βέλτιστη τιμή του λόγου της μάζας προς την ακαμψία (optimal mass-to-stiffness ratio). Στην παρούσα εργασία δεν επιδιώκεται βέλτιστος σχεδιασμός. Η προτεινόμενη ΜΕΙΔΠΦ απλά εφαρμόζεται στο συγκεκριμένο πρόβλημα, στο οποίο υπάρχουν τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά με αυτά που είχαν προτείνει οι Masic et al. [13] κατά την εφαρμογή της δικής τους μεθόδου. Η μόνη διαφορά είναι η επιλογή διαφορετικών υλικών για τις ράβδους και τα καλώδια, με διαφορετικές μηχανικές ιδιότητες. Έτσι, η συγκεκριμένη κατασκευή έχει 13 χαλύβδινα καλώδια (μέλη με αριθμούς 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 12, 13, 16, 17, 20 and 21) και οκτώ ράβδους κατασκευασμένες από κράμα αλουμινίου (μέλη 6, 7, 10, 11, 14, 15, 18 και 19).

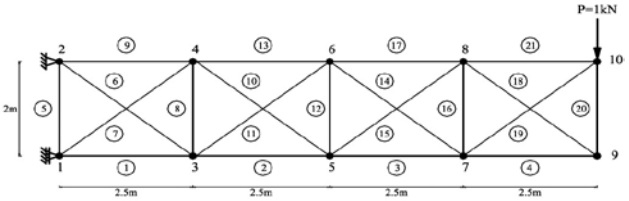
Το συγκεκριμένο δικτύωμα είναι υπερστατικό με βαθμό υπερστατικότητας ίσο με 4 (δηλαδή $N_r=N_b+N_{ur}-2N=4$). Το ίδιο βάρος των μελών λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς.

Είδος μέλους	Εφελκυόμενα μέλη (χαλύβδινα καλώδια)	Θλιβόμενα μέλη (ράβδοι αλουμινίου)
Εξωτερική διάμετρος d_o (mm)	5.74	77
Εσωτερική διάμετρος d_i (mm)	---	75
Εμβαδόν διατομής A (mm^2)	25.84	238.76
Ροπή αδράνειας I_0 (m^4)	---	1.72x10^{-7}
Ειδικό βάρος γ (kN/m^3)	78	26.50
Μέτρο ελαστικότητας E (GPa)	210	70
Όριο ελαστ. αντοχής σ_y (MPa)	480	260

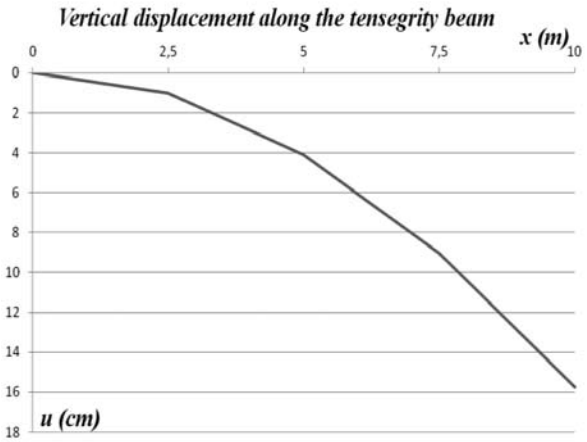
Πίνακας 4
Τεχνικά χαρακτηριστικά των μελών του δισδιάστατου πρόβολου δοκού τύπου tensegrity

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των καλωδίων και των ράβδων, που αποτελούν την κατασκευή, δίνονται στον Πίνακα 4. Σύμφωνα με τη μέθοδο, κατά μήκος των καλωδίων 1, 2, 3 και 4 (τα οποία επιλέγονται τυχαία ως υπερστατικά μεγέθη και αφαιρούνται για να δημιουργηθεί η θεμελιώδης κατασκευή) εφαρμόζεται, ξεχωριστά για κάθε τέτοιο καλώδιο, ένα ζεύγος αντίθετων δυνάμεων με τιμή ίση με 1 kN. Επίσης, κατά την διάρκεια της συναρμολόγησης της κατασκευής παρατηρήθηκε ένα κενό μεταξύ του δεξιού άκρου καθενός από τα προαναφερόμενα τέσσερα καλώδια και του πλησιέστερου κόμβου. Αυτό το κενό είναι το ίδιο σε όλα τα εν λόγω τέσσερα μέλη και ισούται με 54.2640/$(EA)_c$ ή 10 mm, περίπου. Βέβαια, η κατασκευαστική αυτή ατέλεια λήφθηκε υπόψη στους υπολογισμούς γιατί εισάγει προένταση στην κατασκευή.

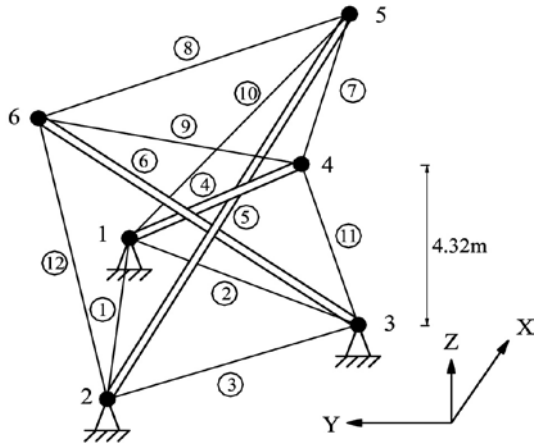
Το μητρώο K_e του προβλήματος ικανοποιεί τις ισοδύναμες ιδιότητες που αφορούν την ύπαρξη λύσης στο σύστημα των γραμμικών εξισώσεων ισορροπίας. Επομένως, υπάρχει λύση και είναι μοναδική. Τα αποτελέσματα εφαρμογής της ΜΕΙΔΠΦ παρουσιάζονται στον Πίνακα 5, μαζί με αυτά της ΔΜΑ, η οποία έχει επίσης εφαρμοστεί για το συγκεκριμένο πρόβλημα. Οι δύο μέθοδοι δίνουν συγκρίσιμα αποτελέσματα. Επίσης, ο Πίνακας 6 δίνει τις τιμές των κάθετων μετατοπίσεων $\delta_y^{(k)}$ στους κόμβους 4, 6, 8 και 10 όπως υπολογίζονται από την ΜΕΙΔΠΦ και την ΔΜΑ. Οι δύο ομάδες αποτελεσμάτων παρουσιάζουν συγκρίσιμες τιμές. Εύκολα μπορεί κανείς να αντιληφθεί το παραμορφωμένο σχήμα της κατασκευής, κοιτάζοντας τη γραφική παράσταση στο Σχήμα 5, η οποία παρουσιάζει τις κατακόρυφες μετατοπίσεις κατά μήκος της άνω πλευράς της κατασκευής. Ως προς την ευστάθεια της εν λόγω tensegrity κατασκευής, ο έλεγχος καταδεικνύει ότι η κατασκευή ικανοποιεί το κριτήριο Euler για τα θλιβόμενα μέλη. Επίσης, διαπιστώνεται ότι οι αξονικές φορτίσεις δεν ξεπερνούν το όριο ελαστικής αντοχής.



Σχήμα 4: Δισδιάστατος πρόβολος δοκός τύπου tensegrity [13].



Σχήμα 5: Κάθετες μετατοπίσεις κόμβων της άνω πλευράς προβόλου.



Σχήμα 6: Μονόροφη τρισδιάστατη κατασκευή tensegrity

➤ C. Μονόροφη τρισδιάστατη κατασκευή tensegrity

Μια από τις κλασσικές κατασκευές tensegrity είναι η μονόροφη τρισδιάστατη κατασκευή tensegrity (Σχήμα 6) που περιέχει ένα θεμελιώδη δισδιάστατο σχηματισμό: το δισδιάστατο δικτύωμα μορφής Χ. Αυτή η τρισδιάστατη κατασκευή μπορεί να γίνει ακόμη πιο περίπλοκη με την πρόσθεση επιπλέον ράβδων και καλωδίων, για τη δημιουργία περισσότερων ορόφων.

Στην παρούσα εργασία το δισδιάστατο δικτύωμα μορφής Χ κατασκευάζεται χρησιμοποιώντας τις ράβδους 5 και 6, καθώς και τα καλώδια 3, 8 και 12, όπως παρουσιάζονται στο Σχήμα 6. Αυτή η ευσταθής δισδιάστατη κατασκευή tensegrity συνδέεται με την ράβδο 4 με τη βοήθεια των καλωδίων 1, 2, 7, 9, 10 και 11, για να δημιουργηθεί μια ευσταθής τρισδιάστατη κατασκευή tensegrity. Όλα τα μέλη της κατασκευής είναι κατασκευασμένα από το ίδιο κράμα αλουμινίου, το οποίο παρουσιάζει γραμμική ελαστική συμπεριφορά για φορτίσεις κάτω από το όριο ελαστικότητας. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά όλων των μελών της κατασκευής δίνονται στον Πίνακα 7.

Στο σημείο αυτό πρέπει να επισημανθεί η χρησιμότητα των τρισδιάστατων πολυόροφων κατασκευών tensegrity στους τομείς της μετεωρολογίας (χρησιμεύουν ως πύργοι για τη μέτρηση ταχυτήτων ανέμου), των τηλεπικοινωνιών (χρησιμοποιούνται ως πύργοι για αντένες αναμετάδοσης) κλπ.

Πυκνότητα φόρτισης $q_{i,j}$	Τιμές $q_{i,j}$ με την ΜΕΙΔΠΦ (kN/m) CPU time =0.07 sec	Τιμές $q_{i,j}$ με την ΔΜΑ (kN/m) CPU time =8.25 sec	Μήκος $L_{i,j}$ μέλους (m)	Τιμές της τάσης $\sigma^{(i,j)}$ με την ΜΕΙΔΠΦ (MPa)
$q_{1,2}$	0.240633	0.240613	2.0000	18.6248
$q_{3,5}$	0.651541	0.651521	2.5000	63.0361
$q_{5,7}$	1.196278	1.196278	2.5000	115.7390
$q_{7,9}$	1.966444	1.966444	2.5000	190.2519
$q_{1,3}$	2.461283	2.461415	2.5000	238.1272
$q_{2,3}$	-1.861511	-1.861511	3.2016	-24.9615
$q_{1,4}$	-2.454204	-2.454336	3.2016	-32.9091
$q_{2,4}$	4.147074	4.147074	2.5000	401.2262
$q_{3,4}$	4.075133	4.075096	2.0000	315.4128
$q_{4,5}$	-1.705920	-1.705788	3.2016	-22.8752
$q_{2,6}$	-2.272414	-2.272414	3.2016	-30.4714
$q_{5,6}$	3.969719	3.969475	2.0000	307.2538
$q_{4,6}$	3.326840	3.326539	2.5000	321.8692
$q_{6,7}$	-1.710358	-1.710114	3.2016	-22.9347
$q_{5,8}$	-2.250652	-2.250539	3.2016	-30.1796
$q_{7,8}$	4.204022	4.203534	2.0000	325.3887
$q_{6,8}$	2.764778	2.764233	2.5000	267.4902
$q_{8,9}$	-1.966421	-1.966045	3.2016	-26.3683
$q_{7,10}$	-2.480514	-2.480270	3.2016	-33.2619
$q_{9,10}$	1.973494	1.973118	2.0000	152.7472
$q_{8,10}$	2.480544	2.479735	2.5000	239.9907
Αντιδράσεις (kN)				
$R_H^{(1)}$	5.534000	5.534380		
$R_H^{(2)}$	-5.534000	-5.533907		
$R_v^{(2)}$	1.213600	1.213864		

Πίνακας 5
Τιμές των πυκνοτήτων φόρτισης και των τάσεων σε όλα τα μέλη του δισδιάστατου προβόλου τύπου tensegrity.

Κόμβος i	1	4	6	8	10
Κάθετη μετατόπιση κόμβου i με την ΜΕΙΔΠΦ	0	1.0091 cm (0.40 in.)	4.1011 cm (1.61 in.)	9.0438 cm (3.56 in.)	15.7700 cm (6.21 in.)
Κάθετη μετατόπιση κόμβου i με την ΔΜΑ	0	1.0091 cm (0.40 in.)	4.1012 cm (1.61 in.)	9.0467 cm (3.56 in.)	15.7779 cm (6.21 in.)

Πίνακας 6
Κάθετες μετατοπίσεις κόμβων με τις ΜΕΙΔΠΦ ΚΑΙ ΔΜΑ

Είδος μέλους	Εφελκυόμενα μέλη (καλώδια αλουμινίου)	Θλιβόμενα μέλη 4&6 (ράβδοι αλουμινίου)	Θλιβόμενο μέλος 5 (ράβδος αλουμινίου)
Εξωτερική διάμετρος d_o (mm)	20	63.9	58.4
Εσωτερική διάμετρος d_i (mm)	------	61.7	54.9
Εμβαδό διατομής A (mm^2)	314.16	214.87	311.45
Ροπή αδράνειας $I0$ (m^4)	-----	$1.07x10^{-7}$	$1.25x10^{-7}$
Ειδικό βάρος γ (kN/m^3)	31.85	31.85	31.85
Μέτρο ελαστικότητας E (GPa)	89.17	89.17	89.17
Όριο ελαστ. αντοχής σy (MPa)	260	260	260

Πίνακας 7
Τεχνικά χαρακτ. της μονόροφης τρισδ. κατασκευής tensegrity

Το ίδιο βάρος καθενός από τους κόμβους είναι ίσο με $G=0.01kN$. Επίσης, λαμβάνεται υπόψη το ίδιο βάρος των μελών της κατασκευής. Τα καλώδια 1, 2, 3, 10, 11 και 12 έχουν μια σταθερή προένταση ίση με 0.01kN/m κατά μήκος του άξονα τους. Οι συντεταγμένες όλων των 6 κόμβων της κατασκευής παρουσιάζονται στον Πίνακα 8. Εφαρμόζοντας την ΜΕΙΔΠΦ λαμβάνουμε ένα σύστημα γραμμικών εξισώσεων ισορροπίας, της μορφής (8), το οποίο έχει $3N=18$ ανεξάρτητες γραμμικές εξισώσεις. Στο πρόβλημα αυτό υπάρχουν $N_b+N_{ur}=12+3x3=21$ άγνωστες αξονικές δυνάμεις στα μέλη και αντιδράσεις στις στηρίξεις. Έτσι, ο βαθμός υπερστατικότητας είναι ίσος με 3. Ωστόσο, οι εφελκυστικές δυνάμεις στα καλώδια 1, 2 και 3 δεν έχουν οποιαδήποτε επίδραση στις τιμές των «πυκνοτήτων φόρτισης», οι οποίες εμφανίζονται στα υπόλοιπα μέλη, γιατί παραλαμβάνονται κατευθείαν από τις στηρίξεις. Έχουμε, λοιπόν, τις πρώτες τιμές των «πυκνοτήτων φόρτισης», στην κατασκευή, που είναι $q_{1,2}=q_{1,3}=q_{2,3}=0.01kN/m$. Κατά συνέπεια, το πλήθος των αγνώστων του προβλήματος μειώνεται στους 18. Επομένως, το σύστημα των 18 γραμμικών εξισώσεων είναι αρκετό για να δώσει τη λύση του προβλήματος. Το μητρώο K_e του γραμμικού συστήματος εξισώσεων ισορροπίας, ικανοποιεί όλες τις ιδιότητες 1 έως 4 που δίνονται στο τμήμα 3 του άρθρου, επιβεβαιώνοντας την πεποίθηση μας ότι η κατασκευή tensegrity είναι ευσταθής.

Κόμβος i	x_i (m)	y_i (m)	z_i (m)
1	3.0	-1.73205	0.0
2	0.0	3.46410	0.0
3	-3.0	-1.73205	0.0
4	-4.618802	0.0	4.32049
5	-0.479058	-0.82975	4.32049
6	2.309401	4.0	4.32049

Πίνακας 8
Τιμές συντετ. κόμβων μονόροφης τρισδιάστατης κατασκευής tensegrity.

Οι τιμές των αντιδράσεων στις στηρίξεις και των «πυκνοτήτων φόρτισης» της κατασκευής, παρουσιάζονται στον Πίνακα 9. Παρατηρούμε ότι οι τιμές που προκύπτουν με εφαρμογή της ΜΕΙΔΠΦ και της ΔΜΑ, είναι συγκρίσιμες μεταξύ τους. Ως προς την ευστάθεια της εν λόγω tensegrity κατασκευής, ο σχετικός έλεγχος καταδεικνύει ότι η κατασκευή ικανοποιεί το κριτήριο Euler. Επίσης, διαπιστώνεται ότι οι αξονικές φορτίσεις δεν ξεπερνούν το όριο ελαστικής αντοχής. Επομένως, η κατασκευή είναι πλήρως ασφαλής υπό τη δεδομένη φόρτιση και τα δεδομένα μηχανικά και γεωμετρικά χαρακτηριστικά.

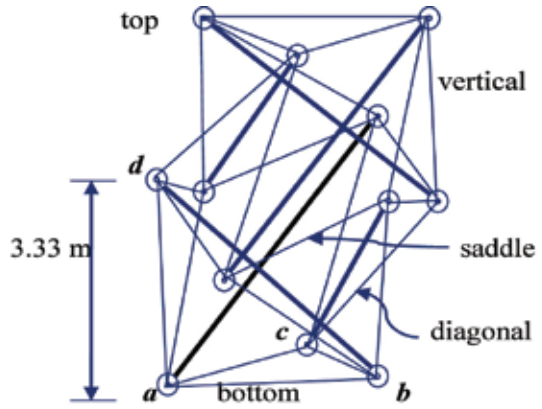
Πυκνότητα φόρτισης	Τιμή της $q_{i,j}$ με την ΜΕΙΔΠΦ (kN/m)	Τιμή της $q_{i,j}$ με την ΔΜΑ (kN/m)	Αντίδραση σε στήριξη	Τιμές αντίδρασης με την ΜΕΙΔΠΦ (kN)	Τιμές αντίδρασης με την ΔΜΑ (kN)
$q_{1,2}$	0.010000	0.010000	$R_{1,x}$	0.321956	0.322034
$q_{1,3}$	0.010000	0.010000	$R_{2,x}$	-0.207729	-0.207787
$q_{1,4}$	-0.093977	-0.093998	$R_{3,x}$	0.529678	0.529822
$q_{1,5}$	0.077393	0.077414	$R_{1,y}$	-0.031957	-0.031974
$q_{2,3}$	0.010000	0.010000	$R_{2,y}$	0.423712	0.423814
$q_{2,5}$	-0.114623	-0.114644	$R_{3,y}$	0.391755	0.391837
$q_{2,6}$	0.056172	0.056193	$R_{1,z}$	0.157097	0.157097
$q_{3,4}$	0.054744	0.054765	$R_{2,z}$	0.334522	0.334524
$q_{3,6}$	-0.096973	-0.096994	$R_{3,z}$	0.264438	0.264437
$q_{4,5}$	0.125318	0.125340			
$q_{4,6}$	0.013337	0.013342			
$q_{5,6}$	0.096702	0.096720			

Πίνακας 9
Τιμές «Πυκνότητων Φόρτισης» και των αντιδράσεων στις στηρίξεις της μονόροφης τρισδ. κατασκευής tensegrity

➤ D. Διώροφη τρισδιάστατη κατασκευή tensegrity

Οι ερευνητές Zhang και Ohsaki [9] έλυσαν το πρόβλημα της διώροφης αυτοτεντούμενης τρισδιάστατης κατασκευής tensegrity (Σχήμα 7) χρησιμοποιώντας την ΠΜΠΦ, που είχε αναφερθεί στην εισαγωγή του παρόντος Β΄ Μέρος του άρθρου. Στο παράδειγμα αυτό υποθέτουμε ότι η κατασκευή δεν έχει ίδιο βάρος, λόγω των πολύ ελαφρών μελών που χρησιμοποιούνται για τη συναρμολόγηση της. Αποτελείται από 12 κόμβους και 30 μέλη, δηλαδή είναι $N=12$ και $N_b=30$.

Αυτού του είδους οι κατασκευές και υπό τη δεδομένη σύνθεση και γεωμετρική μορφή, χρησιμοποιούνται αρκετά από την Εθνική Διαστημική Εταιρεία των Η.Π.Α. για την κατασκευή προβόλων σε διαστημικούς σταθμούς που περιφέρονται σε τροχιά γύρω από τη Γη. Τα πλεονεκτήματα μιας τέτοιας κατασκευής, ικανής να χρησιμοποιηθεί ως προέκταση σε διαστημική πλατφόρμα, είναι πολλά. Κατ΄ αρχήν, η μικρή, σχετικά, μάζα που διαθέτει, διευκολύνει τη μεταφορά της από την επιφάνεια της Γης στο διάστημα. Επίσης, η εύκολη επισκευή της, καθώς και η μεγάλη ευκολία στην συναρμολόγηση επιπρόσθετων τμημάτων, καθιστά πιο εύκολο το έργο των αστροναυτών. Ακόμη, η μικρή, σχετικά, επιφάνεια που διαθέτει, την καθιστά λιγότερο ευάλωτη σε «βομβαρδισμό» από αστρική σκόνη.



Σχήμα 7: Διώροφη τρισδιάστατη κατασκευή tensegrity (προοπτική απεικ.).

Στο συγκεκριμένο παράδειγμα η κατασκευή διαθέτει 24 χαλύβδινα καλώδια και 6 ράβδους αλουμινίου. Τα 24 καλώδια της κατασκευής κατανέμονται σε τέσσερεις κατηγορίες: (i) καλώδια στην κορυφή και στη βάση της κατασκευής, (ii) κεκλιμένα καλώδια (saddle cables), (iii) κατακόρυφα καλώδια (vertical cables) και (iv) διαγώνια καλώδια (diagonal cables), όπως πολύ καθαρά παρουσιάζονται στο Σχήμα 7. Οι έξη ράβδοι κατανέμονται σε δύο ομάδες: (1) οι ράβδοι του πάνω ορόφου και (2) οι ράβδοι του κάτω ορόφου. Έτσι, συνολικά, έχουμε έξη ομάδες στοιχείων. Τα χαλύβδινα καλώδια και οι ράβδοι αλουμινίου έχουν την ίδια ακαμψία, δηλαδή $(EA)_r=(EA)_c=5426\ kN$. Επίσης, οι ράβδοι αλουμινίου έχουν λεπτότοιχη κλειστή κυκλική διατομή με ροπή αδράνειας ίση με $I_r=2.894\times10^{-9}\ m^4$. Η μοναδική φόρτιση στην κατασκευή είναι η αρχική «πυκνότητα φόρτισης» $q^{(o)}$, η οποία εφαρμόζεται σε όλα τα μέλη της κατασκευής υπό τη μορφή προέντασης. Για τις δύο ομάδες ράβδων είναι $q_r^{(o)}=-1.5\ kN/m$, ενώ για τα κεκλιμένα καλώδια είναι $q_s^{(o)}=2.0\ kN/m$ και για τα υπόλοιπα καλώδια είναι $q_c^{(o)}=1.0\ kN/m$.

Κόμβος i	x_i (m)	y_i (m)	z_i (m)
a	-2.6667	0.0000	0.0000
b	1.3333	-2.3094	0.0000
c	1.3334	2.3094	0.0000
d	-1.8867	1.6666	3.3333

Πίνακας 10
Συντετ. κόμβων της διώροφης κατασκευής tensegrity.

Καθορίζοντας τις συντεταγμένες στους κόμβους a, b και c, όπως αυτοί παρουσιάζονται στο Σχήμα 7 και αποτελούν τη βάση της κατασκευής στο επίπεδο xy, καθώς και τις συντεταγμένες του κόμβου d, που βρίσκεται στον πρώτο όροφο, μπορούμε να επιτύχουμε τη μορφή της κατασκευής tensegrity που παρουσιάζεται στο Σχήμα 7. Οι συντεταγμένες των κόμβων παρουσιάζονται στον Πίνακα 10. Με εφαρμογή της ΜΕΙΔΠΦ υπολογίζονται οι τελικές τιμές για τις «πυκνότητες φόρτισης», για τις έξη κατηγορίες μελών (Πίνακας 11). Αυτές οι τιμές συγκρίνονται με τις αντίστοιχες που επιτυγχάνονται με την εφαρμογή της ΠΜΠΦ, η οποία συγκλίνει μετά από 158 επαναλήψεις [9]. Οι δύο ομάδες λύσεων είναι συγκρίσιμες, ωστόσο, η ΜΕΙΔΠΦ είναι πολύ πιο γρήγορη γιατί δεν περιλαμβάνει επαναληπτική διαδικασία. Τέλος, διαπιστώνεται ότι η κατασκευή ικανοποιεί το κριτήριο Euler και ότι οι αξονικές φορτίσεις δεν ξεπερνούν το όριο ελαστικής αντοχής.

Ομάδα	Αρχ. τιμή (kN/m)	Τελική τιμή (ΜΕΙΔΠΦ)	Τελική τιμή (ΠΜΠΦ) [9]
Ράβδοι του άνω ορόφου (1)	-1.5000	-1.8376	-1.8376
Ράβδοι του κάτω ορόφου (2)	-1.5000	-1.8376	-1.8376
Καλώδ κορυφής & βάσης (i)	1.0000	0.9282	0.9281
Κεκλιμένα καλώδια (ii)	2.0000	1.9920	1.9918
Κατακόρυφα καλώδια (iii)	1.0000	1.1735	1.1737
Διαγώνια καλώδια (iv)	1.0000	0.9957	0.9958

Πίνακας 11
«Πυκν. φόρτισης» της διώροφης κατασκευής tensegrity.

V. Συμπεράσματα

Παρουσιάστηκε η ΜΕΙΔΠΦ ως μέθοδος ανάλυσης δισδιάστατων και τρισδιάστατων κατασκευών tensegrity. Το σύστημα γραμμικών εξισώσεων ισορροπίας που προκύπτει, μπορεί να επιλυθεί άμεσα για να δώσει μοναδική λύση για τις τιμές των «πυκνοτήτων φόρτισης» στα μέλη της κατασκευής. Στις ευσταθείς ισοστατικές κατασκευές, το καθολικό μητρώο K_e του τελικού συστήματος εξισώσεων ισορροπίας, έχει μη μηδενική ορίζουσα. Στις υπερστατικές κατασκευές το εν λόγω μητρώο επεκτείνεται σε τετραγωνικό πίνακα μετά την εφαρμογή του θεωρήματος Castigliano, το οποίο δίνει τις επιπρόσθετες αναγκαίες εξισώσεις, με αντικατάσταση των μερικών παραγώγων που προκύπτουν, από στατικώς αποδεκτές εσωτερικές φορτίσεις. Η επίλυση παραδειγμάτων έδειξε ότι η ΜΕΙΔΠΦ δίνει συγκρίσιμα αποτελέσματα με αυτά των ΔΜΑ και ΠΜΠΦ. Ωστόσο, η ΜΕΙΔΠΦ είναι ταχύτερη ως άμεση μέθοδος .

VI. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

(1) P. Christou, A. Michael and M. Elliotis, "Implementing slack cables in the force density method," Engineering Computations, vol. 31, no. 5, pp. 1011-1030, 2014.
(2) M. Elliotis, P. Christou and A. Michael, "Analysis of planar and spatial tensegrity structures with redundancies, by implementing a Comprehensive Equilibrium Equations Method," International Journal of Engineering Science and Innovative Technology, vol. 5, pp. 40-55, 2016.
(3) H.-J. Scheck, "The force density method for form finding and computation of general networks," Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, vol. 3, pp. 115-134, 1974.
(4) R.B. Fuller, "Synergetics. Explorations in the Geometry of Thinking." Macmillan Publishing, New York, U.S.A., 1975.
(5) D. Emmerich, "Constructions de reseaux autodendantes", Patent no. 1, 377, 290, 1963.
(6) K. Snelson, "Continuous tension, discontinuous compression structures", US Patent No. 3, 169, 611, 1965.
(7) M. Papadrakakis, "A method for the automatic evaluation of the dynamic relaxation parameters," Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, vol. 25, pp. 35-48, 1981.
(8) S.H. Juan and J.M. Mirats Tur, "Tensegrity frameworks: Static analysis review," Mechanism and Machine Theory, vol. 43, no. 7, pp. 859-881, 2008.
(9) J.Y. Zhang and M. Ohsaki, "Adaptive force density method for from-finding problem of tensegrity structures," International Journal of Solids and Structures, vol. 43, no. 18-19, pp. 5658-5673, 2006.
(10) Y.C. Fung, Foundations of solid mechanics. Prentice Hall, Inc., New Jersey, NJ, USA, 1977.
(11) T. Sauer, Numerical analysis. Pearson, Education, USA, 2005.
(12) R.E. Skelton, Dynamics and control of Aerospace systems. CRC Press, New York, NY, USA, 2002.
(13) M. Masic M., R.E. Skelton and P.E. Gill, "Algebraic tensegrity form-finding", International Journal of Solids and Structures, vol. 42, no. 16-17, pp. 4833-4858, 2005. ■

Το φαινόμενο Τσουνάμι

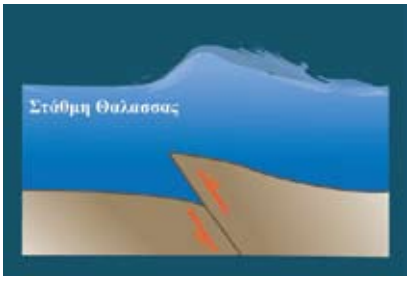
Ετοιμάστηκε από τον Κλάδο Σεισμολογίας, Διευθυντής Τμήματος Γεωλογικής Επισκόπησης: **Δρ Κ. Α. Κωνσταντίνου**

Το τσουνάμι είναι ιαπωνική σύνθετη λέξη που σημαίνει «το κύμα του λιμανιού» (τσου = λιμάνι και νάμι = κύμα). Παρόλο που υπάρχουν αναφορές στη λέξη «τσουνάμι» από το 1611, η πρώτη χρήση της στην αγγλική γλώσσα έγινε το 1896 σε ένα άρθρο του περιοδικού National Geographic για ένα γιγάντιο θαλάσσιο κύμα, «τσουνάμι» όπως το περιέγραφαν οι ντόπιοι, το οποίο έπληξε την ανατολική ακτή της Ιαπωνίας στις 15 Ιουνίου 1896. Επίσημα το όνομα χρησιμοποιείται από το 1965 με την ίδρυση του Συστήματος Έγκαιρης Προειδοποίησης Τσουνάμι για τον Ειρηνικό Ωκεανό (PTWS) από τη Διακυβερνητική Ωκεανογραφική Επιτροπή (IOC) της UNESCO.

Το τσουνάμι δημιουργείται όταν γίνει απότομη μετατόπιση μεγάλου όγκου νερού σε ένα υδάτινο σχηματισμό, όπως ένας ωκεανός, μια θάλασσα ή μια λίμνη. Οι κύριες αιτίες που προκαλούν τη δημιουργία τσουνάμι είναι οι υποθαλάσσιοι σεισμοί, οι υποθαλάσσιες ηφαιστειακές εκρήξεις, οι υποθαλάσσιες κατολισθήσεις και οι πτώσεις ουράνιων σωμάτων στην επιφάνεια της θάλασσας. Στην περίπτωση του σεισμού, για να προκληθεί ένα τσουνάμι θα πρέπει ο σεισμός να προκαλέσει θραύση (διάρρηξη) του θαλάσσιου πυθμένα και ξαφνική κατακόρυφη μετακίνησή του κατά αρκετά εκατοστά ή και μέτρα.

Στην ανοικτή θάλασσα το τσουνάμι έχει τεράστιο μήκος κύματος (η απόσταση δύο διαδοχικών κορυφών του), της τάξης των 100 - 400 km, πολύ μικρά πλάτη (μικρότερα από 1 m), και πολύ μεγάλη περίοδο, της τάξης της μιας ώρας, με αποτέλεσμα να μη γίνεται αντιληπτό και να μη αποτελεί κίνδυνο για τα πλοία στην ανοιχτή θάλασσα. Η ταχύτητα διάδοσης (u) ενός τσουνάμι σχετίζεται με την επιτάχυνση της βαρύτητας (g) και το βάθος του νερού (h), μέσω της σχέσης $u=\sqrt{g\,h}$, η οποία σε ανοικτή θάλασσα μπορεί να φτάσει και τα 1.000 km/h.

Καθώς το τσουνάμι πλησιάζει τη ξηρά, το βάθος της θάλασσας μειώνεται και το μπροστινό μέτωπο του επιβραδύνεται λόγω αντίστασης από τον όλο και πιο αβαθή βυθό. Το πίσω μέρος του συνεχίζει να ταξιδεύει με μεγαλύτερες ταχύτητες, με αποτέλεσμα το κύμα να αποκτά ύψος στην προσπάθειά του να διατηρήσει την ορμή του σύμφωνα με την αρχή της αδράνειας. Έτσι, το τελικό ύψος μπορεί να φτάσει αρκετές δεκάδες μέτρα και η ταχύτητα πρόσκρουσης δεκάδες km/h. Το τσουνάμι μπορεί να παρομοιαστεί ως ένα υδάτινο τείχος ύψους πολλών μέτρων πάνω από τη στάθμη της θάλασσας και με τεράστιο πάχος, το οποίο όταν φτάσει στις ακτές, συνεχίζει τη κίνηση για αρκετό χρόνο, λόγω του τεράστιου μήκους κύματός του.

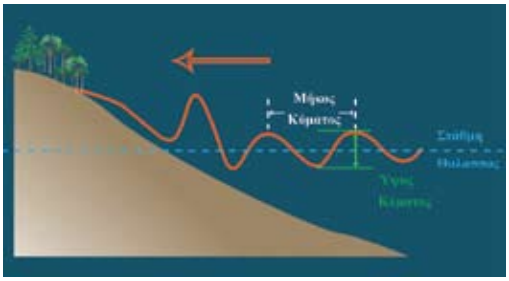


Οι συνέπειες στο περιβάλλον

Τα τσουνάμι έχουν μια εξαιρετικά μεγάλη ενέργεια, λόγω του μεγάλου όγκου του νερού που μεταφέρουν. Προφανώς, οι περιοχές με χαμηλό υψόμετρο (< 10m) διατρέχουν το μεγαλύτερο κίνδυνο. Οι σημαντικότερες συνέπειες ενός καταστρεπτικού τσουνάμι είναι φυσικά οι απώλειες ανθρώπινων ζωών. Σημειώνεται, ότι από το 1945 και μετά, περισσότεροι άνθρωποι έχουν σκοτωθεί από τα τσουνάμι παρά από τους σεισμούς. Υπάρχουν όμως καταστρεπτικές συνέπειες τόσο στο φυσικό περιβάλλον (δραματική αλλαγή μορφολογίας, αποψίλωση δασικών εκτάσεων, αλλαγή στην ακτογραμμή), όσο και στο δομημένο περιβάλλον (καταστροφή οδικού δικτύου, κρίσιμων υποδομών, όπως λιμάνια, αεροδρόμια, ηλεκτροπαραγωγικοί σταθμοί, μόλυνση του πόσιμου νερού, πυρκαγιές λόγω βραχυκυκλωμάτων και διάλυση κοινωνικών δομών και υπηρεσιών).

Ένα από τα πιο γνωστά τσουνάμι είναι το γιγαντιαίο τσουνάμι που εκδηλώθηκε μετά τον καταστροφικό σεισμό της 11ης Μαρτίου 2011 μεγέθους 9,0 βαθμών στη βορειανατολική Ιαπωνία, 130km ανατολικά της Χονσού. Το τσουνάμι που «χτύπησε» ακτογραμμή μήκους 180km, έφτασε τα 15m ύψος και συμπαρέσυρε σπίτια, κτήρια και αυτοκίνητα, κατά τόπους έως και 10km μέσα στο εσωτερικό της στεριάς. Άφησε σχεδόν 23.000 νεκρούς, ενώ επηρέασε ολόκληρο τον Ειρηνικό ωκεανό από την Αλάσκα ως τη Χιλή (2m ύψος στις ακτές της Χιλής). Μια σημαντική συνέπεια του τσουνάμι αυτού ήταν το ατύχημα στο πυρηνικό εργοστάσιο της Fukushima, με αποτέλεσμα τη διαρροή ραδιενέργειας σε μια περιοχή ακτίνας 3km.

Ένα από τα πλέον καταστρεπτικά τσουνάμι της σύγχρονης ιστορίας (και αυτό με το μεγαλύτερο αριθμό ανθρώπινων θυμάτων), εκδηλώθηκε μετά το σεισμό της 26ης Δεκεμβρίου 2004 στην Ινδο-



Βάθος Νερού (m)	Ταχύτητα (km/h)
500	250
1000	350
2000	500
3000	600
4000	700
5000	800

Δορυφορική φωτογραφία της πόλης Sendai πριν και μετά από το τσουνάμι της 11ης Μαρτίου 2011 (Ιαπωνία).
(Πηγή: digitalglobe.com/GeoEye/EyeQ)

Δορυφορική εικόνα της πόλης Banda Aceh πριν και μετά από το τσουνάμι της 26ης Δεκεμβρίου 2004 (Ινδονησία).
(Πηγή: digitalglobe.com/GeoEye/EyeQ)

νησία με κύματα μέγιστου ύψους 30 m, το οποίο είχε σαν αποτέλεσμα σχεδόν 230.000 νεκρούς, σε 14 χώρες του Ινδικού Ωκεανού και ανυπολόγιστες υλικές ζημιές.

Το μεγαλύτερο τσουνάμι (megatsunami) που καταγράφηκε στη σύγχρονη ιστορία εκδηλώθηκε μετά από το σεισμό της 9ης Ιουλίου 1958 στην Αλάσκα. Ο σεισμός αυτός προκάλεσε μια γιγαντιαία κατολίσθηση ενός παγετώνα 90 εκατομμυρίων τόνων, που έπεσε στο στενό κόλπο Lituya, με αποτέλεσμα τη δημιουργία κυμάτων ύψους περίπου 500m.

Κίνδυνος από τσουνάμι στην Κύπρο

Οι περιοχές γένεσης τσουνάμι που είναι πιθανόν να επηρεάσουν την ευρύτερη εριοχή της Κύπρου είναι το Κυπριακό Τόξο, το ανατολικό τμήμα του Ελληνικού Τόξου, η περιοχή της Νεκράς Θάλασσας και τα ηφαίστεια του Νοτίου Αιγαίου.

Υπάρχουν ιστορικές μαρτυρίες ότι οι κυπριακές ακτές έχουν πληγεί στο παρελθόν από τσουνάμι. Χαρακτηριστική είναι η περιγραφή των Ogerius Panis και Marchisius Scriba (1294) για το τσουνάμι που έπληξε την Κύπρο το Μάιο του 1222: «….στην Κύπρο η θάλασσα ανυψώθηκε από τη δόνηση και όρμησε στη στεριά. Τεράστιες μάζες θαλάσσιου νερού, μεγάλες σαν βουνά, κατέκλυσαν τη στεριά, κατεδαφίζοντας κτήρια και γεμίζοντας χωριά με ψάρια. Η Πάφος, υπέφερε πιο πολύ, το λιμάνι της αποξηράθηκε και η πόλη κατακλύστηκε από τη θάλασσα….»

Εκτός όμως, από τις ιστορικές μαρτυρίες υπάρχουν και πειστικές γεωλογικές ενδείξεις για τσουνάμι, που έπληξαν την Κύπρο. Τα τσουνάμι όταν πλήττουν τις ακτές μεταφέρουν μαζί τους υλικά από το θαλάσσιο πυθμένα, όπως χαλίκια, ογκόλιθους και θαλάσσιους οργανισμούς (ψάρια, όστρακα, φύκια), τα οποία αποθέτουν στις περιοχές που κατακλύζουν.

Κατά μήκος της νοτιοδυτικής ακτής της Κύπρου, που ξεκινά βόρεια της Πάφου και εκτείνεται σε μια απόσταση 40 περίπου km μέχρι το νότιο τμήμα της χερσονήσου του Ακάμα, υπάρχουν χαώδεις αποθέσεις ογκολίθων με άμμους και χαλίκια, που αποτελούν παραφωνία στο όλο γεωλογικό περιβάλλον της ακτογραμμής. Οι ογκόλιθοι αυτοί έχουν βάρος αρκετών τόνων, γωνιώδεις ακμές και σχετικά φρέσκες επιφάνειες αποκόλλησης, στοιχεία που οδηγούν στο συμπέρασμα, ότι έχουν αποτεθεί στη θέση που βρίσκονται από ισχυρές ωστικές δυνάμεις, όπως είναι τα τσου-

Ενδείξεις για τσουνάμι στις κυπριακές παράκτιες περιοχές.
Αποθέσεις θαλάσσιων υλικών και μετακινήσεις τεράστιων ογκόλιθων. **(Πηγή: ΤΓΕ)**

ΚΑΤΑΓΕΓΡΑΜΜΕΝΑ ΤΣΟΥΝΑΜΙ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ			
Ημερ.	**Περιοχή γένεσης**	**Περιοχή που επηρεάστηκε**	**Περιγραφή**
1202	Υποθαλάσσια κατολίσθηση που προκλήθηκε πιθανότατα από ισχυρό σεισμό στη Νεκρά Θάλασσα (M ≈ 7,5).	Λεκάνη της Λεβαντίνης και ανατολικές ακτές της Κύπρου.	Το τσουνάμι ήταν τόσο ισχυρό, που πλοία παρασύρθηκαν αρκετά χιλιόμετρα στη στεριά στις ακτές της Λεβαντίνης και της Κύπρου. Οι ανατολικές ακτές της Κύπρου πλημμύρισαν.
1222	Ισχυρός τοπικός σεισμός νοτιοδυτικά της Πάφου (Κυπριακό Τόξο) (7,0 < M < 7,5).	Νότιες ακτές της Κύπρου.	Ένας από τους πιο καταστρεπτικούς ιστορικούς σεισμούς που έπληξαν την Κύπρο. Σύμφωνα με τις ιστορικές καταγραφές, ο σεισμός κατέστρεψε το κάστρο της Πάφου, ενώ το νερό από το λιμάνι υποχώρησε. Το τσουνάμι που ακολούθησε προκάλεσε τεράστιες ζημιές στην Πάφο και τη Λεμεσό.
1303	Καταστρεπτικός σεισμός στο ανατολικό τμήμα του Ελληνικού τόξου, μεταξύ Κρήτης και Ρόδου (M ≈ 8,0).	Από την Κρήτη μέχρι τις ακτές του Ισραήλ και της Αιγύπτου.	Ένας από τους πιο ισχυρούς σεισμούς της Ανατολικής Μεσογείου με τις περισσότερες ιστορικές αναφορές. Είχε επίκεντρο την Κρήτη, προξένησε τσουνάμι που προκάλεσε καταστροφές στη Ρόδο και την Κρήτη και έφτασε μέχρι τις ακτές Τουρκίας, Αίγυπτου, Ισραήλ και Κύπρου.
1953	Καταστροφικός διπλός σεισμός νοτιοδυτικά της Πάφου (Κυπριακό Τόξο) (M = 6,0, 6,1).	Νοτιο δυτικές ακτές της Κύπρου.	Παρατηρήθηκε μικρό τσουνάμι (<1 m) στις ακτές της Πάφου το οποίο δε προκάλεσε ιδιαίτερες ζημιές.

νάμι. Παρόμοιες αποθέσεις υπάρχουν σε όλες σχεδόν τις ακτές της Κύπρου, όπως στον Κορμακίτη, την Καρπασία, το Κάβο Γκρέκο και την Πύλα.

Κίνδυνος από τσουνάμι στην Μεσόγειο

Ο κίνδυνος γένεσης τσουνάμι στη Μεσόγειο είναι χαμηλός σε σχέση με την περιοχή του Ειρηνικού ωκεανού, αλλά υπαρκτός. Βέβαια, η τάξη μεγέθους των τσουνάμι της Μεσογείου δεν είναι η ίδια με αυτήν του Ειρηνικού και Ινδικού Ωκεανού, λόγω των διαφορών στη μορφολογία του πυθμένα της Μεσογείου, αλλά και στην τάξη μεγέθους των σεισμών. Στη Μεσόγειο, όμως, λόγω μικρών αποστάσεων, οι χρόνοι άφιξης των τσουνάμι στις ακτές είναι πολύ μικρότεροι, παρά το γεγονός ότι ταξιδεύουν με μικρότερες ταχύτητες, λόγω του μικρότερου βάθους του πυθμένα. Το μεγαλύτερο ύψος κύματος που καταγράφηκε ήταν στην Αμοργό (15 m), μετά από την εκδήλωση του ισχυρού σεισμού της 9ης Ιουλίου 1956 μεγέθους 7,5 βαθμών στην ίδια περιοχή. Το πιο πρόσφατο τσουνάμι που εκδηλώθηκε στην περιοχή της Μεσογείου είναι το τσουνάμι ύψους 1,5m στην Κω, μετά από το σεισμό της 20ης Ιουλίου 2017, μεγέθους 6,6 βαθμών, στην ίδια περιοχή.

Σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης για Τσουνάμι για τον Β-Α Ατλαντικό, τη Μεσόγειο και τις γειτονικές θάλασσες (NEAMTWS)

*Στις 25 Νοεμβρίου 2016 το Υπουργικό Συμβούλιο, με την απόφαση με αρ. 81.712, ίδρυσε την **Κυπριακή Εθνική Επιτροπή Συστήματος Έγκαιρης Προειδοποίησης για Τσουνάμι** στην περιοχή του Βόρειου-Ανατολικού Ατλαντικού, της Μεσογείου και τις Γειτονικές Θάλασσες (Tsunami Early Warning and Mitigation System in the North-Eastern Atlantic, the Mediterranean and Connected Seas – NEAMTWS), με πρόεδρο το Διευθυντή του Τμήματος Γεωλογικής Επισκόπησης και μέλη το Διοικητή της Πολιτικής Άμυνας και το Διευθυντή του Ωκεανογραφικού Κέντρου του Πανεπιστημίου Κύπρου, η οποία λειτουργεί κάτω από την εποπτεία του Υπουργού Γεωργίας, Αγροτικής Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος και με ενημέρωση του Υπουργού Εσωτερικών.*

Κύρια αποστολή της Επιτροπής αυτής είναι η εκπροσώπηση της Κυπριακής Δημοκρατίας στην Ομάδα Συντονισμού NEAMTWS της Διακυβερνητικής Ωκεανογραφικής Επιτροπής (IOC) της UNESCO και ο χειρισμός των θεμάτων που σχετίζονται με τα τσουνάμι. Στο πλαίσιο της λειτουργίας της Διακυβερνητικής Ομάδας NEAMTWS, ορίστηκε ως εθνικό σημείο επαφής ο Διευθυντής του Τμήματος Γεωλογικής Επισκόπησης και σημείο ενημέρωσης ειδοποιήσεων για τσουνάμι ο Διοικητής της Πολιτικής Άμυνας. ■

Οι φωτογραφίες τραβήχτηκαν από μπαλκόνι ξενοδοχείου στο Phuket (Ταϋλάνδη) και παρουσιάζουν διαδοχικά την είσοδο του τσουνάμι στη ξηρά στις 26 Δεκεμβρίου 2004. ❯
(Πηγή: http://hotel-travel-phuket.com/galleries)/64/)

Μικροζωνικές Μελέτες

Δρ Μίλτων Δημοσθένους, Καθηγητής Αντισεισμικής Τεχνολογίας Πανεπιστημίου Frederick
Πρώην Γενικός Διευθυντής του Ινστιτούτου Τεχνικής Σεισμολογίας και Αντισεισμικών Κατασκευών (ΙΤΣΑΚ), Θεσσαλονίκη

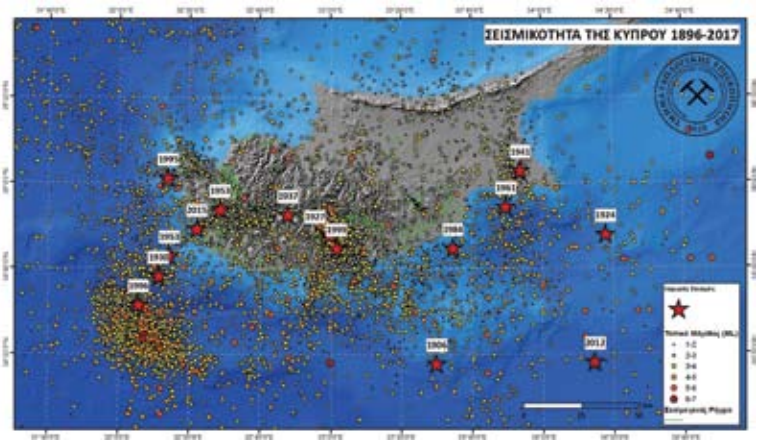
Εισαγωγή

Κάθε σύγχρονη κοινωνία, μέσα από τα συντεταγμένα όργανα της πολιτείας της, επιλαμβάνεται σειράς δράσεων για πρόληψη και διαχείριση διαφόρων κινδύνων από φυσικές και τεχνολογικές καταστροφές. Ανάμεσα σε αυτούς τους κινδύνους συγκαταλέγεται και ο κίνδυνος από σεισμό. Ο σεισμικός κίνδυνος αποδίδεται συνήθως με την παρακάτω έκφραση η οποία αποτελεί τη συνέλιξη επιμέρους παραμέτρων:

$$R = [H] \cdot [V] \cdot [n] \cdot [t]$$

- **R** (σεισμικός κίνδυνος – seismic risk): Εκφράζει τις απώλειες λόγω σεισμού
- **H** (σεισμική επικινδυνότητα – seismic hazard): Εκφράζει την πιθανότητα εμφάνισης και τα χαρακτηριστικά της αναμενόμενης σεισμικής κίνησης σε μια περιοχή για συγκεκριμένη χρονική περίοδο επαναφοράς.
- **V** (τρωτότητα των κατασκευών – vulnerability): Εκφράζει την προδιάθεση των κατασκευών να υποστούν ζημιές σε περίπτωση σεισμού.
- **n** (πλήθος κατασκευών – number of structures): Εκφράζει το σύνολο των κατασκευών σε μια περιοχή – συνήθως του ιδίου βαθμού τρωτότητας.
- **t** (χρόνος – time): Εκφράζει το χρόνο που οι κατασκευές είναι εκτεθειμένες στο σεισμικό κίνδυνο.

Αν και ο σεισμικός κίνδυνος στον κυπριακό χώρο δεν έχει ποτέ εκτιμηθεί κατά επιστημονικό τρόπο (δηλ. οι αναμενόμενες απώλειες σε περίπτωση ενός σεισμού), ωστόσο διαφαίνεται ότι ο κίνδυνος αυτός είναι ιδιαίτερα υψηλός αλλά κυρίως φαίνεται πολύ πιο καθαρά ότι βαίνει συνεχώς αυξανόμενος με την πάροδο του χρόνου, όπως επεξηγείται στη συνέχεια:



Εικ. 1. Χάρτης Σεισμικότητας της Κύπρου (1896 – 2017) [πηγή Τ.Γ.Ε.]

Πρώτον, διότι η σεισμική επικινδυνότητα της Κύπρου είναι ιδιαίτερα υψηλή και τούτο οφείλεται αφενός στο ότι γειτνιάζει με τα όρια σύγκλισης της Αφρικανικής και της Ευρασιατικής λιθοσφαιρικής πλάκας και αφετέρου διότι υφίστανται στον κυπριακό χώρο (χερσαίο και υποθαλάσσιο) αρκετά ενεργά σεισμικά ρήγματα στα οποία ανά πάσα στιγμή μπορεί να εκδηλωθεί ένας ισχυρός σεισμός με καταστροφικές συνέπειες. Επιβεβαίωση προς τούτο αποτελεί η ιστορία των σεισμών της νήσου, όπως καταγράφεται σε διάφορα ιστορικά κείμενα, αλλά και η σεισμικότητα του κυπριακού χώρου τα τελευταία 120 χρόνια όπως αποτυπώνεται στην Εικ. 1.

Δεύτερο, διότι στην Κύπρο υφίστανται αρκετές κατασκευές με πολύ υψηλή τρωτότητα (προδιάθεση εκδήλωσης ζημιών) είτε λόγω έλλειψης αντισεισμικού σχεδιασμού (βλέπε κατασκευές που κτίστηκαν πριν από το 1990), είτε λόγω πρόωρης γήρανσης, αποσύνθεσης και διάβρωσης των υλικών τους, παράγοντες που επιτείνουν την επαύξηση της τρωτότητας με την πάροδο του χρόνου, είτε λόγω συσσώρευσης αρκετών βλαβών στις κατασκευές από άλλα αίτια (βλέπε π.χ. διαφορικές καθιζήσεις λόγω διογκούμενων αργίλων, ρωγμές λόγω έντονων θερμοκρασιακών συστολοδιαστολών κ.λ.π.), η παρουσία των οποίων επαυξάνει προφανώς την τρωτότητά τους.

Τρίτον, διότι το δομημένο περιβάλλον της Κύπρου βαίνει συνεχώς αυξανόμενο, και μάλιστα ενίοτε με πολύ έντονους ρυθμούς (βλέπε πιο πάνω παράγοντας n), και κατά συνέπεια επαυξάνεται το πιθανό μέγεθος απωλειών λόγω σεισμού. Επιπλέον δε επισημαίνεται ότι οι μεγαλύτερες αναπτύξεις στην Κύπρο, έγιναν και εξακολουθούν να γίνονται στο νότιο παραλιακό μέτωπο του νησιού, το οποίο παρουσιάζει και τη μεγαλύτερη σεισμική επικινδυνότητα συγκριτικά με την υπόλοιπη νήσο.

Επιβάλλεται λοιπόν η χάραξη μιας εθνικής πολιτικής, ολιστικού χαρακτήρα, για τα θέματα πρόληψης και διαχείρισης του σεισμικού κινδύνου. Και η πολιτική αυτή θα πρέπει να είναι καλά σχεδιασμένη, σε όλα τα επίπεδα, αλλά κυρίως να βασίζεται στα αποτελέσματα σύγχρονων μελετών και διεθνώς αποδεκτών και δοκιμασμένων επιτυχημένων πρακτικών, κατάλληλα όμως προσαρμοσμένων στα δεδομένα της Κύπρου.

Μελέτες Σεισμικής Επικινδυνότητας

Οι Μελέτες Σεισμικής Επικινδυνότητας αποσκοπούν κυρίως στο να προσδιορίσουν την αναμενόμενη μέγιστη επιτάχυνση στο βραχώδες υπόστρωμα (συνήθως καλούμενη και επιτάχυνση σχεδιασμού) για συγκεκριμένη περίοδο επαναφοράς (συνήθως για κάθε 475 χρόνια με πιθανότητα εμφάνισης

100%, που στατιστικά ισοδυναμεί για περίοδο επαναφοράς 50 χρόνια αλλά με πιθανότητα υπέρβασης 10%). Αυτή η παραδοχή – αποδοχή πιθανής υπέρβασης, υιοθετείται σχεδόν από όλους του σύγχρονους αντισεισμικούς κανονισμούς (και από τον Ευρωκώδικα 8 που εφαρμόζεται στην Κύπρο). Υποκρύπτει όμως κάτι το πολύ ουσιαστικό. Ότι δηλ. είναι αποδεκτή η πιθανή εμφάνιση σεισμού μεγαλύτερου από το σεισμό σχεδιασμού των κατασκευών, άρα ο νομοθέτης (βλέπε η πολιτεία) είτε εις γνώση του είτε εν αγνοία του αποδέχτηκε και νομιμοποίησε την πιθανότητα ρίσκου δηλ. την πιθανότητα απωλειών μετά από έναν ισχυρό σεισμό. Ευλόγως λοιπόν θα διερωτάται κάποιος, και ποια είναι η ευθύνη του μηχανικού σε τέτοιο ενδεχόμενο; Το θέμα αυτό θα μπορούσε να αποτελέσει αντικείμενο γενικότερης συζήτησης υπό την προϋπόθεση όμως ότι όλοι οι εμπλεκόμενοι (πολιτεία, μηχανικοί, ιδιοκτήτες, ασφαλιστικές εταιρείες κ.λ.π.) θα έχουν πλήρη επίγνωση του θέματος και καλοπροαίρετα θα εμπλακούν σε ένα τέτοιο διάλογο περί καθορισμού και ανάληψης αναλογούντων ευθυνών.

Η εκπόνηση Μελετών Σεισμικής Επικινδυνότητας προϋποθέτει μεταξύ άλλων την αποσαφήνιση του σεισμοτεκτονικού μοντέλου της περιοχής μελέτης, τον προσδιορισμό των σεισμικών πηγών της περιοχής, την υιοθέτηση ρεαλιστικών σχέσεων απόσβεσης της σεισμικής κίνησης και κυρίως την εφαρμογή αξιόπιστης μεθοδολογίας συνεκτίμησης και επεξεργασίας των παραπάνω, και όχι μόνο, παραμέτρων του προβλήματος. Οι Μελέτες Σεισμικής Επικινδυνότητας που έχουν εκπονηθεί μέχρι σήμερα για την Κύπρο, υλοποιήθηκαν για τις ανάγκες εκπόνησης Μικροζωνικών Μελετών σε πολεοδομικά συγκροτήματα της νήσου. Επισημαίνουμε όμως ότι, οι μελέτες αυτές δεν υλοποιήθηκαν με την ίδια μεθοδολογία και προπάντων δεν έχει γίνει μέχρι σήμερα Μελέτη Σεισμικής Επικινδυνότητας η οποία να καλύπτει ολόκληρη την Κύπρο με ενιαία μεθοδολογία.

Μικροζωνικές Μελέτες

Οι Μικροζωνικές Μελέτες αποτελούν την πλέον σύνθετη και υψίστου επιπέδου επιστημονική εργασία η οποία αποσκοπεί κυρίως στην εκτίμηση της κίνησης του εδάφους σε μια συγκεκριμένη περιοχή υπό διάφορα σεισμικά σενάρια. Απώτερος στόχος των Μικροζωνικών Μελετών είναι ο διαχωρισμός της υπό μελέτη περιοχής σε μικρότερες ζώνες (Μικροζωνική) και η σύνταξη σχετικών οδηγιών για τον αντισεισμικό σχεδιασμό των κατασκευών. Υλοποιούνται κυρίως σε περιοχές με υψηλό σεισμικό κίνδυνο, όπως σε πολεοδομικά συγκροτήματα, σε βιομηχανικές ζώνες, σε περιοχές όπου προβλέπεται η κατασκευή έργων τα οποία αναπτύσσονται σε μεγάλες εκτάσεις και με πρόδηλη τη διαφοροποίηση της εδαφικής κίνησης κατά μήκος του έργου (π.χ. αυτοκινητόδρομοι, αγωγοί φυσικού αερίου, ύδρευσης και αποχέτευσης, άλλα δίκτυα κοινής ωφελείας κ.λ.π.).

Σε διεθνές επίπεδο έχουν συγγραφεί διάφορες οδηγίες οι οποίες καθορίζουν τις προδιαγραφές, τις προϋποθέσεις και τους επιμέρους στόχους μιας Μικροζωνικής Μελέτης υψηλής στάθμης. Κατά καιρούς όμως, γίνεται επικαιροποίηση αυτών των προδιαγραφών συνεκτιμώντας τα τεχνολογικά επιτεύγματα και τα άλλα μέσα που είναι διαθέσιμα για έρευνες στον τομέα της Σεισμικής Μηχανικής, η χρήση των οποίων οδηγεί κατά τεκμήριο σε πιο ακριβή και προπάντων σε μεγαλύτερο πλήθος άμεσα αξιοποιήσιμων αποτελεσμάτων. Γι' αυτόν ακριβώς το λόγο, οι ήδη εκπονηθείσες Μικροζωνικές Μελέτες είτε επαναλαμβάνονται είτε ακόμα και επεκτείνονται σε επιμέρους θέματα τα οποία κρίνονται πολύ σημαντικά για ζητήματα σεισμικής διακινδύνευσης, συμπληρώνοντας έτσι το πακέτο γνώσεων και πληροφοριών για μια περιοχή (βλέπε περίπτωση πολεοδομικού συγκροτήματος Θεσσαλονίκης κ.λ.π.).

Αναφέρθηκε ήδη ότι πρόκειται για πολύ σύνθετες μελέτες η υλοποίηση των οποίων προαπαιτεί σειρά άλλων μελετών και συναφών ερευνών για την περιοχή μελέτης, όπως π.χ.:

- Γεωλογικές, γεωφυσικές και νεοτεκτονικές έρευνες.
- Μελέτη διάδοσης της ισχυρής εδαφικής κίνησης.
- Μελέτη σεισμικής επικινδυνότητας.
- Γεωτεχνική έρευνα επί όλων των εδαφικών σχηματισμών της περιοχής και παραγωγή γεωτεχνικού χάρτη
- Μελέτη εδαφικής απόκρισης υπό διάφορα σεισμικά σενάρια.
- Μελέτη κινδύνου ρευστοποίησης.
- Ιστορική εξέλιξη και προδιαγραφές ανάπτυξης του δομημένου περιβάλλοντος.
- Μελέτη του τρόπου συμπεριφοράς των κατασκευών σε σεισμούς του παρελθόντος που έπληξαν την περιοχή.

Όλα τα παραπάνω υλοποιούνται μέσα από τη συλλογή και αξιολόγηση υπάρχοντος υλικού για την περιοχή μελέτης από προγενέστερες συναφείς εργασίες, από νέες συμπληρωματικές επιτόπου έρευνες, χαρτογραφήσεις, εκπόνηση ενός εκτεταμένου προγράμματος ερευνητικών – γεωτεχνικών γεωτρήσεων, εργαστηριακές δοκιμές σε εδαφικά δείγματα από αυτές τις γεωτρήσεις, ανάπτυξης προσωρινών δικτύων επιταχυνσιογράφων, ανάπτυξης άλλων δικτύων με στόχο την καταγραφή του μικροθόρυβου του εδάφους στην περιοχή μελέτης κ.λ.π.

Αυτό όμως που προσδίδει μια υπεραξία στα αποτελέσματα από τις Μικροζωνικές Μελέτες είναι ότι αφενός υπερκαλύπτουν τις σχετικές απαιτήσεις που τίθενται από τους εκάστοτε εν ισχύ αντισεισμικούς κανονισμούς και κατά συνέπεια η αξιοποίηση αυτών των αποτελεσμάτων μπορεί να οδηγήσει σε πληρέστερο και πιο αναβαθμισμένο αντισεισμικό σχεδιασμό των κατασκευών. Αφετέρου δε, με βάση τα αποτελέσματα μιας Μικροζωνικής Μελέτης μπορούν να σχεδιαστούν και να υλοποιηθούν μια σειρά από παραπέρα δράσεις όπως θέματα εκτίμησης σεισμικής διακινδύνευσης σε μια περιοχή, σχεδιασμού διαχείρισης προσεισμικών και μετασεισμικών καταστάσεων κ.λ.π. Οι δράσεις αυτές μπορούν με τη σειρά τους να οδηγήσουν σε ένα δεύτερο και πιο ουσιαστικό διαχωρισμό μιας περιοχής σε μικρότερες ζώνες, αλλά αυτή τη

φορά με βασικό κριτήριο τον αναμενόμενο σεισμικό κίνδυνο, δηλ. τις αναμενόμενες απώλειες μετά από ένα σεισμό, και μέσα από κατάλληλα προληπτικά μέτρα οι απώλειες αυτές να ελαχιστοποιηθούν.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφέρουμε ότι σε σχέση με τον κυπριακό χώρο έχουν υλοποιηθεί οι Μικροζωνικές Μελέτες της Λάρνακας, της Λεμεσού, της Πάφου και της Λευκωσίας. Ο γράφων είχε ενεργή εμπλοκή στην υλοποίηση των Μκροζωνικών Μελετών της Λεμεσού και της Πάφου οι οποίες εκπονήθηκαν με τη συνεργασία του Εργαστηρίου Εδαφομηχανικής, Θεμελιώσεων και Γεωτεχνικής Σεισμικής Μηχανικής του ΑΠΘ και του ΙΤΣΑΚ, με επιστημονικό υπεύθυνο τον καθηγητή Κυριαζή Πιτιλάκη και μετά από την ανάθεσή τους από το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης. Ωστόσο, και με πλήρη επίγνωση των όσων αναφέρουμε, θα πρέπει να επισημάνουμε ότι ελάχιστα έως και καθόλου δεν αξιοποιήθηκαν αυτές οι μελέτες, ούτε από την πολιτεία αλλά ούτε και από τον τεχνικό κόσμο της Κύπρου και αυτό θα πρέπει να μας προβληματίσει όλως ιδιαιτέρως.

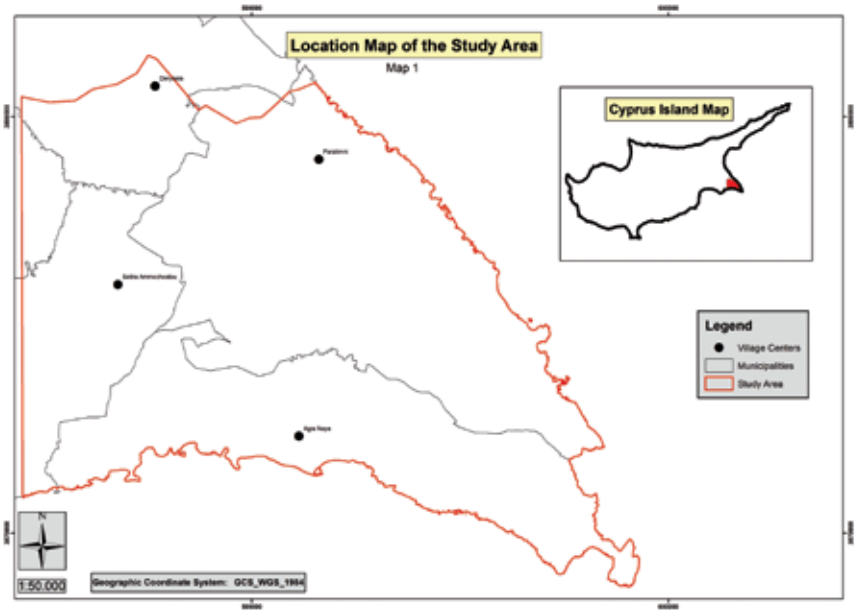
Μικροζωνική Μελέτη σε μέρος της έκτασης της Επαρχίας Αμμοχώστου

Σήμερα βρίσκεται σε εξέλιξη η υλοποίηση της Μικροζωνικής Μελέτης σε μέρος της έκτασης της Επαρχίας Αμμοχώστου, η οποία περιλαμβάνει τα όρια των Δήμων Παραλιμνίου, Δερύνειας, Αγίας Νάπας και Σωτήρας, συνολικής έκτασης 107Km^2 **(Εικ. 2)**. Η εν λόγω μελέτη, ανατέθηκε από το Τ.Γ.Ε. στο Πανεπιστήμιο Frederick, μετά από διαγωνισμό, και με συνεργαζόμενο φορέα το Εργαστήριο Εδαφομηχανικής, Θεμελιώσεων και Γεωτεχνικής Σεισμικής Μηχανικής του ΑΠΘ. Αναμένεται ότι θα ολοκληρωθεί περί τα τέλη του 2019 και προγραμματίζεται όπως τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης παρουσιαστούν δημόσια σε ειδική εκδήλωση που θα γίνει το Δεκέμβρη του ιδίου έτους. Αξιοσημείωτη επισήμανση την οποία θα πρέπει να καταθέσουμε είναι ότι στην ερευνητική ομάδα αυτής της μελέτης μετέχουν έμπειροι ερευνητές όλων των ειδικοτήτων (Γεωλόγοι, Σεισμολόγοι, Γεωφυσικοί και Πολιτικοί Μηχανικοί), αλλά και νέοι ερευνητές οι οποίοι αναμένεται να αποκτήσουν επαρκείς εμπειρίες σε θέματα Μικροζωνικών Μελετών.

Πριν από την ανάθεση της μελέτης, το Τ.Γ.Ε. είχε προχωρήσει στην υλοποίηση σειράς προκαταρκτικών εργασιών, μεταξύ των οποίων στη γεωλογική χαρτογράφηση της περιοχής, στην υλοποίηση ενός προγράμματος διάνοιξης έντεκα (11) γεωτεχνικών – ερευνητικών γεωτρήσεων και στην εγκατάσταση ενός προσωρινού δικτύου δέκα (10) επιταχυνσιογράφων **(Εικ. 3)**.

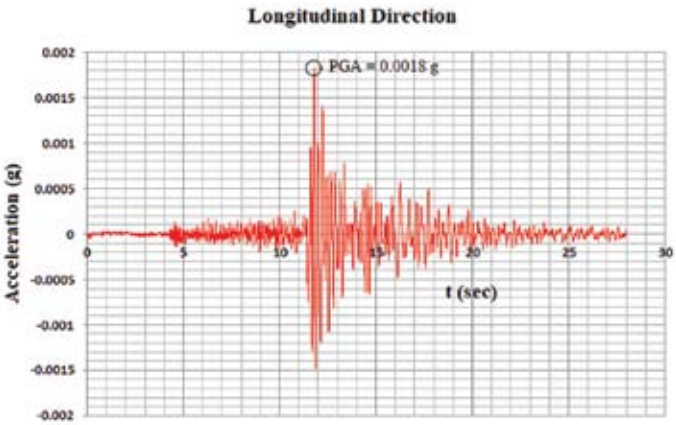
Μετά την ανάθεση της μελέτης, και με βάση τις πρώτες εργασίες που έχουν γίνει μέχρι σήμερα, διαπιστώθηκε η πολυπλοκότητα της γεωλογικής δομής της περιοχής, η ύπαρξη σεισμικής δραστηριότητας πλησίον της περιοχής μελέτης (βλέπε Εικ. 1), η συνεχής πολεοδομική και οικιστική ανάπτυξη τα τελευταία 40 χρόνια, ο εν εξελίξει σχεδιασμός και κατασκευή μεγάλων έργων αλλά και η επίσης εν εξελίξει αναθεώρηση των πολεοδομικών ζωνών και χρήσεων γης στην εν λόγω περιοχή. Έγινε επίσης μια προκαταρκτική επεξεργασία καταγραφών επιταχυνσιογράφων στην περιοχή μελέτης από μικροσεισμούς του παρελθόντος ώστε να αξιολογηθεί το συχνότικό τους περιεχόμενο **(Εικ. 4 & 5)** και η ενίσχυση της εδαφικής κίνησης. Με βάση τα πιο πάνω, κρίθηκε αναγκαία η διάνοιξη πρόσθετων γεωτεχνικών – ερευνητικών γεωτρήσεων καθώς και η εγκατάσταση επιπλέον επιταχυνσιογράφων στην περιοχή μελέτης, εργασίες οι οποίες είναι υπό εξέλιξη.

Ευελπιστούμε λοιπόν, κι' αυτό επαφίεται στις αρμόδιες υπηρεσίες του κράτους, ότι τα αποτελέσματα από τη Μικροζωνική Μελέτη σε μέρος της έκτασης της Επαρχίας Αμμοχώστου θα αξιοποιηθούν κατάλληλα, όχι μόνο για τη μείωση του σεισμικού κινδύνου αλλά και για τον ευρύτερο σχεδιασμό ανάπτυξης της περιοχής. ■



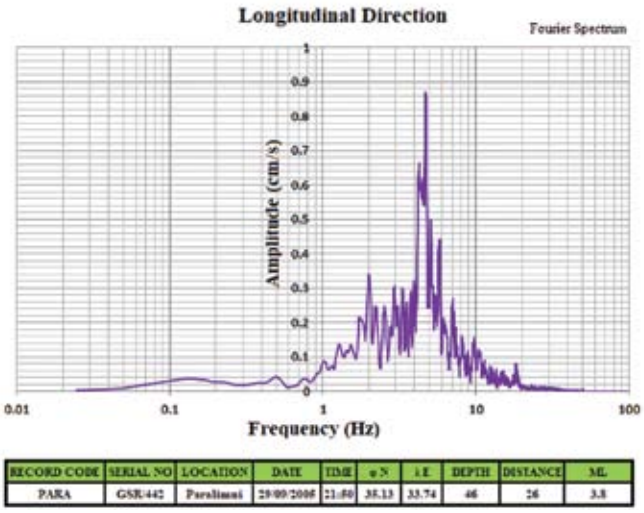
Εικ. 2. Περιοχή Μικροζωνικής Μελέτης σε μέρος της έκτασης της Επαρχίας Αμμοχώστου

Εικ. 3. Θέσεις εγκατάστασης επιταχυνσιογράφων



RECORD CODE	SERIAL NO	LOCATION	DATE	TIME	φ N	λ E	DEPTH	DISTANCE	ML
PARA	GSR/442	Paralimni	29/09/2006	21:50	35.13	33.74	46	26	3.8

Εικ. 4. Χρονοϊστορία επιταχύνσεων λόγω σεισμού μεγέθους ML=3.8



RECORD CODE	SERIAL NO	LOCATION	DATE	TIME	φ N	λ E	DEPTH	DISTANCE	ML
PARA	GSR/442	Paralimni	29/09/2006	21:50	35.13	33.74	46	26	3.8

Εικ. 5. Φάσμα Fourrier οριζόντιων επιταχύνσεων

68η Γενική Συνέλευση ECCE (Παγκόσμιο Συνέδριο Μηχανικών)

Η **68η Γενική Συνέλευση του ECCE** πραγματοποιήθηκε στις 22 και 23 Οκτωβρίου 2018, στο Λονδίνο του Ηνωμένου Βασίλειου. Φιλοξενήθηκε από το Ινστιτούτο Πολιτικών Μηχανικών (ICE) του Η.Β. Η Γενική Συνέλευση του ECCE πραγματοποιήθηκε παράλληλα με το **Global Engineering Congress (GEC)**, το Παγκόσμιο Συνέδριο Μηχανικών το οποίο διοργανώθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος εορτασμού των διακοσίων χρόνων από την ίδρυση του ICE, της 50ής επετείου της WFEO και του πανευρωπαϊκού Έτους Πολιτικής Μηχανικής. Η GEC διοργανώθηκε σε συνεργασία με την Αμερικανική Ένωση Πολιτικών Μηχανικών (ASCE), την Καναδική Κοινωνία Πολιτικών Μηχανικών (CSCE), το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Πολιτικών Μηχανικών (ECCE) και το Συμβούλιο Μηχανικών Κοινοπολιτείας. Η GEC και η 68η Γενική Συνέλευση του ECCE χαρακτηρίστηκαν επίσης ως οι επίσημες τελετές κλεισίματος της πρωτοβουλίας ECCE για να ορίσουν το έτος 2018 ως το Ευρωπαϊκό Έτος Πολιτικών Μηχανικών (EYCE 2018).

Στην 68η Γενική Συνέλευση του ECCE παρευρέθηκαν όλες σχεδόν οι οργανώσεις των μελών του ECCE. Της συνάντησης προέδρευσε ο τέως Πρόεδρος του ECCE, κος Wlodzimerz Szymczak και ο νέος Πρόεδρος κος Άρης Χατζηδάκης. Τη συνέλευση άνοιξαν με σχετικές ομιλίες τους, ο Πρόεδρος του ECCE και ο Εκτελεστικός Διευθυντής του ICE κος Nick Baveystock, οι οποίοι αναφέρθηκαν στη συνεργασία του ECCE και του ICE, καθώς και στο Παγκόσμιο Συνέδριο Μηχανικών και στον τρόπο με τον οποίο οι Πολιτικοί Μηχανικοί μεταμορφώνουν τις ζωές και το περιβάλλον που ζούμε.

Μεταξύ των διακεκριμένων καλεσμένων της Γενικής Συνέλευσης, ήταν ο γενικός διευθυντής και γραμματέας του ICE Nick Baveystock, ο επίτιμος πρόεδρος του ECCE Richard Coackley, ο προηγούμενος πρόεδρος της ECCE Antonio Adao da Fonseca, ο προηγούμενος πρόεδρος της ECCE Gerard Baron, ο προηγούμενος πρόεδρος της ECCE Fernando Branco, ο πρόεδρος της WCCE Carlos Mineiro Aires, ο Πρόεδρος της ECEC Crtomir Remec, ο Γενικός Γραμματέας της ECEC Klaus Thurriedl, ο Πρόεδρος του EAMC Adil Al Hadithi και ο Γενικός Γραμματέας του EAMC Nicola Monda.

Το Σύλλογο Πολιτικών Μηχανικών Κύπρου εκπροσώπησε ο Πρόεδρος, κ. Ανδρέας Θεοδότου, ο Εθνικός Εκπρόσωπος του Συλλόγου στο ECCE και τέως Πρόεδρος του Συλλόγου κ. Πλάτωνας Στυλιανού, καθώς επίσης και ο κ. Γιώργος Δημητρίου, Μέλος του ΚΔΣ ΣΠΟΛΜΗΚ.

Κατά τη διάρκεια της 68ης Γενικής Συνέλευσης ECCE, η οικογένεια του ECCE αυξήθηκε κατά ένα μέλος. Το Ουκρανικό Συμβούλιο Πολιτικών Μηχανικών (UCCE) έγινε δεκτό ως πλήρες μέλος του ECCE και θα εκπροσωπεί την Ουκρανία στο ECCE.

Ο τέως Πρόεδρος της ECCE κος Wlodzimierz Szymczak παρουσίασε την έκθεση δραστηριοτήτων του ECCE, Ιούνιος - Οκτώβριος 2018, **ECCE Brief Activity Report June - October 2018**, στην οποία περιγράφονται συνοπτικά οι δραστηριότητες του ECCE. Στο πλαίσιο της έκθεσης δραστηριοτήτων, ο Πρόεδρος της Γεωργιανής Εταιρείας Πολιτικών Μηχανικών κος Iuri Svanidze έκανε σύντομη παρουσίαση για το 2nd International Conference “Seismic - 2018”.

Ένα από τα κυριότερα σημεία της 68ης Γενικής Συνέλευσης του ECCE ήταν η παρουσίαση του νέου βιβλίου του ECCE «Notes on the history of Civil Engineering» που προετοιμάστηκε ως η κύρια συμβολή της ECCE για το Ευρωπαϊκό Έτος Πολιτικών Μηχανικών. Η ιδέα υποβλήθηκε πριν από δυο χρόνια από τον κ. Πλάτωνα Στυλιανού (Εθνικός Εκπρόσωπος της Κύπρου και σημερινό Μέλος του ExBO του ECCE) και το βιβλίο υλοποιήθηκε τους τελευταίους οκτώ μήνες από τη συντακτική επιτροπή με επικεφαλής τους Gorazd Humar, Πλάτωνα Στυλιανού και Άρη Χατζηδάκη. Το βιβλίο εκτυπώθηκε τον Οκτώβριο και τα πρώτα αντίτυπα παραδόθηκαν στα μέλη του ECCE κατά τη διάρκεια της 68ης ECCE GM. Είναι αφιερωμένο στο Ευρωπαϊκό Έτος Πολιτικών Μηχανικών 2018 και στη 200ή επέτειο του Ιδρύματος Πολιτικών Μηχανικών. Ο κ. Πλάτωνας Στυλιανού έκανε μια μικρή παρουσίαση δίνοντας κάποιες βασικές πληροφορίες σχετικά με τη δημιουργία του βιβλίου. Ο κος Gorazd Humar, ως πρώτος αρχισυντάκτης, παρουσίασε αρκετά στοιχεία σχετικά με το βιβλίο «Σημειώσεις για την ιστορία της Πολιτικής Μηχανικής» / “Notes on the history of Civil Engineering”. Και οι δύο παρουσιάσεις μπορούν

να βρεθούν στην ιστοσελίδα του ECCE στους παρακάτω συνδέσμους: Platonas Stylianou "...How the project was born, How it all started..."Gorazd Humar "Short presentation of the book Notes on the history of Civil Engineering"

Ακολούθως παρουσιάστηκε από τον κ. Πλάτωνα Στυλιανού η πρόταση του ECCE για το θέμα ECCE Position Paper proposal on "The need for integrating Structural / Seismic Upgrade of Existing Buildings, with Energy Efficiency Improvements". Η αρχική πρόταση συζητήθηκε στο ECCE ExBo στην 67η Γενική Συνέλευση και δόθηκε ανατροφοδότηση στον κο. Πλάτωνα Στυλιανού. Η αναθεωρημένη πρόταση υποβλήθηκε στην ExBo κατά τη συνάντησή της στο Λονδίνο και εγκρίθηκε ομόφωνα. Έχει συσταθεί συντονιστική ομάδα και θα αρχίσει να επεξεργάζεται αμέσως το έγγραφο θέσης. Το κύριο μήνυμα αυτού του εγγράφου είναι ότι η ασφάλεια πρέπει να αποτελεί αναπόσπαστο μέρος του πρώιμου σχεδιασμού των έξυπνων κτιρίων και όχι μια δεύτερη σκέψη που ακολουθεί.

Τη δεύτερη μέρα της συνάντησης ξεκίνησε η ημέρα με τις εκθέσεις οικονομικών θεμάτων από τον Αντιπρόεδρο / Ταμία ECCE Dimitar Natchev. Ενημέρωσε τους αντιπροσώπους σχετικά με την οικονομική κατάσταση του ECCE και παρουσίασε επίσης τις προτάσεις για τα τέλη συνδρομής ECCE για το 2019 και τον προϋπολογισμό ECCE για το 2019 και οι δύο προτάσεις επικυρώθηκαν από τη Γενική Συνέλευση.

Ο νέος Πρόεδρος του ECCE, κ. Άρης Χατζηδάκης, παρουσίασε την έκθεση **Construction 2020** δίνοντας κάποιες βασικές πληροφορίες σχετικά με την πρωτοβουλία αυτή και περιγράφοντας τη συμμετοχή και συμβολή του ECCE στο τριμερές φόρουμ υψηλού επιπέδου και τη θεματική ομάδα 1 "Ενθάρρυνση επενδύσεων στην ανακαίνιση κτιρίων" / "Stimulating investment in building renovation, infrastructure and innovation".

Στη συνέχεια, ο πρώην πρόεδρος του ECCE κ. Φερνάντο Μπράνκο, ο οποίος είναι σήμερα πρόεδρος της Διεθνούς Ένωσης Γέφυρας και Δομικών Μηχανικών (IABSE), έδωσε μια παρουσίασε, **presentation on IABSE** αναφέροντας τον οργανισμό, την αποστολή και τις δραστηριότητες του στο IABSE.

Το ECCE συμμετείχε επίσης στο Παγκόσμιο Συνέδριο Μηχανικών με δύο ομιλητές. Ο νέος Πρόεδρος ECCE, κ. Άρης Χατζηδάκης, μίλησε την τρίτη μέρα της GEC στο «Energy stream». Έδωσε μια παρουσίαση με τίτλο **"Sustainable structural design: energy efficiency vs structural efficiency".** Ο κύριος στόχος της παρουσίασής του ήταν να αναφερθεί η ανάγκη για διαρθρωτική ασφάλεια και ακεραιότητα κτιρίων ως μέρος του βιώσιμου διαρθρωτικού σχεδιασμού. Όπως ανέφερε, τα «έξυπνα κτίρια είναι ασφαλή κτίρια», ήθελε να περάσει το μήνυμα ότι χρειάζεται μια ολιστική προσέγγιση όταν πρόκειται για την αναβάθμιση ενός υφιστάμενου κτιρίου ή για το σχεδιασμό ενός νέου κτιρίου. Η δομική ασφάλεια ενός κτιρίου αποτελεί προϋπόθεση για τυχόν παρεμβάσεις αναβάθμισης της ενεργειακής απόδοσης, που θα το κάνουν «έξυπνο».

Ο κ. Άρης Χατζηδάκης είναι πλέον επίσημα ο νέος Πρόεδρος του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου Πολιτικών Μηχανικών. Ανέλαβε την Προεδρία του ECCE στις 23 Οκτωβρίου 2018, κατά τη διάρκεια της 68ης Γενικής Συνέλευσης ECCE που πραγματοποιήθηκε στο Λονδίνο του Ηνωμένου Βασιλείου. Ο Άρης Χατζηδάκης θα υπηρετήσει τριετή θητεία για την Περίοδο 2018 - 2021. Ο Άρης Χατζηδάκης είχε διοριστεί Αντιπρόεδρος / Επόμενος Πρόεδρος του ECCE στις 22 Οκτωβρίου 2016, κατά την 64η Γενική Συνέλευση ECCE στην Αθήνα.

Η Γενική Συνέλευση του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου Πολιτικών Μηχανικών (ECCE) εξέλεξε ένα νέο Εκτελεστικό Συμβούλιο στις Εκλογές του Εκτελεστικού Συμβουλίου του ECCE που πραγματοποιήθηκε στις 23 Οκτωβρίου 2018 στην 68η Γενική Συνέλευση ECCE στο Λονδίνο, U.K

Στη συνέχεια, η σύνθεση του νέου Διοικητικού Συμβουλίου ExBO θα αποτελείται από τα ακόλουθα πρόσωπα:

Name	Position	Country
Aris Chatzidakis	President	Greece
Wlodzimierz Szymczak	Immediate Past President	Poland
Andreas Brandner	Vice President / President Elect	Austria
Dimitar Natchev	Vice President / Treasurer	Bulgaria
Platonas Stylianou	Executive Board Member	Cyprus
Jose Francisco Saez Rubio	Executive Board Member	Spain
Paul Coughlan	Executive Board Member	U.K.
Helena Endriksone	Executive Board Member	Latvia

Προέδροι ECCE, από αριστερά προς δεξιά:

Άρης Χατζηδάκης	Νέος Πρόεδρος ECCE
Richard Coackley	Επίτιμος Πρόεδρος ECCE
Antonio Adao da Fonseca	Τέως Πρόεδρος ECCE
Wlodzimierz Szymczak	Τέως Πρόεδρος ECCE
Gerard Baron	Τέως Πρόεδρος ECCE
Fernando Branco	Τέως Πρόεδρος ECCE
Gorazd Humar	Τέως Πρόεδρος ECCE

Proposal for creation of a position paper

"The need for integrating Structural / Seismic Upgrade of Existing Buildings, with Energy Efficiency Improvements

Eur. Ing. Platonas Stylianou, B.Eng. (Hons), MSc, MCS, CEng, FICE, FCIArb.
Chartered Civil Engineer – Arbitrator – Accredited Mediator

Summary:

The majority of the existing building stock in many countries of the EU and especially in the Mediterranean region, suffers from deficient or total lack of seismic resistance and at the same time from poor energy efficiency. Given that buildings in these regions also experience frequent seismic activity and high temperature variations, it becomes a necessity to proceed with upgrading or retrofitting measures as part of a major refurbishment process. These measures are expected to improve the resilience of the existing building stock in an economically feasible way, reduce the operational expenses and contribute to the sustainability of the society and the environment and offer safer buildings to people.

Current practice prescribes and promotes upgrading solutions that isolate each deficiency and proposes solutions to enhance/upgrade each of the two items (either energy efficiency improvement or structural seismic upgrade) separately. As it is well known if buildings are cladded and insulated, then they may look new but their underlying structural issues remain, hidden, unseen and unassessed and may become life-threatening, especially in case of a major seismic event leading to a collapse. If that occurs, all EU money spent for energy Upgrades and refurbishment would be lost. **However, the economic risk is redundant compared to the potential injury and loss of life.**

In order to raise awareness on that, we need to find, assess and compare the financial numbers that were needed to fix or rebuild houses and damaged infrastructure after a real major earthquake event for different countries (in a both social and economic sense) and for that we need a lot of data regarding the earthquakes in Turkey, Italy, Greece, Slovenia and Cyprus lately. This database of repair and replacement costs will be a strong indicator of the benefit from pre-earthquake seismic resistance upgrading of existing buildings.

Description of Project:

Our goal is to produce a comprehensive, "simple", engineering practice-oriented position paper in a Common/easy to read language, that should emphasize on the need to structurally upgrade existing buildings when they will be Energy Upgraded.
It is a necessity and our duty to raise Awareness for the problem of safety of the existing building stock. Safety is one of the six essential requirements mentioned in the Eurocodes and may be the most important one, as it defines which buildings are safe, sound and secure to live in.
When we obtain all the data formally and officially, then we can introduce it in our position paper and present them in ECF, Brussel, to the Commissioner and then to EU engineers and organizations.
A way needs to be found, so that funding can be given for work on structural assessment, strengthening and upgrade as well as energy efficiency work. Decision-makers need to comprehend the huge responsibility undertaken when ruling that energy efficiency measures only, would be funded by the EU.

The new trend is smart financing for smart buildings. But, a building can only be called smart once it is Safe and Secure.

- The starting point for the project could be state/government buildings and then buildings of high importance (as categorized in the Eurocodes) as well as buildings that concentrate, are used or visited by a lot of people.
- Subsequently when the first position paper is finalized and published and if we decide that is widely understood and accepted then we can proceed to the second part/second position paper which will be more scientific and/or Academic and deal with:

  (a) Proposal of standard assessment methods in order to assess and review the level of safety of an existing building.

  (b) Establish criteria for target performance level of the selected materials and solutions for the seismic performance of buildings and for the energy refurbishment of buildings.

  (c) Identify both innovative and traditional materials that are technically capable of providing both seismic and energy upgrade of an existing building and ways to combine them.

  (d) Assess and identify the current situation in the EU countries regarding the issue and whether they have any special policy or guidelines for that.

Scope:

The aim is to ensure sustainability, resilience and safety of existing buildings through structural upgrading against seismic actions and enhanced energy efficiency. The solution should follow a holistic approach to address these issues simultaneously and link individual retrofit/upgrading activities in an integrated procedure. One of the most important issues, which defines the way of living, is **Safe, Sound, and Secure Buildings.**

That is why there is a need to create a strong position paper, in order to convince E.U. member states and Brussels to grant funding for the Structural and / or Seismic Upgrade of the buildings, before, or at least together with, the grants given for the upgrade of the energy performance of buildings, under Directive

2010/31/EM, of the European Parliament and of the Council of 19th of May 2010.

Then, if the relevant position paper is accepted and finalized, we will disseminate it in various ways (conferences, publications, media presentations, national professional boards, etc.) to raise the attention and ensure its continuation as a major European study.

Lobbying is necessary in order for politicians and other people of influence, who are decision makers, to understand the necessity of "The need for Structural / Seismic Rehabilitation of Existing Buildings, in parallel with Energy Efficiency Improvements".

The working Team

Although contribution of all countries members of ECCE may be needed, and many countries may have experts and Professionals Professionals that can contribute in the preparation and appraisal of the position paper.

The Basic Coordination Team is proposed to be:

Eur. Ing. Platonas Stylianou - Cyprus (Coordinator of the working team)	pstylianou@pstylianou.com
Mr. Aris Chatzidakis - Greece	chatzidakisaris@gmail.com
Mr. Andreas Theodotou - Cyprus	info@theodotou.com.cy
Dr Nicolas Kyriakides - Cyprus	nicholas.kyriakides@cut.ac.cy
Mr. Daniel Bitca - Romania	bitca@utcb.ro
Mr. Andrea Brandner - Austria	office@ib_brandner.com
Dr. Branko Zadnik - Slovenia	branko@zadnik.si

Expected Benefit

1. Raise awareness of, and demand for, better and structurally sound buildings among stakeholders, owners, operators and all citizens.
2. Improve knowledge and information regarding assessment and design for structural and/or seismic upgrading of existing buildings.
3. Increase funding opportunities from EU for related projects.
4. Offer a significant contribution to the community, as the need to protect the homes and build property is a basic one that originates from antiquity.

By applying the idea expressed in the position paper, countries that possess abandoned, deteriorated or ill-maintained buildings, especially those subject to seismic hazard, can assess, evaluate and if necessary, structurally strengthen their buildings, in order to obtain the same or better structural capacity than what was mandated by the building codes and allowed by the construction practices at the time of the original construction.

Countries subject to seismic hazard can assess, evaluate and if necessary, structurally and seismically strengthen their buildings in order to obtain the necessary structural capacity according to the current Eurocodes, National Regulations and Annexes.

According to clause 16, of the EU Directive 2010/51/EU, "… major renovations of existing buildings, regardless of their size, provide an opportunity to take cost – effective measures to enhance energy performance (here we need to add structural / seismic performance, in order to achieve our purpose). Member states should be able to choose to define a 'major renovation' either in terms of a percentage of the surface of the building envelope or in terms of the value of the building…"

If, in Article 7, Existing Buildings, of the Directive, "…when buildings undergo major renovation, the energy performance of the building or the renovated part thereof is upgraded in order to meet minimum energy performance…", we add and **"evaluated and assessed for structural and/or seismically capacity and upgraded accordingly"**, then as the European Council of Civil Engineers we will contribute to a much safer community with improved sustainability and lower waste of resources.

Financial Planning:

The cost of this project cannot be accurately estimated due to unforeseen requirements during the progress of the work. This is mainly due to the possible participation of representatives of the ECCE Countries which we consider to be a valuable part, in order to have their point of view, and to assess it before the final proposal for the position paper.

Action Plan:

To perform a preliminary study among ECCE members through a questionnaire in order to collect information and professional opinions concerning the current situation on the topic in their countries and establish the current standard practice. The material received will be processed in the form of a database and considered in the formation of the position paper.

We will record goals, collect data and comments from all the countries members of ECCE and we will prepare the draft position paper.

Receive comments from the ExBo and any other expert needed / employed by ExBo. Prepare the final draft, to be delivered in eight months if possible.

The target is to publish the position paper, within a year after acceptance of the position paper proposal.

Dissemination of the Position Paper

- EU Commission and Parliament Members.
- ECCE member organizations.
- ECCE Website.
- EU Chamber and Civil Engineering Association.
- Universities / Schools of Engineering.
- Addressed to those who are responsible for the right decision ■

Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα: Αποτελεσματική Αλληλογραφία στα Συμβόλαια Κατασκευαστικών Έργων Ιδιωτικού Τομέα

(με επιχορήγηση ΑνΑΔ), 25 & 26 Σεπτεμβρίου 2018, Εκπαιδευτικό Κέντρο ΕΤΕΚ

Πραγματοποιήθηκε με πολύ μεγάλη επιτυχία και πλήρη συμμετοχή το πιο πάνω εκπαιδευτικό πρόγραμμα, με επιχορήγηση από την Αρχή Ανάπτυξης Ανθρώπινου Δυναμικού.

Στόχοι του προγράμματος, ήταν με την ολοκλήρωση της εκπαίδευσης οι συμμετέχοντες:

• να είναι πλήρως ενήμεροι ως προς τις περιπτώσεις, συνθήκες, συμβάντα και γεγονότα για τα οποία πρέπει να ετοιμάζονται επιστολές, ειδοποιήσεις, προειδοποιήσεις και αιτήματα.

• να γνωρίζουν ποιες πληροφορίες και στοιχεία πρέπει να παρατίθενται σε κάθε επιστολή/ ειδοποίηση/ προειδοποίηση/ αίτημα για να θεωρείται πλήρες, να εξυπηρετεί το στόχο της και να ικανοποιούνται οι πρόνοιες των Συμβολαίων Μ.Ε.Δ.Σ.Κ. Ε1(Α), Ε2(Α) και Ε3(Α).

• να εξοικειωθούν γενικότερα με τις πρόνοιες των Συμβολαίων Μ.Ε.Δ.Σ.Κ. Ε1(Α), Ε2(Α) και Ε3(Α), μέσα από την εκμάθηση των υποχρεώσεων των εμπλεκομένων μερών σε ότι αφορά τη συμβατική αλληλογραφία.

Διάλεξη: Μικροζωνικές Μελέτες

Το βασικό εργαλείο της πολιτείας για αντισεισμικό σχεδιασμό,

εκτίμησης της σεισμικής τρωτότητας των κατασκευών, 19/09/2018

Το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Frederick και το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης του Υπουργείου Γεωργίας, Αγροτικής Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, διοργάνωσαν διάλεξη σε συνεργασία με το Επιστημονικό και Τεχνικό Επιμελητήριο Κύπρου (ΕΤΕΚ) και το Σύλλογο Πολιτικών Μηχανικών Κύπρου (ΣΠΟΛΜΗΚ), στο πλαίσιο της υλοποίησης της Μικροζωνικής Μελέτης σε μέρος της έκτασης της επαρχίας Αμμοχώστου, με τίτλο «ΜΙΚΡΟΖΩΝΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ: Το βασικό εργαλείο της πολιτείας για αντισεισμικό σχεδιασμό, εκτίμησης της σεισμικής τρωτότητας των κατασκευών και διαχείρισης προσεισμικών και μετασεισμικών καταστάσεων».

Η εκδήλωση πραγματοποιήθηκε στην Αίθουσα «Τάσσος Παπαδόπουλος» του Πανεπιστημίου Φρεντερικ και εισηγητής ήταν ο κ. Κυριαζής Πιτιλάκης, Καθηγητής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Το Σύλλογο εκπροσώπησαν οι κ.κ. Ευαγγελίτσα Τσουλόφτα, Α' Αντιπρόεδρος ΣΠΟΛΜΗΚ, η οποία παράθεσε σύντομο χαιρετισμό, Γιάννος Πουμπουρής, Γενικός Γραμματέας και Ανδρέας Κωνσταντινιδης, Γενικός Ταμίας.

Τελετή Αποφοίτησης Πανεπιστημίου Νεάπολις, 28 Σεπτεμβρίου 2018, Πάφος

Το Πανεπιστήμιο Νεάπολις Πάφου, διοργάνωσε Τελετή Αποφοίτησης στις **28 Σεπτεμβρίου 2018,** όπου μεταξύ των επισήμων προσκεκλημένων ήταν και ο Σύλλογος Πολιτικών Μηχανικών Κύπρου.

Το ΣΠΟΛΜΗΚ εκπροσώπησε στην τελετή, ο κ. Γιάννος Πουμπουρής, Γενικός Γραμματέας ΣΠΟΛΜΗΚ.

Ημερίδα:

Από το παρελθόν στο Μέλλον, από την αρχαία Ελληνική Τεχνολογία στις Έξυπνες Πόλεις

Ο ρόλος της επιστήμης του Πολιτικού Μηχανικού στην εξέλιξη της ανθρωπότητας

27 Σεπτεμβρίου 2018, Ίδρυμα Ευγενίδου, Αθήνα

Πραγματοποιήθηκε με μεγάλη επιτυχία η πιο πάνω ημερίδα, στα πλαίσια των εορτασμών που διοργανώνονται σε όλη την Ευρώπη κατά τη διάρκεια του 2018, για το Ευρωπαϊκό Έτος Πολιτικού Μηχανικού, το οποίο καθιερώθηκε με πρωτοβουλία του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου Πολιτικών Μηχανικών (ECCE).

Το Σύλλογο εκπροσώπησε ο κ. Πλάτωνας Στυλιανού, τέως

Πρόεδρος ΣΠΟΛΜΗΚ και Εθνικός Εκπρόσωπος του ΣΠΟΛΜΗΚ στο Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Πολιτικών Μηχανικών (ECCE).

Παρουσίαση των προνοιών του περί της Εκτίμησης των Επιπτώσεων στο Περιβάλλον

από Ορισμένα Έργα Νόμου του 2018, 10 Σεπτεμβρίου 2018

Πραγματοποιήθηκε τη Δευτέρα, **10 Σεπτεμβρίου 2018,** στην αίθουσα πολλαπλών χρήσεων του Υπουργείου Οικονομικών, παρουσίαση των προνοιών του περί της Εκτίμησης των Επιπτώσεων στο Περιβάλλον από Ορισμένα Έργα Νόμου του 2018, για ενημέρωση των ενδιαφερόμενων αρχών και άλλων.

Το Σύλλογο Πολιτικών Μηχανικών Κύπρου εκπροσώπησε ο Πρόεδρος του, κ. Ανδρέας Θεοδότου.

Έκθεση Ιδανική Κατοικία 2018, 5 - 7 Οκτωβρίου 2018

Ο Σύλλογος Πολιτικών Μηχανικών Κύπρου, όπως κάθε χρόνο, έτσι και φέτος στηρίξε την Έκθεση Ιδανική Κατοικία, που πραγματοποιήθηκε μεταξύ **5 – 7 Οκτωβρίου 2018**, στο χώρο της Κρατικής Έκθεσης.

Στα πλαίσια της έκθεσης Ιδανική κατοικία, ομάδα των μελών του Συλλόγου Πολιτικών Μηχανικών Κύπρου, παρευρέθηκε στο Περίπτερο 647 και συγκεκριμένα, το **Σάββατο 6 Οκτωβρίου** 2018, μεταξύ 16:00-20:00 πλαισίωσαν, το περίπτερο για να συζητήσουν και να επιλύσουν οποιεσδήποτε απορίες του κοινού.

Σεμινάριο:

Ασφάλεια και Υγεία στα Κατασκευαστικά Έργα, οι Υποχρεώσεις και ο Ρόλος των Μελετητών

Το ΕΤΕΚ (μετά από πρωτοβουλία της Περιφερειακής Επιτροπής ΕΤΕΚ Πάφου), σε συνεργασία με τον Σύλλογο Αρχιτεκτόνων Κύπρου, το Σύλλογο Πολιτικών Μηχανικών Κύπρου και το Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας, διοργάνωσαν με μεγάλη επιτυχία, το **Σάββατο, 10 Νοεμβρίου 2018**, στην Αίθουσα Εκδηλώσεων Τράπεζας Κύπρου στην Πάφο, σεμινάριο με θέμα: «Ασφάλεια και υγεία στα κατασκευαστικά έργα, οι υποχρεώσεις και ο ρόλος των μελετητών».

Σκοπός του σεμιναρίου, ήταν η παρουσίαση της φιλοσοφίας και των βασικών προνοιών της σχετικής νομοθεσίας, με ειδική αναφορά στις υποχρεώσεις, αρμοδιότητες και το ρόλο των μηχανικών μελετητών στα θέματα ασφάλειας και υγείας στις κατασκευές.

Εισηγήτρια του σεμιναρίου ήταν η Α' Αντιπρόεδρος ΣΠΟΛΜΗΚ κ. Ευαγγελίτσα Τσουλόφτα.

Euromed 2018 – International Conference on Digital Heritage

29 Οκτωβρίου – 3 Νοεμβρίου 2018, Συνεδριακό Κέντρο Φιλοξενία, Λευκωσία

Το Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, σε συνεργασία με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, την UNESCO, τη Διεθνή Επιτροπή για την ψηφιοποίηση της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς (CIPA), την Παγκόσμια Οργάνωση για την προστασία των μνημείων (ICOMOS), τον Ευρωπαϊκό Σύνδεσμο Πληροφορικής στα Γραφικά (Eurographics) και το Διεθνή Οργανισμό Τηλεπισκόπησης Φωτογραμμετρίας (ISPRS), διοργάνωσαν το Διεθνές Συνέδριο Euromed 2018.

Ο Σύλλογος Πολιτικών Μηχανικών Κύπρου έθεσε υπό την αιγίδα του το εν λόγω συνέδριο, το οποίο αποτελεί την κατεξοχήν έκφραση επιστημονικής έρευνας σε θέματα που αφορούν τον πολιτισμό, την ανάπτυξη, την τεχνολογία και την εκπαίδευση στον τομέα της Ψηφιακής Πολιτιστικής Κληρονομιάς.

Το Σύλλογο εκπροσώπησε στο συνέδριο ο Γενικός Γραμματέας του, κ. Ανδρέας Κωνσταντινίδης, ο οποίος απηύθυνε και σύντομο χαιρετισμό.

Συνέδριο για το Σχεδιασμό και την Κατασκευή Κτιρίων, 24 Οκτωβρίου 2018, Hilton Park, Λευκωσία

Ο ΣΠΟΛΜΗΚ στήριξε το Συνέδριο «Τάσεις και Τεχνολογία στο Σχεδιασμό και Κατασκευή Κτιρίων», το οποίο διοργανώθηκε από την ΙΜΗ στις **24 Οκτωβρίου 2018**, στο ξενοδοχείο Hilton Park, στη Λευκωσία.

Ψηλά κτίρια που εκμεταλλεύονται όσο το δυνατόν πιο έξυπνα τον προσφερόμενο χώρο, υλικά ποιότητας και ασφάλειας, πανοραμική θέα, πρωτοπόρα αρχιτεκτονική ματιά. Αυτά είναι μερικά από τα χαρακτηριστικά που διέπουν τη σημερινή βιομηχανία που αφορά το Σχεδιασμό και την Κατασκευή Κτιρίων.

Στο «Συνέδριο για το Σχεδιασμό & την Κατασκευή Κτιρίων» συζητήθηκαν θέματα που αφορούν το παρόν και το μέλλον του Κατασκευαστικού Κλάδου, καινοτομίες και ιδιαιτερότητες των ψηλών κτιρίων, ενεργειακά αποδοτικά κτίρια, building information modeling, καθώς και η σύγχρονη κατασκευή κτιρίων που φέρουν περιβαλλοντική «σφραγίδα».

Στο πάνελ της συζήτησης στρογγυλής τραπέζης, συμμετείχε και η Α' Αντιπρόεδρος ΣΠΟΛΜΗΚ κ. Ευαγγελίτσα Τσουλόφτα.

Ημερίδα με τίτλο «Μετασεισμικός Έλεγχος Κτιρίων» 18 Οκτωβρίου 2018, Ξενοδοχείο Κλεοπάτρα, Λευκωσία

Οι Πολιτικοί Μηχανικοί της Κύπρου εκπαιδεύονται στην αξιολόγηση και αποκατάσταση των ζημιών μετά από ενα σεισμό.

Την **Πέμπτη, 18 Οκτωβρίου 2018**, πραγματοποιήθηκε Παγκύπριο εκπαιδευτικό πρόγραμμα, για πολιτικούς μηχανικούς, σε σχέση με την αξιολόγηση κτιρίων βλαμμένων από σεισμό. Το πρόγραμμα διοργάνωσε η Πολιτική Άμυνα, σε συνεργασία με τις Τεχνικές Υπηρεσίες του Υπουργείου Εσωτερικών, το Επιστημονικό Τεχνικό Επιμελητήριο Κύπρου και το Σύλλογο Πολιτικών Μηχανικών. Εκπαιδευτές ήταν ειδικοί από τη Γενική Διεύθυνση Αποκατάστασης Επιπτώσεων Φυσικών Καταστροφών Ελλάδος.

Η θεματική περιλάμβανε το θεσμικό και κανονιστικό πλαίσιο των παρεμβάσεων από πολιτικούς μηχανικούς, την πρώτη ταχεία αυτοψία, αμέσως μετά το σεισμό, καθώς και το δευτεροβάθμιο έλεγχο, για σκοπούς αποκατάστασης.

Η Κύπρος βρίσκεται σε σεισμογενή περιοχή της Μεσογείου, το ενδεχόμενο σεισμού είναι πολύ πιθανό, οι δε πόλεις της στα νότια παράλια του νησιού (όπου και ο μεγαλύτερος σεισμικός κίνδυνος) καταστράφηκαν, κατ' επανάληψη, από το φαινόμενο, κατά τους ιστορικούς χρόνους. Η Πολιτική Άμυνα έχει εκπονήσει το Σχέδιο «Εγκέλαδος» για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων από ενδεχόμενο σεισμό, στο οποίο λαμβάνουν μέρος πενήντα περίπου κρατικές υπηρεσίες και μη-κρατικοί οργανισμοί.

Διευρυμένη Συνεδρία ΣΠΟΛΜΗΚ, 10 Οκτωβρίου 2018, Thalassa Restaurant & Resort, Ακτή Κυβερνήτη

Πραγματοποιήθηκε με μεγάλη επιτυχία η 11η Διευρυμένη Συνεδρία του Συλλόγου Πολιτικών Μηχανικών Κύπρου, με σκοπό τη συζήτηση θεμάτων που αφορούν το επάγγελμα του πολιτικού μηχανικού στην Κύπρο.
Μεταξύ των θεμάτων συζητήθηκαν ενότητες όπως οι δραστηριότητες και το έργο του ΣΠΟΛΜΗΚ κατά το έτος 2018. Επίσης συζητήθηκαν, μεταξύ άλλων, η εφαρμογή Ευρωκωδίκων σε Κατακόρυφες – Οριζόντιες προσθήκες υφιστάμενων οικοδομών, καθώς και άλλα επαγγελματικά θέματα που αφορούν το Επάγγελμα του Πολιτικού Μηχανικού.

Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα «Κέλυφος & Θερμογέφυρες Κτιρίων Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας»

21 Νοεμβρίου 2018, Εκπαιδευτικό Κέντρο ΕΤΕΚ

Πραγματοποιήθηκε με πολύ μεγάλη επιτυχία και πλήρη συμμετοχή το πιο πάνω εκπαιδευτικό πρόγραμμα, με επιχορήγηση από την Αρχή Ανάπτυξης Ανθρώπινου Δυναμικού. Εισηγητής του προγράμματος ήταν ο Δρ. Πάρις Φωκαΐδης.

Στόχοι του προγράμματος, ήταν με την ολοκλήρωση της εκπαίδευσης οι συμμετέχοντες:

- Να διαμορφώσουν μια πλήρη εικόνα για τον υπολογισμό συντελεστών θερμοπεράτοτητας δομικών στοιχείων φέρουσας κατασκευής
- Να είναι σε θέση να υπολογίσουν τους συντελεστές θερμοπερατότητας διάφανων κατασκευών (π.χ. Παράθυρα)
- Να είναι σε θέση να υπολογίσουν τους συντελεστές θερμοπερατότητας θερμογεφυρών σε δομικά στοιχεία (εφαρμογή καλών πρακτικών).

- Να ενημερωθούν για τις απαιτήσεις της σχετικής νομοθεσίας σχετικά με τα κτήρια μηδενικής κατανάλωσης.

Νέα του Συλλόγου – Γενική Ενημέρωση

Επαρχιακές Γενικές Συνελεύσεις

Πραγματοποιήθηκαν οι Ετήσιες Γενικές Συνελεύσεις των Επαρχιακών Συμβουλίων ΣΠΟΛΜΗΚ, κατά τη διάρκεια των οποίων παρουσιάστηκε ο ετήσιος και ο ταμιακός απολογισμός των Συμβουλίων και συζητήθηκαν επίκαιρα θέματα. Οι επαρχιακές Συνελεύσεις πραγματοποιήθηκαν ως ακολούθως:

Η Επαρχιακή Γενική Συνέλευση **Πάφου**, πραγματοποιήθηκε την **Τρίτη, 27 Νοεμβρίου 2018**, στο Οίκημα ΕΤΕΚ, στην Πάφο.

Αντίστοιχα, η Επαρχιακή Γενική Συνέλευση **Λευκωσίας – Κερύνειας,** πραγματοποιήθηκε την **Τετάρτη, 28 Νοεμβρίου 2018**, στο Εκπαιδευτικό και Πολιτιστικό Κέντρο ΕΤΕΚ, στη Λευκωσία. Κατά τη διάρκεια της Συνέλευσης πραγματοποιήθηκε παρουσίαση με θέμα «Structural Thermal Breaks», με εισηγητή τον κύριο Γεώργιο Ευαγγελίδη.

Ακολούθως, πραγματοποιήθηκε η Επαρχιακή Γενική Συνέλευση **Λεμεσού**, την **Πέμπτη, 29 Νοεμβρίου 2018**, στο ΤΕΠΑΚ στη Λεμεσό. Κατά τη διάρκεια της Συνέλευσης πραγματοποιήθηκε παρουσίαση με θέμα «Building Information Modelling (BIM): Εφαρμογές, Ευκαιρίες & Προκλήσεις», με εισηγητή τον κύριο Ανδρέα Δημοσθένους.

Τέλος, πραγματοποιήθηκε η Επαρχιακή Συνέλευση **Λάρνακας - Αμμοχώστου**, τη **Δευτέρα 3 Δεκεμβρίου 2018**, στο ξενοδοχείο Le Bay, στη Λάρνακα. Κατά τη διάρκεια της Συνέλευσης πραγματοποιήθηκε Διάλεξη με θέμα: «Ασφάλεια & Υγεία στα Κατασκευαστικά Έργα: Εφαρμογή της Πρόληψης στο στάδιο της Μελέτης των Έργων», με εισηγήτρια την κ. Ευαγγελίτσα Τσουλόφτα, Α΄ Αντιπρόεδρο του Συλλόγου μας.

Συνάντηση με τον Ευρωπαίο Επίτροπο, κ. Χρίστο Στυλιανίδη

Πραγματοποιήθηκε συνάντηση αντιπροσωπείας του ΣΠΟΛΜΗΚ και του European Council of Civil Engineers -ECCE, με τον Ευρωπαίο Επίτροπο κ. Χρίστο Στυλιανίδη, στις Βρυξέλλες.

Στη συνάντηση συμμετείχαν ο Πρόεδρος του Συλλόγου μας Ανδρέας Θεοδότου, ο Τέως Πρόεδρος του Συλλόγου μας και μέλος του Executive Board του ECCE Πλάτωνας Στυλιανού, καθώς επίσης και ο Πρόεδρος του ECCE Άρης Χατζηδάκης.

Σκοπός της συνάντησης ήταν η προώθηση της θέσης του ΣΠΟΛΜΗΚ και του ECCE για "Αντισεισμική ενίσχυση των κτιρίων σε συνδυασμό με την ενεργειακή τους", ούτως ώστε να μπορέσει να ενταχθεί και να επιχορηγείται από

Ευρωπαϊκά κονδύλια. Σχετικά με την πιο πάνω θέση, έχει δημιουργηθεί ομάδα εργασίας και έχει ετοιμαστεί σχετικό position paper από το ECCE. Επικεφαλής της ομάδας εργασίας είναι ο συνάδελφος Πλάτωνας Στυλιανού.

Ο Πρόεδρος, τα Μέλη του ΚΔΣ και το Προσωπικό

του Συλλόγου Πολιτικών Μηχανικών Κύπρου,

σας εύχονται

Ευτυχισμένο το Νέο Έτος 2019.