

# ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΑΠΕΔΩΝ ΣΤΟ ΝΕΟ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΝΔΙΑ ΣΤΗ ΝΤΟΧΑ ΤΟΥ ΚΑΤΑΡ



Αντιεξοσμική μεμβράνη.

Την περίοδο αυτή βρίσκονται σε πλήρη εξέλιξη και οδεύουν στην ολοκλήρωσή τους οι εργασίες που αφορούν την ανέγερση ενός πολύ σημαντικού έργου στο χώρο των μεταφορών, παγκόσμιας εμβέλειας.

ΓΡΑΦΕΙ Ο ΑΓΓΕΛΑΚΟΥΔΗΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ

Πρόκειται για την κατασκευή του νέου αεροδρομίου της Ντόχα του Κατάρ (NDIA), το οποίο φιλοδοξεί να αποτελέσει τον κύριο κόμβο των αερομεταφορών μεταξύ Ευρώπης-Ανατολής, και όχι μόνο. Πρόκειται για ένα έργο υποδομής στο οποίο το εμιράτο του Κατάρ έχει επενδύσει πολλά και προσδοκά την απόκτηση ενός άρτιου τεχνικά και λειτουργικά αεροδρομίου. Στο σημαντικότερο αυτό έργο υπάρχει αξιόλογη ελληνική παρουσία, με τη συμμετοχή του ομίλου ΕΛΛΑΚΤΩΡ στην κοινοπραξία που έχει αναλάβει την κατασκευή καθοριστικών κατασκευαστικών πακέτων για την επιτυχία του έργου. Ένα από τα κρίσιμότερα σημεία των

εργολαβιών αυτών ήταν τα βιομηχανικά δάπεδα, τόσο για το μέγεθός τους όσο και για τις ιδιαιτερότητές τους. Θα παρουσιάσουμε τα κρίσιμα σημεία, τις καινοτομίες και τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την κατασκευή των βιομηχανικών δαπέδων (slabs) των κτιρίων αυτών.

## Παρουσίαση συντελεστών έργου

Κύριος του έργου είναι η εταιρεία NDIA, ιδιοκτησίας του εμίρη του Κατάρ. Από τα κατασκευαστικά πακέτα που χωρίστηκε το έργο η κοινοπραξία ADCC J/V, στην οποία συμμετέχει ο Άκτωρ, η εταιρεία Al Darwish, καταριανών συμφερόντων, η ιταλική Cimolai και η κυπριακή Cybargo, ανέλαβε τα πακέτα CP11 και CP26,

τα οποία αφορούν εγκαταστάσεις σημαντικών λειτουργιών του αεροδρομίου. Το Project Management όλου του έργου διαχειρίζεται, μία από τις σημαντικότερες εταιρείες στο χώρο των κατασκευών παγκοσμίως, η OBI (Overseas Bechtel Incorporated). Την κατασκευή των Βιομηχανικών Δαπέδων η ADCC την ανέθεσε στην εταιρεία DFS Μανουσάκης-Μαρκέτης, που εξειδικεύεται στην κατασκευή ειδικών βιομηχανικών δαπέδων για περισσότερο από 20 χρόνια, σε συνεργασία με την ιταλική εταιρεία παραγωγής και προμήθειας υλικών και μηχανημάτων κατασκευής δαπέδων DUROCEM, ενώ την τεχνική υποστήριξη της υπεργολαβίας ανέλαβε η Μανώλας-Χήτας & Συνεργάτες ΑΤΕ.

**ΑΠΟ ΤΙΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΕΥΚΟΛΑ ΚΑΤΑΛΑΒΑΙΝΕΙ ΚΑΝΕΙΣ ΟΤΙ ΑΠΑΙΤΟΥΝΤΑΙ ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΤΥΠΟΙ ΔΑΠΕΔΩΝ. ΕΤΣΙ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ ΤΕΘΗΚΕ Η ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΝΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΕΙ ΔΑΠΕΔΟ ΜΕ ΜΕΓΑΛΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ.**

## Παρουσίαση έργου

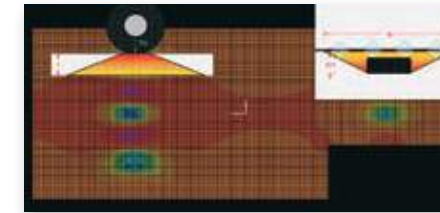
Το έργο περιλαμβάνει 4 κτίρια διαφόρων χρήσεων και συγκεκριμένα:

1. Κτίριο Συντήρησης Αεροσκαφών (περιλαμβάνει χώρο στάθμευσης αεροπλάνων, χώρο αποθήκευσης ανταλλακτικών, γραφεία, δάπεδα σε ορόφους, άλλες βοηθητικές χρήσεις). Εμβαδόν: 93.000m<sup>2</sup>.
2. Κτίριο Cargo, διαχείριση διακίνησης εμπορευματικού φορτίου. Εμβαδόν: 48.000m<sup>2</sup>.
3. Δύο Κτίρια στάθμευσης αεροσκαφών (Hangar A και B). Συν. Εμβαδόν: 30.000m<sup>2</sup>.

## Τεχνικά χαρακτηριστικά δαπέδων

Από τις χρήσεις των κτιρίων εύκολα καταλαβαίνει κανείς ότι απαιτούνται διάφοροι τύποι δαπέδων, προκειμένου να απαντηθούν οι απαιτήσεις της κάθε περίπτωσης. Για παράδειγμα στο κτίριο συντήρησης αεροσκαφών τέθηκε η απαίτηση να κατασκευαστεί δάπεδο με μεγάλη διάρκεια ζωής το οποίο να μπορεί να φέρει σημαντικό φορτίο 250 MPa, μια τεράστια δύναμη. Αντίστοιχα, το κτίριο cargo είναι ένα κτίριο όπου οι απαιτήσεις προσμοιάζουν πάρα πολύ σε μια τυπική αποθήκη, όπως και τα τμήματα αποθήκευσης υλικών ανταλλακτικών. Τέλος τα κτίρια hangar A και B έχουν περιοχές όπου πρόκειται να κυκλοφορούν αεροσκάφη, τύπου A340-500, και περιοχές όπου θα κινούνται μόνο περνοφόρα οχήματα.

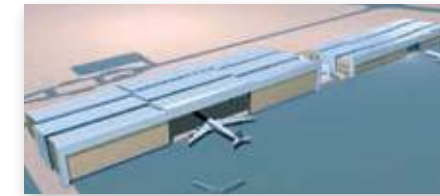
Για την εξυπηρέτηση όλων των παραπάνω χρήσεων τελικά επιλέχθηκαν οι κάτωθι τύποι δαπέδων: 1. Ινοπλισμένο Δάπεδο πάχους 35cm



1. Ανάλυση φορτίων αεροσκάφους υπολογισμός τάσεων με πεπερασμένα στοιχεία.



2. Πανοραμική άποψη των σε εξέλιξη εργασιών στο NDIA.



3. 4. Φωτορεαλισμός κτιρίου συντήρησης αεροσκαφών.

(κίνηση στάθμευση αεροσκαφών). 2. Ινοπλισμένο Δάπεδο πάχους 25cm (κίνηση περνοφόρων). 3. Δάπεδο άοπλου σκυροδέματος πάχους 60cm. 4. Δάπεδο άοπλου σκυροδέματος πάχους 25cm. 5. Δάπεδο Παταριού.



5. Αεροφωτογραφία του κτιρίου cargo.



6. Κατασκευή μεταλλικού φορέα.

**ΑΦΟΥ ΞΕΠΕΡΑΣΤΗΚΑΝ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ, ΚΥΡΙΩΣ ΟΣΩΝ ΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΕΡΓΑΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΙΣ ΙΔΙΑΙΤΕΡΑ ΥΨΗΛΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΞΕΚΙΝΗΣΑΝ ΟΙ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΣΥΝΕΡΓΕΙΟ.**

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι προδιαγραφές του έργου σε πολλά σημεία απαιτούσαν άοπλα δάπεδα, καθώς η περιοχή χαρακτηρίζεται από έντονο διαβρωτικό περιβάλλον.

Στο πλαίσιο αυτό προτάθηκαν, και σε μεγάλο βαθμό έγιναν αποδεκτές, οι εξής τροποποιήσεις:

- Επανασχεδιασμός πλακών (CP11, φωτογραφία από τις πρώτες πλάκες και τον τελικό σχεδιασμό, πλάκες μεγέθους 2.500m<sup>2</sup>, σημαντικά οικονομικότερες, ταχύτερη κατασκευή, έχουν ξεπεραστεί οι δυσκολίες του παρελθόντος)
- Αλλαγή αρμοκαλύπτρου (από τυπικά βλήτρα σε αρμοκαλύπτρο μεταλλικού κελύους με διατμητικό στοιχείο διαμάντι) • Χρησιμοποίηση Χαλύβδινων Ινών αντί οπλισμού • Βελτιώσεις συνδέσεων κ.ά.

## Παραδείγματα-Case Study

Στο πλαίσιο του άρθρου θα παρουσιάσουμε ενδεικτικά τη μεθοδολογία κατασκευής του έργου χρησιμοποιώντας ως παράδειγμα τα δάπεδα των Hangars.

1. **Παρουσίαση:** Το δάπεδο στην περίπτωση αυτή προβλεπόταν από τη μελέτη να κατασκευαστεί σε λωρίδες πλάτους 5m με συμβατικά βλήτρα μεταξύ λωρίδων, με συμβατικό οπλισμό και πλάτος ανάλογα με τα φορτία, ένας σχεδιασμός που ακολουθεί τον παραδοσιακό τρόπο κατασκευής δαπέδων.

2. **Προτάσεις βελτιώσεων-τροποποιήσεων:** Από την πλευρά του ο Υπεργολάβος πρότεινε και έγινε αποδεκτό την κατασκευή δαπέδου χωρίς αρμούς, για την ακρίβεια με μειωμένους



7. Κατασκευή δαπέδου (βράδυ) στο Emiri Hangar.

αρμούς, με ενιαία σκυροδέτηση ανά όμοιο περιοχή, εμβαδού έως 1.600m<sup>2</sup> και όγκου σκυροδέματος 500m<sup>3</sup>, με ινοπλισμό από χαλύβιδιες ίνες και αρμοκοπές σε καρέ των 5m.

**Τα βασικά πλεονεκτήματα ήταν:**

- Η μείωση των πλακών σκυροδέτησης, άρα και των τμημάτων σκυροδέτησης, καθώς μειώνονται τα ευαίσθητα σημεία και ο χρόνος κατασκευής και επιτυγχάνονται καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά την επιπεδότητα
- Η τοποθέτηση του μεταλλικού αρμοκάλυπτου εξασφαλίζει σε μεγάλο βαθμό την λειτουργία των αρμών και την αποφυγή καταστροφών των κρίσιμων ακμών.

Εν τέλει, η αλλαγή από συμβατικό οπλισμό σε ινοπλισμό στην περίπτωση αυτή επιλέχθηκε καθώς διευκολύνεται η κατασκευή μεγάλων πλακών, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν σύγχρονα μηχανήματα διάστρωσης σκυροδέματος και βελτιώνει τον έλεγχο των επιφανειακών ρηγματώσεων.

**3. Μελέτες:** Είναι σημαντικό να τονισθεί ότι τόσο ο κατασκευαστής, όσο και ο διαχειριστής



8. Διάστρωση σκυροδέματος με χρήση Laser screed και τοποθέτηση αρμοκαλύπτρων.

του έργου, έδωσαν μεγάλη σημασία στην μελέτη και την απόλυτη τεκμηρίωση όλων των επιλογών. Έτσι ζητήθηκαν σειρά ελέγχων που αφορούν στο σύνολο των κρίσιμων στοιχείων της υπεργολαβίας. Πιο συγκεκριμένα πραγματοποιήθηκαν οι κάτωθι έλεγχοι:

- Αντοχή της πλάκας στα φορτία του αεροσκάφους σε διάφορα σημεία
- Έλεγχος Αντοχής διατμητικού στοιχείου αρμοκάλυπτου
- Έλεγχος επιφανειών ρηγματώσεων (crack control)
- Έλεγχος θερμοδιασταλών-συστολής ωρίμανσης
- Αντοχή αρμοκάλυπτου σε συνδυασμένη φόρτιση.

Τελικά υπολογίστηκε ότι το δάπεδο θα έχει πάχος 35cm με ποσότητα ινών 30kgf/m<sup>3</sup> και το πάχος διατμητικού στοιχείου του αρμοκάλυπτου 19mm.

**4. Επιλογή Υλικών:** Είναι σαφές πως για μια τόσο σημαντική επένδυση ο χρόνος ζωής του έργου οφείλει να είναι μεγάλος. Για το λόγο αυτό όλα τα υλικά όφειλαν να είναι πιστοποιημένα, αναγνωρισμένης ποιότητας, και δοκιμασμένα σε αντίστοιχες συνθήκες. Ζητήθηκαν



9. Διάστρωση σκυροδέματος με Laser screed.

οι πιστοποιήσεις που φέρουν από αναγνωρισμένα κέντρα καθώς και δείγματα (moke ups) προκειμένου να εξασφαλιστεί η ποιότητα του έργου. Στη συγκεκριμένη περίπτωση τα κρίσιμα υλικά που επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθούν ήταν τα εξής:

- Αρμοκάλυπτρα: Durojoint της εταιρείας Durocem
- Χαλύβιδιες Ίνες: Dramix
- Σκληρυντικό: BASF Master Top100
- Σφράγιση αρμών: Sikaflex. Όσον αφορά στο σκυρόδεμα, προβλεπόταν από τη σύμβαση του Αναδόχου, να παρασκευαστεί από μονάδα παραγωγής που στήθηκε εντός του εργοταξίου. Το σκυρόδεμα αυτό είναι μη συμβατικό με πολύ μεγάλη αντοχή, μεγάλη ταχύτητα ωρίμανσης, μικρό λόγο νερού τσιμέντου και ως εκ τούτου χαμηλή σχετικά εργασιμότητα.

**5. Κατασκευαστική Διαδικασία:** Πριν από την εκκίνηση της κατασκευής ζητήθηκε η κατασκευή κάποιων δοκιμών προκειμένου να προσδιοριστούν τα όποια προβλήματα και να συμφωνηθεί η ποιότητα και η διαδικασία κατασκευής. Αφού ξεπεράστηκαν τα όποια προ-

βλήματα, αναφορικά με την εργασιμότητα του σκυροδέματος και τις ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες ξεκίνησαν οι εργασίες από το συνεργείο, στο οποίο συμμετείχε μόνο έμπειρο και εξειδικευμένο εργατοτεχνικό δυναμικό. Οι εργασίες διεξάγονταν μόνο νύκτα, καθώς την ημέρα η θερμοκρασία ξεπερνά το καλοκαίρι τους 45°C, και περιελάμβαναν:

- Προετοιμασία πεδίου-τοποθέτηση αρμοκαλύπτρων
- Διάστρωση σκυροδέματος με Laser Screed (τύπου CopperHead) και δόμηση με τη χρήση του Powerrake, σε δύο στρώσεις
- Επίταση Χαλαζιακής Άμμου με διανομέα
- Λείανση με Ελικόπτερα Βαρέως Τύπου
- Επιμελής Διάστρωση εξατμιστικής μεμβράνης για την επιμήκυνση του χρόνου Ξήρανσης
- Αρμοκοπές με δίσκους πάχους 3,5mm
- Πλήρωση Αρμοκοπών.

Πρέπει να τονισθεί ότι το σύστημα διασφάλισης ποιότητας του έργου αλλά και του κατασκευαστή προέβλεπαν την τήρηση αυστηρών διαδικασιών. Παράμετρος ιδιαίτερα σημαντική, ιδιαίτερα όταν αυξάνεται το μέγεθος του έργου και η συμμετοχή συντελεστών. Με την οργάνωση αυτή και την απαιτούμενη μελετητική προετοιμασία ήταν σχετικά αναμενόμενη η εύκολη και γρήγορη αντιμετώπιση και αποκατάσταση των όποιων προβλημάτων (κυρίως μικρορωγμές) εμφανίστηκαν.

#### Συμπεράσματα

Η κατασκευή του έργου αποδεικνύει τη σημαντική βελτίωση της τεχνολογίας και της εμπειρίας του κλάδου κατασκευής βιομηχανικών δαπέδων στην Ελλάδα στην εφαρμογή σύνθετων και ειδικών λύσεων. Όσον αφορά στην επιτυχή διεκπεραίωση, οφείλουμε να κρατήσουμε την μεθοδολογία που τηρήθηκε στο συγκεκριμένο έργο, από όλους τους συνεργάτες, ενδεδειχμένη μελέτη, επιλογή κατάλληλων υλικών ανά περίπτωση από πιστοποιημένους οίκους, συμμετοχή στις εργασίες εξειδικευμένου προσωπικού και σύγχρονου εξοπλισμού και τήρηση διαδικασιών ποιοτικού ελέγχου. Στο πλαίσιο αυτό είναι εξασφαλισμένο ένα ποιοτικό, οικονομικά συμφέρον και με διάρκεια ζωής αποτέλεσμα. ■

\* Ο Κωνσταντίνος Αγγελικούδης είναι μηχανικός της Μανώλας-Χίτας & Συνεργάτες ΑΤΕ.



10. Κατασκευή δαπέδου.



11. Αρμοκοπή δαπέδου.

**ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΑΛΛΑ ΚΑΙ ΤΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗ ΠΡΟΕΒΛΕΠΑΝ ΤΗΝ ΤΗΡΗΣΗ ΑΥΣΤΗΡΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ, ΟΤΑΝ ΑΥΞΑΝΕΤΑΙ ΤΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ & Η ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ.**



12. Λείανση δαπέδου.