

CASE STUDY: ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΑΠΕΔΩΝ

Μανώλας Γιάννης, Managing Director of IBLS • Κούτσια Νάνου, Πολιτικός Μηχανικός, Project Manager of IBLS

Στα βιομηχανικά δάπεδα, όπως και σε κάθε σύνθετο τεχνικό θέμα, η επιτυχία είναι αποτέλεσμα σοβαρής μεθόδου και συστηματικής δουλειάς, περισσότερων της μιας παραμέτρου. Προϋποτίθενται: επιχειρηματίας που να σέβεται και να αναγνωρίζει την τεχνική δουλειά, μελετητής με σοβαρή γνώση, μέθοδο και εμπειρία, συνεργείο με εμπειρία και δυνατότητα αφομοίωσης νέων τεχνικών.

Τα παραπάνω είναι εύκολο να τα συναντήσουμε εκτός των συνόρων. Σήμερα Έλληνες μηχανικοί και εταιρείες με εξειδίκευση στο Engineering, και συνεργεία, δραστηριοποιούνται στην ευρύτερη περιοχή των Βαλκανίων και της Μέσης Ανατολής με εξαιρετική επιτυχία. Το case study που ακολουθεί έχει ελληνική υπογραφή από τον σχεδιασμό μέχρι την κατασκευή και το Facility Maintenance, ο μεγάλος όμιλος – Owner απαιτεί όπως σε κάθε σοβαρό έργο τη συνολική ανάληψη ευθύνης.

Στο παρόν θα παρουσιαστεί το παράδειγμα βιομηχανικού δαπέδου συνολικής έκτασης 45.000 m² για βιομηχανική αποθήκη πολλαπλών χρήσεων με χώρους A/C και θαλάμους συντήρησης / κατάψυξης (Εικ. 1).

Όλα τα έργα έχουν τρεις φάσεις ανάπτυξης: Βασικός Σχεδιασμός (Conceptual Design) Α φάση, Οριστική Μελέτη – Αδειοδότηση (Detailed Design) Β φάση και Μελέτη Εφαρμογής (IFC) Γ φάση.

Στη φάση του Conceptual Design ορίζονται τα βασικά μεγέθη (Μέσα αποθήκευσης, Οχήματα, διατάξεις, φορτία).

Στη φάση του Detailed Design πραγματοποιείται η μελέτη των δαπέδων ο οριστικός σχεδιασμός του κτηρίου (αρχιτεκτονικά & στατικά), ο προσδιορισμός: των στατικών & δυναμικών μέσων αποθήκευσης (ακόμη και στην περίπτωση χρήσης διαφορετικών συστημάτων στο μέλλον αυτό πρέπει να προβλεφθεί

στον σχεδιασμό), των μηχανικών μέσων μεταφοράς, των συστημάτων Ενεργητικής Πυροπροστασίας / Sprinkler (δύναται να μεταβάλουν τη θέση των ραφιών και απαιτείται η οριστικοποίησή τους).

Στη φάση της μελέτης εφαρμογής γίνεται το σύνολο των προσαρμογών όπως αυτό απαιτείται μετά την οριστικοποίηση των Αρχιτεκτονικών, Στατικών & ΗΜ εγκαταστάσεων.

Ανάλυση Απαιτήσεων & Παραδοχές Σχεδιασμού:

α. Επιλογή Στατικών & Δυναμικών Μέσων Αποθήκευσης: Μετά την αξιολόγηση όλων των διαθέσιμων λύσεων σε συσχέτιση με τη φυσιογνωμία των αποθεμάτων της εταιρείας επιλέχθηκαν τρία διακριτά αποθηκευτικά συστήματα: Conventional Pallet Racking (B2B) με διάδρομο 2,80m, με διάδρομο 1,88m και OSR Box Racking (αυτόματο σύστημα διαχείρισης κιβωτίων). Σε αρκετά από τα module αποθήκευσης προβλέφθηκε η ενδεχόμενη αλλαγή του διαδρόμου από 2,80m σε 1,88m σε επόμενη φάση (αυτό επιβάλει ειδικό σχεδιασμό για τα βιομηχανικά δάπεδα), καθώς επίσης και αλλαγή χρήσης του module από συμβατικό σύστημα ραφιών σε σύστημα αυτόματης συλλογής.

β. Επιλογή Μηχανικών Μέσων Μεταφοράς: VNA, Reach Truck, Pallet Stacker (Πιν. 2.)

γ. Υπολογισμός Στατικών & Δυναμικών Φορτίων: Τα μέγιστα επιβαλλόμενα φορτία (σημειακά και ομοιόμορφα) που ασκούνται στο



Εικ. 8Α: Mock up test



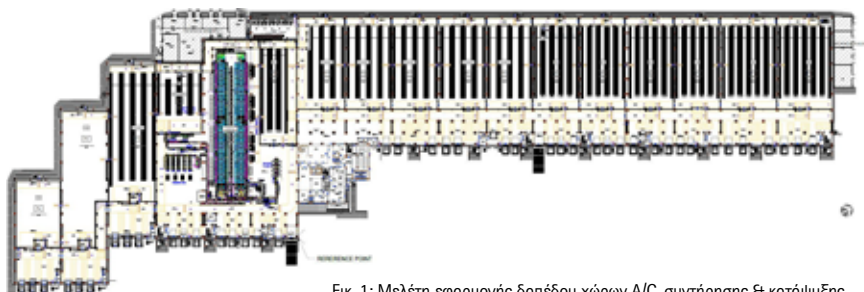
Εικ. 8Β: Λήψη δοκιμίων θλιπτικής αντοχής



Εικ. 9Α: Προετοιμασία υπόβασης



Εικ. 9Β: Διάσπαση φράγματος υδρατμών



Εικ. 1: Μελέτη εφαρμογής δαπέδου χώρων A/C, συντήρησης & κατάψυξης

βιομηχανικό δάπεδο συνοψίζονται στην Πιν. 3.

δ. Διάταξη Et Λειτουργία Μέσων Αποθήκευσης: Διακριτά module, διαχωρισμός περιοχών Stock Et RL, CPR B2B, d=2,80m για Reach Truck 1+5 επίπεδα παλετών και d=1,88m για VNA 1+6 επίπεδα παλετών. Όλες οι παλέτες του 1ου επιπέδου είναι επί δοκίδας και το παρόν επίπεδο δύναται να φέρει Live Storage Box Racking με 35 picking locations/bays, η διάταξη συμπληρώνεται με σύστημα αυτοματισμού ρομποτικής λειτουργίας για προετοιμασία των παραγγελιών.

ε. Ομαλότητα Et Επιπεδότητα τελικής επιφάνειας: Οι αποκλίσεις της επιφάνειας του βιομηχανικού δαπέδου από το θεωρητικό απόλυτα οριζόντιο επίπεδο πρέπει να ελέγχονται και να βρίσκονται εντός των απαιτούμενων ορίων για τη χρήση του. Σε αντίθετη περίπτωση προκαλούνται προσκρούσεις των οχημάτων στα ράφια, δυσκολίες χειρισμού και χαμηλότερες ταχύτητες λειτουργίας των οχημάτων.

στ. Κανονικότητα Δαπέδου: Σύμφωνα με το «Technical Report 34 - Concrete Industrial Ground Floors» το δάπεδο καθορίζεται κύρια από τις ιδιότητες: ομαλότητας και επιπεδότητας (Πιν. 4). Η ομαλότητα συνδέεται με αποκλίσεις σε μικρότερες αποστάσεις (600 mm), ενώ η επιπεδότητα σε μεγαλύτερες (3 m). Τα δάπεδα χωρίζονται ως προς την κανονικότητα σε δύο κατηγορίες:

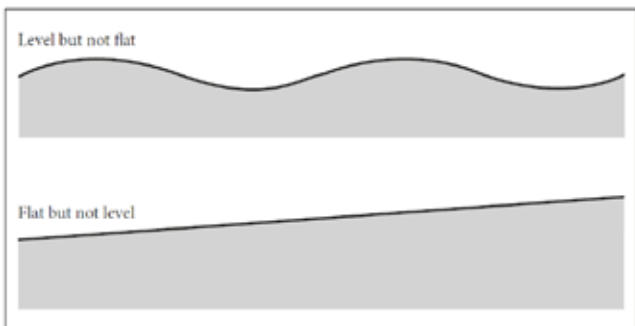
- **Ελεύθερης κίνησης (Free-Movement - FM)** (Πιν. 5), τα οχήματα μπορούν να κινηθούν προς οποιαδήποτε κατεύθυνση. Τα δάπεδα αυτά αφορούν συνήθως ράφια με πλατείς διαδρόμους ή αποθήκευση σε χαμηλά ύψη, εργοστάσια, ζώνες φορτοεκφόρτωσης ή συσκευασίας
- **Ορισμένης κίνησης (Defined Movement - DM)** (Πιν. 6), όπου τα οχήματα μπορούν να κινηθούν σε σταθερές τροχιές (επαγωγικά καλώδια ή ράγες). Τα δάπεδα αυτά αφορούν συνήθως ράφια υψηλής ενσώθησης με πολύ στενούς διαδρόμους (Very Narrow Aisles - VNA)

Τύπος	Βάρος Plets	Τύπος Ιστού	Ύψος απόθεσης τελευταίας παλέτας
VNA	1.000 Kg	3-πλου	13,29 m
Reach Truck	1.000 Kg	3-πλου	11,30 m
Pallet Stacker	2.000 Kg	-	-

Πιν. 2: Οχήματα που χρησιμοποιούνται στην εγκατάσταση

Τύπος Φορτίου	Μέγεθος
Ράφια	(1+6) επίπεδα, Bays 3 παλετών 650 kg / Plets, 102 kN/leg (max)
Μηχ.Μέσα Μεταφοράς	95 kN/wheel (max επιτρεπόμενο)
Block Stacking (UDL)	65 kN/m2 (ομοιόμορφο επιφανειακό καταμετρημένο)

Πιν. 3: Επιβαλλόμενα φορτία στο βιομηχανικό δάπεδο



Πιν. 4: Ομαλότητα (flatness) Et Επιπεδότητα (levelness)

Οι βιομηχανικές αποθήκες συνδυάζουν συχνά τις δύο παραπάνω κατηγορίες δαπέδων ανά χρήση χώρου. Το ίδιο ισχύει και για την παρούσα εγκατάσταση όπως φαίνεται στην Πιν. 7.

Floor class	Typical floor use	Property	
		E	F
FM1	Where very high standards of flatness and levelness are required. Reach trucks operating at above 13m without side-shift.	4.5	1.8
FM2	Reach trucks operating at 8-13m without side-shift.	6.5	2.0
FM3	Retail floors to take directly applied flooring. Reach trucks operating at up to 8m without side-shift. Reach trucks operating at up to 13m with side-shift.	8.0	2.2
FM4	Retail floors to take applied screeds. Workshops and manufacturing facilities where MHE lift heights are restricted to 4m.	10.0	2.4

Note: Side-shift is the ability of a truck to adjust the pallet transversely to the fork direction.

Πιν. 5: Υποκατηγορίες Ετ Προδιαγραφές FM δαπέδων

Floor classification	Racking top beam height	Property Z_{SLOPE}
Calculation	-	mm per m
DM1	Over 13m	1.3
DM2	8-13m	2.0
DM3	Up to 8m	2.5

Πιν. 6: Υποκατηγορίες Ετ Προδιαγραφές DM δαπέδων

Μέθοδος Κατασκευής (Work Method Statement):

Η Μέθοδος Εφαρμογής (Method Statement) είναι το τελευταίο βήμα της μελέτης εφαρμογής που εξασφαλίζει την ποιότητα κατασκευής του βιομηχανικού δαπέδου και συνοψίζεται, συνοψίζεται στα παρακάτω βήματα:

1. Επιλογή σύνθεσης σκυροδέματος σε συνεργασία με το εργοστάσιο παραγωγής, λήψη δοκιμών θλιπτικής αντοχής και έλεγχος κάθισης τουλάχιστον 28 ημέρες πριν από την έναρξη των εργασιών (Εικ. 8B)
2. Εκτέλεση mock up test για τη δοκιμαστική εφαρμογή όλων των υλικών και των βημάτων κατασκευής (Εικ. 8A)
3. Προετοιμασία και έλεγχος συμπύκνωσης και επιπεδότητας βάσης / υπόβασης (Εικ. 9A)
4. Κατασκευή υποδαπέδου σε όλους τους ψυκτικούς θαλάμους και εγκατάσταση αντιπαγωγικής διάταξης στους θαλάμους κατάψυξης, πλαστικές κουπόλες, ανεμιστήρες και δίκτυο υποδαπέδιων σωλήνων για εξασφάλιση μηχανικού αερισμού (Εικ. 10)
5. Διάστρωση φράγματος υδρατμών (πάνω και κάτω από τη θερμομόνωση, όπου

προδιαγράφεται από τη μελέτη) (Εικ. 9B)

6. Εγκατάσταση θερμομόνωσης σύμφωνα με τις απαιτήσεις των ψυκτικών θαλάμων ανά χώρο

7. Τοποθέτηση μεταλλικών αρμοκαλύπτρων και Ξυλοτύπων στις θέσεις που προβλέπονται από τη μελέτη

8. Εγκατάσταση υλικού απομόνωσης σε εσοχές πλακών και γύρω από υποστυλώματα, τοιχεία και λοιπά κατακόρυφα δομικά μέλη

9. Εγκατάσταση οπλισμού με κατάλληλη κάτω επικάλυψη και μόνωση όπως απαιτείται από τη μελέτη (Εικ. 11A)

10. Εγκατάσταση άνω οπλισμού στις εσοχές των πλακών και στις γωνίες των υποστυλωμάτων και των τοιχείων

11. Σκυροδέτηση με την εγκεκριμένη σύνθεση σκυροδέματος είτε με μηχανικά μέσα (laser screed) είτε με χειροκίνητα μέσα (πήχης) ανάλογα με την απαιτούμενη επιπεδότητα, τη δυναμική του συνεργείου και το μέγεθος κάθε ανεξάρτητης σκυροδέτησης, ταυτόχρονα με:

- Διαρκή ποιοτικό έλεγχο του σκυροδέματος που καταφθάνει στο εργοτάξιο (λήψη πυρήνων και έλεγχος της κάθισης για συμμόρφωση με το εγκεκριμένο υλικό)
- Επιπέδωση και συνεχή μέτρηση τελικών υψομέτρων πλάκας
- Προσοχή επιπεδότητα DM1 & 2 δεν μπορεί να επιτευχθεί με χρήση laser screed

12. Μηχανική λείανση με χρήση μεγάλων και μικρών ελικόπτερων (Εικ. 11B)

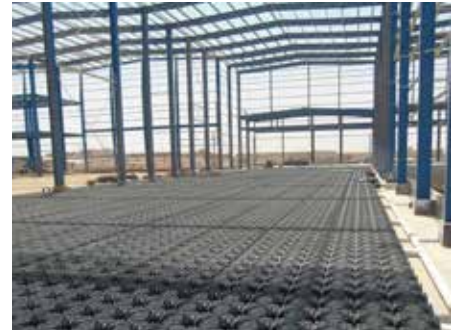
13. Εφαρμογή αντιεξαντμιστικής μεμβράνης για διατήρηση της υγρασίας του σκυροδέματος (chemical curing) (Εικ. 12B)

14. Εκτέλεση αρμοκοπών στις θέσεις που προβλέπονται από τη μελέτη (Εικ. 12A)

15. Διαβροχή με νερό και κάλυψη με φράγμα υδρατμών (water curing) (Εικ. 12B)

16. Μέτρηση επιτευχθείσας επιπεδότητας τελικής επιφάνειας

Στο επόμενο τεύχος θα παρουσιάσουμε τις τεχνικές για την κατασκευή ειδικών δαπέδων και την επιδιόρθωση υφιστάμενων δαπέδων. ■



Εικ. 10: Κουπόλες αερισμού



Εικ. 11A: Εγκατάσταση οπλισμού



Εικ. 11B: Μηχανική λείανση



Εικ. 12A: Αρμοκοπές



Εικ. 12B: Curing

ΤΥΠΟΣ ΔΑΠΕΔΟΥ

DM1
FM1

ΟΧΗΜΑ & ΥΨΟΣ ΕΝΑΠΟΘΕΣΗΣ

VNA με τελευταία εναπόθεση πάνω από τα 13m
REACH TRUCKS με τελευταία εναπόθεση πάνω από τα 13m (χωρίς side-shift)

Πιν. 7: Κανονικότητα που επιλέχθηκε κατά την Ανάλυση Απαιτήσεων