

IBLS

ΤΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΔΑΠΕΔΟ ΣΤΗΝ ΕΠΟΧΗ ΤΗΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΡΘΡΟ ΤΟΥ ΓΙΑΝΝΗ ΜΑΝΩΛΑ

• ΓΡΑΦΕΙ Ο ΓΙΑΝΝΗΣ ΜΑΝΩΛΑΣ

Τα σημαντικότερα σημεία στον σχεδιασμό και την κατασκευή μιας σύγχρονης αποθήκης είναι τα βιομηχανικά δάπεδα, η ευελιξία στην χρήση στατικών – δυναμικών μέσων Αποθήκευσης και η ευελιξία στην χρήση μηχανικών μέσων μεταφοράς. Όλα τα παραπάνω σχετίζονται με την είσοδο των αποθηκών στην εποχή του αυτοματισμού.

Στόχος του παρόντος άρθρου είναι να παρουσιαστεί συνοπτικά η μέθοδος για την κατασκευή του σωστού βιομηχανικού δαπέδου. Σημειώστε λοιπόν:

- Δεν μπορεί να κατασκευαστεί δάπεδο χωρίς Μελέτη Εφαρμογής
- Δεν μπορεί να κατασκευαστεί σωστό δάπεδο χωρίς Προδιαγραφές Επιπεδότητας
- Η εγκατάσταση και λειτουργία Συστημάτων Αυτοματοποίησης προϋποθέτουν ειδικές προδιαγραφές βιομηχανικού δαπέδου

Στην εποχή της ανάπτυξης αποθηκευτικών εγκαταστάσεων μεγάλου μεγέθους στην χώρα μας είναι απόλυτα αναγκαίο να εξασφαλίσουμε τον σωστό, αναλυτικό κι εύστοχο σχεδιασμό / κατασκευή των βιομηχανικών δαπέδων.

Ο σχεδιασμός επί της αρχής οφείλει χωρίς καμία παράλειψη να περιλαμβάνει:

- Τύπο στατικών ή δυναμικών μέσων αποθήκευσης (βάρους παλέτας, επίπεδα παλέτας, πλήθος παλετών ανά φάτνωμα, τύπος και γεωμετρία ραφιών, ορθοστατών)
- Τύπο Μηχανικού Μέσου Μεταφοράς, περionoφόρου, AGV, κ.λπ.
- Στοιχεία ομοιόμορφου κατανεμημένου φορτίου (Uniformly Distribution Load)
- Φορτία πρόσθετων κατασκευών (μεταλλικά πατάκια, ικριώματα, κ.λπ.)
- Μηχανικές ιδιότητες, χημική προστασία, κ.λπ.

Έχει τελειώσει η εποχή που τα δάπεδα των αποθηκών στην χώρα μας σχεδιάζονταν με προδιαγραφές FM2 (Reach Trucks Operating at 8-13m) και χωρίς καμία πρόβλεψη προστασίας από τυχαίες ρηγματώσεις, χωρίς προστασία των αρμοκοπών (Contraction Joint) από τους ορθοστάτες των ραφιών και τους τροχούς των περionoφόρων και χωρίς απομόνωση από τον φέροντα οργανισμό.

Η μελέτη κατασκευής κάθε βιομηχανικού δαπέδου είναι μια εξαιρετικά σύνθετη διαδικασία και τα παραδοτέα της περιλαμβάνουν: τεύχος υπολογισμών (πάχους πλάκας, οπλισμού, ποιότητας σκυροδέματος κατ'ελάχιστο), σχέδια πλάκων με αναλυτικές λεπτομέρειες, τεχνικές προδιαγραφές, τεύχος υλικών κι εξοπλισμού και μέθοδο εφαρμογής. Οι προδιαγραφές επιπεδότητας περιγράφονται στους Πίνακες 1 & 2.

Σύμφωνα με το Technical Report 34 / Concrete Industrial Ground Floors:

Οι πρωταρχικοί στόχοι σχεδιασμού του βιομηχανικού δαπέδου είναι η μεταφορά των προβλεπόμενων φορτίων και η αποφυγή επιφανειακών ρωγμών. Για τα συνήθη σημειακά φορτία από ράφια αποθήκευσης, mezzanines και εξοπλισμό μεταφοράς αποθεμάτων (MHE), είναι δυνατοί δύο τρόποι αστοχίας: κάμψη και διάτρηση.

Ο σχεδιασμός εδαφόπλακας για κάμψη υπό σημειακά φορτία στην οριακή κατάσταση αντοχής (Ultimate Limit State / ULS) βασίζεται στην θεωρία της γραμμής διαρροής, η οποία απαιτεί επαρκή πλαστιμότητα για την ασφαλή λήψη των σχετικών φορτίων.

Στην οριακή κατάσταση αντοχής (ULS), η ροπή κάμψης κατά μήκος των γραμμών διαρροής θεωρείται ότι είναι πλήρως πλαστική. Ωστόσο,



▲ Εικόνα 1



▲ Εικόνα 2

Προδιαγραφές Επιπεδότητας Ελεύθερης Κυκλοφορίας (Free Movement)

Floor Class	Typical floor use	Property (mm)	
		E	F
FM1	Where very high standards of flatness and levelness are required. Reach truck operating at above 13m without side-shift	4,5	1,8
FM2	Reach truck operating at above 8-13m without side-shift	6,5	2,0
FM3	Retail floors to take directly applied flooring. Reach truck operating at up to 8m without side-shift. Reach truck 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 height are restricted to 4m.	10,0	2,4

▲ Πίνακας 1 (TR34 4th Edition)

Προδιαγραφές Επιπεδότητας στενών διαδρόμων (VNA)

Floor Classification	Racking top beam height	Property ZSLOPE	Property Dz	Property d'Z	Property dX	Property d'X
Calculation	-	mm per m	Z x ZSLOPE	dZ x 0,75	Fixed values 2 x ZSLOPE x 1,1	Fixed values
DM1	Over 13m	1,3	Z x 1,3	Z x 1,0	2,9	1,5
DM2	8-13m	2,0	Z x 2,0	Z x 1,5	4,4	2,0
DM3	Up to 8m	2,5	Z x 2,5	Z x 1,9	5,5	2,5

▲ Πίνακας 2 (TR34th Edition)

δεδομένου ότι μια κύρια απαίτηση λειτουργικότητας είναι η αποφυγή ρωγμών στην άνω επιφάνεια, η ροπή κάμψης της πλάκας κατά μήκος των γραμμών διαρροής, που υποχωρούν, περιορίζεται στην ροπή ρηγμάτωσης σχεδιασμού (αρμοκοπές, contraction Joint) του σκυροδέματος της εδαφόπλακας.

Ο σχεδιασμός έναντι διατμητικής διάρτησης της πλάκας γύρω από συγκεντρωμένα φορτία βασίζεται στην προσέγγιση του Ευρωκώδικα 2 για εδαφόπλακες. Λαμβάνεται υπόψη το γεγονός ότι ένα μέρος του φορτίου θα μεταφερθεί άμεσα μέσω της πλάκας στο έδαφος. Το συνιστώμενο ελάχιστο πάχος σχεδιασμού για μια πλάκα που στηρίζεται στο έδαφος είναι 150 mm.

Τα περισσότερα δάπεδα έχουν αρμούς, καθώς υπάρχουν πρακτικά όρια για το πόσο σκυρόδεμα μπορεί να τοποθετηθεί σε μία ημέρα (μέγιστη επιφάνεια σκυροδέτησης συνεργείου 600-900 τ.μ. την ημέρα). Στις περισσότερες περιπτώσεις, η κρίσιμη περιοχή φόρτισης είναι ένα σημεικό φορτίο κοντά σε αρμούς μεταξύ πλακών. Ως εκ τούτου, το φορτίο που φέρει ικανότητα του δαπέδου κατά μήκος των αρμών πρέπει να ελέγχεται σε όλες τις μελέτες. Αυτή η ιδιότητα εξαρτάται σημαντικά από την ικανότητα του αρμού να μεταφέρει το φορτίο στην άλλη πλευρά της πλάκας. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για MHE, τα οποία, σε αντίθεση με τα στατικά φορτία, δεν μπορούν να τοποθετηθούν μακριά από τους αρμούς.

Ο οπλισμός της πλάκας μπορεί να αποτελείται από μεταλλικές ίνες ή πλέγμα και αδρανή υλικά. Τα δάπεδα υποβάλλονται σε καταπονήσεις τόσο από φορτία, όσο και συρρίκνωση λόγω ξήρανσης. Αυτός ο συνδυασμός μπορεί να προκαλέσει ρωγμές.

Για την αντιμετώπιση της συρρίκνωσης λόγω συστολής ξήρανσης, απαιτείται προσεκτική επιλογή στο μείγμα σκυροδέματος, με κατάλληλη υποστήριξη στο υπόστρωμα. Σε κάθε περίπτωση, προβλέπεται η απομόνωση της εδαφόπλακας από τα στοιχεία του φέροντα οργανισμού

(κολώνες, περιμετρικά τοιχεία ή άλλα σταθερά στοιχεία) καθώς και πρό-σθετος οπλισμός σε κάθε μεταβολή της γεωμετρίας της πλάκας.

Μεταξύ των πλακών προβλέπεται η τοποθέτηση κατάλληλων βλήτρων (dwell plate) καθώς και μεταλλικών αρμοκάλυπτων στις περιοχές που διέρχονται οχήματα (MHE). Ακολουθεί, μετά την κατασκευή, η χρήση μεμβρανών για τον περιορισμό του ρυθμού αφύγρανσης του σκυροδέματος. Η αρμοκοπή της πλάκας σε καρέ της τάξης των 6 μέτρων καθιστά πολύ μικρό τον κίνδυνο τυχαίας ρηγμάτωσης.

Η μελέτη εφαρμογής στην κατασκευή των δαπέδων αποτελεί τη βάση για την άρτια εκτέλεση του κατασκευαστικού έργου, όπως αυτό παρουσιάζεται στις Φωτογραφίες 1,2,3 και 4. Η επιλογή του κατάλληλου συ-νεργείου και η αυστηρή διοίκηση των διαδικασιών κατασκευής ολοκληρώνουν το άρτιο αποτέλεσμα.

Στην περίπτωση τοποθέτησης συστημάτων αυτοματισμού είναι εξαιρετικά σημαντικό να περιλαμβάνεται το σύνολο των προδιαγραφών λειτουργίας στον σχεδιασμό του δαπέδου. Κάθε σύστημα παρουσιάζει διαφορετικό εύρος προδιαγραφών, που η αυστηρή υλοποίησή τους είναι αναγκαία. Για παράδειγμα, οι προδιαγραφές δαπέδου για την τοποθέτηση και θέση σε λειτουργία συστήματος Autostore (Φωτογραφία 5) προβλέπουν δάπεδο χωρίς αρμοκοπές (Jointless) και με επιπεδότητα FM1, ενώ αντίστοιχα για περιπτώσεις άλλων συστημάτων προβλέπονται ειδικές προδιαγραφές.

Τέλος, η τοποθέτηση των ραφιών σε κάθε αποθήκη πρέπει να πραγματοποιείται με βύσματα που επιτρέπουν την αποσυναρμολόγηση των ορθοστατών, με δυνατότητα αποκατάστασης της οπής τοποθέτησης. 



► Ο Γιάννης Μανώλας είναι Managing Director της IBL



▲ Εικόνα 3



▲ Εικόνα 4