

ΣΤΑΤΙΚΗ ΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗ ΑΠΟΘΗΚΩΝ

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ ΜΕ ΦΟΡΕΑ ΑΠΟ ΧΑΛΥΒΑ-ΣΥΜΜΕΙΚΤΟ-ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Η επιλογή του στατικού φορέα ενός βιομηχανικού κτιρίου (υποστυλώματα, ζυγώματα κ.λπ.) αναφορικά με το υλικό κατασκευής (δομικός χάλυβας, οπλισμένο σκυρόδεμα, σύμμεικτος φορέας), είναι η επιλογή του στατικού-μηχανικού που ειδικεύεται στην επιλογή των βέλτιστων διατομών; του επιχειρηματία; του υπεύθυνου σχεδιασμού (αν υπάρχει); του διαθέσιμου κατασκευαστή; ή έχει σχεδόν προαποφασισθεί με κριτήριο τις κατασκευές της περιοχής, του κλάδου, τα κτίρια των γνωστών ανταγωνιστών;

ΓΡΑΦΟΥΝ ΟΙ ΓΙΑΝΝΗΣ ΜΑΝΩΛΑΣ & ΤΣΙΚΟΣ ΝΙΚΟΣ

Αυστηρώς και στην περίπτωση επιλογής Στατικού Φορέα η απόνψη στο ερώτημα τι είναι καταλληλότερο στην περίπτωση μου, βρίσκεται στον "δύσκολο δρόμο", αυτόν της αξιολόγησης του συνόλου των κριτηρίων που σχετίζονται με: • Τις απαιτήσεις της σχεδιαζόμενης δραστηριότητας (λειτουργικές, παραγωγικές, οικονομικές, χρονοδιαγραμματικές, επιχειρησιακές), είτε πρόκειται για αποθήκη Ήφρου φορτίου, είτε για αποθήκη ψυγείου, κατάψυξη κ.λπ. • Τις ιδιαιτερότητες του επιλεγμένου γηπέδου ή αντίστροφα των απαιτήσεων για την επιλογή του σωστού γηπέδου • Τη νομοθεσία αναφορικά με το ποσοστό κάλυψης, δόμησης, όγκου της μονάδας μιας που οι παραπάνω όροι διαφοροποιούνται ανάλογα με την φύση του στατικού φορέα, κυρίως στην εκτός σχεδίου δόμηση • Τη βέλτιστη Γεωμετρία της μονάδας, σχέση μήκους-πλάτους-ύψους, θέση λειτουργικών & διοικητικών χώρων • Τις απαιτήσεις Παθητικής (δομικής) και Ενεργητικής Πυροπροστασίας • Την ποιότητα-διάρκεια ζωής του έργου • Την διάρκεια κατασκευής του έργου • Το κόστος, ως συνάρτηση του συνόλου των παραπάνω παραμέτρων.

Θα γίνει εύκολα αντιληπτό στην συνέχεια πως η επιτυχία δεν στηρίζεται στην τύχη αλλά στον μεθοδικό και αυστηρό σχεδιασμό της δραστηριότητας και κατασκευής του έργου. Στο παρόν εξετάζουμε την περίπτωση των Βιομηχανικών Αποθηκών ενός εύρους από 3.000 ως 25.000m² τόσο Ήφρου φορτίου όσο και ελεγχόμενης θερμοκρασίας.

Απαιτήσεις σχεδιαζόμενης δραστηριότητας

Κατά την ανάλυση απαιτήσεων της σχεδιαζόμενης δραστηριότητας πρέπει να εξετασθούν διεξοδικά: η επιλογή των κατάλληλων Στατικών ή Δυναμικών Μέσων Αποθήκευσης (ράφια), η διάταξη & λειτουργία αυτών αναφορικά με την κυκλοφορία των αποθεμάτων, η χωροθέτηση και λειτουργία των χώρων φορτοεκφόρτωσης, cross docking, μεταποιητικών διαδικασιών, η χωροθέτηση των διοικητικών χώρων.

Τα όρια και οι απαιτήσεις των χώρων αυτών μας υποδεικνύουν κατ' αρχήν την διάταξη και τις κατάλληλες για τη λειτουργία της μονάδας, αποστάσεις των υποστηλωμάτων, τοποθετούν τεχνικά ερωτήματα και σενάρια βέλτιστης στατικής συγκρότησης. Η συσχέτιση του κόστους λόγω της μειωμένης ταχύτητας στην εξυπηρέτηση του αποθέματος (πυκνά διατεταγμένα πλαίσια), με την αύξηση του κόστους κατασκευής (μεγάλα ανοίγματα πλαισίων) πραγματοποιείται στην φάση αυτή.

Σε γενικές γραμμές οι χώροι αποθήκευσης στο βαθμό που επιλεγούν ράφια b2b (συμβατικά ράφια παλέτας) με υποστήριξη Reach Track, πρέπει να συνοδεύονται από άνοιγμα ζευκτών 22,5m και με επαναληψιμότητα ανά 5-6m. Οι αποστάσεις αυτές δεν είναι ικανοποιητικές για τους χώρους Φορτοεκφόρτωσης μια που σε αυτούς είναι αναγκαία η οριζόντια επικοινωνία των ραμπών-χώρων απόθεσης εμπορευμάτων. Όταν μάλιστα επιλέγεται η κατασκευή διοικητικών χώρων πάνω από τους χώρους φορτοεκφόρτωσης (για λόγους εξοικονόμησης όγκου, αλλά και κόστους)

ΕΙΝΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΤΕΡΟ ΝΑ ΤΟΠΟΘΕΤΟΥΝΤΑΙ ΤΑ ΓΡΑΦΕΙΑ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ CROSS DOCKING, ΑΛΛΑ ΤΟΤΕ ΓΙΝΕΤΑΙ ΔΥΣΚΟΛΟΤΕΡΗ ΚΑΙ ΑΚΡΙΒΟΤΕΡΗ Η ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ ΣΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΑΥΤΟΥΣ.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ ΑΝΩΔΟΜΗΣ

Τα βασικά πλεονεκτήματα στην χρήση μεταλλικών φορέων ανοδομής είναι:

- Το κόστος σε σύγκριση με αντίστοιχη κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα, η διαφορά είναι της τάξης του 20%, η οποία μπορεί να αυξομειώνεται σε συνάρτηση με τις τιμές των βασικών πρώτων υλών, του χάλυβα και του σκυροδέματος. Στο σύνολο του έργου η διαφορά είναι της τάξης του 5-7%
- Η επίτευξη μεγαλύτερων ανοιγμάτων και επιφανειών χωρίς υποστυλώματα
- Ο αυξημένος συντελεστής κάλυψης κατά 10%
- Η δυνατότητα ανάρτησης πετασμάτων και λοιπών μηχανολογικών στοιχείων
- Η ταχύτητα ανέγερσης και επέκτασης.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ ΑΝΩΔΟΜΗΣ

Τα βασικότερα μειονεκτήματα είναι:

- Η ευαισθησία απέναντι στην πυρκαγιά, ακόμη και η εφαρμογή της πυράντοχης βαφής πρέπει να επαναλαμβάνεται ώστε να εξασφαλιστεί ο σχετικός δείκτης πυραντίστασης
- Το αυξημένο κόστος μελέτης.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΦΟΡΕΩΝ ΑΠΟ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Τα πλεονεκτήματα των Φορέων από προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος έναντι των Μεταλλικών Φορέων είναι:

- ο αυξημένος δείκτης Πυραντίστασης
- ο μικρότερος χρόνος ανέγερσης
- η μεγαλύτερη διάρκεια ζωής
- το μικρότερο κόστος συντήρησης.

τότε το πρόβλημα επιτείνεται λόγω της αύξησης των σχετικών φορτίων. Είναι οικονομικότερο να τοποθετούνται τα γραφεία πάνω από τους χώρους Cross Docking, αλλά τότε γίνεται δυσκολότερη και ακριβότερη η μείωση των υποστυλωμάτων στους χώρους αυτούς που είναι και οι πολυτιμότεροι της αποθήκης.

Οι διαθέσιμες επιλογές είναι πολλές, αρκεί να εντοπισθούν έγκαιρα οι βασικές απαιτήσεις και να ιεραρχηθούν οι δυνατές λύσεις (δεν απαιτείται τα γραφεία να τοποθετηθούν στο κέντρο των αποθηκών εκεί δηλαδή που συγκεντρώνονται οι μέγιστες ροές αποθεμάτων, μπορούν να αφαιρεθούν υποστυλώματα με την ενίσχυση επιμέρους δοκών κ.λπ.).

Ιδιαιτερότητες του γηπέδου εγκατάστασης

Είναι πολύ συνηθισμένο στην επιλογή των γηπέδων εγκατάστασης να υποτιμάται το κόστος των γεωτεχνικών εργασιών τόσο του κτιρίου όσο και του Περιβάλλοντος Χώρου. Τα προβλήματα σχετίζονται συνήθως με την ύπαρξη κλίσεων, τον υπολογιζόμενο όγκο στις Εμπορικές Αποθήκες, τα χαρακτηριστικά-ιδιότητες του υπεδάφους (βράχος ή το αντίστροφο σθρό έδαφος). Έτσι, ενώ συνήθως το κόστος των Γεωτεχνικών εργασιών αποτελεί το 6-7% ενός κτιρίου Αποθηκών, αυτό εκτινάσσεται στο 12-15% στην περίπτωση που απαιτηθούν σημαντικές εργασίες υποδοχής της μονάδας και λειτουργίας του Περιβάλλοντος Χώρου. Ο σχεδιασμός του στατικού φορέα της Αποθήκης οφείλει να ακολουθήσει τις σχετικές προσαρ-

ΒΑΣΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΣΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΕΝΟΣ ΣΤΑΤΙΚΟΥ ΦΟΡΕΑ (ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΥ Ή ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ) ΑΠΟΤΕΛΕΙ Η ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗΣ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ.



Εικόνα 01: Μεταλλικός Φορέας με Πλαίσια Μεταβλητής διατομής.



Εικόνα 02: Αποθήκη Cross Docking.



Εικόνα 03: Μεταλλικός Φορέας με Οπίσθια Πλαίσια.



Εικόνα 04: Μεταλλικός Φορέας με Δικτυωμιακά Πλαίσια.



Εικόνα 05: Μεταλλικός Φορέας με Ασύμμετρα Δικτυωματικά Πλαίσια.



Εικόνα 07: Στέγη Φορέα από Προκατασκευασμένα στοιχεία Σκυροδέματος.



Εικόνα 06: Φορέας από Προκατασκευασμένα στοιχεία Σκυροδέματος.



Εικόνα 08: Σύμμεικτος Φορέας.

μογές του επιλεγμένου γηπέδου, ανάπτυξη επιπέδων, αξιοποίηση σύμμεικτων λύσεων. Σε κάθε περίπτωση είναι σημαντικό –εάν είναι δυνατό– η επιλογή του γηπέδου να ακολουθεί της επιλογής του βέλτιστου κτιρίου και όχι το αντίστροφο, "έχτιςα έτσι γιατί δεν γίνονταν αλλιώς".

Νομοθεσία

Στην περίπτωση των Βιομηχανικών Εμπορικών Αποθηκών εκτός Σχεδίου, ο Νομοθέτης της χώρας αποφασίζει (!) για τον στατικό φορέα των κτιρίων δίνοντας μεγαλύτερους όρους κάλυψης και δόμησης στην περίπτωση «ανέγερσης συναρμολογούμενων (βιδωτών) κτιρίων» (ΠΔ/24-5-85 Δόμησης εκτός σχεδίου – ΦΕΚ -270/Δ/31-5-85). Έτσι, εμπορική αποθήκη με στατικό φορέα από δομικό χάλυβα, ή από προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος, έχει συντελεστή κάλυψης 40% και συντελεστή δόμησης 0,4 –πάντα βέβαια με τον περιορισμό του όγκου (οι περιορισμοί περιγράφονται αναλυτικά στο τεύχος 18, ενότητα ΛΥΣΕΙΣ, σελ. 94 του Supply Chain & Logistics). Στην περίπτωση που η κατασκευή πραγματοποιηθεί συμβατικά από οπλισμένο σκυρόδεμα οι αντίστοιχοι συντελεστές είναι 20% και 0,2. Αντίστοιχα, στη Βιομηχανική Αποθήκη τα κτίρια με φορέα συναρμολογούμενο-βιδωτό έχουν συντελεστή κάλυψης 40% και συντελεστή δόμησης 0,9, όταν στην συμβατική κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα οι αντίστοιχοι συντελεστές είναι 30% και 0,9. Στην εντός σχεδίου Δόμηση, εντός βιομηχανικών περιοχών, ΒΙΠΕ, ΒΙΠΑ, κ.λπ. δεν παρουσιάζονται διαφορές στους όρους δόμησης, μεταξύ των μεταλλικών φορέων και αυτών από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Γεωμετρία της μονάδας

Βασικό στοιχείο περιορισμού κόστους κατά τον σχεδιασμό ενός στατικού φορέα (από δομικό χάλυβα ή από οπλισμένο σκυρόδεμα) αποτελεί

Η ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΕΧΕΙ ΑΚΟΜΗ ΜΙΚΡΟΤΕΡΟ ΧΡΟΝΟ ΑΝΕΓΕΡΣΗΣ, Ο ΟΠΟΙΟΣ ΔΕΝ ΞΕΠΕΡΝΑ ΤΟ 1/2 ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΠΟΥ ΑΠΑΙΤΕΙ Ο ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΣ ΦΟΡΕΑΣ.

η διατήρηση συμμετρίας και χρήσης εμπορικών τυποποιημένων διατομών. Κάθε παρέκκλιση από τους κανόνες αυτούς οδηγεί τόσο στην μείωση των εφικτών λύσεων, όσο και στην αύξηση του κόστους. Αν για παράδειγμα απαιτείται η κατασκευή μιας σάλας Cross Docking με ιδιαίτερα υψηλό δείκτη κυκλοφορίας αποθέματος (χαρακτηριστική περίπτωση αυτή, της εξυπηρέτησης φορτίων διεθνούς ή εθνικής μεταφοράς) στην οποία απαιτείται πλαίσιο με άνοιγμα μεγαλύτερο των 35m, τότε επιβάλλεται η χρήση πλαισίων μεταβλητής διατομής (εικόνα 01 & 02) ή χρήση δικτυωματικών πλαισίων. Αντίθετα, η επιλογή στατικού φορέα με άνοιγμα τα 20-25m και ύψος τα 11-14m επιτρέπει την επιλογή μεταξύ διαφορετικών λύσεων εμπορικά και επιχειρησιακά ώριμων:

- Μεταλλικός Φορέας με ολόσωμα ζευκτά τυποποιημένων διατομών (εικόνα 03)
- Μεταλλικός Φορέας με δικτυωματικά ζευκτά (εικόνα 04 & 05)
- Φορέας με ζευκτά από οπλισμένο σκυρόδεμα (εικόνα 06 & 07)
- Σύμμεικτος φορέας με υποστυλώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα και ολόσωμα ζευκτά τυποποιημένων διατομών (εικόνα 08).

Η λύση του φορέα με τα δικτυωματικά ζευκτά αποτελεί την καταλληλότερη λύση για αποθήκες ψυγεία επιτρέποντας την εύκολη ανάρτηση ψυκτικών πετασμάτων και λοιπών στοιχείων (εικόνα ανοίγματος).

Πυροπροστασία

Σύμφωνα με το σχετικό θεσμικό πλαίσιο (ΠΔ71 Κανονισμός Πυροπροστασίας Νέων Κτιρίων) το μέγιστο εμβαδόν Πυροδιαμερίσματος Αποθηκών 3PL (πυροθερμικού φορτίου Z3) είναι 1.500m² για αποθήκη με δυνάμενη περιμετρική πρόσβαση της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας και 3.000m² στην περίπτωση εγκατάστασης καταιονητήρων (ο περιορισμός του όγκου των 15.000m³ μπορεί να προσαρμοσθεί όπως ακριβώς και η επιφάνεια).

Στην περίπτωση αυτή ο δείκτης πυραντίστασης είναι 90λεπτά (180 χωρίς καταιονητήρες). Στην περίπτωση του Μεταλλικού Φορέα πρέπει να υπολογίσουμε αύξηση του κόστους κατά περίπου 5% για την εφαρμογή πυράντοχης βαφής επί του εργοταξίου. Αντίθετα, ο φορέας οπλισμένου σκυροδέματος υπερκαλύπτει την σχετική απαίτηση.

Χρόνος Κατασκευής

Αναφορικά με τον χρόνο κατασκευής ενός κέντρου διαχείρισης αποθεμάτων από οπλισμένο σκυρόδεμα, ο μεταλλικός φορέας παρουσιάζει πλεονέκτημα καθώς η επεξεργασία, κοπή, βαφή των στοιχείων πραγματοποιείται στο εργοτάξιο και ο χρόνος ανέγερσης δεν ξεπερνά το 1/2 του χρόνου που απαιτούν τα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος, εξασφαλίζοντας μεγαλύτερη αυτονομία από τις καιρικές συνθήκες. Επιπρόσθετα η επιλογή προκατασκευασμένων στοιχείων σκυροδέματος έχει ακόμη μικρότερο χρόνο ανέγερσης ο οποίος δεν ξεπερνά το 1/2 του χρόνου που απαιτεί ο μεταλλικός φορέας.

Ποιότητα Κατασκευής-Διάρκεια Ζωής

Ο φορέας οπλισμένου σκυροδέματος πλεονεκτεί έναντι του μεταλλικού τόσο στην διάρκεια ζωής, όσο και στο κόστος συντήρησης, χωρίς αυτό να σημαίνει πως η ποιότητα κατασκευής είναι υποδεέστερη.

Κόστος

Το κόστος του Μεταλλικού Φορέα μπορούμε να θεωρήσουμε πως είναι κατά 20-25% μικρότερο από αυτό του Φορέα από Οπλισμένο Σκυρόδεμα, στην περίπτωση βέβαια που απαιτείται πυράντοχη βαφή του μεταλλικού φορέα κατ' ελάχιστο 90 λεπτών, αυτό επιβαρύνει το κόστος κατά 5% με αποτέλεσμα τη μείωση του σχετικού πλεονεκτήματος στο 15-20%.

Η αξιολόγηση των παραπάνω κριτηρίων μας επιτρέπει να επιλέξουμε βέλτιστα μεταξύ των διαθέσιμων λύσεων που αντιστοιχούν στις απαιτήσεις μας. Συμπερασματικά για τους ξεχωριστούς φορείς μπορούμε να επιστημονομούμε τα παρακάτω.

Μεταλλικός φορέας: πρόκειται για κατασκευές που αποτελούνται από τυποποιημένα στοιχεία δομικού χάλυβα, των οποίων η κατασκευή, η επεξεργασία (κοπή, βαφή κ.λπ.) γίνεται στο εργοστάσιο και φτάνουν στο εργοτάξιο για συναρμολόγηση. Η στέγη στην περίπτωση αυτή μπορεί να είναι από ζευκτά ολόσωμα ή δικτυωματικά. Στην περίπτωση απαίτησης πιστοποιητικού πυροπροστασίας συνήθως πραγματοποιούμε πυράντοχη βαφή επί του εργοταξίου με το πέρας της συναρμολόγησης.

Φορέας Οπλισμένου Σκυροδέματος: πρόκειται για κατασκευές στις οποίες η ανωδομή αποτελείται από οπλισμένο σκυρόδεμα προκατασκευής ή κατασκευής επί του έργου. Η διαφορά μεταξύ προκατασκευασμένων και έγχυτων στοιχείων σκυροδέματος εντοπίζεται: • στην ταχύτητα κατασκευής καθώς η προκατασκευή πραγματοποιείται επί του εργοταξίου και συναρμολογείται επί του εργοταξίου • στον αυξημένο συντελεστή κάλυψης κατά 10% της προκατασκευής. ■

* Ο Γιάννης Μανώλας είναι Μηχανολόγος Μηχανικός και Δ/νων Σύμβουλος της "Μανώλας Χήτας & Συνεργάτες ΑΤΕ" & ο Νίκος Τσίκος είναι Πολιτικός Μηχανικός, συνεργάτης της "Μανώλας Χήτας & Συνεργάτες ΑΤΕ".