

ΟΙ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΩΣΙΜΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥΣ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΕΝΟΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΡΑΦΕΙΩΝ

Δήμητρα Τζουρμακλιώτου
Επίκουρος Καθηγήτρια
Δ. Π. Θ., Τμ. Πολ. Μηχ., Εργ. Μετ. Κατ.
Ξάνθη, Ελλάδα
e-mail: dimitratz@gmail.com

Άγγελος Χαϊδάς
Πολιτικός Μηχανικός Δ.Π.Θ.
Αθήνα, Ελλάδα
e-mail: agelosch@hotmail.com

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία έχει ως σκοπό τον σχεδιασμό ενός κτιρίου γραφείων, με βάση τις αρχές του βιώσιμου σχεδιασμού προκειμένου να διερευνηθεί η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των μεταλλικών στοιχείων του φέροντα οργανισμού του, στην διαμόρφωση διαφορετικών κτιρίων ως προς τη χρήση, τις διαστάσεις και τις συνθήκες φόρτισης τους. Το κτίριο γραφείων βρίσκεται στο Μαρούσι Αττικής, και σχεδιάστηκε λαμβάνοντας υπόψη τις αρχές του βιώσιμου σχεδιασμού τόσο κατά το στάδιο συναρμολόγησης του αλλά και κατά το στάδιο αποσυναρμολόγησης του, όπου επιπρόσθετα εξετάστηκε το ποσοστό επαναχρησιμοποίησης των μεταλλικών στοιχείων του φέροντα οργανισμού της ανωδομής του. Τέλος, στην παρούσα εργασία σχεδιάστηκε και αναλύθηκε ένα ακόμη κτίριο, στο οποίο μελετήθηκε η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των μεταλλικών στοιχείων του φέροντα οργανισμού του κτιρίου γραφείων. Το κτίριο που επιλέχθηκε είναι ένα εξαθέσιο δημοτικό σχολείο στο Ν. Λάρισα όπου εφαρμόζοντας τις αρχές του σχεδιασμού για αποσυναρμολόγηση στο κτίριο γραφείων κατέστη δυνατή η επαναχρησιμοποίηση ενός μεγάλου ποσοστού του μεταλλικού φέροντα οργανισμού στην κατασκευή δημοτικών σχολείων.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι εκτιμήσεις των υλικών που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν δεν θα πρέπει να αρχίζουν όταν φθάνει ένα κτίριο στο τέλος της ζωής του, αλλά θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά το στάδιο του σχεδιασμού και της μελέτης ενός κτιρίου [1]. Ο σχεδιασμός για επαναχρησιμοποίηση ξεκινά με την επιλογή των υλικών που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν ή να ανακυκλωθούν και με το σχεδιασμό του πλήρους κύκλου ζωής του κτιρίου [2]. Σχεδιασμός για το σύνολο του κύκλου ζωής του κτιρίου σημαίνει αφενός σχεδιασμός για ανθεκτικότητα και προσαρμοστικότητα και αφετέρου σχεδιασμός

για μια κατασκευή που θα μπορεί να θεωρηθεί ως πηγή επαναχρησιμοποιούμενων υλικών για νέες κατασκευές όταν αυτή θα φθάσει στο τέλος της ωφέλιμης ζωής της. Αναγνωρίζονται τρεις διαφορετικοί τρόποι για την επαναχρησιμοποίηση

- Επαναχρησιμοποίηση των στοιχείων της κατασκευής
- Επαναχρησιμοποίηση ολόκληρης της κατασκευής
- Ανακύκλωση των υλικών της κατασκευής.

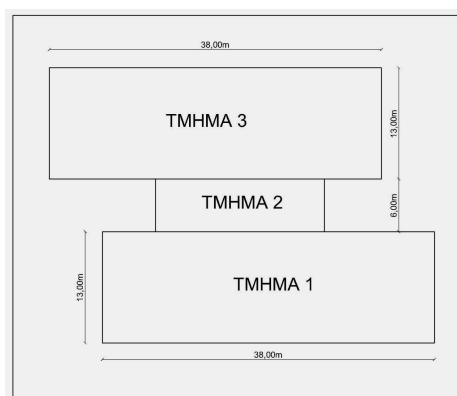
Στο υπό μελέτη κτίριο στεγάζονται τα γραφεία του ομίλου ΑΕΓΕΚ, αποτελείται από δύο πτέρυγες οι οποίες ενώνονται μέσω ενός αίθριου χώρου και ο φέρων οργανισμός της ανωδομής του είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα. Κατά τη διαμόρφωση του κτιρίου γραφείων για τις απαιτήσεις της παρούσας εργασίας, οι πτέρυγες διαχωρίστηκαν από τον χώρο του αίθριου με τη χρήση κατασκευαστικού αρμού. Έτσι, προέκυψαν τρία κτίρια τα οποία συνθέτουν το συγκρότημα του κτιρίου γραφείων, δύο ίδια και ένα ανεξάρτητο κτίσμα ανάμεσα τους, με μεταλλικό φέροντα οργανισμό για την ανωδομή. Η αλλαγή αυτή δεν επηρέασε την αρχική αρχιτεκτονική του κτιρίου. Με την δημιουργία τριών ανεξάρτητων κτιρίων είναι πλέον εφικτή η μελλοντική μερική αποσυναρμολόγηση σε περίπτωση περιορισμού των δραστηριοτήτων της εταιρείας. Στη παρούσα εργασία εφαρμόστηκαν οι αρχές του βιώσιμου σχεδιασμού, παρόλο που απαιτήθηκε μια μικρή αύξηση των μεταλλικών διατομών κατά τη διαστασιολόγηση του φέροντος οργανισμού της ανωδομής, προκειμένου να μεγιστοποιηθεί το ποσοστό της επαναχρησιμοποίησης του και τα περιβαλλοντικά οφέλη [3].

3. ΚΤΙΡΙΟ ΓΡΑΦΕΙΩΝ – ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΦΕΡΟΝΤΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ

Η ανωδομή του κτιρίου γραφείων χωρίζεται με σεισμικούς αρμούς σε τρία τμήματα τα οποία κατασκευάστηκαν εξ' ολοκλήρου από μεταλλικό σκελετό. Οι δύο πτέρυγες του κτιρίου είναι όμοιες, σχεδιάστηκαν και κατασκευάστηκαν με τις ίδιες διαστάσεις και τον ίδιο μεταλλικό σκελετό. Το τμήμα ανάμεσα στις δύο πτέρυγες κατασκευάστηκε έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η οριζόντια επικοινωνία τους και να διαμορφωθεί ο αίθριος χώρος του κτιρίου. Η κάθε μια πτέρυγα γραφείων διαθέτει ισόγειο και τρεις ορόφους οι οποίοι διαμορφώνονται από τέσσερα οριζόντια επίπεδα διαστάσεων 38μ μήκος επί 13μ πλάτος, και η απόσταση κατά ύψος μεταξύ τους είναι ίση με 3,86μ. Κατά την μικρή διεύθυνση του επιπέδου διατάσσονται οι κεφαλοδοκοί και οι δευτερεύουσες δοκοί τύπου HE160A σε ίσες αποστάσεις μεταξύ τους. Πάνω στις δοκούς αυτές τοποθετούνται οι προκατασκευασμένες πλάκες για την διαμόρφωση των δαπέδων. Οι δευτερεύουσες δοκοί έχουν το ίδιο μήκος με τις αντίστοιχες κεφαλοδοκούς και στηρίζονται στις κύριες δοκούς τύπου HE160A των τεσσάρων πλαισίων της πτέρυγας [4].

Τα φορτία της κατασκευής και τα οριζόντια εντατικά μεγέθη που δημιουργούνται από την επίδραση του σεισμού και του ανέμου παραλαμβάνονται από τα πλαίσια που μορφώνονται κατά τις δύο διευθύνσεις. Κατά την μεγάλη διεύθυνση υπάρχουν τέσσερα πλαίσια που αποτελούνται από επτά υποστυλώματα τύπου HE240B αξονικού μήκους 16,60μ, που ενώνονται ανά όροφο με τις κύριες δοκούς HE220A αξονικού μήκους 6,00μ. Κατά τη μικρή διεύθυνση της πτέρυγας τα πλαίσια ενώνονται μεταξύ τους με τρεις σειρές κεφαλοδοκών τύπου HE160A και αξονικού μήκους 5,806μ , 2,256μ και 5,806μ αντίστοιχα. Επίσης, κατά τη μικρή διεύθυνση τοποθετήθηκαν κατακόρυφοι σύνδεσμοι για

την αύξηση της δυσκαμψίας στον ασθενή άξονα των υποστυλωμάτων. Οι σύνδεσμοι αυτοί είναι τύπου “χι” και διατομής SHSH140x140x6. (Σχήμα 1).



Σχ. 1 Σχεδιάγραμμα των τμημάτων του κτιρίου γραφείων

Ο αίθριος χώρος ανάμεσα στις δύο πτέρυγες έχει διαστάσεις 19μ μήκος επί 6μ πλάτος και στέγη που φτάνει στην στάθμη των 19 μέτρων πάνω από το έδαφος. Το τμήμα αυτό του κτιρίου αποτελείται από δύο πλαίσια που εκτείνονται κατά μήκος, τα οποία αποτελούνται από τέσσερα ίδια υποστυλώματα διατομής HE240B και αξονικού μήκους 17,12μ και 18,22μ σε κάθε πλαίσιο αντίστοιχα. Τα υποστυλώματα συνδέονται μεταξύ τους με τις κύριες δοκούς τύπου HE200A και αξονικού μήκους 6,00μ. Κατά την μικρή διεύθυνση τα περιμετρικά υποστυλώματα των πλαισίων συνδέονται μεταξύ τους με κεφαλοδοκούς διατομής HE160A και κατακόρυφους συνδέσμους ακαμψίας διατομής SHSH100x100x5. Στο μέσο του κτιρίου τα δύο πλαίσια συνδέονται μέσω των μεταλλικών διαδρόμων και του κεντρικού κλιμακοστάσιου. Η στέγη του αίθριου στηρίζεται επάνω στα δύο πλαίσια και η δυσκαμψία του στοιχείου αυτού ενισχύθηκε με οριζόντιους συνδέσμους ακαμψίας, διατομής SHSH80x80x5. Για την διαμόρφωση των επιφανειών που θα παραλάβουν και θα μεταφέρουν τα κατακόρυφα φορτία της κατασκευής στις δοκούς της κατασκευής, επιλέχθηκε η χρήση προκατασκευασμένων πλακών πάχους 16εκ. και διαστάσεων 1,55μ. επί 0,80μ. Το ίδιο βάρος των πλακών είναι 0,66KN ανά προκατασκευασμένη πλάκα. Οι πλάκες αυτές τοποθετούνται επάνω στις δοκούς και συνδέονται στο άνω πέλμα της κάθε δοκού με τη χρήση ειδικών ελασμάτων που είναι αγκυρωμένα στις προκατασκευασμένες πλάκες και δεσμεύουν τις πλάκες έναντι οποιασδήποτε μετακίνησης. Η επιλογή των σύμμικτων πλακών απορρίφθηκε από την αρχή, διότι είναι στοιχεία που δεν μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν. Επίσης η χρήση ήλων και συγκολλήσεων στις σύμμικτες πλάκες θα έκανε πιο δύσκολη την αποσυναρμολόγηση της κατασκευής.

4. ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ

Οι συνδέσεις της μεταλλικής κατασκευής σχεδιάστηκαν έτσι ώστε να εξασφαλίζουν αφενός την εύκολη συναρμολόγηση και αφετέρου την δυνατότητα αποσυναρμολόγησης και επαναχρησιμοποίησης των στοιχείων. Στην παρούσα εργασία τα στοιχεία της κατασκευής έχουν μελετηθεί και σχεδιαστεί έτσι ώστε να μπορούν να προσεγγιστούν και να αφαιρεθούν γρήγορα, εύκολα και ακίνδυνα, σε μια ενδεχόμενη επαναχρησιμοποίηση, επισκευή ή αντικατάστασή τους. Γενικά, για την σύνδεση των στοιχείων της κατασκευής επιλέχθηκαν μόνο κοχλιοτές συνδέσεις, οι οποίες διαμορφώθηκαν με την συγκόλληση μετωπικών λεπίδων στις άκρες των δοκών. Οι δοκοί τύπου HE160A συνδέθηκαν με τα υποστυλώματα τύπου HE240B και τις δοκούς HE220A. Οι δοκοί αυτοί, κοχλιώθηκαν

επάνω στις λεπίδες, που είχαν συγκολληθεί τοπικά ανάμεσα στα πέλματα των δοκών και των υποστυλωμάτων. Με τον τρόπο αυτό αποφεύχθηκε ο εγκιβωτισμός καθώς και η απότμηση στις άκρες (καταστροφή στοιχείου) των δοκών τύπου HE160A. Οι λεπίδες των υποστυλωμάτων τοποθετήθηκαν σε απόσταση 10 χιλ. από την άκρη των πελμάτων τους, ώστε να προκύψουν περισσότερα στοιχεία των ίδιων διαστάσεων. Η διαμόρφωση αυτή έπαιξε σημαντικό ρόλο κατά την μελέτη επαναχρησιμοποίησης των στοιχείων αυτών.

5. ΑΡΙΘΜΗΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ-ΕΤΙΚΕΤΕΣ

Ένα από τα κυριότερα προβλήματα που προκύπτουν κατά την επαναχρησιμοποίηση των χαλύβδινων στοιχείων σήμερα, είναι η έλλειψη επαρκών στοιχείων με τα χαρακτηριστικά της κάθε χαλύβδινης διατομής που συνθέτουν την κατασκευή. Το πρόβλημα αυτό καθιστά την επαναχρησιμοποίηση των στοιχείων, μετά την ολοκλήρωση του κύκλου ζωής της κατασκευής, μια ασύμφορη διαδικασία, καθώς τόσο οι έλεγχοι για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών του όσο και η “ανίχνευση” και ομαδοποίηση των στοιχείων ανεβάζουν σημαντικά το κόστος ολόκληρης της διαδικασίας. Έτσι κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού πέρα από τη μελέτη συναρμολόγησης του κτιρίου πρέπει να συντάσσεται και η μελέτη αποσυναρμολόγησης αυτού. Στη μελέτη αυτή περιγράφονται αναλυτικά τα βήματα της αποσυναρμολόγησης και καταγράφεται η σειρά τοποθέτησης και η προτεινόμενη σειρά απομάκρυνσης του κάθε στοιχείου από την κατασκευή προκειμένου να εξασφαλίζεται το μέγιστο ποσοστό ανάκτησης των στοιχείων του φέροντος οργανισμού και η μέγιστη ταχύτητα αποσυναρμολόγησης. Για την αποφυγή πρόσθετου κόστους και χρόνου αναγνώρισης κατά τη φάση αποσυναρμολόγησης, τοποθετείται πάνω σε κάθε μεταλλικό στοιχείο μια ετικέτα. Στην ετικέτα αυτή αναγράφεται ο χαρακτηριστικός αριθμός του στοιχείου, ο οποίος διαμορφώνεται από την αρίθμηση και την κατηγοριοποίηση του. Ο αριθμός της ετικέτας είναι απαραίτητος για τον προσδιορισμό των τεχνικών χαρακτηριστικών και της θέσης του κάθε στοιχείου στο έργο, Φωτ. 1.



Φωτ. 1 Η ετικέτα αναγράφεται σε κάθε στοιχείο της κατασκευής

Η κατηγοριοποίηση των στοιχείων στη παρούσα εργασία έγινε με βάση τη διατομή, τις διαστάσεις, το υλικό, τις συνδέσεις στα άκρα και τη λειτουργία τους στην κατασκευή. Επιπρόσθετα, κατά τη φάση της διαστασιολόγησης έγινε ομαδοποίηση των διατομών και επιλέχθηκε να γίνει χρήση του μικρότερου δυνατόν αριθμού διαφορετικών διατομών. Τέλος, οι ετικέτες βοηθούν, κατά την αποσυναρμολόγηση, που στις περισσότερες φορές λαμβάνει χώρα μερικές δεκαετίες αργότερα από τη συναρμολόγηση, στη συγκέντρωση των στοιχείων σε ομάδες και στον εντοπισμό τους κατά την προσωρινή τους αποθήκευσή σε μάντρες επαναχρησιμοποιήσιμων υλικών («Τράπεζες»).

6. ΔΕΛΤΙΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ

Κατά την αποσυναρμολόγηση, η οποία ακολουθεί τα αντίστροφα βήματα της συναρμολόγησης, του κτιρίου γραφείων πραγματοποιείται η καταγραφή όλων των στοιχείων του φέροντα οργανισμού της κατασκευής σύμφωνα με τη μελέτη αποσυναρμολόγησης που είχε εκπονηθεί. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται με την συμπλήρωση των δελτίων καταγραφής που διαμορφώθηκαν για τον σκοπό αυτό Πίν.1. Στα δελτία καταγραφής αναγράφονται οι ετικέτες των επαναχρησιμοποιούμενων μεταλλικών στοιχείων της κατασκευής που ανήκουν στην ίδια κατηγορία και στο ίδιο τμήμα του κτιρίου γραφείων, ενώ αναγράφονται αναλυτικά τα γενικά χαρακτηριστικά των στοιχείων (διαστάσεις, διατομή, υλικό, βάρος). Σε ένα ξεχωριστό δελτίο καταγράφονται οι ετικέτες των καταστραμμένων στοιχείων που προκύπτουν κατά την αποσυναρμολόγηση της κατασκευής. Στη συνέχεια τα δελτία καταγραφής αποθηκεύονται μαζί με τις ομάδες αυτών των μεταλλικών στοιχείων, στις μάντρες επαναχρησιμοποιήσιμων υλικών “Τράπεζες”. Τα δελτία αυτά στη συνέχεια χρησιμοποιούνται κατά την μελέτη επαναχρησιμοποίησης των στοιχείων.

7. ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΧΟΛΙΚΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Στην συνέχεια της παρούσας εργασίας εξετάστηκε η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των στοιχείων που προκύπτουν από την αποσυναρμολόγηση του κτιρίου που μελετήθηκε παραπάνω στην κατασκευή σχολικών κτιρίων. Συγκεκριμένα, από τα επαναχρησιμοποιούμενα στοιχεία του προαναφερόμενου κτιρίου γραφείων μπορούν να κατασκευαστούν οχτώ πρότυπα εξαθέσια δημοτικά σχολικά κτίρια, 177 ατόμων στο Ν. Λάρισα. Προκειμένου να υπάρξει όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστική μελέτη, στην διαμόρφωση του σχολικού κτιρίου, συγκεντρώθηκαν πληροφορίες από τον Οργανισμό Σχολικών Κτιρίων (Ο.Σ.Κ.). Τα στοιχεία που δόθηκαν από τον ΟΣΚ αναφέρονταν σε δημοτικό σχολικό κτίριο με φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα.

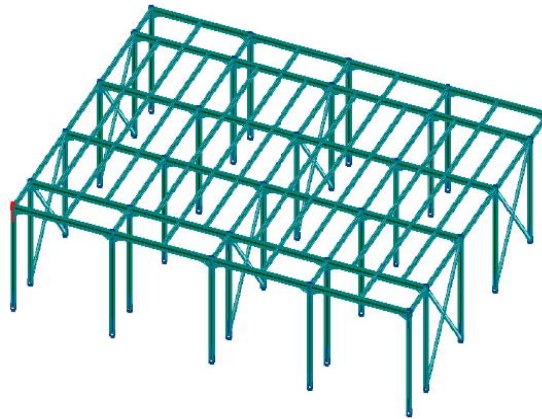
	Διατομή	H (mm)	Κατηγορία στοιχείου	Υλικό	Τμήμα κτιρίου		
	HE240B	12000	Ab	S275	2		
No	Ονομ. Στ.	No	Ονομ. Στ.	No	Ονομ. Στ.	No	Ονομ. Στ.
1	2PX1PY1Ab01	9		17		25	
2	2PX1PY2Ab01	10		18		26	
3	2PX1PY3Ab01	11		19		27	
4	2PX1PY4Ab01	12		20		28	
5	2PX2PY1Ab02	13		21		29	
6	2PX2PY2Ab02	14		22		30	
7	2PX2PY3Ab02	15		23		31	
8	2PX2PY4Ab02	16		24		32	

Πίνακας 1. Δελτίο Καταγραφής

8. ΔΗΜ. ΣΧΟΛΙΚΟ ΚΤΙΡΙΟ – ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΦΕΡΟΝΤΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ

Η ανωδομή του σχολικού κτιρίου κατασκευάστηκε εξ ολοκλήρου από τα μεταλλικά στοιχεία του κτιρίου γραφείων. Η μελέτη ανάλυσης και διαστασιολόγησης του σχολικού κτιρίου έγινε με βάση τα μήκη και τις διατομές των διαθέσιμων μεταλλικών στοιχείων. Για την κάλυψη των 25μ κατά μήκος και των 20μ κατά πλάτος που απαιτούνται,

διαμορφώθηκαν έξι πλαίσια. Τα πλαίσια αυτά εκτείνονται κατά μήκος του κτιρίου και το κάθε ένα αποτελείται από τέσσερις δοκούς αξονικού μήκους 6μ, που κοχλιώθηκαν στα πέλματα των υποστυλωμάτων ύψους 3,86μ. Τα έξι πλαίσια συνδέθηκαν μεταξύ τους με εγκάρσιες δοκούς μήκους 2,256μ και 2,806μ, που κοχλιώθηκαν στα υποστυλώματα και τις δοκούς των πλαισίων, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.



Σχ. 2. Μοντέλο Ανάλυσης Σχολικού Κτιρίου

Τα δοκάρια αυτά με τα δοκάρια των πλαισίων διαμορφώνουν μια εσχάρα δοκών, πάνω στην οποία δέθηκαν οι προκατασκευασμένες πλάκες σκυροδέματος, για την διαμόρφωση της στέγης του κτιρίου. Τα οριζόντια εντατικά μεγέθη της κατασκευής, που δημιουργούνται από την επίδραση του σεισμού και του ανέμου παραλαμβάνονται από την πλαισιακή λειτουργία των υποστυλωμάτων, που αναπτύχθηκε κατά μήκος του κτιρίου, και από τους κατακόρυφους συνδέσμους δυσκαμψίας, που τοποθετήθηκαν κατά την άλλη διεύθυνση. Οι κατακόρυφοι σύνδεσμοι ήταν τύπου ήταν τύπου “χι”, ενώ η αύξηση της δυσκαμψίας των πλαισίων έγινε με την χρήση φαλτσογωνιών (brackets). Τα υποστυλώματα που χρησιμοποιήθηκαν προέρχονται από τις κατηγορίες Α του κτιρίου γραφείων, τα οποία κόπηκαν στο εργοστάσιο σε μήκος 3,86μ. Το αξονικό μήκος των υποστυλωμάτων καλύπτει το απαιτούμενο ύψος της κατασκευής και δίνει την δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των υπάρχοντων λεπίδων και οπών, που υπήρχαν για τις συνδέσεις.

ΚΤΙΡΙΟ ΣΧΟΛΕΙΟΥ 1							
HE240B							
No	Ονομ. Στ.	H ₁ (mm)	H ₂ (mm)	No	Ονομ. Στ.	H ₁ (mm)	H ₂ (mm)
1	1PX1PY1Aa01	12000	3x 3860	5	1PX1PY5Aa01	12000	3x 3860
2	1PX1PY2Aa01	12000	3x 3860	6	1PX1PY6Aa01	12000	3x 3860
3	1PX1PY3Aa01	12000	3x 3860	7	1PX1PY8Aa01	12000	3x 3860
4	1PX1PY4Aa01	12000	3x 3860	8	1PX2PY1Aa02	12000	3x 3860

Πίν. 2 Επαναχρησιμοποίηση μεταλλικών στοιχείων στο Δημοτικό Σχολείο

Τα δοκάρια που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη της πλαισιακής λειτουργίας των υποστυλωμάτων, προέρχονται από τις κατηγορίες Ca και Da, και επαναχρησιμοποιήθηκαν χωρίς κάποια επιπρόσθετη εργοστασιακή κατεργασία. Οι εγκάρσιες δοκοί που χρησιμοποιήθηκαν για την σύνδεση των πλαισίων και την στήριξη των προκατασκευασμένων πλακών, προέρχονται από τις κατηγορίες Β του κτιρίου γραφείων. Οι κατηγορίες Ba, Bb, Bc, Bd επαναχρησιμοποιήθηκαν χωρίς κάποια επιπρόσθετη εργοστασιακή κατεργασία Πίνακας 2. Οι ράβδοι που χρησιμοποιήθηκαν για την διαμόρφωση των κατακόρυφων συνδέσμων δυσκαμψίας, προέρχονται από την κατηγορία

Χα του κτιρίου γραφείων και επαναχρησιμοποιήθηκαν χωρίς κάποια επιπρόσθετη εργοστασιακή κατεργασία.

9. ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ

Η διαμόρφωση νέων συνδέσεων στα επαναχρησιμοποιούμενα στοιχεία μίας κατασκευής απαιτεί σε μερικές περιπτώσεις την κοπή των παλιών λεπίδων και την συγκόλληση καινούργιων ή την δημιουργία νέων οπών. Η εργοστασιακή κατεργασία για την διαμόρφωση των νέων συνδέσεων μπορεί να ανεβάσει το κόστος τόσο πολύ, που το κόστος επαναχρησιμοποίησης ενός στοιχείου να προκύψει διπλάσιο από την αντίστοιχο κόστος ενός καινούργιου στοιχείου, ενώ η ανάγκη δημιουργίας νέων οπών κοντά στις ήδη υπάρχουσες, καθιστά αδύνατη την επαναχρησιμοποίηση των στοιχείων αυτών. Για την σύνδεση των μεταλλικών στοιχείων του σχολικού κτιρίου, χρησιμοποιήθηκαν οι συνδέσεις που είχαν σχεδιαστεί για το κτίριο γραφείων καθώς κατά τη φάση σχεδιασμού του κτιρίου γραφείων οι συνδέσεις είχαν μελετηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν χωρίς να απαιτείται πρόσθετη εργοστασιακή ή εργοταξιακή κατεργασία για τη διαμόρφωση νέων συνδέσεων στα επαναχρησιμοποιούμενα στοιχεία του φέροντος οργανισμού.

10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των φέροντα οργανισμού ενός κτιρίου γραφείων, στην διαμόρφωση διαφορετικών κτιρίων ως προς τη χρήση, τις διαστάσεις τους και τα φορτία σχεδιασμού. Στην κατασκευή των οχτώ σχολικών κτιρίων, το ποσοστό επαναχρησιμοποίησης των μεταλλικών στοιχείων του κτιρίου γραφείου ανήλθε στο 89%, το δε ποσοστό των στοιχείων που επαναχρησιμοποιήθηκαν χωρίς να χρειαστούν επιπλέον εργοστασιακή επεξεργασία υπολογίστηκε ίσο με 75%. Τα υψηλά αυτά ποσοστά επαναχρησιμοποίησης αποδεικνύουν πως η εφαρμογή των αρχών του βιώσιμου σχεδιασμού στο κατασκευαστικό κλάδο είναι άμεση και επιτακτική ανάγκη καθώς μπορεί να συμβάλει στην εξοικονόμηση φυσικών πόρων και στη μείωση εκπομπών CO₂.

11. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] DURMISEVIC E., και NOOPT N. “Re-use Potencial of Steel in Building Construction” Proceedings of the CIB TG 39 –Design for Construction and Material Reuse Conference, Delft, Netherlands, 2003.
- [2] WEBSTER M., “Structural Design for Adaptability and Deconstruction: A Strategy for Closing the Materials Loop and Increasing Building Value” Proceedings of the 2007 ASCE Structures Conference, Long Beach, USA, 2007.
- [3] ΤΖΟΥΡΜΑΚΛΙΩΤΟΥ Δ., ΓΑΛΟΥΣΗΣ Α., και ΜΠΟΥΡΙΚΑΣ Φ., “Η Συμβολή του Σχεδιασμού για Αποσυναρμολόγηση στην Επαναχρησιμοποίηση”, Πρακτικά του 6^{ου} Εθνικό Συνέδριο Μεταλλικών Κατασκευών, Ιωάννινα 2 – 4 Οκτωβρίου 2008, Σελ. 255-264.
- [4] ΧΑΙΔΑΣ Α. “Μελέτη - Αποσυναρμολόγηση ενός Μεταλλικού Κτιρίου Γραφείων και Επαναχρησιμοποίηση των Στοιχείων του για την Κατασκευή Μεταλλικών Σχολικών Κτιρίων”, Διπλωματική εργασία, 2009, Δ. Π. Θ. Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών σελ. 124.

THE APPLICATION OF THE SUSTAINABLE DESIGN PRINCIPLES IN THE DESIGN OF A STEEL OFFICE BUILDING

Dimitra Tzourmakliotou

Assistant Professor

Dept. of Civil Engineering, Lab. of Steel Structures, DUTH.

Xanthi, Greece

e-mail: dimitratz@gmail.com

Angelos Chaidas

Civil Engineer, DUTH.

Athens, Greece

e-mail: agelosch@hotmail.com

1. ABSTRACT

This paper has as its object the design of an office building, based on the principles of sustainable design and to investigate the re-use of metal components of load-bearing superstructure, in the formulation of different buildings as to the use, dimensions and the loading conditions. The office building is located in Maroussi, Athens, and was designed taking into account the principles of sustainable design both at the stage of assembly and during the deconstruction stage. During the deconstruction stage once again examined the percentage of the re-used steel components of the superstructure. Finally, in the present study was designed and analyzed another building, in which has been examined the re-use of metal components of the superstructure of the building offices. The building chosen is an elementary school in N. Larissas. By applying the principles of sustainable design in office building it was possible to re-use a large proportion of the metal load-bearing structure in the construction of eight elementary schools. The re-use rate was 89% while the elements re-used without any re-processing were 75%.