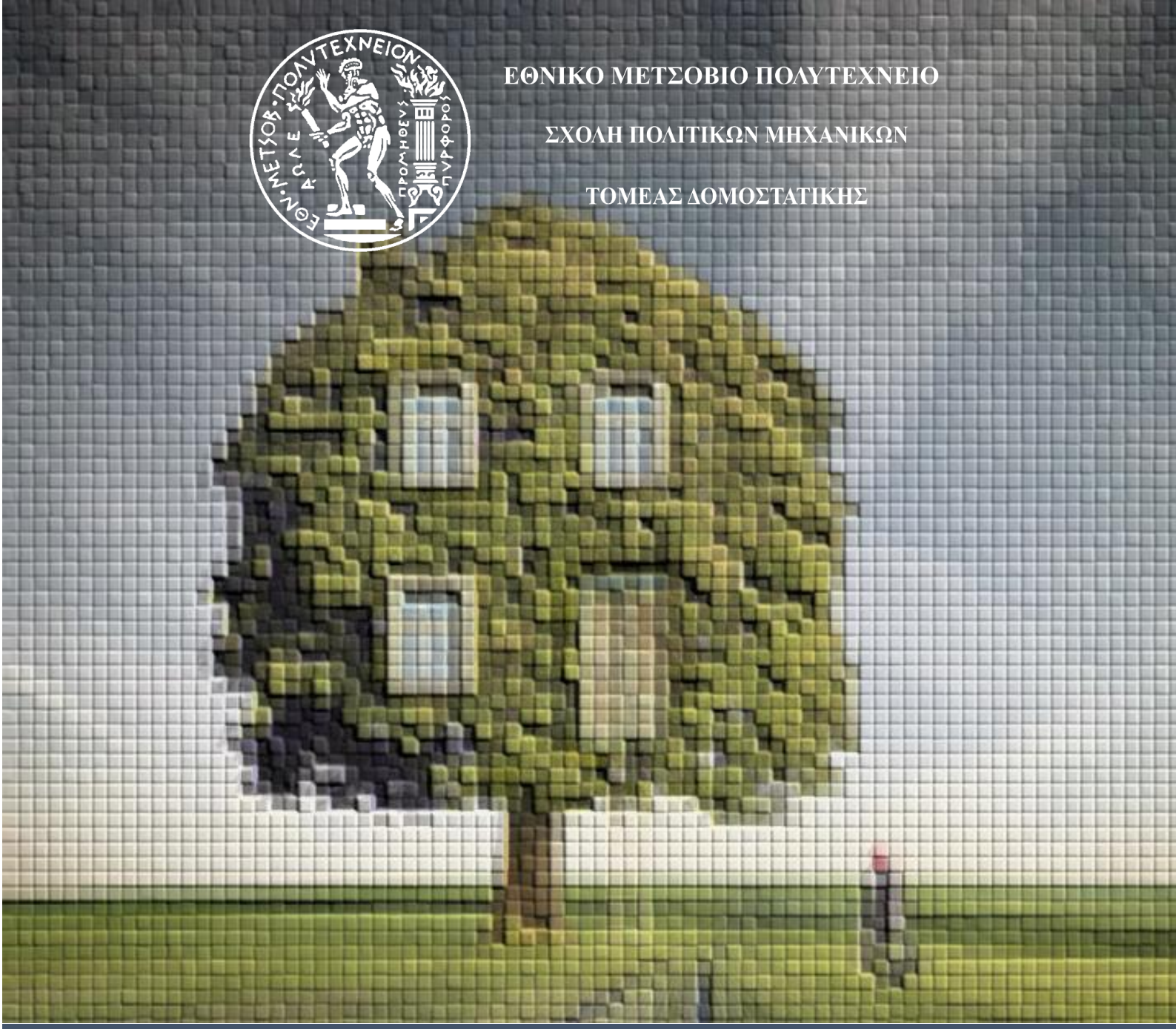
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΞΥΛΙΝΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

ΣΥΝΤΑΚΤΕΣ:
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΣΤΟΥΡΗΣ
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ ΧΡΟΝΟΠΟΥΛΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:
ΙΩΑΝΝΗΣ ΤΖΟΥΒΑΔΑΚΗΣ

ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ:
ΜΕΝΕΛΑΟΣ ΞΕΝΑΚΗΣ-ΥΠ. ΔΙΔΑΚΤΩΡ Ε.Μ.Π.
ΣΤΕΛΛΑ ΠΙΕΡΗ -ΥΠ. ΔΙΔΑΚΤΩΡ Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ
ΜΑΡΤΙΟΣ 2016

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΞΥΛΙΝΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

ΣΥΝΤΑΚΤΕΣ:

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΣΤΟΥΡΗΣ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ ΧΡΟΝΟΠΟΥΛΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΙΩΑΝΝΗΣ ΤΖΟΥΒΑΔΑΚΗΣ

ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ:

ΜΕΝΕΛΑΟΣ ΞΕΝΑΚΗΣ-ΥΠ. ΔΙΔΑΚΤΩΡ Ε.Μ.Π.

ΣΤΕΛΛΑ ΠΙΕΡΗ -ΥΠ. ΔΙΔΑΚΤΩΡ Ε.Μ.Π.

ΜΑΡΤΙΟΣ 2016

Το παρόν έγγραφο υπάγεται στην άδεια (CC BY-NC-SA 3.0)
Στούρης Κωνσταντίνος, Χρονοπούλου Κωνσταντίνα
Αθήνα 2016

Πρόλογος – Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική με τίτλο «Υπολογισμός ανθρακικού αποτυπώματος κατά την κατασκευή και κατεδάφιση ξύλινων προκατασκευασμένων κτηρίων» εκπονήθηκε για τον τομέα Δομοστατικής της σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου από τους φοιτητές Στούρη Κωνσταντίνο και Χρονοπούλου Κωνσταντίνα . Αντικείμενό της αποτελεί η μελέτη και η ποσοτικοποίηση του ανθρακικού αποτυπώματος που προκαλείται κατά την κατασκευή, λειτουργία και κατεδάφιση μιας ξύλινης κτηριακής κατασκευής. Στα πλαίσια της Διπλωματικής εργασίας χρησιμοποιήθηκαν και επεκτάθηκαν τα αρχεία excel "De.CO2.Estimator" και "Con.CO2.Estimator", τα οποίο μπορούν να χρησιμοποιηθούν μεταγενέστερα σε κάθε είδους ξύλινη κατασκευή, ώστε να προσμετρηθούν ποσότητες άνθρακα κατά τις διάφορες φάσεις κατασκευής και κατεδάφισης ξύλινων κατοικιών, και να συγκριθούν με άλλου τύπου κατασκευές. Τα προγράμματα αυτά θα παραμείνουν στη διάθεση του πολυτεχνείου.

Υπεύθυνος της Διπλωματικής εργασίας ήταν ο Καθηγητής του Ε.Μ.Π., κ Τζουβαδάκης Ιωάννης τον οποίο θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά για την επίβλεψη, τις απαραίτητες επισημάνσεις, αλλά και τον χρόνο του από την ανάληψη της Διπλωματικής εργασίας μέχρι και την εκπόνηση αυτής .

Θα θέλαμε επίσης να ευχαριστήσουμε τον κ Ξενάκη Μενέλαο για την καθοδήγηση και τις πληροφορίες που μας παρείχε, και φυσικά την κ Πιερή Στέλλα για τον χρόνο και την βοήθεια που μας παρείχε καθ' όλη την διάρκεια της προσπάθειας αυτής καθώς και για την διάθεση των προγραμμάτων De.CO2.E και Con.CO2.E. Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί η ευγνωμοσύνη μας για την βοήθεια και την συνεργασία μας με τις εταιρείες Κοφινάς (ΚΟΦΙΝΑΣ Α.Ε.) και Domus (DOMUS ΚΑΤΟΙΚΙΑ Α.Ε.) κατά τη διάρκεια της διπλωματικής εργασίας, και συγκεκριμένα στον κ. Πατή Λουκά της ΚΟΦΙΝΑΣ Α.Ε. για την άψογη συνεργασία, καθοδήγηση, και τις συμβουλές του καθ' όλη την διάρκεια της διπλωματικής εργασίας.

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής εργασίας αποτελεί ένα φλέγον ζήτημα της ελληνικής, αλλά και της παγκόσμιας κοινωνίας των κατασκευών. Λόγω της μεγάλης ποσότητας αυθαιρέτων κατοικιών στην χώρα μας, αλλά και λόγω πληθώρας παλαιών κτηρίων με τεράστιες ενεργειακές ανάγκες, συχνά προκύπτει το ερώτημα σχετικά με το αν πρέπει τέτοια κτήρια να κατεδαφίζονται και να χτίζονται νέα στην θέση τους, ή να ανακαινίζονται και αναβαθμίζονται ενεργειακά, για να καλύπτουν τις σημερινές προδιαγραφές. Στην παρούσα διπλωματική, αναλύεται το συγκεκριμένο ζήτημα, για την περίπτωση των προκατασκευασμένων ξύλινων κατοικιών, λαμβάνοντας υπ' όψην τις ιδιαιτερότητες του συγκεκριμένου κτηριακού τομέα. Αυτό γίνεται μέσω του υπολογισμού ανθρακικών αποτυπωμάτων των κατασκευών αλλά και γενικότερα ολόκληρης της διαδικασίας "αποκατάστασης" των αυθαίρετων.

Στόχος αυτής της εργασίας, είναι η τροποποίηση των μεθόδων και εργαλείων υπολογισμού του ανθρακικού αποτυπώματος κατά την κατασκευή και κατεδάφιση κτηρίων, ώστε να καλύπτουν πλήρως τις ξύλινες προκατασκευασμένες κατασκευές, οι οποίες παρουσιάζουν αρκετές ιδιαιτερότητες. Εκτός από την προέλευση των δομικών υλικών και την διαφορά στην φιλοσοφία κατεδάφισής τους, ο τρόπος κατασκευής τους συμπεριλαμβάνει πολλά δομικά και λοιπά υλικά, τα οποία δεν συνηθίζονται στην ελληνική κατασκευή, οπού κυριαρχεί το οπλισμένο σκυρόδεμα.

Εν συνεχεία, μέσω της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής, (Α.Κ.Ζ) των υλικών, αλλά και των κτηρίων, πραγματοποιείται ένας εκτενής και αναλυτικός υπολογισμός των ποσοτήτων άνθρακα που παράγεται κατά την κατασκευή, λειτουργία, αλλά και κατεδάφιση των κτηρίων προς μελέτη.

Εν κατακλείδι, θα αξιολογηθούν τα αποτελέσματα, ώστε να προσεγγισθεί ακριβέστερα το ερώτημα της Διπλωματικής αυτής εργασίας, και θα προκύψουν συμπεράσματα για την επάρκεια, αποτελεσματικότητα και αξιοπιστία της μεθόδου προτείνοντας παράλληλα τρόπους για την αντιμετώπιση τυχόν προβλημάτων.

Λέξεις κλειδιά

Περιβάλλον, Ανθρακικό αποτύπωμα, μέθοδοι κατεδάφισης, ανακύκλωση υλικών, ενεργειακός σχεδιασμός, βιοκλιματικός σχεδιασμός, αυθαίρετα, Ξύλινη κατασκευή, ξύλο, μεταφορά, φόρτωση, αποφόρτωση.

Abstract

The subject of this diploma thesis concerns the Greek society a recurring preoccupation, and the construction community as a whole. Due to the large amount of arbitrary housing in Greece, and the multitude of old buildings with huge energy needs, often the question arises about whether such buildings should be demolished and built new in their position, or be refurbished and upgraded to meet current standards. In this thesis, it analyzes the matter in case of prefabricated wooden houses, taking into Comes the specificities of the buildings sector. This is done by calculating the carbon footprint of construction and generally the entire process of "rehabilitation" arbitrary.

The aim of this thesis is to create and modify the methods and tools for calculating the carbon footprint during various construction and demolition procedures of buildings, so that they are able to cover completely wooden structures. Wooden pre-constructed buildings have many differences compared to buildings made of concrete. Besides the origin of building materials and the difference in the demolition procedure, their construction method includes many structural materials, which are not usual in the Greek building manufacturing market, which is dominated by reinforced concrete buildings.

Moreover, using the Life Cycle Analysis (LCA) on construction materials, and buildings, we performed a thorough and detailed calculation of CO2 generated during the construction, operation, and demolition of selected buildings.

In conclusion, the results are evaluated in order to better approach the question raised in this thesis and resulting conclusions on the adequacy, effectiveness and reliability of the method while proposing ways to address any problems.

Keywords

Carbon footprint, methods of demolition, recycling, energy design, bioclimatic design, arbitrary, timber buildings, transportation, loading, unloading.

Πίνακας Περιεχομένων

Πρόλογος – Ευχαριστίες 3
Περίληψη 4
Λέξεις κλειδιά 4
Abstract 5
Keywords 5
Κατάλογος εικόνων 9
Κατάλογος πινάκων 10
Κατάλογος σχημάτων 11
1.Εισαγωγή 12
1.1 Γενικά 12
1.1.1 Ιστορικά στοιχεία 12
1.1.2 Ο ρόλος της κτηριακής βιομηχανίας στην επίτευξη του στόχου 20-20-20 14
1.1.3 Η Κατάσταση στην Ελλάδα 15
1.2 Σκοπός και δομή της παρούσας εργασίας 17
2.Ανθρακικό αποτύπωμα 19
2.1 Περιβάλλον και κτήριο 19
2.1.1 Γενικά 19
2.1.2 Ενεργειακή κατανάλωση 20
2.1.3 Μείωση εκπομπών και εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια 23
2.2 Το Ανθρακικό αποτύπωμα 25
2.2.1 Γενικά 25
2.2.2 Ορισμός 27
2.2.3 Μέθοδος υπολογισμού ανθρακικού αποτυπώματος 28
3.Ξύλινες προκατασκευασμένες κατοικίες 36
3.1 Γενικά 36
3.2 Πλεονεκτήματα ξύλου 36
3.2.1 Φυσικό και οικολογικό υλικό 36
3.2.2 Μεγάλη ανθεκτικότητα 36
3.2.3 Μονωτικό απέναντι στη θερμότητα και τον ηλεκτρισμό 37
3.2.4 Μεγάλη αντοχή στη φωτιά 37
3.2.5 Μικρή θερμική συστολή και διαστολή 38
3.2.6 Καλές ακουστικές ιδιότητες 38
3.2.7 Εύκολο στη σύνδεση 39
3.3 Μειονεκτήματα ξύλου 39
3.3.1 Υγροσκοπικότητα 39
3.3.2 Προσβολή από ζωντανούς οργανισμούς 40

3.3.3 Παραμορφώσεις 40
3.3.4 Ερπυσμός του ξύλου 40
3.3.5 Εμπορευσιμότητα 41
3.4 Προστασία και συντήρηση ξύλου 41
3.4.1 Δομική προστασία ξύλου 41
3.4.2 Χημική προστασία ξύλου 42
3.5 Ιστορικό ξύλινων κατασκευών 42
3.6 Τύποι ξύλινων κατασκευών 42
3.6.1 Κορμόσπιτα 42
3.6.2 Σπίτια από σταυρωτή επικολλητή ξυλεία 44
3.6.3 Κατοικίες με ξύλινους κατακόρυφους στύλους ως φέροντα στοιχεία 45
3.6.4 Σπίτια από ελαφρύ ξύλινο σκελετό 46
3.6.5 Κατοικίες με σκελετό τύπου << Truss Framed System>> 47
3.6.6 Κατοικίες από μπαμπού (Bamboo) 48
3.7 Ξύλινες κατασκευές στην Ελλάδα 52
3.8 Περί κατεδαφίσεων 56
3.8.1 Μέθοδοι κατεδάφισης 56
3.9 Κατεδαφίσεις ξύλινων κατασκευών 70
3.9.1 Κατεδαφίσεις ξύλινων κατασκευών- Γενικά 70
3.9.2 Απόβλητα κατεδαφίσεων – Ανακυκλώσιμα υλικά *[Πηγή: Ελληνική Εταιρεία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων}* 70
3.10 Νομοθεσία 78
3.10.1 Ποιοτικός έλεγχος προϊόντων ξύλου 78
3.10.2 Οικοδομική άδεια 78
3.10.3 Έκδοση οικοδομικής άδειας 79
3.10.4 Μελέτες 80
3.10.5 Ο Ευρωκώδικας 5 και ο σχεδιασμός ξύλινων κατασκευών 80
3.10.6 Ο Ευρωκώδικας 5 στην Ελλάδα 82
4.Υπολογισμός ανθρακικού αποτυπώματος σε ξύλινες προκατασκευασμένες οικίες. 86
4.1. Πορεία υπολογισμού 86
4.2.Παρουσίαση των κτηρίων υπό μελέτη 87
4.2.1 Κατοικία Α’ 87
4.2.2 Κατοικία Β’ 92
4.2.3 Κατοικία Γ’ 97
4.2.4 Κατοικία Δ’ 100
4.3 Ενσωματωμένο ανθρακικό αποτύπωμα κατασκευής 103
4.3.1 Ενσωματωμένο ανθρακικό αποτύπωμα κατοικίας Α 104

4.3.2 Ενσωματωμένο ανθρακικό αποτύπωμα κτηρίου Β 110
4.3.3 Ενσωματωμένο ανθρακικό αποτύπωμα κατοικίας Γ' 114
4.3.4 Ενσωματωμένο ανθρακικό αποτύπωμα κατοικίας Δ' 120
4.4 Ενεργειακή κατάταξη και ενεργειακή αναβάθμιση κατοικιών 128
4.5 Υπολογισμός ανθρακικού αποτυπώματος κατεδάφισης 132
4.5.1 Ανθρακικό αποτύπωμα κατεδάφισης κτηρίου Α 133
4.5.2 Ανθρακικό αποτύπωμα κατεδάφισης κτηρίου Β' 135
4.5.3 Ανθρακικό αποτύπωμα κατεδάφισης κτηρίου Γ' 137
4.5.4 Ανθρακικό αποτύπωμα κατεδάφισης κτηρίου Δ' 138
4.6 Σύνοψη – Συγκεντρωτικά αποτελέσματα 140
5. Κριτική – Συμπεράσματα 144
5.1 Κατεδάφιση ή ανακαίνιση 144
5.2 Κριτική εργαλείων De.CO2.Estimator και Con.CO2.Estimator 148
5.3 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη λογισμικού 148
6.Βιβλιογραφικές αναφορές 151
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 156
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 159
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3: 163

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1: Το πυρηνικό "μανιτάρι" που σχηματίστηκε μετά την έκρηξη στη Χιροσίμα.(www.wikipedia.com) 13
Εικόνα 2:Οι πρώτες συγκεντρώσεις υπέρ του Περιβάλλοντος (www.baltimoremagazine.net)..... 14
Εικόνα 3: Καλλιτεχνική άποψη «πράσινης πόλης» (www.globe-net.com)..... 19
Εικόνα 4: Ενεργειακές κλάσεις κτηρίων (www.e-anakainisi.com) 23
Εικόνα 5: Γραφική απεικόνιση του ανθρακικού αποτυπώματος (aboutboulder.com) 25
Εικόνα 6: Ανθρακικό αποτύπωμα στις μεταφορές (πηγή www.treehugger.com) 31
Εικόνα 7:Κατοικία με οριζόντια τοποθέτηση κορμών (clubs.pathfinder.gr) 43
Εικόνα 8:Μορφοποιημένοι κορμοί (www.map-2.com)..... 44
Εικόνα 9: Κατοικία τύπου πάνελ (fasthome.wordpress.com) 45
Εικόνα 10:Σύγχρονη ξύλινη κατοικία με φέροντα σκελετό από κατακόρυφα στοιχεία ξύλινων εμποτισμένων στύλων (slideplayer.gr/slide/1944964) 46
Εικόνα 11:Κατοικία από ελαφρύ ξύλινο σκελετό (www.ecoteco.ru)..... 47
Εικόνα 12: Τρεις τύποι ολόσωμων πλαισίων για σκελετούς T.F.S α) Ολόσωμο πλαίσιο σκελετού, β) Πλαίσιο σκελετού οροφής και τοίχου, γ) Πλαίσιο σκελετού δύο πατωμάτων και τοίχων. 48
Εικόνα 13:Προκατασκευασμένη κατοικία από μπαμπού (www.kounouvelis.gr)..... 49
Εικόνα 14:Κατασκευή των πάνελ (www.kounouvelis.gr)..... 49
Εικόνα 15:Ταξινόμηση και καθαρισμός των κορμιδιών μπαμπού (www.kounouvelis.gr)..... 50
Εικόνα 16:Εμποτισμός σε κενό υπό πίεση με υδατοδιαλυτά άλατα βορίου (ww.kounouvelis.gr) 50
Εικόνα 17:Επίστρωση μυκητοκτόνου και φυσική ξήρανση (www.kounouvelis.gr)..... 50
Εικόνα 18: Συνδέσεις με ενισχυμένες χαλύβδινες πλάκες και μπουλόνια (www.kounouvelis.gr)..... 51
Εικόνα 19:Κατασκευαστικό σάντουιτς στέγης (α) από μπαμπού με μόνωση και κόντρα πλακέ και ταβανιού (β) (www.kounouvelis.gr)..... 51
Εικόνα 20:Τοιχοποιίας κατοικίας από μπαμπού α) το πάνελ τοιχοποιίας 3 στρώσεων στερεώνεται έξω από τους ορθοστάτες μπαμπού, β) οι ορθοστάτες εσωκλείονται στο πάνελ τοιχοποιίας. (www.kounouvelis.gr) 52
Εικόνα 21:(www.kofinas.gr) Στάδια κατασκευής 55
Εικόνα 22:Υδραυλική κρουστική σφύρα (www.bambam.gr) 58
Εικόνα 23:Υδραυλική σιαγώνα (www.spatharas.eu) 59
Εικόνα 24:Δισκοπρίονο χειρός (www.skroutz.gr)..... 60
Εικόνα 25: Δισκοπρίονο επί οδηγών (www.skroutz.gr)..... 60
Εικόνα 26: Δισκοπρίονο επί τροχών (skroutz.gr)..... 60
Εικόνα 27:Κατεδάφιση με αιώρηση και με ελεύθερη αιώρηση βάρους (www.ggde.gr)..... 61
Εικόνα 28:Υδραυλικός εκσκαφέας (www.jcb.it)..... 62
Εικόνα 29: Κοπή διάφορων στοιχείων με θερμική λόγχη (www.entreprisesuiveng.be) 63
Εικόνα 30:Διάσπαση υλικών με διογκούμενα υλικά (www.ergotech.gr) 67
Εικόνα 31:Ενδεικτικές διατάξεις γόμωσης με διογκούμενα διασπαστικά μέσα (www.ergotech.gr)..... 67
Εικόνα 32:Αποσύνθεση πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος με υδροκοπή με ταυτόχρονη αποκάλυψη του οπλισμού (www.ggde.gr) 68
Εικόνα 33:Αποδιοργάνωση σκυροδέματος με υδροκοπή σε κάθετη επιφάνεια (Χρήση εξοπλισμού με ρομποβραχίονα) (www.ggde.gr)..... 69
Εικόνα 34:Αποδιοργάνωση σκυροδέματος και αποκάλυψη οπλισμού με υδροκοπή (www.ggde.gr)... 69
Εικόνα 35: Άποψη κτηρίου Β 95
Εικόνα 36: Άποψη κτηρίου Δ 102
Εικόνα 37: Η "διαδρομή" του OSB 103
Εικόνα 38: Η διαδρομή που ακολουθεί η Σκανδιναβική ξυλεία 104

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1: Μέση ενεργειακή κατανάλωση διαφόρων τύπων κτιρίων ανά είδος χρήσης. Όλες οι τιμές είναι σε kWh ανά τετραγωνικό μέτρο το χρόνο.(Πηγή – Ενεργειακή έρευνα των διαφόρων τύπων κτιρίων στην Ελλάδα, Πανεπιστημίου Αθηνών) 21
Πίνακας 2: Κατανομή της άμεσης ενεργειακής κατανάλωσης των σχολικών κτιρίων, καθώς και των συγκροτημάτων με παράλληλη εγκατάσταση θέρμανσης και κλιματισμού. Όλες οι τιμές είναι σε kWh ανά τετραγωνικό μέτρο το χρόνο. (Πηγή – Ενεργειακή έρευνα των διαφόρων τύπων κτιρίων στην Ελλάδα, Πανεπιστημίου Αθηνών) 22
Πίνακας 3: Τυπικές τιμές εκπομπών υλικών που απαντώνται κατά την κατεδάφιση κατασκευών(ICE v2.0, Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010) 29
Πίνακας 4: Συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας ανα υλικό 37
Πίνακας 5:Μέσα ατομικής προστασίας (www.ggde.gr) 69
Πίνακας 6: Ποσότητες παραγόμενων αποβλήτων 77
Πίνακας 7: Χαρακτηριστικά Κτηρίου Α 87
Πίνακας 8: Πίνακας κτηρίου Β 92
Πίνακας 9:Στοιχεία κτηρίου Γ 97
Πίνακας 10: Στοιχεία κτηρίου Δ 100
Πίνακας 11 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα 140
Πίνακας 12: Σύγκριση σεναρίων σε ορίζοντα 50ετίας 146

Κατάλογος σχημάτων

Σχήμα 1 : http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/carbon_footprint/ 26
Σχήμα 2: Σχέση μεταξύ αντίστασης και ταχύτητας για διαφόρους τύπους οχημάτων. (USA Department of Energy energy.gov) 32
Σχήμα 3: Δεδομένα κίνησης συσχετισμού της ισχύος του κινητήρα της ταχύτητας και της κλίσης του οδοστρώματος. (USA Department of Energy energy.gov) 33
Σχήμα 4:Κατανάλωση καυσίμου ανά κατηγορία οχήματος και ποσοστό πλήρωσης. (USA Department of Energy energy.gov) 33
Σχήμα 5: Επιρροή της πληρότητας φορτίου στην κατανάλωση καυσίμου. (USA Department of Energy energy.gov) 34
Σχήμα 6: Συσχετισμός κατανάλωσης καυσίμου με τονοχιλιόμετρα ωφέλιμου φορτίου.(USA Department of Energy energy.gov) 34
Σχήμα 7: Ανθρακικό αποτύπωμα ανα επιβατομίλι 35
Σχήμα 8: Ανθρακικό αποτύπωμα ανά επιβατοχιλιόμετρο σε διάφορους τρόπους μετακίνησης και μεταφοράς (DEFRA) 35
Σχήμα 9: Μονάδα επεξεργασίας αποβλήτων (www.esda.gr) 73
Σχήμα 10: Κάτοψη ισογείου κτηρίου Α 88
Σχήμα 11: Κάτοψη ορόφου κτηρίου Α 89
Σχήμα 12: Πρόσοψη κτηρίου Α 89
Σχήμα 13: Χαρακτηριστική τομή τοιχοποιίας κτηρίου Α 90
Σχήμα 14: Λεπτομέρεια στέγης 91
Σχήμα 15:Κάτοψη ισογείου κτηρίου Β 93
Σχήμα 16: Κάτοψη ορόφου κτηρίου Β 94
Σχήμα 17: Χαρακτηριστική τομή τοιχοποιίας κτηρίου Β 95
Σχήμα 18: Λεπτομέρεια στέγης κτηρίου Β 96
Σχήμα 19: Κάτοψη ισογείου κτηρίου Γ 98
Σχήμα 20: Κάτοψη ορόφου κτηρίου Γ 98
Σχήμα 21: Πρόσοψη κτηρίου Γ 99
Σχήμα 22: Κάτοψη ισογείου κτηρίου Δ 101
Σχήμα 23: Χαρακτηριστική τομή τοιχοποιίας κτηρίου Δ 102
Σχήμα 24: Διαγράμματα Σύγκρισης αποτελεσμάτων 143
Σχήμα 25: Διαγράμματα σύγκρισης σεναρίων 147

1.Εισαγωγή

1.1 Γενικά

1.1.1 Ιστορικά στοιχεία

Ζούμε σε μια σημαντικότατη περίοδο της ιστορίας της γης. Περιβαλλόμαστε από περισσότερες μορφές ζωής από όσες υπήρξαν ποτέ, στα 3 δισεκατομμύρια χρόνια ζωής του πλανήτη. Έχει όμως γίνει πλέον κατανοητό ότι ένα είδος, ο άνθρωπος, έχει αναπτύξει τέτοιες δυνατότητες που είναι σε θέση όχι μόνο να μεταβάλει αλλά και να καταστρέψει ολόκληρα οικοσυστήματα.

Από τις αστικές επαναστάσεις με τη ραγδαία βιομηχανοποίηση των ανθρωπίνων κοινωνιών περί τα τέλη του 18^{ου} αιώνα και έπειτα, η ολοένα και εντεινόμενη ανθρώπινη δραστηριότητα, άρχισε να αφήνει όλο και πιο αισθητά τα αποτυπώματά της στο περιβάλλον.

Σε πρώτο επίπεδο, η αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού, σε συνάρτηση με την τάση αστικοποίησης και απομάκρυνσης από τον πρωτογενή τομέα της παραγωγής, κατέστησαν σαφή την ανάγκη για μαζικοποίηση και ένταση της παραγωγής των αγαθών.

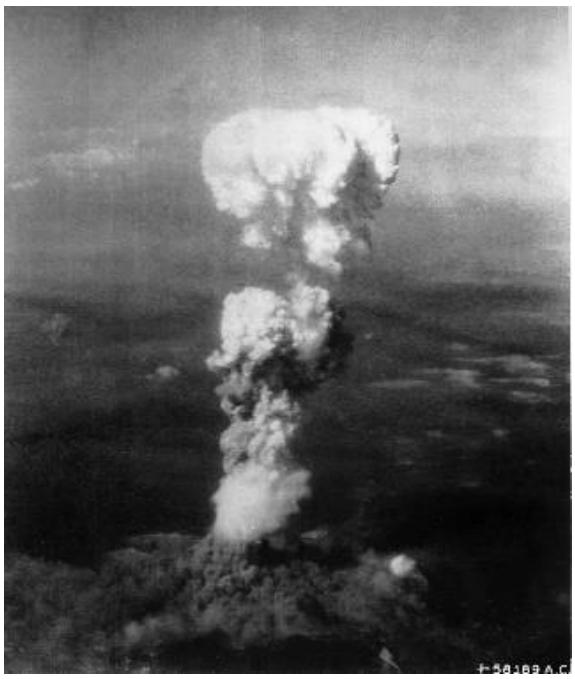
Σε δεύτερο επίπεδο, το ίδιο το καπιταλιστικό σύστημα οργάνωσης της οικονομίας και της κοινωνίας, αποδεικνύεται να έχει εγγεγραμμένα στον πυρήνα του στοιχεία, που καθιστούν την ανάπτυξη αντιθετική με τη διατήρηση και προστασία του φυσικού περιβάλλοντος. Κινητήριος μοχλός της παγκόσμιας οικονομίας, από τότε εώς και σήμερα, καθίσταται το κέρδος και η μεγιστοποίησή του. Ο άνθρωπος, στο κυνήγι τους, παρενέβη στη φύση και στο δομημένο τοπίο και εκμεταλλεύτηκε τους φυσικούς πόρους αλόγιστα και αδηφάγα. Στη συνέχεια, στην προσπάθειά του να ξεπεράσει τα δομικά προβλήματα του συστήματος, όπως οι κρίσεις υπερσυσσώρευσης, διενήργησε πολέμους, που ήταν καταστροφικοί για το περιβάλλον, ενώ επεκτάθηκε και σε παρθένα μέρη του πλανήτη, ξεκινώντας και εκεί την, ίδιας έντασης, ανθρώπινη δραστηριότητα.

Ταυτόχρονα, η υποτιθέμενη σύνδεση της ευημερίας, της ευεξίας, της ευτυχίας και της ολοκλήρωσης με την απόκτηση υλικών αγαθών, δημιούργησε και καθιέρωσε στις κοινωνίες πρότυπα υπερκατανάλωσης. Πρότυπα που απέχουν παρασάγγας από τον λιτό βίο και την αυτάρκεια των προκαπιταλιστικών κοινωνιών.

Σε αυτά, λοιπόν, τα πλαίσια αυξήθηκαν οι απαιτήσεις σε ποσότητα ενέργειας και κατασπαταλήθηκαν οι φυσικοί πόροι του πλανήτη, αφήνοντας πίσω τους μια τεράστια οικολογική καταστροφή και ένα πρόβλημα, που οι σημερινές, νεότερες, γενιές καλούνται να επιλύσουν.

Για το μεγαλύτερο, όμως μέρος της ανθρώπινης ιστορίας, η γη φαινόταν απέραντη και οι φυσικοί της πόροι απεριόριστοι. Ο άνθρωπος πίστευε ότι η εξέλιξη και ανάπτυξη της τεχνολογίας θα έλυνε όποιο πρόβλημα και αν προέκυπτε. Χρειάστηκαν μια σειρά από γεγονότα και κινήματα κατά τη διάρκεια του περασμένου αιώνα για να αντιστραφεί η αντίληψη της «πανάκειας» ανάπτυξης

Η πρώτη αμφισβήτηση αυτής της αντίληψης μπορεί να τοποθετηθεί μετά την ρίψη ατομικής βόμβας στη Χιροσίμα και το Ναγκασάκι στις 6 και 9 Αυγούστου, αντίστοιχα, του 1945. Η φρικαλεότητα της κίνησης αυτής και η ευκολία με την οποία χάθηκαν 200.000 ανθρώπινες ζωές, έφερε τους πρώτους προβληματισμούς, όσον αφορά το πόσο ασφαλής είναι τελικά η αλόγιστη χρήση και εξέλιξη της τεχνολογίας.



Εικόνα 1: Το πυρηνικό "μανιτάρι" που σχηματίστηκε μετά την έκρηξη στη Χιροσίμα.(www.wikipedia.com)

Έπρεπε όμως, να φτάσουμε πολύ αργότερα, στα μέσα της δεκαετίας του ’60, για την δημιουργία των πρώτων περιβαλλοντικών κινημάτων. Το κίνημα των ‘‘χίπις’’, ή αλλιώς των ‘‘Παιδιών των λουλουδιών’’ που ξέσπασε στις ΗΠΑ και διαδόθηκε στις υπόλοιπες ανεπτυγμένες χώρες του κόσμου, έφερε μια αντίληψη επιστροφής του ανθρώπου στη φύση και υποχρέωσης προστασίας του. Αυτές οι τάσεις αμφισβήτησης, απέκτησαν διεθνή και πιο ευρύ χαρακτήρα, ύστερα και από τα εργατικά ατυχήματα του Seveso, την καταστροφή στο εργοστάσιο των μπαταριών Ucar στην Ινδία και το ατύχημα στο Τσέρνομπιλ.

Τέλος η πετρελαϊκή κρίση του 1973, έκανε την ανθρωπότητα να αντιληφθεί ότι οι πλουτοπαραγωγικοί πόροι της γης εξαντλούνται σε ανησυχητικό βαθμό, και για αυτόν το λόγο η εξοικονόμηση ενέργειας είναι κάτι παραπάνω από αναγκαιότητα. Έτσι, έρχεται το 1987,η δημοσίευση του βιβλίου “Our common future”(το κοινό μας μέλλον), ή αλλιώς έκθεση Bruntland (έκθεση της Παγκόσμιας Επιτροπής για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη του ΟΗΕ -UN Commission on Environment and Development- με επικεφαλής την Πρωθυπουργό της Νορβηγίας Γκρο Χάρλεμ Μπρούτλαντ), να ορίσει για πρώτη φορά τον όρο «βιώσιμη ανάπτυξη», ως : *"η ανάπτυξη που ικανοποιεί τις ανάγκες της παρούσης γενεάς χωρίς να εμποδίζει τις μελλοντικές γενιές να καλύπτουν τις δικές τους ανάγκες"*. (World Commission on Environment and Development, 1987). Σύμφωνα με τον ορισμό της βιώσιμης ανάπτυξης "τη γη δεν την κληρονομούμε από τους προγόνους μας, αλλά αντίθετα την δανειζόμαστε από τα παιδία μας". Η Ευρωπαϊκή Ένωση υιοθέτησε την πρώτη Ευρωπαϊκή Στρατηγική

για την Αειφόρο Ανάπτυξη κατά τη σύνοδο του Ευρωπαϊκού Συμβούλιου στο Γκέτεμποργκ, το 2001. Στους κυριότερους στόχους της στρατηγικής αυτής συγκαταλέγονταν ο περιορισμός των επιπτώσεων της αλλαγής του κλίματος, η ασφάλεια και η ποιότητα των τροφίμων, η εξάλειψη των κινδύνων για την υγεία και το περιβάλλον που συνδέονται με χημικές ουσίες, η βελτίωση της βιώσιμης διαχείρισης των φυσικών πόρων, η μείωση των ζημιών στη βιοποικιλότητα και περιορισμός των δυσμενών συνεπειών των μεταφορών. Η Επιτροπή δεσμεύτηκε να επανεξετάσει τη στρατηγική με την έναρξη των καθηκόντων κάθε νέας Επιτροπής.

The New York Times

NEW YORK, THURSDAY, APRIL 23, 1970

Millions Join Earth Day Observances Across the Nation

Εικόνα 2:Οι πρώτες συγκεντρώσεις υπέρ του Περιβάλλοντος (www.baltimoremagazine.net)

Συνεπακόλουθα, η Έκθεση του Εθνικού Σχεδίου Δράσης για την επίτευξη της μείωσης κατά 20% στη χρήση πρωτογενούς ενέργειας σε σύγκριση με τα προβλεπόμενα επίπεδα μέσω τη βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, και της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 20% κάτω από τα επίπεδα του 1990 έως το 2020, απορρέει από τις οδηγίες 2009/28/ΕΚ, 2009/29/ΕΚ, 406/2009/ΕΚ, και 2009/31/ΕΚ, και περιλαμβάνουν εκτιμήσεις για την εξέλιξη των στόχων αυτών έως το 2020. Οι εκτιμήσεις αυτές εξειδικεύονται στη συμμετοχή των τομών εμπορίας με μείωση 21% και των τομέων μη εμπορίας κατά 10%. Αναφέρονται επίσης μέτρα για την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και την αύξηση της αξιοποίησης των ΑΠΕ, καθώς και στοιχεία για τις βασικές διοικητικές δομές που θα επιταχύνουν τη διείσδυση αυτή.

1.1.2 Ο ρόλος της κτηριακής βιομηχανίας στην επίτευξη του στόχου 20-20-20

Η βιωσιμότητα στις κατασκευές κτηρίων περιέχει ορισμένες κύριες κατευθύνσεις που είναι αποδεκτές από όλους τους κλάδους που συνεργάζονται για την ολοκλήρωση μιας κατασκευής.

Συγκεκριμένα, για να επιτευχθεί η βελτιστοποίηση των τεχνικών χαρακτηριστικών των κτηρίων οι κατευθύνσεις αυτές είναι: η μείωση της ενσωματωμένης ενέργειας των κτηρίων, η χρήση υλικών φιλικών προς το περιβάλλον, η εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης της ενέργειας και μείωσης της χρήσης νερού, των παραγόμενων στερεών και υγρών αποβλήτων, καθώς και των αέριων ρύπων του θερμοκηπίου σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής των κτηρίων.

Έχει επιστημονικά αποδειχθεί ότι με έναν περισσότερο προσεγμένο σχεδιασμό και προσεκτικότερη χρήση σωστών υλικών, οι ενεργειακές ανάγκες μιας σύγχρονης κατοικίας μπορούν να μειωθούν στο απίστευτο ποσοστό του 60 %. Μια στοιχειώδης αντιμετώπιση των απωλειών φτάνει σε εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 35%. Αν τα ποσοστά αυτά μετατραπούν σε χρήμα τα νούμερα είναι εντυπωσιακά. Οι περισσότεροι ιδιώτες έχοντας σχετικά μικρή αγοραστική δύναμη και καταφεύγοντας συχνά σε δανεισμό, προσπαθούν να μειώσουν το κατασκευαστικό κόστος αρχίζοντας την οικονομία από αφανείς εργασίες όπως είναι οι μονώσεις.

Αυτά είναι και τα πραγματικά προβλήματα που καλείται να λύσει ο σύγχρονος μηχανικός, αφού πλέον η κατασκευή έχει αυτοματοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό (στατικές μελέτες με προγράμματα υπολογιστή, προσομοιώσεις στατικού μοντέλου μέσω Η/Υ και βελτίωση τους, κλπ.).Η κατασπατάληση ενέργειας σε οποιαδήποτε διαδικασία έχει ποσοτικοποιηθεί και γίνεται προσπάθεια για βελτιστοποίηση και εκμηδένιση της , η οποία συνάδει με την προστασία του περιβάλλοντος και των ορυκτών πόρων. Γι' αυτό έχει πέσει μεγάλο βάρος στον τομέα της έρευνας στην δημιουργία λογισμικού το οποίο θα υπολογίζει και θα προσμετρά σε μια κοινή μονάδα (τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO2) την ενεργειακή αξία σε οτιδήποτε παράγεται η χρησιμοποιείται.

Σαν μηχανικοί έχουμε χρέος να δώσουμε την δική μας μάχη που να στοχεύει και στην προστασία των πελατών μας, στην εθνική οικονομία αλλά κυρίως σαν χρέος προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος του πλανήτη μας, προκειμένου να μην εξαντλήσουμε τα αποθέματά του στα επόμενα λίγα χρόνια αλλά να αφήσουμε και σημαντικά αποθέματα και στις επόμενες γενεές. Αυτή είναι άλλωστε και η βασική αρχή της βιώσιμης ή αειφόρου ανάπτυξης.

1.1.3 Η Κατάσταση στην Ελλάδα

Το 2005, οι συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα ήταν 139 εκ. τόνοι CO_2eq. Οι εκπομπές CO_2 αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο ποσοστό αερίων του θερμοκηπίου (81%) ακολουθούμενες από τις εκπομπές υποξειδίου του αζώτου (N_2O) και μεθανίου (CH_4), που μαζί αντιπροσωπεύουν ένα ποσοστό 15%. Οι εκπομπές από HFC, SF6 και PFC είναι σχετικά μικρές, συνολικά 4%. Το μεγαλύτερο ποσοστό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προέρχεται από τη δημόσια παραγωγή ενέργειας και θερμότητας (41%), ακολουθούμενο από τη βιομηχανία (17%) και τις οδικές μεταφορές (14%). Η γεωργία και ο οικιακός τομέας ευθύνονταν για το 10% και 8% αντίστοιχα των συνολικών εκπομπών το 2005. Λιγότερο συνέβαλαν η διύλιση πετρελαίου (3%), τα απόβλητα (2%) και ο τομέας των υπηρεσιών (1%).

Στον τομέα των κατασκευών και ακόμα πιο συγκεκριμένα τις κατεδαφίσεις υπάρχει κατασπατάληση υλικού και κατά συνέπεια CO. Τα απόβλητα της οικοδομής – κοινώς γνωστά και ως «μπάζα» προέρχονται από τεχνικά έργα κατασκευής και ανακαίνισης. υλικά κατεδαφισθέντος κτιρίου

ή τεχνικού έργου και από τεχνικά έργα κατεδάφισης. Είναι μη βιο-αποδομήσιμα αδρανή υλικά τα οποία είναι ανακυκλώσιμα και περιέχουν αδρανή κοκκώδη υλικά (σκυρόδεμα, τούβλα, άσφαλτος, γυαλί, κλπ.), απορρίμματα ξυλείας, χάλυβα, σίδηρο και μη σιδηρούχα μέταλλα και χαρτί, αλουμίνιο, πλαστικά, κλπ. Συγκεκριμένα ποσοτικά στοιχεία δεν υπάρχουν καθώς υπάρχει ασυμφωνία στα στοιχεία που δημοσιεύει το ΥΠΕΧΩΔΕ και αυτά που δημοσιεύει η ΕΕ. Ενδεικτικά, στην Αττική παράγονται ετησίως 2,5 εκατ. τόνοι απόβλητα οικοδομής, στην Ελλάδα παράγονται ετησίως 4,5-6 εκατ. τόνοι, ενώ στην Ευρώπη παράγονται ετησίως 180-300 εκ. τόνοι. Τα υλικά αυτά αποτελούνται από σκυρόδεμα (οπλισμένο ή άοπλο) κατά 60-70%, τούβλα κατά 30-35% και ανακυκλώσιμα κατά 5-10%. Στην Ελλάδα σήμερα ανακυκλώνεται λιγότερο από το 5%, όταν στην Ευρώπη κατά μέσο όρο ανακυκλώνεται το 30%. Στην Ευρώπη υπάρχουν χώρες που έχουν εκπληκτικές επιδώσεις στην ανακύκλωση των αποβλήτων της οικοδομής. Παραδείγματος χάριν, η Ολλανδία ανακυκλώνει το 90%, το Βέλγιο το 87% και η Δανία το 81%.

Ένας από τους λόγους που δεν υπάρχουν ακριβή στοιχεία στη χώρα μας για την ποσότητα αποβλήτων της οικοδομής είναι το γεγονός ότι τα περισσότερα απόβλητα πετιούνται ανεξέλεγκτα στη φύση προκαλώντας τεράστιες καταστροφές και υποβαθμίζοντας το φυσικό περιβάλλον και διαταράσσοντας ευαίσθητα οικοσυστήματα. Νησιά, όπως η Αίγινα, όπου η οικονομία τους βασίζεται κατά μεγάλο μέρος στον τουρισμό – και μάλιστα στον χειμερινό τουρισμό – υποβαθμίζοντας τα δάση όπου οι τουρίστες διαλέγουν για πεζοπορία – έχει μεγάλες συνέπειες και στην γενικότερη εικόνα του νησιού και τελικά και στην οικονομία του.

1.2 Σκοπός και δομή της παρούσας εργασίας

Με βάση λοιπόν, τα παραπάνω, γίνεται εμφανές ότι είναι αναγκαίο να δημιουργηθεί μια βάση ώστε να ξεκινήσει μια ουσιαστική μελέτη και πρακτική επιμέτρηση εκπομπών ανθρακικού αποτυπώματος στον κατασκευαστικό κλάδο. Έτσι, η Διπλωματική αυτή εργασία, έχει στόχο να παρέχει μια βοήθεια στον τομέα του ανθρακικού αποτυπώματος των ξύλινων κτηριακών κατασκευών. Σημαντικό κομμάτι αποτελεί επίσης και η ανάδειξη θετικών και αρνητικών στοιχείων πάνω στις ξύλινες κατασκευές γενικότερα, και στην όλο και μεγαλύτερη ενσωμάτωση τους στον κατασκευαστικό τομέα. Στα πλαίσια της Δ.Ε, επίσης επεκτείνονται τα πολύ χρήσιμα λογισμικά Con.Co_2.Estimator *(Ιούλιος 2012*) και De.Co_2.Estimator *(Οκτώβριος 2014*), τα οποία πλέον υποστηρίζουν πλήρως ποικίλες μορφές ξύλινων κατασκευών για τον υπολογισμό του ενσωματωμένου ανθρακικού αποτυπώματος κατά την κατασκευή και κατεδάφισή τους. Για να πραγματοποιηθούν τα παραπάνω λοιπόν η παρούσα εργασία χωρίζεται σε 5 επιμέρους κεφάλαια.

Το πρώτο μας παρουσιάζει γενικά το πρόβλημα της μόλυνσης του περιβάλλοντος και δημιουργεί τον πρώτο προβληματισμό στον αναγνώστη ως προς την επιτακτικότητα της επίλυσης του συγκεκριμένου ζητήματος.

Το δεύτερο κεφάλαιο το οποίο ονομάζεται «ανθρακικό (ενεργειακό) αποτύπωμα» έρχεται να εξοπλίσει τον αναγνώστη με πιο εξειδικευμένες έννοιες οι οποίες είναι απαραίτητες για την κατανόηση του αντικειμένου. Ορίζει λοιπόν το ανθρακικό αποτύπωμα, περιγράφει τον υπολογισμό του και εξειδικεύεται ακόμα περισσότερο ορίζοντάς το στα κύρια σημεία τα οποία αφορούν την παρούσα Διπλωματική. Αυτά είναι το ανθρακικό αποτύπωμα ενός υλικού, το ανθρακικό αποτύπωμα μιας μεταφοράς κ.α..

Το τρίτο κεφάλαιο, το οποίο ονομάζεται «Ξύλινες προκατασκευασμένες κατοικίες», εξοικειώνει τον αναγνώστη με τον τρόπο κατασκευής της ξύλινης κατοικίας, και τους τύπους αυτής. Παρουσιάζει ιστορικά στοιχεία της ξύλινης κατοικίας, τόσο στον Ελλαδικό χώρο, όσο και στο εξωτερικό, και αναλύει τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά της. Τέλος παρουσιάζει τους τρόπους κατεδάφισής τους και το αντίστοιχο νομικό πλαίσιο.

Το 4^{ο} κεφάλαιο είναι το πιο ουσιαστικό κεφάλαιο της διπλωματικής και ονομάζεται «υπολογισμός ανθρακικού αποτυπώματος σε ξύλινες προκατασκευασμένες οικίες». Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύονται 4 χαρακτηριστικές κατοικίες και υπολογίζεται, 1^{ον} το ενσωματωμένο ανθρακικό αποτύπωμα, 2^{ον} λειτουργικό το ανθρακικό αποτύπωμα και 3^{ον} το ανθρακικό αποτύπωμα κατεδάφισης. Όλα υπολογίζονται ξεχωριστά για κάθε κατοικία, αφού έχουν παρουσιαστεί στον αναγνώστη, και υπολογίζονται με την βοήθεια των αντίστοιχων προγραμμάτων Con.Co_2.Estimator για το ενσωματωμένο, του De.Co_2.Estimator για την κατεδάφιση, και του προγράμματος KENAK για το λειτουργικό. Όλα αυτά τα αποτελέσματα συνοψίζονται σε διαγράμματα και πίνακες για την ευκολότερη εποπτεία του αναγνώστη.

Στο τελευταίο κεφάλαιο προκύπτουν τα συμπεράσματα και επεξηγούνται καλύτερα τα αποτελέσματα που προέκυψαν. Τέλος δίνεται και μια απάντηση με βάση την άποψη των συγγραφέων και τα έμπρακτα αποτελέσματα που προέκυψαν από την έρευνά τους, στο κατά πόσον τελικά είναι

φιλικότερο προς τον περιβάλλον να προβαίνουμε σε αναβαθμίσεις ξύλινων κατοικιών , ή σε κατεδάφιση τους και αντικατάσταση τους από νέες προκατασκευασμένες ξύλινες κατασκευές.

2.Ανθρακικό αποτύπωμα

2.1 Περιβάλλον και κτήριο

2.1.1 Γενικά

Ο τομέας των κτιρίων αποτελεί ίσως τον σημαντικότερο οικονομικό χώρο της Ευρώπης, παρουσιάζοντας ετήσιο κύκλο εργασιών που ξεπερνά τα 400 δις Ευρώ. Ταυτόχρονα, σε ημερήσια βάση, η παγκόσμια πρωτογενής ενεργειακή κατανάλωση που σχετίζεται με τα κτίρια ξεπερνάει τα 17 εκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου, ποσότητα περίπου ίση με την συνολική παραγωγή των χωρών του ΟΠΕΚ.

Στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ο τομέας των κτιρίων απορροφά, κατά μέση τιμή, το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Η ανά χώρα κύμανση ποικίλει από 20% για την Πορτογαλία, έως και 45% για την Ιρλανδία, ενώ στην Ελλάδα κυμαίνεται περίπου στο 30%.

Δεδομένου ότι ο κάτοικος των αστικών κυρίως κέντρων βιώνει το 80% της ζωής του στο εσωτερικό των κτιρίων, είναι προφανής η επίδραση της ποιότητας του εσωτερικού κλίματος τόσο στην υγεία και την άνεση όσο και την παραγωγικότητά του. Η κατά τα τελευταία χρόνια δραματική υποβάθμιση του ατμοσφαιρικού προβλήματος καθώς και χρήση υλικών και συσκευών μη φιλικών προς το περιβάλλον έχουν συντελέσει στην εμφάνιση σημαντικών, ποιοτικά και ποσοτικά, περιβαλλοντικών και ενεργειακών προβλημάτων στα κτίρια.

Εικόνα 3: Καλλιτεχνική άποψη «πράσινης πόλης» (www.globe-net.com)

Ειδικότερα, η αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος στα μεγάλα αστικά κέντρα έχει συντελέσει στην δραματική αύξηση της απαιτούμενης ενέργειας για τον δροσισμό των κτιρίων κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η απαιτούμενη ενέργεια για τον δροσισμό ενός κτιρίου στο κέντρο της Αθήνας είναι σχεδόν διπλάσια από την απαιτούμενη στην περιφέρεια της πόλης.

Παράλληλα η αύξηση των επιπέδων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και οι υψηλές εκπομπές μέρους των σύγχρονων δομικών υλικών συντελούν στην αύξηση της συγκέντρωσης ρυπαντών στο εσωτερικό των κτιρίων, με ιδιαίτερα σημαντικές συνέπειες τόσο στην υγεία όσο και την παραγωγικότητα των ενοίκων. Μετρήσεις σε κτίρια γραφείων και νοσοκομεία στην ευρύτερη περιοχή Αθηνών έδειξαν ιδιαίτερα αυξημένες συγκεντρώσεις ρύπων στο εσωτερικό των κτιρίων καθώς και αυξημένα ποσοστά παθολογίας των ενοίκων.

Τα παραπάνω καθορίζουν το πλαίσιο εξέτασης και ανάλυσης του όλου ενεργειακού και περιβαλλοντικού προβλήματος των κτιρίων. Η ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων δεν θα πρέπει να αποσυνδέεται από τα προβλήματα περιβάλλοντος και θα πρέπει να μελετάται σαν μια ενότητα μαζί με το συγκεκριμένο εξωτερικό μικροκλίμα στον χώρο του κτιρίου, καθώς και το διαμορφούμενο εσωτερικό περιβάλλον.

2.1.2 Ενεργειακή κατανάλωση

Τα κτίρια καταναλώνουν ενέργεια για την επίτευξη θερμικής και οπτικής άνεσης εντός των χώρων, καθώς και για την χρήση ειδικών συσκευών.

Η τελική ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι της τάξης των 350 Mtoe ανά έτος, χωρίς να υπολογίζεται η συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το μεγαλύτερο μέρος της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων καλύπτεται από το φυσικό αέριο, 116 Mtoe, το πετρέλαιο 99 Mtoe, τον ηλεκτρισμό 91 Mtoe, και τα στερεά καύσιμα με 11 Mtoe.

Οι πραγματικές ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων στην Ευρώπη καλύπτονται σε μεγάλο ποσοστό και την έμμεση χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας και των άλλων ατμοσφαιρικών πηγών. Στην περίπτωση αυτή το σύνολο της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων υπολογίζεται σε 740 Mtoe πρωτογενούς ενέργειας. Η κατανομή των διαφόρων πλέον καυσίμων είναι 43% διάφορα καύσιμα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, 20% από άμεση χρήση πετρελαίου, 18% από άμεση χρήση φυσικού αερίου, 6% από άλλα στερεά καύσιμα και κατά 15% από ηλιακή ενέργεια.

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει ότι αντιστοιχεί περίπου ένας τόνος ισοδύναμου πετρελαίου ανά έτος και ανά κάτοικο για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των κτιρίων στην Ευρώπη. Η διαχρονική μεταβολή κατά τα τελευταία χρόνια είναι ελαφρά αυξητική και η ετήσια αύξηση του ρυθμού κατανάλωσης στα κτίρια είναι ίση με 0.7%.

Η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων στην Ελλάδα, είναι της τάξης των 4.6 Mtoe, και αντιστοιχούν 0.55 Mtoe ενέργειας ανά κάτοικο το έτος, δηλαδή περίπου το μισό της αντίστοιχης κατανάλωσης στην υπόλοιπη Ευρώπη. Η διαχρονική μεταβολή της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων στην Ελλάδα είναι καθαρά αυξητική και ο ετήσιος ρυθμός αύξησης της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων είναι περίπου 1,8%.

Τύπος Κτιρίου	**Δροσισμός**	**Θέρμανση**	**Φωτισμός**	**Συσκευές**	**Σύνολο**
Γραφεία	**24**	95	20	48	187
Εμπορικά	18	74	19	41	152
Σχολεία	2	66	16	8	92
Νοσοκομεία	3	**299**	**52**	**53**	**407**
Ξενοδοχεία	11	198	24	40	273

Πίνακας 1: Μέση ενεργειακή κατανάλωση διαφόρων τύπων κτιρίων ανά είδος χρήσης. Όλες οι τιμές είναι σε kWh ανά τετραγωνικό μέτρο το χρόνο.(Πηγή – Ενεργειακή έρευνα των διαφόρων τύπων κτιρίων στην Ελλάδα, Πανεπιστημίου Αθηνών)

Όπως παρατηρείται από τον παραπάνω πίνακα, η θέρμανση των χώρων αποτελεί την σημαντικότερη ειδική ενεργειακή κατανάλωση για όλα τα κτίρια στην χώρα. Το γεγονός αυτό οφείλεται σε μια σειρά από παραμέτρους που σχετίζονται με το πλήθος των εγκαταστημένων συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού το είδος της προστασίας των κτιρίων κατά την διάρκεια του χειμώνα και του θέρους, καθώς και στο γεγονός ότι για τον δροσισμό των χώρων χρησιμοποιείται ηλεκτρική ενέργεια και συσκευές με συντελεστή απόδοσης κατά πολύ μεγαλύτερο της μονάδας.

Μια πλέον ρεαλιστική εικόνα της πραγματικής σημασίας κάθε επιμέρους κατανάλωσης δίνεται εάν η σύγκριση περιορισθεί μόνο για τα κτίρια που διαθέτουν ταυτόχρονα σύστημα θέρμανσης και δροσισμού.

Στοιχεία μια τέτοιας σύγκρισης δίνονται και για τα σχολικά κτίρια. Όπως παρατηρείται η ύπαρξη συστημάτων μηχανικού κλιματισμού αυξάνει δραματικά την συνολική ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων.

Τύπος Κτιρίου	Δροσισμός	Θέρμανση	Φωτισμός	Συσκευές	Σύνολο
Μέση κατανάλωση των Σχολείων	2	67	16	8	93
Κατανάλωση των Σχολείων με θέρμανση και κλιματισμό	42	99	30	9	180

Πίνακας 2: Κατανομή της άμεσης ενεργειακής κατανάλωσης των σχολικών κτιρίων, καθώς και των συγκροτημάτων με παράλληλη εγκατάσταση θέρμανσης και κλιματισμού. Όλες οι τιμές είναι σε kWh ανά τετραγωνικό μέτρο το χρόνο. (Πηγή – Ενεργειακή έρευνα των διαφόρων τύπων κτιρίων στην Ελλάδα, Πανεπιστημίου Αθηνών)

Συγκεκριμένα παρατηρείται ότι η κατανάλωση των κλιματιστικών συσκευών επιφέρει αύξηση της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης κατά 40 kWh ανά τετραγωνικό μέτρο και έτος. Η κατανάλωση αυτή αποτελεί και την μέση ενεργειακή κατανάλωση των κλιματιστικών συσκευών στην χώρα.

Από τα παραπάνω φαίνεται καθαρά ότι επιτακτική είναι η ανάγκη για στροφή της κοινωνίας προς την αειφόρο ανάπτυξη. Για την επίτευξη της αειφόρου ανάπτυξης, χρειαζόμαστε αειφόρα κτήρια σε αειφόρες πόλεις. Κτήρια, δηλαδή, που θα κατασκευάζονται όχι μόνο με στόχο το οικονομικό όφελος και την ικανοποίηση των αναγκών των χρηστών τους, αλλά και την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που συνδέονται με την κατασκευή και την χρήση τους. Είναι προφανές λοιπόν, ότι τα κτήρια είναι ιδιαίτερα σημαντικά για την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη μιας πόλης, όπως επίσης σημαντικές είναι και οι περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις, διαδραματίζοντας έτσι σημαντικό ρόλο στο ζήτημα της αειφορίας.
Ένας περιεκτικός ορισμός των πράσινων κτηρίων είναι ο ακόλουθος: *"πράσινο κτήριο είναι το κτήριο που πληροί τις προδιαγραφές για τη χρήση που έχει κατασκευαστεί ενώ ελαχιστοποιεί τη διατάραξη και ταυτόχρονα βελτιώνει τη λειτουργία των τοπικών, περιφερειακών και παγκόσμιων οικοσυστημάτων τόσο κατά τη διάρκεια κατασκευής και χρήσης του όσο και μετά τον καθορισμένο χρόνο ζωής του"*. Εναλλακτικά, πράσινο κτήριο είναι αυτό το οποίο βελτιστοποιεί τις λειτουργίες για τις οποίες σχεδιάστηκε, ενώ ταυτόχρονα ελαχιστοποιεί τους κινδύνους για τον άνθρωπο και το περιβάλλον που σχετίζονται τόσο με την κατασκευή του όσο και με τη λειτουργία και κατεδάφισή του (Burnett, 2007).

Η υιοθέτηση του πράσινου σχεδιασμού κτηρίων εξυπηρετεί τους εξής στόχους (Τ.Ο.ΤΕΕ 20702-5/2010):

1. Την απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα, μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας και της υποκατάστασής τους από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, άρα την εξοικονόμηση της συμβατικής ενέργειας και τη μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα.

2. Την εξοικονόμηση χρήματος. Η χρησιμοποίηση της μη δαπανημένης ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτηρίων ή των δροσερών ανέμων για το δροσισμό τους αποτελούν οικονομική

πρόκληση, καθώς η προκύπτουσα εξοικονόμηση χρημάτων είναι της τάξης του 50%, ενδεχομένως και μεγαλύτερη.

3. Την προστασία του περιβάλλοντος, λόγω του περιορισμού της χρήσης συμβατικών καυσίμων και ηλεκτρισμού, συνεπώς, τη μείωση των εκλυόμενων ρύπων στην ατμόσφαιρα.

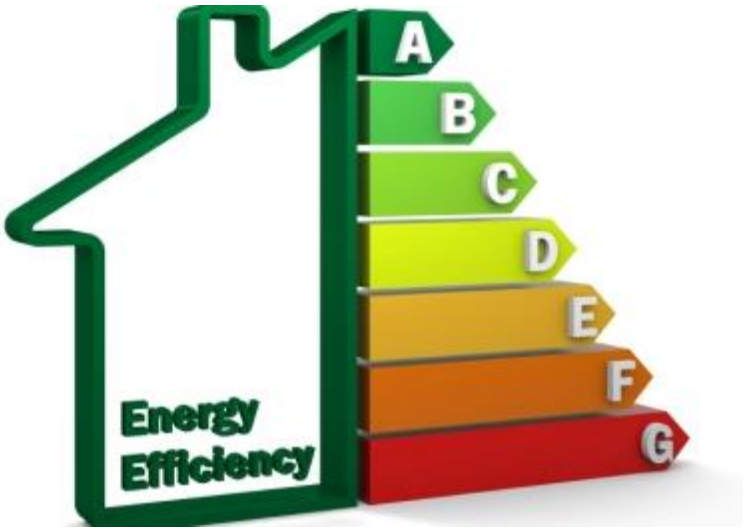
4. Τη βελτίωση του εσω-κλίματος των κτηρίων με τη διασφάλιση συνθηκών βιολογικής άνεσης – θερμικής και οπτικής, ποιότητας αέρα και τη δημιουργία υγιεινών συνθηκών κατοικησιμότητας.

Χρειαζόμαστε λοιπόν, λιγότερη σπατάλη ενέργειας και ενέργεια που προέρχεται από καθαρές και ανανεώσιμες πηγές. Ευτυχώς, υπάρχουν πολλά που μπορούν να γίνουν στον τομέα της εξοικονόμησης, πολλά από τα οποία περνούν και από το δικό μας χέρι. Επίσης, η τεχνολογία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας γίνεται ολοένα πιο προσιτή στον κάθε πολίτη.

2.1.3 Μείωση εκπομπών και εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια

Για να αντιμετωπίσουμε τον κίνδυνο της κλιματικής αλλαγής, πιέζουμε σε διεθνές επίπεδο για τη μείωση των παγκόσμιων εκπομπών αερίων θερμοκηπίου - σύμφωνα με τις επιταγές της επιστήμης - κατά 80-95% ως το 2050, στόχος που ειδικά για τις ανεπτυγμένες χώρες σημαίνει πως ως τα μισά του αιώνα θα πρέπει να παράγουν το 100% της ενέργειάς τους αποκλειστικά από ανανεώσιμες πηγές.

Η εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο εξασφαλίζεται εν μέρει με τον κατάλληλο σχεδιασμό του κτιρίου και τη χρήση ενεργειακά αποδοτικών δομικών στοιχείων και συστημάτων και εν μέρει μέσω της υψηλής αποδοτικότητας των εγκατεστημένων ενεργειακών συστημάτων η οποία προϋποθέτει την άριστη ποιότητα του σχετικού εξοπλισμού και της εγκατάστασής του καθώς και των σχετικών τεχνικών μελετών που τον προδιαγράφουν.



Εικόνα 4: Ενεργειακές κλάσεις κτηρίων (www.e-anakainisi.com)

Άλλος ένας καθοριστικός παράγοντας εξοικονόμησης ενέργειας είναι η ενεργειακή διαχείριση του κτιρίου, μία συστηματική, οργανωμένη και συνεχής δραστηριότητα που αποτελείται από ένα προγραμματισμένο σύνολο διοικητικών, τεχνικών και οικονομικών δράσεων.

Οι επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα κτίριο μπορεί να αφορούν:

- Το κτιριακό κέλυφος (π.χ. θερμομόνωση, κατάλληλα συστήματα ανοιγμάτων, παθητικά ηλιακά συστήματα)
- Τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου (π.χ. χρήση βλάστησης)
- Τις εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού, ζεστού νερού και τις ηλεκτρικές συσκευές
- Την ορθολογική χρήση του κτιρίου και την αξιοποίηση των δομικών του στοιχείων (π.χ. ενεργειακή διαχείριση, φυσικός αερισμός, αξιοποίηση της θερμικής μάζας)

Για να έχουμε όμως μια συνολική ανάλυση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του κτηρίου, δεν αρκεί μόνο η ενεργειακή του κατάταξη, αλλά μια συνολική ανάλυση του κύκλου ζωής του. Δηλαδή να λάβουμε υπ' όψην τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την κατασκευή και κατεδάφιση του, ανάλογα με τα υλικά και εργαλεία που χρησιμοποιούνται στην κάθε περίπτωση.

Αυτό επιτυγχάνεται, στα δεδομένα της παρούσης εργασίας με την ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων αυτών, και πιο συγκεκριμένα, μέσω της ποσότητας άνθρακα που απελευθερώνεται στο περιβάλλον κατά τις προαναφερθείσες διεργασίες.

Αναλυτικό εργαλείο για αυτήν την δουλειά, αποτελεί ο ορισμός του ανθρακικού αποτυπώματος που αναλύεται στο αμέσως επόμενο υποκεφάλαιο.

2.2 Το Ανθρακικό αποτύπωμα

2.2.1 Γενικά

Ανθρακικό αποτύπωμα ονομάζεται η ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα η οποία διοχετεύεται στην ατμόσφαιρα μέσω των διαφόρων διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα ανά εξεταζόμενη δράση. Είναι με απλά λόγια ένας γενικευμένος τρόπος να υπολογίσουμε την επιβάρυνση που προκαλούν οι ανθρώπινες δραστηριότητες στο περιβάλλον.

Εικόνα 5: Γραφική απεικόνιση του ανθρακικού αποτυπώματος (aboutboulder.com)

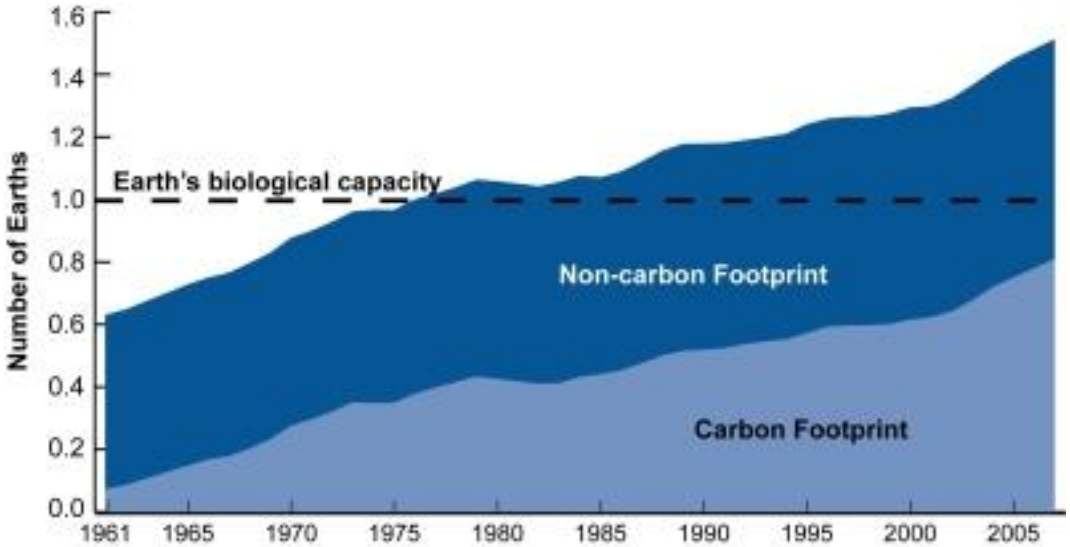
Η έννοια του αποτυπώματος γενικά, εισήχθη για να περιγράψει τις επιπτώσεις που έχουν οι ανθρώπινες παραγωγικές και καταναλωτικές δραστηριότητες στο περιβάλλον. Ο όρος του ανθρακικού αποτυπώματος προήλθε από τον όρο του οικολογικού αποτυπώματος ως υποσύνολό του, όπως προτάθηκε από τους *Wackernagel & Rees 1996*.

Το "οικολογικό αποτύπωμα" είναι ένα μέτρο της "ζήτησης" (κατανάλωσης) φυσικών πόρων από μια κοινωνία για την κάλυψη των αναγκών της, συγκρίνοντας την με τη συνολική δυνατότητα της γης να παράγει και να αναπαράγει αυτούς τους πόρους.*[http://ecological--footprint.blogspot.gr/]*

Το "οικολογικό αποτύπωμα" εκτιμάει τους φυσικούς πόρους που απαιτούνται για να υποστηριχθούν οι υλικές ανάγκες ενός ατόμου ή ενός πληθυσμού σύμφωνα με τον τρόπο ζωής, τις συνήθειες και την τεχνολογία που χρησιμοποιείται.

Για να είναι εύκολα μετρήσιμο και κατανοητό, το "οικολογικό αποτύπωμα" βασίζεται σε ένα μοντέλο που "μετατρέπει" τις διάφορες καταναλωτικές ανάγκες σε έκταση παραγωγικής γης, όπως γεωργική γη, δάσος (για ξύλο αλλά και για τη δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα), βοσκοτόπια, διαβρωμένη ή δομημένη γη, που απαιτούνται για να μπορούν να καλυφθούν αυτές οι ανάγκες.

Αν διαιρέσουμε τη διαθέσιμη επιφάνεια του πλανήτη δια του σημερινού παγκόσμιου πληθυσμό, υπολογίζεται ότι στον καθένα μας "αντιστοιχούν" περίπου 2 εκτάρια από τον πλανήτη, από τα οποία μόνο το 1.7 είναι διαθέσιμο για ανθρώπινη χρήση. Λαμβάνοντας υπόψη τις δημογραφικές αλλαγές (αύξηση πληθυσμού με σταθερή όμως την επιφάνεια του πλανήτη Γη), σε 50 χρόνια η κατά κεφαλή "διαθέσιμη" επιφάνεια εδάφους δεν θα ξεπερνάει το ένα εκτάριο.
Το μέγεθος του "οικολογικού αποτυπώματος" διαφέρει από χώρα σε χώρα και εξαρτάται από τον τρόπο ζωής και κατανάλωσης. Το οικολογικό αποτύπωμα ενός μέσου Ευρωπαίου καλύπτει 4.97 εκτάρια. (Παρατήρηση: Αν όλοι οι κάτοικοι του πλανήτη ζούσαν και κατανάλωναν όπως οι Ευρωπαίοι θα χρειαζόμασταν περίπου τρεις πλανήτες.) .*[http://ecological--footprint.blogspot.gr/]*



Σχήμα 1 : http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/carbon_footprint/

Σχεδόν τα πάντα μπορούν να εκφραστούν σε μονάδες διοξειδίου του άνθρακα έτσι ώστε να συγκρίνονται μεταξύ τους και να επιλέγεται η βέλτιστη λύση. Ανθρακικό δημιουργείται από την λειτουργία εργοστασίων και βιομηχανιών όπου είναι και πιο σύνθετος ο τρόπος υπολογισμού, μέχρι τα πιο απλά υλικά τα οποία απαιτούν ελάχιστη ενέργεια για να υλοποιηθούν όπως έπιπλα και ρουχισμός. Επιπλέον ακόμα και αν ένα υλικό δεν απαιτήσει ενέργεια για να υλοποιηθεί, αν αυτό χρειαστεί να μεταφερθεί κάπου αλλού μέσω οχημάτων τότε δημιουργεί ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα.

2.2.2 Ορισμός

Παρά την συνεχή εμφάνιση του όρου ανθρακικό αποτύπωμα, φαίνεται να μην υπάρχει σαφής ορισμός, αντίθετα υπάρχει σύγχυση με το τι πραγματικά σημαίνει και τι μετράει.

Λόγω του ότι πρόκειται για μια πολυσύνθετη έννοια η οποία τείνει να ποσοτικοποιήσει μεγάλο και ανομοιόμορφο πεδίο ανθρώπινων δραστηριοτήτων υπάρχουν μια σειρά από ορισμοί πού σκοπό έχουν να δώσουν έναν, το δυνατόν , πιο ολοκληρωμένο ορισμό του μεγέθους μιας και ακόμα και μονάδες μέτρησης δεν είναι αυστηρά και μονοσήμαντα ορισμένες.

Παρακάτω δίδονται μια σειρά από τους επικρατέστερους ορισμούς του ανθρακικού αποτυπώματος:

- ***Αποτύπωμα άνθρακα είναι το σύνολο των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα που δημιουργούνται άμεσα ή έμμεσα από μια δραστηριότητα ή συσσωρεύονται κατά τα διάφορα στάδια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος.*** **[Wiedmann, 2007]**

- ***Το αποτύπωμα άνθρακα μετρά το σύνολο των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα και του μεθανίου από έναν ορισμένο πληθυσμό, σύστημα ή δραστηριότητα, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις σχετικές πηγές και αποθηκεύσεις εντός των χωρικών και χρονικών ορίων που ενδιαφέρουν τον πληθυσμό, το σύστημα ή την δραστηριότητα.*** **[Wright et al., 2011]**

- ***Αποτύπωμα άνθρακα είναι οι συνολικές εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου που προκαλούνται άμεσα ή έμμεσα από ένα άτομο, έναν οργανισμό, μια εκδήλωση ή ένα προϊόν και εκφράζεται σε μονάδες μάζας ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα (CO2-e). Στα αέρια του θερμοκηπίου περιλαμβάνονται τα έξι αέρια του Πρωτόκολλου του Κιότο.*** **[Carbon Trust, 2012]**

- ***Αποτύπωμα άνθρακα ορίζεται ως το μέτρο της έκτασης παραγωγικής γης και θάλασσας που απαιτείται για να απορροφηθούν μέσω της φωτοσύνθεσης οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τις καύσεις ορυκτών καυσίμων*** **[http://www.footprintnetwork.org]**

- ***Το αποτύπωμα άνθρακα είναι η συνολική ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων του θερμοκηπίου, που εκπέμπονται κατά την διάρκεια όλου του κύκλου ζωής μιας διαδικασίας ή ενός προϊόντος. Εκφράζεται σε γραμμάρια ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα ανά κιλοβατώρα παραγωγής (g CO2-e/kWh), λαμβάνοντας έτσι υπόψη το διαφορετικό δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη (GWP) των άλλων αερίων του θερμοκηπίου.*** **[POST, 2006]**

Οι δυο επικρατέστερες μονάδες μέτρησης είναι όπως προαναφέρεται και στους ορισμούς το ανθρακικό αποτύπωμα μπορεί να είναι ένας χωρικός δείκτης και να εκφράζεται σε μονάδες έκτασης παραγωγικής γης , δηλαδή σε παγκόσμια εκτάρια (global hectares gha) , ή να ποσοτικοποιείται σε

μονάδες μάζας (γραμμάρια , κιλά , τόνους) διοξειδίου του άνθρακα, είτε αναγωγικά , ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα.

Το ενεργειακό αποτύπωμα (energy footprint) ορίζεται ως η έκταση που απαιτείται για την αντιστάθμιση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από ορυκτά καύσιμα, για την εξουδετέρωση της ακτινοβολίας από την πυρηνική ενέργεια και για την κατασκευή φραγμάτων με σκοπό την δημιουργία υδροηλεκτρικής ενέργειας (Ferng, 2002). Το ενεργειακό αποτύπωμα μετράται σε εκτάρια και στην ουσία αποτελεί συνιστώσα του οικολογικού αποτυπώματος.

2.2.3 Μέθοδος υπολογισμού ανθρακικού αποτυπώματος

2.2.3.1 Γενικά

Επειδή οι κατασκευές διασπούν την φυσική συνέχεια και το τοπίο, απειλούν ευθέως την βιοποικιλότητα, και επηρεάζουν ποικιλοτρόπως το οικοσύστημα

Επίσης, για την κατασκευή ενός κτιρίου απαιτούνται και μεγάλες ποσότητες υλικών εκ των οποίων τα περισσότερα από αυτά τα υλικά δεν πρόκειται να ανακυκλωθούν, είτε διότι είναι μη ανακυκλώσιμα είτε λόγω έλλειψης ενός γενικού σχεδίου αποκομιδής και επεξεργασίας εκ νέου των υλικών αυτών μετά την πέρας της ζωής της κατασκευής. Η χρήση ανανεώσιμων ή ανακυκλώσιμων υλικών δεν είναι διαδεδομένη με μόνη εξαίρεση τη χρήση υλικών ΑΕΚΚ ως αδρανή στη υπόστρωση ενός οδοστρώματος. Σε κάποιες χώρες το ποσοστό ανακύκλωσης μπορεί να φτάσει έως και το 90%. Σημαντικό είναι επίσης η απομόνωση από την ανακύκλωση επιβλαβών υλικών όπως ο αμίαντος ή τα βαρέα μέταλλα.

Για να υπολογίσουμε το παραγόμενο ανθρακικό αποτύπωμα που δημιουργείται σε μια κατασκευή πορευόμαστε θεωρητικά ως εξής. Αρχικά γίνεται μια εκτίμηση του ανθρακικού αποτυπώματος υλικού που γεννάται κατά την εξόρυξη ,επεξεργασία και παραγωγή του υλικού. Εν συνεχεία υπολογίζεται και το παραγόμενο αποτύπωμα από την μεταφορά και την τελική τοποθέτηση του στην κατασκευή. Επειδή όμως κάτι τέτοιο είναι πρακτικώς αδύνατο κάνουμε εύλογες παραδοχές. Η πρώτη παραδοχή περιλαμβάνει την εκτίμηση του ισοδύναμου ανθρακικού αποτυπώματος του υλικού από την εξόρυξή την επεξεργασία και την παραγωγή. Οι τιμές δίνονται στον πίνακα 4 και η εκτίμηση εμπεριέχει ένα σφάλμα της τάξης του 10% σε υλικά όπως οι γυψοσανίδες και οι πετροβάμβακες τα οποία έχουν μεγάλες αποκλίσεις στην πυκνότητα.

Το είδος και οι ποσότητες των οικοδομικών υλικών που χρησιμοποιούνται σε μια κατασκευή είναι ένας παράγοντας που επηρεάζει σημαντικά την περιβαλλοντική κατηγορία του κτίσματος. Παρακάτω δημιουργείται ένας αναλυτικός κατάλογος με την ενεργειακή απορρόφηση του κάθε υλικού.

Υλικό	Πυκνότητα kg/m^3	Εκπομπές CO_2 (kgCO2 eq)/kg
Ξύλο	700	0.46
Σκυρόδεμα	2400	0.13
Αλουμίνιο	2700	8.24
Χάλυβας	7800	1.77
Γυαλί	2500	0.91
Εξηλασμένη Πολυστερίνη	35	3.42
Πετροβάμβακας	100	1.12
Ελαφροβαρείς τσιμεντόλιθοι	500	0.83
Γυψοσανίδα	1000	0.39
Κεραμικά πλακίδια	2000	0.78
Πορώδη τούβλα	1500	0.24

Πίνακας 3: Τυπικές τιμές εκπομπών υλικών που απαντώνται κατά την κατεδάφιση κατασκευών(ICE v2.0, T.O.T.E.E. 20701-2/2010)

2.2.3.2 Ανθρακικό αποτύπωμα δόμησης-αποδόμησης

Οποιαδήποτε σχεδόν ενέργεια μπορεί να δημιουργήσει ποσότητα άνθρακα στην ατμόσφαιρα πόσο μάλλον η δόμηση ή αποδόμηση μιας κατασκευής. Πρόκειται για ένα πρόβλημα με πολλές μεταβλητές οι οποίες δεν είναι εύκολο να ποσοτικοποιηθούν και να μετρηθούν. Χαρακτηριστικό είναι ότι κατά μέσο όρο ένας άνθρωπος παράγει περί τους 10 tons CO_2 σύμφωνα με τον κορυφαίο περιβαλλοντολόγο Michael Berners-Lee.

Το ανθρακικό αποτύπωμα κατά την δόμηση μιας οικίας εξαρτάται από μια πληθώρα παραγόντων συμπεριλαμβανομένου, φυσικά, το μέγεθος της οικίας και τον τύπο των υλικών που επιλέγονται.

Παραδείγματος χάρη ένα νέο συμβατικό εξοχικό με δύο κρεβατοκάμαρες επάνω και 2 ευρείς χώρους κάτω μαζί με μια κουζίνα εκτιμάται ότι θα προκαλέσει ένα ανθρακικό αποτύπωμα της τάξης των 80 tons για ένα βιοκλιματικό κτίριο με πρόβλεψη για υψηλή απόδοση σε βάθος 100 χρόνων. Η εκατονταετία που είναι το χρονικό σημείο αναφοράς αφορά τόσο την φθορά των υλικών όσο και την κλιματική αλλαγή.(THE GUARDIAN http://www.theguardian.com/environment/green-living-blog/2010/oct/14/carbon-footprint-house Michael Berners-Lee)

Πιο συγκεκριμένα κατά την δόμηση πρέπει να υπολογισθεί ο κάθε παράγοντας που απαιτείται για τη αποπεράτωση της κατασκευής. Επιμελής καταμέτρηση των εργατοωρών των απασχολούμενων μηχανημάτων και αθροιστικά η ολική κατανάλωση καυσίμου όλων των μέσων και υπολογισμός ενεργειακής κατανάλωσης σε kWh. Κατά αυτό τον τρόπο θα προκύψει ένα γενικό ποσό το οποίο θα μπορέσουμε να μετατρέψουμε την ολική αυτή κατανάλωση σε τόνους άνθρακα.

Η μετατροπή θα γίνει κατ' αντιστοιχία , δηλαδή έχει υπολογισθεί η ακριβής τιμή του συντελεστή μετατροπής των συνολικών λίτρων που καταναλώθηκαν κατά την δόμηση αποδόμηση της κατασκευής. Ο συντελεστής είναι 2,64kg/liter diesel. Όπως επίσης ανάλογα θα γίνει και η μετατροπή σε οτιδήποτε αναλώσιμο απαιτήσουν τα μηχανήματα όπως λάδια, επισκευές τμημάτων κα.

Υπάρχει ένας διαχωρισμός κατά τον οποίο το ανθρακικό αποτύπωμα μιας δόμησης κατηγοριοποιείται σε ενσωματωμένο (embodied) και λειτουργικό (operational) ανθρακικό αποτύπωμα. Το ενσωματωμένο αφορά την παραγωγή διοξειδίου που προκαλείται κατά την δόμηση της κατασκευής από τα χρησιμοποιούμενα υλικά και τις κατασκευαστικές λειτουργίες ενώ το λειτουργικό αφορά την παραγωγή διοξειδίου από τον κλιματισμό τον φωτισμό και γενικότερα τις λειτουργίες που λαμβάνουν χώρα στην κατασκευή κατά την διάρκεια ζωής της. Γενικά το αθροιστικό ανθρακικό αποτύπωμα μιας κατασκευής από την αρχή και την κατασκευή της μέχρι και το λειτουργικό πέρας της ζωής της και την κατεδάφιση αποτελείται από 20% ενσωματωμένο και 80% λειτουργικό.

Πιο αναλυτικά και όσων αφορά την δόμηση μετρήσεις θα γίνουν για τα εξής:

- Κατανάλωση καυσίμου κατά τις εργασίες δόμησης
- Κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος κατά τις εργασίες δόμησης
- Δομικά υλικά παντός τύπου
- Κονιάματα και εργαλεία

2.2.3.3 Ανθρακικό αποτύπωμα μεταφορών

Το ανθρακικό αποτύπωμα στις μεταφορές αποτελεί το 28% των συνολικών εκπομπών άνθρακα παγκοσμίως και είναι μόλις δεύτερη πίσω από τις εκπομπές που προκαλούνται από την παραγωγή ηλεκτρική ενέργειας. Η πλειοψηφία του αερίου του θερμοκηπίου παράγεται από την κατανάλωση καυσίμου με βάση το πετρέλαιο, όπως η βενζίνη και το diesel σε μια μηχανή εσωτερικής καύσης. *[http://www.epa.gov/climatechange/ghgemissions/sources/transportation.html]*

Εικόνα 6: Ανθρακικό αποτύπωμα στις μεταφορές (πηγή www.treehugger.com)

Σημαντική παραδοχή που γίνεται σε αυτό το σημείο αφορά ότι για τον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος μιας μεταφοράς θα ληφθεί υπόψη μόνο παραγωγή άνθρακα από την κατανάλωση καυσίμου και όχι από άλλους ρυπογόνους παράγοντες που συμμετέχουν κατά την μεταφορά , όπως συντήρηση, φθορές ελαστικών και άλλα.

Η παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα κατά τις μεταφορές μελετάται στην παρούσα διπλωματική καθώς στο υπάρχον σενάριο, διάφορα ανακυκλούμενα υλικά θα διαχωριστούν από τα ΑΕΚΚ (Απόβλητα από Εκσκαφές, Κατασκευές και Κατεδαφίσεις) και θα τοποθετηθούν σε φορτηγά αυτοκίνητα ή πλατφόρμες με σκοπό την επαναχρησιμοποίηση τους στο νέο κτίριο η αλλού. Αυτό αποτελεί κομβικό σημείο κατά την υλοποίηση και την μελέτη του σχεδίου διότι με την ανακύκλωση υλικών αναμένεται να περιοριστεί η εκ νέου επιβάρυνση του οικοσυστήματος από την χρησιμοποίηση νέων υλικών. Σημειώνεται ότι το ανθρακικό αποτύπωμα από την στιγμή που θα δημιουργηθεί δεν γίνεται να αναιρεθεί ή να μειωθεί κατά οποιονδήποτε τρόπο. Η ανακύκλωση λοιπόν σκοπεύει στο να μειώνεται η δημιουργία νέου ανθρακικού αποτυπώματος, με το να περιορίσει την χρησιμοποίηση νέων υλικών δόμησης, κουφωμάτων, πατωμάτων μέχρι και ολόκληρης τοιχοποιίας (είναι μια μέθοδος η οποία αρχίζει να βρίσκει ολοένα και μεγαλύτερη εφαρμογή στις μέρες μας) και όχι να μειώσει το υπάρχον. Για τους παραπάνω λόγους γίνεται φανερό πόσο σημαντικό ρόλο παίζει η μεταφορά των ανακυκλούμενων υλικών στην νέα κατασκευή. Επίσης, συγκεκριμένα στις ξύλινες κατασκευές, παρατηρούμε την τάση να ανακυκλώνονται σχεδόν όλα τα υλικά κατά μια κατεδάφιση, με αποτέλεσμα το ανθρακικό αποτύπωμα της μεταφοράς των ανακλώμενων υλικών να είναι το κομβικό μέγεθος κατά την ανάλυση που γίνεται στην παρούσα εργασία. Περαιτέρω ανάλυση περί αυτού ακολουθεί στα επόμενα δύο κεφάλαια της διπλωματικής εργασίας.

Μεταφορά υλικών όμως θα γίνει και για την μεταφορά των ΑΕΚΚ από την κατεδαφιστέα κατασκευή σε κάποια περιοχή ρίψης μπάζων, όπου εκεί θα συγκεντρωθεί και το μεγαλύτερο κομμάτι της εναπομείνουσας κατασκευής η οποία δεν θα περάσει από ανακύκλωση. Τομέας στον οποίο η Ελλάδα υστερεί μιας και η συντριπτική πλειοψηφία του όγκου των ΑΕΚΚ θα καταλήξει σε χωματερές

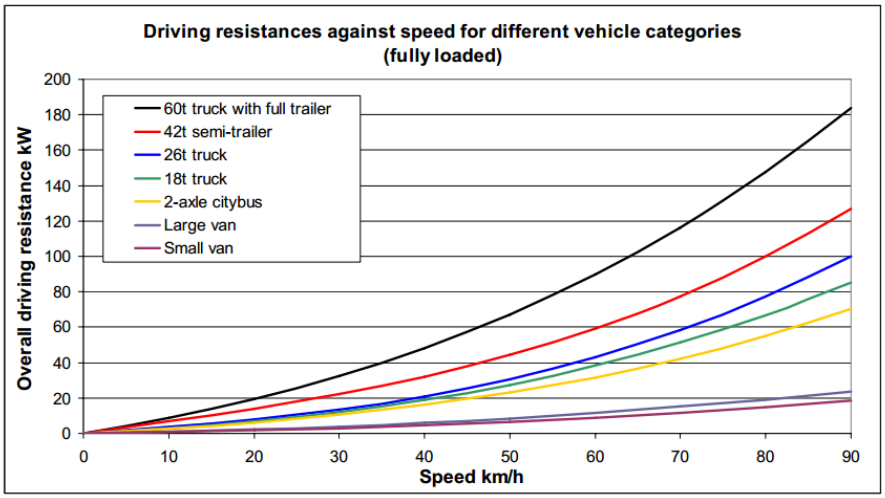
και δεν θα χρησιμοποιηθεί σε άλλους τομείς όπου μπορεί να είναι πολύ χρήσιμα όπως στην παραγωγή αδρανών για οδοστρωσία ή στην ανακύκλωση μετάλλου, γυαλιού και όλων των άλλων υλικών που απαρτίζουν τα ΑΕΚΚ. Αυτό λοιπόν με την σειρά του θα απαιτήσει την νέα παραγωγή αδρανών για να καλυφθεί τμήμα της ζήτησης το οποίο θα μπορούσε κάλλιστα να καλυφθεί από την επεξεργασία αυτών των υλικών.

Γίνεται αντιληπτό ότι η μεταφορά είτε των ΑΕΚΚ είτε των υπό ανακύκλωση υλικών θα απαιτήσει αρκετά οχήματα και σημαντικές ποσότητες καυσίμου και κατά συνέπεια ύπαρξη και δημιουργία μεγάλων ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα το οποίο είναι αδύνατον να αμεληθεί.

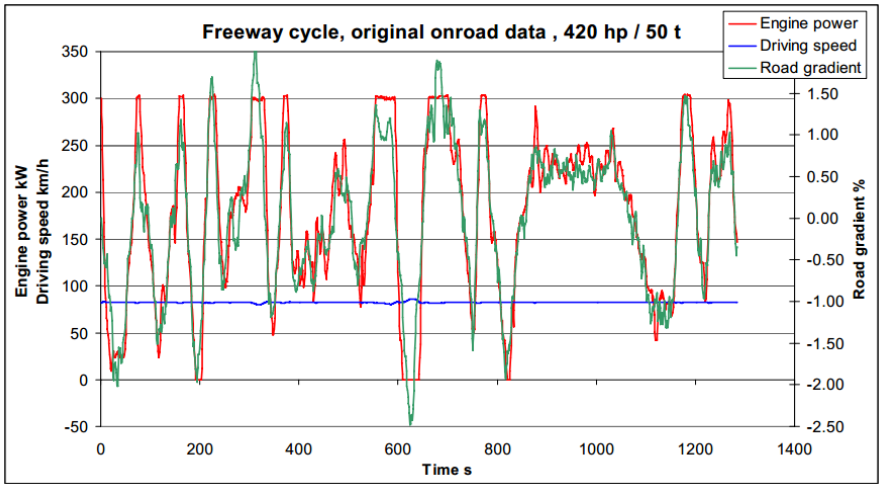
Σε αυτό το σημείο θα πρέπει επίσης να γίνουν παραδοχές για την ενδεχόμενη τιμή της κατανάλωσης καυσίμου από ένα όχημα σε μια διαδρομή. Οι τιμές αυτές θα ληφθούν εμπειρογνωμικά σαν παράδειγμα για την σύγκριση των πιθανών τρόπων μεταφοράς και επιλογής μέσου, ή γενικότερα μεθόδου. Έχουν ληφθεί τιμές, από τα τεχνικά χαρακτηριστικά που παρέχουν οι εταιρείες παραγωγής οχημάτων όσων αφορά την κατανάλωση ενός φορτηγού οχήματος σε liter/100km ή gallons/100km.

Όμως οι τιμές αυτές θα έχουν σημαντικές διακυμάνσεις ανάλογα με το ωφέλιμο φορτίο που φέρουν , τις κλίσεις και την μορφολογία του εδάφους, όπως ακόμα την ικανότητα και εμπειρία του οδηγού. Οι τιμές αυτές έχουν συγκεραστεί με πιο εμπειρικές τιμές από ειδικά τεχνικά forums όπου γίνεται ενδελεχής αναφορά από χρήστες ανάλογων αυτοκινήτων για τις επί του πρακτέου καταναλώσεις. Η εκτίμηση γίνεται καθ' αυτόν τον τρόπο ώστε να υπάρχει μεγαλύτερη ανταπόκριση στην πραγματικότητα μιας και τα οχήματα θα έχουν κάποια παλαιότητα και σχετική φθορά ελαστικών κάτι το οποίο θα διαφοροποιήσει ελαφρώς τις τιμές κατανάλωσης. Στο τέλος θα γίνει και ανάλυση σε κατάλληλο επίπεδο εμπιστοσύνης για να αποδειχθεί και η αξιοπιστία της μεθόδου.

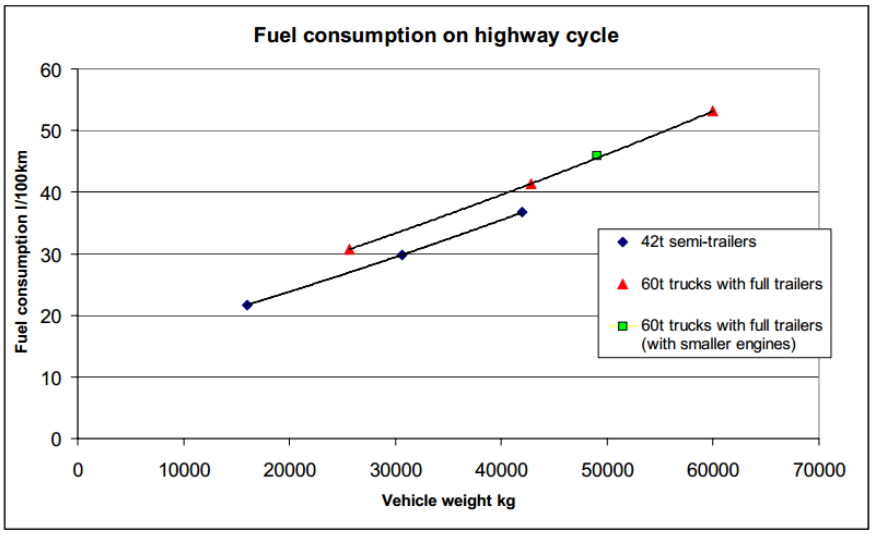
Στο σχήμα 2 φαίνεται η σχέση μεταξύ αντίστασης και ταχύτητας ανά κατηγορία οχήματος.



Σχήμα 2: Σχέση μεταξύ αντίστασης και ταχύτητας για διαφόρους τύπους οχημάτων. (USA Department of Energy energy.gov)

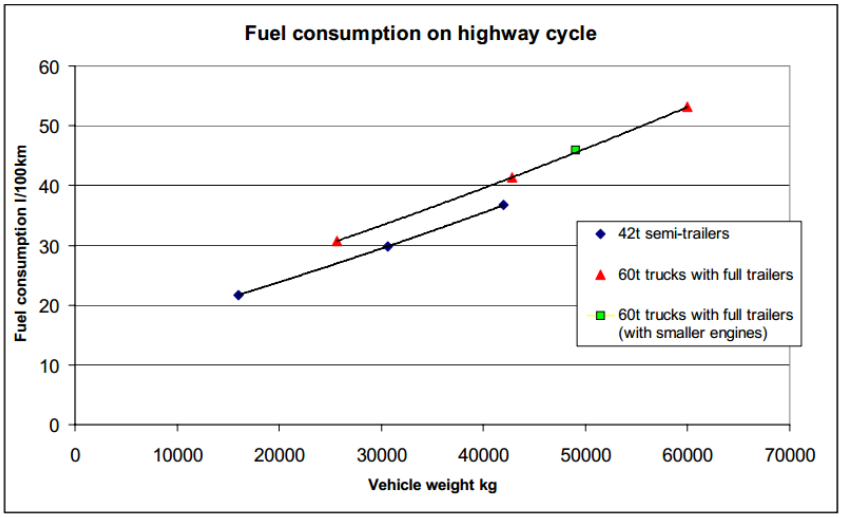


Σχήμα 3: Δεδομένα κίνησης συσχετισμού της ισχύος του κινητήρα της ταχύτητας και της κλίσης του οδοστρώματος. (USA Department of Energy energy.gov)



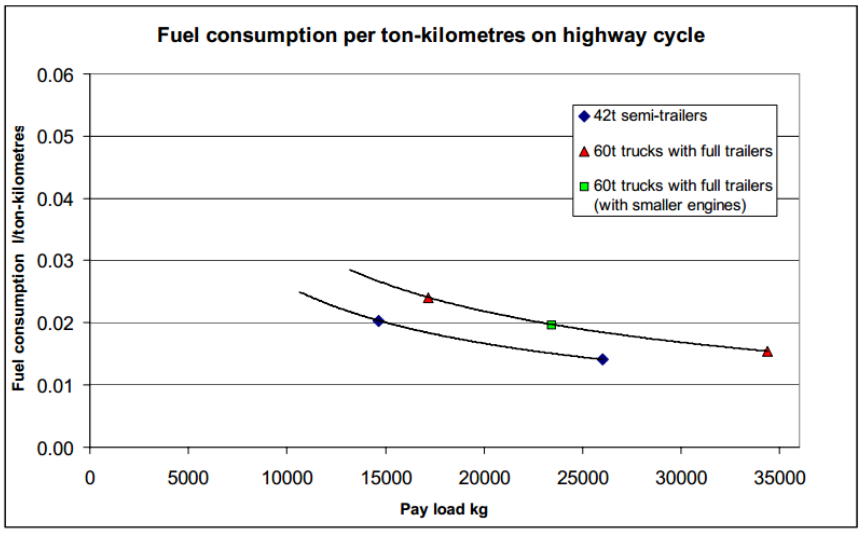
Σχήμα 4:Κατανάλωση καυσίμου ανά κατηγορία οχήματος και ποσοστό πλήρωσης. (USA Department of Energy energy.gov)

Το σχήμα 5 απεικονίζει την επιρροή της πληρότητας φορτίου στην κατανάλωση καυσίμου. Έχουμε 3 κατηγορίες πληρότητας για την καλύτερη κατανόηση της επιρροής του ποσοστού πλήρωσης στο όχημα. Η πρώτη κατηγορία με μηδενικό φορτίο, η δεύτερη με φορτίο της τάξεως του 50% της πλήρωσης, και η τρίτη κατηγορία με φορτίο πλήρους πλήρωσης στο 100% του ολικού.



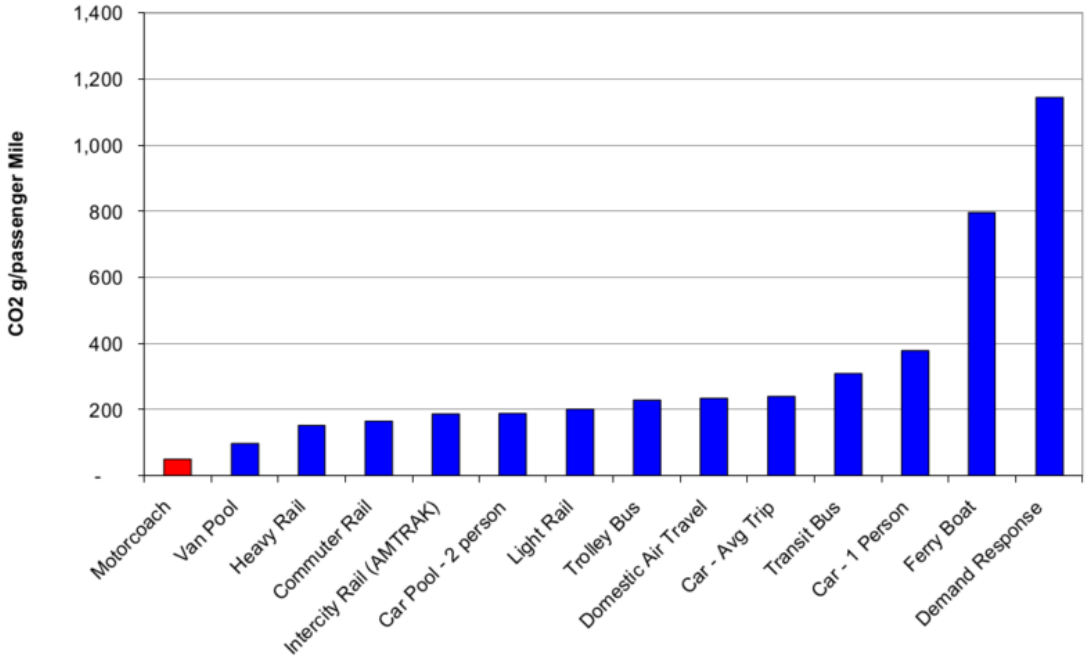
Σχήμα 5: Επιρροή της πληρότητας φορτίου στην κατανάλωση καυσίμου. (USA Department of Energy energy.gov)

Στο σχήμα 6 φαίνεται ο συσχετισμός κατανάλωσης καυσίμου με τα τονοχιλιόμετρα ωφέλιμου φορτίου.

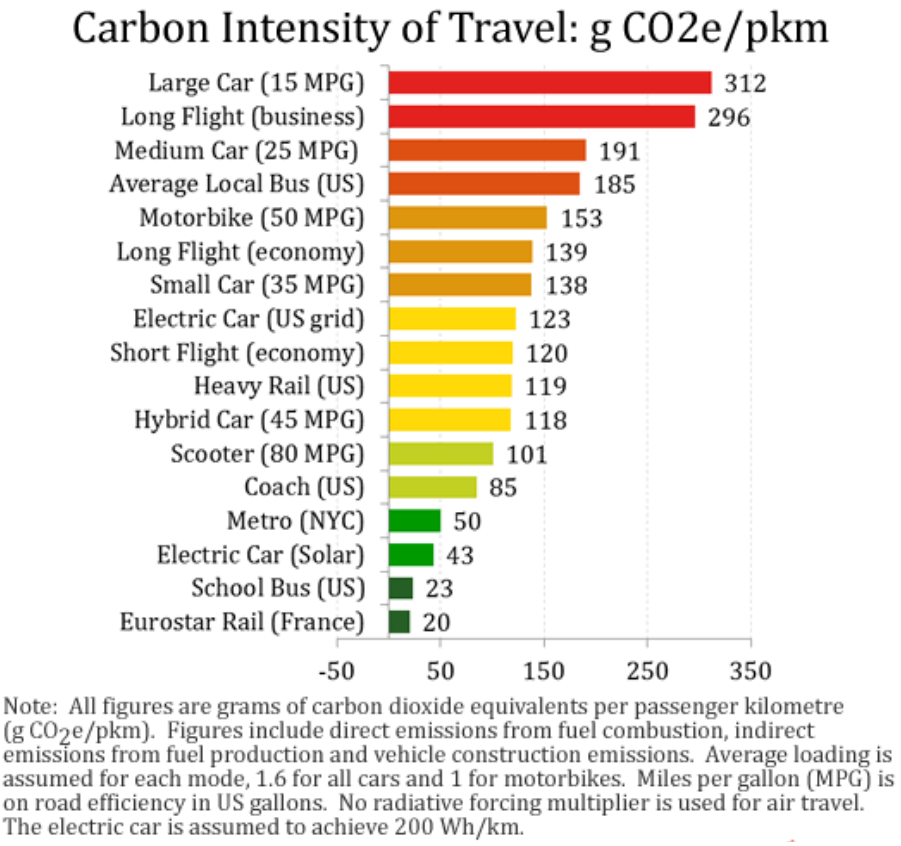


Σχήμα 6: Συσχετισμός κατανάλωσης καυσίμου με τονοχιλιόμετρα ωφέλιμου φορτίου.(USA Department of Energy energy.gov)

Στα τελευταία σχήματα αυτού του κεφαλαίου, φαίνεται και το μέσο ανθρακικό αποτύπωμα ανά επιβατομίλι και ανά επιβατοχιλιόμετρο ανάλογα με το μέσο μετακίνησης για τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής και τον κόσμο, όπου φαίνεται ξεκάθαρα η περιβαλλοντική επιβάρυνση ανάλογα με το μέσο μεταφοράς.



Σχήμα 7: Ανθρακικό αποτύπωμα ανα επιβατομίλι



Σχήμα 8: Ανθρακικό αποτύπωμα ανά επιβατοχιλιόμετρο σε διάφορους τρόπους μετακίνησης και μεταφοράς (DEFRA)

3.Ξύλινες προκατασκευασμένες κατοικίες

3.1 Γενικά

Το ξύλο είναι ένα από τα αρχαιότερα δομικά υλικά τόσο όσον αφορά την απόκτηση και την κατεργασία της πρώτης ύλης, όσο και τη μελέτη και κατασκευή εξαιρετικά λειτουργικών φορέων, απλών ή περίτεχνων ως την τελευταία λεπτομέρειά τους. Για πολλούς αιώνες και σε πολλές περιοχές υπήρξε το πιο διαδεδομένο οικοδομικό υλικό. Εμφανίζεται από την αρχαία Ελλάδα όπως το μαρτυρούν οι πήλινες επιγραφές, πινακίδες γραμμένες στην Γραμμική Β' από την Κρήτη, την Πύλο, την Θήβα και οι πάπυροι κατά τη μυκηναϊκή εποχή μέχρι τη μεσαιωνική Ευρώπη και Βενετία. Το ξύλο χρησιμοποιήθηκε σε παράθυρα, θύρες, πατώματα, στέγες και μετέπειτα στην κατασκευή εξ ολοκλήρου οικιών. Τα παλαιότερα γνωστά ξύλινα κτήρια είναι ξύλινες κατοικίες που βρέθηκαν στην Πολωνία και χρονολογούνται περίπου στο 700π.Χ. Σήμερα αποτελεί, σε πολλές χώρες, βασικό δομικό υλικό σε πληθώρα κατασκευών ως φέρων και μη φέρων στοιχείο.

Στην Ελλάδα υπάρχει μια γενική δυσπιστία ως προς το ξύλο ακόμα και από μηχανικούς. Αυτό οφείλεται κυρίως λόγω του κατασκευαστικού μοντέλου που έχει επικρατήσει, το οποίο θέλει το σκυρόδεμα ως βέλτιστη λύση σε κάθε περίπτωση, και λόγω της έλλειψης εξειδικευμένων τεχνιτών. Έχει χρησιμοποιηθεί σε μικρό βαθμό στον κατασκευαστικό τομέα σε σχέση με άλλα δομικά υλικά, όπως είναι ο χάλυβας και το μπετόν. Όμως τα τελευταία χρόνια έχει αλλάξει ο τρόπος με τον οποίο αντιμετωπίζεται το ξύλο ως δομικό υλικό, χάρη σε δύο παράγοντες. Ο ένας είναι η περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση σε συνδυασμό με το αυξημένο ενδιαφέρον γύρω από τις παραδοσιακές μεθόδους κατασκευής.

3.2 Πλεονεκτήματα ξύλου

Το ξύλο έχει και θα εξακολουθήσει να έχει σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με το τσιμέντο, το χάλυβα, το αλουμίνιο και τα πλαστικά.

3.2.1 Φυσικό και οικολογικό υλικό

Το ξύλο είναι ένας ανανεώσιμος φυσικό πόρος. Γενικά με τον όρο φυσικός πόρος χαρακτηρίζονται διάφορες φυσικές ουσίες που είναι χρήσιμες στον άνθρωπο καλύπτοντας "ως έχουν" ανάγκες του. Ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι ονομάζονται αυτοί που ανανεώνονται με φυσικές ή τεχνικές διεργασίες. Επομένως, τα δέντρα ενώ κόβονται για να ληφθεί η πρώτη ύλη (ξυλεία), μπορούν να αντικατασταθούν με φυσική ή τεχνητή αναδάσωση. Το ξύλο επίσης ανακυκλώνεται, έχει μεγάλη διάρκεια ζωής, απαιτεί πολύ μικρή επεξεργασία έτσι ώστε να φτάσει στην τελική του προς χρήση μορφή, ενώ όταν πλέον δεν είναι κατάλληλο για χρήση στις κατασκευές, μπορεί να εξαφανιστεί αποδίδοντας ενέργεια.

3.2.2 Μεγάλη ανθεκτικότητα

Το ξύλο έχει μεγάλη διάρκεια ζωής καθώς είναι ανθεκτικό στο χρόνο. Συμπεριφέρεται εξίσου καλά στα ζεστά και υγρά κλίματα ακόμα και σε θερμοκρασίες που αγγίζουν τους -60°C. Η

περιεκτικότητα του ξύλου σε υγρασία είναι ο σημαντικότερος παράγοντας που επηρεάζει την ανθεκτικότητά του. Εάν η περιεκτικότητα σε υγρασία του ξύλου είναι μικρότερη από 20% δεν υπάρχει περίπτωση να αναπτυχθούν μύκητες στο ξύλο. Η περιεκτικότητα του ξύλου σε υγρασία υπερβαίνει αυτό το ποσοστό μόνον όταν η σχετική υγρασία του αέρα έχει παραμείνει άνω του 85% για μια μεγάλη χρονική περίοδο.

3.2.3 Μονωτικό απέναντι στη θερμότητα και τον ηλεκτρισμό

Το ξύλο είναι από τη φύση το καλύτερο θερμομονωτικό υλικό και αυτό εξαρτάται από την θερμοαγωγιμότητά του. Θερμοαγωγιμότητα ενός υλικού είναι η ιδιότητά του να επιτρέπει μικρή ή μεγάλη διέλευση θερμικής ενέργειας (θερμότητας) μέσα από τη μάζα του. Το ξύλο είναι κακός αγωγός της θερμότητας δηλαδή έχει μικρή θερμική αγωγιμότητα και άρα μεγάλη θερμομονωτικότητα. Αυτό συμβαίνει λόγω της μικρής ποσότητας ελεύθερων ηλεκτρονίων που υπάρχουν σε αυτό και λόγω της πορώδους δομής του ξύλου. Το ξύλο και τα προϊόντα του βρίσκουν μεγάλη εφαρμογή ως θερμομονωτικά υλικά.

	Ξύλο	Σκυρόδεμα	Κεραμίδι-τούβλο	γυψοσανίδα	Γυαλί	Μέταλλο
Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (Kcal/mh°C)	0,12	1,75	0,45	0,50	0,81	35-70

Πίνακας 4: Συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας ανα υλικό

3.2.4 Μεγάλη αντοχή στη φωτιά

Το ξύλο καίγεται με ταχύτητα απανθράκωσης 0,67 mm/min, ενώ η επίδραση της θερμότητας αυξάνει την αντοχή του ξύλου, λόγω της μείωσης της εσωτερικής υγρασίας. Αντίθετα, το μπετόν και ο χάλυβας με την αύξηση της θερμότητας χάνουν την αντοχή τους γρήγορα και απότομα. Το ξύλο κατατάσσεται στα καιόμενα υλικά. Αυτή η ιδιότητα έχει προκαλέσει την αμφισβήτηση κατά καιρούς της ικανότητας αντοχής του σε πυρκαγιά. Όμως πειραματικές μετρήσεις καθώς και πραγματικά γεγονότα καταδεικνύουν το αντίθετο, δηλαδή ότι η συμπεριφορά του ξύλου σε καύση είναι εξαιρετική.

Για Θ<=100°C

Γίνεται εξάτμιση της περιεχόμενης υγρασίας η οποία προσωρινά καθυστερεί την άνοδο της θερμοκρασίας.

Για 100°C<Θ<=300°C

Εδώ ξεκινούν οι χημικές αλλαγές του υλικού. Σε θερμοκρασία 150 με 200°C παρατηρείται μαύρισμα του ξύλου και εκλύεται άφλεκτο CO2 σε ποσοστό 70% και εύφλεκτο CO σε ποσοστό 30%. Σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 200°C αυξάνεται το ποσοστό έκλυσης εύφλεκτων αερίων και μεταξύ 275 με 300°C απανθρακώνονται οι εκτεθειμένες επιφάνειες με ταυτόχρονη έκλυση CO και μεθανίου τα οποία με την καύση τους δημιουργούν φλόγα.

Για Θ>>300°C

Με την εξάντληση της φλόγας ξεκινά η ανάφλεξη του άνθρακα γύρω στους 500°C. Μέχρι αυτή τη θερμοκρασία ο άνθρακας ήταν ανέπαφος προστατεύοντας το ξύλο που κάλυπτε καθώς η θερμοαγωγιμότητά του είναι περίπου το 1/6 από εκείνης του ξύλου.

Από αυτήν την ανάλυση παρατηρείται ότι η ταχύτητα ανάφλεξης και απανθράκωσης του ξύλου είναι σχετικά αργές. Επίσης η απανθράκωση ξεκινά σε θερμοκρασία περίπου 500°C από εξωτερικά προς εσωτερικά της διατομής και σε αυτό το σημείο το ξύλο αρχίζει να χάνει τις μηχανικές του ιδιότητες με βραδύ ρυθμό. Σε αντίθεση με το χάλυβα και το σκυρόδεμα που έχουν χάσει το 50% των αντοχών τους σε αυτή τη θερμοκρασία με αποτέλεσμα να έχουμε απότομη κατάρρευση της κατασκευής. Από πειράματα προκύπτει ότι αυτή η αστοχία τελείται σε χρονική διάρκεια 5 λεπτών από την έναρξη της πυρκαγιάς, καθώς η μεταφορά θερμότητας στα μέταλλα γίνεται αμέσως σε όλη τη μάζα τους ενώ σύνθετη ξυλεία μεγάλης διατομής έχει διατηρήσει περίπου το 80% των αρχικών της αντοχών μετά από 30λεπτά.

3.2.5 Μικρή θερμική συστολή και διαστολή

Όταν θερμαίνεται το ξύλο αυξάνονται οι διαστάσεις του (διαστολή) και αντίστροφα, όταν ψύχεται μειώνονται (συστολή). Ο συντελεστής διαστολής αναφέρεται σε απόλυτα ξηρό βάρος και μετράει την επιμήκυνση της μονάδας μήκους, όταν η θερμοκρασία αυξάνεται κατά 1°C. Ο συντελεστής διαστολής έχει ανάλογη (ευθύγραμμη γραμμική) σχέση με την πυκνότητα του ξύλου. Το ξύλο έχει πολύ χαμηλό συντελεστή θερμικής γραμμικής διαστολής: 4x10-6 (0,000005 για oC) κατά μήκος των ινών του. Ακόμα όμως και αυτή η ασήμαντη διαστολή εξουδετερώνεται με την συστολή του ξύλου, λόγω αποβολής εσωτερικής υγρασίας κατά την αύξηση της θερμοκρασίας. Το αποτέλεσμα είναι ότι το μήκος ενός ξύλινου στοιχείου δεν επηρεάζεται από τις μεταβολές θερμοκρασίας. Ακόμα και στη διάρκεια της πυρκαγιάς το μήκος του είναι ουσιαστικά αμετάβλητο. Ακτινικά, η διαστολή είναι πιο σημαντική περίπου 5 έως 10 φορές μεγαλύτερη από τη διαμήκη διαστολή. Όταν ένα ξύλο με 8%-20% υγρασία θερμαίνεται, αρχικά διαστέλλεται λόγω αύξησης θερμοκρασίας, αλλά μετά από επαρκή πάροδο χρόνου συστέλλεται λόγω αποβολής της υγρασίας με αποτέλεσμα να εμφανίζεται ρίκνωση.

3.2.6 Καλές ακουστικές ιδιότητες

Όταν ηχητικά κύματα που παράγονται από άλλη πηγή προσπίπτουν πάνω σε επιφάνεια ξύλου, μέρος της ηχητικής ενέργειας ανακλάται με ταυτόχρονη ενίσχυση του ήχου και το υπόλοιπο ‘απορροφάται’. Όταν ο ήχος ανακλάται από την ξύλινη επιφάνεια, τότε έχουμε το φαινόμενο της

συνήχησης ή συντονισμού (ξύλο = αντηχείο). Το αντηχείο δεν μεταβάλλει το ύψος του ήχου, αλλά ενισχύει την ένταση και αυξάνει τη διάρκειά του.

3.2.7 Εύκολο στη σύνδεση

Η σύνδεση γίνεται είτε μέσω κατάλληλης διαμόρφωσης των άκρων των ξύλινων στοιχείων (ξυλουργικές συνδέσεις), είτε μέσω μεταλλικών συνδέσμων, ήλων, βιδών, μπουλονιών, πείρων, είτε με τη βοήθεια μεταλλικών βάσεων και προσαρμογών (καρφοελασμάτων ή μεταλλικών παρεμβλημάτων).

3.3 Μειονεκτήματα ξύλου

3.3.1 Υγροσκοπικότητα

Το ξύλο είναι υγροσκοπικό υλικό, δηλαδή συρρικνώνεται και διογκώνεται με την απώλεια ή πρόσληψη υγρασίας από την ατμόσφαιρα. Η ανταλλαγή νερού με το περιβάλλον γίνεται μέχρις ότου το ποσοστό της περιεχόμενης υγρασίας σταθεροποιηθεί στο λεγόμενο ποσοστό υγρασίας σε ισορροπία με το περιβάλλον το οποίο εξαρτάται από τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας.

Π.Π.Υ=Βάρος περιεχόμενου νερού*100/Βάρος αποξηραμένου ξύλου

Η αύξηση του Π.Π.Υ οδηγεί σε σημαντική μείωση των μηχανικών ιδιοτήτων του ξύλου με αποτέλεσμα να δημιουργούνται ρωγμές, ραγαδώσεις ή στρεβλώσεις. Συγκεκριμένα η αύξηση της υγρασίας προκαλεί μείωση της θλιπτικής και εφελκυστικής αντοχής, του μέτρου ελαστικότητας και διατμήσεως και αύξηση των ερπυστικών παραμορφώσεων. Η χρήση των μηχανικών ιδιοτήτων του ξύλου πρέπει να γίνεται σε αντιστοιχία με το ποσοστό υγρασίας που αυτό περιέχει ή που αναμένεται να περιέχει στην κατασκευή. Η τελική υγρασία που θα έχει το ξύλο εξαρτάται από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες στις οποίες είναι εκτεθειμένο. Η υγρασία στο ξύλο βρίσκεται σε δύο μορφές: ως υγρό στα κυτταρικά τοιχώματα και ως υγρό ή με μορφή υδρατμών στις κυτταρικές κοιλότητες. Όταν έχουμε κορεσμό δεν υπάρχουν υδρατμοί αλλά μόνο υγρό νερό. Βασική αιτία εισόδου νερού στη μάζα του ξύλου είναι η έλξη μορίων νερού από υδροξύλια των χημικών δομικών συστατικών του κυρίως της κυτταρίνης. Στην αρχή δημιουργείται μονομοριακό στρώμα που στη συνέχεια γίνεται πολυμοριακό. Το μονομοριακό στρώμα συγκρατιέται από υδροξύλια με ισχυρούς δεσμούς υδρογόνου. Το πολυμοριακό στρώμα εισέρχεται και συγκρατιέται με τη δράση δευτερευουσών ελκτικών δυνάμεων. Η είσοδος νερού προκαλεί απώθηση κρυσταλλιτών και μικροϊνιδίων με συνέπεια την έναρξη διογκώσεως του ξύλου. Συμπληρωματικά, νερό μπορεί να προσληφθεί με τριχοειδή συμπύκνωση σε κενά που υπάρχουν στο κυτταρικό τοίχωμα, ανοίγματα μεμβρανών βοθρίων και μικρά στόμια βοθρίων που όλα δρουν ως τριχοειδή. Μετά τον κορεσμό των τοιχωμάτων, υγρό νερό μπορεί και να εισέλθει και στις κυτταρικές κοιλότητες. Συμπέρασμα της συγκράτησης υγρασίας από το ξύλο είναι η μεταβολή των διαστάσεών του σε οποιαδήποτε μεταβολή υγρασίας κάτω απο το σημείο ινοκόρου(κυμαίνεται γύρω στο 28%) το οποίο είναι το σημείου του ποσοστού της υγρασίας του ξύλου που αντιστοιχεί σε πλήρη κορεσμό των κυτταρικών τοιχωμάτων και κυτταρικές κοιλότητες εντελώς κενές.

3.3.1.1 Ρίκνωση και Διόγκωση

Το ξύλο είναι ανισότροπο υλικό με αποτέλεσμα οι μεταβολές των διαστάσεών του, για την ίδια μεταβολή υγρασίας, διαφέρουν σε διαφορετικές αυξητικές διευθύνσεις. Η αυξομείωση είναι ελάχιστη στην αξονική διεύθυνση, πολύ μεγαλύτερη ακτινικά και σχεδόν διπλάσια της ακτινικής στην εφαπτομενική διεύθυνση. Αποτέλεσμα της ανομοιομορφίας στην κατανομή των παραμορφώσεων αλλά και της ανομοιομορφίας της υγρασίας στο εσωτερικό του ξύλου είναι η στρέβλωση επιφανειών και διατομών του ξύλου, ακόμη και η εμφάνιση εγκάρσιων και διαμηκών ρωγμών. Παρατηρείται επομένως ότι η υγροσκοπικότητα αποτελεί το σημαντικότερο ελάττωμά του ως δομικό υλικό.

3.3.2 Προσβολή από ζωντανούς οργανισμούς

Οι οργανισμοί που προσβάλουν το ξύλο ανήκουν σε δύο κατηγορίες τους μύκητες και τα έντομα. Αυτό συμβαίνει όταν το ξύλο μετατρέπεται σε δομικής ξυλείας όπου τα θρεπτικά συστατικά που περιλαμβάνει το καθιστούν χώρο ανάπτυξης αυτών. Τα αποτελέσματα προσβολής του ξύλου από μύκητες είναι η αλλαγή του χρώματός του, η μείωση της μηχανικής του αντοχής, η απώλεια βάρους, η αλλαγή στην οσμή του, η αύξηση της υγροσκοπικότητάς του, γίνεται πιο εύφλεκτο και προσβάλεται πιο εύκολα από ξυλοφάγα έντομα. Η προσβολή εντόμων συνίσταται σε διάνοιξη οπών και στοών με ποικίλη διάμετρο.

3.3.3 Παραμορφώσεις

Η παραμόρφωση ενός κομματιού ξύλου δυσχεραίνει ή και αποκλείει τη χρήση του ως δομικού στοιχείου. Σε πολλά εθνικά πρότυπα τίθενται όρια για τις παραμορφώσεις δομικής ξυλείας. Στις σύνθετες διατομές για να αποφευχθούν οι παραμορφώσεις η σύνδεση των κομματιών του ξύλου γίνεται με κατοπτρική διάταξη των ινών τους.

3.3.4 Ερπυσμός του ξύλου

Το φαινόμενο του ερπυσμού είναι αρκετά έντονο στο ξύλο όπως και σε όλα σχεδόν τα πολυμερή υλικά. Δύναται να παρατηρηθεί σε ράφια βιβλιοθήκης, σε οριζόντιες δοκούς όπου φέρουν το βάρος στεγών καθώς υπό τα φορτία φαίνεται το ξύλο να κυρτώνει. Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν τον ερπυσμό του ξύλου είναι οι εξής:

- Το ποσοστό υγρασίας του ξύλου
- Η διάρκεια φορτίσεως
- Η στάθμη φορτίσεως
- Η θερμοκρασία

Από τις παραπάνω παράγοντες οι πιο σημαντικοί είναι οι δύο πρώτοι οι οποίοι λαμβάνονται υπόψη και κατά τον σχεδιασμό.

Την επίδραση στον ερπυσμό έχει και η διεύθυνση φόρτισης σε σχέση με την διεύθυνση των ινών του ξύλου. Ο ερπυσμός είναι μικρότερος στην αξονική διεύθυνση και αυξάνεται καθώς αυξάνεται η γωνία επιβολής του φορτίου λαμβάνοντας την μέγιστη τιμή της με το φορτίο κάθετα στις ίνες.

Στο ξύλο ο ερπυσμός προέρχεται από την απομάκρυνση του περιεχόμενου νερού υπό την πίεση επιβαλλόμενου φορτίου. Με την μείωση της ποσότητας του νερού, το ποσοστό των τάσεων τις οποίες φέρει το νερό μειώνεται ενώ οι τάσεις οι οποίες αναλαμβάνονται από τον στερεό ιστό μεγαλώνουν με συνέπεια την αύξηση των παραμορφώσεων του ξύλου υπό σταθερό φορτίο στην διάρκεια του χρόνου. Όμως στο ξύλο το φαινόμενο είναι γενικά πιο πολύπλοκο καθώς με τις αυξομειώσεις της υγρασίας αντίστοιχα μεταβάλλονται και οι μηχανικές του ιδιότητες. Γενικά παρατηρείται ότι για σταθερή υγρασία ο ερπυσμός παραμένει σταθερός καθ΄ όλη την διάρκεια της φόρτισης. Αντίθετα τα αποτελέσματα δείχνουν πως όταν το ξύλο υπόκειται σε κύκλους ύγρανσης-ξήρανσης οι ερπυστικές παραμορφώσεις είναι πολύ μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες για σταθερή υγρασία, γεγονός που οφείλεται στην χαλάρωση της συνοχής μεταξύ των κυτταρικών ινών. Επίσης ο ερπυσμός αυξάνεται όταν αυξάνεται η υγρασία γεγονός που αποδίδεται στην μείωση των μηχανικών του αντοχών. Τέλος ο ερπυσμός μεγαλώνει όσο μεγαλώνει και η στάθμη φορτίσεως. Γενικά η δομική ξυλεία σχεδιάζεται να φέρει φορτίο που αντιστοιχεί περίπου στο 35% των αντοχών της. Σε αυτή την φόρτιση ο ερπυσμός παραμένει σταθερός. Αξίζει να παρατηρήσουμε πως για φόρτιση μεγαλύτερη του 35% της συνολικής του αντοχής το ξύλο όχι μόνο εμφανίζει αισθητά μεγαλύτερο ερπυσμό αλλά και το φαινόμενο αυτό αυξάνεται με την πρόοδο του χρόνου.

3.3.5 Εμπορευσιμότητα

Από τα αρχαία χρόνια το ξύλο αντιμετωπίστηκε ως ένα φτωχό υλικό, ως το παραδοσιακό υλικό δηλαδή που ήταν κατάλληλο για μία παραδοσιακή κατασκευή, για φθηνή στέγαση ή μια μικρή πεζογέφυρα, αλλά δεν μπορούσε να ανταγωνιστεί τα νέα υλικά σε άλλου είδους σύγχρονες κατασκευές. Αυτό οφείλεται στους ανύπαρκτους εγχώριους προμηθευτές αλλά και στην έλλειψη τεχνογνωσίας. Οι δαπάνες για τη μεταφορά του ξύλου είναι μεγάλες. Επίσης παρά τις αναφορές στην ελληνική επικράτεια για τους ειδικευμένους ξυλουργούς στις στέγες με το πέρασμα του χρόνου χάθηκε η τεχνογνωσία και εμφανίστηκε το ξύλο ως εισαγόμενο προϊόν και η αντιγραφή φινλαδικών προτύπων ξύλινων σπιτιών.

3.4 Προστασία και συντήρηση ξύλου

Για την αντιμετώπιση των μειονεκτημάτων του ξύλου είναι αναγκαία η προληπτική δομική και χημική προστασία του ξύλου. Με αυτό τον τρόπο θα παρεμποδιστεί η προσβολή του από μύκητες, έντομα και άλλους μικροοργανισμούς.

3.4.1 Δομική προστασία ξύλου

Η δομική προστασία του ξύλου είναι η προστασία από την υγρασία με καθαρό κατασκευαστικό μέσο. Οι διαστολές παρεμποδίζονται από τεχνητή αποξήρανση της εσωτερικής υγρασίας ώστε να συμφωνεί με την αναμενόμενη υγρασία της έτοιμης κατασκευής. Άλλες διεργασίες που μπορούν να

αποτρέψουν την αύξηση της υγρασίας είναι η εξασφάλιση επαρκούς κυκλοφορίας αέρα σε χώρους εργασίας, αποστράγγιση ελεύθερων τοίχων, στεγάνωση θέσεων σύνδεσης κ.ά.

3.4.2 Χημική προστασία ξύλου

Η χημική προστασία του ξύλου είναι η προστασία από μύκητες και έντομα. Αυτή επιτυγχάνεται με τον εμποτισμό της μάζας του σε διάφορες χημικές ουσίες και τεχνικές ανάλογα με την τελική χρήση του προϊόντος. Οι χημικές ουσίες καθιστούν όχι μόνο βραδύκαυστο το ξύλο αλλά βοηθούν και στη διατήρηση των διαστάσεών του. Με αυτόν τον τρόπο πολλαπλασιάζουμε τη διάρκεια ζωής του.

3.5 Ιστορικό ξύλινων κατασκευών

Το πρώτο υλικό που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος για να κατασκευάσει την κατοικία του ήταν το ξύλο, το οποίο μέχρι σήμερα αποτελεί βασικό στοιχείο δομής σε όλες τις κατασκευές. Για πολλούς αιώνες και σε πολλές περιοχές υπήρξε το πιο διαδεδομένο οικοδομικό υλικό. Το ξύλο έχει μεγάλη εφαρμογή τόσο στη διαμόρφωση των εξωτερικών χώρων ενός σπιτιού όσο και των εσωτερικών χώρων. Εμφανίζεται σε ξύλινες κατοικίες που βρέθηκαν στην Πολωνία και χρονολογούνται περίπου στο 700π.Χ. καθώς επίσης και σε κατασκευές από την αρχαία Ελλάδα μέχρι τη μεσαιωνική Ευρώπη και τη Βενετία. Αυτό υποδηλώνει πως ξύλινες κατασκευές υπάρχουν εδώ και χιλιάδες χρόνια και οι οποίες διασώζονται μέχρι σήμερα. Για χιλιάδες χρόνια το ξύλινο σπίτι αποτελεί τη βασική κατοικία για εκατομμύρια ανθρώπους σε όλον τον κόσμο. Τα ξύλινα σπίτια αποτελούν σχετικά νέο προϊόν για τη χώρα μας, η οποία ως γνωστόν ακολουθεί τις εξελίξεις. Το ξύλο είναι ίσως το πιο παρεξηγημένο υλικό κυρίως ως προς την ανθεκτικότητα, το κόστος και τη συντήρηση. Η εμμονή που έχουμε αναπτύξει με το τσιμέντο και η δυσπιστία προς κάτι καινούριο έχουν στερήσει από τα ξύλινα σπίτια τη θέση που τους αξίζει στην ελληνική αγορά. Δεν είναι τυχαίο, ότι στην Αμερική, τον Καναδά και τις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες πάρα πολλοί είναι εκείνοι που εμπιστεύονται το ξύλο σαν υλικό για το εξοχικό τους αλλά και για τη μόνιμη κατοικία τους.

3.6 Τύποι ξύλινων κατασκευών

3.6.1 Κορμόσπιτα

Η κατασκευή σπιτιών από κορμούς στη Φινλανδία έχει ξεκινήσει πολλούς αιώνες πριν. Οι νομάδες, που ζούσαν στις νότιες ακτές του κόλπου της Φινλανδίας, μετακινήθηκαν προς τα βάρεια στη σημερινή Φινλανδία. Σιγά σιγά δημιουργήθηκε η ανάγκη για κατασκευή μονιμότερης και πιο οργανωμένης κατοικίας. Οι πρώτες κατασκευές χρησιμοποιήθηκαν για κατοικίες, για αποθήκευση ξυλείας και άλλων αγαθών. Η γνώση που είχαν στις ξύλινες κατασκευές βοήθησε στην ανάπτυξη και τη σταδιακή εξέλιξη των κτηρίων από κορμούς. Τα κορμόσπιτα φτιάχνονται με ξύλινους κορμούς οι οποίοι τοποθετούνται ο ένας επάνω στον άλλον και με τον τρόπο αυτόν δημιουργούνται οι εξωτερικοί τοίχοι και τα εσωτερικά χωρίσματα. Ειδικές εγκοπές στις άκρες των κορμών διασφαλίζουν την ένωση των τοίχων μεταξύ τους. Τα κορμόσπιτα είναι ιδιαίτερα δημοφιλή στη Σουηδία, τη Φινλανδία, τη Νορβηγία και τη Ρωσία όπου ευθυτενή και ψηλά κωνοφόρα δέντρα, όπως το πεύκο και το έλατο είναι άμεσα διαθέσιμα. Τα σπίτια από κορμούς δέντρων μεγαλωμένων στην αλπική ζώνη της Φινλανδίας είναι φτιαγμένα με υψηλής ποιότητας υλικά. Τα δέντρα αυτά λόγω του συνεχούς πολικού ψύχους και της σχετικής υψηλής υγρασίας αναπτύσσονται πολύ αργά και έτσι δημιουργούν πολύ συμπαγή μάζα ξύλου.

Εικόνα 7:Κατοικία με οριζόντια τοποθέτηση κορμών (clubs.pathfinder.gr)

3.6.1.1 Τύποι κορμόσπιτων

Υπάρχουν δύο τύποι κορμόσπιτων:

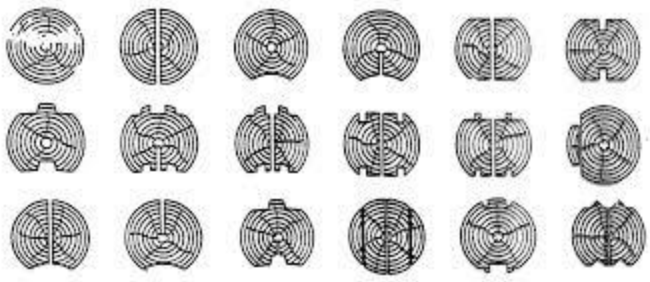
1. Χειροποίητα (Handcrafted): Κατασκευασμένα από κορμούς που έχουν αποφλοιωθεί, αλλά κατά τα άλλα είναι ουσιαστικά αμετάβλητοι από την αρχική μορφή τους ως κορμοί δέντρων.
2. Επεξεργασμένα (Milled): Κατασκευασμένα από κορμούς που έχουν περάσει από μια διαδικασία επεξεργασίας η οποία τους μετατρέπει σε ξύλα ίδια ως προς το μέγεθος και την εμφάνιση.

3.6.1.2 Τύποι επεξεργασμένων κορμών

Οι επεξεργασμένοι κορμοί διακρίνονται στις παρακάτω κύριες κατηγορίες με βάση το σχήμα (προφίλ) τους:

- D-shape logs : Τα D-Logs έχουν πάρει το όνομά τους από την ομοιότητα που έχουν με το κεφαλαίο γράμμα D. Είναι επίπεδοι εσωτερικά με εγκοπή σχήματος V και ελαφρώς στρογγυλεμένοι εξωτερικά.
- Full-round logs: Είναι οι εξ' ολοκλήρου στρογγυλοί κορμοί και χρησιμοποιούνται για την κατασκευή κατοικιών από πολύ παλιά.
- Square logs: Είναι επίπεδοι μέσα και έξω (ορθογωνισμένη διατομή). Τα τελευταία χρόνια, με την εξέλιξη της τεχνολογίας τα spuare logs έχουν εξελιχθεί σε ένα πολύ λειτουργικό προφίλ.
- Swedish Cope logs: Είναι στην ουσία στρογγυλοί κορμοί, με μια εγκοπή στο κάτω μέρος τους που έχει σχήμα μισοφέγγαρου.

Εκτός από το σχήμα, ένας άλλος τρόπος κατηγοριοποίησης είναι, αν πρόκειται για μασίφ (ολόσωμο) ή συγκολλητό κορμό. Ο συγκολλητός κορμός αποτελείται από ξυλοτεμάχια πάχους 4-5cm περίπου, τα οποία είναι κολλημένα μεταξύ τους με ειδικές κόλλες σε ειδικές πρέσες. Η διαμόρφωση του προφίλ του κορμού γίνεται μετά τη συγκόλληση με ειδικά μηχανήματα (φρέζες).



Εικόνα 8:Μορφοποιημένοι κορμοί (www.map-2.com)

3.6.2 Σπίτια από σταυρωτή επικολλητή ξυλεία

Η διαδικασία κατασκευής και η γραφειοκρατία που απαιτείται για ένα προκατασκευασμένο σπίτι δε διαφέρει από τη συμβατική κατοικία. Καταρχάς, απαιτείται η έκδοση οικοδομικής άδειας. Ο μηχανικός θα πρέπει να εξασφαλίσει τοπογραφικό του οικοπέδου, βεβαίωση από την πολεοδομία ότι το οικόπεδο είναι άρτιο και οικοδομήσιμο, κάτοψη του ακινήτου και προϋπολογισμό των έργων.

Πρόκειται για ένα δομικό σύστημα στο οποίο μεγάλα πάνελ αποτελούν τον φέροντα οργανισμό ενός κτιρίου. Αυτή η κατασκευαστική μέθοδος διαθέτει πολλούς οπαδούς στον τομέα των ξύλινων κατασκευών κυρίως στην Αυστρία, τη Γερμανία, και τις ιταλικές περιφέρειες του Νοτίου Τιρόλου και Βένετου. Το υψηλό επίπεδο προκατασκευασμένων στοιχείων και ο εξαιρετικά σύντομος χρόνος κατασκευής των κτιρίων είναι παράγοντες που βελτιστοποιούν αυτήν τη διαδικασία. Τα μέσα μεταφοράς είναι ο μόνος παράγοντας που περιορίζει το μέγεθος των δομικών στοιχείων. Τα πάνελ είναι φτιαγμένα από μεγάλα φύλλα ξύλου που, ανάλογα με τη μέθοδο παραγωγής, είναι τοποθετημένα σε στρώσεις και συγκολλημένα κάθετα μεταξύ τους. Το μέγεθος και η αντοχή του κάθε πάνελ (συμπεριλαμβανομένων των τοίχων και των πλακών), η συναρμολόγηση των επιμέρους πάνελ, οι λεπτομέρειες των ενώσεων, η τοποθέτηση και το πάχος της μόνωσης, καθώς και τα είδη ξύλου που χρησιμοποιούνται, εξαρτώνται από τους διάφορους κατασκευαστές, τις στατικές απαιτήσεις, και τέλος το επιθυμητό αρχιτεκτονικό αποτέλεσμα.

Αν και η τεχνολογία είναι σχετικά νέα, χρησιμοποιείται ευρέως σε όλη την Ευρώπη. Το ψηλότερο κατασκευασμένο κτίριο μέχρι στιγμής είναι ένα εννέα ορόφων κτίριο κατοικιών στο Λονδίνο της Αγγλίας.

Εικόνα 9: Κατοικία τύπου πάνελ (fasthome.wordpress.com)

3.6.3 Κατοικίες με ξύλινους κατακόρυφους στύλους ως φέροντα στοιχεία

Ως φέροντα στοιχεία χρησιμοποιούνται στύλοι ξυλείας χωρίς σφάλματα στρεψοΐνιας και κωνικομορφίας, κυρίως από δασική πεύκη, ερυθρελάτη, ελάτη εμποτισμένοι υπό πίεση με υδατοδιαλυτά άλατα βορίου οι οποίοι τοποθετούνται κατακόρυφα και πακτώνονται στο έδαφος με ειδικό τρόπο θεμελίωσης.

Η διάμετρος των στύλων εξαρτάται από το ύψος της κατοικίας. Για κατοικία ενός ορόφου η διάμετρος του κορμού είναι 11-13cm, για διώροφη κατοικία η διάμετρος κορμού είναι 20-21cm. Η απόσταση μεταξύ των κατακόρυφων στύλων είναι 1.80 έως 3.00m. Το βάθος της θεμελίωσης ποικίλει από 1 έως 2.40m. ανάλογα με το ύψος και το βάρος της κατασκευής.

Επάνω στους στύλους στηρίζεται ολόκληρη η κατασκευή του σπιτιού, (εσωτερικοί-εξωτερικοί τοίχοι, στέγη κλπ.) δηλαδή το κτήριο κρέμεται σε σκελετό από ξύλινες κολώνες.

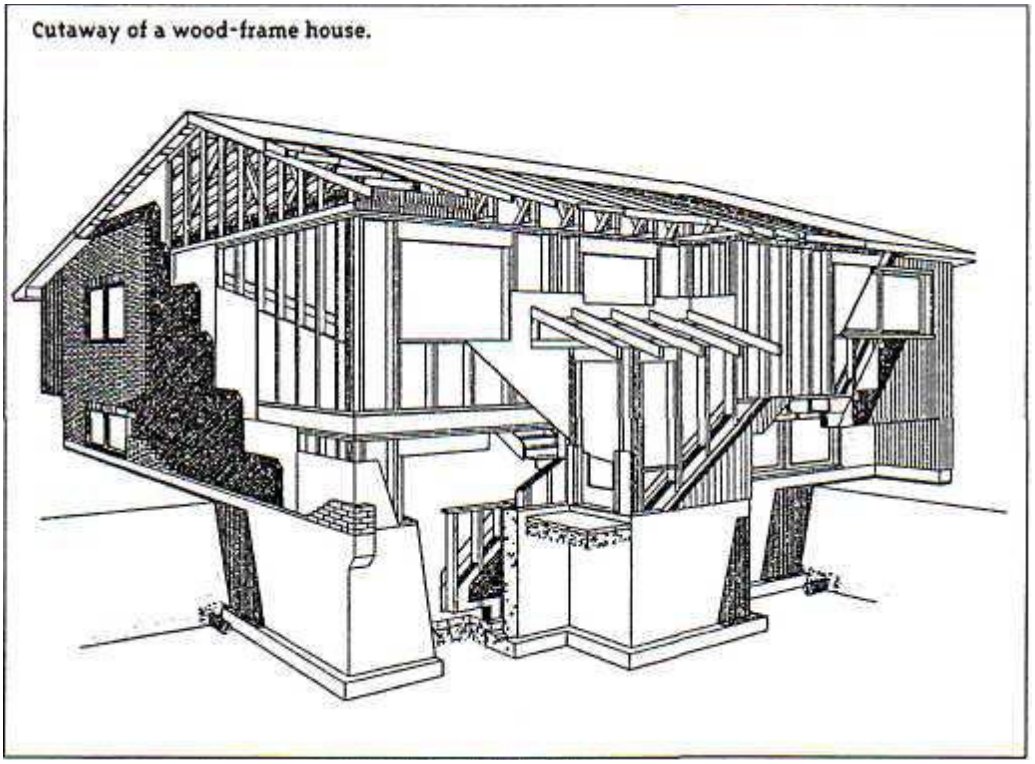
Η σύνδεση μεταξύ των δοκών και των στύλων γίνεται με διαμπερείς οπές στις οποίες τοποθετούνται βλήτρα (μπουλόνια) σε κατάλληλες υποδοχές. Τα ξύλινα πλαίσια, η στέγη και οι τοίχοι συνδέονται με τον ξύλινο σκελετό με ανοξείδωτες ξυλόβιδες και μεταλλικές πλάκες συνδέσεων.

Τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας αυτής είναι το χαμηλό κόστος, η αντοχή στις ακραίες καιρικές συνθήκες και η αντοχή σε σεισμούς. Πέραν αυτού, η εν λόγω κατασκευή προσφέρει μεγάλες δυνατότητες αρχιτεκτονικού σχεδιασμού και ευνοεί τις κατασκευές σε πετρώδη εδάφη, λόφους, πλαγιές, παραθαλάσσια μέρη.

Εικόνα 10:Σύγχρονη ξύλινη κατοικία με φέροντα σκελετό από κατακόρυφα στοιχεία ξύλινων εμποτισμένων στύλων (slideplayer.gr/slide/1944964)

3.6.4 Σπίτια από ελαφρύ ξύλινο σκελετό

Η τεχνολογία του ελαφρού ξύλινου σκελετού είναι ευρέως διαδεδομένη και δοκιμασμένη για πολλές δεκαετίες. Η θεμελίωση γίνεται συνήθως με την κατασκευή μιας πλάκας από οπλισμένο σκυρόδεμα. Ο ξύλινος σκελετός των εξωτερικών τοίχων αποτελείται από κατακόρυφους ορθοστάτες με διατομή τουλάχιστον 5*10 cm, οι οποίοι τοποθετούνται σε διαστήματα ανά 40 έως 60cm(κέντρο από κέντρο). Οι ορθοστάτες αποτελούν τα κατακόρυφα στοιχεία των πλαισίων του σκελετού και στερεώνονται στα άκρα τους με οριζόντια στοιχεία ίδιας διατομής, ενώ δένονται οριζόντια με τραβέρσες ίδιας διατομής ανά 60cm. Η κάθε πλευρά των εξωτερικών και των εσωτερικών τοίχων μπορεί να αποτελείται από δύο, τρία ή και περισσότερα πλαίσια σκελετού ανάλογα με το μήκος της κάθε πλευράς.



Εικόνα 11:Κατοικία από ελαφρύ ξύλινο σκελετό (www.ecoteco.ru)

Τα πλαίσια του σκελετού στερεώνονται στο κάτω μέρος τους κατά τη διάρκεια του στησίματος του σκελετού, επάνω σε ξύλινους στρωτήρες διατομής τουλάχιστον 5*10cm, οι οποίοι πακτώνονται στη βάση από μπετόν περιμετρικά με αγκυρόβιδες υψηλής αντοχής, οι οποίες τοποθετούνται ανά 1m μεταξύ τους. Τα πλαίσια κάθε πλευράς στερεώνονται στην πάνω πλευρά τους κατά το στήσιμο με ξύλινους δοκούς (στρωτήρες) διατομής τουλάχιστον 5*10cm, ώστε να εξασφαλίζεται αντοχή και περιμετρικό δέσιμο όλου του σκελετού. Χρησιμοποιείται πριστή ξυλεία κωνοφόρων, πεύκης, ελάτης, ερυθρελάτης, ψευδοτσούγκας, λάρικας. Η εξωτερική επικάλυψη αποτελείται από σανίδες τύπου ραμποτέ από πεύκη, ψευδοτσούγκα ή αντικολλητά εξωτερικής χρήσεως από ανθεκτικά είδη. Μπορεί επίσης να είναι εμποτισμένα υπό πίεση με υδατοδιαλυτά συντηρητικά αλάτων χαλκού, βορίου και με αντιπυρικές ουσίες που το καθιστούν βραδύκαυστο υλικό. Όλα τα ξύλινα στοιχεία τα οποία παοτελούν την κατασκευή της κατοικίας συνδέονται μεταξύ τους με καρφιά, αγκυροβίδες, ξυλόβιδες, ηλωφόρες μεταλλικές πλάκες και λάμες συνδέσεων, τα οποία πρέπει να είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές, για να έχουν μεγάλη αντοχή.

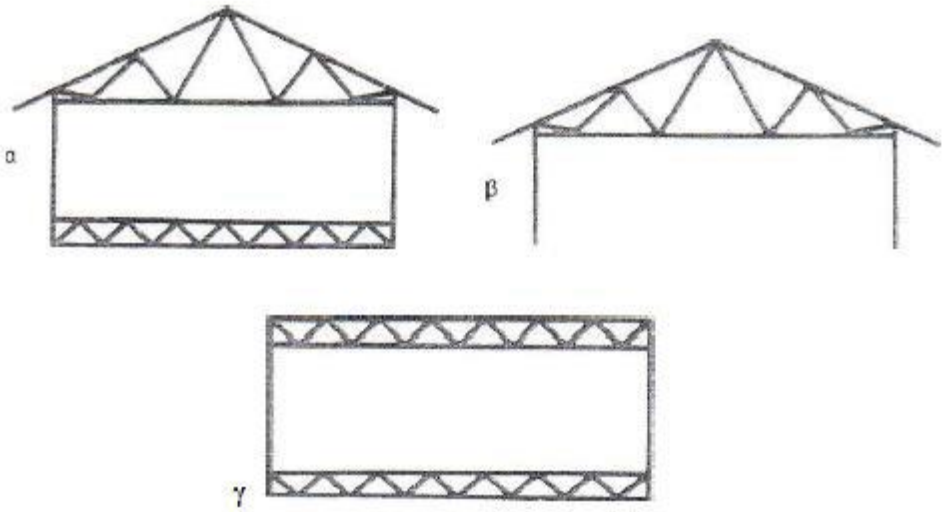
3.6.5 Κατοικίες με σκελετό τύπου << Truss Framed System>>

Στον τύπο αυτόν ο σκελετός της κατοικίας αποτελείται από ολόσωμα πλαίσια, το καθένα από τα οποία περιλαμβάνει μια δικτυωτή δοκό σκελετού πατώματος, δύο κοινούς ορθοστάτες εξωτερικών τοίχων και ένα ζευκτό στέγης. Δηλαδή, όλη η εγκάρσια τομή του φέροντος σκελετού του πατώματος, των εξωτερικών τοίχων και της στέγης είναι δεμένη σε μια κατασκευαστική μονάδα.

Η τεχνολογία αυτή παρουσιάζει τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- Εξασφαλίζεται κατασκευαστική συνοχή από τα θεμέλια έως την οροφή και αντιμετωπίζονται προβλήματα συνδέσεων.

- Επιτυγχάνεται χαμηλό κόστος και ταχύτητα κατασκευής και εγκατάστασης.
- Χρησιμοποιείται έως και 30% μειωμένη ποσότητα ξυλείας σε σχέση με άλλες προκατασκευές.
- Αποφεύγονται οι κολώνες, οι δοκοί και οι φέροντες εσωτερικοί τοίχοι.



Εικόνα 12: Τρεις τύποι ολόσωμων πλαισίων για σκελετούς T.F.S α) Ολόσωμο πλαίσιο σκελετού, β) Πλαίσιο σκελετού οροφής και τοίχου, γ) Πλαίσιο σκελετού δύο πατωμάτων και τοίχων.

3.6.6 Κατοικίες από μπαμπού (Bamboo)

Σε πολλές περιοχές το μπαμπού χρησιμοποιείται όπως το ξύλο για κατασκευές σπιτιών, καλαθιών, επίπλων, νημάτων, χαρτιού, καυσίμων και αναρίθμητων μικρών αντικειμένων.

Επίσης χρησιμοποιείται εδώ και πολύ καιρό για διακοσμητικούς σκοπούς στους κήπους αλλά και στην τέχνη. Υπάρχουν πάνω από 1000 είδη μπαμπού. Το πιο κοινό είδος είναι το Bambusa arundinacea και το μεγαλύτερο είδος είναι το Dendrocalamus Gigantus. Σε μερικά δέντρα το ύψος φτάνει τα 35m με διάμετρο 13cm. Στύλοι μπαμπού μεγάλης διατομής είναι 2-3 φορές ισχυρότεροι από το συγκρίσιμο μέγεθος πριστής ξυλείας. Το μπαμπού μπορεί να συγκομιστεί σε 7 έτη, όταν ακόμα και η λεύκη, που είναι από τα πλέον ταχυαυξή, υλοτομείται στα 10 έτη ενώ η πεύκη στα 20 έτη και πάνω. Τα δάση από μπαμπού μπορεί να υλοτομούνται σε ετήσια βάση χωρίς να υποβαθμίζεται το περιβάλλον, αρκεί να τηρούνται οι αρχές αειφορικής διαχείρισης. Το μπαμπού ανταγωνίζεται σε αντοχή τις ξύλινες κατασκευές γιατί είναι ελαστικό, ανθεκτικό και μακράς διάρκειας.

Εικόνα 13:Προκατασκευασμένη κατοικία από μπαμπού (www.kounouvelis.gr)

Μια σημαντική εφαρμογή των μπαμπού είναι τα προκατασκευασμένα σπίτια. Τα πλαίσια τοιχωμάτων, τα πατώματα, οι οροφές, τα γραφεία, οι πόρτες, τα κρεβάτια μπορούν όλα να γίνουν από το μπαμπού. Οι τοίχοι της κατοικίας αποτελούνται από στύλους μπαμπού, οι οποίοι τοποθετούνται ως ορθοστάτες ανά 1-2m απόσταση μεταξύ τους και από ειδικά διαμορφωμένα πάνελ.

Εικόνα 14:Κατασκευή των πάνελ (www.kounouvelis.gr)

Οι στύλοι από μπαμπού ταξινομούνται ποιοτικά, ευθυγραμμίζονται, καθαρίζονται και αλείφονται με άμμο. Επιλέγονται οι καλύτεροι στύλοι μπαμπού, οι οποίοι εμποτίζονται σε κενό υπό πίεση με υδατοδιαλυτά άλατα βορίου που τους καθιστούν ανθεκτικούς στις προσβολές μυκήτων και εντόμων. Η τελική διαδικασία είναι ξήρανση και επάλειψη με ακρυλικό βερνίκι εξωτερικής χρήσεως.

Εικόνα 15:Ταξινόμηση και καθαρισμός των κορμιδιών μπαμπού (www.kounouvelis.gr)

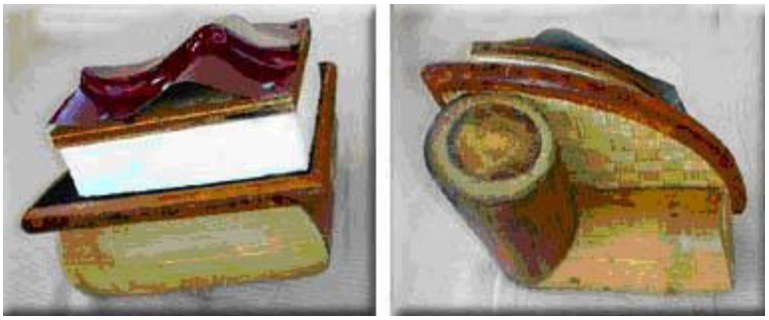
Εικόνα 16:Εμποτισμός σε κενό υπό πίεση με υδατοδιαλυτά άλατα βορίου (ww.kounouvelis.gr)

Εικόνα 17:Επίστρωση μυκητοκτόνου και φυσική ξήρανση (www.kounouvelis.gr)

Για όλες τις συνδέσεις σκελετού, στέγης και θεμελίωσης χρησιμοποιούνται ενισχυμένες χαλύβδινες πλάκες που συνδέονται με μπουλόνια, για να αποκτήσει η όλη κατασκευή αντοχή σε τυφώνες, σεισμούς.

Εικόνα 18: Συνδέσεις με ενισχυμένες χαλύβδινες πλάκες και μπουλόνια (www.kounouvelis.gr)

Για τη στέγη κατασκευάζονται πάνελ 3 στρώσεων από κόντρα πλακέ



Εικόνα 19:Κατασκευαστικό σάντουιτς στέγης (α) από μπαμπού με μόνωση και κόντρα πλακέ και ταβανιού (β) (www.kounouvelis.gr)

α) β)

Ο σκελετός της στέγης αποτελείται επίσης από στύλους μπαμπού και επικαλύπτεται από ειδικό πάνελ στέγης 3 στρώσεων (κόντρα πλακέ-μόνωση-κόντρα πλακέ). Ειδικό πάνελ 3 στρώσεων χρησιμοποιείται και για το ταβάνι.

Η τοιχοποιία αποτελείται από σάντουιτς 3 στρώσεων (κόντα πλακέ-μόνωση-κόντρα πλακέ ή επιφάνεια μπαμπού) και στερεώνεται, είτε έξω από τους ορθοστάτες των μπαμπού, είτε εσωτερικά συμπεριλαμβάνοντας κι αυτούς.

Εικόνα 20:Τοιχοποιίας κατοικίας από μπαμπού α) το πάνελ τοιχοποιίας 3 στρώσεων στερεώνεται έξω από τους ορθοστάτες μπαμπού, β) οι ορθοστάτες εσωκλείονται στο πάνελ τοιχοποιίας. (www.kounouvelis.gr)

3.7 Ξύλινες κατασκευές στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα δεν υπάρχει αναπτυγμένο πεδίο υποστήριξης της ξύλινης κατασκευής, ούτε σε μελετητικό επίπεδο ούτε σε βιοτεχνικό, βιομηχανικό, τεχνολογικό και εργατοϋπαλληλικό. Επαναλαμβανόμενα συμβάντα αναφέρονται, κυρίως από παλιννοστούντες ομογενείς που ζητούν επίμονα ξύλινες κατασκευές έως ξύλινα κτίρια και δέχονται συμβουλές και οδηγίες από αρχιτέκτονες, μηχανικούς και κατασκευαστές, πόσο πιο σωστό και ασφαλές είναι να μιμηθούν την ξύλινη κατασκευή με οπλισμένο σκυρόδεμα ή έστω, εν ανάγκη, χάλυβα! Ας μην ξεχνιέται, εξάλλου, το γεγονός ότι η ξύλινη στέγη του κτίσματος του Πρωτάτου στις Καρυές του Αγίου Όρους με τα ανεκτίμητα, μοναδικά φρέσκα του Πανσέληνου υποκαταστάθηκε από μια μίμηση στέγης με οπλισμένο σκυρόδεμα βάζοντας σε σοβαρό κίνδυνο το μνημείο και αυτή τη στιγμή γίνεται προσπάθεια αποκατάστασής της. Το ίδιο συνέβη στην αποκατάσταση της Τράπεζας στην Ιερό Μονή του Οσίου Λουκά. Δεν υπάρχει τεχνογνωσία. Πολύ λίγοι μελετητές και, αντίστοιχα, λίγοι κατασκευαστές έχουν εξειδικευτεί και εξοπλιστεί για την πραγμάτωση (σε επίπεδο μελέτης ή και κατασκευής) ενός δομικού έργου με ξύλινα στοιχεία. Εδώ δεν πρέπει να αναφερθεί ότι πράγματι η ενασχόληση με τη μελέτη κυρίως, αλλά και με την εκτέλεση μιας σοβαρού επιπέδου και μεγέθους ξύλινης κατασκευής παρουσιάζει κάποια χαρακτηριστικά διαφοροποίησης από την αντίστοιχη δραστηριότητα που αφορά μια συμβατική κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα, οπτοπλινθοδομή και σοβά. Η επικρατήσασα στη συμβατική κατασκευή συνήθεια ο Αρχιτέκτων, μόνος, να συνθέτει λειτουργικές κατόψεις, όγκους και προσόψεις, χωρίς ιδιαίτερη ενασχόληση με τους φορείς, τις συνδέσεις, τις εγκαταστάσεις και γενικότερο τη λεπτομέρεια του δομήματος και αργότερα να παραδίδει προαποφασισθέν σύνολο στον Πολιτικό Μηχανικό και Μηχανολόγο για τυπική επίλυση υποστυλώματος — δοκού — πλάκας και εντός της οπτοπλινθοδομής εγκαταστάσεων, δεν μπορεί να ισχύει πλέον. Ούτε υπάρχει κάποιο επίχρισμα να καλύψει όλες τις ατέλειες, ελλείψεις, διορθώσεις και συναρμογές. Στην ξύλινη κατασκευή συνήθως ο φορέας είναι και η τελική εμφάνιση εαυτού και του δομήματος. Και ο ξύλινος φορέας δεν εξυπακούεται (όπως ένα τυπικά σύστημα δοκού — πλάκας — υποστυλώματος οπλισμένου σκυροδέματος), αλλά σχεδιάζεται, εκάστοτε, ανάλογα με την απαίτηση, την έμπνευση, την απαιτούμενη αισθητική κλπ. Και αντίστοιχα διαφοροποιούνται οι εκάστοτε προτεινόμενες λεπτομέρειες συνδεσμολογίας, μονώσεων επικαλύψεων κ.λπ. Γίνεται δε προφανές ότι η όλη υπόσταση, μορφολογία και λεπτομερειακή επεξεργασία του έργου εξαρτάται από τις πιο πάνω αποφάσεις που δεν μπορούν παρά να έχουν αποφασισθεί από τα αρχικά στάδια των μελετών, τόσο του αρχιτέκτονα, όσο και του πολιτικού

μηχανικού (συχνότατα δε και του μηχανολόγου) σε στενή συνεργασία μεταξύ των. Τυπικά επαναλαμβανόμενα και αναφερόμενα παραδείγματα, όπου ο μελετητής προσκομίζει στον κατασκευαστή ή και παραγωγό ξύλινων στοιχείων, σκαριφήματα προθέσεων για μια ξύλινη κατασκευή αναμένοντας τη λύση, τονίζουν την επικρατούσα σύγχυση και παρεξήγηση. Υπάρχει σύγχυση ως προς την κλίμακα της ξύλινης κατασκευής με τη μακρόχρονη αποστασιοποίηση από την ξύλινη φέρουσα κατασκευή είναι φυσικό να έχει χαθεί η αίσθηση της κλίμακας, ως προς τις ικανότητες των διατομών, ως προς τα χαρακτηριστικά των διαφόρων φορέων, ως προς τις ιδιότητες της εκάστοτε πρέπουσας επεξεργασίας, ως προς τη λεπτομέρεια και τέλος ως προς τον αναγκαίο βαθμό της ακρίβειας στο σχεδιασμό και την πραγμάτωση της, όπου ένα λάθος αποκοπής ή διάτρησης, π.χ. ενός φορέα, δύσκολα αναστρέφεται. Δεν αμείβεται επαρκώς η μελέτη της ξύλινης κατασκευής με τη γενικότερη καθιερωμένη τάξη αμοιβών των μελετητών στη συμβατική κατασκευή και με τις επιπρόσθετες εκπτώσεις που η αγορά συχνά επιβάλλει, είναι αδύνατον να καλυφθεί η πλέον προσεκτική και διευρυμένη εργασία που απαιτείται για ένα πλήρες σύνολο μελετών που απαιτούνται για την κατασκευή ενός σύγχρονου έργου μεσαίας ή μεγάλης κλίμακας από ξύλο. Συνέπεια αυτής της διαπίστωσης είναι ότι μετά την έλλειψη προτύπων και εμπειρίας, την αδυναμία της υποστήριξης από την αγορά, την περιορισμένη τεχνογνωσία, η χαμηλή αμοιβή είναι ένας τελικός, καθοριστικός παράγων που ωθεί τον, έστω και κατ' αρχήν ενθουσιώδη μελετητή, να σκεφθεί δεύτερη φορά, εάν πρέπει να αναλάβει τον κόπο και την ευθύνη μιας τέτοιας μελέτης. Δεν υπάρχει αρκετή υποστήριξη από τους αντίστοιχους εκπαιδευτικούς φορείς. Η ξύλινη κατασκευή δεν διδάσκεται ή διδάσκεται ελάχιστα στα ελληνικά ανώτατα τεχνολογικά εκπαιδευτικά ιδρύματα.

Ήδη η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει σε ισχύ νέους, σύγχρονους ενιαίους δομικούς κανονισμούς της, τους Ευρωκώδικες. Ο Ευρωκώδικας 5 στο Πρώτο Μέρος του ορίζει τους κανονισμούς για το Σχεδιασμό (Design) των ξύλινων κατασκευών, ενώ στο Δεύτερο Μέρος του τους κανονισμούς για την Πυρασφαλή Ξύλινη Κατασκευή. 'Ενα μεγάλο πλήθος Ευρωπαϊκών Προτύπων στηρίζει τους Ευρωκώδικες αυτούς. Οι Έλληνες Μελετητές μπορούν και πρέπει έγκαιρα να ενημερωθούν και να εγκλιματισθούν μέσω προσωπικής προσπάθειας, βοηθημάτων, σεμιναρίων κ.λπ. με το πεδίο της ξύλινης κατασκευής, όπως ήδη έχει γίνει, π.χ., στη γειτονική Ιταλία. Μια άλλη όμως σπουδαία περιοχή εφαρμογών ξύλινων κατασκευών που πρέπει να αναφερθεί είναι εκείνη που αφορά την ενασχόληση με τις επεμβάσεις, αποκαταστάσεις και ενισχύσεις των πολλών, συχνά μοναδικών ιστορικών κατασκευών από ξύλο. Σε άλλες Ευρωπαϊκές Χώρες, όπως π.χ. Γαλλία, Ιταλία, Σκανδιναβικές Χώρες, Αγγλία, ιδιαίτερες σχολές συντηρούν και αναπτύσσουν την τεχνογνωσία γύρω από το αντικείμενο αυτό. Με αυτόν τον τρόπο συμβάλουν ουσιαστικά στην προσπάθεια διατήρησης και συντήρησης της πολύτιμης πολιτιστικής κληρονομιάς εκάστης χώρας, της Ευρώπης γενικότερα και του Κόσμου ολόκληρου. Στην Ελλάδα (ελάχιστα στοιχεία σε σύγκριση με τον αντίστοιχο πλούτο της παράδοσης και εμπειρίας) στην όλη μεγάλη προσπάθεια αναγνώρισης, κατανόησης και συντήρησης των ιστορικών κατασκευών αφορούν την ξύλινη κατασκευή. Στα επόμενα χρόνια η ανάγκη ανάπτυξης του Τομέα της σύγχρονης ή και ιστορικής ξύλινης κατασκευής θα αναγνωρισθεί από το πλατύ επιστημονικό και άλλο τεχνικό κοινό με αντίστοιχη, ισάξια και ισότιμη ως προς, π.χ., τη φέρουσα λιθοδομή ή το οπλισμένο σκυρόδεμα, δραστηριότητα.

Σήμερα, τα πράγματα έχουν λίγο αλλάξει. Ο κλάδος των ξύλινων κατασκευών είναι πιο δραστήριος και αποτελεσματικός παρά τον αθέμιτο ανταγωνισμό, που δέχεται από τα οργανωμένα συμφέροντα των ανταγωνιστών υλικών αλουμινίου, μετάλλου και πλαστικών. Η ζήτηση ξύλινων

κατασκευών είναι στατιστικά λίγο μεγαλύτερη από τα προηγούμενα χρόνια. Αυτό που κυρίως έχει αλλάξει είναι ο σκοπός ζήτησης μιας ξύλινης κατασκευής. Ο σημερινός καταναλωτής είναι πιο ενημερωμένος όσον αφορά στις κατασκευές γενικότερα. Έτσι σήμερα κάποιος θα αγοράσει μια ξύλινη κατοικία λόγω της αντισεισμικής συμπεριφοράς της, του βιώσιμου και οικολογικού χαρακτήρα της, της ταχύτητας κατασκευής και της οικονομικότερης λύσης που τελικά προσφέρει βραχυπρόθεσμα αλλά και μακροπρόθεσμα λόγω της καλής μόνωσης που παρέχει και της αντίστοιχης εξοικονόμησης ενέργειας.

Μεγάλη ζήτηση έχουν οι κατασκευές με Timber frame όπου υπάρχουν εδώ και αρκετά χρόνια στην Ελλάδα. Με την άφιξη των προσφύγων την περίοδο 1922-1954 και με τους ισχυρούς σεισμούς την δεκαετία του ’50 αναπτύχθηκαν κατασκευές από ξύλο, αλλά πάντα σε επίπεδο κατοικίας. Τα Timber Frame ξεκίνησαν ως πιο οργανωμένη δόμηση την δεκαετία του ’60 όπου βλέπουμε τις πρώτες εταιρίες να ανθίζουν λόγω της μεγάλης ζήτησης που είχε η κατασκευή ως εξοχική κατοικία. Στις αρχές του 2000 βλέπουμε και την πρώτη εκβιομηχανοποίηση του προϊόντος από την ελληνική εταιρία την Νικ. Κοφινας- Μιχ. Κοφινάς που ιδρύθηκε στις αρχές του ΄70. Κατασκευάζοντας ολόκληρα τοιχοπετάσματα στο εργοστάσιο επιτυγχάνεται απόλυτη ακρίβεια της κατασκευής και ταχύτητα ολοκλήρωσής της.

Εικόνα 21:(www.kofinas.gr) Στάδια κατασκευής

1. Καλούπωμα βάσης 2. Γέμισμα βάσης

3. Τοποθέτηση στρωτήρων 4. Τοποθέτηση τοίχων

5. Βίδωμα τοιχοποιίας με τον στρωτήρα και μεταξύ τους 6. Τοποθέτηση τοιχίων στέγης για την καλύτερη εφαρμογή της

7. Κατασκευή στέγης 8. Στήριξη δοκαριών στέγης

9. Τοποθέτηση ηλεκτολογικών εγκαταστάσεων 10. Τοποθέτηση υδραυλικών εγκαταστάσεων

3.8 Περί κατεδαφίσεων

Ως κατεδάφιση ορίζεται η διαδικασία κατά την οποία μία κατασκευή κρημνίζεται εν μέρει ή εν όλο με μηχανικά ή άλλα μέσα. Η ολική ή μερική κατεδάφιση μιας κατασκευής είναι η έκβαση πολλών και διαφορετικών αιτιών. Η φθορά, η γήρανση μιας κατασκευής ή ένας σεισμός, συνθήκες που δημιουργούν σοβαρές βλάβες (τοπικές ή γενικευμένες), φέρνει τους μμηχανικούς στο δίλλημα, επισκευή ή κατεδάφιση; Η πιθανή λήψη μέτρων απέναντι στην επικινδυνότητα ενός κτηρίου επιλέγεται σύμφωνα με οικονομικά, δομικά, νομικά κριτήρια αλλά και επίσης σύμφωνα με την ηλικία του εν λόγω κτηρίου. Η κάλυψη κοινωνικών αναγκών μπορεί επίσης να συμβάλλει στην απόφαση κατεδάφισης, όταν χρειαστεί να ανοικοδομηθούν δημόσια κτήρια όπως νοσοκομεία ή σχολεία. Οι τρόποι εκτέλεσής της είναι αρκετοί και εξαρτώνται από τον τύπο της κατασκευής και τη θέση των επιμέρους στοιχείων της.

Κατά την κατεδάφιση θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω στοιχεία.

1. Λήψη όλων των μέτρων που απαιτούνται για την ασφάλεια των εργαζομένων, των διερχομένων και των περιοίκων.
2. Λήψη όλων των μέτρων που απαιτούνται για την προστασία των όμορων κατασκευών και των δικτύων παροχών κοινής ωφελείας.
3. Μείωση των δαπανών και των άσκοπων ενεργειών κατά την κατεδάφιση.
4. Προστασία του περιβάλλοντος από την ρύπανση, τον θόρυβο και την εκπομπή επικίνδυνων ουσιών.
5. Ελαχιστοποίηση της όχλησης των περίοικων και των διερχομένων.
6. Οικονομία και πράσινη προσέγγιση μέσω της επαναχρησιμοποίησης των στοιχείων του προς κατεδάφιση κτιρίου.

3.8.1 Μέθοδοι κατεδάφισης

Μία κατεδάφιση ολική ή μερική λαμβάνει χώρα για τους εξής λόγους

1. Ανοικοδόμηση νέου κτιρίου στη θέση του παλαιού.
2. Αυθαίρετη δόμηση
3. Ρυμοτόμηση
4. Αλλαγή χρήσης - διαρρύθμισης.

Ανάλογα με την κάθε περίπτωση που είναι ξεχωριστή επιλέγεται μία ή σύνθεση παραπάνω της μίας, μεθοδολογιών κατεδάφισης.

1. Με την χρήση ικριωμάτων και εργαλείων χειρός
2. Με μηχανήματα

3. Καύση με φλόγα αερίου (μεταλλικές κατασκευές)
4. Με εκρηκτικά
5. Διογκούμενα υλικά διάσπασης (αθόρυβα εκρηκτικά)
6. Με υδροκοπή

3.8.1.1 Μέθοδος κατεδάφισης με ικριώματα και εργαλεία χειρός

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται από αρχαιοτάτων χρόνων καθώς είναι απλή και απαιτεί τη χρήση συμβατικών εργαλείων χειρός διάφορων διαστάσεων και μεγεθών. Τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται είναι κυρίως βαριοπούλες, σφυριά, λοστοί, κομπρεσέρ, αξίνες κτλ. Η μέθοδος αυτή απαιτεί μεγάλο αριθμό απασχολούμενου προσωπικού το οποίο θα πρέπει να διαθέτει εμπειρία στις εργασίες κατεδαφίσεων και θα πρέπει να έχει ενημερωθεί πλήρως για τα προβλεπόμενα μέτρα ασφαλείας και το πρόγραμμα εκτέλεσης των εργασιών. Απαραίτητη είναι η τοποθέτηση ικριωμάτων από τους εργαζομένους. Κατασκευάζονται κατά το εξωτερικό περίγραμμα του στοιχείου που είναι προς κατεδάφιση είτε οριζόντιο είτε κατακόρυφο. Αν και η διαδικασία είναι χρονοβόρα προσφέρει το πλεονέκτημα της ακριβούς κατεδάφισης των μελών και συνεπώς μεγαλύτερη δυνατότητα για επαναχρησιμοποίηση ή ανακύκλωση αυτών όπως επίσης σημαντική παράμετρος είναι ότι πάραγει το μικρότερο ανθρακικό αποτύπωμα σε σύγκριση με τις άλλες μεθόδους.

Λόγω των μικρών δυνατοτήτων των εργαλείων χειρός η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται συνηθέστερα σε τμηματική ή μερική κατεδάφιση κατασκευών. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και σε ολικές κατεδαφίσεις κτιρίων περιορισμένου αριθμού ορόφων μη εκτεταμένης κάτοψης.

3.8.1.2 Μέθοδος κατεδάφισης με μηχανήματα

Οι κατεδαφίσεις με μηχανικά μέσα είναι από τις πιο διαδεδομένες και συνηθέστερες μεθόδους κατεδάφισης κατασκευών. Κι αυτό διότι τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται δεν χρειάζονται κάποια εξειδίκευση με αποτέλεσμα να γίνεται ακόμα πιο προσιτή μέθοδος.

Για την κατεδάφιση της πλειονότητας των κατασκευών στην Ελλάδα, χρησιμοποιούνται μηχανικά μέσα. Τέτοια είναι γερανοί με αρπαγή, γερανοί με μπάλα, εκσκαφείς (bulldozers), μηχανικές σφύρες (σφυριά), τσάπες, φορτωτές.

Η χρήση των παραπάνω μηχανικών μέσων θα πρέπει να γίνεται ύστερα από τήρηση των παρακάτω οδηγιών.

1. Κανένα στοιχείο της κατασκευής δεν κατεδαφίζεται με μηχανικά μέσα όταν αυτό βρίσκεται σε ύψος που είναι μεγαλύτερο κατά 4 φορές από την ελάχιστη απόσταση που είναι ελεύθερη για τη διέλευση πεζών.
2. Τα σημεία του οικοπέδου που προβλέπονται για την θέση στάθμευσης, η θέση εργασίας των μηχανικών μέσων, θα πρέπει να ελέγχονται αν είναι σημεία υπόγειων πηγαδιών, βόθρων κλπ και να αποφεύγονται.

3. Ειδική μέριμνα θα πρέπει να λαμβάνεται όταν τα μηχανήματα και οι βραχίονες αυτών βρίσκονται κοντά σε ηλεκτρικά καλώδια.

4. Η λειτουργία των μηχανημάτων δεν θα πρέπει να προκαλέσει βλάβες σε γειτονικά κτίσματα, λόγω κραδασμών, αλλιώς θα πρέπει να λαμβάνεται ειδική μέριμνα.

3.8.1.2.1 Υδραυλική κρουστική σφύρα

Αποτελεί μια από τις πιο απλούστερες και πιο συνηθισμένες μεθόδους καθαίρεσης στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος. Οι σφύρες κατατάσσονται ανάλογα με το βάρος τους, τη δυναμικότητα της κρούσης τους σε Joyle, τη συχνότητα των κρούσεων ανά λεπτό και τις διαστάσεις του κοπτικού τους εργαλείου.

Η καθαίρεση επιτελείται είτε με τη σταδιακή απότμηση/απομείωση-καταστροφή, είτε με τη δημιουργία ασθενών ζωνών, που επιτρέπουν τη θραύση με έλξη ή ώθηση. Η μέθοδος αντενδείκνυται για καθαρές τομές καθώς και για περιβάλλον ευαίσθητο σε κραδασμούς και σε θόρυβο.

Αποτελούνται από τροχό με κοπτικά στοιχεία από καρβίδια ή/και βιομηχανικά διαμάντια. Προσαρμόζονται σε τροχοφόρο σύστημα κύλισης για τομές δαπέδων ή σε σύστημα οδηγών(ράγες) για τομές κατακόρυφων τοιχίων. Η παραγόμενη σκόνη περιορίζεται με τοπικό καταιονισμό νερού.

Εικόνα 22:Υδραυλική κρουστική σφύρα (www.bambam.gr)

3.8.1.2.2 Υδραυλική σιαγώνα

Η τεχνική είναι αυξημένης ακρίβειας και ενδείκνυται σε δυσπρόσιτες από ογκώδη μηχανήματα περιοχές. Δημιουργεί καθαρές και ακριβούς γεωμετρίας τομές στα στοιχεία και επηρεάζει ελάχιστα την υπόλοιπη κατασκευή. Δεν ενδείκνυται για τη μετάθραυση ήδη αποκομμένων στοιχείων.

Πρόκειται για υδραυλικές εξαρτήσεις που εφαρμόζονται σε φορείς εκσκαφέων. Η διάταξη αποτελείται από συρματόσχοινο ενισχυμένο με τεχνητά διαμάντια, το οποίο σχηματίζει κλειστό βρόχο μέσω συστήματος τροχαλιών. Αρχικά ανοίγεται οπή για τη διέλευση του αδαμαντοσύρματος και κατόπιν ακολουθεί η εργασία κοπής. Είναι υψηλής απόδοσης αλλά παρουσιάζουν αυξημένες φθορές στις σιαγώνες. Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στον χειρισμό γιατί τυχόν θραύση του συρματόσχοινου μπορεί να προκαλέσει σοβαρότατους τραυματισμούς.

Υπάρχουν διάφορα είδη και σχηματισμοί σαγονιών τα οποία συνδυάζονται στο ίδιο όχημα με εκσκαφείς για πληρότητα λειτουργιών και εξοικονόμηση χρημάτων και βελτίωση του χρόνου για την ολοκλήρωση των διαδικασιών. Τα περισσότερα σύγχρονα μηχανήματα διαθέτουν ειδικά δόντια κοπής μετάλλου και θρυμματισμού , περιστρέφονται 360° και παραγωγή περί του 80tons/h.

Η επιλογή της κατάλληλης σιαγώνας έχει να κάνει αρχικά με την γεωμετρία του κατεδαφισθέντος κτίσματος όπως το ύψος και εμβαδό κάτοψης και από το υλικό ανάλογα με το αν θέλουμε να ανακυκλώσουμε και να κατηγοριοποιήσουμε τα ΑΕΚΚ. Τέλος για την επιλογή της κατάλληλης σιαγώνας θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και το μέγεθος του εκσκαφέα και του φορτηγού αυτοκινήτου για να υπάρχει αντιστοιχία οχημάτων.

Εικόνα 23:Υδραυλική σιαγώνα (www.spatharas.eu)

3.8.1.2.3 Δισκοπρίονο

Η μέθοδος αυτή είναι μικρότερης κλίμακας και εφαρμόζεται κυρίως στην τμηματική κατάργηση μιας κατασκευής. Βρίσκει εφαρμογή στην κοπή τμημάτων τοιχοποιίας και σκυροδέματος (οπλισμένου ή άοπλου) στην οποία υπάρχουν αυξημένες απαιτήσεις ακρίβειας. Αποτελούνται από τροχό με κοπτικά στοιχεία από καρβίδια ή/και βιομηχανικά διαμάντια. Προσαρμόζονται σε τροχοφόρο σύστημα κύλισης

για τομές δαπέδων ή σε σύστημα οδηγών(ράγες) για τομές κατακόρυφων τοιχίων. Η παραγόμενη σκόνη περιορίζεται με τοπικό καταιονισμό νερού.

Υπάρχουν 3 βασικοί τύποι όπου ανάλογα με την εργασία κάθε φορά επιλέγεται ο κατάλληλος.

Εικόνα 24:Δισκοπρίονο χειρός (www.skroutz.gr)

Εικόνα 25: Δισκοπρίονο επί οδηγών (www.skroutz.gr)

Εικόνα 26: Δισκοπρίονο επί τροχών (skroutz.gr)

3.8.1.2.4 Αιωρούμενο βάρος

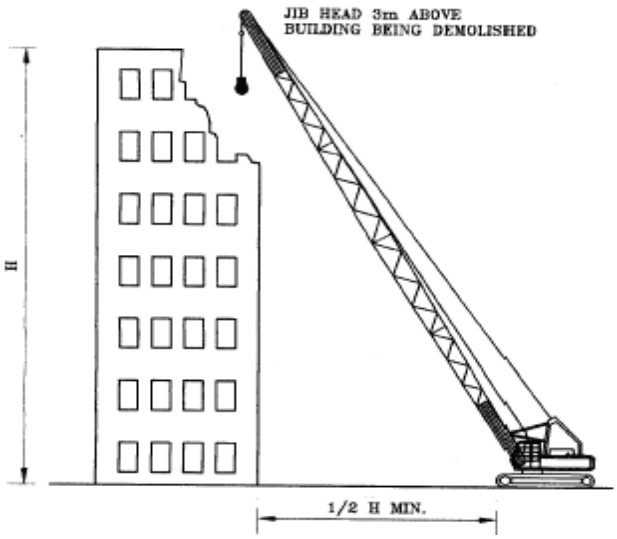
Η εφαρμογή της μεθόδου του αιωρούμενου βάρους κατά κανόνα αφορά πλήρεις κατεδαφίσεις πανταχόθεν ελεύθερων κατασκευών. Η καθαίρεση με αυτή τη μέθοδο εφαρμόζεται συνήθως μετά την επιλεκτική αφαίρεση χρήσιμων υλικών.

Η θραύση των στοιχείων του φέροντος οργανισμού και του οργανισμού πληρώσεως με την αιωρούμενη μάζα οδηγεί σε τεμάχια περιορισμένου μεγέθους αλλά απαιτείται να συνδυαστεί και με άλλες μεθόδους για την πλήρη κατεδάφιση και περαιτέρω τεμαχισμό, μετάθραυση ή κοπή ράβδων σιδηροπλισμού (όπως με χρήση υδραυλικής σφύρας ή υδραυλικού κόφτη προσαρμοσμένου σε εκσκαφέα).

Η αποσύνθεση των δομημάτων επιτυγχάνεται με την κρούση αιωρούμενης μάζας (συνήθως μεταλλική σφαίρα) λόγω της ορμής που αποκτά κατά την αιώρησή της η μάζα αυτή αναρτημένη από τον πρόβολο (μπούμα) δικτυωτού γερανού. Σε ορισμένες περιπτώσεις η δρώσα μάζα αφήνεται να πέσει ελεύθερα, αντί της αιωρήσεως.

Για την εκτέλεση των εργασιών απαιτείται συνήθως ερπυστριοφόρος εκσκαφέας με δικτυωτό πρόβολο (μπούμα), με δυνατότητα κατακόρυφου και πλευρικού ελέγχου του αιωρούμενου σώματος μέσω συρματόσχοινου. Κατάλληλοι είναι οι εκσκαφείς συρόμενου κάδου (dragline), στους οποίους ο κουβάς αντικαθίσταται από το αιωρούμενο σώμα ή «μπάλα». Η ανάρτηση της μπάλας γίνεται με διάταξη που αποτρέπει την περιστροφή της.

Η μπάλα είναι χαλύβδινη ή χυτοσιδηρά, σχήματος σφαιρικού ή απιοειδούς (αχλάδι). Το βάρος ξεκινάει από 500kg (5kN) και φθάνει τους 5 τόνους (50kN). Χρησιμοποιούνται συνήθως μπάλες διαφόρων βαρών ανάλογα με το μέγεθος του εκσκαφέα(επιτρεπόμενη ροπή λειτουργίας) και τα χαρακτηριστικά της προς καθαίρεση κατασκευής. Η κρουστική θραύση στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα, δεν επαρκεί συνήθως για τον διαχωρισμό τους και τα στοιχεία παραμένουν συνδεδεμένα με τις ράβδους του σιδηροπλισμού. Για την φόρτωση των προϊόντων αυτών απαιτείται περαιτέρω τεμαχισμός που επιτυγχάνεται είτε με οξυγονοκοπή είτε με χρήση υδραυλικού κόφτη προσαρμοσμένου σε εκσκαφέα.



Εικόνα 27:Κατεδάφιση με αιώρηση και με ελεύθερη αιώρηση βάρους (www.ggde.gr)

3.8.1.2.5 Υδραυλικοί εκσκαφείς

Υδραυλικοί εκσκαφείς είναι ένα μηχάνημα απολύτως απαραίτητο σε μια σειρά από διαφορετικούς τρόπους κατεδάφισης. Συνηθέστερα χρησιμοποιείται στην τροποποίηση και εκτέλεση χωματουργικών εργασιών. Επιτρέπει την κατάλληλη αναδιάταξη του ΑΕΚΚ αρχικά εκτός κατασκευής, όπου ενδεχομένως να έχει συσσωρευτεί από κάποιο άλλο μηχάνημα το οποίο έχει αναλάβει τον πρωταγωνιστικό ρόλο στην κατεδάφιση αλλά δεν έχει αυτή την δυνατότητα, και εν συνεχεία τοποθέτηση σε σωρούς στο εργοτάξιο από όπου και θα το παραλάβουν τα φορτηγά αυτοκίνητα για να το μεταφέρουν στον τόπο εναπόθεσης.

Συνήθως έχουν επικουρικό ρόλο στην αποπεράτωση μιας κατεδάφισης, πολλές φορές είναι θεμιτό να αναλαμβάνει πιο ενεργό ρόλο οδηγώντας σε αστοχία τμήματα της κατασκευής, χρησιμοποιώντας τον μακριό του βραχίονα στην εξώθηση των προς κατεδάφιση τμημάτων.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι, εκτεταμένου ή βραχέος βραχίονα και ακόμα περισσότερες μορφές σκάφης για την καλύτερη προσαρμογή και υψηλότερη αποτελεσματικότητα του μηχανήματος στην προς κατεδάφιση κατασκευή.

Εικόνα 28: Υδραυλικός εκσκαφέας (www.jcb.it)

3.8.1.3 Θερμικές μέθοδοι

Οι θερμικές μέθοδοι με εφαρμογή υψηλής θερμοκρασίας θεωρούνται μέθοδοι ακρίβειας και παρουσιάζουν το πλεονέκτημα της αποφυγής δονήσεων και θορύβου κατά την εκτέλεση την εργασιών.

Το οπλισμένο σκυρόδεμα λόγω της παρουσίας δύο διαφορετικών υλικών(σκυροδέματος και χάλυβα) παρουσιάζει την ιδιαιτερότητα ότι ο μεν χάλυβας μειώνει την αποτελεσμάτικοτητα των μηχανικών δράσεων, το δε σκυρόδεμα απαιτεί πολύ υψηλότερες από το χάλυβα θερμοκρασίες για την τήξη του.

Οι θερμοκρασίες αυτές επιτυγχάνονται συνήθως με την καύση σε ατμόσφαιρα οξυγόνου μίγματος μετάλλων (χάλυβα, αλουμινίου, μαγνησίου) είτε σε μορφή σκόνης είτε σε μορφή αναλισκόμενων ράβδων.

Η θερμοκρασία τήξης του σκυροδέματος δεν είναι συγκεκριμένη λόγω της πολυφασικότητας του υλικού αλλά ενδεικτικά κυμαίνεται από 1800-2500°C ή και έως 3000°C.

Εξαρτάται κυρίως από την περιεκτικότητα του σκυροδέματος σε ασβέστιο και όχι από το ποσοστό τσιμέντου.

3.8.1.3.1 Θερμική λόγχη

Πρόκειται για μια μέθοδο όπου ο εξοπλισμός δρα θερμικά επί των καθαίρεση στοιχείων με επενέργεια κοπής, δημιουργία τοπής ή δημιουργία οπής. Στις κατεδαφίσεις με θερμική λόγχη ενδέχεται να απαιτηθούν ενισχύσεις, αντιστηρίξεις ή/και προσωρινές υποστυλώσεις.

Η συσκευή αποτελείται από χαλύβδινο σωλήνα εξωτερικής διαμέτρου 12 έως 20 mm, που περιέχει δέσμη μεταλλικών ράβδων ειδικής συνθέσεως (χάλυβας, αλουμίνιο, μαγνήσιο) διαμεσου του οποίου διέρχεται παροχή οξυγόνου.

Η θερμική λόγχη δημιουργείται στην απόληξη του καυστήρα, όπου όλα τα υλικά αναλώνονται ταυτόχρονα. Οι θερμοκρασίες σε συγκεκριμένα σημεία φτάνουν και τους 5000°C.

Η καύση αρχίζει με τη δημιουργία υψηλής θερμοκρασίας στην άκρη του σωλήνα με καύση μίγματος πλούσιου σε οξυγόνου. Η κοπή αρχίζει όταν η αιχμή της φλόγας έρθει σε επαφή με το στοιχείο και αυξηθεί η παροχή οξυγόνου.

Η πίεση του οξυγόνου ρυθμίζεται συνέχεια και σταθεροποιείται στα 0,7 έως 1,1 Mpa. Η ρύθμιση απαιτείται για την αποφυγή της καύσης του σωλήνα προ της ανάλωσης των εμπεριεχομένων ράβδων ή την πρόωρη ανάλωση των ράβδων. Καθώς η εργασία προχωρεί η λόγχη αναλίσκεται και όταν κοντεύει να τελειώσει διακόπτεται η παροχή οξυγόνου και αντικαθίστανται τα αναλωθέντα υλικά. Το μήκος του σωλήνα είναι έως και 3m , η δε εξωτερική διάμετρος κυμαίνεται απο 10mm έως 30mm.

Κατά την εφαρμογή της μεθόδου πρέπει να αποφεύγεται η πτώση των αποκοπτόμενων στοιχείων δεδομένου ότι ο χειρισμός του εξοπλισμού γίνεται εκ του σύνεγγυς.

Εικόνα 29: Κοπή διάφορων στοιχείων με θερμική λόγχη (www.entreprisesuiveng.be)

3.8.1.3.2 Καυστήρας μεταλλικής σκόνης

Η μέθοδος βασίζεται στην καύση μίγματος σκόνης σιδήρου και αλουμινίου εντός οξυγόνου. Επιτυγχάνεται αφενός έκλυση μεγάλων ποσοτήτων θερμότητας και αφετέρου παραγωγή σιδήρου και

αλουμινίου σε υγρή μορφή. Η δοσημέτρηση της σκόνης γίνεται με κατάλληλη διάταξη (συνήθως 85% σίδηρος και 15% αλουμίνιο).

Το στέλεχος της λόγχης συνδέεται με την παροχή σκόνης μίγματος αέρος και την παροχή οξυγόνου. Η ποσοστιαία ανάμιξη των συστατικών γίνεται με κατάλληλους ρυθμιστές επί του στελέχους.

Το εύρος των τομών που επιτυγχάνονται με την τεχνική αυτή είναι της τάξης των 30-40mm ανάλογα με τη ρύθμιση της συσκευής.

Με εξαίρεση ζώνη 10-20mm εκατέρωθεν των χειλέων της τομής το σκυρόδεμα παραμένει άθικτο γεγονός που οφείλεται στην ταχύτητα της κοπής (1-8cm/min).

3.8.1.4 Εκρηκτικά χαμηλής ή υψηλής ισχύος

Η κατεδάφιση κτισμάτων με χρήση εκρηκτικών γίνεται με τεχνικές ελεγχόμενης χρήσης εκρηκτικών. Η μέθοδος βρίσκει εφαρμογή σε περιπτώσεις υψηλών κτηρίων, ψηλών καμινάδων ιδιαίτερα όταν συντρέχουν λόγοι ταχείας ολοκλήρωσης της κατεδάφισης.

Η μέθοδος αυτή αξιοποιεί την ενέργεια πτώσης των ανωτέρω στοιχείων της κατασκευής που καταρρέουν και παρασύρουν τα κατώτερα σε συνδυασμό με χρονικά κλιμακούμενες εκρήξεις.

Η εφαρμογή της μεθόδου απαιτεί λεπτομερή σχεδιασμό της διάταξης και μεγέθους των γομώσεων και του χρονισμού των πυροδοτήσεων. Τυχόν σφάλματα ή αστοχίες μπορούν να οδηγήσουν σε ανεξέλεγκτη κατάρρευση. Για το λόγο αυτό απαιτείται η διεύθυνση και οργάνωση των εργασιών από μηχανικούς που διαθέτουν την απαιτούμενη τεχνογνωσία.

Η εφαρμογή εκρηκτικών προϋποθέτει διεξοδική έρευνα για την ύπαρξη τοξικών/ρυπαντικών ουσιών στο δόμημα (π.χ στοιχεία από αμίαντο,μόλυβδο). Τα υλικά αυτά θα αφαιρούνται με άλλες μεθόδους πριν από την ανατίναξη.

Η χρήση εκρηκτικών γαι την κατεδάφιση ολόκληρου ή μέρους κτηρίου επιτρέπεται μόνον αν υπάρχει ελεύθερος χώρος γύρω από το κτήριο με διαστάσεις μεγαλύτερες από το 75% του ύψους του κτηρίου ή του τμήματός του που πρόκειται να κατεδαφιστεί.

Βασική απαίτηση του σχεδιασμού των κατεδαφίσεων με χρήση εκρηκτικών αποτελεί ο περιορισμός και έλεγχος των εκτοξευόμενων θραυσμάτων. Οι εκτοξεύσεις θραυσμάτων μπορούν να περιοριστούν με την εφαρμογή ηπιότερων εκρηκτικών και εν πάση περιπτώσει με την ορθή διάταξη των γομώσεων.

Ενδεχομένως η εφαρμογή εκρηκτικών θα απαιτήσει και συμπληρωματικές εργασίες για την πλήρη κατεδάφιση και μετάθραυση των καθαιρουμένων στοιχείων.

Πριν την εφαρμογή εκρηκτικών συνήθως αφαιρούνται στοιχεία πληρώσεως, υαλοπίνακες, κουφώματα, δίκτυα κλπ. καθώς και πάσης φύσεως αξιοποιήσιμα/ανακυκλώσιμα υλικά.

3.8.1.4.1 Μέθοδος εκτέλεσης και εκρηκτικές ύλες

Οι εκρηκτικές ύλες αποτελούν χημικές ενώσεις οι οποίες υφίστανται ραγδαία μεταβολή της χημικής τους σύστασης υπό την επενέργεια θερμότητας, κρούσης ή τριβής. Κατά την έκρηξη δημιουργούνται πιο σταθερές χημικές ενώσεις, κυρίως αέριας μορφής και εκλύονται μεγάλα ποσά θερμότητας. Όταν η έκρηξη λαμβάνει χώρα εντός περιορισμένου χώρου (π.χ εντός οπών) δημιουργούνται εξαιρετικά υψηλές πιέσεις οι οποίες προκαλούν τη θραύση ή θρυμμάτιση του περιβάλλοντος την οπή υλικού.

Οι εκρηκτικές ύλες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Είναι οι εκρηκτικές ύλες υψηλής ισχύος όπου η ταχύτητα της αντίδρασης (έκρηξης) είναι υψηλότερη της ταχύτητας του ήχου και καλούνται δραστικές ύλες και οι χαμηλής ισχύος όπου η ταχύτητα της έκρηξης είναι χαμηλότερη αυτής του ήχου και καλούνται λιγότερο δραστικές.

Οι εκρηκτικές ύλες χαρακτηρίζονται με βάση:

- την εκρηκτική δύναμη
- την ταχύτητα πυροδότησης
- την πυκνότητα
- την αντίσταση στο νερό
- τα παραγόμενα αέρια
- την ευαισθησία

<u>Κατηγοριοποίηση εκρηκτικών υλών</u>

Κατά την Αμερικάνικη πρακτική τα εκρηκτικά διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- Explosives (εκρηκτικές ύλες)
- Blasting agents (εκρηκτικοί παράγοντες)

Ως 'blasting agent' χαρακτηρίζεται ένα εκρηκτικό όταν δεν ανατινάσσεται με το τυπικό καψύλλιο No 8, ενώ αν ανατινάσσεται χαρακτηρίζεται ως 'explosive'.

<u>Εκρηκτικές ύλες και πυροκροτητές</u>

Οι πυροκροτητές είναι μικρά εξαρτήματα μορφής σωλήνα, διαμέτρου <10mm τα οποία περιέχουν μικρή ποσότητα ευαίσθητης σε θερμότητα εκρηκτικής ύλης. Διακρίνονται σε κοινά καψύλλια τα οποία πυροδοτούνται με βραδύκαυστο πυραγωγό σχοινί και τα ηλεκτρικά καψύλλια τα οποία πυροδοτούνται με ηλεκτρική συσκευή πυροδότησης (δυναμοεκρηκτήρα).

Πάγια αρχή στην χρήση των εκρηκτικών είναι να αποθηκεύονται χωριστά οι εκρηκτικές ύλες και οι πυροκροτητές.

<u>Χρησιμοποιούμενες εκρηκτικές ύλες</u>

α) Εκρηκτικές ύλες με βάση την νιτρογλυκερίνη (υψηλής ισχύος, high explosives).

Αν εξαιρεθούν οι πυροκροτητές οι εκρηκτικές ύλες με βάση την νιτρογλυκερίνη είναι οι πιο ευαίσθητες που υπάρχουν. Αν και συνιστούν μόνο το 5% κατά βάρος της συνολικής αγοράς εκρηκτικών είναι σχεδόν αποκλειστικής χρήσης για εκρήξεις σε οπές μικρών διαμέτρων

- Η **νιτρογλυκερίνη (NG)** συνήθως δεν χρησιμοποιείται χωρίς προσμίξεις. Έχει ειδικό βάρος 1.6 και ταχύτητα εκρήξεως περίπου 7500m/sec. Είναι εξαιρετικά ευαίσθητη σε κρούση, τριβή και θερμότητα και είναι πολύ επικίνδυνη στη χρήση.

- Ο **καθαρός (straight) δυναμίτης** (καλείται έτσι διότι δεν περιέχει νιτρικό αμμώνιο) περιέχει νιτρογλυκερίνη έως 50%, ποσοστό στο οποίο η εκρηκτική ύλη εξακολουθεί να είναι εξαιρετικά επικίνδυνη.

- **Δυναμίτης υψηλής περιεκτικότητας σε αμμώνιο:** Είναι η πιο συνήθης μορφή του δυναμίτη στην οποία το νιτρικό αμμώνιο αντικαθιστά ένα μέρος της νιτρογλυκερίνης και διατίθεται σε κλάσεις 20-60%.

- **Δυναμίτης χαμηλής περιεκτικότητας σε αμμώνιο:** Χρησιμοποιείται για θραύσεις σε λατομεία για την δημιουργία μεγάλων κομματιών πέτρας.

- **Νιτροκυτταρίνη (Nitrostarch):** Είναι εκρηκτική ύλη ισοδύναμης ισχύος με αυτή των δυναμιτών, αλλά πιο αυθεντική σε κρούσεις.

β) Λιγότερο δραστικές εκρηκτικές ύλες (περιορισμένης ισχύος , lour explosives)

- AN-FO (ammonium nitrate – fuel oil)

  Το AN-FO αποτελεί την πιο φθηνή εκρηκτική ύλη. Δεν είναι αποτελεσματικό κάτω από το νερό, και η παρουσία νερού μπορεί να οδηγήσει σε χαμηλή απόδοση έως και μη ανάφλεξη.

  Το AN-FO παραδίδεται υπό μορφή:

  - Χωριστών συστατικών.
  - Προαναμεμιγμένων μιγμάτων.
  - Σε υδατοστεγείς συσκευασίες.

- Πολτώδη μίγματα (gel, slurries)

Πρόκειται για μίγματα εκρηκτικών ή λιγότερο δραστικών εκρηκτικών με νερό, με προσθήκη κεριών και μαστιχών ώστε να καθίστανται μη υδατοπερατά. Η εκρηκτική τους ισχύς ποικίλει.

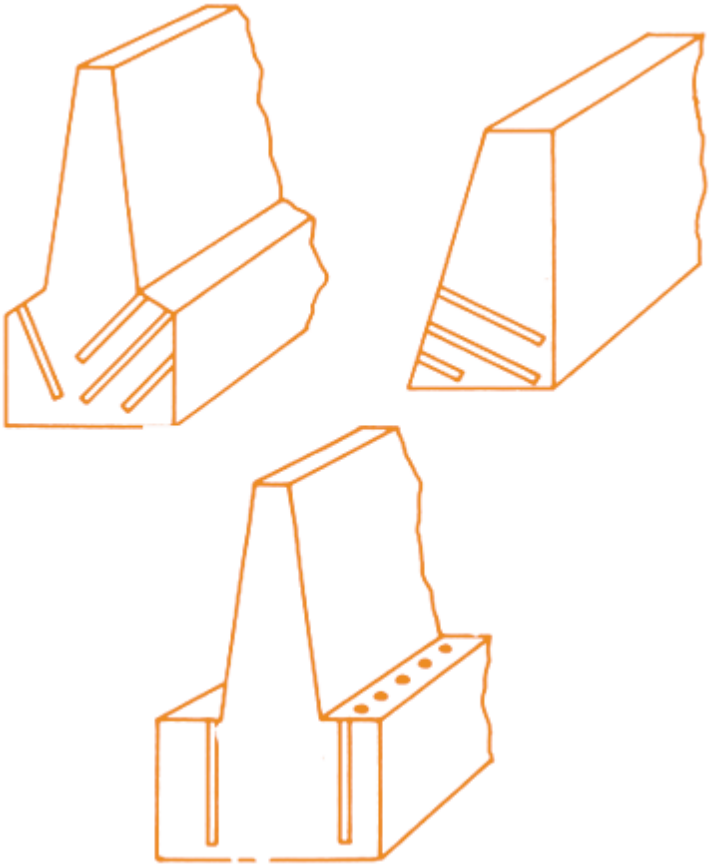
3.8.1.5 Διογκούμενα υλικά διασπάσεως(αθόρυβα εκρηκτικά)

Τα διογκούμενα υλικά συνίστανται κατά βάση από CaO, SiO_2 κ.λπ. ενώσεις οι οποίες ενυδατούμενες εμφανίζουν σημαντική αύξηση όγκου. Αρχικά ανοίγονται οπές και αφού υπολογιστούν οι συγκεντρώσεις των τάσεων στους κόμβους και στα κρίσιμα σημεία στα οποία θέλουμε να προκαλέσουμε αστοχία, τοποθετείται το υλικό.

Ανοίγονται διατρήματα Φ38-Φ80 mm σε αποστάσεις της τάξης 8*D(διάμετρος οπής), σε διάταξη σύμφωνα με την τεχνική μελέτη και γομώνονται με τα ειδικά μείγματα. Οι οπές πρέπει να διατηρούνται στεγνές. Σε διάστημα μερικών ωρών από τη στιγμή της τοποθέτησης του υλικού η πίεση

που ασκεί στην κατασκευή το υλικό αναπτύσσεται προοδευτικά με το χρόνο. Μετά από 12 -24 ώρες έχει επέλθει ο κατακερματισμός και η θραύση της κατασκευής.

Εικόνα 30:Διάσπαση υλικών με διογκούμενα υλικά (www.ergotech.gr)



Εικόνα 31:Ενδεικτικές διατάξεις γόμωσης με διογκούμενα διασπαστικά μέσα (www.ergotech.gr)

3.8.1.6 Μέθοδος κατεδάφισης με υδροκοπή

Υδροκοπή είναι η δράση λεπτής φλέβας νερού εξαιρετικά υψηλής ταχύτητας, η οποία με την πρόσπτωσή της αποδιοργανώνει το σκυρόδεμα.

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται είτε για την αφαίρεση επιφανειακής στοιβάδας σκυροδέματος από στοιχεία κατασκευών, αποκάλυψη του οπλισμού και δημιουργία τραχείας επιφάνειας για την πρόσφυση νέου σκυροδέματος είτε για τη δημιουργία πλήρους ή μερικής τομής, ή εγκοπών σε διατομές οπλισμένου ή άοπλου σκυροδέματος με αποφυγή θορύβου, δημιουργία σκόνης, κρουστικών φορτίων και δονήσεων στην υπόλοιπη κατασκευή και χρήση θερμικού εξοπλισμού σε περιβάλλοντα που δεν το επιτρέπουν.

Ο μηχανικός εξοπλισμός περιλαμβάνει αντλητικό συγκρότημα υπερυψηλής πιέσεως (έως και 2000 bar), σωληνώσεις και ακροφύσια χειρός ή προσαρμοσμένα σε ρομποτικό βραχίονα τηλεχειριζόμενο. Τα ακροφύσια φέρουν ρυθμιστικά της εστίασης της φλέβας και της πιέσεως.

3.8.1.6.1 Τεχνική υδροκοπής

Η υδροκοπή βασίζεται στη δράση λεπτής φλέβας νερού που ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της μπορεί είτε να διασπά τα αδρανή είτε όχι. Με υψηλή εστίαση της φλέβας και αύξηση της πίεσης στο ακροφύσιο μπορεί να κοπεί και ο οπλισμός. Στο εκτοξευμένο νερό μπορούν να προστεθούν διαβρωτικά υλικά υπό μορφή κόνεως για αυξημένη αποτελεσματικότητα. Η ποσότητα του διαβρωτικού υλικού, το μέγεθος του κόκκου και η δοσομετρία του επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της φλέβας. Τα στόμια των ακροφυσίων τείνουν να διευρύνονται με τη χρήση αφού ακόμα και το πόσιμο νερό μπορεί να τα διαβρώσει. Η τυπική διάρκεια ζωής των υδροστομίων είναι της τάξης των 800 ωρών. Υπάρχουν τα ακροφύσια που χρησιμοποιούνται για την επενέργεια εξ αποστάσεως από την επιφάνεια του σκυροδέματος, καθώς και τα ακροφύσια που δύνανται να εισέλθουν στη σχισμή που δημιουργείται. Με ρύθμιση της πίεσης της φλέβας επιτυγχάνεται είτε η πλήρης κοπή, είτε ο καθαρισμός του σκυροδέματος χωρίς την περαιτέρω αποδιοργάνωσή του. Η γωνία πρόσπτωσης της φλέβας, η απόσταση του ακροφυσίου από την επιφάνεια, ο ρυθμός προχώρησης και η δυνατότητα απομάκρυνσης του μίγματος νερού και διαλυμένου σκυροδέματος, αποτελούν παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση αλλά και τα αποτελέσματα της μεθόδου.

Εικόνα 32:Αποσύνθεση πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος με υδροκοπή με ταυτόχρονη αποκάλυψη του οπλισμού (www.ggde.gr)

Εικόνα 33:Αποδιοργάνωση σκυροδέματος με υδροκοπή σε κάθετη επιφάνεια (Χρήση εξοπλισμού με ρομποβραχίονα) (www.ggde.gr)

Εικόνα 34:Αποδιοργάνωση σκυροδέματος και αποκάλυψη οπλισμού με υδροκοπή (www.ggde.gr)

3.8.1.6.2 Προστασία εργαζομένων

Κατά τη διαδικασία της αποδιοργάνωσης του σκυροδέματος ή της κοπής στοιχείου σκυροδέματος με υδροκοπή θα πρέπει να τηρούνται όλα τα μέτρα ασφαλείας. Η λόγχη της υδροκοπής και η υψηλή πίεση μπορούν να προκαλέσουν πολύ σοβαρά ατυχήματα. Οι εργαζόμενοι πρέπει να είναι υποχρεωτικά εφοδιασμένοι κατ' ελάχιστο με τα ακόλουθα μέσα ατομικής προστασίας (ΜΑΠ).

Προστατευτική ενδυμασία	ΕΛΟΤ ΕΝ 863
Προστασία χεριών και βραχιόνων	ΕΛΟΤ ΕΝ 388
Προστασία κεφαλιού	ΕΛΟΤ ΕΝ 397
Προστασία οφθαλμών	ΕΛΟΤ ΕΝ 165-95

Πίνακας 5:Μέσα ατομικής προστασίας (www.ggde.gr)

3.9 Κατεδαφίσεις ξύλινων κατασκευών

3.9.1 Κατεδαφίσεις ξύλινων κατασκευών- Γενικά

Η κατεδάφιση των ξύλινων κατοικιών παλιά γινόταν συνηθέστερα με τη χρήση βαρέων μηχανημάτων. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την ολοκληρωτική καταστροφή των στοιχείων από τα οποία αποτελούνταν τα σπίτια. Κάτι που σημαίνει ότι υλικά που θα μπορούσαν να επαναχρησιμοποιηθούν, καταστρέφονταν και τα απόβλητα που παράγονταν είχαν μεγάλο βαθμό δυσκολίας όσον αφορά στη διαχείρισή τους και ως προς την παραγωγή ανθρακικού αποτυπώματος.

Στις μέρες μας, η κατεδάφιση των ξύλινων κατοικιών γίνεται με εργαλεία χειρός όπως σφυριά, λοστούς, βαριοπούλες κτλ. Η μέθοδος αυτή αυξάνει σημαντικά την ποσότητα των επαναχρησιμοποιουμένων υλικών όμως μειονεκτεί λίγο ως προς το κόστος εργασίας που απαιτείται. Βέβαια αυτό μπορεί να αντισταθμιστεί από την αύξηση των εσόδων από το διασωθέν υλικό και τη μείωση του κόστους από την αποφυγή χρόνου και κόστους που χρειάζεται για να έρθουν τα μηχανήματα σε ένα εργοτάξιο.

Η κατεδάφιση με εργαλεία χειρός έχει τεκμηριωθεί ως οικονομικά ανταγωνιστική σε σύγκριση με τη μηχανοποιημένη κατεδάφιση. Κι αυτό αποδεικνύεται από ένα παράδειγμα κατεδάφισης μιας ξύλινης κατοικίας στο Όρεγκον όπου η βασική προσφορά με εργαλεία χειρός ήταν $5400 ενώ η προσφορά για τη μηχανοποιημένη κατεδάφιση κυμαινόταν από $8000 έως $10000.

3.9.2 Απόβλητα κατεδαφίσεων – Ανακυκλώσιμα υλικά *{Πηγή: Ελληνική Εταιρεία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων}*

3.9.1.1. Εισαγωγή

Τα απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις είναι ένα από τα μεγαλύτερα ρεύματα αποβλήτων στην Ε.Ε. καθώς η ποσότητά τους εκτιμάται ότι αποτελεί το 25 % της συνολικής ποσότητας των στερεών αποβλήτων.

Ο όρος απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΚΚ) αναφέρεται σε ένα ιδιαίτερα ευρύ φάσμα υλικών, τα οποία χωρίζονται σε τέσσερις κύριες κατηγορίες ανάλογα με την προέλευσή τους:

(α) Υλικά Εκσκαφών: Τα υλικά αυτά μπορεί να είναι μητρικά χώματα εκσκαφών, άμμος, χαλίκι, πέτρες, άργιλος και οποιαδήποτε άλλα υλικά που μπορεί να προκύψουν από εκσκαφές. Τα άχρηστα υλικά εκσκαφών υπάρχουν σχεδόν σε κάθε κατασκευαστική δραστηριότητα και ιδιαίτερα στις υπόγειες κατασκευές και σε έργα της γεωτεχνικής μηχανικής. Τα υλικά αυτά μπορούν να προέλθουν και από φυσικά φαινόμενα, όπως για παράδειγμα από υπερχειλίσεις χειμάρρων, κατολισθήσεις σε δρόμους κ.λπ. Η σύσταση των υλικών εκσκαφών εξαρτάται σημαντικά από τα γεωλογικά δεδομένα.

(β) Υλικά Οδοποιίας: Τα υλικά αυτά μπορεί να είναι άσφαλτος και οποιαδήποτε άλλα υλικά οδοστρώματος, υλικά βάσεων και υποβάσεων, δηλαδή χαλίκι, άμμος, σκύρα και γενικά υλικά που προκύπτουν από την αποξήλωση και ανακαίνιση οδών. Τα άχρηστα υλικά οδοποιίας προέρχονται όχι μόνο από την αποξήλωση και τη συντήρηση των δρόμων αλλά και από τις υπόγειες υδραυλικές και ηλεκτρικές εγκαταστάσεις πόλεων καθώς και από έργα επιδιόρθωσης αυτών.

(γ) Υλικά Κατεδαφίσεων-Μπάζα: Τα υλικά αυτά μπορεί να είναι χώματα, χαλίκι, κομμάτια ή στοιχεία από μπετόν (σκυροδέματα), επιχρίσματα, πλίνθοι (τούβλα), πλάκες επιστρώσεως, γύψος, άμμος, λαξευμένες πέτρες, θρίμματα ειδών υγιεινής κ.λπ. Τα υλικά κατεδαφίσεων χαρακτηρίζονται από μεγάλη ανομοιογένεια και προκύπτουν από την εξολοκλήρου ή επιμέρους κατεδάφιση των κατασκευών. Η σύσταση των υλικών αυτών ποικίλλει ανάλογα με το είδος, την ηλικία, τη μορφή, τη χρήση και το μέγεθος του κτιρίου/κατασκευής, ενώ για την κατεδάφιση σημαντικό ρόλο παίζει η ιστορική πολιτιστική και οικονομική αξία της κατασκευής.

(δ) Απόβλητα από Εργοτάξια: Τα απόβλητα αυτά μπορεί να είναι ξύλο, πλαστικό, χαρτί, γυαλί, μέταλλα, καλώδια, χρώματα, βερνίκια, στοιχεία επικαλύψεων προσόψεων, κόλλες και γενικά όλα τα υλικά που προέρχονται από τη λειτουργία εργοταξίων κατασκευής, κατεδάφισης, επισκευής, ενίσχυσης, προσθήκης, επέκτασης και ανακαίνισης. Πρέπει να σημειωθεί ότι μεγάλες ποσότητες άχρηστων υλικών στα εργοτάξια αποτελούν τα υλικά συσκευασίας οικοδομικών υλικών.

Στο Παράρτημα 1 περιλαμβάνεται το κομμάτι του Ευρωπαϊκού Καταλόγου Αποβλήτων που περιέχει τα ΑΕΚΚ υπο τον κωδικό 17.

Τα απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις περιλαμβάνουν ποικίλα υλικά. Ένα μέρος αυτών των υλικών μπορεί με κατάλληλο διαχωρισμό να επαναχρησιμοποιηθεί ή να ανακυκλωθεί, το αδρανές μίγμα (τούβλα, πλακάκια κ.λπ.) δύναται να οδηγηθεί σε ειδικούς θραυστήρες και να αξιοποιηθεί ως δευτερεύουσα ύλη, κάποια υλικά (π.χ. ξύλα) μπορούν να αποτεφρωθούν με παράλληλο ενεργειακό κέρδος, ενώ ένα μικρό ποσοστό δεν μπορεί να αξιοποιηθεί και πρέπει αφού υποστεί επεξεργασία να οδηγηθεί σε ειδικούς χώρους υγειονομικής ταφής. Όσον αφορά στην τεχνική της ανακύκλωσης, αυτή βρίσκει ευρεία εφαρμογή στον τομέα κατασκευής και συντήρησης δρόμων όπου σε κάποιες χώρες το ποσοστό ανακύκλωσης αγγίζει το 100%.

3.9.1.2 Απόβλητα από κατεδαφίσεις

Τα απόβλητα που προκύπτουν από την κατεδάφιση κτιρίων εμφανίζουν μεγαλύτερο βαθμό δυσκολίας όσον αφορά στη διαχείρισή τους, εν συγκρίσει με τα απόβλητα που προκύπτουν από τις ανεγέρσεις κτιρίων. Σημαντικό πρόβλημα αποτελεί το γεγονός, ότι ο εργολάβος που αναλαμβάνει τις εργασίες κατεδάφισης δεν μπορεί να γνωρίζει εκ των προτέρων τη σύσταση των άχρηστων υλικών που θα προκύψουν. Για το λόγο αυτό κρίνεται ενδεδειγμένη η πρακτική της επιλεκτικής κατεδάφισης που αναλύεται παρακάτω. Επισημαίνεται ότι μετά την ολοκλήρωση της κατεδάφισης, τα απόβλητα που θα προκύψουν δύναται να επεξεργαστούν εντός εργοταξίου (on-site) ή σε σταθερές μονάδες επεξεργασίας μακριά από το εργοτάξιο (off-site).

Η επιλεκτική κατεδάφιση, είναι η οργανωμένη απομάκρυνση ή και επεξεργασία συγκεκριμένων υλικών και συστατικών, πριν την έναρξη της διαδικασίας της κατεδάφισης του βασικού σκελετού της κατασκευής. Τα υλικά αυτά πρέπει να απομακρυνθούν είτε λόγω της οικονομικής τους αξίας, είτε γιατί

η παρουσία τους ρυπαίνει ή μειώνει την ποιότητα του ρεύματος των αποβλήτων (π.χ. η παρουσία επικίνδυνων ή ανόργανων συστατικών στο ρεύμα των αδρανών αποβλήτων).

Οι παρακάτω ενέργειες θα πρέπει να λαμβάνουν χώρα κατά τη κατεδάφιση ενός κτιρίου, με τη σειρά με την οποία αναφέρονται:

1. Απομάκρυνση των εναπομείναντων επίπλων και υπαρχόντων.

2. Απομάκρυνση όλων των αποβλήτων που απαιτούν ιδιαίτερη επεξεργασία, όπως ο αμίαντος, χημικά απόβλητα κ.λπ.

3. Απομάκρυνση υλικών που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, όπως πόρτες, παράθυρα και πατώματα. Απομάκρυνση της γύψου και των μονωτικών υλικών.

4. Αποσυναρμολόγηση της κατασκευής της οροφής και απομάκρυνση των υλικών με στόχο την επαναχρησιμοποίηση.

5. Κατεδάφιση των τοίχων και διαλογή των μπαζών.

6. Διαχωρισμός των μπαζών από ακαθαρσίες όπως χαρτιά, ξύλο και πλαστικά

Τα μεγαλύτερα εμπόδια για τη διάδοση της επιλεκτικής κατεδάφισης, είναι η απαίτηση για ταχύτητα στην κατεδάφιση και η αβεβαιότητα όσον αφορά στη ζήτηση συγκεκριμένων υλικών που θα επαναχρησιμοποιηθούν. Όπως ήδη αναφέρθηκε, μετά την ολοκλήρωση της κατεδάφισης το μίγμα των αδρανών υλικών δύναται να διασπασθεί με τη χρήση ειδικών θραυστήρων είτε εντός εργοταξίου (on site) είτε σε χώρο εκτός εργοταξίου (off-site). Κάντε κλικ εδώ για να δείτε τα πλεονεκτήματα των 2 προαναφερθέντων μεθόδων.

Όπως γνωρίζουμε η σύσταση των υλικών κατεδάφισης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως ο χρόνος κατασκευής, η μορφή της κατασκευής κ.λπ. Είναι φανερό ότι τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή ξύλινων κτιρίων, και τα οποία τώρα κατεδαφίζονται, καθορίζουν την τωρινή σύσταση των εν λόγω αποβλήτων, ενώ στο μέλλον η διαφοροποίηση στην επιλογή των δομικών υλικών θα προκαλέσει και αλλαγή στη σύσταση των αποβλήτων που θα προκύπτουν.

Όλα τα υλικά των κατεδαφίσεων των ξύλινων κατασκευών μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν και να ανακυκλωθούν με αποτέλεσμα η παραγωγή ανθρακικού αποτυπώματος να είναι ελάχιστη έως μηδαμινή.

3.9.1.3 Επεξεργασία αδρανών

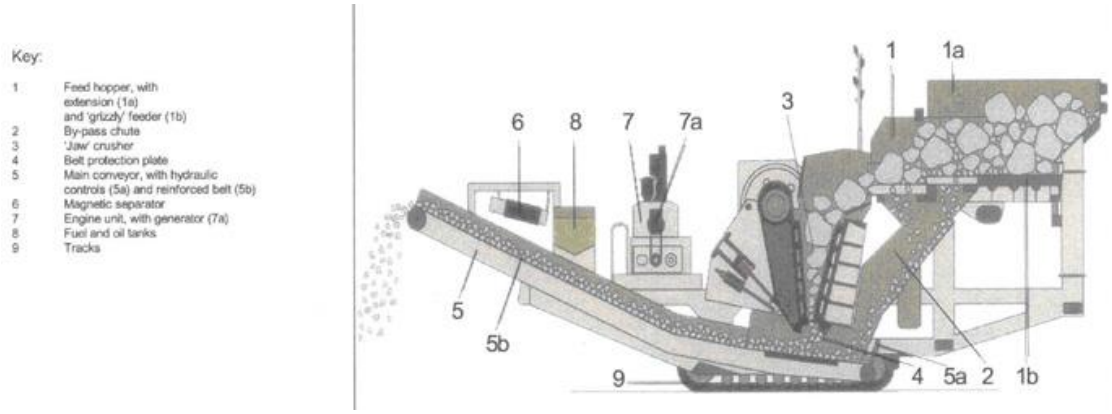
Το μίγμα των απόβλητων από κατασκευές και κατεδαφίσεις υφίσταται χειροδιαλογή προτού οδηγηθεί στο μαγνητικό διαχωριστή και στο κόσκινο για πρώτη φορά. Ακολουθεί εκ νέου διαχωρισμός για την απομάκρυνση των πλαστικών, ξύλων, χαρτιών και των μη σιδηρούχων μεταλλικών αποβλήτων. Τα μικτά απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις οδηγούνται στη συνέχεια σε ειδικούς θραυστήρες με σιαγόνες (jaw crusher) και ακολούθως σε μαγνητικό διαχωριστή πριν περάσουν από τον διαχωριστή (air separator) ο οποίος απομακρύνει τα ελαφρά υλικά (μικρά κομμάτια χαρτιού και πλαστικού) που δεν απομακρύνθηκαν με τον προηγούμενο διαχωρισμό και το κλάσμα των αδρανών υλικών 0-4mm. Το κλάσμα των 4-45mm δύναται να κοσκινιστεί με τη ίδια διαδικασία που περιγράφηκε για τα πλακάκια τα τούβλα και το σκυρόδεμα. Κάποιες εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων από κατασκευές και κατεδαφίσεις διαθέτουν ακόμα και μονάδες κομποστοποίησης και επεξεργασίας ξύλου.

Η επιλογή του είδους του θραυστήρα εξαρτάται από τις υπάρχουσες συνθήκες αλλά και από την επιθυμητή μορφή του παραγόμενου αδρανούς προϊόντος. Ο θραυστήρας κρούσης δίνει ένα πιο σταθερό και προβλέψιμο μίγμα υλικών, όπου οι κόκκοι χαρακτηρίζονται για τις κοφτερές ακμές τους. Η λειτουργία αυτή είναι παρόμοια με αυτή μιας συμβατικής μηχανής κοπής γκαζόν.

Οι θραυστήρες με σιαγόνες είναι σφηνοειδής μορφής, όπου μία από τις δύο πλευρές κινείται προς την άλλη και συνθλίβει τα υλικά. Η τροφοδοσία των υλικών γίνεται στο πάνω μέρος, ενώ το στενό άκρο της εξόδου δύναται να καθορίσει και τη φύση των διασπασμένων υλικών.

Η επιλογή ανάμεσα στα δυο είδη θραυστήρων εναπόκειται στο υπεύθυνο λειτουργίας της μονάδας επεξεργασίας και κυρίως καθορίζεται από τη χρήση για την οποία προορίζεται το παραγόμενο κονιορτοποιημένο υλικό. Οι θραυστήρες κρούσης παράγουν πιο ομοιόμορφο μίγμα αδρανών, έχουν μικρότερο κόστος αγοράς αλλά μεγαλύτερο κόστος λειτουργίας ειδικά όταν επεξεργάζονται σκληρά υλικά όπως το οπλισμένο σκυρόδεμα. Γενικότερα οι θραυστήρες κρούσης έχουν σχεδιαστεί για την επεξεργασία υψηλότερων ροών υλικών σε σχέση με τους θραυστήρες με σιαγόνες.

Στο σχήμα που ακολουθεί απεικονίζεται μια μονάδα επεξεργασίας που περιλαμβάνει μαγνητικό διαχωριστή και θραυστήρα για την επεξεργασία των αποβλήτων.



Σχήμα 9: Μονάδα επεξεργασίας αποβλήτων (www.esda.gr)

3.9.1.4 Απόβλητα από κατασκευές

Μια βασική διαφορά ανάμεσα στα απόβλητα που προκύπτουν από τα εργοτάξια όπου λαμβάνει χώρα κατασκευαστική δραστηριότητα και στα απόβλητα από κατεδαφίσεις είναι ότι ο εργολάβος στο εργοτάξιο γνωρίζει (ή οφείλει να γνωρίζει) ακριβώς τη σύσταση των υλικών που χρησιμοποιούνται. Έχει τη δυνατότητα να οργανώσει καλύτερα τη διαχείριση των αποβλήτων που προκύπτουν, καθώς και να αντιμετωπίσει τα προβλήματα που πιθανόν να προκύψουν κατά το σχεδιασμό διαχείρισης.

Ο εργολάβος οφείλει να διατηρεί αποθέματα υλικών για την αποφυγή τυχόν καθυστερήσεων στην ολοκλήρωση της κατασκευής. Στα εργοτάξια που λαμβάνει χώρα κατασκευαστική δραστηριότητα, εξαιτίας των δύσκολων εργασιακών συνθηκών, κάποια δομικά υλικά αναπόφευκτα καταστρέφονται. Σε αυτή την περίπτωση ο εργολάβος οφείλει να προμηθευτεί νέα ποσότητα υλικών αλλά και να διαχειριστεί τα κατεστραμμένα υλικά που χαρακτηρίζονται ως απόβλητα.

Συνοψίζοντας, τα απόβλητα από κατασκευές χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

Κατεστραμμένα υλικά

Υλικά που δεν χρησιμοποιήθηκαν

Υλικά συσκευασίας

Άλλα βοηθητικά υλικά

Όσον αφορά στις δύο πρώτες κατηγορίες, οι ποσότητες των αποβλήτων μπορούν να περιορισθούν με καλύτερο έλεγχο στη διαχείριση των αποθεμάτων και την αρτιότερη εκπαίδευση των εργαζομένων, με στόχο τη μείωση πρόκλησης φθορών στα δομικά υλικά. Η θέσπιση ενός εσωτερικού δικτύου ώστε τα υλικά που περισσεύουν να επιστρέφονται στον παροχέα ή να μεταφέρονται σε άλλο κατασκευαστικό χώρο μπορεί να είναι επίσης χρήσιμη. Η έλλειψη οργάνωσης σε αυτό τον τομέα έχει ως αποτέλεσμα την απόθεση υλικών από κατασκευές καλής ποιότητας, ως μικτά απόβλητα κατασκευών σε χώρους διάθεσης.

3.9.1.5 Απόβλητα οδοποιίας

Υπάρχουν δύο τύποι οδοστρωμάτων, τα εύκαμπτα και τα άκαμπτα οδοστρώματα. Το εύκαμπτο οδόστρωμα κατασκευάζεται συνήθως από σύμφυρμα χαλικιών και ασφάλτου. Τα άκαμπτα οδοστρώματα κατασκευάζονται από σκυρόδεμα τσιμέντου τύπου πόρτλαντ, και ενώ γενικά χαρακτηρίζονται από υψηλότερο αντοχή εμφανίζουν ευπάθεια σε ριγμάτωση.

Τα ασφαλτικά υλικά που χρησιμοποιούνται στην οδοποιία είναι κυρίως βιτουμινούχα υλικά, δηλαδή υδρογονανθρακούχα υλικά φυσικής ή πυρογενούς προελεύσεως, τα οποία έχουν συγκολλητικό χαρακτήρα. Στα βιτουμινούχα υλικά οδοποιίας περιλαμβάνονται οι άσφαλτοι και οι πίσσες. Οι άσφαλτοι βρίσκονται στη φύση, σε καθαρή κατάσταση ή αναμεμιγμένες με διάφορες ανόργανες ουσίες, ή προέρχονται από τη διύλιση του πετρελαίου. Οι πίσσες είναι βιτουμινούχα αποστάγματα που

παράγονται με αποικοδομητική απόσταξη οργανικών υλών, όπως είναι ο λιθάνθρακας και το ξύλο. Τα ασφαλτικά υλικά χρησιμοποιούνται κυρίως στην επίστρωση της επιφάνειας των δρόμων. Απόβλητα από τα υλικά που περιγράφηκαν ανωτέρω, παράγονται σε κάθε εργασία επανακατασκευής, συντήρησης ή χάραξης δρόμων. Υπάρχουν δύο διαδεδομένες μέθοδοι για την ανακύκλωση των υλικών κατασκευής του οδοστρώματος. Η μέθοδος της επιτόπιας ανακύκλωσης στο χώρο αποκατάστασης του δρόμου (in situ) και η μέθοδο της ανακύκλωσης σε κεντρική εγκατάσταση παραγωγής ασφαλτομίγματος (ex situ). Διευκρινίζεται ότι καμία από τις δύο μεθόδους δεν παρέχει διαχωρισμό των υλικών του ασφαλτικού οδοστρώματος στα δύο βασικά του συστατικά την άσφαλτο και τα αδρανή, καθώς και οι δύο βελτιώνουν απευθείας το αρχικό υλικό. Για την επιλογή της μεθόδου ανακύκλωσης, γίνεται δειγματοληψία του παλαιού υλικού του ασφαλτοτάπητα και με εργαστηριακές εξετάσεις καταγράφονται τα χαρακτηριστικά του. Εν συνεχεία προσδιορίζεται το περιεχόμενο ποσοστό της ασφάλτου καθώς και η ποιότητα της (π.χ. βαθμός οξείδωσης, σκληρότητας κ.α.). Τα αποτελέσματα αυτά θα καθορίσουν και τη μέθοδο ανακύκλωσης καθώς και το βαθμό προσθήκης νέου ασφαλτομίγματος, αδρανών υλικών κ.α.

3.9.1.6. Ρυπασμένα εδάφη

Τα χώματα εκσκαφών σε περίπτωση που δεν έχουν ρυπανθεί, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τις λειτουργικές ανάγκες των χώρων διάθεσης (π.χ. επιχωματώσεις), για την αποκατάσταση παλαιών χώρων διάθεσης κ.λπ. Το πρόβλημα όσον αφορά στη διαχείρισή τους, έγκειται στο μεγάλο όγκο των συγκεκριμένων αποβλήτων και στο αντίστοιχα υψηλό κόστος μεταφοράς τους.

Όσον αφορά στα χώματα από ρυπασμένα εδάφη, έχουν αναπτυχθεί διάφορες τεχνικές, κυρίως στην Αμερική, για την επεξεργασία τους με στόχο τη διάσπαση/εξουδετέρωση των ουσιών που προκάλεσαν τη ρύπανση.

Οι τεχνικές επεξεργασίας των ρυπασμένων χωμάτων ταξινομούνται ως εξής:

1. Βιολογικές μέθοδοι: Πρόκειται για μεθόδους που στοχεύουν στη διάσπαση των οργανικών ρυπαντών και τη μετατροπή τους σε προϊόντα που δεν είναι επικίνδυνα για το περιβάλλον (bioremedation, composting).

2. Φυσικές μέθοδοι: Πρόκειται για μεθόδους που βασίζονται στις διαφορετικές φυσικές ιδιότητες του ρυπαντή και των χωμάτων, όπως διαφορά στην πυκνότητα, το ηλεκτρικό δυναμικό, διαλυτότητα κ.α. Οι μέθοδοι αυτοί πρέπει να συνδυασθούν με συστήματα διαχωρισμού ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή ανάκτηση.

3. Χημικές μέθοδοι: Πρόκειται για μεθόδους που βασίζονται στην ανάμειξη των χωμάτων με χημικές ουσίες, οι οποίες προκαλούν μείωση της τοξικότητας.

4. Θερμικές μέθοδοι: Πρόκειται για μεθόδους που βασίζονται στη θέρμανση των χωμάτων και στοχεύουν στη διάσπαση των ρύπων σε υψηλές θερμοκρασίες. Πρέπει να εφαρμόζονται με προσοχή, ούτως ώστε να διασφαλίζονται τα επιθυμητά χαρακτηριστικά του εδαφικού υλικού.

5. Μέθοδοι επεξεργασίας/σταθεροποίησης: Οι μέθοδοι αυτοί μειώνουν η και εξαφανίζουν τη ρυπογόνο δραστηριότητα του ρύπου, χωρίς να αλλάζουν τη χημική του φύση. Με τη χρήση σταθεροποιητών (τσιμέντο, PFA κ.α.) μειώνεται η μη επιθυμητή ρυπογόνο δραστηριότητα του ρύπου και βελτιώνεται η ποιότητα του εδάφους. Άλλες μέθοδοι μετατρέπουν τα ρυπασμένα χώματα σε βιομηχανικό προϊόν, το οποίο για παράδειγμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή δρόμων.

Σε κάθε περίπτωση η επιλογή της μεθόδου επεξεργασίας εξαρτάται από το είδος του ρύπου, το βαθμό της ρύπανσης και τις συνθήκες του εδάφους.

3.9.1.7. Επαναχρησιμοποίηση Υλικών

Ορισμένα υλικά που υπάρχουν στα απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν. Απαιτείται βέβαια η απομάκρυνση των υλικών πριν την έναρξη της κατεδάφισης της κατασκευής, διαδικασία πιο επίπονη άλλα και με υψηλότερο κόστος σε σύγκριση με τη συμβατική κατεδάφιση. Επιπλέον είναι απαραίτητος ο προσεκτικός διαχωρισμός, η ταυτοποίηση καθώς και ο έλεγχος των υλικών που προκύπτουν. Για τους παραπάνω λόγους το κόστος ανάκτησης υλικών χαμηλής αξίας όπως τούβλα και πλακάκια είναι συνήθως πολύ μεγαλύτερο από αυτό της αγοράς νέων υλικών. Σε αντίθεση προϊόντα υψηλότερης αξίας όπως διάφορα μέταλλα και η ξυλεία ήδη ανακτώνται σε κάποιο βαθμό.

Για ένα χρησιμοποιημένο προϊόν πρέπει εμπειρικά να αποδειχθεί, ότι μπορεί να επιτελέσει τους σκοπούς για τους οποίους κατασκευάστηκε. Στην περίπτωση που δεν είναι γνωστή η ακριβή χρονική διάρκεια χρήσης ενός υλικού αλλά και πώς αυτό χρησιμοποιήθηκε, τότε είναι απαραίτητη η διεξαγωγή ελέγχων απόδοσης (performance test), δραστηριότητα με υψηλό κόστος που κρίνεται ασύμφορη ειδικά για μικρές ποσότητες υλικών. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αφορά στην επαναχρησιμοποίηση των τούβλων που έχουν ψηθεί σε χαμηλές θερμοκρασίες και θεωρούνται ακατάλληλα για εξωτερική χρήση. Η εμφάνισή τους μοιάζει με αυτή των τούβλων που έχουν κατασκευαστεί για εξωτερική χρήση καθιστώντας δύσκολο το διαχωρισμό τους οπτικά.

Όσον αφορά στα μέταλλα, το μεγαλύτερο ποσοστό των μετάλλων που υπάρχουν ως απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις, ανακτάται λόγω της οικονομικής του αξίας. Τα μεταλλικά συστατικά σπάνια επαναχρησιμοποιούνται και συνήθως ανακυκλώνονται. Εξαίρεση αποτελούν οι καλωδιώσεις, οι σκελετοί στήριξης παραθύρων κατασκευασμένοι από αλουμίνιο και άλλα υλικά, τα οποία έχουν αρκετά υψηλό κόστος ανακύκλωσης.

Τμήματα ξυλείας (δοκάρια υποστήριξης στέγης, πόρτες κλπ) συχνά επαναχρησιμοποιούνται. Τροχοπέδη στην επαναχρησιμοποίηση η ανακύκλωση της ξυλείας, αποτελεί το γεγονός ότι συνήθως έχει ρυπανθεί από πολλά υλικά όπως βίδες, καρφιά, μπογιές, και συντηρητικά

3.9.1.8 Πλαίσιο Διαχείρισης των ΑΕΚΚ

Όσον αναφορά στην υφιστάμενη διαχείριση των αδρανών αποβλήτων στην Ελλάδα, δεν υπάρχει ένα οργανωμένο δίκτυο συλλογής και αξιοποίησης των υλικών που περιέχονται στα απόβλητα αυτά. Οι ενέργειες αξιοποίησης που λαμβάνουν χώρα χαρακτηρίζονται αποσπασματικές και έγκειται στην δραστηριότητα των εργολάβων που έχουν αναλάβει τα αντίστοιχα έργα. Αξιοποιούνται κυρίως χρήσιμα υλικά όπως καλώδια, κουφώματα, γυαλιά, ενώ το ρεύμα των αδρανών χρησιμοποιείται σε άλλα έργα για εργασίες επιχωματώσεων και για την αποκατάσταση παλαιών λατομείων. Οι ποσότητες που δεν

αξιοποιούνται οδηγούνται σε ένα μικρό ποσοστό είτε σε ΧΥΤΑ (Οι αρμόδιοι διαχείρισης των ΧΥΤΑ .στην πλειοψηφία τους δεν δέχονται απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις , αλλά αξιοποιούν υλικά όπως χώματα εκσκαφών που είναι απαραίτητα για τις εργασίες λειτουργίας π.χ. επικαλύψεις.) είτε σε χωματερές, ενώ μεγάλες ποσότητες απορρίπτονται ανεξέλεγκτα σε ρέματα, σε παλαιά λατομεία και εν γένει στο φυσικό περιβάλλον.

Η Οδηγία της Ε.Ε. (1999/31) απαγορεύει τη διάθεση αδρανών υλικών και εν γένει μπαζών στους ΧΥΤΑ και επιβάλλει τη διάθεση τους σε ανεξάρτητους χώρους ταφής αδρανών. Επιπροσθέτως ο Νόμος "περί ίδρυσης Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων" περιλαμβάνει και τα υλικά κατεδάφισης στην κατηγορία "άλλα" προϊόντα και προβλέπει την έκδοση του αντίστοιχου προεδρικού διατάγματος. Κατά αναλογία με τα αντίστοιχα προεδρικά διατάγματα που έχουν εκδοθεί (ελαστικά, ΑΗΗΕ), οι παραγωγοί των ΑΕΚΚ οφείλουν να συστήσουν ή ίδιοι ή να συμμετέχουν σε συλλογικά συστήματα διαχείρισης. Πριν από την έναρξη των εργασιών που αφορούν εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις, οι διαχειριστές ΑΕΚΚ υποχρεούνται να υποβάλλουν στοιχεία σχετικά με τη διαχείριση των αποβλήτων που θα παραχθούν από τη δραστηριότητά τους, παρέχοντας πληροφορίες για τον τόπο και τη δραστηριότητα προέλευσης των αποβλήτων, τη συνολική ποσότητα που εκτιμάται ότι θα παραχθεί, την ποσότητα που θα αξιοποιηθεί και το μη αξιοποιήσιμο υπόλειμμα που θα οδηγηθεί προς ταφή.

Πιο συγκεκριμένα:

α) μέχρι την 1η Ιανουαρίου 2006, να αξιοποιείται κατ' ελάχιστο το 30 % κατά βάρος των παραγομένων αποβλήτων, από το οποίο να ανακυκλώνεται τουλάχιστον 50%.

β) μέχρι την 1η Ιανουαρίου 2008, να αξιοποιείται κατ' ελάχιστο το 50 % κατά βάρος των παραγομένων αποβλήτων, από το οποίο να ανακυκλώνεται τουλάχιστον 50%.

γ) μέχρι την 1η Ιανουαρίου 2015, να αξιοποιείται τουλάχιστον το 80 % κατά βάρος των παραγομένων αποβλήτων, από το οποίο να ανακυκλώνεται τουλάχιστον 50%.

Κατηγορία Αδρανών Αποβλήτων (πλην εκσκαφών)	Ποσότητες Παραγόμενων Αποβλήτων για το 2005 (τόνοι)	
	Αττική	Ελλάδα
Απόβλητα Κατεδάφισης – Οικοδομικά	2.500.000	5.500.000

Πίνακας 6: Ποσότητες παραγόμενων αποβλήτων

3.10 Νομοθεσία

3.10.1 Ποιοτικός έλεγχος προϊόντων ξύλου

Με τον ποιοτικό έλεγχο των προϊόντων του ξύλου προσδιορίζονται οι βασικές ιδιότητες των προϊόντων που απαιτούνται για τον έλεγχο της ποιότητας των κατασκευών, τον έλεγχο συμμόρφωσης του προϊόντος στις απαιτήσεις των οδηγιών του Ε.Κ. αλλά και την επιλογή του καταλληλότερου προϊόντος για κάθε χρήση.

Ο ποιοτικός έλεγχος διενεργείται σύμφωνα με τις μεθόδους που περιγράφονται στα ευρωπαϊκά πρότυπα (ΕΝ) ή σύμφωνα με εθνικά πρότυπα.

Οδηγίες του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου (Ε.Κ.) που αφορούν τους τομείς του ξύλου είναι η 89/106/ΕΕC η οποία αναφέρεται στην καταλληλότητα των προϊόντων των δομικών κατασκευών(στον οποίο υπάγονται και τα προϊόντα ξύλου).

Μερικά από τα πλέον συχνότερα χρησιμοποιούμενα Ευρωπαϊκά πρότυπα (ΕΝ) στον προσδιορισμό των κυριοτέρων ιδιοτήτων των προϊόντων του ξύλου είναι τα παρακάτω:

-ΕΝ 310:1993 Ξυλόπλακες-Προσδιορισμός του μέτρου ελαστικότητας σε κάμψη και αντοχή σε κάμψη

-ΕΝ 312:2003 Μοριοπλάκες-Προδιαγραφές

-ΕΝ 317:1997 Μοριοπλάκες και ινοπλάκες-Προσδιορισμός της κατά πάχος διόγκωσης μετά από εμβάπτιση σε νερό

-ΕΝ 318:2002 Ξυλοπλάκες-Προσδιορισμός των διαστασιακών μεταβολών σε συνάρτηση με τις μεταβολές της σχετικής υγρασίας

-ΕΝ 319:1993 Μοριοπλάκες και ινοπλάκες-Προσδιορισμός της αντοχής σε εφελκυσμό κάθετα προς την επιφάνεια

-ΕΝ 322:1993Ξυλοπλάκες-Προσδιορισμός της περιεχόμενης υγρασίας

-ΕΝ 323:1993 Ξυλοπλάκες-Προσδιορισμός της πυκνότητας

-ΕΝ 382:1993 Ινοπλάκες-Προσδιορισμός της επιφανειακής προσρόφησης-Μέρος 1: Μέθοδος ελέγχου για ινοπλάκες ξηράς μεθόδου

-ΕΝ 120:1992 Ξυλοπλάκες-Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε φορμαλδεϋδη-Μέθοδος perforator

-ΕΝ 13446:2002 Ξυλόπλακες-Προσδιορισμός της δύναμης εξαγωγής των στερεωτικών

-ΕΝ 13986:2004 Ξυλόπλακες για δομική χρήση-Χαρακτηριστικά, αποτίμηση της συμμάρφωσης και σήμανση

-ΕΝ 14322:2004 Ξυλοπλάκες-Επενδυμένες με μελαμίνη για εσωτερικές χρήσεις-Ορισμός, απαιτήσεις και ταξινόμηση

-ΕΝ 14323:2004 Ξυλοπλάκες-Επενδυμένες με μελαμίνη για εσωτερικές χρήσεις-Μέθοδοι ελέγχου

3.10.2 Οικοδομική άδεια

Τα ξύλινα σπίτια απαιτούν την έκδοση οικοδομικής άδειας από την πολεοδομία της περιοχής. Η άδεια θα πρέπει να συνταχθεί από εγκεκριμένο μηχανικό και τα στάδια της μελέτης είναι τα ίδια όπως

σε μια συμβατική κατασκευή. Δηλαδή αρχιτεκτονική μελέτη, στατική μελέτη, τοπογραφικό και μηχανολογική μελέτη.

Ο χρόνος που απαιτείται για την έκδοση της άδειας ποικίλει και εξαρτάται κυρίως από το φόρτο εργασίας της πολεοδομίας. Συνήθως κυμαίνεται από 2,5-4 μήνες.Το κόστος της άδειας εξαρτάται από το συνολικό εμβαδόν της κατοικίας. Το κόσταος αυτό δε διαφέρει από αυτό των συμβατικών κτιρίων.

Τα ελάχιστα οικοδομικά ένσημα που απαιτούνται από το ΙΚΑ για την αποπεράτωση της κατοικίας, προκύπτουν από τη μελέτη της άδειας και είναι περίπου κατά 60% λιγότερα από αυτά της συμβατικής κατοικίας. Τα ένσημα χρησιμοποιούνται συνήθως για την κατασκευή της βάσης της οικίας.

Πολλά από τα σχέδια που εμφανίζονται σε ξένα περιοδικά και σε σελίδες στο internet είναι πιθανόν να μην μπορούν να εφαρμοστούν στην Ελλάδα, λόγω περιορισμών που ορίζονται είτε από το Γενικό Πολεοδομικό Κανονισμό (ΓΠΚ) είτε από ειδικούς κανόνες και περιορισμούς που ισχύουν σε μια περιοχή. Για παράδειγμα, σε πολλά νησιά των Κυκλάδων υπάρχει συγκεκριμένο τυπολόγιο και αισθητική που θα πρέπει να ακολουθούν όλα τα σπίτια για λόγους αρχιτεκτονικής παράδοσης. Σε πολλές περιοχές δεν επιτρέπονται οι απότομες επικλινείς στέγες κ.α.

3.10.3 Έκδοση οικοδομικής άδειας

Η οικοδομική άδεια κτιρίου ή εγκατάστασης θεωρείται ότι περιλαμβάνει τη διαμόρφωση του εδάφους, τις αναγκαίες εκσκαφές για τη θεμελίωση του κτιρίου ή της εγκατάστασης καθώς και την κατασκευή περιφραγμάτων, βόθρων και υπόγειων δεξαμενών ύδατος.

Πιο συγκεκριμένα, η διαδικασία για να εκδοθεί η οικοδομική άδεια μιας προκατασκευασμένης κατασκευής συμπίπτει με όσα ισχύουν και για τις συμβατικές. Αρμόδια για τη χορήγηση άδειας οικοδομής είναι η Πολεοδομική Υπηρεσία στην οποία υπάγεται το ακίνητο.

Τα δικαιολογητικά αυτά συνοψίζονται στα εξής:

- Αίτηση στην οποία είναι ενσωματωμένα σε ενιαίο τεύχος έντυπα με τις δηλώσεις ανάθεσης-ανάληψης, φύλλο ελέγχου.
- Ειδικό έντυπο προϋπολογισμού.
- Τοπογραφικό διάγραμμα και διάγραμμα κάλυψης.
- Αρχιτεκτονική μελέτη.
- Στατική μελέτη και διάφορες άλλες εγκρίσεις ανάλογα με τη χρήση, την επιφάνεια και την περιοχή.
- Μελέτη παθητικής πυροπροστασίας.
- Αποδεικτικό κατάθεσης της αμοιβής του μελετητή μηχανικού.
- Αιτιολογημένη έκθεση του μελετητή μηχανικού.
- Μελέτη θερμομόνωσης.
- Μελέτες υδραυλικών εγκαταστάσεων και αποχετεύσεων, ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, ενεργητικής πυροπροστασίας, αέριων καυσίμων όπου απαιτούνται σύμφωνα με τις προδιαγραφές και τους κανονισμούς.
- Τίτλος ιδιοκτησίας και πρόσφατο πιστοποιητικό ιδιοκτησίας για κάθε οικόπεδο γήπεδο, άρτιο κατά παρέκκλιση ή εκτός σχεδίου.

- Συμβολαιογραφική δήλωση γκαράζ ή αποδεικτικό καταβολής της απαιτούμενης εισφοράς.

Ο μέσος χρόνος διεκπεραίωσης της όλης διαδικασίας είναι δύο μήνες ενώ το κόστος ποικίλει ανάλογα με την περίπτωση, ανάλογα με την επιφάνεια, τη χρήση και την περιοχή.

3.10.4 Μελέτες

Για κάθε έργο απαιτείται και μια σειρά μελετών σε δύο αντίγραφα, ως εξής:

- Στατική μελέτη
- Μελέτη θερμομόνωσης
- Εδαφοτεχνική έρευνα, όπου χρειάζεται
- Μελέτη παθητικής πυροπροστασίας η οποία μπορεί να είναι ενσωματωμένη στην αρχιτεκτονική μελέτη
- Μελέτη ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, υδραυλικών εγκαταστάσεων και αποχετεύσεων
- Όταν απαιτείται μελέτη αερίου καυσίμου εγκεκριμένη απο την ΕΠΑ ή τη ΔΕΠΑ, και τη μελέτη υγραερίου
- Εγκεκριμένη μελέτη ενεργητικής πυροπροστασίας από την αρμόδια Πυροσβεστική υπηρεσία
- Συμβολαιογραφική δήλωση των χώρων στάθμευσης που απαιτούνται για το έργο και μεταγραφή της ή αποδεικτικό καταβολής της απαιτούμενης εισφοράς
- Υπεύθυνη δήλωση του Ν.1599/86 του/των μηχανικών που εκπόνησαν τις μελέτες σύμφωνα με την παρ. 6 του άρθρου 2 του Ν.3212/2003

Όσον αφορά τη μόνιμη σύνδεση του κτίσματος με τα δίκτυα ηλεκτροδότησης και υδροδότησης αυτή χορηγείται από τη Διεύθυνση Περιβάλλοντος και Χωροταξίας και τα έγγραφα που χρειάζεται είναι:

1) Αίτηση
2) Ακριβές φωτοαντίγραφο της οικοδομικής άδειας εις διπλούν
3) Υπεύθυνες δηλώσεις του Ν.1599/86 των επιβλεπόντων μηχανικών ότι το σπίτι κατασκευάστηκε σύμφωνα με όσα προβλέπονται στην αντίστοιχη μελέτη
4) Παραστατικά αμοιβής επίβλεψης και κρατήσεων που έγιναν για την έκδοση της άδειας οικοδομής
5) Τεχνική έκθεση μηχανικού
6) Υπεύθυνη δήλωση του ιδιοκτήτη στην οποία θα δηλώνονται ότι το σπίτι κατασκευάστηκε σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στην αντίστοιχη μελέτη

3.10.5 Ο Ευρωκώδικας 5 και ο σχεδιασμός ξύλινων κατασκευών

Το ξύλο χρησιμοποιείται εδώ και πολλούς αιώνες στη δόμηση. Οι σύγχρονες τεχνολογικές εξελίξεις (νέα υλικά υψηλής αξιοπιστίας με πρώτη ύλη το ξύλο), οι νέοι κανονισμοί και τα κανονιστικά πρότυπα παραγωγής των υλικών και μελέτης των ξύλινων κατασκευών, καθιστούν το ξύλο ισότιμο και ανταγωνιστικό ως προς τα λοιπά δομικά υλικά. Παραλλήλως όμως, και σε συνδυασμό με τις ιδιομορφίες του ξύλου, επιβάλλουν την απόκτηση υψηλότερης γνώσης από τον ειδικό μηχανικό ή μηχανικό ξύλου.

3.10.5.1 Σκοπός και πεδίο εφαρμογής του Ευρωκώδικα 5

Ο Ευρωκώδικας 5 (EN1995) χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό έργων πολιτικού μηχανικού που αφορούν ξύλινες κατασκευές. Καλύπτει απαιτήσεις μηχανικής αντοχής, λειτουργικότητας,

ανθεκτικότητας και πυρασφάλειας των ξύλινων κατασκευών για το φέροντα οργανισμό των οποίων έχουν χρησιμοποιηθεί στοιχεία από φυσική ξυλεία (στρογγυλή, πελεκητή, ή πριστή) και βιομηχανικά παραγόμενα προϊόντα ξύλου όπως :

- επικολλητή ξυλεία
- ξυλεία επικολλημένων ξυλόφυλλων (LVL) και
- διαφόρων τύπων ξυλοπλάκες (αντικολλητή ξυλεία, OSB, μοριοπλάκες, ινοπλάκες κλπ.)

Ο Ευρωκώδικας 5 (EN 1995) αποτελείται από τα παρακάτω επιμέρους κανονιστικά κείμενα:

- EN 1995-1-1 Γενικοί κανόνες και κανόνες για κτήρια
- EN1995-1-2 Γενικοί κανόνες – Δομικός Σχεδιασμός έναντι πυρκαγιάς
- EN 1995-2 Γέφυρες

3.10.5.2 Απαραίτητα κανονιστικά κείμενα για τη χρήση του EN 1995

Η χρήση του EN 1995 γίνεται σε συνδυασμό με τα εξής κανονιστικά κείμενα:

1. EN 1990:2002 <<Ευρωκώδικας – Βάσεις σχεδιασμού>>
2. EN 1991 <<Δρλασεις στις κατασκευές>>
3. EN 1998 <<Αντισεισμικός Σχεδιασμός>> για τις ξύλινες κατασκευές σε σεισμικές περιοχές
4. EN 1993 <<Ευρωκώδικας 3: Σχεδιασμός Κατασκευών από Χάλυβα>>
   Χρησιμοποιείται συχνά για τον έλεγχο των μεταλλικών πλακών σε συνδέσεις χάλυβα με ξύλο, για τον έλεγχο μεταλλικών χιαστί συνδέσμων ακαμψίας καθώς και μεταλλικών δομικών στοιχείων τα οποία μπορεί να συνδυάζονται με ξύλινα για τη μόρφωση μικτών φορέων (μεταλλικά υποστυλώματα με ξύλινα ζυγώματα, μεταλλικοί ελκυστήρες με ξύλινους αμείβοντες κ.α.)
5. Πρότυπα ENs για τα δομικά προϊόντα σχετικά με τις ξύλινες κατασκευές.
   Επισημαίνεται ότι όλα τα στοιχεία για τα μηχανικά χαρακτηριστικά των διαφόρων τύπου ξυλείας και των προϊόντων ξύλου (αντοχές, πυκνότητα, μέτρα ελαστικότητας και διάτμησης) βρίσκονται στα αντίστοιχα ENs και όχι στο κυρίως σώμα του Ευρωκώδικα 5. Τα ENs που συνοδεύουν τον Ευρωκώδικα είναι μέχρι τώρα περίπου 70 και συνεώς αυξάνονται.
6. Το Εθνικό Προσάρτημα στο οποίο περιλαμβάνονται πληροφορίες για τις παραμέτρους που αφήνονται ανοιχτές στους Ευρωκώδικες προκειμένου να συμπληρωθούν με Εθνική Επιλογή.
   <u>Τα άρθρα του EN 1995-1-1 που επιτρέπουν Εθνική Επιλογή είναι τα ακόλουθα :</u>
   2.3.1.2(2)A Κατάταξη φορτίων σε κατηγορίες διάρκειας φορτίσεως
   2.3.1.3(1)A Κατάταξη κατασκευών σε κατηγορίες λειτουργίας
   2.4.1(1)A Επί μέρους συντελεστές για τις ιδιότητες των υλικών
   6.4.3(8) Δοκοί με αμφιπλεύρως μειούμενη διατομή, καμπύλες δοκοί και δοκοί με καμπύλη-τριγωνική κορωνίδα
   7.2(2) Οριακές τιμές βελών κάμψης
   7.3.3(2) Οριακές τιμές ταλαντώσεων
   8.3.1.2(4) Ηλώσεις ξύλου με ξύλο: κανόνες για ηλώσεις στο σόκορο του ξύλου
   8.3.1.2(7) Ηλώσεις ξύλου με ξύλο: είδη ξύλου ευαίσθητα στο σχίσιμο
   9.2.4.1(7) Μέθοδος σχεδιασμού διαφραγμάτων τοίχων
   9.2.5.3(1) Τροποποιητικοί συντελεστές για την εξασφάλιση δυσκαμψίας συστημάτων δοκών ή δικτυωμάτων
   10.9.2(3) Ανέγερση δικτυωμάτων με ηλοφόρες πλάκες: μέγιστης τοξοειδής παραμόρφωση
   10.9.2(4) Ανέγερση δικτυωμάτων με ηλοφόρες πλάκες: μέγιστη απόκλιση από την κατακόρυφο

Η μέχρι σήμερα εμπειρία στον τομέα των ξύλινων κατασκευών στην Ελλάδα δεν είχε ως αποτέλεσμα την εξαγωγή συμπερασμάτων που να αντικρούουν τις συνιστώμενες εκ μέρους του Ευρωκώδικα τιμές των Εθνικώς προσδιοριζομένων παραμέτρων. Βάσει του ανωτέρω αιτιολογείται η αποδοχή των συνιστωμένων τιμών για τις εξής περιπτώσεις:

2.4.1(1)Α Επί μέρους συντελεστές για τις ιδιότητες των υλικών
6.4.3(8) Δοκοί με αμφιπλεύρως μειούμενη διατομή, καμπύλες δοκοί και δοκοί με καμπύλη-τριγωνική κορωνίδα
8.3.1.2(4) Ηλώσεις ξύλου με ξύλο: κανόνες για ηλώσεις στο σόκορο του ξύλου
8.3.1.2(7) Ηλώσεις ξύλου με ξύλο: είδη ξύλου ευαίσθητα στο σχίσιμο
9.2.4.1(7) Μέθοδος σχεδιασμού διαφραγμάτων τοίχων
9.2.5.3(1) Τροποποιητικοί συντελεστές για την εξασφάλιση δυσκαμψίας συστημάτων δοκών ή δικτυωμάτων
Για τα υπόλοιπα άρθρα (περίπτωση εθνικών επιλογών διαφορετικών από τις συνιστώμενες από τον Ευρωκώδικα 5) χρησιμοποιήθηκε η διεθνής βιβλιογραφία και εμπειρία.

3.10.6 Ο Ευρωκώδικας 5 στην Ελλάδα

Πολύ σύντομα η χώρα μας θα υποχρεωθεί να χρησιμοποιήσει για τις ξύλινες κατασκευές τον Ευρωκώδικα 5. Κατά πόσο όμως είναι εύκολο να ενταχθεί ο κανονισμός αυτός στην ελληνική πραγματικότητα;

Οι Ευρωκώδικες αποτελούν Ευρωπαϊκά Πρότυπα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Τυποποίησης (CEN) και έχουν σκοπό να εναρμονίσουν όλους τους κανονισμούς των Κρατών Μελών που αφορούν στη στατική επάρκεια των κατασκευών. Οι Ευρωκώδικες συνοδεύονται από μεγάλο αριθμό επιμέρους Προτύπων (ENs) στα οποία υπάρχουν τεχνικές προδιαγραφές για τα δομικά υλικά και τις μεθόδους δοκιμών τους. Το Ευρωπαϊκό πρότυπο EN1995 ή Ευρωκώδικας 5, όπως είναι ευρύτερα γνωστός, πραγματεύεται το σχεδιασμό των ξύλινων κατασκευών και έχει 3 μέρη:

1) το πρώτο Μέρος (1-1), περιλαμβάνει γενικούς κανόνες για τον υπολογισμό κτιρίων,
2) το δεύτερο Μέρος (1-2), αφορά στο σχεδιασμό των ξύλινων κτιρίων έναντι πυρκαγιάς,
3) και το τρίτο Μέρος (2), αφορά στις γέφυρες.

Ο Ευρωκώδικας 5 αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία της ειδικότητας του Πολιτικού Μηχανικού και σύντομα θα αρχίσει να εφαρμόζεται και στη χώρα μας. Εμφανίζει όμως κάποιες "ιδιαιτερότητες" γεγονός που κάνει να φαίνεται η εφαρμογή του στην ελληνική πραγματικότητα αρκετά δύσκολη.

Σε γενικές γραμμές και με μια πρώτη ματιά, ο Ευρωκώδικας 5 μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένας δυσνόητος και δύσχρηστος κανονισμός.

Πράγματι, δεν υπάρχουν αρκετά διευκρινιστικά σχήματα και επεξηγήσεις, ενώ π.χ. υπάρχουν πολλοί άγνωστοι μέχρι τώρα συντελεστές, που δεν χρησιμοποιούνται στα άλλα υλικά, (συντελεστές κλάσης υγρασίας, διάρκειας φόρτισης, διανομής φορτίων κ.λ.π.)

Αυτό όμως συμβαίνει γιατί ο Ευρωκώδικας 5 είναι γραμμένος για χώρες (Γερμανία, Αγγλία κ.λ.π.), που έχουν ήδη αναπτύξει ένα σύστημα προδιαγραφών και ερευνητικών εργασιών που αφορούν στις ξύλινες κατασκευές με πολλά πρόσθετα βοηθήματα, και σχετικές υποστηρικτικές προδιαγραφές καθώς και για μηχανικούς που έχουν ήδη καλή γνώση ξύλινων κατασκευών. Δυστυχώς, οι Έλληνες Πολιτικοί

Μηχανικοί και Αρχιτέκτονες δεν είναι το ίδιο εξοικειωμένοι με τις ιδιότητες του ξύλου και των προϊόντων του, με την ορολογία η οποία παρουσιάζει πολλές δυσκολίες και ιδιαιτερότητες, με τον υπολογισμό και κυρίως με τον σχεδιασμό των ξύλινων κατασκευών. Ο Ευρωκώδικας 5 λοιπόν έχει αυτήν την μορφή, γιατί η αρμόδια Ευρωπαϊκή Επιτροπή, αποφάσισε να συμπεριληφθούν μόνο οι βασικοί κανόνες σχεδιασμού και υπολογισμού με τους οποίους όλες οι Ευρωπαϊκές χώρες έπρεπε καταρχήν να συμφωνούν. Έτσι δίνεται η δυνατότητα στις Εθνικές Επιτροπές και Οργανισμούς της κάθε χώρας, να αποφασίσουν ελεύθερα, ποια θα είναι τα καταλληλότερα στοιχεία που πρέπει να πλαισιώσουν και να συμπληρώσουν τον Ευρωκώδικα 5, ανάλογα με τις τοπικές, ιδιαίτερες συνθήκες κάθε χώρας, τις παραδόσεις της, το είδος της ξυλείας και των κατασκευών της.

Θα αναρωτηθεί κανείς: πώς η Ελλάδα που έχει έλλειψη παλαιότερων κανονισμών και κανονιστικής παράδοσης για το ξύλο θα μπορέσει να κάνει σωστή χρήση του Ευρωκώδικα 5;

Η απάντηση είναι εύκολη. Ευρωπαϊκές χώρες όπως η Γερμανία, η Αγγλία και η Γαλλία, οι οποίες θα εναρμονιστούν με τον Ευρωκώδικα 5, και οι οποίες έχουν ήδη μεγάλη εμπειρία και πολλά βοηθήματα με την μορφή εγχειριδίων και συμπληρωματικών κανονιστικών διατάξεων θα βοηθήσουν να αντιμετωπίσουν οι χώρες όπως η Ελλάδα, την έλλειψη γνώσης στο συγκεκριμένο θέμα. Παράλληλα πρέπει να ετοιμαστούν αντίστοιχα εγχειρίδια στα ελληνικά. Ήδη έχουν συγκροτηθεί ομάδες εργασίες οι οποίες ασχολούνται με την προώθηση της εφαρμογής του Ευρωκώδικα 5 στην Ελλάδα, από το ΥΠΕΧΩΔΕ (Επιτροπή Ευρωκωδίκων, για την Μετάφραση του Ευρωκώδικα 5 και την σύνταξη προσαρτήματος των εθνικώς προσδιοριζομένων παραμέτρων), από τον ΕΛΟΤ, (Τεχνική Επιτροπή ΤΕ 92, «Ξύλο και ξύλινες κατασκευές», με αντικείμενο την τυποποίηση της ορολογίας, των απαιτήσεων των μεθόδων δοκιμών για το ξύλο και τα προϊόντα ξύλου, την σύνταξη Ελληνικών Προδιαγραφών για τη διαβάθμιση εγχώριας δομικής ξυλείας κ.α.), από το ΤΕΕ (Ομάδα εργασίας για την σύνταξη Οδηγού Δομικών Υλικών για το Ξύλο).

Ο Ευρωκώδικας 5 είναι αδύνατον να εφαρμοστεί χωρίς ένα σημαντικό αριθμό Ευρωπαϊκών Προτύπων (περίπου 70), τα οποία ονομάζονται ENs. Ούτε μια απλή αμφιέρειστη δοκός δεν μπορεί να υπολογισθεί αφού ο απαραίτητος πίνακας με τις κατηγορίες αντοχές των ξύλων βρίσκεται σε σχετικό EN και όχι στο κυρίως σώμα του Ευρωκώδικα. Όπως είναι γνωστό, τα ENs διατίθενται από τους Εθνικούς Οργανισμούς Πιστοποίησης (βιβλιοθήκη ΕΛΟΤ), με Ευρωπαϊκά καθορισμένες τιμές. Η φωτοτύπιση τους κοστίζει αρκετά και η πρόσβαση σε αυτά είναι δύσκολη ιδιαίτερα για τους μηχανικούς εκτός Αθηνών.

Όμως, τα περισσότερο χρησιμοποιούμενα ENs είναι λίγα, άρα όταν αποκτηθούν τα βασικά, μπορούν να αντιμετωπιστούν οι περισσότερες τρέχουσες εφαρμογές των ξύλινων κατασκευών. Παρόλα αυτά, η πρόσβαση σε αυτά αλλά και το κόστος τους πρέπει να είναι τέτοιο ώστε κάθε μηχανικός στην άκρη της Ελλάδας να μπορεί να κάνει την δουλειά του.

Ο τρόπος υπολογισμού με τον Ευρωκώδικα 5, των ξύλινων μελών και ιδιαίτερα των συνδέσεων είναι πολύ πιο πολύπλοκος και χρονοβόρος από ότι με τους παλαιότερους κανονισμούς (DIN) και η πιθανότητα να γίνει αριθμητικό λάθος στις πράξεις μεγάλη.
Για παράδειγμα, χρειάζονται 6 αρκετά πολύπλοκες εξισώσεις για τον υπολογισμό μιας απλής μονότμητης σύνδεσης ξύλου με ξύλου.

Όμως, τώρα πλέον, όλοι οι μηχανικοί χρησιμοποιούν υπολογιστές και αυτό προφανώς έχει ληφθεί υπ' όψιν από την Επιτροπή σύνταξης του Ευρωκώδικα 5. Ακόμα και με απλά προγράμματα όπως το Excel, τα οποία μπορούν να ετοιμαστούν εύκολα από τον οποιοδήποτε μηχανικό, η ταχύτητα και η ακρίβεια των υπολογισμών εξασφαλίζεται πλήρως. Αυτοί οι «δύσχρηστοι και πολύπλοκοι» τύποι υπολογισμού, αποφασίστηκε να παραμείνουν στον Ευρωκώδικα καθώς περιγράφουν πολύ καλύτερα την συμπεριφορά

των ξύλινων φορέων και των συνδέσεών τους αφού προκύπτουν από τα τελευταία ερευνητικά αποτελέσματα.

Στον Ευρωκώδικα 5 δεν υπάρχουν οδηγίες για το σχεδιασμό και υπολογισμό κατασκευών σε σεισμογενείς περιοχές. Δυστυχώς και στον τελευταίο Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό έχουν συμπεριληφθεί ελάχιστα στοιχεία για τις ξύλινες κατασκευές (q, ζ%). Ευτυχώς όμως υπάρχουν αρκετά στοιχεία σε σχετικό κεφάλαιο του Ευρωκώδικα 8, πιθανώς γιατί σε κάποιες χώρες το ξύλο αντιμετωπίζεται ως ισάξιο δομικό υλικό με το χάλυβα και το ωπλισμένο σκυρόδεμα.

Το μεγαλύτερο όμως πρόβλημα που υπάρχει για την εφαρμογή του Ευρωκώδικα 5 είναι έλλειψη στην Ελληνική αγορά βαθμονομημένου ως προς την αντοχή ξύλου είτε εγχώριου είτε εισαγόμενου, σύμφωνα με τους νέους Κανονισμούς.

Στην Ελλάδα δεν υπάρχει βαθμονομημένη φυσική ξυλεία ούτε με τους παλιούς Κανονισμούς. Για τα προϊόντα ξύλου, όπως είναι το συγκολλητό ξύλο, τα πράγματα είναι καλύτερα γιατί οι περισσότερες βιομηχανίες στην Ευρώπη, και κάποιες λιγοστές όμως στην Ελλάδα, έχουν ήδη υιοθετήσει τους νέους Κανονισμούς και παράγουν βαθμονομημένο ως προς την αντοχή συγκολλητό ξύλο σύμφωνα με τις προδιαγραφές των σχετικών ENs που συνοδεύουν τον Ευρωκώδικα 5. Η Ιταλία και η Πορτογαλία, χώρες επίσης χωρίς προηγούμενες εθνικούς κανονισμούς για το ξύλο, έχουν ήδη ξεκινήσει εδώ και αρκετά χρόνια να οργανώνονται για την διαβάθμιση σε κλάσεις αντοχής των εγχώριων ειδών ξύλου. Η Ελλάδα, Ευρωπαϊκή χώρα με αξιόλογο και ως προς την ποιότητα και ως προς την ποσότητα, εγχώριο δασικό πλούτο, πρέπει, έστω και την τελευταία στιγμή, να προχωρήσει αμέσως στην καταγραφή, περιγραφή, αξιολόγηση και αποτίμηση του δασικού της πλούτου και των δασικών προϊόντων, καθώς και των δυνατοτήτων ανάπτυξης και βελτίωσης της υπάρχουσας παραγωγής της χώρας. Πρέπει επίσης, πολύ σύντομα, έχουμε ήδη καθυστερήσει, εισαγωγείς, παραγωγοί, πανεπιστημιακοί και οι ειδικές επιτροπές που έχουν συσταθεί να συνεργαστούν για την καθιέρωση ελληνικού συστήματος πιστοποίησης και διαδικασιών ελέγχου της δομικής ξυλείας και για την ενημέρωση και προετοιμασία του τεχνικού και εμπορικού κόσμου καθώς ο Ευρωκώδικας 5 θα αρχίσει να εφαρμόζεται πολύ σύντομα.

Πρέπει να τονιστεί ότι το ξύλο, είναι το μόνο δομικό υλικό του οποίου η αντοχή, τα μηχανικά χαρακτηριστικά, ΔΕΝ ΜΠΟΡΟΥΝ να προσδιοριστούν μέσω μικρών δοκιμίων, δηλαδή μικρών, καθαρών από φυσικά ελαττώματα κομματιών ξύλου, σε εργαστήρια όπως γίνεται με το ωπλισμένο σκυρόδεμα και το χάλυβα.

Τα φυσικά ελαττώματα του ξύλου, όπως το μέγεθος, ο αριθμός και η διάταξη των ρόζων, η στρεψοίνια, οι ρηγματώσεις κ.λ.π. αποτελούν τον κρισιμότερο παράγοντα καθορισμού των μηχανικών ιδιοτήτων της φυσικής και της συγκολλητής ξυλείας. Γι αυτό, κάθε ξύλινο στοιχείο, πρέπει να κατατάσσεται σε κατηγορία αντοχής στο εργοστάσιο παραγωγής του, όταν διαμορφωθούν οι τελικές του διαστάσεις (διατομή και μήκος). Πρέπει δηλαδή να διαβαθμίζεται όλο το ξύλινο μέλος, όπως θα χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή και στο σόκορο του πρέπει να υπάρχει σφραγίδα στην οποία να αναγράφονται με σαφήνεια η κλάση αντοχής του, το είδος του, το ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας καθώς και άλλες πληροφορίες που αφορούν τον κανονισμό, τον βαθμονομητή και τον οργανισμό πιστοποίησης του. Η διαβάθμισή αυτή μπορεί να γίνει είτε οπτικά, από ειδικούς εκπαιδευμένους ελεγκτές είτε μέσω ειδικών μηχανών.

Μια βασική αρχή των έργων Πολιτικού Μηχανικού είναι ότι Κανονισμοί πρέπει να συνδυάζονται με σαφείς προδιαγραφές που αφορούν στις κατηγορίες αντοχής των χρησιμοποιούμενων δομικών υλικών, αλλιώς κάθε υπολογισμός είναι είτε μη ασφαλής είτε αντιοικονομικός. Η προφανής αυτή αρχή δεν ήταν δυνατόν μέχρι τώρα να εφαρμοστεί για τις ξύλινες κατασκευές. Η χρήση ιδιαίτερα συντηρητικών τιμών αντοχής που αναγκαστικά οδηγούνταν και οδηγούνται οι πολιτικοί μηχανικοί να χρησιμοποιούν, αφού

δεν έχουν καμία πιστοποίηση για την αντοχή του ξύλου που θα προδιαγράψουν ή θα χρησιμοποιήσουν, σε αντίθεση με το Ω.Σ. και τον χάλυβα, επιβαρύνει ιδιαίτερα την οικονομία, την ασφάλεια της κατασκευής, και τελικά την ανταγωνιστικότητα του ξύλου ως δομικό υλικό.

Υπάρχει δρόμος ακόμα που πρέπει να γίνει ώστε η εφαρμογή του Ευρωκώδικα 5 να αποφέρει τους ανάλογους καρπούς. Η αρχή βέβαια έχει γίνει. Απομένει μόνο η συνέχιση των προσπαθειών ώστε σύντομα οι Μηχανικοί της χώρας μας να μπορούν να αξιοποιήσουν στο έπακρο τις δυνατότητες που τους δίνει ο Ευρωκώδικας 5 και το ξύλο να ξαναποκτήσει την θέση που του ανήκει στις κατασκευές στην Ελλάδα.

4.Υπολογισμός ανθρακικού αποτυπώματος σε ξύλινες προκατασκευασμένες οικίες.

4.1. Πορεία υπολογισμού

Για να γίνει ορθότερη η ανάλυσή μας, επιλέχθηκαν 4 αντιπροσωπευτικά κτήρια στα οποία ακολουθήσε αναλυτική ογκομέτρηση των υλικών που τα αποτελούν, και του ενσωματωμένου ανθρακικού αποτυπώματος τους. Όπως φαίνεται και στα επόμενα υποκεφάλαια, υπολογίστηκε το ανθρακικό αποτύπωμα σε κάθε κτήριο κατά τη φάση κατασκευής, λειτουργίας, αλλά και κατά την κατεδάφιση του μέσω των τροποποιημένων προγραμμάτων De.CO2.E 1.12 [1]*(Οκτώβριος 2014)* και του Con.CO2.E [2](*Ιούλιος 2012*) που μας παρείχε η κα. Πιερή Στέλλα, και αναπτύξαμε σε συνέχεια των προηγούμενων εκδόσεων τους των φοιτητών Τζωρτζινάκη Γ., Κουτσογιάννη Α. και Παπαδόπουλου Ι.

Σε πρώτη φάση υπολογίστηκε το ενσωματωμένο ανθρακικό αποτύπωμα αφορά τον παραγόμενο άνθρακα από την μεταφορά των υλικών, τις οικοδομικές εργασίες ανέγερσης του κτίσματος αλλά και η κατανάλωση καυσίμου των μηχανημάτων, ώστε να έχουμε το συνολικό ανθρακικό αποτύπωμα για την κατασκευή του κτηρίου.

Συνεχίσαμε με την τροποποίηση του προγράμματος De_CO2.Estimator, ώστε να καλύπτει πλήρως την περίπτωση των ξύλινων κατασκευών, και την χρησιμοποίησή του για τον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος κατά την κατεδάφιση των κτηρίων προς υπολογισμό. Κατά την διαδικασία αυτή, διαχωρίζονται τα υλικά που μπορούν να ανακυκλωθούν, ή να αφαιρεθούν και να χρησιμοποιηθούν σε άλλο κτίσμα, καθώς και υπολογίζεται το ανθρακικό αποτύπωμα που θα απαιτήσει αυτή η διαδικασία. Επίσης μέσα από την ανάγνωση υλικών και με δεδομένο ότι πρόκειται για προκατασκευασμένα κτίρια, με κύριο υλικό το ξύλο, προσαρμόσαμε και χρησιμοποιήσαμε τα πιο κατάλληλα μηχανικά μέσα κατεδάφισης προσπαθώντας να κάνουμε μια βελτιστοποίηση ως προς τις εκπομπές άνθρακα στο εργοτάξιο.

Έπειτα ακολούθησε η ενεργειακή κατάταξη των κτηρίων σύμφωνα με τα προγράμματα του ΚΕΝΑΚ, καθώς όπως προαναφέρθηκε στο κεφάλαιο 2, για να έχουμε μια συνολική ανάλυση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του κτηρίου, δεν αρκεί μόνο η ενεργειακή του κατάταξη, αλλά μια συνολική ανάλυση του κύκλου ζωής του.

[1] De.CO2.Estimator (Οκτώβριος 2014), Στέλλα Πιερή, Τζωρτζινάκης Γ.
[2] Con.CO2.Estimator (Ιούλιος 2012), Στέλλα Πιερή, Παπαδόπουλος Ι., Κουτσογιάννης Α.

4.2.Παρουσίαση των κτηρίων υπό μελέτη

Παρακάτω παρουσιάζονται τα κτήρια υπό μελέτη παραθέτοντας τις κατόψεις τους, τις όψεις, καθώς και κρίσιμες τομές που παρουσιάζουν λεπτομερώς τα δομικά υλικά που τα αποτελούν.

Το δείγμα των κτηρίων επιχειρήθηκε να είναι όσον το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτικό. Για αυτό το σκοπό έχουμε 4 παραδείγματα ξύλινων προκατασκευασμένων κατοικιών, από πρότυπα κατασκευής διαφορετικών εταιρειών δόμησης που δραστηριοποιούνται στον ελλαδικό χώρο, με το καθένα από αυτά να διαφέρει όσον αφορά το μέγεθος, την διαρρύθμιση και τα υλικά δόμησης.

Έτσι μπορούμε να εξάγουμε ένα πιο ασφαλές συμπέρασμα, που να καλύπτει μεγαλύτερο εύρος μοντέλου κατοικιών.

4.2.1 Κατοικία Α'

4.2.1.1 Γενικά-Υλικά

Η πρώτη κατοικία που μελετήσαμε έχει συνολικό εμβαδό 228 m^2 και εκτείνεται σε δύο ορόφους.

Τα υλικά κατασκευής που χρησιμοποιούνται για την πρώτη κατοικία αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα:

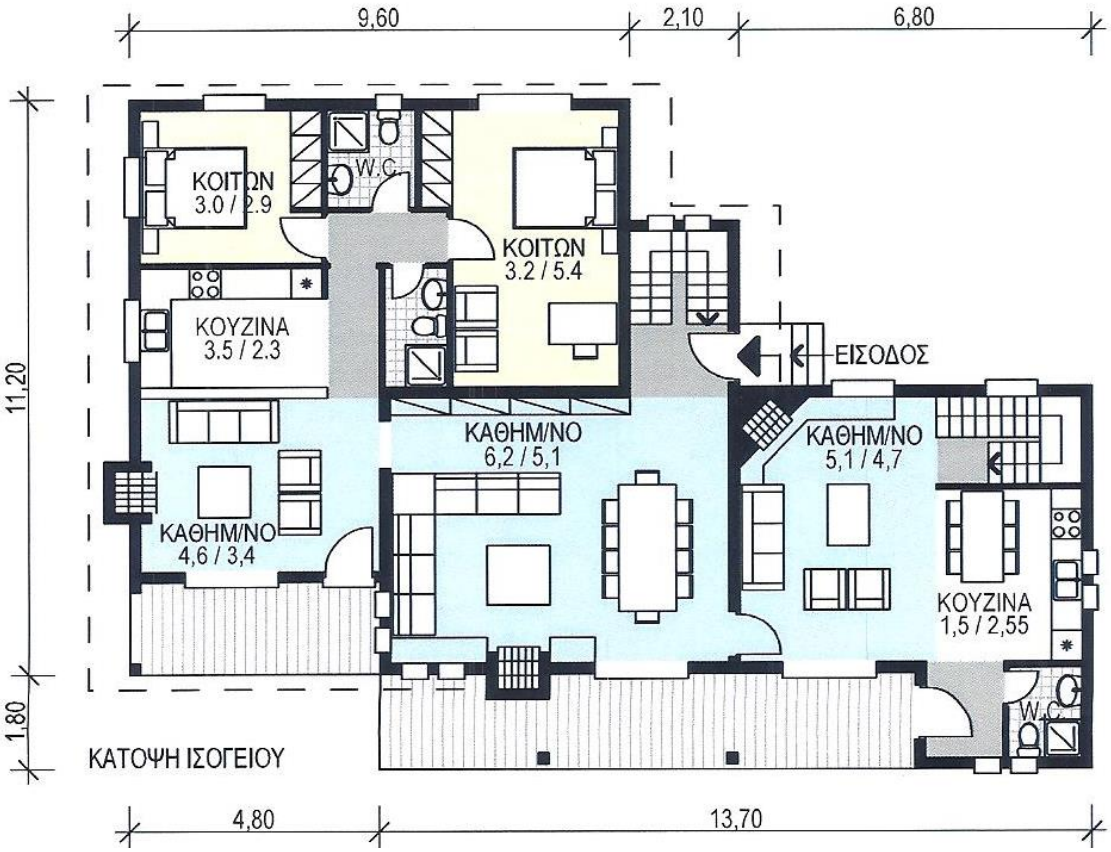
Επιφάνεια		
Ισόγειο	162	m^2
Όροφος	66	m^2
Στεγασμένοι χώροι	69	m^2
Μπαλκόνια	40	m^2
Εξωτερική τοιχοποιία		
Ισόγειο	226.8	m^2
Όροφος	68.59	m^2
Σύνολο	295.39	m^2
Εσωτερική τοιχοποιία		
Ισόγειο	97.16	m^2
Όροφος	58.75	m^2
Σύνολο	155.91	m^2
Στέγη		
Καλυπτόμενη επιφάνεια	169.9	m^2
Επιφάνεια στέγης	177.7	m^2
Πλήθος δοκίδων	19	
Στέγαστρα		
Καλυπτόμενη επιφάνεια	0	m^2
Επιφάνεια στέγης	0	m^2
Πλήθος δοκίδων	0	

Κουφώματα εξωτερικά					
	N	Π	Y		
Πόρτες	3	0.90	2.50	6.75	m^2
	3	1.80	2.50	13.5	m^2
	2	1.20	2.50	6	m^2
Παράθυρα	4	1.30	1.50	7.8	m^2
	11	0.50	1.50	8.25	m^2
	3	0.90	1.50	4.05	m^2
	1	1.80	1.50	2.7	m^2
				0	m^2
				0	m^2
Σύνολο παραθύρων				22.8	m^2
Κουφώματα εσωτερικά					
Πόρτες	10	0.9	2.4	21.6	m^2
	3	0.6	2.4	4.32	m^2
Σύνολο				25.92	m^2

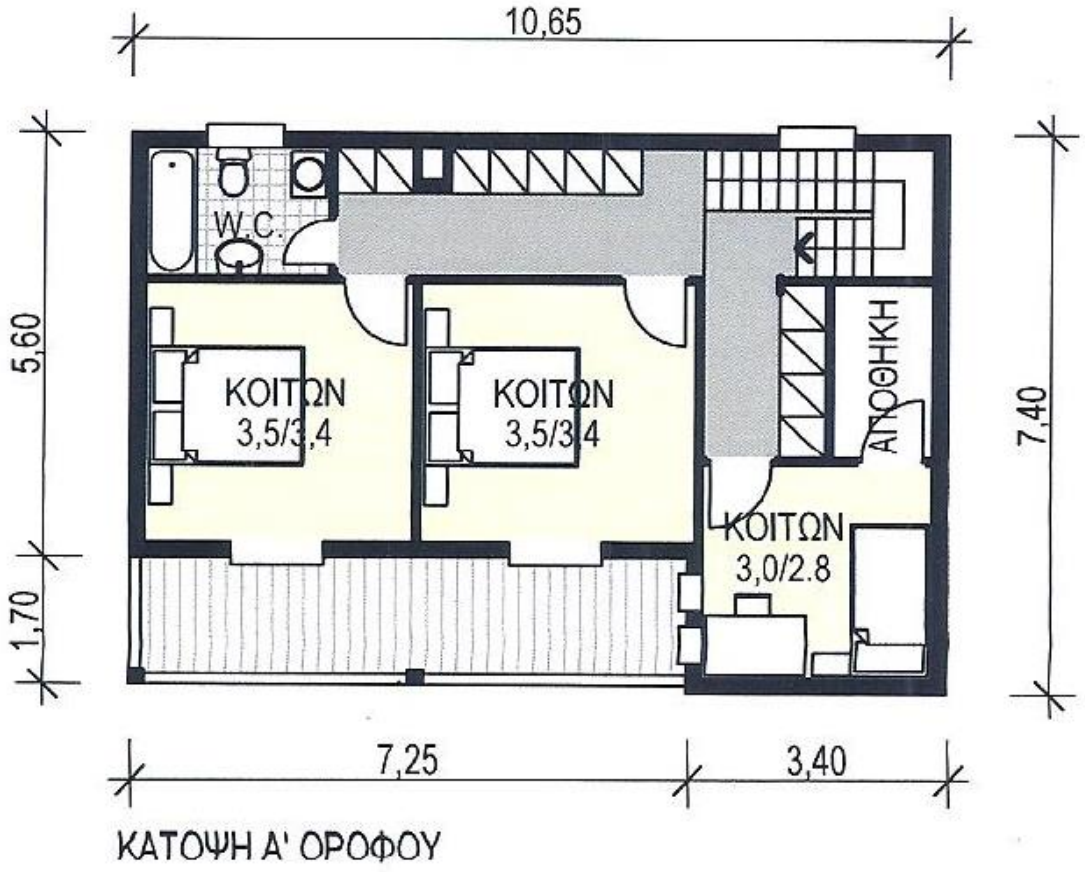
Πίνακας 7: Χαρακτηριστικά Κτηρίου Α

4.2.1.2 Κατόψεις κτηρίου Α'

Παρατίθενται οι κατόψεις του πρώτου κτηρίου που μελετήθηκε:



Σχήμα 10: Κάτοψη ισογείου κτηρίου Α

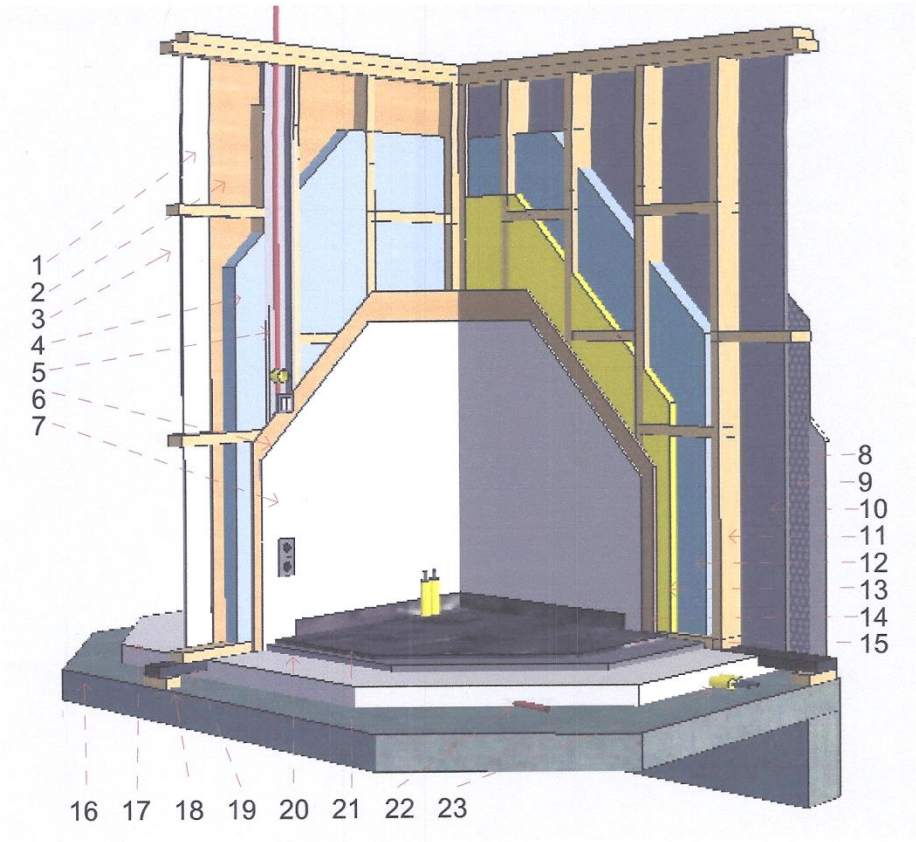


Σχήμα 11: Κάτοψη ορόφου κτηρίου Α

4.2.1.3 Πρόσοψη κτηρίου Α'

Σχήμα 12: Πρόσοψη κτηρίου Α

4.2.1.4 Χαρακτηριστική τομή και λεπτομέρεια στέγης

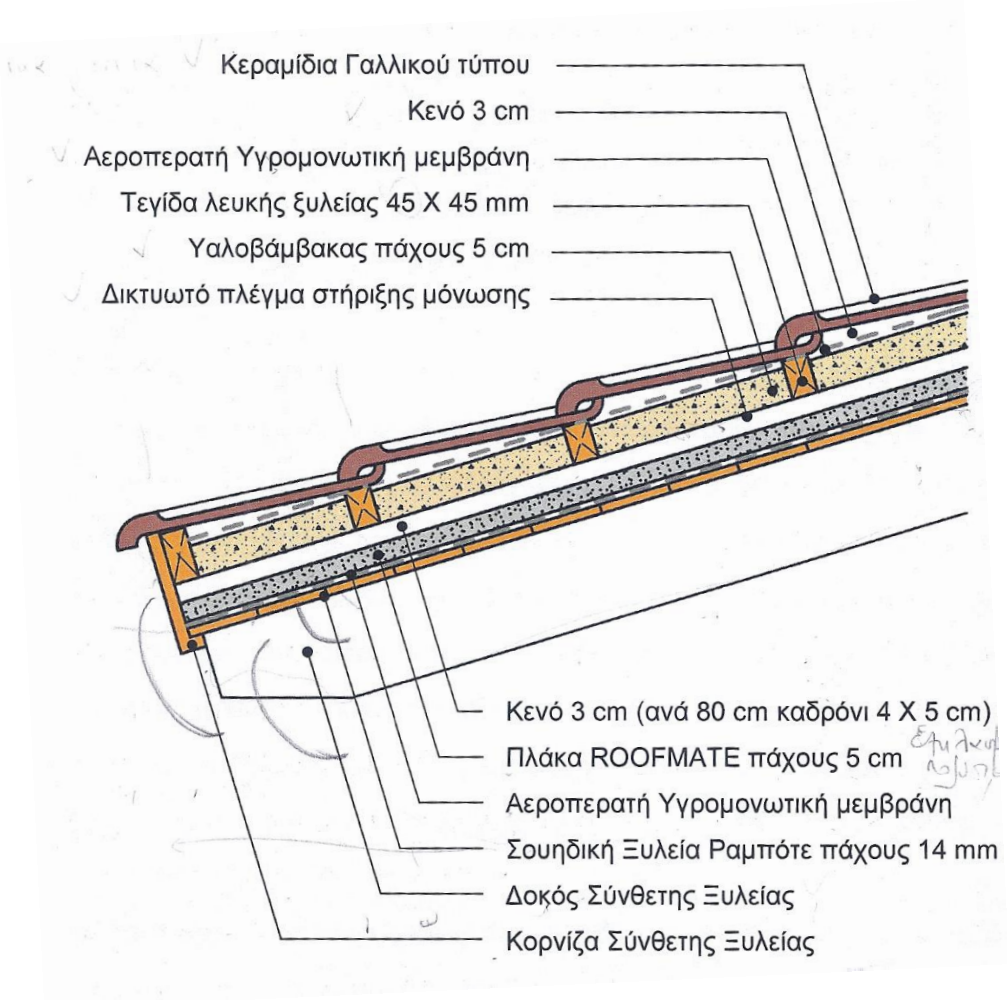


ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ
1. ΓΥΨΟΣΑΝΙΔΑ 12,5mm
2. ΚΟΝΤΡΑΠΛΑΚΕ ΘΑΛΑΣΣΗΣ
3. ΤΕΛΑΡΟ ΣΥΝΘΕΤΗΣ ΞΥΛΕΙΑΣ
4. ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗ 10cm
5. ΜΕΤΑΛΛΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ
6. ΚΟΝΤΡΑΠΛΑΚΕ ΘΑΛΑΣΣΗΣ
7. ΓΥΨΟΣΑΝΙΔΑ 12,5mm

ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ
8. ΣΟΒΑΣ 3 ΣΤΡΩΣΕΙΣ 2,5-3,5cm
9. ΥΑΛΟΠΛΕΓΜΑ
10. HERACLITH 2.5cm
11. ΤΕΛΑΡΟ ΣΥΝΘ. ΞΥΛΕΙΑΣ ΠΑΧ. 15cm
12. ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗ 10cm
13. ΥΑΛΟΒΑΜΒΑΚΑΣ 5cm
14. ΚΟΝΤΡΑΠΛΑΚΕ ΘΑΛΑΣΣΗΣ 19mm
15. ΓΥΨΟΣΑΝΙΔΑ 12,5mm

ΔΑΠΕΔΟ
16. ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΒΑΣΗΣ
17. ΑΟΠΛΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ 8-12cm
18. ΞΥΛΙΝΟΣ ΤΑΚΟΣ 5-10cm
19. ΠΙΣΣΑΡΙΣΜΕΝΟΣ ΟΔΗΓΟΣ ΕΛΑΤΗΣ 5x15cm
20. ΛΑΣΠΗ ΣΠΛΑΚΙΔΙΩΝ
21. ΚΕΡΑΜΙΚΑ ΠΛΑΚΙΔΙΑ
22. ΣΠΙΡΑΛ ΣΩΛΗΝΑΣ PVC ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ
23. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΣ ΣΩΛΗΝΑΣ REHAU

Σχήμα 13: Χαρακτηριστική τομή τοιχοποιίας κτηρίου Α



Σχήμα 14: Λεπτομέρεια στέγης

4.2.2 Κατοικία Β’

4.2.2.1 Γενικά-Ογκομέτρηση υλικών

Η δεύτερη κατοικία που μελετήθηκε έχει συνολικό εμβαδό 154 m^2 και εκτείνεται σε δύο ορόφους.

Τα υλικά κατασκευής που χρησιμοποιούνται για την πρώτη κατοικία αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα:

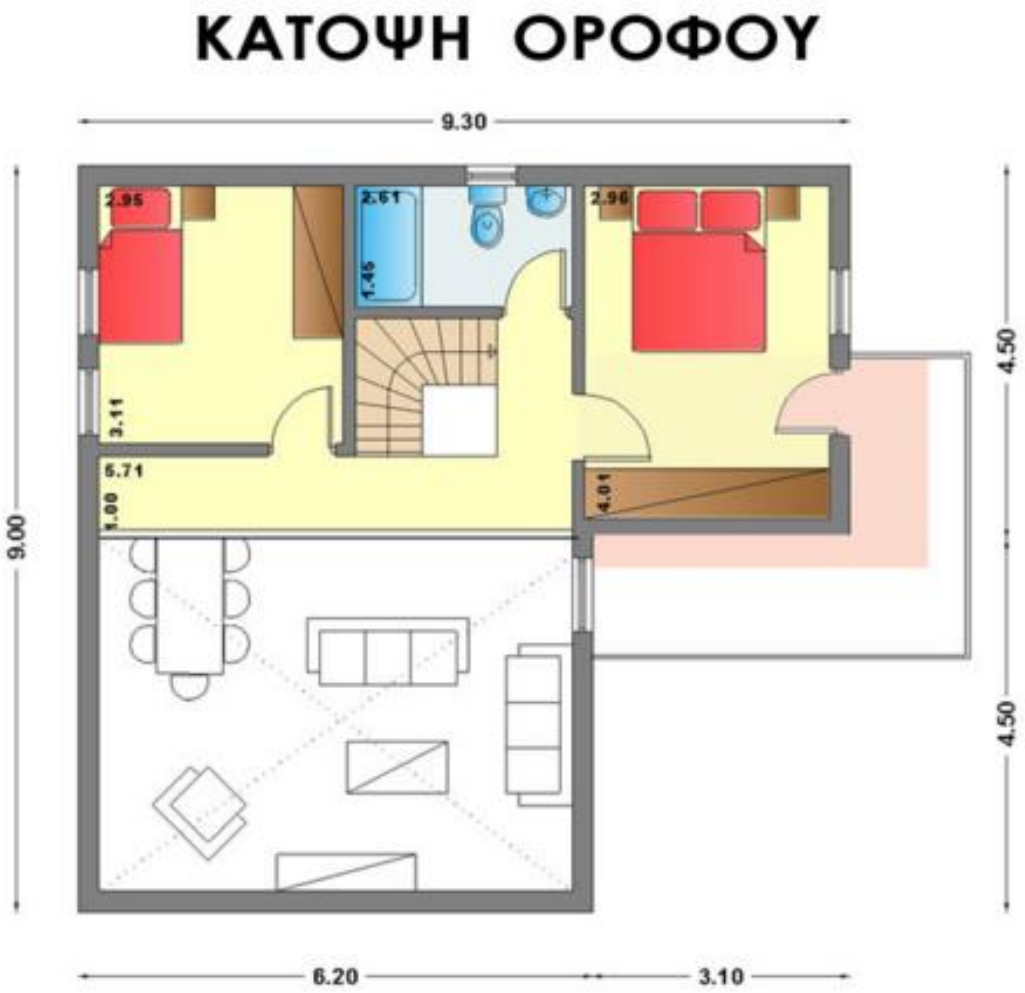
Επιφάνεια		
Ισόγειο	70	m^2
Όροφος	41.8	m^2
Στεγασμένοι χώροι	17.9	m^2
Μπαλκόνια	2.5	m^2
Εξωτερική τοιχοποιία		
Ισόγειο	109.8	m^2
Όροφος	69.02	m^2
Σύνολο	178.82	m^2
Εσωτερική τοιχοποιία		
Ισόγειο	32.16	m^2
Όροφος	35.504	m^2
Σύνολο	67.664	m^2
Στέγη		
Καλυπτόμενη επιφάνεια	87.9	m^2
Επιφάνεια στέγης	90.34	m^2
Πλήθος δοκίδων	18	m^2
Στέγαστρα		
Καλυπτόμενη επιφάνεια	2.5	m^2
Επιφάνεια στέγης	2.9	m^2
Πλήθος δοκίδων	2	m^2

Κουφώματα εξωτερικά					
	Ν	Π	Υ		
Πόρτες	3	1.1	2.5	8.25	m^2
				0	m^2
Παράθυρα	2	1.2	2.5	6	m^2
	2	1.3	1.5	3.9	m^2
	1	0.9	3.5	3.15	m^2
				0	m^2
	6	0.9	1.5	8.1	m^2
	2	0.6	1.5	1.8	m^2
				0	m^2
Σύνολο				22.95	m^2
Κουφώματα εσωτερικά					
Πόρτες	4	0.9	2.4	8.64	m^2
	2	0.8	2.4	3.84	m^2
Σύνολο				12.48	m^2

Πίνακας 8: Πίνακας κτηρίου Β

4.2.2.2 Κατόψεις κτηρίου Β'

Σχήμα 15:Κάτοψη ισογείου κτηρίου Β



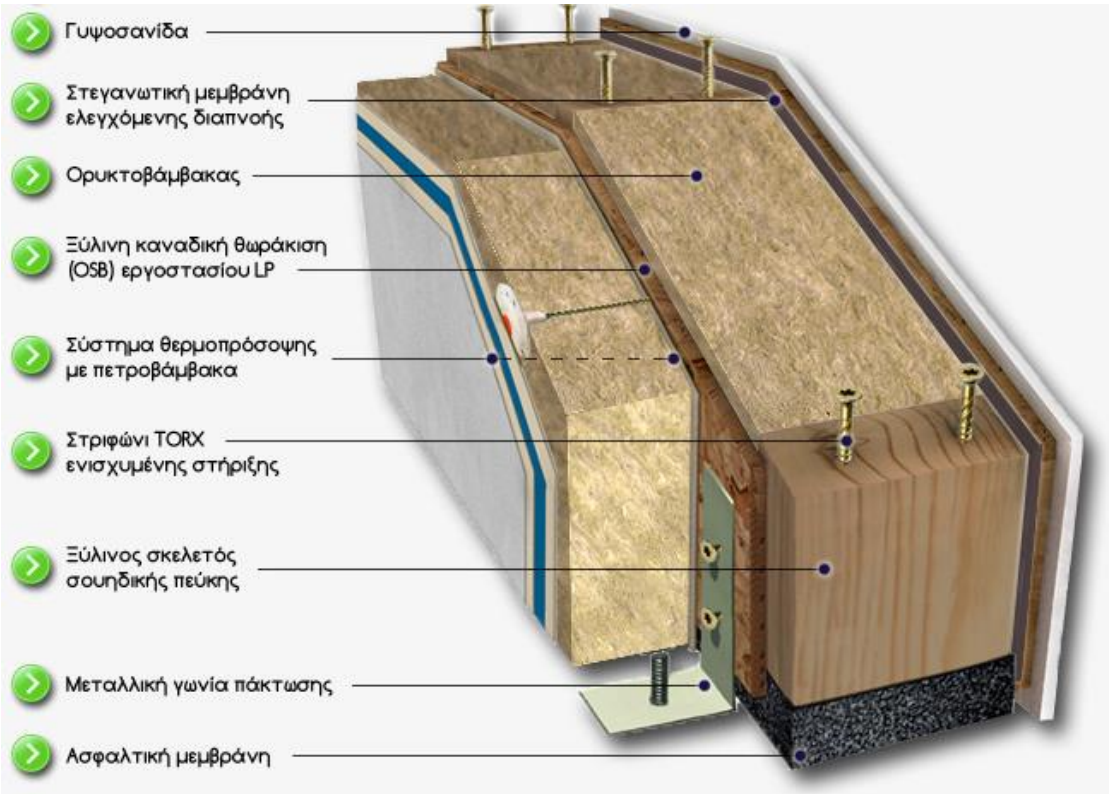
Όροφος : 41,80 τ.μ.
Στεγασμένοι χώροι : 2,50 τ.μ.

Σχήμα 16: Κάτοψη ορόφου κτηρίου Β

4.2.2.3. Άποψη κτηρίου Β'

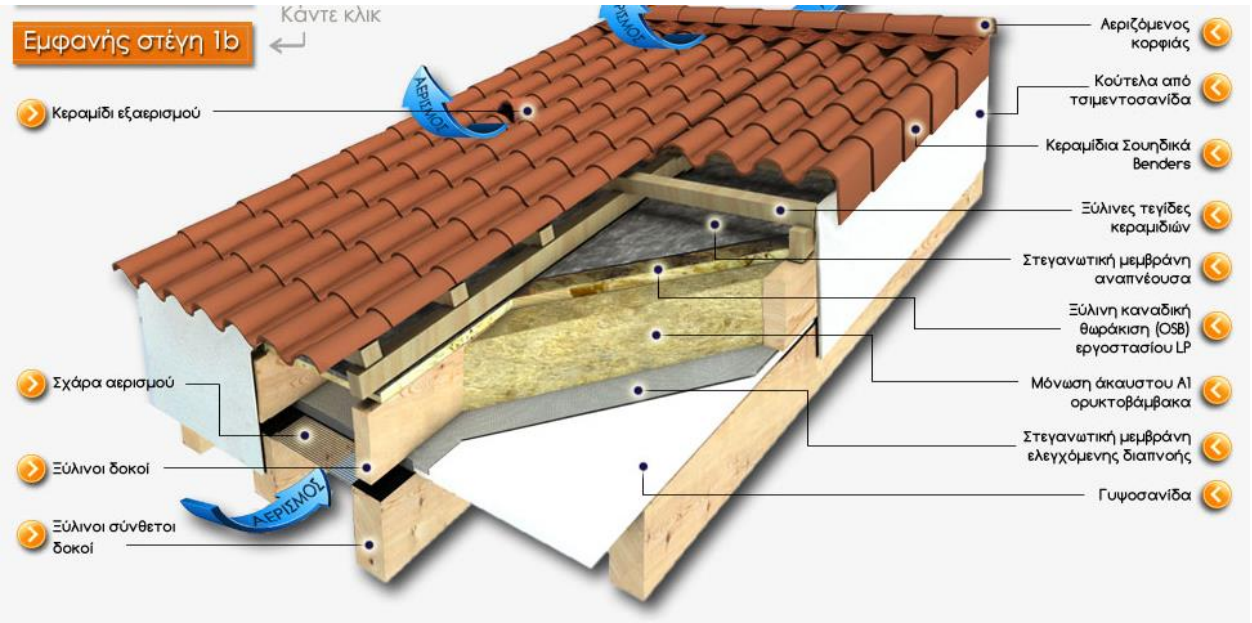
Εικόνα 35: Άποψη κτηρίου Β

4.2.2.4. Χαρακτηριστική τομή τοιχοποιίας



Σχήμα 17: Χαρακτηριστική τομή τοιχοποιίας κτηρίου Β

4.2.2.5. Λεπτομέρεια στέγης



Σχήμα 18: Λεπτομέρεια στέγης κτηρίου Β

4.2.3 Κατοικία Γ'

4.2.3.1 Γενικά-Ογκομέτρηση υλικών

Η τρίτη κατοικία που μελετήσαμε έχει συνολικό εμβαδό 127 m^2 και εκτείνεται σε δύο ορόφους.

Τα υλικά κατασκευής που χρησιμοποιούνται για την τρίτη κατοικία αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα:

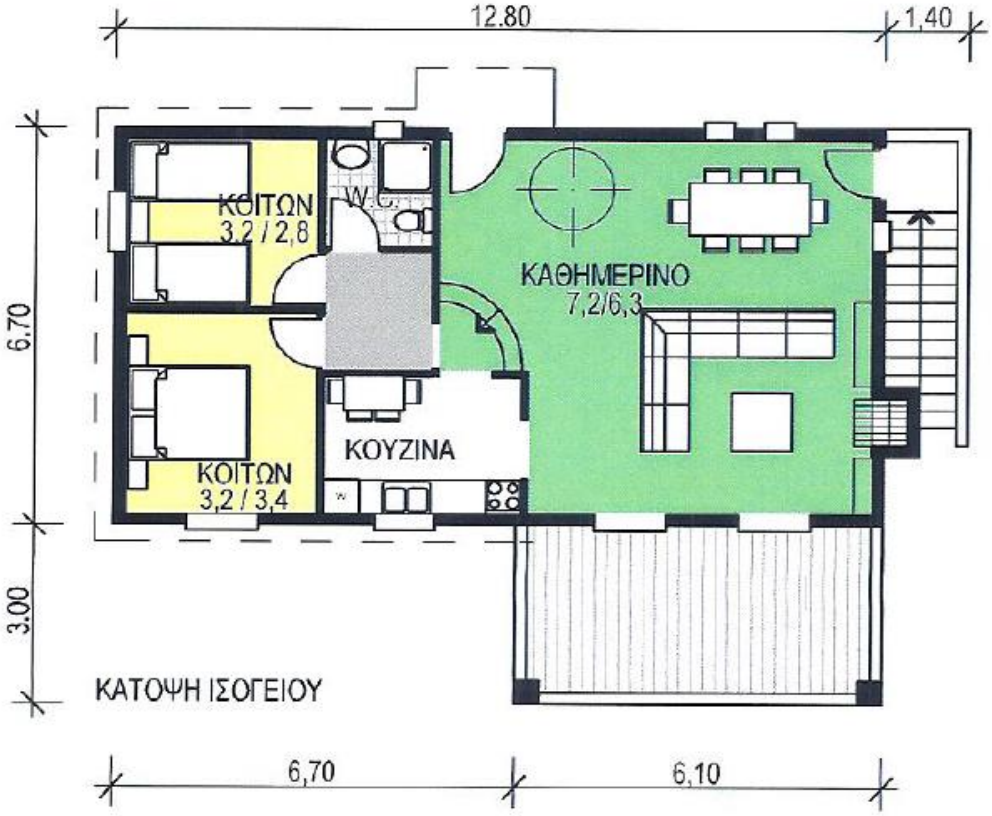
Επιφάνεια		
Ισόγειο	86	m^2
Όροφος	41	m^2
Στεγασμένοι χώροι	16	m^2
Μπαλκόνια	42,8	m^2

Εξωτερική τοιχοποιία		
Ισόγειο	117	m^2
Όροφος	76,8	m^2
Σύνολο	193,8	m^2
Εσωτερική τοιχοποιία		
Ισόγειο	47,1	m^2
Όροφος	31,2	m^2
Σύνολο	78,3	m^2
Στέγη		
Καλυπτόμενη επιφάνεια	89,87	m^2
Επιφάνεια στέγης	102,7	m^2
Πλήθος δοκίδων	25	
Στέγαστρα		
Καλυπτόμενη επιφάνεια	19,5	m^2
Επιφάνεια στέγης	20	m^2
Πλήθος δοκίδων	12	

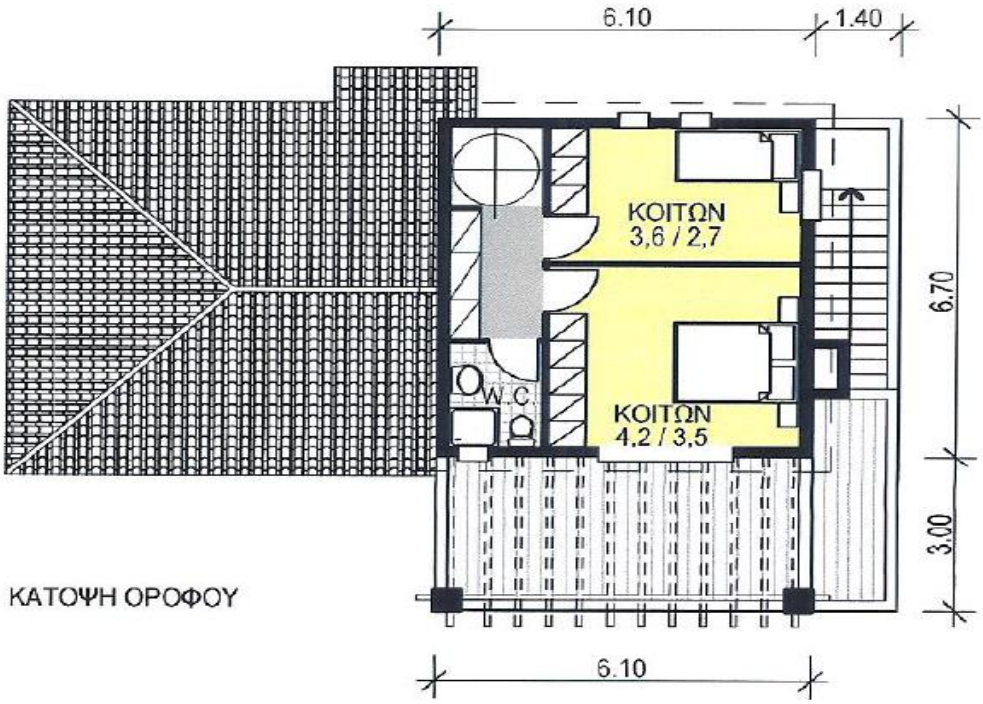
Κουφώματα εξωτερικά					
	N	Π	Υ		
Πόρτες	2	0,9	2,5	4,5	m^2
	1	2,1	2,5	5,25	m^2
Παράθυρα	7	0,5	1,5	5,25	m^2
	3	1,3	1,5	5,85	m^2
	3	0,9	1,5	4,05	m^2
Σύνολο παραθύρων				15,15	m^2
Κουφώματα εσωτερικά					
Πόρτες	6	0,9	2,4	12,96	m^2
Σύνολο				12,96	m^2

Πίνακας 9:Στοιχεία κτηρίου Γ

4.2.3.2 Κατόψεις κτηρίου Γ'



Σχήμα 19: Κάτοψη ισογείου κτηρίου Γ



Σχήμα 20: Κάτοψη ορόφου κτηρίου Γ

4.2.3.3 Πρόσοψη κτηρίου Γ'

Σχήμα 21: Πρόσοψη κτηρίου Γ

4.2.3.4 Χαρακτηριστική τομή και λεπτομέρεια στέγης

Οι διατομές της τοιχοποιίας όπου παρουσιάζονται τα υλικά δόμησης και η λεπτομέρεια στέγης είναι πανομοιότυπες με αυτές της κατοικίας Α'.

4.2.4 Κατοικία Δ’

4.2.4.1 Γενικά-Ογκομέτρηση υλικών

Η τέταρτη κατοικία που μελετήσαμε έχει συνολικό εμβαδό 68,1 m^2.

Τα υλικά κατασκευής που χρησιμοποιούνται για την τέταρτη κατοικία αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα:

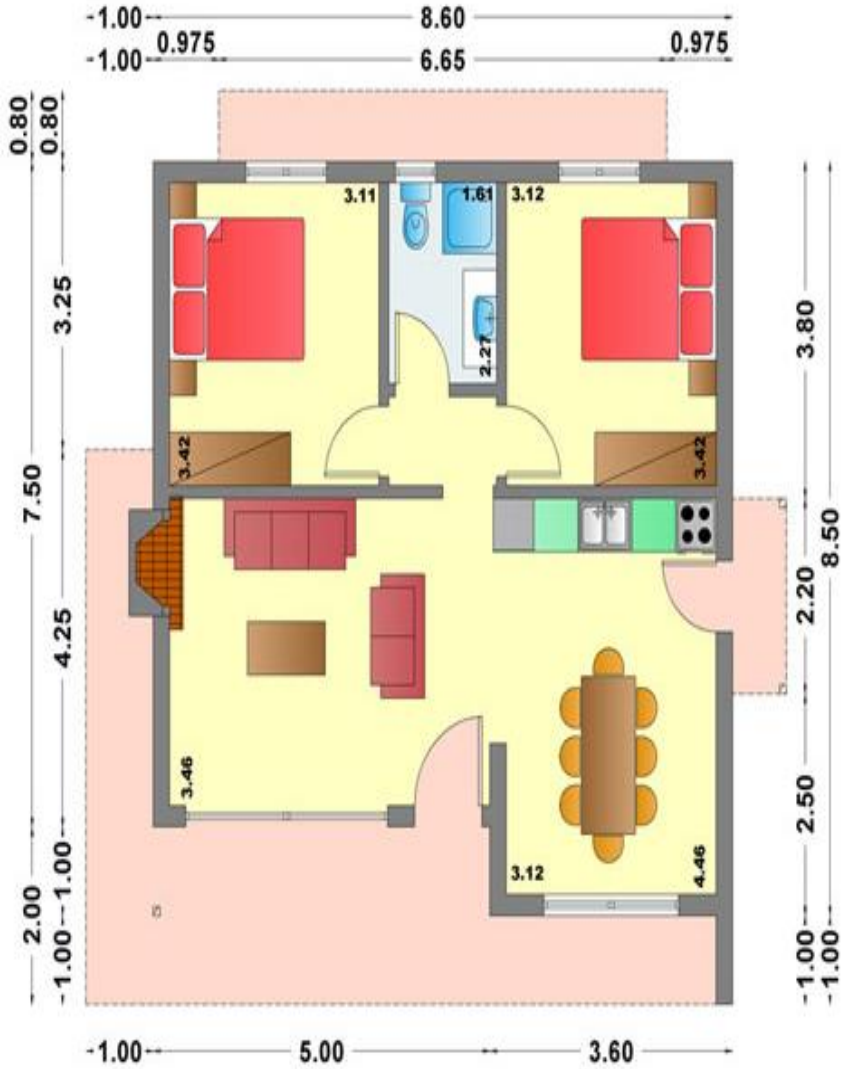
Επιφάνεια		
Ισόγειο	68,1	m²
Όροφος	-	m²
Στεγασμένοι χώροι	26,9	m²
Μπαλκόνια	-	m²

Εξωτερική τοιχοποιία		
Ισόγειο	89,5	m²
Όροφος	0	m²
Σύνολο	89,5	m²
Εσωτερική τοιχοποιία		
Ισόγειο	37,89	m²
Όροφος	0	m²
Σύνολο	37,89	m²
Στέγη		
Καλυπτόμενη επιφάνεια	68,1	m²
Επιφάνεια στέγης	68,1	m²
Πλήθος δοκίδων	0	
Στέγαστρα		
Καλυπτόμενη επιφάνεια		
Επιφάνεια στέγης		
Πλήθος δοκίδων		

Κουφώματα εξωτερικά					
	N	Π	Υ		
Πόρτες	1	0,9	2,5	2,25	m²
	1	1	2,5	2,5	m²
Παράθυρα	1	0,5	1,5	0,75	m²
	2	0,9	1,5	2,7	m²
	1	3	2,5	7,5	m²
	1	2	1,5	3	m²
Σύνολο παραθύρων				13,95	m²
Κουφώματα εσωτερικά					
Πόρτες	3	0,9	2,4	6,48	m²
Σύνολο				6,48	m²

Πίνακας 10: Στοιχεία κτηρίου Δ

4.2.4.2 Κατόψεις κτηρίου Δ'



ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ

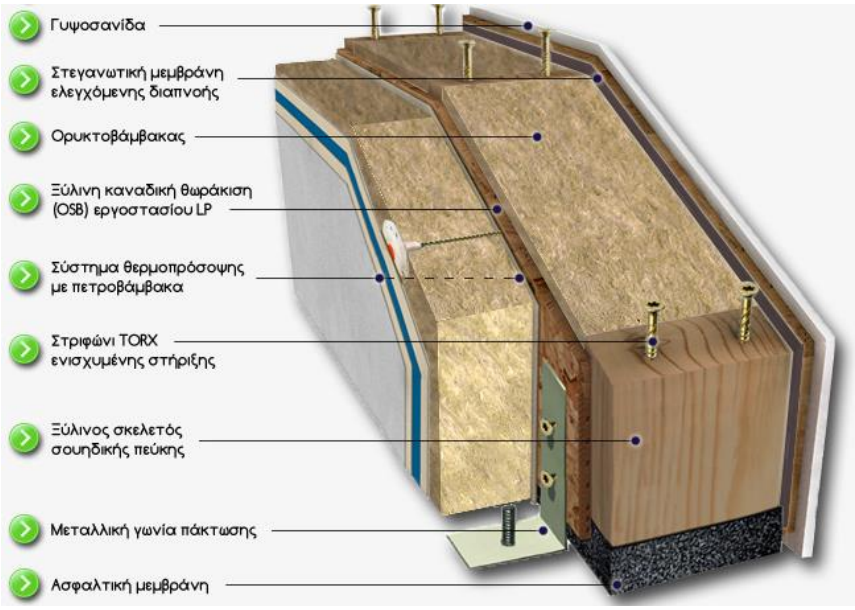
Ισόγειο : 68,10 τ.μ.
Στεγασμένοι χώροι : 26,90 τ.μ.

Σχήμα 22: Κάτοψη ισογείου κτηρίου Δ

4.2.4.3 Άποψη κτηρίου Δ'

Εικόνα 36: Άποψη κτηρίου Δ

4.2.4.4 Χαρακτηριστική τομή τοιχοποιίας



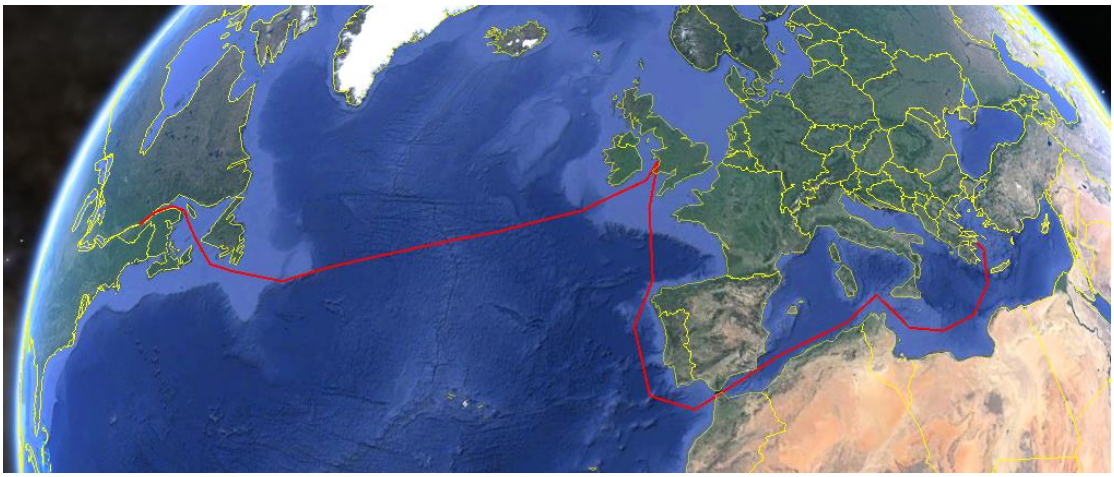
Σχήμα 23: Χαρακτηριστική τομή τοιχοποιίας κτηρίου Δ

4.3 Ενσωματωμένο ανθρακικό αποτύπωμα κατασκευής

Σε αυτό το στάδιο υπολογίζεται το ενσωματωμένο (embodied) ανθρακικό αποτύπωμα που προέκυψε κατά την κατασκευή των παραπάνω κτηριακών κατασκευών. Είναι εύκολα αντιληπτό ότι το ανθρακικό αποτύπωμα μιας ξύλινης κατασκευής είναι αισθητά μικρότερο από μια αντίστοιχη κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα η μια κατασκευή με μεταλλικό σκελετό. Κατά την εκπόνηση της εργασίας μας διαπιστώσαμε ότι καθοριστικός παράγοντας στο μέγεθος του ανθρακικού αποτυπώματος ενός κτηρίου είναι ο χαλύβδινος οπλισμός του σκυροδέματος, και η δραματική του μείωση στις ξύλινες κατασκευές ελαττώνει δραστικά το ενσωματωμένο ανθρακικό αποτύπωμα. Στα ξύλινα προκατασκευασμένα κτήρια χρησιμοποιείται οπλισμένο σκυρόδεμα μόνο για την πλάκα θεμελίωσης, και αυτό αναδεικνύει την θεμελίωση τους σε βασική πηγή εκπομπών άνθρακα.

Για να υπολογιστεί αυτό γίνονται μια σειρά από παραδοχές, καθώς είναι πρακτικά αδύνατο να υπολογιστεί το ακριβές ανθρακικό αποτύπωμα για κάθε δομικό στοιχείο. Πολύτιμο σε αυτό το στάδιο αποδείχτηκε το εξειδικευμένο πρόγραμμα *Con.CO2.E (v 1.0 Ιουύλιος 2014)* των Κουτσογιάννη-Παπαδόπουλου που εκτίμησε και ποσοτικοποίησε τις εκάστοτε παραμέτρους για τον υπολογισμό του ενσωματωμένου ανθρακικού αποτυπώματος των κατασκευών.

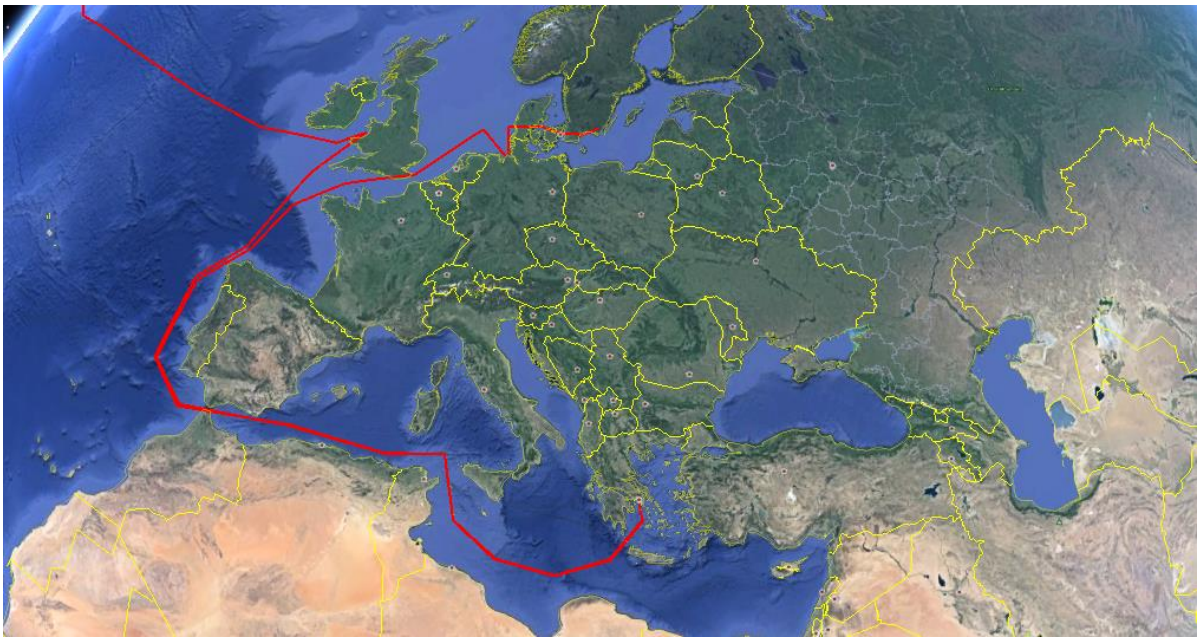
Κατά τη διάρκεια της παρούσας διπλωματικής, το πρόγραμμα αυτό τροποποιήθηκε ώστε να εξυπηρετεί καλύτερα κτήρια με ξύλινο σκελετό και επεκτάθηκε η βιβλιοθήκη του ώστε να περιλαμβάνει περισσότερα δομικά υλικά. Επίσης, προστέθηκε ένας πίνακας συνολικής ογκομέτρησης του κτηρίου που θα χρησιμεύσει στην μετέπειτα μελέτη κατεδάφισης του.



Εικόνα 37: Η "διαδρομή" του OSB

Όσον αφορά το ανθρακικό αποτύπωμα της μεταφοράς των δομικών υλικών, έχουμε μεγάλες αποκλίσεις σε σχέση με κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα. Εδώ, η πλειοψηφία των δομικών υλικών δεν παράγεται εντός της επικράτειας, αλλά εισάγεται από το εξωτερικό, κυρίως από την Σουηδία (ξυλεία) και τον Καναδά (OSB-Oriented Strand Board). Τα υλικά αυτά μεταφέρονται μέσα σε Εμπορευματοκιβώτια (Container) των 40 ποδιών (Τύπος ΙΑ: 40 Χ 8 Χ 8 πόδια) από φορτηγά πλοία.

Ακολουθήσαμε την διαδρομή των φορτηγών πλοίων από τις παραπάνω χώρες που φαίνονται και στις εικόνες, και υπολογίσαμε τις χιλιομετρικές αποστάσεις που διανύουν.



Εικόνα 38: Η διαδρομή που ακολουθεί η Σκανδιναβική ξυλεία

4.3.1 Ενσωματωμένο ανθρακικό αποτύπωμα κατοικίας Α

Παρακάτω φαίνονται οι υπολογισμοί και τα αποτελέσματα του ενσωματωμένου ανθρακικού αποτυπώματος για το πρώτο κτήριο.

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΥΛΙΚΑ ΤΟΥΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ: Εκτίμηση ανθρακικού αποτυπώματος (CO_2) κτηρίου με βάση τα δομικά υλικά του - Construction CO_2 Estimator v. 1.0

ΣΥΝΤΑΚΤΕΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ
ΙΩΑΝΝΗΣ ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΙΩΑΝΝΗΣ ΤΖΟΥΒΑΔΑΚΗΣ

ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΣΤΕΛΛΑ Π. ΠΙΕΡΗ - *ΥΠ.ΔΙΔΑΚΤΩΡ ΕΜΠ*

ΑΘΗΝΑ
ΙΟΥΛΙΟΣ 2012

ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ GLOBAL WARMING POTENTIONAL tn CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΛΟΓΩ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ tn $C0_2$eq	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn $C0_2$eq
ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ	35.14	406.10	35.14	406.10	0.00	35.14
ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΗΡΙΟΥ	75.87	1218.10	75.87	1218.10	0.00	75.87

Α.ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ	ΚΙΛΑ kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΥΨΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Οπλισμένο Σκυρόδεμα		200.0	0.200	40.0	64.5%	0.33	2500.00	3.74	32906.80	373936.00	32906.80	373936.00
	Χάλυβας	11536.0						0					
2	Σκυρόδεμα Καθαριότητας		200.0	0.100	20.0	32.3%	0.061	1650	0.68	2013.00	22440.00	2013.00	22440.00
3	Ασφαλτική Μεμβράνη		200.0	0.010	2.0	3.2%	0.066	1700	2.86	224.40	9724.00	224.40	9724.00
ΣΥΝΟΛΟ			-	-	62.0	100.0%	-	-	-	35144.20	406100.00	35144.20	406100.00

ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ GLOBAL WARMING POTENTIONAL tn CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΛΟΓΩ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ tn $C0_2$eq	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn $C0_2$eq
ΔΟΚΑΡΙΑ	1.69	48.02	1.69	48.02	0.00	1.69
ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΗΡΙΟΥ	75.87	1218.10	75.87	1218.10	0.00	75.87

Β.ΔΟΚΑΡΙΑ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΔΟΚΑΡΙΑ	ΚΙΛΑ kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Ξύλινος σκελετός (Σκανδιναβική ξυλεία)		69.3	0.080	5.5	98.8%	0.42	700.00	12.00	1629.94	46569.60	1629.94	46569.60
2	Θερμομόνωση		0.0	0.050	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Ηχομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Επένδυση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
5	Επένδυση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Επένδυση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Επίχρισμα		69.3	0.001	0.1	1.2%	0.92	0	21	63.76	1455.30	63.76	1455.30
ΣΥΝΟΛΟ		-	-	-	5.6	100.0%	-	-	-	1693.69	48024.90	1693.69	48024.90

ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ GLOBAL WARMING POTENTIONAL tn CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΛΟΓΩ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ tn CO_2eq	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq
ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ	0.53	15.09	0.53	15.09	0.00	0.53
ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΗΡΙΟΥ	75.87	1218.10	75.87	1218.10	0.00	75.87

Β.ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ - ΤΟΙΧΙΑ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ	ΚΙΛΑ kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Ξύλινος σκελετός (Σκανδιναβική		5.9	0.300	1.8	96.8%	0.42	700.00	12.00	523.91	14968.80	523.91	14968.80
		0.0						0					
2	Θερμομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Ηχομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Σοβάς		0.0	0.000	0.0		0.13	1680	1.8	0.00	0.00	0.00	0.00
5	Επένδυση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Επένδυση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Επίχρισμα		5.9	0.010	0.1	3.2%	0.92	0	21	5.43	123.90	5.43	123.90
	ΣΥΝΟΛΟ	-	-	-	1.8	100.0%	-	-	-	529.34	15092.70	529.34	15092.70

Δ.ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΑ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ	Κιλά Kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Ξύλινη Κατασκευή (Σκανδιναβική ξυλεία)		40.7	0.150	6.1	10.8%	0.42	700	12	1793.99	51256.80	1793.99	51256.80
2	Δομικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Δομικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Πλάκες ξυλόμαλλου (Heraclith)		232.3	0.025	5.8	10.3%	0.98	140	20	796.79	16261.00	796.79	16261.00
5	Διογκωμένη Πολυστερίνη		232.3	0.100	23.2	41.2%	3.29	23.5	88.6	1796.03	48367.18	1796.03	48367.18
6	Υαλοβάμβακας		232.3	0.050	11.6	20.6%	1.431	70	28	1163.47	22765.40	1163.47	22765.40
7	Θερμομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
8	Υαλόπλεγμα (fiberglass)		232.3	0.001	0.2	0.4%	1.54	300	28	107.32	1951.32	107.32	1951.32
9	Ηχομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
10	Άλλα Μονωτικά		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
11	Άλλα Μονωτικά		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
12	Κόντρα πλακέ θαλάσσης		273.0	0.019	5.2	9.2%	0.45	540	15	1260.44	42014.70	1260.44	42014.70
13	Γυψοσανίδα		273.0	0.013	3.4	6.0%	0.39	950	6.75	1264.33	21882.66	1264.33	21882.66
14	Επενδυσεις Εξωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
15	Επενδυσεις Εξωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
16	Σοβάς		273.0	0.003	0.8	1.5%	0.13	1680	1.8	178.87	2476.66	178.87	2476.66
17	Επίχρισμα		0.0	0.000	0.0		0.92	0	21	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΣΥΝΟΛΟ	-	-	-	56.4	100.0%	-	-	-	8361.24	206975.72	8361.24	206975.72

Δ.ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΑ - ΠΡΟΣΘΗΚΗ / ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗ 1η

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ	Κιλά Kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Καναδική θωράκιση OSB		0.0	0.000	0.0		0.45	550	15	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Δομικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Δομικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Υαλοβάμβακας		232.3	0.050	11.6	33.3%	1.431	70	28	1163.47	22765.40	1163.47	22765.40
5	Διογκωμένη Πολυστερίνη		232.3	0.100	23.2	66.7%	3.29	23.5	88.6	1796.03	48367.18	1796.03	48367.18
6	Θερμομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Θερμομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
8	Ηχομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
9	Ηχομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
10	Άλλα Μονωτικά		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
11	Άλλα Μονωτικά		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
12	Επενδυσεις Εξωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
13	Επενδυσεις Εξωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
14	Επενδυσεις Εξωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
15	Γυψοσανίδα		0.0	0.000	0.0		0.39	950	6.75	0.00	0.00	0.00	0.00
16	Σοβάς		0.0	0.000	0.0		0.13	1680	1.8	0.00	0.00	0.00	0.00
17	Επίχρισμα		0.0	0.000	0.0		0.92	0	21	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΣΥΝΟΛΟ	-	-	-	34.8	100.0%	-	-	-	2959.50	71132.58	2959.50	71132.58

Ε.ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Ξύλινο Κούφωμα	8.8	0.050	0.4	16.7%	0.72	650	10	205.92	2860.00	205.92	2860.00
2	Κουφώματα	0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Κουφώματα	0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Υαλοπίνακας	13.7	0.008	0.1	4.2%	0.91	2500	15	249.34	4110.00	249.34	4110.00
5	Υαλοπίνακας	0.0	0.000	0.0		0.91	2500	15	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Υαλοπίνακας	0.0	0.000	0.0		0.91	2500	15	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Ξύλινη Θύρα	26.3	0.050	1.3	49.7%	0.72	650	10	614.25	8531.25	614.25	8531.25
8	Ξύλινη Θύρα	25.9	0.030	0.8	29.5%	0.72	650	10	363.92	5054.40	363.92	5054.40
9	Θύρες	0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΣΥΝΟΛΟ	-	-	2.6	16.7%	-	-	-	1433.43	20555.65	1433.43	20555.65

Ε.ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ - ΠΡΟΣΘΗΚΗ / ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗ 1η

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Αλουμίνιο	6.8	0.050	0.3	45.8%	9.16	2700	155	8408.88	142290.00	8408.88	142290.00
2	Κουφώματα	0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Κουφώματα	0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Υαλοπίνακας	11.5	0.008	0.1	12.4%	0.91	2500	15	209.30	3450.00	209.30	3450.00
5	Υαλοπίνακας	0.0	0.000	0.0		0.91	2500	15	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Υαλοπίνακας	0.0	0.000	0.0		0.91	2500	15	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Ξύλινη Θύρα	6.2	0.050	0.3	41.8%	0.72	650	10	145.08	2015.00	145.08	2015.00
8	Θύρες	0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
9	Θύρες	0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΣΥΝΟΛΟ	-	-	0.742	100.0%	-	-	-	8763.26	147755.00	8763.26	147755.00

ΣΤ.ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΑ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ	Κιλά Kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Σύνθετη Ξυλεία		20.9	0.100	2.1	10.7%	0.45	550	15	517.28	17242.50	517.28	17242.50
2	Κόντρα πλακέ θαλάσσης		130.0	0.025	3.3	16.6%	0.45	540	15	789.75	26325.00	789.75	26325.00
3	Δομικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Δομικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
5	Δομικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
5	Ηχομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ηχομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Διογκωμένη Πολυστερίνη		110.0	0.100	11.0	56.2%	3.29	23.5	88.6	850.47	22903.10	850.47	22903.10
7	Γυψοσανίδα		130.0	0.025	3.3	16.6%	0.39	950	6.75	1204.13	20840.63	1204.13	20840.63
8	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
9	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
10	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
11	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
12	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
13	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΣΥΝΟΛΟ	-	-	-	19.6	100.0%	-	-	-	3361.62	87311.23	3361.62	87311.23

Ζ.ΔΑΠΕΔΑ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΔΑΠΕΔΑ	Κιλά Kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Ξύλινος σκελετός (Σκανδιναβική ξυλεία)		202.0	0.020	4.0	12.9%	0.42	700.00	12.00	1187.76	33936.00	1187.76	33936.00
2	λαφρομπετόν (Betocel)		202.0	0.080	16.2	51.5%	0.076	620	0.55	761.46	5510.56	761.46	5510.56
3	Ξύλινος τάκος		10.8	0.050	0.5	1.7%	0.31	650	10	108.81	3510.00	108.81	3510.00
4	Οδηγός ελάτης		10.8	0.150	1.6	5.2%	0.72	650	12	757.11	12618.45	757.11	12618.45
5	Κονίαμα (1:3 τσιμέντο: πρόσμιξη άμμου)		288.0	0.001	0.3	0.9%	0.221	1900	1.33	120.93	727.78	120.93	727.78
6	Κεραμικά Πλακίδια		288.0	0.030	8.6	27.5%	0.78	2000	12	13478.40	207360.00	13478.40	207360.00
7	PVC		58.0	0.002	0.1	0.4%	3.1	1380	77.2	496.25	12358.18	496.25	12358.18
8	Υλικό Επικάλυψης		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
9	Υλικό Επικάλυψης		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
10	Υλικό Επικάλυψης		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
11	Υλικό Επικάλυψης		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
12	Υλικό Επικάλυψης		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
13	Υλικό Επικάλυψης		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
14	Υλικό Επικάλυψης		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
15	Υλικό Επικάλυψης		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
16	Υλικό Επικάλυψης		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΣΥΝΟΛΟ	-	-	-	31.4	100.0%	-	-	-	16910.72	276020.96	16910.72	276020.96

Η.ΣΤΕΓΗ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΣΤΕΓΗ	ΚΙΛΑ kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Ξύλινος σκελετός (Σκανδιναβική ξυλεία)		177.7	0.022	3.9	13.6%	0.42	700.00	12.00	1149.36	32838.96	1149.36	32838.96
2	Εξηλασμένη Πολυστερίνη (DOW)		177.7	0.070	12.4	43.2%	3.42	35	87.4	1488.95	38050.90	1488.95	38050.90
3	Στεγανωτική μεμβράνη		177.7	0.004	0.7	2.5%	4.45	0	142.73	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Υαλοβάμβακας		163.7	0.050	8.2	28.4%	1.431	70	28	820.02	16045.05	820.02	16045.05
5	Μονωτικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Μονωτικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Μονωτικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
8	Κεραμίδια		177.7	0.020	3.6	12.3%	0.7	2000	10	4975.60	71080.00	4975.60	71080.00
9	Επίστρωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΣΥΝΟΛΟ	-	-	-	28.8	100.0%	-	-	-	8433.93	158014.91	8433.93	158014.91

I. ΣΥΝΟΨΗ						
ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ GLOBAL WARMING POTENTIONAL tn CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΛΟΓΩ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ tn $C0_2$eq	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn $C0_2$eq
Θεμελίωση	35.14	406.10	35.14	406.10	0.00	35.14
Δοκάρια	1.69	48.02	1.69	48.02	0.54	2.23
Κολόνες	0.53	15.09	0.53	15.09	0.17	0.70
Εξωτερική Τοιχοποιία	8.36	206.98	8.36	206.98	0.65	9.01
Ανοίγματα	1.43	20.56	1.43	20.56	0.00	1.44
Εσωτερικη Τοιχοποιία	3.36	87.31	3.36	87.31	0.24	3.60
Δάπεδα	16.91	276.02	16.91	276.02	3.13	20.04
Στέγη	8.43	158.01	8.43	158.01	0.39	8.82
Δώμα	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΙΡΙΟΥ	75.87	1218.10	75.87	1218.10	5.11	80.98

I. ΣΥΝΟΨΗ - ΠΡΟΣΘΗΚΗ / ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗ 1η						
ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ-ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ GLOBAL WARMING POTENTIONAL tn CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΛΟΓΩ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ tn $C0_2$eq	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn $C0_2$eq
Θεμελίωση	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δοκάρια	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Κολόνες	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Εξωτερική Τοιχοποιία	2.96	71.13	2.96	71.13	0.02	2.98
Ανοίγματα	1.07	15.52	1.07	15.52	0.00	1.07
Εσωτερικη Τοιχοποιία	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δάπεδα	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Στέγη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δώμα	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΙΡΙΟΥ	4.03	86.65	4.03	86.65	0.02	4.05

Παρατηρούμε δηλαδή, ότι κατά την κατασκευή του κτηρίου παράγονται **80,98 τόνοι άνθρακα**, ενώ για την προσθήκη θερμοπρόσοψης και νέων κουφωμάτων μόνο **4,05 τόνοι.**

4.3.2 Ενσωματωμένο ανθρακικό αποτύπωμα κτηρίου Β

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΥΛΙΚΑ ΤΟΥΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ: Εκτίμηση ανθρακικού αποτυπώματος (CO_2) κτηρίου με βάση τα δομικά υλικά του - Construction CO_2 Estimator v. 1.0

ΣΥΝΤΑΚΤΕΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ
ΙΩΑΝΝΗΣ ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΙΩΑΝΝΗΣ ΤΖΟΥΒΑΔΑΚΗΣ

ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΣΤΕΛΛΑ Π. ΠΙΕΡΗ - *ΥΠ.ΔΙΔΑΚΤΩΡ ΕΜΠ*

ΑΘΗΝΑ
ΙΟΥΛΙΟΣ 2012

Α.ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ	ΚΙΛΑ kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΥΨΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Οπλισμένο Σκυρόδεμα		189.0	0.200	37.8	64.4%	0.32	2500.00	3.64	30393.30	343866.00	30393.30	343866.00
	Χάλυβας	10536.0											
2	Σκυρόδεμα Καθαριότητας		189.0	0.100	18.9	32.2%	0.061	1650	0.68	1902.29	21205.80	1902.29	21205.80
3	Ασφαλτική Μεμβράνη		200.0	0.010	2.0	3.4%	0.066	1700	2.86	224.40	9724.00	224.40	9724.00
	ΣΥΝΟΛΟ		-	-	58.7	100.0%	-	-	-	32519.99	374795.80	32519.99	374795.80

Β.ΔΟΚΑΡΙΑ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΔΟΚΑΡΙΑ	ΚΙΛΑ kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Ξύλινος σκελετός (Σκανδιναβική [illegible])		45.7	0.080	3.7	98.1%	0.42	700.00	12.00	1074.63	30703.68	1074.63	30703.68
2	Θερμομόνωση		0.0	0.050	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Ηχομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Επένδυση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
5	Επένδυση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Επένδυση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Επίχρισμα		69.3	0.001	0.1	1.9%	0.92	0	21	63.76	1455.30	63.76	1455.30
	ΣΥΝΟΛΟ	-	-	-	3.7	100.0%	-	-	-	1138.38	32158.98	1138.38	32158.98

Β.ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ - ΤΟΙΧΙΑ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ	ΚΙΛΑ kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Μεταλλικός Σκελετός		3.9	0.300	1.2	95.2%	1.46	Συμπλήρωσε	20.10	3202.88	44094.38	3202.88	44094.38
		0.0						1875					
2	Θερμομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Ηχομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Σοβάς		0.0	0.000	0.0		0.13	1680	1.8	0.00	0.00	0.00	0.00
5	Επένδυση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Επένδυση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Επίχρισμα		5.9	0.010	0.1	4.8%	0.92	0	21	5.43	123.90	5.43	123.90
	ΣΥΝΟΛΟ	-	-	-	1.2	100.0%	-	-	-	3208.30	44218.28	3208.30	44218.28

Δ.ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΑ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ	Κιλά Kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Ξύλινη Κατασκευή (Σκανδιναβική ξυλεία)		23.4	0.150	3.5	12.1%	0.42	700	12	1030.62	29446.20	1030.62	29446.20
2	Καναδική θωράκιση OSB		155.9	0.022	3.4	11.8%	0.45	550	15	848.60	28286.78	848.60	28286.78
3	Δομικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Ορυκτοβάμβακας		132.5	0.140	18.5	64.0%	1.28	50	16.6	1187.02	15394.18	1187.02	15394.18
5	Πετροβάμβακας		0.0	0.100	0.0		1.12	96	16.8	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Θερμομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Θερμομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
8	Ηχομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
9	Ηχομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
10	Ασφαλτική Μεμβράνη		155.9	0.005	0.8	2.7%	0.066	1700	2.86	87.43	3788.71	87.43	3788.71
11	Άλλα Μονωτικά		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
12	Επενδυσεις Εξωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
13	Γυψοσανίδα		155.9	0.013	1.9	6.7%	0.39	950	6.75	721.78	12492.35	721.78	12492.35
14	Επενδυσεις Εξωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
15	Επενδυσεις Εξωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
16	Σοβάς		155.9	0.003	0.5	1.6%	0.13	1680	1.8	102.11	1413.87	102.11	1413.87
17	Επίχρισμα		155.9	0.002	0.3	1.1%	0.92	0	21	143.38	3272.85	143.38	3272.85
	ΣΥΝΟΛΟ	-	-	-	29.0	100.0%	-	-	-	4120.95	94094.94	4120.95	94094.94

Δ.ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΑ - ΠΡΟΣΘΗΚΗ / ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗ 1η

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ	Κιλά Kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Καναδική θωράκιση OSB		0.0	0.000	0.0		0.45	550	15	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Δομικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Δομικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Πετροβάμβακας		155.9	0.100	15.6	86.2%	1.12	96	16.8	1675.70	25135.49	1675.70	25135.49
5	Θερμομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Θερμομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Θερμομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
8	Υαλόπλεγμα (fiberglass)		155.9	0.010	1.6	8.6%	1.54	300	28	720.03	13091.40	720.03	13091.40
9	Ηχομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
10	Άλλα Μονωτικά		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
11	Άλλα Μονωτικά		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
12	Επενδυσεις Εξωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
13	Επενδυσεις Εξωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
14	Επενδυσεις Εξωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
15	Επενδυσεις Εξωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
16	Σοβάς		155.9	0.003	0.5	2.6%	0.13	1680	1.8	102.11	1413.87	102.11	1413.87
17	Επίχρισμα		155.9	0.003	0.5	2.6%	0.92	0	21	143.38	3272.85	143.38	3272.85
	ΣΥΝΟΛΟ	-	-	-	18.1	100.0%	-	-	-	2641.22	42913.61	2641.22	42913.61

Ε.ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Ξύλινο Κούφωμα	9.1	0.050	0.5	33.5%	0.72	650	10	211.77	2941.25	211.77	2941.25
2	Κουφώματα	0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Κουφώματα	0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Υαλοπίνακας	13.9	0.008	0.1	8.2%	0.91	2500	15	252.07	4155.00	252.07	4155.00
5	Υαλοπίνακας	0.0	0.000	0.0		0.91	2500	15	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Υαλοπίνακας	0.0	0.000	0.0		0.91	2500	15	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Ξύλινη Θύρα	8.3	0.050	0.4	30.6%	0.72	650	10	193.05	2681.25	193.05	2681.25
8	Ξύλινη Θύρα	12.5	0.030	0.4	27.7%	0.72	650	10	175.22	2433.60	175.22	2433.60
9	Θύρες	0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΣΥΝΟΛΟ	-	-	1.4	33.5%	-	-	-	832.11	12211.10	832.11	12211.10

ΣΤ.ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΑ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ	Κιλά Kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Σύνθετη Ξυλεία		8.3	0.100	0.8	10.0%	0.45	550	15	204.68	6822.75	204.68	6822.75
2	Σύνθετη Ξυλεία		55.2	0.025	1.4	16.7%	0.45	550	15	341.45	11381.70	341.45	11381.70
3	Δομικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Δομικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
5	Δομικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
5	Ηχομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ηχομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Ορυκτοβάμβακας		46.9	0.100	4.7	56.7%	1.28	50	16.6	300.16	3892.70	300.16	3892.70
7	Γυψοσανίδα		55.2	0.025	1.4	16.7%	0.39	950	6.75	511.14	8846.69	511.14	8846.69
8	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
9	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
10	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
11	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
12	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
13	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΣΥΝΟΛΟ	-	-	-	8.3	100.0%	-	-	-	1357.44	30943.84	1357.44	30943.84

Ζ.ΔΑΠΕΔΑ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΔΑΠΕΔΑ	Κιλά Kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Ξύλινος σκελετός (Σκανδιναβική ξυλεία)		113.5	0.020	2.3	14.2%	0.42	700.00	12.00	667.38	19068.00	667.38	19068.00
2	λαφρομπετόν (Betocel)		113.5	0.080	9.1	56.9%	0.076	620	0.55	427.85	3096.28	427.85	3096.28
3	Ξύλινος τάκος		5.2	0.050	0.3	1.6%	0.31	650	10	52.39	1690.00	52.39	1690.00
4	Οδηγός ελάτης		5.2	0.150	0.8	4.9%	0.72	650	12	365.04	6084.00	365.04	6084.00
5	Κονίαμα (1:3 τσιμέντο: πρόσμιξη άμμου)		113.5	0.001	0.1	0.7%	0.221	1900	1.33	47.66	286.81	47.66	286.81
6	Κεραμικά Πλακίδια		113.5	0.030	3.4	21.3%	0.78	2000	12	5311.80	81720.00	5311.80	81720.00
7	PVC		21.3	0.002	0.0	0.3%	3.1	1380	77.2	182.24	4538.43	182.24	4538.43
8	Υλικό Επικάλυψης		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
9	Υλικό Επικάλυψης		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
10	Υλικό Επικάλυψης		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
11	Υλικό Επικάλυψης		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
12	Υλικό Επικάλυψης		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
13	Υλικό Επικάλυψης		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
14	Υλικό Επικάλυψης		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
15	Υλικό Επικάλυψης		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
16	Υλικό Επικάλυψης		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΣΥΝΟΛΟ	-	-	-	16.0	100.0%	-	-	-	7054.36	116483.53	7054.36	116483.53

Η.ΣΤΕΓΗ													
Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.													
ΣΤΕΓΗ		ΚΙΛΑ kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Ξύλινος σκελετός (Σκανδιναβική ξυλεία)		23.35	0.100	2.3	10.1%	0.42	700.00	12.00	686.49	19614.00	686.49	19614.00
2	Ορυκτοβάμβακας		77.0	0.070	5.4	23.4%	1.28	50	16.6	344.96	4473.70	344.96	4473.70
3	Στεγανωτική μεμβράνη		90.3	0.004	0.4	1.6%	4.45	0	142.73	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Υαλοβάμβακας		163.7	0.050	8.2	35.5%	1.431	70	28	820.02	16045.05	820.02	16045.05
5	Μονωτικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Μονωτικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Μονωτικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
8	Κεραμίδια		90.3	0.050	4.5	19.6%	0.7	2000	10	6323.80	90340.00	6323.80	90340.00
9	Γυψοσανίδα		90.3	0.025	2.3	9.8%	0.39	950	6.75	836.77	14482.63	836.77	14482.63
ΣΥΝΟΛΟ		-	-	-	23.0	100.0%	-	-	-	9012.04	144955.38	9012.04	144955.38

Ι. ΣΥΝΟΨΗ

ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ GLOBAL WARMING POTENTIONAL tn CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΛΟΓΩ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ tn $C0_2$eq	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn $C0_2$eq
Θεμελίωση	32.52	374.80	32.52	374.80	0.47	32.99
Δοκάρια	1.14	32.16	1.14	32.16	0.35	1.49
Κολόνες	3.21	44.22	3.21	44.22	0.30	3.51
Εξωτερική Τοιχοποιία	4.12	94.09	4.12	94.09	0.78	4.90
Ανοίγματα	0.83	12.21	0.83	12.21	0.04	0.87
Εσωτερικη Τοιχοποιία	1.36	30.94	1.36	30.94	0.19	1.55
Δάπεδα	7.05	116.48	7.05	116.48	1.34	8.40
Στέγη	9.01	144.96	9.01	144.96	0.23	9.24
Δώμα	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΙΡΙΟΥ	59.24	849.86	59.24	849.86	3.72	62.96

Ι. ΣΥΝΟΨΗ - ΠΡΟΣΘΗΚΗ / ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗ 1η

ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ-ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ GLOBAL WARMING POTENTIONAL tn CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΛΟΓΩ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ tn $C0_2$eq	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn $C0_2$eq
Θεμελίωση	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δοκάρια	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Κολόνες	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Εξωτερική Τοιχοποιία	2.64	42.91	2.64	42.91	0.02	2.66
Ανοίγματα	0.66	9.83	0.66	9.83	0.32	0.98
Εσωτερικη Τοιχοποιία	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δάπεδα	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Στέγη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δώμα	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΙΡΙΟΥ	3.30	52.74	3.30	52.74	0.35	3.65

Παρατηρούμε δηλαδή, ότι κατά την κατασκευή του κτηρίου παράγονται **62,96 τόνοι άνθρακα**, ενώ για την προσθήκη θερμοπρόσοψης και νέων κουφωμάτων μόνο **3,65 τόνοι.**

4.3.3 Ενσωματωμένο ανθρακικό αποτύπωμα κατοικίας Γ’

Παρακάτω φαίνεται βήμα βήμα η εκτίμηση του ενσωματωμένου ανθρακικού αποτυπώματος για την κατοικία Γ’:

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΥΛΙΚΑ ΤΟΥΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ: Εκτίμηση ανθρακικού αποτυπώματος (CO_2) κτηρίου με βάση τα δομικά υλικά του - Construction CO_2 Estimator v. 1.0

ΣΥΝΤΑΚΤΕΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ
ΙΩΑΝΝΗΣ ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΙΩΑΝΝΗΣ ΤΖΟΥΒΑΔΑΚΗΣ

ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΣΤΕΛΛΑ Π. ΠΙΕΡΗ - *ΥΠ.ΔΙΔΑΚΤΩΡ ΕΜΠ*

ΑΘΗΝΑ
ΙΟΥΛΙΟΣ 2012

Con.CO_2-E
Construction CO_2 Estimator

ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ GLOBAL WARMING POTENTIONAL tn CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΛΟΓΩ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ tn CO_2eq	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq
ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ	14,14	158,35	14,14	158,35	3,10	17,24
ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΗΡΙΟΥ	39,42	669,02	39,42	669,02	6,21	45,63

Α.ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ	ΚΙΛΑ kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΥΨΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Οπλισμένο Σκυρόδεμα		95,0	0,200	19,0	64,5%	0,28	2500,00	3,01	13072,79	143070,80	13072,79	143070,80
	Χάλυβας	4150,8											
2	Σκυρόδεμα Καθαριότητας		95,0	0,100	9,5	32,3%	0,061	1650	0,68	956,18	10659,00	956,18	10659,00
3	Ασφαλτική Μεμβράνη		95,0	0,010	1,0	3,2%	0,066	1700	2,86	106,59	4618,90	106,59	4618,90
ΣΥΝΟΛΟ			-	-	29,5	100,0%	-	-	-	14135,56	158348,70	14135,56	158348,70

	ΥΛΙΚΑ	ΧΩΡΑ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ	ΧΛΜ. ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΜΕΣΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	Kg CO_2eq / (tnKm)	Kg CO_2eq
1	Οπλισμένο Σκυρόδεμα	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	2136,5025
	Χάλυβας	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	186,6988332
3	Σκυρόδεμα Καθαριότητας	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	705,045825
4	Ασφαλτική Μεμβράνη	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	72,641085

Β.ΔΟΚΑΡΙΑ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΔΟΚΑΡΙΑ	ΚΙΛΑ kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Ξύλινος σκελετός (Σκανδιναβική ξυλεία)		54.4	0.080	4.4	98.8%	0.42	700.00	12.00	1279.58	36559.49	1279.58	36559.49
2	Θερμομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Ηχομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Επένδυση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
5	Επένδυση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Επένδυση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Επίχρισμα		54.4	0.001	0.1	1.2%	0.92	0	21	50.05	1142.48	50.05	1142.48
	ΣΥΝΟΛΟ	-	-	-	4.4	100.0%	-	-	-	1329.63	37701.97	1329.63	37701.97

	ΥΛΙΚΑ	ΧΩΡΑ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ	ΧΛΜ. ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΜΕΣΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	Kg CO_2eq / (tnKm)	Kg CO_2eq
1	Ξύλινος σκελετός (Σκανδιναβική ξυλεία)	ΣΟΥΗΔΙΑ	7275.23	Θαλάσσια Μεταφορά (Εμπορευματοκιβώτια)	0.019	421.13
2	Θερμομόνωση			Μέσο Μεταφοράς	0	0.00
3	Ηχομόνωση			Μέσο Μεταφοράς	0	0.00
4	Επένδυση			Μέσο Μεταφοράς	0	0.00
5	Επένδυση			Μέσο Μεταφοράς	0	0.00
6	Επένδυση			Μέσο Μεταφοράς	0	0.00
7	Επίχρισμα	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0.14993	0.73

Β.ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ - ΤΟΙΧΙΑ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ	ΚΙΛΑ kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Ξύλινος σκελετός (Σκανδιναβική ξυλεία)		5.0	0.400	2.0	99.8%	0.42	700.00	12.00	592.70	16934.40	592.70	16934.40
		0.0						0					
2	Θερμομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Ηχομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Επένδυση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
5	Επένδυση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Επένδυση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Επίχρισμα		5.0	0.001	0.0	0.2%	0.92	0	21	4.64	105.84	4.64	105.84
	ΣΥΝΟΛΟ	-	-	-	2.0	100.0%	-	-	-	597.34	17040.24	597.34	17040.24

Δ.ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΑ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ	Κιλά Kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Ξύλινη Κατασκευή (Σκανδιναβική ξυλεία)		26.0	0.150	3.9	11.2%	0.42	700	12	1146.60	32760.00	1146.60	32760.00
2	Δομικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Δομικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Πλάκες ξυλόμαλλου (Heraclith)		147.4	0.025	3.7	10.6%	0.98	140	20	505.58	10318.00	505.58	10318.00
5	Διογκωμένη Πολυστερίνη		147.4	0.100	14.7	42.2%	3.29	23.5	88.6	1139.62	30690.15	1139.62	30690.15
6	Υαλοβάμβακας		147.4	0.050	7.4	21.1%	1.431	70	28	738.25	14445.20	738.25	14445.20
7	Θερμομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
8	Υαλόπλεγμα (fiberglass)		147.4	0.001	0.1	0.4%	1.54	300	28	68.10	1238.16	68.10	1238.16
9	Ηχομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
10	Άλλα Μονωτικά		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
11	Άλλα Μονωτικά		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
12	Κόντρα πλακέ θαλάσσης		147.4	0.019	2.8	8.0%	0.45	540	15	680.55	22684.86	680.55	22684.86
13	Γυψοσανίδα		147.4	0.013	1.8	5.3%	0.39	950	6.75	682.65	11815.03	682.65	11815.03
14	Επενδυσεις Εξωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
15	Επενδυσεις Εξωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
16	Σοβάς		147.4	0.003	0.4	1.3%	0.13	1680	1.8	96.58	1337.21	96.58	1337.21
17	Επίχρισμα		0.0	0.000	0.0		0.92	0	21	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΣΥΝΟΛΟ	-	-	-	34.9	100.0%	-	-	-	5057.93	125288.62	5057.93	125288.62

Δ.ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΑ - ΠΡΟΣΘΗΚΗ / ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗ 1η

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ	Κιλά Kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Δομικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Δομικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Δομικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Πετροβάμβακας		147.4	0.025	3.7	83.3%	1.12	96	16.8	396.21	5943.17	396.21	5943.17
5	Θερμομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Θερμομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Θερμομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
8	Υαλόπλεγμα (fiberglass)		147.4	0.001	0.1	3.3%	1.54	300	28	68.10	1238.16	68.10	1238.16
9	Ηχομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
10	Άλλα Μονωτικά		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
11	Άλλα Μονωτικά		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
12	Σοβάς		147.4	0.003	0.4	10.0%	0.13	1680	1.8	96.58	1337.21	96.58	1337.21
13	Επενδυσεις Εξωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
14	Επενδυσεις Εξωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
15	Επενδυσεις Εξωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
16	Επενδυσεις Εξωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
17	Επίχρισμα		147.4	0.001	0.1	3.3%	0.92	0	21	135.61	3095.40	135.61	3095.40
	ΣΥΝΟΛΟ	-	-	-	4.4	100.0%	-	-	-	696.49	11613.94	696.49	11613.94

Ε.ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Ξύλινο Κούφωμα	4.5	0.050	0.2	23.3%	0.72	650	10	105.62	1466.92	105.62	1466.92
2	Κουφώματα	0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Κουφώματα	0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Υαλοπίνακας	15.9	0.008	0.1	13.1%	0.91	2500	15	289.38	4770.00	289.38	4770.00
5	Υαλοπίνακας	0.0	0.000	0.0		0.91	2500	15	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Υαλοπίνακας	0.0	0.000	0.0		0.91	2500	15	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Ξύλινη Θύρα	4.5	0.050	0.2	23.3%	0.72	650	10	105.62	1466.92	105.62	1466.92
8	Ξύλινη Θύρα	13.0	0.030	0.4	40.2%	0.72	650	10	181.96	2527.20	181.96	2527.20
9	Θύρες	0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΣΥΝΟΛΟ	-	-	1.0	23.3%	-	-	-	682.57	10231.04	682.57	10231.04

ΣΤ.ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΑ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ	Κιλά Kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Σύνθετη Ξυλεία		11.7	0.100	1.2	10.5%	0.45	550	15	290.69	9689.63	290.69	9689.63
2	Κόντρα πλακέ θαλάσσης		66.6	0.025	1.7	14.9%	0.45	540	15	404.32	13477.39	404.32	13477.39
3	Δομικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Δομικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
5	Δομικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
5	Ηχομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ηχομόνωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Διογκωμένη Πολυστερίνη		66.6	0.100	6.7	59.6%	3.29	23.5	88.6	514.57	13857.42	514.57	13857.42
7	Γυψοσανίδα		66.6	0.025	1.7	14.9%	0.39	950	6.75	616.47	10669.60	616.47	10669.60
8	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
9	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
10	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
11	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
12	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
13	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΣΥΝΟΛΟ	-	-	-	11.2	100.0%	-	-	-	1826.05	47694.03	1826.05	47694.03

Ζ.ΔΑΠΕΔΑ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΔΑΠΕΔΑ	Κιλά Kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Ξύλινος σκελετός (Σκανδιναβική ξυλεία)		163.6	0.020	3.3	14.5%	0.42	700.00	12.00	961.97	27484.80	961.97	27484.80
		0.0											
2	Ελαφρομπετόν (Betocel)		163.6	0.080	13.1	58.0%	0.076	620	0.55	616.71	4463.01	616.71	4463.01
3	Ξύλινος τάκος		5.5	0.050	0.3	1.2%	0.31	650	10	55.56	1792.38	55.56	1792.38
4	Οδηγός ελάτης		5.5	0.150	0.8	3.7%	0.72	650	12	387.15	6452.55	387.15	6452.55
5	Κονίαμα (1:3 τσιμέντο: πρόσμιξη άμμου)		163.6	0.001	0.2	0.7%	0.221	1900	1.33	68.70	413.42	68.70	413.42
6	Κεραμικά Πλακίδια		163.6	0.030	4.9	21.7%	0.78	2000	12	7656.48	117792.00	7656.48	117792.00
7	PVC		20.0	0.002	0.0	0.2%	3.1	1380	77.2	171.12	4261.44	171.12	4261.44
8	Υλικό Επικάλυψης		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
9	Υλικό Επικάλυψης		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
10	Υλικό Επικάλυψης		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
11	Υλικό Επικάλυψης		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
12	Υλικό Επικάλυψης		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
13	Υλικό Επικάλυψης		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
14	Υλικό Επικάλυψης		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
15	Υλικό Επικάλυψης		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
16	Υλικό Επικάλυψης		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΣΥΝΟΛΟ	-	-	-	22.6	100.0%	-	-	-	9917.69	162659.59	9917.69	162659.59

Η.ΣΤΕΓΗ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΣΤΕΓΗ	ΚΙΛΑ kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Ξύλινος σκελετός (Σκανδιναβική ξυλεία)		122.7	0.022	2.7	13.3%	0.42	700.00	12.00	793.62	22674.96	793.62	22674.96
2	Εξηλασμένη Πολυστερίνη (DOW)		122.7	0.070	8.6	42.2%	3.42	35	87.4	1028.10	26273.75	1028.10	26273.75
3	Στεγανωτική μεμβράνη		122.7	0.004	0.5	2.4%	4.45	0	142.73	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Υαλοβάμβακας		122.7	0.050	6.1	30.1%	1.431	70	28	614.54	12024.60	614.54	12024.60
5	Μονωτικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Μονωτικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Μονωτικό Υλικό		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
8	Κεραμίδια		122.7	0.020	2.5	12.0%	0.7	2000	10	3435.60	49080.00	3435.60	49080.00
9	Επίστρωση		0.0	0.000	0.0		0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	ΣΥΝΟΛΟ	-	-	-	20.4	100.0%	-	-	-	5871.87	110053.31	5871.87	110053.31

I. ΣΥΝΟΨΗ						
ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ GLOBAL WARMING POTENTIONAL tn CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΛΟΓΩ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ tn $C0_2$eq	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn $C0_2$eq
Θεμελίωση	14.14	158.35	14.14	158.35	3.10	17.24
Δοκάρια	1.33	37.70	1.33	37.70	0.42	1.75
Κολόνες	0.60	17.04	0.60	17.04	0.20	0.79
Εξωτερική Τοιχοποιία	5.06	125.29	5.06	125.29	0.62	5.68
Ανοίγματα	0.68	10.23	0.68	10.23	0.04	0.72
Εσωτερικη Τοιχοποιία	1.83	47.69	1.83	47.69	0.15	1.97
Δάπεδα	9.92	162.66	9.92	162.66	1.17	11.09
Στέγη	5.87	110.05	5.87	110.05	0.51	6.39
Δώμα	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΙΡΙΟΥ	39.42	669.02	39.42	669.02	6.21	45.63

I. ΣΥΝΟΨΗ - ΠΡΟΣΘΗΚΗ / ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗ 1η						
ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ-ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ GLOBAL WARMING POTENTIONAL tn CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΛΟΓΩ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ tn $C0_2$eq	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn $C0_2$eq
Θεμελίωση	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δοκάρια	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Κολόνες	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Εξωτερική Τοιχοποιία	0.70	11.61	0.70	11.61	0.05	0.75
Ανοίγματα	0.68	10.23	0.68	10.23	0.00	0.68
Εσωτερικη Τοιχοποιία	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δάπεδα	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Στέγη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δώμα	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΙΡΙΟΥ	1.38	21.84	1.38	21.84	0.05	1.43

Κατά συνέπεια το συνολικό ενσωματωμένο ανθρακικό αποτύπωμα της κατοικίας Γ' είναι **45,63tons CO_2eq** κατά την κατασκευή, και 1,43 **tons CO_2eq** για την ανακαίνιση.

4.3.4 Ενσωματωμένο ανθρακικό αποτύπωμα κατοικίας Δ’

Παρακάτω φαίνεται βήμα βήμα η εκτίμηση του ενσωματωμένου ανθρακικού αποτυπώματος για την κατοικία Δ’:

ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ GLOBAL WARMING POTENTIONAL tn CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΛΟΓΩ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ tn CO_2eq	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq
ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ	11,31	127,06	11,31	127,06	2,45	13,76
ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΗΡΙΟΥ	21,25	312,50	21,25	312,50	3,97	25,22

Α.ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ		ΚΙΛΑ kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΥΨΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Οπλισμένο Σκυρόδεμα		75,0	0,200	15,0	64,5%	0,28	2500,00	3,07	10472,61	115003,40	10472,61	115003,40
	Χάλυβας	3355,9						0					
2	Σκυρόδεμα Καθαριότητας		75,0	0,100	7,5	32,3%	0,061	1650	0,68	754,88	8415,00	754,88	8415,00
3	Ασφαλτική Μεμβράνη		75,0	0,010	0,8	3,2%	0,066	1700	2,86	84,15	3646,50	84,15	3646,50
ΣΥΝΟΛΟ			-	-	23,3	100,0%	-	-	-	11311,63	127064,90	11311,63	127064,90

ΥΛΙΚΑ		ΧΩΡΑ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ	ΧΛΜ. ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΜΕΣΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	Kg CO_2eq / (tnKm)	Kg CO_2eq
1	Οπλισμένο Σκυρόδεμα	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	1686,7125
	Χάλυβας	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	150,9450261
3	Σκυρόδεμα Καθαριότητας	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	556,615125
4	Ασφαλτική Μεμβράνη	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	57,348225

ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ GLOBAL WARMING POTENTIONAL tn CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΛΟΓΩ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ tn CO_2eq	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq
ΔΟΚΑΡΙΑ	0,83	23,56	0,83	23,56	0,26	1,09
ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΗΡΙΟΥ	21,25	312,50	21,25	312,50	3,97	25,22

Β.ΔΟΚΑΡΙΑ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

ΔΟΚΑΡΙΑ		ΚΙΛΑ kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Ξύλινος σκελετός (Σκανδιναβική ξυλεία)		34,0	0,080	2,7	98,8%	0,42	700,00	12,00	799,68	22848,00	799,68	22848,00
2	Θερμομόνωση		0,0	0,050	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Ηχομόνωση		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Επένδυση		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Επένδυση		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Επένδυση		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Επίχρισμα		34,0	0,001	0,0	1,2%	0,92	0	21	31,28	714,00	31,28	714,00
ΣΥΝΟΛΟ		-	-	-	2,8	100,0%	-	-	-	830,96	23562,00	830,96	23562,00

ΥΛΙΚΑ		ΧΩΡΑ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ	ΧΛΜ. ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΜΕΣΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	Kg CO_2eq / (tnKm)	Kg CO_2eq
1	Ξύλινος σκελετός (Σκανδιναβική ξυλεία)	ΣΟΥΗΔΙΑ	7275,23	Θαλάσσια Μεταφορά (Εμπορευματοκιβώτια)	0,019	263,19
2	Θερμομόνωση			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
3	Ηχομόνωση			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
4	Επένδυση			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
5	Επένδυση			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
6	Επένδυση			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
7	Επίχρισμα	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	0,46

	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ GLOBAL WARMING POTENTIONAL tn CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΛΟΓΩ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ tn CO_2eq	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq
ΕΞΩΤ. ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΑ	2,08	47,31	2,08	47,31	0,46	2,54
ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΗΡΙΟΥ	22,28	334,51	22,28	334,51	4,17	26,46

Δ.ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΑ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ		Κιλά Kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Ξύλινη Κατασκευή (Σκανδιναβική ξυλεία)		13,4	0,150	2,0	12,0%	0,42	700	12	591,98	16913,61	591,98	16913,61
2	Καναδική θωράκιση OSB		74,4	0,022	1,6	9,8%	0,45	550	15	405,11	13503,60	405,11	13503,60
3	Δομικό Υλικό		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Πετροβάμβακας		74,4	0,025	1,9	11,1%	1,12	96	16,8	199,99	2999,81	199,99	2999,81
5	Ορυκτοβάμβακας		61,0	0,100	6,1	36,4%	1,28	50	16,6	390,40	5063,00	390,40	5063,00
6	Θερμομόνωση		74,4	0,050	3,7	22,2%	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Θερμομόνωση		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Υαλόπλεγμα (fiberglass)		74,4	0,001	0,1	0,4%	1,54	300	28	34,37	624,96	34,37	624,96
9	Ηχομόνωση		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Ασφαλτική Μεμβράνη		0,0	0,000	0,0		0,066	1700	2,86	0,00	0,00	0,00	0,00
11	Άλλα Μονωτικά		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Γυψοσανίδα		74,4	0,013	0,9	5,5%	0,39	950	6,75	344,57	5963,63	344,57	5963,63
13	Σοβάς		74,4	0,003	0,2	1,3%	0,13	1680	1,8	48,75	674,96	48,75	674,96
14	Επενδυσεις Εξωτ. Τοίχων		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
15	Επενδυσεις Εξωτ. Τοίχων		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
16	Επενδυσεις Εξωτ. Τοίχων		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
17	Επίχρισμα		74,4	0,003	0,2	1,3%	0,92	0	21	68,45	1562,40	68,45	1562,40
ΣΥΝΟΛΟ		-	-	-	16,8	100,0%	-	-	-	2083,60	47305,96	2083,60	47305,96

	ΥΛΙΚΑ	ΧΩΡΑ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ	ΧΛΜ. ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΜΕΣΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	Kg CO_2eq / (tnKm)	Kg CO_2eq
1	Ξύλινη Κατασκευή (Σκανδιναβική ξυλεία)	ΣΟΥΗΔΙΑ	7275,23	Θαλάσσια Μεταφορά (Εμπορευματοκιβώτια)	0,019	194,83
2	Καναδική θωράκιση OSB	ΚΑΝΑΔΑΣ	10940	Θαλάσσια Μεταφορά (Εμπορευματοκιβώτια)	0,019	187,12
3	Δομικό Υλικό			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
4	Πετροβάμβακας	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	8,03
5	Ορυκτοβάμβακας	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	13,72
6	Θερμομόνωση			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
7	Θερμομόνωση			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
8	Υαλόπλεγμα (fiberglass)	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	1,00
9	Ηχομόνωση			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
10	Ασφαλτική Μεμβράνη	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	0,00
11	Άλλα Μονωτικά			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
12	Γυψοσανίδα	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	39,74
13	Σοβάς	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	16,87
14	Επενδυσεις Εξωτ. Τοίχων			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
15	Επενδυσεις Εξωτ. Τοίχων			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
16	Επενδυσεις Εξωτ. Τοίχων	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	0,00

	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ-ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ GLOBAL WARMING POTENTIONAL tn CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΛΟΓΩ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ tn CO_2eq	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq
ΕΞΩΤ. ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΑ	0,35	5,86	0,35	5,86	0,03	0,38
ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΗΡΙΟΥ	0,82	12,90	0,82	12,90	0,05	0,87

Δ.ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΑ - ΠΡΟΣΘΗΚΗ / ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗ 1η

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ	Κιλά Kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Δομικό Υλικό		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Δομικό Υλικό		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Δομικό Υλικό		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Πετροβάμβακας		74,4	0,025	1,9	83,3%	1,12	96	16,8	199,99	2999,81	199,99	2999,81
5	Θερμομόνωση		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Θερμομόνωση		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Θερμομόνωση		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Υαλόπλεγμα (fiberglass)		74,4	0,001	0,1	3,3%	1,54	300	28	34,37	624,96	34,37	624,96
9	Ηχομόνωση		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Άλλα Μονωτικά		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
11	Άλλα Μονωτικά		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Σοβάς		74,4	0,003	0,2	10,0%	0,13	1680	1,8	48,75	674,96	48,75	674,96
13	Επενδυσεις Εξωτ. Τοίχων		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
14	Επενδυσεις Εξωτ. Τοίχων		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
15	Επενδυσεις Εξωτ. Τοίχων		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
16	Επενδυσεις Εξωτ. Τοίχων		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
17	Επίχρισμα		74,4	0,001	0,1	3,3%	0,92	0	21	68,45	1562,40	68,45	1562,40
	ΣΥΝΟΛΟ	-	-	-	2,2	100,0%	-	-	-	351,55	5862,12	351,55	5862,12

	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ GLOBAL WARMING POTENTIONAL tn CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΛΟΓΩ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ tn CO_2eq	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ		0,47	7,04	0,47	7,04	0,03	0,49
ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΗΡΙΟΥ		21,25	312,50	21,25	312,50	3,97	25,22

Ε.ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Ξύλινο Κούφωμα	2,1	0,050	0,1	16,6%	0,72	650	10	49,14	682,50	49,14	682,50
2	Κουφώματα	0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Κουφώματα	0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Υαλοπίνακας	11,8	0,008	0,1	15,0%	0,91	2500	15	215,42	3550,80	215,42	3550,80
5	Υαλοπίνακας	0,0	0,000	0,0		0,91	2500	15	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Υαλοπίνακας	0,0	0,000	0,0		0,91	2500	15	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Ξύλινη Θύρα	4,8	0,050	0,2	37,6%	0,72	650	10	111,15	1543,75	111,15	1543,75
8	Ξύλινη Θύρα	6,5	0,030	0,2	30,8%	0,72	650	10	90,98	1263,60	90,98	1263,60
9	Θύρες	0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
ΣΥΝΟΛΟ		-	-	0,6	16,6%	-	-	-	466,68	7040,65	466,68	7040,65

	ΥΛΙΚΑ	ΧΩΡΑ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ	ΧΛΜ. ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΜΕΣΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	Kg CO_2eq / (tnKm)	Kg CO_2eq
1	Ξύλινο Κούφωμα	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	3,07
2	Κουφώματα			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
3	Κουφώματα			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
4	Υαλοπίνακας	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	10,65
5	Υαλοπίνακας			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
6	Υαλοπίνακας			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
7	Ξύλινη Θύρα	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	6,94
8	Ξύλινη Θύρα	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	5,68
9	Θύρες			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00

	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ-ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ GLOBAL WARMING POTENTIONAL tn CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΛΟΓΩ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ tn CO_2eq	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ		0,47	7,04	0,47	7,04	0,03	0,49
ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΗΡΙΟΥ		0,58	8,98	0,58	8,98	0,03	0,62

Ε.ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ - ΠΡΟΣΘΗΚΗ / ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗ 1η

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Ξύλινο Κούφωμα	2,1	0,050	0,1	16,6%	0,72	650	10	49,14	682,50	49,14	682,50
2	Κουφώματα	0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Κουφώματα	0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Υαλοπίνακας	11,8	0,008	0,1	15,0%	0,91	2500	15	215,42	3550,80	215,42	3550,80
5	Υαλοπίνακας	0,0	0,000	0,0		0,91	2500	15	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Υαλοπίνακας	0,0	0,000	0,0		0,91	2500	15	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Ξύλινη Θύρα	4,8	0,050	0,2	37,6%	0,72	650	10	111,15	1543,75	111,15	1543,75
8	Ξύλινη Θύρα	6,5	0,030	0,2	30,8%	0,72	650	10	90,98	1263,60	90,98	1263,60
9	Θύρες	0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
ΣΥΝΟΛΟ		-	-	0,6316	100,0%	-	-	-	466,68	7040,65	466,68	7040,65

	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ GLOBAL WARMING POTENTIONAL tn CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΛΟΓΩ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ tn CO_2eq	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq
ΕΣΩΤ. ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΑ	0,67	12,61	0,67	12,61	0,10	0,77
ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΗΡΙΟΥ	21,25	312,50	21,25	312,50	3,97	25,22

ΣΤ.ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΑ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ	Κιλά Kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Ξύλινη Κατασκευή (Σκανδιναβική ξυλεία)		5,7	0,100	0,6	12,4%	0,42	700	12	167,09	4774,14	167,09	4774,14
2	Δομικό Υλικό		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Δομικό Υλικό		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Δομικό Υλικό		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Δομικό Υλικό		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Ηχομόνωση		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
	Ηχομόνωση		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Ορυκτοβάμβακας		32,2	0,100	3,2	70,1%	1,28	50	16,6	206,12	2673,14	206,12	2673,14
7	Γυψοσανίδα		32,2	0,025	0,8	17,5%	0,39	950	6,75	298,31	5163,10	298,31	5163,10
8	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
9	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
11	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
13	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
	ΣΥΝΟΛΟ	-	-	-	4,6	100,0%	-	-	-	671,53	12610,38	671,53	12610,38

	ΥΛΙΚΑ	ΧΩΡΑ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ	ΧΛΜ. ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΜΕΣΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	Kg CO_2eq / (tnKm)	Kg CO_2eq
1	Ξύλινη Κατασκευή (Σκανδιναβική ξυλεία)	ΣΟΥΗΔΙΑ	7275,23	Θαλάσσια Μεταφορά (Εμπορευματοκιβώτια)	0,019	54,99
2	Δομικό Υλικό			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
3	Δομικό Υλικό			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
4	Δομικό Υλικό			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
5	Δομικό Υλικό			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
6	Ηχομόνωση			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
7	Ηχομόνωση			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
8	Ορυκτοβάμβακας	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	7,24
9	Γυψοσανίδα	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	34,40
10	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
11	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
12	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
13	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
14	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
15	Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00

ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ GLOBAL WARMING POTENTIONAL tn CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΛΟΓΩ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ tn $C0_2$eq	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn $C0_2$eq
ΔΑΠΕΔΑ	5,73	94,13	5,73	94,13	0,68	6,41
ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΗΡΙΟΥ	21,25	312,50	21,25	312,50	3,97	25,22

Z.ΔΑΠΕΔΑ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΔΑΠΕΔΑ	Κιλά Kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Ξύλινος σκελετός (Σκανδιναβική ξυλεία)		95,0	0,020	1,9	14,6%	0,42	700,00	12,00	558,60	15960,00	558,60	15960,00
		0,0											
2	Ελαφρομπετόν (Betocel)		95,0	0,080	7,6	58,6%	0,076	620	0,55	358,11	2591,60	358,11	2591,60
3	Ξύλινος τάκος		2,5	0,050	0,1	1,0%	0,31	650	10	25,21	813,15	25,21	813,15
4	Οδηγός ελάτης		2,5	0,150	0,4	2,9%	0,72	650	12	175,64	2927,34	175,64	2927,34
5	Κονίαμα (1:3 τσιμέντο: πρόσμιξη άμμου)		95,0	0,001	0,1	0,7%	0,221	1900	1,33	39,89	240,07	39,89	240,07
6	Κεραμικά Πλακίδια		95,0	0,030	2,9	22,0%	0,78	2000	12	4446,00	68400,00	4446,00	68400,00
7	PVC		15,0	0,002	0,0	0,2%	3,1	1380	77,2	128,34	3196,08	128,34	3196,08
8	Υλικό Επικάλυψης		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
9	Υλικό Επικάλυψης		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Υλικό Επικάλυψης		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
11	Υλικό Επικάλυψης		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Υλικό Επικάλυψης		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
13	Υλικό Επικάλυψης		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
14	Υλικό Επικάλυψης		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
15	Υλικό Επικάλυψης		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
16	Υλικό Επικάλυψης		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
ΣΥΝΟΛΟ		-	-	-	13,0	100,0%	-	-	-	5731,79	94128,24	5731,79	94128,24

	ΥΛΙΚΑ	ΧΩΡΑ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ	ΧΛΜ. ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΜΕΣΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	Kg CO_2eq / (tnKm)	Kg CO_2eq
1	Ξύλινος σκελετός (Σκανδιναβική ξυλεία)	ΣΟΥΗΔΙΑ	7275,23	αλάσσια Μεταφορά (Εμπορευματοκιβώτι	0,019	183,85
2	Ελαφρομπετόν (Betocel)	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	211,94
3	Ξύλινος τάκος	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	3,66
4	Οδηγός ελάτης	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	10,97
5	Κονίαμα (1:3 τσιμέντο: πρόσμιξη άμμου)	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	8,12
6	Κεραμικά Πλακίδια	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	256,38
7	PVC	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	1,86
8	Υλικό Επικάλυψης			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
9	Υλικό Επικάλυψης			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
10	Υλικό Επικάλυψης			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
11	Υλικό Επικάλυψης			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
12	Υλικό Επικάλυψης			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
13	Υλικό Επικάλυψης			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
14	Υλικό Επικάλυψης			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
15	Υλικό Επικάλυψης			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
16	Υλικό Επικάλυψης			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00

ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ GLOBAL WARMING POTENTIONAL tn CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΛΟΓΩ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ tn CO_2eq	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq
ΣΤΕΓΗ	1,19	22,80	1,19	22,80	0,19	1,38
ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΗΡΙΟΥ	21,25	312,50	21,25	312,50	3,97	25,22

Η.ΣΤΕΓΗ

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

	ΣΤΕΓΗ	ΚΙΛΑ kg	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^2	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ m	ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ m^3	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO_2eq / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m^3	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ kg CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ
1	Ξύλινος σκελετός (Σκανδιναβική ξυλεία)		68,1	0,020	1,4	14,5%	0,42	700,00	12,00	400,43	11440,80	400,43	11440,80
2	Ορυκτοβάμβακας		68,1	0,100	6,8	72,3%	1,28	50	16,6	435,84	5652,30	435,84	5652,30
3	Στεγανωτική μεμβράνη		68,1	0,004	0,3	2,9%	4,45	0	142,73	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Τσιμεντοειδή		6,2	0,020	0,1	1,3%	0,155	1900	1,03	36,75	244,23	36,75	244,23
5	Μονωτικό Υλικό		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Μονωτικό Υλικό		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
7	Μονωτικό Υλικό		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Γυψοσανίδα		68,1	0,013	0,9	9,0%	0,39	950	6,75	315,39	5458,64	315,39	5458,64
9	Επίστρωση		0,0	0,000	0,0		0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
ΣΥΝΟΛΟ		-	-	-	9,4	100,0%	-	-	-	1188,41	22795,97	1188,41	22795,97

	ΥΛΙΚΑ	ΧΩΡΑ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ	ΧΛΜ. ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΜΕΣΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	Kg CO_2eq / (tnKm)	Kg CO_2eq
1	Ξύλινος σκελετός (Σκανδιναβική ξυλεία)	ΣΟΥΗΔΙΑ	**7275,23**	Θαλάσσια Μεταφορά (Εμπορευματοκιβώτια)	0,019	131,79
2	Ορυκτοβάμβακας	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	15,32
3	Στεγανωτική μεμβράνη	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	0,00
4	Τσιμεντοειδή	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	10,67
5	Μονωτικό Υλικό			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
6	Μονωτικό Υλικό			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
7	Μονωτικό Υλικό			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00
8	Γυψοσανίδα	ΕΛΛΑΔΑ	300	Φορτηγό	0,14993	36,37
9	Επίστρωση			Μέσο Μεταφοράς	0	0,00

I. ΣΥΝΟΨΗ						
ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ GLOBAL WARMING POTENTIONAL tn CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΛΟΓΩ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ tn $C0_2$eq	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn $C0_2$eq
Θεμελίωση	11,31	127,06	11,31	127,06	2,45	13,76
Δοκάρια	0,83	23,56	0,83	23,56	0,26	1,09
Κολόνες	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Εξωτερική Τοιχοποιία	2,08	47,31	2,08	47,31	0,46	2,54
Ανοίγματα	0,47	7,04	0,47	7,04	0,03	0,49
Εσωτερικη Τοιχοποιία	0,67	12,61	0,67	12,61	0,10	0,77
Δάπεδα	5,73	94,13	5,73	94,13	0,68	6,41
Στέγη	1,19	22,80	1,19	22,80	0,19	1,38
Δώμα	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΙΡΙΟΥ	22,28	334,51	22,28	334,51	4,17	26,46

I. ΣΥΝΟΨΗ - ΠΡΟΣΘΗΚΗ / ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗ 1η						
ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ-ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ GLOBAL WARMING POTENTIONAL tn CO_2eq	ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn CO_2eq	ΠΡΟΣΑΡΜ. ΕΝΣΩΜΑΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ	ΑΝΘΡΑΚ. ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΛΟΓΩ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ tn $C0_2$eq	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ tn $C0_2$eq
Θεμελίωση	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Δοκάρια	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Κολόνες	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Εξωτερική Τοιχοποιία	0,35	5,86	0,35	5,86	0,03	0,38
Ανοίγματα	0,47	7,04	0,47	7,04	0,03	0,49
Εσωτερικη Τοιχοποιία	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Δάπεδα	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Στέγη	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Δώμα	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ΣΥΝΟΛΟ ΚΤΙΡΙΟΥ	0,82	12,90	0,82	12,90	0,05	0,87

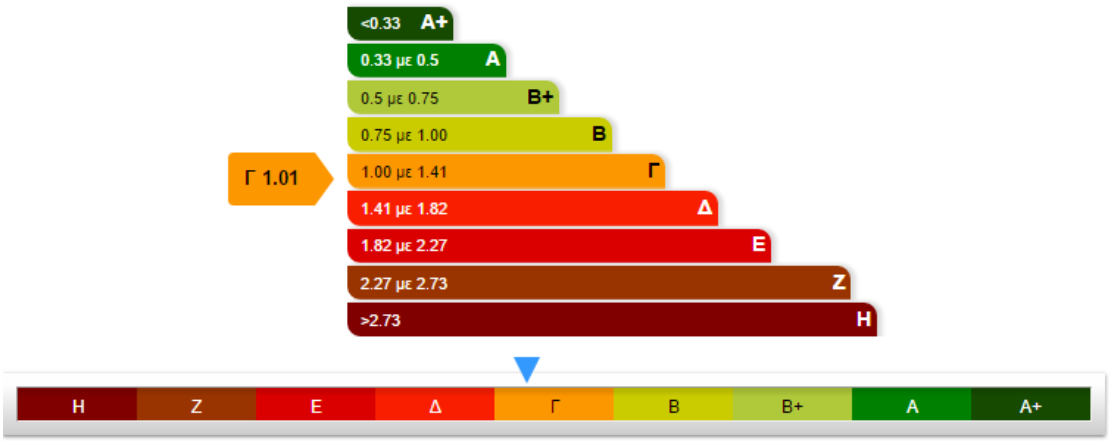
Κατά συνέπεια το συνολικό ενσωματωμένο ανθρακικό αποτύπωμα της κατοικίας Δ' είναι **26,46 tons CO_2eq.**

4.4 Ενεργειακή κατάταξη και ενεργειακή αναβάθμιση κατοικιών

Παρακάτω φαίνεται, για κάθε κτήριο χωριστά, η ενεργειακή κατάταξη σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, καθώς και οι εκπομπές του σε τόνους άνθρακα. Έτσι προκύπτει το λεγόμενο λειτουργικό ανθρακικό αποτύπωμα, το οποίο αντιπροσωπεύει την ποσότητα άνθρακα που απελευθερώνεται στο περιβάλλον ανά έτος από το κάθε κτήριο.

Στα παρακάτω κτήρια έχουν γίνει κάποιες παραδοχές κατά τους υπολογισμούς. Αρχικά θεωρούμε το κτηριακό κέλυφος χωρίς θερμοπρόσοψη, με χαμηλότερης ενεργειακής απόδοσης κουφώματα, και σε δύο σενάρια μελετάμε το ενδεχόμενο αλλαγής κουφωμάτων μόνο (σενάριο 2), αλλά και προσθήκης συστήματος θερμοπρόσοψης για την συνολική ενεργειακή αναβάθμιση του κτηρίου (σενάριο 3). Τα αποτελέσματα είναι κατά προσέγγιση, καθώς δεν υπήρχαν επαρκή στοιχεία για κάθε κτήριο και χρειάστηκαν πολλές απλοποιητικές παραδοχές για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Για κάθε αναβάθμιση/ανακαίνιση έχει υπολογιστεί και το ανθρακικό αποτύπωμα της διαδικασίας της ανακαίνισης.

-Για το κτήριο Α, έχουμε:



Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά χρήση (kWh/m^2).

Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς (R_R)	Υπάρχον κτίριο (EP)	Σενάριο 1 Σενάριο συνολικης αν	Σενάριο 2 Σενάριο 2	Σενάριο 3 Σενάριο 3
Θέρμανση	49.4	46.3	19.1	38.8	21.9
Ψύξη	14.7	27.3	22.7	25.8	22.7
ΖΝΧ	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Φωτισμός	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Σύνολο (kWh/m^2)	73.1	73.6	41.8	64.6	44.6
Κατάταξη	-	Γ	B+	B	B+
T=EP/R_R		1.01	0.57	0.88	0.61

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m^2)	Εκπομπές CO_2 (kg/m^2)
Ηλεκτρισμός	9.7	9.6
Πετρέλαιο	15.4	4.1
Φυσικό αέριο	27.1	5.3
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0.0	0.0
Ηλιακή	0.0	0.0
Βιομάζα	0.0	0.0
Γεωθερμία	0.0	0.0
Άλλη ΑΠΕ	0.0	0.0
Σύνολο	59.9	19.0

Παρατηρούμε δηλαδή εκπομπές 4,33 τόνους άνθρακα το χρόνο. Ενώ μετά τις δύο αναβαθμίσεις έχουμε 2,64 και 2,46 αντίστοιχα.

-Για το κτήριο Β έχουμε:

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m^2)	Εκπομπές CO_2 (kg/m^2)
Ηλεκτρισμός	0.0	0.0
Πετρέλαιο	0.0	0.0
Φυσικό αέριο	111.2	21.8
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0.0	0.0
Ηλιακή	0.0	0.0
Βιομάζα	0.0	0.0
Γεωθερμία	0.0	0.0
Άλλη ΑΠΕ	0.0	0.0
Σύνολο	111.2	21.8

Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς (R_R)	Υπάρχον κτίριο (EP)	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3 Σενάριο 3
Θέρμανση	82.6	85.3			29.5
Ψύξη	32.5	31.5			24.9
ΖΝΧ	0.0	0.0			0.0
Φωτισμός	0.0	0.0			0.0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0.0	0.0			0.0
Σύνολο (kWh/m^2)	115.1	116.8			54.5
Κατάταξη	-	Γ			Α
T=EP/R_R		1.01			0.47

Δηλαδή, 2.43 τόνους CO2 το χρόνο αρχικά, 1,75 στο σενάριο 1 και 1,15 στην περίπτωση του 3^{ου} σεναρίου αναβάθμισης .

- Για το κτήριο Γ έχουμε:

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m^2)	Εκπομπές CO_2 (kg/m^2)
Ηλεκτρισμός	0.0	0.0
Πετρέλαιο	87.4	23.1
Φυσικό αέριο	35.5	7.0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0.0	0.0
Ηλιακή	0.0	0.0
Βιομάζα	0.0	0.0
Γεωθερμία	0.0	0.0
Άλλη ΑΠΕ	0.0	0.0
Σύνολο	122.9	30.0

Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς (R_R)	Υπάρχον κτίριο (EP)	Σενάριο 1 Σενάριο 1	Σενάριο 2 Σενάριο 2	Σενάριο 3 Σενάριο 3
Θέρμανση	61.9	96.1		74.0	19.7
Ψύξη	24.0	37.2		35.1	11.6
ΖΝΧ	0.0	0.0		0.0	0.0
Φωτισμός	0.0	0.0		0.0	0.0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0.0	0.0		0.0	0.0
Σύνολο (kWh/m^2)	85.9	133.4		109.0	31.3
Κατάταξη	-	Δ		Γ	Α
T=EP/R_R		1.55		1.27	0.36

Δηλαδή, 2,46 τόνους CO2 το χρόνο αρχικά, 2,01 στο σενάριο 2 και 0,57 στην περίπτωση του 3^{ου} σεναρίου αναβάθμισης.

- Για το κτήριο Δ έχουμε:

Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς (R_R)	Υπάρχον κτίριο (EP)	Σενάριο 1	Σενάριο 2 Σενάριο 2	Σενάριο 3 Σενάριο 3
Θέρμανση	58.0	101.8		77.8	28.8
Ψύξη	29.4	36.0		32.2	21.4
ΖΝΧ	0.0	0.0		0.0	0.0
Φωτισμός	0.0	0.0		0.0	0.0
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0.0	0.0		0.0	0.0
Σύνολο (kWh/m^2)	87.5	137.8		110.0	50.2
Κατάταξη	-	Δ		Γ	Β+
T=EP/R_R		1.58		1.26	0.57

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m^2)	Εκπομπές CO_2 (kg/m^2)
Ηλεκτρισμός	0.0	0.0
Πετρέλαιο	92.6	24.4
Φυσικό αέριο	34.3	6.7
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0.0	0.0
Ηλιακή	0.0	0.0
Βιομάζα	0.0	0.0
Γεωθερμία	0.0	0.0
Άλλη ΑΠΕ	0.0	0.0
Σύνολο	126.8	31.2

Δηλαδή, 1,35 τόνους CO2 το χρόνο αρχικά, 1,08 στο σενάριο 2 και 0,5 στην περίπτωση του 3^{ου} σεναρίου αναβάθμισης.

4.5 Υπολογισμός ανθρακικού αποτυπώματος κατεδάφισης

Συνεχίζοντας, έρχεται η στιγμή εκτίμησης του ανθρακικού αποτυπώματος της κατεδάφισης των ξύλινων μας κατοικιών. Είναι ο τρίτος και τελευταίος υπολογισμός, πριν ακολουθήσει η σύγκριση των αποτελεσμάτων για την εξαγωγή συμπεράσματος.

Σε αυτό το στάδιο χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο De.CO2.Estimator(Οκτώβριος 2014) του Τζωρτζινάκη Γ. , το οποίο τροποποιήθηκε και επεκτάθηκε για την περίπτωση ξύλινων κατασκευών. Δημιουργήθηκε μια νέα, πληρέστατη βάση δεδομένων για το πρόγραμμα, η οποία περιλαμβάνει πληθώρα δομικών υλικών. Η νέα βάση δεδομένων παρατίθεται στο Παράρτημα 2. Επίσης βελτιώθηκε ο υπολογισμός του θετικού ανθρακικού αποτυπώματος της ανακύκλωσης υλικών.

Τα μηχανικά μέσα τα οποία επελέγησαν για να εκτελέσουν τις διαδικασίες κατεδάφισης αποτελούν μια βέλτιστη οικονομικό-περιβαλλοντική επιλογή. Έγινε εκτίμηση επίσης της απόστασης μεταφοράς των ΑΕΚΚ στην κοντινότερη μάντρα απόρριψης, και η τιμή αυτή λήφθηκε τυπικά ως 20 km.

Οι ιδιαιτερότητες κατά την κατεδάφιση των ξύλινων κτηρίων αναλύονται λεπτομερώς και στο Κεφάλαιο 3, όπου χαρακτηριστικά αναφέρεται: *«Στις μέρες μας, η κατεδάφιση των ξύλινων κατοικιών γίνεται με εργαλεία χειρός όπως σφυριά, λοστούς, βαριοπούλες κτλ. Η μέθοδος αυτή αυξάνει σημαντικά την ποσότητα των επαναχρησιμοποιούμενων υλικών, όμως μειονεκτεί λίγο ως προς το κόστος εργασίας που απαιτείται. Βέβαια αυτό μπορεί να αντισταθμιστεί από την αύξηση των εσόδων από το διασωθέν υλικό και τη μείωση του κόστους από την αποφυγή χρόνου και κόστους που χρειάζεται για να έρθουν τα μηχανήματα σε ένα εργοτάξιο.»*

Έτσι λοιπόν, φαίνεται ότι τα προκατασκευασμένα κτήρια από ξύλο, περισσότερο «αποσυναρμολογούνται» παρά κατεδαφίζονται. Χρησιμοποιώντας εργαλεία χειρός μπορεί μέσα σε μία εβδομάδα ένα κτήριο να «λυθεί» εντελώς, και με δύο μέρες παρουσίας ενός φορτωτή να έχουν ολοκληρωθεί πλήρως οι εργασίες. Το μόνο κομμάτι που πρέπει να κατεδαφιστεί πλήρως είναι η πλάκα θεμελίωσης του κτηρίου, που αποτελείται από οπλισμένο σκυρόδεμα. Για αυτόν τον λόγο, ενώ η πλάκα θεμελίωσης λήφθηκε υπ όψην σε όλους τους υπολογισμούς, παρακάτω αναλύεται και ένα σενάριο κατασκευής νέου κτηρίου στην ίδια θέση ώστε να περιοριστούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούνται από την κατασκευή και κατεδάφιση της πλάκας θεμελίωσης.

4.5.1 Ανθρακικό αποτύπωμα κατεδάφισης κτηρίου Α

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΥΛΙΚΑ ΤΟΥΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ: Εκτίμηση ανθρακικού αποτυπώματος κατά την κατεδάφιση κτιρίου από σκυρόδεμα - Demolition CO_2 Estimator v. 1.01

ΣΥΝΤΑΚΤΕΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΤΖΩΡΤΖΙΝΑΚΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΙΩΑΝΝΗΣ ΤΖΟΥΒΑΔΑΚΗΣ

ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΣΤΕΛΛΑ Π. ΠΙΕΡΗ - *ΥΠ.ΔΙΔΑΚΤΩΡ ΕΜΠ*

ΑΘΗΝΑ
Οκτώβριος 2014

B. Ανακύκλωση στοιχείων

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

Κατηγορία	Υλικό	Κυβικά μέτρα (m3)	Ενσωματωμένο ανθρακικό αποτύπωμα υλικού (CO2/tons υλικού)	Ανθρακικό αποτύπωμα ανακύκλωσης
Δομικά Υλικά	Ξύλο	51.0	0.460	16.422
Δομικά Υλικά	Γυαλί	0.0	0.720	0.072
Δομικά Υλικά	-	0.0	0.000	0
Δομικά Υλικά	-	0.0	0.000	0
Δομικά Υλικά	-	0.0	0.000	0
Αδρανή	κεραμιδια αργίλου	8.6	0.480	7.87968
Γυαλί	Υαλόνημα (υαλοβάμβακας)	20.7	1.540	1.01199714
Μέταλλα	Χάλυβας: Γενικά	0.0	1.460	0
Ξύλο	Ξύλο : γενικά	0	0.310	0
Ξύλο	Ξύλο : γενικά	0	0.310	0
Πλαστικά	Πολυστερίνη γενικής χρήσης	12.4	3.430	1.493422
Πλαστικά	Διογκωμένη Πολυστερίνη	34.2	3.290	4.1668179
Διάφορα	Πετροβάμβακας		1.050	0
Άλλο	Πλάκες ξυλόμαλου (Heraclith)	5.8	1.0	0.797132
Άλλο	κεραμικα πλακιδια	8.6	0.8	1.34784
Άλλο	γυψοσανιδα	6.7	0.4	2.07792
Άλλο	pvc	2.0	3.1	8.556
Σύνολο	**150.2**			**43.82480904**

Γ. Κατεδάφιση

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

Υλικό	Όγκος (m^3)	Μέσο κατεδάφισης	CO2 footprint (CO2 kg/hr)	εργατοώρες	ανθρακικό αποτύπωμα (tons CO2)
Σκυρόδεμα	60.4	Υδραυλικοι εκσκαφεις	65.02	5	0.30
Τοιχοποιία	0	Εργαλεια χειρος	0.00	0	0.00
Υπόλοιπα	95.0444	Εργαλεια χειρος	0.00	63	0.00
Άλλο	18.12	Εργαλεια χειρος	0.00	12	0.00
Άλλο	37.78	Εργαλεια χειρος	0.00	25	0.00
Σύνολο	**155.44**		**65.02**	**68.01**	**0.30**

Δ. Φόρτωση

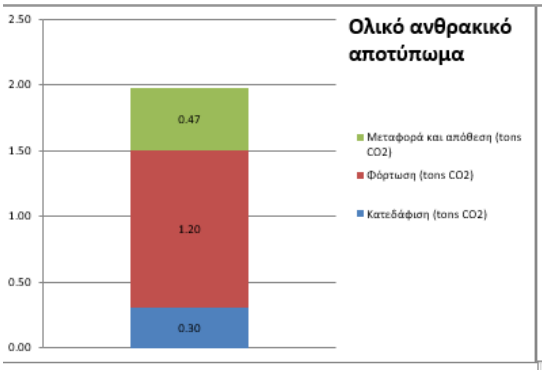
Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

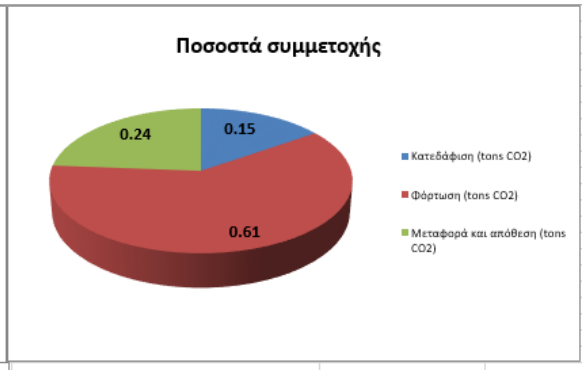
Υλικό	Μέσο φόρτωσης	Όγκος (m^3)	Παραγωγικότητα (m^3/hour)	CO2 footprint(CO2 kg/hr)	Εργατοώρες	ανθρακικό αποτύπωμα (tons CO2)
Σκυρόδεμα	φορτωτές	60.4	25	78.02	2	0.19
Τοιχοποιία	Εργαλεια χειρος	0	5	0.00	0	0.00
Υπόλοιπα	υδραυλική σιαγωνα	95.0444	7.5	52.02	13	0.66
Ξύλο	υδραυλική σιαγωνα	51	7.5	52.02	7	0.35
Αλουμίνιο	Εργαλεια χειρος	0.17	5	0.00	0	0.00
Γυαλί	Εργαλεια χειρος	0.04	5	0.00	0	0.00
Άλλο	Εργαλεια χειρος	18.12	5	0.00	4	0.00
-	υδραυλική σιαγωνα	0	7.5	52.02	0	0.00
-	φορτωτές	0	25	78.02	0	0.00
-	υδραυλική σιαγωνα	0	7.5	52.02	0	0.00
-	υδραυλική σιαγωνα	0	7.5	52.02	0	0.00
-	υδραυλική σιαγωνα	0	7.5	52.02	0	0.00
Σύνολο		**224.7744**				**1.20**

Ε. Μεταφορά & απόθεση

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

Μέσο μεταφοράς	Όγκος (m^3)	Πλήθος δρομολογίων	Απόσταση (km	Μεταφορική ικανότητα (r	Κατανάλωση (litre/km)	Μεταφοράς (CO2 kg/km)	Μέθοδος απόθεσης	Κατανάλωση απόθεσης (litre)	CO2 footprint απόθεσης (CO2 kg)	Μεταφοράς & απόθεσης (tons
Φορτηγα	61.15	4	20.00	15.00	0.4	1.04032	Ανατροπή	0.1	0.26008	0.169913801
Πλατφόρμες μεταφορα	150.19	8	20.00	20.00	0.35	0.91028	Κλαρκ	10	26.008	0.299437906
Σύνολο										**0.469351707**





4.5.2 Ανθρακικό αποτύπωμα κατεδάφισης κτηρίου Β’

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΥΛΙΚΑ ΤΟΥΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ: Εκτίμηση ανθρακικού αποτυπώματος κατά την κατεδάφιση κτιρίου από σκυρόδεμα - Demolition CO_2 Estimator v. 1.01

ΣΥΝΤΑΚΤΕΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΤΖΩΡΤΖΙΝΑΚΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΙΩΑΝΝΗΣ ΤΖΟΥΒΑΔΑΚΗΣ

ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΣΤΕΛΛΑ Π. ΠΙΕΡΗ - *ΥΠ.ΔΙΔΑΚΤΩΡ ΕΜΠ*

ΑΘΗΝΑ
Οκτώβριος 2014

Β. Ανακύκλωση στοιχείων

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

Κατηγορία	Υλικό	Κυβικά μέτρα (m3)	Ενσωματωμένο ανθρακικό αποτύπωμα υλικού (CO2/tons υλικού)	Ανθρακικό αποτύπωμα ανακύκλωσης
Δομικά Υλικά	Ξύλο	31.0	0.460	9.97556
Δομικά Υλικά	Γυαλί	0.1	0.720	0.144
Δομικά Υλικά	-	0.0	0.000	0
Δομικά Υλικά	-	0.0	0.000	0
Δομικά Υλικά	-	0.0	0.000	0
Αδρανή	κεραμιδια αργίλου	4.5	0.480	4.12224
Γυαλί	Υαλόνημα (υαλοβάμβακας)	9.8	1.540	0.47792822
Μέταλλα	Χάλυβας: Γενικά	0.0	1.460	0
Ξύλο	Ξύλο : γενικά	0	0.310	0
Ξύλο	Ξύλο : γενικά	0	0.310	0
Πλαστικά	Πλαστικά:γενικά	0.0	3.310	0
Πλαστικά	Πλαστικά:γενικά	0.0	3.310	0
Διάφορα	Πετροβάμβακας	15.6	1.050	1.57248
Άλλο	ορυκτοβαμβακας	28.6	1.3	1.83232
Άλλο	κεραμικα πλακιδια	3.4	0.8	0.53196
Άλλο	γυψοσανιδα	5.6	0.4	1.74408
Άλλο	pvc	2.0	3.1	8.556
Σύνολο	**100.6**			**28.95656822**

Γ. Κατεδάφιση

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

Υλικό	Όγκος (m^3)	Μέσο κατεδάφισης	CO2 footprint (CO2 kg/hr)	εργατοώρες	ανθρακικό αποτύπωμα (tons CO2)
Σκυρόδεμα	56.7	Υδραυλικοι εκσκαφεις	65.02	4	0.28
Τοιχοποιία	0	Εργαλεια χειρος	0.00	0	0.00
Υπόλοιπα	89.9938	Εργαλεια χειρος	0.00	60	0.00
Άλλο	11.47	Εργαλεια χειρος	0.00	8	0.00
Άλλο	7.3	Εργαλεια χειρος	0.00	5	0.00
Σύνολο	**146.69**		**65.02**	**64.36**	**0.28**

Δ. Φόρτωση

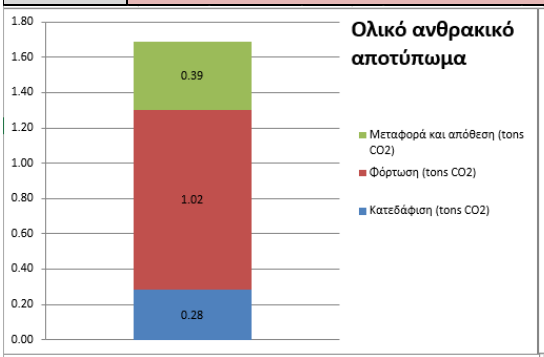
Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

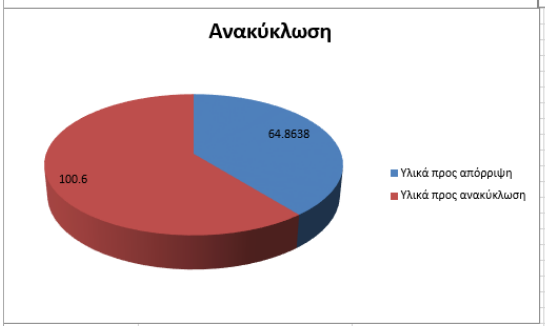
Υλικό	Μέσο φόρτωσης	Όγκος (m^3)	Παραγωγικότητα (m^3/hour)	CO2 footprint(CO2 kg/hr)	Εργατοώρες	ανθρακικό αποτύπωμα (tons CO2)
Σκυρόδεμα	φορτωτές	56.7	25	78.02	2	0.18
Τοιχοποιία	Εργαλεια χειρος	0	5	0.00	0	0.00
Υπόλοιπα	υδραυλική σιαγωνα	89.9938	7.5	52.02	12	0.62
Ξύλο	υδραυλική σιαγωνα	30.98	7.5	52.02	4	0.21
Αλουμίνιο	Εργαλεια χειρος	0.34	5	0.00	0	0.00
Γυαλί	Εργαλεια χειρος	0.08	5	0.00	0	0.00
Άλλο	Εργαλεια χειρος	11.47	5	0.00	2	0.00
-	υδραυλική σιαγωνα	0	7.5	52.02	0	0.00
-	φορτωτές	0	25	78.02	0	0.00
-	υδραυλική σιαγωνα	0	7.5	52.02	0	0.00
-	υδραυλική σιαγωνα	0	7.5	52.02	0	0.00
-	υδραυλική σιαγωνα	0	7.5	52.02	0	0.00
Σύνολο	**189.5638**					**1.02**

Ε. Μεταφορά & απόθεση

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

Μέσο μεταφοράς	Όγκος (m^3)	Πλήθος δρομολογίων	Απόσταση (km	Μεταφορική ικανότητα (r	Κατανάλωση (litre/km)	Μεταφοράς (CO2 kg/km)	Μέθοδος απόθεσης	Κατανάλωση απόθεσης (litre)	CO2 footprint απόθεσης (CO2 kg)	Μεταφοράς & απόθεσης (tons
Φορτηγα	64.86	4	20.00	15.00	0.4	1.04032	Ανατροπή	0.1	0.26008	0.180204369
Πλατφόρμες μεταφορα	100.60	5	20.00	20.00	0.35	0.91028	Κλαρκ	10	26.008	0.209156336
Σύνολο										**0.389360705**





Οπού προκύπτει συνολικό ανθρακικό αποτύπωμα κατεδάφισης 1,69 τόνοι άνθρακα.

4.5.3 Ανθρακικό αποτύπωμα κατεδάφισης κτηρίου Γ’

Β. Ανακύκλωση στοιχείων

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

Κατηγορία	Υλικό	Κυβικά μέτρα	Ενσωματωμένο ανθρακικό αποτύπωμα υλικού (CO2/tons	Ανθρακικό αποτύπωμα ανακύκλωσης	Πυκνότητα υλικού
Δομικά Υλικά	Ξύλο	23,4	0,460	7,54768	0,700
Δομικά Υλικά	Γυαλί	0,1	0,720	0,234	2,500
Δομικά Υλικά	-	0,0	0,000	0	0,000
Δομικά Υλικά	-	0,0	0,000	0	0,000
Δομικά Υλικά	-	0,0	0,000	0	0,000
Αδρανή	κεραμιδια αργίλου	2,5	0,480	2,2344	1,900
Γυαλί	Υαλόνημα (υαλοβάμβακας)	13,7	1,540	0,66685388	0,032
Μέταλλα	Χάλυβας: Γενικά		1,460	0	7,800
Ξύλο	Προσανατολισμένη δέσμη σανίδων OSB		0,450	0	0,640
Πλαστικά	Διογκωμένη Πολυστερίνη	21,4	3,290	24,6421	0,350
Διάφορα	Πλάκες ξυλόμαλλου(Heraclith)	3,7	0,980	0,50764	0,140
Άλλο	Στεγανωτική μεμβράνη	1,4	1,0	0,00127008	0,0009
Άλλο	PVC	0,04	3,1	0,17112	1,38
Άλλο	Γυψοσανίδα	3,5	0,4	1,300455	0,95
Άλλο	Εξηλασμένη πολυστερίνη	8,6	0,4	1,175971	0,37
Σύνολο		**78,4**		**38,48148996**	

Γ. Κατεδάφιση

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

Υλικό	Όγκος (m^3)	Μέσο κατεδάφισης	CO2 footprint (CO2 kg/hr)	εργατοώρες	ανθρακικό αποτύπωμα (tons CO2)
Σκυρόδεμα	41,59	Υδραυλικοι εκσκαφεις	65,02	3	0,21
Τοιχοποιία	0	Εργαλεια χειρος	0,00	0	0,00
Υπόλοιπα	64,444	Εργαλεια χειρος	0,00	43	0,00
Άλλο	17,55	Εργαλεια χειρος	0,00	12	0,00
Άλλο	2,45	Εργαλεια χειρος	0,00	2	0,00
Σύνολο	**106,03**		**65,02**	**46,16**	**0,21**

Δ. Φόρτωση

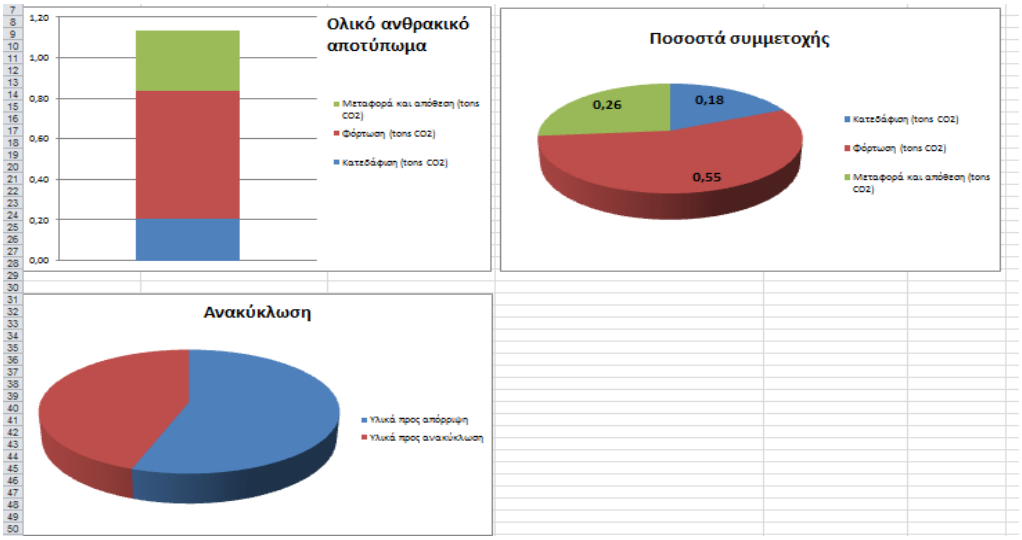
Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

Υλικό	Μέσο φόρτωσης	Όγκος (m^3)	Παραγωγικότητα (m^3/hour)	CO2 footprint(CO2 kg/hr)	Εργατοώρες	ανθρακικό αποτύπωμα (tons CO2)
Σκυρόδεμα	φορτωτές	41,59	25	78,02	2	0,13
Τοιχοποιία	Εργαλεια χειρος	0	5	0,00	0	0,00
Υπόλοιπα	υδραυλική σιαγωνα	64,444	7,5	52,02	9	0,45
Ξύλο	κλαρκ	23,44	12	26,01	2	0,05
Αλουμίνιο	Εργαλεια χειρος	0	5	0,00	0	0,00
Γυαλί	Εργαλεια χειρος	0,13	5	0,00	0	0,00
Άλλο	Εργαλεια χειρος	17,55	5	0,00	4	0,00
-	υδραυλική σιαγωνα	0	7,5	52,02	0	0,00
-	φορτωτές	0	25	78,02	0	0,00
-	υδραυλική σιαγωνα	0	7,5	52,02	0	0,00
-	υδραυλική σιαγωνα	0	7,5	52,02	0	0,00
-	υδραυλική σιαγωνα	0	7,5	52,02	0	0,00
Σύνολο		**147,154**				**0,63**

Ε. Μεταφορά & απόθεση

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

Μέσο μεταφοράς	Όγκος (m^3)	Πλήθος δρομολογίων	Απόσταση (km	Μεταφορική ικανότητα (r	Κατανάλωση (litre/km)	Μεταφοράς (CO2 kg/km)	Μέθοδος απόθεσης	Κατανάλωση απόθεσης (litre)	CO2 footprint απόθεσης (CO2 kg)	Μεταφοράς & απόθεσης (tons
Φορτηγα	47,67	3	20,00	15,00	0,4	1,04032	Ανατροπή	0,1	0,26008	0,132516655
Πλατφόρμες μεταφορ	78,36	4	20,00	20,00	0,35	0,91028	Κλαρκ	10	26,008	0,168667082
Σύνολο										**0,301183737**



Σύνολο: 1,14 τόνοι άνθρακα.

4.5.4 Ανθρακικό αποτύπωμα κατεδάφισης κτηρίου Δ'

B. Ανακύκλωση στοιχείων					
Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.					
Κατηγορία	Υλικό	Κυβικά μέτρα	Ενσωματωμένο ανθρακικό αποτύπωμα υλικού (CO2/tons	Ανθρακικό αποτύπωμα ανακύκλωσης	Πυκνότητα υλικού
Δομικά Υλικά	Ξύλο	9,9	0,460	3,19424	0,700
Δομικά Υλικά	Γυαλί	0,2	0,720	0,27	2,500
Δομικά Υλικά	-	0,0	0,000	0	0,000
Δομικά Υλικά	-	0,0	0,000	0	0,000
Δομικά Υλικά	-	0,0	0,000	0	0,000
Αδρανή	Κεραμικά: γενικά	2,9	0,700	4,788	2,400
Γυαλί	Υαλόνημα (υαλοβάμβακας)	0,02	1,540	0,00097636	0,032
Μέταλλα	Χάλυβας: Γενικά		1,460	0	7,800
Ξύλο	Ξύλο : γενικά		0,310	0	0,480
Πλαστικά	PVC γενικά	0,03	3,100	0,12834	1,380
Διάφορα	Πετροβάμβακας	0,6	1,050	0,062496	0,096
Άλλο	Ορυκτοβάμβακας	12,5	1,0	0,61201	0,1
Άλλο	Ασφαλτική μεμβράνη	0,8	4,2	0,002835	0,00
Άλλο	Στεγανωτική μεμβράνη	0,3	4,2	0,0010206	0,00
Άλλο	Γυψοσανίδα	2,0	0,4	0,72618	0,95
Σύνολο		29,1		9,78609796	

Γ. Κατεδάφιση					
Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.					
Υλικό	Όγκος (m^3)	Μέσο κατεδάφισης	CO2 footprint (CO2 kg/hr)	εργατοώρες	ανθρακικό αποτύπωμα (tons CO2)
Σκυρόδεμα	30,1	Υδραυλικοι εκσκαφεις	65,02	2	0,15
Τοιχοποιία	0	Εργαλεια χειρος	0,00	0	0,00
Υπόλοιπα	31,03	Εργαλεια χειρος	0,00	21	0,00
Άλλο	5,32	Εργαλεια χειρος	0,00	4	0,00
Άλλο	0,22	Εργαλεια χειρος	0,00	0	0,00
Σύνολο	61,13		65,02	23,00	0,15

Δ. Φόρτωση

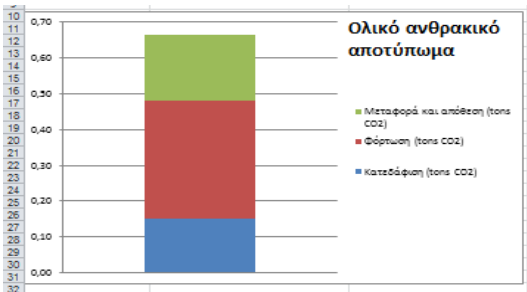
Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

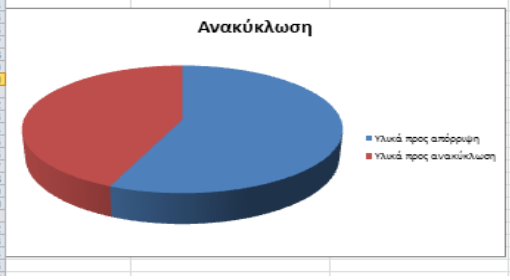
Υλικό	Μέσο φόρτωσης	Όγκος (m^3)	Παραγωγικότητα (m^3/hour)	CO2 footprint(CO2 kg/hr)	Εργατοώρες	ανθρακικό αποτύπωμα (tons CO2)
Σκυρόδεμα	φορτωτές	30,1	25	78,02	1	0,09
Τοιχοποιία	Εργαλεια χειρος	0	5	0,00	0	0,00
Υπόλοιπα	υδραυλική σιαγωνα	31,03	7,5	52,02	4	0,22
Ξύλο	κλαρκ	9,92	12	26,01	1	0,02
Αλουμίνιο	Εργαλεια χειρος	0	5	0,00	0	0,00
Γυαλί	Εργαλεια χειρος	0,15	5	0,00	0	0,00
Άλλο	Εργαλεια χειρος	5,32	5	0,00	1	0,00
-	υδραυλική σιαγωνα	0	7,5	52,02	0	0,00
-	φορτωτές	0	25	78,02	0	0,00
-	υδραυλική σιαγωνα	0	7,5	52,02	0	0,00
-	υδραυλική σιαγωνα	0	7,5	52,02	0	0,00
-	υδραυλική σιαγωνα	0	7,5	52,02	0	0,00
Σύνολο		**76,52**				**0,33**

Ε. Μεταφορά & απόθεση

Συμπληρώστε τα κίτρινα κελιά με τα στοιχεία που σας ζητούνται.

Μέσο μεταφοράς	Όγκος (m^3)	Πλήθος δρομολογίων	Απόσταση (km	Μεταφορική ικανότητα (τ	Κατανάλωση (litre/km)	Μεταφοράς (CO2 kg/km)	Μέθοδος απόθεσης	Κατανάλωση απόθεσης (litre)	CO2 footprint απόθεσης (CO2 kg)	Μεταφοράς & απόθεσης (tons
Φορτηγα	37,61	3	20,00	15,00	0,4	1,04032	Ανατροπή	0,1	0,26008	0,104597241
Πλατφόρμες μεταφορα	29,06	1	20,00	20,00	0,35	0,91028	Κλαρκ	10	26,008	0,078913474
Σύνολο										**0,183510714**



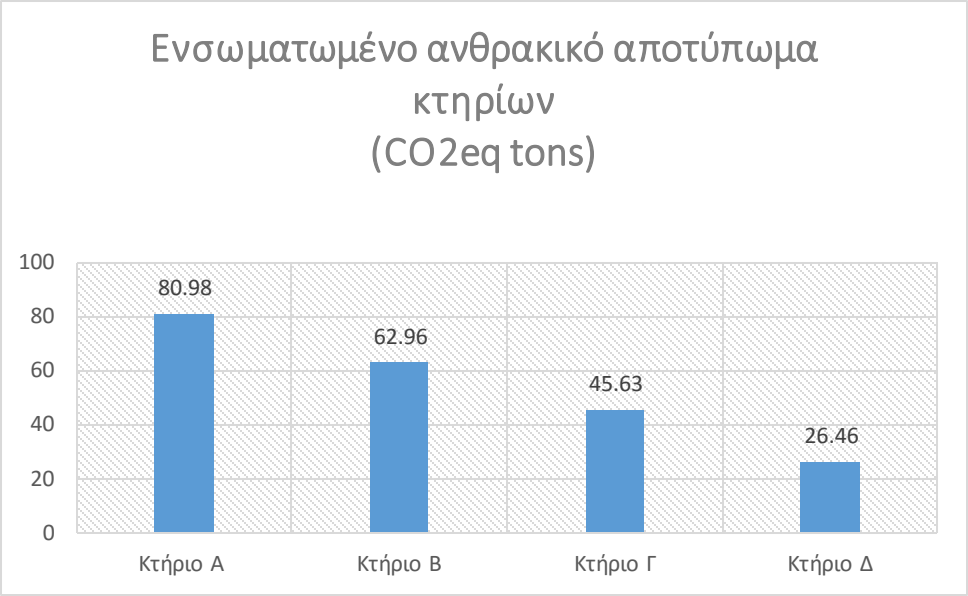


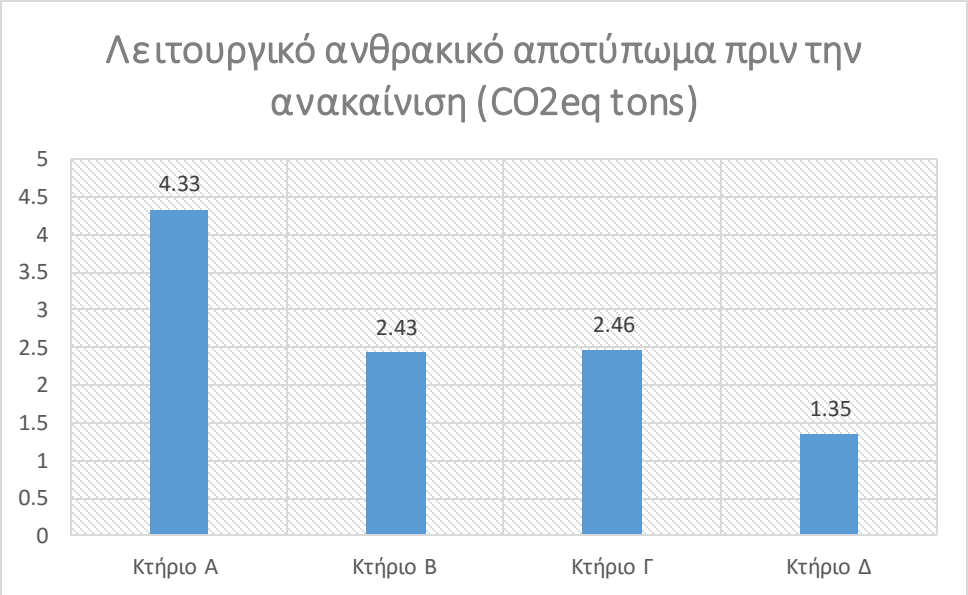
4.6 Σύνοψη – Συγκεντρωτικά αποτελέσματα

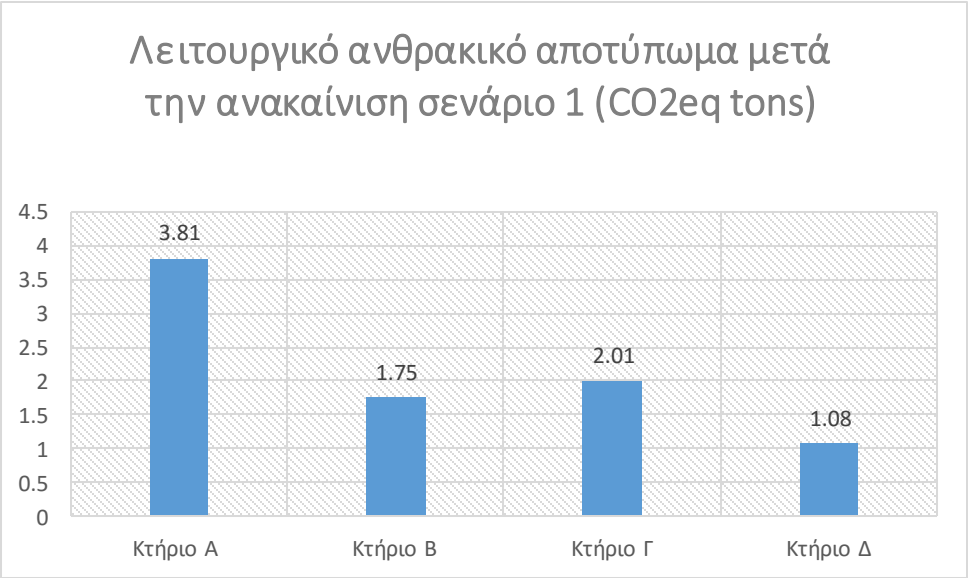
Στον παρακάτω πίνακα και τα διαγράμματα που ακολουθούν, φαίνονται συγκεντρωμένα τα αποτελέσματα όλων των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν:

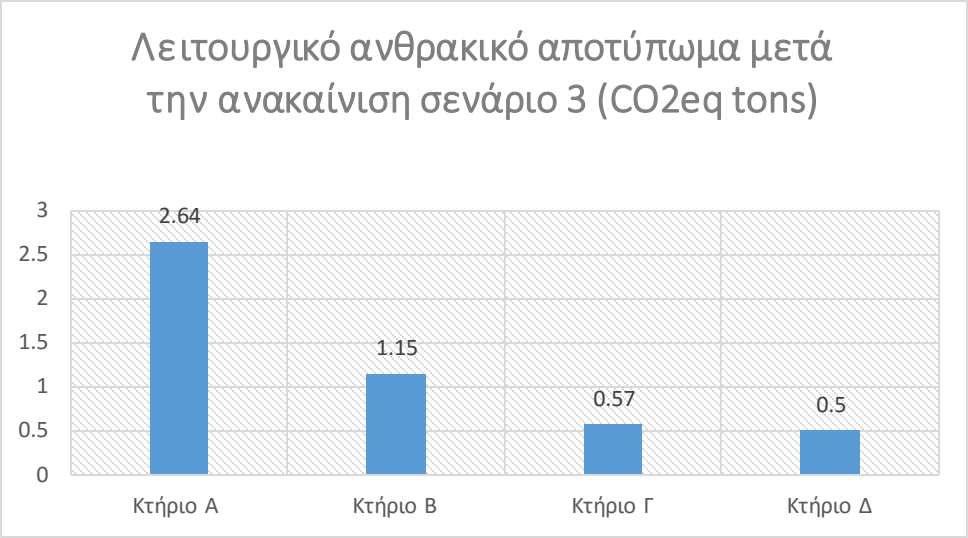
	Κτήριο Α	Κτήριο Β	Κτήριο Γ	Κτήριο Δ
Ενσωματωμένο ανθρακικό αποτύπωμα (CO2eq tons)	80.98	62.96	45.63	26.46
Λειτουργικό ανθρακικό αποτύπωμα πριν την ανακαίνιση (CO2eq tons)	4.33	2.43	2.46	1.35
Λειτουργικό ανθρακικό αποτύπωμα μετά την ανακαίνιση σενάριο 1 (CO2eq tons)	3.81	1.75	2.01	1.08
Λειτουργικό ανθρακικό αποτύπωμα μετά την ανακαίνιση σενάριο 3 (CO2eq tons)	2.64	1.15	0.57	0.5
Ανθρακικό αποτύπωμα κατεδάφισης (CO2eq tons)	1.97	1.69	1.14	0.66
Ανθρακικο αποτύπωμα ανακαίνισης 1 (CO2eq tons)	1.07	0.98	0.68	0.49
Ανθρακικο αποτύπωμα ανακαίνισης 3 (CO2eq tons)	4.05	3.65	1.43	0.9
Ανθρακικό αποτύπωμα νέας κατασκευής (CO2eq tons)	35.14	23.4	17.24	13.76

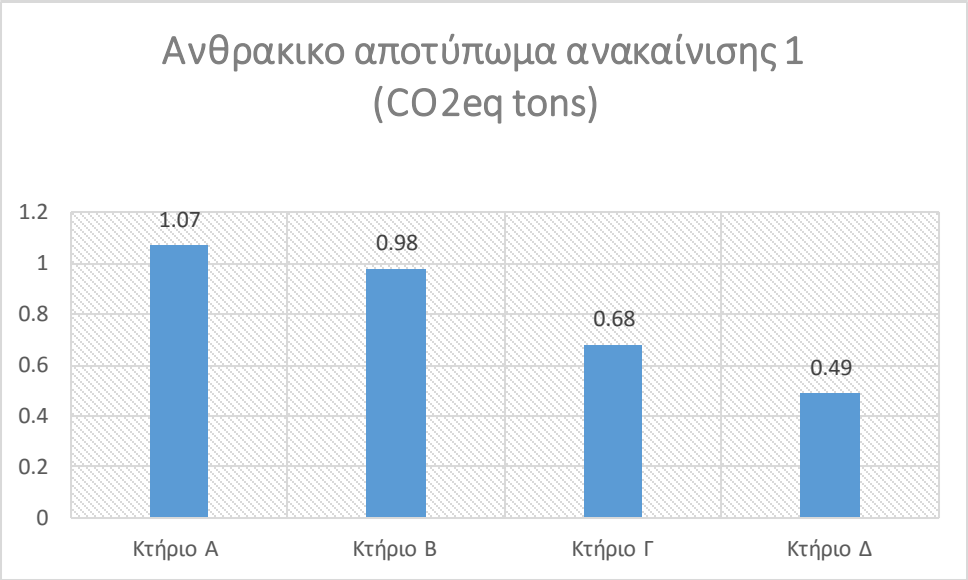
Πίνακας 11 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα

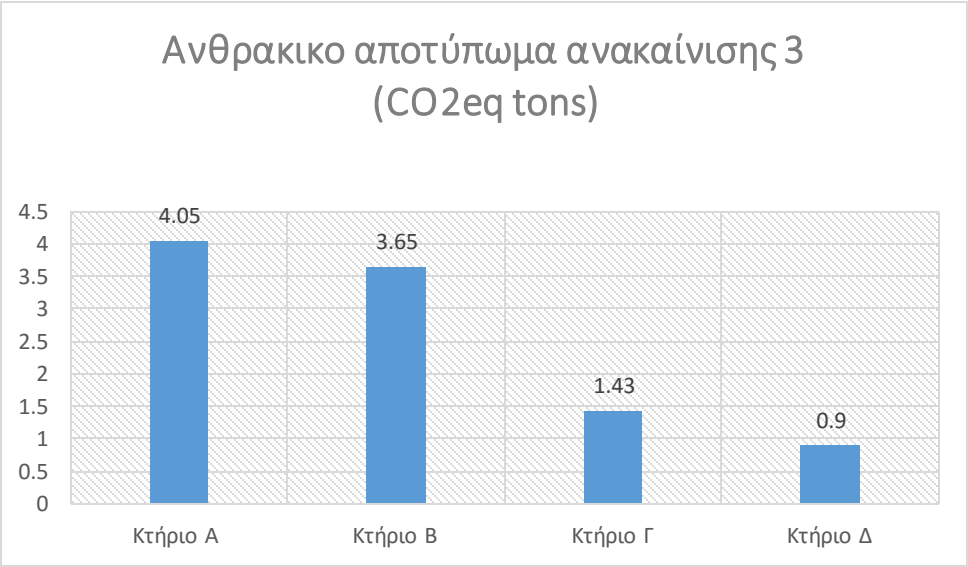

Ενσωματωμένο ανθρακικό αποτύπωμα κτηρίων (CO2eq tons)
100
80
60
40
20
0
80.98
62.96
45.63
26.46
Κτήριο Α
Κτήριο Β
Κτήριο Γ
Κτήριο Δ

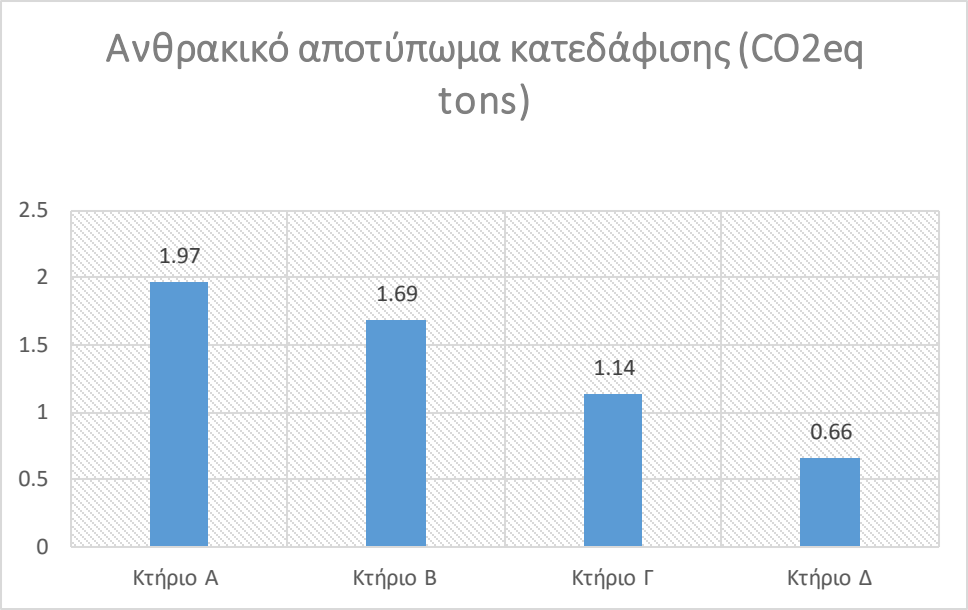

Λειτουργικό ανθρακικό αποτύπωμα πριν την ανακαίνιση (CO2eq tons)
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
4.33
2.43
2.46
1.35
Κτήριο Α
Κτήριο Β
Κτήριο Γ
Κτήριο Δ

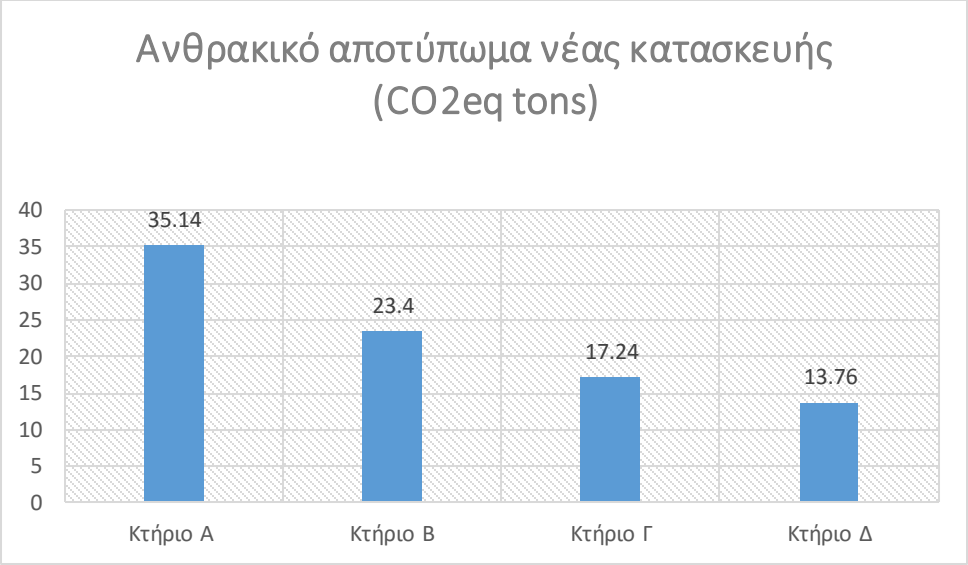

Λειτουργικό ανθρακικό αποτύπωμα μετά την ανακαίνιση σενάριο 1 (CO2eq tons)
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
3.81
1.75
2.01
1.08
Κτήριο Α
Κτήριο Β
Κτήριο Γ
Κτήριο Δ


Λειτουργικό ανθρακικό αποτύπωμα μετά την ανακαίνιση σενάριο 3 (CO2eq tons)
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
2.64
1.15
0.57
0.5
Κτήριο Α
Κτήριο Β
Κτήριο Γ
Κτήριο Δ


Ανθρακικο αποτύπωμα ανακαίνισης 1 (CO2eq tons)
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
1.07
0.98
0.68
0.49
Κτήριο Α
Κτήριο Β
Κτήριο Γ
Κτήριο Δ


Ανθρακικο αποτύπωμα ανακαίνισης 3 (CO2eq tons)
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
4.05
3.65
1.43
0.9
Κτήριο Α
Κτήριο Β
Κτήριο Γ
Κτήριο Δ





Σχήμα 24: Διαγράμματα Σύγκρισης αποτελεσμάτων

5. Κριτική – Συμπεράσματα

5.1 Κατεδάφιση ή ανακαίνιση

Το μεγαλύτερο ερώτημα τελικά της διπλωματικής αυτής εργασίας είναι αν και στις ξύλινες κατασκευές η ανακαίνιση-ενεργειακή αναβάθμιση ενός κτηρίου είναι προτιμότερη από την κατεδάφισή της.

Εάν τελικά η φύση των προκατασκευασμένων ξύλινων κατοικιών, που επιτρέπει την πλήρη αποσυναρμολόγηση τους μπορεί να είναι καθοριστικός παράγοντας ώστε να μπορέσουμε να υποστηρίξουμε ότι πιθανή κατεδάφιση τους και αντικατάσταση τους με νέα κτήρια θα ήταν συμφέρουσα για το περιβάλλον.

Προφανώς, και σε αυτήν την περίπτωση ισχύει ότι η ποσότητα άνθρακα που παρήχθη κατά την κατασκευή του κτηρίου δεν δύναται να αναιρεθεί. Άρα ο μόνος τρόπος να μπορέσουμε να αντισταθμίσουμε κάτι τέτοιο θα ήταν μια αναδάσωση. Αλλά και πάλι τα μεγέθη είναι πολύ μικρά. . Ενδεικτικά κατά μέσο όρο ένα δέντρο απορροφά 22 kg CO_2 ανά έτος. Δηλαδή για να αντισταθμιστεί η ζημία που έγινε μόνο και μόνο από την κατασκευή μιας ξύλινης κατοικίας η οποία φέρει περί τους 70 τόνους διοξειδίου του άνθρακα θα έπρεπε να αναδασώσουμε έκταση περί τα 120 στρέμματα για να διορθώσουμε την ζημιά μέσα στο ίδιο έτος ή 12 στρέμματα δάσους για να αποκαταστήσουμε περιβαλλοντικά την ζημιά εντός 10ετίας. Πράγμα πρακτικώς αδύνατον μιας και αν συνυπολογισθεί ότι για κάθε επιπλέον έτος λειτουργίας, μια οικία καταναλώνει άλλους 4-8 τόνους διοξειδίου του άνθρακα ή άλλα 9 στρέμματα / ανά έτος λειτουργίας. Όπως ακόμα και ότι για να κατεδαφισθεί θα χρειαστεί άλλους 2 τόνους και άλλα 4,5 στρέμματα δάσους. Φτάνουμε δηλαδή στο διογκωμένο μέγεθος των 134 στρεμμάτων αναδάσωσης, ανά κατεδάφιση μιας υπάρχουσας κατασκευής. Φτάνουμε λοιπόν σε νούμερα τα οποία δεν διαχειρίζονται και δεν είναι εφικτό να υλοποιηθούν καθ' αυτό τον τρόπο. Το ζήτημα λοιπόν είναι να μην πετάμε τόσο μεγάλους όγκους υλικών και κατά συνέπεια το ενσωματωμένο ανθρακικό τους αποτύπωμα.

Στις ξύλινες προκατασκευασμένες κατασκευές όμως, μπορούμε να επαναχρησιμοποιήσουμε σχεδόν όλο το κτηριακό κέλυφος, εάν έχει προηγηθεί αποσυναρμολόγηση με εργαλεία χειρός για να παραμείνουν τα περισσότερα δομικά στοιχεία ανέπαφα. Αλλιώς, τα δομικά υλικά θα μπορούσαν να ανακυκλωθούν και να μην χρειαστεί να σπαταληθεί ο άνθρακας που απελευθερώθηκε κατά την κατασκευή του κτηρίου. Το δομικό μέρος που προβληματίζει σε αυτήν την περίπτωση βέβαια, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, είναι η πλάκα θεμελίωσης που κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα, δεν ανακυκλώνεται, και είναι υπεύθυνη περίπου για το ένα τρίτο του ενσωματωμένου ανθρακικού αποτυπώματος της κατασκευής. *(βλ. Κεφ. 4.3)*

Παρακάτω, σεναριοποιούνται οι παραπάνω σκέψεις και μελετιούνται διάφορες εναλλακτικές προτάσεις για τα κτήρια που μελετήθηκαν.

Σενάριο 4ο:

50ετή λειτουργία του κτηρίου χωρίς καμία επέμβαση, με χαμηλής ενεργειακής κλάσης κουφώματα και χωρίς θερμοπρόσοψη.

Σενάριο 2ο :

Στο σενάριο αυτό, προτείνονται αλλαγές στα κουφώματα. Πιο συγκεκριμένα, θα αλλαχθούν νέα, ανώτερης ενεργειακής κλάσης με θερμομονωτικό διάκενο 12mm, διπλό υαλοπίνακα με μεμβράνη χαμηλής εκπομπής και καλύτερο συντελεστή θερμοπερατότητας. Με αυτό τον τρόπο μειώνεται κατά 50% περίπου η θερμοπερατότητα των κουφωμάτων με στόχο τη βελτίωση της απόδοσης των συστημάτων ψύξης και θέρμανσης.

Σενάριο 3ο :

Σε αυτήν την περίπτωση, πέρα από την αλλαγή κουφωμάτων, έχουμε και προσθήκη θερμοπρόσοψης, η οποία θα εξασφαλίσει στο κτήριο ενεργειακή απόδοση κλάσης Α σύμφωνα με τους κανονισμούς του ΚΕΝΑΚ, και θα μειώσει αισθητά το λειτουργικό ανθρακικό αποτύπωμα του κτηρίου. Οι διατομές που παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 4 κατά την παρουσίαση των κτηρίων, αντιστοιχούν σε αυτό το σενάριο.

Σενάριο 1ο :

Αποσυναρμολόγηση-Κατεδάφιση του κτηρίου, αντικατάστασή του από νέο, και 50ετής λειτουργία νέου.

Σενάριο 5ο :

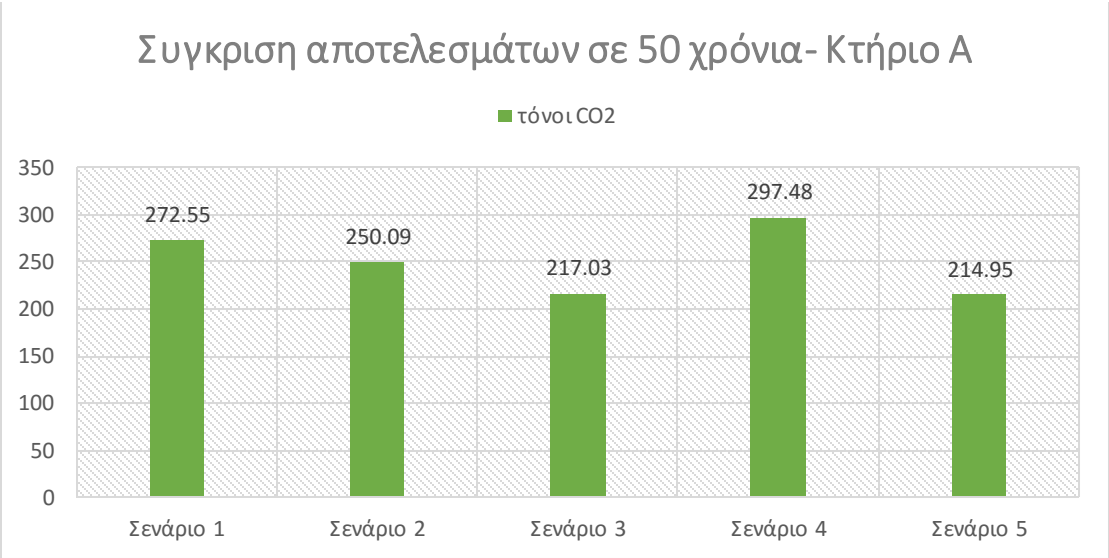
Σε αυτήν την περίπτωση προσπαθούμε να εκμεταλλευτούμε την δυνατότητα αποσυναρμολόγησης του κτηριακού κελύφους, αλλά και να ξεπεράσουμε το πρόβλημα που δημιουργείται από την πλάκα θεμελίωσης όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Έτσι γίνεται η παραδοχή, με την προϋπόθεση ότι αυτό προκύπτει από την στατική μελέτη του νέου κτηρίου, ότι η πλάκα θεμελίωσης από την προηγούμενη κατασκευή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ώστε να θεμελιωθεί η νέα. Έτσι, το ανθρακικό αποτύπωμα της νέας κατασκευής σχεδόν μηδενίζεται, εάν λάβουμε υπ όψην ότι η πλάκα σκυροδέματος ουσιαστικά επαναχρησιμοποιείται, και τα υπόλοιπα δομικά στοιχεία είτε ανακυκλώνονται είτε επαναχρησιμοποιούνται.

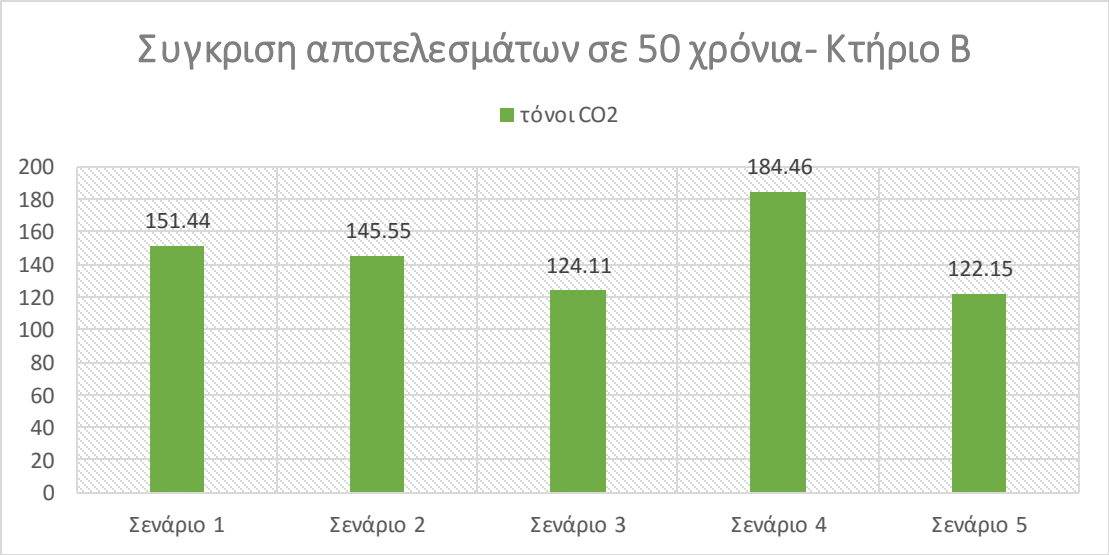
Στα παρακάτω διαγράμματα και πίνακες γίνεται σύγκριση των αποτελεσμάτων για 50 έτη λειτουργίας του κτηρίου:

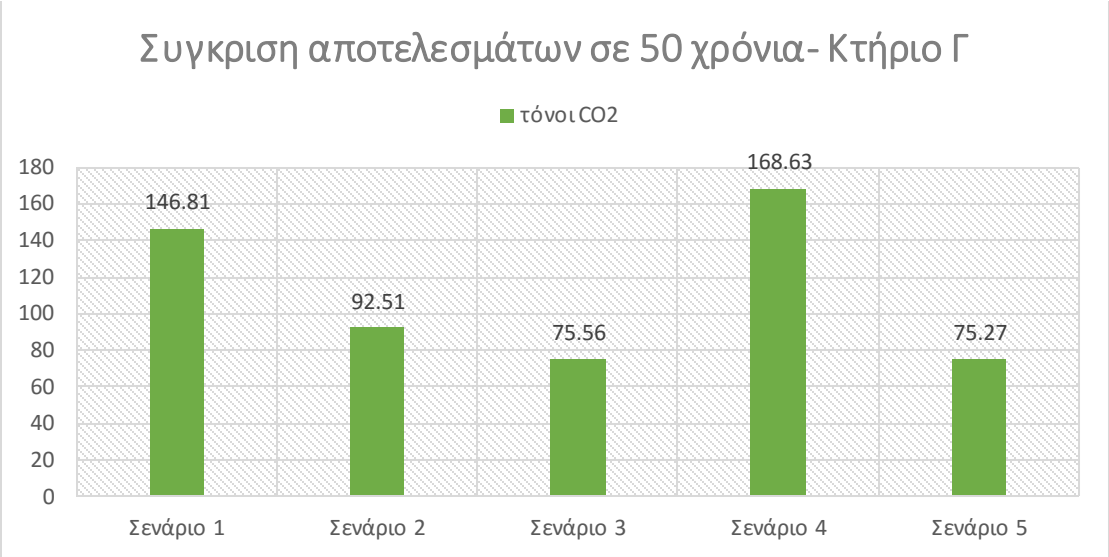
Σύγκριση αποτελεσμάτων σε 50 χρόνια

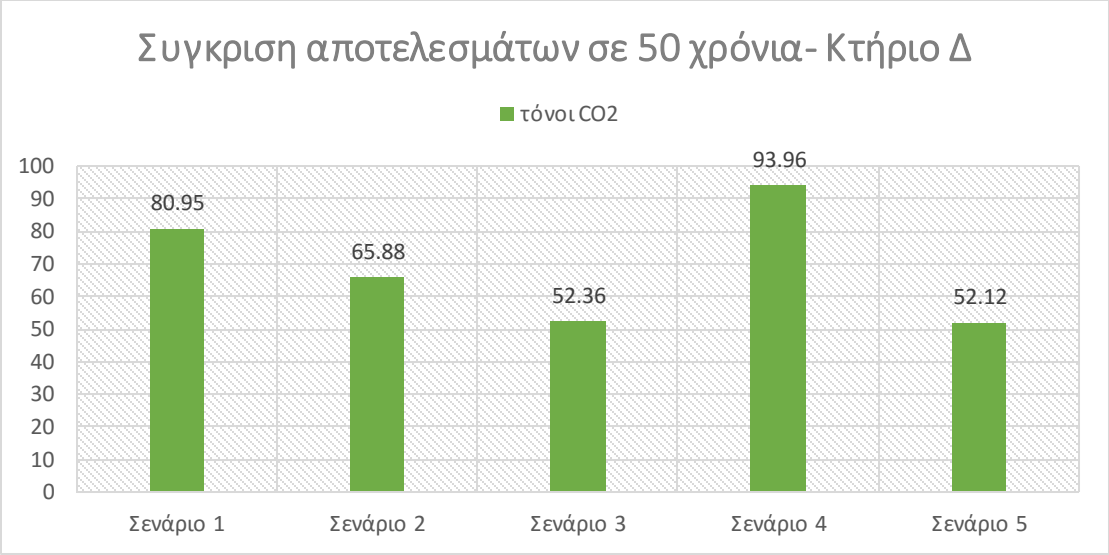
	Κτήριο Α	Κτήριο Β	Κτήριο Γ	Κτήριο Δ
Σενάριο 1	272.55	151.44	146.81	80.95
Σενάριο 2	250.09	145.55	92.51	65.88
Σενάριο 3	217.03	124.11	75.56	52.36
Σενάριο 4	297.48	184.46	168.63	93.96
Σενάριο 5	214.95	122.15	75.27	52.12

Πίνακας 12: Σύγκριση σεναρίων σε ορίζοντα 50ετίας









Σχήμα 25: Διαγράμματα σύγκρισης σεναρίων

Εξετάζοντας, λοιπόν, συνολικά το ζήτημα, καταλήγουμε ότι η πρακτική που ακολουθείται τελευταία υπέρ της ανακατασκευής των κτηρίων, τις περισσότερες φορές είναι η πιο φιλική προς το περιβάλλον και αυτή με το μικρότερο ανθρακικό αποτύπωμα. Όμως, το μικρότερο ενσωματωμένο ανθρακικό αποτύπωμα γενικά των ξύλινων κατασκευών, και η δυνατότητα αποσυναρμολόγησης τους, μας δίνουν, σε συγκεκριμένες περιπτώσεις, μια ακόμα πιο συμφέρουσα λύση, όπως αυτήν του σεναρίου 5. Σε αυτήν την περίπτωση, η θεμελίωση (που αποτελεί το δομικό στοιχείο με το μεγαλύτερο ενσωματωμένο ανθρακικό αποτύπωμα, και ταυτόχρονα δεν ανακυκλώνεται) μένει ανέπαφη, αλλά το κτηριακό κέλυφος ανακατασκευάζεται πλήρως. Λόγω όμως των περιορισμών αυτής της μεθόδου, είναι εφαρμόσιμη σε μικρό ποσοστό περιπτώσεων.

5.2 Κριτική εργαλείων De.CO2.Estimator και Con.CO2.Estimator

Κύριος στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας, ήταν η επέκταση των δύο εργαλείων *De.CO2.Estimator(Οκτώβριος 2014)* και *Con.CO2.Estimator(Ιούλιος 2012),* ώστε να είναι πιο αποτελεσματικές στον υπολογισμό οικολογικής επιβάρυνσης κατά την διαδικασία της κατασκευής και κατεδάφισης ενός κτηρίου με ξύλινο κέλυφος.

Η δουλειά που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια αυτής της εργασίας, ανήκει σε μία ευρύτερη προσπάθεια του Τομέα Δομοστατικής του Ε.Μ.Π. για την δημιουργία ενός κοινού λογισμικού υπολογισμού του κύκλου ζωής ενός κτηρίου, από την κατασκευή στην κατεδάφιση ή ενδεχομένως στην ανακαίνιση. Ελπίδα είναι να αποτελέσει στα επόμενα χρόνια, τη θεμελιώδη βάση της ενεργειακής αξιολόγησης όλων των κατασκευών και δραστηριοτήτων. Άποψη μας είναι ότι αυτό θα έπρεπε να αποτελέσει σημείο πίεσης στα νομικά όργανα της χώρας ώστε να εισαχθεί η δια του νόμου ενεργειακή αξιολόγηση κατασκευών δραστηριοτήτων αλλά και επιχειρήσεων ανά την επικράτεια.

Ολόκληρο το λογισμικό χαρακτηρίζεται γενικά ως φιλικό ως προς τον χρήστη (user friendly) μιας και έχει σχεδιαστεί στην πλατφόρμα software της Microsoft Office οπότε ένας καθημερινός χρήστης με απλές γνώσεις Η/Υ μπορεί να το χειριστεί με μια σχετική ευχέρεια. Επίσης, οι αλλαγές και προσθήκες που έγιναν στο λογισμικό αυτό, έχουν καταχωρηθεί με εντολές, ώστε να μπορεί να αναπροσαρμοστεί σε κάθε μορφή κατεδάφισης οποιασδήποτε μορφής κατασκευής αλλά ακόμα και να βελτιωθεί υπό συνθήκες για άλλες πιθανές περιπτώσεις.

5.3 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη λογισμικού

Οι προτάσεις για περαιτέρω έρευνα όσον αφορά το λογισμικό μπορούν να εστιαστούν στα εξής σημεία που ακολουθούν:

- Μεγαλύτερη βάση δεδομένων σε μηχανήματα και μεθόδους. Στο υπάρχον λογισμικό έχει τοποθετηθεί ένα μόνον όχημα και τύπος οχήματος ανά εξεταζόμενη μέθοδο ως τυπική τιμή για τον υπολογισμό ανθρακικού αποτυπώματος κατεδάφισης.
- Επέκταση του προγράμματος και για την περίπτωση των μεταλλικών και σύμμεικτων κατασκευών.
- Ουσιαστικότερο και πιο πρακτικό (user friendly) τμήμα της ογκομέτρησης. Προτείνεται προσαρμογή ενός αρχείου autocad και σύνδεσή του με το excel ώστε να προκύπτουν αυτόματα τιμές όγκων και υλικών.

Ενδιαφέρουσα θα ήταν και η μελέτη και προσπάθεια εύρεσης ανθρακικού αποτυπώματος για την περίπτωση κατασκευής κτηρίου με τρισδιάστατο εκτυπωτή. Λόγω της ευελιξίας που δίνει ο εκτυπωτής στην επιλογή δομικών υλικών αλλά και τρόπων κατασκευής, θα μπορούσαν να προκύψουν ενδιαφέροντα αποτελέσματα για μια τεχνολογία κατασκευής που φαντάζει επαναστατική για το χώρο των κατασκευών. Παρ' όλα αυτά, λόγω του ότι η τρισδιάστατη εκτύπωση κτηρίων βρίσκεται ακόμα σε πρώιμο στάδιο, δεν υπάρχουν ακόμα αρκετά δεδομένα για μια τέτοια μελέτη. Οι τρείς μεγαλύτερες προσπάθειες-εφαρμογές τρισδιάστατης εκτύπωσης κτηρίων αναφέρονται παρακάτω:

-Η περίπτωση της Ολλανδίας (Άμστερνταμ).Η κατασκευή είναι εν εξελίξει. Ένας μεγάλος εκτυπωτής ύψους 6μ,κατασκευασμένος μέσα σε ένα Ε/Κ εκτυπώνει ένα ένα τα δωμάτια, τα κουφώματα και τα λοιπά στοιχεία του κτηρίου, τα οποία τοποθετούνται το ένα πάνω στο άλλο για να 'κουμπώσουν' μεταξύ τους. Οι τοίχοι της κατασκευής είναι αρχικά κούφιοι, και μετά την συναρμολόγηση θα γεμίσουν με ένα μίγμα οπλισμένου σκυροδέματος και μονωτικού υλικού που θα προσδώσει μεγαλύτερη αντοχή, μόνωση και μονολιθικότητα στην κατασκευή. Η κατασκευή είναι πολύ αργή, αλλά γίνεται με λεπτομέρεια και εν είδη τουριστικού αξιοθέατου προς τιμήν της τρισδιάστατης εκτύπωσης

-Η περίπτωση της Αμερικής (University of Southern California,Dr. Behrokh Khoshnevis). Εδώ έχουμε μία πολύ διαφορετική προσέγγιση. Κατασκευάζεται ένας εκτυπωτής-γερανός ο οποίος τοποθετείται ''πάνω'' από το οικόπεδο και εκτυπώνει κτήριο 100τ.μ. από μπετό σε μόλις 24 ώρες(contour crafting).Το μίγμα σκυροδέματος που χρησιμοποιείται στεγνώνει πολύ γρήγορα και περιέχει ίνες χάλυβα που προσδίδουν σε έναν τέτοιο τοίχο αντοχή 10,000PSI. Ο εκτυπωτής-ρομπότ αρχικά τυπώνει κούφιους τοίχους από το συγκεκριμένο μίγμα σκυροδέματος. Όσο παραμένει κούφιο προσθέτει τα ηλεκτρολογικά, υδραυλικά και τους απαραίτητους οπλισμούς.(Αυτή δυνατότητα δεν έχει προστεθεί ακόμα στον εκτυπωτή, αλλά ο καθηγητής ελπίζει ότι θα είναι γεγονός πολύ σύντομα)Έπειτα γεμίζει τα κενά με μίγμα σκυροδέματος-πολυστερίνης που θα προσδώσει μεγαλύτερη αντοχή, μόνωση και μονολιθικότητα στην κατασκευή.

Τα κτήρια αυτά θα έχουν και υψηλότερη αντισεισμική προστασία, καθώς θα είναι δυνατόν να προστεθεί οπλισμός μόνο ακριβώς εκεί που χρειάζεται, να αλλάζει το πάχος των τοίχων εύκολα, καθώς και η σύνθεση του σκυροδέματος.

-Περίπτωση Κίνας. Τα δεδομένα είναι λίγο ελλιπή, καθώς κρατούνται κρυφά για εμπορικούς λόγους. Ήδη χτίστηκαν στην Κίνα 10 μονώροφα κτήρια μέσα σε 24 ώρες! 4 εκτυπωτές διαστάσεων 32m x10m x7m τοποθετήθηκαν ο ένας δίπλα στον άλλον για αυτή την κατασκευή. Χρησιμοποιήθηκε ειδικό μίγμα σκυροδέματος-οικοδομικών απορριμμάτων το οποίο πέρα από την ανακυκλωτική του αξία ,είναι πολύ φθηνό, με το κόστος κάθε κατοικίας να ανέρχεται στα 5,000$

Τέλος θεωρούμε ότι τα δύο αυτά λογισμικά μπορούν να δημιουργήσουν ένα πολύ ισχυρό εργαλείο τόσο στον περιβαλλοντικό σχεδιασμό όσο και στην περιβαλλοντική αξιολόγηση κτιρίων και όλων των κατασκευαστικών μεθόδων σε ευρωπαϊκό αλλά και παγκόσμιο επίπεδο, μιας και η μέθοδος ανθρακικού αποτυπώματος έχει μόνο λίγα χρόνια ύπαρξης και θα πρέπει να θεωρείται δεδομένο ότι στα επόμενα χρόνια θα είναι αναπόσπαστο κομμάτι στους περισσότερους τομείς είτε μιλάμε για παραγωγικό κλάδο είτε για καθημερινές χρήσεις.

Εάν θέλουμε να ελπίζουμε σε ένα καλύτερο αύριο, πρέπει να η αγορά να υπακούσει σε περιβαλλοντικούς κανόνες οι οποίοι θα διέπονται από τις αρχές βιώσιμου σχεδιασμού και μείωσης των εκπομπών άνθρακα. Ο υπολογισμός του ανθρακικού αποτυπώματος, και η ευαισθητοποίηση του κοινού

για αυτό λοιπόν, αποτελούν, όχι μόνο, χρήσιμο εργαλείο κατά τον περιβαλλοντικό σχεδιασμό, αλλά και όχημα αλλαγής του τρόπου κατασκευής, για ένα βιώσιμο μέλλον για τις επόμενες γενιές.

6.Βιβλιογραφικές αναφορές

1. Νόμος 2939/2001 και ανακύκλωση στην ιστοσελίδα ΥΠΕΧΩΔΕ www.minenv.gr
2. Τζανακάκη Εύη. (2008). *Μεθοδολογία Ενεργειακής Αναβάθμισης της Κοινωνικής Κατοικίας*. Αθήνα: ΚΑΠΕ CRES
3. Γιάννη, Μ. (2006). *Διαχείριση αποβλήτων δομικών έργων*, Περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ. Τεύχος 178, Απρίλιος 2006
4. Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (*ΚΕΝΑΚ*), (ΦΕΚ Β΄ 407) http://www.ypeka.gr/
5. Wright, L., Kemp, S., Williams, I. (2011) *'Carbon footprinting': towards a universally accepted definition.* Carbon Management, 2 (1): 61-72.
6. UK Carbon Trust (2008) "*Carbon Footprinting*".
7. Parliamentary Office of Science and Technology POST (2006). *Carbon footprint of electricity generation.* October 2006, Number 268
8. Wiedmann, T. and J. Minx (2008). *A Definition of 'Carbon Footprint'. Ecological Economics Research Trends*.
9. World Energy Council Report (2004). *Comparison of energy systems using life cycle assessment*.
10. Energetics (2007). *The reality of carbon neutrality*.
11. Benson Tedd, 1990. *The timber frame home- Design- Construction- Finishing.* The Tauton press, U.S.A
12. Lincoln William 1986. *World Woods in colour.* S. Davies Ltd. ISBN 0-85442-028-2
13. Neufert/Neff *Αρχιτεκτονικός Σχεδιασμός και Εφαρμογές.*1998, ISBN 960-209-342-0
14. Olsen R,2006. *Log Houses of World,* New York
15. Wolfgang Natsh. *Κατασκευές Ξύλινων Κουφωμάτων*. 1996, ISBN 960-331-127-8
16. Schulze. (1981). "*Μελέτη και Υπολογισμός Ξύλινων Κατασκευών*"-,τόμος Α. εκδ.Γκιούρδας. Αθήνα, (κεφάλαιο 2ο-Απαιτήσεις Προστασίας Ξύλου)
17. Trada. (2007). *"Timber information*". εκδ.Trada. High Wycombe, (Trada section4,sheet28-Durability by design)
18. Werner. (1981). *"Ξύλινες κατασκευές"-Βασικοί Υπολογισμοί και Κατασκευαστική Διαμόρφωση*,τόμος Α. εκδ.Γκιούρδας. Αθήνα, (κεφάλαιο 3ο-Προστασία ξύλου στις κατασκευές).
19. Defra (Department for Environment, Food and Rural Affairs), DECC (Department of Energy and Climate Change), BIS (Department for Business, Innovation and Skills). (2011). *The Guide to PAS: 2050:2011: How to Carbon Footprint your Products, Identify Hotspots and Reduce Emissions in your Supply Chain.*
20. Defra (Department for Environment, Food and Rural Affairs), DECC (Department of Energy and Climate Change), BIS (Department for Business, Innovation and Skills). (2011). *The Guide to PAS: 2050:2011: Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services*.
21. Core RJ. (1999). *Building environmental assessment methods: clarifying intensions.* Build Res Inf 1999, 27:230-46.
22. Gielen D.J. (1997) *Building materials and CO2, Western European emission reduction strategies.* Netherlands: MATTER project (MATerials Technologies for CO2 Emission Reduction), Netherlands Energy Research Foundation.
23. Honey B., Buchanan A. (June 1992). *Environmental impacts of the New Zealand building industry*, New Zealand: Department of Civil Engineering, University of Christchurch.
24. Πρόγραμμα LIFE- Περιβάλλον SUSCON. (Δεκέμβριος 2007). «*Αειφόρος κατασκευή στον Δημόσιο και Ιδιωτικό τομέα μέσω της ολοκληρωμένης πολιτικής προϊόντων»,* Βέλτιστες Πρακτικές Οικολογικού Σχεδιασμού στον Κατασκευαστικό Κλάδο.

25. Πρόγραμμα LIFE- Περιβάλλον SUSCON. (29 Μαρτίου 2007).). «*Αειφόρος κατασκευή στον Δημόσιο και Ιδιωτικό τομέα μέσω της ολοκληρωμένης πολιτικής προϊόντων»,* Ecodesign Criteria Study, LIFE05 ENV/GR/000235.
26. ΦΕΚ 138Β/8.3.1991 *« Καθορισμός μέτρων και μεθόδων για την πρόληψη και μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος από εκπομπές αμιάντου.»*
27. ΦΕΚ 783/23.6.2000 *« Διαδικασία αποκατάστασης περιβάλλοντος ανενεργών λατομείων νομού Αττικής.»*
28. Νόμος 2939/2001 και ανακύκλωση στην ιστοσελίδα ΥΠΕΧΩΔΕ www.minenv.gr
29. Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), ΥΠΕΧΩΔΕ (Ιούνιος 2000). *Οικολογική Δόμηση.* Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
30. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2071-2/2010, Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας. (2010). *Θερμοφυσικές Ιδιότητες Δομικών Υλικών και Έλεγχος της Θερμομονωτικής Επάρκειας των Κτηρίων, Α Έκδοση*
31. Μαυρίδου Σ., Οικονόμου Ν., Κατσιφαράκης Κ.Λ., Μπίκας. (2010) *Οικολογική Αξιολόγηση Βασικών Θερμομονωτικών Υλικών με Συνδυασμό Πολυκριτηριακής Ανάλυσης και Ανάλυσης Κύκλου Ζωής, Θεσσαλονίκη: Δημοσίευση Αριστοτελείου Πανεπιστημίου*
32. Ευθυμιόπουλος Η. (συντονιστής) (2000). *Οικολογική Δόμηση.* ΔΙΠΕ, ΥΠΕΧΩΔΕ
33. Πουλόπουλος π. (2005). *«Τα μπάζα δεν είναι πλέον για πέταμα».* Συνέντευξη της Μ. Μπάρλα (ΓΕΣΔΑΠ ΥΠΕΧΩΔΕ) στο Περιοδικό ECOTEC
34. Τσίπηρας Κ. και Θ. (2005). *Οικολογική Αρχιτεκτονική.* Κέδρος
35. Κατσαραγάκης Ε. 2000. *Ξύλινες Κατασκευές*, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Αθήνα
36. Κακαράς Ιωάννης 2009. *Τεχνολογία Ξύλου*. Εκδόσεις ΙΩΝ. 2009
37. Τσούμης Γ. 1983. *Επιστήμη και τεχνολογία του ξύλου* Α.Π.Θ. 1983
38. Ξενάκης Μενέλαος (2009) Παρουσίαση: *Οικολογικά Υλικά και Οικολογική Δόμηση*
39. Ξενάκης Μενέλαος (2009) Παρουσίαση: *ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΤΙΡΙΩΝ*
40. Φουντουλάκης Σ. *Ξύλινες Κατασκευές*. Εκδόσεις ΙΩΝ
41. Ευρωκώδικας 5. EN 1995-1-1.2004**.** 2004 *Γενικά- Γενικοί κανόνες και κανόνες για κτήρια*
42. Μπαρμπούτης Ι., 1999. *Προϊόντα ξύλου – Τυποποίηση*, Πανεπιστημιακές παραδόσεις, Α.Π.Θ.
43. Μπαρμπούτης Ι. (2001). *Τυποποίηση και ορολογία νέων προϊόντων ξύλου*.
44. Οδηγία 98/34 ΕΚ (1998). Οδηγία του Ευρ. Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την καθιέρωση μιας διαδικασίας πληροφόρησης στον τομέα των τεχνικών προτύπων και κανονισμών. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης L204/37-48.
45. Οδηγία 89/106/ΕΟΚ (1988) του Συμβουλίου για την προσέγγιση των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων των κρατών μελών όσον αφορά τα προϊόντα του τομέα των δομικών κατασκευών. 31989L0106
46. ΠΕΤΕΠ 15-01-01-00, 'Πλήρεις κατεδαφίσεις κατασκευών με Χρήση Εκρηκτικών'
47. ΠΕΤΕΠ 15-02-01-01, 'Καθαίρεση Στοιχείων Οπλισμένου Σκυροδέματος με Μηχανικά Μέσα'
48. ΠΕΤΕΠ 15-01-03-00 'Πλήρεις κατεδαφίσεις κατασκευών με μηχανικά μέσα'
49. ΠΕΤΕΠ 15-01-02-00 'Πλήρεις κατεδαφίσεις κατασκευών με Αιωρούμενο Βάρος'
50. ΠΕΤΕΠ 15-02-01-02 'Καθαιρέσεις Στοιχείων Οπλισμένου Σκυροδέματος με Θερμικές Μεθόδους'
51. ΠΕΤΕΠ 15-02-01-03 'Καθαιρέσεις Στοιχείων Σκυροδέματος με Υδροκοπή'
52. ISO 14041:*Environmental management – Life cycle assessment – Goal and scope definition and inventory analysis, International Organisation for Standardisation.* Geneva 1998.
53. ISO 14042*: Environmental management – Life cycle assessment - Life cycle impact assessment, International Organisation for Standardisation.* Geneva 2000a.
54. ISO 14043: *Environmental management – Life cycle assessment - Life cycle interpretation, International Organisation for Standardisation*. Geneva 2000b.
55. ISO 14001: *Environmental management Systems – Requirements with guidance for use, International Organisation for Standardisation.* Geneva 2004.

56. ISO 14040: *Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework, International Organisation for Standardisation*. Geneva 2006.
57. EN 13986: 2004 *«Wood-based panels for use in construction-Characteristics, evaluation of conformity and marking»*
58.
59. http://www.prooikein.gr/news/96-2011-03-10-16-08-30.html
60. http://www.quickandeasy.gr/kostos_vioklimatikon.html
61. http://www.prooikein.gr/news/96-2011-03-10-16-08-30.html
62. http://stergiog.blogspot.com/2013/01/3d.html
63. http://www.efsyn.gr/?p=85055
64. http://www.imerisia.gr/article.asp?catid=27200&subid=2&pubid=113209115
65. http://en.wikipedia.org/wiki/Building_printing
66. http://www.imerisia.gr/article.asp?catid=26518&subid=2&pubid=112998115
67. http://konstantinep.blogspot.gr/2014/03/3d.html
68. http://www.cnet.com/news/giant-3d-printer-starts-spitting-out-a-house/
69. http://www.theguardian.com/artanddesign/architecture-design-blog/2014/mar/28/work-begins-on-the-worlds-first-3d-printed-house
70. http://www.wimp.com/printerhouse/
71. http://3dprintcanalhouse.com/
72. https://metro.co.uk/2014/03/28/bricks-pah-work-begins-on-worlds-first-3d-printed-house-4682213/
73. http://www.contourcrafting.org/
74. http://rt.com/usa/3d-printed-concrete-house-727/
75. https://www.youtube.com/watch?v=wnqlBrvl8iA&list=PL00EF5D53EB524E2A
76. http://thepiratebay.se/torrent/6457506/Autocad_2012_x64_(64bit)___(Product_key_and_Xforce_keygen)
77. https://www.youtube.com/watch?v=6Wki5JZkkd8
78. http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/?utm_source=EnergyPlus&utm_medium=redirect&utm_campaign=EnergyPlus%2Bredirect%2B1
79. http://3dprintingindustry.com/2014/01/22/worlds-first-3d-printed-house-begins-construction/
80. http://gadgets.ndtv.com/laptops/news/new-giant-3d-printer-can-build-a-house-in-24-hours-470564
81. http://inhabitat.com/large-3d-printer-can-print-an-entire-two-story-house-in-under-a-day/
82. http://www.kathimerini.gr/765204/article/texnologia/gadgets/kinezikh-etaireia-ektypwse-10-spitia-se-ena-24wro
83. http://gizmodo.com/how-a-chinese-company-3d-printed-ten-houses-in-a-single-1557613229
84. http://blogs.marketwatch.com/themargin/2014/04/30/chinese-design-firm-builds-10-homes-using-3-d-printing/
85. http://www.theguardian.com/technology/video/2014/apr/29/3d-printer-builds-houses-china-video
86. http://www.slideshare.net/EIPAK
87. https://www.youtube.com/watch?v=JdbJP8Gxqog
88. http://innovation.uk.msn.com/design/the-3d-printer-that-can-build-a-house-in-24-hours
89. http://www.protothema.gr/technology/article/377242/oi-3d-ektupotes-stin-upiresia-tis-anthropotitas/
90. http://www.travelstyle.gr/portal/gr/destination_articles.php?dest_id=1383&id=11276
91. http://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_footprint
92. http://www.superhomes.org.uk/resources/lifetime-emissions-of-eco-retrofit-versus-new-build/
93. http://skanska-sustainability-case-studies.com/pdfs/76/76_Carbon_Footprinting_v001.pdf

94. http://www.treehugger.com/sustainable-product-design/the-carbon-footprint-of-a-renovation-vs-new-construction.html
95. http://footprint.osu.edu/green-building.html
96. http://aec.army.mil/Portals/3/newsroom/update/fall08/fall0814.html
97. http://www.cnplus.co.uk/home/awards/cn-specialists-awards/specialists-awards-finalists-demolition-specialist/8659220.article#.U5BZWfl_t2E
98. http://construction.about.com/od/Commercial-Remodeling/a/Demolition-Methods.htm
99. http://en.wikipedia.org/wiki/Demolition
100. http://calculator.carbonfootprint.com/calculator.aspx?tab=4
101. http://www.fleetnews.co.uk/costs/carbon-footprint-calculator/
102. http://www.carbontrust.com/news/2012/02/building-a-lower-carbon-construction-industry-(1)
103. http://www.eia.gov/tools/faqs/faq.cfm?id=307&t=11
104. http://phillygreenbiz.com/carbon-footprint-calculator
105. http://www.infrastructurecost.com/Projects_List/~211_Construction%20Equipment%20Rates?lang=GR
106. http://www.gazzetta.gr/plus/article/648806/exypno-spiti-me-toihoys-poy-kinoyntai-oramatizontai-mit-samsung-vid
107. http://www.kofinas.gr
108. http://www.fragopoulos.gr/
109. http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environment.nsf/All/97100E5511AAC492C225795200325062?OpenDocument
110. http://www.buildings.gr/greek/aiforos/exikonomisi/m_santamouris.htm
111. http://www.kathimerini.gr/75187/article/epikairothta/perivallon/to-ktirio-toy-mellontos
112. http://www.tzanos.gr/gr/perivallon.asp
113. https://katsimigas.wordpress.com/energovora/
114. http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=446
115. http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/ktiria_intro.htm
116. http://www.ecosense.gr/posts_heatingsystems/exoikonomisi-energias/
117. https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_footprint
118. http://gr.dsorganic.com/services/carbon-footprinting-services/footprinting-methodology/
119. http://gr.dsorganic.com/services/carbon-footprinting-services/carbon-footprint/
120. http://ecological--footprint.blogspot.gr/
121. http://www.sidenor.gr/Application.aspx?MenuTxtId=126&lang=GR
122. http://www.timeatlas.com/excel-range-names/
123. http://diy.stackexchange.com/questions/11823/how-do-i-best-tear-down-a-small-building
124. https://www.youtube.com/watch?v=QBtgGzooDmU
125. http://www.business.govt.nz/worksafe/information-guidance/all-guidance-items/best-practice-guidelines-for-demolition-in-new-zealand/methods-of-demolition
126. http://homeguides.sfgate.com/demolish-shed-81691.html
127. http://www.usgbc.org/Docs/Archive/General/Docs5497.pdf
128. http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/kenak/tee_kenak
129. http://www.tuscorlloyds.com/shipping-routes/
130. http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=77
131. http://www.chem-lab.gr/nafplio/index.php?option=com_content&view=article&id=40&Itemid=178

132. http://www.nestltd.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=88&Itemid=128&lang=el
133. https://el.wikipedia.org/wiki
134. https://www.easykenak.gr/
135. http://www.kofinas.gr /
136. http://www.ypeka.gr
137. http://www.multiclima.gr/?section=5379&language=el_GR&itemid1634=6199&detail1634=1
138. http://www.timber.net.au/index.php/environmental-design-carbon-footprint.html
139. http://www.domus.com.gr/
140. http://dnr.wi.gov/topic/Demo/Structures.html
141. http://www.ggde.gr/dmdocuments/15-01-03-00.pdf
142. http://www.ggde.gr/dmdocuments/15-02-01-01.pdf
143. http://www.maritimedemolition.ca/
144. http://www.theguardian.com/sustainable-business/recycled-wood-green-sustainable-built-environment
145. https://www.wbdg.org/resources/cwmgmt.php
146. http://www.buildnet.gr/default.asp?pid=153&la=1&catid=129&artid=408
147. http://www.sesma.gr
148. http://www.melo.gr/xilina_spitia/pleonektimata.htm
149. http://www.ggde.gr/dmdocuments/15-01-02-00.pdf
150. http://ecological--footprint.blogspot.gr/
151. http://www.demcon.gr/el/new-techniques.html
152. https://en.wikipedia.org/wiki/Deconstruction_%28building%29#Benefits_of_avoiding_wood_waste
153. http://kakarasioannis.blogspot.gr/
154. http://library.tee.gr/digital/m2464/m2464_contents.htm
155. http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/scient_typopoiisi/eurokodikes/027
156. http://library.tee.gr/digital/m2464/m2464_ec5.pdf
157. http://www.wands.gr/gr/articles/152--a-.html
158. http://docplayer.gr/496215-4-o-tehnologia-kataskeyis-spition-apo-elafry-xylino-skeleto.html
159. http://www.slideshare.net/ranjithkumarcivil/demolition-methods-and-its-sequence
160. http://www.cretanlyra.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=111:%CE%B9%CE%B4%CE%B9%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B5%CF%82-%CE%B4%CE%BF%CE%BC%CE%AE-%CF%84%CE%BF%CF%85-%CE%BE%CF%8D%CE%BB%CE%BF%CF%85&catid=89:%CF%84%CE%BF-%CE%BE%CF%8D%CE%BB%CE%BF&Itemid=494

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΣ ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Στον Ευρωπαϊκό Κατάλογο Αποβλήτων, τα ΑΕΚΚ ταξινομούνται με τον κωδικό 17.

17 00 00	**ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΚΑΤΕΔΑΦΙΣΕΙΣ(ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΙ ΚΑΙ ΤΑ ΧΩΜΑΤΑ ΕΚΣΚΑΦΩΝ ΑΠΟ ΡΥΠΑΣΜΕΝΑ ΕΔΑΦΗ)**
17	**ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΠΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΚΑΤΕΔΑΦΙΣΕΙΣ(ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΤΑΙ Η ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΡΟΜΩΝ)**
17 01	**Σκυρόδεμα , τούβλα, πλακάκια και κεραμικά**
17 01 01	Σκυρόδεμα
17 01 02	Τούβλα
17 01 03	Πλακάκια και κεραμικά
17 01 06*	Μίγμα , ή ξεχωριστό κλάσμα από σκυρόδέμα, τούβλα, κεραμικά και πλακάκια που περιέχουν επικίνδυνα υλικά
17 01 07	Μίγμα από σκυρόδεμα, τούβλα, κεραμικά και πλακάκια διαφορετικό από αυτό που αναφέρεται στη 17 01 06
17 02	**Ξύλο, γυαλί και πλαστικό**
17 02 01	Ξύλο
17 02 02	Γυαλί
17 02 03	Πλαστικό
17 02 04*	Ξύλο, γυαλί , πλαστικό που περιέχει ή έχει μολυνθεί με επικίνδυνα υλικά
17 03	**Μίγματα βιτουμενίου, ανθρακόπισσα και άλλα προϊόντα πίσσας**
17 03 01*	Μίγματα Βιτουμενίου που περιέχουν ανθρακόπισσα
17 03 02	Μίγματα Βιτουμενίου που δεν υπάγονται στην 17 03 01
17 03 03*	Ανθρακόπισσα και προϊόντα πίσσας
17 04	Μέταλλα (περιλαμβάνονται και τα κράματά τους)
17 04 01	Χαλκός, Μπρούτζος, ορείχαλκος
17 04 02	Αλουμίνιο
17 04 03	Μόλυβδος
17 04 04	Ψευδάργυρος
17 04 05	Σίδηρος και χάλυβας

17 04 06	Κασσίτερος
17 04 07	Μίγμα υλικών
17 04 09*	Απόβλητα μετάλλων ρυπασμένα με επικίνδυνα υλικά
17 04 10*	Καλώδια που περιέχουν έλαια , ανθρακόπισσα και άλλα επικίνδυνα υλικά
17 04 11	Καλώδια που δεν υπάγονται στην 17 04 11
17 05	Χώματα (περιλαμβάνονται τα χώματα εκσκαφών από ρυπασμένα εδάφη), πέτρες και μπάζα εκσκαφών
17 05 03*	Χώματα και πέτρες που περιλαμβάνουν επικίνδυνα υλικά
17 05 04	Χώματα και πέτρες που δεν υπάγονται στην 17 05 03
17 05 05*	Μπάζα εκσκαφών που περιέχουν επικίνδυνα υλικά
17 05 06	Μπάζα εκσκαφών που δεν υπάγονται στην 17 05 05
17 05 07*	Άχρηστο φορτίο φορτηγών οχημάτων (track ballast) που περιέχει επικίνδυνα υλικά
17 05 08	Άχρηστο φορτίο οχημάτων που δεν υπάγεται στη 17 05 07
17 06	Μονωτικά υλικά και κατασκευαστικά υλικά που περιέχουν αμίαντο
17 06 01*	Μονωτικά υλικά που περιέχουν αμίαντο
17 06 03*	Άλλα μονωτικά υλικά που περιέχουν η αποτελούνται από επικίνδυνα υλικά
17 06 04	Μονωτικά υλικά που δεν αναφέρονται στις 17 06 03 και 17 06 01
17 06 05*	Κατασκευαστικά υλικά που περιέχουν αμίαντο
17 08	Κατασκευαστικά υλικά με βάση το γύψο
17 08 01*	Κατασκευαστικά υλικά με βάση το γύψο ρυπασμένα με επικίνδυνα υλικά
17 08 02	Κατασκευαστικά υλικά με βάση το γύψο που δεν υπάγονται στη 17 08 01
17 09	Άλλα υλικά από κατασκευές και κατεδαφίσεις
17 09 01*	Απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις που περιέχουν υδράργυρο
17 09 02*	Απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις που περιέχουν PCB (για παράδειγμα υλικά στεγανοποίησης που περιέχουν PCB, ηλεκτρικοί πυκνωτές που περιέχουν PCB ως μέσα πλήρωσης, προστατευτικές επικαλύψεις ξύλων και μετάλλων που περιέχουν PCB)
17 09 03*	Άλλα απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις (περιλαμβανομένων των αποβλήτων μικτών κατασκευών και κατεδαφίσεων) που περιέχουν επικίνδυνα υλικά

17 09 04	Απόβλητα μικτών κατασκευών και κατεδαφίσεων που δεν αναφέρονται στις 17 09 01 17 09 02 17 09 03

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: ΝΕΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

Κατηγορία	Ειδική Ονομασία Υλικών	Αγγλική ονομασία	Δεδομένα βάσης tons CO2e/tons υλικού	Ενσωματωμένη Ενέργεια (MJ/kg)	Δεδομένα βάσης:Πυκνότητα υλικού		Συντελεστής προσαρμογής λ (kg CO2)		Συντελεστής προσαρμογής κ (MJ)		Ref No.
Αδρανή	Αδρανή λατομείου	Quarried aggregate	0.005		2	tonnes/m3	λ_1	1	κ_1	1	1
	Αδρανή ανακύκλωσης	Recycled aggregate	0.005		2	tonnes/m3	λ_2	1	κ_2	1	1
	Αδρανή λιμενικών	Marine aggregate	0.00809		2	tonnes/m3	λ_3	1	κ_3	1	1
Αλουμίνιο	Αλουμίνιο: γενικά	General	9.16	155	2.7	tonnes/m3	λ_4	1	κ_4	1	2
		Virgin	12.79	217.6935			λ_5	1	κ_5	1	2
		Recycled	1.81	29			λ_6	1	κ_6	1	2
	Αλουμίνιο: χυτά υλικά	Cast Products	9.22	159.335	2.7	tonnes/m3	λ_7	1	κ_7	1	2
		Virgin	13.1	225.5			λ_8	1	κ_8	1	2
		Recycled	1.45	25			λ_9	1	κ_9	1	2
	Αλουμίνιο: Διελασμένο	Extruded	9.08	154.265	2.7	tonnes/m3	λ_{10}	1	κ_{10}	1	2
		Virgin	12.5	213.5			λ_{11}	1	κ_{11}	1	2
		Recycled	2.12	34			λ_{12}	1	κ_{12}	1	2
	Αλουμίνιο: τυλιγμένο	Rolled	9.18	155	2.7	tonnes/m3	λ_{13}	1	κ_{13}	1	2
		Virgin	12.8	217			λ_{14}	1	κ_{14}	1	2
		Recycled	1.79	28			λ_{15}	1	κ_{15}	1	2
	Etalbond		4.195	101.1			λ_{16}	1	κ_{16}	1	2
Ασφαλτικά	Ασφαλτικά, 4% συνδετικό υλικό (ασφαλτική μεμβράνη)	Asphalt, 4% (bitumen) binder content (by mass)	0.066	2.86	1.7	tonnes/m3	λ_{17}	1	κ_{17}	1	1
	Ασφαλτικά, 5% συνδετικό υλικό	Asphalt, 5% binder content	0.071	3.39	1.7	tonnes/m3	λ_{18}	1	κ_{18}	1	1
	Ασφαλτικά, 6% συνδετικό υλικό	Asphalt, 6% binder content	0.076	3.93	1.7	tonnes/m3	λ_{19}	1	κ_{19}	1	1
	Ασφαλτικά, 7% συνδετικό υλικό	Asphalt, 7% binder content	0.081	4.46	1.7	tonnes/m3	λ_{20}	1	κ_{20}	1	1
	Ασφαλτικά, 8% συνδετικό υλικό	Asphalt, 8% binder content	0.086	5	1.7	tonnes/m3	λ_{21}	1	κ_{21}	1	1
Άσφαλτος	Άσφαλτος: γενικά	General	0.49	51	2.4	tonnes/m3	λ_{22}	1	κ_{22}	1	1
Ορείχαλκος	Ορείχαλκος: γενικά	General	2.64	44			λ_{23}	1	κ_{23}	1	1
	Απεξέργαστος	Virgin	4.8	80			λ_{24}	1	κ_{24}	1	1
	Ορείχαλκος ανακύκλωσης	Recycled	1.2	20			λ_{25}	1	κ_{25}	1	1
Πηλός & Τούβλα	Τούβλα	Bricks	0.24	3	1.92	tonnes/m3	λ_{26}	1	κ_{26}	1	1
	πηλός: γενικά	Clay: general (simple baked products)	0.24	3	1.9	tonnes/m3	λ_{27}	1	κ_{27}	1	1
	κεραμιδια αργίλου	Clay tile	0.48	6.5	1.9	tonnes/m3	λ_{28}	1	κ_{28}	1	1
Μπρούντζος	Μπρούντζος: γενικά	General	4	69			λ_{29}	1	κ_{29}	1	1
Πατώματα	Πατώματα: γενικά	General Carpet	3.9 (9.8 per sqm)	74 (187 per sqm)			λ_{30}	1	κ_{30}	1	1
	Τσόχα	Felt (Hair and Jute) Underlay	0.97	19			λ_{31}	1	κ_{31}	1	1
		Nylon (Polyamide), pile weight 300 g/m2	6.7 (GWP) per sqm	130 MJ per sqm			λ_{32}	1	κ_{32}	1	1
		Nylon (Polyamide), pile weight 500 g/m2	9.7 (GWP) per sqm	180 MJ per sqm			λ_{33}	1	κ_{33}	1	1
		Nylon (Polyamide), pile weight 700 g/m2	12.7 (GWP) per sqm	230 MJ per sqm			λ_{34}	1	κ_{34}	1	1
		Nylon (Polyamide), pile weight 900 g/m2	15.6 (GWP) per sqm	277 MJ per sqm			λ_{35}	1	κ_{35}	1	1
		Nylon (Polyamide), pile weight 1100 g/m2	18.4 (GWP) per sqm	327 MJ per sqm			λ_{36}	1	κ_{36}	1	1
		Carpet tiles, nylon (Polyamide), pile weight 300 g/m2	7.75 (GWP) per sqm	178 MJ per sqm			λ_{37}	1	κ_{37}	1	1
		Carpet tiles, nylon (Polyamide), pile weight 500 g/m2	10.7 (GWP) per sqm	229 MJ per sqm			λ_{38}	1	κ_{38}	1	1
		Carpet tiles, nylon (Polyamide), pile weight 700 g/m2	13.7 (GWP) per sqm	279 MJ per sqm			λ_{39}	1	κ_{39}	1	1
		Carpet tiles, nylon (Polyamide), pile weight 900 g/m2	16.7 (GWP) per sqm	328 MJ per sqm			λ_{40}	1	κ_{40}	1	1
		Carpet tiles, nylon (Polyamide), pile weight 1100 g/m2	19.7 (GWP) per sqm	378 MJ per sqm			λ_{41}	1	κ_{41}	1	1
		Polyethylterepthalate (PET)	5.56	106.5			λ_{42}	1	κ_{42}	1	1
	Πολυπροπυλένιο	Polypropylene	4.98	95.4			λ_{43}	1	κ_{43}	1	1
	Πολυουρεθάνη	Polyurethane	3.76	72.1			λ_{44}	1	κ_{44}	1	1
	Καουτσούκ	Rubber	5.545	103.75			λ_{45}	1	κ_{45}	1	1
	Υποστρώμματα εμποτισμένα με άσφαλτο ή πίσσα	Saturated Felt Underlay (impregnated with Asphalt or tar)	1.65	31.7			λ_{46}	1	κ_{46}	1	1
	Μαλλί	Wool	5.53	106			λ_{47}	1	κ_{47}	1	1
	Βιομηχανικό δάπεδο		2.427	65.64			λ_{48}	1	κ_{48}	1	1
	Laminate		0.65	9.5			λ_{49}	1	κ_{49}	1	1
	Ταπετσαρία		2.046	36.4			λ_{50}	1	κ_{50}	1	1
Τσιμέντο	Τσιμέντο: γενικά	General (UK weighted average)	0.74	4.51	1.86	tonnes/m3	λ_{51}	1	κ_{51}	1	1
	Μέσο CEM I Portland τσιμέντο, 94% Clinker	Average CEM I Portland Cement, 94% Clinker	0.95	5.5	1.5	tonnes/m3	λ_{52}	1	κ_{52}	1	1
	6-20% Τέφρα (CEM II/A-V)	6-20% Fly Ash (CEM II/A-V)	0.825	4.895	1.5	tonnes/m3	λ_{53}	1	κ_{53}	1	1
	21-35% Τέφρα (CEM II/B-V)	21-35% Fly Ash (CEM II/B-V)	0.685	4.065	1.5	tonnes/m3	λ_{54}	1	κ_{54}	1	1
	21-35% GGBS (CEM II/B-S)	21-35% GGBS (CEM II/B-S)	0.71	4.49	1.5	tonnes/m3	λ_{55}	1	κ_{55}	1	1
	36-65% GGBS (CEM III/A)	36-65% GGBS (CEM III/A)	0.515	3.585	1.5	tonnes/m3	λ_{56}	1	κ_{56}	1	1
	66-80% GGBS (CEM III/B)	66-80% GGBS (CEM II/B)	0.32	2.68	1.5	tonnes/m3	λ_{57}	1	κ_{57}	1	1
	Πάνελ ινών τσιμέντου: χωρίς επίχρηση	Fibre Cement Panels - Uncoated	1.3568	10.4	1.8	tonnes/m3	λ_{58}	1	κ_{58}	1	1
	Πάνελ ινών τσιμέντου: με επίχρηση	Fibre Cement Panels - (Colour) Coated	0.061	15.3	1.8	tonnes/m3	λ_{59}	1	κ_{59}	1	1
	Κονίαμα (1:3 τσιμέντο: πρόσμιξη άμμου)	Mortar (1:3 cement:sand mix)	0.221	1.33	1.9	tonnes/m3	λ_{60}	1	κ_{60}	1	1
	Κονίαμα (1:4 τσιμέντο: πρόσμιξη άμμου)	Mortar (1:4)	0.182	1.11	1.9	tonnes/m3	λ_{61}	2	κ_{61}	2	1
	Κονίαμα (1:5 τσιμέντο: πρόσμιξη άμμου)	Mortar (1:5)	0.156	0.97	1.9	tonnes/m3	λ_{62}	3	κ_{62}	3	1
	Κονίαμα (1:6 τσιμέντο: πρόσμιξη άμμου)	Mortar (1:6)	0.136	0.85	1.9	tonnes/m3	λ_{63}	4	κ_{63}	4	1
	Κονίαμα (1:½:4½ τσιμέντο: ασβέστης: πρόσμιξη άμμου)	Mortar (1:½:4½ Cement:Lime:Sand mix)	0.213	1.34	1.9	tonnes/m3	λ_{64}	5	κ_{64}	5	1
	Κονίαμα (1:1:6 τσιμέντο: ασβέστης: πρόσμιξη άμμου)	Mortar (1:1:6 Cement:Lime:Sand mix)	0.174	1.11	1.9	tonnes/m3	λ_{65}	6	κ_{65}	6	1
	Κονίαμα (1:2:9 τσιμέντο: ασβέστης: πρόσμιξη άμμου)	Mortar (1:2:9 Cement:Lime:Sand mix)	0.155	1.03	1.9	tonnes/m3	λ_{66}	7	κ_{66}	7	1
	Τσιμέντο για σταθεροποίηση εδάφους 5%	Cement stabilised soil @ 5%	0.061	0.68	1.46	tonnes/m3	λ_{67}	1	κ_{67}	1	1
	Τσιμέντο για σταθεροποίηση εδάφους 8%	Cement stabilised soil @ 8%	0.084	0.83	1.46	tonnes/m3	λ_{68}	1	κ_{68}	1	1
	Τέφρα	Fly Ash	0.008		1.5	tonnes/m3	λ_{69}	1	κ_{69}	1	1
	Τσιμέντο: αγνώστου τύπου	Cement: unknown type	0.88		1.5	tonnes/m3	λ_{70}	1	κ_{70}	1	1
	Portland ασβεστολιθικό τσιμέντο, CEM II/A-LL or L (20% ασβεστόλιθος)	Portland Limestone Cement, CEM II/A-LL or L (20% limestone)	0.75		1.5	tonnes/m3	λ_{71}	1	κ_{71}	1	1
	Portland ασβεστολιθικό τσιμέντο, CEM II/A-LL or L (13% ασβεστόλιθο)	Portland Limestone Cement, CEM II/A-LL or L (13% limestone)	0.815		1.5	tonnes/m3	λ_{72}	1	κ_{72}	1	1
	Portland ασβεστολιθικό τσιμέντο CEM II/A-LL or L (6% ασβεστόλιθο)	Portland Limestone Cement, CEM II/A-LL or L (6% limestone)	0.88		1.5	tonnes/m3	λ_{73}	1	κ_{73}	1	1
	Portland τσιμέντο υπτάμενης τέφρας, CEM II/A-V (20% τέφρα)	Portland Fly Ash Cement, CEM II/A-V (20% Fly Ash)	0.75		1.5	tonnes/m3	λ_{74}	1	κ_{74}	1	1
	Portland τσιμέντο υπτάμενης τέφρας, CEM II/A-V (13% τέφρας)	Portland Fly Ash Cement, CEM II/A-V (13% Fly Ash)	0.81		1.5	tonnes/m3	λ_{75}	1	κ_{75}	1	1
	Portland τσιμέντο υπτάμενης τέφρας, CEM II/A-V (6% τέφρα)	Portland Fly Ash Cement, CEM II/A-V (6% Fly Ash)	0.87		1.5	tonnes/m3	λ_{76}	1	κ_{76}	1	1
	Portland τσιμέντο υπτάμενης τέφρας, CEM II/B-V (35% τέφρα)	Portland Fly Ash Cement, CEM II/B-V (35% Fly Ash)	0.61		1.5	tonnes/m3	λ_{77}	1	κ_{77}	1	1
	Portland τσιμέντο υπτάμενης τέφρας, CEM II/B-V (28% τέφρα)	Portland Fly Ash Cement, CEM II/B-V (28% Fly Ash)	0.67		1.5	tonnes/m3	λ_{78}	1	κ_{78}	1	1
	Portland τσιμέντο υπτάμενης τέφρας, CEM II/B-V (21% τέφρα)	Portland Fly Ash Cement, CEM II/B-V (21% Fly Ash)	0.73		1.5	tonnes/m3	λ_{79}	1	κ_{79}	1	1
	Portland σκωρία τσιμέντο, CEM II/B-S (35% GGBS)	Portland Slag Cement, CEM II/B-S (35% GGBS)	0.62		1.5	tonnes/m3	λ_{80}	1	κ_{80}	1	1

	Portland σκωρία τσιμέντο, CEM II/B-S (28% GGBS)	Portland Slag Cement, CEM II/B-S (28% GGBS)	0.68		1.5	tonnes/m3	λ_{81}	1	κ_{81}	1	1
	Portland σκωρία τσιμέντο, CEM II/B-S (21% GGBS)	Portland Slag Cement, CEM II/B-S (21% GGBS)	0.74		1.5	tonnes/m3	λ_{82}	1	κ_{82}	1	1
	Τσιμέντο υψικαμίνων, CEM III/A (65% GGBS)	Blastfurnace Cement, CEM III/A (65% GGBS)	0.36		1.5	tonnes/m3	λ_{83}	1	κ_{83}	1	1
	Τσιμέντο υψικαμίνων, CEM III/A (50.5% GGBS)	Blastfurnace Cement, CEM III/A (50.5% GGBS)	0.48		1.5	tonnes/m3	λ_{84}	1	κ_{84}	1	1
	Τσιμέντο υψικαμίνων, CEM III/A (36% GGBS)	Blastfurnace Cement, CEM III/A (36% GGBS)	0.61		1.5	tonnes/m3	λ_{85}	1	κ_{85}	1	1
	Τσιμέντο υψικαμίνων, CEM III/B (80% GGBS)	Blastfurnace Cement, CEM III/B (80% GGBS)	0.23		1.5	tonnes/m3	λ_{86}	1	κ_{86}	1	1
	Τσιμέντο υψικαμίνων, CEM III/B (73% GGBS)	Blastfurnace Cement, CEM III/B (73% GGBS)	0.285		1.5	tonnes/m3	λ_{87}	1	κ_{87}	1	1
	Τσιμέντο υψικαμίνων, CEM III/B (66% GGBS)	Blastfurnace Cement, CEM III/B (66% GGBS)	0.34		1.5	tonnes/m3	λ_{88}	1	κ_{88}	1	1
	Ποζολανικό τσιμέντο πυριτιούχας τέφρας, CEM IV/B-V (55% GGBS)	Pozzolanic (Siliceous Fly Ash) Cement, CEM IV/B-V (55% GGBS)	0.42		1.5	tonnes/m3	λ_{89}	1	κ_{89}	1	1
	Ποζολανικό τσιμέντο πυριτιούχας τέφρας, CEM IV/B-V (45.5% GGBS)	Pozzolanic (Siliceous Fly Ash) Cement, CEM IV/B-V (45.5% GGBS)	0.505		1.5	tonnes/m3	λ_{90}	1	κ_{90}	1	1
	Ποζολανικό τσιμέντο πυριτιούχας τέφρας, CEM IV/B-V (36% GGBS)	Pozzolanic (Siliceous Fly Ash) Cement, CEM IV/B-V (36% GGBS)	0.59		1.5	tonnes/m3	λ_{91}	1	κ_{91}	1	1
	Ελαφροβαρείς Τσιμεντόλιθοι		0.83	4.51			λ_{92}	1	κ_{92}	1	1
	Τσιμεντοσανίδα		1.155	10.4			λ_{93}	1	κ_{93}	1	1
	Τσιμεντοειδή		0.155	1.03			λ_{94}	1	κ_{94}	1	1
Κεραμικά	**Κεραμικά: γενικά**	General	0.7	10	2.4	tonnes/m3	λ_{95}	1	κ_{95}	1	1
	Εξαρτήματα	Fittings	1.14	20			λ_{96}	1	κ_{96}	1	1
	Είδη Υγιεινής	Sanitary Products	1.61	29			λ_{97}	1	κ_{97}	1	1
	Πλακάκια και διαχωριστικά πάνελ(κεραμικά πλακίδια)	Tiles and Cladding Panels	0.78	12	1.9	tonnes/m3	λ_{98}	1	κ_{98}	1	1
Πηλός	**Γενικά (ψημένα προϊόντα) (Οπτοπλινθοδομή)**	General (Simple Baked Products)	0.24	3			λ_{99}	1	κ_{99}	1	1
	Πλακάκια	Tile	0.48	6.5			λ_{100}	1	κ_{100}	1	1
	Πήλινος Σωλήνας DN 100 & DN 150	Vitrified clay pipe DN 100 & DN 150	0.46	6.2	2.4	tonnes/m3	λ_{101}	1	κ_{101}	1	1
	Πήλινος Σωλήνας DN 200 & DN 300	Vitrified clay pipe DN 200 & DN 300	0.5	7	2.4	tonnes/m3	λ_{102}	1	κ_{102}	1	1
	Πήλινος Σωλήνας DN 500	Vitrified clay pipe DN 500	0.55	7.9	2.4	tonnes/m3	λ_{103}	1	κ_{103}	1	1
Σκυρόδεμα	**Σκυρόδεμα: γενικά**	General	0.107	0.75			λ_{104}	1	κ_{104}	1	1
	Κατηγορίας 16/20 Mpa	16/20 Mpa	0.1	0.7			λ_{105}	1	κ_{105}	1	1
	Κατηγορίας 20/25 MPa	20/25 MPa	0.107	0.74			λ_{106}	1	κ_{106}	1	1
	Κατηγορίας 25/30 MPa	25/30 MPa	0.113	0.78			λ_{107}	1	κ_{107}	1	1
	Κατηγορίας 28/35 MPa	28/35 MPa	0.12	0.82			λ_{108}	1	κ_{108}	1	1
	Κατηγορίας 32/40 MPa	32/40 MPa	0.132	0.88			λ_{109}	1	κ_{109}	1	1
	Κατηγορίας 40/50 MPa	40/50 MPa	0.151	1			λ_{110}	1	κ_{110}	1	1
	Ελαφρομπετόν (Betocel)		0.076	0.55			λ_{111}	1	κ_{111}	1	1
	Σκυρόδεμα Καθαριότητας		0.061	0.68			λ_{112}	1	κ_{112}	1	1
	Οπλισμένο Σκυρόδεμα		0.107	0.74			λ_{113}	1	κ_{113}	1	1
	Προκατασκευασμένο Σκυρόδεμα		0.136	1.19			λ_{114}	1	κ_{114}	1	1
Χαλκός	**Χαλκός: σωλήνες και φύλλα**	EU Tube & Sheet	2.71	42	8.9	tonnes/m3	λ_{115}	1	κ_{115}	1	1
	Χαλκός απεξέργαστος	Virgin	3.81	57			λ_{116}	1	κ_{116}	1	1
	Χαλκός: από ανακύκλωση	Recycled	0.84	16.5	8.9	tonnes/m3	λ_{117}	1	κ_{117}	1	1
Γυαλί	**Πρωτογενές γυαλί**	Primary Glass	0.91	15	2.5	tonnes/m3	λ_{118}	1	κ_{118}	1	1
	Δευτερογενές γυαλί	Secondary Glass	0.59	11.5	2.5	tonnes/m3	λ_{119}	1	κ_{119}	1	1
	Υαλόνημα (υαλοβάμβακας)	Fibreglass (Glasswool)	1.54	28	0.0317	tonnes/m3	λ_{120}	1	κ_{120}	1	1
	Επισκληρυμένο γυαλί	Toughened	1.35	23.5	2.5	tonnes/m3	λ_{121}	1	κ_{121}	1	1
	Γυάλινη θύρα		1.35	23.5			λ_{122}	1	κ_{122}	1	1
	Κρυστάλλινο χώρισμα		1.35	23.5			λ_{123}	1	κ_{123}	1	1
	Καθρέπτης		1.941	32.5			λ_{124}	1	κ_{124}	1	1
Μόνωση	**Μόνωση γενικά**	General Insulation	1.86	45	0.04	tonnes/m3	λ_{125}	1	κ_{125}	1	1
	Κορκ (Φελλός)	Cork	0.19	4			λ_{126}	1	κ_{126}	1	1
	Υαλόπλεγμα (Υαλοβάμβακας)	Fibreglass (Glasswool)	1.35	28	0.0317	tonnes/m3	λ_{127}	1	κ_{127}	1	1
	Λινάρι (μόνωση)	Flax (Insulation)	1.7	39.5			λ_{128}	1	κ_{128}	1	1
	Ορυκτοβάμβακας	Mineral wool	1.2	16.6	0.05		λ_{129}	1	κ_{129}	1	1
	Μαλλί χαρτί	Paper wool	0.63	20.17			λ_{130}	1	κ_{130}	1	1
	Πολυστερίνη	Polystyrene	3.43	86.4	0.037	tonnes/m3	λ_{131}	1	κ_{131}	1	1
	Πολυουρεθάνη	Polyurethane	2.54	83.1	0.03	tonnes/m3	λ_{132}	1	κ_{132}	1	1
	Πετροβάμβακας	Rockwool	1.05	16.8	0.096		λ_{133}	1	κ_{133}	1	1
	Πλάκες ξυλόμαλλου(Heraclith)	Woodwool (Board)	0.98	20	0.14		λ_{134}	1	κ_{134}	1	1
Σίδερο	**Σίδερο: γενικά**	General	2.03	25	7.87	tonnes/m3	λ_{135}	1	κ_{135}	1	1
Μόλυβδος	**Μόλυβδος: γενικά**	General	1.6681	25.21	11.34	tonnes/m3	λ_{136}	1	κ_{136}	1	1
	Μόλυβδος απεξέργαστος	Virgin	3.37	49			λ_{137}	1	κ_{137}	1	1
	Μόλυβδος ανακύκλωσης	Recycled	0.58	10			λ_{138}	1	κ_{138}	1	1
Άσβεστος	**Ασβεστοκονίαμα**	General	0.78	5.3			λ_{139}	1	κ_{139}	1	1
Λινέλαιο	**Λινέλαιο: γενικά**	General	1.21	25			λ_{140}	1	κ_{140}	1	1
Διάφορα	**Πυριτικό ασβέστιο Φύλλο**	Calcium Silicate Sheet	0.13	2			λ_{141}	1	κ_{141}	1	1
	Χρώμιο	Chromium	5.39	83			λ_{142}	1	κ_{142}	1	1
	Βαμβάκι , Επένδυση	Cotton, Padding	1.28	27.1			λ_{143}	1	κ_{143}	1	1
	Βαμβάκι ,Ύφασμα	Cotton, Fabric	6.78	143			λ_{144}	1	κ_{144}	1	1
	Στεγανωτική Μεμβράνη	Damp Proof Course/Membrane	4.2	134	0.0009	tonnes/m2	λ_{145}	1	κ_{145}	1	1
	Λινάρι	Flax	1.7	33.5			λ_{146}	1	κ_{146}	1	1
	Ιπτάμενη Τέφρα	Fly Ash	0.008	0.1			λ_{147}	1	κ_{147}	1	1
	Χαλίκι	Grit	0.007	0.115	2	tonnes/m3	λ_{148}	1	κ_{148}	1	1
	Εδαφικός ασβεστόλιθος	Ground Limestone	0.032	0.62	0.95	tonnes/m3	λ_{149}	1	κ_{149}	1	1
	Γυαλί ενισχυμένο με πλαστικό - GRP - υαλόπλεγμα	Glass Reinforced Plastic - GRP - Fibreglass	8.1	100	1.74	tonnes/m3	λ_{150}	1	κ_{150}	1	1
	Λίθιο	Lithium	5.3	853			λ_{151}	1	κ_{151}	1	1
		Mandolite	1.4	63			λ_{152}	1	κ_{152}	1	1
	Πλακίδια ορυκτών ινών (στέγες)	Mineral Fibre Tile (Roofing)	2.7	37			λ_{153}	1	κ_{153}	1	1
	Μαγγάνιο	Manganese	3.5	52			λ_{154}	1	κ_{154}	1	1
	Υδράργυρος	Mercury	4.94	87			λ_{155}	1	κ_{155}	1	1
		Molybedenum	30.3	378			λ_{156}	1	κ_{156}	1	1
	Νικέλιο	Nickel	12.4	164			λ_{157}	1	κ_{157}	1	1
	Περλίτης -Διογκωμένος	Perlite - Expanded	0.52	10			λ_{158}	1	κ_{158}	1	1
	Περλίτης - Φυσικός	Perlite - Natural	0.03	0.66			λ_{159}	1	κ_{159}	1	1
	Σκόνη χαλαζία	Quartz powder	0.023	0.852			λ_{160}	1	κ_{160}	1	1
	Βότσαλα	Shingle	0.3	11.3			λ_{161}	1	κ_{161}	1	1
	Σκουριές	Slag (GGBS)	0.083	1.6			λ_{162}	1	κ_{162}	1	1
	Ασήμι	Silver	6.31	128.2			λ_{163}	1	κ_{163}	1	1
	Άχυρο	Straw	0.01	0.24			λ_{164}	1	κ_{164}	1	1
	Πλακάκια Μωσαϊκά	Terrazzo Tiles	0.118	1.4			λ_{165}	1	κ_{165}	1	1
	Βανάδιο	Vanadium	228	3710			λ_{166}	1	κ_{166}	1	1
	Βερμικουλίτης - Διογκωμένος	Vermiculite - Expanded	0.52	7.2			λ_{167}	1	κ_{167}	1	1

	Βερμικουλίτης - Φυσικός	Vermiculite - Natural	0.032	0.72			λ_{168}	1	κ_{168}	1	1
	Νερό	Water	0.001	0.01			λ_{169}	1	κ_{169}	1	1
	Λεκές / Βερνίκια	Wood stain/Varnish	5.35	50			λ_{170}	1	κ_{170}	1	1
	Υττριο	Yttrium	84	1470			λ_{171}	1	κ_{171}	1	1
	Ζιρκόνιο	Zirconium	97.2	1610			λ_{172}	1	κ_{172}	1	1
	Corian	Corian	8.21	138.9			λ_{173}	1	κ_{173}	1	1
Μπογιά, φινιρίσματα και επιχρίσματα	Μπογιά: γενικά	General	2.91	70	1.225	tonnes/m3	λ_{174}	1	κ_{174}	1	1
	Μονή στρώση	Single Coat	0.436936937	10.5 MJ/Sqm			λ_{175}	1	κ_{175}	1	1
	Διπλή στρώση	Double Coat	0.873873874	21.0 MJ/Sqm			λ_{176}	1	κ_{176}	1	1
	Τριπλή στρώση	Triple Coat	1.310810811	31.5 MJ/Sqm			λ_{177}	1	κ_{177}	1	1
	Μπογιά: αραιούμενη με νερό	Waterborne Paint	2.54	59	1.25	tonnes/m3	λ_{178}	1	κ_{178}	1	1
	Μπογιά: αραιούμενη με νέφτι	Solventborne Paint	3.76	97	1.2	tonnes/m3	λ_{179}	1	κ_{179}	1	1
	Επίχρισμα		0.92	21			λ_{180}	1	κ_{180}	1	1
	Σοβάς		0.13	1.8			λ_{181}	1	κ_{181}	1	1
Χαρτί	Γενικά (χαρτί)	Paperboard (General for construction use)	1.29	24.8			λ_{182}	1	κ_{182}	1	1
	Λεπτό χαρτί	Fine Paper	1.49	28.2			λ_{183}	1	κ_{183}	1	1
	Πακέτο χαρτί Α4	1 packet A4 paper	3.73	70.5			λ_{184}	1	κ_{184}	1	1
	Ταπετσαρία	Wallpaper	1.93	36.4			λ_{185}	1	κ_{185}	1	1
Γύψος	Γενικά (γύψος)	General (Gypsum)	0.13	1.8	1.3	tonnes/m3	λ_{186}	1	κ_{186}	1	1
	Άνθυγρη γυψοσανίδα	Plasterboard	0.39	6.75	0.95	tonnes/m3	λ_{187}	1	κ_{187}	1	1
Πλαστικά	Πλαστικά:γενικά	General	3.31	80.5	1.38	tonnes/m3	λ_{188}	1	κ_{188}	1	1
	ABS	ABS	3.76	95.3			λ_{189}	1	κ_{189}	1	1
	Πολυευθλένιο: γενικά	General Polyethylene	2.54	83.1	0.92	tonnes/m3	λ_{190}	1	κ_{190}	1	1
	Αυγουλιέρα (HDPE)	High Density Polyethylene (HDPE) Resin	1.93	76.7	0.96	tonnes/m3	λ_{191}	1	κ_{191}	1	1
	HDPE σωλήνα	HDPE Pipe	2.52	84.4	1.05	tonnes/m3	λ_{192}	1	κ_{192}	1	1
	Πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας (LDPE) Ρητίνη	Low Density Polyethylene (LDPE) Resin	2.08	78.1			λ_{193}	1	κ_{193}	1	1
	LDPE (Μεμβράνη πολυαιθυλενίου χαμηλής πυκνότητας)	LDPE Film	2.6	89.3			λ_{194}	1	κ_{194}	1	1
	Νάιλον (πολυαμίδιο) 6 Πολυμερών	Nylon (Polyamide) 6 Polymer	9.14	120.5			λ_{195}	1	κ_{195}	1	1
	Nylon (πολυαμίδιο) 6,6 Polymer	Nylon (polyamide) 6,6 Polymer	7.92	138.6			λ_{196}	1	κ_{196}	1	1
	πολυανθρακικό	Polycarbonate	7.62	112.9			λ_{197}	1	κ_{197}	1	1
	Γεωύφασμα(Πολυπροπυλαινικό)	Polypropylene, Orientated Film	3.43	99.2			λ_{198}	1	κ_{198}	1	1
	Πολυπροπυλένιο , χύτευση με έγχυση	Polypropylene, Injection Moulding	4.49	115.1			λ_{199}	1	κ_{199}	1	1
	Διογκωμένη Πολυστερίνη	Expanded Polystyrene	3.29	88.6	0.037	tonnes/m3	λ_{200}	1	κ_{200}	1	1
	Πολυστερίνη γενικής χρήσης	General Purpose Polystyrene	3.43	86.4	0.035	tonnes/m3	λ_{201}	1	κ_{201}	1	1
	Υψηλής απόδοσης πολυστερίνη	High Impact Polystyrene	3.42	87.4	0.04	tonnes/m3	λ_{202}	1	κ_{202}	1	1
	Θερμοσχηματισμένη διογκωμένη πολυστερίνη	Thermoformed Expanded Polystyrene	4.39	109.2			λ_{203}	1	κ_{203}	1	1
	Εξηλασμένη Πολυστερίνη (DOW)		3.42	87.4			λ_{204}	1	κ_{204}	1	1
	Εύκαμπτη πολυουρεθάνη	Polyurethane Flexible Foam	4.84	102.1			λ_{205}	1	κ_{205}	1	1
	Στέρεη πολυουρεθάνη (πάνελ πολυουρεθάνης)	Polyurethane Rigid Foam	4.26	101.5			λ_{206}	1	κ_{206}	1	1
	PVC γενικά	PVC General	3.1	77.2	1.38	tonnes/m3	λ_{207}	1	κ_{207}	1	1
	PVC σωληνα	PVC Pipe	3.23	67.5	1.41	tonnes/m3	λ_{208}	1	κ_{208}	1	1
	Στιλβωμένο φύλλο PVC	Calendered Sheet PVC	3.19	68.6			λ_{209}	1	κ_{209}	1	1
	PVC χύτευση με έγχυση	PVC Injection Moulding	3.3	95.1			λ_{210}	1	κ_{210}	1	1
	UPVC ταινία	UPVC Film	3.16	69.4			λ_{211}	1	κ_{211}	1	1
Καουτσούκ	Καουτσούκ: γενικά	General	2.85	91	1.5	tonnes/m3	λ_{212}	1	κ_{212}	1	1
Άμμος	Άμμος: γενικά	General	0.0051	0.081	2.24	tonnes/m3	λ_{213}	1	κ_{213}	1	1
Στεγανωτικά & Συγκολλητικά	Εποξειδική ρητίνη	Epoxide Resin	5.7	137	1.19	tonnes/m3	λ_{214}	1	κ_{214}	1	1
	Ρητίνη μελαμίνης	Melamine Resin	4.19	97			λ_{215}	1	κ_{215}	1	1
	φαινόλη φορμαλδεΰδη	Phenol Formaldehyde	2.98	88			λ_{216}	1	κ_{216}	1	1
	ουρία φορμαλδεΰδη	Urea Formaldehyde	2.76	70			λ_{217}	1	κ_{217}	1	1
	Πισσόχαρτο		0.78	51			λ_{218}	1	κ_{218}	1	1
Έδαφος	Έδαφος: γενικά	General (Rammed Soil)	0.024	0.45	1.7	tonnes/m3	λ_{219}	1	κ_{219}	1	1
	Τσιμέντο για σταθεροποίηση εδάφους 5%	Cement stabilised soil @ 5%	0.061	0.68	1.46	tonnes/m3	λ_{220}	1	κ_{220}	1	1
	Τσιμέντο για σταθεροποίηση εδάφους 8%	Cement stabilised soil @ 8%	0.084	0.83	1.46	tonnes/m3	λ_{221}	1	κ_{221}	1	1
	GGBS σταθεροποιημένο έδαφος	GGBS stabilised soil	0.047	0.65			λ_{222}	1	κ_{222}	1	1
	Ιπτάμενη τέφρα σταθεροποιημένου εδάφους	Fly ash stabilised soil	0.041	0.56			λ_{223}	1	κ_{223}	1	1
Ατσάλι	Χάλυβας: Γενικά	Steel: General - UK (EU) Average Recycled Content	1.46	20.1	7.8	tonnes/m3	λ_{224}	1	κ_{224}	1	1
	Χάλυβας: ράβδος - μέσο ανακυκλούμενο υλικό	Steel: Bar & rod - UK (EU) Average Recycled Content	1.4	17.4	7.8	tonnes/m3	λ_{225}	1	κ_{225}	1	1
	Χάλυβας: σπείρα- μέσο ανακυκλούμενο υλικό	Steel: Coil (Sheet) - UK (EU) Average Recycled Content	1.38	18.8	7.8	tonnes/m3	λ_{226}	1	κ_{226}	1	1
	Χάλυβας: σπείρα- γαλβανισμένο -μέσο ανακυκλούμενο υλικό	Steel: Coil (Sheet), Galvanised - UK (EU) Average Recycled Content	1.54	22.6	7.8	tonnes/m3	λ_{227}	1	κ_{227}	1	1
	Χάλυβας: Μηχανικό Χάλυβας- ανακυκλούμενο	Steel: Engineering steel - Recycled	0.72	13.1	7.8	tonnes/m3	λ_{228}	1	κ_{228}	1	1
	Χάλυβας: σωλήνα - μέσο ανακυκλούμενο υλικό	Steel: Pipe- UK (EU) Average Recycled Content	1.45	19.8	7.8	tonnes/m3	λ_{229}	1	κ_{229}	1	1
	Χάλυβας: πλάκα - μέσο ανακυκλούμενο υλικό	Steel: Plate- UK (EU) Average Recycled Content	1.66	25.1	7.8	tonnes/m3	λ_{230}	1	κ_{230}	1	1
	Χάλυβας: τμήματα - μέσο ανακυκλούμενο υλικό	Steel: Sections - UK (EU) Average Recycled Content	1.53	21.5	7.8	tonnes/m3	λ_{231}	1	κ_{231}	1	1
	Χάλυβας: σύρμα	Steel: Wire - Virgin	3.02	36	7.8	tonnes/m3	λ_{232}	1	κ_{232}	1	1
	Χάλυβας: ανοξείδωτο	Steel: Stainless	6.519	56.7	8	tonnes/m3	λ_{233}	1	κ_{233}	1	1
	Χάλυβας: ανακυκλωμένος χάλυβας	Steel: Reused steel	0.146		7.8	tonnes/m3	λ_{234}	1	κ_{234}	1	1
Πέτρωμα	Πέτρωμα: γενικά	General	0.079	1.26	2	tonnes/m3	λ_{235}	1	κ_{235}	1	1
	Γρανίτης	Granite	0.7	11	2.88	tonnes/m3	λ_{236}	1	κ_{236}	1	1
	Ασβεστόλιθος	Limestone	0.09	1.5	2.18	tonnes/m3	λ_{237}	1	κ_{237}	1	1
	Μάρμαρο	Marble	0.13	2			λ_{238}	1	κ_{238}	1	1
	Πλάκες μαρμάρου	Marble tile	0.21	3.33			λ_{239}	1	κ_{239}	1	1
	Ψαμμίτης	Sandstone	0.06	1			λ_{240}	1	κ_{240}	1	1
	Σχιστόλιθος	Shale	0.002	0.03	2.7	tonnes/m3	λ_{241}	1	κ_{241}	1	1
	Σχιστόλιθος	Slate	0.035	0.55			λ_{242}	1	κ_{242}	1	1
	Πέτρα		0.079	1.26			λ_{243}	1	κ_{243}	1	1
	Διακοσμητική Πέτρα		0.002	0.03			λ_{244}	1	κ_{244}	1	1
	Ξύλο : γενικά	General	0.31	10	0.48	tonnes/m3	λ_{245}	1	κ_{245}	1	1
	Κόλλα με απανωτές στρώσεις ξυλείας	Glue Laminated timber	0.42	12	0.45	tonnes/m3	λ_{246}	1	κ_{246}	1	1
	Ινοσανίδες	Hardboard	0.58	16	26	kg/m2*20mm	λ_{247}	1	κ_{247}	1	1
	Απανωτές στρώσεις δομικής ξυλείας	Laminated Veneer Lumber	0.33	9.5			λ_{248}	1	κ_{248}	1	1
	MDF	MDF	0.39	11	14	kg/m2*20mm	λ_{249}	1	κ_{249}	1	1
	Προσανατολισμένη δέσμη σανίδων OSB	Oriented Strand Board (OSB)	0.45	15	0.64	tonnes/m3	λ_{250}	1	κ_{250}	1	1
	μοριοσανίδες	Particle Board	0.54	14.5	6	kg/m2*20mm	λ_{251}	1	κ_{251}	1	1
	Κόντρα πλακέ	Plywood	0.45	15	11	kg/m2*20mm	λ_{252}	1	κ_{252}	1	1
	Κόντρα πλακέ θαλάσσης		0.45	15			λ_{253}	1	κ_{253}	1	1
	Αποκατεστημένο ξύλο	Reclaimed timber	0.031		0.7	tonnes/m3	λ_{254}	1	κ_{254}	1	1

Ξύλο	**Πριονισμένη σανίδα (σκληρό)**	Sawn Hardwood	0.24	10.4	0.6	tonnes/m3	λ_{255}	1	κ_{255}	1	1
	Πριονισμένη σανίδα (μαλακό)	Sawn Softwood	0.2	7.4	0.5	tonnes/m3	λ_{256}	1	κ_{256}	1	1
	Ξύλινος τάκος		0.31	10			λ_{257}	1	κ_{257}	1	1
	Οδηγός ελάτης		0.72	12			λ_{258}	1	κ_{258}	1	1
	Ξύλινη θύρα		0.72	10			λ_{259}	1	κ_{259}	1	1
	Ξύλινο κούφωμα		0.72	10			λ_{260}	1	κ_{260}	1	1
	Ξύλινη επένδυση εσωτερικού χώρου		0.59	7.4			λ_{261}	1	κ_{261}	1	1
	Ξύλινη επένδυση εξωτερικού χώρου		0.65	9.5			λ_{262}	1	κ_{262}	1	1
	Κινητό χώρισμα μοριοσανίδας		0.86	14.5			λ_{263}	1	κ_{263}	1	1
	Διαχωριστικό Εσωτερικού Τοίχου ξύλινης ινοσανίδας (Hardboard)		0.58	16			λ_{264}	0	κ_{264}	0	1
	Ξύλινος Σκελετός (Ελληνική ξυλεία)		0.87	12			λ_{265}	1	κ_{265}	1	1
	Ξύλινος σκελετός (Σκανδιναβική ξυλεία)		0.42	12			λ_{266}	2	κ_{266}	2	1
	Ξύλινη Κατασκευή (Ελληνική ξυλεία)		0.87	12			λ_{267}	0	κ_{267}	0	1
	Ξύλινη Κατασκευή (Σκανδιναβική ξυλεία)		0.42	12			λ_{268}	1	κ_{268}	1	1
	Ξύλινα Τεμάχια Παρκέτου		0.72	10			λ_{269}	1	κ_{269}	1	1
Κασσίτερος	**Επικασσετερωμένη Πλάκα**	Tin Coated Plate (Steel)	2	36.95			λ_{270}	1	κ_{270}	1	1
	Κασσίτερος	Tin	14.47	250			λ_{271}	1	κ_{271}	1	1
Τιτάνιο	**Απεξέργαστο Τιτάνιο**	Virgin	31.55	553			λ_{272}	1	κ_{272}	1	1
	Τιτάνιο Ανακύκλωσης	Recycled	14.7	258			λ_{273}	1	κ_{273}	1	1
Βινύλιο δαπέδου	**Γενικά**	General	3.19	68.6			λ_{274}	1	κ_{274}	1	1
Ψευδάργυρος	**Ψευδάργυρος: γενικά**	General	3.09	53.1			λ_{275}	1	κ_{275}	1	1
	Απεξέργαστος	Virgin	4.18	72			λ_{276}	1	κ_{276}	1	1
	Ανακύκλωσης	Recycled	0.52	9			λ_{277}	1	κ_{277}	1	1
Διάφορα μέταλλα	**Μεταλλική Κατασκευή**		1.46	20.1			λ_{278}	1	κ_{278}	1	1
	Πασσαλοσανίδες: ελαφριά χρήση	Sheet piling: light use	0.1180483		0.1	tonnes/m2	λ_{279}	1	κ_{279}	1	1
	Πασσαλοσανίδες: μετρια χρήση	Sheet piling: medium use	0.1525992		0.13	tonnes/m2	λ_{280}	1	κ_{280}	1	1
	Πασσαλοσανίδες: βαρέα χρήση	Sheet piling: heavy use	0.204984		0.19	tonnes/m2	λ_{281}	1	κ_{281}	1	1
	Κάγκελα: γαλβανιζέ με εξαρτήματα	Handrail: galvanised with fittings	0.021545789		0.0115	tonnes/m	λ_{282}	1	κ_{282}	1	1
	Κάγκελα: ανοξείδωτα χαλύβδινα με εξαρτήματα	Handrail: stainless steel with fittings	0.086		0.0115	tonnes/m	λ_{283}	1	κ_{283}	1	1
	Κάγκελα: ανοξείδωτα χαλύβδινα με συγκόλληση	Handrail: stainless steel welded	0.078		0.0105	tonnes/m	λ_{284}	1	κ_{284}	1	1
	Μεταλλικός Σκελετός (στήριξης)		2.03	25			λ_{285}	1	κ_{285}	1	1
	Μεταλλική Θύρα		1.54	22.6			λ_{286}	1	κ_{286}	1	1
	Λαμαρίνα		1.38	18.8			λ_{287}	1	κ_{287}	1	1
	Ψηφιδωτό		0.91	15			λ_{288}	1	κ_{288}	1	1
Καύσιμα-Αναλώσιμα	**Diesel**	Diesel	0.0031761		0.8368	kg/litre					1
	Biodiesel	Biodiesel	0.0013674		0.8897	kg/litre					1
	Ηλεκτρικό ρεύμα δικτύου	Grid electricity	0.00059368		NA						1
	Φυσικό αέριο	Gas	0.002217		0.0007459	kg/litre					1
	Βενζίνη	Gas oil	0.0035865		0.837	kg/litre					1
	Νερό	Water	0.00000034		1	kg/litre					1
Τσιμεντόλιθοι	**Τσιμεντόλιθος - 8MPa αντοχής σε θλίψη**	Block - 8MPa Compressive Strength	0.063		1.1	tonnes/m3	1				1
	Τσιμεντόλιθος - 10MPa αντοχής σε θλίψη	Block - 10 Mpa Compressive Strength	0.078		1.2	tonnes/m3	1				1
	Τσιμεντόλιθος - 12MPa αντοχής σε θλίψη	Block - 12 Mpa Compressive Strength	0.088		1.3	tonnes/m3	1				1
	Τσιμεντόλιθος - 13MPa αντοχής σε θλίψη	Block - 13 Mpa Compressive Strength	0.107		1.4	tonnes/m3	1				1
	Τσιμεντόλιθος κυψελωτός σκληρυμένος σε κλίβανο	Autoclaved Aerated Blocks (AACs)	0.32595		0.8	tonnes/m3	1*				1
Υλικά λατομείου	Αδρανή λατομείου	Quarried aggregate	0.005		2.0	tonnes/m3					1
	Αδρανή ανακύκλωσης	Recycled aggregate	0.005		2.0	tonnes/m3					1
	Αδρανή λιμενικών	Marine aggregate	0.008		2.0	tonnes/m3					1
	Ασφαλτικά, 4% συνδετικό υλικό	Asphalt, 4% (bitumen) binder content (by ma	0.066		1.7	tonnes/m3					1
	Ασφαλτικά, 5% συνδετικό υλικό	Asphalt, 5% (bitumen) binder content	0.071		1.7	tonnes/m3					1
	Ασφαλτικά, 6% συνδετικό υλικό	Asphalt, 6% (bitumen) binder content	0.076		1.7	tonnes/m3					1
	Ασφαλτικά, 7% συνδετικό υλικό	Asphalt, 7% (bitumen) binder content	0.081		1.7	tonnes/m3					1
	Ασφαλτικά, 8% συνδετικό υλικό	Asphalt, 8% (bitumen) binder content	0.086		1.7	tonnes/m3					1
	Άσφαλτος	Bitumen	0.49		2.4	tonnes/m3					1
	Τούβλα	Bricks	0.24		1.9	tonnes/m3					1
	πηλός: γενικά	Clay: general (simple baked products)	0.24		1.9	tonnes/m3					1
	κεραμιδια αργίλου	Clay tile	0.48		1.9	tonnes/m3					1
	Ενυαλομένοι πήλινοι αγωγοί DN 100 & DN 150	Vitrified clay pipe DN 100 & DN 150	0.46		2.4	tonnes/m3					1
	Ενυαλομένοι πήλινοι αγωγοί DN 200 & DN 300	Vitrified clay pipe DN 200 & DN 300	0.50		2.4	tonnes/m3					1
	Ενυαλομένοι πήλινοι αγωγοί DN 500	Vitrified clay pipe DN 500	0.55		2.4	tonnes/m3					1
	Κεραμικά: γενικά	Ceramics: general	0.7		2.4	tonnes/m3					1
	Κεραμικά: Πλακάκια και Επενδύσεις Πάνελ	Ceramics: Tiles and Cladding Panels	0.78		1.9	tonnes/m3					1
	Άμμος	Sand	0.0051		2.24	tonnes/m3					1
	Ασβέστης	Lime	0.78		1.2	tonnes/m3					1
	Έδαφος: γενικά	Soil - general / rammed soil	0.024		1.7	tonnes/m3					1
	Πέτρωμα: γενικά	Stone: general	0.079		2.0	tonnes/m3					1
	Γρανίτης	Granite	0.7		2.9	tonnes/m3					1
	Ασβεστόλιθος	Limestone	0.09		2.2	tonnes/m3					1
	Ψαμμίτης	Sandstone	0.06		2.2	tonnes/m3					1
	Σχιστόλιθος	Shale	0.002		2.7	tonnes/m3					1
Μέταλλα	Χαλκός: σωλήνες και φύλλα	Copper: EU Tube & Sheet	2.71		8.9	tonnes/m3	1				1
	Χαλκός: από ανακύκλωση	Copper: Reused copper	0.27		8.9	tonnes/m3	1				1
	Σίδερο	Iron	2.03		7.9	tonnes/m3	1				1
	Μόλυβδος	Lead	1.67		11.3	tonnes/m3	1				1
	Χάλυβας: Γενικά	Steel: General - UK (EU) Average Recycled Co	1.46		7.8	tonnes/m3	1				1
	Χάλυβας: ράβδος - μέσο ανακυκλούμενο υλικό	Steel: Bar & rod - UK (EU) Average Recycled (	1.4		7.8	tonnes/m3	1				1
	Χάλυβας: σπείρα- μέσο ανακυκλούμενο υλικό	Steel: Coil (Sheet) - UK (EU) Average Recycle	1.38		7.8	tonnes/m3	1				1
	Χάλυβας: σπείρα- γαλβανισμένο -μέσο ανακυκλ	Steel: Coil (Sheet), Galvanised - UK (EU) Aver	1.54		7.8	tonnes/m3	1				1
	Χάλυβας: Μηχανικό Χάλυβας- ανακυκλούμενο	Steel: Engineering steel - Recycled	0.72		7.8	tonnes/m3	1				1
	Χάλυβας: σωλήνα - μέσο ανακυκλούμενο υλικό	Steel: Pipe- UK (EU) Average Recycled Conte	1.45		7.8	tonnes/m3	1				1
	Χάλυβας: πλάκα - μέσο ανακυκλούμενο υλικό	Steel: Plate- UK (EU) Average Recycled Conte	1.66		7.8	tonnes/m3	1				1
	Χάλυβας: τμήματα - μέσο ανακυκλούμενο υλικό	Steel: Sections - UK (EU) Average Recycled Co	1.53		7.8	tonnes/m3	1				1
	Χάλυβας: σύρμα	Steel: Wire - Virgin	3.02		7.8	tonnes/m3	1				1
	Χάλυβας: ανοξείδωτο	Steel: Stainless	6.519		8.0	tonnes/m3	1*				1
	Χάλυβας: ανακυκλωμένος χάλυβας	Steel: Reused steel	0.146		7.8	tonnes/m3	1				1
	Αλουμίνιο: γενικά	Aluminium: General	9.16		2.7	tonnes/m3	1				1
	Αλουμίνιο: χυτά υλικά	Aluminium: Cast Products	9.22		2.7	tonnes/m3	1				1
	Αλουμίνιο: Διελασμένο	Aluminium: Extruded	9.08		2.7	tonnes/m3	1				1
	Αλουμίνιο: τυλιγμένο	Aluminium: Rolled	9.18		2.7	tonnes/m3	1				1
	Κάγκελα: γαλβανιζέ με εξαρτήματα	Handrail: galvanised with fittings	0.022		0.012	tonnes/m	5				1
	Κάγκελα: ανοξείδωτα χαλύβδινα με εξαρτήματα	Handrail: stainless steel with fittings	0.086		0.012	tonnes/m	5				1
	Κάγκελα: ανοξείδωτα χαλύβδινα με συγκόλληση	Handrail: stainless steel welded	0.078		0.011	tonnes/m	5				1
	Πασσαλοσανίδες: ελαφριά χρήση	Sheet piling: light use	0.12		0.10	tonnes/m2	5				1
	Πασσαλοσανίδες: μετρια χρήση	Sheet piling: medium use	0.15		0.13	tonnes/m2	5				1
	Πασσαλοσανίδες: βαρέα χρήση	Sheet piling: heavy use	0.20		0.19	tonnes/m2	5				1
			0	0	0						

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3
Πίνακας υλικών προγράμματος Con.CO2.E και πίνακας ογκομέτρησης

ΥΛΙΚΑ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ kg CO2 / kg	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ kg/m3	ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ MJ/KG	Συντελεστής Προσαρμογής λ (kg CO2)		Συντελεστής Προσαρμογής κ (MJ)		ΕΚΠΟΜΠΕΣ tn CO2 / m3	ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ GJ/ m3		ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΥΛΙΚΟΥ (m3)	Index (Ογκομέτρηση ανα δομικό μέρος) (m3)								
Υλικό Επικάλψης																				
Φέρουσα Κατασκευή																				
Δομικό Υλικό																				
Στεγάνωση																				
Κονιάματα																				
Άλλα Μονωτικά																				
Ηχομόνωση																				
Επένδυση																				
Εξωτερικοί Τοίχοι																				
Επενδύσεις Εξωτ. Τοίχων																				
Θερμομόνωση																				
Μονωτικό Υλικό																				
Εσωτερικά Χωρίσματα																				
Τελειώματα Εσωτ. Τοίχων																				
Κουφώματα																				
Θύρες																				
Υπόστρωμα Δαπέδων																				
Επίστρωση																				
Οπλισμένο Σκυρόδεμα	0.107	2500	0.74	$\lambda_1 =$	1	$\kappa_1 =$	1	0.2675	1.85		40.00	40.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Προκατασκευασμένο Σκυρόδεμα	0.136	2400	1.19	$\lambda_2 =$	1	$\kappa_2 =$	1	0.3264	2.856		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ασφαλτική Μεμβράνη	0.066	1700	2.86	$\lambda_3 =$	1	$\kappa_3 =$	1	0.1122	4.862		2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Πολυουρεθάνη	4.26	30	101.5	$\lambda_4 =$	1	$\kappa_4 =$	1	0.1278	3.045		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Διογκωμένη Πολυστερίνη	3.29	23.5	88.6	$\lambda_5 =$	1	$\kappa_5 =$	1	0.077315	2.0821		34.23	0.00	0.00	0.00	23.23	0.00	11.00	0.00	0.00	0.00
Φελλός	0.201	160	4	$\lambda_6 =$	1	$\kappa_6 =$	1	0.03216	0.64		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Οπτοπλινθοδομή	0.24	1920	3	$\lambda_7 =$	1	$\kappa_7 =$	1	0.4608	5.76		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Υαλοβάμβακας	1.431	70	28	$\lambda_8 =$	1	$\kappa_8 =$	1	0.10017	1.96		19.80	0.00	0.00	0.00	11.62	0.00	0.00	0.00	8.19	0.00
Πισσόχαρτο	0.78	1000	51	$\lambda_9 =$	1	$\kappa_9 =$	1	0.78	51		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ασβεστοκονίαμα	0.78	1800	5.3	$\lambda_{10} =$	1	$\kappa_{10} =$	1	1.404	9.54		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Κεραμικά Πλακίδια	0.78	2000	12	$\lambda_{11} =$	1	$\kappa_{11} =$	1	1.56	24		8.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.64	0.00	0.00
Linoleum	1.28	1200	25	$\lambda_{12} =$	1	$\kappa_{12} =$	1	1.536	30		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Πλάκες Μαρμάρου	0.21	2500	3.33	$\lambda_{13} =$	1	$\kappa_{13} =$	1	0.525	8.325		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ξύλινα Τεμάχια Παρκέτου	0.72	650	10	$\lambda_{14} =$	1	$\kappa_{14} =$	1	0.468	6.5		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Εποξειδική Ρητίνη	6.04	1200	137	$\lambda_{15} =$	1	$\kappa_{15} =$	1	7.248	164.4		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σοβάς	0.13	1680	1.8	$\lambda_{16} =$	1	$\kappa_{16} =$	1	0.2184	3.024		0.82	0.00	0.00	0.00	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Επίχρισμα	0.92	0	21	$\lambda_{17} =$	1	$\kappa_{17} =$	1	0	0	$/ m^2$	0.13	0.00	0.07	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Τσιμεντοειδή	0.155	1900	1.03	$\lambda_{18} =$	1	$\kappa_{18} =$	1	0.2945	1.957		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Αυγουλιέρα (HDPE)	1.93	980	76.7	$\lambda_{19} =$	1	$\kappa_{19} =$	1	1.8914	75.166		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Γεώύφασμα (Πολυπροπυλαινικό)	3.43	910	99.2	$\lambda_{20} =$	1	$\kappa_{20} =$	1	3.1213	90.272		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σκυρόδεμα Καθαριότητας	0.061	1650	0.68	$\lambda_{21} =$	1	$\kappa_{21} =$	1	0.10065	1.122		20.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Μεταλλικός Σκελετός	1.46	7870	20.1	$\lambda_{22} =$	1	$\kappa_{22} =$	1	11.4902	158.187		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ξύλινος Σκελετός (Ελληνική ξυλεία)	0.87	700	12	$\lambda_{23} =$	1	$\kappa_{23} =$	1	0.609	8.4		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ξύλινος σκελετός (Σκανδιναβική ξυλεία)	0.42	700	12	$\lambda_{23} =$	1	$\kappa_{23} =$	1	0.294	8.4		15.28	0.00	5.54	1.78	0.00	0.00	4.04	3.91	0.00	0.00
Ξύλινη Κατασκευή (Ελληνική ξυλεία)	0.87	700	12	$\lambda_{24} =$	1	$\kappa_{24} =$	1	0.609	8.4		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ξύλινη Κατασκευή (Σκανδιναβική ξυλεία)	0.42	700	12	$\lambda_{24} =$	1	$\kappa_{24} =$	1	0.294	8.4		6.10	0.00	0.00	0.00	6.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Πέτρα	0.079	2880	1.26	$\lambda_{25} =$	1	$\kappa_{25} =$	1	0.22752	3.6288		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Εξηλασμένη Πολυστερίνη (DOW)	3.42	35	87.4	$\lambda_{26} =$	1	$\kappa_{26} =$	1	0.1197	3.059		12.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.44	0.00
Πετροβάμβακας	1.12	96	16.8	$\lambda_{27} =$	1	$\kappa_{27} =$	1	0.10752	1.6128		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Διακοσμητική Πέτρα	0.002	2700	0.03	$\lambda_{28} =$	1	$\kappa_{28} =$	1	0.0054	0.081		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ξύλινη Επένδυση Εξωτερικού Χώρου	0.65	720	9.5	$\lambda_{29} =$	1	$\kappa_{29} =$	1	0.468	6.84		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Διακοσμητικό Τούβλο	0.24	1120	3	$\lambda_{30} =$	1	$\kappa_{30} =$	1	0.2688	3.36		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Γρανίτης	0.7	2650	11	$\lambda_{31} =$	1	$\kappa_{31} =$	1	1.855	29.15		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Etalbond	4.195	1375	101.1	$\lambda_{32} =$	1	$\kappa_{32} =$	1	5.768125	139.0125		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Καθρέπτης	1.941	2525	32.5	$\lambda_{33} =$	1	$\kappa_{33} =$	1	4.901025	82.0625		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Υαλοπίνακας	0.91	2500	15	$\lambda_{34} =$	1	$\kappa_{34} =$	1	2.275	37.5		0.04	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Γυψοσανίδα	0.39	950	6.75	$\lambda_{35} =$	1	$\kappa_{35} =$	1	0.3705	6.4125		6.66	0.00	0.00	0.00	3.41	0.00	3.25	0.00	0.00	0.00
Τσιμεντοσανίδα	1.155	350	10.4	$\lambda_{36} =$	1	$\kappa_{36} =$	1	0.40425	3.64		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Κρυστάλλινο Χώρισμα	1.35	2500	23.5	$\lambda_{37} =$	1	$\kappa_{37} =$	1	3.375	58.75		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Διαχωριστικό Εσωτερικού Τοίχου ξύλινης ινοσανίδας (Hardboard)	0.58	700	16	$\lambda_{38} =$	1	$\kappa_{38} =$	1	0.406	11.2		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Κινητό Χώρισμα Μοριοσανίδας	0.86	430	14.5	$\lambda_{39} =$	1	$\kappa_{39} =$	1	0.3698	6.235		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MDF	0.74	560	11	$\lambda_{40} =$	1	$\kappa_{40} =$	1	0.4144	6.16		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ταπετσαρία	2.046	480	36.4	$\lambda_{41} =$	1	$\kappa_{41} =$	1	0.98208	17.472		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Τσιμεντοκονία	0.221	2100	1.33	$\lambda_{42} =$	1	$\kappa_{42} =$	1	0.4641	2.793		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ξύλινη Επένδυση Εσωτερικού Χώρου	0.59	650	7.4	$\lambda_{43} =$	1	$\kappa_{43} =$	1	0.3835	4.81		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Laminate	0.65	700	9.5	$\lambda_{44} =$	1	$\kappa_{44} =$	1	0.455	6.65		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Βιομηχανικό Δάπεδο	2.427	1200	65.64	$\lambda_{45} =$	1	$\kappa_{45} =$	1	2.9124	78.768		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Μοκέτα	9.8	3.29	187	$\lambda_{46} =$	1	$\kappa_{46} =$	1	0.32242	6.1523	$/ m^2$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ξύλινο Κούφωμα	0.72	650	10	$\lambda_{47} =$	1	$\kappa_{47} =$	1	0.468	6.5		0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00
Αλουμίνιο	9.16	2700	155	$\lambda_{48} =$	1	$\kappa_{48} =$	1	24.732	418.5		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PVC	3.1	1380	77.2	$\lambda_{49} =$	1	$\kappa_{49} =$	1	4.278	106.536		0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00
Ασφαλτική Μεμβράνη	0.066	1700	2.86	$\lambda_{50} =$	1	$\kappa_{50} =$	1	0.1122	4.862		2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Κεραμίδια	0.7	2000	10	$\lambda_{51} =$	1	$\kappa_{51} =$	1	1.4	20		3.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.55	0.00
Φύλλα Χαλκού	2.71	8600	42	$\lambda_{52} =$	1	$\kappa_{52} =$	1	23.306	361.2		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ψηφιδωτό	0.91	140	15	$\lambda_{53} =$	1	$\kappa_{53} =$	1	0.1274	2.1		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Βότσαλα	0.035	1800	0.55	$\lambda_{54} =$	1	$\kappa_{54} =$	1	0.063	0.99		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Φυτεμένο Χώμα	0.024	1460	0.45	$\lambda_{55} =$	1	$\kappa_{55} =$	1	0.03504	0.657		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ανθυγρη Γυψοσανίδα	0.39	800	6.75	$\lambda_{56} =$	1	$\kappa_{56} =$	1	0.312	5.4		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ελαφρομπετόν (Betocel)	0.076	620	0.55	$\lambda_{57} =$	1	$\kappa_{57} =$	1	0.04712	0.341		16.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.16	0.00	0.00
Γύψος	0.13	1200	1.8	$\lambda_{58} =$	1	$\kappa_{58} =$	1	0.156	2.16		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ελαφροβαρείς Τσιμεντόλιθοι	0.83	520	4.51	$\lambda_{59} =$	1	$\kappa_{59} =$	1	0.4316	2.3452		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Corian	8.21	2420	138.9	$\lambda_{60} =$	1	$\kappa_{60} =$	1	19.8682	336.138		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Μεταλλικός Σκελετός (στήριξης)	2.03	7870	25	$\lambda_{61} =$	1	$\kappa_{61} =$	1	15.9761	196.75		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ξύλινη Θύρα	0.72	650	10	$\lambda_{62} =$	1	$\kappa_{62} =$	1	0.468	6.5		0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
Μεταλλική Θύρα	1.54	7800	22.6	$\lambda_{63} =$	1	$\kappa_{63} =$	1	12.012	176.28		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Γυάλινη Θύρα	1.35	2500	23.5	$\lambda_{64} =$	1	$\kappa_{64} =$	1	3.375	58.75		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Γυαλί Επισκληρυμένο	1.35	2500	23.5	$\lambda_{65} =$	1	$\kappa_{65} =$	1	3.375	58.75		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λαμαρίνα	1.38	0	18.8	$\lambda_{66} =$	1	$\kappa_{66} =$	1	0	0		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Πάνελ Πολυουρεθάνης	4.26	30	101.5	$\lambda_{67} =$	1	$\kappa_{67} =$	1	0.1278	3.045		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Μεταλλική Κατασκευή	1.46	0	20.1	$\lambda_{68} =$	1	$\kappa_{68} =$	1	0	0		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Κόντρα πλακέ θαλάσσης	0.45	540	15	$\lambda_{69} =$	1	$\kappa_{69} =$	1	0.243	8.1		8.44	0.00	0.00	0.00	5.19	0.00	3.25	0.00	0.00	0.00
Πλάκες ξυλόμαλλου (Heraclith)	0.98	140	20	$\lambda_{70} =$	1	$\kappa_{70} =$	1	0.1372	2.8		5.81	0.00	0.00	0.00	5.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ξύλινος τάκος	0.31	650	10	$\lambda_{71} =$	1	$\kappa_{71} =$	1	0.2015	6.5		0.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.00	0.00
Οδηγός ελάτης	0.72	650	12	$\lambda_{72} =$	1	$\kappa_{72} =$	1	0.468	7.8		1.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.62	0.00	0.00
Ορυκτοβάμβακας	1.28	50	16.6	$\lambda_{73} =$	1	$\kappa_{73} =$	1	0.064	0.83		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Καναδική θωράκιση OSB	0.45	550	15	$\lambda_{74} =$	1	$\kappa_{74} =$	1	0.2475	8.25		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Υαλόπλεγμα (fiberglass)	1.54	300	28	$\lambda_{75} =$	1	$\kappa_{75} =$	1	0.462	8.4		0.23	0.00	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Κονίαμα (1:3 τσιμέντο: πρόσμιξη άμμου)	0.221	1900	1.33	$\lambda_{76} =$	1	$\kappa_{76} =$	1	0.4199	2.527		0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00
Στεγανωτική μεμβράνη	4.45	0	142.73	$\lambda_{77} =$	1	$\kappa_{77} =$	1	0	0		0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.71	0.00
Κονίαμα (1:4 τσιμέντο: πρόσμιξη άμμου)	0.182	0	0	$\lambda_{78} =$	1	$\kappa_{78} =$	1	0	0		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Κονίαμα (1:5 τσιμέντο: πρόσμιξη άμμου)	0.156	0	0	$\lambda_{79} =$	1	$\kappa_{79} =$	1	0	0		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Κονίαμα (1:6 τσιμέντο: πρόσμιξη άμμου)	0.136	0	0	$\lambda_{80} =$	1	$\kappa_{80} =$	1	0	0		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Κονίαμα (1:½:4½ τσιμέντο: ασβέστης: πρόσμιξη άμμου)	0.213	0	0	$\lambda_{81} =$	1	$\kappa_{81} =$	1	0	0		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Κονίαμα (1:1:6 τσιμέντο: ασβέστης: πρόσμιξη άμμου)	0.174	0	0	$\lambda_{82} =$	1	$\kappa_{82} =$	1	0	0		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Κονίαμα (1:2:9 τσιμέντο: ασβέστης: πρόσμιξη άμμου)	0.155	0	0	$\lambda_{83} =$	1	$\kappa_{83} =$	1	0	0		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνθετη ξυλεία	0.45	550	15	$\lambda_{84} =$	1	$\kappa_{84} =$	1	0.2475	8.25		2.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.09	0.00	0.00	0.00
											208.36									

Μέσο Μεταφοράς	Kg CO2 / (tnKm)
Μέσο Μεταφοράς	
Αερομεταφορά (Longhaul)	0.77
Αερομεταφορά (Shorthaul)	1.5
Αερομεταφορά (Domestic)	2.49
Φορτηγό	0.14993
Τρένο	0.03634
Θαλάσσια Μεταφορά (Φορτηγό σε επιβατικό πλοίο)	0.46016
Θαλάσσια Μεταφορά (Δεξαμενόπλοιο)	0.01067
Θαλάσσια Μεταφορά (Εμπορευματοκιβώτια)	0.019
Θαλάσσια Μεταφορά (Bulk Carrier)	0.00418