



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ  
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ

## **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Η ΔΟΜΙΚΗ ΕΥΛΕΙΑ ΩΣ ΜΕΣΟ ΔΕΙΦΟΡΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**



Μελέτη

**Βαζαίου Σοφία**

**Καρίτσα Κερασούλα**

**Μούσιου Σταυρούλα**

Επίβλεψη

**Μελάς Κωνσταντίνος**

Πειραιάς 2011



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ**  
**ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ**

**Η ΔΟΜΙΚΗ ΕΥΛΕΙΑ ΩΣ ΜΕΣΟ ΔΕΙΦΟΡΟΥ  
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**

## Πρόλογος

Πάγιος στόχος του μηχανικού ανέκαθεν αποτελούσε η κατασκευή δομικών έργων ανταγωνιστικών σε οικονομικό επίπεδο. Τόσο σε ιδιωτικό όσο και σε δημόσιο επίπεδο η δυνατότητα παροχής οικονομικά προσιτών στεγαστικών λύσεων αποτελούσε σημαντικό προνόμιο για έναν μελετητή.

Στον ελληνικό χώρο, η έντονη αστικοποίηση που καταγράφηκε στις περασμένες δεκαετίες, δημιούργησε αστικά σύνολα με σαφή επιτεταμένα όρια. Το φαινόμενο αυτό συνοδεύτηκε από οικιστικές ανάγκες οι οποίες αδυνατούν να καλυφτούν μέσω της συμβατικής κατασκευής (πολυκατοικίες από οπλισμένο σκυρόδεμα).

Το ζήτημα που θέτει η παρούσα εργασία είναι αν η εναλλακτική κατασκευή (σιδηρές, ξύλινες κατασκευές) δύναται να ανταποκριθεί στο αίτημα για ταχεία ποιοτική και οικονομικά ανταγωνιστική δόμηση.

## Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη Μελέτης .....	8
1. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ	
Εισαγωγή .....	10
1.1 Παγκόσμια Αποθέματα Δομικών Υλικών.....	10
1.1.1 Τσιμέντο .....	13
1.1.2 Χάλυβας .....	15
1.1.3 Δομική Ξυλεία .....	16
1.2 Παγκόσμιες Ανάγκες σε Δομικά Υλικά .....	18
1.2.1 Ξυλεία.....	18
1.2.2 Τσιμέντο .....	19
1.2.3 Χάλυβας .....	19
1.3 Ρυθμοί Ανάπτυξης.....	20
1.4 Εξάντληση Φυσικών Πόρων .....	20
1.4.1 Ξυλεία.....	20
1.5 Στάδια Παραγωγής Δομικών Υλικών .....	22
1.5.1 Πριστή Ξυλεία .....	23
1.5.2 Χάλυβας .....	25
1.5.3 Τσιμέντο .....	29
1.6 Χρήση Βιώσιμων Ανακυκλούμενων Υλικών.....	31
1.6.1 Κεραμικά Υλικά.....	34
1.6.2 Σκυρόδεμα .....	34
1.6.3 Γύψος.....	34
1.6.4 Μόνωση με Μεταλλικές Ίνες .....	35
1.6.5 Γυαλί .....	35
1.6.6 Ξύλο .....	36
1.6.7 Μέταλλο .....	36

1.6.8	Πλαστικό .....	36
1.7	Επιπτώσεις στο Περιβάλλον.....	38
1.7.1	Κατανάλωση Ενέργειας κατά τα Διαφορετικά Στάδια Παραγωγής Δομικών Υλικών .....	39
1.7.2	Εκπομπές CO <sub>2</sub> .....	41
1.7.1	Απόβλητα Εκσκαφών.....	43
1.7.2	Απόβλητα Κατασκευών .....	43
1.7.3	Απόβλητα Κατεδαφίσεων.....	44
1.8	Διαδικασία Ανακύκλωσης Υλικών .....	47
1.8.1	Σκυρόδεμα .....	47
1.8.2	Χάλυβας .....	50
1.8.3	Ξυλεία.....	52
1.8.4	Βιωσιμότητα .....	53
2.	<b>ΑΡΧΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ &amp; ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ</b>	
	Εισαγωγή .....	55
2.1	Το Πρωτόκολλο του Κιότο.....	57
2.2	Comitee International du Batiment .....	58
2.3	Ατζέντα 21 για την Βιώσιμη Ανάπτυξη .....	59
2.4	Βιώσιμη Κατασκευή .....	59
2.5	Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης .....	60
2.6	Νομοθετικό Πλαίσιο .....	63
2.7	Μέθοδοι Περιβαλλοντικής Αξιολόγησης.....	65
2.7.1	Μέθοδος Περιβαλλοντικής Προτίμησης.....	66
2.7.2	Σύστημα αξιολόγησης δομικών υλικών.....	67
2.7.3	Οικολογική Αειφορία Δομικών Υλικών .....	67
2.7.4	Περιβαλλοντικός Έλεγχος Δομικών Υλικών .....	68
2.7.5	Μέθοδος Ανάλυσης Εμπεριεχόμενης Ενέργειας.....	69

2.8	Υγιεινά Υλικά .....	69
2.9	Αειφόρος Αστικός Σχεδιασμός.....	70
2.10	Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων .....	70
3.	ΕΥΡΟΚΩΔΙΚΑΣ 5 – ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΞΥΛΙΝΩΝ ΦΟΡΕΩΝ .....	73
3.1	Πεδίο Εφαρμογής .....	73
3.2	Βασικά Σημεία.....	76
4.	ΠΡΟΤΑΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	
	Εισαγωγή .....	80
4.1	Λειτουργία – Χρήση.....	81
4.1.1	Κάτοψη Α Διαμερίσματος.....	82
4.1.2	Κάτοψη Β Διαμερίσματος .....	83
4.2	Σχεδιασμός Φέροντα Οργανισμού .....	85
4.3.1	Λύση Οπλισμένου Σκυροδέματος.....	85
4.3.2	Λύση Μεταλλικής Κατασκευής.....	87
4.3.3	Λύση Ξύλινης Κατασκευής.....	91
4.4	Επιλογή Φέροντα Οργανισμού .....	94
	Ορθοστάτες και Υποστυλώματα .....	95
4.4.1	Πλαίσια Σκελετού .....	98
4.4.2	Δέσιμο του Σκελετού.....	99
	Συμπεράσματα .....	99
i.	Σύγκριση των Τριών Δομικών Υλικών .....	100
ii.	Σχετικά με την Αειφόρο Ανάπτυξη .....	100
iii.	Σχετικά με τα Παγκόσμια Αποθέματα .....	101
iv.	Σχετικά με την Πιστοποίηση των Υλικών και των Εργασιών.....	102
v.	Σχετικά με τις Ξύλινες Κατασκευές .....	102
	Βιβλιογραφία .....	103

## Περίληψη Μελέτης

Σύμφωνα με τα όσα επιτάσσει η σύγχρονη εποχή ο ρόλος του μηχανικού αναβαθμίζεται, πλέον πέραν της πρωταρχικής του ουσίας που είναι η μελέτη και κατασκευή δομικών έργων οφείλει να λαμβάνει υπόψη παραμέτρους όπως βιωσιμότητα της κοινωνίας, ενεργειακή εξοικονόμηση, και περιβαλλοντική πολιτική.

Στη μελέτη *Η ΔΟΜΙΚΗ ΞΥΛΕΙΑ ΩΣ ΜΕΣΟ ΑΕΙΦΟΡΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ* παρουσιάζονται τα σημερινά δεδομένα στο τομέα των πρώτων υλών δόμησης, και τα προβλήματα που έχουν προκύψει από την μη βιώσιμη πολιτική των τόσων χρόνων. Καθώς αναπτύσσεται η εργασία μέσα από την παρουσίαση της ισχύουσας νομοθεσίας και καταγραφής σύγχρονων μεθόδων ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης των υλικών ο αναγνώστης αντιλαμβάνεται ότι σε παγκόσμια κλίμακα έχουν ήδη γίνει οι πρώτες ενέργειες για την υιοθέτηση μιας πιο πράσινης νοοτροπίας.

Ο πυρήνας της εργασίας αναπτύσσεται στο τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας στο οποίο παρουσιάζονται συγκριτικά στοιχεία κατασκευής με διαφορετικά δομικά υλικά σε συγκεκριμένη κάτοψη κατοικίας.

Η μελέτη καταλήγει, κατόπιν συγκριτικής διερεύνησης, πως η δομική ξυλεία ως κύριο υλικό δόμησης και οι τεχνολογικές μέθοδοι που την ακολουθούν υπερτερούν έναντι των υπολοίπων, (χάλυβας, σκυρόδεμα).



## **Abstract**

According to what dictates the modern era, the role of engineering upgrades, longer than the primary substance of which is the design and construction works must take into account sustainability parameters such as society, energy saving and environmental policy.

The study **TIMBER AS A SUSTAINABLE DEVELOPMENT** presents current data in the field of building materials, and problems have arisen from the unsustainable policies of so many years. As the work developed through the presentation of existing legislation and registration of modern methods of recycling and reuse of materials, the reader realizes that worldwide have already made the first steps to adopt a greener attitude.

The core of the work developed in the last chapter of the work which compares manufacturing with different construction materials in a particular house plan. The study concludes, a comparative investigation, that the lumber as the main building material and technological processes that follow outweigh the others, (steel, concrete).

# 1. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

## Εισαγωγή

Η μελέτη εξετάζει το ζήτημα της διαχείρισης φυσικών πόρων από τη πλευρά του κατασκευαστικού τομέα και των δομικών υλικών. Κυρίως εστιάζει στα βασικά υλικά κατασκευής κτιρίων, το σκυρόδεμα, το χάλυβα και το ξύλο.

Τα τρία αυτά δομικά υλικά χαρακτηρίζονται από διαφορετικές ιδιότητες και ακολούθησαν διαφορετική εξελεγκτική πορεία στο τομέα των κατασκευών. Για παράδειγμα το ξύλο αποτέλεσε κύριο υλικό δόμησης στα πρώτα στάδια του ανθρώπινου πολιτισμού και παρήκμασε όταν ανακαλύφτηκε η τεχνολογία του σκυροδέματος. Το ζήτημα των παγκόσμιων αποθεμάτων τούτων των δομικών υλικών είναι πολυδιάστατο και χρήζει ξεχωριστής έρευνας για το καθένα. Θα πρέπει λοιπόν να αναλύσουμε ανεξάρτητα κάθε υλικό και τις παραμέτρους που το καθορίζουν.

### 1.1 Παγκόσμια Αποθέματα Δομικών Υλικών

Τα αποθέματα της γης διακρίνονται σε *‘ανανεώσιμα’* και *‘μη ανανεώσιμα’*. Τα ανανεώσιμα αποθέματα είναι αυτά που μπορούν να ανανεώνονται διαρκώς. Η κατασκευαστική βιομηχανία είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής ακατέργαστων πρώτων υλών μετά τη βιομηχανία τροφίμων. Μία σημαντική αρχή για τη διατήρηση των αποθεμάτων είναι :

- η μείωση της χρήσης των φυσικών πόρων, ιδιαίτερα των μη ανανεώσιμων
- η μείωση των απωλειών υλικών κατά τη διάρκεια της παραγωγής, της κατασκευής και κατά τη διάρκεια ζωής των κτιρίων
- η επανάχρηση των υλικών μετά από κατεδαφίσεις
- η ανακύκλωση των υλικών

Τα ανανεούμενα φυσικά υλικά αναπαράγονται διαρκώς με φυσικούς μηχανισμούς εφόσον δεν διαταράσσεται το οικολογικό ισοζύγιο. Για την εκμετάλλευσή τους πρέπει να οργανώνεται η καλλιέργεια τους ώστε η ταχύτητα της

συγκομιδής τους να μην υπερβαίνει την ταχύτητα βιολογικής παραγωγής τους, το οποίο σημαίνει ότι απαιτείται οργάνωση και έλεγχος της δασικής παραγωγής.

Ένα κριτήριο λοιπόν θα πρέπει να είναι η επιλογή των υλικών που έχουν καλλιεργηθεί με αυτόν τον τρόπο, ενώ πρέπει να αποφεύγεται η χρήση υλικών που λαμβάνονται σε μεγάλες ποσότητες χωρίς φροντίδα για την ανανέωσή τους. Η δυσκολία έγκειται στο πως βεβαιώνεται ο τρόπος παραγωγής τους π.χ. στην ξυλεία υπάρχουν διάφορα συστήματα σήμανσής τους, τα οποία είναι δύσκολο να ελεγχθούν. Τα προβλήματα με την εκμετάλλευση των τροπικών δασών είναι γνωστά και γίνεται αρκετή συζήτηση για διαφορετικούς τρόπους διαχείρισης, επιβολή φόρων, κ.α. Επίσης, το πρόβλημα της όξινης βροχής είναι ιδιαίτερα καταστροφικό στα δάση, καθώς στη Ευρώπη, υπολογίστηκε ότι το 1990, περισσότερα από 30% των υφιστάμενων δασικών εκτάσεων υπέστη σημαντικές ζημιές. (1)

Επίσης, η ανάπτυξη της τεχνολογίας προωθεί την εκμετάλλευση φυσικών πόρων σε μεγάλη κλίμακα, με αποτέλεσμα μικρότερα αποθέματα να μένουν ανεκμετάλλευτα. Η βιομηχανία ξύλου έχει καταστήσει την εκμετάλλευση ξυλείας μικρών δύσβατων δασικών εκτάσεων σχεδόν ανεκμετάλλευτη καθώς προτιμά την εκμετάλλευση περιοχών με εύκολη πρόσβαση μηχανημάτων.



**Εικόνα 1** Κινητή μονάδα ανακύκλωσης σκυροδέματος

Τα φυσικά μη ανανεώσιμα υλικά πρέπει να χρησιμοποιούνται με μέτρο ώστε να συνεχίσουν να υφίστανται. Οι ποσότητες των φυσικών πόρων που υπάρχουν στη γη, παρόλο που για την ανθρώπινη κλίμακα φαίνονται μεγάλες ώστε να θεωρούνται ανεξάντλητες, είναι σαφώς περιορισμένες. Επιπλέον, ο παράγοντας που περιορίζει καθοριστικά τη δυνατότητα εκμετάλλευσης του συνόλου των φυσικών πόρων είναι το γεγονός ότι όλα τα κοιτάσματά τους δεν είναι προσιτά, αλλά μόνο μικρές ποσότητες

τους, και μάλιστα αυτά που βρίσκονται στην ανώτερη ζώνη του γήινου φλοιού. Τα τμήματα αυτά ονομάζονται αποθέματα των φυσικών πόρων, τα οποία είναι περιορισμένες και εξαντλήσιμες ποσότητες του συνόλου των φυσικών πόρων.

Η αύξηση των αποθεμάτων είναι δυνατή :

- όταν γεωλογικά φαινόμενα μεγάλης κλίμακας π.χ. σεισμοί, φέρνουν στην επιφάνεια του φλοιού νέες ποσότητες φυσικών πόρων από μεγαλύτερα βάθη. Αυτός είναι ένας αστάθμητος παράγοντας, τόσο ως προς την πρόβλεψη των αποτελεσμάτων του αλλά και ως προς τις συνέπειες.
- με τον εντοπισμό σε προσιτές περιοχές, νέων, μεγάλων αποθεμάτων που δεν ήταν γνωστά, αν και οι πιθανότητες είναι μικρές, καθώς οι έρευνες έχουν προχωρήσει με την πρόοδο της τεχνολογίας των γεωλογικών ερευνών.
- με την εξέλιξη της εξορυκτικής τεχνολογίας μπορεί να γίνει καλύτερη εκμετάλλευση των κοιτασμάτων.

Συνεπώς, ο χρόνος ζωής των αποθεμάτων πρέπει να εκτιμηθεί κυρίως με κριτήριο το ρυθμό της τρέχουσας κατανάλωσής τους, καθώς η επιμήκυνση του χρόνου ζωής τους εξαρτάται κυρίως από το βαθμό ορθολογικής διαχείρισης και εξοικονόμησης των ποσοτήτων τους που χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο.

Η ορθολογική διαχείριση και η εξοικονόμηση των αποθεμάτων των φυσικών πόρων που προέρχονται από τη γη, επιβάλλει τη λήψη μέτρων που πρέπει να βασίζεται στις ακόλουθες αρχές :

- περιορισμός της χρήσης τους μόνο στους τομείς όπου είναι αναντικατάστατοι,
- αντικατάστασή τους όπου είναι δυνατόν από ανανεώσιμους φυσικούς πόρους,
- πλήρης αξιοποίηση των ιδιοτήτων τους, των ποσοτήτων τους (αξιοποίηση υπολειμμάτων κατεργασίας), επιμήκυνση του χρόνου χρήσής τους, ανακύκλωση και επανάχρηση.

### 1.1.1 Τσιμέντο

Όσον αφορά τα αποθέματα των πετρωμάτων (πρώτη ύλη για την κατασκευή σκυροδέματος) δεν υπάρχει οξύ πρόβλημα εξάντλησης, παρόλο ότι για ορισμένα από αυτά παρατηρείται αξιοσημείωτη μείωση π.χ. για τα ασβεστολιθικά πετρώματα που αποτελούν το 80% της μάζας του σκυροδέματος. Υλικά που υπάρχουν σε αφθονία στην κλίμακα του τοπικού περιβάλλοντος μπορούν να χρησιμοποιηθούν υπό τον όρο ότι η εξόρυξή τους δεν προκαλεί αισθητική υποβάθμιση. Οι εξορύξεις άμμου και η παραγωγή σκύρων για την οικοδομική δραστηριότητα το 1950 πλησίαζαν τα 17 εκατ. τόνους στη Γαλλία, και το 2000 ξεπέρασαν τα 400 εκατ. τόνους, προκαλώντας σημαντική αισθητική υποβάθμιση. (2)

Σε περιπτώσεις οργανωμένης εκμετάλλευσης, η αποκατάσταση του τοπίου θα πρέπει να είναι συνεχής και να μη γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να αλλοιώνει το τοπικό οικοσύστημα της αποκαταστημένης περιοχής. Η υπερβολική εκμετάλλευση οδηγεί συνήθως σε μεγάλη περιβαλλοντική υποβάθμιση και αλλαγή του τοπίου. Μονάδες παραγωγής δομικών υλικών που παράγουν όχι μόνο για τοπική χρήση αλλά και για εξαγωγές, δημιουργούν προβλήματα περιβαλλοντικής υποβάθμισης. Η οργανωμένη εκμετάλλευση των πόρων πρέπει να συνοδεύεται από μελέτες για την εκτίμηση των επιπτώσεων στο άμεσο περιβάλλον, όπως πτώση στάθμης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα, καταστροφή ευαίσθητων τοπικών οικοσυστημάτων, κλπ.



**Εικόνα 2** Παλαιά λατομεία Σταμέλου στη περιοχή Μεγάρων

Οι λατομικές εκμεταλλεύσεις πρόκειται για δραστηριότητες, που προκαλούν έντονες αλλαγές στο τοπίο και στο περιβάλλον των πλούσιων σε ορυκτά και μεταλλεύματα περιοχών. Οι αλλαγές αυτές προέρχονται κυρίως από το γεγονός, ότι η εκμετάλλευση γινόταν ως τώρα χωρίς σχεδιασμό και επίβλεψη εκ μέρους της πολιτείας, έτσι ώστε η προστασία του τοπίου να αφήνεται κυριολεκτικά «στην καλή διάθεση» του εκάστοτε επιχειρηματία. Τα προβλήματα εντείνονται τα τελευταία χρόνια, καθώς η βελτίωση των εργαλείων, μέσων και τεχνικών, αύξησε σημαντικά τις δυνατότητες του ανθρώπου για επέμβαση στο περιβάλλον, με αποτέλεσμα σε πολλές περιπτώσεις, τη θεαματική σε ένταση, έκταση και ρυθμό μεταβολή και συχνά καταστροφή του φυσικού τοπίου.

Τα λατομεία αφήνουν πίσω τους ορεινούς όγκους σηματοδομένους με τεράστιες λευκές λακκούβες. Συνήθως, οι λάκκοι είναι πολλοί και μοιάζουν με κακόμορφες, πυορροούσες πληγές που στέκουν χλευάζοντας την ευημερία των ανθρώπων. Με τα υλικά τα οποία τα βουνά κρύβουν στα σπλάχνα τους έχουν οικοδομήσει τον πολιτισμό μας. (2)



**Εικόνα 3** Η μορφολογία της περιοχής έχει επηρεαστεί σημαντικά. Λατομεία Σταμέλου.

### 1.1.2 Χάλυβας

Ο χάλυβας είναι το πιο διαδεδομένο κατασκευαστικό υλικό μετά το σκυρόδεμα και το ξύλο. Ο χάλυβας είναι κράμα σιδήρου-άνθρακα που περιέχει λιγότερο από 2,06% κ.β. άνθρακα, λιγότερο από 1,0% μαγγάνιο και πολύ μικρά ποσοστά πυριτίου, φωσφόρου, θείου και οξυγόνου.

Ο χάλυβας κατασκευάστηκε για πρώτη φορά στην Μ. Βρετανία, περίπου το 1850 από τον εφευρέτη Henry Bessemer στο Sheffield, με κόστος 30\$/τόνο. (το κόστος αυτό τώρα είναι 20πλάσιο περίπου). Η παραγωγή του γίνεται με 2 τρόπους: Από πρώτη ύλη, δηλαδή σιδηρομετάλλευμα, ασβεστόλιθο και κοκ, σε υψικάμινο. Με τη μέθοδο αυτή παράγεται σήμερα το 60% της συνολικής ποσότητας χάλυβα. Με τη χρήση σκραπ (παλαιοσίδηρου) μέσω ηλεκτρικής καμίνου. Η μέθοδος αυτή είναι πολύ πιο σύγχρονη, εύκολη και αποδοτική.

Το 2003 η παγκόσμια παραγωγή χάλυβα άγγιξε τα 960 εκατομμύρια τόνους, εκ των οποίων τα 220 εκατομμύρια προήλθαν από την Κίνα. Η χώρα αυτή επίσης, είναι και η πρώτη σε κατανάλωση χάλυβα στον κόσμο. Από άποψη εξαγωγών, η Ιαπωνία υπήρξε η μεγαλύτερη εξαγωγός προϊόντων χάλυβα για το 2003, ενώ την πρώτη θέση στις εισαγωγές κατείχαν οι Ηνωμένες Πολιτείες.

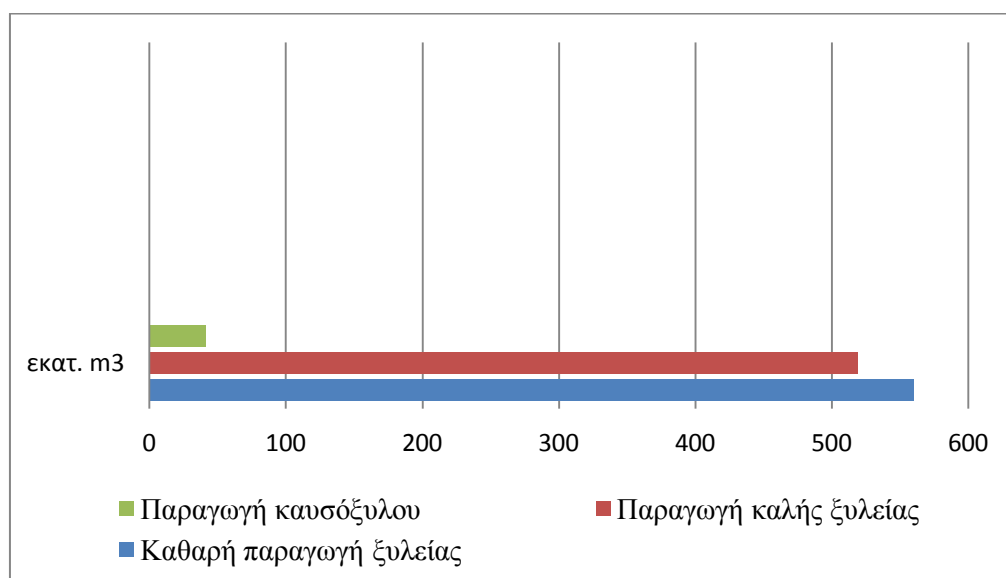
Τέλος, αξίζει να διευκρινιστεί ότι ο χάλυβας δεν αποτελεί μοναδικό προϊόν. Σε παγκόσμια κλίμακα υπάρχουν αυτή τη στιγμή πάνω από 3.500 διαφορετικά υποπροϊόντα και κατηγορίες χάλυβα, με διαφορετικές φυσικές, χημικές και μηχανικές ιδιότητες, το 75% των οποίων έχει αναπτυχθεί μέσα στα τελευταία 20 χρόνια. (3)

Όσον αφορά τα αποθέματα μεταλλευμάτων, το πρόβλημα είναι οξύ. Για τουλάχιστον 18 από τα 80 μέταλλα υπάρχει ένα μάλλον σημαντικό πρόβλημα αποθεμάτων ακόμη και αν ληφθούν υπόψη οι δυνατότητες ανακύκλωσής τους. Ορισμένα από αυτά πρέπει να χαρακτηριστούν ως προστατευμένοι πόροι, επειδή ενώ παίζουν καίριο και αναντικατάστατο ρόλο σε σημαντικούς βιομηχανικούς τομείς, τα αποθέματά τους εξαντλούνται με ταχύτατους ρυθμούς. (1)

### 1.1.3 Δομική Ξυλεία

**Ευρώπη.** Οι δασικοί πόροι της Ευρώπης (όγκος κορμών σε m<sup>3</sup>) αυξήθηκαν κατά 30 % περίπου με την ένταξη των δέκα νέων κρατών μελών το 2004. Η συνολική έκταση των δασών της ΕΕ είναι σήμερα περίπου 140 εκατ. εκτάρια και των υποψήφιων χωρών περίπου 22 εκατ. εκτάρια. Η έκταση των εμπορικά εκμεταλλεύσιμων δασών (δάση διαθέσιμα για την παραγωγή ξυλείας — δάση στα οποία οι νομοθετικοί, οικονομικοί και περιβαλλοντικοί περιορισμοί δεν επηρεάζουν σημαντικά την παραγωγή ξυλείας) των κρατών μελών της ΕΕ είναι 117 εκατ. εκτάρια και των υποψήφιων χωρών 19 εκατ. εκτάρια. **Η καθαρή παραγωγή της ξυλείας<sup>1</sup> είναι στην Ευρωπαϊκή Ένωση 560 εκατ. m<sup>3</sup> εκ των οποίων 41 εκατ. m<sup>3</sup> ήταν παραδοσιακή υλοτομία για την παραγωγή καυσόξυλου.**

**Πίνακας 1** Συγκριτικό διάγραμμα παραγωγής διαφόρων ποιοτήτων ξυλείας



**Αμερική** Η αμερικανική βιομηχανία σκληρής ξυλείας διαθέτει πλούσια εμπειρία στην επεξεργασία ντόπιας σκληρής ξυλείας της Βόρειας Αμερικής. Η πηγή της αμερικανικής σκληρής ξυλείας εντοπίζεται κυρίως στα ανατολικά από το Μαϊν στο Βορρά έως τον Κόλπο του Μεξικού στο Νότο και στα δυτικά κατά μήκος της κοιλάδας του Μισισσιπή. Στις Η.Π.Α. υπάρχουν περισσότερα είδη σκληρής ξυλείας εύκρατου κλίματος από ότι σε οποιοδήποτε άλλο μέρος του κόσμου. (5)

<sup>1</sup> μικτή παραγωγή με μικρότερη απώλεια φυσικών πόρων



Πολύ λίγες χώρες μπορούν να καυχηθούν ότι έχουν την επιτυχία που έχει η Αμερική στην αειφόρο ανάπτυξη των δασών της από σκληρή ξυλεία. Λόγω της εντατικής εφαρμογής των Πρακτικών Βέλτιστης Διαχείρισης (*Best Management Practices, BMP*), τα δάση σκληρής ξυλείας της Αμερικής αποτελούν μια ζωντανή, υγιή βάση ξυλείας, καθώς επίσης και υποστηρίζουν ένα μεγάλο και ποικίλο πληθυσμό άγριας ζωής, καθαρών ποταμών και ρυακιών και φιλοξενούν διάφορες δράσεις αναμνηχής. Τα τελευταία 80 χρόνια βελτιωμένης δασικής διαχείρισης, οι πολιτειακοί και ομοσπονδιακοί κανονισμοί μαζί με τη μεγαλύτερη κατανόηση της επιστήμης της δασοκομίας και την επιθυμία της κοινωνίας για την προφύλαξη και διατήρηση των δασών είχαν ως αποτέλεσμα μια δραματική ανάκαμψη και ανανέωση των πόρων αμερικανικής σκληρής ξυλείας.

**Πίνακας 2** Αποθέματα ξυλείας σε παγκόσμια κλίμακα

<b>Ήπειρος</b>	Αποθέματα Ξυλείας δισεκατομμύρια m <sup>3</sup>
<b>Ευρώπη</b>	0,56
<b>Αμερική</b>	11,35
<b>Ασία</b>	5,12
<b>Αφρική</b>	0,45

Η βιομηχανία πρίσης και επεξεργασίας σκληρής ξυλείας, η οποία εξαρτάται από αυτή την πηγή, αποτελεί το μεγαλύτερο παραγωγό πριστής σκληρής ξυλείας παγκοσμίως. Κατά τα τελευταία χρόνια στις Ηνωμένες Πολιτείες σημειώθηκε σημαντική αύξηση στις εξαγωγές σκληρής ξυλείας και μέσω της προσεκτικής διαχείρισης των δασών της κάθε χρόνο η σκληρή ξυλεία που αναπτύσσεται είναι περισσότερη από αυτή που συλλέγεται διασφαλίζοντας αξιόπιστες και μακράς διάρκειας προμήθειες. Καθώς ο κόσμος είναι αντιμέτωπος με περιβαλλοντικές αλλαγές, με την αειφόρο ανάπτυξη να αποτελεί τη λέξη κλειδί για τα φυσικά υλικά, τα καλά νέα είναι ότι ο καθαρός όγκος του στοκ αναπτυσσόμενης σκληρής ξυλείας στις Ηνωμένες Πολιτείες αυξήθηκε από 184.090 εκατομμύρια κυβικά πόδια το 1953 σε μόλις κάτω από τα 400.000 εκατομμύρια κυβικά πόδια (11,35 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα) το 2007.

## 1.2 Παγκόσμιες Ανάγκες σε Δομικά Υλικά

Ο κύκλος της οικοδομικής δραστηριότητας, ο οποίος συνδέεται με περιβαλλοντικά προβλήματα είναι, η:

- παραγωγή οικοδομικών υλικών
- κατασκευή του κτιρίου
- χρήση του κτιρίου
- κατεδάφιση του κτιρίου

το πρώτο στάδιο αυτής της δραστηριότητας είναι λοιπόν, η παραγωγή οικοδομικών υλικών. Ενδιαφέρων παρουσιάζει η διερεύνηση των αποθεμάτων των δομικών υλικών και ποιες οι ενέργειες που έχουν ληφθεί για την αειφόρο ανάπτυξη του κλάδου. (1)

### 1.2.1 Ξυλεία

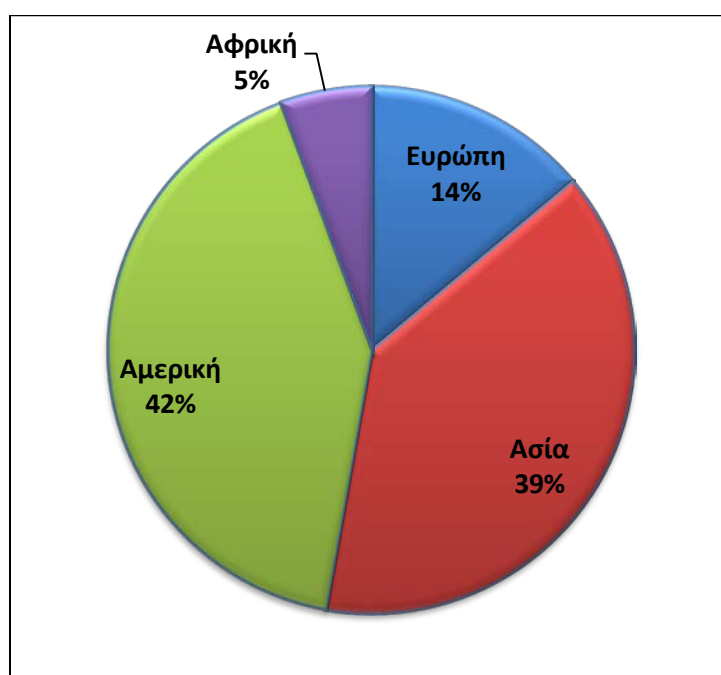
Η καθαρή παραγωγή της ξυλείας στην Ευρωπαϊκή Ένωση είναι 560 εκατ. m<sup>3</sup> εκ των οποίων 41 εκατ.m<sup>3</sup> ήταν παραδοσιακή υλοτομία για την παραγωγή καυσόξυλου.

**Πίνακας 3** Ποσότητες παγκόσμιας παραγωγής δομικών υλικών

Υλικό	Παραγωγή (δισεκατομμύρια τόνοι)	Παραγωγή (δισεκατομμύρια κυβικά)
Χάλυβας	0,3	0,97
Τσιμέντο	1,9	5,7
Ξυλεία	0,56	1,02

## 1.2.2 Τσιμέντο

Η παγκόσμια ετήσια παραγωγή τσιμέντου ανέρχεται σε 1,9 δις. τόνους, εκ των οποίων 250 εκ. τόνοι παράγονται στην Ευρώπη. Αυτοί χρησιμοποιούνται για την παραγωγή 750 εκ. m<sup>3</sup> σκυροδέματος. Η Ευρώπη κατέχει ηγετικό ρόλο στον τομέα των προϊόντων τσιμέντου. Ενώ στην ΕΕ αντιστοιχεί το 12% των 1,9 δις. τόνων του παραγόμενου τσιμέντου παγκοσμίως, οι Ευρωπαϊκές εταιρείες ελέγχουν περίπου το 1/3 της παγκόσμιας παραγωγής. Τέσσερις στους πέντε από τους ηγετικούς παραγωγούς τσιμέντου παγκοσμίως έχουν τη βάση τους στην Ευρώπη. (4)



Εικόνα 4 Παγκόσμιες ανάγκες σε σκυρόδεμα

## 1.2.3 Χάλυβας

Η Ευρωπαϊκή βιομηχανία χάλυβα παράγει περίπου 160 εκ. τόνους ακατέργαστου χάλυβα, δηλαδή περίπου 16% της παγκόσμιας παραγωγής χάλυβα. Η συνολική κατανάλωση χάλυβα στην κατασκευή παγκοσμίως εκτιμάται στα 300 εκ. τόνους ετησίως. (5)

### **1.3 Ρυθμοί Ανάπτυξης**

Μόνο, στις ΗΠΑ, τον μεγαλύτερο παραγωγό σκληρής ξυλείας στον κόσμο, η αναφύτευση έχει τον ρυθμό των 6.000.000 νέων δέντρων την ημέρα. Και έτσι σήμερα υπάρχει στη χώρα αυτή 70% περισσότερο δάσος σκληρής ξυλείας, απ' ό τι πριν από 40 χρόνια. Στη Σουηδία και στην Φινλανδία, τις μεγαλύτερες παραγωγές ξυλείας στην Δυτική Ευρώπη, η ανάπτυξη των δασών έχει ρυθμό 10% μεγαλύτερο του ρυθμού υλοτόμησης, με κύκλο ζωής του εμπορικού ξύλου τα 70 - 120 χρόνια.

### **1.4 Εξάντληση Φυσικών Πόρων**

Οι φυσικοί πόροι της Γης δεν είναι απεριόριστοι και ανεξάντλητοι. Το κυρίαρχο σήμερα «δυτικό» μοντέλο ανάπτυξης βασίζεται στην αλόγιστη κατασπατάληση των μη ανανεώσιμων πόρων και στο κυνήγι του κέρδους με κάθε τίμημα (περιβαλλοντικό ή κοινωνικό). Οι καταστροφικές συνέπειες αυτού του μοντέλου γίνονται πλέον αισθητές σε ολόκληρο τον κόσμο: μόλυνση των υδάτων και του αέρα, υποβάθμιση των οικοσυστημάτων, περιορισμός της βιοποικιλότητας, καταστροφή των δασών, ερημοποίηση των εδαφών, μείωση των καλλιεργήσιμων εκτάσεων, έλλειψη τροφίμων και πόσιμου νερού, μείωση των αποθεμάτων πετρελαίου και φυσικού αερίου.

#### **1.4.1 Ξυλεία**

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας, μόνον το 19% της ελληνικής γης των 132 εκ. στρεμμάτων, δηλαδή περί τα 25 εκ. στρέμματα, καλύπτονται από δάση. Από αυτά, το 65% ανήκουν στο Ελληνικό Δημόσιο ενώ το υπόλοιπο 35% είναι μη δημόσια δάση, μοναστηριακά και λοιπά. Από τα 25 εκ. στρέμματα ελληνικού δάσους, παραγωγικά -με την έννοια της βιώσιμης εκμετάλλευσης- είναι μόνον τα 10 εκ. στρέμματα. Η υγιεινή και ποιοτική κατάσταση των δασών μας χαρακτηρίζεται ως μη ικανοποιητική, λόγω της κακοποίησής τους από τις πυρκαγιές και την ανεξέλεγκτη βοσκή, καθώς και λόγω της μικρής μόνο κλίμακας στην οποία διενεργείται καλλιεργητική υλοτομία αλλά και της ανεπαρκούς αναδάσωσης. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι υπάρχει δυνατότητα για αναδάσωση

100 χιλ. στρεμμάτων ετησίως ή 2 εκ. στρεμμάτων σε 20 χρόνια, ενώ στην πραγματικότητα αναδασώνονται μόνο 40.000 στρέμματα ετησίως.

Όσον αφορά στο δάσος ως πηγή πρώτης ύλης, αναφέρθηκε συγκεκριμένα ότι βάσει των στοιχείων του υπουργείου Γεωργίας το συνολικό ξυλαπόθεμα προς εκμετάλλευση ανέρχεται σε 4 εκ. κυβικά μέτρα ετησίως ενώ η παραγωγή ξυλείας είναι μικρότερη των 2 εκ. m<sup>3</sup> (δηλαδή πέραν του ότι το δάσος είναι μικρό δεν γίνεται και σωστή εκμετάλλευσή του) εκ των οποίων τα 1,3 εκ. κ.μ πηγαίνουν για καυσόξυλα και τα 0,6 εκ. κ.μ. για τις ανάγκες της βιομηχανίας, επί συνόλου αναγκών άνω του 1,0 εκ. m<sup>3</sup> - υπολογιζομένων μόνο των αναγκών για την παραγωγή μοριοσανίδας.

Αποτέλεσμα αυτού είναι να υπάρχει αναγκαστική εισαγωγή πρώτων υλών, με άμεση αρνητική επίδραση στο κόστος μεταφορικών, ανοδική πίεση στις τιμές των εγχωρίων πρώτων υλών, και εξάρτηση της Ελληνικής παραγωγής από απρόβλεπτους παράγοντες όπως τα πρόσφατα εμπόδια από τις αρχές τις Βουλγαρίας στις εξαγωγές ξύλου προς την Ελλάδα. Ενδεικτικά, σήμερα στην παραγωγή μοριοσανίδας η πρώτη ύλη αντιπροσωπεύει το 30-35% του συνολικού κόστους παραγωγής.

#### Διάγραμμα 1 Διαχείριση ελληνικών δασών



## 1.5 Στάδια Παραγωγής Δομικών Υλικών

Η παραγωγή και κατασκευή κτιρίων μπορεί να έχει σοβαρές κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις, ειδικά τοπικές επιπτώσεις όπως θόρυβος, σκόνη, μόλυνση νερού και κυκλοφοριακή συμφόρηση. Το κόστος και κατά συνέπεια ο χρόνος παραμένει σημαντικός παράγοντας στην κατασκευή. (1)

**Πίνακας 4** Σύγκριση των κύριων δομικών υλικών

<b>Ιδιότητες</b>	<b>Δομική Ξυλεία</b>	<b>Μέταλλα</b>	<b>Σκυρόδεμα</b>
<b>Φέρων Οργανισμός</b>	Αυξημένο ποσοστό προκατασκευής στο εργοστάσιο	Προκατασκευή της μεταλλικής κατασκευής στο εργοστάσιο το οποίο είναι ελεγχόμενο περιβάλλον και δεν επηρεάζεται από τις κλιματολογικές συνθήκες ή την τοποθεσία του εργοταξίου.	Καλούπωμα επί του εργοταξίου
<b>Ποιοτικός Έλεγχος</b>	Ευρωκώδικας 5 ISO 9001 ISO 9002 ISO 104001 EMAS	Ευρωκώδικας ISO 9001 ISO 9002 ISO 104001 EMAS	Ευρωκώδικας 2 ISO 9001 ISO 9002 ISO 104001 EMAS
<b>Ασφάλεια και Υγιεινή</b>	OHSAS 18001	OHSAS 18001	OHSAS 18001

### 1.5.1 Πριστή Ξυλεία

Υπάρχουν περίπου 2.000 είδη δένδρων που παράγουν ξύλο και πάνω από 2.500 προϊόντα ξύλου που παράγονται από αυτό με μηχανική και χημική κατεργασία. Η σωστή εφαρμογή των προϊόντων ξύλου δεν είναι απλή υπόθεση, γιατί το ξύλο ως προϊόν βιολογικών διεργασιών είναι ευαίσθητο υλικό, δύσκολο, ανισότροπο, υγροσκοπικό, με πολύπλοκη εσωτερική δομή.

Η διαδικασία παραγωγής πριστής ξυλείας περιέχει δύο κύρια στάδια. Το πρώτο λαμβάνει μέρος στο δάσος όπου γίνεται η υλοτόμηση των δέντρων, η διαμόρφωση τους σε επεξεργάσιμα και μήκη, η αποφλοιώση, η ογκομέτρηση, η ποιοτική τους ταξινόμηση και τελικά η μεταφορά τους στο πριστήριο.



**Εικόνα 5** Τα στρώματα του κορμού ενός δέντρου

**Πίνακας 5** Στάδια παραγωγής ξυλείας

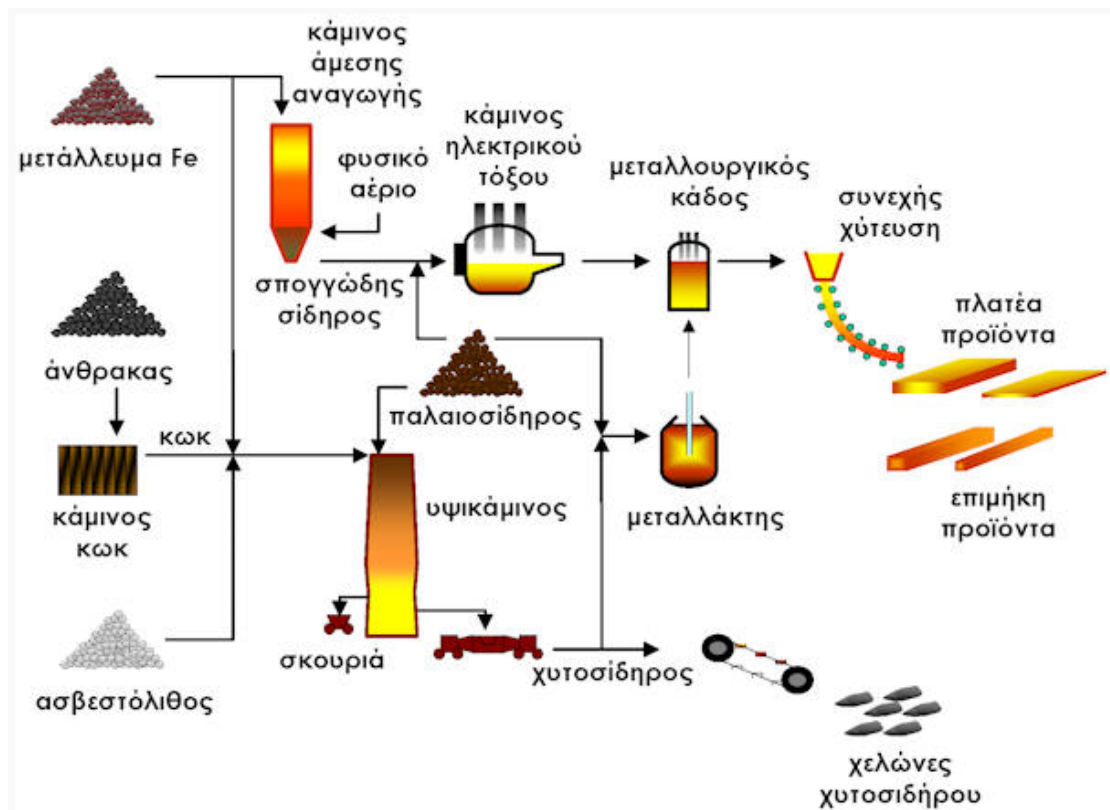
<b>Δάσος</b>	<b>1. Υλοτομία</b>	Στη θέση των κομμένων δέντρων φυτεύονται σε όλες τις προηγμένες χώρες καινούργια, ώστε να αναπαραχθεί το δάσος και να αποκατασταθεί η φυσική ισορροπία, αλλά και να υπάρχει μετά από χρόνια νέο δάσος για υλοτόμηση
	<b>2. Διαμόρφωση σε μήκη</b>	Τα κομμένα, δέντρα, κόβονται ή ντανιάζονται είτε σαν αξεφάρδιστα (δηλ. με φλοιό στα χόντρητά τους), είτε σαν ξεφαιδισμένα (με περισσότερα δηλαδή κοψίματα, γίνονται καθαρές τάβλες σε όλες τους τις πλευρές).
	<b>3. Αποφλοιώση</b>	Ακολουθεί ο αερισμός και η ξήρανση, η οποία μπορεί να γίνει είτε με φυσικό - τρόπο (που διαρκεί μέχρι και 4 χρόνια), είτε τεχνητά (σε ξηραντήρια), με χρόνο ξήρανσης 7 έως 10 ημέρες
	<b>4. Ογκομέτρηση</b>	Σε διαμορφωμένους χώρους γίνεται η ογκομέτρηση της ύλης
	<b>5. Ποιοτική ταξινόμηση</b>	Ανάλογα με το είδος του δέντρου, το τμήμα του κορμού και το σκοπό για τον οποίον προορίζεται το υλικό, εφαρμόζονται διάφορες μέθοδοι κοπής. Παρατηρώντας την κυκλική, εγκάρσια τομή ενός κορμού, βλέπουμε εξωτερικά το φλοιό, στο κέντρο την λεγόμενη καρδιά ή ψίχα και ενδιάμεσα τους δακτυλίους που φανερώνουν την ηλικία του δέντρου. Οι βασικοί τρόποι με τους οποίους κόβεται ένας κορμός είναι ή "κατά την ακτίνα" ή "κατά τη χορδή" του κύκλου. Τα σύγχρονα πριονιστήρια, λειτουργούν με απόλυτη ακρίβεια κοπής και προσφέρουν πλήρη αξιοποίηση του υλικού.
	<b>6. Εμπορία</b>	Ακολουθεί η εμπορεία του ξύλου στο πιστήριο



## 1.5.2 Χάλυβας

Η βιομηχανική χρήση του χάλυβα ως δομικού υλικού αρχίζει από τα τέλη του 19ου αιώνα όταν αναπτύχθηκαν σχετικά φθηνές μέθοδοι μαζικής κατεργασίας. Αποτελεί ένα υλικό με εξαιρετικές μηχανικές ιδιότητες. Η υψηλή του αντοχή σε αξονικό εφελκυσμό αλλά και θλίψη το καθιστούν ιδανικό υλικό για την υλοποίηση μιας μεγάλης γκάμας κατασκευών. Η πυκνότητα του δομικού χάλυβα είναι μεγάλη καθώς μεγάλος είναι και ο λόγος της αντοχής του προς το βάρος του πράγμα που σημαίνει ότι με μικρό ίδιο βάρος μπορεί να παραλάβει μεγάλο φορτίο. (6)

Υπάρχουν κυρίως δύο τρόποι επεξεργασίας του χάλυβα, εν θερμό και εν ψυχρώ. Στην εν θερμό μέθοδο πραγματοποιείται η μορφοποίηση του μετάλλου σε υψηλές θερμοκρασίες μέσω της χύτευσης του σε κλιβάνους και εν συνεχεία πραγματοποιείται η στερεοποίηση του υλικού με διάφορες μεθόδους. Στην εν ψυχρώ μέθοδο πραγματοποιείται η μορφοποίηση του μετάλλου σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος και σε πάχη ελασμάτων συνήθως μικρά.



Εικόνα 6 Στάδια παραγωγής χάλυβα



**Εικόνα 7** Σιδηρομετάλλευμα



**Εικόνα 9** Περιέλιξη Ελάσματος εν Θερμώ



**Εικόνα 8** Κλίβανος ηλεκτρικού τόξου



**Εικόνα 10** Τελικό στάδιο θερμής έλασης διατομής I

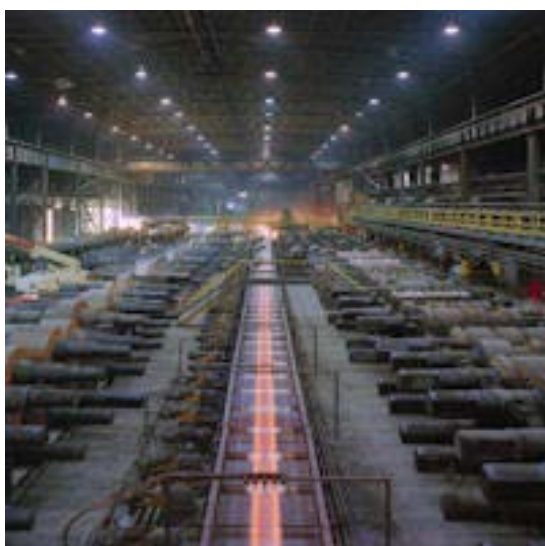
Τα πλατέα προϊόντα διακρίνονται σε πλάκες ή χονδρές κατασκευαστικές λαμαρίνες (plates), με πάχος 1 έως 20 εκ. για χρήση στην ναυπηγική, τις κατασκευές κλπ και σε λεπτές λαμαρίνες σε ρολά ή επίπεδα φύλλα (strips), με πάχος 0.1 έως 1 εκ. για την αυτοκινητοβιομηχανία, την βιομηχανία οικιακών συσκευών, τις κατασκευές κλπ.



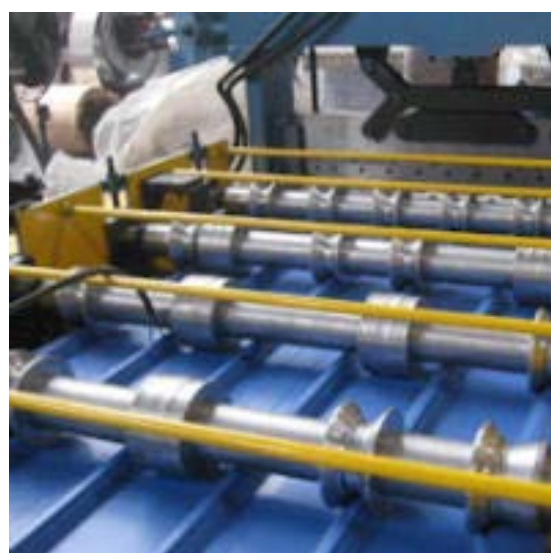
**Εικόνα 11** Κλίβανος Οξυγόνου



**Εικόνα 13** Διαμόρφωση χαλυβδόφυλλων για σύμμικτες πλάκες



**Εικόνα 12** Γραμμή παραγωγής επιμήκων προϊόντων



**Εικόνα 14** Διαμόρφωση πανέλων επικάλυψης



**Εικόνα 15** Διαμόρφωση ελάσματος



**Εικόνα 17** Χοντρότοιχα ελάσματα



**Εικόνα 16** Διαμόρφωση γωνιάς εν ψυχρώ



**Εικόνα 18** Λεπτότοιχα ελάσματα

### **1.5.3 Τσιμέντο**

Τα στάδια παράγωγης του τσιμέντου είναι τα ακόλουθα.

#### **Εξόρυξη και προετοιμασία πρώτων υλών**

Οι πρώτες ύλες που απαιτούνται για την παραγωγή τσιμέντου εξορύσσονται από τα λατομεία μας (ασβεστολίθου, αργίλου, σχιστόλιθου, κλπ) μετά από γεωλογικές έρευνες και χημικές αναλύσεις, σε συγκεκριμένες ποσότητες και αναλογίες. Στη συνέχεια συνθλίβονται και μεταφέρονται για αποθήκευση στο εργοστάσιο.

#### **Άλεση πρώτων υλών και Έψηση**

Τα υλικά αλέθονται σε μια πολύ λεπτή πούδρα, ένα μείγμα φαρίνας όπως αποκαλείται. Το μίγμα υλικών ομογενοποιείται, προθερμαίνεται και στη συνέχεια οδηγείται στην κάμινο, η οποία θερμαίνεται με φλόγα που μπορεί να φθάσει τους 2.000°C. Το μείγμα ψήνεται σε θερμοκρασία 1.500°C. Σε αυτή τη θερμοκρασία και μετά από χημικές αντιδράσεις προκύπτει το κλίνκερ, η βάση για την παρασκευή κάθε είδους τσιμέντου. Στη συνέχεια το κλίνκερ ψύχεται απότομα με ροή αέρα και αποθηκεύεται.

#### **Άλεση τσιμέντου και διανομή**

Κλίνκερ μαζί με γύψο αλέθονται σε πολύ λεπτή σκόνη, το γνωστό τσιμέντο. Σε αυτό το στάδιο μπορούν να προστεθούν μαζί με γύψο διάφορα άλλα υλικά, τα οποία λέγονται πρόσθετα. Χρησιμοποιώντας τα πρόσθετα σε διάφορες αναλογίες έχουμε συγκεκριμένους τύπους τσιμέντου. Το τσιμέντο αποθηκεύεται σε σιλό μέχρι να αποσταλεί χύδην ή σακευμένο στους πελάτες.



**Εικόνα 19** Στάδια παραγωγής τσιμέντου

Η μονάδα παραγωγής μιας σύγχρονης εταιρείας τσιμέντου διαθέτει τα εξής στάδια παραγωγής. (7)

1. Εξόρυξη πρώτων υλών
2. Άλεση και αποθήκευση πρώτων υλών
3. Έψηση πρώτων υλών
4. Αποθήκευση και άλεση του τσιμέντου
5. Συσκευασία και μεταφορά

## 1.6 Χρήση Βιώσιμων Ανακυκλούμενων Υλικών

Τα περισσότερα υπολείμματα κατασκευής ή αποδόμησης είναι δυνητικά ανακυκλώσιμα, εκτός αυτών που απαιτούν συγκεκριμένη επεξεργασία. Στην πράξη, μόνο τα υπολείμματα τα οποία μπορούν σε μεταγενέστερο στάδιο να γίνουν εμπορεύσιμα είναι αυτά που μπορούν να ανακυκλωθούν και εφόσον ο παραγωγός και ο τελικός χρήστης των πρώτων υλών σχετίζονται άμεσα. Τα βιομηχανικά υπολείμματα είναι πολύ πιο εύκολο να ανακυκλωθούν από ότι τα υπολείμματα αποδόμησης.

**Πίνακας 6** Ποσοστά αποβλήτων κατεδαφίσεων και κατασκευών

Συστατικό/υλικό	Ποσοστό (%m <sup>3</sup> )	
	Απόβλητα Κατεδαφίσεων	Απόβλητα Κατασκευών
Άσφαλτος	1.61	0.13
Μπετόν	19.99	9.27
Οπλισμένο σκυρόδεμα	33.11	8.25
Χώμα	11.91	30.55
Πέτρες	6.83	9.74
Χαλίκια	4.95	14.13
Ξύλο	7.46	10.95
Τούβλα από τσιμέντο	1.11	0.90
Τούβλα	6.33	5.00
Γυαλί	0.20	0.56
Οργανικά υλικά	1.30	3.05
Πλαστικό	0.61	1.13
Άμμος	1.44	1.70
Άλλα υλικά	0.11	0.27
Μέταλλα	3.41	4.36
Σύνολο	100	100

Η διοίκηση, οι εταιρίες και οι τεχνικοί πολύ σπάνια απαιτούν, εκτός από μερικές περιπτώσεις, την χρήση ανακυκλωμένων υλικών λόγω της υψηλής ανομοιογένειας και της έλλειψης διαθέσιμων υλικών υψηλής ποιότητας. Ως λύση, μερικά από αυτά τα υλικά χρησιμοποιούνται σε κατασκευαστικά τμήματα που δεν

είναι υψίστης σημασίας (όπως για παράδειγμα για γέμισμα πλαισίων, σε σκυρόδεμα εκτός της βασικής δομής, κλπ) και ως προσωπική επιλογή του τεχνικού ο οποίος πιστεύεται ότι θα τα χρησιμοποιήσει με το σωστό τρόπο. Από την άλλη μεριά, η διοικήσεις σε περιοχές που είναι αυτόνομες επεμβαίνουν σε πολύ μεγάλο βαθμό όταν πρόκειται για την ρύθμιση της ελεύθερης αγοράς υπολειμμάτων. Αυτό το γεγονός εξαναγκάζει τον ιδιωτικό τομέα να μειώσει την τεχνολογική και εμπορευτική ανέλιξη.

Η διοίκηση θα πρέπει να δημιουργήσει ένα πιο αυστηρό και πιο περιοριστικό νομικό πλαίσιο που θα εξαναγκάζει αυτούς του εν λόγω τομέα (διοίκηση, κατασκευαστικές εταιρίες και τεχνικούς) να εκμεταλλεύονται πραγματικά τέτοιους τύπους προϊόντων. Τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν θα πρέπει απαραίτητα να συμβαδίζουν με τη διάδοση της ελεύθερης αγοράς υπολειμμάτων, αποφεύγοντας τον παρεμβατισμό και επιτρέποντας στον ιδιωτικό τομέα να ρυθμίζει την αγορά από τεχνικής απόψεως. Όταν αυτό επιτευχθεί, είναι απαραίτητο να γίνει εστίαση στην αύξηση της εμπιστοσύνης των εργατών στη χρήση τέτοιων ανακυκλωμένων υλικών. Ένα σημαντικό ζήτημα όσον αφορά την ανακύκλωση είναι η έννοια της αποδόμησης, π.χ. να λαμβάνεται υπόψιν η επαναχρησιμοποίηση των υλικών στο τέλος του κύκλου ζωής ενός κτιρίου από την αρχή, δηλαδή από το στάδιο του σχεδιασμού του

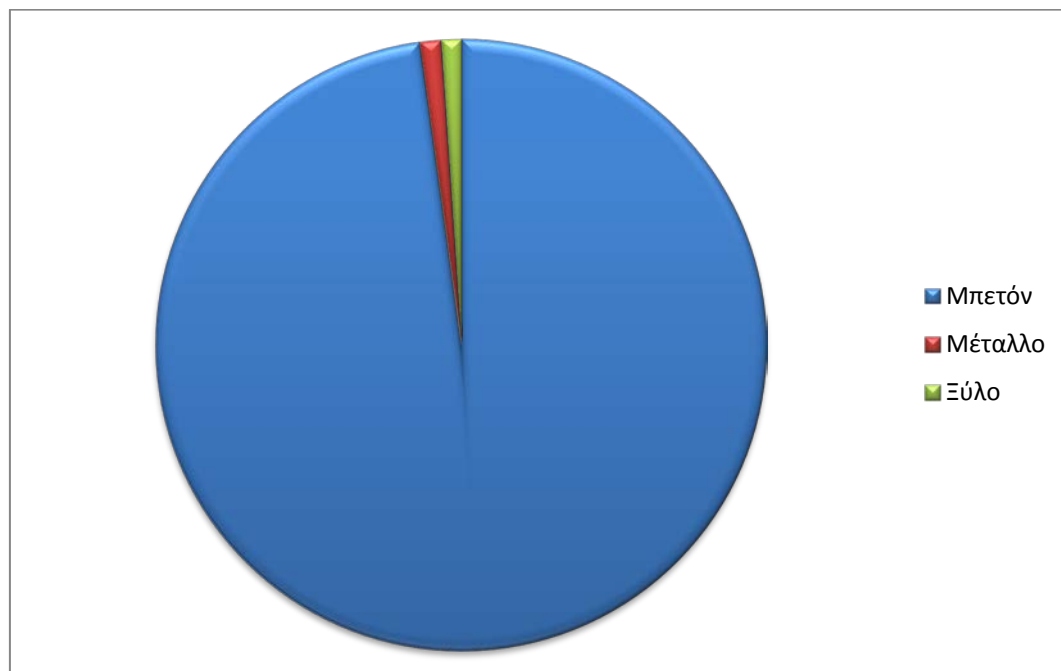
Για να θεωρηθούν αειφόρα ή βιώσιμα, τα υλικά πρέπει να ακολουθούν τα εξής κριτήρια:

- Να προέρχονται από άφθονες ή/και ανανεώσιμες πηγές
- Να μην ρυπαίνουν
- Να έχουν χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους
- Να αντέχουν στο χρόνο
- Να έχουν προτυποποίηση (πιστοποίηση εργασιών παραγωγής)
- Να αξιοποιούνται εύκολα
- Να προέρχονται από παραγωγή με δίκαιους όρους
- Να έχουν πολιτιστική αξία ή ταυτότητα εντός του περιβάλλοντος χώρου
- Να έχουν γενικά μικρό οικονομικό κόστος και κόστος συντήρησης



**Πίνακας 7** Συγκριτικός πίνακας κύριων υλικών κατασκευής κτιρίων στην Ελλάδα

	Σύνολο Κτιρίων	Κύρια Υλικά Κατασκευής του κτιρίου		
		Μπετόν	Μέταλλο	Ξύλο
Σύνολο Ελλάδος	3990970	1909312	21718	20622
Προ του 1919	199510	471	17	318
1919 - 1945	406633	5415	167	1049
1946 - 1960	605315	178444	804	3582
1961 - 1970	761182	382343	1906	3417
1971 -1980	737575	465720	4181	4455
1981 -1985	404303	278258	2771	2497
1986 - 1990	297348	216184	2431	1916
1991 - 1995	241615	180419	3134	1625
1996 και μετά	191739	142694	5896	1503
Υπό κατασκευή	57430	50957	156	56
Δε δηλώθηκε	28320	8677	255	204



**Εικόνα 20** Διάγραμμα που προκύπτει από τα στοιχεία του πίνακα 12

### **1.6.1 Κεραμικά Υλικά**

Τα κεραμικά υλικά είναι πολύ αδρανή και σταθερά και αυτός ο λόγος τα καθιστά σε υψηλό βαθμό ανακυκλώσιμα. Τα παραγόμενα υπολείμματα στα διαφορετικά στάδια της παραγωγής του υλικού μπορούν να επανεισέλθουν στη διαδικασία παραγωγής πρώτης ύλης. Γενικώς, τα υπολείμματα από την τουβλοποιεία πάνε κατευθείαν στις χωματερές, αλλά θα μπορούσαν να θρυμματιστούν και να χρησιμοποιηθούν ως υλικό για κατασκευή δρόμων ή στην παραγωγή σκυροδέματος. Μεταξύ των κεραμικών υλικών, τα αετώματα χρησιμοποιούνται πολύ συχνά, τα παλιά κεραμικά πλακάκια μπορούν επίσης να επαναχρησιμοποιηθούν μετά από μια πολύπλοκη και ακριβή διαδικασία αφαίρεσής τους και επίσης οι τουαλέτες μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν ως ολόκληρα τεμάχια. (9)

Όσον αφορά τα ανακυκλωμένα αδρανή, υπάρχουν κεραμικής φύσεως που χρησιμοποιούνται σε υπαίθρια μονοπάτια, και αυτά που είναι φτιαγμένα από σκυρόδεμα που χρησιμοποιούνται ως αποχετευτικά υλικά ή ακόμα και ως συμπληρωματικά υλικά για γέμισμα.

### **1.6.2 Σκυρόδεμα**

Τα υπολείμματα που παράγονται από μεγάλη ποσότητα σκυροδέματος κατά την πλύση του μηχανήματος ζύμωσης είναι αμελητέα και δεν ανακυκλώνονται, αν και είναι απαραίτητο να ελέγχεται το μέρος στο οποίο αδειάζονται. Τα υπολείμματα από τα προκατασκευασμένα στοιχεία εντός του εργοστασίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως συμπλήρωμα για την κατασκευή δρόμων ή λατομείων. Τα υπολείμματα από κατεδάφιση μπορούν να ανακυκλωθούν ως αδρανή για την κατασκευή απλού ή ενισχυμένου σκυροδέματος ή ακόμα και για γέμισμα (padding). Ο διαχωρισμός των ενισχυμένων υλικών κάνει πολύ δύσκολη τη διαδικασία.

### **1.6.3 Γύψος**

Στα ασβεστοκονιάματα, δεν υπάρχουν διαθέσιμες τεχνικές διαχωρισμού γύψου από τις λιθοδομές. Στις γυψοσανίδες, και τα δύο υλικά πρέπει να

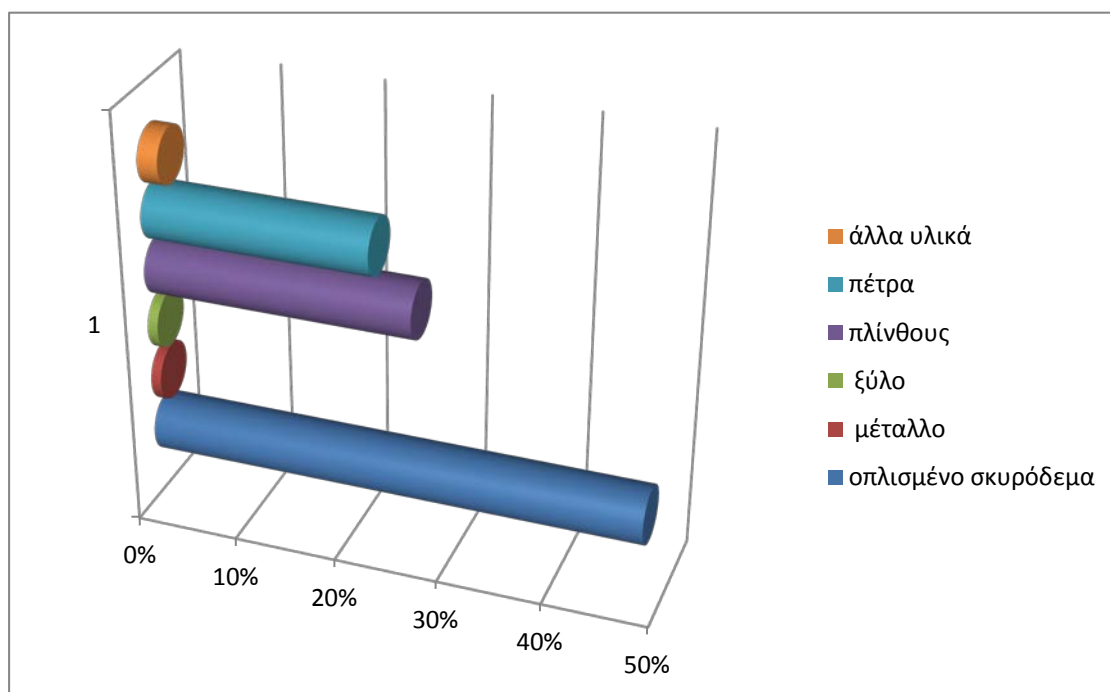
διαχωριστούν. Τότε ο γύψος επιστρέφει στην κάμινο και η σανίδα αποστέλλεται στην χαρτοβιομηχανία.

#### 1.6.4 Μόνωση με Μεταλλικές Ίνες

Τα υπολείμματα που προκύπτουν από την ένωση ή την κατεδάφιση απορρίπτονται σε χωματερή. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην κατασκευή νέου υλικού, αλλά σε αυτή την περίπτωση, πρέπει τα υπολείμματα να είναι ομοιογενή, χωρίς αλουμίνιο ή προσκολλημένη γυψοσανίδα.

#### 1.6.5 Γυαλί

Η ανακύκλωση του γυαλιού είτε από την κατασκευή είτε από την ένωση είναι πολύ απλή με σύντηξη. Το γυαλί τείνει να καταλήγει σε χωματερές. Το χρωματιστό γυαλί καθώς και το γυαλί που αποτελείται από διάφορα στρώματα ανακυκλώνονται πολύ πιο δύσκολα.



Διάγραμμα 2 Σύγκριση κύριων υλικών δόμησης

### **1.6.6 Ξύλο**

Τα υπολείμματα ξύλου μπορούν εύκολα να ανακυκλωθούν και να διατιμηθούν. Μόνο τα τμήματα που αποτελούνται από ένα μεγάλο κομμάτι ξύλο καλής ποιότητας μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, καθώς επίσης και οι σανίδες οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως βιομάζα. Η αποτέφρωση ξύλων που έχουν τύχει χημικής επεξεργασίας είναι δυνητικά επικίνδυνη για την ανθρώπινη υγεία.

### **1.6.7 Μέταλλο**

Τα μέταλλα είναι το πιο αξιοσημείωτο παράδειγμα ανάκτησης υλικών λόγω της μετατροπής τους σε νέο υλικό. Λόγω της τοποθεσίας τους στο κτίριο είναι εύκολος ο διαχωρισμός τους από τους άλλους τύπους υλικών. Ένας από τους λόγους που ανακυκλώνονται τα μέταλλα είναι επειδή εάν αποκτηθούν απευθείας από πρώτες ύλες η διαδικασία είναι πολύ πιο δαπανηρή.

Το σύμφυρμα ατσαλιού και σιδήρου είναι αποτέλεσμα ανακύκλωσης μετάλλων, και χρησιμοποιούνται ως βάση, υπο-βάση, υλικό αποχέτευσης και άλλες μηχανικές εργασίες. Αποκτώνται αφού παραμείνουν στην κάμινο για μια χρονική περίοδο μετά την ολοκλήρωση της θερμικής διαδικασίας και τα κλάσματα σιδήρου διαχωριστούν (slag).

Ο χάλυβας μπορεί να ανακυκλωθεί ξανά και ξανά χωρίς καμία υποβάθμιση των ιδιοτήτων του και της επίδοσής του. Ο βαθμός ανάληψης χαλύβδινων προϊόντων από κατεδαφίσεις κτιρίων στην Αγγλία είναι 94% από το οποίο 10% επαναχρησιμοποιείται και 84% ανακυκλώνεται.

### **1.6.8 Πλαστικό**

Το κύριο χαρακτηριστικό του πλαστικού, η υψηλή του ανθεκτικότητα, είναι ο λόγος που τα υπολείμματά του είναι πολύ λίγα. Τα μόνα πλαστικά υλικά που δεν ανακυκλώνονται είναι το PVC, το πολυστυρένιο, και τα πλαστικά υλικά συσκευασίας. Η αποτέφρωση δεν συνίσταται λόγω των εκπομπών επικίνδυνων ρύπων, ιδιαίτερα διοξινών και φουρανίων (8)

**Πίνακας 8** Σύγκριση τριών κύριων δομικών υλικών

<b>Ιδιότητες</b>	<b>Δομική Ξυλεία</b>	<b>Μέταλλα</b>	<b>Σκυρόδεμα</b>
<b>Επαν/ποίηση</b>	Η επαναχρησιμοποίηση της δομικής ξυλείας επιτυγχάνεται με την σωστή συντήρηση	Η επαναχρησιμοποίηση του χάλυβα από μεταλλικές κατασκευές προσφέρει ακόμα μεγαλύτερο περιβαλλοντικό πλεονέκτημα από την ανακύκλωση.	Χάρη σε σύγχρονες μεθόδους πλέον είναι εφικτή η επαναχρησιμοποίηση κατόπιν επεξεργασίας
<b>Ανακύκλωση</b>	Μετά το πέρας του σταδίου της επαναχρησιμοποίησης το ξύλο ανακυκλώνεται	Ο χάλυβας μπορεί να ανακυκλωθεί ξανά και ξανά χωρίς καμία υποβάθμιση των ιδιοτήτων του και της επίδοσής του.	Μέχρι το 2020 το 70% του σκυροδέματος που παράγεται από κατεδαφίσεις θα ανακυκλώνεται
<b>Δυνατότητα αποσυναρμολόγησης</b>	Μπορούν να αποσυ/γηθούν εξολοκλήρου	Τα μεταλλικά κτίρια είναι σε πολύ μεγάλο βαθμό αποσυναρμολογίσιμα.	Δεν είναι εφικτή η αποσυναρμολόγηση

## 1.7 Επιπτώσεις στο Περιβάλλον

Η Ευρωπαϊκή Ένωση ορίζει με την κοινοτική νομοθεσία το γενικό πλαίσιο διαχείρισης των αποβλήτων και τις προθεσμίες εντός των οποίων οι χώρες μέλη θα πρέπει να συμμορφωθούν και να εναρμονίσουν την εθνική τους νομοθεσία. Η κάθε χώρα, ανάλογα με τις ιδιαιτερότητές της, αναπτύσσει την εθνική νομοθεσία σε συμφωνία με τις βασικές αρχές της κοινοτικής νομοθεσίας.

Πολλές από τις χώρες μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν αναπτύξει πλαίσιο στήριξης της στρατηγικής διαχείρισης των οικοδομικών αποβλήτων με τη χρήση διαφόρων εργαλείων και πρακτικών. Η στήριξη της στρατηγικής αυτής εκφράζεται με την ενθάρρυνση εθελοντικών συμφωνιών και παροχή κινήτρων για την πρόληψη και ελαχιστοποίηση της παραγωγής των αποβλήτων, με την εφαρμογή ειδικών διαδικασιών για αδειοδοτήσεις, με τη θέσπιση απαιτήσεων για αναφορές και εγγραφές καθώς και με τη χρήση δημοσιονομικών εργαλείων

**Πίνακας 9** Μέθοδοι διαχείρισης απόβλητων κατασκευών και κατεδαφίσεων

Υλικά ΑΚΚ	Παραγωγή (εκατ. τόνοι)	Επαναχρησιμοποίηση (%)	Ανακύκλωση (%)	Αποτέφρωση (%)	Υγειονομική ταφή (%)
Τσιμέντο, τούβλα (αδρανή)	1,12	0	20	0	80
Ξύλο	0,39	0	5	75	20
Γυαλί	0,01	25	10	0	65
Πλαστικό	0,00	0	0	20	80
Μέταλλα	0,15	0	70	0	30
Μονωτικά υλικά	0,02	0	0	0	100
<b>Καθαρά ΑΚΚ</b>	<b>1,69</b>	<b>1</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>62</b>
Χώμα, πέτρες, κα	1,50	0	80	0	20
Άσφαλτος	2,70	60	0	0	40
<b>Σύνολο Μικτών ΑΚΚ</b>	<b>5,89</b>	<b>28</b>	<b>26</b>	<b>5</b>	<b>41</b>

Πηγή μελέτη της Σουηδικής Υπηρεσίας Περιβαλλοντικής Προστασίας 1997) (EC DGXI, 1999.

### 1.7.1 Κατανάλωση Ενέργειας κατά τα Διαφορετικά Στάδια Παραγωγής Δομικών Υλικών

Η πρώτη πετρελαϊκή κρίση το 1973, με την ανάδειξη της απειλής για εξάντληση των ενεργειακών αποθεμάτων, συνέβαλε στη συνειδητοποίηση των ενεργοβόρων παραγωγικών διαδικασιών των δομικών υλικών και έδωσε ώθηση, στη διάρκεια της δεκαετίας του 70, στη συστηματική έρευνα για την ενέργεια που εμπεριέχεται στα δομικά υλικά και προϊόντα. Αρχικός στόχος ήταν ο περιορισμός της κατανάλωσης ενέργειας. Από τη δεκαετία του 90 όμως, το κέντρο βάρους μετατοπίστηκε στην επάρκεια των φυσικών πόρων και στη μείωση της ατμοσφαιρικής και περιβαλλοντικής επιβάρυνσης που προκαλείται από την αλόγιστη χρήση πρωτογενούς ενέργειας, δίνοντας έμφαση στα περιβαλλοντικά προβλήματα που δημιουργούνται, σε τοπικό αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο, από τις εκπομπές CO<sub>2</sub> (φαινόμενο θερμοκηπίου), των οξειδίων του αζώτου και θείου (όξινη βροχή) καθώς και των χλωροφθορανθράκων (εξασθένιση της στιβάδας του όζοντος) στη διάρκεια του κύκλου ζωής των δομικών υλικών Ένα σημαντικό μέγεθος που χαρακτηρίζει τα υλικά είναι το ποσό της ενέργειας που καταναλώθηκε για την παραγωγή τους, από το στάδια της λήψης των πρώτων υλών από τη φύση, τη μεταφορά τους στο εργοστάσιο, τη βιομηχανική κατεργασία τους έως τη μεταφορά και τοποθέτησή τους στην κατασκευή. Το χαρακτηριστικό αυτό μέγεθος αναφέρεται ως **‘εμπεριεχόμενη ενέργεια δομικών υλικών και στοιχείων’** και αποτελείται από την:

Κατανάλωση ενέργειας κατά την παραγωγή των δομικών υλικών

- άμεση κατανάλωση ενέργειας για την εξόρυξη των πρώτων υλών και την παραγωγική διαδικασία, η οποία εξαρτάται από τους διαφορετικούς τύπους μηχανημάτων που χρησιμοποιούνται στην παραγωγική διαδικασία,
- δευτερογενής κατανάλωση ενέργειας κατά την παραγωγική διαδικασία, η οποία αναφέρεται στην κατανάλωση ενέργειας για τη λειτουργία της παραγωγικής μονάδας, π.χ. του συστήματος θέρμανσης, δροσισμού, φωτισμού, συντήρηση των μηχανημάτων,

- ενέργεια για τη μεταφορά των πρώτων υλών και των επεξεργασμένων δομικών υλικών, η οποία εξαρτάται από την ύπαρξη των πρώτων υλών σε τοπική κλίμακα και τον τρόπο και την απόσταση μεταφοράς τους. Ο πίνακας παρουσιάζει την ενέργεια που καταναλώνεται για τη μεταφορά ενός τόνου υλικών στη Νορβηγία.

**Πίνακας 10** Ενέργεια που καταναλώνεται ανά τόνο υλικού και χιλιόμετρο μεταφοράς τους, στη Νορβηγία

Μεταφορικό Μέσο/ Καύσιμο	MJ/ton/km
Οδικώς: Ντίζελ	1.6
Ακτοπλοικώς : Ντίζελ	0.6
Σιδηροδρομικώς: Ντίζελ	0.6
Σιδηροδρομικώς: Ηλεκτρισμός	0.2

#### Ενέργεια κατά την κατασκευή, χρήση και κατεδάφιση των κτιρίων

- Ενέργεια για τη μεταφορά των δομικών προϊόντων από τον τόπο παραγωγής τους στον τόπο της κατασκευής. Η ενέργεια αυτή είναι σημαντικά μικρότερη για υλικά που παράγονται σε τοπική κλίμακα σε σχέση με υλικά που εισάγονται από μακρινές χώρες.
- Ενέργεια κατά την κατασκευή, η οποία απαιτείται από τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται στα διάφορα στάδια κατασκευής.
- Ενέργεια για τη συντήρησή τους καθώς υπάρχει η φυσική φθορά των δομικών υλικών με το χρόνο.
- Ενέργεια για την αποσύνδεση ή απομάκρυνση των υλικών κατά την κατεδάφιση, η οποία εκτιμάται ότι είναι περίπου το 10% της ενέργειας που εμπεριέχεται στα διαφορετικά δομικά υλικά.



Η εμπειροχόμενη ενέργεια εκφράζεται ως kWh ή MJ, και συνοδεύεται από τα μεγέθη που χαρακτηρίζουν την ποσότητα αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> και SO<sub>2</sub> που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα. Ο πίνακας 2.4 παρουσιάζει την εμπειροχόμενη ενέργεια και τα ισοδύναμα των εκπομπών του CO<sub>2</sub> και SO<sub>2</sub> βασικών οικοδομικών υλικών.

### 1.7.2 Εκπομπές CO<sub>2</sub>

Η κατανάλωση ενέργειας αποτελεί την πλέον σημαντική περιβαλλοντική πτυχή του κατασκευαστικού κλάδου και συνδέεται κυρίως με τη φάση κατασκευής και λειτουργίας (ιδιαίτερα αφορά στη λειτουργία των κτηρίων).

Η κατανάλωση ενέργειας κατά τη φάση κατασκευής σχετίζεται άμεσα με παραγωγή των οικοδομικών υλικών που χρησιμοποιούνται, καθώς σημαντικό παράγοντα αποτελεί το πρωτεύον ενεργειακό περιεχόμενο των υλικών κατασκευής. Στην εκτίμηση που ακολουθεί λαμβάνεται υπόψη μόνο η ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή των υλικών κατασκευής, καθώς οι υπόλοιπες καταναλώσεις (μεταφορά υλικών, λειτουργία μηχανημάτων κατά την κατασκευή κλπ.) είναι δύσκολο να εκτιμηθούν, ενώ παράλληλα θεωρείται ότι επιβαρύνουν σε πολύ μικρό ποσοστό το ενεργειακό κόστος της κατασκευής.

**Πίνακας 11** Η ποσότητα του άνθρακα που απελευθερώνεται κατά την παραγωγή των δομικών υλικών σε σύγκριση με το ποσό που δεσμεύεται από αυτό το υλικό

<b>Υλικό</b>	<b>Απελευθέρωση Άνθρακα (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Δέσμευση Άνθρακα(kg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Πριστή Ξυλεία</b>	15	250
<b>Χάλυβας</b>	5320	0
<b>Σκυρόδεμα</b>	120	0

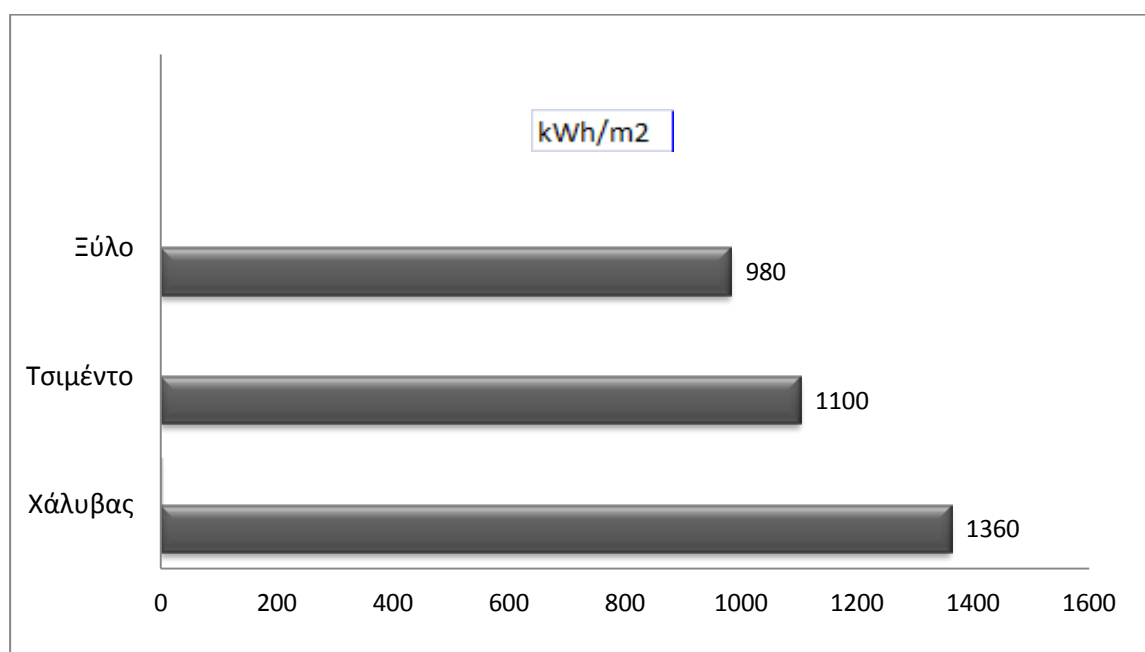
**Πηγή.** Μπαρμπούτης Ι. Α. - Το Ξύλο ως Δομικό Υλικό - Εργαστήριο Δασικής Τεχνολογίας Α.Π.Θ.

Για την παραγωγή των απαιτούμενων υλικών κατασκευής μιας τυπικής κατοικίας 150 τ.μ. που το σκυρόδεμα αποτελεί το κύριο υλικό κατασκευής, οι ενεργειακές απαιτήσεις, ανέρχονται σε **1.100 kWh/m<sup>2</sup>**

Αντίστοιχα σε περίπτωση που το κύριο υλικό κατασκευής είναι ο χάλυβας η ενεργειακή κατανάλωση εκτιμάται σε **1.360 kWh/m<sup>2</sup>**

Τέλος για την κατασκευή μιας ξύλινης κατοικίας η ενεργειακή κατανάλωση εκτιμάται σε **980 kWh/m<sup>2</sup>**

**Διάγραμμα 3** Απαιτούμενη κατανάλωση ενέργειας για την κατασκευή κατοικίας 150 τ.μ.



### 1.7.1 Απόβλητα Εκσκαφών

Η παραγόμενη ποσότητα αποβλήτων κατασκευής υπολογίζεται από την εξίσωση: (8)

$$CW = [NC + EX] * VW * D$$

όπου:

CW: Απόβλητα κτηριακών κατασκευών σε τόνους

NC: Εμβαδόν νέων κατασκευών

EX: Προσθήκες σε υφιστάμενες οικοδομές

VW: Όγκος παραγόμενου αποβλήτου ανά εμβαδόν νέας οικοδομής = 8m<sup>3</sup>/100m<sup>2</sup>

D: Πυκνότητα αποβλήτου = 1,5 tn/m<sup>3</sup>

### 1.7.2 Απόβλητα Κατασκευών

Όπου γίνεται κατεδάφιση κτηρίου συνήθως συνοδεύεται από εκσκαφή για την απομάκρυνση των παλαιών θεμελίων και την τοποθέτηση νέων. Τα απόβλητα εκσκαφών αποτελούνται κυρίως από χώμα και πέτρες σε μικρότερες ποσότητες. Επίσης κατά την αρχή της διαδικασίας της κατασκευής παράγονται απόβλητα εκσκαφών λόγω των εργασιών διαμόρφωσης του οικοπέδου και την τοποθέτηση των θεμελίων. Η εξίσωση για τα απόβλητα κατεδαφίσεων έχει τη μορφή:

$$DW = ND * SD * WD * D$$

όπου:

DW: Απόβλητα κατεδαφίσεων σε τόνους

ND: Αριθμός κατεδαφίσεων

SD: Μέσο εμβαδόν των κτηρίων = 280m<sup>2</sup>/κτήριο

WD: Παραγόμενο απόβλητο για κάθε κατεδάφιση = 8m<sup>3</sup>/100m<sup>2</sup>

D: Πυκνότητα παραγόμενου αποβλήτου= 1,5 tn/m<sup>3</sup>

**Πίνακας 12** Σύσταση των παραγόμενων αποβλήτων

Υλικό	% συμμετοχή
Χαρτί	9
Πλαστικό	2
Μέταλλα	5
Ξύλο	14
Οικοδομικά Υλικά (σκυρόδεμα, τούβλα, κ.α.)	65
Λοιπά Υλικά	5

### 1.7.3 Απόβλητα Κατεδαφίσεων

Η εξίσωση για τον υπολογισμό παραγωγής αποβλήτων εκσκαφών είναι:

$$EW = ND * ES * ED * D$$

όπου:

EW: Απόβλητα εκσκαφών σε τόνους

ND: Αριθμός αδειών νέων κατασκευών

ES: Μέση επιφάνεια εκσκαφής

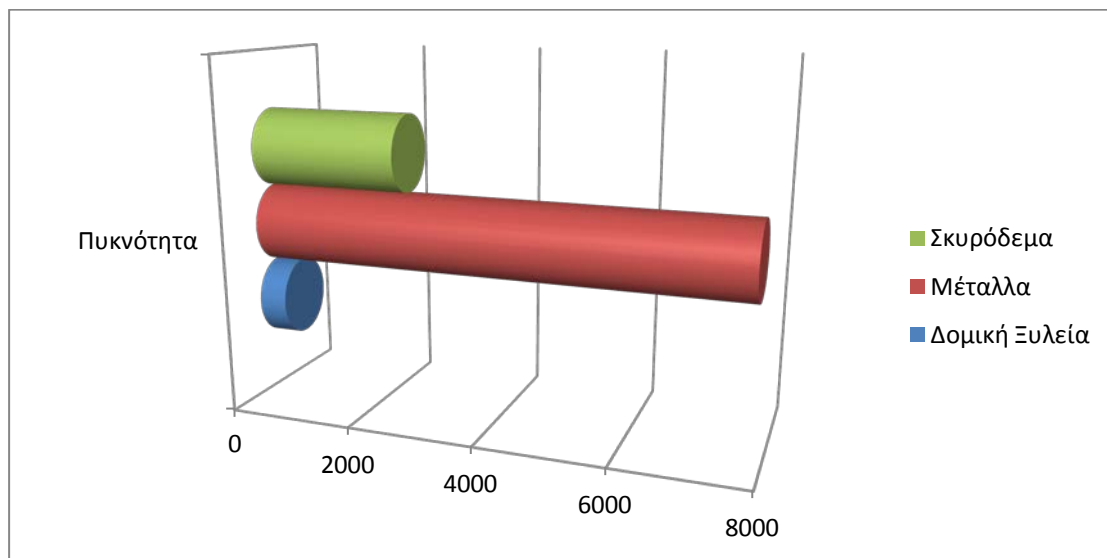
ED: Μέσο βάθος εκσκαφής

D: Πυκνότητα παραγόμενου αποβλήτου

**Πίνακας 13** Χαρακτηριστικά των δομικών υλικών σε σχέση με το περιβάλλον

<b>Ιδιότητες</b>	<b>Δομική Ξυλεία</b>	<b>Μέταλλα</b>	<b>Σκυρόδεμα</b>
<b>Πυκνότητα</b>	400-500 kg/m <sup>3</sup>	7.800 kg/m <sup>3</sup>	2.400kg/m <sup>3</sup>
<b>Παγκόσμια αποθέματα πρώτων υλών</b>	Βιολογικό προϊόν αειφορίας	Ο βωξίτης (αλουμίνιο) εξαντλείται μέχρι το 2050	Ικανοποιητικά
<b>Εκλυόμενο CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> προϊόντος</b>	Το δάσος δεσμεύει 1 ton CO <sub>2</sub> από την ατμόσφαιρα και αποδίδει 2.000 KWh για την παραγωγή 1m <sup>3</sup> ξύλου	20tn CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	120 kg/m <sup>3</sup>
<b>Κατανάλωση ενέργειας 1m<sup>3</sup></b>	180KWh/m <sup>3</sup>	8.700KWh/m <sup>3</sup>	297 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Παραγόμενα προϊόντα</b>	2.500 προϊόντα με μηχανική και χημική κατεργασία	Από το βωξίτη παράγεται 1 προϊόν, το αλουμίνιο	Δεν παράγονται υποπροϊόντα

<b>Απόβλητα - παραπροϊόντα</b>	Δεν υπάρχουν απόβλητα	Αιωρούμενα σωματίδια, μη σιδηρούχα μέταλλα, κυανίδιο, φαινόλες	Μπάζα οικοδομών
<b>Απαιτήσεις σε νερό</b>	Ελάχιστες ποσότητες νερού	Απαιτούνται τεράστιες ποσότητες νερού	Μεγάλες ποσότητες νερού



**Διάγραμμα 4** Συγκριτικός πίνακας της πυκνότητας των τριών υλικών

## 1.8 Διαδικασία Ανακύκλωσης Υλικών

Το ποσό των απορριμμάτων που προέρχονται από την απόρριψη των δομικών υλικών διαδραματίζει σημαντικό ρόλο. Υπολογίζεται ότι στην Ευρώπη παράγονται ετησίως 180 εκ. τόνοι, οι οποίοι αναμένεται να διπλασιαστούν μέχρι το 2010. Σήμερα η εφαρμογή της Οδηγίας της ΕΕ για τα προϊόντα των κατασκευών, την επανάχρηση και την ανακύκλωση των υλικών έχει εισαγάγει εκτεταμένη έρευνα για την περιβαλλοντική τους επίδραση. Η ανάγκη βελτίωσης της ασφάλειας της φάσης απόρριψης και η ελαχιστοποίηση των απορριμμάτων θα οδηγήσουν στο μέλλον σε εκτεταμένη επανα – αποτίμηση των πρακτικών απόρριψης. Νέα υλικά πρέπει να αναπτυχθούν με κριτήριο την εύκολη επανασύνθεση

Σήμερα, το ποσοστό E&A που διατίθεται στην παραγωγή των δομικών υλικών κυμαίνεται μεταξύ 0.5 – 1.5% του συνολικού κύκλου εργασιών, απέχοντας από το 3%, που αποτελεί το στόχο του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου (10)

### 1.8.1 Σκυροδέμα

Η ανακύκλωση του σκυροδέματος είναι μία εξελισσόμενη μέθοδος, η οποία αξιοποιεί τα παλαιά σκυροδέματα, που προέρχονται από κατεδαφίσεις, σεισμούς ή άλλες καταστρεπτικές ενέργειες (σεισμοί, καταρρεύσεις). Είναι απαραίτητη από οικονομική αλλά και περιβαλλοντική άποψη. Συνήθως στο παρελθόν τα μπάζα των οικοδομών μεταφερόντουσαν σε χωματερές ως υλικό πληρώσεως, με τα γνωστά προβλήματα λόγω ελλείψεως χώρων αποθέσεως (βλ. περίπτωση του ΧΥΤΑ Λιοσίων). Σε πολλές χώρες της Ευρώπης και Αμερικής η ανακύκλωση εφαρμόζεται με νόμο. Αν το ποσοστό των χρησιμοποιούμενων αδρανών υλικών από ανακύκλωση είναι μικρότερο από το νομοθετημένο ποσοστό σε σχέση με το συνολικό όγκο σκυροδέματος, η άδεια οικοδομήσεως αφαιρείται. Το ποσοστό αυτό κυμαίνεται σήμερα μεταξύ 20 και 30%, θα αυξηθεί όμως σύντομα.

Τελευταία οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης προδιαγράφει ποσοστό ανακύκλωσης από διάφορες κατασκευές και κατεδαφίσεις μέχρι το 2020 της τάξεως του 70%

Τα συγκροτήματα ανακύκλωσης διακρίνονται σε συγκροτήματα παραγωγής αυτοφερόμενα για χρησιμοποίηση μέσα στο εργοτάξιο, και μόνιμα συγκροτήματα εγκατεστημένα σε οργανωμένες κεντρικές μονάδες δημόσιες, κοινοτικές ή ιδιωτικές, οι οποίες ανταποκρίνονται στις νέες τεχνολογικές εξελίξεις.

Τα υλικά τα οποία συλλέγονται από την καθαίρεση σκυροδέματος μεταφέρονται στο κέντρο ανακύκλωσης και αρχικά τροφοδοτούνται στο θραυστήρα πρόθραυσης. Μπορεί οι πέτρες και τα συντρίμια σκυροδέματος να περιέχουν διάφορα άλλα υλικά όπως άσφαλτο, ξύλα, τούβλα, χαρτιά, πλαστικά, και ακαθαρσίες. Τα μηχανήματα θραύσεως επεξεργάζονται μόνο σκυροδέματα που είναι απαλλαγμένα από τα ακατάλληλα αυτά υλικά, τα οποία απομακρύνονται με ειδικές διατάξεις. Μέταλλα όπως κομμάτια από ράβδους οπλισμού γίνονται δεκτά, αφού μπορεί να αφαιρεθούν με μαγνήτες ή άλλες διατάξεις διαχωρισμού και στη συνέχεια να ανακυκλωθούν με τήξη για άλλες χρήσεις.



**Εικόνα 21** Ανακύκλωση τύπου βαρέλα με διπλή δεξαμενή και ανακύκλωση τύπου βαρέλα



**Εικόνα 22** Αναδευτήρας δεξαμενής και ανακύκλωση τύπου κοχλίας



### **1.8.1.1 Αυτοφερόμενα Συγκροτήματα Ανακύκλωσης**

Η θραύση στο εργοτάξιο κατεδάφισης μπορεί να γίνει με αυτοφερόμενα θραυστικά συγκροτήματα, τα οποία μειώνουν το κόστος κατασκευής και την ατμοσφαιρική ρύπανση, που δημιουργείται από τη μεταφορά υλικών προς και από το λατομείο. Τα κινητά συγκροτήματα ανακύκλωσης τοποθετούνται μέσα στο εργοτάξιο του έργου. Έχουν συγκριτικά χαμηλό κόστος και μπορεί ένα συγκρότημα να αποσβεστεί σε ένα μεγάλο έργο. Τα μεγάλα αυτοφερόμενα συγκροτήματα μπορούν να επεξεργαστούν μέχρι 400 m<sup>3</sup>/h μπάζων. Τα συγκροτήματα αυτά αποτελούνται από ένα θραυστήρα μπάζων σκυροδέματος, πλευρικό μεταφορέα απόθεσης ακατάλληλων υλικών, θραυστήρα δευτερογενούς θραύσης, συγκρότημα κοσκινίσματος, και ταινιόδρομο επαναφοράς του υπερδιάστατου υλικού από το κόσκινο στο θραυστήρα για συμπληρωματική θραύση. Σε περίπτωση μικρών ποσοτήτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν μικρά αυτοφερόμενα συγκροτήματα μέχρι 100 m<sup>3</sup>/h, τα οποία μπορούν να εγκατασταθούν σε στενούς χώρους μέσα σε πόλεις. Τα πλεονεκτήματα της χρησιμοποίησης κατάλληλων αυτοφερόμενων συγκροτημάτων ανακύκλωσης μπάζων σκυροδέματος είναι:

- Δεν υπάρχουν έξοδα απομακρύνσεως των μπάζων στη χωματερή και μεταφοράς αδρανών στο εργοτάξιο.
- Μειωμένοι άεργοι χρόνοι (αναμονή οχημάτων, προετοιμασία προσβάσεων κ.α.), αύξηση της παραγωγής, μειωμένο εργατικό κόστος.
- Με κατάλληλες προστατευτικές διατάξεις δεν υπάρχουν παράπονα από τους περιοίκους, ή αυτές μειώνονται στο ελάχιστο.
- Δεν ενοχλούν την κυκλοφορία οχημάτων και πεζών, δεν ρυπαίνουν τους δρόμους κυκλοφορίας, δεν προκαλούν ρύπανση από καυσαέρια ή θορύβους.

### **1.8.1.2 Μόνιμα Συγκροτήματα Ανακύκλωσης**

Τα μόνιμα συγκροτήματα των κέντρων ανακύκλωσης, όπως χρησιμοποιούνται σε πολλές Ευρωπαϊκές πόλεις, είναι ολοκληρωμένα εργοστάσια παραγωγής με εξελιγμένα μηχανήματα καθαρισμού, θραύσεως, μηχανικής διαλογής ή με μαγνήτες, διαχωρισμού, κοσκινίσματος, πλύσεως του λεπτόκοκκου υλικού και ελέγχου της παραγωγής. Η ποιότητα των παραγο-μένων από την ανακύκλωση υλικών

στα συγκροτήματα αυτά είναι εφά-μιλλη ή και ανώτερη από τα συμβατικά υλικά, αφού η τελευταία βαθμίδα παραγωγής περιλαμβάνει και πλύσιμο της άμμου, δηλαδή τον έλεγχο του ανεπιθύμητου λεπτόκοκκου υλικού σε επιθυμητές τιμές,

Για τη διαλογή ανάμικτων υλικών και την απομάκρυνσή των ακατάλληλων χρησιμοποιείται οπτικό σύστημα, όπως είναι των εργοστασίων O.E.M. Recycling Equipment, γνωστό με το εμπορικό σήμα «Aquila» (= αετός). Το σύστημα έχει δοκιμαστεί με επιτυχία στη διαλογή μικτών υλικών, όπως ξύλα, χαρτιά, πλαστικά υλικά, PVC, γύψος, χώμα, και άλλα. Το οπτικό σύστημα εντοπίζει τα ακατάλληλα υλικά και τα διαχωρίζει, έτσι ώστε στο συγκρότημα να τροφοδοτούνται καθαρά υλικά (11)

### **1.8.2 Χάλυβας**

Τα μεταλλικά στοιχεία (φέρων οργανισμός από χάλυβα, αλουμινένια κουφώματα, επικαλύψεις από χαλκό) μιας κατασκευής μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν αυτούσια (άμεση ανακύκλωση) ή να ανακυκλωθούν στη βιομηχανική παραγωγική διαδικασία (έμμεση ανακύκλωση).

Ο χάλυβας είναι 100% ανακυκλώσιμος, γεγονός με πολλές θετικές εφαρμογές. Κατά την βασική διαδικασία παραγωγής μεταλλικών σκελετών σε κλίβανο οξυγόνου, χρησιμοποιείται τουλάχιστον 25% ανακυκλωμένος χάλυβας.

Τα προγράμματα ανακύκλωσης του χάλυβα διαφυλάσσουν τους φυσικούς πόρους και ελατώνουν σημαντικά την παραγωγή αποβλήτων. Κάθε τόνος ανακυκλωμένου χάλυβα εξοικονομεί 1.114 κιλά σιδηρομεταλλεύματος, 635 κιλά άνθρακα, και 55 κιλά ασβεστόλιθου. Ετησίως εξοικονομεί το αντίστοιχο των αναγκών ρεύματος 1/5 των οικίων των ΗΠΑ – περίπου 18 εκατομμύρια σπίτια – για έναν χρόνο.

Για την παραγωγή χάλυβα είναι απαραίτητος ο οπτάνθρακας (κοκ) και το σιδηρομετάλλευμα, η διαδικασία εξόρυξης του οποίου, επιβαρύνει σημαντικά το περιβάλλον.

Παράλληλα, κατά την διαδικασία παραγωγής του, παράγονται αέρια, τα οποία συντελούν στα φαινόμενα του θερμοκηπίου και της όξινης βροχής. Η χρήση ανακυκλωμένου χάλυβα εξοικονομεί 30% της κατανάλωσης ενέργειας συγκριτικά με την ενέργεια που δαπανάται για την πρωτογενή παραγωγή του. Ο χάλυβας είναι 100% ανακυκλώσιμος. Κατά την βασική διαδικασία παραγωγής μεταλλικών σκελετών σε κλίβανο οξυγόνου, χρησιμοποιείται τουλάχιστον 25% ανακυκλωμένος χάλυβας (έμμεση ανακύκλωση). Τα προγράμματα ανακύκλωσης του χάλυβα διαφυλάσσουν τους φυσικούς πόρους και ελαττώνουν σημαντικά την παραγωγή αποβλήτων. Κάθε τόνος ανακυκλωμένου χάλυβα εξοικονομεί 1.114 κιλά σιδηρομεταλλεύματος, 635 κιλά άνθρακα, και 55 κιλά ασβεστόλιθου. Υπάρχουν βέβαια και περιπτώσεις άμεσης ανακύκλωσης του χάλυβα όπως η γέφυρα τρένου που επαναχρησιμοποιήθηκε στο Άμστερνταμ και το big dig house. (9)



**Εικόνα 23** Το big dig house

### 1.8.3 Ξυλεία

Οι κυριότεροι τρόποι ανακύκλωσης ξύλου, το οποίο προέρχεται από κατεδαφίσεις είναι οι εξής:

- Κατασκευή σανίδων πάνελ καθώς και μεσαίας πυκνότητας MDF οι οποίες χρησιμοποιούνται κατά τη κατασκευή προκατασκευασμένων σπιτιών.
- Θρυμματισμός ξύλου (ροκανίδια, σκόνη) για την παραγωγή προϊόντων συμπίεσης, όπως ξύλινα δάπεδα, σανίδες κόντρα πλακέ, κ.λ.π.

Προϊόντα ξύλου σκυροδέματος. Μπορεί να επιτευχθεί παραγωγή τούβλων, πάνελς από υπολείμματα ξύλου και σκυροδέματος με σχετικά καλές θερμομονωτικές και αντιπυρικές ιδιότητες.



Αξιοποίηση της θερμογόνου δύναμης του ξύλου εφόσον είναι απαλλαγμένο από διάφορες προσμίξεις. (ελεγχόμενη καύση).

Χρήση σε συνδυασμό με ανακυκλώμενα πλαστικά υλικά για τη δημιουργία εξαιρετικά αποτελεσματικών, υψηλής απόδοσης, συνθετικών υλικών. Πεδίο εφαρμογής των υλικών αυτών αποτελεί η συσκευασία προϊόντων, διάφορα εξαρτήματα στο εσωτερικό των αυτοκινήτων.

**Εικόνα 24** Υπολείμματα ξυλείας

Η πρώτη ύλη για ανακύκλωση ξύλου είναι:

- Φθαρμένες παλέτες. Απο τις 8.000.000 παλέτες που υπολογίζεται ότι διακινούνται ετησίως στην Ελλάδα, το 35%, (περίπου 3.000.000), φθείρονται και πρέπει να ανακυκλωθούν.
- Ξυλοκιβώτα συσκευασιών κάθε είδους
- Υλικά οικοδομών κυρίως απο κατεδαφίσεις
- Κλαδιά δέντρων από κλαδέματα ή καθαρισμούς
- Υπολείμματα απο εργαστήρια επίπλων, κ.α.

Κατά την διαδικασία της ανακύκλωσης τα ξύλα περνώντας μέσα από ειδικό μηχάνημα θραυσματοποιούνται και διαχωρίζονται από τα τυχόν μέταλλα (καρφιά, βίδες, τσερκια κλπ). Κατ' αυτόν τον τρόπο επιγχανούμε μείωση του όγκου τους και εξοικονομούμε οφέλιμο χώρο. Ως πρώτη ύλη το σπασμένο ξύλο είναι πλέον έτοιμο να αξιοποιηθεί με την χρησιμοποίησή του είτε για την παραγωγή προϊόντων ξυλείας από ξυλοβιομηχανίες, όπως η ΣΕΛΜΑΝ, (νοβοπάν κλπ) είτε με περαιτέρω επεξεργασία για την παραγωγή χαρτιού, καθώς επίσης ως ενεργειακή πηγή μειωμένου κόστους, για καύση ή θερμοανση από μεγάλες βιομηχανίες όπως είναι τα χαλυβουργεία. Με περαιτέρω κατάλληλη επεξεργασία μπορούν να παραχθούν διάφορα άλλα προϊόντα π.χ. για επίστρωση δαπέδων ή ακόμα και λιπάσματα.



**Εικόνα 25** Ξυλεία προς ανακύκλωση

(9)

#### **1.8.4 Βιωσιμότητα**

Η Ανακύκλωση συγκεκριμένα προβλέπει βιωσιμότητα με πολλούς διαφορετικούς τρόπους. Η απλή πράξη της ανακύκλωσης του σκυροδέματος μειώνει την ποσότητα του υλικού που πρέπει να ενταφιάζεται. Τυχόν ενσωματωμένα μέταλλα μπορούν να αφαιρεθούν και να ανακυκλωθούν. Ως χώρος για τους χώρους υγειονομικής ταφής γίνεται premium, αυτό δεν βοηθά μόνο να μειώσει την ανάγκη για χώρους υγειονομικής ταφής, αλλά μειώνει και τις οικονομικές επιπτώσεις του έργου. Επιπλέον, χρησιμοποιώντας ανακυκλωμένα αδρανή υλικά σκυροδέματος μειώνεται η ανάγκη για παρθένα αδρανή υλικά. Αυτό με τη σειρά του μειώνει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της συνολικής διαδικασίας εξαγωγής. Με την κατάργηση τόσο της διάθεσης των αποβλήτων και τις νέες ανάγκες της παραγωγής των υλικών, οι απαιτήσεις μεταφοράς των σχεδίων έχουν σημαντικά μειωθεί.

Εκτός από το θέμα της διαχείρισης των πόρων, τα ανακυκλωμένα αδρανή υλικά σκυροδέματος απορροφούν μεγάλη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα από τον περιβάλλοντα χώρο. Η φυσική διαδικασία της ενανθράκωσης εμφανίζεται σε όλα τα συγκεκριμένα από την επιφάνεια προς τα μέσα. Τα Δευτεροβάθμια Αδρανή υλικά προέρχονται από ένα πολύ ευρύ φάσμα των υλικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αδρανή υλικά. Πολλά πλεοναστικά των δευτερογενών υλικών έχουν έντονο περιφερειακό χαρακτήρα. Για παράδειγμα, η Κίνα ,άμμο και πηλό, η ΝΔ Αγγλία, τα απόβλητα σχιστολίθου της Βόρειας Ουαλίας, και μεταλλουργικής σκωρίας στη Νότια Ουαλία, Yorkshire και Humberside. Θεσπίστηκαν πρόσφατα ευρωπαϊκά πρότυπα για τα αδρανή υλικά και δεν γίνονται διακρίσεις μεταξύ των διαφόρων πηγών, και αν η προέλευση των αδρανών υλικών είναι από τα φυσικά, ή ανακυκλωμένα και κατασκευασμένα υλικά. Η έμφαση δίνεται στην καταλληλότητα για συγκεκριμένο σκοπό και όχι στην προέλευση του πόρου. (7)

## **2. ΑΡΧΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ & ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ**

### **Εισαγωγή**

Η κατασκευαστική βιομηχανία, είναι παγκοσμίως αναγνωρισμένη ως μια από τις μεγαλύτερες βιομηχανίες και αποτελεί μείζονα οικονομικό και περιβαλλοντικό παράγοντα σε διεθνές επίπεδο.

Είναι προφανές ότι, οι ανάγκες του συνεχώς αυξανόμενου παγκόσμιου πληθυσμού για δομημένο περιβάλλον και για γενικότερη δόμηση, οι απαραίτητες υποδομές για μεταφορές, επικοινωνίες, ύδρευση, υγιεινή, ενέργεια, για εμπορικές και βιομηχανικές δραστηριότητες καθιστούν την κατασκευαστική βιομηχανία σημαντικό παράγοντα στην κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη κάθε χώρας.

Με την κατασκευαστική βιομηχανία συνδέεται άμεσα ή εξαρτάται από αυτήν ένα πλήθος επιχειρήσεων, επαγγελμάτων και επαγγελματιών, ενώ μέσω αυτής διακινούνται τεράστια ποσά ξεκινώντας από τον σχεδιασμό των τεχνικών έργων, τις μελέτες, την παραγωγή πρώτων υλών και δομικών υλικών, την παραγωγή και εξέλιξη κατασκευαστικού εξοπλισμού αλλά και πάσης φύσεως μηχανημάτων έργων, την ίδια την διαδικασία υλοποίησης των έργων, την χρήση, την λειτουργία - συντήρηση έως την τελική απόσυρση κάθε τεχνικού έργου.

Στον κατασκευαστικό κλάδο απασχολείται ένας τεράστιος αριθμός εργαζομένων σε όλη την γη, ενώ τα τεχνικά έργα που παράγονται καθημερινά είναι ασύλληπτα σε μέγεθος και σε χρησιμότητα. Παγκόσμια στοιχεία δείχνουν ότι η κατασκευαστική βιομηχανία συνεισφέρει το μεγαλύτερο ποσοστό στην δημιουργία του Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος (ΑΕΠ) κάθε χώρας. Στην κατασκευαστική βιομηχανία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπου απασχολούνται 30 εκατομμύρια έμμεσα ή άμεσα εργαζόμενοι, το ποσοστό αυτό ανέρχεται στο 10-12 %, ενώ μερικές φορές σε κάποιες χώρες και κάτω από ειδικές συνθήκες, το ποσοστό αυτό μπορεί να φτάσει και το 25% του ΑΕΠ. Στην Ελλάδα το ποσοστό του ΑΕΠ κυμαίνεται κάπου στη μέση 16% - 17%. Αποτελεί η κατασκευαστική βιομηχανία την ζωτικότερη και μεγαλύτερη αυτοτελή βιομηχανία, ενώ θεωρείται πλέον ως βιομηχανία κλειδί για να επιτευχθεί βιώσιμη ανάπτυξη στις σημερινές κοινωνίες.

Σύμφωνα πάντα με στοιχεία, στην Ευρωπαϊκή Ένωση τα κτίρια καταναλώνουν περισσότερο από το 40% της ολικής ενέργειας, ευθύνονται για το 30% της εκπομπής του CO<sub>2</sub>, ενώ ο κατασκευαστικός τομέας υπολογίζεται ότι είναι ο βασικότερος καταναλωτής πρώτων υλών και υλικών. Τέλος η κατασκευαστική βιομηχανία παράγει πάνω από το 40% του συνόλου των στερεών ανθρωπογενών αποβλήτων, εκ των οποίων το 50% προέρχονται από τις κατασκευές και τις κατεδαφίσεις δημιουργώντας ένα ακόμη πολύ σημαντικό πρόβλημα ή φορτίο που σχετίζεται με την κατασκευαστική βιομηχανία και το οποίο προβάλλει απειλητικά σε παγκόσμιο επίπεδο

Και καθώς όλα αυτά είναι μια πραγματικότητα παρατηρείται το γεγονός ότι η τεράστια σημασία αυτή βιομηχανία εξακολουθεί να παρουσιάζει σε μεγάλο βαθμό εθνικό χαρακτήρα, ή ακόμα και τοπικό χαρακτήρα, είναι πολυποίκιλη και διασπασμένη σε ομάδες περιπλέκοντας ακόμα πιο πολύ τον κλάδο αλλά και υποδεικνύοντας πλέον με σαφήνεια την ανάγκη συνολικής αντιμετώπισης της ανάπτυξης και αναπροσανατολισμού του κλάδου αυτού.

Τέλος επισημαίνεται ότι στην συντριπτική τους πλειοψηφία οι κατασκευαστικές εταιρείες είναι μικρού ή μεσαίου μεγέθους επιχειρήσεις, οι οποίες λειτουργούν με λιγότερους από 20 υπαλλήλους, γεγονός που ενδέχεται να δημιουργήσει προβλήματα και εμπόδια στην προοπτική νέων στόχων, νέων κατευθύνσεων και αλλαγών στην κατασκευαστική βιομηχανία και ιδιαίτερα στον δρόμο προς μια "Βιώσιμη Κατασκευή". (12)



## 2.1 Το Πρωτόκολλο του Κιότο

Με βάση τις διαδικασίες που προβλέπονται από τη Σύμβαση, στην Τρίτη Σύνοδο των Συμβαλλομένων Μερών (Κιότο, Δεκέμβριος 1997) υιοθετήθηκε Πρωτόκολλο στη Σύμβαση, γνωστό ως Πρωτόκολλο του Κιότο. Το Πρωτόκολλο στοχεύει σε συνολική μείωση των εκπομπών τουλάχιστον κατά 5% την πενταετία 2008-2012 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Για την επίτευξή του, τα ανεπτυγμένα Κράτη - Μέρη του Πρωτοκόλλου καλούνται να εξασφαλίσουν ότι οι εκπομπές τους, για 6 συνολικά αέρια, δεν θα υπερβούν τα όρια που τους τίθενται με το Πρωτόκολλο αυτό, στο Παράρτημα Β. Το Πρωτόκολλο τέθηκε σε ισχύ το 2005.<sup>2</sup> Τα κύρια σημεία του Πρωτοκόλλου συνοψίζονται ως εξής:

- Τα ανεπτυγμένα κράτη δεσμεύονται να μειώσουν τις συνολικές τους εκπομπές κατά τουλάχιστον 5%. Ο στόχος αυτός αναφέρεται σε έξι αέρια (διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, υποξείδιο του αζώτου, υδροφθοράνθρακες, πλήρως φθοριομένοι υδρογονάνθρακες και εξαφθοριούχο θείο).
- Ο στόχος κάθε κράτους πρέπει να επιτευχθεί την περίοδο 2008-2012.
- Δυνατότητα εκπλήρωσης των υποχρεώσεων από κοινού. Τα Κράτη δύνανται να δηλώσουν κοινή εκπλήρωση των υποχρεώσεών τους, μέσω μιας συμφωνίας που θα συνάψουν, όπου θα καταγράφεται η υποχρέωση κάθε κράτους ως προς το επίπεδο των εκπομπών και η οποία πρέπει να κατατεθεί μαζί με το κείμενο επικύρωσης.
- Δυνατότητα εκπλήρωσης μέρους των υποχρεώσεων μέσω τριών ευέλικτων μηχανισμών. Το Πρωτόκολλο του Κιότο παρέχει τη δυνατότητα να επιτυγχάνεται η εκπλήρωση μέρους των υποχρεώσεων μέσω τριών μηχανισμών: από κοινού εφαρμογή, μηχανισμός "καθαρής" ανάπτυξης και εμπόριο εκπομπών. Η γενική προϋπόθεση είναι η εκπλήρωση των υποχρεώσεων μέσω των μηχανισμών αυτών να είναι συμπληρωματική των εθνικών δράσεων για την επίτευξη του στόχου.
- Υιοθέτηση πολιτικών και μέτρων. Το Πρωτόκολλο δεσμεύει τα Κράτη-Μέρη του σε εφαρμογή ή υιοθέτηση πολιτικών και μέτρων για την επίτευξη του στόχου του Πρωτοκόλλου, σύμφωνα με τις εθνικές συνθήκες κάθε κράτους.

---

<sup>2</sup> Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής – Το πρωτόκολλο του Κιότο

Περιλαμβάνει και ενδεικτικό κατάλογο συγκεκριμένων μέτρων που μπορούν να εφαρμοσθούν από τα Κράτη-Μέρη.

- Συνεκτίμηση αποδεκτών (καταβόθρες). Το Πρωτόκολλο περιλαμβάνει διατάξεις για την συνεκτίμηση των αποδεκτών (καταβόθρες), οι οποίες αν και χρειάζονται περαιτέρω μελέτη και διευκρινήσεις, παρέχουν κατ' αρχήν τη δυνατότητα συνυπολογισμού της πρόσληψης διοξειδίου του άνθρακα από τα δάση και τις καλλιεργούμενες γαίες στη μείωση των εκπομπών.
- Αυστηρό καθεστώς συμμόρφωσης. Το Πρωτόκολλο προβλέπει την εγκαθίδρυση ενός αυστηρού καθεστώτος συμμόρφωσης
- Δεν υπάρχουν ποσοτικοί στόχοι για αναπτυσσόμενες χώρες.

## 2.2 Comitee International du Batiment

Στην πορεία προς την Βιώσιμη Κατασκευή, η Comitee International du Batiment - International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB), ως ο καθοδηγητικός διεθνής οργανισμός για τις ερευνητικές συνεργασίες στα κτίρια και τις κατασκευές, εστίασε τις δραστηριότητές της, κατά την περίοδο 1995 – 1998, στην Βιώσιμη Κατασκευή και είχε ως αποτέλεσμα το Παγκόσμιο Συνέδριο των Κατασκευών του 1998 στο Gavle της Σουηδίας να έχει θέμα ‘η κατασκευή και το περιβάλλον’.

Στόχος του συνεδρίου ήταν να επιτευχθεί μια παγκόσμια συνεργασία για την χάραξη της πορείας προς μια μελλοντικά βιώσιμη κατασκευαστική βιομηχανία.

Από την συνεργασία μεταξύ πολλών διεθνών οργανισμών όπως RILEM, IEA, CERF, ISIAQ κλπ προέκυψε η κοινά αποδεκτή (9)“**Ατζέντα 21 για την Βιώσιμη Κατασκευή**”. (15)

## 2.3 Ατζέντα 21 για την Βιώσιμη Ανάπτυξη

Η Ατζέντα 21 για τη Βιώσιμη Κατασκευή αποτελεί τον συνδυαστικό κρίκο και έναν παγκόσμιο μεσολαβητή μεταξύ των γενικών Ατζεντών που υπάρχουν, όπως η Έκθεση της Brundtland και η Habitat Ατζέντα, και των εθνικών ή τοπικών Ατζεντών για την κατασκευαστική βιομηχανία και το δομημένο περιβάλλον οι οποίες ισχύουν κατά τόπους ή είναι σε εξέλιξη.

Η Ατζέντα 21 για τη Βιώσιμη Κατασκευή αποτελεί ένα θεμελιώδες πλαίσιο το οποίο ορίζει τους συνδυαστικούς κρίκους μεταξύ της παγκόσμιας θεωρίας για την βιώσιμη ανάπτυξη και της κατασκευαστικής βιομηχανίας, καθιστά ικανή την σύγκριση και τον συντονισμό των διαφόρων Ατζεντών τοπικού επιπέδου και δύναται να διασαφηνίσει λεπτομερή μέτρα που μπορούν να ανταποκριθούν κατάλληλα σε κάθε τοπικό πλαίσιο.

Οι βασικοί στόχοι της Ατζέντας 21 για τη Βιώσιμη Κατασκευή είναι η δημιουργία ενός παγκοσμίου πλαισίου και ορολογίας που θα προσθέσει αξία σε όλες τις εθνικές, τοπικές και υπο - τομεακές Ατζέντες, καθώς και η προώθηση της Έρευνας και Ανάπτυξης (R&D).

## 2.4 Βιώσιμη Κατασκευή

Τις τελευταίες δυο δεκαετίες έχει κατά κοινή ομολογία παρατηρηθεί έντονο ενδιαφέρον για το περιβάλλον, ενώ τελευταία αυτό εκδηλώνεται όλο και πιο δυναμικά τόσο από κυβερνήσεις παγκοσμίως, όσο και από διάφορα κοινωνικά στρώματα, οργανώσεις κλπ.

Το οικουμενικό ενδιαφέρον για το περιβάλλον δεν άφησε αδιάφορους και τους διάφορους παραγωγικούς τομείς και βιομηχανίες όπως η κατασκευαστική βιομηχανία η οποία επιδιώκει την προσαρμογή της στις απαιτήσεις και αρχές της Βιώσιμης Ανάπτυξης μέσω της **Βιώσιμης Κατασκευής**. (14)

Κάνοντας μια σύντομη αναδρομή στην κατασκευή διαπιστώνει κανείς ότι ο ορισμός της Βιώσιμης Κατασκευής δεν έχει ακόμη αποσαφηνιστεί, ενώ η κατανόηση και ερμηνεία της έννοιας της βιώσιμης κατασκευής έχει υποστεί αρκετές μεταβολές με την πάροδο του χρόνου και ιδιαίτερα κατά την διάρκεια των τελευταίων χρόνων.

Παρατηρείται ότι υπάρχουν πολύ διαφορετικές απόψεις και ερμηνείες για την Βιώσιμη Κατασκευή μεταξύ των διαφόρων χωρών. Οι διαφορές αυτές απορρέουν αφ' ενός μεν από τις κοινωνικές διαρθρώσεις και δομές των ίδιων των χωρών, αφετέρου δε από τις διαφορές που παρατηρούνται μεταξύ των οικονομικά αναπτυγμένων χωρών, των εξελισσόμενων και των αναπτυσσόμενων χωρών.

Έτσι, στα πλαίσια της βιώσιμης κατασκευής δόθηκε αρχικά έμφαση στη διαχείριση των προς εξάντληση ή περιορισμένων φυσικών πόρων, κυρίως ενέργειας, και στη μείωση των επιδράσεων στο φυσικό περιβάλλον.

Στη συνέχεια δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση σε πιο τεχνικά θέματα όσον αφορά τις κατασκευές όπως υλικά, τα δομικά στοιχεία μιας κατασκευής, η τεχνολογία της και ο ενεργειακός σχεδιασμός. Ιδιαίτερα στις οικονομικά αναπτυγμένες χώρες δόθηκε έμφαση στα βιώσιμα κτίρια μέσω του ολοκληρωμένου σχεδιασμού των κτιρίων, με την χρήση νέων τεχνολογιών και νέων προϊόντων.

Σήμερα έχει γίνει αποδεκτό ότι τα μη τεχνικά θέματα, τα λεγόμενα 'απλά' θέματα, είναι εξίσου σημαντικά για τη βιώσιμη ανάπτυξη στον τομέα των κατασκευών και θεωρείται απαραίτητο να δίνεται η ίδια προσοχή στην οικονομική, κοινωνική και περιβαλλοντική διάσταση.

Επίσης, προσφάτως οι συνέπειες της κατασκευαστικής δραστηριότητας, του δομημένου περιβάλλοντος στον πολιτισμό και την πολιτιστική κληρονομιά αντιμετωπίζονται ως θέματα ιδιαίτερα σημαντικά για την κατασκευαστική βιομηχανία. (12)

## **2.5 Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης**

Αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο ότι, το περιβάλλον την τελευταία δεκαετία είναι στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος και των προσπαθειών τόσο των κυβερνήσεων ανά τον κόσμο, νομοθετώντας ή ενεργοποιώντας νομοθεσίες, υιοθετώντας Ατζέντες και επικυρώνοντας το πρωτόκολλο του Κιότο, όσο και των επιχειρήσεων οι οποίες εφαρμόζουν Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης πιστοποιημένα κατά ISO 14001 ή επαληθευμένα κατά EMAS.

Τα πρότυπα, λοιπόν, που ασχολούνται με τη περιβαλλοντική διαχείριση στον κατασκευαστικό τομέα είναι κυρίως δύο, το ISO 14001 και το EMAS.

**EMAS.** Το EMAS (Eco-management and Audit of the European Union) είναι ένα σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης για το οποίο αρμόδιος φορέας για να εκδίδει πιστοποιητικά συμμόρφωσης στην Ελλάδα είναι το υπουργείο Περιβάλλοντος. Το σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης EMAS αξιώνει τις εταιρείες να ικανοποιούν ένα υψηλό επίπεδο περιβαλλοντικής προστασίας. Το σύστημα αφορά κυρίως βιομηχανικές ή μονάδες παραγωγής ενέργειας αλλά μπορεί και πειραματικά να εφαρμόσει και σε άλλες λειτουργίες όπως ο κατασκευαστικός τομέας.

**ISO 14001.** Αποτελείται από ένα διεθνές πρότυπο που καθορίζει την διαδικασία για τον έλεγχο και βελτίωση της περιβαλλοντικής πρακτικής της επιχείρησης. Το ISO 14001 αποτελείται από:

- Γενικές απαιτήσεις
- Περιβαλλοντική πολιτική
- Σχεδίαση
- Εφαρμογή και λειτουργία
- Έλεγχο και διορθωτικές κινήσεις
- Γενική επισκόπηση της διαχείρισης

Η βασικότερη διαφορά μεταξύ του Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης κατά EMAS και του αντίστοιχου κατά ISO 14001 είναι η **διαφάνεια** που παρέχει το σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης κατά EMAS μέσω της επιβεβλημένης κοινοποίησης της Περιβαλλοντικής Δήλωσης προς τα έξω. (11)

Στον δρόμο προς την βιώσιμη ανάπτυξη η Ευρωπαϊκή Ένωση εξέδωσε τον Κανονισμό (ΕΟΚ) 1836/93 ο οποίος αντικαταστάθηκε από τον ΕΚ 761/2001 - Κοινοτικό Σύστημα Οικολογικής Διαχείρισης και Οικολογικού Ελέγχου – EMAS.

Το EMAS είναι ένα εκούσιας συμμετοχής σύστημα σύγχρονης και προωθημένης διαχείρισης περιβαλλοντικών θεμάτων, προενεργεί για το περιβάλλον, είναι διαφανές προς όλους τους ενδιαφερόμενους και την κοινωνία, απαιτεί αδιάλειπτη προσπάθεια και συνεχή βελτίωση των προσπαθειών ή επιδόσεων, αλλά κυρίως απαιτεί την συμμετοχή των εργαζομένων των επιχειρήσεων που το εφαρμόζουν.

Η βασικότερη διαφορά μεταξύ του Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης κατά EMAS και του αντίστοιχου κατά ISO 14001 είναι η **διαφάνεια** που παρέχει το σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης κατά EMAS μέσω της επιβεβλημένης κοινοποίησης της Περιβαλλοντικής Δήλωσης προς τα έξω.

Μέσω αυτής της Περιβαλλοντικής Δήλωσης ακτινογραφείται κυριολεκτικά η επιχείρηση παρέχοντας στοιχεία των δραστηριοτήτων, της πολιτικής, της δομής και οργάνωσης (οργανογράμματα), του συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης που εφαρμόζεται, των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, των περιβαλλοντικών στόχων και σκοπών και των αποτελεσμάτων των επιδόσεων που προκύπτουν από τις αδιάλειπτες προσπάθειες της επιχείρησης. Τα στοιχεία αυτά ελέγχονται ετησίως από Επαληθευτές Περιβάλλοντος, διαπιστευμένους από το ΕΣΥΔ, επικυρώνονται, καταχωρούνται στον αρμόδιο φορέα καταχώρησης του κράτους, στην προκειμένη περίπτωση το ΥΠΕΧΩΔΕ το οποίο αποτελεί μέλος του ευρωπαϊκών φορέων καταχώρησης του EMAS και δημοσιοποιούνται υποχρεωτικά.

Επισημαίνεται ότι το σύστημα κατά EMAS καλύπτει όλες τις απαιτήσεις του ISO 14001, ενώ εταιρείες που διαθέτουν πιστοποιημένο σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης δεν είναι υποχρεωμένες να πραγματοποιήσουν επίσημη περιβαλλοντική επισκόπηση όταν προχωρήσουν πιο πέρα στην υιοθέτηση και εφαρμογή του EMAS. Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω το EMAS είναι προωθημένο, απαιτητικό και κυρίως διαφανές σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης. Η διαφάνεια αυτή, η δημοσιοποίηση στοιχείων δεν είναι οικείο γεγονός προς την επικρατούσα λογική και αντίληψη των διοικήσεων των ελληνικών επιχειρήσεων και εύκολα συναντά κανείς την άρνηση για εφαρμογή του EMAS, ενώ πιο εύκολα υιοθετούν το ISO 14001.

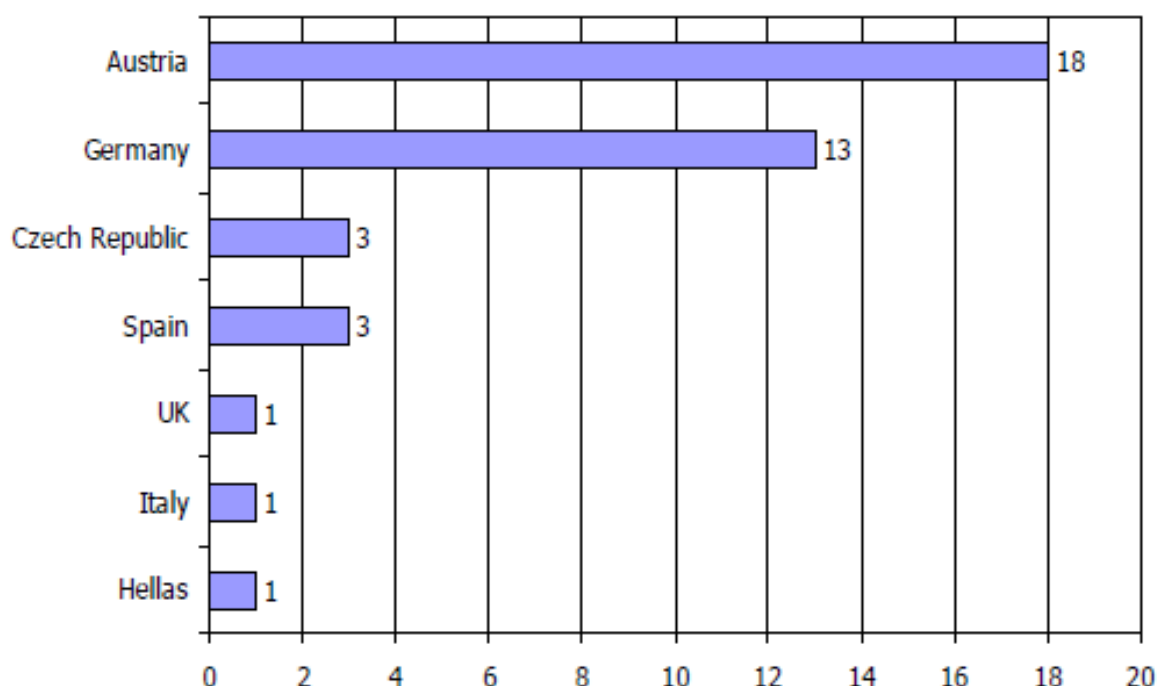
Τα στοιχεία δείχνουν οι σύγχρονες επιχειρήσεις σήμερα, οι οποίες προσβλέπουν σε μακροχρόνια βιωσιμότητα, χαράσσουν τις στρατηγικές ανάπτυξής τους με γνώμονα την προστασία του περιβάλλοντος. Οι επιχειρήσεις αυτές διαθέτουν όραμα, πολιτική, κατάλληλη δομή και οργάνωση, αλλά και αποφασιστικότητα για δέσμευση ως προς την τήρηση των νόμων και των κανόνων που διέπουν το περιβάλλον.

Αναφορικά με τις επιχειρήσεις που υιοθετούν και εφαρμόζουν το EMAS, είναι επιχειρήσεις που διαθέτουν όλα τα ανωτέρω, ενώ είναι πιο τολμηρές και ώριμες. Για την ανώτατη διοίκηση και τους υπεύθυνους για το περιβάλλον αυτών των επιχειρήσεων η δημοσιοποίηση προς τα έξω της Περιβαλλοντικής Δήλωσης και των επιδόσεων της επιχείρησης δεν θεωρείται μειονέκτημα, αλλά μια ανοικτή συνεργασία

με τους υγιώς ενδιαφερόμενους τρίτους, μια πρόκληση για ουσιαστική βελτίωση των περιβαλλοντικών θεμάτων, ένας τρόπος θετικής αντίδρασης και συμβολής στην επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης, στα διάφορα περιβαλλοντικά, κοινωνικοοικονομικά και πολιτιστικά θέματα.

Η υιοθέτηση τέτοιων συμπεριφορών είναι για τις σύγχρονες επιχειρήσεις το επόμενο βήμα, το βήμα προς την εναρμόνιση με την γενικότερη Βιώσιμη Ανάπτυξη και για τις κατασκευαστικές επιχειρήσεις το βήμα προς την Βιώσιμη Κατασκευή. (5)

**Πίνακας 14** Ευρωπαϊκές κατασκευαστικές επιχειρήσεις καταχωρημένες στο EMAS



## 2.6 Νομοθετικό Πλαίσιο

Στα θέματα του περιβάλλοντος η Ευρωπαϊκή Ένωση θέσπισε μια εκτενή σειρά νομοθετικών πράξεων μέσω των 4 πρώτων διαδοχικών κοινοτικών προγραμμάτων δράσης (κυρίως όροι και περιορισμοί σε θέματα διαχείρισης αποβλήτων, ρύπανση υδάτων και αέρα), του 5<sup>ου</sup> Προγράμματος Δράσης (στη διάρκεια του οποίου η προστασία του περιβάλλοντος αναβαθμίστηκε στην Ε.Ε. σε επίπεδο επίσημης πολιτικής), της ‘συνθήκης του Άμστερνταμ’ με την οποία ενσωματώθηκε στους στόχους της Ευρωπαϊκής Κοινότητας η αρχή της ‘βιώσιμης ανάπτυξης’.

Με το πέρασμα στο 6<sup>ο</sup> πρόγραμμα δράσης για το ‘περιβάλλον’ 2001-2010 και την αξιολόγηση των προηγούμενων προγραμμάτων δράσης εξήχθη το συμπέρασμα ότι το περιβάλλον θα συνέχιζε να φθίνει εκτός εάν:

Επιτυγχάνονταν μεγαλύτερη πρόοδος στην εφαρμογή της περιβαλλοντικής νομοθεσίας στα κράτη μέλη και τα εμπλεκόμενα μέρη και οι πολίτες αναλαμβάνουν μεγαλύτερο βάρος στις προσπάθειες για την προστασία του περιβάλλοντος

Στη χώρα μας το νομοθετικό πλαίσιο το σχετικό με την προστασία του περιβάλλοντος, των απαιτούμενων μελετών περιβαλλοντικών επιπτώσεων και τις διαδικασίες περιβαλλοντικής αδειοδότησης των διαφόρων έργων και δραστηριοτήτων βασίζεται κυρίως:

- Στο Ν 998/79 για τα ‘δάση και τις δασικές εκτάσεις’
- Στο Ν 1650/86 περί ‘προστασίας του περιβάλλοντος’
- Στην ΚΥΑ 69269/5387/90 για την ‘κατάταξη έργων και δραστηριοτήτων και περιεχομένου ΜΠΕ & ΕΠΜ’
- στην ΚΥΑ 75308/5812 για τον ‘τρόπο ενημέρωσης κοινού’
- στην εγκύκλιο 17/59862/1687/94 που δίνει οδηγίες για την εφαρμογή της ΚΥΑ 69269/90,
- στον Ν. 3010/2002 ‘νέο θεσμικό πλαίσιο των Μ.Π.Ε.’

Τα θετικά και αρνητικά συμπεράσματα από την μέχρι τώρα εφαρμογή της νομοθεσίας οδήγησαν την πολιτεία στην έκδοση μιας σειράς υπουργικών αποφάσεων και εγκυκλίων με τις οποίες αποκεντρώνουν μια σειρά αρμοδιοτήτων, ερμηνεύουν την εφαρμογή περιβαλλοντικών όρων, μειώνουν την πολυνομία, εξειδικεύουν τα στοιχεία αξιολόγησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και ορίζουν προδιαγραφές εκπόνησης μελετών.

Το ίδιο συμβαίνει και με την Ευρωπαϊκή Νομοθεσία με κυριότερο σταθμό τη οδηγία 97/11/ΕΚ και 3/3/97. Εδώ γίνεται σαφές ότι η εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων πρέπει να προηγείται της χορήγησης άδειας λειτουργίας των έργων.

Ακόμη ενισχύεται η εκτίμηση της αλληλεπίδρασης (άνθρωπος –πανίδα – χλωρίδα – έδαφος - ύδατα-αέρας- τοπίο- πολιτιστική κληρονομιά), καθιερώνεται η μη τεχνική περίληψη για την ενημέρωση του κοινού και διευκρινίζονται ορισμένα θέματα περιβάλλοντος (συγκοινωνιακά έργα, χημικές εγκαταστάσεις, εργασίες πολεοδομίας κ.λ.π.)



## 2.7 Μέθοδοι Περιβαλλοντικής Αξιολόγησης

Η εφαρμογή του νομοθετικού πλαισίου για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, την περιβαλλοντική αδειοδότηση των έργων καθώς και τις διαδικασίες εφαρμογής των περιβαλλοντικών όρων, δημιούργησαν ένα νέο καθεστώς στην Ελληνική πραγματικότητα.

Το νέο 'τοπίο' που δημιουργούν στη χώρα μας επιβάλλει την αυστηρή εφαρμογή κανόνων και αρχών αποκατάστασης- διαχείρισης του περιβάλλοντος. Το εργαλείο μέσω του οποίου αδειοδοτούνται τα έργα αυτά και εφαρμόζονται οι κανόνες διαχείρισης του περιβάλλοντος είναι Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ). Στις Μ.Π.Ε. που συντάσσονται για έργα μεγάλης κλίμακας γίνεται καταγραφή των περιβαλλοντικών παραμέτρων (οικολογικές, πολιτισμικές, κοινωνικές κ.λ.π.) που πρόκειται να επηρεασθούν από την κατασκευή και λειτουργία του έργου, αξιολογούνται όσο αφορά το ευρύτερο περιβάλλον όπου αυτό απαιτείται. Λόγω του μεγέθους, συνεπώς και των εκτεταμένων επεμβάσεων στο περιβάλλον που απαιτούν τα έργα αυτά, η αξιολόγηση των επιπτώσεων και οι τρόποι αποκατάστασης του περιβάλλοντος απαιτούν ιδιαίτερο τρόπο αντιμετώπισης και σχεδιασμού. Οι μέθοδοι περιβαλλοντικής αξιολόγησης διακρίνονται σε :

- i. αυτές που επιδιώκουν την αξιολόγηση και κατάταξη των δομικών υλικών και προϊόντων ως προς την περιβαλλοντική τους φιλικότητα (με σήμανση ή βαθμολόγηση),
- ii. αυτές που χρησιμοποιούνται για την ποσοτικοποίηση και αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των υλικών, όπως προκύπτει από την εφαρμογή της μεθόδου ανάλυσης του κύκλου ζωής των υλικών (Life Cycle Analysis - LCA). Σε κάθε μέθοδο χρησιμοποιούνται διαφορετικοί παράμετροι αξιολόγησης και για κάθε παράμετρο διαφορετικοί συντελεστές βαρύτητας. Οι κύριοι παράμετροι που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση αναφέρονται σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής των υλικών και καλύπτουν:
  - την περιβαλλοντική καταστροφή από την εξόρυξη των πρώτων υλών,
  - τη διαθεσιμότητα των πρώτων υλών,
  - το βαθμό ανάκτησης των πρώτων υλών,

- την ενέργεια που καταναλώνεται για την παραγωγή των υλικών,
- το βαθμό της παραγωγής αποβλήτων και απορριμμάτων κατά το στάδιο της παραγωγής και το βαθμό ρύπανσης που προκαλείται.

### **2.7.1 Μέθοδος Περιβαλλοντικής Προτίμησης**

Η ‘Μέθοδος Περιβαλλοντικής Προτίμησης’ πρωτοπαρουσιάστηκε στην Ολλανδία το 1991 από τον ιδιωτικό φορέα Woon/Energie και εκδόθηκε στα αγγλικά το 1996. Βασίζεται στην ποιοτική κατάταξη των δομικών υλικών και προϊόντων σε 4 διαβαθμισμένες κατηγορίες προτίμησης ανάλογα με την φιλικότητά τους ως προς το περιβάλλον, από την περισσότερο περιβαλλοντικά φιλική (προτίμηση 1) έως τη μη προτεινόμενη (προτίμηση 4). Η περιβαλλοντική προτίμηση μπορεί να γίνει τόσο για νέες κατασκευές όσο και για ανακαινίσεις κτιρίων και δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να διαλέξει, σε κάθε στάδιο κατασκευής, το περισσότερο περιβαλλοντικά φιλικό υλικό.

Τα υλικά αξιολογούνται βάσει των παρακάτω παραμέτρων :

- επάρκεια πρώτων υλών
- οικολογική καταστροφή που προκαλείται από την εξόρυξη/ συλλογή των πρώτων υλών
- κατανάλωση ενέργειας σε όλα τα στάδια παραγωγής, περιλαμβανομένου και της ενέργειας μεταφοράς τους
- κατανάλωση νερού
- ηχητική ρύπανση και ρύπανση από οσμές
- επικίνδυνες εκπομπές, όπως αυτές που μπορεί να οδηγήσουν στη μείωση της στιβάδας του όζοντος
- συμβολή στην αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη
- στη δημιουργία όξινης βροχής
- θέματα υγείας
- κίνδυνος καταστροφών
- ευχέρεια επισκευών
- επανάχρηση
- απόβλητα

Η μέθοδος χρησιμοποιήθηκε πολύ επιτυχημένα σε περισσότερους από 50% τοπικούς δήμους στην Ολλανδία για τη δημιουργία προδιαγραφών για δομικά υλικά και τις κατασκευές καθώς επίσης και από εταιρείες δομικών υλικών για την ετήσια αξιολόγηση και κατάταξη των δομικών τους προϊόντων.

### **2.7.2 Σύστημα αξιολόγησης δομικών υλικών**

Η μέθοδος «Σύστημα αξιολόγησης δομικών υλικών - BMAS» (1994) στοχεύει στην ποσοτική αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των δομικών υλικών. Τα δομικά υλικά αξιολογούνται βάσει ενός «οικολογικού δείκτη», ο οποίος προκύπτει από την αξιολόγηση διαφόρων περιβαλλοντικών παραμέτρων. Η «οικολογική τιμή» των δομικών στοιχείων προκύπτει από το σύνολο των ποσοτήτων των δομικών υλικών. Το άθροισμα των επί μέρους «οικολογικών τιμών» των δομικών στοιχείων δίνει τη συνολική βαθμολογία της περιβαλλοντικής επίπτωσης του κτιρίου. Βασίζεται βεβαίως σε κάποιες παραδοχές για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούν τα δομικά υλικά.

### **2.7.3 Οικολογική Αειφορία Δομικών Υλικών**

Η μέθοδος «Οικολογική αειφορία δομικών υλικών – BMES» (Lawson and Partidge, 1995) είναι επίσης μία ποσοτική μέθοδος αξιολόγησης, όπου τα δομικά υλικά αξιολογούνται βάσει 16 περιβαλλοντικών κριτηρίων που αναφέρονται σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής τους, τα οποία ταξινομούνται σε 3 κύριες κατηγορίες:

- ανάλωση πρώτων υλών,
- ρύπανση που προκαλείται
- εμπεριεχόμενη ενέργεια

Για την αξιολόγηση όλου του κτιρίου, αθροίζονται όλοι οι επιμέρους δείκτες και δίνουν τη συνολική βαθμολογία αξιολόγησης. Η διαφορά μεταξύ της προηγούμενης μεθόδου (BMAS) και αυτής (BMES), είναι ότι με τη δεύτερη μέθοδο (BMES) γίνεται αποτίμηση για ολόκληρο τον κύκλο ζωής των υλικών.

## 2.7.4 Περιβαλλοντικός Έλεγχος Δομικών Υλικών

Η μέθοδος προτείνει μία διαίρεση του συνολικού κύκλου ζωής των δομικών υλικών σε βήματα αξιολόγησης ακολουθώντας ιεραρχική και όχι χρονολογική σειρά. Διακρίνονται 4 φάσεις του κύκλου ζωής των υλικών:

- i. Στάδιο κατασκευής και χρήσης
- ii. Στάδιο εξόρυξης και παραγωγής των πρώτων υλών
- iii. Στάδιο βιομηχανικής παραγωγής των υλικών
- iv. Στάδιο επανάχρησης ή απόθεσης

Η μέθοδος δίνει ιδιαίτερη βαρύτητα στο στάδιο της χρήσης του κτιρίου. Οι διαδικασίες για την ενσωμάτωση των υλικών στην κατασκευή του κτιρίου θεωρείται ότι αποτελούν μέρος του σταδίου της χρήσης. Ως επόμενης βαρύτητας στάδιο θεωρείται το στάδιο της εξόρυξης και παραγωγής πρώτων υλών, δεδομένου ότι η κατασκευή των κτιρίων καταναλώνει κατά κανόνα μεγάλες ποσότητες πρώτων υλών. Ακολουθεί το στάδιο της βιομηχανικής παραγωγής των υλικών κατά το οποίο σε πολλές περιπτώσεις παράγονται ή εκπέμπονται επικίνδυνες ουσίες, τοξικά κατάλοιπα, κ.λ.π. Τελευταίο σε βαρύτητα είναι το στάδιο της αποξήλωσης – απομάκρυνσης, κατά το οποίο προκύπτουν μεγάλες ποσότητες στερεών οικοδομικών απορριμμάτων, με δυνατότητες είτε ανακύκλωσης τους είτε χρήσης τους για κάποιες δευτερεύουσες εφαρμογές (όπως π.χ. ως υλικά επιχώσεων). Ορισμένα υλικά, κατά περίπτωση, μπορεί να οδηγήσουν σε μετατόπιση της βαρύτητάς τους, όπως για τα συνθετικά υλικά είναι πιθανόν να έχει μεγαλύτερη βαρύτητα οι επιβαρύνσεις που προκύπτουν από το στάδιο της βιομηχανικής παραγωγής τους, ενώ για τα ξύλινα στοιχεία που περιέχουν συντηρητικά υψηλής τοξικότητας, έχουν ιδιαίτερη σημασία τα προβλήματα απομάκρυνσης και καταστροφής τους.

Ανάλογα με την ιδιαιτερότητα κάθε συγκεκριμένου έργου (νέα κατασκευή, επισκευή ή ανακαίνιση κτιρίου) τα κριτήρια μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε ως αυστηρά κριτήρια επιλογής με σκοπό τον αποκλεισμό υλικών που δεν ανταποκρίνονται σε αυτά ή ως κατευθυντήριες και συμβουλευτικές ενδείξεις για τη διαδικασία επιλογής.

## 2.7.5 Μέθοδος Ανάλυσης Εμπεριεχόμενης Ενέργειας

Με αυτή τη μέθοδο γίνεται υπολογισμός της ενέργειας που καταναλώνεται σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής ενός υλικού με στόχο:

Να προσδιοριστούν ποσοτικά και ποιοτικά το ποσό της ενέργειας που απαιτείται ώστε να μειωθούν οι τιμές της και να βελτιωθούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της,

Να προσδιοριστούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκύπτουν από την κατανάλωση της παραπάνω ενέργειας.

Η εμπεριεχόμενη ενέργεια μπορεί να υπολογιστεί με διάφορες μεθόδους, όπως η μέθοδος της απευθείας μέτρησης «Process analysis» και η μέθοδος με πίνακες «εισερχόμενων (εισροών) – εξερχόμενων (εκροών)» (input –output). Βέβαια, η πολυπλοκότητα των δεδομένων που απαιτούνται για τον υπολογισμό της εμπεριεχόμενης ενέργειας δημιουργεί αβεβαιότητες ως προς τις τιμές της.

## 2.8 Υγιεινά Υλικά

Τα περισσότερα φυσικά δομικά υλικά είναι πιο υγιεινά από τα τεχνητά υποκατάστατά τους. Εντούτοις, χρησιμοποιούνται λιγότερο επειδή είναι ακριβότερα ή έχουν κατώτερα τεχνικά χαρακτηριστικά, συνήθως μικρότερη χρονική διάρκεια. Ευτυχώς, η αυξανόμενη ενημέρωση σε θέματα υγείας τα επαναφέρει στην αγορά ως ενδιαφέρουσα επιλογή. Μερικά από αυτά τα υγιεινά υλικά είναι:

- Οργανική μόνωση: αποτελείται από φυτικές ίνες και μαλλί, δεν είναι τοξική, και δεν απελευθερώνει χημικές ουσίες. Σε μερικές περιπτώσεις έχει λιγότερη χρονική διάρκεια, επομένως, χρειάζεται ιδιαίτερη φροντίδα κατά την κατασκευή για αποφυγή υγρασίας.
- Μπογιές με βάση το νερό: δεν έχουν το πετρέλαιο ως βάση, επομένως, δεν είναι τοξικές.

- Χώμα (ground): το συγκεκριμένο υλικό ακόμα χρησιμοποιείται σε πολλές χώρες. Το πλεονέκτημά του είναι ότι χρειάζεται χαμηλό ποσοστό ενέργειας για να παραχθεί. Δεν είναι τοξικό και αντέχει στο χρόνο.
- Ξύλο: είναι από μόνο του ανανεώσιμο υλικό που απαιτεί χαμηλή ενέργεια για να παραχθεί. Πρέπει να έχει πιστοποίηση που εγγυάται τη λήψη του από ελεγχόμενη δασική εκμετάλλευση.

## 2.9 Αειφόρος Αστικός Σχεδιασμός

Ένας σημαντικός παράγοντας για να επιτευχθεί συνολικά η απόδοση τόσο των κτιρίων όσο και των αστικών χώρων είναι ο Αειφόρος αστικός σχεδιασμός. Μερικά από τα προτεινόμενα κριτήρια που πρέπει να εφαρμοστούν από αυτό το σχεδιασμό είναι η δημιουργία μιας συμπαγούς πόλης που θα εξασφαλίζει την αειφόρο αστική μετακίνηση, θα σέβεται τις περιβαλλοντικές παρεμβάσεις, θα μειώνει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις στην περιοχή (φυσικοί και βελτιωμένοι χώροι), θα χρησιμοποιεί αυτόχθονα φυτικά είδη, και θα γίνεται σωστός σχεδιασμός αστικών εγκαταστάσεων ελεύθερων χώρων και παιχνιδότοπων.

## 2.10 Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων

Ως Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική ορίζεται ο σχεδιασμός των κτιρίων (και γενικότερα των χώρων) που λαμβάνει υπόψη τις παραμέτρους του κλίματος μιας περιοχής, με στόχο την θερμική, οπτική και ακουστική άνεση των χρηστών, αξιοποιώντας ενέργεια και φαινόμενα του τοπικού περιβάλλοντος. Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι τα παθητικά συστήματα <sup>3</sup> που ενσωματώνονται στο κτίριο με στόχο την αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πηγών.

Με στόχο την άνεση των ανθρώπων που μένουν σ' ένα χώρο θα πρέπει να ρυθμίζονται οι περιβαλλοντικές συνθήκες (τουλάχιστον αυτές που γίνονται άμεσα αισθητές, θερμοκρασία – υγρασία).

<sup>3</sup> Παθητικά συστήματα. Ο όρος παθητικό υπογραμμίζει τη σημαντική διαφορά που διακρίνει δύο ξεχωριστές προσεγγίσεις. Τα ηλιακά συστήματα που λειτουργούν με τη βοήθεια ανεμιστήρων και μηχανικών αντλιών χαρακτηρίζονται «ενεργητικά». Ο όρος παθητικό υποδηλώνει τεχνολογία απλή και εκμετάλλευση της ενέργειας που ενυπάρχει στον συγκεκριμένο τόπο, σε συνεργασία με αρχιτεκτονικές συνιστώσες.

## **Αρχές Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής**

1. Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας
2. Θερμική προστασία κτιρίων
3. Προστασία μέσω σκίασης
4. Συστήματα και τεχνικές παθητικού δροσισμού
5. Βελτίωση – ρύθμιση των περιβαλλοντικών συνθηκών
6. Φυσικός φωτισμός
7. Βελτίωση ή ακόμα και δημιουργία μικροκλίματος

Εάν εφαρμοστεί μια σειρά συγκεκριμένων στρατηγικών, τότε τα κτίρια μπορούν να είναι ενεργειακά αποδοτικότερα με παθητικό τρόπο, δηλαδή με ορθά και καλά αρχιτεκτονικά σχέδια. Οι παθητικές στρατηγικές που θα ακολουθηθούν θα εξαρτηθούν κυρίως από τις τοπικές κλιματικές συνθήκες του μελλοντικού κτιρίου (λαμβάνοντας υπόψιν παράγοντες όπως την έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία, το αιολικό δυναμικό, τη βροχόπτωση), καθώς επίσης και σε άλλους παράγοντες, μεταξύ άλλων, η γλωρίδα ή οι σκιάσεις από τα γειτονικά κτίρια. Είναι πολύ σημαντικό να κατανοήσουμε ότι ο παρόν ή ο μελλοντικός αστικός σχεδιασμός θα επηρεάσουν την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου. Μερικοί παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψιν είναι:

Τα περισσότερα ανοίγματα του κτιρίου καλό είναι να βρίσκονται προς την νότια πλευρά του κτιρίου. Ενώ η βορινή πλευρά αν δεν κολλάει σε κάποιο άλλο κτήριο καλό είναι να προστατεύεται από ψηλά δέντρα ή να τοποθετούμε από αυτήν την πλευρά κλειστούς χώρους στάθμευσης ή αποθήκες ώστε να αποφεύγεται η απευθείας επαφή με τους ψυχρούς βορινούς ανέμους. Η δυτική και ανατολική πλευρά του κτιρίου δέχονται ίσα ποσά ακτινοβολίας .

Τα δομικά υλικά που πρέπει να χρησιμοποιηθούν είναι υλικά αυξημένης θερμοχωρητικότητας και πάντα σε συνδυασμό με καλή μόνωση του εξωτερικού κελύφους του κτηρίου.

Το γυαλί θεωρείται ότι είναι η ευκολότερη και η φτηνότερη μέθοδος απορρόφησης ενέργειας σε ένα κτήριο, αλλά προκειμένου να αποφύγουμε, όσο το

δυνατόν περισσότερο τις θερμικές απώλειες χρησιμοποιούμε πάντα διπλά τζάμια και προσέχουμε την στεγάνωση των αρμών των κουφωμάτων.

Βασική είναι η χρησιμοποίηση μονωτικών υλικών όχι μόνο στους εξωτερικούς τοίχους αλλά και στην πλάκα του δώματος καθώς και σε τυχόν κεραμιδοσκεπή. Η σωστή μόνωση είναι ο καλύτερος τρόπος για να διασφαλίσουμε την μείωση των θερμικών απωλειών το χειμώνα και την αύξηση της εσωτερικής θερμοκρασίας κατά την διάρκεια του καλοκαιριού.

Για να αποφύγουμε την υπερβολική ζέστη μέσα στο κτήριο κατά τους καλοκαιρινούς μήνες φροντίζουμε τον κατάλληλο σκιασμό του με πέργκολες, σκίαστρα ή τοποθέτηση φυλλοβόλων δέντρων στην κατάλληλη θέση. Συστήματα κινητής ηλιοπροστασίας υπάρχουν στο εμπόριο και μπορούν εύκολα να χρησιμοποιηθούν οποιαδήποτε στιγμή είναι αναγκαία.

Απαραίτητο είναι για το κτήριο να υπάρχει ένα σύστημα εναλλαγής αέρα κατά την διάρκεια της νύχτας τους θερινούς μήνες ώστε να πέφτει η θερμοκρασία μέσα στο σπίτι και να φροντίζουμε να διατηρήσουμε μια σταθερή χαμηλή θερμοκρασία την υπόλοιπη μέρα.

Σημαντικό ρόλο σε ένα βιοκλιματικό κτίριο παίζει το χρώμα του. Τα σκούρα χρώματα εξωτερικά έχουν την τάση να απορροφούν ενέργεια την οποία μεταδίδουν στο εσωτερικό του κτιρίου. Τα ανοιχτά χρώματα αντανακλούν ένα μεγάλο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας πίσω στο περιβάλλον και βοηθούν στην αποφυγή υπερθέρμανσης του κτιρίου.

Ένα βιοκλιματικό κτήριο δεν έχει να κάνει μόνο με πολύπλοκα συστήματα ψύξης / θέρμανσης, αλλά και με μια γενικότερη εξοικονόμηση ενέργειας. Στο εμπόριο υπάρχουν πολλά βιολογικά δομικά υλικά, φυλικά προς το περιβάλλον τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά την κατασκευή του κτηρίου, αλλά και υλικά που μπορούν να χρησιμοποιούνται κατά την χρήση του από τους ιδιοκτήτες όπως συσκευές που λειτουργούν με ηλιακή ενέργεια, παροχή ανακυκλώσιμου νερού στις τουαλέτες, καζανάκια διπλής ροής νερού, βρύσες χρονικά ελεγχόμενες.



### **3. ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑΣ 5 – ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΞΥΛΙΝΩΝ ΦΟΡΕΩΝ**

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 Μηχανικό.

#### **3.1 Πεδίο Εφαρμογής**

Καλύπτεται ο σχεδιασμός κατασκευών από ξύλο κάθε μορφής ή προϊόντα ξύλου (αντικολλητή ξυλεία, μοριοσανίδες, ινοσανίδες), με συνδέσεις μέσω μηχανικών συνδέσμων ή συγκολλήσεων, έναντι των απαιτήσεων αντοχής, λειτουργικότητας και ανθεκτικότητας σε διάρκεια. Στις κατασκευές περιλαμβάνονται τα κτίρια και τα έργα πολιτικού μηχανικού. Δεν περιλαμβάνονται οι γέφυρες, για τις οποίες προβλέπεται ξεχωριστό μέρος του Ευρωκώδικα. Δεν καλύπτονται:

- αντισεισμικός σχεδιασμός (NEAK και EC 8).
- Σχεδιασμός κατασκευών που θα υποστούν παρατεταμένη έκθεση σε θερμοκρασίες ανώτερες των 60oC.
- Σχεδιασμός έναντι πυρκαγιάς (καλύπτεται στο Μέρος 1-2 του Ευρωκώδικα 5, Γενικοί κανόνες - Σχεδιασμός δομημάτων έναντι πυρκαγιάς).
- Ορισμένα θέματα ειδικών κατασκευών. Η εκτέλεση καλύπτεται στο βαθμό που χρειάζεται για να επισημανθεί η ποιότητα των υλικών και των προϊόντων, τα οποία θα πρέπει να χρησιμοποιούνται, καθώς και η απαιτούμενη στάθμη τεχνουργίας, ώστε να εξασφαλίζεται και από αυτή την πλευρά, η συμμόρφωση με τις παραδοχές του σχεδιασμού.

Πίνακας 15 Περιεχόμενα Ευρωκώδικα

<p><b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b></p>	<p>Αναφέρονται στοιχεία κοινά για όλους τους Ευρωκώδικες.</p>
<p><b>Κεφ. 1 Γενικά</b></p>	<p>Περιλαμβάνει στοιχεία για το πεδίο εφαρμογής του Ευρωκώδικα, τα απαιτούμενα συμπληρωματικά κανονιστικά κείμενα καθώς και βασικούς ορισμούς.</p>
<p><b>Κεφ. 2 Βάσεις σχεδιασμού</b></p>	<p>Πραγματεύεται τις βασικές αρχές σχεδιασμού για την οριακή κατάσταση αστοχίας και την οριακή κατάσταση λειτουργικότητας με αναφορές στο EN 1990:2002 «Ευρωκώδικας – Βάσεις σχεδιασμού» και στο EN 1991 «Δράσεις στις κατασκευές».</p> <p>Κυρίως όμως δίδονται συμπληρωματικά στοιχεία των παραπάνω γενικών κανονισμών που αφορούν στις ξύλινες κατασκευές. (Συνδυασμοί φορτίσεων, υπολογισμός παραμορφώσεων ξύλινων στοιχείων, τιμές των συντελεστών γ<sub>M</sub> για διάφορα είδη ξύλου και προϊόντα από ξύλο, στοιχεία για την επιρροή υγρασίας και διάρκειας φόρτισης στην αντοχή και στην παραμόρφωση (ερπυσμό) των ξύλινων κατασκευών – Ορισμός κατηγοριών λειτουργίας των κατασκευών και κατηγοριών διάρκειας φόρτισης).</p>
<p><b>Κεφ. 3 Ιδιότητες υλικών</b></p>	<p>Δίδονται πίνακες με τις τιμές των συντελεστών <math>k_{mod}</math>, <math>k_{def}</math>, μέσω των οποίων λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό των ξύλινων κατασκευών η επιρροή της υγρασίας και της διάρκειας φόρτισης καθώς και τιμές του <math>k_h</math> (συντελεστής επιρροής μεγέθους).</p> <p>Σημειώνεται ότι όλα τα στοιχεία για τα μηχανικά χαρακτηριστικά των διαφόρων τύπου ξυλείας και των προϊόντων ξύλου (αντοχές, πυκνότητα, μέτρα ελαστικότητας και διάτμησης) βρίσκονται στα σχετικά ENs και όχι σε αυτό το κεφάλαιο.</p>
<p><b>Κεφ. 4 Ανθεκτικότητα (αντοχή στον χρόνο)</b></p>	<p>Περιλαμβάνονται παραπομπές σε ENs με στοιχεία για την ανθεκτικότητα της δομικής ξυλείας και των προϊόντων ξύλου σε βιολογικούς παράγοντες. Δίδεται επίσης πίνακας με στοιχεία για την προστασία έναντι διαβρώσεως των μεταλλικών συνδέσμων που χρησιμοποιούνται σε ξύλινες κατασκευές</p>
<p><b>Κεφ. 5 Βάσεις αναλύσεως</b></p>	<p>Δίδονται γενικές οδηγίες για τον τρόπο προσομοίωσης δομικών συστημάτων από ξύλο (πλαίσια, δικτυώματα και ειδικότερα δικτυώματα με ηλοφόρες πλάκες (punched metal plates)).</p>

<p><b>Κεφ. 6 Οριακές καταστάσεις αστοχίας</b></p>	<p>Καλύπτει τον υπολογισμό ξύλινων φερόντων στοιχείων (ευθύγραμμων, καμπύλων και φερόντων στοιχείων με μεταβαλλόμενη διατομή). Περιλαμβάνονται στοιχεία για τους ελέγχους οριακής κατάστασης αστοχίας σε :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- εφελκυσμό και θλίψη παράλληλα, κάθετα και υπό γωνία ως προς</li> <li>τις ίνες, κάμψη, διάτμηση και στρέψη,</li> <li>- συνδυασμό αξονικών δυνάμεων και κάμψης.</li> </ul> <p>Δίδονται στοιχεία για τον :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- λυγισμό των αξονικά καταπονούμενων μελών και την στρεπτοκαμπτική ευστάθεια (πλευρικό λυγισμό) καμπτόμενωνμελών,</li> <li>- υπολογισμό δοκών με απότμηση στην στήριξη,</li> <li>- συντελεστή διανομής φορτίου <math>k_{sys}</math>.</li> </ul>
<p><b>Κεφ. 7 Οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας</b></p>	<p>Στο κεφ. 7 δίδονται συστάσεις για το εύρος των οριακών τιμών βέλους δοκών. Οι προτεινόμενες για την Ελλάδα τιμές υπάρχουν στο Εθνικό Προσάρτημα. Αναλυτικότερα στοιχεία για τον υπολογισμό των παραμορφώσεων δίδονται στο κεφ. 2. Δίδονται επίσης στοιχεία για το μέτρο ολισθήσεως συνδέσεων <math>K_{ser}</math>, και για τον υπολογισμό ταλάντωσης πατωμάτων κατοικιών.</p>
<p><b>Κεφ. 8 Συνδέσεις με μεταλλικούς συνδέσμους</b></p>	<p>Αποτελεί το μεγαλύτερο κεφάλαιο του Ευρωκώδικα ενδεικτικό του ότι οι συνδέσεις αποτελούν το σημαντικότερο και δυσκολότερο τμήμα του σχεδιασμού και υπολογισμού των ξύλινων κατασκευών.</p> <p>Καλύπτονται συνδέσεις ξύλου-ξύλου, ξυλοπλάκας-ξύλου και χάλυβα-ξύλου για ήλους, δίκαρφα, κοχλίες (μπουλόνια), βλήτρα, βίδες, ηλοφόρες πλάκες, δακτυλιοειδή δισκοειδή και οδοντωτά διατμητικά ενθέματα, υπό εγκάρσια και αξονική φόρτιση.</p>
<p><b>Κεφ. 9 Μέλη σύνθετης διατομής και δομικά συστήματα</b></p>	<p>Δίδονται στοιχεία για τον σχεδιασμό και υπολογισμό:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- μελών συνθετιμένων με μηχανικούς συνδέσμους ή κόλλα (π.χ. δοκοί και υποστυλώματα μορφής I),</li> <li>- δικτυωμάτων,</li> <li>- και διαφραγματικών κατασκευών πατωμάτων στεγών και τοίχων κατασκευασμένων από ξύλινο σκελετό και διαφόρους τύπους ξυλοπλακών («κόντρα – πλακέ», OSB, MDF κ.α.).</li> </ul>

<p align="center"><b>Κεφ. 10</b> <b>Κατασκευαστικές</b> <b>λεπτομέρειες και</b> <b>έλεγχοι</b></p>	<p>Περιλαμβάνει πρόσθετες συστάσεις και απαιτήσεις για :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- κατασκευαστικές λεπτομέρειες που αφορούν στις συνδέσεις, και στις διαφραγματικές κατασκευές πατωμάτων, στεγών και τοίχων,</li> <li>- γενικότερες εργασίες στο εργοτάξιο (μεταφορά, αποθήκευση, έγερση φορέων κ.α.).</li> </ul>
<p align="center"><b>Παράρτημα Α</b> <b>(Πληροφοριακό):</b></p>	<p>Περιλαμβάνει στοιχεία για τον έλεγχο της αστοχίας από διατμητική απόσπαση ή διατμητική απόσχιση συνδέσεων χάλυβα με ξύλο στις οποίες χρησιμοποιείται μεγάλος αριθμός συνδέσμων τύπου βλήτρου.</p>
<p align="center"><b>Παράρτημα Β</b> <b>(Πληροφοριακό):</b></p>	<p>Περιλαμβάνει πρόσθετα στοιχεία για τον υπολογισμό με απλοποιητική μέθοδο ανάλυσης δοκών συντεθειμένων με μηχανικούς συνδέσμους.</p>
<p align="center"><b>Παράρτημα Γ</b> <b>(Πληροφοριακό):</b></p>	<p>Περιλαμβάνει στοιχεία για σύνθετα ξύλινα υποστυλώματα κατασκευασμένα με μηχανικούς συνδέσμους επιθέματα και παρεμβλήματα καθώς και δικτυωματικά υποστυλώματα.</p>

### 3.2 Βασικά Σημεία

Ο Κανονισμός, όπως όλοι οι Ευρωκώδικες, στηρίζεται στη λογική των επιμέρους συντελεστών ασφαλείας και του ελέγχου οριακών καταστάσεων. Η συμπεριφορά του ξύλου υπό εφελκυσμό ή θλίψη παραλλήλως προς τις ίνες θεωρείται γραμμική, δηλαδή ο υπολογισμός γίνεται για σταθερά μέτρα ελαστικότητας.

Η διαβάθμιση των υλικών γίνεται σύμφωνα με τα συναφή ευρωπαϊκά πρότυπα. Ορίζονται εννέα κλάσεις αντοχής για την ξυλεία κωνοφόρων και λεύκας (C), έξι για την ξυλεία φυλλοβόλων (D) (EN 338), πέντε για την συγκολλητή ξυλεία (GL) (prEN 1194) και δίνονται οι χαρακτηριστικές τιμές αντοχών, μέτρων δυσπαραμορφωσιμότητας και πυκνοτήτων. Σημειώνεται και εδώ η ανυπαρξία των θεσμοθετημένων διαδικασιών που θα επέτρεπαν την κατάταξη της ελληνικής ξυλείας σ αυτό το σύστημα διαβαθμίσεως.

Ο επιμέρους συντελεστής ασφαλείας YM καθορίζεται ίσος προς 1, 3, ενιαίος για το φυσικό ξύλο, τη συγκολλητή ξυλεία και τα προϊόντα ξύλου. Για τον καθορισμό της αντοχής σχεδιασμού, βάσει της κατάλληλης χαρακτηριστικής τιμής, λαμβάνονται υπόψη η επιρροή του ποσοστού υγρασίας του ξύλου (συντελεστής kmod), όπως αυτό διαμορφώνεται από τη σχετική υγρασία και τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος (κλάση λειτουργίας), καθώς και τη διάρκεια της φορτίσεως (κλάση διάρκειας φορτίσεως). Ακόμη, για τα δομικά στοιχεία μικρής διατομής, λαμβάνεται υπόψη το φαινόμενο κλίμακας (συντελεστής kh).

Τονίζεται η ανάγκη εξασφάλισης της ανθεκτικότητας σε διάρκεια των υλικών (ξύλο και μεταλλικά στοιχεία συνδέσεων), είτε με ορθή επιλογή τους, ώστε να διαθέτουν επαρκή φυσική ανθεκτικότητα, είτε με την κατάλληλη προστασία τους, σύμφωνα με όσα ορίζονται σε συναφή πρότυπα, συναρτώμενα με τον Κανονισμό.

Καλύπτεται ο ερπυσμός του ξύλου και η ολίσθηση των συνδέσεων, ώστε γίνεται δυνατός ο πλήρης υπολογισμός των παραμορφώσεων της κατασκευής. Οι ερπυστικές παραμορφώσεις υπολογίζονται από τις στιγμιαίες με την εισαγωγή του συντελεστή kdef η ολίσθηση των συνδέσεων υπολογίζεται από τη διαβιβαζόμενη μέσω της συνδέσεως δύναμη, με την εισαγωγή του μέτρου ολισθήσεως της συνδέσεως, K.

Η ταξινόμηση και ο συνδυασμός των δράσεων γίνεται με τον ενιαίο τρόπο που καθορίζει ο Ευρωκώδικας 1, με την επιλεκτική, απλοποιητική δυνατότητα της αντικαταστάσεως του συνόλου των δυνατών συνδυασμών δράσεων με δύο μόνο συνδυασμούς, των οποίων δίνεται η έκφραση. Ειδικώς για μονώροφα κτίρια με συνήθη ανοίγματα και μόνο περιστασιακή ενοίκηση (κτίρια αποθηκών, υπόστεγα, θερμοκήπια, κτίρια και μικρά σιλό για αγροτική χρήση), επιτρέπεται η εισαγωγή μειωμένων συντελεστών ασφαλείας γ<sub>S</sub>, των δράσεων.

Η μορφή των ελέγχων της εντάσεως έχει την παλιά μορφή του ελέγχου με τη μέθοδο των επιτρεπόμενων τάσεων, δηλαδή ελέγχεται τάση (μέγιστη τάση υπολογισμού) με τάση (αντίστοιχη αντοχή σχεδιασμού).

Δίνονται σχέσεις για τον έλεγχο ειδικών ή σύνθετων εντάσεων (θλίψη υπό γωνία προς τις ίνες, τμηματική θλίψη, κάμψη και εφελκυσμός, κάμψη και θλίψη) και συστηματικές μέθοδοι υπολογισμού φορέων ειδικής μορφής (δοκοί μεταβλητής

διατομής, καμπύλες, με κορονίδα, λεπτόκορμες, λεπτόπελμες, διαφράγματα, σύνθετα υποστρώματα, δικτυώματα κλπ.).

Δίνονται απλές μέθοδοι για τον λυγισμό υποστρωμάτων και τον πλευρικό λυγισμό δοκών. Οι σχετικοί έλεγχοι γίνονται σαν έλεγχοι τάσεων, με την εισαγωγή των συντελεστών  $k_0$  και  $k_{0pt}$ , για υποστρώματα και δοκούς, αντιστοίχως.

Εξετάζονται εξαντλητικά οι συνδέσεις με μηχανικούς συνδέσμους (ήλοι, βλήτρα, γόμφοι, βίδες, συνδετήρες). Η φέρουσα ικανότητα ενός μηχανικού συνδέσμου, για διάφορες μορφές συνδέσεων (ξύλο με ξύλο, ξύλο με ξυλόπλακα, ξύλο με μεταλλικά στοιχεία) υπολογίζεται από σχέσεις οι οποίες προκύπτουν από την εξέταση όλων των δυνατών μορφών αστοχίας της συνδέσεως. Σε παραρτήματα του Κανονισμού δίνονται μέθοδοι υπολογισμού των δοκών σύνθετης διατομής με μηχανικούς συνδέσμους, και των συνδέσεων με ηλοφόρες πλάκες.

Οι έλεγχοι στις οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας περιλαμβάνουν τις παραμορφώσεις και τις ταλαντώσεις. Αξιοσημείωτο είναι ότι οι έλεγχοι των παραμορφώσεων δεν είναι δεσμευτικοί, λαμβάνοντας πάντως υπόψη ότι: Η παραμόρφωση μιας κατασκευής, η οποία προκαλείται από τα στοιχεία της εντάσεως (όπως αξονικές και τέμνουσες δυνάμεις, ροπές κάμψεως και ολίσθηση συνδέσεων), καθώς και εξαιτίας της υγρασίας, πρέπει να παραμένει μέσα σε κατάλληλα όρια, τα οποία αναφέρονται, αφενός στο ενδεχόμενο βλάβης των υλικών επικαλύψεως, των οροφών, των διαχωριστικών και των τελειωμάτων, αφετέρου δε στις λειτουργικές ανάγκες και επίσης στις όποιες απαιτήσεις εμφανίσεως, για δε τα όρια του ελέγχου δίνονται συνιστώμενες τιμές, οι οποίες μπορούν να τροποποιηθούν από τον μελετητή. Για τον έλεγχο της ταλαντώσεως πατωμάτων, δίνεται μια αναλυτική μέθοδος υπολογισμού.

Στο τελευταίο κεφάλαιο του Κανονισμού καθορίζονται απαιτήσεις για τα υλικά, τη μόρφωση των φορέων και των συνδέσεων με μηχανικούς συνδέσμους, τις συγκολλήσεις, την τεχνουργία, τον έλεγχο της παραγωγής και της τεχνουργίας και τους απαιτούμενους ελέγχους μετά τη συμπλήρωση της κατασκευής.

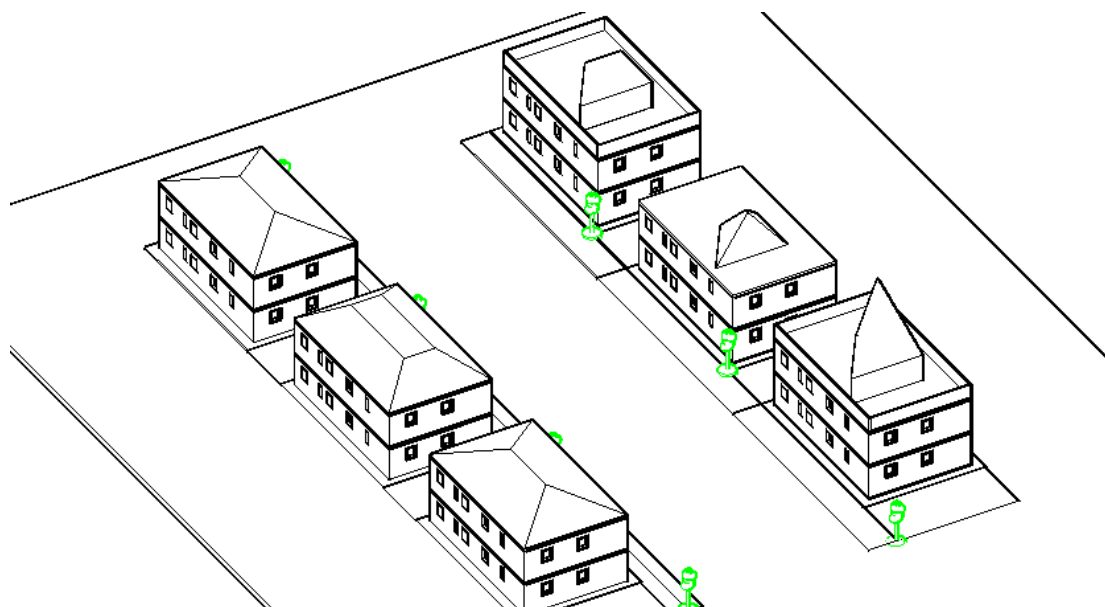
Τέλος, επιτρέπεται η εφαρμογή εναλλακτικών κανόνων σχεδιασμού, διαφορετικών από τους κανόνες εφαρμογής που καθορίζει ο Κανονισμός, με την προϋπόθεση ότι αποδεικνύεται η εναρμόνιση αυτών των κανόνων με τις συναφείς Αρχές και ότι η εφαρμογή τους εξασφαλίζει ή υπερκαλύπτει τις στάθμες αντοχής, λειτουργικότητας και ανθεκτικότητας σε διάρκεια, οι οποίες επιτυγχάνονται με την εφαρμογή του παρόντος Ευρωκώδικα.

Ο Κανονισμός αυτός, μετά την πρώτη δυσκολία που ευλόγως προκαλεί στον μηχανικό ως νέο, και σε αρκετά σημεία στρυφνό, κείμενο, συμβάλλει αποτελεσματικά στην αναβάθμιση του ξύλου ως αξιόπιστου και εύχρηστου δομικού υλικού και αποτελεί ισχυρό βοήθημα για το σχεδιασμό και την κατασκευή σύγχρονων, υψηλών απαιτήσεων, ξύλινων κατασκευών. Ιδιαίτερος σημειώνονται: η λεπτομερής διαβάθμιση του υλικού, η αναγνώριση της σημασίας του ποσοστού υγρασίας του ξύλου στη διαμόρφωση των μηχανικών χαρακτηριστικών του, η αντιμετώπιση του ερπυσμού, η πληρότητα με την οποία αντιμετωπίζονται θέματα, όπως ο έλεγχος των εντάσεων, οι συνδέσεις και ο σχεδιασμός φορέων σύνθετης μορφής.

## 4. ΠΡΟΤΑΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

### Εισαγωγή

Αντικείμενο μελέτης του τελευταίου κεφαλαίου της εργασίας αποτέλεσε η διερεύνηση της πλέον συμφέρουσας λύσης για την κατασκευή διώροφης κατοικίας. Η έρευνα εξετάζει τρεις διαφορετικούς τρόπους δόμησης της ίδιας κάτοψης. Σκεπτικό της μελέτης είναι κατά πόσο η επικρατέστερη λύση θα μπορούσε να αποτελέσει ένα μοντέλο κατοικίας για τις μεγάλες σύγχρονες πόλεις.



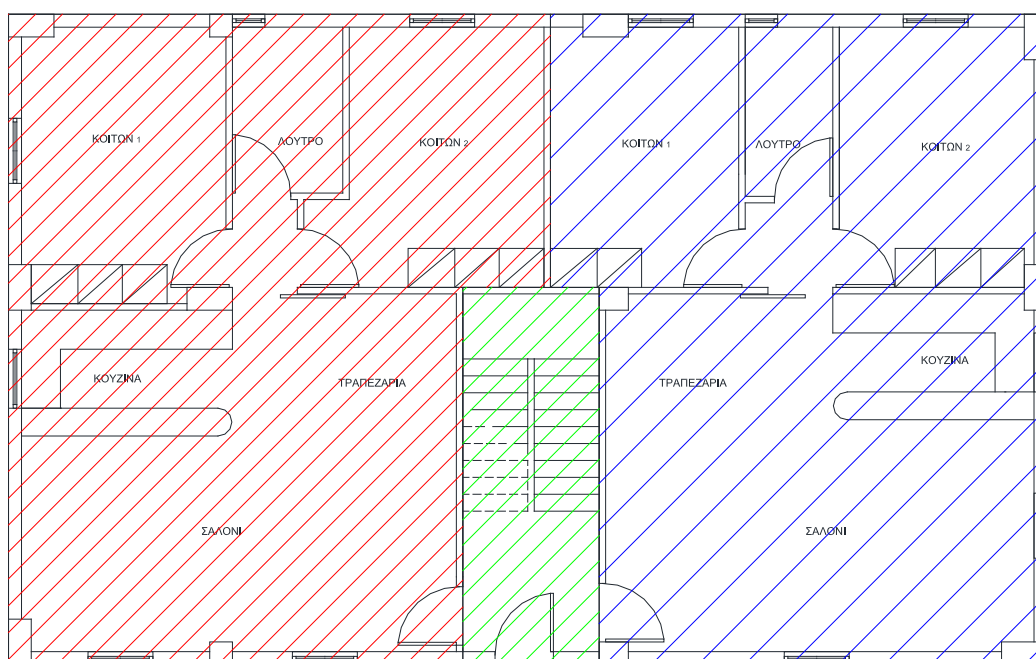
**Εικόνα 26** Προοπτικό σχέδιο με διατεταγμένα κτίρια της ίδιας προτεινόμενης κάτοψης

Τα κτίρια μας είναι ενεργειακά «παχύσαρκα» και «αχόρταγα». «Τρώνε» κυρίως πετρέλαιο για τις ανάγκες της θέρμανσής τους, αλλά και ηλεκτρικό για να λειτουργήσουν τις συσκευές που διευκολύνουν τη ζωή των ενοίκων τους. «Το παιδί διαμορφώνεται όπως το μεγαλώσεις», λένε οι μεγαλύτεροι. Το ίδιο ισχύει και για τις κατασκευές: το σπίτι λειτουργεί ανάλογα με το πώς θα το σχεδιάσεις. Το αρχικό πλάνο μπορεί να δώσει τις «βάσεις» της ενεργειακής συμπεριφοράς ενός οικήματος.



## 4.1 Λειτουργία – Χρήση

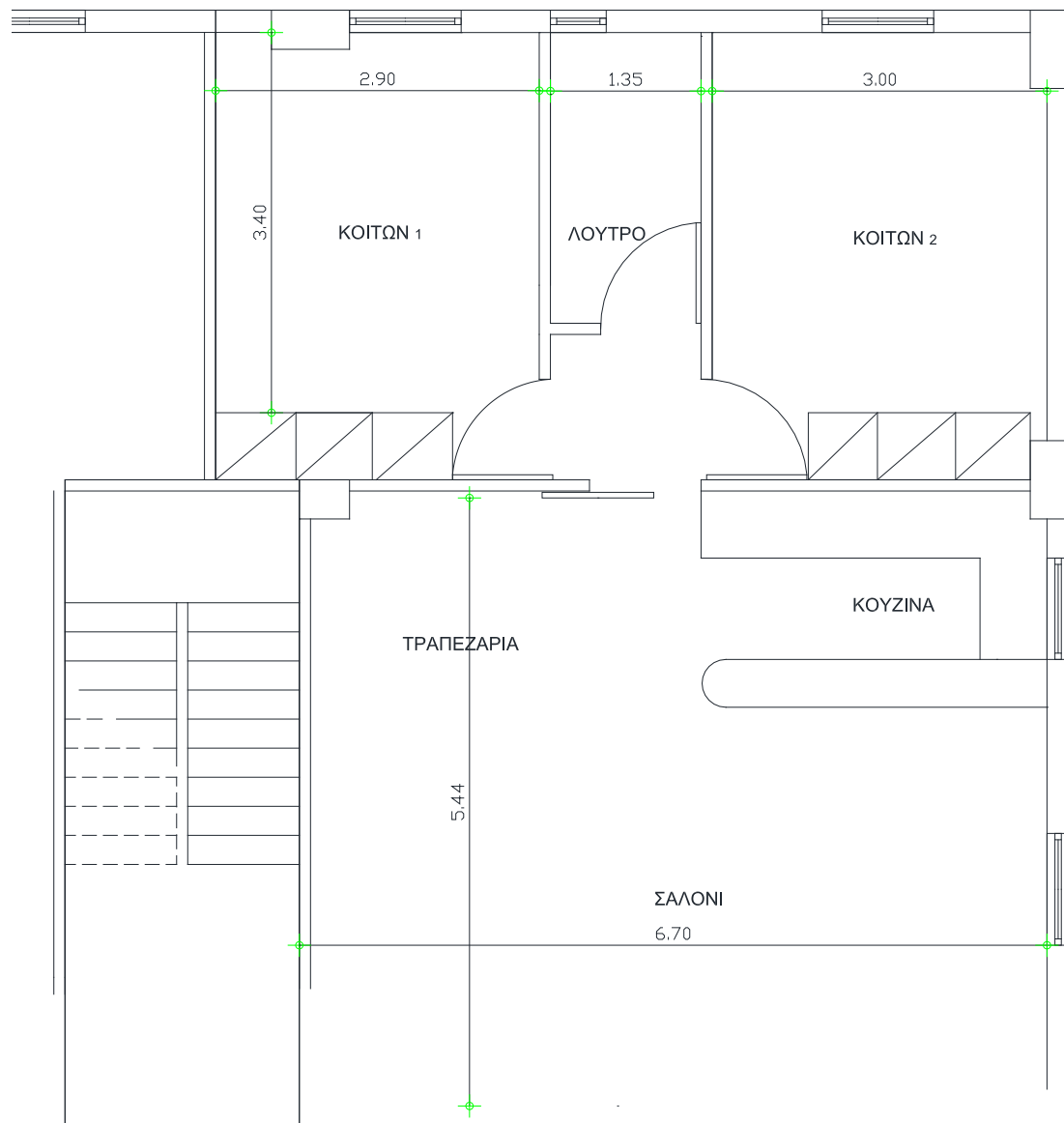
Το κτίριο μελέτης είναι δώροφο με εσωτερική σύνδεση μέσω κοινόχρηστης κλίμακας. Σε κάθε όροφο (θα σχεδιαστεί ένας τυπικός όροφος) διαμορφώθηκαν δύο διαμερίσματα 80 και 60 τετραγωνικών μέτρων. Η κάτοψη του τυπικού ορόφου παραθέτεται σε κλίμακα 1:50 στο παράρτημα της εργασίας. Η χρήση των διαμερισμάτων έχει προβλεφθεί να είναι αποκλειστικά για χρήση κατοίκησης και όχι για επαγγελματικούς λόγους.



**Εικόνα 27** Οι κύριοι χώροι χρήσης του κάθε ορόφου

#### 4.1.1 Κάτοψη Α Διαμερίσματος

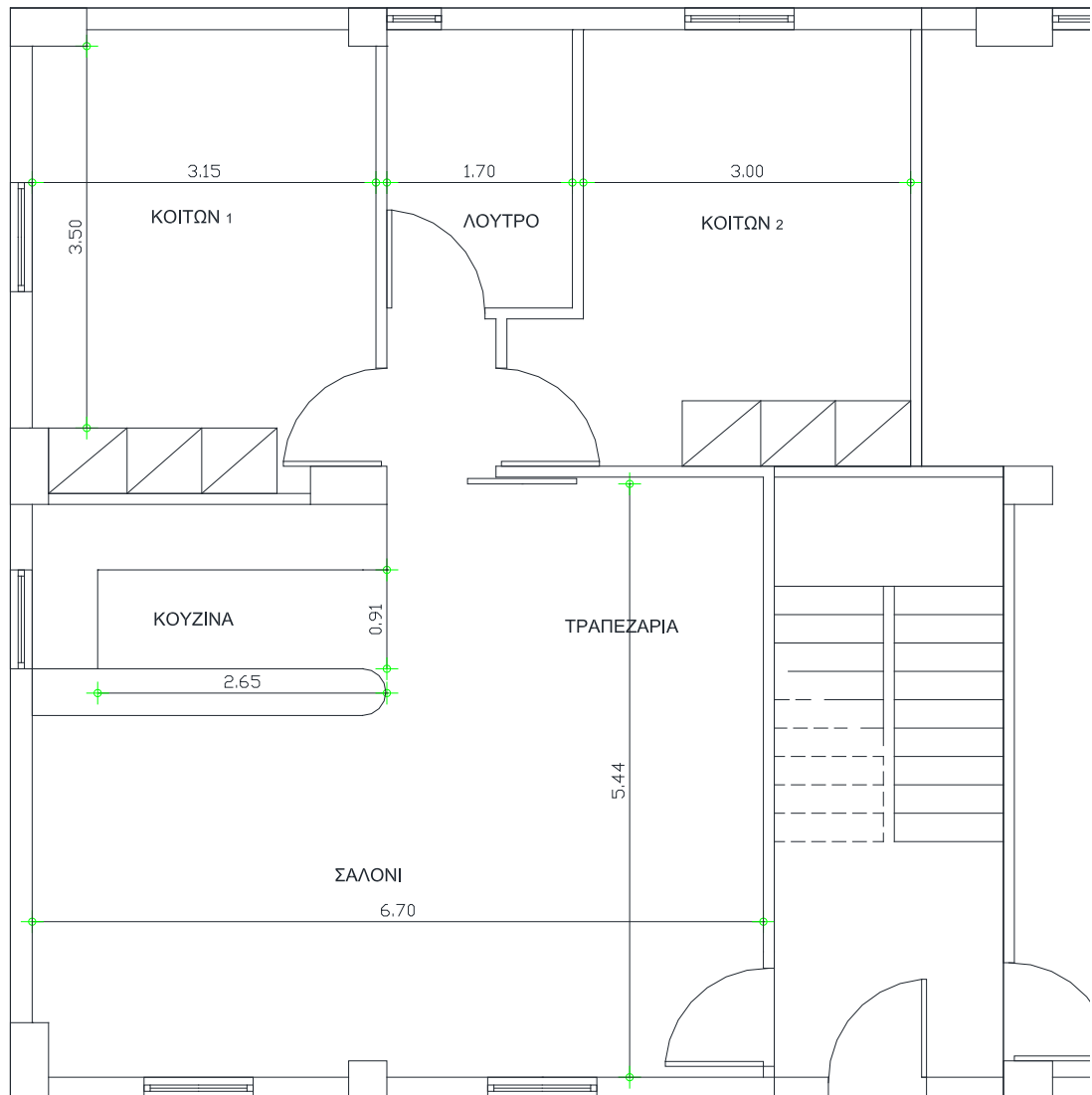
Το διαμέρισμα είναι 60 τ.μ. και διαθέτει δύο υπνοδωμάτια, λουτρό καθιστικό και κουζίνα. Όλοι οι χώροι καλύπτουν τις ελάχιστες διαστάσεις που θέτει ο γενικός οικοδομικός κανονισμός.



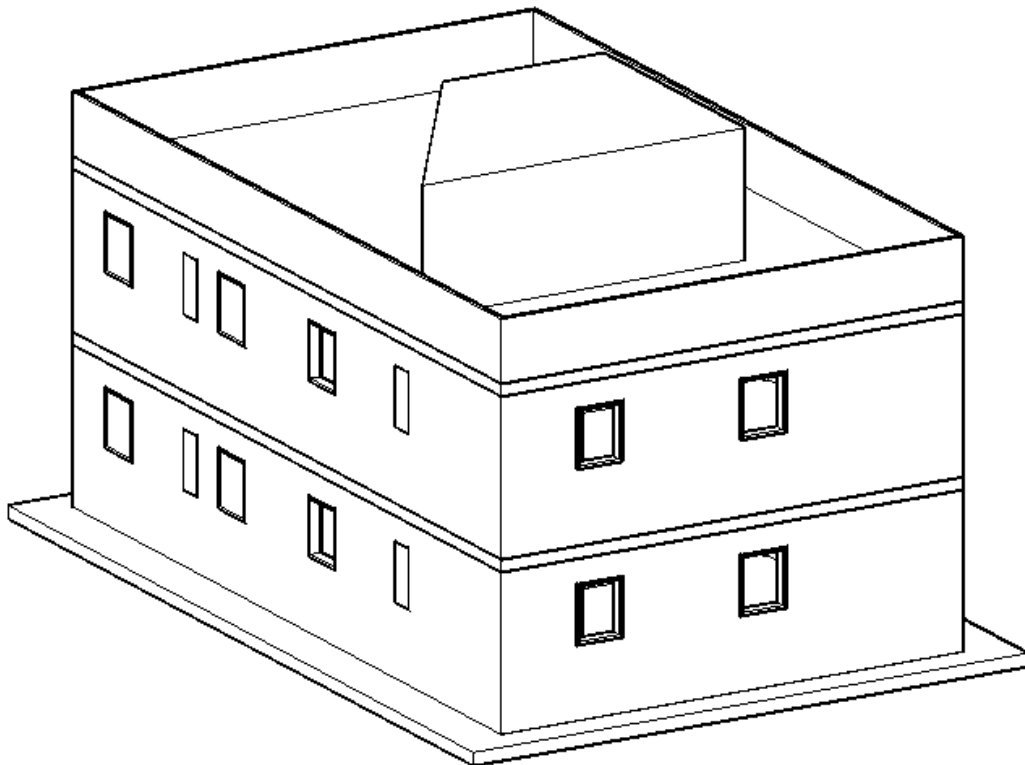
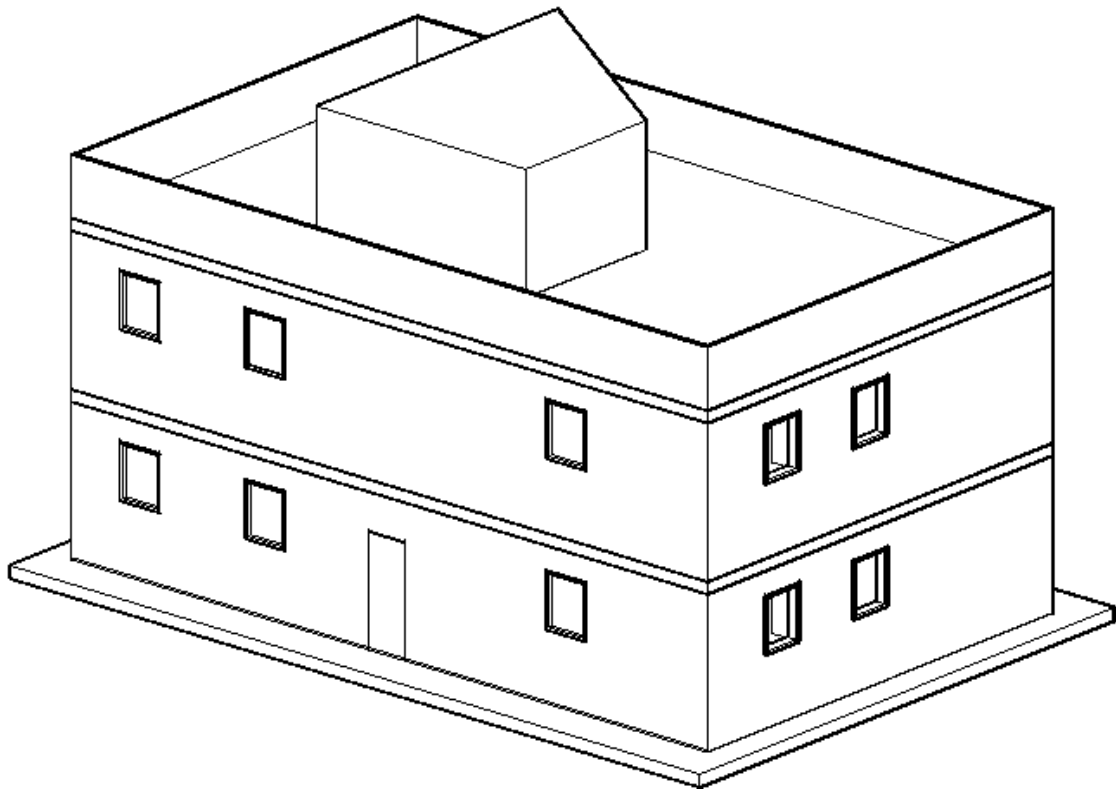
**Εικόνα 28** Κάτοψη Α Διαμερίσματος

#### 4.1.2 Κάτοψη Β Διαμερίσματος

Το διαμέρισμα είναι 80 τ.μ. και διαθέτει δύο υπνοδωμάτια, λουτρό καθιστικό και κουζίνα. Όλοι οι χώροι καλύπτουν τις ελάχιστες διαστάσεις που θέτει ο γενικός οικοδομικός κανονισμός.



Εικόνα 29 Κάτοψη Β Διαμερίσματος



**Εικόνα 30** Προοπτικά σχέδια της κατοικίας

## 4.2 Σχεδιασμός Φέροντα Οργανισμού

Η επιλογή υλικού για την κατασκευή του φέροντα οργανισμού θα εξαρτηθεί από συγκριτική μελέτη που θα διεξαχθεί μεταξύ των εξής υλικών:

- Οπλισμένο σκυρόδεμα
- Χάλυβας και Σκυρόδεμα για την κατασκευή Σύμμεικτης κατασκευής
- Δομική Ξυλεία

Στα υποκεφάλαια που ακολουθούν αναλύονται οι ποσότητες καθώς και τα κόστη του κάθε υλικού και μεθόδου για την κατασκευή της διώροφης κατοικίας με την κάτοψη που παρουσιάστηκε στα πιο πάνω κεφάλαια.

### 4.3.1 Λύση Οπλισμένου Σκυροδέματος

Πίνακας 16 Υπολογισμός ποσοτήτων και κόστους

		ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ			ΚΟΣΤΗ			
		ΜΗΚΟΣ m	ΠΛΑΤΟΣ m	ΥΨΟΣ m	ΑΡΙΘΜΟΣ	ΚΥΒΙΚΑ	ΤΙΜΗ ΚΥΒΙΚΟΥ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ
ΠΛΑΚΕΣ		16	10	0,25	3	120	300,00 €	36.000,00 €
ΚΟΛΟΝΕΣ	A	0,35	0,35	3	2	0,735		220,50 €
	B	0,35	0,7	3	7	5,145		1.543,50 €
	Γ	0,35	0,45	3	2	0,945		283,50 €
	Δ	0,35	0,8	3	1	0,84		252,00 €
ΣΥΝΟΛΟ					Σύνολο	127,665		

Τα κυβικά προκύπτουν από την εξίσωση

$$\text{Μήκος} * \text{Πλάτος} * \text{Ύψος} * \text{Αριθμός} = \text{ΚΥΒΙΚΑ}$$

Η τιμή του σκυροδέματος προκύπτει από υος εξής υπολογισμούς

Προμήθεια σκυροδέματος και μεταφορά επί του έργου: περίπου 65 ευρώ/κυβικό + φπα = 77,35

Κόστος πρέσσας μέχρι 32 μέτρα: περίπου 6 ευρώ/κυβικό.+φπα= 7,14

Για σκυροδετήσεις κάτω των 35 κ.μ. ανά 'στήσιμο' αποζημίωση 210 ευρώ+φπα

Κόστος προμήθειας διαμορφωμένου χάλυβα: περίπου 70 ευρώ/κυβικό +φπα (για 135 κιλά/κ.μ.) = 83,3

Κόστος τοποθέτησης διαμορφωμένου χάλυβα: περίπου 19 ευρώ/κ.μ.

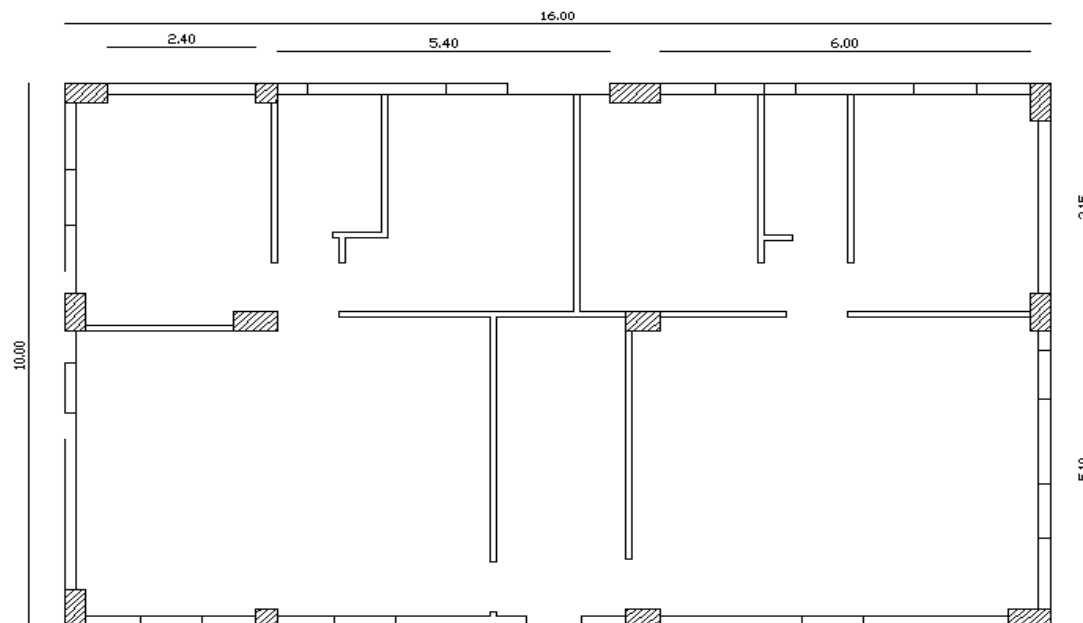
Κόστος διαμόρφωσης ξυλοτύπου και διάστρωσης σκυροδέματος: περίπου 60 ευρώ/κ.μ.

Ασφαλιστικές εισφορές:

Ευλότυπος περίπου 45 ευρώ/κ.μ.

Χάλυβας: περίπου 8 ευρώ/κ.μ.

Σύνολο:περίπου 300 ευρώ/κ.μ.



**Εικόνα 31** Κάτοψη φέροντα οργανισμού

1m<sup>3</sup> σκυροδέματος = 2400κιλα N+T+ A = 2,4 tn

1 tn = 0,420 m<sup>3</sup>

1 tn = 120 kWh

1m<sup>3</sup> σκυροδέματος = 297 kWh

Πίνακας 17 Συγκεντρωτικά ενεργειακά στοιχεία για την κατασκευή

	ΕΝΕΡΓΕΙΑ		Εκπομπές Co2	
		ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ kWh	Απελευθέρωση Άνθρακα (kg)	Δέσμευση Άνθρακα (kg)
Παραγωγή C20/25	297	37.916,5		
Μεταφορά	306,396*60*0,448	8.235,92	120(kg/m <sup>3</sup> )*127,665 m <sup>3</sup> = 15.319,8 kg	0

Συνολική Κατανάλωση : 297 kwh / m<sup>3</sup> \*127,665 m<sup>3</sup> = 37.916,5 kwh

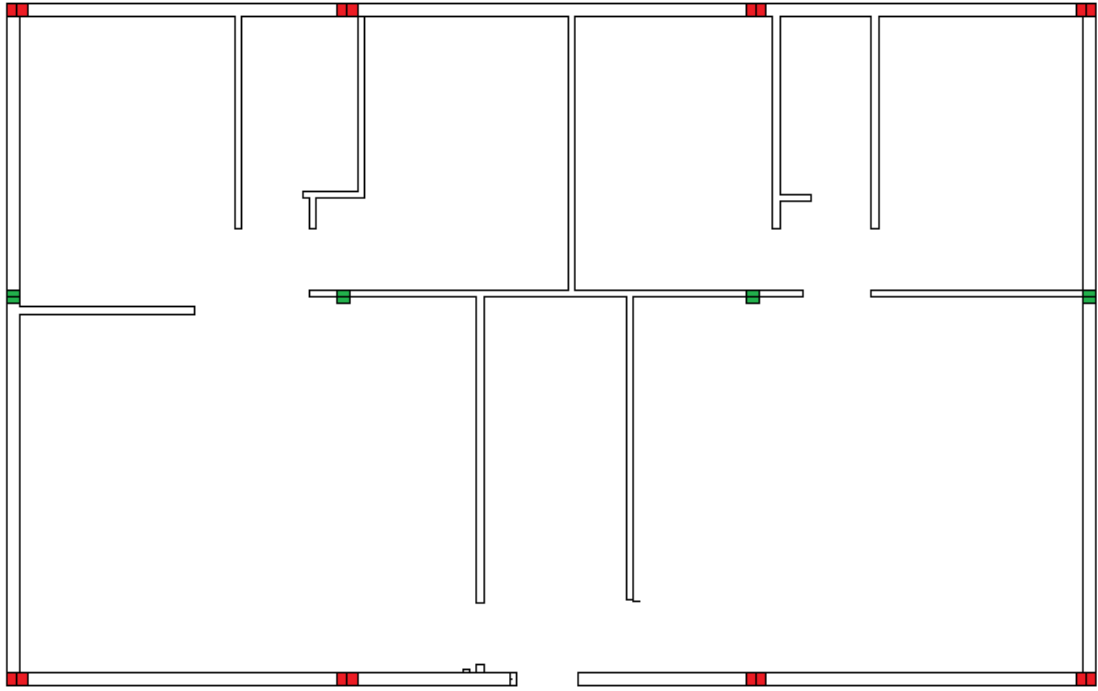
Μεταφορά : 127,665 m<sup>3</sup> σκυροδέματος με αντιστοιχία 1m<sup>3</sup> σκυροδέματος =2,4 tn

- ✓ 2,4 \* 127,665 = 306,396tn
- ✓ η απόσταση είναι 60 χιλιόμετρα
- ✓ 1,6 MJ αντιστοιχεί σε 0,448 Kwh

#### 4.3.2 Λύση Μεταλλικής Κατασκευής

Πίνακας 18 Υπολογισμός ποσοτήτων και κόστους

		ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ				ΚΟΣΤΗ			
	ΥΛΙΚΟ	b ΠΛΑΤΟΣ m	h ΜΗΚΟΣ m	ΥΨΟΣ m	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΥΛΩΝ	ΚΥΒΙΚΑ	ΤΙΜΗ ΚΥΒΙΚΟΥ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	
	IPE 300	0,3	0,3	6,2	8	4,464	1.000,00 €	4.464,00 €	
	IPE 240	0,24	0,24	6,2	4	1,42848		1.428,48 €	
Π Λ Α Κ Α	ΙΣΟΓΕΙΟΥ	ΣΚΥΡΟ ΔΕΜΑ	16	10	0,25		40	350,00 €	14.000,00 €
	ΟΡΟΦΟΥ		16	10	0,25		40		14.000,00 €
	ΣΤΕΓΑΣΗΣ		16	10	0,25		40		14.000,00 €
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>						125,89248		47.892,48 €	



**Εικόνα 32** Κάτοψη φέροντα οργανισμού



**Εικόνα 33** Στάδια συναρμολόγησης σύμμεικτης κατασκευής (α)





**Εικόνα 34** Στάδια συναρμολόγησης σύμμεικτης κατασκευής (α)



**Εικόνα 35** Στάδια συναρμολόγησης σύμμεικτης κατασκευής (α)



Εικόνα 36 Στάδια συναρμολόγησης σύμμεικτης κατασκευής (α)

Πίνακας 19 Συγκεντρωτικά ενεργειακά στοιχεία για την κατασκευή

	ΕΝΕΡΓΕΙΑ		Εκπομπές Co2	
	Τιμή kWh/m <sup>3</sup>	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ kWh	Απελευθέρωση Άνθρακα (kg/m <sup>3</sup> )	Δέσμευση Άνθρακα (kg/m <sup>3</sup> )
Παραγωγή	8700	1095264,576		
Μεταφορά	876*60*0,448	23546,88	*45.734,8 kg	0
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		1118811,456		

$$*[5320(\text{kg}/\text{m}^3)*5,89 \text{ m}^3] + [120(\text{kg}/\text{m}^3)*120\text{m}^3]= 31.334,8\text{kg} + 14.400\text{kg} = 45.734,8 \text{ kg}$$

### 4.3.3 Λύση Ξύλινης Κατασκευής

Πίνακας 20 Υπολογισμός ποσοτήτων και κόστους

			ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ						ΚΟΣΤΗ	
ΠΛΑΙΣΙΑ	ΥΛΙΚΟ	ΜΗΚΟΣ m	ΠΛΑΤΟΣ m	ΥΨΟΣ m	ΑΡΙΘΜΟΣ	ΚΥΒΙΚΑ	ΟΡΟΦΟΙ	ΤΙΜΗ ΚΥΒΙΚΟΥ €	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	
									€	€
ΠΛΑΙΣΙΑ	ΣΤΥΛΟΙ	καδρόνια διατομής 50x100 χιλ. ανά 60 εκατοστά	0,05	0,1	3,2	128	4,096	400,00 €	1.638,40 €	
	ΔΟΚΑΡΙΑ	καδρόνια διατομής 50x100 χιλ.	0,05	0,1	2	52	1,04		416,00 €	
ΠΛΑΙΣΙΑ	ΟΡΟΦΟΥ	ΞΥΛΟ	10	16	0,18		28,8	400,00 €	11.520,00 €	
	ΣΤΕΓΑΣΗΣ		10	16	0,18		28,8		11.520,00 €	
	ΙΣΟΓΕΙΟ	ΜΠΕΤΟ	10	16	0,25		40	300,00 €	12.000,00 €	
						<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>62,736</b>		<b>25.094,40 €</b>	

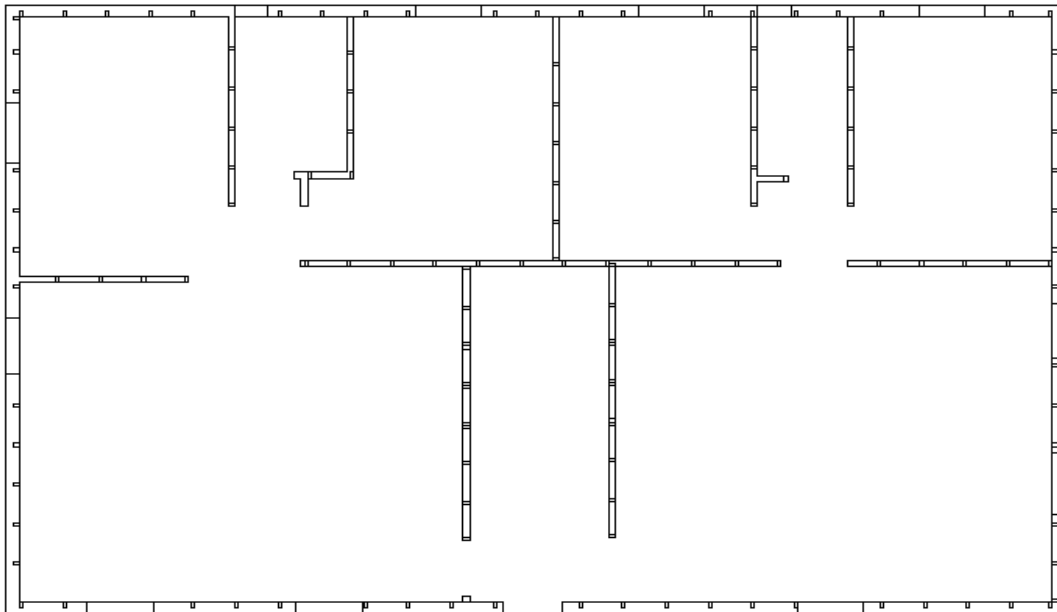
Για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας υπολογίζουμε ως εξής:

απαιτούνται 62,736 m<sup>3</sup> ξυλείας

- ✓ 1m<sup>3</sup> = 0,6 tn
- ✓ 0,6 \* 62,736 = 37,64tn
- ✓ η απόσταση είναι 60 χιλιόμετρα
- ✓ 1,6 MJ αντιστοιχεί σε 0,448 Kwh

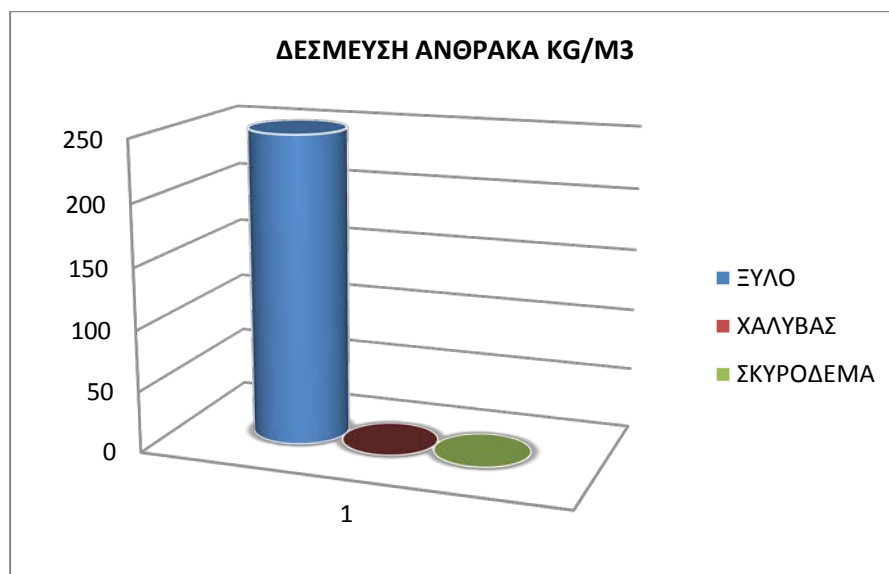
**Πίνακας 21** Συγκεντρωτικά ενεργειακά στοιχεία για την κατασκευή

	ΕΝΕΡΓΕΙΑ		Εκπομπές Co2	
	Τιμή kWh/m <sup>3</sup>	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ kWh	Απελευθέρωση Άνθρακα (kg/m <sup>3</sup> )	Δέσμευση Άνθρακα (kg/m <sup>3</sup> )
<b>Παραγωγή</b>	98	6148,128		
<b>Μεταφορά</b>	37,64*60*0,448	1011,7632	15kg/m <sup>3</sup> * 62,736 m <sup>3</sup> = 941,04 kg	250 kg/m <sup>3</sup> * 62,736 m <sup>3</sup> = 15.684 kg



**Εικόνα 37** Κάτοψη φέροντα οργανισμού

	Απελευθέρωση Άνθρακα (kg/m <sup>3</sup> )	Δέσμευση Άνθρακα (kg/m <sup>3</sup> )
<b>ΞΥΛΟ</b>	941,04 kg	15.684 kg
<b>ΧΑΛΥΒΑΣ</b>	45.734,8 kg	0
<b>ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ</b>	15.319,8 kg	0





#### 4.4 Επιλογή Φέροντα Οργανισμού

Ο φέρων οργανισμός αποτελείται από ξυλεία ελάτης (μαλακή ξυλεία). Ο σκελετός των εξωτερικών καθώς και των εσωτερικών τοιχίων αποτελούνται από οριζόντιους και κάθετους ορθοστάτες δημιουργώντας σταθερά και αντισεισμικά πλαίσια, τα οποία βιδώνονται πάνω στην ήδη υπάρχουσα βάση από μπετό. Η δόμηση γίνεται ανά όροφο. Η κατασκευή αποτελείται από

- Τραβέρσες
- Αντηρίδες
- Ορθοστάτες
- Ζυγώματα
- Στρωτήρες
- Γωνιακά
- Δοκούς
- Βάθρα

Συνιστάται απόσταση 0,80 έως 1,00 μ. μεταξύ ορθοστατών και διατομές 8/12 10/12 10/14.

Οι αντηρίδες πρέπει να τοποθετούνται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μεταβιβάζουν τις ανεμοπιέσεις άμεσα προς τους στρωτήρες.

Η στερέωση του στρωτήρα στο μπετό ή την τοιχοποιία γίνεται με ενσωματωμένα αγκύρια.

Για την ανέγερση χρησιμοποιούνται οι ορθοστάτες, ύστερα οι αντηρίδες, και τελευταία τα ζυγώματα.

## Ορθοστάτες και Υποστυλώματα

Τοποθετούνται στους άξονες του επιλεγμένου κατασκευαστικού καννάβου και αναλαμβάνουν τα κατακόρυφα φορτία. Η στερέωση τους στην βασική κατασκευή, δηλαδή στην πλάκα του δαπέδου ή την πλάκα του υπογείου γίνεται σχεδόν πάντα με χαλύβδινα στοιχεία.

Τα ξύλινα υποστυλώματα συνδέονται με τις μεταλλικές βάσεις με μπουλόνια ή τζινέτια, κατά το δυνατό μη εμφανή.

**Πίνακας 22** Είδη δομικής ξυλείας και χαρακτηριστικά αυτής

<p><b>Σκουρέτια</b></p>	<p>Με πάχος από 1 έως 1,2 εκ. Σανίδια τα οποία τοποθετούνται κάτω από τα κεραμίδια.</p>	
<p><b>Μισόταβλες</b></p>	<p>Με πάχος από 1,8 έως 2 εκ.</p>	
<p><b>Τάβλες ή σανίδες</b></p>	<p>Με πάχος από 2,5 έως και σε πλάτη 8 - 10 - 12 - 15 εκ. ή και μεγαλύτερα.</p>	

<p><b>Ποντισέλια:</b></p>	<p>Με πάχος 3 έως και 4 εκ.</p>	
<p><b>Πόντοι:</b></p>	<p>Με πάχος 4 έως και 5 εκ.</p>	
<p><b>Παχοσανίδες ή μαδέρια</b></p>	<p>Με πάχος 5 έως 7 εκ.</p>	
<p><b>Καδρόνια ορθογώνιας ή τετραγωνικής διατομής</b></p>	<p>Με μια πλευρά 20 εκ. ή και περισσότερο. Συνηθισμένες διατομές 20X26 εκ. μέχρι και 30 εκ. η μεγαλύτερη πλευρά.</p>	
<p><i>*Τα μήκη για την πριστή ξυλεία κυμαίνονται συνήθως μεταξύ τεσσάρων και έξι μέτρων.</i></p>		





**Εικόνα 38** Στάδια κατασκευής ξύλινης κατοικίας



**Εικόνα 39** Στάδια κατασκευής ξύλινης κατοικίας

Η παραδοσιακή μέθοδος κατασκευής του φέροντα οργανισμού προτάσσει να κατασκευάζεται από κατακόρυφους ορθοστάτες με διατομή περίπου 5 x 10 cm οι οποίοι τοποθετούνται σε διαστήματα ανά 40 έως 60 cm(κέντρο από κέντρο)\* με ποιοτική ξυλεία από πεύκο ή έλατο.

Αποτελούν οι ορθοστάτες τα κατακόρυφα στοιχεία των πλαισίων σκελετού· στερεώνονται στα άκρα τους με οριζόντια στοιχεία ίδιας διατομής, ενώ δένονται οριζόντια με τραβέρσες ίδιας διατομής ανά 60 cm (σημ. με ξυλόβιδες μήκους 10 cm & διαμέτρου 8 mm)

Κάθε πλευρά των εξωτερικών και των εσωτερικών τοίχων μπορεί να αποτελείται από δύο, τρία ή και περισσότερα πλαίσια σκελετού, ανάλογα με το μήκος της

#### **4.4.1 Πλαίσια Σκελετού**

Στερεώνονται στο κάτω μέρος τους κατά τη διάρκεια του *στησίματος* επάνω σε ξύλινους στρωτήρες διατομής 5x15cm που πακτώνονται στη βάση από μπετόν περιμετρικά με ειδικά μεταλλικά, ανοξείδωτα βύσματα.

Οι στρωτήρες συνήθως είναι εμποτισμένοι με υδατοδιαλυτά άλατα (εμποτιστικά βορίου & χαλκού).

Οι στρωτήρες πρέπει να τοποθετούνται με προσοχή περιμετρικά στη βάση κατά τρόπο, ώστε μετά την τοποθέτηση της εξωτερικής επένδυσης του σκελετού, οι εξωτερικοί τοίχοι να προεξέχουν κατά 2 cm της βάσης μπετόν, ώστε η βροχή που χτυπάει πλάγια τους τοίχους να μην προσεγγίζει τον ξύλινο σκελετό.



**Εικόνα 40** Ορθοστάτες συνδεόμενοι με τραβέρσες

#### **4.4.2 Δέσιμο του Σκελετού**

Τα πλαίσια κάθε πλευράς στερεώνονται στην επάνω πλευρά τους -κατά το στήσιμο- με ξύλινους δοκούς διατομής 5x10 cm.

Εξασφαλίζεται έτσι αντοχή και περιμετρικό δέσιμο όλου του σκελετού και η στερέωση γίνεται με **ανοξείδωτα καρφιά ή ξυλόβιδες**.

Τα στοιχεία κάθε πλαισίου στερεώνονται μεταξύ τους πλευρικά με ειδικές **μεταλλικές πλακέτες συνδέσεως** που φέρουν στην επιφάνειά τους καρφιά.

Τα πλαίσια κάθε πλευράς στερεώνονται στην κορυφή και στη βάση με **ξύλινους στρωτήρες** ίδιας διατομής.

#### **Συμπεράσματα**

Η βιομηχανοποίηση της κατασκευής σε συνδυασμό με την ανάπτυξη της καινοτομίας στις κατασκευαστικές μεθόδους και στα υλικά κατέστησαν το θέμα της μελέτης μια ενδιαφέρουσα έρευνα.

Αντικείμενο μελέτης της παρούσας πτυχιακής εργασίας αποτέλεσε η παρουσίαση του κλάδου των δομικών υλικών, η καταγραφή των διαθέσιμων ποσοτήτων δομικών υλικών σε παγκόσμιο επίπεδο, η συγκέντρωση του θεσμικού πλαισίου που προδιαγράφει τις εργασίες αιειφόρων κατασκευών και η διεύρυνση του ζητήματος της κατασκευής με συμβατικά ξύλινο φέροντα οργανισμό.

## **i. Σύγκριση των Τριών Δομικών Υλικών**

Η εργασία εστίασε σε τρία δομικά υλικά, (Χάλυβα- Σκυρόδεμα- Ξύλο). Οι ιδιότητες που εξετάστηκαν είναι

- Διαδικασία Παραγωγής (Ενέργεια, Κόστος)
- Ανακυκλωσιμότητα και Επαναχρησιμοποίηση Υλικών
- Επιβάρυνση Περιβάλλοντος
- Κόστος Κατασκευής κατοικίας με κύριο δομικό υλικό ένα εκ των τριών

Από τα έως τώρα αποτελέσματα προέκυψε πως η χρήση δομικής ξυλείας στη κατασκευή δομικών έργων με ρόλο κύριου υλικού παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα άλλα δύο δομικά υλικά.

- Μειωμένος Χρόνος Κατασκευής
- Μειωμένος Κόστος Μεταφοράς και Κατασκευής
- Μειωμένες Εκπομπές Άνθρακα σε όλο το κύκλο ζωής
- Δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης σε ποσοστά που αγγίζουν το 100%
- Μέτα το πέρας του σταδίου της επαναχρησιμοποίησης το ξύλο ανακυκλώνεται Σχετικά με την Αειφόρο Ανάπτυξη
- Πλήρης αποσυναρμολόγηση της Κατασκευής
- Αντισεισμική Προστασία
- Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας

## **ii. Σχετικά με την Αειφόρο Ανάπτυξη**

Η αειφόρος ανάπτυξη στον τομέα των κατασκευών (sustainable construction) συμπεριλαμβάνει ένα μεγάλο εύρος θεμάτων όπως η επαναχρησιμοποίηση της

ακίνητης περιουσίας, ο σχεδιασμός έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται η φύρα και τα απορρίμματα των υλικών, η μείωση της ανάλωσης πόρων και ενέργειας, η μείωση της μόλυνσης και ο σεβασμός προς τον άνθρωπο και το τοπικό περιβάλλον. Η πρόκληση πλέον για τον κλάδο των κατασκευών είναι η μετάβαση σε στρατηγικές, κοινωνικά και περιβαλλοντικά υπεύθυνες, διατηρώντας συγχρόνως την οικονομική πρόοδο. Τα συμβατικά κτίρια, λόγω της μεγάλης κατανάλωσης ενέργειας για την κατασκευή τους και της μεγάλης διάρκειας ζωής τους, έχουν σημαντική επιρροή στο μέλλον μας.

### **iii. Σχετικά με τα Παγκόσμια Αποθέματα**

Τα δομικά υλικά χάλυβας και τσιμέντο χαρακτηρίζονται ως μη ανανεώσιμα, ενώ το ξύλο έχει την ιδιότητα ανανέωσης σε μεγάλο βάθος χρόνου. Για τη διατήρηση των αποθεμάτων θα πρέπει

- η μείωση της χρήσης των φυσικών πόρων, ιδιαίτερα των μη ανανεώσιμων
- η μείωση των απωλειών υλικών κατά τη διάρκεια της παραγωγής, της κατασκευής και κατά τη διάρκεια ζωής των κτιρίων
- η επανάχρηση των υλικών μετά από κατεδαφίσεις
- η ανακύκλωση των υλικών

Όσον αφορά τα αποθέματα των πετρωμάτων (πρώτη ύλη για την κατασκευή σκυροδέματος) δεν υπάρχει οξύ πρόβλημα εξάντλησης, παρόλο ότι για ορισμένα από αυτά παρατηρείται αξιοσημείωτη μείωση π.χ. για τα ασβεστολιθικά πετρώματα που αποτελούν το 80% της μάζας του σκυροδέματος. Υλικά που υπάρχουν σε αφθονία στην κλίμακα του τοπικού περιβάλλοντος μπορούν να χρησιμοποιηθούν υπό τον όρο ότι η εξόρυξή τους δεν προκαλεί αισθητική υποβάθμιση.

Όσον αφορά τα αποθέματα μεταλλευμάτων, το πρόβλημα είναι οξύ. Για τουλάχιστον 18 από τα 80 μέταλλα υπάρχει ένα μάλλον σημαντικό πρόβλημα αποθεμάτων ακόμη και αν ληφθούν υπόψη οι δυνατότητες ανακύκλωσής τους. Ορισμένα από αυτά πρέπει να χαρακτηριστούν ως προστατευμένοι πόροι, επειδή ενώ παίζουν καίριο και αναντικατάστατο ρόλο σε σημαντικούς βιομηχανικούς τομείς, τα αποθέματά τους εξαντλούνται με ταχύτατους ρυθμούς.

Σχετικά με την ξυλεία τα τελευταία 80 χρόνια βελτιωμένης δασικής διαχείρισης, οι πολιτειακοί κανονισμοί μαζί με τη μεγαλύτερη κατανόηση της επιστήμης της δασοκομίας και την επιθυμία της κοινωνίας για την προφύλαξη και διατήρηση των δασών είχαν ως αποτέλεσμα μια δραματική ανάκαμψη και ανανέωση των πόρων σκληρής ξυλείας.

#### **iv. Σχετικά με την Πιστοποίηση των Υλικών και των Εργασιών**

Παράλληλα, εμφανής είναι η έλλειψη τυποποίησης και πιστοποίησης. Δεν υπάρχει νομικό πλαίσιο που να επιβάλλει τον αντιπυρικό και αντισεισμικό σχεδιασμό των ξύλινων κατοικιών, όταν αυτό συμβαίνει σε όλες τις άλλες ευρωπαϊκές χώρες και ως γνωστό είμαστε χώρα σειсмоγενής και σεισμόπληκτη. Δεν επιβάλλεται για τις ξύλινες κατοικίες ένα όριο αντίστασης στη φωτιά. Δηλαδή δεν επιβάλλονται συγκεκριμένα υλικά και τεχνικές που διασφαλίζουν την κατοικία να αντέχει στη φωτιά για συγκεκριμένο χρόνο 60-90 min ή και παραπάνω.

#### **v. Σχετικά με τις Ξύλινες Κατασκευές**

Η κατοικία με ξύλινο σκελετό παρουσιάζει υψηλή αντισεισμική συμπεριφορά η οποία οφείλεται στο πλεονέκτημα του ξύλου ως υλικό δηλ. στη μεγάλη μηχανική αντοχή σε σχέση με το βάρος του και στην ελαστικότητα του υλικού που επιτρέπει την απορρόφηση της σεισμικής φόρτισης στις συνδέσεις των στοιχείων του σκελετού. Ωστόσο στις εφαρμοζόμενες τεχνικές συνδέσεων και τα χρησιμοποιούμενα υλικά συνδέσεων στη Ελλάδα δεν λαμβάνεται υπόψη ο παράγοντας ενίσχυσης της σεισμικής συμπεριφοράς των συνδέσεων του σκελετού. Με λίγα λόγια υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης της αντισεισμικής συμπεριφοράς της ξύλινης κατοικίας με χρησιμοποίηση ειδικού τύπου συνδέσεων και συγκεκριμένων υλικών συνδέσεων (ειδικοί κοχλίες, μεταλλικές συνδέσεις).

## Βιβλιογραφία

1. Δημούδη, Α. *Οικοδομικά υλικά* . Ξάνθη : s.n., 2006.
2. Α., Αντωνόπουλος. *Αδρανή Υλικά*. s.l. : Ε.Μ.Π. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών.
3. Τουμπανιάρη, Σοφία. *Αστικό Παρατηρητήριο στη περιοχή των Μεγάρων*. Πειραιάς : Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά, 2011.
4. <http://www.tsiotassteel.com/general.htm>. [Ηλεκτρονικό]
5. Αειφόρος Σκληρή Ξυλεία Αμερικής. [www.alphatimber.gr](http://www.alphatimber.gr). [Ηλεκτρονικό]
6. Κ., Χρυσομαλλίδου Ν. Θεοδοσίου Θ. Τσικαλουδάκ. *Αειφόρος Ανάπτυξη Ελεύθερων Χώρων σε Αστικό Περιβάλλον*. s.l. : Α.Π.Θ.
7. Μαντζόρος, Ν. *Steel Constructions* . [www.steel-structures.eu](http://www.steel-structures.eu). [Ηλεκτρονικό]
8. [http://www.lafarge.gr/wps/portal/gr/el/2\\_2\\_1-Manufacturing\\_process](http://www.lafarge.gr/wps/portal/gr/el/2_2_1-Manufacturing_process). [Ηλεκτρονικό]
9. Life, Πρόγραμμα. *Εκτίμηση των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από την Κατασκευαστική Δραστηριότητα σε Ελλάδα και Κύπρο* . 2006.
10. International Labour, office (ILO). *Encyclopedia of occupational health and safety*. s.l. : 4th edition, Geneva, , 1998.
11. Νικολαΐδης, Αθ. Φ. *Οδοποιία , οδοστρώματα – υλικά, έλεγχος ποιότητας*.
12. <http://inhabitat.com>. [Ηλεκτρονικό]
13. [www.athens-recycling.com](http://www.athens-recycling.com). [Ηλεκτρονικό]
14. Σιούτα Ν., Γιαννακούλης Α. *Περιβάλλον, Κατασκευή, ΣΠΔ και Βιώσιμη Κατασκευή, Πρώτη Εφαρμογή του EMAS στην Κατασκευή της Ελλάδας* . s.l. : ΑΚΤΩΡ, 2010.
- 15 [http://ec.europa.eu/environment/emas/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/emas/index_en.htm).. European Commission Environment. EMAS 2011.

16. **Γ., Ανδρεάδη Π. Παπαιωάννου.** *Ασφάλεια Εργαζομένου.* . Αθήνα : Εκδόσεις Ιων, 2002.
17. Κατεδάφιση και Ανακύκλωση. *www.staywithclay.com.* [Ηλεκτρονικό]
18. **Δ. Καλλιάνης, Γ. Μαθιουδάκης.** *Νομοθεσία – Νομολογία – Ευρωπαϊκές Οδηγίες σε σχέση με την ποιότητα – Ο ρόλος των Μηχανικών.* s.l. : TEE, 2008.
19. **Γυπάκης, Δρ Αντώνιος.** *Οδηγός Εφαρμογής EMAS.* s.l. : Υπουργείο Οικονομίας και Οικονομικών, Ιούνιος 2006.
20. **Γυπάκης, Δρ.Αντώνιος.** Κοινοτικό Σύστημα Οικολογικής Διαχείρισης και Ελέγχου. *www.emaskorinthia.gr.* [Ηλεκτρονικό] Unique.Com.
21. **Λάζαρη, Ε.** *Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στην Ελλάδα: Ενεργειακή Απόδοση και Κατευθύνσεις Εφαρμογής.* Αθήνα : ΚΑΠΕ , 2002.



## Εικόνες

Εικόνα 1 Κινητή μονάδα ανακύκλωσης σκυροδέματος .....	11
Εικόνα 2 Παλαιά λατομεία Σταμέλου στη περιοχή Μεγάρων .....	13
Εικόνα 3 Η μορφολογία της περιοχής έχει επηρεαστεί σημαντικά. Λατομεία Σταμέλου.....	14
Εικόνα 4 Παγκόσμιες ανάγκες σε σκυρόδεμα.....	19
Εικόνα 5 Τα στρώματα του κορμού ενός δέντρου.....	23
Εικόνα 6 Στάδια παραγωγής χάλυβα .....	25
Εικόνα 7 Σιδηρομετάλλευμα .....	26
Εικόνα 8 Κλίβανος ηλεκτρικού τόξου .....	26
Εικόνα 9 Περιέλιξη Ελάσματος εν Θερμώ.....	26
Εικόνα 10 Τελικό στάδιο θερμής έλασης διατομής I.....	26
Εικόνα 11 Κλίβανος Οξυγόνου.....	27
Εικόνα 12 Γραμμή παραγωγής επιμήκων προϊόντων .....	27
Εικόνα 13 Διαμόρφωση χαλυβδόφυλλων για σύμμικτες πλάκες .....	27
Εικόνα 14 Διαμόρφωση πανέλων επικάλυψης.....	27
Εικόνα 15 Διαμόρφωση ελάσματος.....	28
Εικόνα 16 Διαμόρφωση γωνιάς εν ψυχρώ .....	28
Εικόνα 17 Χοντρότοιχα ελάσματα.....	28
Εικόνα 18 Λεπτότοιχα ελάσματα.....	28
Εικόνα 19 Στάδια παραγωγής τσιμέντου.....	30
Εικόνα 20 Διάγραμμα που προκύπτει από τα στοιχεία του πίνακα 12 .....	33
Εικόνα 21 Ανακύκλωση τύπου βαρέλα με διπλή δεξαμενή και ανακύκλωση τύπου βαρέλα .....	48
Εικόνα 22 Αναδευτήρας δεξαμενής και ανακύκλωση τύπου κοχλία .....	48
Εικόνα 23 Το big dig house .....	51
Εικόνα 24 Υπολείμματα ξυλείας .....	52
Εικόνα 25 Ξυλεία προς ανακύκλωση.....	53
Εικόνα 26 Προοπτικό σχέδιο με διατεταγμένα κτίρια της ίδιας προτεινόμενης κάτοψης .....	80
Εικόνα 27 Οι κύριοι χώροι χρήσης του κάθε ορόφου.....	81
Εικόνα 28 Κάτοψη Α Διαμερίσματος .....	82

Εικόνα 29 Κάτοψη Β Διαμερίσματος .....	83
Εικόνα 30 Προοπτικά σχέδια της κατοικίας.....	84
Εικόνα 31 Κάτοψη φέροντα οργανισμού .....	86
Εικόνα 32 Κάτοψη φέροντα οργανισμού .....	88
Εικόνα 33 Στάδια συναρμολόγησης σύμμεικτης κατασκευής (α).....	88
Εικόνα 34 Στάδια συναρμολόγησης σύμμεικτης κατασκευής (α).....	89
Εικόνα 35 Στάδια συναρμολόγησης σύμμεικτης κατασκευής (α).....	89
Εικόνα 36 Στάδια συναρμολόγησης σύμμεικτης κατασκευής (α).....	90
Εικόνα 37 Κάτοψη φέροντα οργανισμού .....	92
Εικόνα 38 Στάδια κατασκευής ξύλινης κατοικίας .....	97
Εικόνα 39 Στάδια κατασκευής ξύλινης κατοικίας .....	97
Εικόνα 40 Ορθοστάτες συνδεδεμένοι με τραβέρσες.....	99

## Πίνακες

Πίνακας 1 Συγκριτικό διάγραμμα παραγωγής διαφόρων ποιοτήτων ξυλείας.....	16
Πίνακας 2 Αποθέματα ξυλείας σε παγκόσμια κλίμακα .....	17
Πίνακας 3 Ποσότητες παγκόσμιας παραγωγής δομικών υλικών .....	18
Πίνακας 4 Σύγκριση των κύριων δομικών υλικών .....	22
Πίνακας 5 Στάδια παραγωγής ξυλείας .....	24
Πίνακας 6 Ποσοστά αποβλήτων κατεδαφίσεων και κατασκευών.....	31
Πίνακας 7 Συγκριτικός πίνακας κύριων υλικών κατασκευής κτιρίων στην Ελλάδα .	33
Πίνακας 8 Σύγκριση τριών κύριων δομικών υλικών .....	37
Πίνακας 9 Μέθοδοι διαχείρισης απόβλητων κατασκευών και κατεδαφίσεων.....	38
Πίνακας 10 Ενέργεια που καταναλώνεται ανά τόνο υλικού και χιλιόμετρο μεταφοράς τους, στη Νορβηγία .....	40
<b>Πίνακας 11</b> Η ποσότητα του άνθρακα που απελευθερώνεται κατά την παραγωγή των δομικών υλικών σε σύγκριση με το ποσό που δεσμεύεται από αυτό το υλικό .....	41
Πίνακας 12 Σύσταση των παραγόμενων αποβλήτων.....	44
Πίνακας 13 Χαρακτηριστικά των δομικών υλικών σε σχέση με το περιβάλλον .....	45
<b>Πίνακας 14</b> Ευρωπαϊκές κατασκευαστικές επιχειρήσεις καταχωρημένες στο EMAS .....	63

Πίνακας 15 Περιεχόμενα Ευρωκώδικα.....	74
Πίνακας 16 Υπολογισμός ποσοτήτων και κόστους .....	85
Πίνακας 17 Συγκεντρωτικά ενεργειακά στοιχεία για την κατασκευή .....	87
Πίνακας 18 Υπολογισμός ποσοτήτων και κόστους .....	87
Πίνακας 19 Συγκεντρωτικά ενεργειακά στοιχεία για την κατασκευή .....	90
Πίνακας 20 Υπολογισμός ποσοτήτων και κόστους .....	91
Πίνακας 21 Συγκεντρωτικά ενεργειακά στοιχεία για την κατασκευή .....	92
Πίνακας 22 Είδη δομικής ξυλείας και χαρακτηριστικά αυτής .....	95

### **Διαγράμματα**

Διάγραμμα 1 Διαχείριση ελληνικών δασών .....	21
Διάγραμμα 2 Σύγκριση κύριων υλικών δόμησης .....	35
Διάγραμμα 3 Απαιτούμενη κατανάλωση ενέργειας για την κατασκευή κατοικίας 150 τ.μ. ....	42
Διάγραμμα 4 Συγκριτικός πίνακας της πυκνότητας των τριών υλικών .....	46

