



Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά

Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών

Τμήμα Πολιτικών Δομικών Έργων

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ



Επιβλέπων Καθηγητής : ΓΙΩΡΓΟΣ Κ. ΒΑΡΕΛΙΔΗΣ

Επιμέλεια : Κωνσταντάτος Γεράσιμος
Κολιάρκης Γιώργος
Δέσποινα Κούρταλη

ΑΘΗΝΑ
10 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2007

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Διπλωματική εργασία:

Συγκριτική ανάλυση του Κύκλου Ζωής τριών χαρακτηριστικών κατασκευών.

- 1.. Συμβατική κατασκευή,
- 2.. Παραδοσιακή κατασκευή,
- 3.. Βιοκλιματική κατασκευή.

Επιμέλεια : Κωνσταντάτος Γεράσιμος Α.Μ 31470

ΣΤ' ΕΞΑΜΗΝΟ

Κολιάρακης Γιώργος

Α.Μ 31468

ΣΤ' ΕΞΑΜΗΝΟ

Δέσποινα Κούρταλη

Α.Μ 31468

ΣΤ' ΕΞΑΜΗΝΟ

Περίοδος εκτέλεσης: 2006-2007

Επιστημονικός υπεύθυνος (επιβλέπων): ΓΙΩΡΓΟΣ Κ. ΒΑΡΕΛΙΔΗΣ

ΑΘΗΝΑ
10 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2007

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κατάλογος εικόνων	6
Κατάλογος πινάκων	8
Πρόλογος	9
1 Ανάλυση του κύκλου ζωής (LCA)	10
1.1 Γενικά.....	10
1.2 Ανάλυση του κύκλου ζωής-οικολογικός σχεδιασμός.....	11
1.3 Κατασκευή	15
1.4 Κρίσιμα προβλήματα	17
1.5 Χαρακτηριστικά στάδια του κύκλου ζωής.....	18
1.5.1 Πρώτες ύλες.....	18
Γενικά	18
Παραγωγή και μεταφορά	22
1.5.2 Χρήση της κατασκευής	23
Ενέργεια	23
1.5.3 Τοξικότητα.....	26
1.5.4 Απορρίμματα-ανακύκλωση	28
2 Περιγραφή εξεταζόμενων κατασκευών	32
2.1 Σχεδιασμός κελύφους κτηρίου.	32
2.2 Συμβατική κατασκευή.....	37
Συντελεστής θερμοπερατότητας K	41
2.3 Βιοκλιματική κατασκευή	45
Προσανατολισμός κτίσματος	45
Σκίαση	47
Φυτεμένο Δώμα	49
2.3.2 Κρίσιμα θέματα για την βιοκλιματική λειτουργία του κτηρίου	50

2.4	Παραδοσιακή κατασκευή.....	52
3	Αξιολόγηση εξεταζόμενων κατασκευών	57
3.1	Ενσωματωμένη ενέργεια των χρησιμοποιούμενων υλικών.....	57
	Υπολογισμοί	57
	Αποτελέσματα	63
3.2	Απαιτούμενη καταναλισκόμενη ενέργεια θέρμανσης και ψύξης του κτηρίου.....	65
3.2.1	Ανακύκλωση και τοξικότητα υλικών.....	66
4	Λειτουργία της κατασκευής	69
4.1	Γενικά.....	69
4.2	Διαχείριση Νερού.....	70
4.2.1	Μικρές βιολογικές μονάδες (αποκοπή από το αποχετευτικό δίκτυο).....	70
4.2.2	Συστήματα συλλογής βρόχινου νερού.....	76
4.3	Διαχείριση στερεών αποβλήτων.....	79
4.4	Χρήση φωτοβολταϊκών στοιχείων.....	86
5	Βιβλιογραφία	90
5	INTEPNET	100

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1.1: Διάγραμμα ροής του κύκλου ζωής ενός δομικού υλικού (Κορωνάιος 2005)	16
Εικόνα 1.2: Απώλειες θερμότητας	23
Εικόνα 1.3: Θερμογράφημα και αντίστοιχη εικόνα ενός κτηρίου σε λειτουργία	24
Εικόνα 1.4: Igloo	24
Εικόνα 1.5: Διάγραμμα ροής της ανακύκλωσης των υλικών	29
Εικόνα 2.1: Μήλος.....	32
Εικόνα 2.2: Περιοχή μελέτης (σημειώνεται με κόκκινο) όπως φαίνεται από το λιμάνι της Μήλου.....	33
Εικόνα 2.3: Χαρακτηριστικό μέρος της περιοχής μελέτης (σημειώνεται με κόκκινη διαγράμμιση) όπως φαίνεται από το την τοποθεσία Μάρμαρα στη Μήλο.....	34
Εικόνα 2.4: Κάτοψη.....	35
Εικόνα 2.5: Βορινή όψη (είσοδος)	35
Εικόνα 2.6: Νότια όψη.....	36
Εικόνα 2.7: Δυτική όψη.....	36
Εικόνα 2.8: Ανατολική όψη	36
Εικόνα 2.9: Τοιχοποιία από τεχνητούς λίθους με θερμομόνωση στον πυρήνα	39
Εικόνα 2.10: Παράθυρο από αλουμίνιο. (Tutt 1979)	39
Εικόνα 2.11: Στοιχεία έτοιμου ξύλινου δαπέδου πάνω σε τσιμεντοκονία (Heinze 1978).....	40
Εικόνα 2.12: Στεγάνωση κτηρίου χωρίς υπόγειο, δάπεδο στο ύψος του περιμετρικού εδάφους. (Muth 1978)	40
Εικόνα 2.13: Προσανατολισμός βιοκλιματικής κατοικίας με χρήση του λογισμικού ECOTECT v5.20.....	46
Εικόνα 2.14: Σκίαση βιοκλιματικού από φυλλοβόλα δέντρα (ECOTECT)	47
Εικόνα 2.15: Κατασκευαστική λεπτομέρεια τοιχοποιίας.....	53
Εικόνα 2.16: Οι ξυλοδεσιές προσδίδουν ένα ιδιαίτερο οπτικό αποτέλεσμα και ένα πολύ καλό αντισεισμικό σύνολο. (φωτ. Μπαρτσιώκα Κατ.).....	54
Εικόνα 3.1: Συνολική ενσωματωμένη ενέργεια.....	64

Εικόνα 3.2: Ενσωματωμένη ενέργεια ανοιγμάτων.....	65
Εικόνα 4-1: Ένταξη της επεξεργασίας αποβλήτων στον υδρολογικό κύκλο	72
Εικόνα 4.3: Απευθείας διάθεση βρόχινου νερού από τις υδρορροές στα αυλάκια προς άρδευση του τοπίου.....	77
Εικόνα 4.4: Βαρέλια προς αποθήκευση βρόχινου νερού.....	78
Εικόνα 4.5: Συλλογή νερού από στέγη μέσω κεκλιμένου οδοστρώματος και υπόγεια αποθήκευση.....	78
Εικόνα 4.6: Βαρέλια αποθήκευσης βρόχινου νερού (www.composters.com).....	79
Εικόνα 4.6: Κάδος Κομποστοποίησης.....	85
Εικόνα 4.7: Αυτόνομη ενεργειακά κατοικία με χρήση φωτοβολταϊκών στοιχείων (ΑΕΤ 2005).....	86
Εικόνα 4.8: Σχηματική διάταξη συστήματος με ανεμογεννήτρια (Interbatt 2004).....	87

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1.1: Απώλειες πρώτων υλών κατά την παραγωγή συνήθων υλικών (Κορωναίος 2005).....	19
Πίνακας 1.2: Ενσωματωμένη ενέργεια για συνήθη υλικά (Κορωναίος 2005).....	20
Πίνακας 1.3: Ενσωματωμένη ενέργεια για προϊόντα ξύλου (Κορωναίος 2005).....	21
Πίνακας 1.4: Ενσωματωμένη ενέργεια λόγω μεταφοράς	22
Πίνακας 1.5: Κατανάλωση ενέργειας ενός κτηρίου κατά τη διάρκεια ζωής του σε εύκρατο κλίμα.....	25
Πίνακας 1.6: Ενσωματωμένη ενέργεια για την ανακύκλωση συνήθων υλικών	28
Πίνακας 3.1: Ποσότητα σκυροδέματος συμβατικής κατοικίας.....	58
Πίνακας 3.2: Ποσότητα τούβλων συμβατικής κατοικίας.	58
Πίνακας 3.3: Ποσότητα υλικών κουφωμάτων συμβατικής κατοικίας.....	59
Πίνακας 3.4: Πίνακας Συνολικής Ενσωματωμένης Ενέργειας Συμβατικής Κατοικίας	Error! Bookmark not defined.
Πίνακας 3.5: Ποσότητα σκυροδέματος βιοκλιματικής κατοικίας.....	60
Πίνακας 3.6: Ποσότητα τούβλων βιοκλιματικής κατοικίας.....	61
Πίνακας 3.7: Ποσότητα υλικών κουφωμάτων βιοκλιματικής κατοικίας.	61
Πίνακας 3.8: Πίνακας Συνολικής Ενσωματωμένης Ενέργειας Βιοκλιματικής Κατοικίας.....	62
Πίνακας 3.9: Ποσότητα υλικών κουφωμάτων πέτρινης κατοικίας.....	63

Πρόλογος

Για την εκπόνηση αυτής της πτυχιακής, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ ΓΕΩΡΓΙΟ Κ. ΒΑΡΕΛΙΔΗ για την εμπιστοσύνη που μας έδειξε και για την διάθεση του πολύτιμου χρόνου του.

Επίσης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον κ Γεώργιο Τσακίρη, τον κ. Πέτρο Παϊδούση καθώς η βοήθειά τους και ο χρόνος που διέθεσαν έπαιξαν καθοριστικό ρόλο τόσο στη δομή, όσο και στη γενικότερη εξέλιξη της πτυχιακής μας εργασίας.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσουμε τους γονείς μας για την υπομονή τους και την αμέριστη συμπαράστασή τους όλα αυτά τα χρόνια.

1 Ανάλυση του κύκλου ζωής (LCA)

1.1 Γενικά

Κάθε κατασκευή αποτελείται από ύλη η οποία από την στιγμή που μεταλλάσσεται σε υλικό φαίνεται ότι προσωποποιείται (όπως προσωποποιούσαν οι αλχημιστές τον Μεσαίωνα τα υλικά τους). Έτσι λοιπόν όταν θέλουμε να την μελετήσουμε ολιστικά πρέπει να μελετήσουμε τον κύκλο ζωής της. Στην ουσία και ίσως με οδηγό μία μεταφυσική της κατασκευής, προκύπτει ότι κάθε κατασκευή υπάρχει, ζει σαν φυσικός οργανισμός. Αναπόφευκτος, είναι βέβαια και ο θάνατός της.

Στα πλαίσια αυτά έχει διατυπωθεί από διάφορους ερευνητές, ότι δεν είναι πλέον δόκιμο να εξετάζουμε μονοδιάστατα μεμονωμένες παραμέτρους μίας κατασκευής,. Στην διεθνή βιβλιογραφία η ανάλυση αυτή αναφέρεται ως Ανάλυση Κύκλου Ζωής ή διαφορετικά Life Circle Analysis. Σκόπιμο είναι, εφόσον έχουμε την πολυτέλεια, να αναλύουμε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής της, χωρίς βέβαια να παραγνωρίζουμε ότι πρώτα και κύρια, απαραίτητο είναι, η κατασκευή να στέκεται.

Στην παρακάτω μελέτη θεωρείται δεδομένο ότι οι κατασκευές που θα δημιουργηθούν στέκονται και ερευνώνται άλλες παράμετροι οι οποίες έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην σύγχρονη επιστημονική έρευνα όπως η ενέργεια που καταναλώνεται σε διάφορα στάδια του κύκλου ζωής καθώς και η δυνατότητα ανακύκλωσης της κατασκευής

Αυτό που αξιολογείται στα στάδια της μελέτης και αποτελεί κρίσιμα ερωτηματικά τα οποία πρέπει να απαντηθούν είναι το πώς η κατοικία δημιουργεί απόβλητα, πώς η ίδια αποτελεί ένα απόβλητο στο τέλος της χρήσης της, τι ενέργεια χρησιμοποιεί και πώς αυτή είναι δυνατόν να ελαχιστοποιηθεί.

1.2 Ανάλυση του κύκλου ζωής-οικολογικός σχεδιασμός

Ο άνθρωπος βρίσκεται σε συνεχή αλληλεπίδραση με το φυσικό του περιβάλλον, τόσο με το βιοτικό (φυτά, ζώα) όσο και με το αβιοτικό (κλιματολογικές συνθήκες, νερό, εν γένει τις μη οργανικές ενώσεις). Ζει, αναπνέει και κινείται μέσα σ' αυτό. Χρησιμοποιεί τους φυσικούς πόρους προκειμένου να καλύψει βασικές βιοτικές του ανάγκες (π.χ. σε φαγητό και νερό) αλλά και για να βελτιώσει τις συνθήκες διαβίωσής του (π.χ. χρησιμοποιώντας πρώτες ύλες και ενέργεια). Με τις ποικίλες δραστηριότητές του προκαλεί αλλαγές στη δομή και στην ισορροπία των βιογεωχημικών κύκλων όπως αυτών του άνθρακα και του νερού. Οι ποσοτικές και ποιοτικές επιδράσεις του ανθρώπου στη φύση έχουν αυξηθεί δραματικά κατά τη σύγχρονη επιστημονική και τεχνολογική επανάσταση. Το πετρέλαιο π.χ. πρωτοχρησιμοποιήθηκε ως πηγή ενέργειας μόλις το δεύτερο μισό του δέκατου ένατου αιώνα και σήμερα μιλάμε για πιθανότητα εξάντλησης των αποθεμάτων του στις επόμενες δεκαετίες. Οι επιστήμονες κρούουν τον κώδωνα του κινδύνου για τα δάση του Αμαζονίου, έναν από τους τελευταίους πνεύμονες του πλανήτη, των οποίων η υλοτόμηση τείνει να τα αφανίσει. Εάν το φυσικό περιβάλλον είναι ο καθρέφτης του πολιτισμού (Lynch 1981), το είδωλο του σύγχρονου πολιτισμού παρουσιάζει εμφανή σημάδια αλαζονείας, απληστίας, συχνά και παραλογισμού.

Κατόπιν αυτής της γενικής τοποθέτησης διαπιστώνεται ότι ακραίες εκφράσεις της κατασκευής- αποτελούν-γενικά οι πόλεις.

«Η πόλη είναι ένα παράσιτο στο φυσικό περιβάλλον αφού δεν παράγει φαγητό, δεν καθαρίζει τον αέρα και καθαρίζει πολύ λίγο νερό ώστε να μπορεί να ξαναχρησιμοποιηθεί», ενώ μπορεί επίσης να προσδιοριστεί και «σαν καρκίνος, ένα υπερτροφικό όργανο που παίρνει όλο το φαγητό, τόσο πολύ μάλιστα που δεν μπορεί να λειτουργήσει σωστά: ο καρκίνος είναι μια ασθένεια θανατηφόρα» (Haughton 1994). Πολλά σενάρια καταστροφής έχουν διατυπωθεί για το μέλλον του κόσμου από ειδικούς και επιστήμονες λόγω της εκτεταμένης περιβαλλοντικής υποβάθμισης. Ωστόσο υπάρχουν και επιστήμονες πιο αισιόδοξοι που πιστεύουν πως με μια συστηματική οικολογική διαχείριση και δράση θα μπορούσαμε να όχι μόνο να βελτιώσουμε

την ποιότητα του περιβάλλοντος άμεσα αλλά και για τις επερχόμενες γενιές, μία άποψη που αποτελεί βασική παράμετρο της αειφορίας.

Οι σημερινές πόλεις βρίθουν περιβαλλοντικών προβλημάτων που σχετίζονται τόσο με την ανάπτυξη όσο και με τη λειτουργία τους. Ο συνωστισμός στα μεγάλα αστικά κέντρα έχει συντελέσει καθοριστικά στην υποβάθμιση της ποιότητας ζωής στην πόλη και δυστυχώς ο αστικός πληθυσμός παρουσιάζει αυξητικές τάσεις. Στις αναπτυσσόμενες χώρες μεγαλώνει με ρυθμό 3,5% το χρόνο με αποτέλεσμα ορισμένες πόλεις να φτάνουν ένα ασύλληπτο αριθμό κατοίκων (23 εκατομμύρια στην πόλη του Μεξικό, 16,4 εκατομμύρια στο Σάο Πάολο, 15 εκατομμύρια στη Βομβάη).

Άλλη συνέπεια της μεγάλης πληθυσμιακής συγκέντρωσης στις πόλεις είναι η αύξηση των ρυπογόνων τροχοφόρων που συμβάλλουν στην αύξηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης με την εκπομπή του οξειδίου του άνθρακα (CO₂, CO) ή αλλιώς των αερίων του θερμοκηπίου αλλά και του αζώτου (NO₂, NO), που ευθύνονται πρωτίστως για το φωτοχημικό νέφος, καθώς και άλλων τοξικών και καρκινογόνων ρύπων (αιωρούμενα στερεά, υδρογονάνθρακες). Στην Αθήνα για παράδειγμα τα αυτοκίνητα ευθύνονται για το 83% της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Μεγάλη συνεισφορά στην αύξηση των αέριων ρύπων κατέχει και ο κτιριακός τομέας, ο οποίος στην Ευρώπη ευθύνεται για το 40% των εκπομπών CO₂. Για παράδειγμα 50% στην Αγγλία από τις εκπομπές του CO₂ προέρχεται από τα κτίρια και μόλις ένα 20% από τις μετακινήσεις προς και από αυτά. Στη Γαλλία 16% από τις κατοικίες, 10% από το εμπόριο και 39% από τις μεταφορές. Στην Ολλανδία 15% από την ολική κατανάλωση ενέργειας προέρχεται από τα νοικοκυριά, ενώ από τις μεταφορές ένα άλλο 15%. Στην Ελλάδα ο οικοδομικός τομέας συμμετέχει περίπου στα 50% στην παραγωγή αυτών των αερίων όχι μόνο εξαιτίας της καύσης των ορυκτών καυσίμων για την ψύξη/θέρμανση των σπιτιών, αλλά επειδή για την εξόρυξη, την κατασκευή και τη μεταφορά των οικοδομικών υλικών καταναλώνονται μεγάλες ποσότητες ενέργειας, άρα ακόμα περισσότερα ορυκτά καύσιμα. Δεν είναι όμως μόνο αυτή η συμβολή του οικοδομικού τομέα στη ρύπανση του περιβάλλοντος. Ένα κτίριο ρυπαίνει όταν αποβάλλει στο χώμα, στο νερό και στον αέρα τοξικές ουσίες. Πολλές από αυτές τις χημικές δράσεις δε φαίνονται αλλά εισπνέονται μέσα από τον αέρα. (European green building forum www.egbf.org)

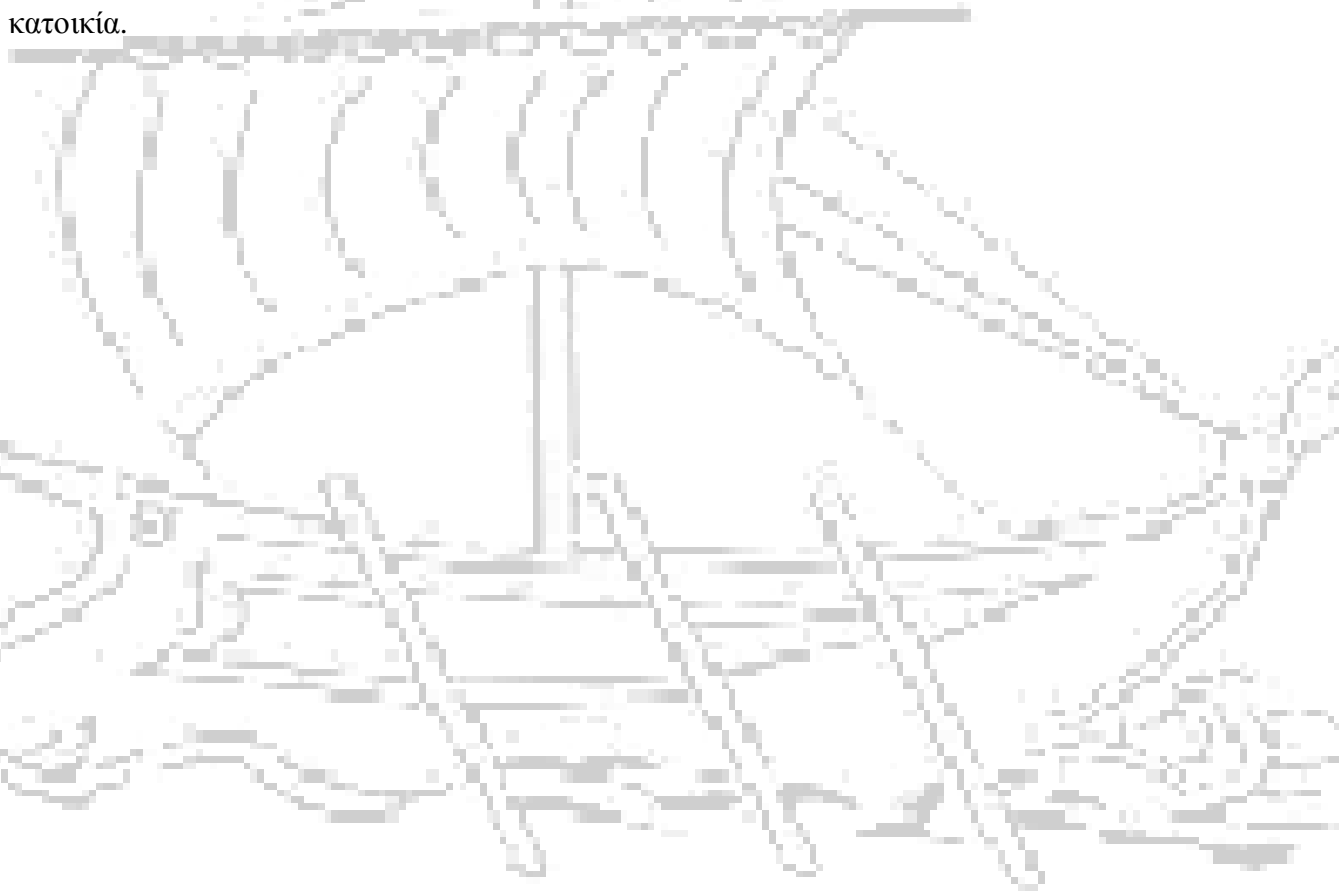
Η ηχορύπανση αποτελεί μια ακόμη παράμετρο περιβαλλοντικής υποβάθμισης που συναντάμε όλο και πιο έντονα. Θεωρείται σα μια πολύ σημαντική απειλή για την ανθρώπινη υγεία και ανάμεσα στους χώρους όπου η όχληση είναι εντονότερη συγκαταλέγονται οι χώροι εργασίας (βιομηχανίες, οικοδομές, γραφεία), οι δρόμοι, τα αεροδρόμια και γενικώς τα μέσα συγκοινωνίας, τα κέντρα διασκέδασης (με εκκωφαντική συνήθως μουσική). Υπολογίζεται ότι περισσότερα από 130 εκατομμύρια κατοίκων των χωρών του Ο.Ο.Σ.Α εκτίθενται καθημερινά σε επίπεδα θορύβου υψηλότερα των 65dBA, με το θόρυβο λόγω κίνησης στους δρόμους να επηρεάζει περίπου 110 εκατομμύρια. (OECD1989, OECD1990). Οι συνέπειες είναι ιδιαίτερα επιβλαβείς όπως παροδική ή μόνιμη απώλεια της ακουστικής οξύτητας, καρδιαγγειακές βλάβες, μείωση της αυτοσυγκέντρωσης, διαταραχές ύπνου και ηρεμίας, ακόμη και νευρικές ή ψυχικές διαταραχές. (Χατζημπίρος, Ανδρεαδάκης 2000)

Όλες αυτές οι επιπτώσεις της αστικοποίησης αποτυπώνονται στην αλλαγή του μικροκλίματος της πόλης, τις τοπικές δηλαδή συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας, ηλιακής ακτινοβολίας και ανέμων. Η θερμοκρασία του αέρα παρουσιάζει αύξηση (με ετήσιο μέσο όρο 0,7 °C και μέγιστη 1,5 °C) λόγω της πυκνής και άτακτης δόμησης (το κέλυφος των κτιρίων εγκλωβίζει θερμότητα) και της κυκλοφοριακής κίνησης (οι μηχανές των οχημάτων εκλύουν θερμότητα). Ένα σύννεφο σκόνης και ρύπων «κρέμεται» πάνω από την πόλη προκαλώντας το φαινόμενο της θερμικής νησίδας, το οποίο δεν είναι ομοιόμορφο σ' όλη την έκταση της πόλης και μπορεί να μεταφερθεί μέχρι και εκατοντάδες χιλιόμετρα επηρεάζεται και από το τοπογραφικό της περιοχής.

Για την καταπολέμηση της δυσφορίας λόγω των αφύσικων θερμοκρασιών γίνεται πιο εκτεταμένη χρήση των κλιματιστικών που όχι μόνο εντείνουν το φαινόμενο αλλά είναι και ιδιαίτερα ενεργοβόρα. Οι ακραίες θερμοκρασίες και οι συχνοί καύσωνες μπορούν να οδηγήσουν στην αύξηση των θανάτων από θερμοπληξία με πιο ευπαθή ομάδα αυτή των ηλικιωμένων (παράδειγμα οι θάνατοι στη Γαλλία το καλοκαίρι του 2003). Οι σύγχρονες πόλεις έρχονται αντιμέτωπες και με πιο έντονες και συχνές βροχοπτώσεις (ετήσια αύξηση 5-15%) χωρίς να διαθέτουν την ανάλογη αντιπλημμυρική προστασία. Αντίθετα η σχετική υγρασία μειώνεται (κατά 6% μέσο όρο) αφού δεν υπάρχει επαρκής εδαφική κάλυψη και πράσινο αλλά ούτε και υδάτινες επιφάνειες που να κρατούν το νερό της βροχής.

Κατόπιν αυτών των μάλλον τραγικών και επίφοβων διατυπώσεων, διαπιστώνεται ότι είναι απαραίτητος ένας εκ νέου προσανατολισμός στην ανάλυση των κατασκευών μέσα στην ίδια την πόλη. Στα πλαίσια αυτά απαραίτητο είναι η ανάλυση να διατυπωθεί με ολιστικό τρόπο και όχι απομονώνοντας συγκεκριμένες παραμέτρους του προβλήματος.

Στα πλαίσια όμως μίας διπλωματικής εργασίας είναι εξαιρετικά επίπονο να εξεταστούν όλες οι κατασκευαστικές εκφράσεις της πόλης,, για τον λόγο αυτό θα εξεταστεί συγκριτικά ως κυριότερη κατασκευαστική δραστηριότητα, η κατοικία.



1.3 Κατασκευή

Ο κύκλος ζωής μίας κατασκευής περιέχει κυρίως τα εξής στάδια.

- Συλλογή-εξόρυξη των υλικών της κατασκευής
- Βιομηχανική παραγωγή-επεξεργασία των υλικών της κατασκευής
- Κατασκευή
- Χρήση της κατασκευής
- Κατεδάφιση
- Επανάχρηση, ανακύκλωση, βιοδιάσπαση

Για τα περισσότερα οικοδομικά υλικά το μεγαλύτερο μέρος των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, βρίσκεται μεταξύ των δύο πρώτων σταδίων αλλά καθώς μεγαλώνει το πρόβλημα των αποβλήτων, στον περιορισμένο σε διαστάσεις πλανήτη μας, γνωρίζουμε ότι αυξάνεται σημαντικά το πρόβλημα που προκύπτει λόγω της κατεδάφισης και αποβολής τους.

Σε όλη τη διάρκεια ζωής ενός προϊόντος, από την εξόρυξή του, την διαδικασία παραγωγής του, μέχρι και τη χρήση του, παράγονται απόβλητα. Με την ολοκλήρωση της χρήσιμης διάρκειας ζωής του, το ίδιο το κτήριο, θεωρείται άχρηστο και κατατάσσεται στην κατηγορία των αποβλήτων. Στη Δυτική Ευρώπη παράγονται ετησίως πέντε δισεκατομμύρια τόνοι στερεών αποβλήτων από τα οποία 5% είναι κατασκευαστικά απόβλητα.

Είναι προφανές ότι η περιβαλλοντική επίπτωση των υλικών με μικρό χρόνο ζωής είναι πολύ μεγαλύτερη από υλικά που έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής. Το πρόβλημα που προκύπτει όμως, σε όλες αυτές τις μελέτες είναι η πιστοποίηση της αντοχής των υλικών στο μεταλλαγμένο τόπο και χρόνο στον οποίο ζούμε. Για παράδειγμα το μάρμαρο θεωρείτο, μέχρι σήμερα, πολύ ανθεκτικό υλικό. Σήμερα όμως λόγω της ατμοσφαιρικής μόλυνσης και της όξινης βροχής διαπιστώνουμε ότι γυψοποιείται και να αποσαθρώνεται με ταχύτατους ρυθμούς. Αυτό σημαίνει ότι τα υλικά δεν έχουν πιστοποιηθεί στις νέες συνθήκες του περιβάλλοντος πράγμα που πλέον δυσκολεύει ιδιαίτερα τον προσδιορισμό του χρόνου ζωής τους.

Εξαιρετικά σημαντική είναι όμως και η συμπεριφορά του υλικού κατά την χρήση του. Έτσι είναι προφανές ότι η χρήση ενός υλικού το οποίο τοποθετούμενο στην κατασκευή προκαλεί μεγάλες απώλειες θερμότητας, είναι προφανώς εξαιρετικά επιζήμια για το περιβάλλον.

Στην προσπάθεια να δομηθεί ένα οικολογικό μοντέλο διαχείρισης, η κάθε προσπάθεια μείωσης των περιβαλλοντολογικών επιπτώσεων που προκαλούν τα κτήρια, θα ήταν απαραίτητη να εκτιμηθεί ως συνάρτηση ολόκληρου του κύκλου ζωής του έργου και των υλικών του.



Εικόνα 1.1: Διάγραμμα ροής του κύκλου ζωής ενός δομικού υλικού (Κορωνάιος 2005)

Έτσι διαπιστώνεται ότι ένα καλό κριτήριο για τον έλεγχο των απορριμμάτων της κατασκευής είναι ότι το κτήριο, ως λίκνο της μετενσάρκωσης των υλικών, πλεονεκτεί σε σχέση με τις περισσότερες καθαρές βελτιώσεις και διεξόδους όπως η επανάχρηση και η ανακύκλωση.

Αυτό γιατί όπως είναι προφανές δεν απαιτείται η εύρεση χώρου εναπόθεσης των υλικών κατεδάφισης καθώς επίσης παρέλκει το ενεργειακό κόστος για την κατεδάφιση και επανακατασκευή κτηρίου αντιστοίχων διαστάσεων.

1.4 Κρίσιμα προβλήματα

Τα κρίσιμα προβλήματα που προκύπτουν καθ' όλη την κατασκευαστική διαδικασία σύμφωνα με το παραπάνω σκεπτικό που αναπτύχθηκε είναι τα εξής

- Απόβλητα (η ίδια η κατασκευή χαρακτηρίζεται ως απόβλητο
- Ενέργεια που καταναλώνεται σε διάφορα στάδια της κατασκευής.

Τα σημαντικότερα προβλήματα που προκαλούνται κατά την κατασκευαστική διαδικασία είναι τα διάφορα απόβλητα που δημιουργούνται, όπως επίσης και διάφορες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εξόρυξη των πρώτων υλών της κατασκευής. Σημειώνεται ότι το 5% των αποβλήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση είναι κατασκευαστικά απόβλητα.

Παράλληλα, ιδιαίτερα σημαντικό είναι το πρόβλημα της χρήσης ενέργειας για την κατασκευή ή την λειτουργία μίας κατασκευής. Μία εποχή η οποία βρίσκεται σε ενεργειακή κρίση και είναι γεμάτη από περιβαλλοντικά προβλήματα που προκαλούνται λόγω των αδιεξόδων από την υπερκατανάλωση ενέργειας απαραίτητο είναι είτε να βρει τρόπους για υπερπαραγωγή ενέργειας (πράγμα ου μέχρι σήμερα φαίνεται εξαιρετικά δύσκολο) είτε να βρει τρόπους για την εξοικονόμησή της Έτσι, το 50% γενικά της ενέργειας που καταναλώνεται σήμερα, καταλήγει στην εξυπηρέτηση της θερμικής άνεσης των κτηρίων. Για τον λόγο αυτό, είναι ιδιαίτερα σημαντική η μορφοποίηση των κατασκευαστικών δράσεων με στόχο την εξοικονόμηση της ενέργειας που παράγεται.

1.5 Χαρακτηριστικά στάδια του κύκλου ζωής

1.5.1 Πρώτες ύλες

Γενικά

Η συλλογή πρώτων υλών κατ' ευθείαν από την φύση προκαλεί, εν γένει, περιβαλλοντικά προβλήματα. Είναι γνωστή η πρόκληση της οικολογικής ανισορροπίας λόγω της εντατικής υλοτόμησης των δασών. Είναι επίσης προφανής η άσχημη και άχρηστη εικόνα των λατομείων (με εξαίρεση μερικών από τα χιλιάδες που έχουν γίνει πολιτιστικά κέντρα).

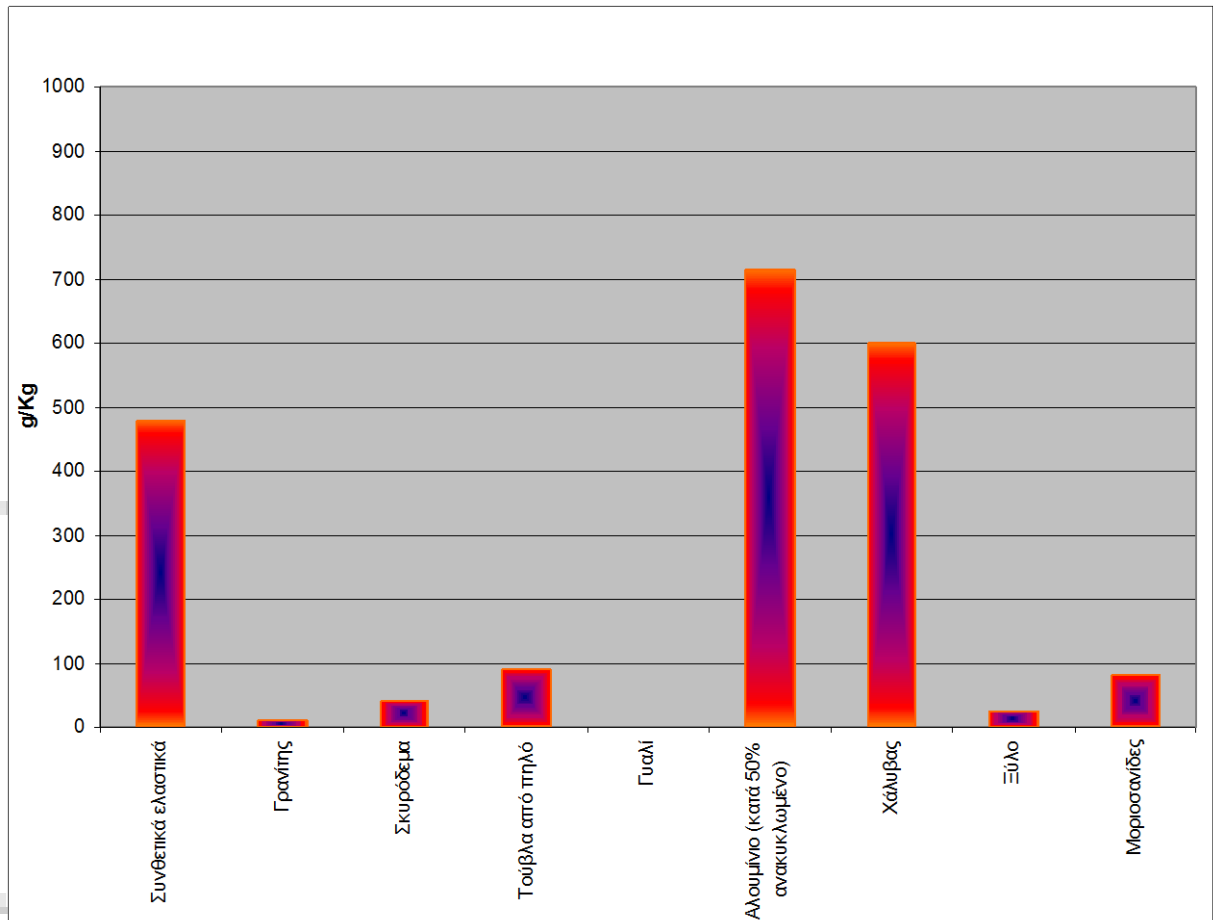
Μεγάλο πρόβλημα που προκύπτει στην παραγωγή των υλικών είναι η σπατάλη της πρώτης ύλης. Ανάλογα με τη διαδικασία παραγωγής του κάθε υλικού υπάρχουν και ορισμένες διαδικασίες οι οποίες σπαταλούν μεγάλο μέρος των πρώτων υλών που εξορύσσονται.

Η χρήση πρώτων υλών από ανακυκλούμενα υλικά μειώνει σαφώς το ποσό των υλών που απαιτεί ο άνθρωπος από τη φύση για να τα δημιουργήσει. Μέχρι σήμερα υπήρχε η γενική θεώρηση ότι χρειαζόταν λιγότερη ενέργεια για να παραχθεί ένα υλικό μέσω της ανακύκλωσης από ότι να συλλεχθεί μέσω της φύσης. Αυτό πλέον έχει γίνει κατανοητό ότι δεν ισχύει πάντα και η ανακύκλωση είναι ωφέλιμη κυρίως για υλικά που έχουν την ικανότητα να ανακυκλώνονται, έχουν μεγάλη ενσωματωμένη ενέργεια παραγωγής και μικρή ενσωματωμένη ενέργεια ανακύκλωσης.

Ενσωματωμένη ενέργεια είναι η ενέργεια που χρησιμοποιείται για να δημιουργηθεί ένα προϊόν. Η κατανάλωση της ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή, τη δημιουργία, τη μεταφορά του προϊόντος που παρασκευάζεται αφορούν στην ενσωματωμένη ενέργειά του.

Η ενσωματωμένη ενέργεια ενός υλικού είναι μείζονος σημασίας καθότι υλικά με μεγάλη ενσωματωμένη ενέργεια προκαλούν γενικά κατά διαδικασία παραγωγής μεγάλες εκπομπές CO₂ και θερμική ρύπανση.

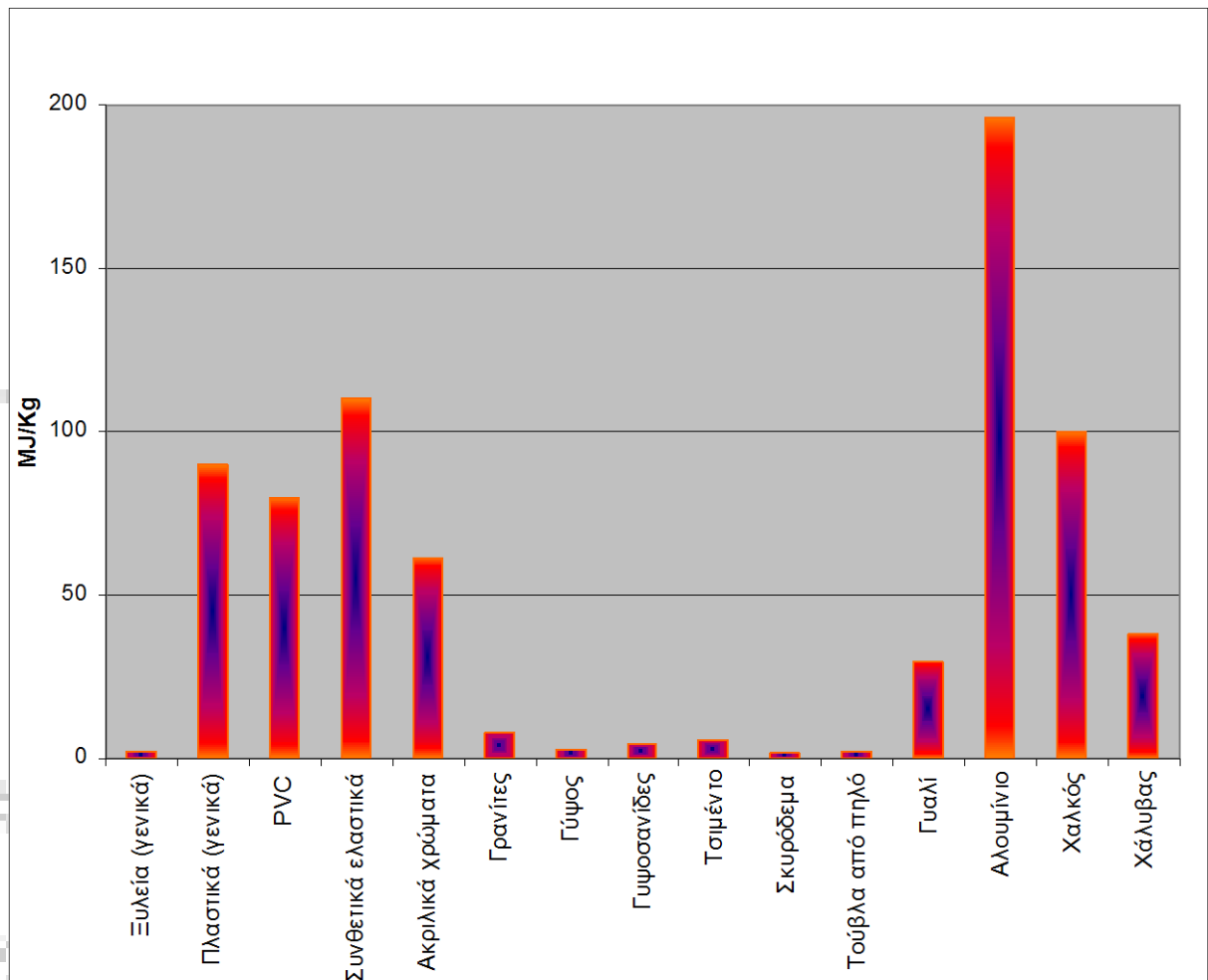
Τα διαγράμματα που ακολουθούν και αναφέρονται στην ενσωματωμένη ενέργεια των υλικών είναι ποιοτικού χαρακτήρα καθότι η ενσωματωμένη ενέργεια περιέχει πολλές μεταβλητές παραμέτρους για κάθε διαφορετική περίπτωση αλυσίδας παραγωγής ενός υλικού. Ενδεικτικά αναφέρεται για διάφορα υλικά το ποσό της ενσωματωμένης ενέργειάς.



Πίνακας 1.1: Απώλειες πρώτων υλών κατά την παραγωγή συνήθων υλικών (Κορωνάιος 2005)

Οι τιμές αυτές διαφοροποιούνται σύμφωνα με τις παρακάτω παρατηρήσεις:

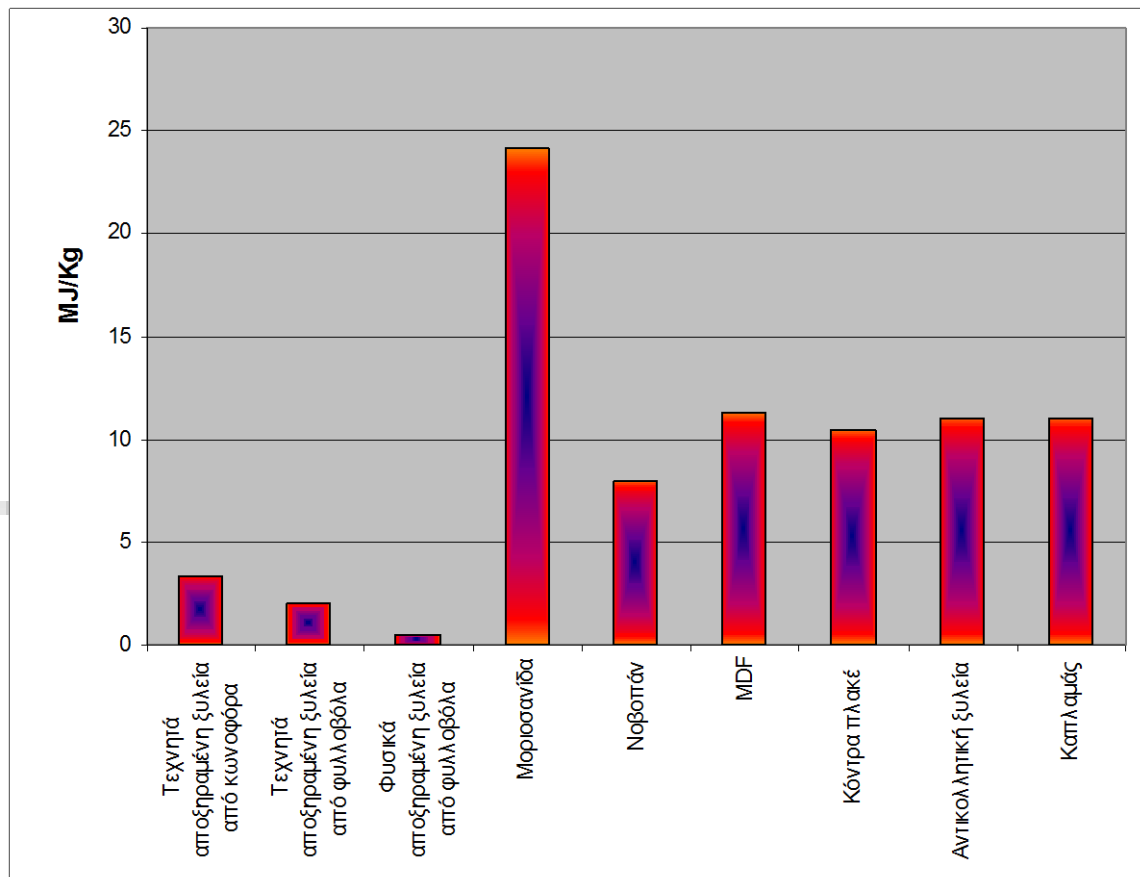
- Η ενσωματωμένη ενέργεια ενός υλικού που παράγεται σε μία χώρα με συγκεκριμένη παραγωγική διαδικασία είναι πολύ πιθανόν να είναι πολύ διαφορετική από την ενσωματωμένη ενέργεια του ίδιου υλικού που παράγεται σε άλλη χώρα με διαφορετική παραγωγική διαδικασία .
- Εξάλλου στην ενσωματωμένη ενέργεια περιλαμβάνουμε και την ενέργεια μεταφοράς του υλικού στην τελική του θέση. Άρα το ξύλο που είναι ανανεώσιμη πρώτη ύλη με μικρή ενσωματωμένη ενέργεια, όταν έρχεται από τον Αμαζόνιο η ενσωματωμένη ενέργειά του αυξάνεται κατά πολύ.



Πίνακας 1.2: Ενσωματωμένη ενέργεια για συνήθη υλικά (Κορωναίος 2005)

Η ενσωματωμένη ενέργεια ενός υλικού εξαρτάται κυρίως από την επεξεργασία που δέχεται το υλικό αυτό. Για το λόγο αυτό διαφορετική είναι η ενσωματωμένη ενέργεια που περιέχεται σε διαφορετικές μορφές του ίδιου υλικού.

Είναι γνωστό ότι χρησιμοποιούνται πολλά και διαφορετικά υλικά σε ένα κτήριο με διαφορετικό ποσοστό συμμετοχής το καθένα. Σύμφωνα με το ποσοστό συμμετοχής κάθε υλικού στην κατασκευή προκύπτει η συνολική ενσωματωμένη ενέργεια των υλικών του κτηρίου. Η ενέργεια έχει υψηλό κόστος και το σύστημα έχει αντιδράσει σχεδόν από μόνο του και χρησιμοποιεί υλικά με μικρή ενσωματωμένη ενέργεια.

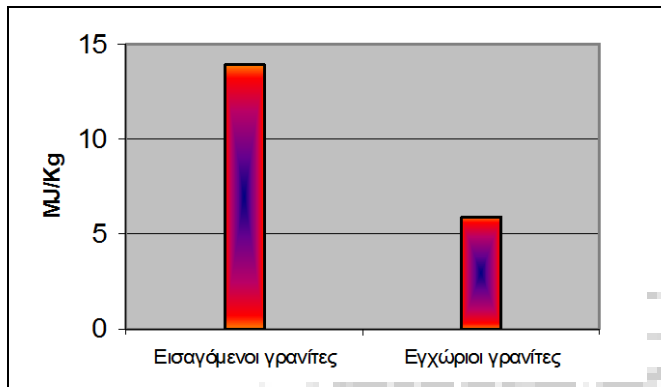


Πίνακας 1.3: Ενσωματωμένη ενέργεια για προϊόντα ξύλου (Κορωνάιος 2005)

Στην ουσία η μείωση της ενσωματωμένης ενέργειας της κατασκευής επιτυγχάνεται με τη μείωση των χρησιμοποιούμενων υλικών. Υλικά που αγοράζονται χωρίς ποτέ να χρησιμοποιούνται, κτήρια που σχεδιάζονται για να καλύψουν ανάγκες που δεν υπάρχουν δεν αποτελούν οικολογικό σχεδιασμό εφ' όσον είναι άχρηστα, προκύπτουν ως απόβλητα ενώ ταυτόχρονα δαπανάται σημαντική ενέργεια.

Για τη οικολογικά βέλτιστη κατασκευαστική λύση αναφέρονται στην διεθνή βιβλιογραφία τα τρία R (Reuse, Reduce, Recycling) επανάχρηση, εξοικονόμηση, ανακύκλωση.

Παραγωγή και μεταφορά



Πίνακας 1.4: Ενσωματωμένη ενέργεια λόγω μεταφοράς

Ένα υλικό που δεν επιβαρύνει περιβαλλοντικά με τη συλλογή των πρώτων υλών του μέσα από τη φύση, μπορεί να προκαλέσει οικολογική ζημιά μέσω της παραγωγικής του διαδικασίας (κατεργασία, μεταφορά). Τα μέταλλα

και το γυαλί είναι ενεργειακά επιζήμια κατά την παραγωγή τους καθότι για την παραγωγή τους απαιτούνται μεγάλες ποσότητες ενέργειας ενώ οι φυσικοί λίθοι που απαιτούν μικρή σχετικά ενέργεια κατά την παραγωγή τους απαιτούν σχετικά μεγάλη ενέργεια για τη μεταφορά τους.

Η μεταφορά ενός υλικού από τη θέση παραγωγής στη θέση εφαρμογής είναι επίσης ένα κριτήριο που επηρεάζει την οικολογική θέση του υλικού.

Επιλέγοντας υλικά που παράγονται κοντά στο τόπο της κατασκευής μειώνεται το ποσό των καυσίμων (και της ενέργειας) που θα απαιτηθούν για τη μεταφορά τους. Εξάλλου ένα από τα μεγάλα συνήθη τρέχοντα κοστολόγια των εργοταξίων αποτελούν τα καύσιμα. Από μελέτες έχει προκύψει ότι ο σιδηρόδρομος είναι οκτώ φορές οικονομικότερος (και οικολογικότερος) από τη μεταφορά των υλικών με αυτοκίνητα.

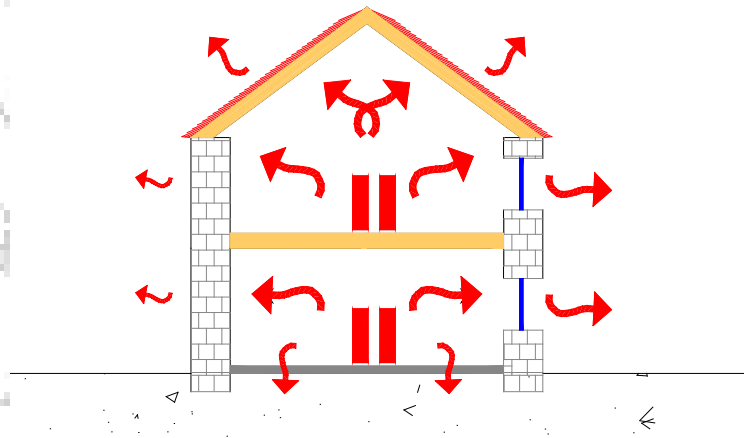
1.5.2 Χρήση της κατασκευής

Ενέργεια

Το κτήριο θερμαίνεται και αποβάλλει θερμική ενέργεια στο περιβάλλον από την επιφάνεια του κελύφους του.

Ως κέλυφος νοούμε το σύνολο των διαφανών και αδιαφανών στοιχείων τα οποία καθορίζουν το εξωτερικό περίγραμμα του κτηρίου. Ο τρόπος της κατασκευής του καθορίζει τη θερμική και κατ' επέκταση ενεργειακή συμπεριφορά του κτηρίου.

Όσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνεια του κελύφους, τόσο περισσότερη θερμική ενέργεια χάνει το κτήριο. Η θερμική ενέργεια που χάνεται περιορίζεται με την χρήση θερμομονωτικών υλικών (υλικά που έχουν μεγάλη θερμική αντίσταση) και την χρήση διπλών υαλοπινάκων.



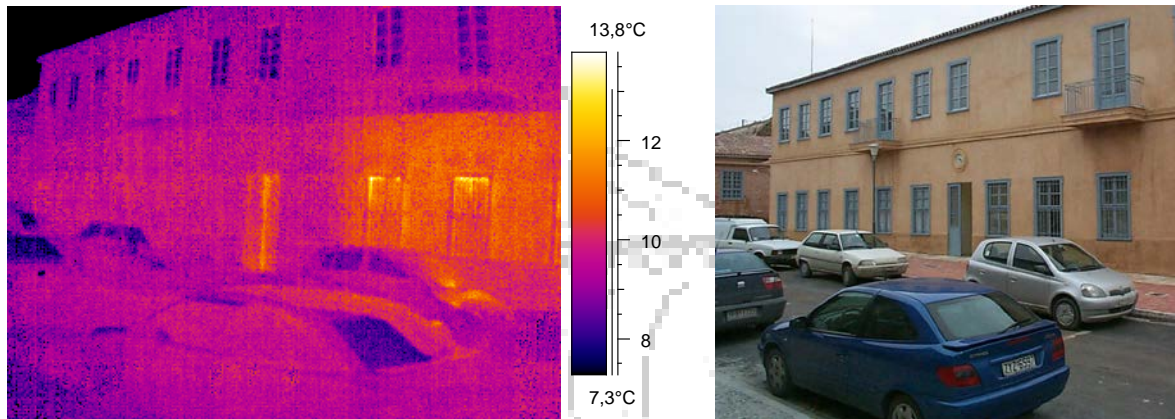
Εικόνα 1.2: Απώλειες θερμότητας

Η εύκολη λύση στη συνήθη κατασκευή είναι η χρήση θερμομονωτικών υλικών, η οποία ελέγχει την θερμική συμπεριφορά του κτηρίου περιορίζοντας τις θερμικές απώλειες.

Η λύση του ελέγχου της κατασκευής αποκλειστικά και μόνο μέσω της θερμομόνωσης δεν είναι μονοδιάστατη. Υπάρχουν πολλές τεχνικές (κυρίως τεχνικές σχεδιασμού) οι οποίες οδηγούν στον έλεγχο του εσωτερικού περιβάλλοντος του κτηρίου. Εκεί παίζει ρόλο ο βιοκλιματικός σχεδιασμός του κτηρίου.

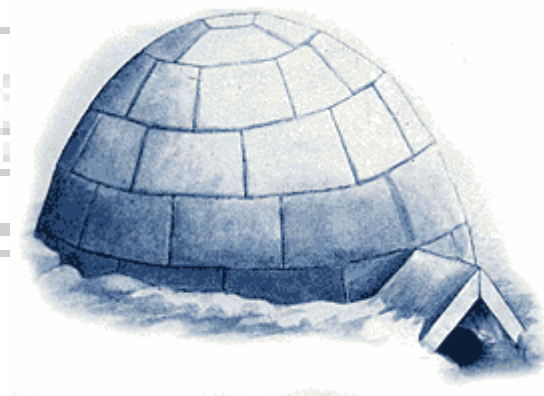
Χαρακτηριστική οικολογική συνεργασία δομικού υλικού με το κέλυφος του κτηρίου είναι τα igloo των Εσκιμώων. Τα igloo διατηρούν την εσωτερική θερμοκρασία του κελύφους στους -3 έως -5°C . Μια τέτοια θερμοκρασία

εσωτερικού περιβάλλοντος θα ήταν απαράδεκτη στις Μεσογειακές χώρες αλλά η αξιοποίηση των φυσικών πόρων δίνει ένα ιδιαίτερα καλό αποτέλεσμα εφ' όσον η θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος είναι χαμηλότερη από 30°C .



Εικόνα 1.3: Θερμογράφημα και αντίστοιχη εικόνα ενός κτηρίου σε λειτουργία

Η διαφορά αυτή δεν θα ήταν δυνατό να επιτευχθεί με άλλο τρόπο χωρίς τη κατανάλωση ιδιαίτερα μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας.



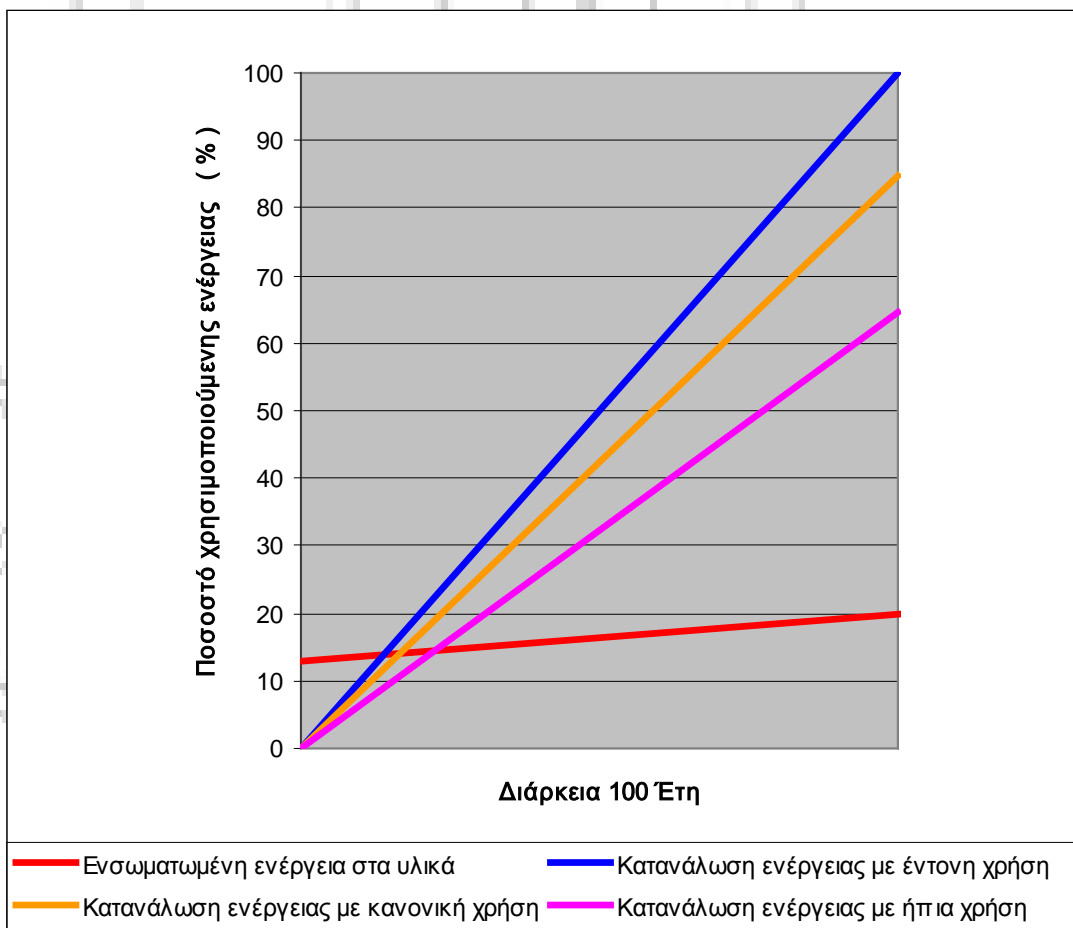
Εικόνα 1.4: Igloo

Το κέλυφος ενός κτηρίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αποθήκη θερμότητας. Το μέγεθος με το οποίο εκφράζεται η ικανότητα της αποθήκευσης της θερμότητας ενός κτηρίου ονομάζεται θερμική μάζα του κτηρίου. Η θερμική μάζα εντοπίζεται στους τοίχους στα δάπεδα και στις οροφές το μέγεθός της δε εξαρτάται από τη μορφή και τον προσανατολισμό του κτηρίου και τη θερμοχωρητικότητα των υλικών.

Το κτήριο κατά τη χρήση του χρησιμοποιεί ενέργεια για την δημιουργία θερμικής άνεσης στους χρήστες του. Η ενέργεια αυτή είναι ίσως η

σημαντικότερη παράμετρος της οικολογικής συμπεριφοράς της χρήσης του. Σήμερα σε ένα τυπικό κτήριο κατά τη διάρκεια εκατό ετών ζωής και εντατικής χρήσης απαιτείται ενεργειακά πέντε φορές περίπου το ποσό της ενσωματωμένης ενέργειας των υλικών του για να λειτουργήσει.

Η εκμετάλλευση των υλικών με καλή θερμική συμπεριφορά καθώς επίσης και ο συνολικός σχεδιασμός ενεργειακής εκμετάλλευσης των κτηρίων (βιοκλιματική συμπεριφορά, εκμετάλλευση ηλιακής ενέργειας, εκμετάλλευση αιολικής ενέργειας κ.λ.π.) είναι στοιχεία που χαρακτηρίζουν το κτήριο ως έξυπνο και οικολογικό.



Πίνακας 1.5: Κατανάλωση ενέργειας ενός κτηρίου κατά τη διάρκεια ζωής του σε εύκρατο κλίμα.

Στον πίνακα προσεγγίζεται ποσοστιαία η συνολικά καταναλισκόμενη ενέργεια που χρησιμοποιείται στη διάρκεια ζωής ενός κτηρίου. Παρατηρείται ότι η ενσωματωμένη ενέργεια των υλικών αυξάνεται. Αυτό είναι προφανές δεδομένου ότι κατά τη διάρκεια ζωής ενός υλικού απαιτείται και ενέργεια για τη συντήρησή του.

1.5.3 Τοξικότητα

Ουσίες είναι τα χημικά στοιχεία και οι ενώσεις τους σε φυσική κατάσταση όπως λαμβάνονται από οποιαδήποτε διαδικασία παραγωγής, συμπεριλαμβανομένων όλων των προσθέτων που απαιτούνται για τη σταθερότητα του προϊόντος και όλων των ξένων προσμίξεων που προκύπτουν κατά τη διαδικασία παραγωγής, εξαιρουμένων όμως των διαλυτών που μπορούν να διαχωριστούν χωρίς να επηρεαστεί η σταθερότητα της ουσίας ή να μεταβληθεί η σύνθεσή της. Μία ουσία μπορεί να είναι σαφώς καθορισμένη από χημικής απόψεως (π.χ. ακετόνη) ή να αποτελεί σύνθετο μείγμα συστατικών μεταβλητής σύνθεσης (π.χ. αρωματικά αποστάγματα). Για ορισμένες σύνθετες ουσίες έχει προσδιοριστεί η ταυτότητα μερικών επί μέρους συστατικών. Παρασκευάσματα είναι τα μείγματα που αποτελούνται από δύο ή περισσότερες ουσίες.

Τοξικότητα είναι η ιδιότητα ορισμένων υλικών που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές και αποτελούνται ή περιέχουν ουσίες που ονομάζονται τοξικές και οι οποίες, όταν απελευθερώνονται μπορεί να επηρεάσουν την ποιότητα του εσωτερικού αέρα και την υγεία των χρηστών του κτηρίου.

Η ποιότητα του αέρα του εσωτερικού χώρου εξαρτάται από τα υλικά κατασκευής. Πολλές φορές χρώματα, συγκολλητικές ουσίες και άλλα υλικά που μπαίνουν στη τελική φάση της κατασκευής περιέχουν πτητικές οργανικές ενώσεις οι οποίες είναι ιδιαίτερα τοξικές. Για το λόγο αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντική η σταθεροποίηση των βαφών που περιέχουν πτητικές οργανικές ενώσεις να γίνεται πριν το σπίτι κατοικηθεί. Άλλο πρόβλημα του εσωτερικού χώρου του κτηρίου είναι ότι σε ορισμένες ξύλινες κατασκευές περιέχονται φορμαλδεΰδες οι οποίες είναι δυνατόν να εκπέμπονται από το ξύλο μέχρι και επτά χρόνια μέχρι να απαλοιφούν. Τότε το κτήριο παίρνει τον χαρακτήρα του "άρρωστου κτηρίου".

Τα πετροχημικά που χρησιμοποιούνται για τα περισσότερα πλαστικά και τις συγκολλητικές ουσίες είναι συχνά τοξικά. Σχεδόν όλες οι πετροχημικές βαφές κόλλες και ρητίνες που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή οικοδομικών υλικών είναι από δομικές αλυσίδες του στυρένιου και της βενζίνης οι οποίες είναι υψηλά τοξικές και καρκινογόνες κατά τη διάρκεια της κατασκευής. Αυτό γίνεται κατανοητό από τις έντονες οσμές (αρωματικοί υδρογονάνθρακες) που

δημιουργούν προβλήματα ιδιαίτερα στους εργαζομένους στη φάση κατασκευής.

Εκτός από τα ανωτέρω ένα υλικό μπορεί να εκπέμπει ραδιενέργεια η οποία μπορεί να μην έχει ανιχνευτεί.

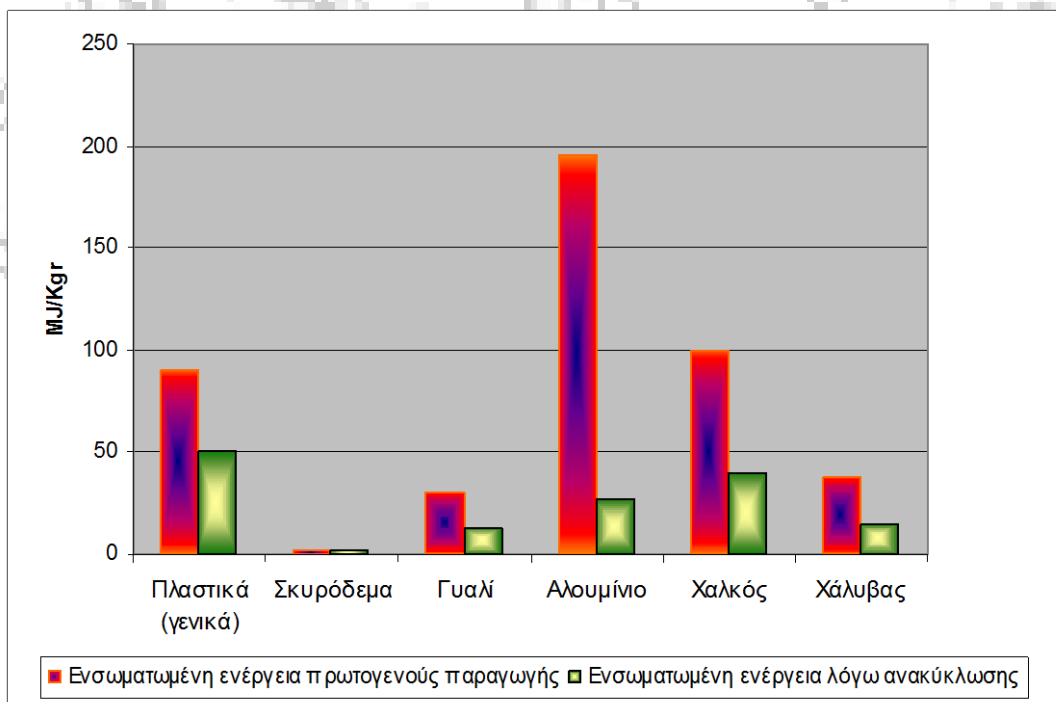
Στην επιλογή της χρήσης ενός δομικού προϊόντος παίζει σπουδαίο ρόλο η τοξικότητα των συστατικών του έτσι ώστε να αποφευχθούν προϊόντα που παράγονται, κατασκευάζονται ή περιέχουν ουσίες επιβλαβείς για τον άνθρωπο και το οικοσύστημα. Ο κίνδυνος είναι οι ουσίες αυτές σε κάποια από τις φάσεις του κύκλου ζωής να διαφύγουν προς το περιβάλλον.

Από έρευνες προέκυψε ότι το 37% των δομικών προϊόντων είναι επιβλαβή για την υγεία (μέση τοξικότητα) ενώ το 2% είναι τοξικά ή λίαν τοξικά. Στα επιβλαβή για την υγεία περιλαμβάνονται προϊόντα που περιέχουν ουσίες ύποπτες ως καρκινογόνες και με δυνατότητα να μεταλλάσσονται. Έχει επίσης αποδειχθεί ότι το 8% των δομικών προϊόντων εμπίπτει στην κατηγορία των διαβρωτικών και ερεθιστικών ουσιών, που φέρουν στην συσκευασία τους το σχετικό σήμα που προβλέπεται από την οδηγία 67/548/ΕΟΚ για τις επικίνδυνες ουσίες (Ευθυμίουπουλος 2000).

1.5.4 Απορρίμματα-ανακύκλωση

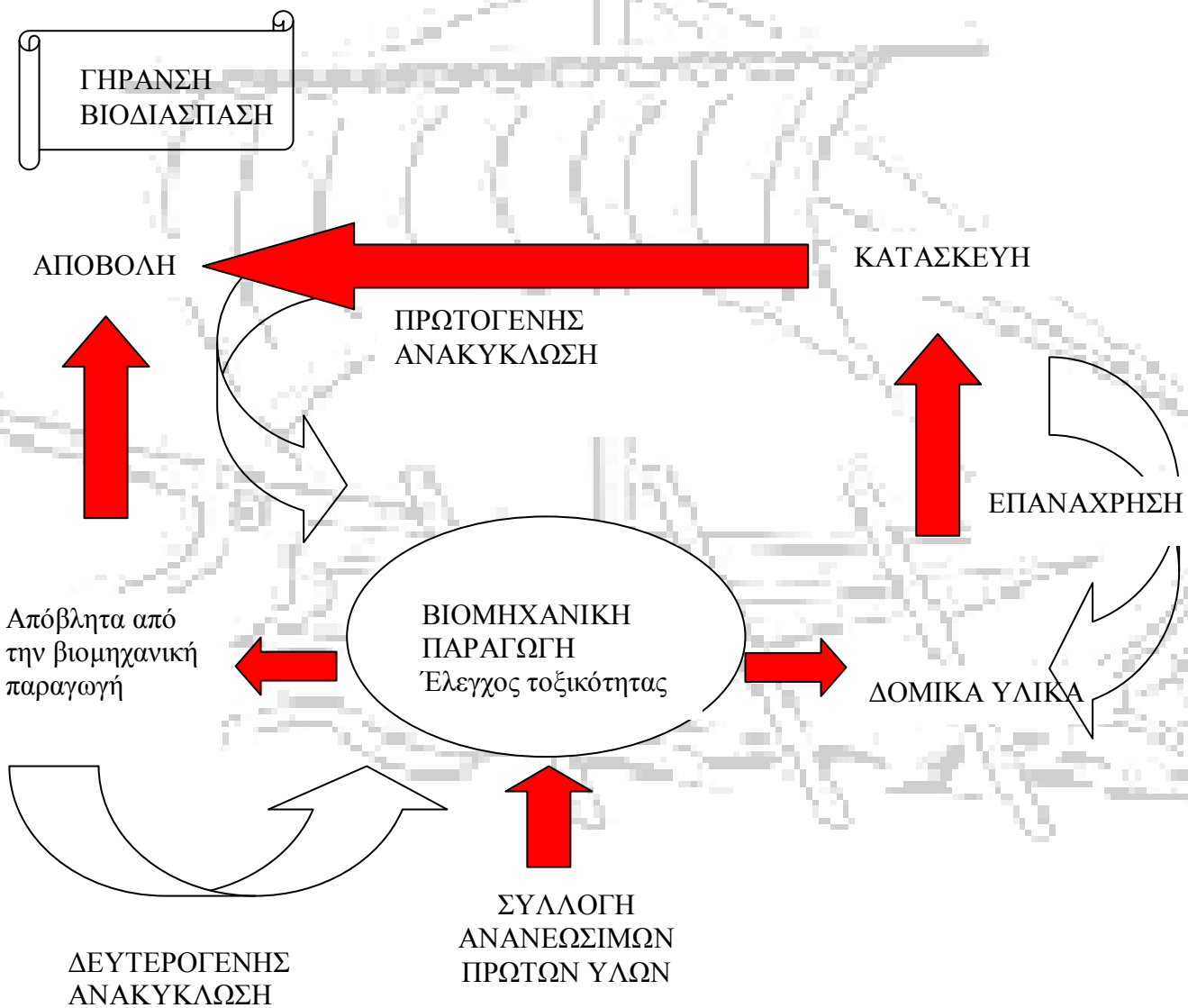
Ο Β. Ουγκώ επωφελούμενος της περιγραφής των υπονόμων του Παρισιού λέει ότι το 1832 το Παρίσι ρίχνει στη θάλασσα κάθε χρόνο μέσα από τους υπονόμους το ισοδύναμο πεντακοσίων εκατομμυρίων χρυσών φράγκων. Και αντιπαράθετει τους υπονόμους του Παρισιού με τη συμπεριφορά των Κινέζων χωρικών, οι οποίοι λιπαίνουν την γη με τα ίδια τους τα περιττώματα και για αυτό «η γη της Κίνας είναι σήμερα τόσο γόνιμη όσο την πρώτη ημέρα της δημιουργίας». Με άλλα λόγια ο Ουγκώ διαπιστώνει ότι οι παραδοσιακές οικονομίες ήταν οικονομίες ανακύκλωσης ενώ οι σύγχρονες κοινωνίες είναι οικονομίες σπατάλης. Ασφαλώς αυτά τα οποία λέει πρέπει να βασίζονται στους υπολογισμούς των μεγάλων επιστημόνων χημικών της εποχής του (Καστοριάδης 2001).

Η ανακύκλωση είναι μία απόπειρα να μιμηθεί ο άνθρωπος τους κύκλους της φύσης, οι οποίοι γενικά αποτελούν θετικά παραδείγματα αποτελεσματικής λειτουργίας και σταθερότητας. Πραγματικά οι φυσικοί κύκλοι δε χρειάζονται τροφοδότηση με πρώτες ύλες και δεν δημιουργούν απόβλητα. Είναι λοιπόν υποδείγματα τέλει ανακύκλωσης.



Πίνακας 1.6: Ενσωματωμένη ενέργεια για την ανακύκλωση συνήθων υλικών

- Ανακυκλωμένα πρωτογενώς είναι τα προϊόντα που ανακτώνται από τα υλικά «απορρίμματα»-κατεδάφισης.
- Ανακυκλωμένα δευτερογενώς είναι τα υλικά που προκύπτουν ως παραπροϊόντα άλλων διεργασιών (εξορυκτική βιομηχανία, σκωρίες, πριονίδι)



Εικόνα 1.5: Διάγραμμα ροής της ανακύκλωσης των υλικών

Συνήθως μετά από την κατασκευή του έργου και στο τελικό στάδιο του κύκλου ζωής, προκύπτει ένα μείζων ερώτημα: κατεδάφιση και υλικά «απορρίμματα» ή κατεδάφιση και επαναχρησιμοποίηση; Πολλές φορές προκύπτει ένα υλικό να απαιτεί μεγαλύτερο κόστος και ενέργεια να το ανακυκλώσουμε ή να το επαναχρησιμοποιήσουμε παρά να το παράγουμε εξ αρχής. Εδώ προκύπτει η ηθική πλευρά της ανακύκλωσης η οποία οφείλει να επιβάλλεται.

Γενικά ισχύει η αρχή ότι τα υλικά που έχουν μικρή διαδικασία βιομηχανικής παραγωγής ανακυκλώνονται εύκολα. Δηλαδή σε υλικά που έχει επέμβει σημαντικά ο ανθρώπινος παράγοντας με πολύπλοκες διαδικασίες (υψηλές θερμοκρασίες και σύνθετες χημικές αντιδράσεις) είναι δύσκολο όταν υποστούν γήρανση να ανακυκλωθούν. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της ιδιότητας αυτής αποτελούν τα πλαστικά. Φυσικά, υλικά που βιοδιασπώνται είναι τα καλύτερα και γηράσκουν ομαλά, ακολουθώντας τη ροή και τους χρόνους της φύσης.

Σήμερα πολλές φορές η κατασκευή γίνεται αποδέκτης υλικών «απορριμμάτων» και τα υλικά που εντάσσονται μέσα σε αυτή έχουν προκύψει από κάποια άλλη παραγωγική διαδικασία.

Μέχρι σήμερα έχουν αξιοποιηθεί σημαντικά τα πριονίδια του ξύλου για την παραγωγή ινοσανίδων και μοριοσανίδων ενώ έχουν αξιοποιηθεί και άλλα περισσότερο ευφάνταστα υλικά όπως τα πτίλα (πούπουλα) που χρησιμοποιούνται στην παρασκευή αερικού σκυροδέματος. Επίσης γίνονται προσπάθειες να απορροφηθούν και άλλα υλικά στο κτήριο έτσι ώστε το κτήριο να αποτελέσει επί της ουσίας μία αποθήκη «άχρηστων» υλικών και να μην απαιτείται εξόρυξη ή παραγωγή νέων υλικών. Στις ΗΠΑ εφαρμόζονται ήδη δομικά στοιχεία από άχυρα για την κατασκευή ακόμα και φερόντων στοιχείων.

Στην Ελλάδα γίνεται χρήση της ιπτάμενης τέφρας η οποία προκύπτει ως απόβλητο από εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύσιμο λιγνίτη. Η ιπτάμενη τέφρα χρησιμοποιείται ως αδρανές για το σκυρόδεμα και έχει αρχίσει να έχει ευρεία εφαρμογή. Η τοξικότητά της περιορίζει τη χρήση της σε κατασκευές που δεν είναι σε άμεση επαφή με τον άνθρωπο (δεν χρησιμοποιείται σαν αδρανές σκυροδέματος στην κατασκευή κτηρίων). Στην Ελλάδα το έτος 1998 κατασκευάστηκε το μεγαλύτερο φράγμα στον κόσμο από

RCC (σκυρόδεμα με αδρανές ιπτάμενη τέφρα) στη θέση Πλατανόβρυση στο Νέστο,. Παράλληλα υπάρχουν προτάσεις για την εφαρμογή του υλικού αυτού ως αδρανές στην οδοποιία.

Όσον αφορά στις υπάρχουσες κατασκευές τα υλικά που μπορούν να ανακυκλωθούν είναι:

- Δομικά στοιχεία από λίθους χωρίς κονίαμα (ξερολιθιά)
- Ορισμένα μονωτικά (εφ' όσον δεν έχουν υποστεί γήρανση και είναι σε καλή κατάσταση)
- Ευλεία φέροντος οργανισμού κ.λ.π.
- Προϊόντα γύψου (γυψοσανίδες κ.λ.π.)
- Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν δομικά στοιχεία όπως πόρτες παράθυρα αλλά και είδη υγιεινής και έπιπλα .

Τούβλα, τσιμέντο και σκυρόδεμα είναι βέβαιο ότι δεν ανακυκλώνονται εύκολα ούτε μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν σε νέες κατασκευές. Είναι δυνατή όμως η επεξεργασία τους και η επαναχρησιμοποίησή τους σαν υλικά διαμόρφωσης οριζόντιων επιφανειών και υλικών οδοποιίας.

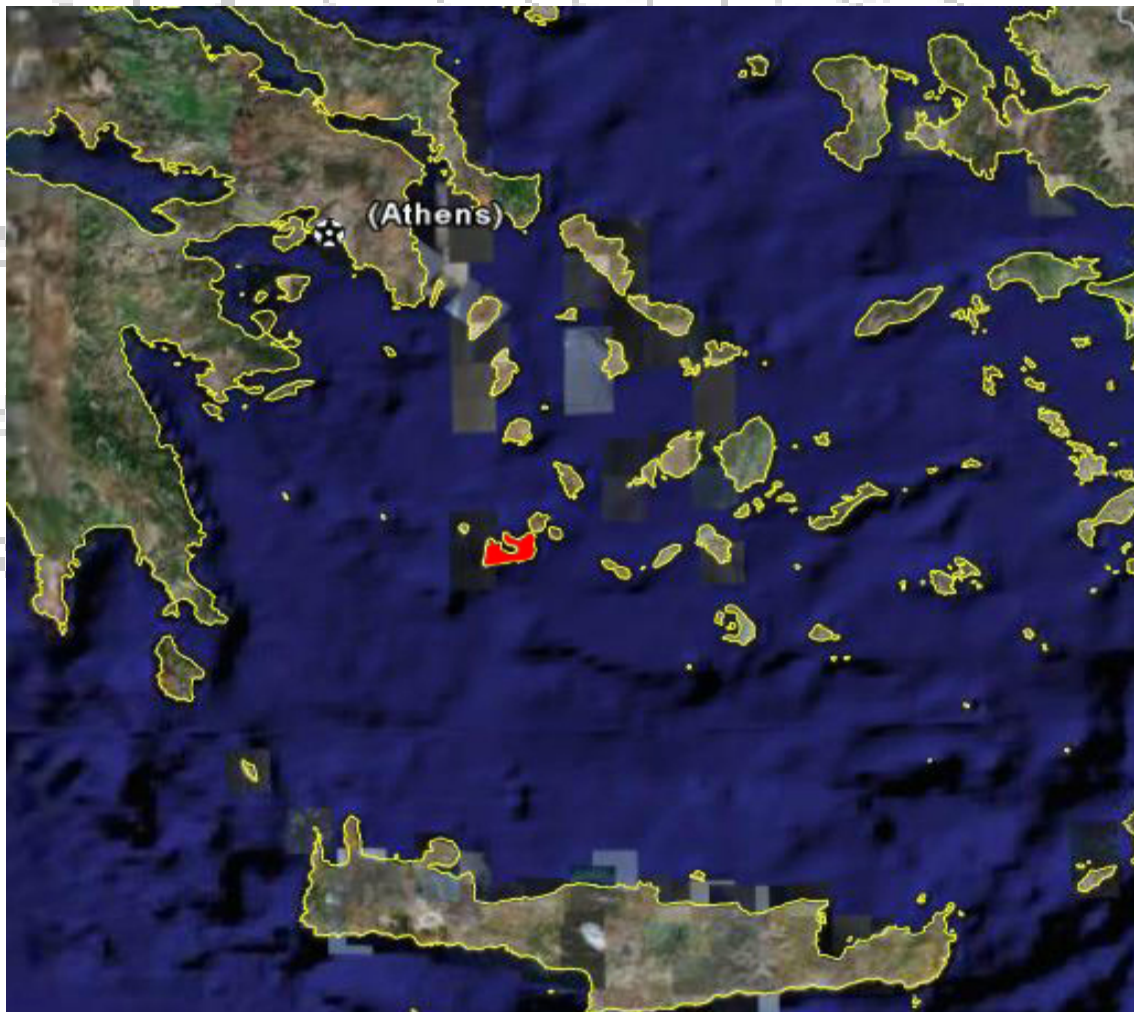
Η επαναχρησιμοποίηση οικοδομικών υλικών έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να μειώσει κατά 95% την ενσωματωμένη ενέργεια των υλικών η οποία διαφορετικά θα χανόταν ως απόβλητο. Μερικά υλικά όμως, όπως τα τούβλα, είναι δυσχερές να επαναχρησιμοποιηθούν.

2 Περιγραφή εξεταζόμενων κατασκευών

2.1 Σχεδιασμός κελύφους κτηρίου.

Για να συγκριθούν οι διάφορες λύσεις πρέπει να δημιουργηθεί ένα σενάριο επάνω στο διαμορφώνονται διάφορες κατασκευές.

Για την υλοποίηση αυτού του σεναρίου, επιλέγεται οικόπεδο σε νησιώτικη περιοχή, με ήπιο ανάγλυφο, επάνω στο οποίο κατασκευάζεται η κατασκευή. Το οικόπεδο που επιλέγεται είναι στην Μήλο πλησίον του οικισμού Πλάκα.



Εικόνα 2.1: Μήλος

Στόχος του κελύφους που θα αξιολογηθεί είναι να δημιουργηθεί ένας μικρός χώρος 60,5 τ.μ. ο οποίος θα μπορεί να έχει διάφορες χρήσεις με κύριο στόχο την άνετη φιλοξενία δύο ατόμων. Εναλλακτικά όμως η σύνθεση πολλών τέτοιων μικρών κατασκευών μπορεί να δώσει ευέλικτες λύσεις στην δημιουργία ενός μικρού οικίσκου που θα συμπεριλαμβάνει διάφορες δραστηριότητες.

Για τον λόγο αυτό μελετάται ένα μικρό κέλυφος με κατόψεις και όψεις, με στόχο την διακριτή πολυλειτουργικότητα του χώρου.



Εικόνα 2.2: Περιοχή μελέτης (σημειώνεται με κόκκινο) όπως φαίνεται από το λιμάνι της Μήλου

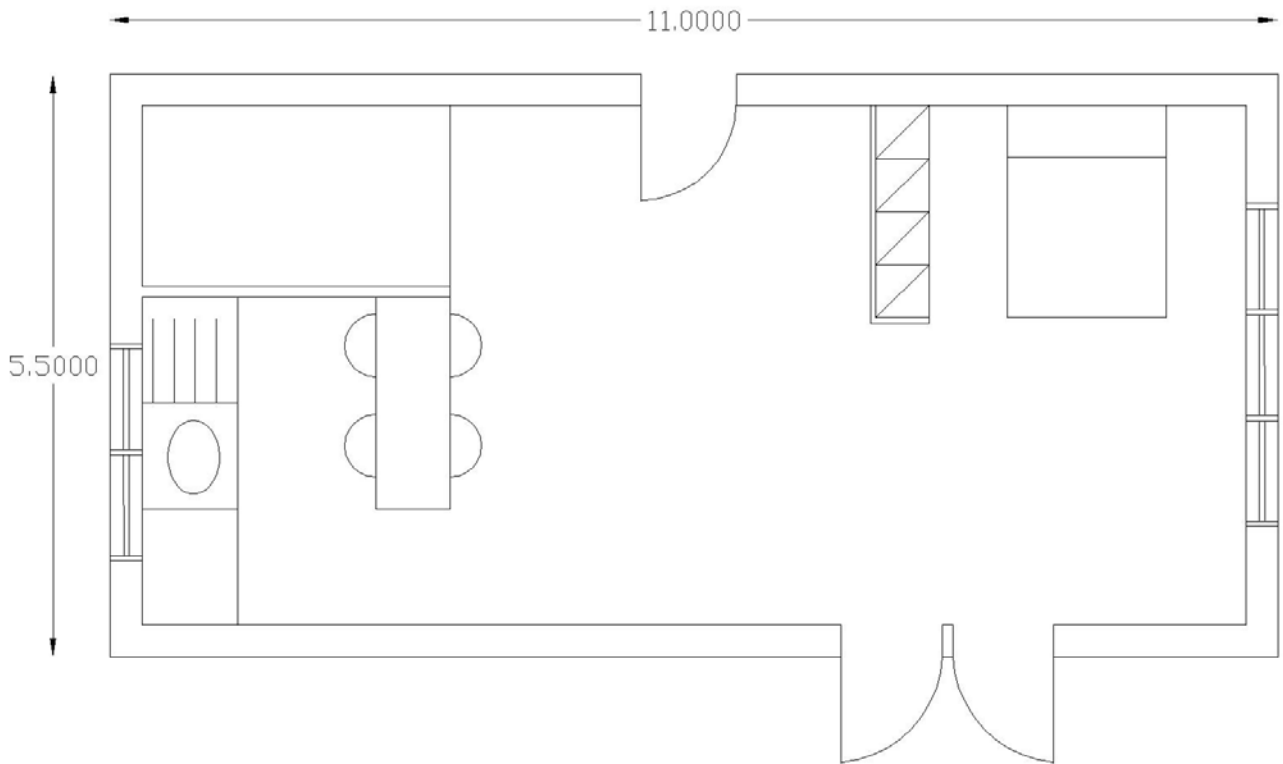
Το κέλυφος που σχεδιάζεται θα είναι επιφάνειας $60.5m^2$. Δεν επιλέγεται πιο ευρύχωρη λύση, διότι η έκταση αυτή έχει επιλεγεί έχοντας ως γνώμονα τις πραγματικές ανάγκες χώρου δύο ατόμων. Υπάρχουν πολλές κατασκευές που λόγω κακού υπολογισμού ξεπερνάνε κατά πολύ σε έκταση την πραγματικά χρησιμοποιούμενη, οι οποίες ακόμα και αν έχουν δομηθεί από τα οικολογικότερα και φιλικότερα προς το περιβάλλον υλικά, προκαλούν τα ίδια ή και περισσότερα προβλήματα, με ένα μη οικολογικά δομημένο κτήριο μικρότερων διαστάσεων.



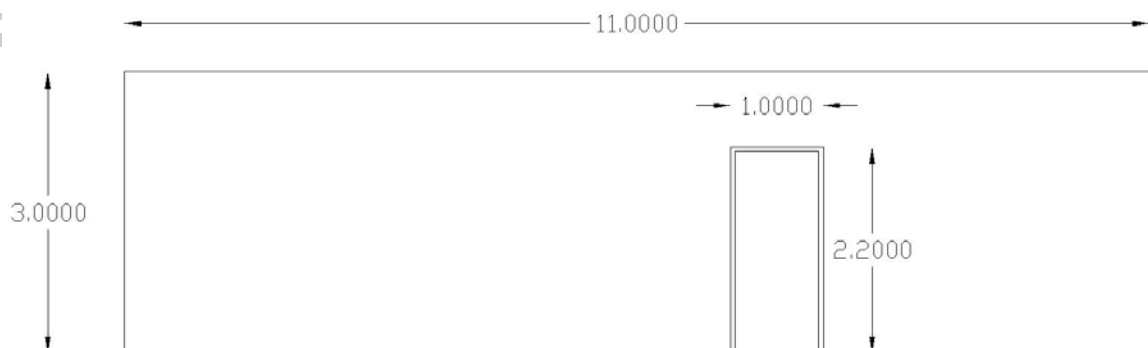
Εικόνα 2.3: Χαρακτηριστικό μέρος της περιοχής μελέτης (σημειώνεται με κόκκινη διαγράμμιση) όπως φαίνεται από την τοποθεσία Μάρμαρα στη Μήλο

Η επιλογή μη χρησιμοποίησης εσωτερικών χωρισμάτων και δημιουργίας ενός μονόχωρου γίνεται για λόγους εκμετάλλευσης του χώρου, δημιουργώντας μια λειτουργική και ευέλικτη κατοικία. Επίσης, ο ενιαίος αυτός χώρος δείχνει

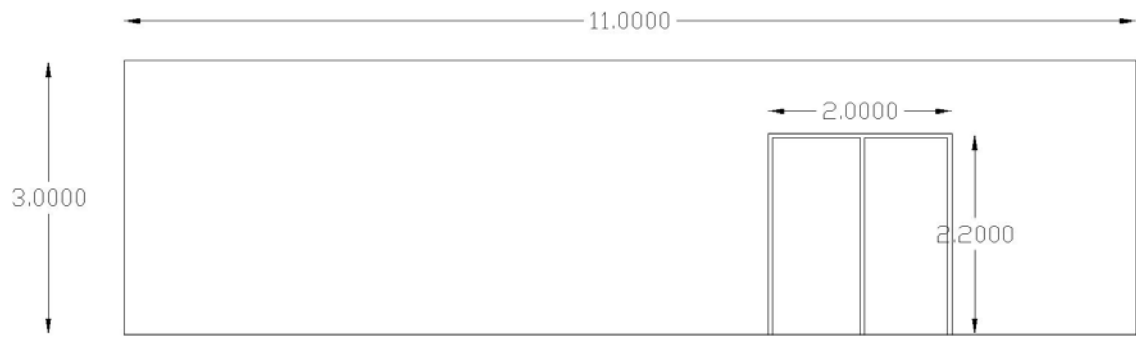
μεγαλύτερος και χωρίζεται νοητά επινοώντας χωρίσματα τύπου open space (γυαλιού /ντουλάπα).



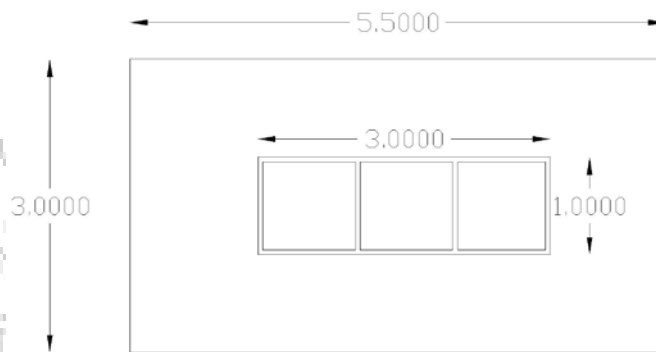
Εικόνα 2.4: Κάτοψη



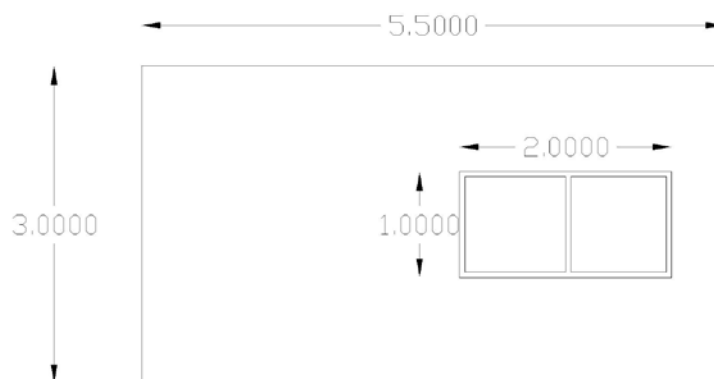
Εικόνα 2.5: Βορινή όψη (είσοδος)



Εικόνα 2.6:Νότια όψη



Εικόνα 2.7:Δυτική όψη



Εικόνα 2.8:Ανατολική όψη

2.2 Συμβατική κατασκευή

Το πρώτο μοντέλο αναφέρεται σε μια συμβατικά σχεδιασμένη (μη βιοκλιματική) κατασκευή, δομημένη από συμβατικά υλικά. Είναι μια τυπική κατασκευή στην οποία θα κατέφευγε ένας σύγχρονος μηχανικός.

Τα υλικά τα οποία χρειάζονται στο οικοδόμημα αυτό, είναι κυρίως σκυρόδεμα και χάλυβας (οπλισμένο σκυρόδεμα) ως φέροντα δομικά υλικά και κεραμικά τούβλα για την τοιχοποιία. Τα κουφώματα είναι από αλουμίνιο.

Γενικά, η διαδικασία μιας τέτοιας κατασκευής είναι η ακόλουθη:

- Εκσκαφές - Επιχώσεις (Χωματοουργικές εργασίες)
- Οπλισμένο σκυρόδεμα (Καλουπώματα)
- Μονώσεις
- Τοιχοποιίες (Εξωτερικές - εσωτερικές)
- Επιχρίσματα (Εξωτερικά - εσωτερικά)
- Στέγες
- Υδραυλικά
- Ηλεκτρικά
- Θέρμανση - Κλιματισμός
- Επιστρώσεις Δαπέδων (Μάρμαρο, πλακάκι, ξύλο, μωσαϊκό)
- Τζάκια , Εσωτερικές Επενδύσεις
- Κουφώματα (Εξωτερικά - εσωτερικά)
- Ηλεκτρολογικό Υλικό (Πίνακες, διακόπτες, αυτοματισμοί κλπ)
- Χρωματισμοί - Βαφές
- Ξυλουργικά (Ντουλάπες, Ερμάρια κουζίνας, πόρτες)
- Παροχές (ΔΕΗ, ΟΤΕ, ΕΥΔΑΠ, αποχέτευση)

Το ζήτημα της θεμελίωσης είναι ίσως το σοβαρότερο σε μια κατασκευή διότι χρειάζεται λεπτομερή αναγνώριση, διερεύνηση και εκτίμηση του εδάφους καθώς και της εύρεσης της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα. Η θεμελίωση

γίνεται με οπλισμένο σκυρόδεμα. Οι διαστάσεις του σκυροδέματος (πάχος σκυροδέματος, επιλογή διατομών οπλισμού) προσδιορίζονται από την εγκεκριμένη στατική μελέτη. Σε γενικές γραμμές η διαδικασία θεμελίωσης είναι η ακόλουθη:

Οι γενικές εκσκαφές διαμορφώνουν και προσδιορίζουν σύμφωνα με τα σχέδια, τη στάθμη του οριζόντιου επιπέδου όπου θα πραγματοποιηθεί η "θεμελίωση" και το οποίο πρέπει να υπόκειται του περιβάλλοντος εδάφους κατά 30 cm δημιουργώντας σκάφη. Επί του επιπέδου θεμελίωσης διαστρώνονται σκύρα πάχους 20cm περίπου έτσι ώστε το έδαφος να οριζοντιωθεί, εξομαλύνοντας τυχόν αποκλίσεις εκσκαφής. Τα σκύρα αυτά γεμίζουν τη σκάφη της εκσκαφής και συγχρόνως εγκιβωτίζονται. Επί της οριζόντιας επιφάνειας των σκύρων απλώνεται ISOFILM πολυαιθυλενίου εμπορίου, πάχους 0,0005m.

Ακολουθεί το καλούπωμα της περιμέτρου στις επιθυμητές διαστάσεις, η τοποθέτηση των βασικών σωληνώσεων αποχέτευσης και η τοποθέτηση της σωλήνωσης μέσα από την οποία θα περάσει το καλώδιο παροχής ηλεκτρικού.

Ακολουθεί η διαδικασία τοποθέτησης και δεσίματος των σιδερένιων ράβδων οπλισμού, σύμφωνα με την εγκεκριμένη μελέτη τόσο των πλακών βάσεως όσο και των αναμονών για τη σύνδεση της βάσεως με τα υποστυλώματα κατασκευής.

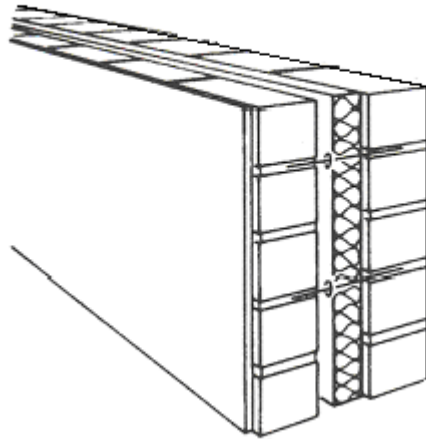
Στο μοντέλο αυτό, η εκσκαφή που θα χρειαστεί θα είναι της τάξης του ενός μέτρου αφού ούτε η ύπαρξη υπόγειου αλλά ούτε κάποιος επιπρόσθετος όροφος και φορτία μας υποχρεώνουν για μία πιο βαθιά εκσκαφή. Έτσι, ο χωμάτινος όγκος που θα αφαιρεθεί θα είναι $6.2m \times 11.7m = 72.54m^3$.

Η θεμελίωση θα αποτελείται από 6 μεμονωμένα πέδιλα διαστάσεων 1.1m X 1.1m X 0.6m. Τα μεμονωμένα πέδιλα ενδείκνυνται για ελαφριά κτίσματα χωρίς υπόγειο.

Το πάχος της πλάκας θα είναι 16cm, ενώ οι κολόνες θα είναι διαστάσεων 40 X 40cm.

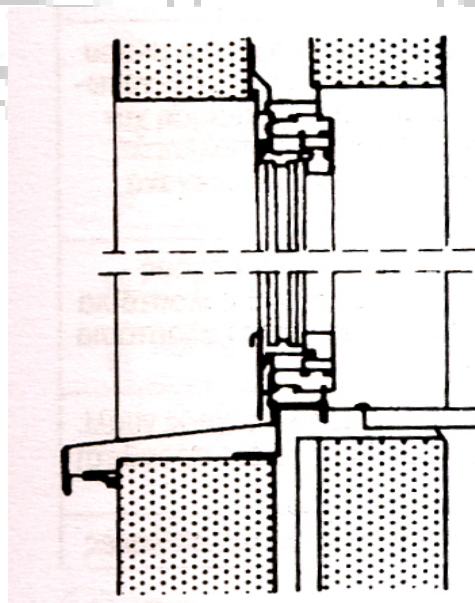
Όλες οι τοιχοποιίες πρέπει να κατασκευάζονται σύμφωνα με τους κανόνες εμπλοκής των οπτόπλινθων, ώστε να εξασφαλίζεται η οριζοντιότητα, το κατακόρυφο και η ευθυγραμμία. Σε διπλή τοιχοποιία (διπλού κελύφους) η πλάκα της οροφής οφείλει να εδράζεται μόνο στον εσωτερικό τοίχο. Η

τοιχοποιία θα αποτελείται από δυο δρομικούς τοίχους με ενδιάμεσο κενό και θερμομόνωση στο εσωτερικό.



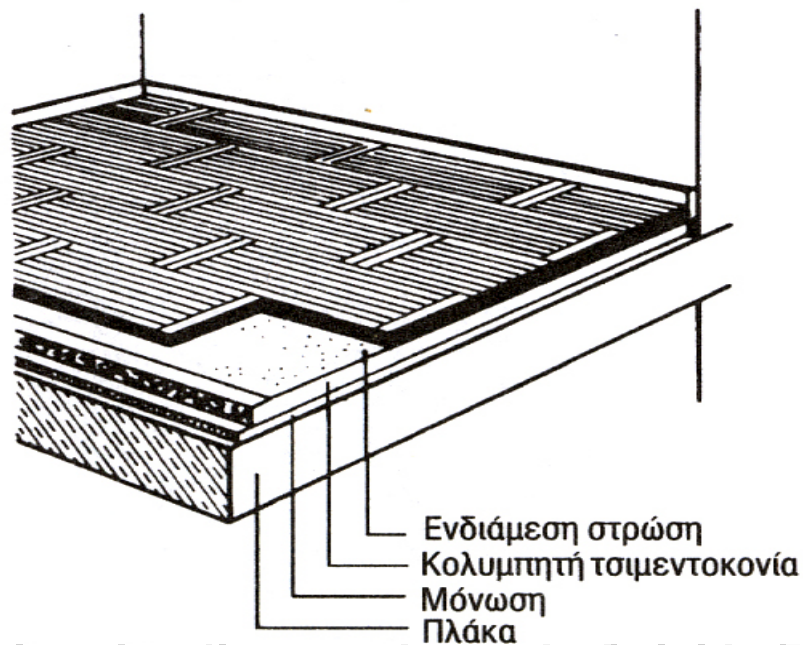
Εικόνα 2.9: Τοιχοποιία από τεχνητούς λίθους με θερμομόνωση στον πυρήνα.

Τα κουφώματα του σπιτιού θα είναι αποκλειστικά από αλουμίνιο με διπλό υαλοπίνακα 5 χιλιοστών.



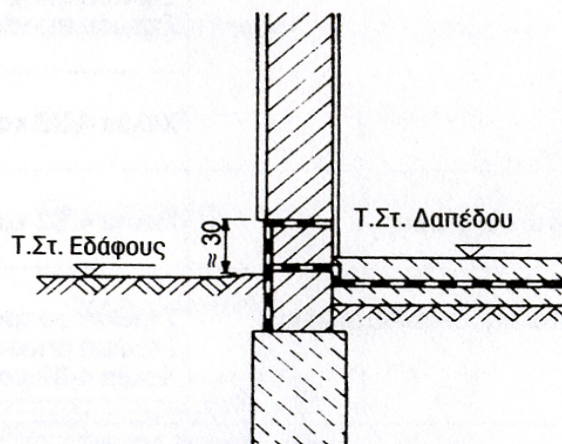
Εικόνα 2.10: Παράθυρο από αλουμίνιο. (Tutt 1979)

Στο δάπεδο η επάνω επιφάνεια του έτοιμου παρκέ αποτελείται από δρυ.



Εικόνα 2.11: Στοιχεία έτοιμου ξύλινου δαπέδου πάνω σε τσιμεντοκονία (Heinze 1978)

Σε κτήρια χωρίς υπόγειο, όπως και το μοντέλο αυτό, εξασφαλίζεται ο αποκλεισμός της ανόδου της υγρασίας σε εσωτερικούς και εξωτερικούς τοίχους με οριζόντια υγραμόνωση. Στους εξωτερικούς τοίχους η υγραμόνωση πρέπει να ανέρχεται κατά 30cm πάνω από την στάθμη του εδάφους.



Εικόνα 2.12: Στεγάνωση κτηρίου χωρίς υπόγειο, δάπεδο στο ύψος του περιμετρικού εδάφους. (Muth 1978)

Συντελεστής θερμοπερατότητας K

Στο σημείο αυτό της παρουσίασης της συμβατικής κατοικίας, υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας K για την εξωτερική τοιχοποιία, το δώμα και το δάπεδο της κατασκευής. Όπως διακρίνεται από τους παρακάτω υπολογισμούς όλες οι διατομές της κατασκευής καλύπτουν τις απαιτήσεις του κανονισμού. Στην αρχή παρατίθεται το θεωρητικό υπόβαθρο των υπολογισμών και στην συνέχεια ακολουθούν οι πίνακες με τους υπολογισμούς και τις αντίστοιχες διατομές.

Θεωρητικό υπόβαθρο υπολογισμών (Κορωναίος 1985)

Η θερμοδιαφυγή Λ δίνεται από τη σχέση : $\Lambda = \lambda/d$ (W/m²).

Η αντίσταση σε θερμοδιαφυγή $1/\Lambda$ υπολογίζεται από τη σχέση : $R = 1/\Lambda = d/\lambda$ (m²/W).

Σε κατασκευή που αποτελείται από περισσότερες στρώσεις δομικών υλικών, στην έννοια της διατομής, αθροίζονται οι επιμέρους αντιστάσεις: $\Sigma R = d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 + \dots + d_n/\lambda_n$.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας K υπολογίζεται παίρνοντας υπόψιν και τις αντιστάσεις θερμικής μετάβασης $1/a_i$ και $1/a_a$ στην εξωτερική και εσωτερική επιφάνεια του δομικού στοιχείου.

$K = 1 / (1/a_i + 1/\Lambda + 1/a_a)$, (W/m²).

Η αντίσταση θερμοπερατότητας δίνεται από τη σχέση : $1/K = 1/a_i + 1/\Lambda + 1/a_a$ (m²/W).

Το $1/K$ χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της διαδρομής της θερμότητας μέσα στο δομικό στοιχείο.

Σε περίπτωση μικτών δομικών στοιχείων (π.χ. ένας εξωτερικός τοίχος που αποτελείται από στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος, ανοίγματα παραθύρων) χρησιμοποιείται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας K_m :

$K_m = (F_1K_1 + F_2K_2 + \dots + F_nK_n) / \Sigma F$, όπου F, K αντίστοιχα επιφάνεια και συντελεστής θερμοπερατότητας των διαφορετικών δομικών στοιχείων.

Υπολογισμοί

Στον παρακάτω πίνακα υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας K της εξωτερικής τοιχοποιίας και βρέθηκε να εκπληρώνει τις απαιτήσεις

κανονισμού: $K = 0,472 \leq 0,70 \text{ max}$

Στρώσεις δομικού υλικού			
	πάχος d(m)	λ (W/mK)	$1/\Lambda$ (m ² K/W)
Επίχρισμα	0.020	0.870	0.023
Τούβλο	0.115	0.520	0.221
Διάκενο	0.050	Από διάγραμμα →	0.250
Πολυστερίνη	0.050	0.041	1.220
τούβλο	0.115	0.520	0.221
επίχρισμα	0.020	0.870	0.023
		$\Sigma(1/\Lambda)$	1.958
Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης			
		$1/a_i$	$1/a_a$ (m ² K/W)
Εξωτερικοί τοίχοι		0.120	0.040
Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας K			
$1/K$	2.118		
$K=1/I/K$	0.472	(W/m ² K)	≤ 0.70

Πίνακας 2.2: Συντελεστής θερμοπερατότητας K εξωτερικής τοιχοποιίας

Στον παρακάτω πίνακα υπολογίζεται ο K_m (W + F) της εξωτερικής τοιχοποιίας που εκπληρώνει επίσης την απαίτηση: $K = 0,781 \leq 1,86 \text{ max}$

Υπολογισμός $K_m(W+F)$ εξωτερικής τοιχοποιίας			
Δομικό στοιχείο			
	F(m ²)	K (W/m ² K)	$K \cdot F$
τοίχος	87.400	0.472	41.253
παράθυρο	9.400	3.020	28.388
πόρτα	2.200	3.490	7.678
	99.000		77.319
Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας			
K_m	0.781	(W/m ² K)	

Πίνακας 2.3: Συντελεστής K_m εξωτερικής τοιχοποιίας

Στον πίνακα 2.4 υπολογίζεται ο συντελεστής K του δώματος που επίσης εκπληρώνει τις απαιτήσεις: $K = 0,38 \leq 0,46 \text{ max}$

Στρώσεις δομικού υλικού				
		πάχος d(m)	λ (W/mK)	1/Λ
επίχρισμα		0.02	0.87	0.022989
οπλισμένο σκυρόδεμα		0.16	2.03	0.078818
Ασφαλτικό βερνίκι		0.001	0.19	0.005263
πολυουρεθάνη		0.05	0.023	2.173913
αφρομπετό		0.06	0.46	0.130435
στεγ. μεμβράνη PVC		0.002	0.19	0.010526
τσιμεντοκονία		0.04	1.39	0.028777
πλακάκια		0.02	1.042	0.019194
			$\Sigma(1/\Lambda)$	2.469914

Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης				
	1/ai	1/aa (m ² K/W)		
δώμα	0.12	0.04		
Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας K				
1/K	2.629914			
K	0.380241	(W/m ² K)		

Πίνακας 2.4: Συντελεστής θερμοπερατότητας K δώματος

Τέλος στον παρακάτω πίνακα υπολογίζεται ο συντελεστής K του δαπέδου που εκπληρώνει τις απαιτήσεις κανονισμού: $K = 0,211 \leq 0,7 \text{ max}$

Στρώσεις δομικού υλικού				
	πάχος d(m)	λ (W/mK)	1/Λ	
στεγάνωση	0.002	0.19	0.010526	
μπετό	0.16	2.03	0.078818	
πολυστερίνη	0.18	0.041	4.390244	
τσιμεντοκονία	0.1	1.39	0.071942	
πλακάκια	0.02	1.042	0.019194	
		$\Sigma(1/\Lambda)$	4.570724	
Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης				
	1/ai	1/aa (m ² K/W)		
δάπεδο	0.17	0		
Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας K				
1/K	4.740724			
K	0.210938	(W/m ² K)		

Πίνακας 2.5: Συντελεστής θερμοπερατότητας K δαπέδου

Τα εμφανή πλεονεκτήματα μιας τέτοιας λύσης είναι τα εξής. Είναι πολύ εύκολη η εύρεση και η πρόσβαση στα υλικά αυτά αφού υπάρχει υπερπροσφορά των συγκεκριμένων υλικών. Κατ' επέκταση, λόγω της έντονης χρήσης τους από τον κατασκευαστικό κλάδο, η χρήση και η εφαρμογή τους καθίσταται χρήση ρουτίνας. Η τεχνογνωσία και η τεχνοτροπία τους είναι γνωστή στην συντριπτική πλειοψηφία του εγχωρίου εργατικού δυναμικού. Επομένως, δύναται να εννοηθεί πως μια τέτοια λύση, κατά κύριο λόγο, ελαχιστοποιεί πιθανόν κατασκευαστικά λάθη και αδιέξοδα, αφού η ύπαρξη πληθώρας υλικών και κυρίως η πολύχρονη πείρα του εργατικού δυναμικού συντελεί σε αυτό. Επίσης, πρόκειται για μια λύση που δεν χαρακτηρίζεται από το υψηλό της κόστος (κατ' εκτίμηση 45.000€).

2.3 Βιοκλιματική κατασκευή

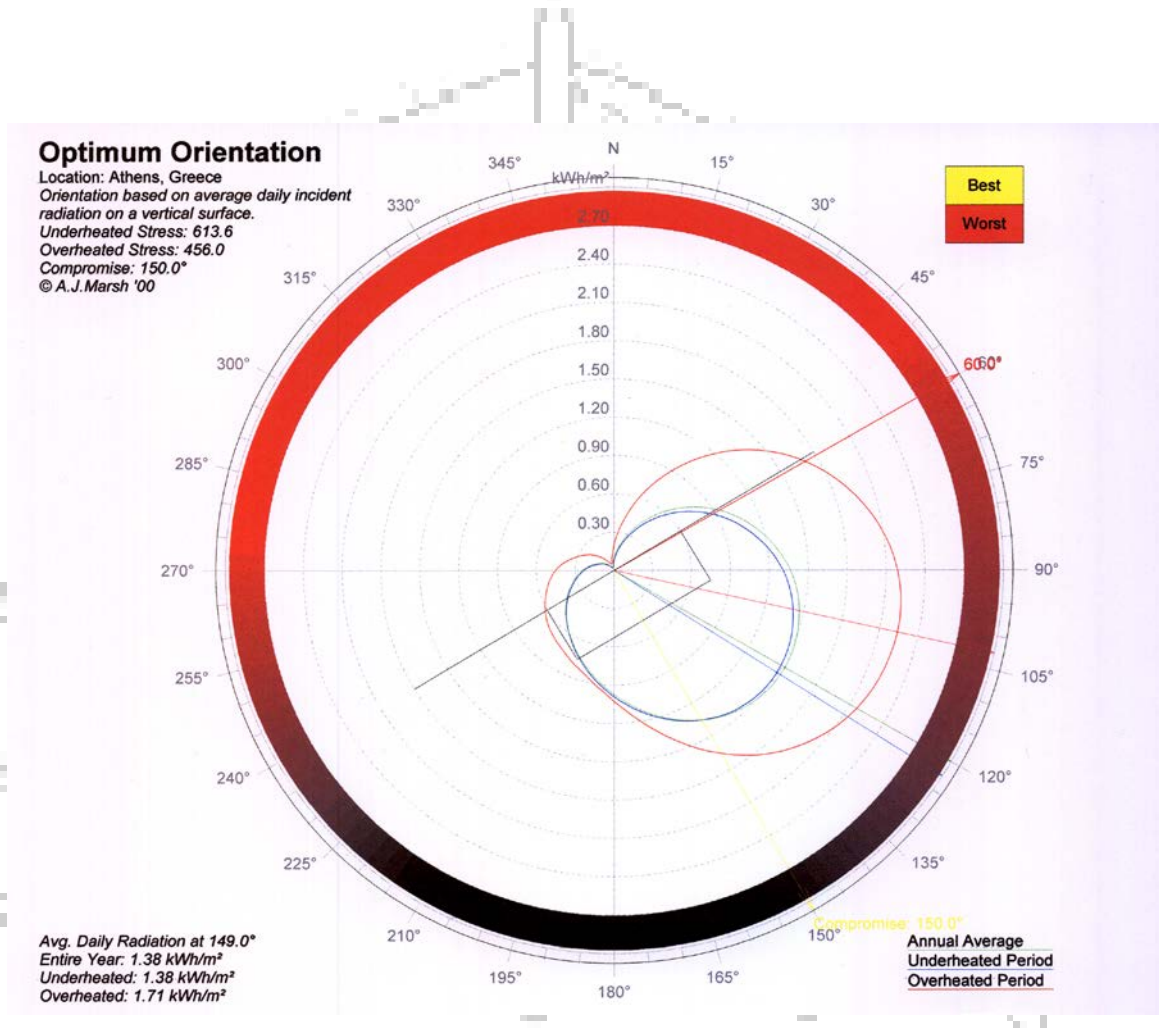
Στο μοντέλο αυτό θα διατηρηθεί η συμβατική δόμηση από πλευράς υλικών, αλλά σε αυτό που θα διαφέρει από την προηγούμενη είναι πως θα εφαρμοστούν ορισμένες κατασκευαστικές λύσεις του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Οι μέθοδοι του βιοκλιματικού σχεδιασμού που θα εφαρμοστούν θα αφορούν τον σωστό προσανατολισμό του κτίσματος, την κατάλληλη σκίαση των ανοιγμάτων, την διαμόρφωση της εξωτερικής τοιχοποιίας ανάλογα με τον προσανατολισμό της και τη λύση του φυτεμένου δώματος. Για την λήψη κατάλληλων επιλογών και την εξαγωγή έγκυρων αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ECOTECT v5.20 της Square One, βάσει του οποίου προσεγγίστηκαν οι κατασκευαστικές λύσεις του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

Προσανατολισμός κτίσματος

Η μελέτη της ηλιακής γεωμετρίας του οικοπέδου επιτρέπει τον ακριβή εντοπισμό της γωνίας ύψους και του αζιμούθιου του ήλιου για 12 μήνες το χρόνο και από την ανατολή του μέχρι τη δύση του. Η γνώση της ακριβούς θέσης του ήλιου, είναι απαραίτητη για να προσανατολιστεί σωστά το κτήριο μας στον άξονα Βορρά – Νότου, αλλά και γιατί μας οδηγεί στο σωστό σχεδιασμό και στην προστασία των ανοιγμάτων του, ούτως ώστε, στη διάρκεια του χειμώνα, ο ήλιος να εισχωρεί όσο το δυνατόν βαθύτερα στο εσωτερικό του κτηρίου και το καλοκαίρι, το αντίστροφο.

Στο συγκεκριμένο μοντέλο, ο προσανατολισμός έγινε με την λογική ότι το κτίσμα θα λειτουργεί ως ηλιακή παγίδα. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού που κατ' επέκταση θα υπάρξουν μεγαλύτερα οφέλη για αυτό, το κτήριο αναπτύσσεται κατά μήκος του άξονα Ανατολής – Δύσης. Ένα ακόμη βασικό στοιχείο για τον ιδανικό προσανατολισμό του κτηρίου είναι η ελαχιστοποίηση των βόρειων ανοιγμάτων και η μεγιστοποίηση των νότιων ανοιγμάτων. Επομένως, συνδυάζοντας και τις δυο παραπάνω προϋποθέσεις, η είσοδος της οικίας θα είναι στο βορρά (το μικρότερο δυνατό άνοιγμα – πόρτα), ενώ στο Νότο τοποθετείται το μεγαλύτερο άνοιγμα της κατοικίας διαστάσεων 2X2.20m. Για την μεγιστοποίηση των θερμικών οφελών, το μοντέλο της βιοκλιματικής κατασκευής με χρήση του λογισμικού ECOTECT v5.20

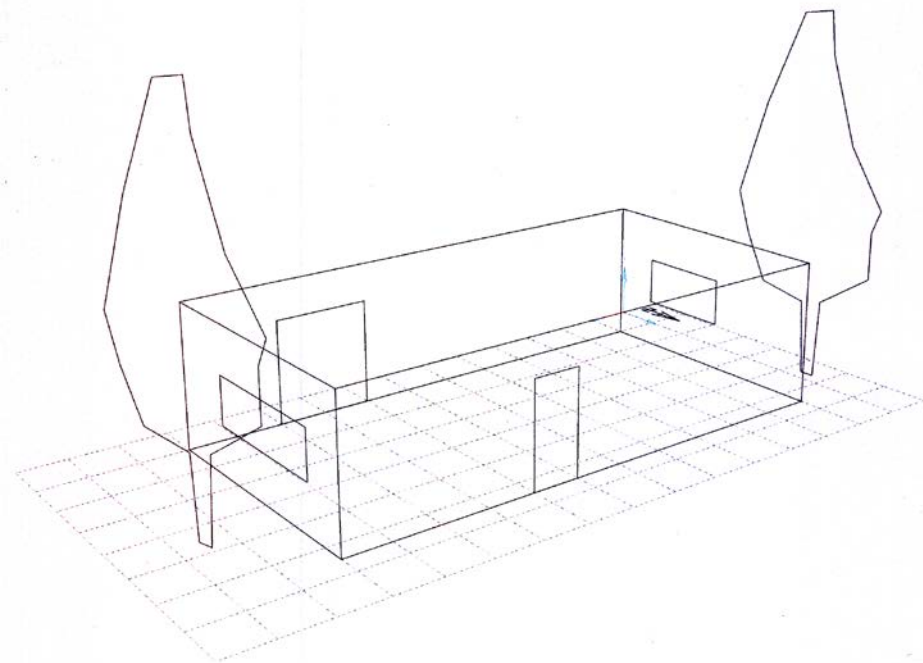
προσανατολίζεται με απόκλιση 20ο από τις άλλες τρεις κατασκευές, έτσι ώστε να αναπτύσσεται κατά μήκος του άξονα ΝΔ-ΒΑ, όπως διακρίνεται στην εικόνα 7.14.



Εικόνα 2.13: Προσανατολισμός βιοκλιματικής κατοικίας με χρήση του λογισμικού ECOTECH v5.20

Σκίαση

Ο αποτελεσματικότερος τρόπος προστασίας του κτηρίου από την ηλιακή ακτινοβολία είναι η ύπαρξη φυλλοβόλων δένδρων στα ανοίγματα του κτίσματος. Στην καλοκαιρινή περίοδο, το κύριο πρόβλημα είναι στα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα, όπου ο ήλιος είναι χαμηλά στον ουρανό με αποτέλεσμα να ευνοείται η απορρόφηση ηλιακής ενέργειας. Στο μοντέλο που εξετάζεται, στα ανατολικά και δυτικά έχουμε δυο μεγάλα ανοίγματα (2X1m και 3X1m) όπου η εφαρμογή φυλλοβόλων δένδρων επιβάλλεται για την καλύτερη προστασία από τον ανεπιθύμητο ηλιασμό. Αντίθετα, στην χειμερινή περίοδο τα ανοίγματα αυτά σε συνδυασμό με την πτώση των φύλλων βοηθούν το κτήριο να επωφελείται της ηλιακής ακτινοβολίας εκμεταλλευόμενο τα θερμικά της οφέλη.



Εικόνα 2.14: Σκίαση βιοκλιματικού από φυλλοβόλα δέντρα (ECOTEECT)

Διαμόρφωση εξωτερικής τοιχοποιίας ανάλογα με τον προσανατολισμό

Η επιλογή των διατομών της τοιχοποιίας έγινε με κριτήριο την ελαχιστοποίηση της απαιτούμενης ενέργειας για ψύξη και θέρμανση της κατοικίας, ώστε να έχει δηλαδή την καλύτερη δυνατή θερμική συμπεριφορά. Για τον λόγο αυτό, χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ECOTEECT v5.20, όπου έπειτα από δοκιμές επιλέχθηκαν τα παρακάτω. Στο Νότο και στην Ανατολή η τοιχοποιία αποτελείται από δυο δρομικούς τοίχους με διάκενο 5cm και μόνωση 5cm

heraklith, ενώ στο Βορρά φέρει αυξημένη μόνωση (10cm heraklith) χωρίς διάκενο. Η δυτική τοιχοποιία είναι αεριζόμενη και αποτελείται από δρομική τοιχοποιία, διάκενο 5cm, δρομική τοιχοποιία, μόνωση heraklith και δρομική τοιχοποιία. Γενικά, ως θερμομονωτικό υλικό, χρησιμοποιείται heraklith που παρέχει άριστα αποτελέσματα και ταυτόχρονα είναι φιλικό προς το περιβάλλον. Οι σοβάδες κατασκευάζονται με κουρασανίτ και επιτρέπουν στο κτήριο να αναπνέει έχοντας παράλληλα φυσικό χρώμα (οι εξωτερικές επιφάνειες δεν χρειάζεται να βαφτούν).

Το καλοκαίρι η αεριζόμενη τοιχοποιία συντελεί σε βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτηρίου, καθώς, από το απόγευμα και μετά, οι εσωτερικές θερμοκρασίες του δυτικού τοίχου είναι χαμηλότερες από αυτές μιας συμβατικής τοιχοποιίας, λόγω της αυξημένης θερμομονωτικής ικανότητας, αλλά και της αποφόρτισης του τοίχου μέσω του εξαερισμού του. Η αεριζόμενη τοιχοποιία συμπεριφέρεται καλύτερα, τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι, από μια συμβατική τοιχοποιία. Ειδικότερα το καλοκαίρι και κατά τη διάρκεια της ημέρας, συντελεί σε ψύξη του στρώματος της θερμομόνωσης, και συνεπώς της τοιχοποιίας, στο εσωτερικό της, με αποτέλεσμα σημαντική μείωση των απαιτήσεων ψύξης ενός κτηρίου. Η χαμηλότερη θερμοκρασία του εξωτερικού τοίχου συντελεί και στην βελτίωση των συνθηκών θερμικής άνεσης στον παρακείμενο χώρο.

Τα νότια ανοίγματα με διπλούς υαλοπίνακες εξοικονομούν ενέργεια το χειμώνα, ενώ το καλοκαίρι επιβαρύνουν τις εσωκλιματικές συνθήκες, ανεβάζοντας την εσωτερική θερμοκρασία του χώρου κατά 1 περίπου βαθμό Κελσίου. (Τσίππρας 2005)

Φυτεμένο Δώμα

Μια σωστή φύτεψη δώματος έχει την εξής διάταξη στρώσεων:

Εκτεταμένη φύτευση: φύτευση, σπορά γλαστρών και φυτών ανεπτυγμένα σε φυτώριο.

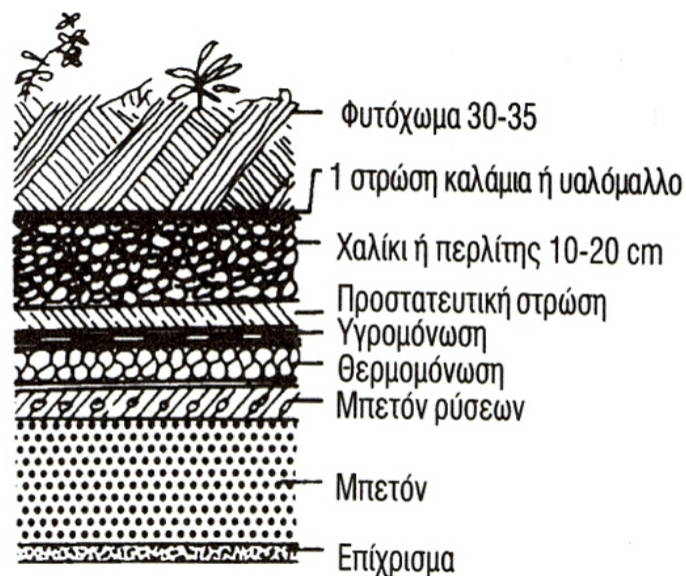
Στρώση φυτοχώματος: δίνει στα φυτά σταθερότητα, γιατί έχει το απαιτούμενο νερό και θρεπτικές ουσίες και επιτρέπει την ανταλλαγή υλών, αερίων και νερού. Η στρώση αυτή πρέπει να έχει μεγάλο ποσοστό πόρων για τη συγκράτηση νερού και την κυκλοφορία αερίων.

Φίλτρο: εμποδίζει την απόπλυση από την προηγούμενη στρώση θρεπτικών ουσιών και σωματιδίων, καθώς και την εισχώρηση λάσπης στη στρώση αποστράγγισης. Διευκολύνει την ομαλή τμηματική απορροή του νερού.

Ζώνη αποστράγγισης: εξυπηρετεί την απορροή του υπερβάλλοντος νερού καθώς και τον αερισμό στη στρώση του χώματος. Επιπλέον, βοηθά στην αποθήκευση νερού.

Στρώση προστασίας ριζών: προστατεύει την επιφάνεια του δώματος από χημική και μηχανική προσβολή από τις ρίζες των φυτών, που μπορεί να είναι πολύ ισχυρές στην αναζήτηση νερού και θρεπτικών υλών.

Θα πρέπει να εξασφαλίζεται μόνιμα η αποφυγή δημιουργίας υδρατμών από συμπύκνωση μέσα στην πλάκα του δώματος. (Dt. Dachgärtnerverband e.V. 1985)



1.1.1 Κρίσιμα θέματα για την βιοκλιματική λειτουργία του κτηρίου

Οι παράμετροι της επιτυχούς απόδοσης του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι οι παρακάτω:

1. Σωστός σχεδιασμός και ορθολογική επιλογή τεχνικών . Γενικότερα, προτείνεται η εφαρμογή βασικών αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού με εξασφάλιση βέλτιστου ηλιασμού του κτηρίου για θέρμανση το χειμώνα και επαρκούς αερισμού για δροσισμό το καλοκαίρι, καθώς και η επιλογή απλών τεχνικών προστασίας και συστημάτων αξιοποίησης των περιβαλλοντικών πηγών.
2. Ορθή υλοποίηση των συστημάτων κατά την κατασκευή. Η υλοποίηση της μελέτης ενός κτηρίου με σωστή κατασκευή και εφαρμογή των τεχνικών δόμησης και των παθητικών συστημάτων αποτελεί τη δεύτερη παράμετρο απόδοσης του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Η απόκλιση της τελικής κατασκευής από την αρχική μελέτη του κτηρίου αποτελεί το βασικό παράγοντα στον οποίο οφείλεται η μειωμένη απόδοση των παθητικών ηλιακών συστημάτων. Η απόκλιση αυτή, η οποία οφείλεται είτε σε κατασκευαστικά λάθη και παραλείψεις, είτε σε αποφάσεις των χρηστών, μπορεί να αντιστρέψει τη συμπεριφορά των συστημάτων και ολόκληρου του κτηρίου, με αποτέλεσμα να σημειώνονται δυσμενέστερες συνθήκες (αυξημένη ενεργειακή κατανάλωση και μειωμένη θερμική άνεση) από ότι σε ένα συμβατικό κτίριο χωρίς παθητικά συστήματα.
3. Σωστή χρήση και λειτουργία του κτηρίου και των συστημάτων. Η συμβολή των χρηστών των βιοκλιματικών κτηρίων αποτελεί βασικό μη-τεχνικό παράγοντα από τον οποίο εξαρτάται σε πολύ μεγάλο ποσοστό η απόδοση των παθητικών ηλιακών συστημάτων και του ίδιου του κελύφους του κτηρίου. Είναι προφανές ότι ένα σύστημα άμεσου κέρδους (παράθυρο) δεν πρόκειται ποτέ να αποδώσει εάν παραμένουν κλειστά κατά τη διάρκεια της ημέρας τα εξώφυλλα, ή παράλληλα, θα έχει μειωμένη απόδοση εάν παραμένουν κλειστές οι κουρτίνες. Για όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα και τις τεχνικές κελύφους για εξοικονόμηση ενέργειας υπάρχει ως ένα βαθμό η αναγκαιότητα της συμβολής του χρήστη. Επιπλέον, σε πλείστες περιπτώσεις, ο χρήστης αποτελεί αρνητικό παράγοντα για την απόδοση του συστήματος (π.χ. άνοιγμα παραθύρων κατά τη λειτουργία συστημάτων

θέρμανσης ή ψύξης για μεγαλύτερη ανανέωση αέρα).

4. Επαρκής συντήρηση. Η συντήρηση αποτελεί την τελευταία παράμετρο για την εξασφάλιση της βέλτιστης απόδοσης των βιοκλιματικών κτηρίων με παθητικά συστήματα και άλλες τεχνικές. Παρότι τα παθητικά ηλιακά συστήματα λειτουργούν κυρίως χωρίς την παρεμβολή μηχανικών μέσων, η συντήρηση (ως παράγοντας από τον οποίον εξαρτάται η λειτουργία σχεδόν όλων των συστημάτων και εγκαταστάσεων) συμβάλλει στη διαχρονική λειτουργία αυτών χωρίς μειωμένη απόδοση. Κύριους λόγους συντήρησης αποτελούν η σκόνη (αύξηση συντελεστή σκίασης), η παλαιότητα διαφανών υλικών (μείωση φωτοδιαπερατότητας και αλλαγή θερμικών ιδιοτήτων), η παλαιότητα κουφωμάτων (αύξηση διείσδυσης αέρα και συντελεστή θερμό-αεροπερατότητας), το σκούριασμα (δυσλειτουργία των περσίδων σκίασης ή ανοιγμάτων αερισμού) και άλλοι, που συνήθως δημιουργούνται με το χρόνο και τη χρήση και λειτουργία των συστημάτων. (Λάζαρη 2002).

2.4 Παραδοσιακή κατασκευή

Το τρίτο μοντέλο, κατασκευής με συμβατικό σχεδιασμό, είναι η παραδοσιακή κατασκευή. Μία παραδοσιακή κατασκευή κατασκευάζεται από φυσικούς λίθους. Τα βασικά δομικά υλικά είναι η πέτρα και το ξύλο. Παλαιότερα, οι πέτρινες κατασκευές ήταν πολύ συνηθισμένες αφού πηγή προμήθειας των δομικών υλικών τους ήταν τα πετρώματα και τα δάση των γύρω περιοχών. Ένας επιπλέον λόγος της χρήσης τοπικών υλικών, ήταν και η μεγάλη δαπάνη μεταφοράς, από άλλη περιοχή, ειδικά με τα μέσα της τότε εποχής. Το ξύλο το χρησιμοποιούσαν σε όλες τις ποικιλίες, ανάλογα με την αντοχή του, στην κατάλληλη θέση.

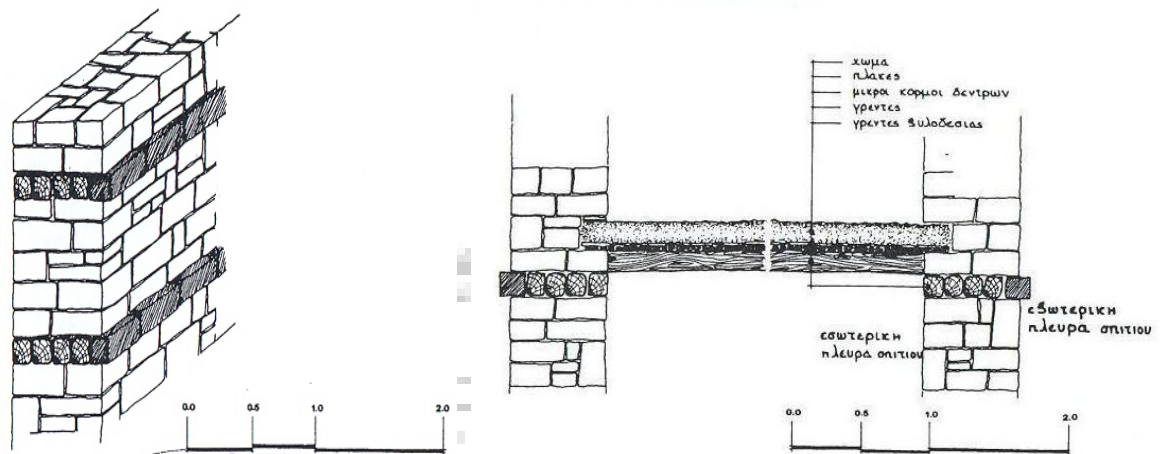
Σήμερα, υπάρχει μια τάση στροφής προς αυτές τις κατασκευές λόγω της άριστης αισθητικής τους και της αρχιτεκτονικής τους, σε αντίθεση με το παρελθόν που στόχος τους ήταν η προστασία από τις καιρικές συνθήκες, εξαιτίας της θερμομόνωσης και αντοχής που παρείχαν. Για το λόγο αυτό το πάχος του τοίχου κατασκευάζονταν 1m.

Όπως είπαμε και παραπάνω, οι πέτρινες κατασκευές ταιριάζουν άψογα με τη φύση χωρίς να αλλοιώνουν το φυσικό περιβάλλον αφού οι φυσικοί λίθοι προέρχονται από αυτό. Η πέτρα ως υλικό κατασκευής έχει μεγάλη θερμοχωρητικότητα και βοηθά στην αποθήκευση θερμότητας. Με τον τρόπο αυτό η οροφή, οι τοίχοι και τα πατώματα γίνονται στοιχεία αποθήκευσης θερμότητας που παραλαμβάνουν τις έντονες αυξομειώσεις της εξωτερικής θερμοκρασίας. Η κατασκευή μιας πέτρινης κατοικίας περιγράφεται παρακάτω.

Για τα θεμέλια της κατασκευής, σκάβεται μία τάφρος 60-70cm και πλάτους 1m η οποία πληρώνεται με πέτρες και τσιμεντοκονίαμα (παλαιότερα χρησιμοποιούσανε λάσπη).

Η κατασκευή της ανωδομής συνεχίζεται με πέτρες που πληρώνονται με ασβεστοτσιμεντοκονίαμα. Δεν χρησιμοποιείται εδώ το καθαρό τσιμεντοκονίαμα επειδή αλλάζει το χρώμα ορισμένων λίθων. Κατασκευάζεται έτσι ο τοίχος πάχους 60cm. Η επιμελημένη, βαριά, φέρουσα τοιχοποιία έχει άριστες ικανότητες απορρόφησης σεισμικών φορτίων. Για την περαιτέρω εξασφάλιση της καλής συμπεριφοράς της κατασκευής στις σεισμικές καταπονήσεις, η τοιχοποιία ενισχύεται με ξύλινα στοιχεία, τους γρεντέδες (ξύλωση).

Οι γρεντέδες είναι καδρόνια πελεκητά δρύινα ή κέδρινα. Τους συναντάμε τόσο στην τοιχοποιία, όσο και στην κατασκευή των πατωμάτων και δεν αφήνουν καμία αμφιβολία για τον επιδιωκόμενο στόχο συντήρησης και διατήρησης, ενιαίου συμπεριφερόμενου χωρικού, κιβωτιοειδούς σχήματος, κυρίως κατά την διάρκεια των σεισμών. Καταλαμβάνουν όλο το πάχος του τοίχου, εκτός από την εξωτερική πλευρά. Εκεί, τοποθετείται σειρά από πέτρες για προστασία τους από τις καιρικές συνθήκες. Όταν οι πέτρες αυτές έχουν χρώμα διαφορετικό από την τοιχοποιία, μπορεί εύκολα να διακριθεί η θέση της ξυλόδεσης, ενώ το αισθητικό αποτέλεσμα είναι ιδιαίτερα εντυπωσιακό. Η περίδεση της τοιχοποιίας στο σημείο συνάντησης δύο τοίχων συμμετέχει στην διασφάλιση της λειτουργίας του "κιβωτίου". Ο κίνδυνος αστοχίας της περίδεσης από βιολογική προσβολή δεν είναι άμεσος μιας και οι γρεντέδες καλύπτονται από την τοιχοποιία.



Εικόνα 2.15: Κατασκευαστική λεπτομέρεια τοιχοποιίας.

Διακρίνεται η ξυλόδεση και η προστασία της από πέτρες στην εξωτερική πλευρά του τοίχου (Πηγή: Φιλιπίδης).

Οι γρεντέδες όμως σαν στοιχείο εγκιβωτισμένο μέσα στην τοιχοποιία δεν είναι κατασκευή απόλυτα συμβατή με αυτήν, διότι εύκολα θα μπορούσε να βρεθεί σε μόνιμα υγρό περιβάλλον και να φθαρεί. Πολύ πιθανόν είναι τα ξύλα να περνούσαν στο σώμα της τοιχοποιίας έπειτα από ειδική επεξεργασία, ενδεχομένως με επάλειψη κάποιων ρητινών. Το πλεονέκτημα όμως, της ενίσχυσης της τοιχοποιίας με ξύλινα στοιχεία, κατά την διάρκεια μιας δυναμικής καταπόνησης κυρίως, είναι τόσο μεγάλο, ώστε οι πιο πάνω αδυναμίες έμπαιναν σε δεύτερη μοίρα, χωρίς όμως ποτέ να παύσουν να είναι

αιτίες αναζήτησης κατάλληλων τεχνικών για την εξουδετέρωση τους. Έτσι χρησιμοποιούνται ξύλινα στοιχεία από την καρδιά του ξύλου.



Εικόνα 2.16: Οι ξυλοδεσιές προσδίδουν ένα ιδιαίτερο οπτικό αποτέλεσμα και ένα πολύ καλό αντισεισμικό σύνολο. (φωτ. Μπαρτσιώκα Κατ.)

Μετά από τα πιο πάνω αναφερόμενα, συγκεντρωτικά, συμπεραίνεται ότι για την διασφάλιση της λειτουργίας του "κιβωτίου" η σωστή και ισχυρή σύνδεση των τοίχων μεταξύ τους εξασφαλίζεται κυρίως με:

- Την προσεκτική εμπλοκή των αγκωναριών στην διασταύρωση στις γωνίες του κτηρίου.
- Την ύπαρξη και υποχρεωτική διασταύρωση των ενισχυτικών ζωνών και διαζωμάτων.
- Την περίσφιξη, συνήθως, μέσω των ξύλινων στοιχείων αλλά και μεταλλικών (τα μεταλλικά κλειδιά είναι πολύ ακριβά και τα συναντάμε σε πλούσια αρχοντικά).
- Την τοποθέτηση αντηρίδων.
- Την περιδεδση με τα ίδια τα στοιχεία του κτηρίου, όπως τα πατώματα και η στέγη, αφού σε αυτά εξασφαλισθεί διαφραγματική λειτουργία και αφού χρησιμοποιηθούν κατάλληλες αγκυρώσεις μεταξύ αυτών και των

τοιχών.

Στα ανοίγματα (πόρτες, παράθυρα) στο επάνω μέρος τους τοποθετούμε τσιμέντο που έχει αντικαταστήσει τα ξύλα που χρησιμοποιούνταν σε παλαιότερα χρόνια. Τα κουφώματα είναι ξύλινα. Τα πατζούρια, σε πολλές περιπτώσεις παλιών κατασκευών τοποθετούνται εσωτερικά του παραθύρου, με τα τζαμιλίκια να βρίσκονται στο εξωτερικό μέρος του παραθύρου. Αυτού του είδους τα μονόφυλλα ή δίφυλλα παντζούρια λέγονται “κανάτια”. Ο λόγος κατασκευής του παραθύρου κατά αυτό τον τρόπο είναι η ανεμπόδιστη ηλιοπροστασία του κτηρίου χωρίς να υπάρχουν απώλειες θερμότητας από τους χώρους διαμονής. Αυτή η διάταξη μειονεκτεί στον σκιασμό και στον αερισμό ταυτόχρονα. Στο παρόν μοντέλο όμως, τα παντζούρια θα κατασκευαστούν εξωτερικά του παραθύρου. Για την προστασία της κατοικίας από ληστρικές επιδρομές στο εξωτερικό μέρος των παραθύρων τοποθετούνταν κάγκελα που πακτώνονταν στην τοιχοποιία. Η ηλιοπροστασία παρόλα αυτά δεν αποτελεί αντικείμενο ιδιαίτερης φροντίδας, επειδή τα συνήθη ανοίγματα είναι μικρά. Οι προεξοχές της στέγης, δέντρα ή πρασινάδες δίνουν τις αναγκαίες λύσεις.

Εφόσον φθάσουμε στα 3m όπου και είναι το επιθυμητό ύψος του κτηρίου, εγκιβωτίζεται σενάζ από οπλισμένο σκυρόδεμα. Στην ορεινή Ελλάδα πάνω σε αυτό θα καρφώνονταν τα ψαλίδια της σκεπής. Στον νησιωτικό χώρο αρκεί η τοποθέτηση οριζόντιων ξύλινων δοκών 15X15 cm. Πάνω από αυτά τα ξύλα τοποθετείται πέτσωμα, και υαλοβάμβακας που καλύπτεται με νάυλον. Η πιθανή υγρασία αντιμετωπίζεται αποτελεσματικά με καλό αρμολόγημα και επίχρισμα με ισχυρό κονίαμα. Παλαιότερα το επίχρισμα της τοιχοποιίας γινόταν με ειδικό κατεργασμένο χώμα και φυσικές ρητίνες.

Το πέτσωμα της πέτρινης κατασκευής είναι ξύλινο. Το πέτσωμα παρέχει άριστη διαφραγματική λειτουργία στην κατοικία και σε συνδυασμό με τις περιδέσεις της τοιχοποιίας ένα πολύ καλό αντισεισμικό σύνολο. Ο τρόπος κατασκευής τους είναι αρκετά ενδιαφέρον. Οι γρεντέδες πάνω στους οποίους κατασκευαζόταν το πάτωμα, πακτώνονταν στην τοιχοποιία και αγκυρώνονταν μέσα στην τοιχοποιία πάνω στους γρεντέδες της ξυλοδεσιάς. Έτσι παίζουν πολύ σημαντικό και καθοριστικό ρόλο στην ποιότητα συμπεριφοράς του κτιρίου στις δυναμικές καταπονήσεις σαν ένα χωρικό, κιβωτιοειδές σύνολο. Πάνω από αυτούς ταιριάζουνε κάθετα προς την διεύθυνση τους, μικρής διαμέτρου κορμοί δέντρων και πάνω από αυτούς, δημιουργούνται ρήσεις με

πατητή τσιμεντοκονία.

«Ο ρόλος της στέγης είναι πολύ σημαντικός διότι φέρει σημαντικό φορτίο. Το φορτίο αυτό κυρίως οφείλεται σε χρήση υλικού τελικής επικάλυψης μεγάλου βάρους, τις σχιστόπλακες. Η κατασκευή της είναι τέτοια ώστε η στέγη να συμπεριφέρεται σαν ένα ουδέτερο στοιχείο, ως προς τις τυχόν οριζόντιες ωθήσεις στην τοιχοποιία με όλα της τα στοιχεία (αμείβοντες, κ.τ.λ.) σε καλή συνεργασία. Όσο η σύνδεση της με την περίμετρο των φερόντων τοίχων είναι σε καλή κατάσταση, το σημαντικό της βάρος δεν έχει σοβαρές αρνητικές επιπτώσεις στην αρμονική λειτουργία του κτίσματος σαν «κιβωτίου», εκτός βέβαια από την αυξημένη αδράνεια στην περίπτωση δυναμικής καταπόνησης» (Τουλιάτος 2003).

Η πέτρινη κατασκευή είναι μια ισορροπημένη σύνθεση δύο στοιχείων, του χρόνου και τόπου. Ο στόχος της μακροβιότητας των κατασκευών, επέβαλε το σεβασμό των λειτουργικών αναγκών, των οικονομικών, κοινωνικών και τεχνικών συνθηκών που επικρατούσαν στην εποχή που χτίστηκαν όλα αυτά τα έργα. Στόχος λοιπόν, ήταν η διάρκεια της κατασκευής στο χρόνο, άρα η αντοχή της, και με κοινό γνώρισμα την προσαρμογή της στα δεδομένα του κάθε τόπου.

Αν είναι αλήθεια λοιπόν, ότι η αρχιτεκτονική στο παρελθόν δεν ήταν, παρά η συνιστάμενη της πείρας χιλιάδων λαϊκών μαστόρων, τότε είναι φανερό πως η μελέτη της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής (λαϊκής και ανώνυμης) μπορεί να δώσει χρήσιμα μαθήματα για τον τρόπο που θα έπρεπε να κατασκευάζονται οι κατοικίες στη σύγχρονη εποχή, με στόχο μια αρχιτεκτονική εναρμονισμένη με το περιβάλλον.

3 Αξιολόγηση εξεταζόμενων κατασκευών

3.1 Ενσωματωμένη ενέργεια των χρησιμοποιούμενων υλικών

Υπολογισμοί

Στο σημείο αυτό θα πραγματοποιηθεί σύγκριση των κατασκευαστικών μοντέλων με κριτήριο την ενσωματωμένη ενέργεια των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για την αποπεράτωση τους. Στο σημείο αυτό ουσιαστικά, θα μελετηθεί το πρώτο βασικό στάδιο του κύκλου ζωής μιας κατασκευής, το οποίο είναι η εξόρυξη των υλικών, η επεξεργασία τους και η μεταφορά τους. Όλα τα παραπάνω περιλαμβάνονται στο μέγεθος της ενσωματωμένης ενέργειας όπου και θα υπολογιστεί αναλυτικά για κάθε κατασκευή. Στα δυο πρώτα μοντέλα λόγω των ίδιων συμβατικών υλικών δόμησης που χρησιμοποιήθηκαν, η ενσωματωμένη ενέργεια τους θα είναι κατά μεγάλο ποσοστό η ίδια, αναμένοντας όμως ελαφρώς αυξημένη την βιοκλιματική, λόγω κάποιων επιπρόσθετων κατασκευών. Αντίθετα, στην παραδοσιακή κατοικία λόγω των διαφορετικών δομικών υλικών της (φυσικός λίθος) θα αντιστοιχούν μεγέθη ενέργειας με αισθητή διαφορά με τα δύο πρώτα κατασκευαστικά μοντέλα.

Για την ακριβέστερη προσέγγιση των μοντέλων, θα χρειαστεί να χρησιμοποιήσουμε στοιχεία από τις προμετρήσεις των υλικών κάθε κατασκευής. Σε πρώτη φάση θα υπολογιστεί η συνολική ενσωματωμένη ενέργεια για κάθε μοντέλο ξεχωριστά.

Στην συμβατική κατασκευή χρησιμοποιήθηκαν τα εξής υλικά :

Για τον φέροντα οργανισμό της κατοικίας χρειάζονται τα παρακάτω κυβικά σκυροδέματος:

ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ					
κολώνες					
6	0.4	0.4	3	2.88	
δοκάρια					
2	0.4	0.16	4.7	0.6016	
4	0.4	0.16	4.9	1.2544	
πεδιλοδοκοί					
2	0.4	0.16	4.7	0.6016	
4	0.4	0.16	4.9	1.2544	
πέδιλα					
6	1.1	1.1	0.6	4.356	
πλάκες					
2	10.4	4.9	0.16	16.3072	
				27.2552	m ³

Πίνακας 3.1: Ποσότητα σκυροδέματος συμβατικής κατοικίας.

Γνωρίζοντας ακόμα πως κάθε κυβικό σκυροδέματος ζυγίζει 2480 κιλά, μπορούν να υπολογιστούν εύκολα τα χρησιμοποιούμενα κιλά σκυροδέματος : $27.2552 \times 2480 = 67592.9$ κιλά σκυροδέματος. Ο χάλυβας που θα χρειαστεί μπορεί να προσδιοριστεί βάσει της εμπειρικής αναλογίας, όπου έχουμε 100 κιλά χάλυβα για κάθε κυβικό σκυροδέματος οπότε για 27.2552 κιλά σκυροδέματος χρειάζονται : $27.2552 \times 100 = 2725.52$ κιλά χάλυβα

Για την τοιχοποιία από κεραμικά τούβλα με βάση τα ανοίγματα του μοντέλου χρειάζονται :

ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ (τούβλα από πηλο)						
	μηκος	υψος	μηκος	υψος		
			(ανοίγματα)			
προσοψη εισοδου	9.8	2.44	1	2.2	21.712	m ²
προσοψη β	9.8	2.44	2	2.2	19.512	m ²
προσοψη γ	4.7	2.44	2	1	9.468	m ²
προσοψη δ	4.7	2.44	3	1	8.468	m ²
					συνολο	59.16 m ²

Πίνακας 3.2: Ποσότητα τούβλων συμβατικής κατοικίας.

Επιπλέον, λόγω της διπλής τοιχοποιίας : $59.16 \times 2 = 118.32$ τετραγωνικά τοιχοποιίας. Γνωρίζοντας ακόμα πως κάθε τετραγωνικό τοιχοποιίας κεραμικών τούβλων ζυγίζει 79.75 κιλά, τότε : $118.32 \times 79.75 = 9436.02$ κιλά κεραμικών τούβλων τοιχοποιίας.

Για τα κουφώματα του πρώτου μοντέλου χρησιμοποιήθηκαν αλουμίνιο και γυαλί, ενώ μόνο στην πόρτα χρησιμοποιήθηκε ξύλο :

ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ		(ανοιγματα)				
αλουμινιο		2Χ1	4.5	κιλα		
		3Χ1	8.25	κιλα		
		2.20Χ2	12.1	κιλα		
		συνολο	24.85	κιλα		
υαλοπινακας 2Χ5mm		2Χ1	52	κιλα		
		3Χ1	78	κιλα		
		2.20Χ2	114.4	κιλα		
		συνολο	244.4	κιλα		
πορτα (ξυλο)		2.10Χ1Χ0.05				0.105 m ³

Πίνακας 3.3: Ποσότητα υλικών κουφωμάτων συμβατικής κατοικίας.

Άρα, έχοντας υπολογίσει από τα κυβικά και τα τετραγωνικά μέτρα των υλικών, το βάρος τους, είναι δυνατόν να αναχθούν σε ενέργεια (MJ).

Συνολικά, η ολική ενσωματωμένη ενέργεια της συμβατικής κατοικίας έχει ως εξής :

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ						
σκυροδεμα	67592.9	κιλα	1.9	MJ/κιλα	128426.5	MJ
χαλυβας	2725.52	κιλα	38	MJ/κιλα	103569.8	MJ
τοιχοποιια	9436.02	κιλα	2.5	MJ/κιλα	23590.05	MJ
αλουμινιο	24.85	κιλα	196	MJ/κιλα	4870.6	MJ
γυαλι	244.4	κιλα	30	MJ/κιλα	7332	MJ
ξυλο	0.105	m ³	1710	MJ/m ³	179.55	MJ
					συνολο	267968.5 MJ

Πίνακας 3.4: Πίνακας συνολικής ενσωματωμένης ενέργειας συμβατικής κατοικίας

Στην βιοκλιματική κατασκευή χρησιμοποιήθηκαν τα εξής υλικά :

Για τον φέροντα οργανισμό της κατοικίας χρειάζονται τα παρακάτω κυβικά σκυροδέματος:.

ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ					
κολώνες					
6	0.4	0.4	3	2.88	
δοκάρια					
2	0.4	0.16	4.7	0.6016	
4	0.4	0.16	4.9	1.2544	
πέδιλοδοκοί					
2	0.4	0.16	4.7	0.6016	
4	0.4	0.16	4.9	1.2544	
πέδιλα					
6	1.1	1.1	0.6	4.356	
πλάκες					
2	10.4	4.9	0.16	16.3072	
				27.2552	m ³

Πίνακας 3.5: Ποσότητα σκυροδέματος βιοκλιματικής κατοικίας.

Γνωρίζοντας ακόμα πως κάθε κυβικό σκυροδέματος ζυγίζει 2480 κιλά, μπορούν να υπολογιστούν εύκολα τα χρησιμοποιούμενα κιλά σκυροδέματος : $27.2552 \times 2480 = 67592.9$ κιλά σκυροδέματος. Ο χάλυβας που θα χρειαστεί μπορεί να προσδιοριστεί βάσει της αναλογίας 100 κιλά χάλυβα για κάθε κυβικό σκυροδέματος, δηλαδή : $27.2552 \times 100 = 2725.52$ κιλά χάλυβα

Για τις ανάγκες της αποστραγγιστικής στρώσης του φυτεμένου δώματος θα χρειαστεί: $60.5 \times 0.10 = 6.05\text{m}^3$ χαλίκι, ενώ για το στηθαίο θα χρειαστεί επιπρόσθετο σκυρόδεμα: $0.10 \times 33 \times 0.30 = 0.99\text{m}^3$.

Για την τοιχοποιία από κεραμικά τούβλα με βάση τα ανοίγματα του μοντέλου χρειάζονται :

ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ (τούβλα από πηλο)						
	μηκος	υψος	μηκος	υψος		
προσοψη εισοδου	9.8	2.44	1	2.2	21.712	m ²
προσοψη β	9.8	2.44	2	2.2	19.512	m ²
προσοψη γ	4.7	2.44	2	1	9.468	m ²
προσοψη δ	4.7	2.44	3	1	8.468	m ²
					συνολο	59.16 m ²

Πίνακας 3.6: Ποσότητα τούβλων βιοκλιματικής κατοικίας.

Επιπλέον, λόγω της διπλής τοιχοποιίας στην πρόσοψη της εισόδου, στην πρόσοψη β (νότια) και στην πρόσοψη δ (ανατολική): $(21.712 + 19.512 + 8.468) \times 2 = 99.384$ τετραγωνικά τοιχοποιίας. Επίσης, λόγω της τριπλής αεριζόμενης τοιχοποιίας στη πρόσοψη γ (δυτική): $9.468 \times 3 = 28.404$ τετραγωνικά τοιχοποιίας. Οπότε συνολικά: $99.384 + 28.404 = 127.788$ m² τοιχοποιίας. Γνωρίζοντας ακόμα πως κάθε τετραγωνικό τοιχοποιίας κεραμικών τούβλων ζυγίζει 79.75 κιλά, τότε : $127.788 \times 79.75 = 10191.093$ κιλά κεραμικών τούβλων τοιχοποιίας.

Για τα κουφώματα του πρώτου μοντέλου χρησιμοποιήθηκαν αλουμίνιο και γυαλί, ενώ μόνο στην πόρτα ξύλο :

ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ		(ανοίγματα)			
αλουμινιο	2X1	4.5	κιλα		
	3X1	8.25	κιλα		
	2.20X2	12.1	κιλα		
	συνολο	24.85	κιλα		
υαλοπινακας 2X5mm	2X1	52	κιλα		
	3X1	78	κιλα		
	2.20X2	114.4	κιλα		
	συνολο	244.4	κιλα		
πορτα (ξυλο)	2.10X1X0.05			0.105	m ³

Πίνακας 3.7: Ποσότητα υλικών κουφωμάτων βιοκλιματικής κατοικίας.

Άρα, έχοντας υπολογίσει από τα κυβικά και τα τετραγωνικά μέτρα των υλικών, το βάρος τους, είναι δυνατόν να αναχθούν σε ενέργεια (MJ). Συνολικά, η ολική ενσωματωμένη ενέργεια της βιοκλιματικής κατοικίας έχει ως εξής :

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ								
σκυροδεμα		70048.1	κιλα	1.9	MJ/κιλα	133091.4	MJ	
χαλυβας		2725.52	κιλα	38	MJ/κιλα	103569.8	MJ	
τοιχοποιια		9436.02	κιλα	2.5	MJ/κιλα	23590.05	MJ	
αλουμινιο		24.85	κιλα	196	MJ/κιλα	4870.6	MJ	
γυαλι		244.4	κιλα	30	MJ/κιλα	7332	MJ	
ξυλο		0.105	κιλα	1710	MJ/m ³	179.55	MJ	
χαλικι δωματος		6.05	κιλα	4930	MJ/m ³	29826.5	MJ	
						συνολο	302459.9	MJ

Πίνακας 3.8: Πίνακας συνολικής ενσωματωμένης ενέργειας βιοκλιματικής κατοικίας

Στην πέτρινη κατασκευή χρησιμοποιήθηκαν τα εξής υλικά :

Για την θεμελίωση πληρώνεται η τάφος με φυσικούς λίθους. Λαμβάνεται ως ενδεικτικό τεμάχιο λίθου, λίθος με διαστάσεις :

	μηκος	πλατος	υψος		
φυσικος λιθος (τεμαχιο)	0.405	0.19	0.13	0.010004	m ³

Το αυλάκι θεμελίωσης είναι :

αυλακι θεμελιωσης	33	1	0.7	23.1	m ³
-------------------	----	---	-----	------	----------------

Άρα, για να πληρωθεί η τάφος χρειάζονται : $23.1 / 0.010004 = 2309.1917$ φυσικοί λίθοι. Γνωρίζοντας ακόμη πως ο κάθε ενδεικτικός φυσικός λίθος ζυγίζει 20 κιλά, τότε : $2309.1917 \times 20 = 46183.8$ κιλά φυσικών λίθων. Για την τοιχοποιία χρησιμοποιείται φυσικός λίθος.

Τα κυβικά που χρειάζονται είναι :

46.62. Άρα, $46.62 / 0.010004 = 4660.36$ φυσικοί λίθοι. Γνωρίζοντας ακόμη πως ο κάθε ενδεικτικός φυσικός λίθος ζυγίζει 20 κιλά, τότε υπολογίζονται : $4660.36 \times 20 = 93207.3$ κιλά φυσικών λίθων. Για την ξυλόδεση χρειάζεται 5.94 κυβικά ξύλου.

Τα κουφώματα είναι ξύλινα :

ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ			
ξύλο	2Χ1	40	κιλα
	3Χ1	60	κιλα
	2.20Χ2	88	κιλα
	συνολο	188	κιλα
(πορτα)	2.10Χ1Χ0.05		
υαλοπινακας 2Χ5mm	2Χ1	52	κιλα
	3Χ1	78	κιλα
	2.20Χ2	114.4	κιλα
	συνολο	244.4	κιλα

Πίνακας 3.9: Ποσότητα υλικών κουφωμάτων πέτρινης κατοικίας.

Η ξύλινη στέγη χρειάζεται έπειτα από υπολογισμούς : 2.834 κυβικά ξύλου. Τα αντίστοιχα κεραμίδια που χρειάζονται είναι σε αριθμό 965 ζυγίζοντας το καθένα 3.5 κιλά. Άρα, $965 \times 3.5 = 3377.5$ κιλά κεραμιδιά.

Άρα, έχοντας υπολογίσει από τα κυβικά και τα τετραγωνικά μέτρα των υλικών, το βάρος τους, είναι δυνατόν να αναχθούν σε ενέργεια (MJ).

Συνολικά, η ολική ενσωματωμένη ενέργεια της πέτρινης κατοικίας έχει ως εξής :

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΠΕΤΡΙΝΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ						
φυσικοι λιθοι	139391,2131	κιλα	0,79	MJ/κιλα		110119,0583 MJ
ξύλο	188	κιλα	2	MJ/κιλα		376 MJ
ξύλο (πορτα)	0,105	m ³	1710	MJ/m ³		179,55 MJ
ξύλοδετηση	5,94	m ³	1550	MJ/m ³		9207 MJ
γαλι	244,4	κιλα	30	MJ/κιλα		7332 MJ
ξύλο ελατης	2,834	m ³	1710	MJ/m ³		4846,14 MJ
					συνολο	132059,7483 MJ

Πίνακας 3.10: Πίνακας συνολικής ενσωματωμένης ενέργειας πέτρινης κατοικίας

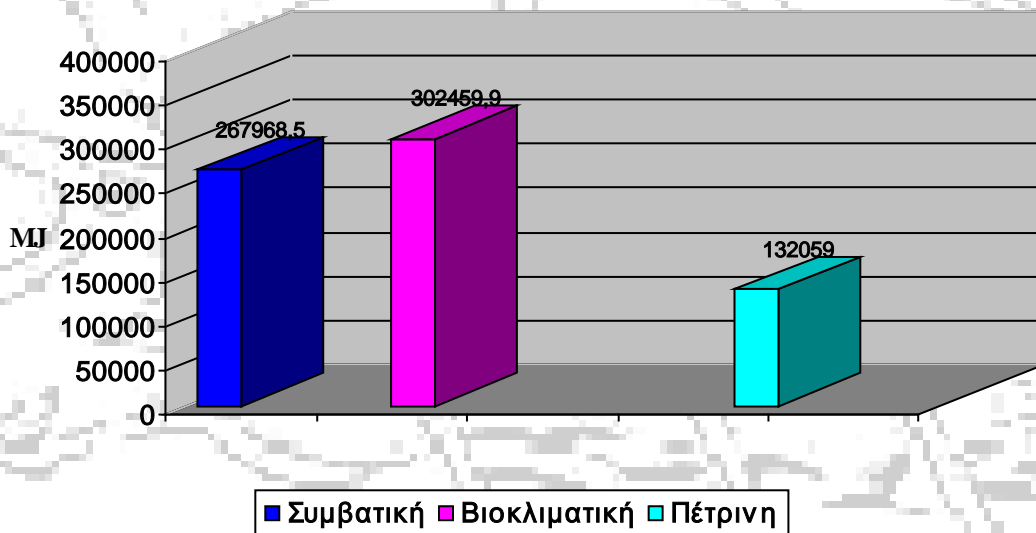
Αποτελέσματα

Στο παρακάτω γράφημα διακρίνεται η συνολική ενσωματωμένη ενέργεια των τεσσάρων μοντέλων. Είναι εμφανές πως η πέτρινη (132059MJ)

χαρακτηρίζεται ως κατασκευή χαμηλής ενσωματωμένης ενέργειας σε σύγκριση με την βιοκλιματική (302460MJ) και την συμβατική(267968MJ).

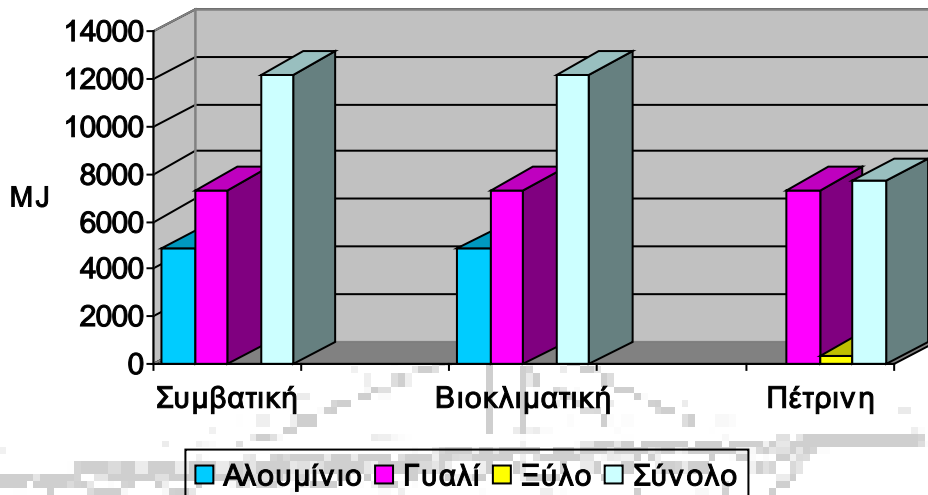
Χαρακτηριστικά, η συμβατική και η βιοκλιματική έχουν 4 και 4.5 φορές περισσότερη ενέργεια από την πλίνθινη και σχεδόν διπλάσια από την πέτρινη αντίστοιχα. Ενδιαφέρον ακόμη παρουσιάζει πως η βιοκλιματική κατασκευή έχει αυξημένη ενσωματωμένη ενέργεια από την συμβατική κατά 13%.

Επομένως, έχοντας ως κριτήριο την ενσωματωμένη ενέργεια των υλικών μιας κατασκευής, η λύση που υπερέχει είναι της πέτρινης κατασκευής, ενώ η λύση της συμβατικής και της βιοκλιματικής δεν συνίστανται με βάση το συγκεκριμένο κριτήριο.



Εικόνα 3.1: Συνολική ενσωματωμένη ενέργεια

Στο επόμενο γράφημα διακρίνεται η ενσωματωμένη ενέργεια των ανοιγμάτων (κουφωμάτων) για καθένα από τα κατασκευαστικά μοντέλα. Όπως και παραπάνω, τα αλουμινένια κουφώματα της συμβατικής και της βιοκλιματικής κατοικίας εμπεριέχουν περισσότερη ενέργεια από τα αντίστοιχα ξύλινα κουφώματα της πέτρινης.



Εικόνα 3.2: Ενσωματωμένη ενέργεια ανοιγμάτων

3.2 Απαιτούμενη καταναλισκόμενη ενέργεια θέρμανσης και ψύξης του κτηρίου

Έχει αποδειχθεί ότι για αντίστοιχα μεγέθη πέτρινης και η βιοκλιματικής κατοικίας για να διατηρήσουν τα επίπεδα θερμικής άνεσης απαιτείται η κατανάλωση **4500 kWh** και **4800 kWh** αντίστοιχα ανά έτος. Η συμβατική χρειάζεται να καταναλώσει **9700 kWh** για έναν χρόνο θερμικής άνεσης και χαρακτηρίζεται έτσι ως η πιο ενεργοβόρος λύση. Αξιοσημείωτη είναι η τεράστια διαφορά στις απαιτήσεις των kWh ανάμεσα στο συμβατικό και στο βιοκλιματικό μοντέλο παρά την ομοιότητα των υλικών τους. Το γεγονός αυτό προκύπτει από τους εξής λόγους. Στην βιοκλιματική κατασκευή, οι τοιχοποιίες τροποποιήθηκαν ανάλογα με τον προσανατολισμό τους και επομένως δημιουργήθηκε ένα κέλυφος ικανό να μεγιστοποιήσει τα θερμικά οφέλη και να ελαχιστοποιήσει τις θερμικές απώλειες. Αυτό υλοποιήθηκε ανά περίπτωση, ενισχύοντας άλλοτε την θερμομόνωση, είτε εφαρμόζοντας τριπλή τοιχοποιία ή αυξομειώνοντας το διάκενο του αέρα. Επίσης, έπειτα από μελέτη, δομήθηκε η κατασκευή αυτή στον βέλτιστο προσανατολισμό, δημιουργήθηκε ο κατάλληλος σκιασμός στα ανοίγματα (κυρίως στα ανατολικά και δυτικά) και εφαρμόστηκε η λύση του φυτεμένου δώματος. Όλα τα παραπάνω συνετέλεσαν στην τόσο χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση της βιοκλιματικής σε σχέση με την συμβατική κατοικία, έτσι ώστε να επιτευχθεί μείωση των ενεργειακών δαπανών της τάξης του 50%! Όσον αφορά την παραδοσιακή κατοικία οι μικρές ενεργειακές απαιτήσεις τους, δηλώνουν την πολύ καλή θερμική συμπεριφορά των παραδοσιακών υλικών.

1.1.2 Ανακύκλωση και τοξικότητα υλικών

Το πρώτο κατασκευαστικό μοντέλο αναφέρεται σε μια συμβατικά σχεδιασμένη και δομημένη κατοικία. Είναι κατασκευασμένη κατά κύριο λόγο από οπλισμένο σκυρόδεμα και από οπτόπλινθους. Το οπλισμένο σκυρόδεμα έχει μικρή δυνατότητα ανακύκλωσης και αφομοίωσης από το περιβάλλον, ενώ οι χρησιμοποιούμενοι διάτρητοι οπτόπλινθοι έχουν μεγάλη δυνατότητα ανακύκλωσης και αφομοίωσης από το περιβάλλον. Για μια τέτοια κατασκευή είναι ακόμα πρόωρο να προσδιορίσουμε τη μέση διάρκεια ζωής του. Αν και η δημιουργία του οπλισμένου σκυροδέματος ανάγεται στις αρχές του αιώνα, οι πρώτες ολοκληρωμένες κατασκευές με αποκλειστικά αυτό το υλικό εμφανίστηκαν στις δεκαετίες του 1920 και 1930. Παρόλα αυτά, η γήρανση του οπλισμένου σκυροδέματος εξαρτάται από την ποιότητα (π.χ. το ποσοστό αργίλου στην άμμο, τον τύπο του τσιμέντου, των ενώσεων και των αλάτων που περιέχει το νερό), την αναλογία των υλικών και την εφαρμογή τους (π.χ. χρήση δονητή). Γενικά όμως, η διάρκεια ζωής μιας τέτοιας κατασκευής υπολογίζεται κατά μέσο όρο στα 50 χρόνια.

Το δεύτερο κατασκευαστικό μοντέλο αναφέρεται ξανά σε μια συμβατικά δομημένη κατασκευή, αλλά με βιοκλιματικό σχεδιασμό. Εφόσον τα κριτήρια της μελέτης είναι τα υλικά και είναι κατασκευασμένο από οπλισμένο σκυρόδεμα και διάτρητους οπτόπλινθους, ισχύουν ακριβώς τα ίδια συμπεράσματα με αυτά της συμβατικής κατοικίας.

Το τρίτο μοντέλο αναφέρεται στην πέτρινη κατασκευή. Το μοντέλο αυτό είναι κατασκευασμένο κυρίως από πέτρα (φυσικούς λίθους) και ξύλο. Η φυσική λίθος, όπως προαναφέρθηκε, έχει πλήρη δυνατότητα ανακύκλωσης και αφομοίωσης από το περιβάλλον, αφού είναι πρωτογενές και άμεσο προϊόν του φυσικού τοπίου. Τα ίδια συμπεράσματα ισχύουν και για το ξύλο. Η διάρκεια ζωής μιας τέτοιας κατασκευής ουσιαστικά μπορεί να είναι απεριόριστη, αν υπάρχει έστω η στοιχειώδης μέριμνα, γεγονός το οποίο είναι κατανοητό από τα πολυάριθμα, ανέπαφα από τον χρόνο κτίσματα σε όλον τον ελλαδικό και παγκόσμιο χώρο.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές θα πρέπει να εξετασθούν και από πλευράς τοξικότητας, αφού είναι άμεσα συνδεδεμένη με το σύνδρομο του άρρωστου κτηρίου (sick building syndrome). Το σύνδρομο του άρρωστου

κτηρίου αναφέρεται στο φαινόμενο κατά το οποίο, σε ορισμένα άτομα που διαμένουν σε ένα κτήριο (εργασία, κατοικία) διαπιστώνονται διάφορα συμπτώματα παθήσεων που οφείλονται στην εξολοκλήρου ή εν μέρει κατασκευή εκείνου του κτηρίου από τοξικά ή καρκινογόνα υλικά. Άλλωστε δεκαεννιά ώρες την ημέρα ο σύγχρονος άνθρωπος ζει σε κλειστούς χώρους, άρα και η ποιότητα του εσωτερικού αέρα θα πρέπει να είναι η βέλτιστη. Η ποιότητα του αέρα του εσωτερικού χώρου εξαρτάται άμεσα από τα υλικά κατασκευής και ιδιαίτερα από χρώματα, συγκολλητικές ουσίες, πλαστικά, βερνίκια, κόλλες και αλλά.

Στα δυο πρώτα κατασκευαστικά μοντέλα τα οποία είναι συμβατικά δομημένα θα πρέπει να προσεχθεί κυρίως τα χρώματα που θα επιλεγθούν για να βαφτούν οι εσωτερικές επιφάνειες. Τα συνηθισμένα, χημικά χρώματα περιέχουν δεκάδες ουσίες επικίνδυνες για την ανθρώπινη υγεία, όπως βαρέα μέταλλα ή πτητικές ενώσεις, Το τολουόλιο, βενζόλιο, τριμεθυλοβενζόλιο, ναφθαλένιο, οι αλειφατικοί διαλύτες, η ακετόνη και δεκάδες άλλες πτητικές οργανικές ενώσεις, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, ευθύνονται για σοβαρότατα προβλήματα υγείας. Έτσι, προτείνεται η αποφυγή χημικών χρωμάτων και η αντικατάστασή τους είτε από οικολογικά χρώματα, τα οποία φτιάχνονται κατά 100% από φυσικά συστατικά, είτε από χρώματα ήπιας χημείας, τα οποία είναι φιλικά στον άνθρωπο και το περιβάλλον, αφού χρησιμοποιούνται χημικά προσθετά ήπιας σύστασης. Με τις τελευταίες δυο επιλογές εκτός από την επίτευξη του περιορισμού της τοξικότητας, επιτυγχάνεται η μικρότερη κατανάλωση ενέργειας και εκπομπής ρύπων κατά την παραγωγή τους και η ανακύκλωση και διάθεση των απόβλητων, σε σχέση με τα χρώματα που παράγονται με βάση τα πετροχημικά συστατικά.

Ένα επίσης σημαντικό ζήτημα είναι η πιθανή οικοτοξικότητα που μπορεί να προκύψει από το σκυρόδεμα λόγω χρήσης τασιενεργών ουσιών, προς αύξηση της ρευστότητας και βελτίωση της αντοχής του. Τέτοιες ουσίες είναι ιδιαίτερα οικοτοξικές στο υδάτινο περιβάλλον γιατί μειώνουν την επιφανειακή τάση του νερού και καταστρέφουν τους μικροοργανισμούς που ζούν στην επιφάνεια του. (Κορωνάιος 2005)

Επίσης, τα περισσότερα πλαστικά και οι συγκολλητικές ουσίες (κόλλες, ρητίνες), λόγω των πετροχημικών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τους, είναι συχνά τοξικά. Τέλος, η χρήση της διογκωμένης πολυστερίνης για

θερμομόνωση, εκτός ότι από αυτή διαφεύγει στυρένιο (νευροτοξική ουσία) στην ατμόσφαιρα, σε περίπτωση πυρκαγιάς είναι η αιτία απελευθέρωσης τοξικών βρωμιούχων αέριων. Σε αντίθεση με το Ερακλίτ, όπου σε αντίστοιχη περίπτωση δεν παρουσιάζει τέτοιου είδους προβλήματα. (Τσίππρας 2005)

Στην παραδοσιακή κατοικία από φυσικά υλικά (, πέτρα, ξύλο) θα πρέπει να προσεχθούν κυρίως οι ξύλινες επιφάνειες. Για τις ξύλινες αυτές επιφάνειες θα πρέπει να αποφευχθούν στις αντισκωρικές στρώσεις ο χρωμικός ψευδάργυρος, στα διάφορα βερνίκια ξύλου οι ενώσεις χρωμίου και σε συγκολλητικά στοιχεία η φορμαλδεΐδη. Επίσης, κάποια αντιπυρικά για το ξύλο χαρακτηρίζονται και ως οικοτοξικά λόγω της μεγάλης χημικής τους σταθερότητας και χρόνου παραμονής τους στο περιβάλλον. Τα βιοκτόνα που χρησιμοποιούνται ως συντηρητικά του ξύλου, που μπορεί να περιέχουν φορμαλδεΐδη, φαινολικές ενώσεις, ανόργανες και οργανικές ενώσεις κασσίτερου, είναι αποδεδειγμένα τοξικά. (Κορωναίος 2005)

4 Λειτουργία της κατασκευής

4.1 Γενικά

Το οικόπεδο στο οποίο δημιουργείται η κατασκευή βρίσκεται εκτός του οικισμού. Έτσι, για να λειτουργήσει πρέπει να βρεθούν λύσεις οι οποίες δεν θα συνδέουν την κατασκευή με τα τοπικά δίκτυα (αποχέτευση ηλεκτρικό) ενώ παράλληλα πρέπει να συνάδουν με την οικολογική δόμηση. Έτσι λοιπόν, στην κατοικία αυτή εφαρμόζονται τέτοιες λύσεις, έτσι ώστε να προσεγγιστεί μια κατασκευή όσο το δυνατόν αυτοδύναμη. Έπειτα από ερευνά αγοράς και λαμβάνοντας υπόψη τη διαθεσιμότητα των διάφορων προϊόντων που παρέχει η ελληνική αγορά, γίνεται μια ρεαλιστική προσπάθεια για να αυτονομηθεί ενεργειακά η κατοικία και να βελτιστοποιηθεί η διαχείριση του νερού και των απορριμμάτων.

Αναλυτικότερα, στην πρώτη ενότητα προτείνονται λύσεις για την αποκοπή της κατοικίας από το αποχετευτικό κáνοντας χρήση μια μικρής βιολογικής μονάδας. Επίσης, στην ευρύτερη έννοια της οικολογικής διαχείρισης του υγρού στοιχείου προτείνεται ένα σύστημα συλλογής βρόχινου νερού. Στην δεύτερη ενότητα αναλύεται η διαχείριση των στερεών αποβλήτων και η έννοια της κομποστοποίησης. Τέλος, στην τρίτη ενότητα γίνεται χρήση των φωτοβολταϊκών στοιχείων και αναφορά σε συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

4.2 Διαχείριση Νερού

4.2.1 Μικρές βιολογικές μονάδες (αποκοπή από το αποχετευτικό δίκτυο)

Οι τεχνικές επανάκτησης, ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης νερού, έχουν τις ρίζες τους στο μινωικό πολιτισμό του 3.000-1100 π. Χ.. Ένα από σημαντικότερα χαρακτηριστικά της αρχιτεκτονικής των παλατιών αλλά και των πόλεων στην αρχαία Κρήτη, ήταν τα συστήματα παροχής νερού και τα αποχετευτικά συστήματα. Τα αρχαιολογικά ευρήματα της Κνωσού και της Φαιστού επιβεβαιώνουν τη χρήση των υγρών αποβλήτων για άρδευση. Επίσης υπάρχουν ιστορικές μαρτυρίες για την εφαρμογή παρόμοιων πρακτικών και στην αρχαία Ρώμη το 97 μ.Χ., με τον Sextus Julius Frontius. Στη μοντέρνα ιστορία, κατά τη διάρκεια του 19ου αιώνα, εμφανίζονται τα πρώτα μεγάλης κλίμακας συστήματα για μεταφορά και διάθεση των αποβλήτων σε θέσεις επιφανειακών υδάτων ώστε να γίνεται έμμεση χρήση των αποβλήτων, ακόμα και για πόσιμες χρήσεις. Η μη οργανωμένη αυτή χρήση, σε συνδυασμό με την ελλιπή επεξεργασία, είχε ως αποτέλεσμα την περίοδο 1840 και 1850, να ξεσπάσουν καταστροφικές επιδημίες μεταδιδόμενες δια του νερού, όπως η ασιατική χολέρα και ο τυφοειδής πυρετός. Όταν βέβαια έγινε η συσχέτιση μεταξύ των επιδημιών και της παροχής του ακατάλληλου νερού, αναπτύχθηκαν νέες τεχνικές επεξεργασίας και φιλτραρίσματος όπως στην περίπτωση του Λονδίνου. Από το 1960, η επιστημονική έρευνα επικεντρώθηκε στην ανάπτυξη τεχνολογιών ώστε να μειωθούν οι κίνδυνοι για τη δημόσια υγεία. Αν και υπάρχουν οι πρακτικές αυτές εδώ και αιώνες, μόλις τα τελευταία χρόνια παρουσιάζεται τόσο μεγάλο ενδιαφέρον για την εφαρμογή τους. Οι βελτιώσεις στις διαδικασίες επεξεργασίας των αποβλήτων, η σωστή αξιολόγηση του κινδύνου, η εμπιστοσύνη του κοινού στην αξιοπιστία των συστημάτων επεξεργασίας καθώς και οι συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις σε νερό και οι κανόνες για μείωση της υδάτινης ρύπανσης είναι οι βασικοί λόγοι της στροφής της διεθνούς κοινότητας στα συστήματα ανακύκλωσης των αποβλήτων (Asano, Levine 1995).

Ειδικότερα οι χώρες της Μεσογείου διαθέτουν χαρακτηριστικά που καθιστούν την επαναχρησιμοποίηση και ανάκτηση του νερού αναγκαιότητα. Τα πιο αντιπροσωπευτικά από αυτά τα χαρακτηριστικά είναι τα εξής:

- Ζεστός, ηλιόλουστος καιρός χωρίς βροχοπτώσεις κατά τη διάρκεια της

μακράς θερινής περιόδου και μάλλον σύντομες περιόδοι βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια του χειμώνα και στις αρχές της άνοιξης.

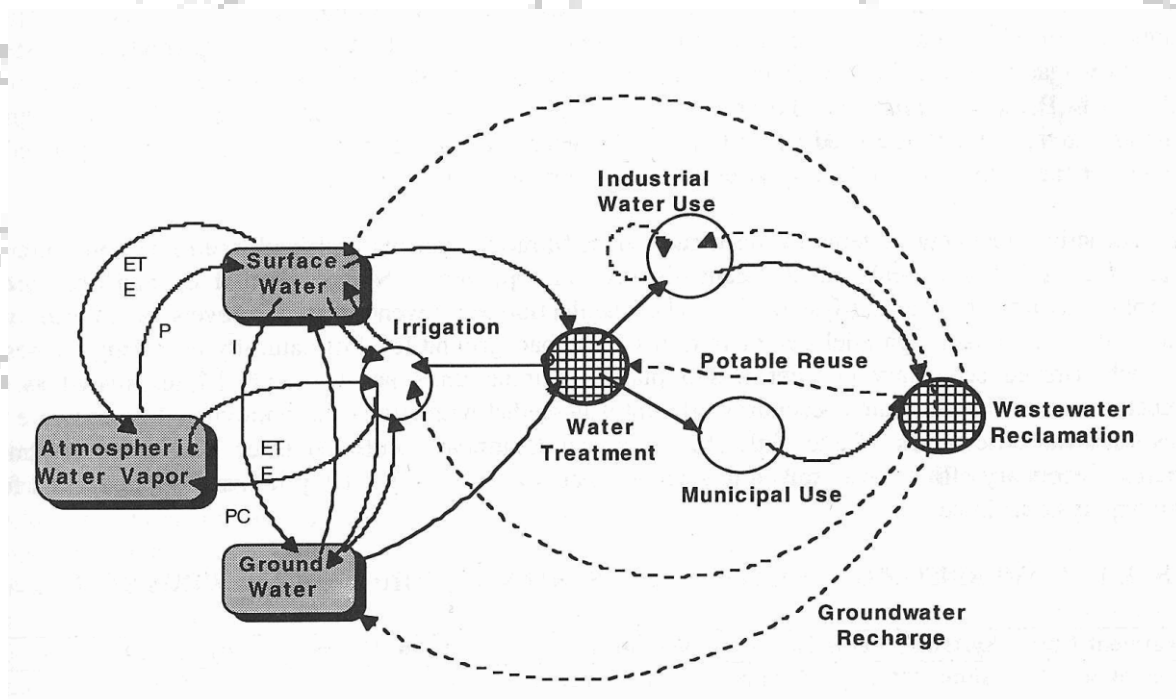
- Έλλειψη νερού, τουλάχιστον σε ορισμένες περιοχές της κάθε χώρας.
- Απειλή μόλυνσης των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων εξαιτίας του γεγονότος ότι οι ρυπαντές δεν αραιώνονται λόγω της έλλειψης νερού
- Εντατική ανάπτυξη της γεωργίας (εξαιτίας των θερμών και ηλιόλουστων κλιματικών συνθηκών), η οποία στοχεύει στην εξαγωγή των προϊόντων στις ψυχρές χώρες (όπως στις χώρες της Δυτικής, Κεντρικής και Βόρειας Ευρώπης). Οι ανάγκες άρδευσης αυξάνονται κατά τη διάρκεια της ξηρής θερινής περιόδου, ενώ σε ορισμένες χώρες απαιτείται συνεχής άρδευση καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου.
- Ξηρασίες, από συχνές έως περιστασιακές, ανάλογα με την περιοχή. Στη Μέση Ανατολή και τη Νότια Ευρώπη έχουν αναφερθεί πολυετείς ξηρασίες κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων δεκαετιών.
- Ο τουρισμός είναι ένας από τους σημαντικότερους τομείς της οικονομίας, καθ' ότι ο αριθμός των τουριστών που επισκέπτονται τις χώρες της Μεσογείου υπερβαίνει τα 150 εκατομμύρια ανά έτος. Η εντατική ανάπτυξη τουρισμού υψηλού επιπέδου απαιτεί υψηλά πρότυπα υγιεινής, πόσιμου νερού, ασφαλούς τροφής (λαχανικά, φρούτα και θαλασσινά) και καθαρές παραλίες χωρίς ρύπανση.
- Σχετική ευαισθησία σε επιδημίες και εξάρσεις ασθενειών που σχετίζονται με τη δημόσια υγεία εξαιτίας του θερμού κλίματος, σχετικά υψηλά ποσοστά φορέων ασθενειών και σε ορισμένες περιοχές επιμονή ενδημικών ασθενειών.
- Σχετική έλλειψη πόρων τόσο για κεφάλαια επενδύσεων όσο και για την κάλυψη του λειτουργικού κόστους στον τομέα της δημόσιας διοίκησης.

(Shelef, Azon 1995)

Για τους λόγους αυτούς, η επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων είναι μια συνηθισμένη πρακτική για τις χώρες της Μεσογείου για άρδευση γεωργικών καλλιεργειών, άρδευση αστικών χώρων πρασίνου και για την επαναφόρτιση του υπόγειου υδροφορέα. Σήμερα η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται

ΚΩΝΣΤΑΝΤΑΚΑΤΟΣ-ΚΟΛΙΑΡΑΚΗΣ-ΚΟΥΡΤΑΛΗ

με μεγάλη επιτυχία σε όλο τον κόσμο, ιδιαίτερα στη Γερμανία, τις ΗΠΑ, την Αυστραλία, τη Μ. Βρετανία, το Ισραήλ, την Ινδία, κυρίως δε σε ξηρές ή ημί-ξηρές περιοχές, αφού το πρωταρχικό κίνητρο για την εγκατάσταση συστημάτων για γκρίζα νερά είναι η δυνατότητα της άρδευσης των τοπίων σε ξηρές περιόδους. Αυτή η αντιμετώπιση οφείλεται στο ότι συχνά θεωρούμε την ανακύκλωση των αποβλήτων σα μια πρακτική που πρέπει να εφαρμόζεται μόνο όταν υπάρχει λειψυδρία. Στην πραγματικότητα όμως πρόκειται για μία σημαντικότερη πηγή θρεπτικών συστατικών για την καλλιέργεια που ενεργοποιεί την παραγωγική ικανότητα του εδάφους. Το ανακτημένο νερό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για άλλες χρήσεις εκτός από την άρδευση, όπως η ψύξη ουρανοξυστών, στη βιομηχανία, στην τουαλέτα, στην πυροπροστασία. Ο ρόλος των τεχνολογιών επανάχρησης αποβλήτων εντάσσεται στο πλαίσιο του φυσικού υδρολογικού κύκλου. Ένας συνδυασμός ελέγχου πηγών, εξελιγμένων διαδικασιών επεξεργασίας και άλλων τεχνολογικών ελέγχων προσφέρουν μία ισχυρή βάση για αυξανόμενη εφαρμογή ανακτημένου νερού.



Εικόνα 4-1: Ένταξη της επεξεργασίας αποβλήτων στον υδρολογικό κύκλο

E= εξάτμιση, ET= εξατμισοδιαπνοή, P= βροχόπτωση, I= διείσδυση και PC= δύλιση

Οι μονάδες βιολογικού καθαρισμού αποτελούν μια από τις πλέον ενδεδειγμένες και οικολογικές μεθόδους εκμετάλλευσης των οικιακών

λυμάτων, συμβάλλοντας σημαντικά στην εξοικονόμηση νερού και στην προστασία του περιβάλλοντος.

Οι μονάδες βιολογικού καθαρισμού παραλαμβάνουν τα λύματα της κατοικίας (από τις τουαλέτες, τους νεροχύτες, τους νιπτήρες, το βρόχινο νερό) μέσω του αποχετευτικού δικτύου και εν συνεχεία, μέσω ειδικής επεξεργασίας, το μετατρέπουν σε καθαρό νερό (όχι πόσιμο). Η παραγόμενη ποιότητα του φίλτραρισμένου νερού χαρακτηρίζεται από την υψηλή ποιότητα υγιεινής του και από τη συνολική απομάκρυνση των οργανικών υλικών, έτσι που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το πότισμα του κήπου, το πλυντήριο ρούχων, το πλύσιμο των αυτοκινήτου και γενικά σε χρήσεις που δεν απαιτούν την ύπαρξη πόσιμου νερού.

Η μέθοδος λειτουργίας μιας τυπικής μονάδας βιολογικού καθαρισμού βασίζεται στο συνδυασμό μιας διαδικασίας αναζωογόνησης, μέσω μιας βιομάζας μικροβίων που τρώει τους ρύπους, και της ανάκτησης του φίλτραρισμένου νερού μέσα από ειδικά φίλτρα. Τα βυτία εγκαθίστανται και λειτουργούν ταυτόχρονα ως αποθήκες για τα λύματα και τη βιομάζα. Οι ακαθαρσίες που καταλήγουν στο μικρό βιολογικό καθαρισμό οδηγούνται πρωταρχικά στο βυτίο διάλυσης και διαχωρισμού στερεών, στο οποίο χωρίζονται τα στερεά υλικά από το ακάθαρτο νερό και γίνεται ενδιάμεση αποθήκευση μεγαλύτερων ποσοτήτων ακάθαρτου νερού. Το ακάθαρτο αυτό νερό που έχει στο μεταξύ απαλλαγεί από στέρεα υλικά, μεταφέρεται μέσω μιας αντλίας ιονισμού στο βυτίο της αναζωογόνησης, όπου καθαρίζεται μέσω της βιομάζας των μικροβίων και ανακτάται μέσα από ειδικές μεμβράνες, απαλλαγμένο από ρύπους, μικρόβια και βακτηρίδια (στρεπτόκοκκος, σταφυλόκοκκος, κολοβακτηρίδια). Το οξυγόνο που απαιτείται για την βιολογική αποδόμηση διοχετεύεται στο βυτίο από έναν συμπιεστή αθόρυβης λειτουργίας. Το μείγμα λάσπης-νερού-αέρα ανέρχεται με τη διοχέτευση του αέρα από κάτω προς τα πάνω. Ο αέρας οδηγείται μέσω ενός ειδικού συστήματος από φίλτρα, δημιουργώντας ρεύμα που ρέει παράλληλα προς τις μεμβράνες, ούτως ώστε να εμποδίζει τη δημιουργία στρώματος επικάλυψης επάνω στα βιολογικά φίλτρα μεμβράνης. Το νερό που ανακτάται μέσω των βιολογικών μικροφίλτρων και του φίλτρου ενεργού άνθρακα είναι απελευθερωμένο από αιωρούμενα σωματίδια και δεν απαιτείται κανένας επιπλέον καθαρισμός.

Ένα προτεινόμενο σύστημα επεξεργασίας λυμάτων για την κατοικία <εκτός δικτύου> είναι ένα προκατασκευασμένο σύστημα βιολογικού καθαρισμού. Το σύστημα αυτό αποτελείται από μια σηπτική δεξαμενή και από το σύστημα βιολογικού καθαρισμού. Η εγκατάσταση του εξοπλισμού είναι απλή. Μετά την εκσκαφή του χώρου εγκατάστασης τοποθετούνται οι δεξαμενές στην τάφρο, συνδέονται υδραυλικά μεταξύ τους με το δίκτυο αποχέτευσης και ηλεκτρολογικής εγκατάστασης, γεμίζονται με νερό και ο κενός χώρος καλύπτεται με άμμο.

Το σύστημα βιολογικού καθαρισμού λυμάτων είναι ένα συμπαγές (compact), προκατασκευασμένο σύστημα από χυτό πολυαιθυλένιο με άριστη στεγανότητα. Έχει ενσωματωμένη διάταξη κυκλοφορίας της λάσπης στην ίδια δεξαμενή αερισμού. Τα επεξεργασμένα λύματα από το σύστημα αυτό πληρούν τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την απόρριψη τους στο περιβάλλον και κατ' επέκταση την Ελληνική νομοθεσία.



Εικόνα 4.1: Σύστημα βιολογικού καθαρισμού

Πριν από το παραπάνω σύστημα εγκαθίσταται συνήθως σηπτική δεξαμενή που εξασφαλίζει τον διαχωρισμό λαδιών, λίπους και λίγδας από τα νερά της κουζίνας ενώ αποτρέπει την μεταφορά εντός του συστήματος του βιολογικού καθαρισμού, υλικών όπως χαρτί, τριχών και άλλων. Είναι κατασκευασμένη από υδατογενές χυτό πολυαιθυλένιο και διαθέτει δύο ξεχωριστά τμήματα για την πρωτοβάθμια καθίζηση και την χώνευση της λάσπης.



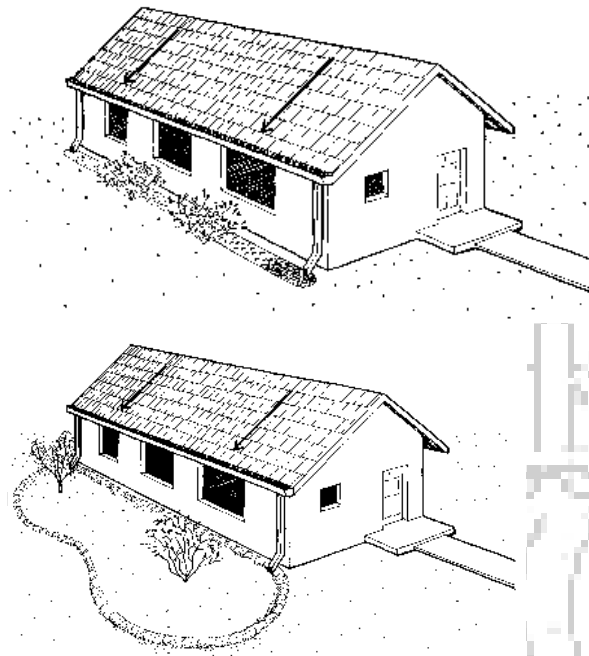
Εικόνα 4.2: Σηπτική δεξαμενή

Τα πλεονεκτήματα μιας τέτοιας διάταξης είναι τα παρακάτω. Καταρχήν, όχι μόνο η κατοικία όχι μόνο λειτουργεί εκτός αποχετευτικού δικτύου, αλλά καταργεί ουσιαστικά και τον βόθρο, γεγονός το οποίο ήταν η βασική επιδίωξη (αυτονομία). Ακόμη, το κόστος μιας τέτοιας λύσης (4000€) σίγουρα δεν είναι απαγορευτικό. Αντιθέτως, αν συνυπολογιστεί η μηδαμινή συντήρηση του συστήματος, το υψηλό κόστος λόγω των συχνών εκκενώσεων στην περίπτωση του βόθρου, αλλά και το κόστος της κατασκευής του ιδίου και η αξιόπιστη απόδοση και λειτουργία του, συμπεραίνεται πως είναι μια οικονομικά ελκυστική λύση. Ακόμη, είναι αδιαμφισβήτητα μια πρόταση που διατηρεί την αρμονία με το περιβάλλον και το σημαντικότερο εκμεταλλεύεται το νερό προς πάσης φύσεως χρήση (πότισμα, πλύσιμο αυτοκίνητου, πυρόσβεση, καζανάκι). Τέλος, αποφεύγονται και αλλά προβλήματα του βόθρου, όπως η απαίτηση μεγάλου χώρου εγκατάστασης, η ανεπιθύμητη δυσσομία, η ρύπανση του περιβάλλοντος, καθώς και η αδυναμία επαναχρησιμοποίησης του νερού.

4.2.2 Συστήματα συλλογής βρόχινου νερού

Οι άνθρωποι ανέκαθεν στηρίζονταν στο συγκομισμένο βρόχινο νερό για να το παρέχουν για κατανάλωση και για γεωργικές χρήσεις. Μόλις άρχισαν να αναπτύσσονται οι μεγάλες αστικές περιοχές, τα συστήματα παροχής νερού αντικατέστησαν την ανάγκη της συγκομιδής του. Πρόσφατα, οι άνθρωποι ξανάρχισαν να συλλέγουν νερό, χρησιμοποιώντας το για να το παρέχουν για τους εγχώριους κήπους, για πυρόσβεση, για πλύσιμο αυτοκινήτων και άλλες χρήσεις, με αποτέλεσμα ο χρήστης να επωφελείται από τους χαμηλότερους λογαριασμούς και η κοινότητα επιτυγχάνει μακροπρόθεσμα οφέλη. Τα συστήματα συγκομιδής όμβριων υδάτων κυμαίνονται από απλά και ανέξοδα έως πολύπλοκα και δαπανηρά. Εάν εξεταστεί ένα τέτοιο σύστημα είναι σημαντικό να υπολογιστεί το συνολικό ποσό νερού το οποίο μπορεί να συλληφθεί, να αποθηκευτεί, και να χρησιμοποιηθεί σε ένα έτος με τα χαρακτηριστικά σχέδια βροχοπτώσεων. (University of Arizona 1997)

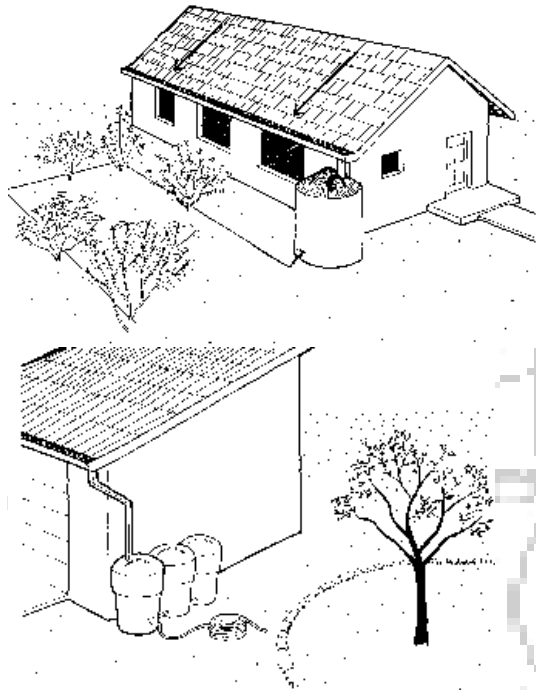
Με τη συγκομιδή των όμβριων υδάτων δημιουργούνται πολλά οφέλη όπως για παράδειγμα η μείωση της εξάρτησης από το δημοτικό νερό και του χρηματικού ποσού που ξοδεύεται, αλλά και η μείωση της πλημμύρας και της διάβρωσης αφού πλέον τα όμβρια ύδατα δεν θα λιμνάζουν. Οι περιορισμοί της συγκομιδής ύδατος είναι λίγοι και καλύπτονται εύκολα. Η συγκομιδή νερού επιτυγχάνεται με την σύλληψη, την παρεκτροπή και την αποθήκευση των όμβριων υδάτων. Μερικά παραδείγματα εκμετάλλευσης του βρόχινου νερού με απευθείας διάθεσή του σε αυλακιά προς άρδευση, εμφανίζονται σε παρακάτω εικόνα. Η βαρύτητα κινεί το νερό προς όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Σε μερικές περιπτώσεις, τα μικρά εμπορευματοκιβώτια χρησιμοποιούνται για να κρατήσουν το νερό για μετέπειτα χρήση. Τέτοιου είδους συστήματα προτείνονται και για το κατασκευαστικό μοντέλο εκτός δικτύου που μελετάται στο κεφάλαιο αυτό.



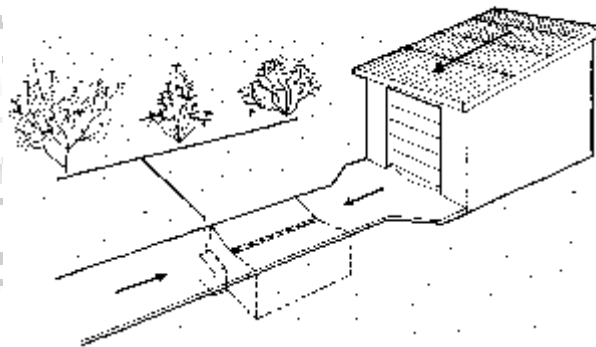
Εικόνα 4.3: Απευθείας διάθεση βρόχινου νερού από τις υδρορροές στα αυλάκια προς άρδευση του τοπίου.

Προτού αποθηκευτεί το νερό πρέπει να φιλτραριστεί για να αφαιρεθούν τα στερεά μόρια και τα συντρίμια. Έτσι, είναι σύνηθες γεγονός η εκτροπή του πρώτου μέρους των βροχοπτώσεων. Η αρχική βροχή "πλένει" τα συντρίμια από τη στέγη, ενώ οι επόμενες βροχοπτώσεις, που είναι χωρίς συντρίμια και σκόνη, συλλέγονται κανονικά. Η αποθήκευση επιτρέπει την πλήρη χρησιμοποίηση των υπερβολικών βροχοπτώσεων και καθιστά το νερό διαθέσιμο αργότερα όταν απαιτείται.

Η αποθήκευση μπορεί να είναι υπόγεια ή υπέργεια. Τα εμπορευματοκιβώτια αποθήκευσης κατασκευάζονται από πολυαιθυλένιο, φάμπεργκλας, ξύλο, ή μέταλλο. Τα υπόγεια εμπορευματοκιβώτια είναι μια ακριβότερη επιλογή λόγω του κόστους της εδαφολογικών ανασκαφής και της αφαίρεσης. Η άντληση του νερού από το εμπορευματοκιβώτιο προσθέτει ένα συμπληρωματικό κόστος. Οι εκτιμήσεις για το κόστος των υπόγειων εμπορευματοκιβωτίων κυμαίνεται από \$100 έως \$3500, λόγω της εξάρτησης από το σύστημα, το βαθμό διήθησης, και την απόσταση μεταξύ της αποθήκευσης.



Εικόνα 4.4: Βαρέλια προς αποθήκευση βρόχινου νερού.



Εικόνα 4.5: Συλλογή νερού από στέγη μέσω κεκλιμένου οδοστρώματος και υπόγεια αποθήκευση.

Το ποσό ύδατος που συγκομίζεται εξαρτάται από το μέγεθος, τη σύσταση επιφάνειας, και την κλίση της περιοχής συλλογής. Το σύστημα διανομής συνδέει την περιοχή συλλογής με την περιοχή εκμετάλλευσης τοπίων. (Patricia H. 1996)

Λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω και τα κλιματικά δεδομένα της Ελλάδας, προτείνεται για την κατοικία εκτός δικτύου η σύνδεση των υδροροών με βαρέλι αποθήκευσης. Το βαρέλι αυτό, είναι κατασκευασμένο από πολυαιθυλένιο, χωρητικότητας 215.76 λίτρων, διαστάσεων 98cm ύψους και

61cm πλάτους. Το συγκεκριμένο μοντέλο κοστίζει 100€, ενώ υπάρχει και δυνατότητα σύνδεσης σε σειρά ενός δεύτερου βαρελιού, αν αυτό κριθεί απαραίτητο (εικόνα 7.6).



Εικόνα 4.6: Βαρέλια αποθήκευσης βρόχινου νερού (www.composters.com).

4.3 Διαχείριση στερεών αποβλήτων

Κομποστοποίηση ή αλλιώς λιπασματοποίηση είναι η βιολογική, αερόβια, θερμόφιλη και ελεγχόμενη διεργασία μερικής αποσύνθεσης των οργανικών αποβλήτων που οδηγεί στην παρασκευή διοξειδίου του άνθρακα, νερού, διαφόρων άλλων ενώσεων και κομπόστ (compost, από τη λατινική λέξη *compropere* = συγκεντρώνω), δηλαδή ενός οργανικού εδαφοβελτιωτικού που μοιάζει στο χούμους του εδάφους και προωθεί την ανάπτυξη των φυτών. Η κομποστοποίηση θεωρείται λανθασμένα πολλές φορές σα μία απλή διεργασία και η παράβλεψη των βασικών αρχών και παραμέτρων της μπορεί να στοιχίσει ακριβά. Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στους λειτουργικούς, τροφικούς (άνθρακας, άζωτο) και περιβαλλοντικούς παράγοντες (αερισμός, υγρασία, θερμοκρασία) (Ανδρεαδάκης et al 2000).

Μεγάλο μέρος των καθημερινών οργανικών αποβλήτων των νοικοκυριών μέσω κατάλληλης επεξεργασίας μπορεί να μετατραπεί σε ένα πλούσιο φυτόχωμα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πάρκα, στη γεωργία, καθώς και στην αναδάσωση και την ανάπλαση περιοχών (εγκαταλειμμένα λατομεία, πρανή δρόμων κλπ). Βελτιώνει επίσης τη δομή του εδάφους και την

υδατοδιακρατικότητα του και προστατεύει τα φυτά από πιθανές αρρώστιες. Κατά μέσο όρο το μισό του όγκου των απορριμμάτων ενός νοικοκυριού μπορεί να κομποστοποιηθεί (www.oikoen.gr/selides~compost.htm).

Γενικά το κομπόστ μπορεί να χρησιμοποιηθεί στους παρακάτω τομείς:

- Γεωργία
- Κηπουρική-φυτοκομική
- Αποκατάσταση καταπονημένων- κατεστραμμένων εδαφών, όπως αλατούχα εδάφη, υψηλής τοξικότητας εδάφη, λατομεία, χωματερές
- Αναδασώσεις
- Τεχνητά βοσκοτόπια και λιβάδια, πάρκα, γήπεδα, κήπους, γλάστρες
- Καλλιέργειες

(Μουσιόπουλος, Καραγιαννίδης 2002)

Η κομποστοποίηση μιμείται και επιταχύνει τις φυσικές διεργασίες αποδόμησης των οργανικών αποβλήτων. Οι μικροοργανισμοί που ενυπάρχουν σε αυτό φυσιολογικά, χρησιμοποιούν τμήμα του ως τροφή για την ανάπτυξή τους. Προκειμένου να γίνει η διαδικασία αποδόμησης είναι απαραίτητη η παρουσία οξυγόνου, ενώ στο τέλος παράγεται θερμότητα, πρόκειται δηλαδή για μια αερόβια και εξώθερμη αντίδραση. Καθώς οι μικροοργανισμοί αναπτύσσονται, αλλάζει το pH, η θερμοκρασία του σωρού των αποβλήτων αυξάνει, τα απόβλητα μεταλλάσσονται σε πιο σταθερές οργανικές ενώσεις. Η βέλτιστη θερμοκρασία λιπασματοποίησης είναι 55°C, γι' αυτό και θα πρέπει να ελέγχεται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας διότι μπορεί να ξεπεράσει τους 70°C, σκοτώνοντας τους μικροοργανισμούς και διαταράσσοντας την ομαλή διεξαγωγή της διεργασίας.

Η διαδικασία λιπασματοποίησης είναι πάνω από όλα μια βιολογική διαδικασία, γι' αυτό και εξαρτάται άμεσα από τα μικροβιολογικά στοιχεία των αποβλήτων. Η ποιότητα του παραγόμενου κομπόστ καθορίζεται από την ποιότητα των αποβλήτων ενώ τα ανόργανα συστατικά τους (π.χ. βαρέα μέταλλα) δεν μπορούν να υποστούν περαιτέρω επεξεργασία. Επίσης οι διαδικασίες δεν μπορούν να επιταχυνθούν πέρα από τα φυσιολογικά όρια και ο ελάχιστος απαιτούμενος χρόνος ολοκλήρωσης της διαδικασίας είναι 3-6 βδομάδες, ανάλογα με το είδος των αποβλήτων. Συχνά τα συστήματα που

εγγυώνται πολύ σύντομους χρόνους χρειάζονται μια μακριά περίοδο ωρίμανσης σε ανοικτό χώρο, δημιουργώντας απαιτήσεις μεγάλης έκτασης στις εγκαταστάσεις κομποστοποίησης, οι οποίες μπορούν να πλησιάσουν τις απαιτήσεις σε χώρο ενός συστήματος χαμηλότερης τεχνολογίας και κόστους (www.hua.gr/compost.net/process).

Η παρασκευή κομπόστ είναι ωφέλιμη:

- από περιβαλλοντική σκοπιά διότι μειώνεται ο όγκος των απορριμμάτων και διότι συντελεί στην εξυγίανση της φύσης και στη δέσμευση των ισχυρών οργανικών αποβλήτων από την πρωτογενή παραγωγή (κοπριά, αέρια, ευτροφισμός) ενώ επίσης μειώνει τα αέρια του θερμοκηπίου (παραγωγή CH₄ στους ΧΥΤΑ)
- από οικονομική διότι δεν καταφεύγουμε σε προϊόντα του εμπορίου
- από άποψη υγείας επειδή η χρήση φυσικού χούμου οδηγεί στην παραγωγή προϊόντων άριστης ποιότητας (www.oikoen.gr/selides~compost.htm).

Πλεονεκτήματα και ιδιότητες χρήσης του βελτιωτικού εδάφους:

- ▶ Αυξάνει τα οργανικά συστατικά του χώματος
- ▶ Βελτιώνει την ικανότητα του εδάφους για τη συγκράτηση νερού και άλλων θρεπτικών συστατικών
- ▶ Δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες αερισμού (κυρίως στα αργιλώδη)
- ▶ Μειώνει την αλατότητα και βοηθά στην εξέλιξη καλλιεργειών σε αυτά
- ▶ Αυξάνει το πορώδες του εδάφους
- ▶ Ρυθμίζει και εξισορροπεί το pH του εδάφους
- ▶ Βοηθά στον έλεγχο της διάβρωσης του εδάφους
- ▶ Καθιστά το χώμα ευκολότερα καλλιεργήσιμο
- ▶ Κάνει τα φυτά πιο ανθεκτικά στην ξηρασία και στην παγωνιά
- ▶ Βελτιώνει το περιεχόμενο της διατροφής των φυτών σε βιταμίνες και μεταλλικά στοιχεία
- ▶ Μπορεί να επεκτείνει την περίοδο ανάπτυξης των φυτών

► Μπορεί να περιορίσει τη χρήση πετροχημικών λιπασμάτων, αποφεύγοντας τα περιβαλλοντικά προβλήματα που αυτή συνεπάγεται (επικίνδυνα απόβλητα για την ατμόσφαιρα και τα νερά) (Μουσιόπουλος, Καραγιαννίδης 2002)

Καθώς τα απορρίμματα υφίστανται αποσύνθεση η σύστασή τους μεταβάλλεται γεγονός που επιδρά κυρίως στην αναλογία C:N, η οποία είναι περίπου 20:1 στο οργανικό κλάσμα και σταδιακά μειώνεται, ώσπου στο ώριμο κομπόστ γίνεται 12:1. Εάν μη ώριμο κομπόστ χρησιμοποιηθεί στο έδαφος τότε η συνεχιζόμενη αποσύνθεση του ανθρακούχου υποστρώματος θα έχει ως αποτέλεσμα τη δέσμευση του N₂ από το έδαφος. Το μη ώριμο κομπόστ είναι πιθανόν να υποστεί υπερθέρμανση και καθώς η αποσύνθεση συνεχίζεται μπορεί να προκύψουν οσμές ή ακόμη να περιέχει συστατικά επιβλαβή για τα φυτά. Αντίθετα το ώριμο κομπόστ είναι πολύ σημαντικό και μπορεί να δράσει ως συστατικό του χώματος, ως κοπριά και ως υποκατάστατο της τύρφης για χώμα στις γλάστρες.

Τα βασικά χαρακτηριστικά του κομπόστ είναι τα εξής:

- Χρώμα καφέ προς πολύ σκούρο καφέ
- Χαμηλός λόγος της περιεκτικότητας σε άνθρακα προς αυτή σε άζωτο (C/N)
- Συνεχώς μεταβαλλόμενη φύση εξαιτίας της δραστηριότητας των μικροοργανισμών
- Μεγάλη ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων και απορρόφησης νερού

Γενικά τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του ποικίλλουν ανάλογα με:

- i. Τη φύση του υλικού (δηλαδή τη σύσταση των προς κομποστοποίηση απορριμμάτων)
- ii. Τις συνθήκες κάτω από τις οποίες λαμβάνει χώρα η κομποστοποίηση
- iii. Την έκταση (βαθμό αποσύνθεσης)

(Μουσιόπουλος, Καραγιαννίδης 2002)

Η χώρα μας με Κοινή Υπουργική απόφαση (ΚΥΑ 29407/3508/16-12-2002) εναρμονίστηκε με την κοινοτική οδηγία θέτοντας ως ποιοτικούς στόχους τη

μείωση στα βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα κατά 25%, 50% και 65% σε σχέση με το 1995, μέχρι το 2010, το 2013 και το 2020 αντίστοιχα (Μαρκετάκη 2005).

Η οικολογικότερη διαχείριση στερεών οικιακών οργανικών απορριμμάτων είναι η κομποστοποίηση. Κομποστοποίηση είναι η βιολογική, αερόβια, θερμοφίλη και ελεγχόμενη διεργασία μερικής αποσύνθεσης των οργανικών αποβλήτων που οδηγεί στην παραγωγή κομπόστ, δηλαδή ενός οργανικού εδαφοβελτιωτικού που προσομοιάζει στο χούμους του εδάφους και προωθεί την ανάπτυξη των φυτών. Μια πληθώρα οργανικών αποβλήτων μπορούν με την κατάλληλη επεξεργασία να μετατραπούν σε ένα πλούσιο φυτόχωμα, το κομπόστ, το οποίο μπορεί να βρει πολλές εφαρμογές στη γεωργία, στα πάρκα, στην ανάπλαση και στην αναδάσωση προβληματικών εκτάσεων (εγκαταλειμμένα λατομεία, πρανή δρόμων), καθώς και στον κήπο μιας κατοικίας, όπως στην προκειμένη περίπτωση. Η κομποστοποίηση μιμείται και επιταχύνει τις διεργασίες αποδόμησης των οργανικών ενώσεων που συμβαίνουν αυθόρμητα στη φύση.

Οι μικροοργανισμοί που υπάρχουν στα οργανικά απόβλητα, χρησιμοποιούν τα οργανικά συστατικά αυτών ως τροφή για την ανάπτυξή τους. Η διαδικασία αυτή είναι αερόβια (δηλαδή χρειάζεται την παρουσία οξυγόνου) και εξώθερμη (δηλαδή απελευθερώνει θερμότητα). Καθώς οι μικροοργανισμοί «τρώνε» τα απόβλητα, αναπτύσσονται και πολλαπλασιάζονται, το pH αλλάζει, η θερμοκρασία του σωρού των αποβλήτων αυξάνει και τα απόβλητα μετασχηματίζονται σε πιο πολύπλοκες και σταθερές οργανικές ενώσεις, που μοιάζουν με το φυσικό χούμους των εδαφών. Κατά την ενεργή φάση της κομποστοποίησης η θερμοκρασία, αν δεν ελεγχθεί, μπορεί να ξεπεράσει τους 70 °C, να αδρανοποιήσει ή και να σκοτώσει τους μικροοργανισμούς και να γίνει απαγορευτική για την ομαλή και γρήγορη ολοκλήρωση της διεργασίας. Η βέλτιστη θερμοκρασία κομποστοποίησης είναι γύρω στους 55 °C.

Η αρχή του περιοριστικού παράγοντα, που ισχύει για όλα τα βιολογικά συστήματα, σημαίνει ότι υπάρχουν ανώτατα και κατώτατα όρια για όλες τις περιβαλλοντικές και τροφικές παραμέτρους που επηρεάζουν την κομποστοποίηση. Έξω από αυτά τα όρια η διεργασία επιβραδύνεται σημαντικά ή και σταματά εντελώς. Ο περιοριστικός παράγοντας είναι εκείνος που βρίσκεται σε μικρή διαθέσιμη ποσότητα, εξαντλείται πρώτος, ή παίρνει πρώτος μη ευνοϊκές τιμές. Έτσι γίνεται εκείνος ο παράγοντας που περιορίζει

την ανάπτυξη και τη δραστηριότητα των μικροοργανισμών που είναι υπεύθυνοι για την κομποστοποίηση.

Για να μην υπάρξουν προβλήματα στην κομποστοποίηση και να προχωρήσει η διεργασία με τον βέλτιστο τρόπο πρέπει να εξετάζονται οι τροφικές και περιβαλλοντικές παράμετροι του συστήματος και να λαμβάνονται μέτρα ώστε να παραμένουν μέσα σε όρια κατάλληλα για την κομποστοποίηση. Αυτή η βασική αρχή ισχύει για όλα τα υλικά και συστήματα κομποστοποίησης, αν και οι συνέπειες από την αγνόησή της είναι ανάλογες του μεγέθους της εγκατάστασης.

Στην κομποστοποίηση οι μικροοργανισμοί «τρώνε» τα οργανικά απόβλητα και έτσι πολλαπλασιάζονται και αναπτύσσονται και επιταχύνεται η διεργασία. Πρέπει λοιπόν η «τροφή» τους να είναι ισορροπημένη, και όλα τα απαραίτητα για τους μικροοργανισμούς θρεπτικά συστατικά να βρίσκονται στα οργανικά απόβλητα στην κατάλληλη αναλογία.

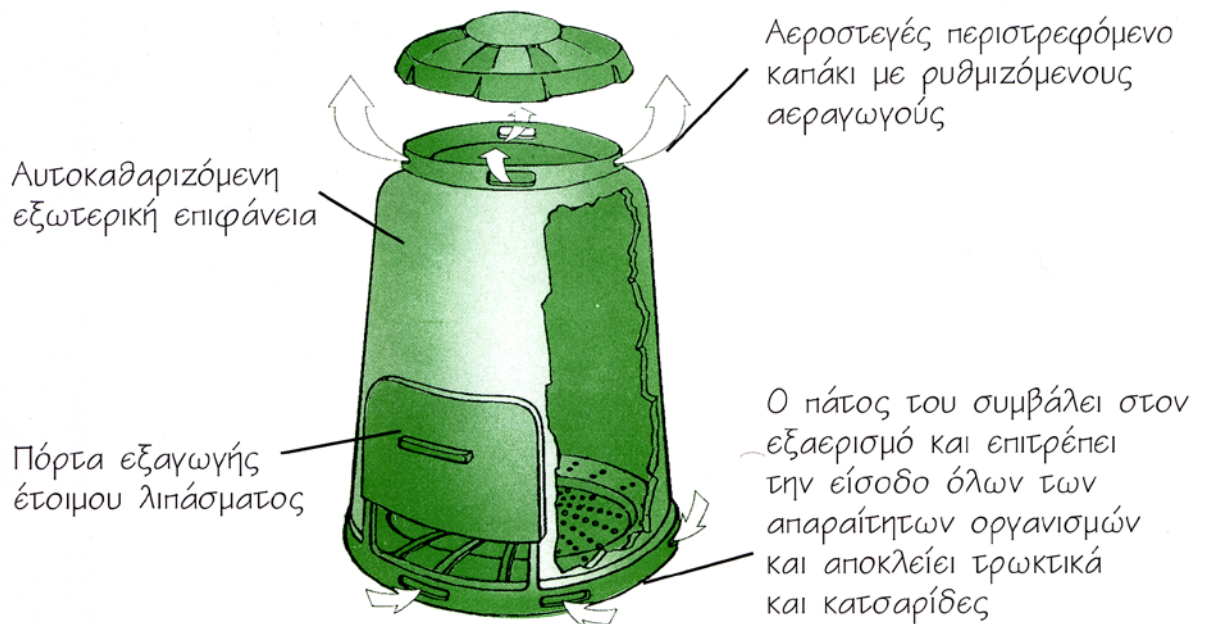
Ο άνθρακας δίνει την απαραίτητη ενέργεια στους μικροοργανισμούς, μέσω της οξείδωσης του κατά το μεταβολισμό, και είναι το σημαντικότερο συστατικό στη σύνθεση των τοιχωμάτων του κυττάρου και των άλλων κυτταρικών δομών. Το μεγαλύτερο μέρος της απώλειας μάζας κατά την κομποστοποίηση και η χαρακτηριστική έκλυση θερμότητας οφείλεται στην οξείδωση του άνθρακα σε CO₂. Από πρακτική σκοπιά, η διαθεσιμότητα του άνθρακα καθορίζει την καταλληλότητα των αποβλήτων ως πηγή άνθρακα για την κομποστοποίηση, το ρυθμό με τον οποίο μπορούν να διασπαστούν τα απόβλητα και συνεπώς τον απαιτούμενο χρόνο παραμονής τους στο σύστημα. Απορρίμματα τα οποία είναι πλούσια σε άνθρακα (C) είναι φύλλα, φλούδες κορμών, πριονίδια, χαρτί κουζίνας, χαρτοπετσέτες, στέλεχος καλαμποκιού, άχυρα και άλλα.

Εξίσου σημαντικός είναι και ο ρόλος του αζώτου για τους μικροοργανισμούς. Το άζωτο είναι βασικό συστατικό του πρωτοπλάσματος και χωρίς αυτό οι μικροοργανισμοί δεν μπορούν να πολλαπλασιαστούν. Απορρίμματα τα οποία είναι πλούσια σε άζωτο (N) είναι το γκαζόν, διάφορα κλαδέματα, φρούτα και λαχανικά, οικιακά φυτά, κοπριά, διάφορα απορρίμματα κουζίνας (τσόφλια αυγών, υπολείμματα καφέ και με το φίλτρο, υπολείμματα από αφέψημα) και άλλα.

Η αναλογία άνθρακα προς άζωτο (C/N) είναι μια από τις σημαντικότερες τροφικές παραμέτρους. Η βέλτιστη αναλογία για την κομποστοποίηση κυμαίνεται από 20 έως 30 μέρη διαθέσιμου άνθρακα προς 1 μέρος διαθέσιμου αζώτου.

Γενικώς αποφεύγονται τα κόκαλα, απορρίμματα των κατοικίδιων, λάδια, λίπη, υπολείμματα από κρέατα και ψάρια, γαλακτοκομικά, άρρωστα φυτά και απορρίμματα που προσελκύουν ενοχλητικά ζώδια.

Για τη συγκεκριμένη κατοικία προτείνεται ένας κάδος κομποστοποίησης των 280 λίτρων, όπου υπολογίζεται, βάσει της απλής μεθόδου που έχει αναλυθεί στο τέταρτο κεφάλαιο, η παραγωγή του κομπόστ, σε δυο περίπου μήνες.



Εικόνα 4.6: Κάδος Κομποστοποίησης

Ο χώρος που καταλαμβάνει είναι περίπου 1m^3 . Οι κάδοι κομποστοποίησης δεν είναι απαραίτητοι για τη διαδικασία, αλλά πίνουν λιγότερο χώρο και κρατούν μια τάξη στον κήπο. Το κόστος του κάδου αυτού υπολογίζεται γύρω στα 100€, αλλά είναι δυνατόν να κατασκευαστεί με ευκολία και εξαιρετικά χαμηλό κόστος από τον ίδιο τον χρήστη.

4.4 Χρήση φωτοβολταϊκών στοιχείων

Η φύση προσφέρεται σαν πηγή ενέργειας. Η ηλιακή και η αιολική ενέργεια ανήκουν στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ). Την ηλιακή ενέργεια (ηλιακή ακτινοβολία) μπορούμε να την μετατρέψουμε σε ηλεκτρική ενέργεια με την βοήθεια φωτοβολταϊκών πανέλων (Φ/Β). Την αιολική ενέργεια μπορούμε να την μετατρέψουμε σε ηλεκτρική με την βοήθεια της ανεμογεννήτριας. Υπάρχουν και άλλες μορφές ΑΠΕ όπως οι υδατοπτώσεις, η γεωθερμική ενέργεια και η ενέργεια των κυμάτων. Από τις παραπάνω μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζουν η αιολική και η ηλιακή ενέργεια εξαιτίας των ανέμων και της μεγάλης ηλιοφάνειας που επικρατεί στη χώρα μας . Οι ΑΠΕ είναι οι μελλοντικές πηγές ενέργειας στον πλανήτη μας εφόσον είναι ανεξάντλητες και δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον.



Εικόνα 4.7: Αυτόνομη ενεργειακά κατοικία με χρήση φωτοβολταϊκών στοιχείων (ΑΕΤ 2005)

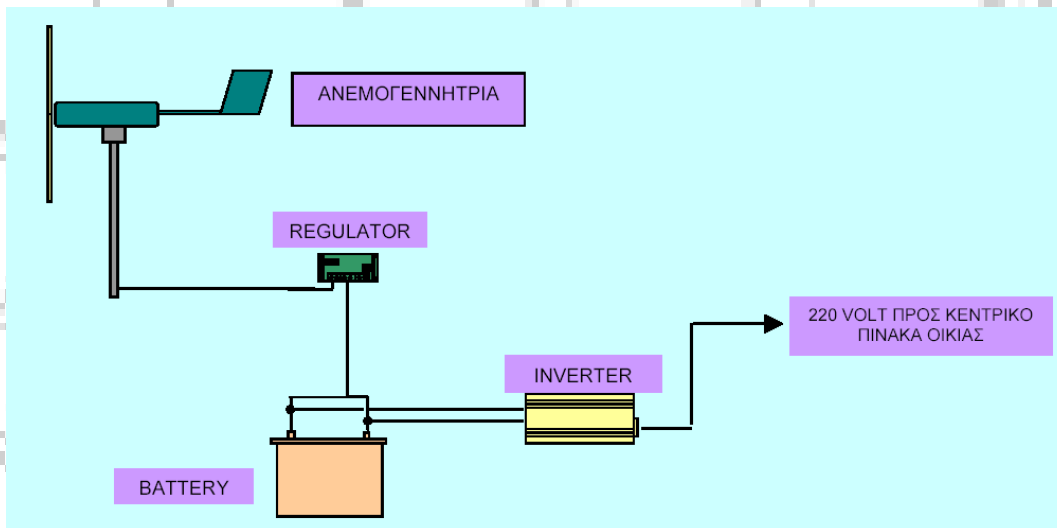
Στη περίπτωση του αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τις φωτοβολταϊκές κυψέλες, αποθηκεύεται σε συσσωρευτές (μπαταρίες), όπου προμηθεύουν το σύστημα με ηλεκτρισμό όταν χρειασθεί (π.χ. τη νύχτα). Ένας ρυθμιστής φόρτισης προστατεύει τους συσσωρευτές από την υπερφόρτιση όπως και από την ολική τους αποφόρτιση. Για τη χρήση ηλεκτρικών συσκευών με εναλλασσόμενο ρεύμα (230 VAC) το σύστημα χρειάζεται έναν μετατροπέα (inverter). Αυτόνομα φωτοβολταϊκά

συστήματα χρησιμοποιούνται κυρίως σε εξοχικά σπίτια, τροχόσπιτα, σκάφη όπως και σε απομακρυσμένα σημεία όπου δεν υπάρχει δίκτυο.

Γενικά ένα σύστημα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας περιλαμβάνει τα εξής:

Φωτοβολταϊκά panels για την συλλογή ενέργειας από τον ήλιο ή ανεμογεννήτρια για συλλογή ενέργειας από τον άνεμο. Είναι δυνατόν ένα σύστημα να περιλαμβάνει και τα δύο (μικτά συστήματα) ώστε να εκμεταλλεύεται τους συχνούς ανέμους του χειμώνα και την μεγάλη ηλιοφάνεια των θερινών μηνών.

Μπαταρία για την αποθήκευση της ενέργειας που συλλέγουμε. Το μέγεθος (χωρητικότητα Ah) της μπαταρίας καθορίζει την αποθηκευτική της ικανότητα. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν μπαταρίες μόλυβδου. Η μελέτη της μπαταρίας σε κάθε σύστημα αποτελεί εξειδικευμένη εργασία και αν δεν γίνει σωστά έχει σαν αποτέλεσμα την μειωμένη ζωή η και καταστροφή της μπαταρίας.



Εικόνα 4.8: Σχηματική διάταξη συστήματος με ανεμογεννήτρια (Interbatt 2004).

Μετατροπέα εναλλασσόμενου ρεύματος (Inverter) για την μετατροπή της τάσης της μπαταρίας από συνεχή σε εναλλασσόμενη 220 volt. Το inverter είναι ηλεκτρονική συσκευή που μετατρέπει την συνεχή τάση της μπαταρίας σε εναλλασσόμενη 220 volt. Σημαντικό ρόλο παίζει η κυματομορφή εξόδου (καθαρή ημιτονοειδής ή τροποποιημένου τετραγώνου), η ισχύς εξόδου, οι προστασίες έναντι υπερφορτίσεων, υπερθερμάνσεων, η ποιότητα και ο τρόπος κατασκευής.

Ρυθμιστή για την προστασία της μπαταρίας. Ο ρυθμιστής είναι μια ηλεκτρονική συσκευή και έχει σαν βασικό σκοπό την προστασία της μπαταρίας από υπερφόρτιση όταν η μπαταρία είναι φορτισμένη πλήρως. Η συσκευή αυτή είναι πάρα πολύ σημαντική αφού το σύστημα δεν χρειάζεται καμία επίβλεψη ενώ η μπαταρία παραμένει πάντα φορτισμένη χωρίς να υπερφορτίζεται. Εκτός από τα παραπάνω ένας σύγχρονος ρυθμιστής παρέχει και άλλες δυνατότητες όπως ενδείξεις LEDs για την κατάσταση φόρτισης της μπαταρίας και νυκτερινή λειτουργία (ενεργοποιεί τον φωτισμό μόλις νυχτώσει και τον απενεργοποιεί το πρωί).

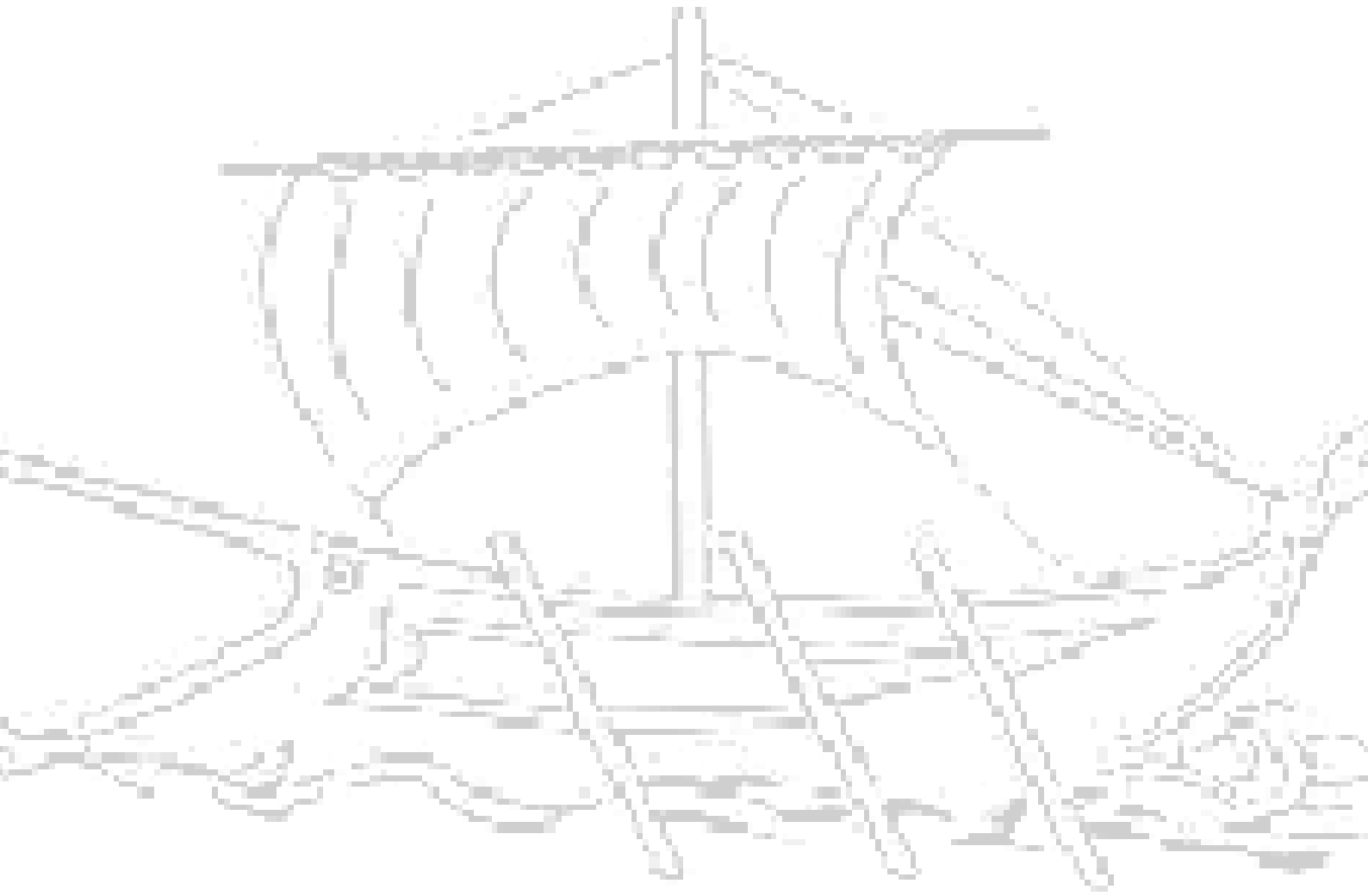
Ηλεκτρογεννήτρια σαν εφεδρική πηγή ενέργειας όταν η ενέργεια που παίρνουμε από την φύση δεν επαρκεί ή σε περιπτώσεις υπερκατανάλωσης, η δυσμενών καιρικών συνθηκών (άπνοια, συννεφιά). Η ηλεκτρογεννήτρια συνδυάζεται πάντα με φορτιστή για την μετατροπή της τάσης της γεννήτριας σε συνεχή για την φόρτιση των μπαταριών. Ένα σύστημα που περιλαμβάνει και ηλεκτρογεννήτρια είναι εντελώς ανεξάρτητο από τις καιρικές συνθήκες και σε αρκετές περιπτώσεις στοιχίζει πολύ λιγότερο σαν κόστος αγοράς του συστήματος αλλά έχει το μειονέκτημα του κόστους του καυσίμου.

Φορτιστής για την φόρτιση της μπαταρίας από την ηλεκτρογεννήτρια. Ο φορτιστής πρέπει να είναι μεγάλης ισχύος για την επαναφόρτιση των μπαταριών σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Επίσης πρέπει να είναι ειδικά κατασκευασμένος ώστε να αντέχει σε τέτοια βαριά χρήση (James & James Science Publishers Ltd 1993).

Ένα προτεινόμενο σύστημα για την κατοικία έτσι ώστε να ανεξαρτητοποιηθεί ενεργειακά και να αποκοπεί από το δίκτυο της ΔΕΗ είναι το εξής. Το σύστημα αυτό δεν θα περιλαμβάνει εφεδρική ηλεκτρογεννήτρια και όλη η ενέργεια θα συλλέγεται από τον ήλιο με χρήση φωτοβολταϊκών γεννητριών. Όλη η ενέργεια που προσφέρεται προέρχεται μόνο από τον ήλιο. Συνοπτικά το σύστημα μπορεί να λειτουργήσει ένα μεγάλο οικιακό ψυγείο 150 watt class A, μια τηλεόραση 14’’ 60 watt από 5 ώρες ανά 24ωρο, διάφορες μικροσυσκευές (DVD, video, ηλεκτρικό σίδερο 1000 watt, στεγνωτήρας μαλλιών) και να καλύψει τις ανάγκες φωτισμού με 5 λαμπτήρες από 5 ώρες ανά 24ωρο.

Το συγκεκριμένο σύστημα για να αντεπεξέλθει στα παραπάνω πρέπει να περιλαμβάνει έναν μετατροπέα 24 volt 1500 watt (full sine), μια

φωτοβολταϊκή γεννήτρια Shell Solar 12 volt 75 watt Μονοκρυσταλλικό (10 τεμάχια), έναν ρυθμιστή 12-24/30 ampere και έναν συσσωρευτή 24 volt 436 Ah με σωληνωτές πλάκες για βαθιές και συχνές εκφορτίσεις. Το κόστος μιας τέτοιας εγκατάστασης θα ανέρχεται γύρω στις 8000€, όπου η απόσβεση της υπολογίζεται περίπου στα 5 έτη.



5 Βιβλιογραφία

Αλαβάνος Ι., Οξύτατα και χρονίζοντα τα περιβαλλοντικά προβλήματα στη χώρα μας, περιοδικό ΤΕΕ, Τεύχος 2329 (31/1/05), εκδ. ΤΕΕ, Αθήνα 2005.

Ανδρεαδάκη-Χρονάκη Ε., Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική: Παθητικά Ηλιακά Συστήματα, εκδ. University Studio Press, Θεσσαλονίκη 1985.

Ανδρεαδάκης Α., Αραβαντινός Α., Καββαδάς Μ., Σταθόπουλος Α., Στάμου Α., Χατζημπίρος Κ. και Χριστούλας Δ., Περιβαλλοντική Τεχνολογία, εκδ. ΕΜΠ, Αθήνα 2000.

Ανδρεαδάκης Α., Μαμάης Δ. και Γαβαλάκη Ε., Πρόταση Ποιοτικών Ορίων και Προδιαγραφών Επαναχρησιμοποίησης Λυμάτων, εκδ. ΕΜΠ, Αθήνα, Φεβρουάριος 2003.

Αραβαντινός Α., Βλαστός Θ., Γεράρδη Κ., Γετίμης Π., Γεωργουλής Δ., Κοντορούπης Γ., Κουκλέλη Ε., Πάνζαρης Θ., Σερράος Κ., Χατζημπίρος Κ., και Χριστοφιλόπουλος Δ., Πολεοδομικός Σχεδιασμός Για Μια Βιώσιμη Ανάπτυξη, εκδ. Συμμετρία, Αθήνα 1997.

Ασημακόπουλος Α., Ολυμπιακό Χωριό με τις Αρχές του Βιοκλιματικού και Ενεργειακού Σχεδιασμού, στο: Λευκή Βίβλος της Τεχνολογίας Προϊόντων και Υπηρεσιών Περιβάλλοντος, εκδ. ΜΕΔΕΩΝ, Αθήνα 2002.

Αραβώσης Κ., Η Ανακύκλωση δε Λειτουργεί μόνο σαν Ιδέα, Χρειάζεται Κίνητρα, στο: Λευκή Βίβλος της Τεχνολογίας Προϊόντων και Υπηρεσιών Περιβάλλοντος, εκδ. ΜΕΔΕΩΝ, Αθήνα 2002.

Κορωναίος Αιμ. και Σαργέντης Γ.-Φ., Δομικά Υλικά και Οικολογία, εκδ. ΕΜΠ, Αθήνα 2005.

Βαΐου Ν., Βιώσιμες πόλεις ή (επι)βιώνοντας στην Αθήνα, περιοδικό Νέα οικολογία 9/1998, Αθήνα 1998.

Γραμματικογιάννης Α., Διερεύνηση Υδρομετεωρολογικών Μεταβλητών στην Αθήνα- Πιλοτική Εφαρμογή του Συστήματος ΜΕΤΕΟΝΕΤ, εκδ. ΕΜΠ, Αθήνα, Οκτώβριος 2005.

Εμμανουήλ Δ., Η Ευρωπαϊκή Έννοια της «Συμπαγούς» Πόλης ως Πρότυπο Βιώσιμης Ανάπτυξης: Πόσο Ταιριάζει η Οικιστική Πολιτική για την Αθήνα;, περιοδικό Δαίμων της Οικολογίας, Τεύχος 47, Μάρτιος 2005, Αθήνα 2005.

Ευθυμιόπουλος Η. και Ψωμάς Σ., Greenpeace: Οι Βιώσιμες Πόλεις-Προτάσεις για μια Οικολογική Διαχείριση του Αστικού Περιβάλλοντος, εκδ. Νεφέλη, Αθήνα 1997.

Θεοχάρη Χ., Εισήγηση της Οργανωτικής Επιτροπής, Ημερίδα ΤΕΕ 18/5/2005: Ποιότητα της Ατμόσφαιρας σε Αστικές Περιοχές- Νέα Δεδομένα και Προοπτικές, 2005.

Καστοριάδης Κ., Ανθρωπολογία Πολιτική Φιλοσοφία, Ύψιλον/ βιβλία, Αθήνα 2001.

Λάζαρη Ε., Άρθρο του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού Κτιρίων Στην Ελλάδα, Τεχνικό Περιοδικό Κτίριο, τευχ.146/ σελ.45, Θεσσαλονίκη 2002.

Κοσμόπουλος Π., Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός, Universtity Studio Press, Θεσσαλονίκη 2001.

Καραβασίλη Μ., Κτίρια για έναν πράσινο κόσμο (οικολογική δόμηση - Βιοκλιματική αρχιτεκτονική), Psystems International ΑΕ, Αθήνα 1999

Καραβασίλη Μ., Άρθρο της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, Περιοδικό ΤΕΕ, τευχ. 2125, Αθήνα 2000.

Καραβασίλη Μ., Άρθρο για παθητική ηλιακή αρχιτεκτονική, Περιοδικό ΤΕΕ, τευχ. 2025, Αθήνα 1998

Μαμάης Δ., Σαργέντης Γ.-Φ., Εφαρμογές οικολογικών αρχών στον αστικό σχεδιασμό, Ε.Μ.Π., Αθήνα 2002

Τουλιάτος Π.-Τσακανίκα Ε., Επεμβάσεις Ενίσχυσης, επισκευής & επανάχρησης Ιστορικής & Παραδοσιακής Κατασκευής σε Σεισμογενές Περιβάλλον, Σημειώσεις Σεμιναρίου, Ε.Κ.Π.Ε., Αθήνα 2003.

Χατζημπίρος Κ., Ανδρεαδάκης Α., Οικολογία για Μηχανικούς, Ε.Μ.Πολυτεχνείο, Αθήνα 2000.

Χατζημπίρος Κ., κ.α., "Περιβαλλοντική Τεχνολογία", Γ' έκδοση, ΕΜΠ, 2000.

Χριστούλας Δ., Χατζημπίρος Κ., Ανδρεαδάκης Α, Μαθήματα Οικολογίας, Γ' έκδοση, ΕΜΠ, 1995

Χρυσομαλλίδου Ν., Άρθρο της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, Περιοδικό ΤΕΕ, τευχ.2196, Αθήνα 2002.

Χρυσομαλλίδου Ν., Άρθρο του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού Κτιρίου, Τεχνικό Περιοδικό Κτίριο, τευχ. 136/ σελ.31, Θεσσαλονίκη 2001.

Χρυσομαλλίδου Ν., Θερμική συμπεριφορά κτιρίων-Παθητικά συστήματα θέρμανσης, ΚΕΝΕ, Θεσσαλονίκη 1994.

Καλογήρου Ν., Ο Τόπος και η Κατοικία, μία Αμφίδρομη Σχέση, στο: Πρακτικά του 10ου Πανελληνίου Αρχιτεκτονικού Συνεδρίου, «Η Αρχιτεκτονική και η ελληνική πόλη στον 21ο αιώνα», ed. ΣΑΔΑΣ-Πανελλήνια Ένωση Αρχιτεκτόνων, εκδ. ΤΕΕ, Αθήνα 2002.

Καραβασίλη Μ., Κτίρια για έναν Πράσινο Κόσμο (οικολογική δόμηση-βιοκλιματική αρχιτεκτονική), εκδ. Psystems International ΑΕ Ευώνυμος οικολογική Βιβλιοθήκη, Αθήνα 1999.

Καραβασίλη Μ., Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στον Αστικό Υπαίθριο Χώρο, Ημερίδα ΤΕΕ 24/5/2002, Αθήνα 2002.

Κασσιός Κ. και Δ.- Γ. Περπερίδου, Η Απορρυπαντική Συμβολή του Αστικού Πρασίνου στην Ατμόσφαιρα της Πόλης: Ημερίδα ΤΕΕ 18/3/2005: Ποιότητα της ατμόσφαιρας στις αστικές περιοχές-Νέα δεδομένα και προοπτικές, Αθήνα 2005.

Κορωναίος Α. και Σαργέντης Γ.-Φ., Δομικά Υλικά και Οικολογία, εκδ. ΕΜΠ, Αθήνα 2005.

Κασσιός Κ., Ένα Μέλλον για την Αθήνα: Σε Αναζήτηση Πολιτικών Αστικής Επανοργάνωσης του Πολεοδομικού Συγκροτήματος της Πρωτεύουσας, ed. Τσέτσης Σ.Χ., εκδ. Παπαζήση, Αθήνα 2003.

Κοσμάκη Τ., Για μια Στρατηγική Σχεδιασμού Βιώσιμων Δημόσιων Υπαίθριων Χώρων στην Πόλη: Πρακτικά του 10ου Πανελληνίου Αρχιτεκτονικού Συνεδρίου, «Η Αρχιτεκτονική και η ελληνική πόλη στον 21ο αιώνα», ed. ΣΑΔΑΣ-Πανελλήνια Ένωση Αρχιτεκτόνων, εκδ. ΤΕΕ, Αθήνα 2002.

Κοσμόπουλος Ι. Π., Περιβαλλοντική Αντίληψη του Αστικού Χώρου: Έρευνα για το κέντρο της Θεσσαλονίκης, εκδ. University Studio Press, Θεσσαλονίκη 1994.

Μαμάης Δ., Το Περιβάλλον στην Πόλη- Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων: Οικολογία για Μηχανικούς, εκδ. ΕΜΠ, Αθήνα 2004-2005.

Μαμάης Δ. και Σαργέντης Γ.-Φ., Εφαρμογές Οικολογικών Αρχών στον Αστικό Σχεδιασμό, εκδ. ΕΜΠ, Αθήνα 2002-2003.

Μαρκετάκη Β., Οικιακή Κομποστοποίηση: Πώς τα αποφάγια μας γίνονται ... λίπασμα, ένθετο ΟΙΚΟ της εφημερίδας ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ 8/10/05, Αθήνα 2005.

Μουσιόπουλος Ν. και Καραγιαννίδης Κ., Σημειώσεις στο Μάθημα «Διαχείριση Απορριμμάτων», εκδ. ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, Ιούνιος 2002.

Μιμίκου Μ. και Μπαλτάς Ε., Τεχνική Υδρολογία, έκδ. ΕΜΠ, Αθήνα 2002.

Πανέτσος Γ., Επτά θέσεις και μία πρόταση για την ανασυγκρότηση της Αθήνας, περιοδικό Αρχιτέκτονες, Μάιος-Ιούλιος, Αθήνα 1997.

Παντοκράτορας Α., Η Ανακύκλωση των Υλικών σε Έργα Ύδρευσης-Αποχέτευσης, περιοδικό ΤΕΕ Τεύχος 2196, Αθήνα 2002.

Παπαμίχος Ν., Αστική Κατοικία: Από την πολυκατοικία της Αντιπαροχής στα αστικά ακίνητα του χρηματιστηρίου, στο: Πρακτικά του 10ου Πανελληνίου Αρχιτεκτονικού Συνεδρίου, «Η Αρχιτεκτονική και η ελληνική πόλη στον 21ο αιώνα», ed. ΣΑΔΑΣ-Πανελλήνια Ένωση Αρχιτεκτόνων, εκδ. ΤΕΕ, Αθήνα 2002.

Πολυχρονόπουλος Δημήτρης, Περιβαλλοντικές Διαστάσεις του Σχεδιασμού στον Αστικό Χώρο. Η Πρόκληση της Εφαρμογής των Βιοκλιματικών Αρχών από το Κτίριο στην Πόλη, στο: Πρακτικά του 10ου Πανελληνίου Αρχιτεκτονικού Συνεδρίου, «Η Αρχιτεκτονική και η ελληνική πόλη στον 21ο αιώνα», ed. ΣΑΔΑΣ-Πανελλήνια Ένωση Αρχιτεκτόνων, εκδ. ΤΕΕ, Αθήνα 2002.

Προβελέγγιος Α., Το πνεύμα της πόλης Αθήνα, έκδ. Α. Προβελέγγιου, Αθήνα 1974.

ΣΑΔΑΣ (Σύλλογος Αρχιτεκτόνων Διπλωματούχων Ανωτάτων Σχολών), περιοδικό Αρχιτέκτονες, Μάρτιος-Απρίλιος, Αθήνα 2004.

Σαρηγιάννης Γ., Προβληματισμοί για μια 'βιώσιμη πόλη', περιοδικό Νέα Οικολογία 9/1998, Αθήνα 1998.

Σεκλιζιώτης Σ., Σύνθεση Τυπολογίας Αρχιτεκτονικής του Τοπίου και Πολεοδοπίου- Πληροφοριακό Λεξιλόγιο και Σχεδιαστικοί Συμβολισμοί από τις Επιστήμες της Οικολογίας και Συμπεριφοράς των οργανισμών, στο: Πρακτικά του 10ου Πανελληνίου Αρχιτεκτονικού Συνεδρίου, «Η Αρχιτεκτονική και η ελληνική πόλη στον 21ο αιώνα», ed. ΣΑΔΑΣ-Πανελλήνια Ένωση Αρχιτεκτόνων, εκδ. ΤΕΕ, Αθήνα 2002.

Σχίζας Γ., Αττική- Μια Οικολογική Περιήγηση στο Παρελθόν και στο Μέλλον, εκδ. Σαββάλας, Αθήνα 1996.

Τσίππρας Κ. & Θ. Τσίππρας, Οικολογική Αρχιτεκτονική, Κέδρος, 2005.

Τεχνικό περιοδικό ΔΟΜΕΣ, Οικολογική Δόμηση, τευχ. 35, Αθήνα 2005.

ΥΠΕΧΩΔΕ Διεύθυνση Οικιστικής Πολιτικής και Κατοικίας, Πιλοτικό Πρόγραμμα για την Προώθηση Εφαρμογής της Habitat Agenda σε τοπικό επίπεδο, έκδ. ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα 2002.

Φρεζάδου Ε., Η Πλατεία σαν Τόπος Επικοινωνίας στην Ελληνική Πόλη, στο: Πρακτικά του 10ου Πανελληνίου Αρχιτεκτονικού Συνεδρίου, «Η Αρχιτεκτονική και η ελληνική πόλη στον 21ο αιώνα», ed. ΣΑΔΑΣ-Πανελλήνια Ένωση Αρχιτεκτόνων, εκδ. ΤΕΕ, Αθήνα 2002.

Χατζημπίρος Κ. και Ανδρεαδάκης Α., Οικολογία για Μηχανικούς, εκδ. ΕΜΠ, Αθήνα 2000.

Χατζημπίρος Κ., Αφτιάς Μ., Κυριοπούλου Α., Νασοπούλου Σ., Ζιώγας Γ., Μπούρα Φ. και Κουκουβίνος Α., Το περιβάλλον της Αττικής: Ερευνητικό Πρόγραμμα 'Στρατηγικό Πλαίσιο Χωρικής Ανάπτυξης για την Αθήνα-Αττική', Τομέας Πολεοδομίας & Χωροταξίας του ΕΜΠ, εκδ. ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα 2004.

Χρονοπούλου-Σερέλη Α., Συμβολή της Φυτοκάλυψης στη Διαμόρφωση των Βιοκλιματικών Συνθηκών του Αστικού Χώρου: Το Παράδειγμα της Αθήνας, ΤΕΕ

AIA, Enviromental Resource Guide, American Institute of Architects, Washington, DC, 1994.

Alcorn J.A., Embodied Energy Coefficients of Building Materials, Center for Buildings Performance Researce, Victoria University of Wellington, 1996.

Baird G. & Chan S.A., Energy cost of houses and light construction buildings, New Zealand energy research and development committee, NZERDC Report No76, Auckland, 1983.

Bennet D., Graywater, An option for Household Water Reuse, Home Energy Magazine Online, July/August 1995

Consumer's Guide Small Wind Electric Systems, U.S Department of Energy, 2003.

Edwards D. & Keller K., A Workshop Design for Rainwater Roof Catchment Systems (Training Guide) and Appendix: Rainwater Harvesting for Domestic Water Supplies in Developing Countries, UNESCO/ROSTLAC, UNICEF, Instituto de Hidráulica e Hidrología, 1984

Gould J. E, "Development of Rainwater Catchment Systems: Technology and Implementation Strategies in the 1980's and Lessons for the 1990's." In: Experiences in the Development of Small-Scale Water Resources in Rural Areas: Proceedings of the International Symposium on Development of Small-Scale Water Resources in Rural Areas, Bangkok, 1990

Lynch K., Good City Form, εκδ. MIT Press, Cambridge, MA, USA 1981.

Houghton G. and Hunter C., Sustainable Cities, εκδ. Jessica Kingsley Publishers, London 1994.

Hastings R., Passive solar commercial and institutional buildings, John Wiley, N.Y., 1994

Markus T.A. & Morris E.N., Buildings, Climate and Energy, Pitman, London 1980.

Muth Eigenverlag, Dränung erdberührter Bauteile, Eigenverlag Muth, Karlsruhe.

Patricia H., Harvesting rainwater for Landscape Use, University of Arizona Cooperative, 2000

Smith Henry H., Effects of Various Factors on the Sizing of Rain Water Cistern Systems. #2 John Brewers Bay, , St Thomas, College of the Virgin Islands, Caribbean Research Institute, 1983

Texas Guide to rainwater Harvesting, University of Arizona College of Agriculture and Life Sciences, 1997

Tutt, P., Adler, D., Window Cleaning New Metric Handbook, Verlag Butterworth Arch., London 1979.

Al-Jayyousi O. R., Greywater Reuse: Towards Sustainable Water Management, ' in: Desalination Volume 156, Number1, August 2003, εκδ. Elsevier Science B.V., 2003.

Asano T. and Levine A. D., Wastewater Reclamation, Recycle and Reuse: Past, Present and Future, in: Second International Symposium on Wastewater Reclamation and Reuse (IAWQ), Preprint Book 1, ed. Angelakis A., Asano T., Diamantopoulos E., Tchobanoglous G., εκδ. International Association on Water Quality , Iraklio 1995.

Babalis D., Bioclimatic Design & Urban Regeneration for Sustainable Development, εκδ. Polistampa, Firenze 2003.

Barker R. G., Ecological Psychology, εκδ. Stanford University Press, USA 1968.

Christova-Boal D., Eden R.E. and McFarlane S., An Investigation into Greywater Reuse for Urban Residential Properties, in: Desalination Volume 106, Number 1, August 1996, εκδ. Elsevier Science B. V., 1996.

Clifford White G., Handbook of Chlorine, εκδ. Van Nostrand Reinhold Company, USA 1972.

Colombo R., Landabaso A. and Sevilla A., Εγχειρίδιο Σχεδιασμού: Παθητική Ηλιακή Αρχιτεκτονική για την Περιοχή της Μεσογείου, εκδ. Κοινό Κέντρο Ερευνών, Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Βρυξέλλες 1995.

Cooper G. and Taylor G., Giardini per il Futuro, εκδ. Logos, Italy 2000.

European Commission, Flash Eurobarometer, Urban Audit Perception Survey-Local Perceptions of Quality of Life in 31 European Cities, EOS Gallup Europe, 2004.

Forester T., The Electronic Cottage Revisited: Towards the Flexible Work Style, Urban Futures, Special issue 5, 1992.

FISRWG: Federal Interagency Stream Restoration Working Group, Stream Corridor Restoration: Principles, Processes and Practices, GPO Item No.0120-A., USA 1998.

Gehl J., Διεθνής Εμπειρία, στο: Πρακτικά του 10ου Πανελληνίου Αρχιτεκτονικού Συνεδρίου, Η Αρχιτεκτονική και η Ελληνική Πόλη στον 21ο αιώνα, ed. ΣΑΔΑΣ-Πανελλήνια Ένωση Αρχιτεκτόνων, εκδ. ΤΕΕ, Αθήνα 2002.

Haughton G. and Hunter C., Sustainable Cities, εκδ. Jessica Kingsley Publishers, London 1994.

Holdern J. P. and Ehrlich P. R., Human Population and the Global Environment, American Scientist, Number 62, USA 1974.

Horelli L., A Methodology of Participatory Planning, in: Handbook of Environmental Psychology, ed. R.B. Bechtel & A. Churchman, εκδ. John Wiley & Sons Inc., New York 2002.

Kitamura R., Home Work Clears Air, New Scientist 5/10/1991, USA 1991.

Land Use Consultants, Making the Links: Green Space and Quality of Life,

Scottish Natural Heritage Commissioned Report No.060, Scotland 2004.

Lens P., Zeeman G. and Lettinga G., Decentralised Sanitation and Reuse- Concepts- Systems and Implementation, εκδ. I.W.A. Publishing, USA 2001.

Loukaitou-Sideris A., Children's Common Grounds: A Study of Intergroup Relations Among Children in Public Settings, Journal of the American Planning Association, Volume64, No2, USA 2003.

Minnesota Pollution Control Agency, Protecting Water Quality in Urban Areas: Best Management Practices for Dealing with Storm Water Runoff from Urban, Suburban and Developing Areas of Minnesota, εκδ. St. Paul: Minnesota Pollution Control Agency, USA 2000.

Mitchell W. J., What cyberspace does to real space London, εκδ. The MIT Press, USA 2003.

NSWHEALTH, Greywater Reuse in Sewered Single Domestic Premises, April 2000.

Porrit J., Seeing Green, εκδ. Basil Blackweel Oxford and Cambridge, MA, 1984.

Proshansky H. M, Ittelson W. H., Rivlin L. G., Environmental Psychology: Man and his Physical Setting, εκδ. The City University of New York, USA 1970.

Radcliffe, J., Water Recycling in Australia, εκδ. Victoria: The Australian Academy of Technological Sciences and Engineering, Australia 2003.

Reichen B., Για μια Βιώσιμη Συζήτηση για την Πόλη, στο: Το Δυτικό Τόξο στη Θεσσαλονίκη: Νέοι Κοινόχρηστοι Χώροι για τη Σύγχρονη Πόλη, ed. Σημαιοφορίδης Γ, εκδ. Untimely Books, Αθήνα 2000.

Shelef G. and Azov Y., The Coming Era of Intensive Wastewater Reuse in the Mediterranean Region, in: Second International Symposium On Wastewater Reclamation and Reuse (IAWQ), Preprint Book 1, ed. Angelakis A., Asano T., Diamantopoulos E., Tchobanoglous G., εκδ. International Association on Water Quality, Iraklio 1995.

Speller G.M., Landscape, Place and the Psycho-social Impact of the Channel Tunnel Terminal Project, Unpublished MSc. Dissertation, εκδ. University of Surrey, Guildford, UK 1988.

Tchobanoglous G., Burton F.L. and Stensel H.D., Wastewater Engineering Treatment and Reuse, εκδ. McGraw-Hill, New York 2003.

Thomas P. and Zeisel J., Greywater Recycling in Urban Areas in Ecological

Engineering for Wastewater Treatment, εκδ. CRC Press Inc., USA 1997.

UNEP (United Nations Environment Program), Guidelines for Municipal Water Reuse in the Mediterranean Region, εκδ. UNEP/MAP, Athens 2005.

UNESCO (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization), History of mankind, εκδ. UNESCO, 1963.

Washington State Department of Health, Water Conservation: Using Greywater Fact Sheet, Wastewater Management Program, May 2005.

Wilson A., Greening Federal Facilities: An Energy, Environmental, and Economic Resource Guide for Federal Facility Managers and Designers, εκδ. Building Green Inc., Brattleboro, Vermont, 2001.

Wilson P., Wheeler D. and Kennedy D., Graywater Guide: Using Graywater in your Home Landscape, εκδ. Department of Water Resources, California USA, January 1995.

Yeang K., Designing With Nature: The Ecological Basis for Architectural Design, εκδ Mc Grow-Hill Inc., USA 1995.

Zeisel J. and Nolde E., Graywater Recycling in Urban Areas, in: Second International Symposium on Wastewater Reclamation and Reuse Preprint Book 2, ed. Angelakis A., Asano T., Diamantopoulos E., Tchobanoglous G. εκδ. International Association on Water Quality, Iraklio 1995.

Στάγκος Φ., Δυστυχημένοι οι Αθηναίοι, εφημερίδα Τα Νέα 15/7/05, Αθήνα 2005.

Χαλουλάκου Α., Αιωρούμενα Σωματίδια(PM10/PM2,5) και Ποιότητα της Ατμόσφαιρας στην Περιοχή της Αθήνας: Διαχρονικές Τάσεις- Κατηγορίες Πηγών, ΗΜΕΡΙΔΑ ΤΕΕ (18/3/2005): Ποιότητα της ατμόσφαιρας στις αστικές περιοχές-Νέα δεδομένα και προοπτικές, Αθήνα 2005.

Παπαϊωάννου Τ., Η πόλη που βρυχάται, εφημερίδα Τα Νέα 20/7/04, Αθήνα 2004.

Soleri P., Ecocity Theory, in: Report of the 1st International Ecocity Conference, Urban Ecology and Cerro Gordo Town Forum ed. Canfield C., 1990.

Τεχνικό περιοδικό Ecotec, Φωτοβολταϊκά, Τεχνοεκδοτική, τευχ.2, Αθηνά 2005.

Tschumi B., Περιοδικό Μετάπολις, τεύχος 2, εκδ. METAPOLIS PRESS, Αθήνα 2001.

Revue Urbanisme, Développement Durable: L' Enjeu urbain, Numéro 324 mars-avril 2002, France 2002.

Τσίγκας Ε., Άρθρο: Ηλιακοί τοίχοι και παράθυρα, τευχ.118/σελ.27, Θεσσαλονίκη 1999.

Φιλιππίδης, Ελληνική Παραδοσιακή αρχιτεκτονική, τόμος 2, τόμος 6, Μέλισσα

Moore F., Enviromental Control Systems, McGraw-Hill, Singapore 1993.

USEPA, Standards for the Use and Disposal of Sewage Sludge, 40 CFR Part 503, Federal Register 58, USEPA 1993.

Shakespeare W., Coriolanus, εκδ. Oxford University Press, USA 1994.

Ευθυμιόπουλος Η., Οικολογική Δόμηση, Ελληνικά Γράμματα, Αθηνά 2000.

Birkhuser V., Photovoltaik und architektur, Othmar Humm, 1993

Τσίππρας Κ., Το οικολογικό σπίτι, Α.Α.Λιβάνη – Νέα Σύνορα, 1995.

Mobbs M., Sustainable House. University of Otago Press, 1999.

Edwards B. & Turrent D., Sustainable Housing, Spon, London 2000.

Berman A., your naturally healthy home, Rodale press, N.Y., 2001

6 INTEPNET

www.alupro.org.uk

www.anakyklosi.idx.gr

www.asda.gr/elxoro/articles

www.asda.gr/elxoro/articles.htm#β

www.bo01.com

www.cityofathens.gr

www.cres.gr/bioclimatic

www.dimospefkiw.gr/hiliako.htm

www.eea.eu.int

www.egbf.org

www.epa.gov/epaoswer/non-hw/composting/vessel.htm

www.epa.vic.gov.au/Eco-footprint

www.erscp2004.net/downloads/papers/Anaurkiaga.pdf

www.europa.eu.int

www.europa.eu.int/comm/environment/toolkits

www.europa.eu.int/scadplus/leg/el/lvb/l21207.htm

www.gmt-organic.com/EarthTub/faq.htm

www.greekarchitects.gr/reportaz.2005/astiki.anasigktotisi/astiki.anasigrotisi.htm

www.greenpeace.org/greece

www.green-space.org.uk/

www.hua.gr/compost.net/process

www.itia.ntua.gr/getfile/632/1/2004AlternWastSystems.pdf

www.malmo.com

www.minenv.gr/anakyklosi

www.Nett21.gec.jp/GESAP/themes/themes2.html

www.oikoen.gr/selides~compopst.htm

www.onsiteconsortium.org/files/WaterReuseFinalpdf

www.open.ac.uk

www.sussex.ac.uk/Units/gec/pubs/briefing/brief-11.htm

www.ucm.org.cy/gr/documents/ekthesis/chap4_texnikes.doc

www.urbanaudit.org