

Α.Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ: ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

Τομέας Β΄

**Κατασκευή συγκροτήματος τεσσάρων
μεμονωμένων κατοικιών μηδενικής
ενεργειακής κατανάλωσης, στην
Κηφισιά Αττικής με χρήση
βιοκλιματικού σχεδιασμού και Α.Π.Ε.**



ΚΟΥΒΕΛΟΣ ΑΛΕΞΙΟΣ
Α.Μ.:36379
ΝΙΚΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
Α.Μ.:36367

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΣΙΟΡΙΚΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ
Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2014

CO₂

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	2
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ	5
1.1 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ	6
1.2 ΑΡΧΕΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	6
1.3 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (Α.Π.Ε.) ΣΤΗΝ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ	11
1.4 ΑΝΑΓΚΕΣ ΠΟΥ ΟΔΗΓΗΣΑΝ ΣΤΗΝ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΔΟΜΗΣΗΣ	13
2.1 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ	13
2.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ	15
2.2.1 Θερμικές απώλειες	15
2.2.2 Μελέτη και σχεδιασμός θερμομόνωσης κτιρίου.....	15
2.2.3 Θερμομόνωση των δομικών στοιχείων	15
2.2.4 Χαρακτηριστικές ιδιότητες των δομικών στοιχείων	16
2.2.5 Στοιχεία του κτιρίου ευάλωτα στη θερμοδιαφυγή	18
2.3 ΥΛΙΚΑ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ	21
2.3.1 Κριτήρια επιλογής θερμομονωτικών υλικών.....	21
2.3.2 Συνηθισμένα θερμομονωτικά υλικά.....	22
2.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΛΙΚΩΝ	23
2.4.1 Θερμομονωτικά τούβλα.....	23
2.4.2 Μαλλί προβάτου	24
2.4.3 Μόνωση Φελλού.....	29
2.4.5 Μόνωση Κάνναβης.....	34
2.4.6 Μόνωση Λιναριού.....	39
2.4.7 Εξηλασμένη πολυστερίνη	43
2.4.8 Πολυουρεθάνη	43
2.4.9 Υαλοβάμβακας / πετροβάμβακας	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	45
3.1 ΟΡΙΣΜΟΣ	45
3.2 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΩΝ ΑΠΕ	48
3.2.1 Ο Ήλιος – Ηλιακή Ενέργεια	48
3.2.2 Η Γεωθερμία – Γεωθερμική Ενέργεια	49
3.2.3 Η Βιομάζα.....	50

3.2.4 Άνεμος – Αιολική Ενέργεια	53
3.2.5 Νερό – Υδραυλική Ενέργεια.....	54
3.2.6 Οι Θάλασσες – Ενέργεια Κυμάτων.....	56
3.1 ΜΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	60
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ.....	63
4.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ	63
4.2 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	65
4.2.1 Κατανάλωση ενέργειας κατά την παραγωγή των δομικών υλικών	65
4.2.2 Κατανάλωση ενέργειας κατά την κατασκευή, χρήση και κατεδάφιση κτιρίων	66
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΜΑΣ	72
5.1 ΚΤΙΡΙΟ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ.....	72
5.3 ΣΥΜΜΕΙΚΤΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ.....	79
5.4 ΠΕΤΡΙΝΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ.....	83
5.5 ΞΥΛΙΝΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ	88
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ.....	90
6.1 ΗΛΕΚΤΡΟΔΟΤΗΣΗ	91
6.2 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	92
6.3 ΤΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΑΣ.....	100
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ	106
7.1 ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ.....	106
7.2 ΛΕΒΗΤΑΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ	110
7.3 ΛΕΒΗΤΑΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ (ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΣ)	111
7.4 ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΑΕΡΟΣ – ΝΕΡΟΥ ΥΨΗΛΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ.....	112
7.5 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ.....	114
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΣΥΛΛΟΓΗ ΒΡΟΧΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ.....	117
8.1 ΝΕΡΟ	117
8.2 ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΒΡΟΧΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ	120
8.3 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	123
8.4 ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	130
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ.....	133
9.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ.....	133
9.2 ΑΣΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΙΔΙΩΤΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ	134
9.2.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.....	135
9.3 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ.....	137
9.3.1 Λειτουργία του βιολογικού καθαρισμού	138

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10: ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ –ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	141
ΕΠΙΛΟΓΟΣ	143
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΠΗΓΕΣ:	144

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με τίτλο “ **Κατασκευή συγκροτήματος τεσσάρων μεμονωμένων κατοικιών μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης, στην Κηφισιά Αττικής με χρήση βιοκλιματικού σχεδιασμού και Α.Π.Ε.** ” αποτελεί μια προσπάθεια μελέτης, ανάλυσης και καταγραφής της ρύπανσης που μπορεί να επιφέρει μια κατοικία φτιαγμένη στα πλαίσια του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού.

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ

Στην εποχή μας έχει γίνει αντιληπτό ότι οι ανάγκες για μια διαφορετική διαχείριση της ενέργειας και η υπερβολική φόρτιση του περιβάλλοντος από τις δραστηριότητες που εμείς οι ίδιοι κάνουμε, έφεραν στο προσκήνιο μια αλλαγή στην μεθοδολογία δόμησης των κτιρίων και των πόλεων. Αυτή η αλλαγή ή αλλιώς αυτή η νέα αρχιτεκτονική σκέψη δεν ενδιαφέρεται μόνο για την αισθητική των κτιρίων και τα λειτουργικά τους χαρακτηριστικά αλλά και για την ποιότητα κατασκευής τους. Αντιμετωπίζει την ενέργεια ως μέρος της δομής τους κτιρίου και επαναφέρει την ανάγκη προσαρμογής των κτιρίων στο τοπικό κλίμα και περιβάλλον.

Στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ο τομέας των κτιρίων απορροφά περίπου το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης και το ποσοστό αυτό αναμένεται να αυξηθεί τα επόμενα χρόνια. Το ποσοστό αυτό, παράλληλα με τις επιπτώσεις στη ρύπανση της ατμόσφαιρας έχει την δυνατότητα να μειωθεί με την εφαρμογή των αρχών του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού και την αποδοτικότερη χρήση των ΑΠΕ όπως της ηλιακής... κ.α.

ΣΚΟΠΟΣ

Ο κύριος σκοπός αυτής της εργασίας είναι να ερευνήσουμε τον τρόπο κατασκευής μιας βιοκλιματικής κατοικίας με την χρήση των ΑΠΕ και τον

υπολογισμό των ρύπων (περιβαλλοντικό αποτύπωμα) που παράγει αυτή από και κατά την διάρκεια της κατασκευής της.

Στόχος μας δε, είναι να γνωρίσουμε τι είναι το περιβαλλοντικό αποτύπωμα, τι μετράει, τι αποτυπώνει, πως το αποτυπώνει και για ποιο λόγο. Θέλοντας όμως να εμβαθύνουμε στη ρύπανση που μπορεί να προκαλέσει μια κατοικία, θα μελετήσουμε δομικά υλικά και θα προσπαθήσουμε να προσεγγίσουμε τον όγκο των ρύπων που παράγουν οι τέσσερις κατοικίες (σκυρόδεμα, σύμμεικτη, πέτρινη, ξύλινη) κατά τη κατασκευή τους, έχοντας τη δική μας σχεδιαστική πινελιά. Εν τέλει, στόχος αυτής της πτυχιακής εργασίας είναι να διαπιστώσουμε εάν και σε πόσο χρονικό διάστημα μπορεί μια κατοικία να αποσβέσει την ρύπανση που δημιούργησε στο περιβάλλον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ

1.1 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική, η χρήση οικολογικών υλικών και το αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη μείωση της ενεργειακής σπατάλης, μαρτυρούν πως η βιοκλιματική δόμηση έχει πάψει να είναι άγνωστη λέξη για τους περισσότερους Έλληνες.



Εικόνα 1.1 Βιοκλιματική Κατοικία

Βιοκλιματικός σχεδιασμός ενός κτιρίου είναι ο σχεδιασμός ο οποίος λαμβάνοντας υπόψη το κλίμα κάθε περιοχής, στοχεύει στην εξασφάλιση των απαραίτητων εσωκλιματικών συνθηκών (θερμική και οπτική άνεση, ποιότητα αέρα) με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας, αξιοποιώντας τις διαθέσιμες περιβαλλοντικές πηγές (ήλιο, αέρα - άνεμο, νερό, έδαφος). Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός συνεισφέρει στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση, την ψύξη και το φωτισμό των κτιρίων. Τεχνικές του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν η θερμική προστασία του κελύφους, τα παθητικά ηλιακά συστήματα, οι τεχνικές και τα συστήματα φυσικού δροσισμού και φυσικού φωτισμού και ορισμένες τεχνικές ορθολογικής χρήσης ενέργειας (θερμικές ζώνες, αποθήκευση θερμότητας στα δομικά στοιχεία του κτιρίου). Στην Ελλάδα τα βιοκλιματικά κτίρια, όπως προκύπτει από μετρήσεις, ενεργειακές καταγραφές και προσομοιώσεις, παρουσιάζουν εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 30% σε σχέση με συνήθη συμβατικά κτίρια, ενώ σε σχέση με παλαιότερα αμόνωτα κτίρια η αντίστοιχη εξοικονόμηση ενέργειας ανέρχεται σε ποσοστό της τάξης του 80%.

1.2 ΑΡΧΕΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός εξαρτάται από το τοπικό κλίμα και βασίζεται στις παρακάτω αρχές:

- Θερμική προστασία των κτιρίων τόσο το χειμώνα, όσο και το καλοκαίρι με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών που εφαρμόζονται στο εξωτερικό κέλυφος των κτιρίων, ιδιαίτερα με την κατάλληλη θερμομόνωση και αεροστεγάνωση του κτιρίου και των ανοιγμάτων του.
- Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων τη χειμερινή περίοδο και για φυσικό φωτισμό όλο το χρόνο. Αυτό επιτυγχάνεται με τον προσανατολισμό των χώρων και ιδιαίτερα των ανοιγμάτων (ο νότιος προσανατολισμός είναι ο καταλληλότερος) και την διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων ανάλογα με τις θερμικές τους ανάγκες και με τα παθητικά ηλιακά συστήματα που συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και αποτελούν "φυσικά" συστήματα θέρμανσης, αλλά και φωτισμού.
- Προστασία των κτιρίων από τον καλοκαιρινό ήλιο, κυρίως μέσω της σκίασης, αλλά και της κατάλληλης κατασκευής του κελύφους.
- Απομάκρυνση της θερμότητας που το καλοκαίρι συσσωρεύεται μέσα στο κτίριο με φυσικό τρόπο προς το εξωτερικό περιβάλλον με συστήματα και τεχνικές παθητικού δροσισμού, όπως ο φυσικός αερισμός τις νυχτερινές ώρες.
- Εξασφάλιση επαρκούς φυσικού φωτισμού και ελέγχου της φωτεινής ακτινοβολίας ώστε να υπάρχει επάρκεια και ομαλή κατανομή του φωτός μέσα στους χώρους.
- Βελτίωση του κλίματος έξω και γύρω από τα κτίρια, με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό των εξωτερικών χώρων και, εν γένει, του δομημένου περιβάλλοντος, ακολουθώντας όλες τις παραπάνω αρχές.
- Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός περιλαμβάνει και τα **Παθητικά Ηλιακά Συστήματα**, που είναι αναπόσπαστα κομμάτια - δομικά στοιχεία ενός κτιρίου, που λειτουργούν χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα ή πρόσθετη παροχή ενέργειας και με φυσικό τρόπο θερμαίνουν, αλλά και δροσίζουν τα κτίρια.

Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα επιτρέπουν σημαντική μείωση του ενεργειακού κόστους για την θέρμανση των κτιρίων και βελτιώνουν την θερμική άνεση των ενοίκων τους.

Η θέρμανση των κτιρίων με παθητικά ηλιακά συστήματα βασίζεται:

- στη συλλογή της ηλιακής ενέργειας και στην μετατροπή της σε θερμική
- στην αποθήκευση της θερμικής ενέργειας,
- στη διατήρηση της θερμότητας στο κτίριο,
- στη διανομή της θερμότητας.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι συνήθως απλές κατασκευές ενσωματωμένες στο κέλυφος του κτιρίου. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τους είναι πολύ συχνά κοινά οικοδομικά υλικά. Ο βασικός τους σκοπός είναι η συλλογή ηλιακής ενέργειας, η αποθήκευσή της και η διανομή της στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου. Το συνηθέστερο παθητικό ηλιακό σύστημα (σύστημα άμεσου κέρδους) βασίζεται στην αξιοποίηση των παραθύρων κατάλληλου προσανατολισμού. Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα απαιτούν προσανατολισμό περίπου νότιο, ώστε να υπάρχει ηλιακή πρόσπτωση στα ανοίγματα κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα. Επιπλέον, πρέπει να συνδυάζονται με την απαιτούμενη θερμική προστασία (θερμομόνωση) και την απαιτούμενη θερμική μάζα του κτιρίου, η οποία αποθηκεύει και αποδίδει τη θερμότητα στο χώρο με χρονική υστέρηση, ομαλοποιώντας έτσι την κατανομή της θερμοκρασίας μέσα στο εικοσιτετράωρο. Ειδική προσοχή θα πρέπει να δίνεται στην περίπτωση των κτιρίων στα οποία έχουν ενσωματωθεί παθητικά ηλιακά συστήματα έτσι ώστε να λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα (σκίαση, φυσικός αερισμός κλπ.) για να αποφεύγεται η υπερθέρμανση κατά την διάρκεια του καλοκαιριού.

Κατηγορίες παθητικών συστημάτων θέρμανσης:

- Σύστημα άμεσου κέρδους (παράθυρα κατάλληλου προσανατολισμού)
- Συστήματα έμμεσου κέρδους – Ηλιακοί τοίχοι
- Σύστημα έμμεσου κέρδους – Ηλιακός χώρος (θερμοκήπιο)
- Σύστημα έμμεσου κέρδους – Ηλιακό αίθριο
- Συστήματα απομονωμένου κέρδους – Θερμοσιφωνικό πάνελ (εκτός του κτιριακού περιβλήματος)

Φυσικός φωτισμός

Ο τεχνητός φωτισμός αποτελεί σημαντική πηγή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε ορισμένα κτίρια. Ανάλογα με τον τύπο των λαμπτήρων, ένα μικρό ή μεγάλο ποσοστό του φορτίου φωτισμού μετατρέπεται σε θερμότητα που επηρεάζει το θερμικό και το ψυκτικό φορτίο του κτιρίου.

Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δίνεται στον σχεδιασμό των ανοιγμάτων που επιτρέπουν την είσοδο του φυσικού φωτός. Ο σχεδιασμός αυτός θα πρέπει να συμβάλλει:

- στην βελτίωση του φωτισμού στο εσωτερικό του κτιρίου και στην μεγαλύτερη οπτική άνεση.
- στην μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης για φωτισμό
- στην μείωση του ψυκτικού φορτίου

Η χρήση φυσικού φωτισμού κάνει δυνατή την μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό έως και κατά 80%. Στην περίπτωση όπου το

κτίριο λειτουργεί σε 24ωρη βάση με την χρησιμοποίηση τεχνητού φωτισμού, η συνεισφορά του φυσικού φωτισμού φθάνει μέχρι και στο 40% της αρχικής κατανάλωσης.

Ο φυσικός φωτισμός, ως στοιχείο αρχιτεκτονικού σχεδιασμού, αποτελεί από μόνος του αντικείμενο σημαντικού τμήματος της αρχιτεκτονικής μελέτης, ενώ υπάρχουν ακόμα και εξειδικευμένα μελετητικά γραφεία αρχιτεκτονικού φωτισμού, που αναλαμβάνουν αποκλειστικά μελέτες φυσικού φωτισμού κάνοντας χρήση ειδικών προγραμμάτων προσομείωσης.

Οι διάφορες τεχνικές φυσικού φωτισμού μπορούν να ομαδοποιηθούν στις εξής βασικές κατηγορίες:

- Ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία
- Ανοίγματα οροφής
- Αίθρια
- Φωταγωγοί

Φυσικός δροσισμός & Σκίαση

Ο φυσικός δροσισμός αποτελεί την εναλλακτική πρακτική για την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης στα κτίρια το καλοκαίρι, καθώς η εντατικοποίηση της εγκατάστασης και χρήσης κλιματιστικών συσκευών επιφέρει σημαντικά ενεργειακά, περιβαλλοντικά και οικονομικά προβλήματα, αφού καταναλώνουν πολύ μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας.

Η εφαρμογή τεχνικών φυσικού δροσισμού συνεπάγεται από μείωση των ψυκτικών φορτίων των κτιρίων και του χρόνου λειτουργίας των συστημάτων αυτών, μέχρι και την κατάργηση της ανάγκης εγκατάστασης συστήματος κλιματισμού.

Με το φυσικό δροσισμό, εκτός της εξοικονομούμενης ενέργειας, βελτιώνονται σημαντικά οι συνθήκες άνεσης μέσα στους χώρους, ακόμα και σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες λόγω των δροσερών δομικών στοιχείων και των ρευμάτων αέρα μέσα σε αυτούς, ενώ από έρευνες προκύπτει ότι η θερμοκρασία μέσα στα κτίρια μπορεί να διατηρηθεί έως και 10 °C χαμηλότερη από την εξωτερική.

Η λειτουργία των τεχνικών φυσικού δροσισμού βασίζεται στη μείωση των ηλιακών και θερμικών κερδών στο περίβλημα του κτιρίου και στην απόρριψη της θερμότητας από το εσωτερικό του κτιρίου προς το φυσικό περιβάλλον (προς τον αέρα με συναγωγή / αγωγή, προς τη γη με αγωγή προς τον ουρανό με ακτινοβολία, σε νερό μέσω εξάτμισης)

Τεχνικές και τα συστήματα φυσικού δροσισμού:

Ηλιοπροστασία/σκίαση – θερμική προστασία: Σκίαση ανοιγμάτων, φυτεμένο δώμα, ανακλαστικά επιχρίσματα εξωτερικών επιφανειών, φράγμα ακτινοβολίας

Φυσικός αερισμός: Διαμετρής φυσικός αερισμός (ημερήσιος ή νυκτερινός), υβριδικός αερισμός (ανεμιστήρες οροφής και άλλοι), ηλιακή καμινάδα,

Δροσισμός μέσω εδάφους: (υπόσκαφα ή υμιυπόσκαφα κτίρια, υπεδάφιο σύστημα αγωγών (εναλλάκτες εδάφους-αέρα)

Εξατμιστικός δροσισμός: Πύργος δροσισμού, ψυκτικές μονάδες εξάτμισης (άμεσης, έμμεσης ή συνδυασμένης εξάτμισης)

Πράσινες στέγες

Η ιδέα φύτευσης των ταρατσών ώστε να λειτουργούν ως φυσικά φίλτρα και ως πνεύμονες πρασίνου μέσα στον αστικό ιστό, κερδίζει συνεχώς έδαφος. Το συνολικό κόστος δεν είναι απαγορευτικό, ενώ τα οφέλη είναι αναμφισβήτητα. Τα βασικότερα πλεονεκτήματα που προσφέρουν οι πράσινες στέγες συνοψίζονται στα εξής:

- βελτιώνουν την ποιότητα του εισπνεόμενου αέρα (παράγουν οξυγόνο, φιλτράρουν τη σκόνη και το νέφος)
- προσφέρουν εξαιρετική θερμομόνωση, υγραμόνωση και ηχομόνωση (σε ένα καλά μονωμένο κτίριο η χρήση του κλιματιστικού και του καλοριφέρ μειώνεται)
- ομορφαίνουν κτίρια και γειτονιές
- έχουν μειωμένα έξοδα συντήρησης
- βελτιώνουν το μικροκλίμα των αστικών περιοχών
- δημιουργούν φυσικό περιβάλλον για την αστική χλωρίδα και πανίδα

Αναμφισβήτητα, οι πράσινες στέγες προσφέρουν αισθητικά, οικολογικά και λειτουργικά πλεονεκτήματα και αποτελούν μια σύγχρονη εφαρμογή περιβαλλοντικού σχεδιασμού με σημαντικά τεχνοοικονομικά οφέλη.



Εικόνα 1.2 Φυτεμένο Δώμα

1.3 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (Α.Π.Ε.) ΣΤΗΝ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ

Οι τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας με χρήση ανανεώσιμων πηγών είναι ευρύτατα διαδεδομένες. Στον οικιακό τομέα, τέτοιες εφαρμογές για θέρμανση ή προθέρμανση νερού είναι: οι ηλιακοί συλλέκτες οι οποίοι εκμεταλλεύονται την ηλιακή ακτινοβολία και οι γεωθερμικές αντλίες οι οποίες εκμεταλλεύονται την σταθερά υψηλή θερμοκρασία εδαφών με γεωθερμικό δυναμικό. Οι τελευταίες μάλιστα, αρχίζουν και βρίσκουν όλο και μεγαλύτερη εφαρμογή στο τομέα της ψύξης, εκμεταλλευόμενες τη σταθερή θερμοκρασία κοινών εδαφών (ή υδάτων) στα οποία απορρίπτουν ποσά θερμότητας.

Τέλος, σημαντικές δυνατότητες εξοικονόμησης δίνουν εξειδικευμένες διατάξεις ανάκτησης απορριπτόμενης ενέργειας. Τέτοιες διατάξεις χρησιμοποιούνται στα σπίτια συχνότατα σε περιπτώσεις τζακιών και λεβήτων κεντρικής θέρμανσης με αυξημένη ενεργειακή απόδοση που ανακτούν σημαντικά ποσά θερμότητας από τα απορριπτόμενα καυσαέρια και τα αποδίδουν για τη θέρμανση νερού ή αέρα. Σε άλλες πάλι περιπτώσεις κεντρικών κλιματιστικών μονάδων όπου προστίθεται διάταξη διασταυρούμενης ροής ανακτούνται ή αποδίδονται από τις απορριπτόμενες ποσότητες αέρα, ποσά θερμότητας για προκλιματισμό, και σπανιότερα δε ανακτούνται από συμπυκνωτές ψυκτικών διατάξεων για προθέρμανση αέρα.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός τελικά έχει ως στόχο μια καλύτερη ποιότητα ζωής, στοχεύοντας εξίσου στην μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και στην αναβάθμιση του περιβάλλοντος που ζούμε. Δεν είναι πολυτέλεια, είναι μια πραγματική ανάγκη του σύγχρονου ανθρώπου. Οι δυνατότητες υπάρχουν. Είναι στο χέρι μας να κερδίσουμε το στοίχημα, ξεκινώντας από το σπίτι μας.

Θα αναφερθούμε αναλυτικότερα στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας παρακάτω.

1.4 ΑΝΑΓΚΕΣ ΠΟΥ ΟΔΗΓΗΣΑΝ ΣΤΗΝ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ

Τον τελευταίο καιρό όλοι μιλούν για τα βιοκλιματικά κτίρια και τον "νέο" βιοκλιματικό σχεδιασμό. Όμως λόγω της άγνοιας που υπάρχει σε αυτό το θέμα και της μη απαραίτητης πληροφόρησης, δεν γνωρίζουμε πως η βιοκλιματική Αρχιτεκτονική υπήρχε από αρχαιοτάτων χρόνων.

Έτσι, η βιοκλιματική Αρχιτεκτονική δεν είναι κάτι νέο! Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το Ηλιακό Σπίτι του Σωκράτη (470 π.Χ.), με οδηγίες Βιοκλιματικού Σχεδιασμού. Στις Μυκήνες, η δόμηση γινόταν με βάση τις Βιοκλιματικές αρχές σχεδιασμού. Οι σχεδιαστές εκμεταλλεύοντουσαν την κατεύθυνση και την ένταση του άνεμου, δημιουργώντας στενές οδούς οι οποίες

έπαιζαν τον ρόλο διόδου για τον άνεμο, με σκοπό την επιτάχυνσή του, ώστε να δημιουργήσουν ένα είδος φυσικού κλιματισμού! Ακόμη έχουμε την περίπτωση της Ολύνθου στη Χαλκιδική η οποία χαρακτηρίζεται ως το τελειότερο "ηλιακό Άστυ", καθώς και τα καμπυλόγραμμα και ευθύγραμμα οικήματα στην Δήλο και στην Ιωνία της Μ. Ασίας. Γενικά οι αρχαίοι Έλληνες χάραζαν τους δρόμους με τέτοιο τρόπο ώστε τα σπίτια τους να μην σκιάζουν το γειτονικό.

Στην σύγχρονη δόμηση και ειδικά πριν την περίοδο της ελάττωσης των φυσικών πόρων και της ανησυχίας για το περιβάλλον, το κόστος και η ποσότητα επικράτησαν έναντι της αξίας και της ποιότητας.

Παράγοντες όπως ο προσανατολισμός, η μορφολογία του εδάφους, ο ηλιασμός, το κλίμα, και οι σχέσεις δομημένου και φυσικού περιβάλλοντος, παραμερίστηκαν και συχνά εξαιρέθηκαν. Οι αμφισβητούμενες πρακτικές δόμησης και η ελλιπής εφαρμογή της νομοθεσίας οδήγησαν στην απουσία ουσιαστικών κατευθύνσεων για καλύτερη ποιότητα ζωής και ορθολογική χρήση της ενέργειας. Ο μέσος Έλληνας πρέσβευε την αειφορία, δηλαδή την πρακτική του "έχω και θα έχω για πάντα". Όμως τα πράγματα έχουν αλλάξει. Η ολοένα και μεγαλύτερη ανησυχία για το περιβάλλον, η αποδοχή της ανάγκης για οικονομικότερη διαβίωση αλλά και η πρόσφατη οικονομική κρίση, επανέφεραν στην επιφάνεια τις αρχαίες πρακτικές του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Είναι καιρός τελικά όλοι μας να καταλάβουμε ότι, "δεν κληρονομήσαμε από τους γονείς μας - δανειστήκαμε από τα παιδιά μας". Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι μια νέα έννοια στα δεδομένα των κατασκευών στην Ελλάδα, αλλά στο μέλλον πρέπει, και θα είναι, βασικό μέλημα για κάθε ανέγερση κτιρίου. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι το αποτέλεσμα της ανάγκης για την κατασκευή σύγχρονων κατοικιών με βιοκλιματικά κριτήρια χωρίς περαιτέρω αύξηση του κόστους. Έχει ως βασικό του προσανατολισμό την εξοικονόμηση ενέργειας και πόρων του περιβάλλοντος για κάθε κατοικία, με σκοπό ένα ικανοποιημένο και χαρούμενο ιδιοκτήτη, μέσω στρατηγικών φυσικού δροσισμού, αερισμού, ενισχυμένης θερμοηχομόνωσης, ηλιοπροστασίας και εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας.

"Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός έχει ως βασικό του προσανατολισμό την εξοικονόμηση ενέργειας και πόρων του περιβάλλοντος για κάθε κατοικία, με σκοπό ένα ικανοποιημένο και χαρούμενο ιδιοκτήτη"

Η Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική έχει επομένως διπλό στόχο : να ελαχιστοποιήσει την απαιτούμενη ενέργεια, μειώνοντας το κόστος χρήσης, και να εξασφαλίσει ένα υγιές περιβάλλον για τους χρήστες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΔΟΜΗΣΗΣ

2.1 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ

Μία από τις βασικότερες παραμέτρους του σύγχρονου αρχιτεκτονικού σχεδιασμού είναι και η θερμομόνωση.

Με την πρόβλεψη για θερμομόνωση στις κτιριακές κατασκευές λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα ώστε να παρεμποδίζεται η διαφυγή της θερμικής ενέργειας από ένα χώρο προς την ατμόσφαιρα ή προς ένα άλλο, ψυχρότερο γειτονικό χώρο - ή αντίστροφα - και συγχρόνως δημιουργείται αίσθημα θερμικής άνεσης για τους χρήστες του κτιρίου καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Σε παλαιότερες εποχές, η ανάγκη για μια τέτοια πρόβλεψη δεν ήταν επιβεβλημένη, αφού οι βαριές κατασκευές του περιβλήματος (τοιχοί, στέγη), η διάταξη των χώρων καθώς και η σύνθεση των όγκων των παραδοσιακών κτισμάτων, ήταν καθοριστικοί παράγοντες ρύθμισης της θερμομονωτικής ικανότητας, αλλά και της ροής θερμότητας. Αξιοσημείωτο είναι πως, σε αντίθεση με σήμερα και μολονότι τα βασικά υλικά κατασκευής ήταν κοινά, η τυπολογία οικισμών και κτισμάτων διαφοροποιούνταν από τόπο σε τόπο με βάση τις κλιματολογικές συνθήκες κάθε περιοχής. Επιπλέον, η ορθή ένταξη και προσανατολισμός των κτιρίων αυτών στο περιβάλλον, με τη σωστή διαμόρφωση χώρων και επιλογή υλικών κατασκευής, καθιστούσε επιτρεπτό τον επιθυμητό φωτισμό-ηλιασμό και παρείχε τη δυνατότητα φυσικού δροσισμού.

Δυστυχώς σύγχρονες αρχιτεκτονικές τάσεις που υιοθετήθηκαν στη χώρα μας τα προηγούμενα χρόνια αγνοούν σε μεγάλο βαθμό τον παράγοντα κλίμα, ήλιο κ.λπ. και στα πλαίσια ενός κακώς νοούμενου διεθνισμού δημιουργήθηκαν κτίρια απομακρυσμένα από την παράδοση, και των οποίων μιμήσεις συναντά κανείς σε τόπους με διαφορετικό εντελώς κλίμα.

Με την πάροδο του χρόνου, οι κατασκευές έγιναν ελαφρότερες, περισσότερο σύνθετες και λιγότερο ανθεκτικές στις καιρικές συνθήκες. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας η προστασία από τις θερμικές μεταβολές μεταβιβάστηκε στα διάφορα συστήματα ελέγχου του μικροκλίματος, όπως η κεντρική θέρμανση και ο κλιματισμός. Η κατανάλωση ενέργειας για τη λειτουργία των συστημάτων αυτών δεν αποτελούσε πρόβλημα μέχρι τη στιγμή που τα διαθέσιμα αποθέματα των συμβατικών καυσίμων - ουσιαστικά του πετρελαίου - μειώθηκαν και έπαψαν να είναι φτηνά. Επακόλουθο αυτού ήταν μια παγκόσμια προσπάθεια διαφύλαξης και ορθολογικής εκμετάλλευσης των αποθεμάτων ενέργειας και έτσι άρχισε να διαφαίνεται, μεταξύ άλλων, ο πρωτεύοντας ρόλος που έχει η θερμομόνωση στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Αντικείμενο και σημασία της θερμομόνωσης

Η θερμομόνωση σ' ένα κτίριο, ουσιαστικά παρέχει σ' αυτό ένα «προστατευτικό περίβλημα» το οποίο μειώνει τη μετάδοση θερμότητας από και προς το εσωτερικό του. Το χειμώνα μειώνει το ρυθμό με τον οποίο η θερμότητα χάνεται από το κτίριο και το καλοκαίρι μειώνεται ο ρυθμός με τον οποίο η θερμότητα εισάγεται σε αυτό.

Η μείωση των θερμικών διαφυγών από και προς τους εσωτερικούς χώρους ενός κτιρίου έχει ως συνέπεια τη μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας με την οποία τροφοδοτούνται τα διάφορα τεχνητά συστήματα θέρμανσης-ψύξης. Η μείωση αυτή μπορεί να είναι σημαντική, αρκεί η θερμομόνωση να εφαρμόζεται ορθολογικά και σύμφωνα με τις απαιτήσεις του σχετικού διατάγματος που καθορίζει τους μέγιστους συντελεστές θερμοπερατότητας των επιμέρους δομικών στοιχείων του κελύφους.

Στις περισσότερες χώρες με ψυχρότερα κλίματα κανονισμοί και τεχνικές προδιαγραφές, που καθορίζουν τις απαιτήσεις, τις ιδιότητες και τον τρόπο σύνθεσης των υλικών, ισχύουν εδώ και πολλά χρόνια. Οι κανονισμοί αυτοί, μαζί με τις τεχνικές προδιαγραφές, εξασφαλίζουν μία τεχνοοικονομικά σωστή θερμομόνωση. Τέτοια θεωρείται αυτή που για να γίνει δεν απαιτείται υπερβολικά μεγάλο αρχικό κόστος εγκατάστασης και που, ωστόσο, εξασφαλίζει μακροχρόνια οικονομία στη χρήση του κτιρίου και περιορισμό στην εφαρμογή ενεργοβόρων τεχνητών συστημάτων ελέγχου του εσωτερικού περιβάλλοντος.

Κάτω από συνθήκες οικονομικά προσιτές, μια καλή θερμική μόνωση πρέπει να εξασφαλίζει:

- Την υγιεινή, άνετη κι ευχάριστη διαβίωση, χωρίς να διαταράσσεται το θερμικό ισοζύγιο του ανθρώπινου σώματος και να προκαλούνται σοβαρές θερμικές αλληλοεπιδράσεις κρύου ή ζέστης ανάμεσα σ' αυτό και στο χώρο που το περιβάλλει. Το θερμικό ισοζύγιο είναι αυτό που κυρίως καθορίζει το αίσθημα άνεσης του ανθρώπινου οργανισμού.
- Την οικονομία στην κατανάλωση ενέργειας, με τον περιορισμό των θερμικών απωλειών από το κέλυφος του κτιρίου.
- Τον περιορισμό του αρχικού κόστους κατασκευής της εγκατάστασης του συστήματος κεντρικής θέρμανσης ή κλιματισμού.
- Την ταυτόχρονη προστασία από τους θορύβους, αφού τα περισσότερα από τα θερμομονωτικά υλικά είναι και ηχομονωτικά.
- Τη βελτίωση της προστασίας του περιβάλλοντος γενικότερα, αφού μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας ελαττώνεται αντίστοιχα και η ποσότητα των εκπεμπόμενων καυσαερίων προς την ατμόσφαιρα.

2.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

2.2.1 Θερμικές απώλειες

Είναι γνωστό ότι ανάμεσα σε δύο σώματα με διαφορετικές θερμοκρασίες προκαλείται συνεχής ροή θερμότητας από το θερμότερο προς το ψυχρότερο και πως οι θερμικές απώλειες δεν νοούνται μόνο για την απώλεια της ζέστης ενός χώρου το χειμώνα αλλά και της δροσιάς το καλοκαίρι, όταν ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι θερμότερος. Αυτή η ροή θερμότητας είναι αδύνατο να εμποδιστεί τελείως και μπορεί, μόνο, να περιοριστεί ως προς την ένταση και τη διάρκειά της. Αυτό είναι κατορθωτό μόνο όταν υπάρχει έλεγχος των θερμικών απωλειών.

Ο επιδιωκόμενος έλεγχος και περιορισμός των θερμικών απωλειών επιτυγχάνεται με τη θερμομόνωση του κελύφους, η οποία μειώνει το ρυθμό μετάδοσης της θερμότητας μέσω των εξωτερικών επιφανειών του κτιρίου.

2.2.2 Μελέτη και σχεδιασμός θερμομόνωσης κτιρίου

Πριν καταφύγει κανείς σε οποιαδήποτε μέτρα θερμομόνωσης για τον έλεγχο των θερμικών απωλειών πρέπει, κατά το σχεδιασμό, να έχει υπόψη του τους βασικότερους παράγοντες που τις προκαλούν. Τέτοιοι παράγοντες είναι:

Η **τοποθεσία** και ο **προσανατολισμός του κτιρίου** μέσα στον περιβάλλοντα χώρο. Έτσι, όσο περισσότερο εκτεθειμένο είναι ένα κτίριο στους ανέμους τόσο μεγαλύτερες απώλειες θερμότητας εμφανίζει. Επίσης, όσο περισσότερο προσβάλλεται από την ηλιακή ακτινοβολία τόσο οι απώλειες ψύξης των εσωτερικών χώρων του είναι μεγαλύτερες.

Το μέγεθος των **επιφανειών του εξωτερικού περιβλήματος** του κτιρίου που είναι άμεσα εκτεθειμένες στις καιρικές συνθήκες, σε συνάρτηση με τον όγκο του κτιρίου. Ένα ελεύθερο στο χώρο κτίριο εμφανίζει πολύ μεγαλύτερες απώλειες από ένα άλλο που είναι ενταγμένο σε ένα συνεχές σύστημα δόμησης.

Το πόσο **εκτεθειμένοι στο περιβάλλον** είναι οι διάφοροι χώροι του κτιρίου. Χώροι τελείως εσωτερικοί θεωρείται ότι δεν παρουσιάζουν καμία θερμική μεταβολή. Αντίθετα, χώροι που εκτείνονται σε δύο ή περισσότερους ορόφους, όπως για παράδειγμα τα κλιμακοστάσια, παρουσιάζουν μεγάλες απώλειες.

Τα **εξωτερικά κουφώματα**, τα οποία, ανάλογα με το μέγεθος, τον αριθμό και τη θέση τους στις όψεις ενός κτιρίου, επηρεάζουν τη ροή της θερμότητας και η κακή συναρμογή τους επιτρέπει τη διείσδυση ρευμάτων αέρα.

2.2.3 Θερμομόνωση των δομικών στοιχείων

Ο ρυθμός ροής θερμότητας διαμέσου του κελύφους ενός κτιρίου εξαρτάται, μεταξύ άλλων, από το σύνολο των μέτρων που λαμβάνονται και κυρίως από τα

υλικά που χρησιμοποιούνται.

Η μελέτη και η σωστή εφαρμογή της θερμομόνωσης βασίζεται στον βέλτιστο συνδυασμό των μεθόδων και υλικών κατασκευής, τα οποία προσδίδουν συγκεκριμένες χαρακτηριστικές ιδιότητες στα δομικά στοιχεία του κτιρίου.

2.2.4 Χαρακτηριστικές ιδιότητες των δομικών στοιχείων

Οι χαρακτηριστικές ιδιότητες των δομικών στοιχείων καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τη θερμική συμπεριφορά του κελύφους του κτιρίου και είναι οι ακόλουθες:

α. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας (U-value), δηλαδή η ποσότητα θερμότητας που περνά σε ένα δευτερόλεπτο μέσα από τις απέναντι πλευρές ενός κύβου πλευράς 1m όταν η διαφορά θερμοκρασιών μεταξύ των δυο επιφανειών του στοιχείου είναι 1°K. Αυτή εξαρτάται από τις ιδιότητες που έχουν τα υλικά που συνθέτουν την κατασκευή ενός δομικού στοιχείου, δηλαδή:

- Το συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (συντελεστής λ)
- Την περιεκτικότητά τους σε υγρασία και
- Το πάχος τους.

β. Ο βαθμός διαπερατότητας του αέρα διαμέσου των δομικών στοιχείων, που εξαρτάται από:

- Το είδος της κατασκευής που διαμορφώνει το περίβλημα ενός χώρου.
- Την επιφάνεια των ανοιγμάτων και τον τρόπο συναρμογής των κουφωμάτων. Μεγάλες ποσότητες θερμότητας χάνονται από τις πόρτες και τα παράθυρα μιας όψης, ανάλογα με το μέγεθος του τζαμιού και τον τρόπο κατασκευής τους, καθώς και με τους αρμούς επαφής μεταξύ των φύλλων και του πλαισίου ενός κουφώματος. Το γεγονός αυτό κάνει τα παράθυρα και τις πόρτες να εμφανίζουν υπερβολικά μεγάλο συντελεστή θερμοπερατότητας, γιατί οι θερμικές απώλειες, όπως είναι γνωστό, προκαλούνται όχι μόνο από θερμική αγωγιμότητα αλλά κι από θερμική μεταφορά.

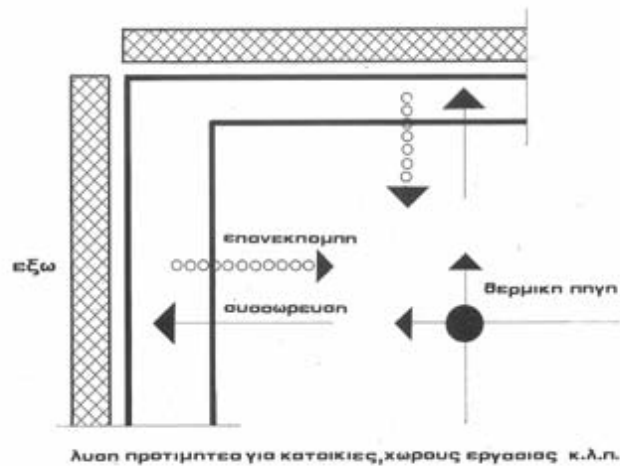
γ. Η ειδική θερμότητα (c) των δομικών στοιχείων του κτιρίου, που συμβάλλει στον περιορισμό του ρυθμού μεταβολής της θερμοπερατότητας των στοιχείων. Όταν οι τοίχοι και οι οροφές έχουν μεγάλη θερμοχωρητική ικανότητα, τότε η θερμότητα που συγκεντρώνουν ενόσω λειτουργεί η θέρμανση, αποβάλλεται όταν αυτή σταματήσει με αποτέλεσμα να εμποδίζεται η γρήγορη ψύξη των χώρων. Το αντίθετο συμβαίνει το καλοκαίρι όταν οι χώροι ψύχονται. Ανάλογα με τη θέση της μόνωσης - στην εξωτερική ή εσωτερική επιφάνεια - οι τοίχοι και οι οροφές ενεργούν:

- Ως συσσωρευτές θερμότητας, όταν η θερμική μόνωση τοποθετείται στην εξωτερική τους επιφάνεια. Στην περίπτωση αυτή, συσσωρεύουν επί ένα μεγάλο

χρονικό διάστημα τη θερμότητα, για να την αποβάλουν και πάλι μέσα στο χώρο με ακτινοβολία. (Εικόνα 2.2.4.1.) Με τη διαδικασία αυτή αυξάνεται αντίστοιχα η διάρκεια μεταβολής της θερμοκρασίας σε χώρους στους οποίους είναι απαραίτητο να δημιουργείται αίσθημα άνεσης (κατοικίες, χώροι εργασίας, κ.λπ.).

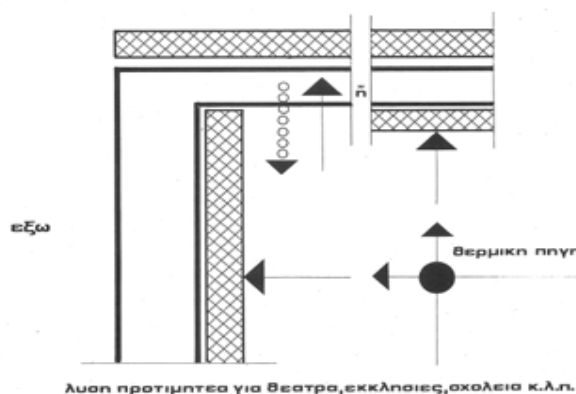
- Ως φράγμα προστασίας, όταν η θερμική μόνωση τοποθετείται στην εσωτερική τους επιφάνεια, στις περιπτώσεις που δεν μας ενδιαφέρει η διάρκεια αποθέρμανσης ή απόψυξης των χώρων (θέατρα, εκκλησίες κ.λπ.) αλλά αντίθετα επιθυμούμε τη γρήγορη θέρμανση ή ψύξη των χώρων αυτών. (Εικόνα 2.2.4.2.)

α. ως συσσωρευτές θερμότητας



Εικόνα 2.2.4.α

β. ως φράγμα προστασίας



Εικόνα 2.2.4.β

Σχήμα 2.2.4. Θερμοχωρητικότητα δομικών στοιχείων ανάλογα με τη θέση της θερμικής μόνωσης (εσωτερικά ή εξωτερικά)

δ. Οι τιμές των συντελεστών θερμικής αγωγιμότητας και ειδικής θερμότητας των διαφόρων υλικών που συγκροτούν μια κατασκευή.

Το CYS EN ISO 10456: 2007 περιέχει πίνακα με:

- τη θερμική αγωγιμότητα (λ) ορισμένων οικοδομικών υλικών
- την ειδική θερμότητα (c) ορισμένων οικοδομικών υλικών, και
- την πυκνότητα (ρ).

2.2.5 Στοιχεία του κτιρίου ευάλωτα στη θερμοδιαφυγή

Η κατασκευή της θερμομόνωσης ενός κτιρίου πρέπει να γίνεται σύμφωνα με ορισμένες προϋποθέσεις που ανάλογα με τη θέση της επιφάνειας που πρόκειται να προστατευθεί και τη θέση της μονωτικής στρώσης μέσα στην κατασκευή (εσωτερικά ή εξωτερικά). Είναι ευνόητο ότι δεν μπορούν να αγνοηθούν οι απαιτήσεις προστασίας από την υγρασία. Για το λόγο αυτό, το πρόβλημα της θερμομόνωσης -όπως ήδη τονίστηκε - δεν μπορεί να εξετάζεται μεμονωμένα, αλλά σε συνδυασμό με άλλες απαιτήσεις προστασίας και πάντοτε σε συνεργασία με τον αρχιτέκτονα του έργου.

Στη συνέχεια γίνεται συνοπτική αναφορά στα πιο ευάλωτα στοιχεία ενός κτιρίου, που έχουν ανάγκη θερμικής προστασίας. Αυτά είναι:

α. Η οροφή (επίπεδη ή κεκλιμένη) και η στέγη, που παρουσιάζουν μεγάλες θερμικές απώλειες, μια και είναι τα μέρη εκείνα του κτιρίου που δέχονται άμεσα όλες τις επιδράσεις των καιρικών συνθηκών.

β. Τα εξωτερικά τοιχώματα, που υπόκεινται σε μια σειρά επιδράσεων και τα οποία ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τους, προκαλούν μεγάλες θερμικές απώλειες. Όπως ήδη αναφέρθηκε, η προστασία των εξωτερικών τοιχωμάτων μπορεί να γίνει εσωτερικά ή εξωτερικά, ανάλογα με τη χρήση των χώρων που προστατεύουν και το βασικό μέρος της δομής τους. Υπάρχουν επίσης περιπτώσεις τοιχωμάτων στις οποίες η θερμική μόνωση τοποθετείται ανάμεσα σε δυο κατακόρυφα στρώματα ομοιογενών ή ανομοιογενών υλικών και είναι σχετικά απλή λύση η οποία όμως, όπως και οι προηγούμενες, έχει και πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Γενικά σε όλες τις περιπτώσεις

πλευρικών εξωτερικών τοιχωμάτων παίρνονται μέτρα για.

- Προστασία του θερμομονωτικού υλικού από συμπύκνωση και δρόσο, με φράγμα υδρατμών.
- Παρεμπόδιση της διείσδυσης νερών βροχής, που θα έχει ως συνέπεια την

πρόκληση ανεπανόρθωτης

ζημιάς στο θερμομονωτικό υλικό, και

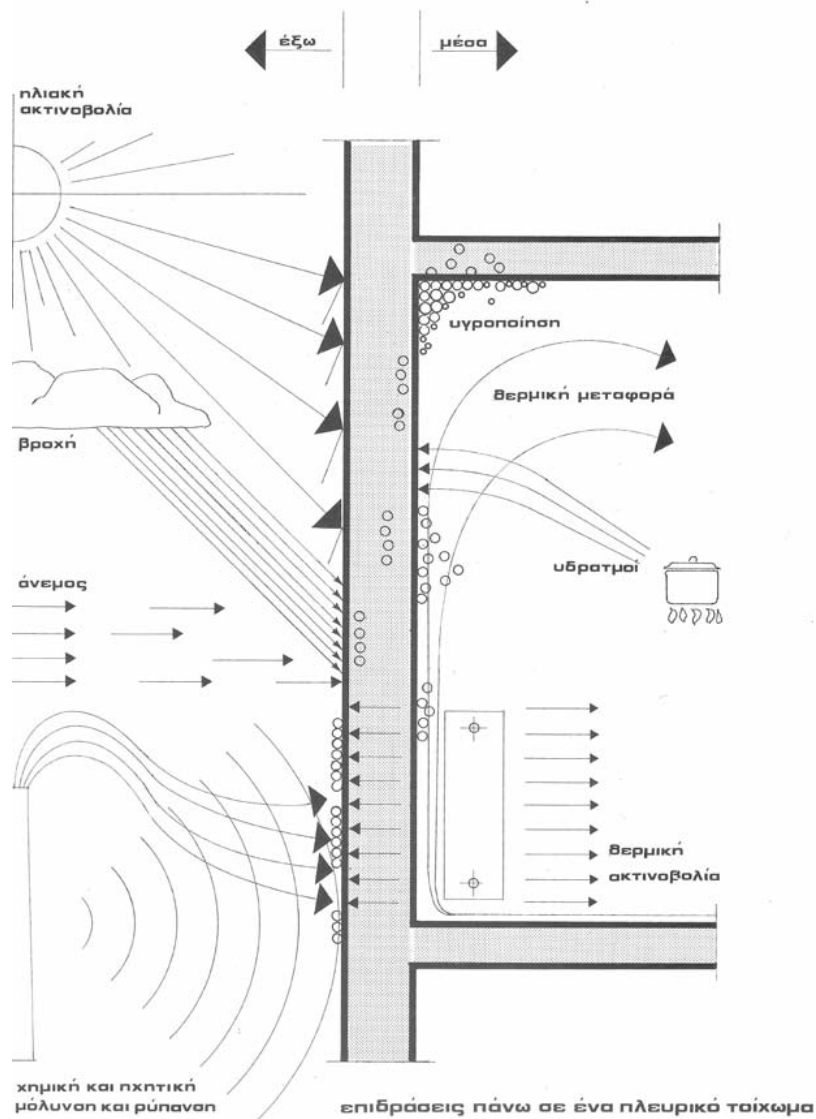
- Αποφυγή της δημιουργίας θερμογεφυρών που αυξάνουν τις θερμικές απώλειες και δημιουργούν

θερμικές τάσεις στα επιμέρους υλικά που συνθέτουν την κατασκευή (Εικόνα 2.2.5.1).

Επιπλέον πρέπει να αποφεύγεται η διάτρηση των εξωτερικών τοιχωμάτων για να περάσουν σωληνώσεις εγκαταστάσεων ή άλλου είδους κατασκευές. Όπου αυτό είναι απαραίτητο, τότε επιβάλλεται ιδιαίτερη μέριμνα για την προστασία των ευάλωτων αυτών στοιχείων, τόσο από τη θερμότητα όσο και από την υγρασία.

γ. Τα ανοίγματα, που είναι από τα πιο ευάλωτα στοιχεία ενός κτιρίου. Για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών πρέπει οι αρμοί συναρμογής των πλαισίων να είναι απόλυτα αδιαπέραστοι από τον αέρα. Τα υλικά που συγκροτούν το κούφωμα (ξύλο, αλουμίνιο, πλαστικό) να είναι αρίστης ποιότητας ώστε να αποφεύγονται οι παραμορφώσεις των φύλλων. Για ξύλινα παράθυρα ή πόρτες, αυτό δεν είναι εύκολα κατορθωτό εξαιτίας της φύσης του υλικού. Στην περίπτωση όμως κουφωμάτων αλουμινίου, η πρόβλεψη ειδικών παρεμβυσμάτων στους αρμούς επαφής δίνει

συνήθως άριστα αποτελέσματα. Επιπλέον τα υαλοστάσια των ανοιγμάτων θα πρέπει να έχουν χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας.



Εικόνα 2.2.5.1 Επιδράσεις σε πλευρικό τοίχωμα

δ. Το κατώτερο δάπεδο του κτιρίου το οποίο όμως δεν χρειάζεται πάντα θερμική προστασία, εκτός εάν χρησιμοποιείται ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης (δάπεδο ισογείου σε επαφή με το έδαφος). Οποσδήποτε όμως, απαιτείται θερμική προστασία στις περιπτώσεις δαπέδου εκτεθειμένου προς το εξωτερικό περιβάλλον (π.χ. κτίριο σε πυλωτή).

ε. Τα στηθαία των παραθύρων, όπου συνήθως τοποθετούνται τα θερμαντικά σώματα επειδή λειτουργικοί λόγοι επιβάλλουν συχνά τη μείωση του πάχους του τοιχώματος στις θέσεις αυτές. Επίσης, η έντονη θερμική ακτινοβολία προκαλεί συμπύκνωση στις θέσεις αυτές γρηγορότερα παρά στις υπόλοιπες επιφάνειες του χώρου, με αποτέλεσμα να καταπονούνται περισσότερο τα δομικά στοιχεία που γειτονεύουν με σώματα θέρμανσης.

στ. Τα μπαλκόνια και οι προεξοχές της πλάκας, όταν δεν προστατεύονται από τη θερμότητα, λειτουργούν σαν θερμογέφυρες, με αποτέλεσμα να μην ελέγχονται απόλυτα οι θερμικές απώλειες των εσωτερικών χώρων και να προκαλούνται βλάβες στις κατασκευές λόγω συμπύκνωσης. Όμως η μόνωσή τους είναι συχνά προβληματική γιατί ανεβάζει υπέρμετρα το ολικό κόστος για τη θερμομόνωση του κτιρίου.

2.3 ΥΛΙΚΑ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

Σύμφωνα με την Οδηγία 89/106/ΕΟΚ για τα Προϊόντα Δομικών Κατασκευών, καθώς και

σύμφωνα με τους Περί των Βασικών Απαιτήσεων Νόμους, που πρέπει να πληρούν καθορισμένες κατηγορίες προϊόντων, και τους Περί των Βασικών Απαιτήσεων Κανονισμούς, που πρέπει να πληρούν καθορισμένες κατηγορίες προϊόντων, τα προϊόντα δομικών κατασκευών για τα οποία υπάρχει εναρμονισμένο πρότυπο και η περίοδος συνύπαρξης του με αντίστοιχο εθνικό πρότυπο έχει λήξει, μπορούν να διατίθενται στην αγορά μόνο εάν φέρουν τη Σήμανση Συμμόρφωσης CE. Επομένως, για σκοπούς υπολογισμών θα πρέπει να χρησιμοποιούνται οι δηλωμένες τιμές που αναγράφονται στη Σήμανση Συμμόρφωσης CE.

Η επιλογή των θερμομονωτικών υλικών θα πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας σοβαρά υπόψη τις διάφορες καταπονήσεις (μηχανικές, υγροθερμικές και φυσικοχημικές) που υφίστανται τα υλικά στο συγκεκριμένο έργο, νοουμένου ότι οι συγκεκριμένες καταπονήσεις επηρεάζουν άμεσα τη θερμική απόδοσή τους. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρησιμοποίηση του βέλτιστου συνδυασμού των κριτηρίων επιλογής θερμομονωτικών υλικών.

2.3.1 Κριτήρια επιλογής θερμομονωτικών υλικών

Τα κριτήρια που λαμβάνονται υπόψη για την επιλογή θερμομονωτικών υλικών είναι:

α. Θερμοτεχνικά Χαρακτηριστικά

- Η τιμή του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ .
- Η εξάρτηση του λ από τη θερμοκρασία.
- Η εξάρτηση του λ από την υγρασία. Η τιμή του λ αυξάνει σημαντικά με τη συμπύκνωση υδρατμών μέσα στη μάζα του και αν διαβραχεί όλη η μάζα του τότε παύει να υπάρχει θερμομονωτική δράση.
- Η ειδική θερμότητα.

- Ο συντελεστής θερμικής διαστολής. Όσο χαμηλότερος είναι, τόσο απομακρύνεται ο κίνδυνος οικοδομικών μικροζημιών ή καταστροφής των στεγανώσεων.

β. Τρόπος Εφαρμογής

- Προκατασκευασμένα προϊόντα ή κατασκευή επί τόπου.
- Απαιτούμενα προστατευτικά μέτρα (για προστασία από μηχανικές βλάβες ή δυσμενείς περιβαλλοντικές επιδράσεις).
- Δυνατότητα ελέγχου κατά την κατασκευή.

γ. Μηχανικές Ιδιότητες

- Αντοχή σε θλίψη, κάμψη και δονήσεις.
- Αλλοιώσεις με το χρόνο (γήρανση)
- Πυκνότητα
- Ελαστικότητα, ευθραυστότητα.

δ. Χημική συμπεριφορά - ανθεκτικότητα

- Αντίσταση στη διάβρωση, στους μικροοργανισμούς, έντομα, κ.λπ.
- Συμπεριφορά στην υγρασία (τυχόν μεταβολή των διαστάσεων, διαπερατότητα στους υδρατμούς, απορροφητικότητα νερού).
- Συμπεριφορά στη φωτιά και μέγιστες επιτρεπόμενες θερμοκρασίες λειτουργίας.
- Βαθμός ευαισθησίας σε υπεριώδη ακτινοβολία, σε διάφορα αέρια και σε διάφορους διαλύτες ή το θαλασσινό νερό, κ.λπ.

ε. Οικονομικά Στοιχεία

- Επιπρόσθετο κόστος προμήθειας και εγκατάστασης.
- Χρόνος απόσβεσης δαπάνης.
- Ποσοστό προστιθέμενης αξίας στην όλη κατασκευή.

2.3.2 Συνηθισμένα θερμομονωτικά υλικά

Σήμερα στην αγορά υπάρχει μεγάλη ποικιλία θερμομονωτικών υλικών όπως:

- Εξηλασμένη πολυστερίνη
- Διογκωμένη πολυστερίνη

- Υαλοβάμβακας
- Πολυουρεθάνη
- Αφρώδες Γυαλί
- Περλιτοειδή
- Πετροβάμβακας
- Φελλός
- PVC
- Κυψελωτό σκυρόδεμα
- Θερμομονωτικά τούβλα
- Πλάκες περλιτοϋάλου
- Μαλλί προβάτου
- Διογκωμένος Φελλός
- Λινάρι

2.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΛΙΚΩΝ

2.4.1 Θερμομονωτικά τούβλα

Είναι ειδικά τούβλα με γέμιση από πολυουρεθάνη. Συνδυάζουν τα πλεονεκτήματα της μονής τοιχοποιίας με το παραδοσιακό κεραμικό και το καλύτερο σύγχρονο μονωτικό, εξασφαλίζοντας εγγυήσεις ποιότητας, μεγάλη οικονομία και άριστη θερμομόνωση χειμώνα - καλοκαίρι.

Η μοναδική μονωμένη μονή τοιχοποιία με το πιο παραδοσιακό (κεραμικό) και το καλλίτερο σύγχρονο μονωτικό (πολυουρεθάνη) για τέλεια προστασία από το κρύο, ζέστη, υγρασία, θόρυβο.

Η σύγχρονη τεχνολογία εξασφαλίζει ότι δεν υπάρχουν απώλειες στον αρμό, επειδή η θερμοκρασία μεταφέρεται με αγωγιμότητα και διαχέεται στη μάζα του τούβλου. Έτσι έχουμε ελάχιστες απώλειες και η εσωτερική επιφανειακή θερμοκρασία του τοίχου παραμένει σχεδόν σταθερή.

Η θερμομονωτική τους ικανότητα οφείλεται στην δομή των οπών. Οι οπές διατάσσονται έτσι ώστε να σχηματίζουν στον όγκο του τούβλου παράλληλες ζώνες διάκενων αέρα, κάθετες στην κατεύθυνση του πάχους του τοίχου. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας τους είναι, σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., $\lambda = 0,45 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Για την αύξηση της θερμομονωτικής ικανότητας, αυξάνεται το πορώδες της κεραμικής μάζας. Στην περίπτωση αυτή οι πλίνθοι ονομάζονται

ελαφροβαρείς ή πορώδεις οπτόπλινθοι και ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας μειώνεται στο $\lambda = 0,26 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

Πλεονεκτήματα:

- Συμπαγής και σταθερή τοιχοποιία (καλύτερη συμπεριφορά σε περίπτωση σεισμού)
- Σίγουρη και σωστή θερμομόνωση με απεριόριστο χρόνο αντοχής.
- Κανένα πρόβλημα υγρασίας
- Ευκολία και ταχύτητα στο χτίσιμο (οικονομία χρόνου και χρημάτων)
- Εξοικονόμηση χώρου (σε επιφάνεια 10X10μ έχουμε κέρδος 2τ.μ.)
- Οικονομία στην εγκατάσταση θέρμανσης και στην κατανάλωση καυσίμων
- Ελαφρύτερα από τα κοινά τούβλα κατά 40% εξασφαλίζοντας έτσι γρήγορη και σταθερή τοποθέτηση
- Λόγω του χαμηλού βάρους τους δεν επιβαρύνουν την στατική λειτουργία του κτιρίου

Μειονεκτήματα:

- Μεγαλύτερο το κόστος από τα κοινά συμβατικά τούβλα της αγοράς

Τα θερμομονωτικά τούβλα με τον τρόπο κατασκευής τους, το σχήμα τους, τις διαστάσεις τους κλπ. πρέπει να εξασφαλίζουν τις τιμές του συντελεστή θερμικής διαπερατότητας K που επιβάλλει ο κανονισμός θερμομόνωσης. Αν απαιτείται να αυξηθεί ο συντελεστής αυτός προστίθεται μονωτικό που σε ορισμένες περιπτώσεις είναι εκ κατασκευής ενσωματωμένο στο θερμομονωτικό τούβλο. Η κατασκευή αυτή εμφανίζει πολλά πλεονεκτήματα αλλά θα πρέπει να εξασφαλίζεται με σωστή κατασκευή των επιχρισμάτων η σωστή στεγανότητα ώστε να μην υγραίνεται η μάζα των θερμομονωτικών τούβλων.

2.4.2 Μαλλί προβάτου

Το μαλλί προβάτου, ένα από τα αρχαιότερα υλικά που προστάτευαν τους ανθρώπους από το κρύο, χρησιμοποιήθηκε στην υφαντουργία και στην παραγωγή οικιακού εξοπλισμού. Πρόσφατα αναδεικνύεται ως η πρώτη ύλη παραγωγής μονώσεων, με πολύ σημαντικά πλεονεκτήματα. Το εμπόριό του αναπτύσσεται σήμερα σε παγκόσμια κλίμακα.

Κύριες χώρες παραγωγής μαλλιού προβάτου είναι η Αυστραλία, Ν. Ζηλανδία και Ιρλανδία. Όμως πηγή μαλλιού είναι και όλες οι περιοχές της γης, όπου εκτρέφονται πρόβατα.

Τρόπος παρασκευής

Το μεγαλύτερο κόστος της συγκέντρωσης μαλλιού είναι το κόστος κουρέματος των προβάτων. Για να περιοριστεί, γίνεται προσπάθεια υποκατάστασης της χειρονακτικής δουλειάς από μηχανές ή με γενετικούς χειρισμούς. Τα ζώα δένονται πάνω σε περιστρεφόμενες τάβλες και κουρεύονται μηχανικά ή ραντίζονται με γονίδια, που ανακόπτουν προσωρινά την ανάπτυξη της τρίχας τους, ώστε να πέσει όλο τους το τρίχωμα. Οι πειραματισμοί αυτοί βρίσκονται ακόμη σε αρχικό στάδιο.

Πρώτο στάδιο για την παρασκευή μονώσεων είναι το πλύσιμο του μαλλιού, για την απολίπανση και τον καθαρισμό του από νεκρά δερματικά κύτταρα και φυτικά υπολείμματα, που αποτελούν περίπου το 50 % της μάζας του.



Εικόνα 2.4.2.1 Ακάθαρτο μαλλί



Εικόνα 2.4.2.2 Πλυμένο μαλλί

Ακολουθεί επεξεργασία του μαλλιού με χτένια – τεμαχιστές, ώστε να αραιώσουν οι τρίχες του, να χαλαρώσουν και να απομακρυνθούν οι κόμποι του. Ακολουθεί το λανάρισμα, η επίστρωση του σε λεπτά, κάθετα μεταξύ τους επάλληλα στρώματα, έως ότου επιτευχθεί το επιθυμητό πάχος και τέλος το μηχανικό ράψιμο και ο τεμαχισμός σε πλάκες.

Πάνω από κάποιο πάχος μονώσεων, είναι αναγκαία η προσθήκη ινών για τη σταθεροποίηση των στρωμάτων. Οι ίνες μπορεί να είναι πολυεστερικές (δεν είναι, από οικολογική άποψη, η προτιμότερη λύση) ή ίνες κοκκοφοίνικα.



Εικόνα 2.4.2.3 Θερμομονωτικό στρώμα μαλλιού με περίβλημα πολυεστερικών ινών

Το μαλλί περιέχει πρωτεΐνες και γι'αυτό είναι ευπρόσβλητο στα έντομα, ιδιαίτερα το σκώρο. Η προστασία του επιτυγχάνεται με εμποτισμό, κατά την επεξεργασία του, με άλατα ζirkονίου και βορικά. Επειδή όμως η επίδραση των βορικών αλάτων εξασθενεί με την πάροδο του χρόνου, εφαρμόζεται πρόσφατα ο εμποτισμός του μαλλιού με φυσικό καουτσούκ. Ως εναλλακτική λύση, εφαρμόζεται και ο εμποτισμός του με εντομοκτόνα, όπως το Eulan ή το Mitin FF.

Περιβαλλοντικές ιδιότητες:

- Η εμπριεχόμενη ενέργεια στις μονώσεις μαλλιού είναι μικρή, δεν ξεπερνά τις 70 – 80 kWh/m³. Είναι κυρίως η ενέργεια του κουρέματος και της μεταφοράς από τις χώρες παραγωγής στις χώρες χρήσης του.
- Το μαλλί είναι έως τώρα, η μοναδική ζωική ίνα, κατάλληλη για την παραγωγή μονώσεων. Είναι ανανεώσιμος φυσικός πόρος
- Οι καλά διατηρημένες μονώσεις μαλλιού μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν. Τα υπολείμματα επεξεργασίας των μονώσεων μαλλιού ανακυκλώνονται. Μετά τη χρήση τους κομποστοποιούνται, εκτός εάν έχουν μεγάλη περιεκτικότητα βορικών αλάτων ή άλλες επικίνδυνες προσμίξεις. Δεν πρέπει να καίγονται, διότι τα καυσαέρια του μαλλιού έχουν υψηλή περιεκτικότητα αζώτου.
- Η συμβατότητα του μαλλιού με την υγεία των ανθρώπων και την υγιεινή των χώρων είναι αυταπόδεικτη. Το ίδιο ισχύει για την επεξεργασία του.

Φυσικές ιδιότητες:

- Η θερμική αγωγιμότητα των μονώσεων μαλλιού είναι υψηλή, με συντελεστή $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.
- Οι μονώσεις μαλλιού εμφανίζουν μικρή αντίσταση στη διάχυση υδρατμών, με συντελεστή $\mu = 1 - 2$. Η τοποθέτησή τους πρέπει να γίνεται σε ξηρή ατμόσφαιρα και να αποφεύγεται η χρόνια έκθεσή τους στην υγρασία. Όμως στους εσωτερικούς χώρους εξισορροπούν την υγρασία γιατί την προσροφούν και την εκροφούν γρήγορα. Το μαλλί μπορεί να προσροφήσει υγρασία ίση με το 30 % του βάρους του, πριν αρχίσει να χάνει την θερμομονωτική του ικανότητα. Ταυτόχρονα αναπνέει.
- Το μαλλί έχει καλές ηχομονωτικές ιδιότητες.
- Οι μονώσεις μαλλιού κατατάσσονται στα υλικά μέσης πυραντίστασης.

- Το μαλλί παρουσιάζει ένα μοναδικό πλεονέκτημα. Έχει την ιδιότητα να εξυγιαίνει τους χώρους, διότι, εξαιτίας της χημικής του σύστασης και της δομής των ινών του, αποδομεί την φορμαλδεΐδη και είναι εξαιρετικά αποτελεσματικό μέσο προσρόφησης και μακροχρόνιας δέσμευσης ενός μεγάλου φάσματος αλδεϋδών και άλλων τοξικών ουσιών των εσωτερικών χώρων, όπως το τολουόλιο.
- Οι μονώσεις μαλλιού είναι εξαιρετικά εύκαμπτες και ελαστικές. Είναι εύρηστες, ελαφρές και εύκολα επεξεργάσιμες.
- Το κόστος των μονώσεων μαλλιού είναι στην Ελλάδα σχετικά υψηλό, διότι εισάγονται.

Χρήση:

Οι μονώσεις μαλλιού έχουν διάφορες μορφές για διαφορετικές χρήσεις.

Μαλακές θερμομονωτικές πλάκες μαλλιού: Τοποθετούνται ως εξωτερική θερμομόνωση του κελύφους πάντα όμως με εξωτερική επένδυση – επικάλυψη. Στους εσωτερικούς χώρους μονώνουν τις στέγες, τους τοίχους και πληρώνουν ελαφρά διαχωριστικά στοιχεία.



Εικόνα 2.4.2.4 Μαλακές πλάκες μαλλιού

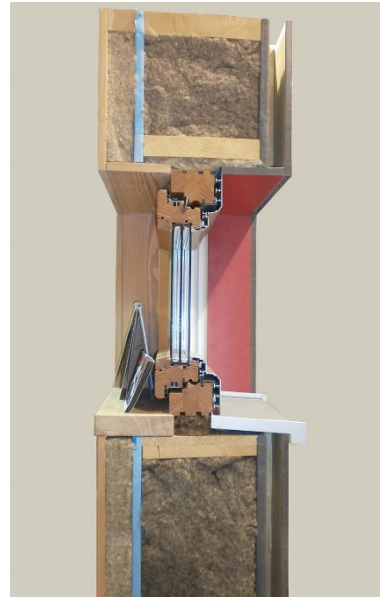


Εικόνα 2.4.2.5 Τοποθέτηση θερμομόνωσης

Μονωτική μάζα μαλλιού: Μονώνει κενούς χώρους, κατασκευαστικά διάκενα, αρμούς και οπές της κατασκευής, που δημιουργούν θερμογέφυρες.



Εικόνα 2.4.2.6 Μάζα μαλλιού



Εικόνα 2.4.2.7 Μόνωση ξύλινης τοιχοποιίας

Μονωτικές πλεξίδες μαλλιού: Χρησιμοποιούνται για την σφράγιση αρμών στην προσαρμογή των κουφωμάτων με το κτηριακό κέλυφος.



Εικόνα 2.4.2.8 Πλεξίδες μαλλιού

Μονωτικά στρώματα μαλλιού: Είναι κατάλληλα για τη θερμομόνωση εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης και αερισμού.

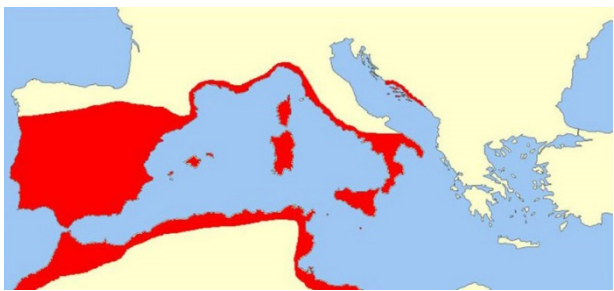


Εικόνα 2.4.2.9 Λεπτό στρώμα μαλλιού

Μονωτικές νιφάδες μαλλιού: Είναι χυτές μονώσεις από μαλλί μορφοποιημένο σε μικρά τεμάχια – νιφάδες, που μονώνουν κενούς χώρους και κατασκευαστικά διάκενα και τοποθετούνται με εμφύσηση.

2.4.3 Μόνωση Φελλού

Ο φελλός προέρχεται από τη φελλοφόρο δρυ ή φελλόδεντρο (*Quercus Suber*), ένα είδος αιθαλούς δρυός που φτάνει σε ύψος 30 m, με διάμετρο κορμού 2 – 5 m, ζει 150 – 300 χρόνια και φύεται κυρίως γύρω από τη λεκάνη της Μεσογείου, στη Νότια Ευρώπη και Β. Αφρική. Σήμερα πρώτη χώρα παραγωγής φελλού είναι η Πορτογαλία.

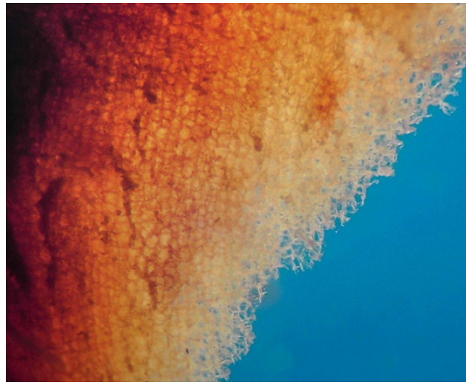


2.4.3.1 Περιοχές φυσικής φυτείας φελλόδεντρων



2.4.3.2 Φυτεία φελλόδεντρων

Η ανάπτυξη του φελλού είναι αργή. Το κάμβιο του κορμού εκβάλλει, προς την πλευρά του εξωτερικού φλοιού του δέντρου, στρώσεις νεκρών κυττάρων, που έχουν πολύ λεπτό τοίχωμα, πυκνή δομή, είναι γεμάτα με αέρα και προστατεύουν τον κορμό από τη ζέστη, την εξάτμιση και τις εξωτερικές προσβολές. Δημιουργούν έτσι εξαιρετικά μονωτικές στρώσεις. Περιέχουν κυτταρίνη και φελλίνη ή ζουμπερίνη, φυτικές ρητίνες, που τους προσδίδουν ελαστικότητα. Το στρώμα τους είναι ο φελλός.



2.4.3.3 Μικροσκοπική απεικόνιση στρώσης των νεκρών κυττάρων του κάμβιου (μεγέθυνση ×200)

Το μεσογειακό κλίμα, η ζέστη και η περιοδική θερινή ξηρασία, ευνοεί την ανάπτυξη παχύτερου στρώματος φελλού για την προστασία του δέντρου. Η κατάλληλη χάραξη της επιδερμίδας του φλοιού κατά την καλλιέργεια προκαλεί, ως άμυνα του δέντρου, την ακόμη μεγαλύτερη αύξηση του πάχους του φελλού.

Η συγκομιδή του φελλού γίνεται με απόξεση του εξωτερικού φλοιού του δέντρου, που στη συνέχεια αναγεννιέται, χωρίς το δέντρο να υποστεί βλάβη.



2.4.3.4 Φελλοφόρος δρύς. Φαίνεται το κάμβιο



2.4.3.5 Συγκομιδή Φελλού

Αποδοτική συγκομιδή γίνεται σε δέντρα ηλικίας άνω των 15 ετών. Μπορεί να επαναλαμβάνεται κάθε 8 έως 14 χρόνια. Η αποδοτικότερη συγκομιδή γίνεται όταν το δέντρο φτάσει στην ηλικία των 100 ετών.

Τρόπος παρασκευής

Οι μονώσεις φελλού παράγονται αποκλειστικά στις χώρες, όπου φύεται φελλοφόρος δρυς.

Ο εξωτερικός φλοιός της φελλοφόρου δρυός είναι μία κρούστα ρωγμώδης, σκληρή, ανελαστική και πλούσια σε ρητίνες, ακατάλληλος για την παραγωγή προϊόντων φελλού (π.χ. πωμάτων φιαλών), αλλά χρήσιμος ως πρώτη ύλη παραγωγής μονώσεων.



2.4.3.6 Φλοιοί φελλόδεντρων

Ο φλοιός της εξωτερικής απόξεσης ξηραίνεται επί 6 μήνες φυσικά, καθαρίζεται καλά, θρύβεται και αλέθεται. Παράγεται ένα χονδρόκοκκο μείγμα. Ακολουθεί επεξεργασία του μείγματος (ψήσιμο) σε αεροστεγή δοχεία με υδρατμούς υψηλής θερμοκρασίας (350 οC). Τα θρύμματα διογκώνονται και ταυτόχρονα αποδεσμεύεται και ενεργοποιείται η ζουμπερίνη, η ρητίνη του φελλού, η οποία τα συγκολλά μεταξύ τους. Οι θερμοκρασίες που απαιτούνται είναι ανάλογες της περιεκτικότητας του αρχικού μείγματος σε ρητίνες. Συχνά προστίθενται στο μείγμα φυσικές ίνες, όπως γιούτας, που το καθιστούν εύπλαστο, συνεκτικό και επιτρέπουν τη κοπή λεπτών φύλλων φελλού.



2.4.3.7 Φύλο φελλού

Όταν οι θερμοκρασίες επεξεργασίας είναι πολύ υψηλές, παράγονται δύσσομες εκπομπές, ύποπτες πρόκλησης καρκίνου, χωρίς αυτό να έχει ακόμη επιβεβαιωθεί επίσημα.

Μετά την ψύξη της μάζας του επεξεργασμένου μείγματος, αποκόβονται οι πλάκες του φελλού. Αυτές είναι οι **μονωτικές πλάκες ψημένου φελλού**, που έχουν τη μεγαλύτερη κυκλοφορία στην αγορά.



2.4.3.8 Πλάκες φελλού



2.4.3.9 Χυτή μόνωση φελλού

Από τη μάζα του διογκωμένου μείγματος, με μικρή πρόσθετη επεξεργασία, παράγονται και προϊόντα χυτής μόνωσης φελλού. Από το αρχικό, άψητο μείγμα, με την προσθήκη συνθετικών υλικών, ασφαλικών διαλυμάτων ή χημικών συγκολλητικών υλών, παράγονται οι **πεπιεσμένες (ή εμποτισμένες) πλάκες φελλού**.

Περιβαλλοντικές ιδιότητες

- Η εμπεριεχόμενη ενέργεια των μονώσεων ψημένου φελλού είναι περίπου 440 kWh/m^3 , της χυτής μόνωσης είναι $270 - 380 \text{ kWh/m}^3$. Όταν μεταφέρονται σε μεγάλη απόσταση από τις χώρες παραγωγής (Πορτογαλία) οι τιμές αυτές αυξάνονται.
- Η πρώτη ύλη των μονώσεων είναι ανανεώσιμη. Στις χώρες παραγωγής πρέπει να αποφεύγονται οι μονοκαλλιέργειες.
- Οι μονώσεις φελλού, όταν διατηρούνται σε καλή κατάσταση, ξαναχρησιμοποιούνται. Ανακυκλώνονται πλήρως ή αφομοιώνονται από το περιβάλλον, αφού κλείσουν τον κύκλο ζωής τους.
- Οι μονώσεις ψημένου φελλού είναι ακίνδυνες για την υγεία. Η επικινδυνότητα των πεπιεσμένων, εμποτισμένων μονώσεων εξαρτάται από τη χημική σύσταση των υλικών συγκόλλησης που περιέχουν, όπως Epizipren (καρκινογόνο), φορμαλδεΐδη ή ασφαλικά διαλύματα.

Φυσικές ιδιότητες

- Η θερμική αγωγιμότητα των μονώσεων φελλού είναι χαμηλή, με συντελεστή $\lambda = 0,042 - 0,046 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.
- Οι μονώσεις φελλού εμφανίζουν σχετικά μικρή αντίσταση στη διάχυση υδρατμών, με συντελεστή $\mu = 10 - 30$. Έκθεσή σε χρόνια υγρασία μειώνει τη θερμομονωτική τους ικανότητα. Ο φελλός είναι πολύ ανθεκτικός σε αποσύνθεση, στους μύκητες, έντομα και παράσιτα εξαιτίας της υψηλής του περιεκτικότητας σε ρητίνες. Αναπνέει και έτσι συμβάλλει στην καλή ποιότητα του εσωτερικού αέρα και στην ευεξία των εσωτερικών χώρων.
- Οι μονώσεις φελλού έχουν καλές ηχομονωτικές και θερμομονωτικές ιδιότητες.
- Οι μονώσεις φελλού κατατάσσονται στα υλικά μέτριας πυραντίστασης, εκτός και εάν υποστούν ειδική επεξεργασία. Κατά την καύση τους δεν παράγονται επικίνδυνα καυσαέρια.
- Ο φελλός είναι υλικό ηλεκτροστατικά ουδέτερο και ανακόπτει την γεωακτινοβολία.
- Οι μονώσεις φελλού είναι ελαστικές, όχι όμως ιδιαίτερα εύκαμπτες.

Έχουν καλή αντοχή στην συμπίεση και στην κρούση. Είναι πολύ ελαφρές. Έχουν μεγάλο χρόνο ζωής.

- Το κόστος των μονώσεων φελλού είναι μέτριο.

Χρήσεις – κατασκευή

Οι σκληρές πλάκες φελλού, ψημένου ή συμπιεσμένου, χρησιμοποιούνται για την εξωτερική θερμομόνωση του κελύφους, δηλαδή της στέγης κάτω από τη στεγάνωση και των κατακόρυφων επιφανειών πίσω από την εξωτερική επικάλυψη (επίχρισμα).

2.4.3.9 Εξωτερική θερμομόνωση φελλού



Ως εσωτερική μόνωση, τοποθετούνται σε τοίχους και ελαφρά διαχωριστικά στοιχεία, καθώς και κάτω από επιστρώσεις δαπέδων, εκεί όπου η ιδιάζουσα οσμή τους δεν είναι ενοχλητική.

Η χυτή μόνωση φελλού πληρώνει με εμφύσηση διάκενα της κατασκευής ή με έγχυση το κενό μεταξύ δύο τοιχοποιιών. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη για την παρασκευή ελαφρών μειγμάτων πηλού.

2.4.5 Μόνωση Κάνναβης

Η κάνναβη κατάγεται από την Κεντρική Ασία. Είναι ένα από τα πρώτα φυτά που καλλιεργήθηκαν από τον άνθρωπο. Αναπτύσσεται γρήγορα, χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις από το έδαφος και φθάνει σε ύψος 4 m σε διάστημα 3,5 μηνών.



2.4.5.1 Φυτό κάνναβης (*Cannabis sativa*)

Τα βασικά είδη της κάνναβης είναι δύο: η *Cannabis sativa* = κάνναβη η ήμερη, (αυτοφυής ή καλλιεργημένη) και η *Cannabis indica* = ινδική κάνναβη (αυτοφυής, παραισθησιογόνος).

Η καλλιέργεια της *cannabis sativa* επιτρέπεται στην Ευρώπη από το 1996.



2.4.5.2 Καλλιέργεια βιομηχανικής κάνναβης, Γαλλία

Οι θερμομονωτικές ιδιότητες της κάνναβης οφείλονται στον αέρα που εγκλωβίζουν οι ίνες των μίσχων της. Τα είδη μονώσεων που παράγονται από αυτές είναι: στερεές ή μαλακές θερμομονωτικές πλάκες, ρολά, στρώματα, μαλλί σφράγισης αρμών και χυτές μονώσεις.

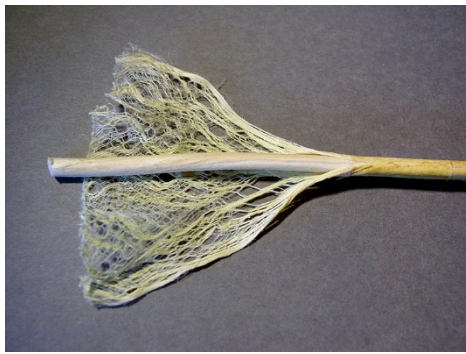
Τρόπος παρασκευής

Οι ίνες των μονώσεων αποσπώνται από το μίσχο (κοτσάνι) του φυτού, μετά από ψήσιμο, ή σπάσιμο και συμπίεση με ειδικούς κυλίνδρους. Γίνεται

επεξεργασία τους με πυροπροστατευτικά υλικά (σόδα, βορικά άλατα ή θειικό αμμώνιο).



2.4.5.3 Τομή κατά μήκος του μίσχου κάναβης



2.4.5.4 Μίσχος κάναβης

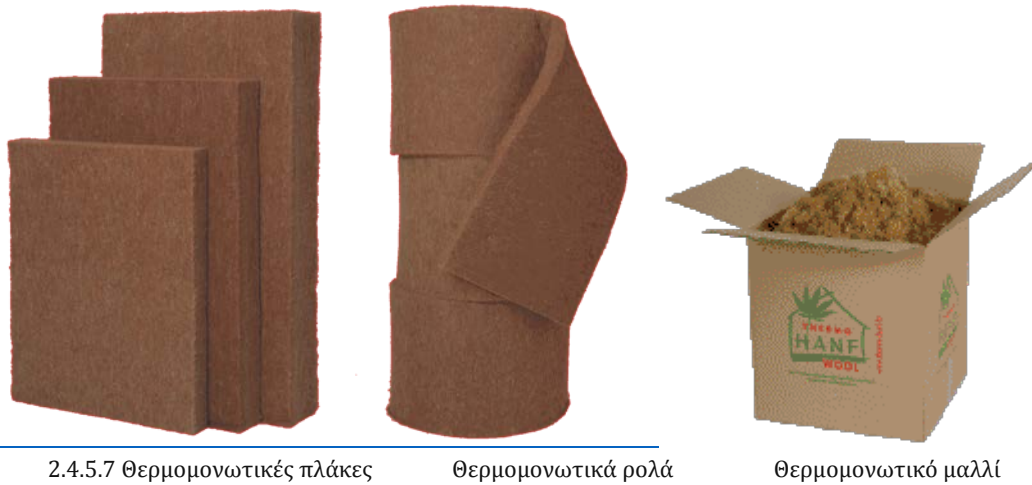


2.4.5.5 Ίνες κάναβης

Για την παρασκευή πλακών ή στρωμάτων οι ίνες ενισχύονται πολλές φορές με συνθετικές πολυεστερικές ίνες, μορφοποιούνται μηχανικά και θερμαίνονται. Ο πολυεστερικός μανδύας των συνθετικών ινών λειώνει, συγκολλά μεταξύ τους τις ίνες της κάναβης και σταθεροποιεί τις πλάκες.



2.4.5.6 Θερμομονωτικό στρώμα κάναβης



2.4.5.7 Θερμομονωτικές πλάκες

Θερμομονωτικά ρολά

Θερμομονωτικό μαλλί

Περιβαλλοντικές ιδιότητες

- Η εμπεριεχόμενη ενέργεια των μονώσεων κάνναβης είναι χαμηλή.
- Η κάνναβη είναι ανανεώσιμος πόρος. Η καλλιέργειά της είναι εύκολη, δεν απαιτεί χρήση ζιζανιοκτόνων ή φυτοφαρμάκων, αντίθετα βελτιώνει το έδαφος.
- Οι μονώσεις κάνναβης έχουν μεγάλη αντοχή στο χρόνο, αλλοιώνονται δύσκολα, δεν αποσυντίθενται, ούτε προσβάλλονται από μύκητες ή έντομα. Μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν ή να αφομοιωθούν από το περιβάλλον.
- Η κάνναβη είναι ακίνδυνη για την υγεία. Όταν αναμειγνύεται με επιβλαβείς προσμίξεις το χαρακτηριστικό αυτό αναιρείται.

Φυσικές ιδιότητες

Η θερμομονωτική ικανότητα της κάνναβης είναι υψηλή. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας των πλακών είναι $\lambda = 0,04 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, βρίσκεται δηλαδή στο επίπεδο του υαλοβάμβακα, ενώ των χυτών μονώσεων και του μαλλιού είναι $\lambda = 0,048 \text{ W/m}\cdot\text{K}$.

Η αντίσταση της κάνναβης στη διάχυση υδρατμών είναι $\mu = 1 - 2$. Δεν προσβάλλεται εύκολα από την υγρασία και λειτουργεί σε εσωτερικούς χώρους ως σταθεροποιητής υγρασίας. Μπορεί να απορροφήσει υδρατμούς σε ποσοστό 17 % της μάζας της, χωρίς να μεταβάλει τη θερμομονωτική της ικανότητα και χωρίς να αποσυντεθεί, εξαιτίας του μεγάλου ποσοστού πυριτικών αλάτων που επικάθονται στις ίνες της. Παρόλα αυτά, καλό είναι να αποφεύγεται η έκθεσή της σε μόνιμη υγρασία.

Η κάνναβη έχει υψηλή ηχομονωτική ικανότητα, ανάλογη με τη θερμομονωτική. Οι ίνες της είναι σκληρές. Δεν κόβονται με ψαλίδι ή μαχαίρι, κόβονται μόνο με ηλεκτρικά εργαλεία.



2.4.5.8 Κοπή μόνωσης

Χρήσεις

Οι μονώσεις κάνναβης είναι κατάλληλες κυρίως για εσωτερική χρήση. Μπορούν να τοποθετηθούν και ως εξωτερική θερμομόνωση του κελύφους. Στη στέγη προστατεύονται ευκολότερα. Στις εξωτερικές τοιχοποιίες όμως απαιτείται επιμελημένη επικάλυψη ή επένδυση για πρόσθετη προστασία.

Οι πλάκες και τα ρολά κάνναβης τοποθετούνται σε τοίχους, στη στέγη, ή κάτω από το δάπεδο.

Τοποθέτηση πλακών κάνναβης



2.4.5.9 Στον τοίχο



2.4.5.10 Στη οροφή

Το μαλλί ινών κάνναβης χρησιμοποιείται ως υλικό σφράγισης αρμών της κατασκευής.

Οι διαχωρισμένες ίνες κάνναβης, εμποτισμένες με βόρακα, εγχέονται σε δομικά διάκενα, με την ίδια μέθοδο που γίνεται και η έγχυση κυτταρίνης.

Τα τρίμματα ινών κάνναβης χρησιμοποιούνται, χωρίς άλλη πρόσμιξη, ως χυτή μόνωση μεταξύ δύο τοιχοποιιών ή σε άλλα διάκενα. Επίσης αναμειγνύονται με ασφαλτικά διαλύματα για την παραγωγή χυτών μονώσεων που στερεοποιούνται.

Ελαφρείς μονωτικοί πλίνθοι παράγονται από ίνες κάνναβης και ασβέστη με προσθήκη άμμου, πουζολάνης και τσιμέντου. Τοποθετούνται ως μόνωση στην εξωτερική πλευρά του κελύφους. Έχουν μικρή αντοχή σε θλίψη.



2.4.5.11 Ελαφρείς πλίνθοι κάνναβης

Ελαφρείς ωμόπλινθοι από πηλό και κάνναβη Έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά με τους θερμομονωτικούς ωμόπλινθους πηλού με άχυρο.

2.4.6 Μόνωση Λιναριού

Το λινάρι κατάγεται από την Ασία. Φύεται ή καλλιεργείται εύκολα σε εύκρατα κλίματα. Ευδοκίμει και στις χώρες της Μεσογείου, στην Ελλάδα και στην Ευρώπη. Το νήμα του είναι από τα αρχαιότερα στον κόσμο.

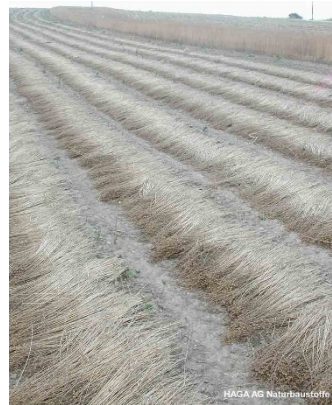


2.4.6.1 Φυτό



2.4.6.2 Άνθος

2.4.6.3 Συγκομιδή



Οι μονώσεις λιναριού παράγονται από τις ισχυρές ίνες του φυτού. Το κύριο συστατικό τους είναι η κυτταρίνη. Οι πόροι μεταξύ των ινών των μονωτικών πλακών εγκλωβίζουν αέρα που προσδίδει στις πλάκες μονωτικές ιδιότητες.

Τρόπος παρασκευής

Οι μονώσεις λιναριού παρασκευάζονται από τις κοντές ίνες του φυτού, που περισσεύουν από τη νηματουργική και υφαντουργική επεξεργασία των πολύτιμων μακριών ινών του.

Οι ίνες στρώνονται με χτένια σε μορφή παπλώματος. Συγκολλούνται με τη χρήση φυσικής κόλλας, όπως αμυλόκολλας της πατάτας. Δημιουργούνται έτσι πλάκες διαφόρων βαθμών σκληρότητας και πάχους 40 – 160 mm. Όταν οι πλάκες έχουν πάχος > 100 mm, ενισχύονται με πολυεστερικές ίνες.



2.4.6.3 Ίνες λιναριού ενισχυμένες με πολυεστερικές ίνες



2.4.6.4 Επεξεργασία ινών λιναριού



2.4.6.5 Θερμομονωτικές πλάκες λιναριού

Περιβαλλοντικές ιδιότητες

- Η εμπεριεχόμενη ενέργεια των μονώσεων λιναριού είναι εξαιρετικά χαμηλή.
- Το λινάρι είναι ανανεώσιμη πρώτη ύλη. Η καλλιέργειά του απαιτεί έδαφος πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά και το εξαντλεί.
- Οι ίνες λιναριού και οι μονώσεις του ως απορρίμματα είναι αφομοιώσιμες από το περιβάλλον.
- Οι μονώσεις λιναριού είναι εντελώς ακίνδυνες για την υγεία, όταν δεν περιέχουν συνθετικές προσμίξεις.

Φυσικές ιδιότητες

- Η θερμική αγωγιμότητα των μονώσεων λιναριού είναι μικρή, με

συντελεστή $\lambda = 0,040 - 0,045\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

- Οι μονώσεις λιναριού εμφανίζουν αντίσταση στη διάχυση υδρατμών με συντελεστή $\mu = 1 - 2$. Προσροφούν από τον αέρα υγρασία και την αποδίδουν εξίσου εύκολα. Εξισορροπούν την υγρασία των εσωτερικών χώρων. Δεν προσβάλλονται από την υγρασία, ούτε από μύκητες.
- Οι ίνες λιναριού περιέχουν κυρίως κυτταρίνη. Γι αυτό δεν προσβάλλονται από τα έντομα που τρέφονται με κερατίνη, όπως οι ψύλλοι.
- Οι μονώσεις λιναριού έχουν καλές ηχομονωτικές ιδιότητες.
- Για την αύξηση της πυραντίστασης των μονώσεων λιναριού προστίθενται, κατά την παρασκευή τους, επιβραδυντές φωτιάς, όπως: βορικά άλατα, φωσφορική ή θειική αμμωνία ή υδρύαλος.
- Οι μονώσεις λιναριού είναι εύκολα επεξεργάσιμες και σχετικά προσιτού κόστους.

Χρήσεις

Οι μονώσεις λιναριού είναι κατάλληλες κυρίως για εσωτερική χρήση. Η χρήση τους ως εξωτερική θερμομόνωση του κελύφους των κτηρίων αποφεύγεται. Τοποθετούνται μεταξύ τοιχοποιιών και εσωτερικών επενδύσεων ή εγκιβωτίζονται μεταξύ των επενδύσεων εσωτερικών διαχωριστικών στοιχείων ή μεταξύ των δοκών στέγης και ψευδοροφής.



2.4.6.6 Τοποθέτηση θερμομόνωσης λιναριού

Τέλος, είναι και οι συνθετικές μονώσεις, οι οποίες θα προσπαθήσουμε να μην χρησιμοποιηθούν στις κατασκευές μας, διότι εκτός του ότι είναι ιδιαίτερα ενεργοβόρες για την παραγωγή τους, κυρίως είναι ιδιαίτερα επιβλαβείς ουσίες για την υγεία του ανθρώπου. Αυτές είναι:

2.4.7 Εξηλασμένη πολυστερίνη

- Προέρχεται από μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας (υδρογονάνθρακες)
- Γκρίζα ενέργεια (ενεργοβόρος η παραγωγή της) 450 KWh/μ³, έως 850 KWh/μ³
- Μόλυνση: Διαφυγή τοξικών πτητικών αερίων στο περιβάλλον, όπως CFC (χλωροφθοράνθρακες) και πεντανίου (καταστρέφουν τη στοιβάδα του όζοντος και ενισχύουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου).
- Μη ανακυκλώσιμα
- Επιπτώσεις στην υγεία: Διαφυγή στυρενίου στην ατμόσφαιρα (ουσία νευροτοξική, που ενοχοποιείται για καρκινογενέσεις). Σε περίπτωση φωτιάς, παραγωγή τοξικών βρωμιούχων αερίων, εξ αιτίας των ουσιών που περιέχει για την καθυστέρηση εκδήλωσης πυρκαγιάς. Ανάπτυξη ισχυρών ηλεκτροστατικών πεδίων. Καμία δυνατότητα διαπνοής του κτηρίου.

2.4.8 Πολυουρεθάνη

- Προέρχεται από μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.
- Γκρίζα ενέργεια: 1.000 KWh/μ³ έως και 1.200 KWh/μ³
- Οι HCFC που αντικατέστησαν τα CFC ενοχοποιούνται επίσης για την καταστροφή της στοιβάδας του όζοντος
- Μη ανακυκλώσιμη
- Επιπτώσεις στην υγεία: Οι ισοκυανάτες που προέρχονται από μια σύνθετη διαδικασία παραγωγής με βάση το χλώριο, απελευθερώνουν στο περιβάλλον (εσωτερικό και εξωτερικό του κτηρίου) αμίνες, ουσίες ιδιαίτερα επικίνδυνες για τους ανθρώπους. Σε περίπτωση δε πυρκαγιάς παράγεται κυάνιο, ουσία φοβερά τοξική.
- Καμία δυνατότητα διαπνοής του κτηρίου.

2.4.9 Υαλοβάμβακας / πετροβάμβακας

- Μη ανανεώσιμα (εκτός της ύαλου) που προέρχονται όμως από υλικά σε αφθονία στη φύση (άμμος, βασάλτης κλπ).

- Γκρίζα ενέργεια: 150 KWh/μ3 έως 250 KWh/μ3.
- Κύρια μόλυνση: Μόνο στις μονάδες παραγωγής (λόγω του διοξειδίου του άνθρακα CO₂) και κατά τη διάρκεια της μεταφοράς τους.
- Επιπτώσεις στην υγεία: Το **I.A.R.C.** (διεθνές κέντρο για την έρευνα του καρκίνου) που υπάγεται στον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, τα κατατάσσει στα εν δυνάμει καρκινογόνα υλικά !! που επιδρούν στον άνθρωπο μέσω της αναπνευστικής οδού. Σε αντίθεση με τις ίνες αμιάντου, οι ίνες των υλικών αυτών δεν διαχωρίζονται κατά το μήκος τους, αλλά σπάνε κάθετα στη μάζα τους και σύμφωνα με το **I.A.R.C.** η επικινδυνότητά τους έγκειται στις διαστάσεις τους (μήκος ανώτερο των 5 micron και διάμετρος μικρότερη των 3 micron).

Στη Γερμανία απαγορεύτηκε η χρήση τους σε δημόσια κτήρια και στα μικρότερα έργα επιτρέπεται μόνο όταν στεγανοποιηθούν απόλυτα !!

Το **I.A.R.C.** επισημαίνει επίσης τον κίνδυνο αναπνευστικών μολύνσεων, λαρυγγίτιδων, φαρυγγίτιδων κλπ σε χώρες όπου εφαρμόζονται αυτά τα υλικά.

Ακόμη, οι συνδετικές ουσίες που χρησιμοποιούνται και που έχουν βάση τη φορμόλη και την ουρία, απελευθερώνουν μεγάλες ποσότητες τοξικής φορμαλδεΐδης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

3.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

“Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) είναι οι μη ορυκτές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, δηλαδή η αιολική, η ηλιακή και η γεωθερμική ενέργεια, η ενέργεια κυμάτων, η παλιρροϊκή ενέργεια, η υδραυλική ενέργεια, τα αέρια τα εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής, από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και τα βιοαέρια, όπως ορίζει η ΟΔΗΓΙΑ 2001/77/ΕΚ.”



Εικόνα 3.1 ΑΠΕ

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΗΓΩΝ

Ανανεώσιμες και Μη Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Η ενέργεια είναι για την ανθρώπινη κλίμακα ένας περιορισμένος πόρος, επειδή τα αποθέματα πρωτογενών αρχικών πόρων είναι συγκεκριμένα και περιορισμένα. Ακόμη και οι λεγόμενες ανανεώσιμες μορφές ενέργειας προέρχονται από άλλες, περιορισμένες και εξαντλήσιμες, πηγές. Για παράδειγμα, η ηλιακή ενέργεια που δέχεται η γη για ένα συγκεκριμένο διάστημα είναι μια πεπερασμένη ποσότητα, επειδή προέρχεται από την ακτινοβολία του αστέρα ήλιου. Απλώς, στην περίπτωση αυτή, η διάρκεια ζωής του ήλιου είναι τόσες τάξεις μεγέθους μεγαλύτερη από αυτήν του ανθρώπου, ώστε να θεωρείται για μας ανεξάντλητη.

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Ως **Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)** έχουν οριστεί οι ενεργειακές πηγές, οι οποίες υπάρχουν εν αφθονία στο φυσικό περιβάλλον. Είναι η πρώτη μορφή ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος πριν στραφεί έντονα στη χρήση των ορυκτών καυσίμων. Οι ΑΠΕ πρακτικά είναι ανεξάντλητες, η χρήση τους δεν ρυπαίνει το περιβάλλον ενώ η αξιοποίησή τους περιορίζεται μόνον από την ανάπτυξη αξιόπιστων και οικονομικά αποδεκτών τεχνολογιών που θα έχουν σαν σκοπό την δέσμευση του δυναμικού τους. Το ενδιαφέρον για την ανάπτυξη των τεχνολογιών αυτών εμφανίστηκε αρχικά μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση του 1974 και παγιώθηκε μετά τη συνειδητοποίηση των παγκόσμιων σοβαρών περιβαλλοντικών προβλημάτων την τελευταία δεκαετία. Για πολλές χώρες, οι ΑΠΕ αποτελούν μια εγχώρια πηγή ενέργειας με ευνοϊκές προοπτικές συνεισφοράς στο ενεργειακό τους ισοζύγιο, συμβάλλοντας στη μείωση της εξάρτησης από το ακριβό εισαγόμενο πετρέλαιο και στην ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού τους εφοδιασμού. Παράλληλα, συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος, καθώς έχει πλέον διαπιστωθεί ότι ο ενεργειακός τομέας είναι ο κλάδος που ευθύνεται κατά κύριο λόγο για τη ρύπανση του περιβάλλοντος. Είναι χαρακτηριστικό ότι ο μόνος δυνατός τρόπος που διαφαίνεται για να μπορέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση να ανταποκριθεί στο φιλόδοξο στόχο που έθεσε το 1992 στη συνδιάσκεψη του Ρίο για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη, να περιορίσει δηλαδή, μέχρι το έτος 2000 τους ρύπους του διοξειδίου του άνθρακα στα επίπεδα του 1993, είναι να επιταχύνει την ανάπτυξη των ΑΠΕ.

Οι μορφές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι:

- **ο ήλιος - ηλιακή ενέργεια**, με υποτομείς τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, τα παθητικά ηλιακά συστήματα και τη φωτοβολταϊκή μετατροπή,
- **ο άνεμος - αιολική ενέργεια**,
- **οι υδατοπτώσεις - υδραυλική ενέργεια**, με περιορισμό στα μικρά υδροηλεκτρικά, ισχύος κάτω των 10 MW,
- **η γεωθερμία - γεωθερμική ενέργεια**: υψηλής και χαμηλής ενθαλπίας,
- **η βιομάζα**: θερμική ή χημική ενέργεια με την παραγωγή βιοκαυσίμων, τη χρήση υπολειμμάτων δασικών εκμεταλλεύσεων και την αξιοποίηση βιομηχανικών αγροτικών (φυτικών και ζωικών) και αστικών αποβλήτων,
- **οι θάλασσες**: ενέργεια κυμάτων, παλιρροϊκή ενέργεια και ενέργεια των ωκεανών από τη διαφορά θερμοκρασίας των νερών στην επιφάνεια και σε μεγάλο βάθος.

Τα κύρια πλεονεκτήματα των ΑΠΕ:

- Είναι πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από τους συμβατικούς ενεργειακούς πόρους οι οποίοι με το πέρασμα του χρόνου εξαντλούνται...
- Είναι εγχώριες πηγές ενέργειας και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.
- Είναι γεωγραφικά διεσπαρμένες και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος. Έτσι, δίνετε η δυνατότητα να καλύπτονται οι ενεργειακές ανάγκες σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας τα συστήματα υποδομής ενώ παράλληλα μειώνονται οι απώλειες μεταφοράς ενέργειας.
- Δίνουν τη δυνατότητα επιλογής της κατάλληλης μορφής ενέργειας που είναι προσαρμοσμένη στις ανάγκες του χρήστη (π.χ. ηλιακή ενέργεια για θερμότητα χαμηλών θερμοκρασιών έως αιολική ενέργεια για ηλεκτροπαραγωγή), επιτυγχάνοντας πιο ορθολογική χρησιμοποίηση των ενεργειακών πόρων.
- Έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος, το οποίο επιπλέον δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων.
- Οι επενδύσεις των ΑΠΕ είναι εντάσεως εργασίας, δημιουργώντας πολλές θέσεις εργασίας ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο.
- Μπορούν να αποτελέσουν σε πολλές περιπτώσεις πυρήνα για την αναζωογόνηση υποβαθμισμένων, οικονομικά και κοινωνικά, περιοχών και πόλο για την τοπική ανάπτυξη, με την προώθηση επενδύσεων που στηρίζονται στη συμβολή των ΑΠΕ (π.χ. καλλιέργειες θερμοκηπίου με γεωθερμική ενέργεια).
- Είναι φιλικές προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο και η αξιοποίησή τους είναι γενικά αποδεκτή από το κοινό.

Εκτός από τα παραπάνω πλεονεκτήματα οι ΑΠΕ παρουσιάζουν και ορισμένα χαρακτηριστικά που δυσχεραίνουν την αξιοποίηση και ταχεία ανάπτυξή τους:

- Το διεσπαρμένο δυναμικό τους είναι δύσκολο να συγκεντρωθεί σε μεγάλα μεγέθη ισχύος ώστε να μεταφερθεί και να αποθηκευθεί.
- Έχουν χαμηλή πυκνότητα ισχύος και ενέργειας και συνεπώς για μεγάλη παραγωγή απαιτούνται συχνά εκτεταμένες εγκαταστάσεις.
- Παρουσιάζουν συχνά διακυμάνσεις στη διαθεσιμότητά τους που μπορεί να είναι μεγάλης διάρκειας απαιτώντας την εφεδρεία άλλων ενεργειακών πηγών ή γενικά δαπανηρές μεθόδους αποθήκευσης.

- Η χαμηλή διαθεσιμότητά τους συνήθως οδηγεί σε χαμηλό συντελεστή χρησιμοποίησης των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσής τους.
- Το κόστος επένδυσης ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος σε σύγκριση με τις σημερινές τιμές των συμβατικών καυσίμων παραμένει ακόμη υψηλό.

3.2 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΩΝ ΑΠΕ

3.2.1 Ο Ήλιος – Ηλιακή Ενέργεια

Ο ήλιος εκπέμπει τεράστια ποσότητα ενέργειας. Η ηλιακή ακτινοβολία αξιοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρισμού με δύο τρόπους: με θερμικές και φωτοβολταϊκές εφαρμογές. Η πρώτη είναι η συλλογή της ηλιακής ενέργειας με στόχο την παραγωγή θερμότητας (χρησιμοποιείται κυρίως για τη θέρμανση του νερού και τη μετατροπή του σε ατμό για την κίνηση τουρμπίνων), ενώ στη δεύτερη εφαρμογή τα φωτοβολταϊκά συστήματα μετατρέπουν το φως του ήλιου σε ηλεκτρισμό με τη χρήση φωτοβολταϊκών κυψελών ή συστοιχιών. Αυτή η τεχνολογία που εμφανίστηκε στις αρχές του 1970 στα διαστημικά προγράμματα των ΗΠΑ έχει μειώσει το κόστος παραγωγής ηλεκτρισμού με αυτόν τον τρόπο από \$300 σε \$4 το Watt. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιούνται κυρίως σε αγροτικές και απομακρυσμένες περιοχές όπου η σύνδεση με το δίκτυο είναι πολύ ακριβή. Αν και όλη η γη δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία, η ποσότητά της εξαρτάται κυρίως από τη γεωγραφική θέση, την ημέρα, την εποχή και τη νεφοκάλυψη. Για παράδειγμα, η έρημος δέχεται περίπου το διπλάσιο ποσό ηλιακής ενέργειας από άλλες περιοχές.

Στο μεγαλύτερο τμήμα της χώρας μας η ηλιοφάνεια διαρκεί περισσότερες από 2700 ώρες το χρόνο. Στη Δυτική Μακεδονία και την Ήπειρο εμφανίζει τις μικρότερες τιμές κυμαινόμενη από 2200 ως 2300 ώρες, ενώ στη Ρόδο και τη νότια Κρήτη ξεπερνά τις 3100 ώρες ετησίως.



3.2.1.1 Φωτοβολταϊκά σε κατοικίες



3.2.1.2 Αυτοκίνητο που κινείται με ηλιακή

ενέργεια

Η δράση της ηλιακής ακτινοβολίας αξιοποιείται με:

Ενεργητικά, παθητικά και φωτοβολταϊκά ηλιακά συστήματα (όπως έχουμε αναφερθεί)

Πλεονεκτήματα

- Μηδενική ρύπανση
- Αθόρυβη λειτουργία
- Αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής
- Απεξάρτηση από τροφοδοσία καυσίμων για την παραγωγή της ενέργειας (μπαταρίες)
- Δυνατότητα επέκτασης
- Μηδενικό κόστος παραγωγής ενέργειας - ελάχιστη συντήρηση

Μειονεκτήματα

- υψηλό κόστος κατασκευής
- έλλειψη επιδοτήσεων
- προβλήματα στην αποθήκευση

3.2.2 Η Γεωθερμία – Γεωθερμική Ενέργεια



Εικόνα 3.2.2.1 Γεωθερμική Ενέργεια

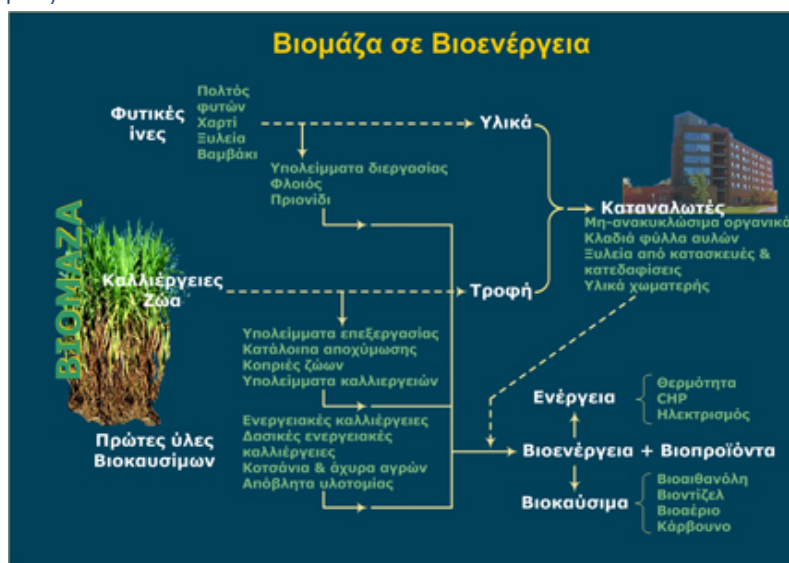
Ως γεωθερμική ενέργεια χαρακτηρίζεται η ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης, μεταφέρεται στην επιφάνεια με αγωγή θερμότητας και με την είσοδο στο φλοιό της γης λειωμένου μάγματος από τα βαθύτερα στρώματά της, και γίνεται αντιληπτή με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού. Το γεωθερμικό δυναμικό κάθε περιοχής σχετίζεται με τις γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες της. Αποτελεί ήπια και σχετικά ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή που με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα μπορεί να καλύψει σημαντικές ενεργειακές

ανάγκες.

Η κύρια κατάταξη των γεωθερμικών πεδίων γίνεται με βάση τη θερμοκρασία τους. Πεδία χαμηλής ή μέσης θερμοκρασίας (50 – 150°C) αξιοποιούνται στη μεταφορά θερμότητας σε οικισμούς, θερμοκήπια, αλλά και μικρές βιομηχανικές μονάδες. Πεδία υψηλής θερμοκρασίας (άνω των 150°C) είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή ηλεκτρισμού. Οι γεωθερμικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος είναι ιδιαίτερα οικονομικές και η λειτουργία τους έχει μικρή περιβαλλοντική επίδραση. Παράγουν μόνο το 1/6 του CO₂ από ό,τι θα παρήγαγε μια μονάδα ίσης δυναμικότητας που λειτουργεί με φυσικό αέριο, ενώ το κόστος της παραγόμενης ενέργειας κυμαίνεται περίπου μεταξύ \$0.015/kW και \$0.35/kW. Σε παγκόσμια κλίμακα η συνολική δυναμικότητα των γεωθερμικών μονάδων ηλεκτροπαραγωγής ξεπερνά τα 8000 MWe και η αντίστοιχη θερμική τα 4000 MW_{th}.

Σύμφωνα με την Ελληνική νομοθεσία, κάθε ρευστό που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και έχει θερμοκρασία πάνω από 25°C χαρακτηρίζεται ως «γεωθερμικό ρευστό». Εφόσον σε μία περιοχή αναβλύζει θερμό νερό ή ατμός, πρέπει να υπάρχει κάποιος υπόγειος ταμιευτήρας του οποίου το νερό έχει διεισδύσει σε βαθύτερα στρώματα του φλοιού της γης και θερμαινόμενο ανέρχεται στην επιφάνεια δημιουργώντας το «γεωθερμικό κοίτασμα». Τα γεωθερμικά ρευστά είτε συλλέγονται καθώς εξέρχονται με φυσικό τρόπο στην επιφάνεια της γης είτε αντλούνται με γεώτρηση από γεωθερμικά κοιτάσματα που βρίσκονται σε βάθος από μερικές εκατοντάδες μέχρι 3000 μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης. Μετά την ενεργειακή αξιοποίηση μέρους της αισθητής θερμότητάς τους, πρέπει να επανεγχύνονται στο υπέδαφος μέσω γεώτρησης. Με τον τρόπο αυτό ενισχύεται η μακροβιότητα του ταμιευτήρα και αποφεύγεται η θερμική ρύπανση του περιβάλλοντος (Δρής, 1996).

3.2.3 Η Βιομάζα



Εικόνα 3.2.3.1 Βιομάζα

Με τον όρο βιομάζα χαρακτηρίζουμε οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς (όπως είναι το ξύλο και άλλα προϊόντα του δάσους, υπολείμματα καλλιεργειών, κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων κ.λπ.) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας. Η ενέργεια που είναι δεσμευμένη στις φυτικές ουσίες προέρχεται από τον ήλιο. Με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης τα φυτά μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια σε βιομάζα. Οι ζωικοί οργανισμοί προσλαμβάνουν αυτή την ενέργεια με την τροφή τους και αποθηκεύουν ένα μέρος της. Αυτή την ενέργεια αποδίδει τελικά η βιομάζα μετά την επεξεργασία και τη χρήση της, ενώ αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας γιατί στην πραγματικότητα είναι αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια που δεσμεύτηκε από τα φυτά κατά τη φωτοσύνθεση. Η βιομάζα είναι η πιο παλιά και διαδεδομένη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.

Όλα τα παραπάνω υλικά, που άμεσα ή έμμεσα προέρχονται από το φυτικό κόσμο αλλά και τα υγρά απόβλητα και το μεγαλύτερο μέρος από τα αστικά απορρίμματα (υπολείμματα τροφών, χαρτί κ.ά.) των πόλεων και των βιομηχανιών μπορούν να μετατραπούν σε ενέργεια.

Χαρακτηριστικά

Η ενέργεια της βιομάζας (βιοενέργεια ή πράσινη ενέργεια) είναι δευτερογενής ηλιακή ενέργεια. Η ηλιακή ενέργεια μετασχηματίζεται από τα φυτά μέσω της φωτοσύνθεσης. Οι βασικές πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται είναι το νερό και ο άνθρακας τα οποία βρίσκονται άφθονα στη φύση. Όπως έχει αναφερθεί η βιομάζα είναι ανανεώσιμη καθώς απαιτείται μία σύντομη περίοδος για να αναπληρωθεί ότι χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας. Για τις διάφορες τελικές χρήσεις της βιομάζας υιοθετούνται διαφορετικοί όροι, όπως "βιοισχύς" ο οποίος περιγράφει τα συστήματα που χρησιμοποιούν πρώτες ύλες βιομάζας αντί των ορυκτών καυσίμων (φυσικό αέριο, άνθρακα) για ηλεκτροπαραγωγή, ή όπως "βιοκαύσιμα" ο οποίος αναφέρεται κυρίως στα υγρά καύσιμα μεταφορών που υποκαθιστούν πετρελαϊκά προϊόντα όπως βενζίνη ή ντίζελ. **Βασικό πλεονέκτημα** της βιομάζας είναι ότι είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και ότι παρέχει ενέργεια αποθηκευμένη με χημική μορφή. Η αξιοποίηση της μπορεί να γίνει με μετατροπή της σε μεγάλη ποικιλία προϊόντων με διάφορες μεθόδους και τη χρήση σχετικά απλής τεχνολογίας. Σαν πλεονέκτημά της καταγράφεται και το ότι κατά την παραγωγή και την μετατροπή της δεν δημιουργούνται οικολογικά και περιβαλλοντολογικά προβλήματα. Από την άλλη, σαν μορφή ενέργειας η βιομάζα χαρακτηρίζεται από πολυμορφία, χαμηλό ενεργειακό περιεχόμενο, σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα, λόγω χαμηλής πυκνότητας και/ή υψηλής περιεκτικότητας σε νερό, εποχικότητα, μεγάλη διασπορά, κλπ. Τα χαρακτηριστικά αυτά συνεπάγονται πρόσθετες, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα, δυσκολίες στη συλλογή, μεταφορά και αποθήκευσή της. Σαν συνέπεια

το κόστος μετατροπής της σε πιο εύχρηστες μορφές ενέργειας παραμένει υψηλό.

Πλεονεκτήματα

- Η καύση της βιομάζας έχει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου αφού οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που απελευθερώνονται κατά την καύση της βιομάζας δεσμεύονται πάλι από τα φυτά για τη δημιουργία της βιομάζας.
- Η μηδαμινή ύπαρξη του θείου στη βιομάζα συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του θείου (SO₂) που είναι υπεύθυνο για την όξινη βροχή.
- Εφόσον η βιομάζα είναι εγχώρια πηγή ενέργειας, η αξιοποίησή της σε ενέργεια συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα και βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου, στην εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού και στην εξοικονόμηση του συναλλάγματος.
- Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας σε μια περιοχή, αυξάνει την απασχόληση στις αγροτικές περιοχές με τη χρήση εναλλακτικών καλλιεργειών (διάφορα είδη ελαιοκράμβης, σόργο, καλάμι,) τη δημιουργία εναλλακτικών αγορών για τις παραδοσιακές καλλιέργειες (ηλίανθος κ.ά.), και τη συγκράτηση του πληθυσμού στις εστίες τους, συμβάλλοντας έτσι στη κοινωνικο-οικονομική ανάπτυξη της περιοχής. Μελέτες έχουν δείξει ότι η παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων έχει θετικά αποτελέσματα στον τομέα της απασχόλησης τόσο στον αγροτικό όσο και στο βιομηχανικό χώρο.

Μειονεκτήματα

- Ο αυξημένος όγκος και η μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα, δυσχεραίνουν την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας.
- Η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της βιομάζας δυσκολεύουν την συνεχή τροφοδοσία με πρώτη ύλη των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας.
- Βάση των παραπάνω παρουσιάζονται δυσκολίες κατά τη συλλογή, μεταφορά, και αποθήκευση της βιομάζας που αυξάνουν το κόστος της ενεργειακής αξιοποίησης.
- Οι σύγχρονες και βελτιωμένες τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας απαιτούν υψηλό κόστος εξοπλισμού, συγκρινόμενες με αυτό των συμβατικών καυσίμων.

3.2.4 Άνεμος – Αιολική Ενέργεια

Η αιολική ενέργεια δημιουργείται έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία, γιατί η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης προκαλεί τη μετακίνηση μεγάλων μαζών αέρα από τη μια περιοχή στην άλλη, δημιουργώντας με τον τρόπο αυτό τους ανέμους. Είναι μια ήπια μορφή ενέργειας, φιλική προς το περιβάλλον, πρακτικά ανεξάντλητη. Αν υπήρχε η δυνατότητα, με τη σημερινή τεχνολογία, να καταστεί εκμεταλλεύσιμο το συνολικό αιολικό δυναμικό της γης, εκτιμάται ότι η παραγόμενη σε ένα χρόνο ηλεκτρική ενέργεια θα ήταν υπερδιπλάσια από τις ανάγκες της ανθρωπότητας στο ίδιο διάστημα (Αιολική ενέργεια, ΚΑΠΕ 1998). Υπολογίζεται ότι στο 25 % της επιφάνειας της γης επικρατούν άνεμοι μέσης ετήσιας ταχύτητας πάνω από 5,1 m/sec, σε ύψος 10 m πάνω από το έδαφος.

Όταν οι άνεμοι πνέουν με ταχύτητα μεγαλύτερη από αυτή την τιμή, τότε το αιολικό δυναμικό του τόπου θεωρείται εκμεταλλεύσιμο και οι απαιτούμενες εγκαταστάσεις μπορούν να καταστούν οικονομικά βιώσιμες, σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα. Άλλωστε το κόστος κατασκευής των ανεμογεννητριών έχει μειωθεί σημαντικά και μπορεί να θεωρηθεί ότι η αιολική ενέργεια διανύει την " πρώτη" περίοδο ωριμότητας, καθώς είναι πλέον ανταγωνιστική των συμβατικών μορφών ενέργειας. Η χώρα μας διαθέτει εξαιρετικά πλούσιο αιολικό δυναμικό και η αιολική ενέργεια μπορεί να γίνει σημαντικός μοχλός ανάπτυξης της. Από το 1982, οπότε εγκαταστάθηκε από τη ΔΕΗ το πρώτο αιολικό πάρκο στην Κύθνο, μέχρι και σήμερα έχουν κατασκευασθεί στην Άνδρο, στην Εύβοια, στη Λήμνο, Λέσβο, Χίο, Σάμο και στην Κρήτη εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνεμο συνολικής ισχύος πάνω από 30 Μεγαβάτ. Μεγάλο ενδιαφέρον επίσης εκδηλώνει και ο ιδιωτικός τομέας για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας, ιδιαίτερα στην Κρήτη, όπου το Υπουργείο Ανάπτυξης έχει εκδώσει άδειες εγκατάστασης για νέα αιολικά πάρκα συνολικής ισχύος δεκάδων MW.

Τεχνολογία Ανεμογεννητριών

Σήμερα η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας γίνεται σχεδόν αποκλειστικά με μηχανές που μετατρέπουν την ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική και ονομάζονται ανεμογεννήτριες. Κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- 4 τις ανεμογεννήτριες με οριζόντιο άξονα, όπου ο δρομέας είναι τύπου έλικας και ο άξονας μπορεί να περιστρέφεται συνεχώς παράλληλα προς τον άνεμο και
- 5 τις ανεμογεννήτριες με κατακόρυφο άξονα που παραμένει σταθερός.

Εικόνα 3.1.6 Αιολικό πάρκο



Στην παγκόσμια αγορά έχουν επικρατήσει οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα σε ποσοστό 90 %. Η ισχύς τους μπορεί να ξεπερνά τα 500 Kw και μπορούν να συνδεθούν κατευθείαν στο ηλεκτρικό δίκτυο της χώρας. Έτσι μια συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών, που ονομάζεται αιολικό πάρκο, μπορεί να λειτουργήσει σαν

μια μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

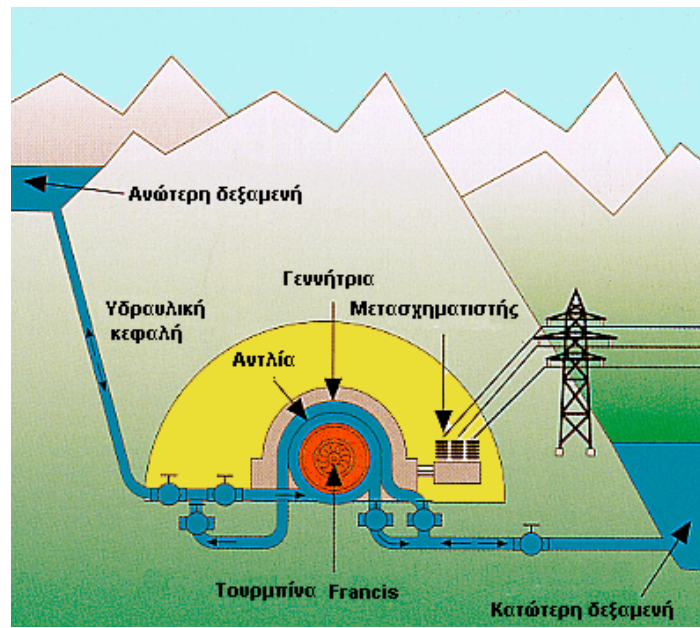
Χρησιμότητα Αιολικής Ενέργειας

Η συστηματική εκμετάλλευση του πολύ αξιόλογου αιολικού δυναμικού της χώρας μας θα συμβάλει:

- στην **αύξηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας** με ταυτόχρονη εξοικονόμηση σημαντικών ποσοτήτων συμβατικών καυσίμων, που συνεπάγεται συναλλαγματικά οφέλη
- σε σημαντικό **περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος**, αφού έχει υπολογισθεί ότι η παραγωγή ηλεκτρισμού μιας μόνο ανεμογεννήτριας ισχύος 550 kW σε ένα χρόνο, υποκαθιστά την ενέργεια που παράγεται από την καύση 2.700 βαρελιών πετρελαίου, δηλαδή αποτροπή της εκπομπής 735 περίπου τόνων CO₂ ετησίως καθώς και 2 τόνων άλλων ρύπων
- στη **δημιουργία πολλών νέων θέσεων εργασίας**, αφού εκτιμάται ότι για κάθε νέο Μεγαβάτ αιολικής ενέργειας δημιουργούνται 14 νέες θέσεις εργασίας

Τα ενδεχόμενα προβλήματα από την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας είναι ο θόρυβος από τη λειτουργία των ανεμογεννητριών, οι σπάνιες ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές στο ραδιόφωνο, τηλεόραση, τηλεπικοινωνίες, που επιλύονται όμως με την ανάπτυξη της τεχνολογίας και επίσης πιθανά προβλήματα αισθητικής

3.2.5 Νερό – Υδραυλική Ενέργεια



Εικόνα 3.2.5.1 Υδραυλική Ενέργεια

Το νερό στη φύση, όταν βρίσκεται σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο, έχει δυναμική ενέργεια η οποία μετατρέπεται σε κινητική όταν το νερό ρέει προς χαμηλότερες περιοχές. Με τα υδροηλεκτρικά έργα (υδροταμιευτήρας, φράγμα, κλειστός αγωγός πτώσεως, υδροστρόβιλος, ηλεκτρογεννήτρια, διώρυγα φυγής) γίνεται δυνατή η εκμετάλλευση της ενέργειας του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος το οποίο διοχετεύεται στην κατανάλωση με το ηλεκτρικό δίκτυο. Η μετατροπή της ενέργειας των υδατοπτώσεων με τη χρήση υδραυλικών τουρμπίνων παράγει την υδροηλεκτρική ενέργεια. Η ενέργεια αυτή ταξινομείται σε υδροηλεκτρική ενέργεια μεγάλης και μικρής κλίμακας. Η υδροηλεκτρική ενέργεια μικρής κλίμακας διαφέρει σημαντικά από αυτή της μεγάλης σε ότι αφορά τις επιπτώσεις της στο περιβάλλον. Οι υδροηλεκτρικές μονάδες μεγάλης κλίμακας απαιτούν τη δημιουργία φραγμάτων και τεράστιων δεξαμενών με σημαντικές επιπτώσεις στο οικοσύστημα και γενικότερα στο άμεσο περιβάλλον.

Τα συστήματα μικρής κλίμακας τοποθετούνται δίπλα σε ποτάμια και κανάλια με αποτέλεσμα να έχουν λιγότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Υδροηλεκτρικές μονάδες λιγότερες των 30 MW χαρακτηρίζονται μικρής κλίμακας και θεωρούνται ανανεώσιμες πηγές. Το γρήγορα κινούμενο νερό οδηγείται μέσα από τούνελ με σκοπό να θέσει σε λειτουργία τις τουρμπίνες παράγοντας έτσι μηχανική ενέργεια. Μια γεννήτρια μετατρέπει αυτή την ενέργεια σε ηλεκτρική. Σε αντίθεση με το ότι συμβαίνει με τα ορυκτά καύσιμα, το νερό δεν αχρηστεύεται κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για άλλους σκοπούς.

Φυσικά, μόνο σε περιοχές με σημαντικές υδατοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση είναι δυνατόν να κατασκευασθούν υδροταμιευτήρες. Συνήθως η ενέργεια που τελικώς παράγεται με τον τρόπο

αυτό, χρησιμοποιείται μόνο συμπληρωματικά με άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας, σε ώρες αιχμής. Στη χώρα μας η υδροηλεκτρική ενέργεια ικανοποιεί περίπου το 10% των ενεργειακών μας αναγκών.

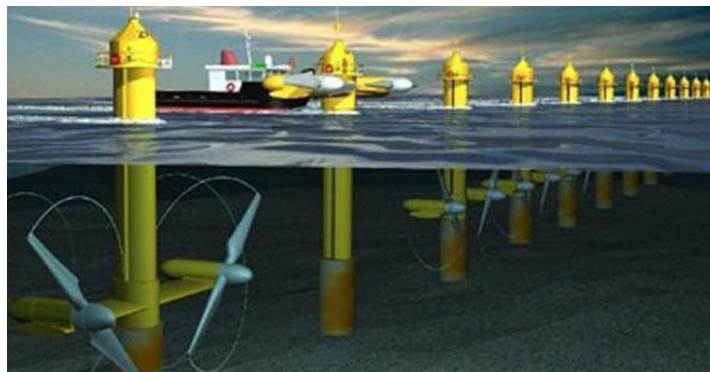
Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση της υδραυλικής ενέργειας είναι :

- Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι δυνατό να τεθούν σε λειτουργία αμέσως μόλις ζητηθεί επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια, σε αντίθεση με τους θερμικούς σταθμούς (γαιανθράκων, πετρελαίου), που απαιτούν χρόνο προετοιμασίας
- Είναι μία "καθαρή" και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με τα γνωστά πλεονεκτήματα (εξοικονόμηση συναλλάγματος, φυσικών πόρων, προστασία περιβάλλοντος)
- Μέσω των υδροταμιευτήρων δίνεται η δυνατότητα να ικανοποιηθούν και άλλες ανάγκες, όπως ύδρευση, άρδευση, ανάσχεση χειμάρρων, δημιουργία υγροτόπων, αναψυχή, αθλητισμός.

Τα μειονεκτήματα που συνήθως εμφανίζονται είναι:

- Το μεγάλο κόστος κατασκευής φραγμάτων και εξοπλισμού των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής καθώς και η μεγάλη χρονική διάρκεια απαιτείται μέχρι την αποπεράτωση του έργου
- Η έντονη περιβαλλοντική αλλοίωση στην περιοχή του ταμιευτήρα (ενδεχόμενη μετακίνηση πληθυσμών, υποβάθμιση περιοχών, αλλαγή στη χρήση γης, στη χλωρίδα και πανίδα περιοχών αλλά και του τοπικού κλίματος, αύξηση σεισμικής επικινδυνότητας, κ.ά.). Η διεθνής πρακτική σήμερα προσανατολίζεται στην κατασκευή μικρών φραγμάτων.
- Βρίσκουν ευρεία εφαρμογή μόνο σε χώρες με άφθονα νερά και σημαντικές βροχοπτώσεις. Η λειτουργία τους απαιτεί μεγάλες ποσότητες νερού, η δέσμευση των οποίων ενδέχεται να δημιουργήσει πρόβλημα στην χλωρίδα και πανίδα της περιοχής

3.2.6 Οι Θάλασσες – Ενέργεια Κυμάτων



Εικόνα 3.2.6.1 Ενέργεια Κυμάτων

Ιστορική αναδρομή

Για περισσότερους από δύο αιώνες οι εφευρέτες αναζητούσαν τρόπους για να εκμεταλλευτούν τη δύναμη από τα κύματα και όμως ακόμα δεν έχουμε μια ευρεία εφαρμογή της δυνατότητας παραγωγής ενέργειας από τα κύματα ως γεννήτριες. Μπορούμε να εξαγάγουμε τη δύναμη χρησιμοποιώντας διάφορους και ποικίλους τρόπους όπως π.χ. καταδυόμενες αίθουσες πίεσης. Ομοίως δεν υπάρχει κανένα αξιόπεραστο τεχνικό πρόβλημα. Ενώ υπάρχει μεγάλη δυσκολία σε ότι αφορά τη μηχανική, η επιστήμη παραγωγής ενέργειας από τα κύματα έχει τις λύσεις για κάθε πτυχή της τεχνολογίας. Στη πραγματικότητα το μόνο μακροπρόθεσμο πρόβλημα είναι το κόστος που κάθε καταναλωτής είναι πρόθυμος να πληρώσει.

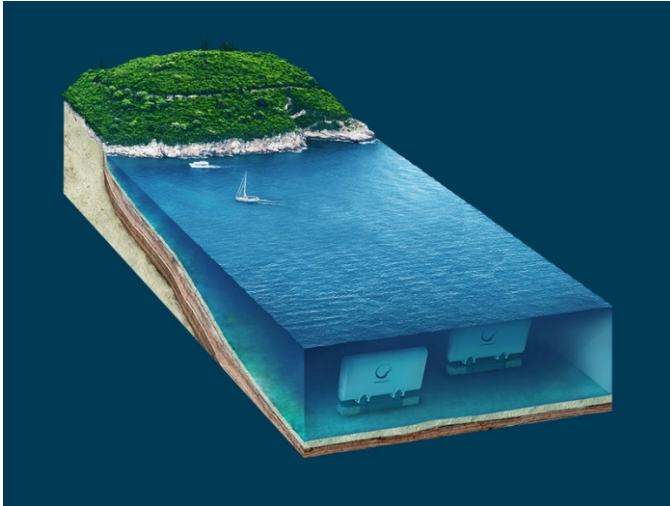
Η αγορά παγκόσμιας ηλεκτρικής ενέργειας ανέρχεται στα \$800-δισεκατομμύρια ανά έτος (ΗΠΑ) και διαρκώς αυξάνεται. Έχει υπολογιστεί ότι υπάρχουν σήμερα 2 δισεκατομμύρια άνθρωποι που στερούνται ακόμα την ηλεκτρική ενέργεια , ενώ και η παγκόσμια ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας στις αναπτυσσόμενες χώρες διπλασιάζει κάθε οκτώ έτη (World Watch Institute Μάιος 1997. Προκειμένου να ικανοποιηθεί αυτή η ζήτηση, εξαιτίας του γεγονότος ότι θα πρέπει να υπάρχει μείωση στη παραγωγή των πράσινων αερίων που χρησιμοποιούνται στα σπίτια , οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας πρέπει να αναπτυχθούν.

Η θάλασσα έχει θεωρηθεί από καιρό ως πηγή ενέργειας. κατά τον Μεσαίωνα (1200-1500) οι αγρότες παγίδευαν το θαλάσσιο νερό στις λίμνες μύλων, για να το χρησιμοποιήσουν στους υδρόμυλους δύναμης . Κατά τη διάρκεια των τελευταίων πενήντα ετών, οι μηχανικοί έχουν αρχίσει να εξετάζουν την παλιρροιακή δύναμη και τη δύναμη των κυμάτων σε μια μεγαλύτερη, βιομηχανική κλίμακα. Εντούτοις, μέχρι τα τελευταία έτη, ιδιαίτερα στην Ευρώπη, η δύναμη των κυμάτων και η παλιρροιακή δύναμη , θεωρήθηκαν αντικοινωνικές. Αν και μερικά πιλοτικά έργα έδειξαν ότι η ενέργεια θα μπορούσε να παραχθεί, κάποια άλλα επίσης έδειξαν ότι, ακόμα κι αν το κόστος για την παράγωγη της ενέργειας δεν ξετασθεί, υπάρχει ένα πραγματικό πρόβλημα, που αφορά την ικανότητα του εξοπλισμού να αντέξει το εξαιρετικά σκληρό θαλάσσιο περιβάλλον.

Πριν από είκοσι χρόνια η αντίστοιχη βιομηχανία παραγωγής ενέργειας από αέρα αντιμετώπιζε παρόμοια προβλήματα αλλά με την υποστήριξη των εκάστοτε κυβερνήσεων στους κατασκευαστές κατάφεραν να ανταγωνιστούν τη πράσινη δύναμη. Η ενεργειακή βιομηχανία κυμάτων είναι τώρα σε παρόμοιο στάδιο ανάπτυξης αλλά με τη δημόσια υποστήριξη και κάποια δημόσια χρήματα θα ξεπεραστούν οι όποιες αποτυχίες στον τρόπο παραγωγής, όπως γίνεται σε κάθε παρόμοια αναπτυξιακή τεχνική. Με την εισαγωγή νέων πηγών ενέργειας στην αγορά υπάρχει η προσδοκία ότι οι συνθήκες για την χρησιμοποίηση της δύναμης κυμάτων θα ωριμάσει έτσι ώστε να έχει σημαντική συμβολή στην κάλυψη των ενεργειακών μας αναγκών.

Προς το τέλος της δεκαετίας του '90, έχει γίνει σαφές ότι η τεχνολογία έχει

προωθηθεί σε σημείο όπου η αξιόπιστη και φτηνή ηλεκτρική ενέργεια από τους ωκεανούς γίνεται μια πραγματικότητα . Το Ηνωμένο Βασίλειο παρήγαγε την πρώτη ηλεκτρική ενέργεια από θαλάσσια και παλιρροϊκά κύματα με την οποία εφοδίασε τον εθνικό του δίκτυο το έτος 2000, αναγκάζοντας και άλλες χώρες να σκεφτούν σοβαρά να πράξουν κάτι ανάλογο.



Εικόνα 3.2.6.2 Εκμετάλλευση Ενέργειας

Εισαγωγή

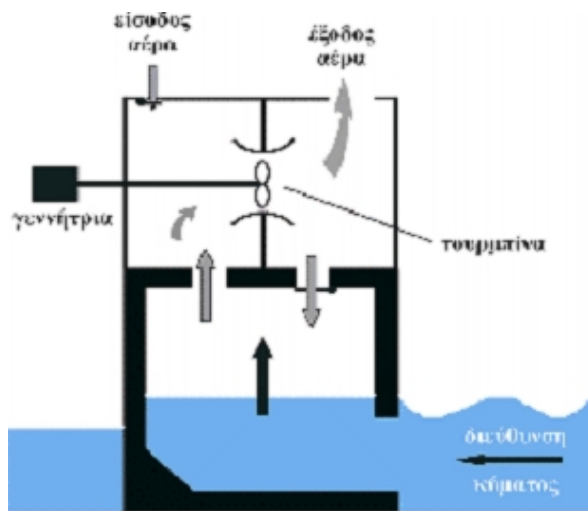
Οι ωκεανοί μπορούν να μας προσφέρουν τεράστια ποσά ενέργειας. Υπάρχουν τρεις βασικοί τρόποι για να εκμεταλλευτούμε την ενέργεια της θάλασσας (Σχήμα 1):

α) από τα κύματα

β) από τις παλίρροιες (μικρές και μεγάλες)

γ) από τις θερμοκρασιακές διαφορές του νερού

α) Η κινητική ενέργεια των κυμάτων μπορεί να περιστρέψει την τουρμπίνα, όπως φαίνεται στο σχήμα . Η ανυψωτική κίνηση του κύματος πιέζει τον αέρα προς τα πάνω, μέσα στο θάλαμο και θέτει σε περιστροφική κίνηση την τουρμπίνα έτσι ώστε η γεννήτρια να παράγει ρεύμα. Αυτός είναι ένας μόνο τύπος εκμετάλλευσης της ενέργειας των κυμάτων. Η παραγόμενη ενέργεια είναι σε θέση να καλύψει τις ανάγκες μιας οικίας, ενός φάρου, κ.λ.π.



Εικόνα 3.2.6.3 Σχηματική διάταξη παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος από τον κυματισμό της θάλασσας

β) Η αξιοποίηση της παλιρροϊκής ενέργειας χρονολογείται από εκατοντάδες χρόνια πριν, αφού με τα νερά που δεσμεύονταν στις εκβολές ποταμών από την παλίρροια, κινούνταν νερόμυλοι. Ο τρόπος είναι απλός: Τα εισερχόμενα νερά της παλίρροιας στην ακτή κατά την πλημμυρίδα μπορούν να παγιδευτούν σε φράγματα, οπότε κατά την άμπωτη τα αποθηκευμένα νερά ελευθερώνονται και κινούν υδροστρόβιλο, όπως στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Τα πλέον κατάλληλα μέρη για την κατασκευή σταθμών ηλεκτροπαραγωγής είναι οι στενές εκβολές ποταμών. Η διαφορά μεταξύ της στάθμης του νερού κατά την άμπωτη και την πλημμυρίδα πρέπει να είναι τουλάχιστον 10 μέτρα. Σήμερα οι μικροί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από το θαλασσινό νερό βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο. Η ηλεκτρική ενέργεια που μπορεί να παραχθεί είναι ικανή να καλύψει τις ανάγκες μιας πόλης μέχρι και 240 χιλιάδων κατοίκων. Ο πρώτος παλιρροϊκός σταθμός κατασκευάστηκε στον ποταμό La Rance στις ακτές της Βορειοδυτικής Γαλλίας το 1962 και οι υδροστρόβιλοί του μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια καθώς το νερό κινείται κατά τη μια ή την άλλη κατεύθυνση. Άλλοι τέτοιοι σταθμοί λειτουργούν στη Ρωσία, στη θάλασσα Barents και στον κόλπο Fuhdy της Νέας Σκωτίας.

γ) Η θερμική ενέργεια των ωκεανών μπορεί επίσης να αξιοποιηθεί με την εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του θερμότερου επιφανειακού νερού και του ψυχρότερου νερού του πυθμένα. Η διαφορά αυτή πρέπει να είναι τουλάχιστον 3,5 °C.

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση της ενέργειας των ωκεανών, εκτός από "καθαρή" και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με τα γνωστά ευεργετήματα, είναι

- 4 σχετικά μικρό κόστος κατασκευής των απαιτούμενων εγκαταστάσεων,
- 5 η μεγάλη απόδοση (40-70 KW ανά μέτρο μετώπων κύματος) και
- 6 η δυνατότητα παραγωγής υδρογόνου με ηλεκτρόλυση από το άφθονο θαλασσινό νερό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο.

Στα μειονεκτήματα αναφέρεται το κόστος μεταφοράς της ενέργειας στη στεριά.

3.1 ΜΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χαρακτηρίζονται οι πηγές οι οποίες δεν αναπληρώνονται ή αναπληρώνονται εξαιρετικά αργά για τα ανθρώπινα μέτρα από φυσικές διαδικασίες. Στις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας περιλαμβάνονται κυρίως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, γνωστά και ως ορυκτά καύσιμα. Βέβαια, η φύση δεν σταματά να δημιουργεί ούτε άνθρακα ούτε πετρέλαιο. **Αν αναλογισθούμε όμως ότι η ανθρωπότητα καταναλώνει ημερησίως τόση ποσότητα ορυκτών καυσίμων όση μπορεί η φύση να δημιουργήσει σε χίλια περίπου χρόνια, αντιλαμβανόμαστε πλέον την έννοια της ανανεωσιμότητας.**

ΜΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
<ul style="list-style-type: none"> Δεν είναι δυνατό να ανανεώσουν σε εύλογο, για τον άνθρωπο, χρονικό διάστημα την αποθηκευμένη τους ενέργεια Η διαδικασία σχηματισμού τους διήρκεσε εκατομμύρια χρόνια 	<ul style="list-style-type: none"> Χαρακτηρίζονται οι πηγές που μπορούν με φυσικό τρόπο να ανανεώσουν σε σύντομο χρονικό διάστημα την αποθηκευμένη τους ενέργειας
<p><u>Γαιάνθρακες:</u> λιγνίτης, ανθρακίτης, τύρφη κ.τ.λ.</p> <p><u>Πετρέλαιο:</u> μαζούτ, πετρέλαιο, βενζίνη, κηροζίνη κλπ.)</p> <p><u>Φυσικό αέριο</u></p> <p><u>Πυρηνική Ενέργεια</u></p>	<p><u>Ηλιακή</u> (από τον ήλιο)</p> <p><u>Υδραυλική</u> (από το νερό)</p> <p><u>Αιολική</u> (από τον άνεμο)</p> <p><u>Βιομάζα</u> (οργανική ύλη που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο, παραγωγή βιοαερίου, παραγωγή αιθανόλης και βιοντίζελ)</p> <p><u>Γεωθερμική</u> (ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και σχετίζεται με την ηφαιστειότητα και τις ειδικότερες γεωλογικές και</p>

	γεωτεκτονικές συνθήκες της κάθε περιοχής)
Τα τελευταία χρόνια η αλόγιστη χρήση τους έχει οδηγήσει σε ενεργειακές κρίσεις, αλλά και στη δημιουργία σειράς προβλημάτων, με αποτέλεσμα την επιβάρυνση του περιβάλλοντος.	Η χρήση τους παρουσιάζει σχετική αύξηση τα τελευταία χρόνια, σε παγκόσμια κλίμακα, εξυπηρετώντας το στόχο της προστασίας του περιβάλλοντος, καθώς πρόκειται για "καθαρές" και φιλικές προς το περιβάλλον ενεργειακές πηγές.

Πηγές Ενέργειας και Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις

Πηγή	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Ήλιος	<ul style="list-style-type: none"> Μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα Ανανεωσιμότητα Επάρκεια 	<ul style="list-style-type: none"> Αστάθεια Ακριβή τεχνολογία Δεσμεύει εκτεταμένες περιοχές
Άνεμος	<ul style="list-style-type: none"> Μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα Ανανεωσιμότητα Επάρκεια 	<ul style="list-style-type: none"> Αστάθεια Δεσμεύει εκτεταμένες περιοχές
Βιοκαύσιμα	<ul style="list-style-type: none"> Ελάχιστες εκπομπές θερμοκηπιακών αερίων Ανανεωσιμότητα 	<ul style="list-style-type: none"> Μεταφορά βιομάζας Χρήση νερού για την παραγωγή βιομάζας με πιθανές επιπτώσεις στα οικοσυστήματα
Υδατοπτώσεις	<ul style="list-style-type: none"> Μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα Δωρεάν πρώτη ύλη 	<ul style="list-style-type: none"> Υψηλό κόστος κατασκευής Επιπτώσεις στα οικοσυστήματα

Άνθρακας	<ul style="list-style-type: none"> • Σταθερότητα • Επάρκεια στην αγορά 	<ul style="list-style-type: none"> • Υψηλές εκπομπές CO₂, SO₂ • Μη ανανεώσιμη πηγή • Συσσώρευση υπολειμμάτων
Πετρέλαιο	<ul style="list-style-type: none"> • Αναπτυγμένη τεχνολογία 	<ul style="list-style-type: none"> • Περιορισμένη διαθεσιμότητα • Μεγάλο κόστος μεταφοράς όταν μεταφέρεται σε μακρινές αποστάσεις • Μη ανανεώσιμη πηγή • Εύφλεκτο • Υψηλές εκπομπές CO₂, NO_x
Φυσικό Αέριο	<ul style="list-style-type: none"> • “Σχετικά” φιλικό προς το περιβάλλον • Καύσιμο υψηλής ενεργειακής αξίας 	<ul style="list-style-type: none"> • Περιορισμένη διαθεσιμότητα • Μη ανανεώσιμη πηγή • Εκτεταμένο δίκτυο διανομής • Εκπομπές CO₂
Πυρηνική Ενέργεια	<ul style="list-style-type: none"> • Αφθονία πρώτης ύλης 	<ul style="list-style-type: none"> • Απόβλητα

Κάθε ενεργειακή πηγή για να μπορεί να χαρακτηριστεί ως χρήσιμη θα πρέπει η ενέργεια που παρέχει:

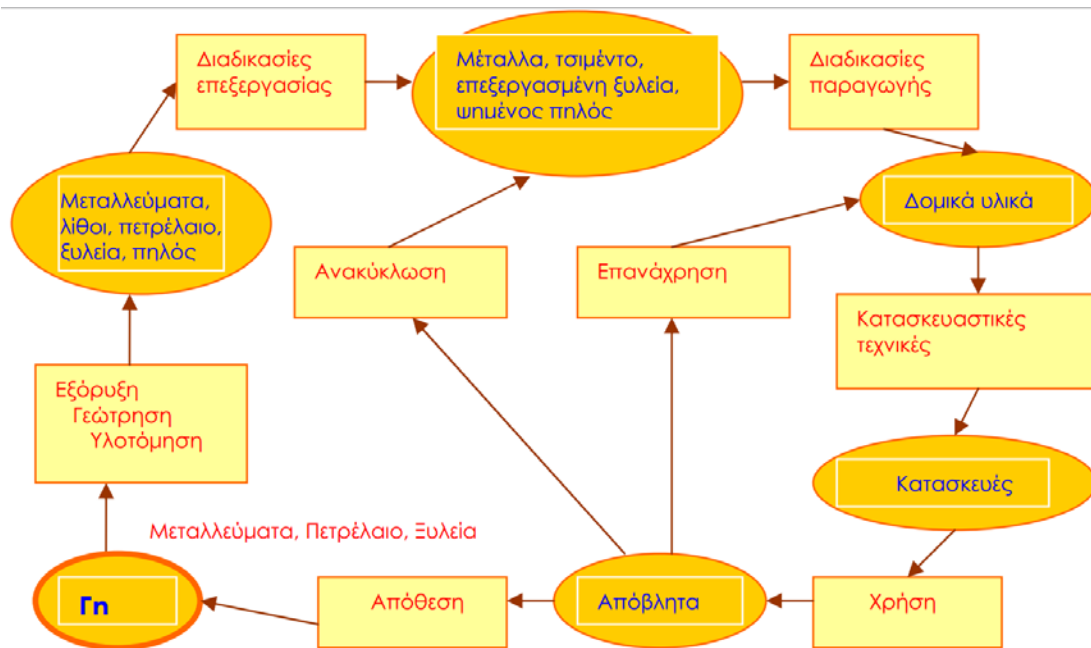
- να είναι άφθονη με εύκολη πρόσβαση στην ενεργειακή πηγή,
- να μετατρέπεται χωρίς δυσκολία σε μορφή που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί,
- να μεταφέρεται εύκολα, και
- να αποθηκεύεται εύκολα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ

4.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ

Με τον όρο περιβαλλοντικό αποτύπωμα εννοούμε την επιβάρυνση που δέχεται το περιβάλλον για τη δημιουργία ενός υλικού.

Για να εκτιμηθεί όμως το περιβαλλοντικό αποτύπωμα οποιουδήποτε κατασκευαστικού υλικού είναι απαραίτητο να συνυπολογισθούν όλες οι φάσεις της ζωής του από την παραγωγή μέχρι την κατεδάφιση και την ανακύκλωση. Η παραγωγή είναι μια περιβαλλοντικά σημαντική διεργασία και αποσπά την μεγαλύτερη προσοχή.



Εικόνα 4.1.1 Διαγραμματική απεικόνιση του κύκλου των υλικών

Η κατασκευαστική βιομηχανία έχει άμεση και εμφανή επίδραση στα παγκόσμια αποθέματα, την κατανάλωση ενέργειας και την απελευθέρωση διοξειδίου του άνθρακα.

Η βιομηχανία των κατασκευών αποτελεί το 10% του GDP , 7% του εργατικού δυναμικού ενώ τα κτήρια καταναλώνουν το 45% περίπου της απαιτούμενης ενέργειας και παράγουν το 35% των ρύπων. Επιπλέον καταναλώνουν το 50% των πρώτων υλών και «παράγουν» το 50% των απορριμμάτων.

Το «φαινόμενο του θερμοκηπίου» που προέρχεται από τις εκπομπές διαφόρων αερίων, των λεγόμενων αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα (διοξείδιο του άνθρακα - CO₂, μεθάνιο - CH₄, κ.λπ.) αναμένεται σύμφωνα με υπολογισμούς να προκαλέσει μια αύξηση στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος κατά 1.9-5.3οC. Το πρόβλημα αυτό για να αντιμετωπιστεί επιβάλλει τον έλεγχο των αερίων εκπομπών στην ατμόσφαιρα. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει συστήσει στα μέλη της την εφαρμογή νέας φορολογικής πολιτικής των καυσίμων και της ενέργειας ώστε οι εκπομπές του CO₂ να περιοριστούν στα επίπεδα του 1990.

Τα ορυκτά καύσιμα που καταναλώνονται στον κατασκευαστικό τομέα δεν περιορίζονται μόνο στις ποσότητες ενέργειας που απαιτούνται για τη λειτουργία των κατασκευών (λειτουργία ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού) αλλά ενέργεια ορυκτών καυσίμων καταναλώνεται επίσης κατά την παραγωγή των δομικών προϊόντων όπως και κατά την ανέγερση και την κατεδάφιση των κατασκευών.

Στην ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή των οικοδομικών υλικών συμπεριλαμβάνεται η ενέργεια εξόρυξης, παραγωγής και μεταφοράς τους από την πηγή των πρώτων υλών μέχρι το εργοτάξιο. Για τα ντόπια υλικά οι αποστάσεις μεταφοράς είναι σχετικά μικρές, της τάξης των 0 – 500 km. Αυτά είναι συνήθως απλά υλικά, όπως το ξύλο, οι λίθοι ή οι πλίνθοι. Για τα υλικά υψηλής τεχνολογίας, όπως τα μέταλλα και τα πλαστικά οι αποστάσεις μπορεί να είναι πολύ μεγάλες, της τάξης των 4.000 – 5.000 km. Στην ενέργεια που απαιτείται για την ανέγερση και κατεδάφιση ενός κτίσματος, συμπεριλαμβάνεται η ενέργεια του μηχανικού εξοπλισμού δόμησης, της μεταφοράς των οικοδομικών απορριμμάτων και της διαχείρισής τους. Η ενέργεια ορυκτών καυσίμων που περιέχεται στα οικοδομικά υλικά και στη διαδικασία ανέγερσης και κατεδάφισης ενός σύγχρονου κτιρίου ισοδυναμεί με την ενέργεια που καταναλώνεται για τη θέρμανση και το δροσισμό του για περίπου 7 – 8 χρόνια.

Η κατανάλωση ενέργειας από ορυκτά καύσιμα στην παραγωγή της οικοδομής μπορεί να μειωθεί:

- με την αντικατάστασή της ενέργειας από ορυκτά καύσιμα στην παραγωγή των οικοδομικών υλικών και των κτιρίων από καύσιμα που προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας,
- με την ανάπτυξη τεχνολογιών εξόρυξης, παραγωγής και κατασκευής χαμηλών ενεργειακών απαιτήσεων.

Ο Πίνακας 4.1 παρουσιάζει την ενέργεια που απαιτείται για την εξόρυξη των πρώτων υλών και την παραγωγή ορισμένων από τα βασικά οικοδομικά υλικά.

Οικοδομικά υλικά	Kwh/t	Οικοδομικά προϊόντα	Kwh/t
Λίθοι	100	Σκυρόδεμα	200 – 300
Άμμος	5	Οπλισμένο σκυρόδεμα	450 – 600
Ασβέστης	1.200	Κισσηρόδεμα	300 – 350
Τσιμέντο	1.000	Οπτόπλινθοι διάτρητοι	450
Σίδηρος	3.500	Οπτόπλινθοι ελαφρείς	500 – 600
Χάλυβας	8.000 – 9.000	Κέραμοι	550
Αλουμίνιο	72.500	Πλακίδια πυρίμαχα	1.730
Χαλκός	15.000	Υαλοπίνακες	15.000
Ψευδάργυρος (τσιγκος)	12.000	Μοριοσανίδες/Ινοσανίδες	800 – 1500
Μόλυβδος	10.000	Ξύλινα κουφώματα	20 kwh/m ³
Κασσίτερος	6.500	Πολυαιθυλένιο	8.200 – 13.700
Περλίτης	2.400 kwh/m ³	Πολυπροπυλένιο	8.200 – 13.700
Ξυλεία οικοδομική	300	Μονώσεις ορυκτών ινών	5.000
		Υαλοβάμβακας	2.000 – 14.000

Πίνακας 4.1

4.2 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ένα σημαντικό μέγεθος που χαρακτηρίζει τα υλικά είναι το ποσό της ενέργειας που καταναλώθηκε για την παραγωγή τους, από το στάδιο της λήψης των πρώτων υλών από τη φύση, το στάδιο της μεταφοράς τους στο εργοστάσιο, το στάδιο βιομηχανικής κατεργασίας τους έως το στάδιο της μεταφοράς και τοποθέτησής τους στην κατασκευή.

Το χαρακτηριστικό αυτό μέγεθος αναφέρεται ως εμπεριεχόμενη ή ενσωματωμένη ενέργεια δομικών υλικών και αποτελείται από την κατανάλωση ενέργειας κατά την παραγωγή των δομικών υλικών και την κατανάλωση ενέργειας κατά την κατασκευή, χρήση και κατεδάφιση των κτιρίων.

Αναλυτικότερα:

4.2.1 Κατανάλωση ενέργειας κατά την παραγωγή των δομικών υλικών

- άμεση κατανάλωση ενέργειας για την εξόρυξη των πρώτων υλών και την παραγωγική διαδικασία, η οποία εξαρτάται από τους διαφορετικούς τύπους μηχανημάτων που χρησιμοποιούνται στην παραγωγική διαδικασία, αλλά και δευτερογενής κατανάλωση

ενέργειας κατά την παραγωγική διαδικασία, η οποία αναφέρεται στην κατανάλωση ενέργειας για τη λειτουργία της παραγωγικής μονάδας, π.χ. του συστήματος θέρμανσης, δροσισμού, φωτισμού, συντήρηση των μηχανημάτων,

- ενέργεια για τη μεταφορά των πρώτων υλών και των επεξεργασμένων δομικών υλικών, η οποία εξαρτάται από την ύπαρξη των πρώτων υλών σε τοπική κλίμακα και τον τρόπο και την απόσταση μεταφοράς τους.

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). Π.χ. τα μέταλλα και το γυαλί είναι ενεργειακά επιζήμια κατά την παραγωγή τους καθώς 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 οικολογικότητα 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.

4.2.2 Κατανάλωση ενέργειας κατά την κατασκευή, χρήση και κατεδάφιση κτιρίων

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

Η εμπεριεχόμενη ενέργεια εκφράζεται ως kWh ή MJ και συνοδεύεται από τα

μεγέθη που χαρακτηρίζουν την ποσότητα αερίων ρύπων CO₂ και SO₂ που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα.

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει την εμπειροχόμενη ενέργεια και τα ισοδύναμα των εκπομπών του CO₂ και SO₂ βασικών οικοδομικών υλικών.

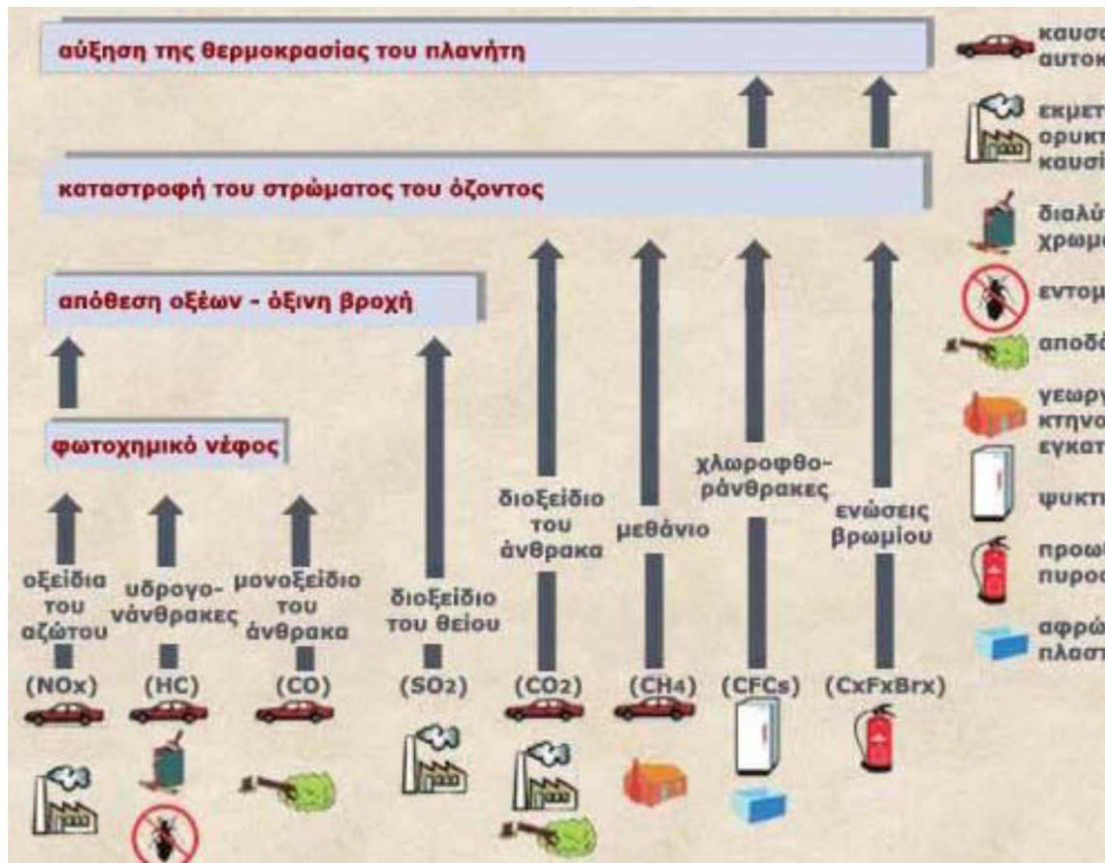
Δομικό Υλικό	Εμπειροχόμενη ενέργεια (MJ/kg)	Ισοδύναμο CO ₂ (g CO ₂ /kg)	Ισοδύναμο SO ₂ (g SO ₂ /kg)	Πηγή δεδομένων
Φυσική πέτρα	0,5	45		BRE-1
Φύλλο αλουμινίου	312,7	11.815	94,83	SIA
Ασφαλτ. στεγαν. μεμβράνη	50	1.038	6,41	SIA
Ασφαλτος	51	400		Ecobian
Θερμή ασφαλτος	52,4	489	3,94	SIA
Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	1,9	271	0,66	SIA
Τσιμεντόλθιοι	0,8	119	0,48	SIA
Τσιμεντόπλακες	1,2			
Ελαφροσκυρόδεμα	4,1	445	1,33	SIA
Σκυρόδεμα κλίσεων	0,4	68	0,25	SIA
Σκυρόδεμα γενικά	0,7	123	0,40	SIA
Πλαστικά χρώματα	98,1			
Υδροχρώματα	88,5			
Χάλυβας οπλισμού	9,9	474	1,79	SIA
Ινοσανίδες μαλακές	15	894	3,35	SIA
Επικολητή ξυλεία	8,6	564	3,21	SIA
Μαλακή ξυλεία	7	600		Ecobian
Μοριοσανίδες	5,1	372	2,37	SIA
Σανίδωμα	2,9	274	1,55	SIA
Τετραγωνισμένη ξυλεία	3,5	281	1,49	SIA
Γυαλί	18,4	1.300		Ecobian
Αφρώδες γυαλί	67	3.689	22,92	SIA
Διογκ. Πολυστερίνη	94,9	1.914	20,07	SIA
Σελλουλόζη (νιφάδες)	2,8	112	1,4	SIA
Ορυκτόμαλλο	15,9	1.042	4,22	
Υαλοβάμβακας	42,7	2.130	15,5	SIA
Ασβεστοκονιάματα	1,9	271	0,66	SIA
Επιχρίσματα γύψου	0,7	106	0,91	SIA
Οργανικά επιχρίσματα	5,1	241	1,44	SIA
Συμβατικά επιχρίσματα	1,4	181	0,61	SIA
Μεμβράνες PVC	51,6	2.043	14,27	SIA
Διακοσμητικοί οπτόπλινθοι	4,5	300		Ecobian
Κεραμίδια	3,3	329	1,09	SIA

Πίνακας 4.2.2 Εμπειροχόμενη ενέργεια και ισοδύναμα εκπομπών CO₂ και SO₂ οικοδομικών υλικών

Η ενσωματωμένη ενέργεια ενός υλικού είναι μείζονος σημασίας καθώς υλικά με μεγάλη

ενσωματωμένη ενέργεια προκαλούν κατά τη διαδικασία παραγωγής τους μεγάλες εκπομπές αερίων ρύπων και θερμική ρύπανση. Η πρώτη πετρελαϊκή κρίση το 1973, με την ανάδειξη της απειλής για εξάντληση των ενεργειακών αποθεμάτων, συνέβαλε στη συνειδητοποίηση των ενεργοβόρων παραγωγικών διαδικασιών των δομικών υλικών και έδωσε ώθηση, στη διάρκεια της δεκαετίας του '70, στην συστηματική έρευνα για την ενέργεια που περιέχεται στα δομικά υλικά και προϊόντα. Αρχικός στόχος ήταν ο περιορισμός της

κατανάλωσης ενέργειας. Από τη δεκαετία του '90 όμως, το κέντρο βάρους μετατοπίστηκε στην επάρκεια των φυσικών πόρων και στη μείωση της ατμοσφαιρικής και περιβαλλοντικής επιβάρυνσης που προκαλείται από την αλόγιστη χρήση πρωτογενούς ενέργειας, δίνοντας έμφαση στα περιβαλλοντικά προβλήματα που δημιουργούνται, σε τοπικό αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο, από τις εκπομπές CO₂ (φαινόμενο θερμοκηπίου), των οξειδίων του αζώτου και θείου (όξινη βροχή), καθώς και των χλωροφθορανθράκων (εξασθένιση της στιβάδας του όζοντος) κ.α. στη διάρκεια του κύκλου ζωής των δομικών υλικών.



Πίνακας 4.2.2.1 Οι κυριότερες πηγές παραγωγής αερίων ρύπων που ευθύνονται για την ατμοσφαιρική ρύπανση.

Το κύριο πρόβλημα που συνδέεται με την ενσωματωμένη ενέργεια και αφορά τους αέριους ρύπους από την κατανάλωση της ενέργειας είναι η αύξηση των εκπομπών CO₂. Σήμερα ο άνθρωπος χρησιμοποιεί εντατικά τα αποθέματα ορυκτών καυσίμων, καταναλώνοντας σε ένα χρόνο όσο οξυγόνο παρήγαγε η φωτοσύνθεση για χίλια χρόνια. Η αντιστροφή των φυσικών διεργασιών δεν δημιουργεί κίνδυνο έλλειψης οξυγόνου διότι οι ποσότητες στην ατμόσφαιρα είναι τεράστιες σε σχέση με αυτές που καταναλώνονται. Δημιουργεί όμως κινδύνους η περίσσια CO₂ διότι η συγκέντρωση του στην ατμόσφαιρα κατά τα τελευταία 100 χρόνια έχει αυξηθεί πολύ (από 290 σε 350 ppm). Η προκαλούμενη αύξηση του CO₂ της ατμόσφαιρας πιστεύεται ότι προκαλεί

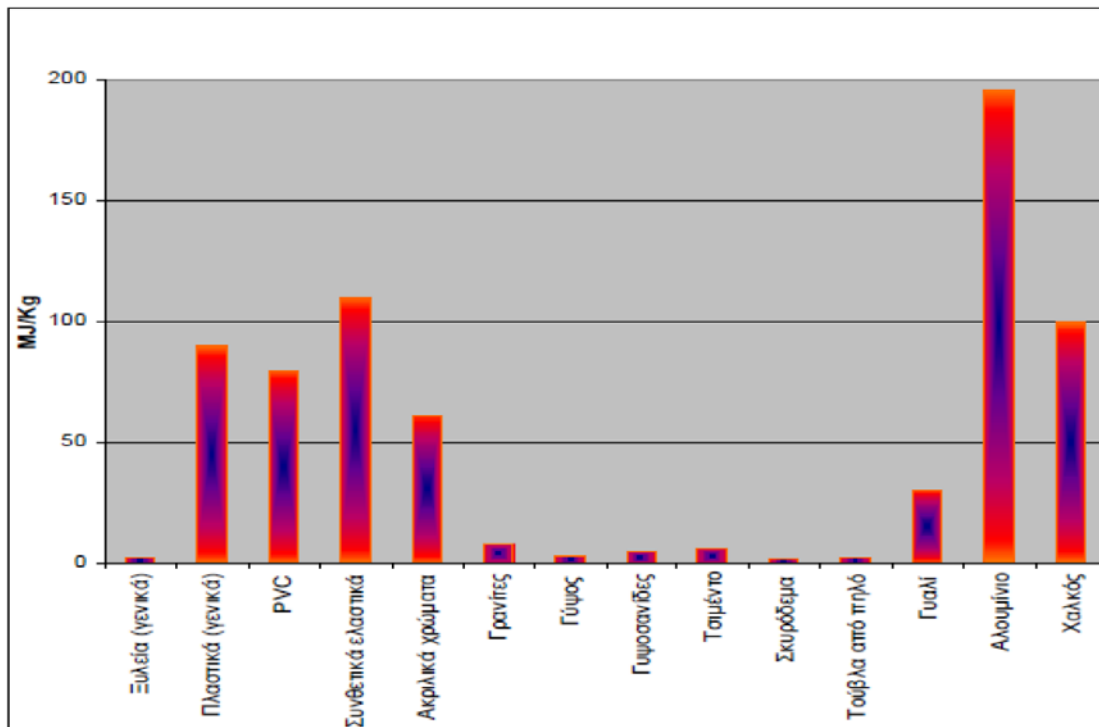
αύξηση της θερμοκρασίας της τροπόσφαιρας, για τον λόγο ότι το CO₂ έχει την ιδιότητα να παγιδεύει την υπέρυθρη ακτινοβολία (φαινόμενο του θερμοκηπίου). Σημειώνεται ότι η παραγωγή των αερίων SO₂ και NO_x είναι μικρότερη ποσοτικά καθώς οι εκπομπές του CO₂ αποτελούν το 90% των εκπεμπόμενων ρύπων.

Αξίζει όμως να σημειωθεί η παραγωγή του SO₂, υπεύθυνου για την όξινη βροχή παρ' όλη την μικρή ποσοτική συμμετοχή του.



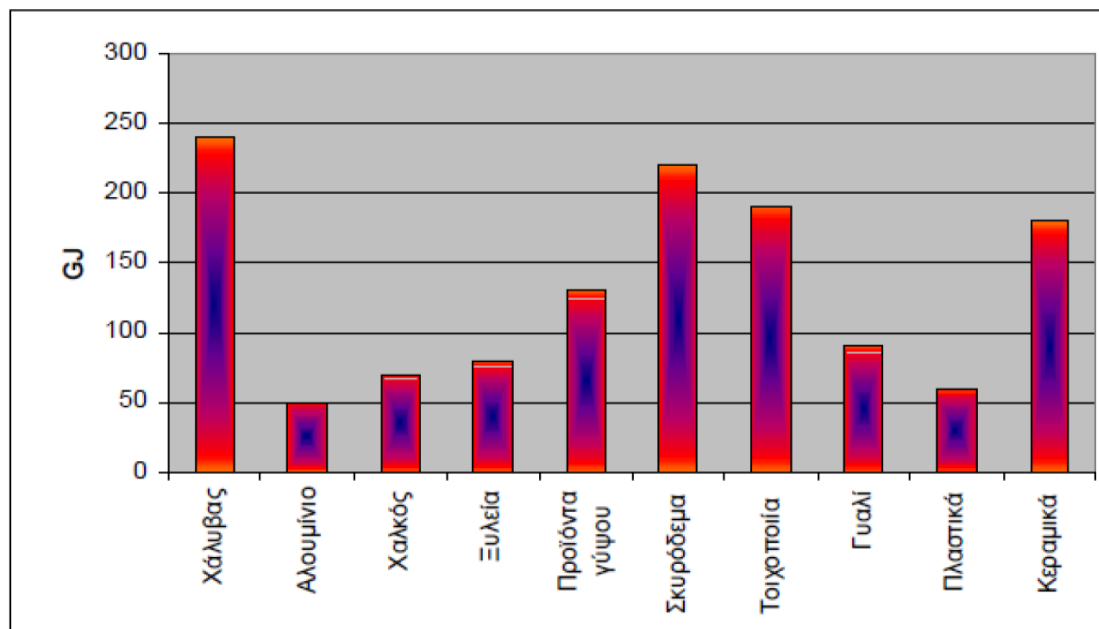
Πίνακας 4.2.2.3 Σχηματική αναπαράσταση της δημιουργίας της όξινης βροχής.

Τα διαγράμματα που ακολουθούν και αναφέρονται στην ενσωματωμένη ενέργεια των υλικών είναι ποιοτικού χαρακτήρα, μιας και η ενσωματωμένη ενέργεια περιέχει πολλές μεταβλητές παραμέτρους για κάθε διαφορετική περίπτωση αλυσίδας παραγωγής ενός υλικού. 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.



Διάγραμμα 4.2.2.4 Ενσωματωμένη ενέργεια για συνήθη υλικά

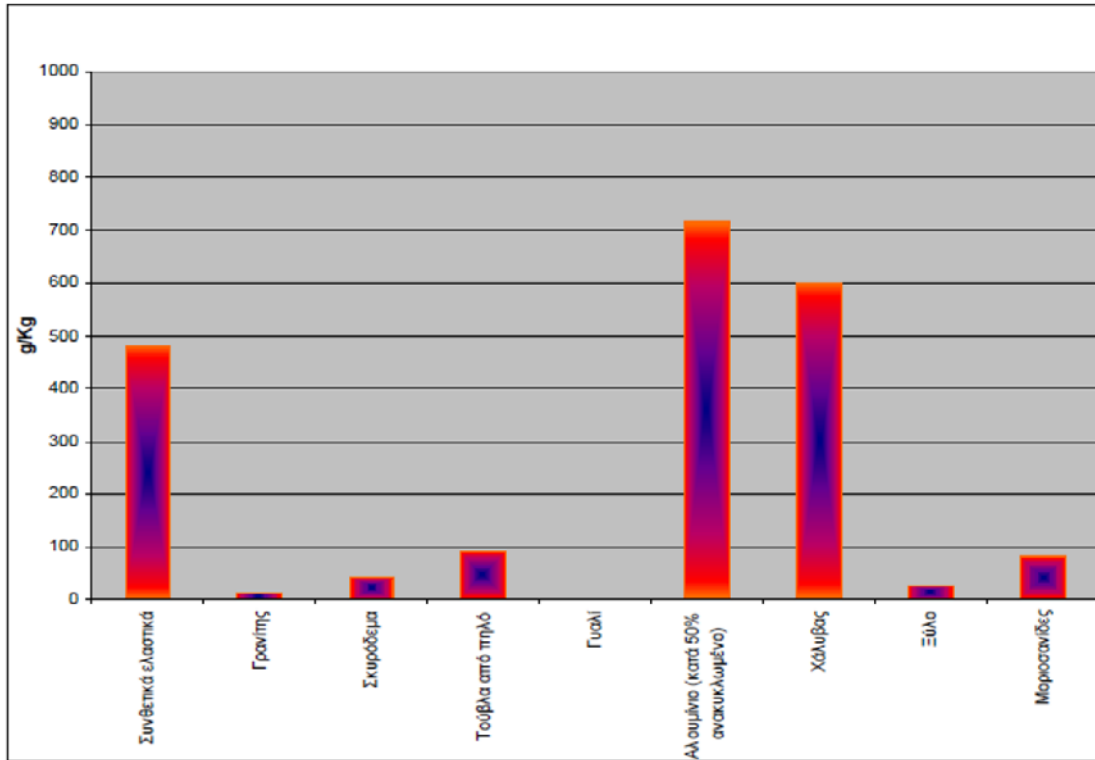
Από μελέτες έχει προκύψει ότι για ένα τυπικό διώροφο κτίριο η ενσωματωμένη ενέργεια που έχει καταναλωθεί σε κάθε κατασκευαστικό μέρος είναι αυτή που παρουσιάζεται στην Εικόνα 4



Διάγραμμα 4.2.2.5 Ενσωματωμένη ενέργεια σε τυπικό κτίριο (Αμ. Γ. Κορωναίος, Γ. Σαργέντης, 2005)

Στην ουσία η μείωση της ενσωματωμένης ενέργειας της κατασκευής επιτυγχάνεται με τη μείωση των χρησιμοποιούμενων υλικών. Μεγάλο πρόβλημα που προκύπτει στην παραγωγή των υλικών είναι η σπατάλη της

πρώτης ύλης. Υλικά που αγοράζονται χωρίς να χρησιμοποιούνται, κτήρια που σχεδιάζονται για να καλύψουν ανάγκες που δεν υπάρχουν δεν αποτελούν οικολογικό σχεδιασμό. Εφόσον είναι άχρηστα, προκύπτουν ως απόβλητα ενώ ταυτόχρονα δαπανάται σημαντική ενέργεια.



Διάγραμμα 4.2.2.6 Απώλειες πρώτων υλών κατά την παραγωγή συνήθων υλικών.

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.

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΜΑΣ

5.1 ΚΤΙΡΙΟ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Το Σκυρόδεμα είναι ένα πολύ καλό κατασκευαστικό υλικό. Βασικότερο χαρακτηριστικό του είναι η δυνατότητα να τοποθετείται και να πλάθεται επί τόπου σε οποιοδήποτε σχήμα, χωρίς να απαιτεί ιδιαίτερα περίπλοκη τεχνολογία ή τεχνογνωσία από τον κατασκευαστή. Έτσι σε ορισμένου τύπου κατασκευές είναι αναντικατάστατο , όπως για παράδειγμα, θεμελιώσεις, υπόγειες κατασκευές, κατασκευές αντιστήριξης κ.λ.π.

Είναι γενικά ανθεκτικό στα ακραία φυσικά φαινόμενα είτε σαν δομοστατικό υλικό είτε σαν υλικό επένδυσης. Καλά σχεδιασμένες κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα έχουν σημαντική αντίσταση σε δυνατούς ανέμους, σεισμούς κ.λ.π.

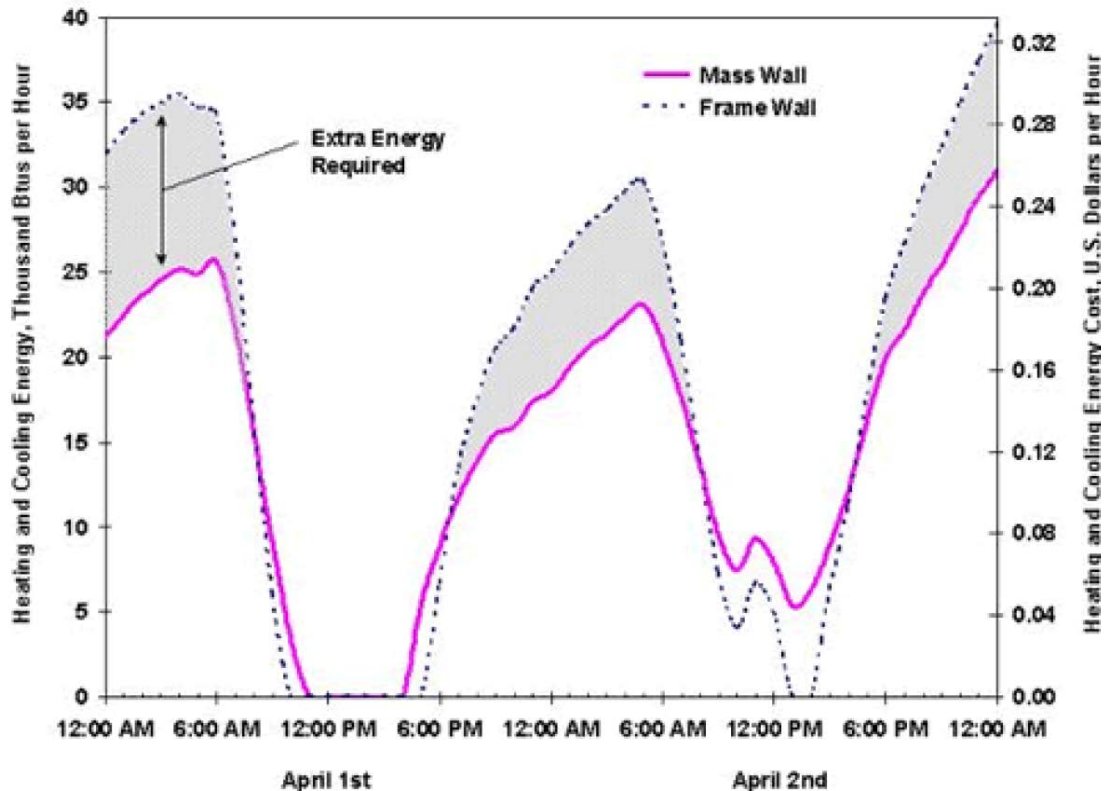


Εικόνα 5.1.1 από τον Τυφώνα Κατρίνα στη περιοχή Pass Christian Missisipi, η μοναδική οικία που επέζησε

Παλαιότερες (U.S. Army Corps Of Engineers, 1990) αλλά και πρόσφατες έρευνες (Krauthammer T. 2008), έχουν επίσης καταδείξει την σημαντική αντίσταση τέτοιων κατασκευών και σε δυναμικές φορτίσεις λόγω εκρηκτικών. Η αντίσταση του σκυροδέματος σε φωτιά και ψηλές θερμοκρασίες είναι επίσης μοναδική αφού είναι μη καύσιμο υλικό που μπορεί να λειτουργήσει σαν προστατευτικό διάφραγμα ενώ η παραμένουσα αντοχή εφόσον η θερμοκρασία δεν ξεπεράσει τους 200^o C είναι αρκετά καλή.

Γενικά τα κτήρια με εξωτερικούς τοίχους από σκυρόδεμα χρειάζονται λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη από αντίστοιχα κτήρια από χάλυβα ή ξύλο όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.

Πίνακας 5.1.1



Γίνεται λοιπόν αντιληπτό ότι το σκυρόδεμα σαν υλικό έχει τέτοια πλεονεκτήματα και δυνατότητες που αναμένεται ότι θα παραμείνει για πολλά χρόνια στο προσκήνιο της κατασκευαστικής βιομηχανίας.

Πρέπει όμως να παραδεχθούμε ότι η κατασκευαστική βιομηχανία του σκυροδέματος είναι απαιτητική τόσο σε ότι αφορά τις πηγές πρώτων υλών, όσο και στην κατανάλωση ενέργειας και την παραγωγή ρύπων και δεν μπορούμε να παραγνωρίζουμε η να μην μας απασχολεί η επίδραση της στο περιβάλλον σε τοπικό, εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο.

- **Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα**

Το περιβαλλοντικό αποτύπωμα του τσιμέντου ευθύνεται για περισσότερο από το 50% των εκπομπών CO₂ στο μίγμα του σκυροδέματος.

Παγκοσμίως υπολογίζεται ότι η βιομηχανία τσιμέντου παράγει 1.6 δισ. t CO₂,

που αντιστοιχούν στο 5% περίπου των συνολικών εκπομπών CO₂ από όλες τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Είναι λοιπόν υπεύθυνη για μεγάλες ποσότητες εκπομπών CO₂ στην ατμόσφαιρα. Οι εκπομπές αυτές προέρχονται:

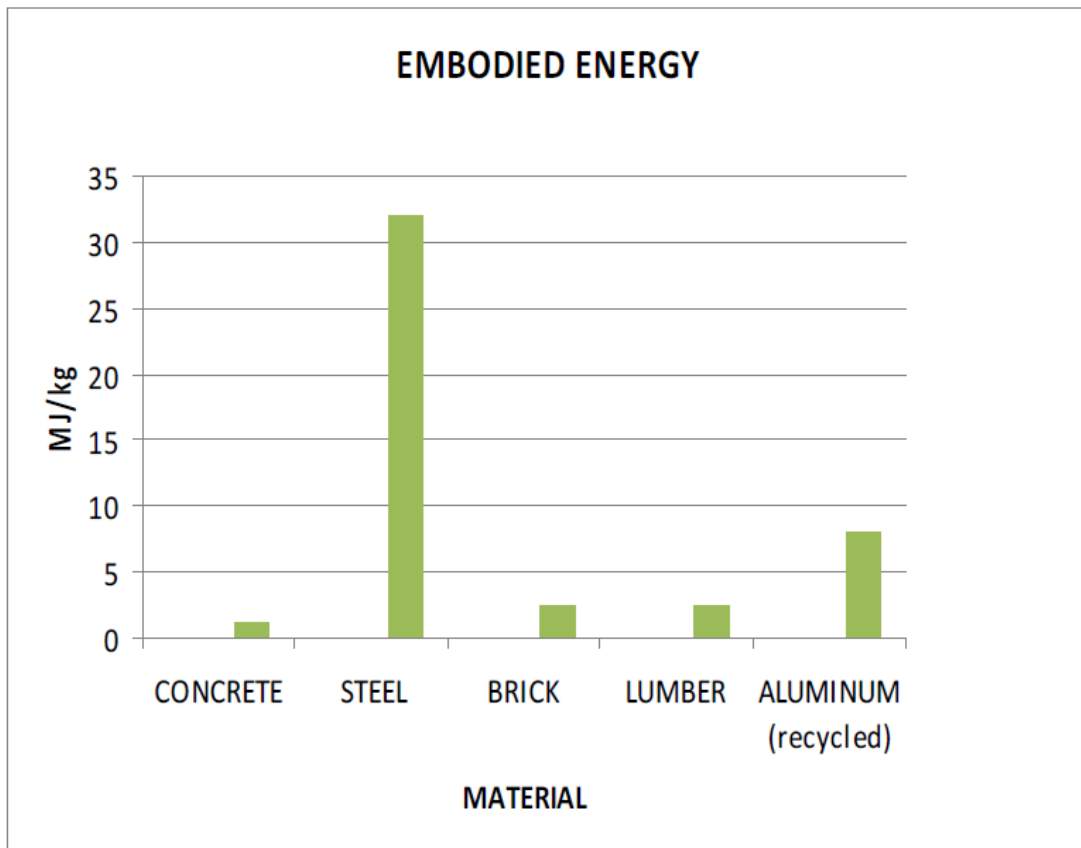
- από τη μεταλλουργική διεργασία (πύρωση, θερμική διάσπαση) του ανθρακικού ασβεστίου CaCO₃, δηλ. της πρώτης ύλης (ασβεστόλιθοι), σε CaO και CO₂ μέσα στις περιστροφικές καμίνους των τσιμεντοβιομηχανιών, και
- από την καύση των ορυκτών καυσίμων (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) κατά την παραγωγή του τσιμέντου.

Από την καύση των ορυκτών καυσίμων προκύπτουν σύμφωνα με υπολογισμούς περίπου 0.63 t CO₂ ανά t τσιμέντου, ενώ από την πύρωση προκύπτουν 0.53 t CO₂ ανά t τσιμέντου. Συνολικά δηλαδή προκύπτουν 1.16 t CO₂ ανά t παραγόμενου τσιμέντου.

<i>Πηγές εκπομπών CO₂ στη βιομηχανία τσιμέντου</i>	<i>kg CO₂/t τσιμέντου</i>	<i>kg CO₂/m³ σκυροδέμα</i>	<i>Ποσοστό % συνολικού CO₂</i>
CO ₂ από την πύρωση του ασβεστολίθου	532	158.2	45.9
CO ₂ από την παραγωγή ενέργειας από καύσιμα	528	157.2	45.6
CO ₂ από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας	99	29.3	8.5
<i>Συνολική παραγωγή CO₂</i>	<i>1159</i>	<i>344.7</i>	<i>100</i>

Πίνακας 5.2.3 Παραγωγή CO₂ στις διεργασίες παραγωγής τσιμέντου και σκυροδέματος (συμπεριλαμβανομένης και της ηλεκτρικής ενέργειας)

Όμως το σκυρόδεμα σαν καθαρά δομοστατικό υλικό έχει λιγότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα από τον χάλυβα. Δηλαδή, για την ίδια μηχανική αντοχή, ένα στοιχείο από σκυρόδεμα (π.χ Δοκός) έχει λιγότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα από ένα αντίστοιχο από χάλυβα.



Πίνακας 5.2.4 Ενσωματωμένη Ενέργεια του Σκυροδέματος

Το σκυρόδεμα είναι ένα μείγμα τσιμέντου (8-15%), νερού (6-10%) και σκύρων (75-85%). Τα σκύρα, παρά το γεγονός ότι αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό του μείγματος, έχουν το μικρότερο περιβαλλοντικό φορτίο. Για παράδειγμα, εάν το ποσοστό σκύρων είναι 80% περίπου, τότε οι συνολικοί ρύποι εξαιτίας των σκύρων είναι μόλις 3% των συνολικών ρύπων και ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή ενός κυβικού μέτρου σκυροδέματος. Το βασικό περιβαλλοντικό φορτίο καθορίζεται από το τσιμέντο.

Συμπεραίνεται λοιπόν ότι το σκυρόδεμα σαν υλικό, έχει κάποια εγγενή σημεία θετικής συνεισφοράς στη αειφόρο ανάπτυξη αλλά η κατασκευαστική βιομηχανία του σκυροδέματος διαθέτει περιθώρια και δυνατότητες βελτίωσης όπως φαίνονται παρακάτω.

Πίνακας 1. Συμβολή του Σκυροδέματος στη Αειφόρο Ανάπτυξη

Θετική Συμβολή	Δυνατότητες Βελτίωσης
<ul style="list-style-type: none"> - Τοπικό υλικό -Απορροφά διοξείδιο (CO₂) επιτόπου (μετά τη σκυροδέτηση) - Οι πρώτες ύλες δεν παράγουν μεγάλες ποσότητες απορριμμάτων - Ανθεκτικό στο χρόνο (κάτω από προϋποθέσεις) - Ανθεκτικό σε ακραία καιρικά φαινόμενα - Προσφέρει θερμική μάζα -Προσφέρει μεγάλη ευελιξία σχεδιασμού - Ανακυκλώνεται για επανάχρηση σαν πρώτη ύλη 	<ul style="list-style-type: none"> - Απαιτεί τσιμέντο και χάλυβα των οποίων η παραγωγή εκλύει μεγάλες ποσότητες CO₂ - Η ανθεκτικότητα του στο χρόνο είναι εξαρτώμενη από την ποιότητα επιτόπου η οποία δεν μπορεί εύκολα να προτυποποιηθεί -Οι κανονισμοί σχεδιασμού δεν περιλαμβάνουν άμεσα κριτήρια αειφορίας - Η ανακύκλωση και επανάχρηση δεν έχει ενσωματωθεί στη διαδικασία παραγωγής

Πίνακας 5.2.5

• **Άλλες επιβλαβείς εκπομπές στην ατμόσφαιρα**

Η τσιμεντοβιομηχανία και η βιομηχανία παραγωγής σκυροδέματος προκαλούν και άλλου είδους εκπομπές στην ατμόσφαιρα εκτός του CO₂, π.χ. σκόνη από την περιστροφική κάμινο, από την παραγωγή και ανάμιξη των πρώτων υλών, από την άλεση του κλίνκερ, από τις διαδικασίες ενσάκκισης και φόρτωσης του τσιμέντου κ.λπ.. Ο καλύτερος τρόπος αντιμετώπισης αυτής της ρύπανσης είναι η δέσμευση, η συλλογή και ανακύκλωση της σκόνης στις διεργασίες παραγωγής του τσιμέντου. Οι διαδικασίες αυτές εφαρμόζονται σήμερα αποδοτικά με χρήση ηλεκτροστατικών φίλτρων, μηχανικών διατάξεων συλλογής, σακκόφιλτρων, κάλυψης των μεταφερόμενων υλικών κ.λπ.

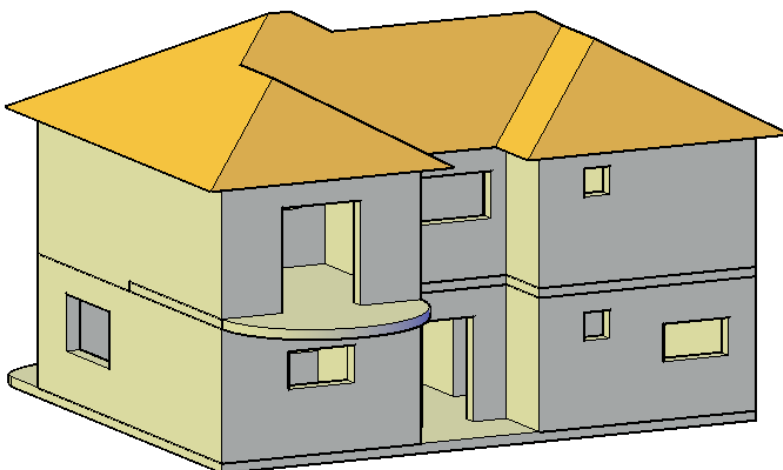
Σημαντικό όμως πρόβλημα αποτελεί η εξουδετέρωση και αντιμετώπιση της έντονα αλκαλικής συμπεριφοράς της σκόνης της τσιμεντοβιομηχανίας. Συνήθως λοιπόν χρησιμοποιείται για επεξεργασία εδαφών γεωργικών καλλιεργειών και η απομένουσα ποσότητα αποτίθεται ως στείρο υλικό. Η χρησιμοποίησή της σκόνης για τη ρύθμιση του pH όξινων λιμνών στον Καναδά είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία επικίνδυνων αδιάλυτων αλάτων.

Μικρότερης αλλά όχι αμελητέας σπουδαιότητας είναι και οι εκπομπές άλλων ατμοσφαιρικών ρυπαντών (διοξείδιο του θείου – SO₂, οξείδια του αζώτου NO_x, τριοξείδιο του θείου – SO₃ κ.λπ.). Η αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος γίνεται συνήθως με χρήση ως καυσίμων πρώτων υλών χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο και η δέσμευση των αερίων με τις πλέον σύγχρονες μεθόδους και με κατάλληλο εξοπλισμό περιβαλλοντικού ελέγχου.

- **Ρύπανση των νερών**

Σοβαρό περιβαλλοντικό πρόβλημα που ανακύπτει στην παραγωγή τσιμέντου και σκυροδέματος είναι η ρύπανση των υδάτων, με κυριότερο αυτό στη διαδικασία παραγωγής και χρήσης του σκυροδέματος. Η κατανάλωση νερού στις μονάδες ετοιμού σκυροδέματος είναι το υπ' αριθμόν ένα πρόβλημα. Υπολογίζεται ότι χρειάζονται περίπου 2 m³ νερού ανά φορτηγό (μπετονιέρα) ανά ημέρα για έκπλυση και το pH του νερού που προκύπτει είναι περίπου 12. Η ισχυρή αλκαλικότητά του, το καθιστά ιδιαίτερα τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς. Στις σύγχρονες μονάδες ετοιμού σκυροδέματος υπάρχουν λίμνες απόρριψης των νερών έκπλυσης, όπου τα περιεχόμενα στερεά καθιζάνουν και το νερό υφίσταται επεξεργασία με σκοπό την επαναχρησιμοποίησή του. Πολλές φορές επίσης υπάρχουν ειδικές εγκαταστάσεις απόρριψης του πλεονάζοντος σε μια κατασκευή σκυροδέματος για έκπλυση και ανάκτηση των αδρανών τα οποία επανατροφοδοτούνται στη μονάδα. Είναι φανερό ότι σοβαρό πρόβλημα προκύπτει από την ανεξέλεγκτη έκπλυση των φορτηγών μεταφοράς και των αντλιών τροφοδοσίας επί τόπου του έργου, γεγονός στο οποίο δεν έχει δοθεί η αναγκαία σημασία στη χώρα μας.

Η κατοικία μας



Το κτίριο από σκυρόδεμα, δόμησης 170m² και κάλυψης 107m², έχει ως βασικό υλικό φέροντος οργανισμού το μπετόν. Η τοιχοποιία του είναι δρομική οπτοπλινθοδομή και τα υπόλοιπα υλικά που μας ενδιαφέρουν για να μελετήσουμε σχετικά με το περιβαλλοντικό αποτύπωμα, είναι η ξυλεία της σκεπής καθώς και τα κεραμικά, τα πλακάκια, και ξύλινες επιφάνειες.

Ο παρακάτω πίνακας μας παραθέτει τις ποσότητες των υλικών που χρησιμοποιήσαμε, καθώς και το CO₂ που παράγουν. Γίνεται εύκολα αντιληπτό πως ο όγκος οπλισμού μπορεί να υπολογισθεί μόνο μετά από στατική επίλυση της κατασκευής. Θέλοντας όμως να εξετάσουμε και το προερχόμενο CO₂ από τον οπλισμό, βασιστήκαμε σε στοιχεία έρευνας, σύμφωνα με την οποία, η αναλογία μάζα οπλισμού/όγκο σκυροδέματος κυμαίνεται στα 110kg/m³ σκυροδέματος, άρα 7.150kg χάλυβα, ενώ το μπετόν που απαιτεί η κατασκευή μας υπολογίστηκε 66m³, δηλαδή 165.000kg. Ακόμα, χρειαστήκαμε 4.815kg κεραμίδια και 1.070kg ξυλεία στέγης. Η τοιχοποιία υπολογίστηκε συνολικής μάζας 40.978kg, τα πλακάκια 2.448kg, ενώ τα 59m² ξύλινου δαπέδου παρκέ 425kg.

Ο παρακάτω πίνακας μας παραθέτει τις εκπομπές CO₂ των βασικών υλικών της κατοικίας μας.

Υλικό	Ποσότητα υλικού (kg)	gr CO ₂ /kg υλικού	kg CO ₂
Σκυρόδεμα	165.000	123	20.295
Χάλυβας οπλισμού	7.150	474	3.389
Κεραμίδια	4.815	329	1.584
Ξυλεία στέγης	1.070	564	603
Τοιχοποιία	40.978	194	7.949
Πλακάκια	2.448	329	805
Μαλακή ξυλεία	425	600	255
ΣΥΝΟΛΟ			34.880

Πίνακας 5.2.6

5.3 ΣΥΜΜΕΙΚΤΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ

Η σύμμεικτη κατασκευή αποτελεί έναν σύγχρονο τρόπο δόμησης που βασίζεται στη συνεργασία χαλύβδινων διατομών (Μεταλλικών στοιχείων) και στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος και στοχεύει στη μέγιστη δυνατή αξιοποίηση των ιδιοτήτων τους προς όφελος της κατασκευής. Ο τρόπος δόμησης της σύμμεικτης κατασκευής από μεταλλικό φέρων οργανισμό υπερτερεί επίσης σε μεγάλο βαθμό έναντι των κλασσικών προκάτ κατασκευών. Η ευελιξία της σύμμεικτης κατασκευής όσον αφορά τα αρχιτεκτονικά τα οποία μπορούν να επιτευχθούν, όπως επίσης η αντισεισμικότητα που παρέχεται χάρη στη τεχνολογική υπεροχή που τη συνοδεύει δεν μπορεί να απαντηθεί στις κλασσικές προκάτ κατασκευές.

Πλεονεκτήματα έναντι της συμβατικής

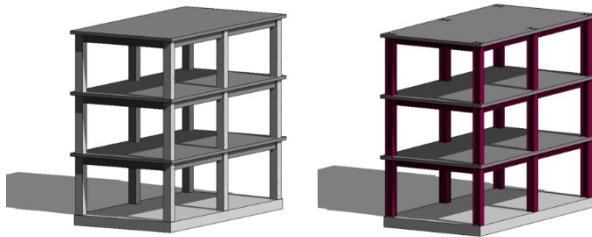
- Ο συγκεκριμένος τρόπος δόμησης ενδείκνυται για την κατασκευή κτηρίων με χρήση κατοικίας.
- Τα σύμμεικτα κτήρια είναι τα πλέον αντισεισμικά και ενδείκνυται να κατασκευάζονται σε περιοχές με έντονη σεισμική δραστηριότητα.
- Εξασφαλίζονται υψηλές προδιαγραφές κατασκευής καθώς και η παραμικρή κατασκευαστική λεπτομέρεια προέρχεται από την στατική μελέτη. Επιπλέον όλες οι διατομές (υποστυλώματα και δοκάρια) από δομικό χάλυβα είναι προϊόντα βιομηχανικής παραγωγής και πληρούν όλες τις προδιαγραφές.
- Παρέχει ελευθερία αρχιτεκτονικού σχεδιασμού. Επιτρέπει τη δημιουργία μεγάλων ενιαίων χώρων χωρίς ενδιάμεσα υποστυλώματα.
- Ενδείκνυται για την κατασκευή πολυώροφων κτιρίων χωρίς τη χρήση μεγάλων διατομών.
- Ευνοεί την καθ' ύψος επέκταση, λόγω μικρότερου βάρους.
- Απαιτεί μικρότερο χρόνο παράδοσης (περίπου το ήμισυ της συμβατικής)
- Προβλέπει μειωμένη εισφορά στα ένημα Ι.ΚΑ. (50% λιγότερο από τη συμβατική).
- Απαιτεί χαμηλότερο κόστος θεμελίωσης λόγω των μικρότερων φορτίων που την επιβαρύνουν.
- Εύκολη αποκατάσταση ζημιών.
- Είναι ο τρόπος δόμησης που κατασκευάστηκαν όλα τα μεγάλα Ολυμπιακά έργα.
- Ο δομικός χάλυβας είναι ένα φυσικό υλικό το οποίο είναι οικολογικό και

πλήρως ανακυκλώσιμο.

Τρόπος κατασκευής

Α. Φέρον Οργανισμός

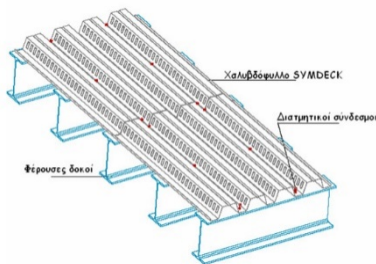
Ο φέρον οργανισμός του κτηρίου (υποστυλώματα, δοκάρια) είναι από δομικό χάλυβα ενώ οι πλάκες του κτηρίου είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα ώστε να εξασφαλίζεται ενιαία στατική συμπεριφορά του κτηρίου.



Εικόνα 5.3.1

ΦΕΡΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ

Τα υποστυλώματα τοποθετούνται επάνω σε κατάλληλα αγκύρια τα οποία έχουν τοποθετηθεί κατά την φάση της θεμελίωσης. Οι συνδέσεις όλων των στοιχείων από δομικό χάλυβα γίνεται με κατάλληλα διαστασιολογημένες κοχλιώσεις έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η ποιοτικότερη σύνδεση όλων των μελών.



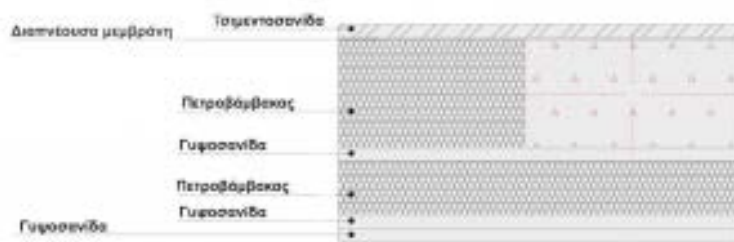
Οι πλάκες μπορούν να σκυροδετηθούν σε ξυλότυπο (όπως ακριβώς στη συμβατική κατασκευή) ή σε μεταλλότυπο από τραπεζοειδή λαμαρίνα. Η συνεργασία των μεταλλικών στοιχείων και του σκυροδέματος των πλακών επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση διατμητικών ήλων στο άνω πέλμα των δοκών επι των οποίων εδράζονται οι πλάκες.

Β. Τοίχοι πλήρωσης

Εξωτερική τοιχοποιία με διπλό τοίχο

Η εξωτερική τοιχοποιία αποτελείται από:

Έγχρωμο τελικό φινίρισμα,



Εικόνα 5.3.2

ΕΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΕΟΤΑ ΕΤΑ-08/0293

- Βασικό επίχρισμα εξωτερικής χρήσης,
- Αντιαλκαλικό υαλόπλεγμα με ενσωμάτωση στο κονίαμα (πάχος 3-5 χιλ.) για την ενίσχυση και την προστασία των μονωτικών πλακών,
- Τσιμεντοσανίδα
- Διαπνέουσα μεμβράνη, η οποία είναι απαραίτητη πίσω από την τσιμεντοσανίδα για φράγμα υδρατμών,
- Διπλή μόνωση πετροβάμβακα για τη μέγιστη θερμοηχομόνωση,
- Μονή γυψοσανίδα ενδιάμεσα των δύο μονώσεων για την αποφυγή θερμογέφυρας,
- Γυψοσανίδα πάχους 2.50 εκ. εσωτερικά,
- Γαλβανιζέ οδηγούς (στρωτήρες, ορθοστάτες).

Τεχνικά χαρακτηριστικά:

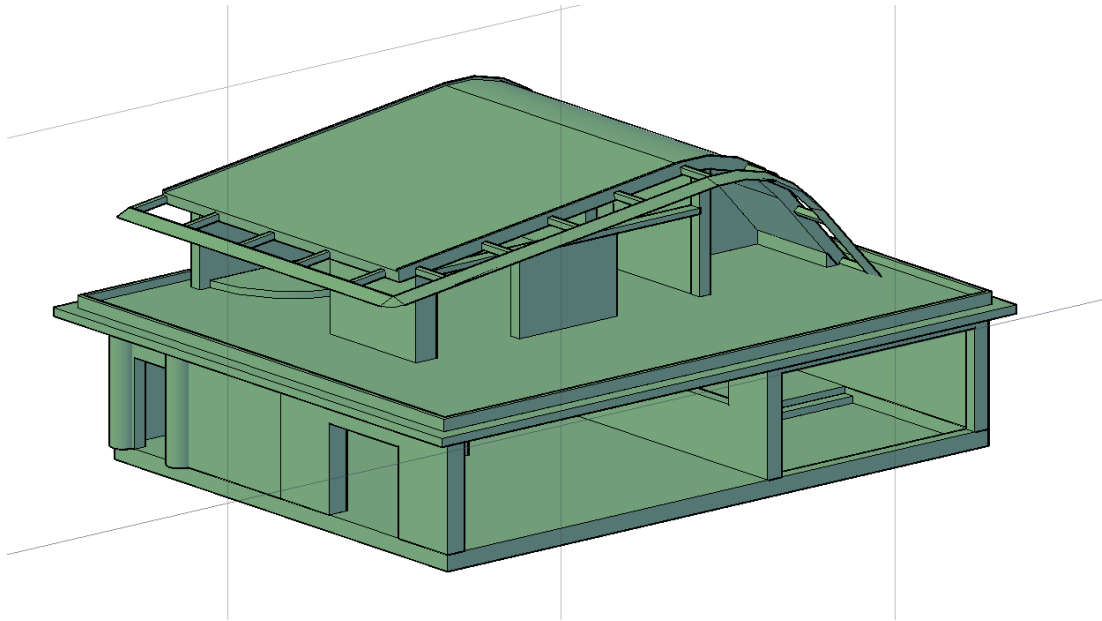
Πάχος: 23 εκ.

Ενεργειακή κλάση στον KENAK: **A+**

Ηχομόνωση: **75 dB**

Διαπερατότητα: $U = 0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$

Η Κατοικία μας



Σύμφωνα με τους υπολογισμούς μας, μετρήσαμε τα κύρια υλικά και συγκεκριμένα τον συνολικό όγκο σκυροδέματος της κατοικίας μας που ανέρχεται σε 55,4 m³, τον χάλυβα στον οποίο χρησιμοποιήσαμε την διατομή ΙΡΕ 360 συνολικού μήκους 153 m και συνολικών κιλών 8.870 kg, την μαλακή ξυλεία (παρκέ) που ανέρχεται σε 50 m², και τα πλακάκια που φτάνουν τα 190 m².

Πίνακας υλικών και εκπομπών CO₂ της σύμμεικτης κατοικίας μας:

Υλικό	Ποσότητα υλικού (kg)	gr CO ₂ /kg υλικού	kg CO ₂
Σκυρόδεμα	103.000	123	12.669
Χάλυβας	8.870	474	4.157
Μαλακή Ξυλεία	489	600	293
Πλακάκια	4.676	329	1.567
Σύνολο:			18.686

Πίνακας 5.3.1

Άρα παρατηρούμε από τον παραπάνω πίνακα πως η σύμμεικτη κατοικία μας εκλύει 18.686 τόνους CO₂ στην ατμόσφαιρα.

5.4 ΠΕΤΡΙΝΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ

Από τη Λίθινη εποχή μέχρι και σήμερα, η πέτρα, το φυσικότερο από τα φυσικά υλικά δόμησης, πρωταγωνιστεί στις κατασκευές. Είτε πρόκειται για ένα απλό σπίτι στην ύπαιθρο, είτε για το Σινικό Τείχος, το Machu Picchu ή τις πυραμίδες της Αιγύπτου, την Ακρόπολη και τα μεσαιωνικά κάστρα, η πέτρα σ' όλες τις εκφάνσεις της (μάρμαρα, γρανίτες, αμμόλιθοι κ.λπ.) είναι κυρίαρχη. Ειδικά στη χώρα μας, τα κτίρια από πέτρα δεσπόζουν απ' άκρη σ' άκρη, αποτελώντας την πλέον παραδοσιακή μορφή αρχιτεκτονικής, ενώ εξακολουθούν να είναι τα πιο οικεία σε σχέση με το κτιριακό δυναμικό που αναπτύχθηκε τα τελευταία 40 χρόνια.

Βέβαια, η χρήση της πέτρας έχει περιοριστεί πλέον κατά κύριο λόγο στην κατασκευή εξοχικών κατοικιών. Ωστόσο, η εξέλιξη της τεχνολογίας στην εξόρυξη, στη μεταφορά, στην κοπή, στην επεξεργασία και στο φινιρίσμα της, έδωσε τη δυνατότητα στη σύγχρονη αρχιτεκτονική να την ταιριάζει με άλλα σύγχρονα υλικά και σιγά-σιγά να την επαναφέρει στο προσκήνιο και σε αστικές αναπτύξεις. Άλλωστε, οι περισσότεροι συμφωνούν πως η λιθοδομή, είτε σαν φέρων οργανισμός του κτιρίου, είτε σαν επένδυση της τοιχοποιίας, είναι μια επιλογή που συνδυάζει την εναρμόνιση με το περιβάλλον και την εξασφάλιση μιας υψηλής ποιότητας διαβίωσης.

- Είδη πέτρας

Η πέτρα προέρχεται πάντα από τη γη, είτε διάσπαρτη στο έδαφος είτε συνηθέστερα από το λατομείο -ένα οργανωμένο σμίλευμα της γης. Ανάλογα με τον τρόπο σχηματισμού τους τα πετρώματα διακρίνονται σε: εκρηξιγενή ή πυριγενή ή μαγματικά, ιζηματογενή και μεταμορφωσιγενή.

Η πέτρα ως δομικό υλικό συναντάται σε διάφορους τύπους και σχήματα, δύναται δε να έχει υποστεί από ελάχιστη έως αρκετή κατεργασία. Στις λιθοδομές χρησιμοποιούνται αργοί λίθοι που δεν υφίστανται καμιά επεξεργασία, ημιλαξευτοί λίθοι που υφίστανται μερική επεξεργασία στην όψη και στις παράπλευρες επιφάνειες και λαξευτοί λίθοι που υφίστανται πλήρη επεξεργασία και λαμβάνουν κανονικά γεωμετρικά σχήματα.

Ανάλογα με την προέλευσή τους, οι πέτρες κτισίματος μπορεί να είναι Ακροβουνίου, Άρτας, Θάσου, Καβάλας, Καρύστου, Κασσάνδρας, Νεοχωρίου, Παραμυθιάς, Πηλίου κ.ά. Γνωστοί είναι επίσης οι σχιστόλιθοι Πεντέλης, Βυτίνας, Πάρνωνα και Ιωαννίνων. Για το κτίσιμο χρησιμοποιούνται επίσης και τεχνητές πέτρες από ρευστοκονίαμα γρανίτη-τσιμέντου.

- Δόμηση με πέτρα

Η πέτρα είναι ένα δομικό υλικό με ιδιαιτερότητες και απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή ώστε να αποδώσει το μέγιστο της αντοχής, της ασφάλειας και της αισθητικής της. Η χρήση φυσικού πετρώματος ως βασικού δομικού υλικού σε καινούργιες κατασκευές λιγοστεύει συνεχώς, κυρίως για οικονομικούς λόγους. Αντίθετα, ο λίθος ως βασικό δομικό υλικό εξακολουθεί να χρησιμοποιείται συστηματικά σήμερα, στις περιπτώσεις επισκευής και συντήρησης διατηρητέων πετρόκτιστων κατοικιών, που αναδεικνύουν την παραδοσιακή αρχιτεκτονική κληρονομιά του τόπου μας, καθώς και στην κατασκευή παραθεριστικών κατοικιών.

Οι βασικοί τρόποι δόμησης με πέτρα παρουσιάζουν τις διαφορές τους κυρίως στην τεχνική και στην ύπαρξη συνδετικού υλικού.

Στις περίφημες ξερολιθιές, διάσπαρτες σ' όλη την Ελλάδα και ειδικά στα νησιά του Αιγαίου, δεν υπάρχει συνδετικό κονίαμα και χρησιμοποιείται στην ουσία η βαρύτητα και το πλέξιμο των πετρών μεταξύ τους για να επιτευχθεί η μονολιθικότητα της συμπεριφοράς της κατασκευής έναντι των όποιων φορτίσεων. Στόχος της ξερολιθιάς είναι η δημιουργία επίπεδης καλλιεργήσιμης γης σε περιοχές με έντονη κλίση, ενώ η ίδια λογική δόμησης ακολουθείται και για την κατασκευή φραχτών.

Αντίθετα, στο χτίσιμο κατοικιών χρησιμοποιείται συνδετικό κονίαμα, ούτως ώστε να προσδώσει αυξημένες μηχανικές ιδιότητες αλλά και προστασία από το εξωτερικό περιβάλλον. Τιμέντο, ασβέστης, άμμος ή παλιότερα απλά λάσπη έδιναν –και δίνουν– το χαρακτήρα της συμπαγούς μονολιθικής κατασκευής με αντοχή σε ίδιες και εξωγενείς φορτίσεις (σεισμό κ.λπ.).

Στην εποχή μας ωστόσο, για λόγους ευκολίας και φυσικά κόστους, δεν συνηθίζεται η κατασκευή ολόκληρης της τοιχοποιίας με πέτρα, παρά μόνο η επένδυση των τοίχων με πέτρα. Η εξ ολοκλήρου δόμηση με πέτρα είναι πλέον πολύ σπάνια στη χώρα μας και συναντάται κυρίως σε ορισμένες περιοχές της Πελοποννήσου (Μάνη) και της Ηπείρου. Ο λόγος είναι ότι ως κατασκευή κοστίζει αρκετά, ενώ έχουν αρχίσει να «χάνονται» και οι καλοί μάστορες.

Απαντώνται δύο τρόποι επένδυσης: ο πιο απλός και οικονομικός είναι με ακανόνιστους σχιστόλιθους (πλάκες), ή πλάκες, στις οποίες γίνεται επεξεργασία σχήματος σε ειδικά κοπτικά συστήματα, με πάχος 1 μέχρι 3 εκατοστά. Η τοποθέτηση αυτής της επένδυσης στον τοίχο, γίνεται με σοβά, ή με κόλλα (σπανιότερα) και χρησιμοποιείται περισσότερο σε εσωτερικούς χώρους. Ο δεύτερος τρόπος είναι η χτιστή επένδυση πάνω στον τοίχο, με χοντρές ακανόνιστες πέτρες, όπως στις μασίφ πέτρινες κατασκευές, που πελεκά ο τεχνίτης, διαμορφώνοντας ένα επιθυμητό αισθητικό σύνολο. Στην περίπτωση αυτή, μιλάμε για πετρόκτιστο τοίχο, καθώς η επένδυση αποτελείται από πιο χοντρή πέτρα (5-25cm), η οποία κτίζεται ακουμπώντας στην τοιχοποιία. Τις ανάγκες επένδυσης εξυπηρετούν όμως και οι σκαπιτσαριστές πέτρες, οι οποίες αφού κοπούν σε μεγαλύτερο πάχος, στη συνέχεια αποκτούν μια ανάγλυφη επιφάνεια, είτε με πελέκημα στο χέρι είτε σε σκαπιτσαριστική μηχανή.

Να σημειωθεί πάντως ότι η ποιότητα της πέτρας ποικίλλει κατά τόπους, γι' αυτό και πρέπει να είστε σίγουροι πως ο κατασκευαστής είναι ενήμερος για τις ιδιαιτερότητες του πετρώματος που θα χρησιμοποιήσει προτού ξεκινήσει μια λιθοκατασκευή.

Πέρα από την κλασική μέθοδο δόμησης με πέτρα, υπάρχουν στην αγορά και προκατασκευασμένα πέτρινα σπίτια, συνήθως από καλής ποιότητας χτιστόλιθο, κατάλληλο για αναπλάσεις και διαμορφώσεις εξωτερικών χώρων, μονοκατοικίες και συγκροτήματα τουριστικών κατοικιών.

- Στάδια κατασκευής

Η θεμελίωση των λιθοδομών γίνεται -σε αντίθεση με το παρελθόν- σε σταθερό επίπεδο θεμέλιο από οπλισμένο σκυρόδεμα, το οποίο παραλαμβάνει όλα τα φορτία και προσφέρει σταθερότητα κατασκευής προς αποφυγή καθιζήσεων.

Ο φέρων σκελετός (θεμέλια, πλάκες, κολόνες, δοκάρια) κατασκευάζεται με οπλισμένο σκυρόδεμα βάσει του γενικού οικοδομικού κανονισμού.

Σε μια μικτή κατασκευή που οι τοιχοποιίες εξωτερικά θα είναι πέτρινες, εσωτερικά έχουν τούβλα ή συρόλιθο και ανάμεσα συνήθως μπαίνει πετροβάμβακας. Το πάχος της τοιχοποιίας είναι στις περισσότερες περιπτώσεις 50 εκατοστά, στοιχείο που προσφέρει καλή ηχομόνωση και θερμομόνωση.

Το χτίσιμο της τοιχοποιίας αρχίζει ταυτόχρονα γύρω γύρω σε όλο το σπίτι και ανεβαίνοντας προς τα πάνω μέχρι τη σκεπή. Εάν ο ιδιοκτήτης του σπιτιού θέλει εσωτερικά και εξωτερικά πέτρινες τοιχοποιίες, τότε ακολουθείται ακριβώς ο ίδιος τρόπος χτισίματος, δηλαδή περιμετρικά και προς τα πάνω. Σε όλες τις γωνιές του σπιτιού τοποθετούνται αγκωνάρια, ενώ δίπλα ακριβώς από τα αγκωνάρια μπαίνουν τα παραγκωνάρια, τα οποία έχουν μικρότερες διαστάσεις από τα πρώτα, έτσι ώστε να υπάρχει μια αρμονική διαβάθμιση στο μάτι.

Σαν γενική αρχή πρέπει να χρησιμοποιούνται πέτρες-κλειδιά που να τοποθετούνται εγκάρσια στον τοίχο και να τον διαπερνούν κατά 60%. Μικρές πέτρες πρέπει να κλείνουν τα κενά μαζί με κονίαμα πλούσιο σε τσιμέντο. Τέλος οι πέτρες πρέπει να μπαίνουν ξαπλωτές, και όχι όρθιες ώστε να βγάζουν «πολλά μέτρα», όπως λέγεται στην πιάτσα της οικοδομής.

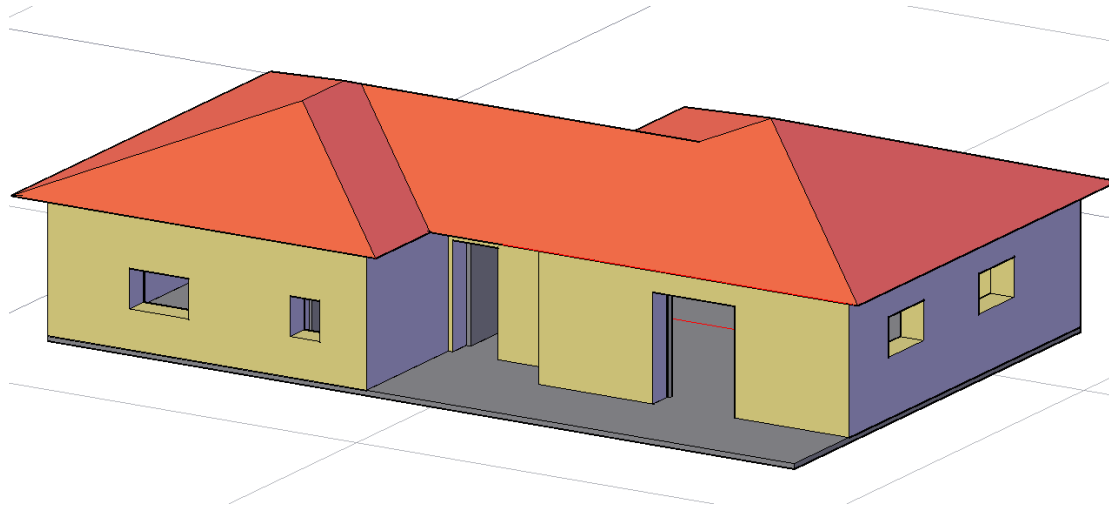
Τέλος, παρ' ότι έχει επικρατήσει η άποψη πως η πέτρα πρέπει να φαίνεται, τα πέτρινα σπίτια παλαιότερα ήταν όλα σοβαντισμένα ή ασβεστωμένα εξωτερικά (και εσωτερικά), γιατί αυτό εξασφάλιζε την απόλυτη αδιαβροχοποίηση του κτιρίου. Σήμερα, οι νέες τεχνικές και τα σύγχρονα υλικά απομακρύνουν την πιθανότητα υγρασίας. Είναι αναγκαίο ωστόσο, ο τεχνίτης να γνωρίζει να σμιλεύει καλά την πέτρα ώστε να εξασφαλίσει μια ανθεκτική κατασκευή που θα είναι σύμφωνα με τους αντισεισμικούς κανονισμούς για τα ανοίγματα, ενώ παράλληλα θα προστατεύεται και από την υγρασία.

- Πλεονεκτήματα

Σύμφωνα με τους επαγγελματίες του κατασκευαστικού κλάδου, τα πέτρινα κτίρια, αλλά και εκείνα που έχουν επενδυθεί με πέτρα διαθέτουν πολλά πλεονεκτήματα και καλύπτουν πληθώρα απαιτήσεων.

- Αποτελούν την πιο προσιτή για τον Έλληνα παραδοσιακή μορφή κατασκευής, γεγονός που αυξάνει την εξοικείωση και την άνεση των διαμενόντων.
- Η φέρουσα τοιχοποιία από πέτρα εξασφαλίζει υψηλές αντισεισμικές αντοχές και ασφάλεια. Η στατική μελέτη έχει κωδικοποιηθεί πλήρως και εφαρμόζονται οι Ευρωκώδικες, σε συνδυασμό με πρόσθετες διατάξεις ανά περίπτωση.
- Ένας ορθολογικός αρχιτεκτονικός σχεδιασμός με φέρουσα τοιχοποιία από πέτρα μπορεί να καλύψει ένα διώροφο (και πλέον) σπίτι. Ο συνδυασμός εσωτερικής φέρουσας τοιχοποιίας με τοίχους από συμβατικά υλικά οδηγεί σε κάλυψη υψηλών λειτουργικών αναγκών και δεν αποκλείει διακοσμητικούς μοντερνισμούς που παλαιότερα δεν ήταν δυνατόν να πραγματοποιηθούν.
- Υπάρχουν ευεργετικές διατάξεις της ελληνικής νομοθεσίας, ώστε -υπό προϋποθέσεις- οι τοιχοποιίες από πέτρα να μην υπολογίζονται στη δόμηση του οικοπέδου, κάτι που αποδίδει περισσότερα ελεύθερα τετραγωνικά μέτρα στο κτίριο.
- Η αισθητική της πέτρας επιτρέπει (και προτρέπει) στο συνδυασμό της με άλλα φυσικά υλικά, όπως το ξύλο. Με την κατάλληλη τεχνογνωσία, όλα τα πατώματα, κουφώματα, δάπεδα αλλά και η στέγη μπορούν να κατασκευαστούν από ξύλο, απαλλάσσοντας την κατασκευή από πρόσθετα φορτία και προσφέροντας άριστη αισθητική.
- Η θερμοχωρητικότητα της πέτρας ως δομικό υλικό είναι πάρα πολύ υψηλή, ώστε το κτίριο να είναι δροσερό κατά τους πρώτους θερινούς μήνες και ζεστό τους πρώτους χειμερινούς μήνες. Κατά συνέπεια η συνεχής διαβίωση σε μια τέτοια κατασκευή μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, στα πρότυπα των σύγχρονων «πράσινων κατοικιών»

Η Κατοικία μας

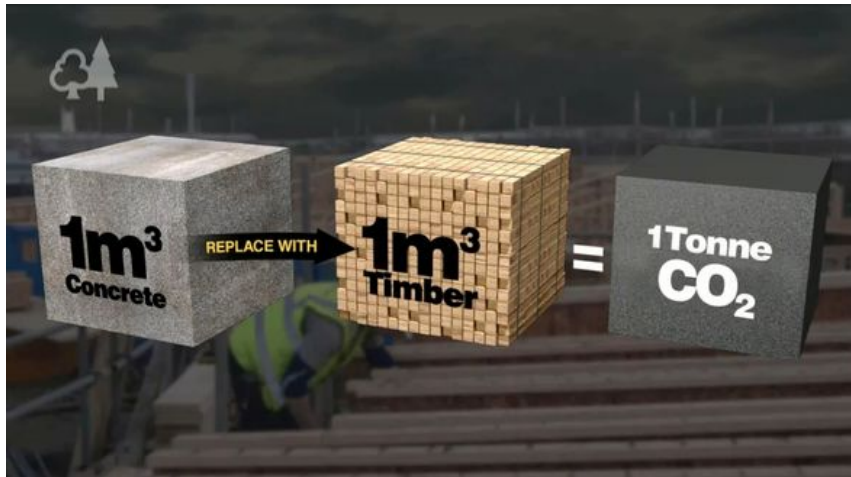


Η φυσική πέτρα οικοδομής, παράγει 45gr CO₂ ανά κιλό κατά την εξόρυξη της. Ακόμα, η προμήθεια γίνεται από λατομείο της Πεντέλης, οπότε οι εκπομπές του CO₂ κατά τη μεταφορά είναι ελάχιστες. Σύμφωνα με υπολογισμούς, για την κατοικία μας 135m², θα χρειαστούμε 94 περίπου κυβικά πέτρα τα οποία ζυγίζουν 145,7 τόνους, κεραμίδια 6.075kg καθώς και ξύλινες τεγίδες συνολικού βάρους 1.350kg, πλακάκια για λουτρό και WC συνολικής επιφάνειας δαπέδων 10m² συν 24m² τοίχου, συνολικού βάρους 550 κιλών, ενώ στους υπόλοιπους χώρους της κατοικίας επιλέξαμε να τοποθετήσουμε παρκέ πάχους 10mm, συνολικού εμβαδού 95m² και 684kg. Ο παρακάτω πίνακας μας παραθέτει τις εκπομπές CO₂ των βασικών υλικών της κατοικίας μας.

Υλικό	Ποσότητα υλικού (kg)	gr CO ₂ /kg υλικού	kg CO ₂
Πέτρα	145.700	45	6.556
Κεραμίδια	6.075	329	1.998
Ξυλεία στέγης	1.350	564	761
πλακάκια	550	329	180
Μαλακή ξυλεία	684	600	410
ΣΥΝΟΛΟ			9.905

5.5 ΞΥΛΙΝΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ

Το ξύλο είναι το μοναδικό 100% ανανεώσιμο δομικό υλικό. Χρησιμοποιώντας ξύλο αντί για μη ανανεώσιμα υλικά που βασίζονται σε ορυκτά καύσιμα, μειώνονται σημαντικά οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, συγκεκριμένα **το αποτύπωμα του διοξειδίου του άνθρακα.**



Η επεξεργασία του ξύλου απαιτεί μόνο ένα κλάσμα της ενέργειας σε σχέση με ότι απαιτούν άλλα δομικά υλικά, όπως ο χάλυβας, το τσιμέντο, τα πλαστικά και

το αλουμίνιο. Κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος ξύλου ή ενός κτιρίου, το διοξείδιο του άνθρακα αποθηκεύεται μόνιμα στο υλικό.

Το ξύλο αποτελείται από νερό και άνθρακα. Δεσμεύει 1 τόνο CO₂ ανά 1m³ ξύλου, αλλάζοντας το σε υδατάνθρακες και ταυτόχρονα απελευθερώνοντας οξυγόνο στον αέρα. Ένα καλοδιατηρημένο ξύλινο σπίτι **μπορεί να διαρκέσει για αιώνες** και στο τέλος του μεγάλου κύκλου ζωής του το ξύλο εξακολουθεί να είναι χρήσιμο ως ανακυκλώσιμο υλικό.

Όσον αφορά την θερμομόνωση του ξύλου, τα λεγόμενα logs έχουν υψηλή ικανότητα αποθήκευσης θερμότητας. Τα ξύλινα σπίτια ζεσταίνονται γρηγορότερα από τα υπόλοιπα συμβατικά σπίτια, και κρατάνε την θερμοκρασία τους για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

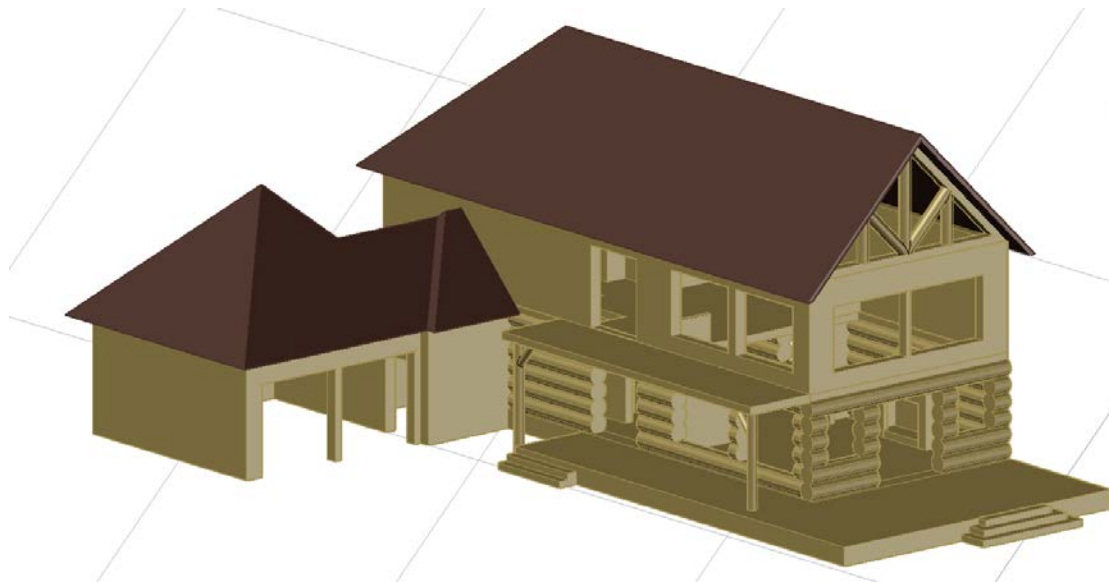
Έτσι συμπεραίνουμε πως χωρίς την ιδιαίτερη προσπάθεια του ανθρώπου, μια ξύλινη κατοικία είναι από μόνη της βιοκλιματική.

Τα πλεονεκτήματα της κατοικίας είναι:

- Η αντισεισμικότητα
- Η αυξημένη πυρασφάλεια
- Η άριστη θερμομόνωση
- Η εξοικονόμηση ενέργειας
- Η υγιεινή διαβίωση

- Η άριστη ηχομόνωση
- Η τέλεια ακουστική
- Η **οικολογική κατασκευή**
- Η μεγάλη διάρκεια ζωής
- Το χαμηλό κόστος συντήρησης
- Η ταχύτητα Κατασκευής με παράδοση σε 6 μήνες
- Το **χαμηλότερο ενεργειακό αποτύπωμα**

Η Κατοικία μας



Σύμφωνα με τους υπολογισμούς μας, μετρήσαμε τα κύρια υλικά και συγκεκριμένα τον συνολικό όγκο τετραγωνικής ξυλείας της κατοικίας μας που ανέρχεται σε 164 m^3 , την ξυλεία στέγης συνολικά 283 m^2 στην οποία περιλαμβάνονται τα ζευκτά, οι τεγίδες, τα δοκάρια ,την μαλακή ξυλεία (παρκέ) που ανέρχεται σε 170 m^2 , και τα κεραμίδια που χρησιμοποιήθηκαν 283 m^2 .

Πίνακας υλικών και εκπομπών CO_2 της ξύλινης κατοικίας μας:

Υλικό	Ποσότητα υλικού (kg)	gr CO ₂ /kg υλικού	kg CO ₂
Τετραγωνική ξυλεία	83.640	281	23.502
Ξυλεία Στέγης	2.830	564	1.596
Μαλακή ξυλεία	1.224	600	734
Κεραμίδι	12.735	329	4.189
Πλακάκι	839	329	293
Σύνολο:			30.314

Άρα παρατηρούμε από τον παραπάνω πίνακα πως η ξύλινη κατοικία μας εκλύει 30.314 τόνους CO₂ στην ατμόσφαιρα. Αν όμως λάβουμε υπ' όψιν πως το ξύλο δεσμεύει 1 τόνο CO₂ ανά 1m³ ξύλου, έχουμε:

164 m³ ξύλου -> δεσμεύουν 164 τόνους CO₂

30.314 - 164 = 31.150 τόνοι CO₂.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

6.1 ΗΛΕΚΤΡΟΔΟΤΗΣΗ

Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ενός τετραμελούς νοικοκυριού, αναλύεται στο παρακάτω πίνακα:

ΣΥΣΚΕΥΗ	ΙΣΧΥΣ	ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΗΜΕΡΙΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ Η ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (kWh)	ΕΤΗΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ
Ηλεκτρικό σίδερο	1000	1	1	51,1	365	310,25
Ηλεκτρική σκούπα	1800	0,33	0,59	30,3	216,81	184,29
Ψυγείο με κατάψυξη	90	24	2,16	110,4	788,4	670,14
Φούρνος	890	1	0,89	45,5	324,85	276,12
Πλυντήριο πιάτων	800	0,33	0,26	13,5	96,36	81,91
Πλυντήριο ρούχων	1400	0,6	0,84	42,9	306,6	260,61
Ηλεκτρικός θερμοσίφωνας	4000	3	12	613,2	4380	3723
Τηλεόραση	90	6	0,54	27,6	197,1	167,53
Ηλεκτρονικός υπολογιστής	300	8	2,4	122,6	876	744,60
Στερεοφωνικό	40	1	0,04	2,1	14,6	12,41
Κλιματιστικό	1500	0,5	0,75	38,3	273,75	232,69
κεραμική εστία	2000	1	2	102,2	730	620,50
Λαμπτήρες πυρακτώσεων εσωτερικών χώρων	60	17	1,02	52,1	372,3	316,45
Λαμπτήρες πυρακτώσεων εξωτερικών χώρων	100	1	0,1	5,1	36,5	31,02
Λαμπτήρες οικονομίας εσωτερικών χώρων	20	17	0,34	17,4	124,1	105,48
Λαμπτήρες οικονομίας εξωτερικών χώρων	15	1	0,015	0,8	5,475	4,65

Μίξερ	1200	0,17	0,2	10,4	74,46	63,29
Σίδερο	2200	1	2,2	112,4	803	682,55
στεγνωτήρας μαλλιών	2000	1	2	102,2	730	620,50
ΣΥΝΟΛΟ			29.752	1.520,3	10.859,5	9.230,6

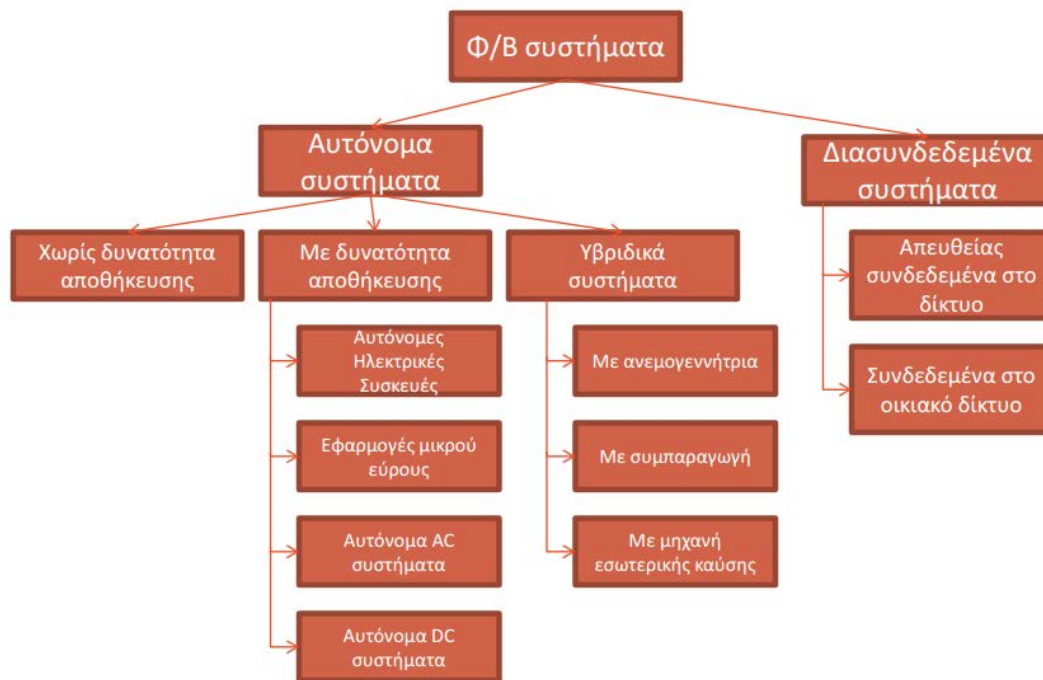
Πίνακας 6.1.1

Η παραγωγή μιας κιλοβατώρας (kWh) εκλύει στην ατμόσφαιρα 0,85kg CO₂. Άρα , ένα συμβατικό τετραμελές νοικοκυριό σε μονοκατοικία 170m² με κλιματιστικό και ηλεκτρικό θερμοσίφωνα , απαιτεί 10.859kWh το χρόνο και έτσι εκλύει ετήσιο περιβαλλοντικό αποτύπωμα 9.230 kg CO₂ . Θέλοντας να μειώσουμε αυτές τις ποσότητες , θα επιδιώξουμε να παράγουμε σε οικιακό επίπεδο την ηλεκτρική ενέργεια που απαιτεί το νοικοκυριό μας , μέσα από τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

Η πιο αποτελεσματική μέθοδος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για μια κατοικία , είναι η εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω ενός φωτοβολταϊκού συστήματος.

6.2 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Φωτοβολταϊκό σύστημα είναι μια διάταξη η οποία εκμεταλλεύομενη την ηλιακή ενέργεια τη μετατρέπει σε ηλεκτρικό ρεύμα. Η χρήση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος μπορεί να είναι ως αυτόνομο σύστημα για την τροφοδότηση με ρεύμα απομακρυσμένων καταναλώσεων από το δίκτυο διανομής της ΔΕΗ, διασυνδεδεμένο οπότε όλο το ρεύμα που παράγεται πωλείται στην ΔΕΗ ή υβριδικό.



Πίνακας 6.2.1

Την τελευταία δεκαετία η πλειοψηφία των φωτοβολταϊκών σταθμών στην Ελλάδα είναι διασυνδεδεμένοι. Το γεγονός αυτό οφείλεται στις πολύ ενθαρρυντικές επιδοτήσεις που έχουν μέχρι σήμερα δοθεί από το κράτος και την Ε.Ε. είτε επιχορηγώντας το αρχικό κεφάλαιο είτε την τιμή του ρεύματος που πωλείται από τον ιδιώτη. Κατά συνέπεια η εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού σταθμού, πέραν από τις σημαντικές ωφέλειες που έχει για την προστασία του περιβάλλοντος, καθώς εκμεταλλεύεται μια Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας (την ηλιακή), αποτελεί μια εγγυημένη και αποδοτική επένδυση.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα εγκαθίστανται κυρίως σε οικιακούς καταναλωτές, σε βιομηχανίες-βιοτεχνίες ή σε αγροτεμάχια (πάρκα). Την προηγούμενη δεκαετία η ισχυρή πλειοψηφία των φωτοβολταϊκών συστημάτων που εγκαταστάθηκαν στην Ελλάδα ήταν σε αγροτεμάχια. Τα τελευταία χρόνια όμως, κυρίως μετά τον Ιούλιο του 2009 οπότε ψηφίστηκε η Υπουργική Απόφαση για οικιακά φωτοβολταϊκά σε στέγες και ταράτσες, όλο και περισσότεροι οικιακοί καταναλωτές εγκαθιστούν φωτοβολταϊκά στα σπίτια τους.

Η στροφή αυτή στα οικιακά φωτοβολταϊκά οφείλεται από τη μία στην επιδότηση στην τιμή του παραγόμενου ρεύματος και στο γεγονός ότι το εισόδημα είναι αφορολόγητο και εγγυημένο για 25 χρόνια και από την άλλη στην πτώση της τιμής των φωτοβολταϊκών πλαισίων η οποία κατέστησε την επένδυση ιδιαίτερα ελκυστική και προσίτη. Αρκεί να αναφερθεί ότι με ένα κεφάλαιο της τάξης των 15.000€ μπορεί ένα νοικοκυριό να εξασφαλίσει μέχρι

4.000€ ετήσιο αφορολόγητο εισόδημα εγγυημένο για 25 έτη.

Εν μέσω οικονομικής κρίσης και ανασφάλειας μεγάλη είναι επίσης η ζήτηση για αυτόνομα φωτοβολταϊκά και ανεμογεννήτριες. Από τη μία η συνεχής αύξηση των χρεώσεων από πλευράς ΔΕΗ και από την άλλη η ανασφάλεια για ένα γενικευμένο μπλακαουτ ωθεί τους Έλληνες στην εξασφάλιση των βασικών ανέσεων τους με εγκατάσταση ενός συστήματος αδιάλειπτης παροχής ηλεκτρική ενέργειας με τη βοήθεια ΑΠΕ.

Αρχή Λειτουργίας

Η αρχή λειτουργίας ενός Φωτοβολταϊκού συστήματος στηρίζεται στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο κατά το οποίο δύο υλικά με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά (ημιαγωγοί προσμίξεων διαφορετικής πολικότητας ιόντων) όταν βρεθούν σε επαφή και εν συνεχεία εκτεθούν σε ηλιακή ακτινοβολία παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα. Οι επαφές αυτές σχηματίζουν τα φωτοβολταϊκά στοιχεία, τα οποία συνδέονται σε πλαίσια, πάνελ και τελικά συστοιχίες.

Το ρεύμα που παράγεται είναι συνεχές και για να χρησιμοποιηθεί είτε από συσκευές για ιδιοκατανάλωση είτε για πώληση στη ΔΕΗ, μετατρέπεται σε εναλλασσόμενο με χρήση αντιστροφών. Για την περίπτωση αυτόνομων συστημάτων, όπου το ρεύμα χρησιμοποιείται πλήρως για την εξυπηρέτηση των ηλεκτρικών φορτίων της εγκατάστασης, χρησιμοποιούνται επίσης μπαταρίες για την τροφοδότηση των αναγκών κατά τις νυκτερινές και συννεφιασμένες ώρες.

Είδη φωτοβολταϊκών πλαισίων

Το πυρίτιο (Si) είναι το υλικό που έχει κυριαρχήσει μέχρι σήμερα. Οι βασικοί τύποι φωτοβολταϊκών στοιχείων είναι:

- Μονοκρυσταλλικού πυριτίου (c-Si)

Αποτελούνται από μεγάλους κρυστάλλους, το πάχος του υλικού είναι σχετικά μεγάλο, περίπου 300μm και έχουν χρώμα σκούρο μπλε. Η απόδοσή του είναι 13-16%. Η απαιτούμενη επιφάνεια για 1kWp είναι 7-8 m². Πλεονέκτημά τους η λίγο μεγαλύτερη απόδοση μιας και στο ίδιο εμβαδό μπορούν να τοποθετηθούν σχετικά μεγαλύτερης ισχύς σε σύγκριση με τα πλαίσια πολυκρυσταλλικού πυριτίου και συνήθως χρησιμοποιούνται όταν υπάρχει πρόβλημα χώρου. Αν δεν υπάρχει πρόβλημα χώρου δεν υπάρχει κανένα κέρδος από τη χρήση τους. Αποτελεί ξεπερασμένη άποψη ότι τα μονοκρυσταλλικά πάνελ είναι καλύτερα (το 2005 όντως ήταν καλύτερα!).

- Πολυκρυσταλλικού πυριτίου (m-Si)

Έχουν χρώμα γαλάζιο και στην επιφάνεια του στοιχείου διακρίνονται

μονοκρυσταλλικές περιοχές. Η απόδοση είναι περίπου 12.5-15.5% και απαιτούνται 8-9 m² για 1kWp , συνεπώς για την ίδια ισχύ απαιτείται λίγο μεγαλύτερη επιφάνεια σε σύγκριση με τα μονοκρυσταλλικού. Κόβονται σε στοιχεία τετραγωνικής μορφής πάχους 10-50μm. Χρησιμοποιούνται κατά κόρον σε φωτοβολταϊκά σε στέγες και ταράτσες.

- Άμορφου πυριτίου (a-Si)

Το μεγάλο πλεονέκτημα είναι ότι έχει πολύ μεγαλύτερο συντελεστή απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας με αποτέλεσμα να αρκεί ένα στρώμα πάχους λίγων μm για την κατασκευή των φωτοβολταϊκών στοιχείων. Η απόδοση κυμαίνεται μεταξύ 6-10%. Δε χρησιμοποιείται σε στέγες ή ταράτσες καθώς υπάρχει πρόβλημα χώρου.

- Τελουριούχο Κάδμιο (CdTe)

Το Τελουριούχο Κάδμιο έχει ενεργειακό διάκενο γύρω στο 1eV το οποίο είναι πολύ κοντά στο ηλιακό φάσμα κάτι που του δίνει σοβαρά πλεονεκτήματα όπως την δυνατότητα να απορροφά το 99% της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Οι σύγχρονες τεχνικές όμως μας προσφέρουν αποδόσεις πλαισίου γύρω στο 6-8%. Στο εργαστήριο η απόδοση στα φωτοβολταϊκα στοιχεία έχει φθάσει το 16%.

- Υβριδικά – υψηλής απόδοσης

Τα πλαίσια με υβριδική τεχνολογία έχουν λάβει σημαντικό μερίδιο της αγοράς τα τελευταία χρόνια. Αποτελούνται από μονοκρυσταλλικό πυρίτιο καλυμμένο από μια λεπτή στρώση άμορφου πυριτίου.

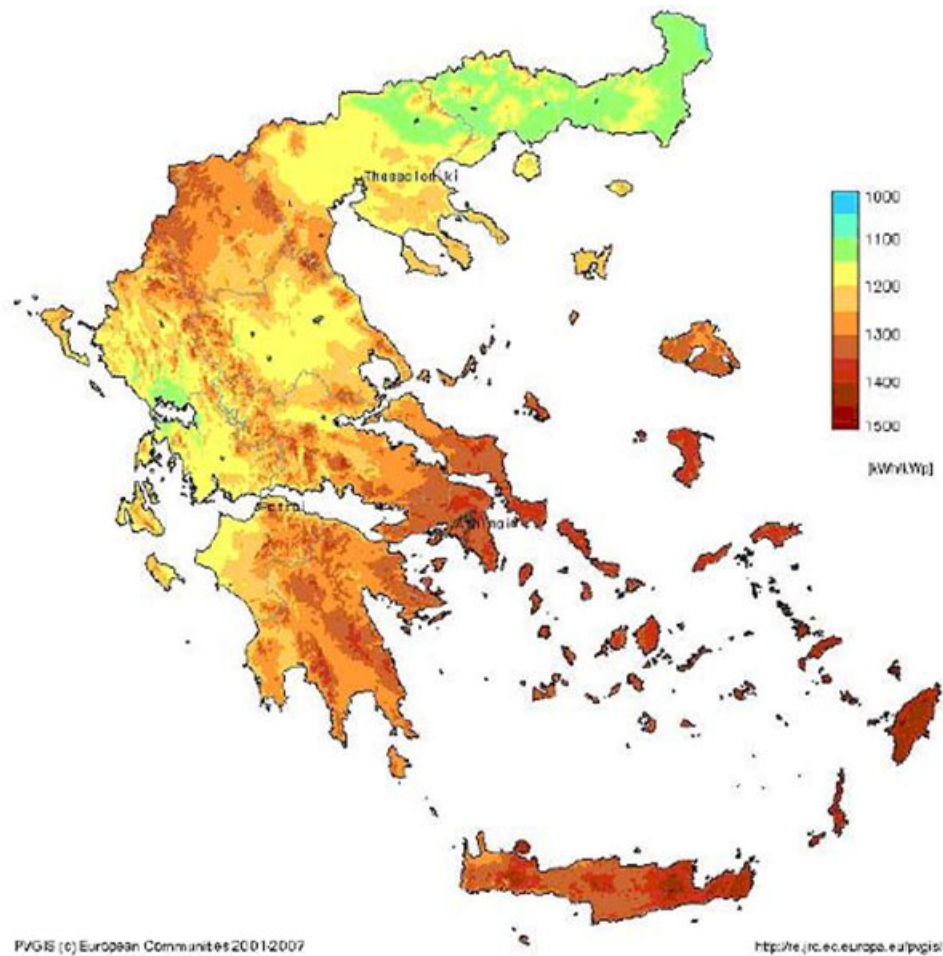
Πλεονέκτημα αποτελεί η ιδιαίτερος μεγάλη απόδοση (+18%), χαρακτηριστικό το οποίο δίνει τη δυνατότητα στο ίδιο εμβαδό να τοποθετείται μεγαλύτερη ισχύ. Το ισχυρότερο όμως θετικό χαρακτηριστικό αποτελεί ο χαμηλός θερμοκρασιακός συντελεστής σε σύγκριση με τα υπόλοιπα πλαίσια. Το χαρακτηριστικό αυτό έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή περισσότερης ενέργειας από ένα σύστημα ίδιας ισχύος με διαφορετικά πλαίσια.

Απόδοση φωτοβολταϊκού συστήματος

Η απόδοση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τα μετεωρολογικά-κλιματικά στοιχεία μιας περιοχής μιας και δεν επηρεάζεται μόνο από την ηλιακή ακτινοβολία αλλά και από τη θερμοκρασία. Επίσης το γεωγραφικό μήκος, πλάτος και το υψόμετρο του συστήματος επηρεάζουν δραστικά την απόδοση του φωτοβολταϊκού.

- Ηλιακή ακτινοβολία

Η χώρα μας αποτελεί την πιο ηλιόλουστη γωνιά της Ευρώπης. Όπως φαίνεται και από το χάρτη για κάθε kWp οι παραγόμενες kWh κατ' έτος κυμαίνονται από 1100kWh για τις βόρειες περιοχές έως 1500kWh για τις νότιες.

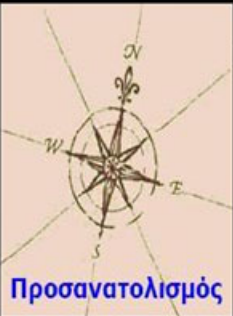
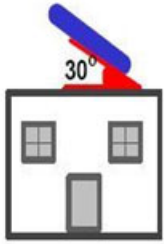

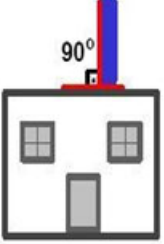


Εικόνα 6.2.1

- Προσανατολισμός – Κλίση

Για να είναι εφικτή η μεγιστοποίηση της ενεργειακής αποδοτικότητας των φωτοβολταϊκών πλαισίων θα πρέπει να επιτυγχάνεται βέλτιστη εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Επειδή η συνεχής παρακολούθηση του ήλιου (συστήματα tracker) δεν είναι οικονομικά αποδοτική για την περίπτωση στέγης ή ταράτσας επιλέγεται μια βέλτιστη κλίση και προσανατολισμός.

Για το βόρειο ημισφαίριο η βέλτιστη κλίση του φωτοβολταϊκού είναι 10° - 30° με κατεύθυνση προς το Νότο. Για την Ελλάδα η μεγιστοποίηση της συνολικής ετήσιας ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε επιφάνεια σταθερής κλίσης επιτυγχάνεται για νότιο προσανατολισμό και κλίση περίπου 28° . Δεδομένου ότι στην περίπτωση των κτιριακών φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων οι βέλτιστες τιμές κλίσης και προσανατολισμού μπορεί να είναι ανέφικτες, προτείνονται επιφάνειες νότιου προσανατολισμού με αζιμουθιακή απόκλιση ως 70° από το Νότο και κλίση στο εύρος 10° - 30° . Σημειώνεται ότι η χρήση γωνιών άνω των 10° - 15° διευκολύνει τον αυτοκαθαρισμό των πλαισίων από σωματίδια σκόνης και άλλους ρύπους μέσω της βροχής.

 Προσανατολισμός	Κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο		
	 30°	 0°	 90°
Ανατολικός - Δυτικός	85%kWh _(max)	90%kWh _(max)	50%kWh _(max)
ΝοτιοΑνατολικός - ΝοτιοΔυτικός	95%kWh _(max)	90%kWh _(max)	60%kWh _(max)
Νότιος	kWh _(max)	90%kWh _(max)	60%kWh _(max)
ΒορειοΑνατολικός ΒορειοΔυτικός	67%kWh _(max)	90%kWh _(max)	30%kWh _(max)
Βόρειος	60%kWh _(max)	90%kWh _(max)	20%kWh _(max)

Πίνακας 6.2.3

Στο παρακάτω πίνακα παρατηρούμε ότι όσο απομακρυνόμαστε από το Νότο είναι καλύτερο η κλίση να μειώνεται από το βέλτιστο των 30 μοιρών.

προσανατολισμός																					
		δύση								νότος								ανατολή			
		90°	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	10°	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	
τοποθέτηση πάνελ σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο	0°	87	88	90	91	92	92	93	93	93	93	93	92	92	91	90	89	87	86		
	10°	84	87	90	92	94	95	95	96	96	97	97	96	95	94	93	91	89	87	84	
	20°	82	85	90	93	94	96	97	98	99	99	98	97	96	95	93	91	88	84	81	
	30°	78	83	87	91	93	96	97	98	99	100	98	97	96	95	93	89	85	81	78	
	40°	75	79	84	87	92	94	95	96	96	96	96	95	94	92	90	86	82	77	72	
	50°	70	74	79	83	87	90	91	93	94	94	94	93	91	88	83	80	76	73	70	
	60°	65	69	73	77	80	83	86	87	87	87	88	87	85	82	78	74	71	67	63	
	70°	59	69	66	70	72	75	78	79	79	79	79	79	78	75	72	62	64	61	56	
	80°	50	56	60	64	66	68	69	70	71	72	72	71	70	67	66	60	57	54	50	
	90°	41	49	54	58	59	60	61	61	61	63	65	65	63	62	59	59	52	50	44	

Πίνακας 6.2.4

Όσον αφορά τα αυτόνομα φωτοβολταϊκά η επιλογή της κλίσης και του προσανατολισμού δεν έχουν να κάνουν τόσο με τη βέλτιστη επιλογή για τη μεγιστοποίηση της ετήσιας απόδοσης αλλά καθαρά με τη χρήση που απαιτείται. Για καλοκαιρινή χρήση και μόνο επιλέγεται κλίση κάτω των 15 μοιρών, ενώ για το χειμώνα πάνω από 35 μοίρες. Αντίστοιχα αν η χρήση είναι πιο έντονη τα πρωινά ο ανατολικός προσανατολισμός είναι σημαντικός, ενώ για

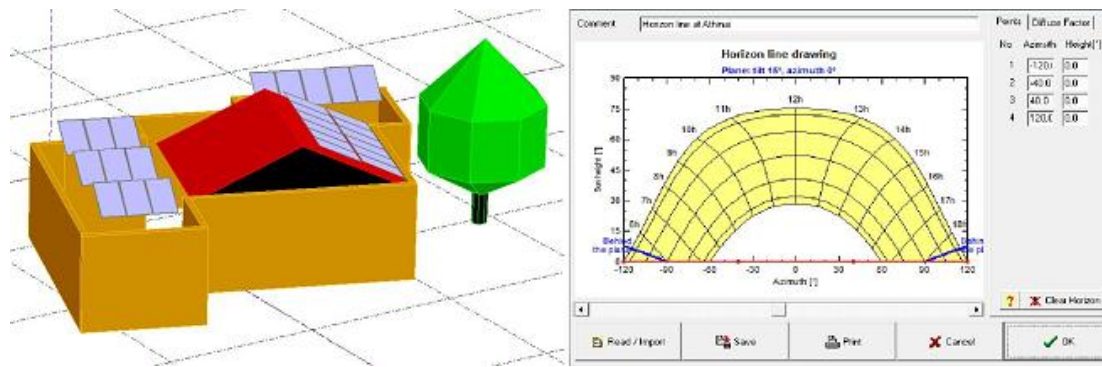
απογευματινή χρήση, ο δυτικός. Δεν είναι λίγες οι φορές που σε ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό επιλέγουμε την τοποθέτηση σε Ανατολή και Δύση ώστε να έχουμε μία "καρδιοειδή" κατανομή ενέργειας για περισσότερες ώρες της μέρας με σκοπό η ενέργεια να καταναλώνεται όσο γίνεται απευθείας από τον ήλιο χωρίς φόρτιση-εκφόρτιση της συστοιχίας μπαταριών που συνεπάγεται γήρανσή τους. Επίσης προκρίνεται ο δυτικός προσανατολισμός πολλές φορές ώστε οι μπαταρίες να είναι όσο γίνεται περισσότερο φορτισμένες λίγο πριν απαιτηθεί η έντονη χρήση τους δηλαδή τις πρώτες ώρες της νύχτας.

- Σκίαση

Πολύ κρίσιμος παράγοντας για την απόδοση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος είναι η σκίαση. Όταν ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο σκιάζεται ακόμη και εν μέρει παράγει σημαντικά χαμηλότερο ρεύμα και κατά συνέπεια λιγότερη ενέργεια. Το πρόβλημα όμως δε σταματάει εδώ, καθώς το συγκεκριμένο πλαίσιο αποτελεί σημείο συμφόρησης (bottleneck) για όλη την ομάδα πλαισίων που είναι συνδεδεμένα επιβάλλοντας το χαμηλότερο ρεύμα του σε όλα τα υπόλοιπα μειώνοντας σημαντικά τη συνολική παραγωγή του συστήματος. Πέραν της μειωμένης απόδοσης, επαναλαμβανόμενες τοπικές σκιάσεις σε ώρες υψηλής ακτινοβολίας καταπονούν το σκιασμένο φωτοβολταϊκό πλαίσιο προκαλώντας πρόωρη γήρανση, καθώς το ρεύμα των υπόλοιπων πλαισίων καταναλώνεται σε μορφή θερμότητας στο σκιασμένο.

Το πρόβλημα της σκίασης είναι ιδιαίτερος έντονο στα φωτοβολταϊκά σε στέγες και ταράτσες για πολλούς λόγους. Καταρχάς λόγω του περιορισμένου χώρου δεν είναι εύκολο να απομακρυνθεί το σύστημα από παρακείμενα εμπόδια. Τα περισσότερα συστήματα εγκαθίστανται εντός πόλεων όπου τα διαφορετικά ύψη κτιρίων προκαλούν μόνιμες σκιάσεις. Τέλος, πολλά εμπόδια που βρίσκονται ήδη στη στέγη ή την ταράτσα, όπως η απόληξη του κλιμακοστασίου, προεξοχές σοφίτας, σπασίματα της στέγης, καμινάδες, ιστοί κεραιών, θερμοσίφωνες, λέβητες, σύρματα, το στηθαίο της ταράτσας κ.α. προκαλούν δυσεπίλυτα προβλήματα.

Από τα ανωτέρω είναι φανερό ότι σε κάθε περίπτωση πριν τη λήψη της απόφασης για την εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος σε στέγη ή ταράτσα θα πρέπει κάθε ιδιοκτήτης να συμβουλευτεί τη γνώμη ενός ειδικού και στην περίπτωση που υπάρχουν σκιάσεις θα πρέπει να εκπονηθεί μελέτη σκιάσεων η οποία θα δώσει στον ενδιαφερόμενο μια πολύ καλή εκτίμηση των απωλειών λόγω σκιάσεων και θα προτείνει εναλλακτικές λύσεις του προβλήματος.



Εικόνα 6.2.5

Στις επιλογές που έχει ο σχεδιαστής του συστήματος για την επίλυση του προβλήματος των σκιάσεων είναι:

- Απομάκρυνση των εμποδίων αν είναι δυνατό (θερμοσίφωνες, κεραίες, σύρματα).
- Μείωση του ύψους των εμποδίων (καμινάδες, κεραίες).
- Απομάκρυνση από τα εμπόδια (τουλάχιστον τόση απόσταση όσο το διπλάσιο της διαφοράς ύψους εμποδίου-πλασιού για την περίπτωση νότιας σκίασης).
- Κατάλληλος διαχωρισμός στοιχειοσειρών (ομαδοποίηση πλαισίων) ώστε να συνδέονται μαζί τα πλαίσια που υφίστανται παρόμοιες συνθήκες σκίασης (επίσης συνδέονται μαζί πλαίσια με ίδιο προσανατολισμό και ίδια κλίση) και να εισάγονται σε ξεχωριστή είσοδο του αντιστροφέα.
- Στις πιο δύσκολες περιπτώσεις που δεν αρκούν οι 2 ή το πολύ 3 διαφορετικές είσοδοι των κλασικών αντιστροφένων χρησιμοποιούνται νέες τεχνολογίες αντιστροφένων που χειρίζονται κάθε πλαίσιο ξεχωριστά χωρίς οι διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας του να επηρεάζουν κανένα άλλο πλαίσιο.
- Κατάλληλη επιλογή πλαισίων με διόδους παράκαμψης του πλαισίου όταν αυτό δε λειτουργεί

Βασικά Μεγέθη

Το κυριότερο μέγεθος για ένα φωτοβολταϊκό σύστημα είναι η μέγιστη ισχύς του η οποία μετριέται σε kWp και είναι η ισχύς που αποδίδει το σύστημα υπό συγκεκριμένες συνθήκες (ηλιοφάνειας, θερμοκρασίας κ.α.). Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία για στέγες ή ταράτσες η μέγιστη ισχύς που μπορεί να εγκατασταθεί είναι 10kWp εκτός από τα μη διασυνδεδεμένα νησιά που είναι 5kWp.

Για 1 kWp απαιτούνται 7-8m² στέγης και 12-15m² ταράτσας τα οποία

παράγουν 1250-1750kWh/έτος.

	<u>10kWp</u>	<u>8kWp</u>	<u>5kWp</u>	<u>3kWp</u>
Εμβαδό στέγης σε m ²	70	55	35	20
Εμβαδό ταράτσας σε m ²	100	80	50	30
Κόστος εγκατάστασης* σε €	15.000- 18.000	13.000- 15.000	9.000- 11.000	8.000- 9.000
Ετήσιο Εισόδημα σε €	3.900	3.200	2.100	1.200
Συνολικά κέρδη 25ετίας σε €	93.000	75.000	48.000	28.000

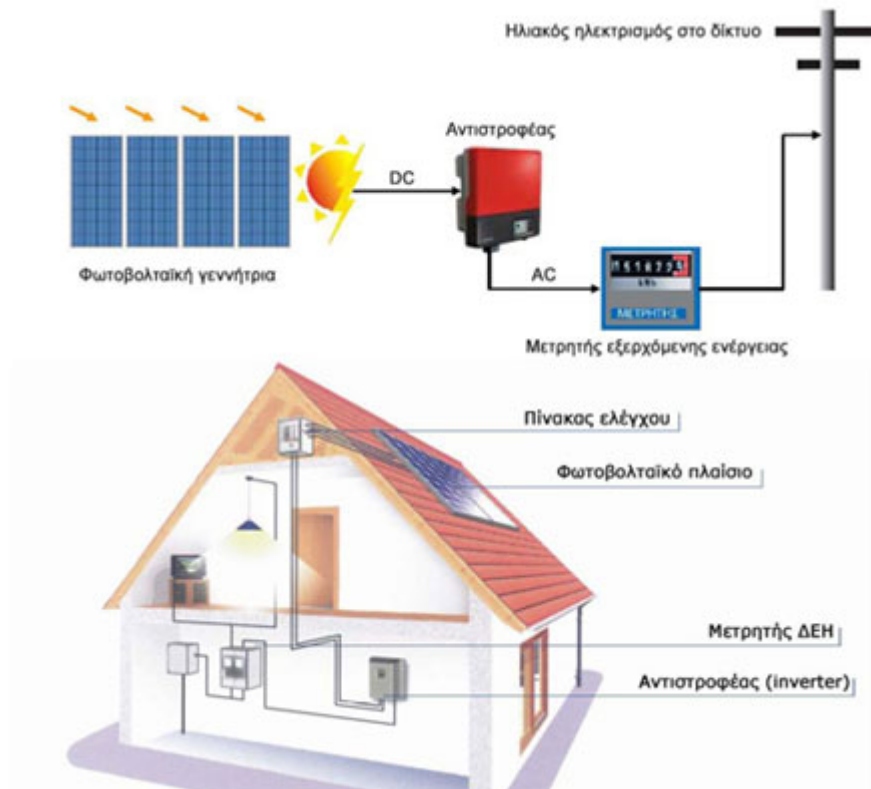
Πίνακας 6.2.6

6.3 ΤΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΑΣ

Υπάρχουν 3 είδη φωτοβολταϊκών συστημάτων, τα οποία μπορούν να εγκατασταθούν σε μία οικία.

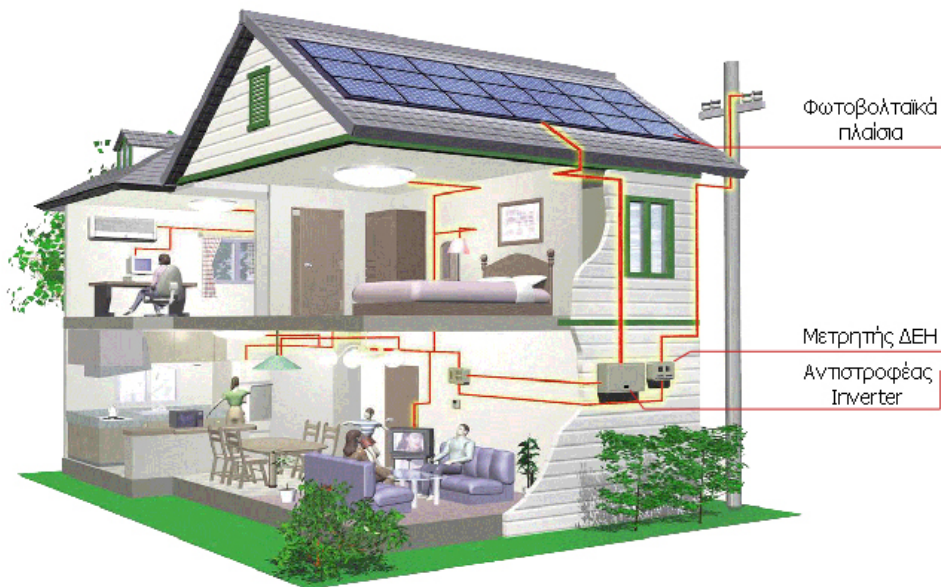
1. Το πρόγραμμα «φωτοβολταϊκά σε στέγες» με το οποίο βάζουμε ένα φωτοβολταϊκό και όλο το ρεύμα το πουλάμε στη ΔΕΗ.
2. Να βάλουμε αυτόνομο φωτοβολταϊκό και να καταναλώνουμε το ρεύμα που παράγουμε ενώ έχουμε τη δυνατότητα να αποσυνδεθούμε από τη ΔΕΗ.
3. Να γίνουμε αυτοπαραγωγοί με φωτοβολταϊκά και να καταναλώνουμε το ρεύμα που παράγουμε, ενώ ταυτόχρονα θα είμαστε συνδεδεμένοι με το δημόσιο δίκτυο (ΔΕΗ).

Εμείς επιλέγουμε να τοποθετήσουμε την τρίτη περίπτωση, αφού θα παράγουμε το δικό μας ρεύμα μπορούμε να πωλήσουμε ότι "περισσεύει" στην ΔΕΗ, ή αντίστροφα, ότι παραπάνω ρεύμα χρειαστούμε να το αγοράσουμε από την ΔΕΗ, ή αλλιώς όπως ονομάζεται Διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα.



Εικόνα 6.3.1

Τα διασυνδεδεμένα είναι φωτοβολταϊκά συστήματα τα οποία συνδέονται και λειτουργούν παράλληλα με το κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο. Δεν διαθέτουν σύστημα αποθήκευσης ενέργειας (μπαταρίες), οπότε δεν έχουν και αναλώσιμα υλικά. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγουν, καταναλώνεται από τον ιδιοκτήτη και η πλεονάζουσα ή και όλη η παραγόμενη ενέργεια πωλείται στο δίκτυο. Χρησιμοποιούνται για εξοικονόμηση ενέργειας ή παραγωγή και πώληση της ενέργειας στο δίκτυο. Για τα διασυνδεδεμένα συστήματα (on-grid), δεν απαιτείται η χρήση μπαταριών, ενώ για τον έλεγχο της προσφερόμενης ενέργειας στο σύστημα τοποθετείται ένας μετρητής που καταγράφει τις παραγόμενες kWh. Στην εικόνα που ακολουθεί περιγράφονται τα βασικά μέρη ενός τέτοιου συστήματος.



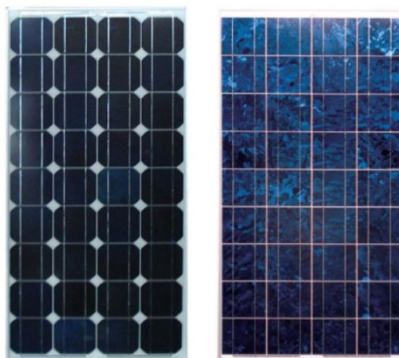
Εικόνα 6.3.2

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ

Το όλο σύστημα που θα τοποθετήσουμε αποτελείται από τα εξής μέρη:

- Τα φωτοβολταϊκά πάνελ

Το βασικό μέρος ενός φωτοβολταϊκού συστήματος είναι φυσικά τα φωτοβολταϊκά. Αποτελούνται από ένα πλαίσιο (πάνελ) μέσα στο οποίο βρίσκονται τα φωτοβολταϊκά στοιχεία (ή κυψέλες). Το χαρακτηριστικό των φωτοβολταϊκών στοιχείων είναι ότι μετατρέπουν το φως του ήλιου σε ηλεκτρικό ρεύμα. Από την πίσω πλευρά του φωτοβολταϊκού πάνελ εξέρχονται δύο καλώδια (θετικό + και αρνητικό -) από όπου παίρνουμε το ηλεκτρικό ρεύμα.



Εικόνα 6.3.3

- Μετατροπέας δικτύου (inverter)

Ο inverter (μετατροπέας) είναι μια συσκευή με ηλεκτρονικές και

ηλεκτρολογικές διατάξεις, η οποία μετατρέπει το παραγόμενο από τη φωτοβολταϊκή γεννήτρια συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο, συμβατό με το δίκτυο του ηλεκτρισμού. Πρακτικά, ο μετατροπέας του κάθε φωτοβολταϊκού συστήματος, είναι ο «εγκέφαλος» της εγκατάστασης, αφού μπορεί να «εκμεταλλεύεται» το ρεύμα που παράγεται από τα panels, είτε πρόκειται για αυτόνομο είτε για διασυνδεδεμένο σύστημα. Επιπρόσθετα, ο inverter είναι «υπεύθυνος» για την επιτήρηση όλου του συστήματος. Αν για παράδειγμα εντοπιστεί κάποια βλάβη στο δημόσιο δίκτυο, στη Φ/Β γεννήτρια ή στην καλωδίωση, θα «ενημερώσει» και θα «πράξει» αναλόγως.



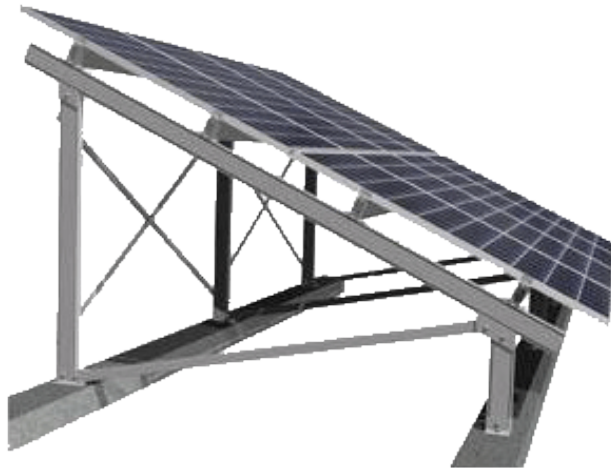
Εικόνα 6.3.4

- Συστήματα Στήριξης

Τα συστήματα στήριξης κατασκευάζονται συνήθως από αλουμίνιο ή γαλβανισμένο χάλυβα και μπορεί να είναι:

- Σταθερά. Στηρίγματα που τοποθετούνται μόνιμα σε συγκεκριμένη κλίση και προσανατολισμό.
- Σταθερά μεταβλητής γωνίας. Στηρίγματα που τοποθετούνται μόνιμα σε συγκεκριμένο προσανατολισμό, αλλά έχουν την δυνατότητα αλλαγής της κλίσης τους.
- Μονού άξονα. Συστήματα που εγκαθιστώνται σε περιστρεφόμενες βάσεις μονού άξονα (trackers) εξοπλισμένες με ειδικό μηχανισμό παρακολούθησης της πορείας του ήλιου.
- Διπλού άξονα. Συστήματα που εγκαθιστώνται σε περιστρεφόμενες βάσεις δύο αξόνων (trackers) εξοπλισμένες με ειδικό μηχανισμό παρακολούθησης της πορείας και της κλίσης του ήλιου, που αποδίδουν την μέγιστη δυνατή παραγωγή ρεύματος.

Στα οικιακά φωτοβολταϊκά χρησιμοποιούνται συνήθως συστήματα στήριξης σταθερά ή μεταβλητής γωνίας.



Εικόνα 6.3.5

- Ηλεκτρολογικός Εξοπλισμός

Ο ηλεκτρολογικός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται συνήθως στις Οικιακές Φωτοβολταϊκές Εγκαταστάσεις είναι:

-Καλωδίωση.

-Πίνακες συνεχούς (DC) και εναλασσόμενου (AC) ρεύματος.

Επειδή η ποιότητα της καλωδίωσης παίζει σημαντικό ρόλο στην απόδοση των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων, είναι επιβεβλημένη η χρήση καλωδίων από επικασιτερωμένο χαλκό και προστασία από την UV ακτινοβολία.



Εικόνα 6.3.6

Το σύστημά μας

Επιλέξαμε ένα φωτοβολταϊκό σύστημα 10kWp με πλαίσιο μονοκρυσταλλικού πυριτίου. Η εγκατάσταση του συστήματος θα γίνει στις στέγες των κατοικιών. Σύμφωνα με διεθνές λογισμικό υπολογισμού απόδοσης φωτοβολταϊκών συστημάτων προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα για το σύστημα μας:

Performance of Grid-connected PV

PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 38°4'38" North, 23°49'16" East, Elevation: 316 m a.s.l.,
Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 10.0 kW

Estimated losses due to temperature and low irradiance: 3.9% (using local ambient temperature)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 2.5%

Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%

Combined PV system losses: 19.4%

Fixed system: inclination=35 deg., orientation=0 deg.				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	29.40	910	3.47	108
Feb	35.20	985	4.25	119
Mar	42.80	1330	5.24	162
Apr	48.50	1460	6.04	181
May	52.10	1620	6.53	202
Jun	56.00	1680	7.10	213
Jul	57.10	1770	7.31	227
Aug	57.80	1790	7.41	230
Sep	50.10	1500	6.32	190
Oct	41.60	1290	5.12	159
Nov	33.40	1000	4.00	120
Dec	27.40	851	3.25	101
Year	44.30	1350	5.51	168
Total for year		16200		2010

Ed: Average daily electricity production from the given system (kWh)

Em: Average monthly electricity production from the given system (kWh)

Hd: Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

Hm: Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

Πίνακας 6.3.1

Βλέπουμε ότι το φωτοβολταϊκό σύστημα που επιλέξαμε παράγει 16.200 kWh το χρόνο. Η παραγωγή αυτού του μεγέθους ηλεκτρικής ενέργειας, αποτρέπει την δημιουργία 13.770kg CO₂.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ

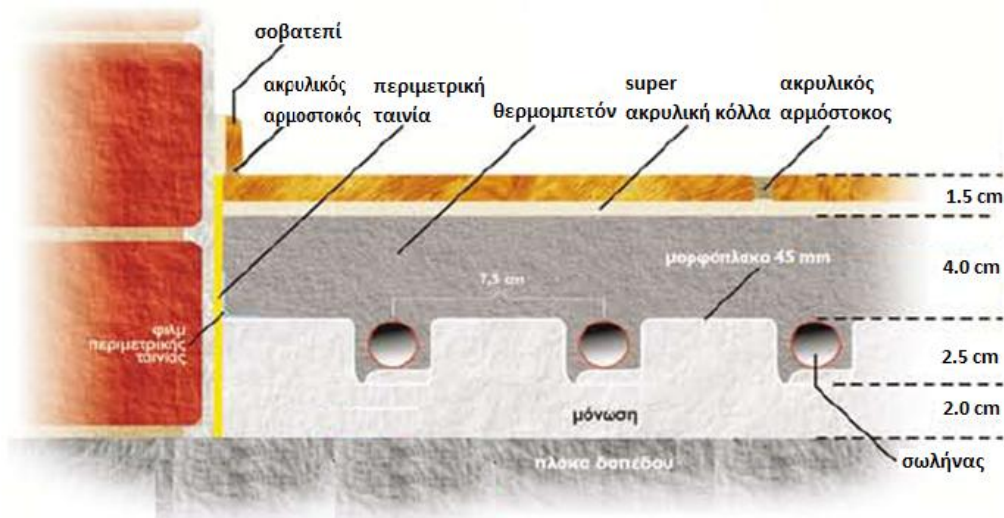
7.1 ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ

Η ενδοδαπέδια θέρμανση είναι μία αξιόπιστη και αποτελεσματική μορφή θέρμανσης διότι συνδυάζει την οικονομικότερη λειτουργία με την απόλυτη υγιεινή προσφέροντας παράλληλα ιδανική θέρμανση των χώρων.



Εικόνα 7.1.1

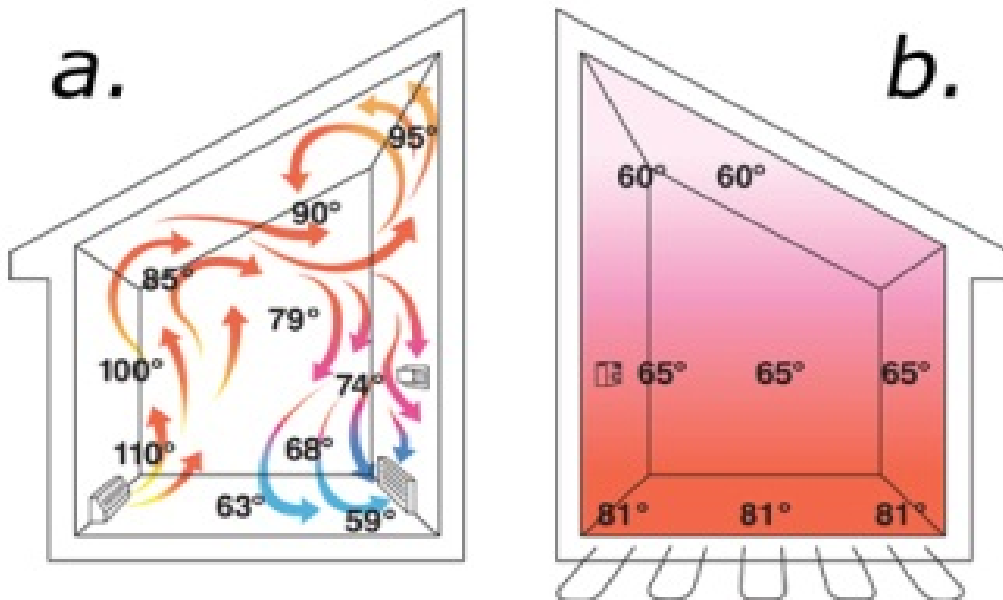
Στο σύστημα αυτό, το ζεστό νερό θερμοκρασίας προσαγωγής 32-40°C περνά μέσω σωληνώσεων, που επιτυγχάνουν καλή θερμική επαφή με τα δομικά υλικά του δαπέδου και το μετατρέπουν σε ένα θερμαντικό σώμα που ακτινοβολεί ομοιόμορφα προς όλες τις κατευθύνσεις του χώρου. Η μέγιστη θερμοκρασία στην επιφάνεια του δαπέδου είναι 26-29°C, δηλαδή χαμηλότερη από την θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος, εξασφαλίζοντας ένα αίσθημα ευεξίας και άνεσης. Ταυτόχρονα έχουμε έναν χώρο χωρίς σώματα που αρχιτεκτονικά μπορεί να διακοσμηθεί όπως θέλουμε, χωρίς καμία δέσμευση.



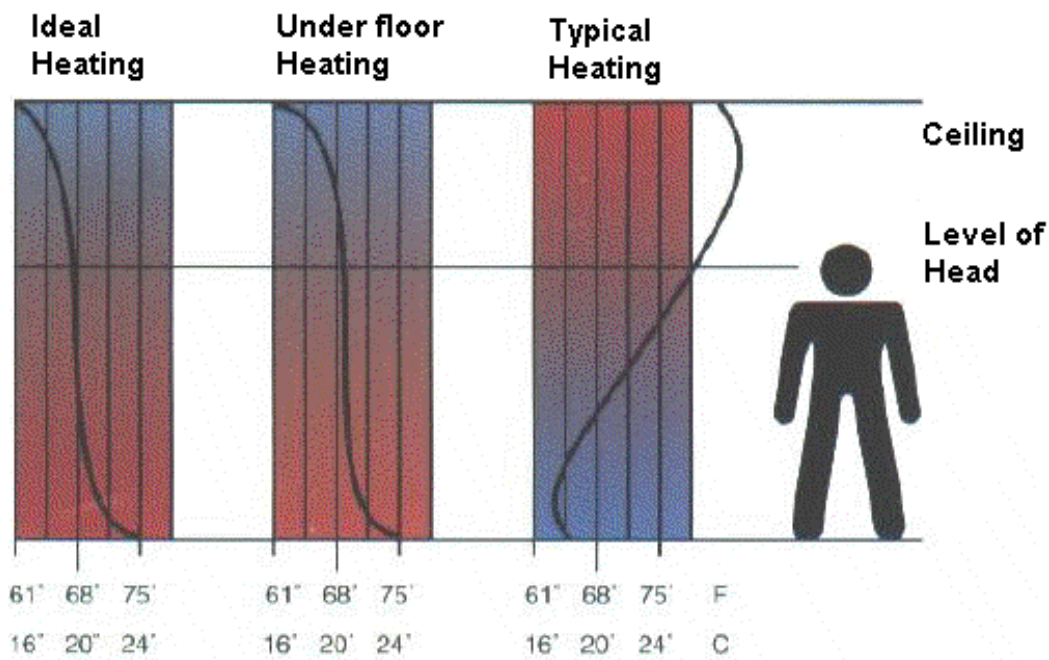
Εικόνα 7.1.2

Τομή ενδοδαπέδιας θέρμανσης με μορφόπλακα

Εξαιτίας της ομοιόμορφης κατανομής της θερμότητας, των μηδενικών απωλειών του δαπέδου και της σωστής διαστρωμάτωσης της θερμοκρασίας κατά ύψος, έχουμε τη δυνατότητα να πετύχουμε συνθήκες άνεσης με την θερμοκρασία χώρου χαμηλότερη τουλάχιστον κατά 2°C γεγονός που συνεπάγεται ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας από 3 έως 6%.



Εικόνα 7.1.3 Κατανομή θερμοκρασιών (βαθμοί Φαρενάιτ) στο χώρο α) με θερμαντικά σώματα και β) με ενδοδαπέδια.



Εικόνα 7.1.4 Καμπύλες κατανομής θερμοκρασιών

Η οριζόντια και έμμεση θέρμανση του χώρου έχει σαν συνέπεια την επίτευξη της ιδανικής κατανομής της θερμοκρασίας για το ανθρώπινο σώμα και την έλλειψη της ξηρότητας του αέρα λόγω χαμηλών θερμοκρασιών. Επιπλέον η αποτροπή ρευμάτων αέρα, που δημιουργούνται από τις συμβατικές μεθόδους θέρμανσης και κατά συνέπεια η έλλειψη σκόνης και η διατήρηση της υγρασίας του αέρα στο χώρο, δημιουργεί ακόμα πιο ιδανικές συνθήκες, ειδικά για άτομα με χρόνια προβλήματα αλλεργίας και άσθματος.

Έχει παρατηρηθεί ότι ζεσταίνοντας το χώρο με σύγχρονα συστήματα θέρμανσης επιφανειών (ενδοδαπέδια, επιτοιχια) που έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας των δομικών στοιχείων μπορούμε να επιτύχουμε ευεξία του ατόμου σε χαμηλότερη θερμοκρασία αέρα.

Δροσισμός με ενδοδαπέδια θέρμανση

Η ενδοδαπέδια θέρμανση είναι ιδανική και για δροσισμό. Όταν αναφερόμαστε στην έννοια του δροσισμού, εννοούμε ότι μετατρέπουμε το δάπεδο κάθε χώρου σε μια τεράστια ψυχρή επιφάνεια. Για όσους επιθυμούν να αποφύγουν τους συνήθεις και ανθυγιεινούς τρόπους δροσισμού, το δάπεδο μπορεί να μετατραπεί σε μια τεράστια ψυχρή επιφάνεια που διανέμει το νερό στους 18 C μέσα στις ήδη υπάρχουσες σωληνώσεις της ενδοδαπέδιας θέρμανσης. Ο δαπεδοδροσισμός αποτελεί ένα λειτουργικό σύστημα που προσφέρει άνεση απορροφώντας ομοιόμορφα θερμότητα από όλες τις κατευθύνσεις.

Συνοψίζοντας:

Πλεονεκτήματα της ενδοδαπέδιας θέρμανσης

1. Προσφέρει ομοιογενή θερμοκρασία σε όλο το μήκος και πλάτος του χώρου
2. Περιορίζει τα ρεύματα του αέρα στο χώρο, λόγω της μικρής διαφοράς θερμοκρασίας της θερμαντικής επιφάνειας (δαπέδου) και του αέρα που κυκλοφορεί στο χώρο
3. Κατανέμει τη θερμοκρασία του χώρου μέχρι το ύψος του ανθρώπου και μειώνει έτσι τις απώλειες της θερμότητας από την οροφή
4. Δεν επηρεάζει καθόλου την αρχιτεκτονική του χώρου και αφήνονται τελείως ελεύθερες οι διακοσμητικές επιθυμίες του κατασκευαστή
5. Υλικά που θεωρούνται ψυχρά, όπως το μάρμαρο, το πλακάκι, οι πέτρινες πλάκες κλπ, με το ενδοδαπέδιο σύστημα δίνουν στο χρήστη τους την πιο ευχάριστη αίσθηση το χειμώνα, όταν αυτός κυκλοφορεί ακόμα και με γυμνό πέλμα
6. Λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών που χρησιμοποιεί το σύστημα, μπορεί να αξιοποιεί κι άλλες πηγές θερμότητας, όπως την ηλιακή, τις αντλίες θερμότητας, κλπ
7. Γενικά δίνει την αίσθηση της άνεσης και της θαλπωρής

Μειονεκτήματα ενδοδαπέδιας θέρμανσης:

1. Εγκαθίσταται μόνο σε νέες οικοδομές
2. Σε περίπτωση βλάβης των σωλήνων, έχει υψηλό κόστος επισκευής
3. Υψηλό κόστος εγκατάστασης
4. Μερικές φορές δεν επαρκεί η θερμότητα που αποδίδει στο χώρο και απαιτείται πρόσθετη πηγή για θέρμανση χώρου (κυρίως σε ψυχρές περιοχές)

Για την επιλογή της κατάλληλης πηγής θερμότητας, θα εξετάσουμε τα πέντε πιο διαδεδομένα συστήματα

- λέβητας πετρελαίου
- λέβητας φυσικού αερίου
- αντλία θερμότητας αέρος – νερού ενεργειακής κλάσης 'Α
- γεωθερμία

Η σύγκριση των συστημάτων , θα γίνει με βάση ένα από τα κτήρια μας , δηλαδή

- ✓ μονοκατοικία 170m² με 4 ενοίκους

- ✓ ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης
- ✓ απώλειες θέρμανσης 80W/m²
- ✓ ετήσια απαιτούμενη ενέργεια θέρμανσης 24.700kWh
- ✓ παραγωγή ζεστού νερού χρήσης στους 60°C

4 άτομα x 50lt/ημέρα x 300ημέρες = 60.000lt/χρόνο

Απαίτηση ενέργειας : 4.000kWh

Κοστολόγια αγοράς πρώτης ύλης κατά τους πρώτους μήνες του έτους 2014:

περιβαλλοντικό αποτύπωμα :

Καύσιμο	ΘΔ _{καυσίμου} (kWh/kg)	Εκπομπές CO ₂	Κόστος (€)
Πετρέλαιο	11,92	3,142 kg ρύπου/kg καυσίμου	1,27 €/lt
Φυσικό αέριο	13,83	2,715 kg ρύπου/kg καυσίμου	0,07 €/kWh
Ηλεκτρισμός	-	0,850 kg ρύπου/kWh	0,14 €/kWh

Πίνακας 7.2.1

7.2 ΛΕΒΗΤΑΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Η θέρμανση ενός κτιρίου με χρήση πετρελαίου είναι η πιο συχνή στα ελληνικά κτίρια. Παρόλα αυτά συνοδεύεται από μια σειρά μειονεκτημάτων. Καταρχήν, λόγω της περιορισμένης ύπαρξης των ορυκτών πόρων, των αυξημένων φόρων αλλά και της αυξημένης ζήτησης, η τιμή του πετρελαίου κινείται συνεχώς ανοδικά. Αυτό το γεγονός σε συνδυασμό με την είσοδο νέων ή εκμοντερνισμένων τεχνολογιών οδηγεί στην αναζήτηση άλλων τρόπων θέρμανσης των κτιρίων.

Εκτός από την οικονομική άποψη, οι λέβητες πετρελαίου συγκεντρώνουν και άλλα μειονεκτήματα, όπως η απαίτηση σε μεγάλους χώρου, τόσο για τον ίδιο τον λέβητα, αλλά και για χώρους αποθήκευσης του πετρελαίου, αλλά και για διάφορες σωληνώσεις.

Ανάλογα με την χωρητικότητα των δεξαμενών πετρελαίου αλλά και την απαιτούμενη παραγωγή θερμότητας απαιτείται συχνή τροφοδοσία με βυτιοφόρα, διαδικασία στην οποία πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη σημασία για την αποφυγή χρήσης πετρελαίου κατώτερης ποιότητας (νοθευμένο). Επιπρόσθετα το περιβαλλοντικό αποτύπωμα είναι υψηλό και συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τα παραπροϊόντα της καύσης παραμένουν στο χώρο του λέβητα και για αυτό απαιτείται συνήθως μια φορά ετησίως η συντήρηση του

καυστήρα.

Πλεονεκτήματα:

- + Είναι η πιο γνωστή μέθοδος θέρμανσης στην Ελλάδα
- + Ήδη διαθέσιμη στα περισσότερα σπίτια

Μειονεκτήματα:

- Ακριβή εγκατάσταση και καύσιμη ύλη
- Απαιτούνται μεγάλοι χώροι για τη τοποθέτηση τόσο του λέβητα όσο και των δεξαμενών πετρελαίου
- Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δοθεί στην συντήρηση για την αποφυγή προβλημάτων

Για τον προσδιορισμό της κατανάλωσης λαμβάνουμε υπ'όψη τα παρακάτω:

- Θερμογόνος δύναμη πετρελαίου : 11,92 kWh/kg
- Βαθμός Απόδοσης λέβητα : 88 %

Άρα για την ετήσια κάλυψη της ενέργειας θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης απαιτούνται:

$$(24.700+4.000)\text{kWh} / 11,9\text{kWh/kg} = 2.411 \text{ kg ή } 2892\text{lt}$$

Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας

$$\text{Θέρμανση, ζεστό νερό χρήσης : } 2.892\text{lt} * 1,27\text{€/lt} = 3672\text{€}$$

Περιβαλλοντικό αποτύπωμα: 7.575 kg CO₂ ετησίως.

7.3 ΛΕΒΗΤΑΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ (ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΣ)

Η θέρμανση με χρήση φυσικού αερίου είναι μια λύση που έχει εμφανιστεί τα τελευταία χρόνια.

Το σύστημα θέρμανσης σε αυτή την περίπτωση αποτελείται από ένα λέβητα μικρού μεγέθους, ο οποίος τοποθετείται συνήθως στο μπαλκόνι και συνδέεται με το δίκτυο φυσικού αερίου. Το μέσο κόστος ενός λέβητα φυσικού αερίου εγκατεστημένου είναι περίπου 3500€, αλλά ανεβαίνει ανάλογα με τις ανάγκες σε θέρμανση και το μέγεθος των χώρων για μεγαλύτερα κτίσματα και πολυκατοικίες. Στα έξοδα αυτά πρέπει να συνυπολογιστεί και το κόστος σύνδεσης με τα δίκτυο παροχής φυσικού αερίου, αλλά και το κόστος των απαραίτητων σωληνώσεων.

Για μια οικία 100m² το ετήσιο κόστος θέρμανσης αναμένεται να είναι ίσο με περίπου 1000€ και το σύστημα αναμένεται να έχει απόσβεση σε περίπου 3

χρόνια.

Παρόλα αυτά η αγορά φυσικού αερίου υπόκειται στους ίδιους κανόνες με αυτή του πετρελαίου και η τιμή του αναμένεται να αυξηθεί όσο αυξάνεται η ζήτησή του και η τιμή του πετρελαίου.

Πλεονεκτήματα:

- + Εκτός από θέρμανση παρέχει και ζεστό νερό αλλά και ενέργεια για την κουζίνα
- + Είναι διαθέσιμο μέσω δικτύου, δεν είναι αναγκαία η παραγγελία και ο έλεγχος της ποιότητας και διαθέσιμη κάθε φορά ποσότητας.
- + Απαιτεί ελάχιστο χώρο καθώς ο λέβητας έχει μέγεθος ενός ντουλαπιού
- + Έχει μικρές ανάγκες συντήρησης λόγω της καθαρότερης καύσης που γίνεται σε σύγκριση με το πετρέλαιο.
- + Όλοι οι λέβητες φυσικού αερίου πληρούν πολύ υψηλές προδιαγραφές ασφαλείας.
- + Παράγονται πολύ μικρές ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα

Μειονεκτήματα:

- Μονοπωλιακή αγορά, η τιμή του φυσικού αερίου ακολουθεί την τιμή του πετρελαίου σε απόσταση 20-30%
- Δεν είναι διαθέσιμο ακόμα σε ολόκληρη τη χώρα

Για τον προσδιορισμό της κατανάλωσης λαμβάνουμε υπ' όψη τα παρακάτω:

- Θερμογόνος δύναμη : 13,83 kWh/kg
- Βαθμός Απόδοσης λέβητα : 92%

Άρα για την ετήσια κάλυψη της ενέργειας θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης απαιτούνται:

$$(24.700+4.000)\text{kWh} * 0,07 \text{ €/kWh} = 2.009\text{€}$$

Περιβαλλοντικό αποτύπωμα: $28.700\text{kWh} / 11,38 \text{ kWh/Nm}^3 = 2.521 \text{ Nm}^3$ ή 2.091kg φυσικού αερίου, άρα $2.091\text{kg} \times 2,715\text{kg Co}_2/\text{kg}$ καυσίμου = 5.677 kg Co_2 ετησίως.

7.4 ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΑΕΡΟΣ – ΝΕΡΟΥ ΥΨΗΛΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Η αντλία θερμότητας είναι η συσκευή που αντλεί θερμική ενέργεια από μια θερμή δεξαμενή(αναφέρεται ως πηγή) που βρίσκεται σε

χαμηλή θερμοκρασία προς μια καταβόθρα (συνήθως αέρας ή νερό) που βρίσκεται σε υψηλότερη θερμοκρασία είτε (α) με την χρήση μηχανικού έργου είτε (β) με την βοήθεια μιας θερμής δεξαμενής πολύ υψηλής θερμοκρασίας.

Πώς λειτουργεί

Ένας ανεμιστήρας ωθεί τον εξωτερικό αέρα στην αντλία θερμότητας όπου συναντά τον εξατμιστή. Αυτός είναι συνδεδεμένος σε ένα κλειστό σύστημα που περιέχει ένα ψυκτικό μέσο που μπορεί να μετατραπεί σε αέριο σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Όταν ο εξωτερικός αέρας συναντάται με τον εξατμιστή το ψυκτικό μέσο μετατρέπεται σε αέριο.

Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας ένα συμπιεστή, το αέριο φτάνει σε αρκετά υψηλή θερμοκρασία στην οποία μπορεί να μεταφερθεί στο συμπυκνωτή του συστήματος θέρμανσης του σπιτιού.

Ταυτόχρονα, το ψυκτικό μέσο με τη βοήθεια του συμπυκνωτή επανέρχεται στην υγρή μορφή, έτοιμο να μετατραπεί σε αέριο για άλλη μια φορά και να συλλέξει νέα θερμότητα.

Το καλοκαίρι, το κύκλωμα ψύξης είναι ικανό να λειτουργήσει αντίστροφα ώστε να παρέχει ψύξη για όσο του ζητηθεί.

Εξοικονόμηση ενέργειας

Η εξοικονόμηση κόστους υπολογίζεται σε 65% σε σύγκριση με το πετρέλαιο θέρμανσης και 40% με το φυσικό αέριο.

Ο καταναλωτής καταναλώνει 1 Kw ηλεκτρικής ενέργειας για απόδοση 3 έως 5 Kw, ενώ η αντλία θερμότητας γίνεται φθηνότερη αν επιλεγεί το νυχτερινό τιμολόγιο ρεύματος.

Πλεονεκτήματα

Οι αντλίες θερμότητας έχουν πολλές χρήσεις (θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό στο σπίτι ή ζεστό νερό για εμπορικές χρήσεις), εξοικονομούν κόστος που απαιτείται για εισαγωγές ορυκτών καυσίμων, ενώ έχουν χαμηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Η αρχή λειτουργίας της Αντλίας Θερμότητας είναι η μεταφορά θερμότητας από κάποιο όριο χαμηλής θερμοκρασίας σε ένα υψηλότερο.

Η απαιτούμενη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη απορροφάται κατά 70% από το περιβάλλον. Το υπόλοιπο 30% λαμβάνεται με τη μορφή της ηλεκτρικής ενέργειας.

Για τον προσδιορισμό της κατανάλωσης λαμβάνουμε υπόψη τα παρακάτω:

- Μέση τιμή βαθμού απόδοσης θέρμανσης $COP = Q_{th}/Q_{el} = 3.3$

- Μέση τιμή βαθμού απόδοσης για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης $COP = Q_{th}/Q_{el} = 2.2$

Άρα για την ετήσια κάλυψη της ενέργειας θέρμανσης και ψύξης :

$$24.700\text{kWh} / 3.3 = 7.484 \text{ kWh}$$

για την ετήσια κάλυψη της ενέργειας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης απαιτούνται :

$$4.000\text{kWh} / 2.2 = 1.818 \text{ kWh}$$

Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας

$$\text{Θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης : } (7.484+1.818)\text{kWh} * 0,14\text{€/kWh} = 1.302\text{€}$$

Περιβαλλοντικό

αποτύπωμα:

$$9.302\text{kWh} \times 0.85\text{kg ρύπου/kWh} = 7.906 \text{ kg CO}_2.$$

7.5 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Με τον όρο «Γεωθερμία», θα μπορούσε να δημιουργηθεί σύγχυση, διότι ο όρος αναφέρεται στη θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, ως γεωθερμία ορίζεται η εκμετάλλευση της ενέργειας από το εσωτερικό της γης από όπου με τη χρήση μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας επιτρέπεται η μεταφορά θερμότητας από και προς το έδαφος για παραγωγή ψύξης, θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης για οικιακές αλλά και ευρύτερης κλίμακας εφαρμογές.

Πρακτικά δεν είναι τίποτε άλλο από μια μηχανή που μπορεί να μεταφέρει τη θερμότητα από τον ψυχρό χώρο στον θερμό, ή στη γλώσσα των μηχανικών, από τη «θερμή δεξαμενή» στην «ψυχρή δεξαμενή». Ακριβώς την ίδια δουλειά εκτελεί το οικιακό ψυγείο και το κλιματιστικό μηχανήμα που απαντάται στα σπίτια και στα γραφεία. Μια διαφορά που έχει το ψυγείο με το κλιματιστικό είναι το ότι στο δεύτερο μπορεί να οριστεί από το χρήστη η θερμή και ψυχρή δεξαμενή. Το καλοκαίρι ορίζουμε θερμή δεξαμενή το περιβάλλον και ψυχρή τον εσωτερικό χώρο (επιλέγοντας λειτουργία ψύξης) και το μηχανήμα αποβάλλει στο περιβάλλον τη θερμότητα του σπιτιού. Το χειμώνα ορίζουμε θερμή δεξαμενή τον εσωτερικό χώρο και ψυχρή το περιβάλλον (επιλέγοντας λειτουργία θέρμανσης) και το μηχανήμα αποβάλλει τη θερμότητα που υπάρχει στο περιβάλλον μέσα στο σπίτι.

Πλεονεκτήματα:

- Ανεξαρτησία από το πετρέλαιο θέρμανσης.
- Οικονομική λειτουργία με εξοικονόμηση 80% σε σχέση με το πετρέλαιο

- Δροσισμός χωρίς κόστος το καλοκαίρι.
- Μηδενικό κόστος συντήρησης.
- Χωρίς λεβητοστάσιο, καμινάδες, δεξαμενή πετρελαίου, ρύπους και έξοδα συντήρησης.
- Δυνατότητα επιδότησης.

Για τον προσδιορισμό της κατανάλωσης λαμβάνουμε υπ' όψη τα παρακάτω:

- Μέση τιμή βαθμού απόδοσης θέρμανσης-ψύξης $COP = Q_{th}/Q_{el} = 5,5$
- Μέση τιμή βαθμού απόδοσης για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης $COP = Q_{th}/Q_{el} = 3.5$

Άρα για την ετήσια κάλυψη της ενέργειας θέρμανσης :

$$24.700\text{kWh} / 5,5 = 4.490 \text{ kWh}$$

και

για την ετήσια κάλυψη της ενέργειας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης απαιτούνται :

$$4.000\text{kWh} / 3.5 = 1.143 \text{ kWh}$$

Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας

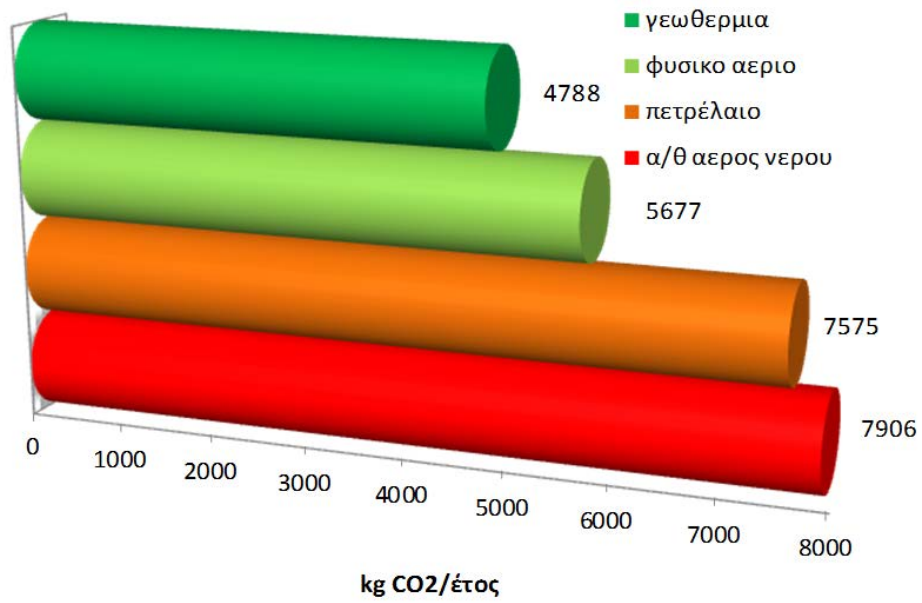
$$\text{Θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης : } (4.490 + 1.143)\text{kWh}_{el} * 0,14\text{€/kWh} = 789 \text{ €}$$

$$\text{Περιβαλλοντικό αποτύπωμα: } 5.633\text{kWh} \times 0,85\text{kg ρύπου/kWh} = 4.788 \text{ kg CO}_2 \text{ ετησίως.}$$

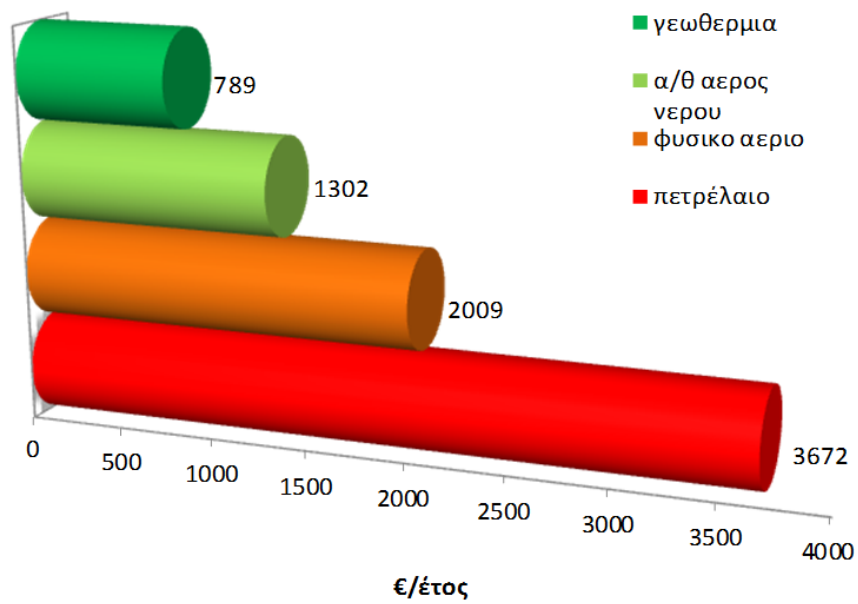
Όπως προέκυψε και φαίνεται στον παρακάτω πίνακα , η πιο οικονομική λύση είναι αυτή της γεωθερμίας. Όσο δε για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις , δε χωράει αμφιβολία ότι η γεωθερμία είναι πιο αγνή πηγή θερμότητας σε σύγκριση πάντα με τις υπόλοιπες τέσσερις που αναλύσαμε.

	πετρέλαιο	Φυσικό αέριο	α/θ αέρος νερού	γεωθερμία
€/έτος	3.672	2.009	1.302	789
KgCO ₂ /έτος	7.575	5.677	7.906	4.788

Πίνακας 7.5.1



Γράφημα 7.5.1 ετήσιου περιβαλλοντικού αποτυπώματος θέρμανσης



Γράφημα 7.5.2 ετήσιου κόστους θέρμανσης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΣΥΛΛΟΓΗ ΒΡΟΧΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

8.1 ΝΕΡΟ

Το νερό αποτελεί ζωτικό στοιχείο για την επιβίωση του ανθρώπου και τη διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος. Και όμως, πάνω από 1 δισεκατομμύριο άνθρωποι σε όλο τον κόσμο δεν έχουν πρόσβαση σε πόσιμο νερό. Στον "ανεπτυγμένο" κόσμο, στον οποίο ανήκει και η χώρα μας, νέα φράγματα χτίζονται για να ικανοποιήσουν τις ακόρεστες ανάγκες μας, καταστρέφοντας τους τελευταίους εναπομείναντες υδροβιότοπους. Χημικά και φυτοφάρμακα καταλήγουν ανεξέλεγκτα στα υπόγεια νερά, υποθηκεύοντας το μέλλον των παιδιών μας. Το κλίμα αλλάζει και το καλοκαίρι έχουμε ξηρασίες και το χειμώνα πλημμύρες.

Το πρόβλημα του νερού δεν είναι ένα ισοζύγιο ζήτησης και προσφοράς το οποίο λύνεται με νέα έργα. Δεν αντιμετωπίζουμε μια χρόνια ανεπάρκεια νερού, ούτε τα ποτάμια χάνονται στη θάλασσα. Το νερό είναι ένας ανανεώσιμος πόρος και υπάρχει αρκετό για όλους μας. Το πρόβλημα είναι ότι θέλουμε όλο και περισσότερο.

Αυτό που πρέπει να κάνουμε είναι να περιορίσουμε την κατανάλωσή μας. Τα προβλήματα του νερού είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με την κοινωνία μας, τις καταναλωτικές συνήθειες και πρότυπά μας και εν τέλει τις επιλογές μας για τον κόσμο τον οποίο θέλουμε να φτιάξουμε.

Η οικιακή χρήση νερού δεν αποτελεί τη κυριότερη μορφή κατανάλωσης, σε σχέση με τη γεωργία και την βιομηχανία. Ωστόσο, η προσπάθεια εξοικονόμησης νερού στο σπίτι αποτελεί το πιο σημαντικό βήμα για τη διαμόρφωση μιας νέας στάσης απέναντι στη χρήση του νερού.

Το 5-20% του νερού, που καταναλώνεται καθημερινά, χρησιμοποιείται από τα νοικοκυριά. Σε αντίθεση με παλαιότερες χρονικές περιόδους, όπου κάθε νοικοκυριό αναλάμβανε από μόνο του την εξασφάλιση νερού μέσω της μεταφοράς του από πηγές και πηγάδια, τώρα το νερό προσφέρεται με ένα απλό άνοιγμα της βρύσης. Η εύκολη πρόσβαση και η αυξημένη χρήση του, κυρίως, στον τομέα της προσωπικής υγιεινής έχει σαν αποτέλεσμα να αυξάνεται χρόνο με το χρόνο η κατανάλωσή του. Το νερό, που τρέχει από τη βρύση του σπιτιού μας, είναι καθαρό πόσιμο νερό, που όμως χρησιμοποιείται και για χρήσεις, που δεν απαιτείται η τροφοδότηση με καθαρό πόσιμο νερό. Το 40% του νερού απορρίπτεται από την τουαλέτα. Η υπόλοιπη ποσότητα χρησιμοποιείται ως

εξής: το 25% χρησιμοποιείται στο ντους και στο μπάνιο, το 20% στο πλύσιμο των ρούχων και των πιάτων, το 10% στην κουζίνα και το 5% στο καθάρισμα.

Στη σημερινή εποχή, πίνουμε ή χρησιμοποιούμε καθημερινά για μαγείρεμα δύο έως τρία λίτρα νερού, κατ' άτομο. Περίπου 145 λίτρα καταναλώνονται καθημερινά στην τουαλέτα, το μπάνιο, την περιποίηση του σώματος, το πλύσιμο ρούχων ή πιάτων, την καθαριότητα του σπιτιού, το πότισμα των λουλουδιών.

Δράσεις	Κατανάλωση
Βρύσες που στάζουν	90 λίτρα εβδομαδιαία
Καζανάκι απλό	9 λίτρα/χρήση, 4 φορές/μέρα
Καζανάκι διπλής ροής	6 λίτρα/χρήση, 4 φορές/μέρα
Βούρτσισμα δοντιών με συνεχώς ανοιχτή βρύση	15 λίτρα για 2 λεπτά, 2 φορές την ημέρα
Βούρτσισμα δοντιών με χρήση ποτηριού	0,5 λίτρα 2 φορές την ημέρα
Πλύσιμο προσώπου και χεριών με τρεχούμενη βρύση	30 λίτρα για 2 λεπτά
Πλύσιμο προσώπου και χεριών με βρύση κλειστή όταν δεν χρειάζεται	5 λίτρα
Λουτρό με γεμάτη μπανιέρα	150 λίτρα
Ντους	6 λίτρα για 10 λεπτά
Πλυντήριο ρούχων	150 λίτρα ανά πλύση
Πλύσιμο φρούτων και λαχανικών με τρεχούμενη βρύση	15 λίτρα/λεπτό
Πλύσιμο φρούτων και λαχανικών σε λεκάνη	5 λίτρα
Ποτήρι νερό από βρύση που τρέχει μέχρι να έρθει δροσερό νερό	1 λίτρο νερό που τρέχει για κάθε 2 ποτήρια δροσερό νερό
Πλύσιμο πιάτων με πλυντήριο ή λεκάνη	50 λίτρα ανά πλύση
Πλύσιμο αυτοκινήτου 2 φορές το μήνα	150 λίτρα τη φορά

Εικόνα 8.1.1

Στην Ελλάδα, το 90% των ελληνικών νοικοκυριών έχουν σήμερα πρόσβαση σε δίκτυο ύδρευσης, έναντι 30% τη δεκαετία του '50. Η χρήση νερού για ύδρευση έχει αυξηθεί κατά 45% σε σχέση με το 1980 και η αυξητική τάση διατηρείται. Η αύξηση αυτή συνδέεται, κυρίως με την αύξηση της οικοδόμησης, την χρήση σύγχρονων πιο υδροβόρων συσκευών (π.χ. πλυντήρια) και σύγχρονων ανέσεων (π.χ. κήποι, μπάνια, πισίνες, κλπ).

Η μεγαλύτερη αστική ζήτηση παρατηρείται στην Αττική, όπου οι απώλειες από διαρροές (δίκτυο, κατοικίες κα) αντιστοιχούν στο 10-40% του μεταφερόμενου νερού. Μια σειρά έργων (φράγμα Μαραθώνα, δέσμευση νερών λίμνης Υλίκης

καθώς και ποταμών Μόρνου και Εύηνου) μπορούν να φέρνουν σήμερα στην Αττική 600.000.000 κυβικά μέτρα νερού το χρόνο. Όμως, τα έργα αυτά επαρκούν για να καλύπτουν τις ανάγκες της Αττικής μόνο μέχρι το 2030 αν συνεχιστούν οι σημερινές τάσεις κατανάλωσης νερού.

Στον πίνακα φαίνονται οι συνολικές καταναλώσεις νερού για τα έτη 1990-2004, με την επισήμανση ότι οι καταναλώσεις αναφέρονται σε μέτρηση στις εξόδους των διυλιστηρίων και όχι στην τιμολογημένη κατανάλωση, που σημαίνει ότι συμπεριλαμβάνονται και οι απώλειες / διαρροές του δικτύου διανομής του νερού. Η συνολική κατανάλωση νερού στην Αττική αυξάνεται σταθερά σε σχέση με το έτος αναφοράς (1990): η συνολική κατανάλωση το 2004 ήταν αυξημένη κατά 27% περίπου σε σχέση με το 1990, αλλά κατά 62% σε σχέση με το 1993, έτος όπου επιτεύχθηκε σημαντική μείωση της κατανάλωσης.

Η εξοικονόμηση έφθασε, το 1993, το 26,5% της κατανάλωσης του 1991, ως αποτέλεσμα της καμπάνιας ευαισθητοποίησης και της πληροφόρησης που αναπτύχθηκε το 1992-1993, χρονιές που τα αποθέματα νερού μειώθηκαν σημαντικά και η Αττική αντιμετώπισε το φάσμα της λειψυδρίας. Η κατανάλωση του νερού έφτασε ξανά στο επίπεδο του 1991 το 1997, τέσσερα χρόνια μετά τη διακοπή της εκστρατείας ενημέρωσης του κοινού για την αναγκαιότητα εξοικονόμησης νερού. Μετά το 1997 έχουμε μια συνεχή αύξηση της κατανάλωσης νερού της τάξης του 5-8% ετησίως.

Η ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΗ 1990 - 2004 ΣΕ ΚΥΒΙΚΑ ΜΕΤΡΑ	
1990	320.000.000
1991	340.000.000
1992	265.000.000
1993	250.000.000
1994	280.000.000
1995	310.000.000
1996	307.431.950
1997	319.427.130
1998	339.675.490
1999	357.003.054
2000	385.855.874
2001	400.558.220
2002	416.080.430
2003	399.220.304
2004	405.434.701

Εικόνα 8.1.2

Η κατανάλωση νερού στα ελληνικά νησιά έχει αλλάξει δραματικά ως

αποτέλεσμα των αλλαγών, που συντελέστηκαν στις καθημερινές συνήθειες των ανθρώπων όσο και εξαιτίας του τουρισμού. Σύμφωνα με μελέτη του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, είκοσι νησιά των Κυκλάδων και της Δωδεκανήσου αναμένεται να αντιμετωπίσουν αύξηση των ελλειμμάτων νερού από 25-40% στα επόμενα χρόνια. Στα άνυδρα νησιά καταλέγονται, σύμφωνα με τη μελέτη του Ε.Μ.Π., τα νησιά των Κυκλάδων Τήνος, Κίμωλος, Μήλος, Αμοργός, Φολέγανδρος, Σίκινος, Σχοινούσα, Δονούσα, Κουφονήσι, Ηράκλεια, Θηρασία και τα νησιά των Δωδεκανήσων Λειψοί, Μεγίστη, Αγαθονήσι, Νίσυρος, Πάτμος, Σύμη, Χάλκη, Κάλυμνος και Ψέριμος.

Την τελευταία οκταετία μεταφέρθηκαν με πλοία - υδροφόρες 6.000.000 κυβικά μέτρα νερού από τη Ρόδο, το Λαύριο και την Ελευσίνα. Παρόλα αυτά, αναμένεται μέσα στην επόμενη δεκαετία το υδατικό έλλειμμα στις Κυκλάδες να φτάσει τα 1,3 εκατομμύρια κυβικά μέτρα και στα Δωδεκάνησα τα 1,6 εκατομμύρια κυβικά μέτρα, αν συνεχιστούν οι σημερινές τάσεις στην κατανάλωση νερού. Το 2004 δαπανήθηκαν 13 εκατομμύρια Ευρώ από το Υπουργείο Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής για τη μεταφορά νερού στα νησιά των Κυκλάδων και 20 εκατομμύρια Ευρώ για τη μεταφορά νερού στα νησιά των Δωδεκανήσων που αντιμετωπίζουν το πρόβλημα.

8.2 ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΒΡΟΧΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

Τα έργα ομβριοσυλλογής και αποθήκευσης συναντώνται από την αρχαιότητα ακόμη, ως εξειδικευμένες κατασκευές κυρίως για στρατιωτικούς σκοπούς. Στις ακροπόλεις κάστρα για παράδειγμα, με σύστημα καναλιών οδηγούσαν τα νερά της βροχής σε υπόγειες δεξαμενές, ώστε οι έγκλειστοι σε περίοδο πολιορκίας, να έχουν νερό.

Στα νεώτερα χρόνια, η μέθοδος αναπτύσσεται σε ισχυρά άνυδρες περιοχές τόσο σε οικογενειακό επίπεδο, όσο και σε επίπεδο οικισμών, στην προσπάθεια να επιτυγχάνεται επάρκεια λειτουργικού νερού.

Επί πλέον αυτού όμως, σε μικρά άνυδρα νησιά όπως στις Κυκλάδες και στα Δωδεκάνησα, χρησιμοποιείται με ανάμιξη ακόμη και για πόσιμο, ενώ σε πολύ δύσκολες ημέρες λειψυδρίας πινόταν και ενδεχομένως σε ακραίες καταστάσεις να πίνεται και τώρα αυτούσιο.

Το βρόχινο είναι μαλακό νερό, οι συγκεντρώσεις αλάτων δηλαδή είναι πολύ περιορισμένες. Αυτό το κάνει άριστο στην μαγειρική, το φαγητό και ειδικά τα όσπρια βράζουν πολύ ευκολότερα και γρηγορότερα, το σαπουνι διαλύεται επίσης ευκολότερα διευκολύνοντας το πλύσιμο των ρούχων, στα μαλλιά δίνει στιλπνότητα και μετάξινη υφή, όμως είναι ακατάλληλο για πόσιμο. Λόγω της έλλειψης αλάτων, η πόση βρόχινου νερού καταστρέφει στον ανθρώπινο οργανισμό την ισορροπία των ηλεκτρολυτών Καλίου-Νατρίου, με αποτέλεσμα ισχυρό σοκ που αν δεν αντιμετωπισθεί έγκαιρα μπορεί να επιφέρει ακόμη και

θάνατο.

Για να αντιμετωπίσουν αυτές τις καταστάσεις όσοι αποθήκευαν βρόχινο νερό για πόσιμο, έριχναν στις δεξαμενές ασβέστη. Σήμερα όπου έχουν διατηρηθεί τέτοιες δεξαμενές, διακρίνονται στον πυθμένα υπολείμματα ασβέστη. Η αντίληψη όμως ότι ο ασβέστης ταυτόχρονα απολύμανε το αποθηκευμένο νερό, είναι λανθασμένη.

Η συλλογή και η χρησιμοποίηση του βρόχινου νερού, εγκαταλείφθηκε τις τελευταίες δεκαετίες, καθώς αντικαταστάθηκε με συνδέσεις στα κατά τόπους δίκτυα ύδρευσης. Το επεξεργασμένο μαλακό νερό της βροχής μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις που δεν απαιτείται υψηλής ποιότητας πόσιμο νερό, όπως στα καζανάκια των W.C, στα πλυντήρια των ρούχων, στο πότισμα των κήπων, στο πλύσιμο των αυτοκινήτων κτλ. Ο επιμερισμός του νερού της ύδρευσης ενός νοικοκυριού δείχνει ότι το νερό, που χρησιμοποιείται στα καζανάκια της τουαλέτας και σε άλλες χρήσεις χωρίς ιδιαίτερα υψηλές ποιοτικές απαιτήσεις, φτάνει περίπου στη μισή ποσότητα που καταναλώνει ένα μέσο νοικοκυριό. Εύκολα λοιπόν γίνεται αντιληπτή η σημασία τόσο με οικονομικούς, όσο και με περιβαλλοντικούς όρους της εισαγωγής στην οικιακή χρήση συστημάτων συλλογής και επεξεργασίας βρόχινου νερού για χρήσεις στις οποίες δεν απαιτείται κατ' ανάγκη πόσιμο νερό.

Οφέλη συλλογής βρόχινου νερού

- **Εξοικονόμηση χρημάτων**

Η αποφυγή του αυξημένου οικονομικού και περιβαλλοντικού κόστους σχετίζεται με τη χρέωση των οργανισμών ύδρευσης που επιβάλλουν αυξανόμενη τιμή μονάδας σε συνάρτηση με το καταναλισκόμενο νερό. Η εγκατάσταση ενός συστήματος επεξεργασίας βρόχινου νερού έχει υψηλό σχετικά κόστος αλλά η περίοδος απόσβεσής του είναι μικρότερη από δύο έτη. Το κόστος της μετέπειτα λειτουργίας ενός τέτοιου συστήματος είναι σαφώς χαμηλότερο από αυτό του συστήματος της κεντρικής ύδρευσης.

- **Εξοικονόμηση ενέργειας**

Με τη μείωση της κατανάλωσης νερού μειώνονται οι ενεργειακές ανάγκες άντλησης που συνήθως συνίστανται στο κόστος άντλησης από τις γεωτρήσεις και στο κόστος μεταφοράς του στη μονάδα επεξεργασίας νερού.

- **Εξοικονόμηση υδατικών πόρων**

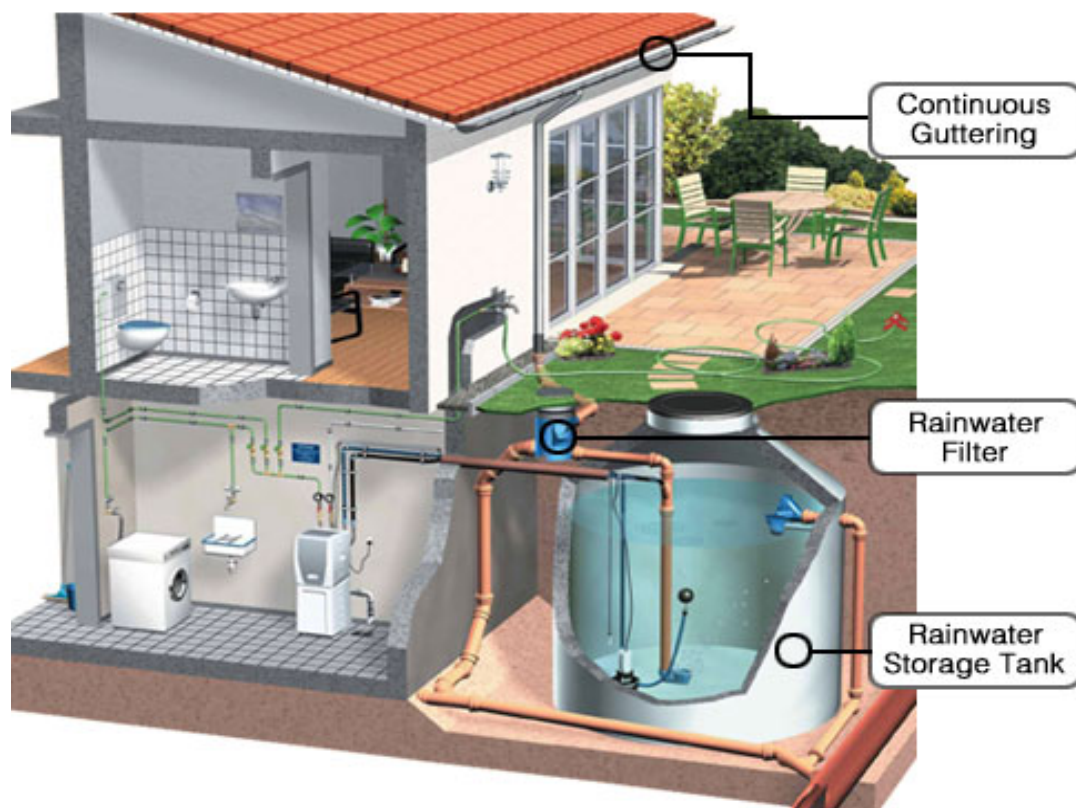
Η συλλογή των όμβριων υδάτων συνδυαστικά με τεχνικές ανακύκλωσης

μειώνει το ρυθμό χρήσης των υδατικών πόρων (επιφανειακών και υπόγειων υδάτων).

Συστήματα συλλογής όμβριων υδάτων

Η γενική αρχή του συστήματος στηρίζεται στη συλλογή του βρόχινου νερού της στέγης αρχικά μέσω κατάλληλα διαμορφωμένων οριζόντιων και κατακόρυφων υδρορροών, οι οποίες παραλαμβάνουν και απομακρύνουν το νερό. Η συλλεγόμενη ποσότητα νερού, αφού πρώτα φιλτραριστεί, συγκεντρώνεται σε μία δεξαμενή αποθήκευσης. Αυτά τα συστήματα διαχωρίζονται σε οικιακά, κήπου και εμπορικά.

❖ Οικιακά συστήματα



Εικόνα 8.2.1

Βασικές αρχές λειτουργίας

Το οικιακό σύστημα αποτελείται από μία υπόγεια δεξαμενή, στην οποία διατηρείται το αποθηκευμένο βρόχινο νερό σε χαμηλές θερμοκρασίες και

απουσία φωτός για την αποφυγή δημιουργίας φυκιών. Σ' αυτήν καταλήγει το νερό που συλλέγεται από το σύστημα υδρορροών ενός κτιρίου, αφού πρώτα περάσει από ένα προφίλτρο που συγκρατεί τα μεγάλα σωματίδια (φύλλα, χαλίκια, πέτρες). Κατόπιν το νερό εισέρχεται μέσω μιας βαλβίδας ηρεμίας κοντά στον πυθμένα της δεξαμενής με μικρή ταχύτητα, προκειμένου να μη διαταραχθεί το στρώμα των ιζημάτων του πυθμένα στον οποίο συγκεντρώνονται όλα τα βαρύτερα του νερού μικροσωματίδια και οι ακαθαρσίες αλλά και να αποτραπεί ο επηρεασμός της λειτουργίας του διακόπτη του πλωτήρα. Τα ελαφρότερα του νερού σωματίδια (όπως η γύρη των λουλουδιών) που ανέρχονται στην επιφάνεια απομακρύνονται μέσω της περιοδικής υπερχειλίσης και γι' αυτό το λόγο είναι ιδιαίτερα κρίσιμο στοιχείο ο σωστός προσδιορισμός της χωρητικότητας της δεξαμενής. Το καθαρότερο νερό, που βρίσκεται λίγο χαμηλότερα από τη στάθμη της επιφάνειας, αναρροφάται μέσω της επιπλέουσας βαλβίδας εισόδου της υποβρύχιας αντλίας, η οποία βρίσκεται στον πυθμένα, και κατόπιν οδηγείται προς κατανάλωση. Για την προστασία της αντλίας τοποθετείται ένα επιπλέον φίλτρο που κατακρατεί τα μικρού μεγέθους σωματίδια.

Ο συνδυασμός διακόπτη πίεσης / ελεγκτή ροής εκκινεί και σταματά την αντλία, παρέχοντας προστασία ξηρής λειτουργίας. Αυτό σημαίνει ότι η αντλία σταματά όταν δεν υπάρχει επαρκής ποσότητα νερού. Το νερό της υπερχειλίσης από τη δεξαμενή διά μέσου ενός μηχανισμού υπερχειλίσης που βρίσκεται στο θόλο μεταφέρεται προς το δίκτυο ομβρίων του οικισμού. Προαιρετικά μπορεί να τοποθετηθεί και μετρητής στάθμης για να είναι εύκολη η επιθεώρηση του όγκου του νερού της δεξαμενής. Σε διάφορες παραλλαγές του το παραπάνω σύστημα μπορεί να εμπλουτιστεί με μικροφίλτρα ή ακόμη και με σύστημα χημικής απολύμανσης του νερού με χρήση δοσομετρικού χλωριωτή. Σε απομακρυσμένες περιοχές το συλλεγόμενο νερό μπορεί να αναβαθμιστεί σε πόσιμο με τη χρήση μη χημικών συστημάτων απολύμανσης, όπως με υπεριώδη ακτινοβολία.

Τέλος, για να είναι αποτελεσματικό και λειτουργικό ένα τέτοιο σύστημα απαιτείται μία ελάχιστη αλλά περιοδική συντήρηση. Αυτή περιλαμβάνει τακτικό καθαρισμό των φίλτρων αλλά και του εσωτερικού μέρους της δεξαμενής.

8.3 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

- Δεξαμενή

Οι υπόγειες δεξαμενές αποθήκευσης διατίθενται σε διάφορα μεγέθη, ανάλογα με τις απαιτήσεις, και κατασκευάζονται από πλαστικό, χάλυβα ή σκυρόδεμα.

- Καπάκι και θόλος

Το δεύτερο σημαντικό στοιχείο ενός συστήματος συλλογής, αποθήκευσης και διανομής βρόχινου νερού είναι ο θόλος και το καπάκι της δεξαμενής. Ο θόλος, ο οποίος επικάθεται στο άνω άνοιγμα της δεξαμενής και στον οποίο συνδέονται οι σωληνώσεις πλήρωσης, υπερχείλισης και άντλησης του νερού μπορεί να περιστρέφεται ελεύθερα, ώστε τα ανοίγματα να έρχονται στην κατάλληλη θέση. Στο θόλο τοποθετείται η θυρίδα ελέγχου της δεξαμενής. Όλα τα μέρη σφραγίζονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να επιτυγχάνεται πλήρης στεγανοποίηση και να παρεμποδίζεται η είσοδος ξένων σωμάτων στη δεξαμενή. Ανάλογα με τα φορτία που δέχεται από διέλευση ή μη οχημάτων επιλέγεται ως κατασκευαστικό υλικό μέταλλο ή πλαστικό αντίστοιχα.



Εικόνα 8.3.1

- Προφίλτρο

Τοποθετείται στον κεντρικό συλλεκτήριο σωλήνα μεταφοράς των βρόχινων νερών μετά την υπογειοποίησή του. Μ' αυτόν τον τρόπο κατακρατούνται μεγάλα σωματίδια, όπως τα φύλλα, που μαζί με ένα μικρό μέρος των όμβριων υδάτων καταλήγουν στον κεντρικό αποχετευτικό αγωγό όμβριων ή με ελεύθερη απορροή στο έδαφος. Το 90% όμως περίπου των όμβριων υδάτων κατευθύνονται προς τη δεξαμενή μέσω της βαλβίδας ηρεμίας, καθώς αυτά τα φίλτρα έχουν έναν ιδιαίτερα υψηλό βαθμό απόδοσης.



Εικόνα 8.3.2

- Υποβρύχια αντλία

Οι αντλίες διατίθενται σε ένα μεγάλο εύρος παροχών, ανάλογα με τις εξυπηρετούμενες ανάγκες και λειτουργούν ουσιαστικά αθόρυβα. Στην αναρρόφηση της αντλίας υπάρχει ένα πλεγματοειδές φίλτρο συγκράτησης μικροσωματιδίων που επιτυγχάνει καλύτερο καθαρισμό του νερού, διασφαλίζοντας παράλληλα την προστασία της αντλίας. Η λογική με την οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί αφορά είτε στην απευθείας άντληση σε κάθε ζήτηση είτε στην αποθήκευση σε μία δεξαμενή επεξεργασμένου νερού σε ένα υψηλό σημείο του κτιρίου, ώστε να διανεμηθεί κατόπιν προς τις διάφορες επί μέρους καταναλώσεις. Σε κάθε περίπτωση πάντως η υποβρύχια αντλία διανέμει το νερό κατόπιν της σχετικής ζήτησης μέσω ενός ξεχωριστού δικτύου σωληνώσεων, από αυτό της ύδρευσης, για την αποφυγή κινδύνων ρύπανσης.

- Όργανα ελέγχου

Τα όργανα ελέγχου και οι αυτοματισμοί του συστήματος τοποθετούνται σε κάποιον ιδιαίτερο χώρο εντός της οικίας. Περιλαμβάνουν αισθητήρα ροής και πίεσης, ασφαλιστικές διατάξεις αλλά και διατάξεις ελέγχου της στάθμης νερού της δεξαμενής.

Υπολογισμός του όγκου της δεξαμενής αποθήκευσης

Το κύριο στοιχείο που απαιτεί ακριβή ποσοτικό προσδιορισμό σε ένα οικιακό σύστημα αφορά στην αποθηκευτική ικανότητα της χρησιμοποιούμενης δεξαμενής.

Οι ογκομετρικές απαιτήσεις της σχετίζονται με τους εξής παράγοντες:

- Ύψος μέσης ετήσιας τοπικής βροχόπτωσης.
- Εμβαδό της στέγης.
- Συντελεστή απορροής.
- Αριθμό χρηστών του κτιρίου και απαιτούμενες παροχές λήψεων.

Μία απλοϊκή υπολογιστική μέθοδος για περιοχές με μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης και επαρκή επιφάνεια απορροής σχετίζεται με τον υπολογισμό της μέγιστης αποθηκευτικής απαίτησης που βασίζεται στις απαιτούμενες παροχές λήψεων και τη χρήση του κτιρίου. Σ' αυτές τις περιπτώσεις το μέγεθος της δεξαμενής υπολογίζεται από το γινόμενο της μεγαλύτερης μέσης ξηρής περιόδου, τον αριθμό των χρηστών και την κατά κεφαλή ημερήσια κατανάλωση.

Σε περιοχές με πολύ μικρό ετήσιο ύψος βροχόπτωσης, ανομοιόμορφα κατανεμημένης, παρουσιάζεται αυξημένη υπολογιστική δυσκολία.

Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι για ορισμένους μήνες του έτους μπορεί να υπάρχει πλεόνασμα νερού και για κάποιους άλλους έλλειψη. Σε τέτοιες περιπτώσεις το μέγεθος της δεξαμενής προσδιορίζεται από το ισοζύγιο κατανάλωσης και μέσης ημερήσιας διαθέσιμης ποσότητας νερού με χρήση στατιστικών μοντέλων.

Η μέση ετήσια διαθέσιμη ποσότητα νερού υπολογίζεται από τη σχέση:

$$Q = E \times C \times R \quad \text{όπου,}$$

Q (m³) η ετήσια διαθέσιμη ποσότητα νερού,

E (m²) το εμβαδό της στέγης,

C (-) ο συντελεστής απορροής ο οποίος κυμαίνεται από 0,5 έως 0,9, ανάλογα με το υλικό της στέγης και την κλίση της,

R (m) το μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης.

❖ Συστήματα κήπου

Ο απλούστερος τρόπος μείωσης της κατανάλωσης νερού από ένα νοικοκυριό είναι η συλλογή νερού και η χρησιμοποίησή του σε δευτερεύουσες χρήσεις, όπως είναι η άρδευση κήπων, το πλύσιμο των αυτοκινήτων κτλ. Στην πιο απλή του μορφή ένα τέτοιο σύστημα αποτελείται από μία δεξαμενή (υπόγεια ή υπέργεια) ή ένα βαρέλι, στο οποίο καταλήγει το συλλεκτήριο σύστημα συλλογής των κατακρημνισμάτων της στέγης (σύστημα συλλογής όμβριων) μέσω ενός τελικού κεντρικού συλλεκτήριου αγωγού. Συνήθως πριν από τη δεξαμενή παρεμβάλλεται και ένα είδος φίλτρου κατακράτησης υλικών όπως χαλικιών, φύλλων κτλ..

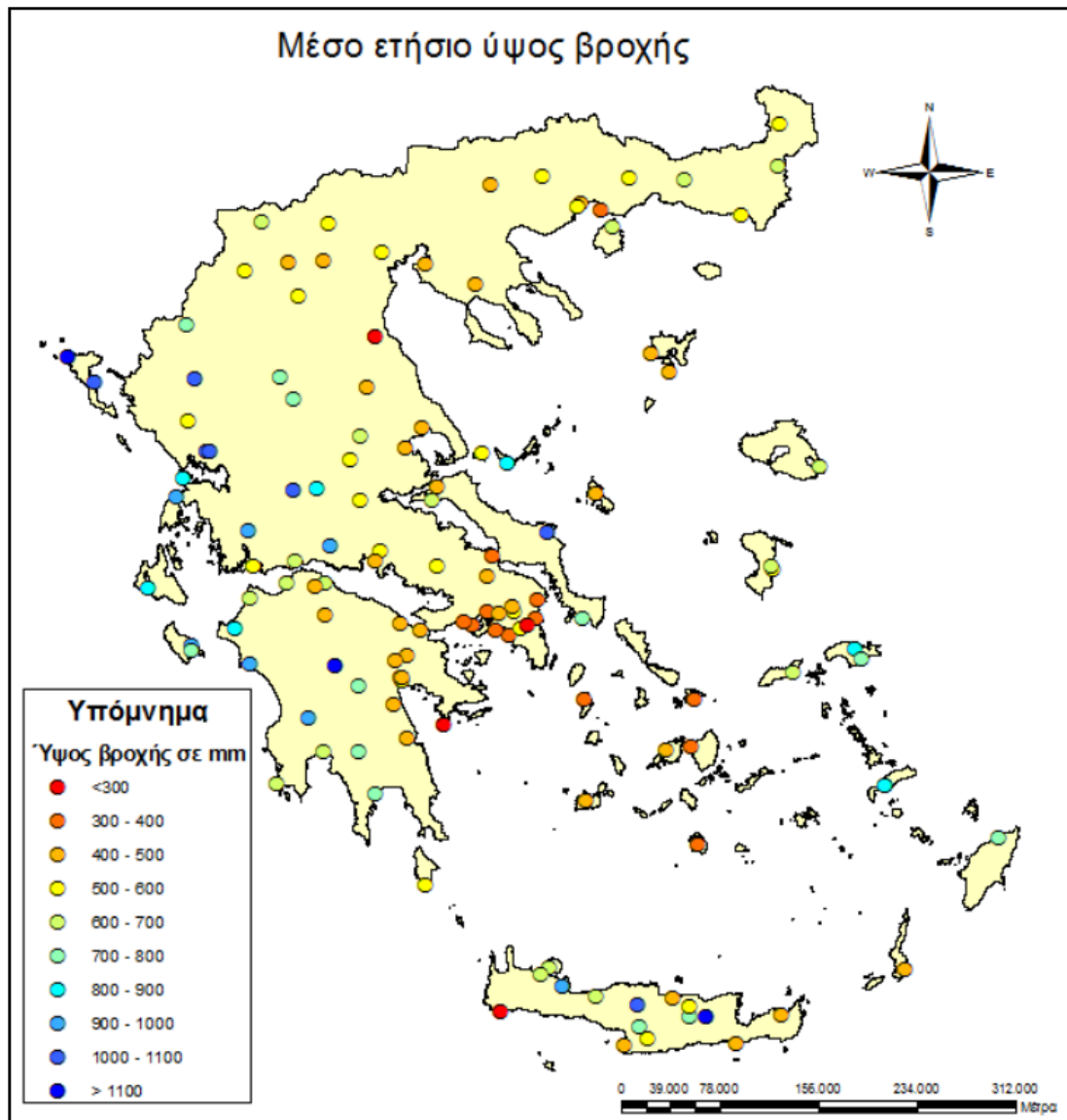
• Εμπορικά συστήματα

Αυτά τα συστήματα είναι μεγαλύτερα σε κλίμακα από τα οικιακά λόγω της μεγάλης έκτασης της οροφής τους και των μεγάλων καταναλώσεών τους σε μη πόσιμο νερό. Διαστασιολογούνται βάσει των εκάστοτε απαιτήσεων σε νερό που καλούνται να εξυπηρετήσουν.

Ύψος μέσης ετήσιας βροχόπτωσης

Η ποσότητα του νερού που φθάνει στο έδαφος ως βροχή εκφράζεται με το ύψος βροχής. Αυτό ορίζεται ως το ύψος στο οποίο θα έφθανε το νερό της βροχής αν έπεφτε πάνω σε μια οριζόντια επιφάνεια χωρίς να υπάρχει καμία απώλεια από απορροή, απορρόφηση ή εξάτμιση. Μονάδα μέτρησης του ύψους βροχής είναι το χιλιοστό ύψους βροχής mm. Στη πράξη, βροχή ύψους 1 χιλιοστού ισοδυναμεί με 1 λίτρο νερού σε κάθε τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας ή με 1 κυβικό μέτρο σε κάθε στρέμμα γης.

Στον παρακάτω χάρτη παρουσιάζεται η κατανομή του μέσου ετήσιου ύψους βροχής στην Ελλάδα.



Εικόνα 8.3.3

Όπως παρατηρείται, τα ύψη βροχής είναι πολύ μεγαλύτερα στη δυτική Ελλάδα (>900 mm) από ότι στην ανατολική και βόρεια Ελλάδα όπου τα ύψη βροχής ετησίως

είναι κάτω από 600 mm.

Το φαινόμενο αυτό δικαιολογείται από την λεγόμενη ορογραφική κατακρήμνιση.

Η ατμοσφαιρική κυκλοφορία στη χώρα μας γίνεται από τα δυτικά προς τα ανατολικά

με αποτέλεσμα τη μεταφορά υγρών αερίων μαζών από τα δυτικά της χώρας (Ιόνιο

Πέλαγος) προς τα ανατολικά. Οι υγρές αέριες μάζες συναντούν ως κύριο εμπόδιο την

οροσειρά της Πίνδου, με αποτέλεσμα την απόθεση του μεγαλύτερου μέρους της υγρασίας τους στη δυτική Ελλάδα όπου τα ύψη κατακρημνισμάτων είναι μεγάλα, ενώ

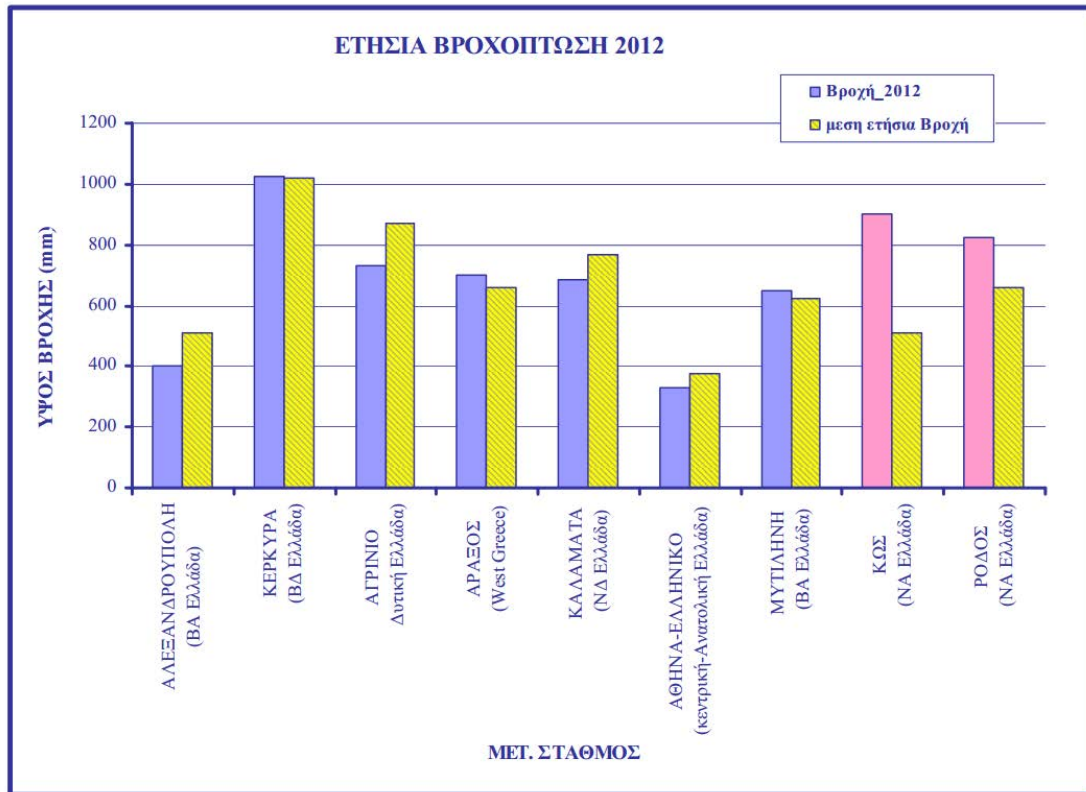
περνώντας την Πίνδο δεν έχουν πια σημαντικό περιεχόμενο σε υγρασία με αποτέλεσμα οι περιοχές ανατολικά της Πίνδου να έχουν πολύ μικρά ύψη κατακρημνισμάτων.

Παρακάτω παρατίθενται συγκεντρωτικά στοιχεία ύψους βροχής, όπως αυτά ελήφθησαν από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία.

ΜΕΤ. ΣΤΑΘΜΟΣ Όνομα	WMO ID Κωδικός	ΘΕΣΗ (γ. πλάτος, γ. μήκος, υψόμετρο)	Βροχή_2012 (mm)	μέση ετήσια Βροχή (mm)	Βροχή (%)	Περίοδος Αναφοράς
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ (ΒΑ Ελλάδα)	16627	$\varphi=40^{\circ}30'36''$, $\lambda=25^{\circ}31'48''$, $h=2$ m	399,5	512,39	78,0	1971-2000
ΚΕΡΚΥΡΑ (ΒΔ Ελλάδα)	16641	$\varphi=39^{\circ}22'12''$, $\lambda=19^{\circ}33'00''$, $h=4$ m	1023,3	1018,78	100,4	1971-2000
ΑΓΡΙΝΙΟ (Δυτική Ελλάδα)	16672	$\varphi=38^{\circ}21'36''$, $\lambda=21^{\circ}12'36''$, $h=24$ m	730,8	872,25	83,8	1971-2000
ΑΡΑΞΟΣ (Δυτική Ελλάδα)	16687	$\varphi=38^{\circ}04'48''$, $\lambda=21^{\circ}15'00''$, $h=12$ m	697,9	658,94	105,9	1971-2000
ΚΑΛΑΜΑΤΑ (ΝΔ Ελλάδα)	16726	$\varphi=37^{\circ}24'00''$, $\lambda=22^{\circ}06'00''$, $h=8$ m	686,2	769,74	89,1	1971-2000
ΑΘΗΝΑ-ΕΛΛΗΝΙΚΟ (κεντρική Ανατολική Ελλάδα)	16716	$\varphi=37^{\circ}26'24''$, $\lambda=23^{\circ}26'24''$, $h=10$ m	329,8	377,35	87,4	1971-2000
ΜΥΤΙΛΗΝΗ (ΒΑ Ελλάδα)	16667	$\varphi=39^{\circ}01'48''$, $\lambda=26^{\circ}21'00''$, $h=4$ m	649,2	624,18	104,0	1971-2000
ΚΩΣ (ΝΑ Ελλάδα)	16742	$\varphi=36^{\circ}48'00''$, $\lambda=27^{\circ}04'48''$, $h=125$ m	902,2	511,78	176,3	1982-2000
ΡΟΔΟΣ (ΝΑ Ελλάδα)	16749	$\varphi=36^{\circ}14'24''$, $\lambda=28^{\circ}03'00''$, $h=11$ m	821,7	658,15	124,9	1971-2000

Πίνακας 8.3.1

8.4 ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ



Πίνακας 8.4.1

Παρατηρούμε ότι η μέση ετήσια βροχόπτωση για την πόλη της Αθήνας ανέρχεται στα 377mm. Όπως είδαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο στα σχέδια των κατοικιών μας, το κτίριο από σκυρόδεμα έχει εμβαδόν 107 m², ενώ σύμφωνα με τη κλίση της στέγης, θα επιλέξουμε συντελεστή απορροής 0,8.

Σύμφωνα με τον υπολογισμό διαθέσιμης ποσότητας όγκου βρόχινου νερού που μπορούμε να συλλέξουμε είναι

$$Q = 107\text{m}^2 \times 0,8 \times 0,377\text{m} = 32,3 \text{ m}^3 \text{ ή } 32.300 \text{ λίτρα νερό}$$

Πέτρινο κτίριο

$$Q = 135\text{m}^2 \times 0,8 \times 0,377\text{m} = 40,7 \text{ m}^3 \text{ ή } 40.700 \text{ λίτρα νερό}$$

Εύλινο κτίριο

$$Q = 112\text{m}^2 \times 0,8 \times 0,377\text{m} = 33,8 \text{ m}^3 \text{ ή } 33.800 \text{ λίτρα νερό}$$

Το σύμμεικτο κτίριο δεν έχει τη δυνατότητα συλλογής βρόχινου νερού λόγω φυτεμένου δόματος.

Σύμφωνα με στοιχεία της Δ.Ε.Υ.Α. Σικυωνίων , η ποσότητα νερού που καταναλώνεται για το σύνολο της κατασκευής μιας οικοδομής , ανέρχεται στα 1,5 κυβικά μέτρα ανά τετραγωνικό. Στο μέγεθος αυτό συμπεριλαμβάνεται η διαβροχή των μπαζών , η διαβροχή του σκυροδέματος καθώς και κάθε άλλη εργασία ή καθαριότητα που χρειάστηκε νερό.

Όσον αφορά τη μονάδα παραγωγής σκυροδέματος , έχει υπολογιστεί ότι για την πλήση κάθε φορτηγού (μπετονιέρα) απαιτούνται 2m³ νερού.

Με βάση τη μελέτη σύνθεσης σκυροδέματος C25/30 , η ποσότητα νερού που χρειάστηκε για κάθε κυβικό σκυροδέματος είναι 189kg.

	Κτίριο από σκυρόδεμα
Διαβροχη	225
Βαρελες	14
συνθεση	12,4
ΣΥΝΟΛΟ	250,9m ³ νερό

Πίνακας 8.4.2

Το κτίριο από σκυρόδεμα έχει καταναλώσει 250,9m³ νερού, οπότε θα γίνει απόσβεση σε τόσο χρονικό διάστημα όσο χρειάζεται για να συλλεχθεί ίση ποσότητα νερού, από το σύστημα συλλογής, με τη ποσότητα που καταναλώσαμε κατά τη διάρκεια της κατασκευής.

Για κτίριο από σκυρόδεμα:

$$T_{\text{αποσβεσης}} = V_{\text{νερ.κατ.}} / V_{\text{νερ.συλλ.}} = 250,9 / 32,3 = 8 \text{ έτη περίπου}$$

Από τη στιγμή της απόσβεσης και μετά , κάθε λίτρο βρόχινου νερού που καταναλώνουμε , έχει ως αντίκτυπο στην εξοικονόμηση των υδάτινων πόρων μιας και μειώνει το ρυθμό χρήσης αυτών.

Όλες οι κατοικίες διαμορφώθηκαν ώστε να φιλοξενήσουν τετραμελείς οικογένειες. Ανατρέχοντας στα παραπάνω στοιχεία περί κατανάλωσης νερού προκύπτει ο παρακάτω πίνακας με τις ανάγκες νερού που θα μπορούσαν να αντικατασταθούν με βρόχινο νερό:

Χρήση	Ατομική ημερήσια κατανάλωση σε λίτρα	Συνολική ημερήσια κατανάλωση σε λίτρα	Συνολική εβδομαδιαία κατανάλωση σε λίτρα	Συνολική ετήσια κατανάλωση σε λίτρα
Καζανάκι	30	120	840	43.800
Πλύσιμο αυτοκινήτου	-	-	150	7.800
Πότισμα κήπου	-	-	350	18.200

Πίνακας 8.4.3

Δυστυχώς δεν μπορούμε να καλύψουμε εξολοκλήρου τον όγκο νερού για τις παραπάνω χρήσεις, διότι το ύψος βροχής της περιοχής και η έκταση της στέγης δεν επαρκούν πλήρως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ

9.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

Ο Βιολογικός Καθαρισμός αφορά στην επεξεργασία λυμάτων, δηλαδή τη διαδικασία μέσω της οποίας διαχωρίζονται οι μολυσματικές ουσίες από το νερό των λυμάτων, με σκοπό να μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο περιβάλλον χωρίς να το επιβαρύνει και να περιορίζεται η σπατάλη των υδάτων. Η μεταφορά του νερού των λυμάτων στις εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού γίνεται κατά βάση μέσω των υπονόμων, ή σε ορισμένες περιπτώσεις με ειδικά βυτιοφόρα οχήματα.

Στάδια επεξεργασίας

Τρία είναι τα κύρια στάδια που συνθέτουν τη διαδικασία του βιολογικού καθαρισμού



Εικόνα 9.1.1

Πρώτο στάδιο: Αφαίρεση αιωρούμενου (οργανικού και ανόργανου) υλικού Στο στάδιο αυτό γίνεται αρχικά η αφαίρεση υλικών όπως λίπη, άμμος, κ.α., με μηχανική μέθοδο. Στη συνέχεια απομακρύνονται μεγάλα αντικείμενα όπως ξύλα, σίδερα, κ.α. για να αποφευχθούν καταστροφές στις εγκαταστάσεις και το μηχανολογικό εξοπλισμό κατά τη μετέπειτα επεξεργασία. Αυτό γίνεται με σχάρες όπου κατακρατούνται τα στερεά υλικά. Έπειτα πραγματοποιείται η ιζηματοποίηση μέσω της οποίας ανεβαίνουν στην επιφάνεια βαρέα λύματα (κόπρανα, λάσπη), τα οποία και αφαιρούνται.

Δεύτερο στάδιο: Αφαίρεση οργανικών ουσιών μέσω οξυγόνωσης (βιολογικός καθαρισμός)

Στο στάδιο αυτό απομακρύνονται βιολογικά απόβλητα όπως ανθρώπινα απόβλητα, απορρυπαντικά κ.α. Αυτό γίνεται συνήθως μέσω αερόβιας αποικοδόμησης. Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου εξαρτάται από τους αποικοδομητές - δηλαδή οργανισμούς όπως βακτήρια και πρωτόζωα που πραγματοποιούν την αποικοδόμηση - οι οποίοι χρειάζονται οξυγόνο και ένα υπόστρωμα για να ζήσουν. Η μέθοδος μπορεί να πραγματοποιηθεί με διαφορετικούς τρόπους. Σε όλες τις περιπτώσεις οι αποικοδομητές καταναλώνουν υλικά όπως ζάχαρη.

Τρίτο στάδιο: Αφαίρεση παθογόνων ουσιών μέσω χημικής επεξεργασίας Στο στάδιο αυτό αφαιρούνται από το νερό παθογόνες ουσίες, συνήθως αμμωνία (άζωτο) που είναι τοξική για τα ψάρια και άλατα (ενώσεις φωσφόρου) που προκαλούν ευτροφισμό σε λίμνες ή θάλασσες. Λόγω υψηλού κόστους η διαδικασία αυτή εφαρμόζεται σε λύματα με αυξημένη παρουσία βιομηχανικών αποβλήτων, με σκοπό την επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων αυτών (π.χ στην βιομηχανία, για άρδευση ή για χώρους αναψυχής).

9.2 ΑΣΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΙΔΙΩΤΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

Οι εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού που ανήκουν σε κάποιον ιδιώτη, διαφέρουν κατά πολύ με τις εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού αστικών λυμάτων. Εκτός από την εμφανή διαφορά μεγέθους μεταξύ των, υπάρχουν και δομικές διαφορές.

Μια ιδιωτική εγκατάσταση αποτελείται από τα εξής μέρη:

1. Είσοδος λυμάτων. Ανοξείδωτος στατικός ή αυτοκαθαριζόμενος διαχωριστής στερεών.
2. Ανοξείδωτη δεξαμενή – λυποσυλλέκτης.
3. Ανοξείδωτη δεξαμενή – αμμοσυλλέκτης.

4. Δεξαμενή οξυγόνωσης επενδεδυμένη με αντιδιαβρωτική μεμβράνη.
5. Δεξαμενή καθίζησης που περιλαμβάνει αεραντλίες και ανοξείδωτο κανάλι επιστροφής λάσπης.
6. Δεξαμενή συγκέντρωσης ιλύος.
7. Μηχανοστάσιο που περιλαμβάνει φυσητήρες, ηλεκτρικό πίνακα, δομετρικές αντλίες, όργανα ελέγχου, βάνες ρύθμισης ροών και δοχείο χημικών. Εργαλειοθήκη και αποθηκευτικό χώρο.
8. Δεξαμενή απολύμανσης – χλωρίωσης και έξοδος ακαθάρτων.

Μια αστική εγκατάσταση αποτελείται από τα εξής μέρη:

1. Αντλιοστάσιο Εισόδου Εγκατάστασης
2. Εγκατάσταση Υποδοχής Βοθρολυμάτων
3. Μηχανισμός Εσχάρωσης
4. Δεξαμενή αφαίρεσης λιπών
5. Δεξαμενές Πρωτοβάθμιας Καθίζησης
6. Δεξαμενή Επιλογής
7. Δεξαμενές Εξαερισμού
8. Δεξαμενές Δευτεροβάθμιας Καθίζησης
9. Δεξαμενή Χλωρίωσης
10. Δεξαμενή Μηχανικής Πάχυνσης της Λάσπης
11. Δεξαμενές Προπάχυνσης
12. Αναερόβιους Χωνευτές
13. Ταινιοφιλτράρες Αφυδάτωσης

Από όλα αυτά βλέπουμε πως το κόστος συντήρησης, και η όλη διαδικασία καθαρισμού λυμάτων σε αστικό επίπεδο διαφέρει κατά πολύ από το ιδιωτικό.

9.2.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Πλεονεκτήματα:

Για τον Δήμο:

- Δεν απαιτείται η κατασκευή αποχετευτικού δικτύου με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση σημαντικών χρηματικών πόρων.

- Κατασκευάζεται μόνο μια εγκατάσταση υποδοχής και επεξεργασίας βοθρολυμάτων.
- Αποφεύγεται η επιβολή εφάπαξ και μηνιαίου τέλους αποχέτευσης στους δημότες.
- Αποφεύγεται η ταλαιπωρία των κατοίκων από τα έργα κατασκευής του αποχετευτικού δικτύου.

Για τον Ιδιώτη:

- Το επεξεργασμένο νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πότισμα και άλλες χρήσεις, μειώνοντας τον λογαριασμό του νερού, και εξοικονομώντας πολύτιμο πόσιμο νερό.
- Απαλλάσσεται από την υποχρέωση καταβολής τέλους σύνδεσης στο αποχετευτικό δίκτυο αλλά και από τα μηνιαία τέλη χρήσης υπονόμων.
- Απαλλάσσεται από το συχνό άδειασμα του βόθρου. Ο οικιακός βιολογικός πρέπει αν αδειάζει κάθε 1-2 χρόνια.
- Συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος στην περιοχή του
- Δεν δημιουργεί δυσοσμίες και θόρυβο.
- Ελάχιστη συντήρηση και έξοδα.
- Προστασία του περιβάλλοντος (Υδροφόρος ορίζοντας).
- Απλή και ασφαλής λειτουργία.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΑΤΟΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ:

- Είναι ένα πλήρως βιομηχανοποιημένο προϊόν.
- Δεν απαιτεί μόνιμες εγκαταστάσεις από μπετόν.
- Δεν απαιτείται οικοδομική άδεια.
- Εγκαθίσταται υπό και επί του εδάφους.
- Κατασκευάζεται από πλήρως αντιδιαβρωτική υλικά.
- Το σύστημα λειτουργεί με πλήρη εφεδρικό ηλεκτρολογικό εξοπλισμό για την απρόσκοπτη συνεχή λειτουργία του.

Μειονεκτήματα:

Τα μειονεκτήματα είναι ελάχιστα. Κάποια από αυτά είναι ότι ίσως υπάρχει δυσοσμία ή ενοχλητικός θόρυβος όταν το σύστημα υπερφορτίζεται. Επίσης

όσον αφορά τα συστήματα που χρησιμοποιούν καυστικά χημικά (δεν ισχύει για όλα τα συστήματα) θα πρέπει να γνωρίζουν πως διαλύουν εύκολα και αποτελεσματικά τα συσσωρευμένα λιπαρά αλλά:

- Προκαλούν σημαντική φθορά στους σωλήνες και σε ολόκληρη την εγκατάσταση.
- Είναι ανθυγιεινά και επικίνδυνα γιαυτό απαιτείται και η χρήση ειδικής στολής για την χρήση τους.
- Διασπώνται δύσκολα και μολύνουν το περιβάλλον.
- Δεν διατηρούν το αποχετευτικό δίκτυο καθαρό, απλά το καθαρίζουν όταν έχει ήδη φράξει, με αποτέλεσμα σε περιόδους αιχμής τα πρόβλημα να εμφανίζεται αιφνιδιαστικά και με μεγάλη ένταση.
- Εξολοθρεύουν τους μικροοργανισμούς του βιολογικού καθαρισμού μειώνοντας έτσι την απόδοσή του.

9.3 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ

Εμείς στην περίπτωση μας χρησιμοποιούμε τον λεγόμενο Compact Βιολογικό Καθαρισμό Οικίας.

Οι Compact βιολογικοί καθαρισμοί Rotoseptic αποτελούν προϊόν ελληνικής κατασκευής (πατενταρισμένο προϊόν) μετά από πολυετή μελέτη και έρευνα σε αντίστοιχα προϊόντα στην Ευρώπη και την Αμερική. Η επεξεργασία των λυμάτων βασίζεται σε σύστημα διακεκομμένου αερισμού (SBR) με την μέθοδο της ενεργούς ιλύος. Οι βιολογικοί καθαρισμοί Rotoseptic έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε όλη η διαδικασία να γίνεται:

- στο μικρότερο δυνατό χώρο
- με το μικρότερο κόστος
- για τον αποτελεσματικότερο καθαρισμό του νερού
- με εύκολη χρήση
- με ελάχιστη συντήρηση

Σημαντικά **πλεονεκτήματα** του Rotoseptic είναι τα εξής:

- Είτε αυτόνομη λειτουργία είτε σε συνέχεια ενός υπάρχοντος σηπτικού βόθρου
- Τριτοβάθμια επεξεργασία των λυμάτων (καθαρισμός > 90%)

- Έχει δυνατότητα να τοποθετηθεί υπέργεια ή υπόγεια
- Λειτουργεί αθόρυβα, χωρίς οσμές και με ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας (45W)
- Έχει την δυνατότητα συνεχούς αλλά και εποχικής λειτουργίας
- Εύκολη λειτουργία & συντήρηση χωρίς προσωπικό
- Συνεχής λειτουργία χωρίς πιθανότητα φραξίματος ή μπλοκάρισμα της ροής των αποβλήτων
- Κατασκευάζεται από γραμμικό πολυαιθυλένιο μεγάλης αντοχής
- Συνοδεύεται από πολυετή εγγύηση κατασκευής

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ



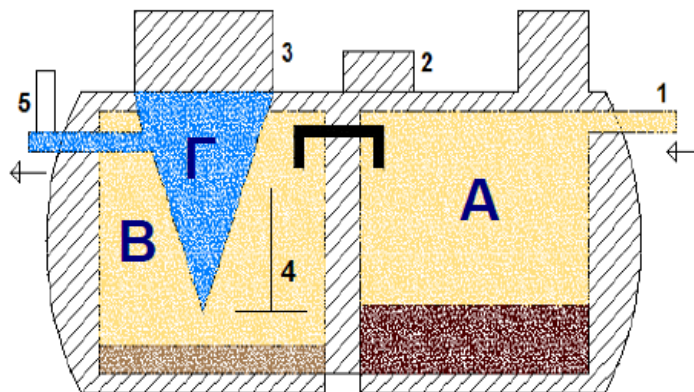
Εικόνα 9.3.1

9.3.1 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

Ο βιολογικός καθαρισμός ROTOSEPTIC αποτελείται από τρεις δεξαμενές κατάλληλα σχεδιασμένες και ενσωματωμένες σε μία και η επεξεργασία των

λυμάτων ακολουθεί την παρακάτω ροή:

- Τα λύματα εισέρχονται (1) στην πρώτη δεξαμενή (Α), όπου κατακρατούνται τα μη βιοδιασπώμενα υλικά (μέταλλα, πλαστικά, λίπη). Ο αερισμός του χώρου γίνεται μέσω του φίλτρου ενεργού άνθρακα (2)
- Με υπερχειλίση τα λύματα οδηγούνται (2) στην δεύτερη δεξαμενή (Β), όπου με τον αερισμό (3,4) διασπώνται από τα βακτήρια οι οργανικές ουσίες των λυμάτων. Τα βακτήρια μετατρέπουν τα λύματα σε νερό, διοξείδιο του άνθρακα και βιομάζα που κατακάθεται στον πυθμένα μετά το σταμάτημα του αερισμού
- Το νερό της επιφάνειας με υπερχειλίση οδηγείται στην τελευταία δεξαμενή ηρεμίας (Γ), όπου γίνεται η καθίζηση των σωματιδίων και το διευγασμένο νερό απομακρύνεται με υπερχειλίση (5), ενώ τα σωματίδια που κατακάθονται επιστρέφουν στην προηγούμενη δεξαμενή
- Κατά την έξοδο το νερό διέρχεται (5) μέσα από τον χλωριωτή για απολύμανση και είναι έτοιμο για διάθεση στο χώμα με άρδευση.



A: Δεξαμενή κατακράτησης στερεών –
Εξισορρόπησης – Αναερόβιας Επεξεργασίας
B: Δεξαμενή Αερισμού – Αερόβιας
Επεξεργασίας
Γ: Δεξαμενή Καθίζησης – Διαχωρισμός
Λυματολάσπης

1: Είσοδος Λυμάτων
2: Φίλτρο απομάκρυνσης επιπλέοντων στερεών
και λιπών – Φίλτρο ενεργού άνθρακα για τον
έλεγχο της οσμής
3: Αεριστήρας
4: Διαχυτές Αέρα
5: Χλωριωτής – Εξόδος Νερού

Εικόνα 9.3.1.1

ΧΡΗΣΗ – ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

Για την ασφαλή και σωστή λειτουργία του Rotoseptic είναι απαραίτητη η εφαρμογή ορισμένων απλών κανόνων, όπως:

- να μην γίνεται χρήση χλωρίου (στην αγορά υπάρχουν απολυμαντικά που δεν περιέχουν χλώριο και είναι βιοδιασπώμενα)
- να μην εισρέουν στον βιολογικό καθαρισμό πολλά ομοειδή λύματα (πχ πολλά πλυντήρια στην ίδια μέρα)
- να γίνεται οπτικός έλεγχος μία φορά τον μήνα στην λειτουργία του αεριστήρα, στις ταμπλέτες χλωρίου, και στο φίλτρο ανάμεσα στην πρώτη με την δεύτερη δεξαμενή. Το φίλτρο χρειάζεται καθαρισμό κάθε 2-3 μήνες με εξαγωγή της σίτας, πλύσιμο με νερό και επανατοποθέτηση
- μία φορά κάθε 1-2 χρόνια άδειασμα του βιολογικού με βυτίο και επανεκκίνησή του για την απομάκρυνση των στερεών που καθιζάνουν
- αλλαγή των διαχυτήρων αερισμού μία φορά κάθε 2-3 χρόνια
- περιοδικός έλεγχος του νερού από την έξοδο για έλεγχο καλής λειτουργίας

ΔΙΑΘΕΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ ΕΚΡΟΗΣ

Το νερό της εκροής του compact βιολογικού καθαρισμού είναι κατάλληλο για άρδευση. Η άρδευση μπορεί να γίνει είτε υπεδάφεια είτε επιφανειακά. Στην περίπτωση της υπεδάφειας άρδευση είναι απαραίτητο να διανοιχτούν χαντάκια. Εκεί τοποθετούνται διάτρητοι σωλήνες που περιβάλλονται από χαλίκι, ώστε να επιτρέπεται η διάθεση του νερού σε μεγάλη επιφάνεια. Κατ' αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η αύξηση της υγρασίας του εδάφους και ποσοστό αυτής καταναλώνεται από τα παρακείμενα φυτά. Μειονέκτημα αυτής της μεθόδου άρδευσης είναι ότι δεν είναι δυνατό να υπάρχουν φυτά με μεγάλο ριζικό σύστημα καθώς θα κατέστρεφαν το δίκτυο σωληνώσεων. Στην περίπτωση της επιφανειακής άρδευσης, είναι δυνατή, λόγω νομοθεσίας, μόνο η στάγδην άρδευση με σύστημα σωληνώσεων. Με αυτό τον τρόπο είναι δυνατή η άρδευση καλλωπιστικών φυτών σε περιορισμένο χώρο. Για να είναι δυνατή η άρδευση σε απόσταση από τον βιολογικό καθαρισμό προτείνεται να χρησιμοποιηθεί και μια μικρή δεξαμενή συλλογής του ώστε με την βοήθεια μιας απλής αντλίας υγρών να είναι δυνατή η παροχή του νερό με ικανοποιητική πίεση.

ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Για την επίτευξη ολοκληρωμένης επεξεργασίας των οικιακών λυμάτων είναι πιθανό να κριθεί απαραίτητη η χρήση εξοπλισμού πέρα του compact βιολογικού καθαρισμού. Τέτοιος εξοπλισμός μπορεί κατά περίπτωση να είναι:

- Λιποσυλλέκτης: για την κατακράτηση και απομάκρυνση των λιπαρών ουσιών από τα απόβλητα πριν από την είσοδο στον βιολογικό καθαρισμό

- Διαχωριστής Υγρών – Στερεών: για την απομάκρυνση του μεγάλου όγκου των στερεών ουσιών που υπάρχουν στα λύματα πριν από την είσοδο στον βιολογικό καθαρισμό

Ο παραπάνω εξοπλισμός κρίνεται απαραίτητος όταν υπάρχει σημαντική ποσότητα λιπαρών ουσιών ή στερεών στα οικιακά λύματα. Επειδή, οι ουσίες αυτές κατακρατούνται στην πρώτη δεξαμενή του compact συστήματος, μεγάλη συγκέντρωσή τους εκεί θα προκαλούσε συχνό άδειασμα του βιολογικού από βυτιοφόρο και προβληματική λειτουργία του.

- Σύστημα Χλωρίωσης: στην περίπτωση που είναι επιθυμητή περαιτέρω χλωρίωση του νερού της εκροής, παρέχεται σύστημα χλωρίωσης με μετρητή χλωρίου και δοσομετρική αντλία ώστε να επιτυγχάνεται ο 100% καθαρισμός του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10: ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ –ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως αναλύσαμε παραπάνω , η κάθε κατοικία επιβαρύνει το περιβάλλον τόσο με τη κατασκευή της , όσο και με τη λειτουργία της. Μια συμβατική μονοκατοικία 170m² σήμερα , η οποία διαθέτει λαμπτήρες πυρακτώσεως, ηλεκτρικό θερμοσίφωνα, λέβητα πετρελαίου και κλιματιστικό, απαιτεί 10.859,5 kWh ετησίως οι οποίες εκλύουν στο περιβάλλον 9.230,6kg CO₂, ενώ η θέρμανση με καύση πετρελαίου έχει περιβαλλοντικό αποτύπωμα 7.575kg CO₂, άρα συνολική ετήσια ποσότητα CO₂ 16.805kg.

Αντικαθιστώντας όμως τους λαμπτήρες πυρακτώσεως με λαμπτήρες οικονομίας, τον ηλεκτρικό θερμοσίφωνα, το λέβητα πετρελαίου και το κλιματιστικό με γεωθερμικό σύστημα, αυξήσαμε τις απαιτήσεις ενέργειας κατά 645kWh , μηδενίσαμε όμως το κόστος αγοράς πετρελαίου θέρμανσης και το περιβαλλοντικό αποτύπωμα αυτού. Επίσης, από την τοποθέτηση του φωτοβολταϊκού συστήματος στη στέγη της κάθε κατοικίας, παράγουμε 16.200kWh ετησίως , μέρος του οποίου καταναλώνεται και το υπόλοιπο πωλείται στη ΔΕΗ. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας παραγόμενης από τον ήλιο, καλύπτει ανάγκες για τις οποίες θα η ΔΕΗ θα πωλούσε ηλεκτρικό ρεύμα παραγόμενο από λιγνίτη , άρα έχουμε αποτρέψει την έκλυση αντίστοιχης ποσότητας CO₂ , η οποία ανέρχεται στα 3.991kg.

	kWh	Kg CO ₂	Ετήσιο κόστος
Συμβατική κατοικία	10.859,5	16.805	4.866
Βιοκλιματική κατοικία	11.505-16.200= 4.695	9.779-13.770= 3.991	-657

Από το συγκεντρωτικό πίνακα παρατηρούμε ότι η κάθε μας κατοικία δεν καλύπτει απλώς τις ανάγκες της για ηλεκτροδότηση αλλά δημιουργεί πλεόνασμα ηλεκτρικού ρεύματος 4.695kWh το οποίο πωλείται στη ΔΕΗ. Επίσης, προκύπτει μηδενικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα για τις καθημερινές λειτουργίες των κατοικιών μας , και αρνητικό αποτύπωμα για τον πλανήτη , δηλαδή αποτρέπουμε επιπρόσθετα την έκλυση 3.991kg CO₂ ετησίως. Αυτή η ποσότητα θα μας βοηθήσει να κάνουμε απόσβεση στο CO₂ που απελευθερώσαμε στο περιβάλλον καθ' όλη την περίοδο κατασκευής της κατοικίας μας, το οποίο ανέρχεται σε 34.880kg και θα αποσβεστεί σε 9 περίπου χρόνια.

Με το πέρας αυτού του χρονικού περιθωρίου, η κατοικία μας αποκτά μηδενικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα τόσο για το λειτουργικό κομμάτι , όσο και για το κατασκευαστικό και πλέον λειτουργεί υπέρ του περιβάλλοντος.

Σύμφωνα με έρευνες , για να απορροφηθεί ποσότητα 1.000kg CO₂ από τη φύση , απαιτούνται 1,5 στρέμματα δάσους ή 77 περίπου δέντρα. Μπορούμε να πούμε λοιπόν , ότι η κατοικία μας κάλυψης 170m² συνεισφέρει στην αντιμετώπιση

του φαινομένου του θερμοκηπίου όσο 6 περίπου στρέμματα δάσους ή 307 δέντρα.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Μέσα από τη μελέτη τεσσάρων βιοκλιματικών κατοικιών και της εκτενέστερης έρευνας της μιας από αυτές, τόσο από τις καθημερινές και λειτουργικές αλλά και από τις κατασκευαστικές της ανάγκες, προέκυψε η εξοικονόμηση που μπορεί να έχει μια κατοικία, βασιζόμενη στα κατάλληλα υλικά και μηχανολογικό εξοπλισμό, τα οποία θα προσφέρουν αυτονομία, χρηματική οικονομία αλλά και οικονομία προς το περιβάλλον, ένα περιβάλλον που εδώ και χρόνια καταστρέφουμε με την αλόγιστη σπατάλη των φυσικών πόρων και την ρύπανση κάθε μορφής. Έχουμε όμως χρέος να το διαφυλάξουμε, όχι μόνο για εμάς αλλά και για τις επόμενες γενιές.

Οι πόλεις που φτιάχνουμε σήμερα μέσα σε 100 – 150 χρόνια θα σταματήσουν να υπάρχουν, θα έχουνε φτάσει στα όρια τους. Πρέπει να χαράξουμε άλλη πορεία. Η βιώσιμη αρχιτεκτονική μπορεί να συμβάλει σε αυτό. Πρέπει να αντιληφθούμε πως η ζωή σε ένα βιοκλιματικό σπίτι διαφέρει κατά πολύ από αυτήν ενός συμβατικού, τόσο στην υγεία του ανθρώπου και την ευεξία του, όσο και στην υγεία του περιβάλλοντος.

Οφείλουμε ο καθένας από εμάς να μάθουμε και να υιοθετήσουμε αυτόν τον τρόπο σκέψης και ενεργά πια να συμβάλλουμε και εμείς στην διατήρηση και ανάπτυξη του “ετοιμοθάνατου” πλανήτη μας.

Ευχόμαστε όλοι μας να μάθουμε στον πράσινο τρόπο σκέψης και να αγκαλιάσουμε την πράσινη πολιτική, και δεν εννοούμε το ΠΑΣΟΚ ή τον Παναθηναϊκό, αν θέλουμε να έχουμε ένα όμορφο μέλλον για εμάς, τα παιδιά μας, τα εγγόνια μας...

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ενόψει της δέσμευσης εφαρμογής της Οδηγίας 2010/31 που η χώρα μας όπως όλες οι χώρες της Ε.Ε. έχουν αναλάβει για την υποχρεωτική κατασκευή κτιρίων μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης μέχρι το 2020, εξετάζουμε την περίπτωση ενός συγκροτήματος κατοικιών, συνδυάζοντας τεχνικές βιοκλιματικού σχεδιασμού και Α.Π.Ε. Στόχος είναι η χρήση πρωτοποριακών, καινοτόμων υλικών κατασκευής και εξοπλισμού με έμφαση στο να περιοριστεί το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της κατασκευής και να επιτύχουμε όσο το δυνατόν καλύτερη ενεργειακή απόδοση, από την κατηγορία Β του Κ.Ε.Ν.Α.Κ.

Αναλυτικότερα, δεδομένου ενός οικοπέδου στην ευρύτερη περιοχή της Κηφισιάς, στην Αττική, καλούμαστε να κατασκευάσουμε ένα συγκρότημα τεσσάρων μεμονωμένων κατοικιών, μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης, με χρήση βιοκλιματικού σχεδιασμού και Α.Π.Ε. Ενδιαφέρον είναι ότι η κάθε κατοικία διαφέρει από την άλλη ως προς τον δομικό τρόπο κατασκευής των, δηλαδή, η πρώτη έχει φέροντα οργανισμό εξ' ολοκλήρου από σκυρόδεμα, η δεύτερη είναι σύμμεικτη, η τρίτη από πέτρα, και η τελευταία εξ' ολοκλήρου από ξύλο. Αφότου όλα αυτά πραγματοποιηθούν καλούμαστε να καταγράψουμε ποιο θα είναι το περιβαλλοντικό αποτύπωμα των κατασκευών μας, τόσο για το κατασκευαστικό όσο και για το λειτουργικό μέρος.

Στην παραπάνω εργασία, ξεκινώντας αναλύουμε θεωρητικά τι είναι ο βιοκλιματικός σχεδιασμός και δόμηση, από τι εξαρτάται από ποιες αρχές διέπεται. Στην συνέχεια αναφερόμαστε στην θερμομόνωση, σημαντικός παράγοντας μιας βιοκλιματικής κατοικίας, τι είναι και τι υλικά την αντιπροσωπεύουν (βιοκλιματικά υλικά). Τέλος γίνεται μια εκτενής αναφορά στις Α.Π.Ε., πόσες είναι, ποιες είναι και με ποιους τρόπους μπορεί ο άνθρωπος να τις εκμεταλλευτεί καλύτερα προς όφελός του.

Στο κατασκευαστικό κομμάτι της εργασίας μας, αφού έχουμε σχεδιάσει τις

κατοικίες μας, επιλέγουμε τα υλικά και τον εξοπλισμό που θα χρησιμοποιήσουμε, και ποιες ανανεώσιμες πηγές θα εκμεταλλευτούμε ώστε να γίνει η μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας. Συνοπτικά αναφερόμαστε στην συλλογή και ανακύκλωση του νερού των κατοικιών μας, στην εκμετάλλευση της γεωθερμίας, και της ηλιακής ενέργειας.

Συνοψίζοντας φτάνουμε στο σημαντικότερο μέρος της όλης μελέτης μας, που είναι το περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Εδώ υπολογίσαμε τις εκπομπές ρύπων και συγκεκριμένα του CO₂, για κάθε υλικό που χρησιμοποιήσαμε στις κατασκευές μας, από την αρχή της παραγωγικής του διαδικασίας ως τη μεταφορά και τοποθέτηση στα κτήρια μας. Έτσι, είμαστε σε θέση λόγω της εξοικονόμησης ενέργειας που πετυχαίνουν οι κατοικίες μας να συγκρίνουμε και να υπολογίσουμε σε πόσο χρονικό διάστημα θα μπορέσουν αυτές να αποσβέσουν την επιβάρυνση που προκάλεσαν στο περιβάλλον, καθ' όλη την διάρκεια κατασκευής τους, και σε πόσο χρόνο θα μπορέσουν να λειτουργήσουν υπέρ αυτού.

Abstract

In the view of the commitment implementation of directive 2010/2031 which our country, as well as all the countries of the European Union have been undertaken, for the mandatory construction of buildings having zero energy consumption by 2020. In our thesis we considering the case of houses, combining bioclimatic design and A.P.E. The purpose, is the use of pioneering and innovative construction materials and equipment with emphasis on reducing the environmental footprint of construction, in order to achieve the highest possible energy efficiency, from the category B of K.EN.A.K.

Specifically, we have to construct a complex of four individual houses in the region of Kifisia in Athens having zero energy consumption with the use of bioclimatic design and A.P.E. It is important and interesting to report that each house present difference in terms of the structural construction method, i.e., the first is entirely from concrete, the second is composite, the third stone and the

last one entirely from wood. After all made, we have to analyze and assess the environmental footprint from each method of construction in terms of constructional and operational part.

In our thesis, initially approach theoretically the meaning of the bioclimatic design and construction, stating the factors influence this design and the principles governed as well. Then we refer to thermal insulation which is a significant factor in a passive solar house, stating the meaning and from which materials represented (bioclimatic materials). Lastly, an extensive report on A.P.E made to find out those sources and how can we use them in the most effective way.

In the construction part of our work, since we have already design the residential buildings, we firstly, choose the materials and equipment that will be used and secondly, which renewable sources should be used/ exploited in order to get maximum energy savings. In summary, we referring to the collection and recycling of water in residential buildings, as well as in the exploitation of geothermal and solar energy.

In summary, the most important and significant part of our study is the environmental footprint. We calculate the emissions and particularly the carbon emissions (CO₂) arising from each material used in our constructions related with the production process, the transportation and the placement of materials in our buildings (construction site). Thus, we are able due to energy-savings of our buildings to compare and calculate the period needed to recoup the environmental impact during the construction phase, and the time needed to work in favor for the environment.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΠΗΓΕΣ:

www.cleanaction.gr (Βιολογικός καθαρισμός)

Βιολογικός καθαρισμός Σκανδάμη Αναστασία

Argologistics – Waste waters solutions

Τεχνικές σελίδες – Πετρίδης

Κλιματικός 'Ατλαντας Ελλάδος – Φαρμάκη Αικατερίνη

www.ftiaxno.gr

www.watersave.gr

www.geo.auth.gr

www.medsos.gr

www.hnms.gr

www.therminsipress.gr

www.θερμανση.com

www.technotec.gr

www.mechanicalsolutions.gr

εταιρική κοινωνική ευθύνη και αποτύπωμα άνθρακα , Ψαρράς Ιωάννης

φυσικό αέριο αττικής

δεη

<http://www.balticbiogasbus.eu/web/about-biogas.aspx>

μελέτες – κατασκευές έργων εξοικονόμησης ενέργειας , Σαββανής Παναγιώτης

<http://www.amkat.gr/geoheatpumpsmain.htm> ΑΜ Κατασκευαστική

<http://www.econews.gr/2012/12/13/antlies-thermotitas-93487/>

<http://www.iqsolarpower.com/pvpanels.htm> Τα φωτοβολταϊκά πάνελ.

http://www.4green.gr/data/fotovoltaika/news/preview_news/91096.asp

Πράσινο Σπίτι & Κτίριο

Από βιβλίο: Σχεδίαση διασυνδεδεμένου Φωτοβολταϊκού Σταθμού 100 KW με το κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο της ΔΕΗ στο Πολυτεχνείο Κρήτης

<http://www.sunproducts.gr/Content.php?PageId=41&Language=el>

Φωτοβολταϊκά

www.mp-energy.gr

www.elecnetsolar.gr

www.global-energy.eu

www.selasenergy.gr

www.sunproducts.gr

<http://www.wands.gr/gr/articles/335--co2.html> - WandS, Α. Βασιλαϊνας ΕΕ είναι τεχνική κατασκευαστική εταιρεία

<http://smartbuilding.gr> Smart Building – Σύγχρονα συστήματα Δόμησης

<http://www.domisis-ltd.gr/systimata-domisis.html> Domisis - Construction Company

<http://www.afoitouloumi.gr/analisi-kataskeuis/>

Αειφορία στην Κατασκευή και Σκυρόδεμα Sustainability of Concrete Construction Παναγιώτης ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ

Οικολογικά υλικά , Αργυρώ Δημούδη

<http://www.allaboutenergy.gr/index.html> Περιβάλλον & Διαχείριση Ενέργειας (ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΕΡΕΥΝΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ - ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ & ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ)

<http://www.cie.org.cy/sxoliko.html#menu2-1-3> Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα για την Ενέργεια

<http://www.ypeka.gr/?tabid=285> Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και κλιματικής αλλαγής

<http://www.anelixi.org/> ΑΝΕΛΙΞΗ – Καθαρά Υλικά και Τεχνολογίες **Θερμομόνωση (Σημαντικός παράγοντας στην Οικολογική Δόμηση)** του Κ. Τσίπηρα Πολιτικού Μηχανικού

Οδηγός Θερμομόνωσης Κτιρίων - ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού)

<http://www.quickandeasy.gr/> Green construction, smart solutions

Αναφορές σε άρθρα των:

1. Σωτήρης Παπαδάκης - ΚΗΠΟΤΕΧΝΙΑ 2006.
2. Βάσω Σαλτογιάννη - ΦΕΙΤΙΩΤΙΚΑ ΝΕΑ.

3.Κωνσταντίνος Μπάκας – STATICSART

4.Βιοκλιματικές κατοικίες - του ιδίου.

http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/ktiria_intro.htm

(Βιοκλιματικός σχεδιασμός)

<http://exoikonomisi.ypeka.gr/>

(Υπουργείο περιβάλλοντος ενέργεια & κλιματικής αλλαγής)

<http://www.casaverde.gr/index.php> CASA VERDE - εξοικονόμηση
ενέργειας

<http://biodomegr.blogspot.gr/> ΒΙΟΔΟΜΗ - Προτάσεις
βιοκλιματικών κατοικιών