Η χρήση του ξύλου ως παράγοντας προστασίας του περιβάλλοντος και επιβράδυνσης της κλιματικής αλλαγής

Ιωάννης Μπαρμπούτης, Επ. Καθηγητής
Εργαστήριο Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου, Α.Π.Θ.
Email: jbarb@for.auth.gr URL: http://users.auth.gr/jbarb/

Εισαγωγή

Το ξύλο συγκεντρώνει πολλά αξιόλογα χαρακτηριστικά τα οποία το καθιστούν ένα μοναδικό και υπερπολύτιμο υλικό. Έχει παίξει ένα σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των πολιτισμών για χιλιάδες χρόνια. Θα ήταν δύσκολο να φαντασθούμε την ζωή μας μια μέρα χωρίς το ξύλο.

Ο άνθρωπος αναγνώρισε την αξία του από τα πρώτα χρόνια της δημιουργίας του και άρχισε να το αξιοποιεί για την βελτίωση των συνθηκών επιβίωσής του. Στην αρχή το χρησιμοποιούσε, πιθανόν χωρίς κάποια ιδιαίτερη κατεργασία, σε χρήσεις που σήμερα θα χαρακτηρίζαμε απλές και πρωτόγονες. Με την πάροδο των χρόνων όμως, οι εξελίξεις και βελτιώσεις που επιτεύχθηκαν στις τεχνικές και τα μέσα κατεργασίας, έδωσαν τα απαραίτητα μέσα για την αύξηση και βελτίωση των δυνατοτήτων αξιοποίησής του. Ακόμη και ξύλο μικρών διαστάσεων ή κακής ποιότητας που παλαιότερα δεν αξιοποιούταν ή χρησίμευε μόνο για καύση τώρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη για την παραγωγή προϊόντων υψηλής αξίας. Υπάρχουν μάλιστα πολλά προϊόντα τα οποία αν και παράγονται από ξύλο, η εμφάνιση τους δεν υποδηλώνει καθόλου την προέλευσή τους.

Σήμερα, παρόλο που η τεχνολογία έχει πετύχει την ανάπτυξη και πολλών άλλων ανταγωνιστικών υλικών, το ξύλο εξακολουθεί να διατηρεί την αξία του στις παραδοσιακές εφαρμογές του, αλλά και επιπλέον, με την συνεχή εμφάνιση νέων προϊόντων ξύλου, πολλαπλασιάζονται οι δυνατότητες χρησιμοποίησής του. Αυτό οφείλεται στα μοναδικά πλεονεκτήματα που έχει σε σύγκριση με τα άλλα δομικά υλικά:

- είναι ανανεώσιμο, φυσικό οργανικό υλικό,
- είναι αισθητικά ασυναγώνιστο, με μεγάλη ποικιλία χρωμάτων, υφής, σχεδίασης,
- δίνει αίσθημα ζεστασιάς στην αφή και στην όραση
- έχει μεγάλη μηχανική αντοχή σε σχέση με το βάρος του
- είναι μονωτικό στη θερμότητα και τον ηλεκτρισμό
- έχει καλές ακουστικές ιδιότητες
- η κατεργασία του γίνεται με μικρή κατανάλωση ενέργειας
- είναι εύκολη η σύνδεσή του
- δεν ρυπαίνει το περιβάλλον
- είναι το πιο φιλικό στο περιβάλλον δομικό υλικό

Έχουμε μάθει όμως ότι παρουσιάζει και ορισμένα μειονεκτήματα.

Ως βιολογικό υλικό, έχει μεταβλητή δομή και η ποιότητά του επηρεάζεται από κληρονομικούς παράγοντες, αλλά και από το περιβάλλον της αύξησής του. Είναι ακόμα γνωστό ότι το ξύλο μεταβάλει τις διαστάσεις του με την μεταβολή της περιεχόμενης υγρασίας του, ότι το ξύλο αποσυντίθεται, ότι το ξύλο καίγεται και ότι το ξύλο υποβαθμίζεται από τον ήλιο.

Οι άνθρωποι εκμεταλλεύτηκαν τις θετικές ιδιότητες του ξύλου και έμαθαν επίσης να αξιοποιούν τις αδυναμίες του. Στην αρχαία Αφρική σκλήραιναν τις ξύλινες λόγχες καίγοντας και σφυροκοπώντας τις άκρες τους. Οι αρχαίοι Αιγύπτιοι χώριζαν τους τεράστιους οβελίσκους βρέχοντας ξύλινες σφήνες. Οι Βίκινγκς έκαιγαν το εξωτερικό των σκαφών τους για να τα κάνουν ανθεκτικά στο νερό και την φωτιά. Με τη βοήθεια της επιστήμης του ξύλου έγιναν κατανοητοί οι παράγοντες που επηρεάζουν τις ιδιότητές του και ανακαλύφθηκαν τρόποι βελτίωσής των.

Σήμερα, οι απαιτήσεις για «πράσινη δόμηση» που έχουν ως σκοπό την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, λόγω των αυξανόμενων επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στο περιβάλλον, δίνουν στο ξύλο την δυνατότητα να συμβάλλει καθοριστικά στην προσπάθεια αυτή, αναδεικνύοντας τα μοναδικά πλεονεκτήματα που διαθέτει.

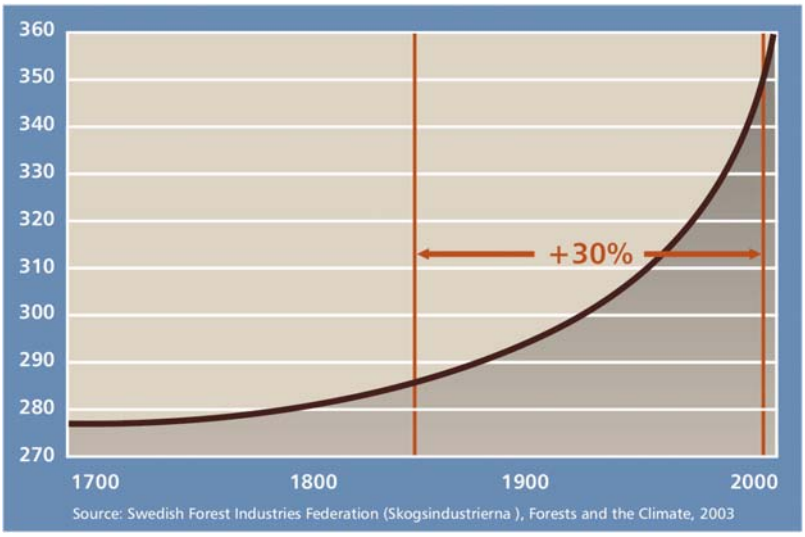
Η κλιματική αλλαγή

Βασικό αίτιο της κλιματικής αλλαγής είναι η αυξανόμενη ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα στη ατμόσφαιρα, το οποίο ενεργεί όπως η γυάλινη στέγη ενός θερμοκηπίου, αποτρέποντας τη θερμότητα να απομακρυνθεί από την γήινη επιφάνεια Η συγκέντρωσή του, που ακολουθεί ραγδαίους ρυθμούς, υπολογίζεται ότι έχει αυξηθεί κατά 30 % από το 1900 (Σχήμα 1).

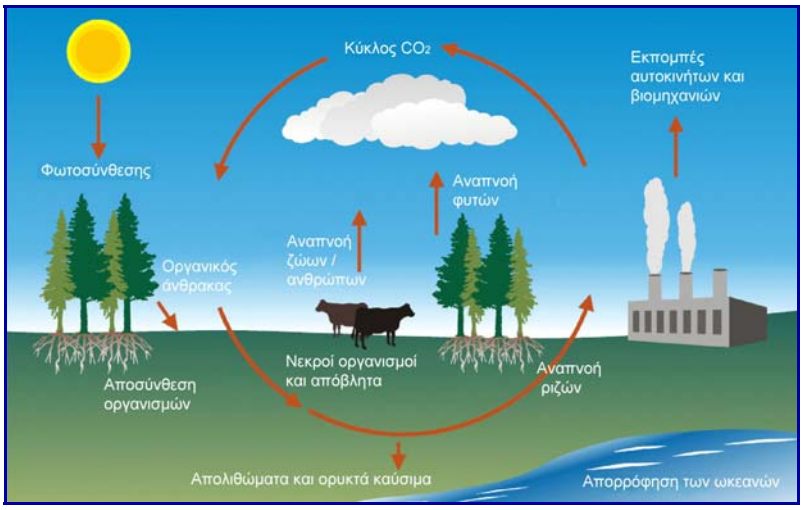
Ο άνθρακας βεβαίως, είναι παρόν στο περιβάλλον μας με διάφορες μορφές και σε πολλές διαφορετικές θέσεις που ενεργούν ως ταμιευτήρες άνθρακα. Η κανονική εναλλαγή μεταξύ αυτών των θέσεων είναι γνωστή ως κύκλος του άνθρακα (Σχήμα 2).

Το διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα αυξάνει όταν οι εκπομπές του είναι πολύ υψηλές και δεν μπορούν να απορροφηθούν από την βιομάζα μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης (Σχήμα 3).

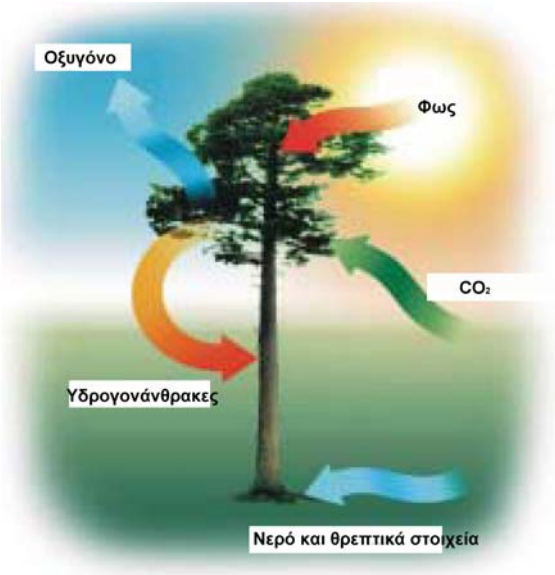
Η κυριότερη αιτία απελευθέρωσης διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, είναι η καύση των αποθεμάτων άνθρακα και πετρελαίου που είχαν συσσωρευτεί κατά τη διάρκεια πολλών χιλιάδων ετών στο υπέδαφος της γης.



Σχήμα 1. **Η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στη ατμόσφαιρα**



Σχήμα 2. **Ο κύκλος του άνθρακα** (www.bcforestinformation.com 2008)



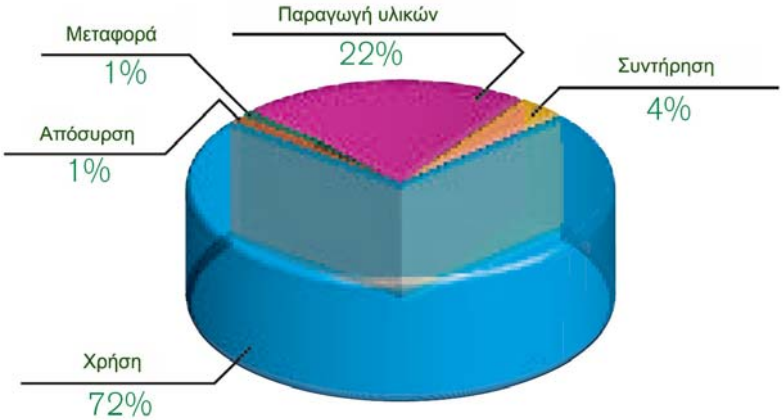
Σχήμα 3. **Η διαδικασία της φωτοσύνθεσης**

Προσδιορισμός των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των δομικών υλικών

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός δομικού υλικού κατά την διάρκεια της ζωής του αποτιμώνται με την τεχνική της Ανάλυσης του Κύκλου Ζωής. Ο προσδιορισμός αυτός γίνεται ολοένα και πιο σημαντική διαδικασία καθώς όλο και περισσότερο απαιτείται να εξετάζονται οι επιπτώσεις που έχουν για το περιβάλλον τα προϊόντα και τα υλικά που επιλέγονται, λαμβάνοντας υπόψη την προέλευσή τους, τον τρόπο παραγωγής τους, και την χρήση τους μέχρι την απόσυρση τους ή την ανακύκλωσή τους (Σχήμα 4).

Η επίδραση, από την χρήση ενός προϊόντος ή υλικού, εκτιμάται κατά την διάρκεια τριών ειδικών φάσεων.

1. την φάση της παραγωγής που περιλαμβάνει την ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή, επεξεργασία και μεταφορά ενός προϊόντος
2. την φάση της χρήσης που περιλαμβάνει την ενέργεια που καταναλώνεται κατά την διάρκεια της χρήσης του προϊόντος, τις θερμικές ιδιότητες του και τις απαιτήσεις για την συντήρηση του
3. την φάση του τέλους του κύκλου ζωής που περιλαμβάνει τις δυνατότητες και την ενέργεια που απαιτείται για την ανακύκλωση, την επαναχρησιμοποίηση και την απόσυρση του προϊόντος.



Σχήμα 4. **Χρήση ενέργειας κατά την διάρκεια του κύκλου ζωής ενός σπιτιού**

(CEI-BOIS 2008)

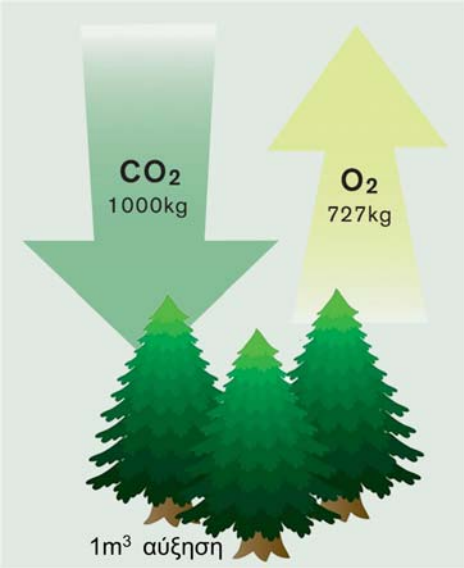
Ο ρόλος του ξύλου.

Εξαιρετικά σημαντικό ρόλο στην προσπάθεια για την καταπολέμηση του φαινόμενου του θερμοκηπίου διαδραματίζουν τα δάση τα οποία έχουν την μοναδική δυνατότητα να αποθηκεύουν το διοξείδιο του άνθρακα που απορροφούν από την ατμόσφαιρα, στο ξύλο που παράγουν.

Υπολογίζεται ότι 350 δισεκατομμύρια τόνοι άνθρακα είναι αποθηκευμένα στο υπέργειο τμήμα των δασών σε όλη τη γη, και 800 δισεκατομμύρια στο έδαφος και

υπέδαφος (ρίζες – φυλλόχωμα). Αυτό σημαίνει ένα σύνολο 1.150 δισεκατομμύρια τόνοι δεσμευμένου άνθρακα, ποσότητα πολύ μεγαλύτερη από αυτήν που υπάρχει υπό μορφή διοξειδίου του άνθρακα στη ατμόσφαιρα (760 δισεκατομμύρια τόνοι). Στην Ευρώπη, υπολογίζεται ότι τα δάση έχουν 20 δισεκατομμύρια τόνους δεσμευμένου άνθρακα, από τον οποίο 8 δισεκατομμύρια τόνοι είναι επάνω από το έδαφος.

Κατά μέσον όρο ένα τυπικό δέντρο απορροφά, μέσω της φωτοσύνθεσης, το ισοδύναμο 1 τόνου του διοξειδίου του άνθρακα για την αύξηση κάθε κυβικού μέτρου, παράγοντας το ισοδύναμο 727kg οξυγόνου (Σχήμα 5). Αυτός ο άνθρακας απελευθερώνεται και πάλι στην ατμόσφαιρα με την καύση ή όταν αποσυντίθενται τα πεσμένα δέντρα. Συνεπώς, τα δάση που δεν διαχειρίζονται, όπως τα παρθένα, δεν έχουν καμία θετική συμβολή στη ισορροπία του διοξειδίου του άνθρακα καθόσον η αύξηση τους αντισταθμίζεται από τις φυσικές απώλειες.



Σχήμα 5. **Απορρόφηση CO_2 και παραγωγή O_2 με αύξηση 1m^3 των δένδρων** *(ECCM 2004)*

Η ξυλεία όμως που συγκομίζεται από τα διαχειριζόμενα δάση, εφόσον θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή προϊόντων ξύλου, θα συνεχίσει να κρατά αποθηκευμένο τον άνθρακα. Εν τω μεταξύ στα εδάφη αυτά, φυτεύονται νέα δέντρα και η επίδραση του δάσους στην δέσμευση του άνθρακα συνεχίζεται.

Ο άνθρακας στα προϊόντα ξύλου εξακολουθεί να είναι αποθηκευμένος καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου της ζωής τους (χρήση, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση) και θα απελευθερωθεί στην ατμόσφαιρα μόνο με το κάψιμο ή την αποσύνθεση τους

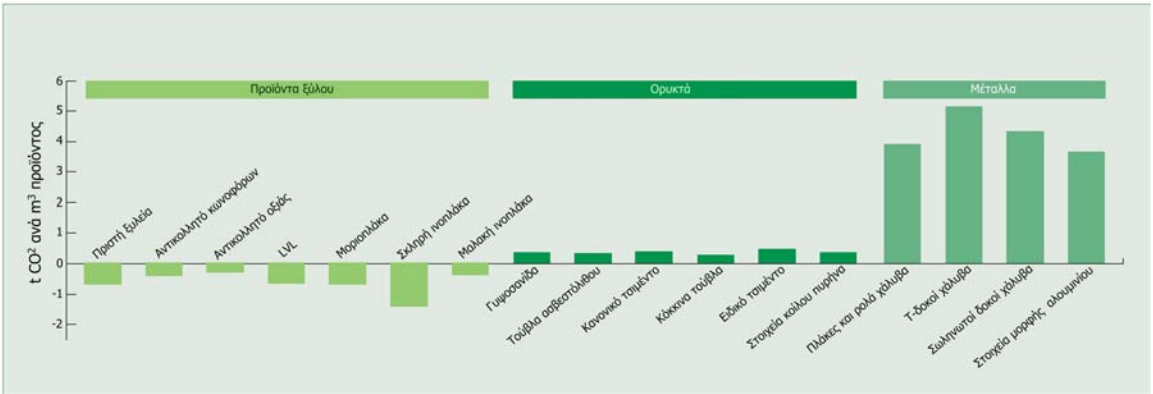
Όσο μακρύτερη είναι η ζωή των προϊόντων που παράγονται από το ξύλο, τόσο μεγαλύτερο το όφελος για το περιβάλλον. Η μέση διάρκεια ζωής ενός ξύλινου σπιτιού, σύμφωνα με τους κατασκευαστές, είναι 80 με 100 χρόνια, με ορισμένους μάλιστα να

εγγυώνται χρόνο ζωής έως και 125 χρόνια. Στην πραγματικότητα, οι δομικές κατασκευές από ξύλο μπορούν να διατηρηθούν για εκατοντάδες χρόνια, όπως μαρτυρούν τα πολλά παραδείγματα που έχουν σωθεί από το Μεσαίωνα. Να επισημάνουμε ότι συνολικά σε ένα ξύλινο σπίτι μπορεί να είναι αποθηκευμένοι μέχρι 30 τόνοι άνθρακα (Σχήμα 7).

Μονάδα	Περιεχόμενος άνθρακας
Οικία	10-25 t C / Σπίτι
Ξύλινο παράθυρο	25 Kg C / Παράθυρο
Ξύλινο πάτωμα	5 Kg C / m^3
Έπιπλο	1 t C / Νοικοκυριό
Οικία και περιεχόμενα	12-30 t C

Σχήμα 7. **Αποθήκευση άνθρακα σε μια κατοικία** (CEI-BOIS 2008)

Ενώ η αποθήκευση του άνθρακα στα προϊόντα ξύλου κρατά το CO_2 από την ατμόσφαιρα, ένα ακόμα μεγαλύτερο κέρδος σε άνθρακα μπορεί να προέλθει από την επίπτωση της χρησιμοποίησης του ξύλου αντί κάποιου άλλου, περισσότερου ενεργοβόρου υλικού. Κατά μέσον όρο, η παραγωγή ενός κυβικού μέτρου ξυλείας δημιουργεί περίπου 1,1 τόνους λιγότερες εκπομπές CO_2 από την παραγωγή ενός ισοδύναμου ποσού ενεργοβόρου υλικού, όπως ο χάλυβας, το σκυρόδεμα ή τα πλαστικά (Σχήμα 8). Χαρακτηριστικά μπορεί να αναφερθεί ότι στις ΗΠΑ ενώ το ξύλο αντιπροσωπεύει το 47% του συνολικού βάρους των πρώτων υλών της βιομηχανίας, μόνο το 4% της ενέργειας που καταναλώνεται αντιστοιχεί στην παραγωγή των προϊόντων ξύλου. Το κέρδος από την χρησιμοποίηση ξύλου αντί άλλου υλικού, σε συνδυασμό με την ποσότητα του CO_2 που αποθηκεύεται στο ξύλο, έχει ως αποτέλεσμα τα προϊόντα ξύλου να παρουσιάζουν αρνητικές τιμές εκπομπών CO_2. Αυτό σημαίνει ότι για κάθε κυβικό μέτρο ξυλείας που χρησιμοποιούμε αντί άλλου ενεργοβόρου υλικού, έχουμε μειωμένες εκπομπές CO_2 κατά 2 τόνους περίπου.

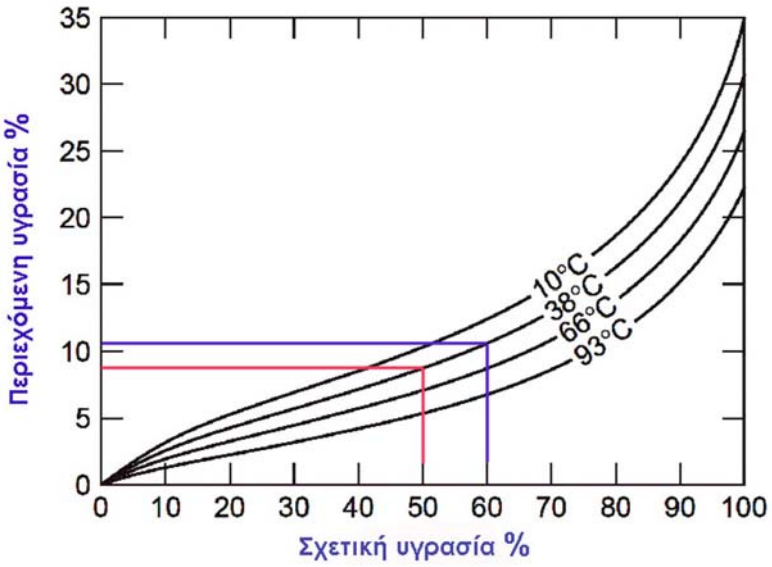


Σχήμα 8. **Καθαρές εκπομπές CO2 δομικών υλικών κατά το συνολικό κύκλο ζωής τους** (*RTS 2001*)

Επιπλέον ένα ειδικό πλεονέκτημα του ξύλου είναι η ικανότητά του να μειώνει τη χρήση ενέργειας. Το ξύλο μπορεί να συμβάλει στην κατασκευή πιο αποδοτικών ενεργειακά κτιρίων από ότι το τσιμέντο, τα τούβλα ή άλλα εναλλακτικά υλικά. Έχει μεγαλύτερη θερμομονωτική ικανότητα από τις συμβατικές μεθόδους κατασκευής, ακόμη και με μικρότερο πάχος τοιχώματος. Εξωτερικός τοίχος κατασκευασμένος από ξύλο μπορεί να έχει μόνο το μισό πάχος ενός τοίχου από τούβλα ή τσιμέντο παρέχοντας διπλάσια θερμομόνωση. Η χρήση ξυλείας επένδυσης στην ανακαίνιση κτιρίων ή σε νέα κτίρια εκτός από τα αισθητικά πλεονεκτήματα που προσφέρει, το μικρό της βάρος κάνει εύκολο τον χειρισμό και την μεταφορά της. Στους εσωτερικούς χώρους τα ξύλινα πατώματα και οι ξύλινες επενδύσεις εκτός από τον ιδιαίτερο χαρακτήρα που προσθέτουν στον χώρο, μπορούν να παρέχουν καλύτερη θερμική μόνωση από τα άλλα δομικά υλικά ενώ παράλληλα προσφέρουν πολύ πιο άνετες συνθήκες διαβίωσης. Η ιδιότητα του ξύλου να προσροφά και να αποβάλει υγρασία από το περιβάλλον, η οποία μπορεί να αναφέρεται στα δυσμενή χαρακτηριστικά του ξύλου, λειτουργεί ως φυσικό κλιματιστικό του χώρου. Τον χειμώνα και όταν γενικά η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας του χώρου είναι υψηλή το ξύλο απορροφά υγρασία, την οποία αποβάλει σταδιακά το καλοκαίρι ή σε χαμηλές σχετικές υγρασίες, καθιστώντας την διαμονή ιδιαίτερα άνετη και ευχάριστη (Σχήμα 9).

Αλλά τα προϊόντα ξύλου, έχουν μοναδικές ιδιότητες και στο τέλος του κύκλου της ζωής τους. Τα ανακυκλωμένα προϊόντα όπως και τα υποπροϊόντα που παράγονται κατά την κατεργασία τους (πριονίδι, ροκανίδια, υπολείμματα) χρησιμοποιούνται για την παραγωγή μοριοπλακών και άλλων ξυλοπλακών. Ακόμη το ξύλο, αφού έχει χρησιμοποιηθεί ως προϊόν, μπορεί να καεί για να παραγάγει ενέργεια, η οποία μπορεί να αντικαταστήσει τα ορυκτά καύσιμα, απελευθερώνοντας την ηλιακή ενέργεια που είχε αποθηκευθεί χημικά, καθώς επίσης και το CO_2, το οποίο απλώς επιστρέφει στη

ατμόσφαιρα από όπου είχε αρχικά αφαιρεθεί. Οι βιομηχανίες ξύλου, εφαρμόζοντας αυτή τη δυνατότητα, αναγνωρίζονται ως οι μεγαλύτεροι παραγωγοί ενέργειας με χρήση βιομάζας. Χρησιμοποιούν τα υπολείμματα από την παραγωγική διαδικασία των προϊόντων τους, για να καλύψουν τις ενεργειακές τους ανάγκες αλλά και να διαθέσουν την πλεονάζουσα ενέργεια στα εθνικά δίκτυα.



Σχήμα 9. **Μεταβολή της περιεχόμενης υγρασίας του ξύλου με αλλαγή της σχετικής υγρασίας και θερμοκρασίας του αέρα**

Αντίθετα, άλλα υλικά όπως ο σίδηρος ή το αλουμίνιο ακόμη και για την ανακύκλωσή τους, απαιτούν τεράστιες ποσότητες ενέργειας.

Είναι φανερό λοιπόν ότι το ξύλο συγκεντρώνει μοναδικά περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα σε όλες τις φάσεις του κύκλου ζωής του.

- παράγεται στην φύση με βασική πρώτη ύλη το CO_2
- για την κατεργασία του απαιτείται λίγη ενέργεια,
- έχει καλές θερμομονωτικές ιδιότητες
- λειτουργεί ως ταμιευτήρας άνθρακα και
- μετά την χρήση του είναι σημαντική πηγή ενέργειας.

Θα ήταν λοιπόν παράλογο όταν μιλάμε για πράσινη ανάπτυξη και ενεργειακά κτίρια να μην αναφερόμαστε στην χρήση των προϊόντων ξύλου.

Η Ε.Ε. αναγνωρίζοντας τον ρόλο που διαδραματίζουν τα προϊόντα ξύλου στον μετριασμό της αλλαγής του κλίματος, ενθαρρύνει την θέσπιση από τα κράτη μέλη, κινήτρων για την αύξηση της χρήσης του ξύλου και μελετά την καθιέρωση ενός ελάχιστου ποσοστού υποχρεωτικής συμμετοχής του ξύλου στα δημόσια κτίρια.

Παρόλη την τόσο μακροχρόνια χρήση του, το ξύλο στην χώρα μας δεν είναι ιδιαίτερα καλά γνωστό. Στις περισσότερες περιπτώσεις επικρατεί η άγνοια και η μίμηση ξένων πρακτικών τα οποία δεν μπορούν να αποτελέσουν τις βάσεις για σωστές και σύγχρονες εφαρμογές του ξύλου στο ελληνικό περιβάλλον. Χρειάζεται ανάλογη ειδική ενημέρωση, όπως είναι απαραίτητη για όλα τα υλικά – μέταλλα, πλαστικά, ορυκτά, τσιμέντο κ.ά.

Για την αύξηση όμως της χρήσης των προϊόντων ξύλου, χωρίς να υπάρχουν κίνδυνοι καταστροφής των δασών, θα πρέπει παράλληλα με την σωστή ενημέρωση των καταναλωτών να απαγορευτεί η χρήση ξυλείας και προϊόντων ξύλου που δεν προέρχονται από αειφορικά διαχειριζόμενα δάση.

Με αυτές τις προϋποθέσεις, ας θυμόμαστε λοιπόν ότι για μια καλύτερη ποιότητα ζωής χρησιμοποιούμε ξύλο γιατί «το ξύλο κάνει καλό» και στο περιβάλλον.

Βιβλιογραφία

BC Forestry Climate Change Working Group (2008).Tackle Climate Change, Use Wood, (CANADIAN EDITION). www.bcforestinformation.com

Eggers T. 2002. The impacts of manufacturing and utilization of wood products on the European carbon budget. European Forest Institute, Internal Report 9.

Enterprise EUROPE.2003. Using wood to tackle climate change No 11 |April–June 2003

CEI-Bois. 2008. Tackle Climate Change: Use Wood

ECCM (Edinburgh Centre for Carbon Management), 2004.

European Commission, Directorate General Enterprise – 'Comprehensive report on the Role of Forest Products for the Mitigating of Climate Change'– June 2004.

Frühwald, A. 2002. 'The Miracle of the Carbon Cycle'. University of Hamburg.

Jerkeman P. and J. Remröd. 2002. Forests and the climate. Stockholm. ISBN: 9188198588. www.forestindustries.se

Nordic Timber Council AB.2003 The role of wood in reducing climate change. A SUMMARY OF THE ARGUMENTS.

RTS Building Information Foundation, Finland – 'Environmental Reporting for Building Materials'– 1998 – 2001

Skog K. and G. Nicholson.1998. Carbon cycling through wood products. Forest Prod. J. 48, 7/8, p. 75-83.

Schelhaas M.J., P.W. van Esch, T.A. Groen, B.H.J. de Jong, M. Kanninen, J. Liski, O. Masera, G.M.J. Mohren, G.J. Nabuurs, T. Palosuo, L. Pedroni, A. Vallejo, T. Vilén. 2004. CO2FIX V 3.1 – Manual. Wageningen