

Ελαφρές κυψελωτές πλάκες - ένα νέο προϊόν για την επιπλοποιία και ξυλουργική

ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ και ΜΠΑΡΜΠΟΥΤΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος,
Τομέας Συγκομιδής και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων.

Περίληψη

Οι ελαφρές σύνθετες κυψελωτές πλάκες αποτελούν ένα νέο προϊόν για την επιπλοποιία το οποίο παράγεται πλέον σε αυτόματες γραμμές παραγωγής, χάρη στην ανάπτυξη της τεχνολογίας, με συμπιεσμένο κόστος παραγωγής σε σχέση με τους παραδοσιακούς τρόπους παραγωγής τους. Ταυτόχρονα αναπτύχθηκαν νέοι τρόποι σύνδεσης – συναρμολόγησης σε έπιπλα – ξυλοκατασκευές των πλακών αυτών. Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται οι ελαφρές σύνθετες κυψελωτές πλάκες από άποψη πρώτων υλών, τεχνικών χαρακτηριστικών, τεχνολογίας παραγωγής και δυνατών χρήσεων στην επιπλοποιία και συζητούνται οι προοπτικές των πλακών αυτών στην επιπλοποιία και τις ξυλοκατασκευές. Οι ελαφρές σύνθετες κυψελωτές πλάκες με βάση τις ιδιότητές τους (υψηλός συντελεστής σχέσης μηχανικής αντοχής προς πυκνότητα, μικρό βάρος, καλή διαστασιασκή σταθερότητα κλπ.) προσφέρονται σε μεγαλύτερα πάχη από τις συμβατικές ξυλοπλάκες (ινοπλάκες μέσης πυκνότητας, μοριοπλάκες, αντικολλητά, κλπ.) χωρίς δυσανάλογη αύξηση του βάρους τους και συμπεραίνεται ότι είναι πραγματικά ανταγωνιστικές των συμβατικών ξυλοπλακών με πολύ καλές προοπτικές αποδοχής τους από την ελληνική και την ευρωπαϊκή βιομηχανία παραγωγής επίπλων σε πολλές εφαρμογές προϊόντων.

Λέξεις κλειδιά: ελαφρές κυψελωτές πλάκες, επιπλοποιία, νέο προϊόν, ιδιότητες, στάδια παραγωγής, εφαρμογές

Lightweight honeycomb panels - a new product for the furniture and joinery

VASSILIOU VASSILIOS and BARBOUTIS IOANNIS

Aristotle University of Thessaloniki
Faculty of Forestry and Natural Environment,
Department of Harvesting and Forest Products Technology

Summary

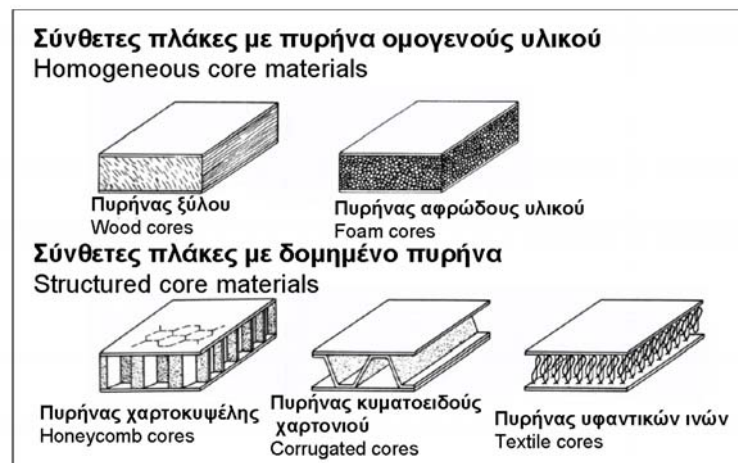
Lightweight honeycomb sandwich panels constitute a new raw material for the furniture and joinery industry, which is produced economically by automated in-line processes due to the development of the machinery technology comparing to the traditional batch

like production processes. At the same time new furniture connectors of these panels have been developed. In this paper the lightweight honeycomb sandwich panels are presented (raw materials, technical characteristics, technology of their production and application examples in furniture - joinery) and the prospects of the new panels are discussed. Based on their properties the lightweight honeycomb sandwich panels (High strength to the density ratio, low weight, good dimensional stability etc.) are offered for the furniture and joinery industry.

Key words: lightweight honeycomb panels, furniture, innovative product, properties, uses

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται διεθνώς πολύ μεγάλο ενδιαφέρον από την επιπλοποιία για πλάκες μικρότερου βάρους και περισσότερο φιλικές προς το περιβάλλον, που θα μπορούσαν να αντικαταστήσουν τις κλασικές πλέον ινοπλάκες μέσης πυκνότητας (MDF), τις μοριοπλάκες και τις άλλες ξυλοπλάκες (OSB κλπ), των $650 - 750 \text{ kg/m}^3$ πυκνότητας, σε εφαρμογές επιπλοποιίας - ξυλουργικής. Το ενδιαφέρον για μείωση του βάρους των επίπλων τροφοδοτείται κυρίως από τον κλάδο των τυποποιημένων λυόμενων επίπλων, ο οποίος γνωρίζει ιδιαίτερα μεγάλη ανάπτυξη τελευταία, αλλά και τη γενικότερη ανάγκη της σύγχρονης επιπλοποιίας για συμπίεση του κόστους παραγωγής (μέσω της επεξεργασίας των υλικών), του κόστους μεταφοράς και συναρμολόγησης των έτοιμων προϊόντων από το εργοστάσιο παραγωγής μέχρι το χώρο του τελικού καταναλωτή, αλλά και της απαίτησης των σχεδιαστών για πλάκες μεγαλύτερου πάχους χωρίς δυσανάλογη προσαύξηση του βάρους τους (IKEA 2004, Bush 2004).



Σχήμα 1. Σύνθετες πλάκες επιπλοποιίας με πυρήνα διάφορα υλικά (Pflug et al 2004b)
Figure 1. Furniture sandwich panels with different material cores (Pflug et al 2004b)

Την τελευταία δεκαετία η βιομηχανία παραγωγής ξυλοπλακών προχώρησε ήδη στην

παραγωγή μοριοπλακών και άλλων σύνθετων πλακών μικρότερου βάρους (με πυρήνα υπολείμματα γεωργικών καλλιεργειών, αφρό πολυουρεθάνης, φύλλα αλουμινίου, υφαντικές ίνες, κλπ.), οι οποίες και βρήκαν εφαρμογή στην παραγωγή μερικών προϊόντων (π.χ. ως υλικό πλήρωσης θυρών κ.ά.) (Σχήμα 1). Το προϊόν όμως που υπόσχεται τα περισσότερα για εφαρμογές παραγωγής επίπλων είναι οι ελαφρές κυψελωτές πλάκες (Pflug et al 2004a, Häfele 2004).

Στην πραγματικότητα οι ελαφρές κυψελωτές πλάκες δεν είναι καθόλου νέο προϊόν. Σύνθετες πλάκες με πυρήνα χάρτινες κυψέλες χρησιμοποιούνται εδώ και δεκαετίες από τις αεροπορικές βιομηχανίες και σε μικρότερο βαθμό από τις αυτοκινητοβιομηχανίες, επειδή προσφέρουν άριστη σχέση υψηλής μηχανικής αντοχής με μικρή πυκνότητα. Παράγονται επίσης, σε Ευρώπη και Αμερική και χρησιμοποιούνται σε μερικές περιπτώσεις από την επιπλοποιία - ξυλουργική ως υλικό πλήρωσης θυρών και στην κατασκευή διάφορων υλικών συσκευασίας (Pflug et al 2004b).

Μέχρι σήμερα, οι κυψελωτές πλάκες κατασκευάζονταν αναγκαστικά με ένα πλαίσιο-τελάρο περιφερειακά από συμπαγές ξύλο, για τις ανάγκες συνδεσμολογίας και συναρμολόγησης των επίπλων - κατασκευών, καθώς και για τη μορφοποίηση των πλευρών - περιθωρίων των πλακών. Αυτή η βασική αρχή προϋποθέτει ακριβή σχεδιασμό και ειδική παραγωγή του κάθε μεμονωμένου τμήματος των επίπλων, πράγμα απαγορευτικό για την οργάνωση μαζικής παραγωγής επίπλων σε βιομηχανική κλίμακα, στις γνωστές συνθήκες παραγωγής των επιχειρήσεων της Ευρώπης και της Αμερικής.

Παρά τα σημαντικά πλεονεκτήματά τους όμως ως υλικό επιπλοποιίας, από άποψη εξοικονόμησης βάρους και καλής μηχανικής συμπεριφοράς σε σχέση με το βάρος τους, οι ελαφρές κυψελωτές πλάκες δεν κατάφεραν μέχρι σήμερα να αξιοποιηθούν, κυρίως λόγω του υψηλού κόστους παραγωγής τους. Η βασική ερμηνεία του υψηλού κόστους παραγωγής τους με τον παραδοσιακό τρόπο ήταν ο εφαρμοζόμενος τρόπος παραγωγής με το σύστημα της παρτίδας (batch process) ο οποίος είναι έντασης εργασίας (Bitzer 1996).

Σήμερα, η ανάπτυξη νέας τεχνολογίας παραγωγής (Homag), η οποία εξασφαλίζει αυτόματη ροή παραγωγής και χαμηλότερο κόστος μαζικής παραγωγής, καθώς και η ανάπτυξη νέας τεχνολογίας συνδεσμολογίας που πρωτοπαρουσιάστηκε στην έκθεση ZOW 2004 (Häfele), με συνδέσμους εφαρμόσιμους στα επιφανειακά φύλλα των πλακών από ινοπλάκα μέσης πυκνότητας (MDF) ή μοριοπλάκα πάχους μέχρι 5 mm, διαμορφώνουν νέες συνθήκες για την εισαγωγή των ελαφρών κυψελωτών πλακών στις πρώτες ύλες της σύγχρονης επιπλοποιίας. Η νέα γενιά των ελαφρών κυψελωτών πλακών επιπλοποιίας προσφέρει όλα τα πλεονεκτήματα των ελαφρών πλακών σε διάφορα πάχη μέχρι και 60 mm και δεν απαιτείται πλέον να παράγονται με περιφερειακό τελάρο - πλαίσιο από ξύλο για τις ανάγκες της συνδεσμολογίας των επίπλων (Häfele 2004, Engelen 2003, Paul et al 1997).

Είναι αξιοσημείωτο ότι η ταχέως αναπτυσσόμενη βιομηχανία επίπλου της Ασίας (Κίνα, Ινδία κλπ.) χρησιμοποιεί κατά πλειονότητα ελαφρές κυψελωτές πλάκες στην παραγωγή της (Pflug et al 2003, Weber 2004).

Σκοπός της εισήγησης αυτής είναι να παρουσιάσουν οι ελαφρές κυψελωτές πλάκες επιπλοποιίας (πρώτες ύλες, τεχνολογία παραγωγής, τεχνικά χαρακτηριστικά), να δοθούν οι δυνατές χρήσεις τους και να συζητηθούν οι προοπτικές αξιοποίησής τους από την ελληνική και ευρωπαϊκή επιπλοβιομηχανία.

Πρώτες ύλες ελαφρών κυψελωτών πλακών επιπλοποιίας

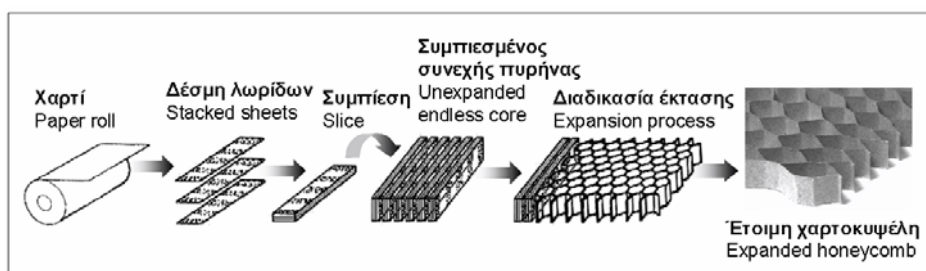
Οι ελαφρές κυψελωτές σύνθετες πλάκες επιπλοποιίας κατασκευάζονται συνήθως με έναν κεντρικό πυρήνα ο οποίος φέρει στις δύο επιφάνειές του επιφανειακά φύλλα διάφορων υλικών με τη χρησιμοποίηση συγκολλητικών ουσιών.

Ο κεντρικός πυρήνας κατασκευάζεται με πρώτες ύλες χαρτί, χαρτόνι (κυρίως χαρτί ανακύκλωσης), φύλλα αλουμινίου, πλαστικά φύλλα, κλπ. καθώς και με τη χρήση διάφορων υλικών πλήρωσης (πολυουρεθάνη κ.ά.) και εμποτιστικές ουσίες. Τα επιφανειακά φύλλα είναι συνήθως λεπτές ξυλοπλάκες (ινοπλάκες μέσης πυκνότητας, μοριοπλάκες, αντικολλητά, κ.ά.) επενδεδυμένες με μελαμίνες, ξυλόφυλλα, κλπ.

Στάδια παραγωγής ελαφρών κυψελωτών πλακών επιπλοποιίας

Τα στάδια παραγωγής των σύνθετων κυψελωτών πλακών διαφέρουν ανάλογα με: 1) τον εφαρμοζόμενο τρόπο παραγωγής του κεντρικού πυρήνα των πλακών (κυψελών), 2) το είδος πρώτων υλών των επιφανειακών στρώσεων των πλακών και 3) το βαθμό αυτοματοποίησης της παραγωγής. Παραδοσιακά υπάρχουν δύο τρόποι παραγωγής της εσωτερικής στρώσης, του πυρήνα των πλακών.

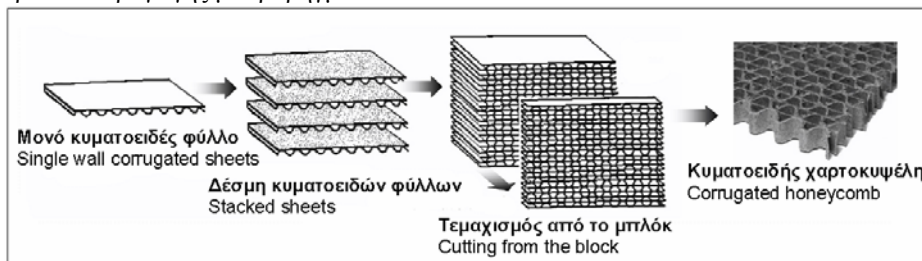
Σύμφωνα με τον 1^ο τρόπο παραγωγής των χάρτινων κυψελών (Σχήμα 2) αρχικά απλώνεται η συγκολλητική ουσία σε γραμμές στη μία επιφάνεια του χαρτιού που εκτυλίσσεται από ένα ή περισσότερα ρολά, τα φύλλα με την κόλλα τεμαχίζονται σε λωρίδες, με πλάτος ίσο με το επιθυμητό πάχος των κυψελών, στοιβάζονται σε ομάδες και συμπιέζονται για να συγκολληθούν. Ο τεμαχισμός τους μπορεί να γίνει πριν ή μετά τη συγκόλλησή τους. Στο επόμενο στάδιο περισσότερες δέσμες συγκολλημένων φύλλων στοιβάζονται και συγκολλούνται μαζί. Έτσι δημιουργείται η εσωτερική στρώση των πλακών ως μια συνεχής, συμπίεσμένη ακόμα, χαρτοκυψέλη, στο επιθυμητό πάχος. Τελικά, η συμπίεσμένη χαρτοκυψέλη τεντώνεται με έκταση και μετά από ξήρανό της με θερμότητα, αποκτά τη γνωστή μορφή της χαρτοκυψέλης με τα εξαγωνικής μορφής ανοίγματα. Το μέγεθος των ανοιγμάτων και το πάχος της κυψέλης με αυτόν τον τρόπο παραγωγής είναι συνήθως μεγαλύτερα από 10 mm, επειδή τα στάδια συγκόλλησης και τεμαχισμού κυψελών με μικρότερα ανοίγματα και πάχη απαιτούν μεγαλύτερους χρόνους παραγωγής.



Σχήμα 2. Στάδια παραγωγής χάρτινων κυψελών με έκταση (Pflug et al 2004a)

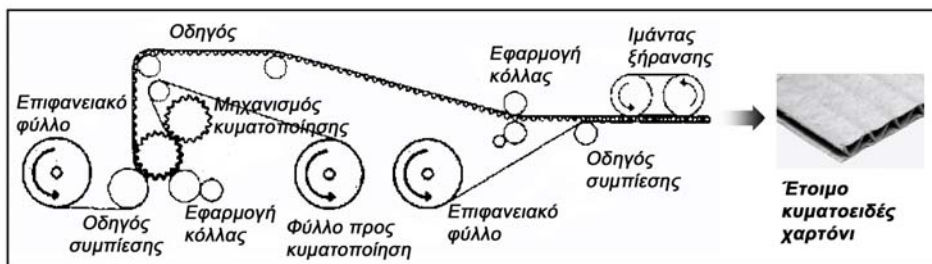
Figure 2. Paper honeycomb production by expansion (Pflug et al 2004a)

Σύμφωνα με το δεύτερο τρόπο παραγωγής (Σχήμα 3) ένα χαρτόνι το οποίο διαμορφώνεται με κυματοειδή μορφή συγκολλείται σε συνεχές φύλλο χαρτιού. Το συνεχές φύλλο χαρτιού χρειάζεται για να εμποδίσει παραμορφώσεις του κυματοειδούς χαρτονιού και να εξασφαλίσει τη δυνατότητα στοιβαξης περισσότερων φύλλων. Η κόλλα εφαρμόζεται είτε στο συνεχές φύλλο χαρτιού είτε στις κορυφές του κυματιστού χαρτονιού. Πολλά κυματιστά φύλλα χαρτονιού, ανάλογα με τις επιθυμητές διαστάσεις πλάτους και μήκους της χαρτοκυψέλης, στοιβάζονται και συγκολλούνται μαζί για να δώσουν ένα μπλοκ, από το οποίο με κατάλληλο τεμαχισμό παράγεται η χαρτοκυψέλη στο πάχος που απαιτείται. Με τον τρόπο αυτόν τα γνωστά φύλλα κυματοειδούς χαρτονιού δίνουν χαρτοκυψέλες με μικρό άνοιγμα περί τα 5 mm, γεγονός που συνεπάγεται προϊόν μεγαλύτερης πυκνότητας σε σχέση με το αντίστοιχο προϊόν του 1^{ου} τρόπου παραγωγής με τράβηγμα.



Σχήμα 3. Στάδια παραγωγής κυματοειδούς μορφής χάρτινων κυψελών (Pflug et al 2004a)
Figure 3. Paper honeycomb production from corrugated cardboard (Pflug et al 2004a)

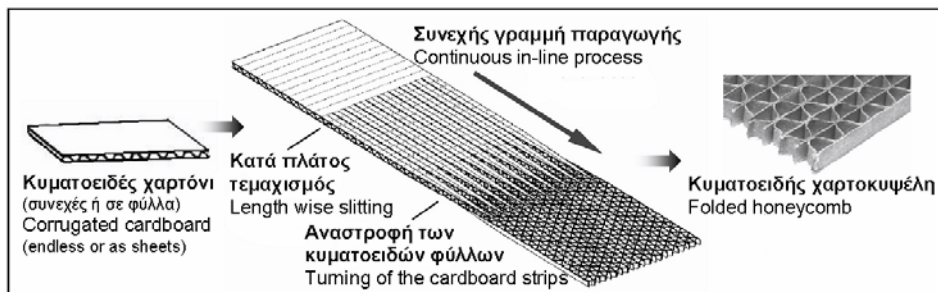
Στο Σχήμα 4 δίνονται τα αντίστοιχα στάδια παραγωγής χαρτοκυψέλης με κυματοειδές χαρτόνι σε μια αυτόματη γραμμή παραγωγής.



Σχήμα 4. Αυτόματη γραμμή παραγωγής κυματοειδούς μορφής χάρτινων κυψελών (Pflug et al 2004a)

Figure 4. Continuous in-line honeycomb production of corrugated cardboard (Pflug et al 2004a)

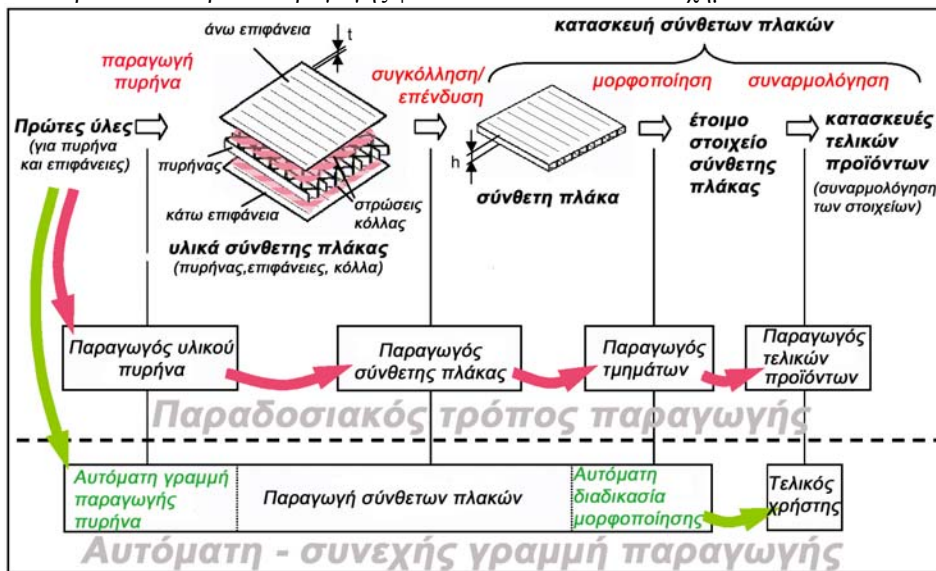
Μια περισσότερο αυτοματοποιημένη γραμμή παραγωγής δίνεται στο Σχήμα 5.



Σχήμα 5. Συνεχής παραγωγή κυματοειδούς μορφής χάρτινων κυψελών (TorHex) (Pflug et al 2004a)

Figure 5. Continuous in-line paper honeycomb production process (TorHex) (Pflug et al 2004a)

Η πρόοδος της τεχνολογίας και η ανάπτυξη σύγχρονων αυτόματων γραμμών παραγωγής και του κεντρικού πυρήνα των πλακών (κυψελών) και των σύνθετων κυψελωτών πλακών συνολικά, έδωσε την ευκαιρία να συμπεριστεί το συνολικό κόστος παραγωγής των σύνθετων πλακών και έτσι να ξεπεραστούν τα μειονεκτήματα του υψηλού κόστους παραγωγής με τον παραδοσιακό τρόπο χειρονακτικής παραγωγής. Έτσι, οι ελαφρές κυψελωτές σύνθετες πλάκες νέας γενιάς γίνονται ελκυστικές για την επιλοιοία και πραγματικά ανταγωνιστικές των μέχρι σήμερα διαθέσιμων ξυλοπλακών (Ινοπλακών μέσης πυκνότητας, μοριοπλακών, αντικολλητών κλπ.). Τα πλεονεκτήματα της αυτοματοποίησης της παραγωγής των ελαφρών κυψελωτών πλακών σε σχέση με τον παραδοσιακό τρόπο παραγωγής φαίνονται συνοπτικά στο Σχήμα 6.



Σχήμα 6. Διαδικασία παραγωγής ελαφρών χάρτινων κυψελωτών πλακών (Pflug et al 2004a)

Figure 6. From raw materials to lightweight paper honeycomb panels (Pflug et al 2004a)

Ιδιότητες ελαφρών κυψελωτών πλακών επιπλοοίας


Στον Πίνακα 1 φαίνεται η επίδραση μερικών υλικών, που χρησιμοποιήθηκαν σε ένα θεωρητικό υπολογιστικό μοντέλο ως μέρη σύνθετων πλακών, στο μέτρο ελαστικότητας, στην πυκνότητα και στο συνολικό κόστος (Pflug 2003b).

Πίνακας 1. Ιδιότητες μερικών υλικών των ελαφρών σύνθετων κυψελωτών πλακών
Table 1. Properties of some materials of the lightweight honeycomb panels
(Pflug et al 2003)

	Υλικά - Materials	Ελαστικότητα E modulus (Gpa)	Πυκνότητα Density (kg/dm ³)	Κόστος ολικό Total cost (€/dm ³)
Επιφάνεια Skin	Ατσάλι - Steel	210	7.8	20.28
	Αλουμίνιο - Aluminium	72	2.7	10.80
Πυρήνας Core	Πολυπροπυλένιο - PP	1.2	0.9	2.7
	Ξύλο Balsa - Balsa wood	0.15	0.15	1.8
	Κυψέλη πολυπροπυλενίου - PP honeycomb	0.03	0.08	0.48
	Χαρτοκυψέλη - Paper honeycomb	0.02	0.08	0.32

Στον Πίνακα 2 φαίνεται η επίδραση του πάχους του κεντρικού πυρήνα και των επιφανειακών στρώσεων των σύνθετων κυψελωτών πλακών στην αντοχή, το βάρος και το κόστος των σύνθετων κυψελωτών πλακών.

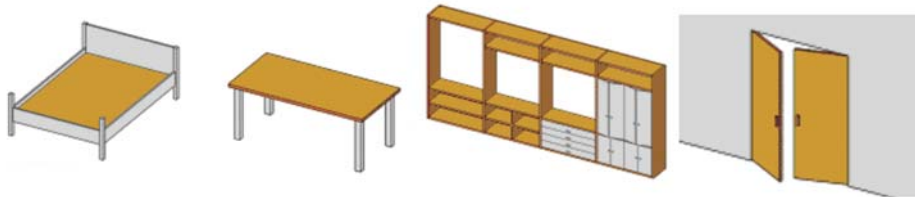
Πίνακας 2. Επίδραση του πάχους των ελαφρών σύνθετων κυψελωτών πλακών στη μηχανική αντοχή, το βάρος και το κόστος τους (Pflug et al 2003)
Table 2. Effect of the thickness of the lightweight honeycomb panels on their strength, weight and cost (Pflug et al 2003)

Επιδράσεις της σύνθετης πλάκας	$h_1 = 2 t_1$ 	$h = 2 h_1$ $t = 0.5 t_1$ 	$h = 2.4 h_1$ $t = 0.06 t_1$ 
Σχετικό πάχος	1	2	2.4
Αναλογία h/t	0.5	0.125	0.0125
Σχετική αντοχή	1	4.625	1
Σχετικό βάρος (πυκνότητα πυρήνα 20 φορές μικρότερη)	1	0.575	0.177
Σχετικό κόστος (όμοιο κόστος όλων των μερών)	1	2	2.4
Σχετικό κόστος (κόστος πυρήνα 20 φορές μικρότερο)	1	0.575	0.177

Εφαρμογές των κυψελωτών πλακών στην επιπλοοία - ξυλουργική

Θεωρητικά, με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους, κάθε επίπεδη επιφάνεια επίπλου ή ξυλοκατασκευής που απαιτεί υψηλή μηχανική αντοχή, μικρό βάρος και καλή

διαστασιακή σταθερότητα μπορεί να κατασκευαστεί με πρώτη ύλη ελαφρά σύνθετη κυψελωτή πλάκα. Μερικά παραδείγματα εφαρμογής των πλακών αυτών δίνονται στον Σχήμα 7, ενώ στο Σχήμα 8 φαίνονται σύνθετες κυψελωτές πλάκες με επιφάνειες από Ινοπλάκα Μέσης πυκνότητας (MDF) και διακοσμητικά ξυλόφυλλα, που προορίζονται για εφαρμογές στην επιπλοποιία και την ξυλουργική.



Σχήμα 7. Εφαρμογές ελαφρών κυψελωτών πλακών στην επιπλοποιία - ξυλουργική (Pflug et al 2004a)
Figure 7. Application examples of lightweight honeycomb panels in furniture – joinery (Pflug et al 2004a)



Σχήμα 8. Σύνθετες κυψελωτές πλάκες για εφαρμογές στην επιπλοποιία (Pflug et al 2004a)
Figure 8. Sandwich panels for furniture applications (Pflug et al 2004a)

Οι προοπτικές των ελαφρών κυψελωτών πλακών στην επιπλοποιία

Με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά της νέας γενιάς των ελαφρών σύνθετων κυψελωτών πλακών (υψηλός συντελεστής μηχανικής αντοχής προς βάρος, μικρό βάρος, διαστασιακή σταθερότητα), τη διαθεσιμότητα σε πάχη μεγαλύτερα από τα πάχη των συμβατικών ξυλοπλακών και με ποικιλία των διαθέσιμων λεπτών επιφανειακών στρώσεων (ινοπλάκα μέσης πυκνότητας, μοριοπλάκα, αντικολλητό, OSB, κλπ. επενδεδυμένων με ξυλόφυλλα, μελαμίνες κ.ά.) και τέλος τη συμπίεση του κόστους παραγωγής τους, συμπεραίνεται ότι αποτελούν μια πολύ δυναμική πρώτη ύλη για την επιπλοποιία και την ξυλουργική. Με βάση, επίσης το γεγονός ότι η ανάπτυξη της τεχνολογίας νέων συνδέσμων επιλύει το πρόβλημα της εφαρμογής αποτελεσματικών τρόπων συνδεσμολογίας και συναρμολόγησης του νέου υλικού στα έπιπλα και τις ξυλοκατασκευές προκύπτει ότι οι ελαφρές κυψελωτές πλάκες γίνονται πραγματικά ανταγωνιστική πρώτη ύλη των μέχρι σήμερα διαθέσιμων ξυλοπλακών.

Φαίνεται πως με τις νέες αυτές ελαφρές πλάκες ικανοποιούνται ταυτόχρονα οι απαιτήσεις των επιπλοκατασκευαστών για συμπίεση του κόστους παραγωγής, μεταφοράς και συναρμολόγησης, των σχεδιαστών για πλάκες μεγαλύτερου πάχους και των καταναλωτών για οικονομικά και αισθητικά καλύτερα προϊόντα.

Το γεγονός πως ήδη η ραγδαία αναπτυσσόμενη βιομηχανία επίπλων στην Ασία χρησιμοποιεί τις πλάκες αυτές σε μεγαλύτερα ποσοστά σε σχέση με τις συμβατικές ξυλοπλάκες θα πρέπει ασφαλώς να αξιολογηθεί δεόντως και να ερμηνευτεί ως ένα σοβαρό κίνητρο της ευρωπαϊκής και της παγκόσμιας παραγωγής να ακολουθήσουν το παράδειγμά της προκειμένου να διατηρήσουν τη θέση τους στο παγκόσμιο εμπόριο επίπλων.

Στο νέο περιβάλλον που διαμορφώνεται με την εμφάνιση των ελαφρών σύνθετων πλακών ως πρώτης ύλης της επιπλοποιίας η ελληνική επιπλοποιία προφανώς δεν μπορεί να παραμείνει ανεπηρέαστη και αδιάφορη. Οι αυξημένες εισαγωγές προϊόντων επιπλοποιίας στη χώρα μας σε πολύ ανταγωνιστικές τιμές, τα τελευταία χρόνια, από χώρες με μικρότερο εργατικό κόστος παραγωγής (Τουρκία, Ινδία, Κίνα, κλπ.), είναι δεδομένα που πρέπει ασφαλώς να προβληματίζουν τους έλληνες παραγωγούς.

Βιβλιογραφία

- Bitzer, T.N. 1996. Recent Honeycomb Core Developments. Proceedings 3rd "Sandwich Construction Conference". Southampton. U.K. Pages 555-563.
- Busch, K. 2004. Lightweight Panel Production gets Real. Surface and Panel. Summer 2004:62-63.
- Engelen, G. 2003. Die Homag AG geht innovativ das Thema Leichtplattenbau an. Homag Press Release.
- Häfele. 2004. Tab A cabinet connector from Häfele. Häfele ZOW 2004.
- IKEA. 2004. IKEA's Big Idea. Spring 2004 issue. Surface and Panel.
- Paul, R. and W. Klusmeier Struchthan ®. 1997. A composite with a future. Status report. Bayer AG. Leverkusen.
- Pflug, J., Vangrimde, B. and I. Verpoest. 2000. Folded Honeycomb Cardboard and Core Material for Structural Applications. Proceedings 5th "Sandwich Construction Conference". Zürich.
- Pflug, J. et al. 2003. Honeycomb core materials: New concepts for continuous production. Sample Journal Vol. 39(6):22-30.
- Pflug, J., Vangrimde, B. and I. Verpoest. 2003. Material efficiency and cost effectiveness of sandwich materials. Sample Conference. Longbeach. USA.
- Pflug, J., Vangrimde, B., Verpoest, I., Vanderitte, D., Britzke, M. and A. Wagenführ. 2004a. Continuously produced paper honeycomb sandwich panels for furniture applications. 5th Global Wood and Natural Fibre Composites Symposium. April 27 - 28, Kassel, Germany.
- Pflug, J., Xinyu, F., Vangrimde, B., Verpoest, I., Bratfisch, P. and D. Vandepitte. 2004b. Development of a Sandwich material with polypropylene/natural fibre skins and paper honeycomb core.
- Weber, H. G. and J. Schatz. 2004. Honeycomb technology - Homag plant concept for the production of lightweight paper honeycomb panels in through feed. Honeycomb Colloquium 1. Schopfloch.