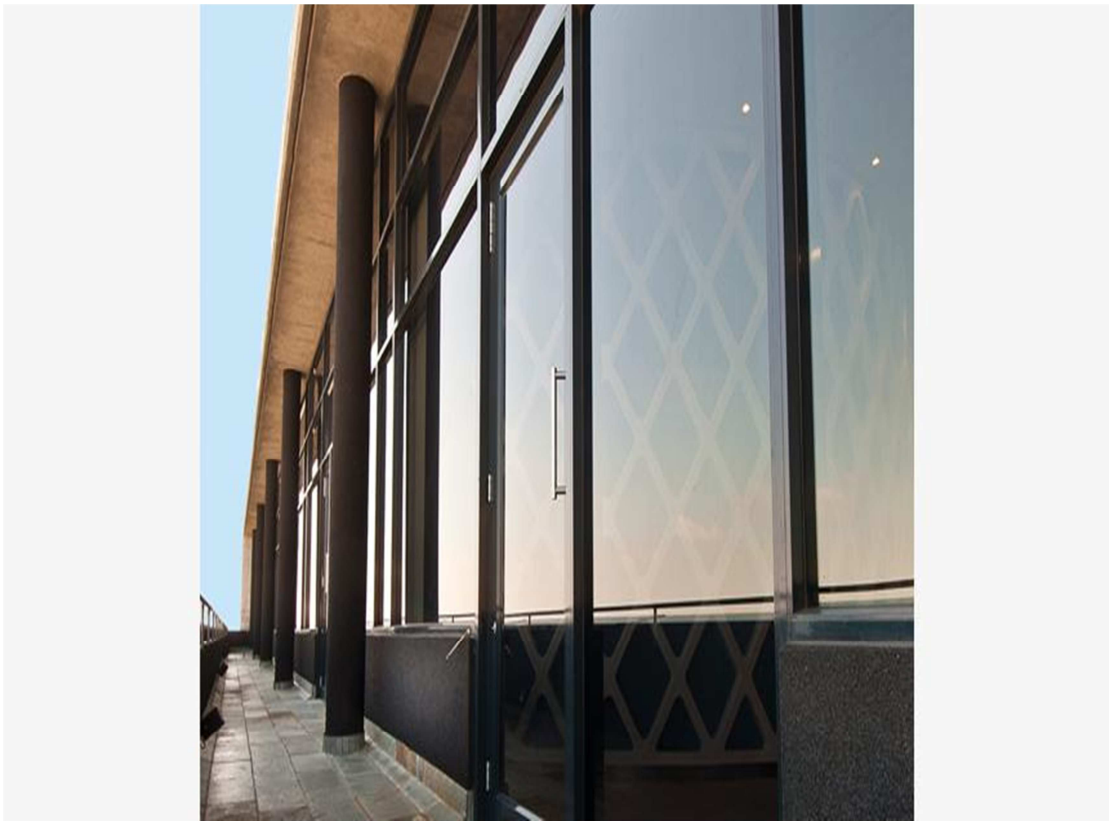


Α.Τ.Ε.Ι. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕ ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ



ΛΑΜΠΡΟΠΟΥΛΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ Α.Μ. 3346

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΟΥΣΑ : ΑΡΤΕΜΗ ΣΠΑΝΑΚΗ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2014

Περιεχόμενα

Πρόλογος	4
Σύνοψη εργασίας σε αγγλικό κείμενο & μεταφρασμένο	6
Εισαγωγή	7
1. Ιστορική αναδρομή	8
1.1 Ιστορική εξέλιξη του υαλοπίνακα	8
1.2 Διαδικασία παραγωγής υαλοπινάκων	9
2. Ιδιότητες του γυαλιού	12
2.1 Γενική περιγραφή	12
2.2 Φυσικές ιδιότητες	13
2.2.1 Ιξώδες	13
2.2.2 Μεταβατικό σημείο ή οριακή θερμοκρασία	14
2.2.3 Θερμική διαστολή	15
2.3 Οπτικές ιδιότητες	16
2.4 Μηχανικές ιδιότητες	17
2.4.1 Ελαστικότητα	17
2.4.2 Αντοχή στον εφελκυσμό	17
2.4.3 Αντοχή στην σύνθλιψη	18
2.4.4 Πυκνότητα	18
2.4.5 Σκληρότητα σε εγχάραξη	18
2.5 Θερμικές ιδιότητες	20
2.5.1 Συντελεστής θερμοπερατότητας & θερμοαγωγιμότητας	20
3. Τύποι (είδη) υαλοστασίων	21
3.1 Απλοί – (μονολιθικοί) υαλοπίνακες	21
3.2 Διπλοί υαλοπίνακες	22
3.3 Διπλοί υαλοπίνακες με ευγενές αέριο	23
3.4 Τριπλοί υαλοπίνακες	26
3.5 Πυρίμαχοι υαλοπίνακες	27
3.6 U – glass	29
3.7 Υαλότουβλα	31
3.8 Φωτοβολταϊκοί υαλοπίνακες	32
3.2 Υαλοστάσια μεταβλητών οπτικών ιδιοτήτων	35
3.2.1 Θερμοχρωμικοί υαλοπίνακες	35
3.2.2 Φωτοχρωμικοί υαλοπίνακες	36
3.2.3 Ηλεκτροχρωμικοί υαλοπίνακες	36
4. Κουφώματα PVC	38

4.1 Διαδικασία παραγωγής κουφωμάτων PVC	38
5. Μembrάνες τζαμιών (φιλμς)	40
5.1 Ιστορική αναδρομή	40
5.2 Δομή & χαρακτηριστικά μεμβρανών	41
6. Τύποι (είδη) μεμβρανών – χρήση μεμβρανών στις κατασκευές	44
6.1 Μembrάνες με βελτιωμένες οπτικές & θερμικές ιδιότητες	44
6.1.1 Αντιηλιακές – ανακλαστικές μεμβράνες	44
6.1.2 Μembrάνες χαμηλής εκπομπής	49
6.1.3 Μembrάνες αντι – αντανακλαστικές	52
6.2 Μembrάνες ειδικών απαιτήσεων (μη ενεργειακών)	53
6.2.1 Μembrάνες αντιθαμπωτικές	54
6.2.2 Ακουστικές μεμβράνες (PVB) για χρήση σε ηχομειωτικούς υαλοπίνακες	55
6.2.3 Μembrάνες ασφαλείας	56
6.2.4 Μembrάνες για πλαστικό ή πλεξιγκλάς	60
6.2.5 Μembrάνες προστασίας από σπρέϋ γραφής (αντι – γκράφιτι)	62
6.2.6 Μembrάνες ιδιωτικότητας	63
6.2.7 Διακοσμητικές μεμβράνες	65
6.2.8 Μembrάνες αντι – ηλεκτρομαγνητικές ή αντικατασκοπείας	66
6.2.9 Μembrάνες ολογραφικές	68
6.2.10 Μembrάνες LCD	70
6.3 Σύνοψη κεφαλαίου	71
7. Ο ρόλος του υαλοπίνακα στην ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου	72
8. Γενικά συμπεράσματα	76
Βιβλιογραφία	77

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο σε πρώτη φάση την εισαγωγή και την ανάλυση των βασικών ειδών των υαλοπινάκων, των χαρακτηριστικών τους, των ιδιοτήτων τους και των πλεονεκτημάτων εφαρμογής τους στον κτιριακό τομέα. Ακολουθεί μια βασική αναφορά στα κουφώματα PVC και των χαρακτηριστικών τους μιας και αποτελούν βασικό κομμάτι του συστήματος κούφωμα – υαλοπίνακας. Στη συνέχεια γίνεται εισαγωγή στον τομέα των μεμβρανών (φιλμ) και ανάλυση των ιδιοτήτων, των χαρακτηριστικών και των εφαρμογών τους σε συνδυασμό με τους υαλοπίνακες. Τέλος γίνεται μια αναφορά στη σχέση των υαλοπινάκων στην εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα. Η παρούσα πτυχιακή ακολουθεί την παρακάτω διάρθρωση :

Στο **1^ο κεφάλαιο** γίνεται μια εισαγωγή σχετικά με την ιστορική εξέλιξη του γυαλιού, καθώς και στην εξέλιξη της διαδικασίας παραγωγής και χρήσης του από την αρχαιότητα μέχρι και σήμερα.

Στο **2^ο κεφάλαιο** περιγράφονται οι ιδιότητες του γυαλιού οι οποίες χωρίζονται σε φυσικές, οπτικές, μηχανικές & θερμικές, και γίνεται ανάλυση των επιμέρους χαρακτηριστικών τους.

Στο **3^ο κεφάλαιο** γίνεται παρουσίαση των διαφόρων ειδών υαλοπινάκων που μπορεί να συναντήσει κάποιος στην αγορά και γίνεται εκτενής αναφορά στις ιδιότητές τους, τα χαρακτηριστικά τους και στις εφαρμογές τους.

Το **4^ο κεφάλαιο** σχετίζεται με τα κουφώματα PVC, αναλύονται τα χαρακτηριστικά τους και οι εφαρμογές τους σε συνδυασμό με τους υαλοπίνακες.

Στο **5^ο κεφάλαιο** παρουσιάζεται η ιστορική εξέλιξη των μεμβρανών (φιλμς) και περιγράφεται η δομή τους και τα βασικά χαρακτηριστικά τους.

Στο **6^ο κεφάλαιο** γίνεται παρουσίαση των κατηγοριών των μεμβρανών που διατίθενται στο εμπόριο, γίνεται ανάλυση & σύγκριση των ιδιοτήτων τους ανά κατηγορία και παρουσιάζονται οι πρακτικές εφαρμογές τους.

Στο 7^ο κεφάλαιο περιγράφεται η σχέση υαλοπίνακα – κτιριακού τομέα και γίνεται αναφορά σε συγκριτικές μελέτες σχετικά με την εξοικονόμηση ενέργειας από την χρήση τους τα περιβαλλοντικά οφέλη τους.

Στο 8^ο κεφάλαιο παρουσιάζεται το γενικό συμπέρασμα μέσα από την πορεία και την αλληλουχία της εργασίας σχετικά με τους υαλοπίνακες και τις μεμβράνες.

ADVANCED GLAZING WITH WINDOW FILMS

The purpose of this study is the analysis of advanced glazing focusing on window films.

At first there is a reference to the historical development, manufacturing progress and applications of glass. The physical, mechanical thermal and optical properties of glass are also analyzed. The analysis of different type of glass, their properties, characteristics and practical applications are also presented. A brief reference to PVC window frames is also demonstrated following by the historical development of window films. Window films are divided into two main categories: a) films with improved optical and thermal properties and b) specific requirements films. Finally, a brief reference to comparative studies related to energy savings and environmental benefits also demonstrated.

ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕ MEMBRANES

Ο σκοπός της πτυχιακής εργασίας είναι η ανάλυση των υαλοπινάκων και των μεμβρανών (φίλμς), και των ιδιοτήτων τους. Αρχικά γίνεται αναφορά στην ιστορική εξέλιξη του υαλοπίνακα και στην διαδικασία παραγωγής και χρήσης του γυαλιού. Στη συνέχεια αναλύονται οι φυσικές, μηχανικές οπτικές και θερμικές ιδιότητες του. Ακολουθεί ανάλυση των διαφόρων ειδών υαλοπινάκων, των ιδιοτήτων τους, των χαρακτηριστικών τους και των πρακτικών εφαρμογών τους. Παρακάτω γίνεται μια συνοπτική αναφορά στα κουφώματα PVC και ακολουθεί η ιστορική εξέλιξη των μεμβρανών (φίλμς), όπου περιγράφεται η δομή τους και τα βασικά χαρακτηριστικά τους. Στη συνέχεια γίνεται ανάλυση των μεμβρανών οι οποίες χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες : α) με βελτιωμένες οπτικές και θερμικές ιδιότητες και β) ειδικών απαιτήσεων (μη ενεργειακών). Πραγματοποιείται επίσης ανάλυση των ιδιοτήτων τους ανά κατηγορία και παρουσιάζονται οι πρακτικές εφαρμογές τους. Τέλος γίνεται μια συνοπτική αναφορά σε συγκριτικές μελέτες σχετικά με την εξοικονόμηση ενέργειας από την χρήση τους αλλά και στα περιβαλλοντικά οφέλη.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η περιβαλλοντική μόλυνση, το κόστος κατανάλωσης της ενέργειας και η ανάγκη για καλύτερη θωράκιση των ευπαθών σημείων ενός κτιρίου οδήγησαν στην εξέλιξη ενός υλικού που υπήρχε από την αρχαιότητα : του γυαλιού. Το γυαλί είναι το βασικό υλικό που χρησιμοποιείται για την πλήρωση των ανοιγμάτων στον κατασκευαστικό τομέα (υαλοπίνακες) αλλά και σε άλλους τομείς (όπως π.χ. της αυτοκινητοβιομηχανίας). Με την πάροδο των χρόνων έχει γνωρίσει τεράστια εξέλιξη και έχουν δημιουργηθεί πλέον πολλά είδη υαλοπινάκων διαφορετικών ιδιοτήτων για ποικίλες εφαρμογές. Στόχοι αποτελούν η εξοικονόμηση ενέργειας η οποία συνεπάγεται εξοικονόμηση λειτουργικού κόστους και φιλικότητα προς το περιβάλλον.

Παράλληλα με την πρόοδο της τεχνολογίας των υαλοπινάκων ένας διαφορετικός τομέας άμεσα συσχετιζόμενος και επίσης αναπτυσσόμενος είναι ο τομέας των μεμβρανών, [φιλμ (windows films)]. Οι μεμβράνες προσαρτώνται στον υαλοπίνακα που με τον κατάλληλο συνδυασμό μπορούν να προσδώσουν συγκεκριμένες θερμικές και οπτικές ιδιότητες αναλόγως βέβαια των αναγκών του χώρου που θα τοποθετηθούν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

1.1 Ιστορική εξέλιξη του υαλοπίνακα

Το γυαλί υπήρχε ανέκαθεν στη φύση, σχηματισμένο από το λιώσιμο συγκεκριμένων πετρωμάτων, σε συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών (κυρίως μετά από ηφαιστειακές εκρήξεις). Πρόκειται για τον οψιδιανό, ένα σκούρο αδιαφανές πέτρωμα, που χρησιμοποιήθηκε πριν από χιλιάδες χρόνια για την κατασκευή κοσμημάτων αγγείων, εργαλείων και όπλων.

Η πρώτη ιστορική αναφορά παραγωγής γυαλιού από ανθρώπινη δραστηριότητα έγινε από ένα τυχαίο περιστατικό. Κατά τον ιστορικό Πλίνιο, σε ένα πρόχειρο τζάκι από πέτρες ορυκτής σόδας ανάψανε φωτιά. Η μεγάλη θερμοκρασία φαίνεται πως σιγά - σιγά έλιωσε το νάτριο των πετρωμάτων και καθώς το τήγμα ανακατεύτηκε με την άμμο, σχηματίστηκε ένα παχύρευστο ημιδιαφανές υγρό, που το πρωί ήταν σκληρό.

Το 1500 π.Χ η παραγωγή γυάλινων αντικειμένων είναι πλέον γεγονός και οι πόλεις- κράτη που δραστηριοποιούνται στον τομέα αυτό είναι κυρίως οι Μυκήνες, η Κίνα και η Συρία.

Μεταγενέστερα, κατά τον 9^ο αιώνα οι Αιγύπτιοι αναπτύσσουν σε πολύ μεγάλο βαθμό τη μέθοδο παραγωγής γυάλινων αντικειμένων χρησιμοποιώντας καλούπια. Το ενδιαφέρον και η επιμονή τους ήταν σημαντικό με αποτέλεσμα για τα επόμενα 500 χρόνια να είναι η μητρόπολη του γυαλιού, ενώ λέγεται, ότι από εκεί διαδόθηκε αυτή η σπάνια τέχνη στην Ιταλία. Αυτό που έδωσε τη μεγάλη ώθηση στην εξάπλωσή της, ήταν η ανακάλυψη του φυσητού γυαλιού, που χρονολογικά τοποθετείται μεταξύ του 27 π.Χ. και 14 μ.Χ. Ο μακρύς λεπτός μεταλλικός σωλήνας που χρησιμοποιείται για την διαδικασία του φυσηματος, έχει αλλάξει ελάχιστα από τότε. Το γυαλί, είναι διαφανές, όταν δεν έρχεται σε επαφή με άλλα πιο ψυχρά σώματα κατά την φάση της στερεοποίησής του.

* [ΠΗΓΗ: Ιστότοπος : www.vasglass.gr (Ιστορία Υαλοπίνακα)]

1.2 Διαδικασία παραγωγής υαλοπινάκων

Το γυαλί, κατά την πήξη του, όταν έρχεται σε επαφή με στερεά σώματα παύει να είναι διαφανές και είναι μόνο φωτοδιαπερατό (χυτό γυαλί). Το χυτό, επίπεδο γυαλί πρωτοεμφανίζεται τον πρώτο π.Χ. αιώνα στην Ρώμη. Το λιωμένο γυαλί χύνεται σε ξύλινα επίπεδα καλούπια που έχουν προηγουμένως βραχεί. Τα πρώτα αυτά επίπεδα γυαλιά έχουν διαστάσεις 40X40 εκ. και πάχος 4 έως 5 χιλιοστών. Το γυαλί αυτό χρησιμοποιείται στα παράθυρα.

Οι πρώτοι υαλοπίνακες της ιστορίας τοποθετούνται την πρώτη μ.Χ. δεκαετία, στην Ρώμη, αν και οι Ρωμαίοι δεν είχαν ακόμη ανακαλύψει κατάλληλες μεθόδους λείανσης για το διαφανές γυαλί. Χυτά γυαλίνα παράθυρα, χαμηλής οπτικής ποιότητας, άρχισαν να εμφανίζονται στα σημαντικότερα κτίρια στην Ρώμη καθώς και στις πολυτελείς βίλλες της Πομπηίας, παρέχοντας προστασία των κατοίκων τους από καιρικά φαινόμενα (άνεμο, βροχή, κρύο κλπ) ενώ επέτρεπαν την είσοδο του φωτός. Λίγο αργότερα οι Ρωμαίοι παράγουν τους πρώτους καθρέπτες, επιστρώνοντας την μια πλευρά των υαλοπινάκων με μόλυβδο.

Γύρω στα 1.000 μ.Χ. παρουσιάζονται σημαντικές αλλαγές στην τεχνολογία του γυαλιού καθώς αναπτύσσεται από Γερμανούς υαλουργούς, μια μέθοδος παραγωγής επίπεδου γυαλιού. Φυσώντας έφτιαχναν μια κοίλη γυάλινη σφαίρα την οποία ταλάντευαν κάθετα, κρατώντας την από τον σωλήνα. Η βαρύτητα έδινε ένα μακρόστενο σχήμα στο ζεστό γυαλί μετατρέποντάς το σ' ένα κυλινδρικό «καβούκι» μήκους μέχρι και 3 μέτρων και πλάτους 45 περίπου εκατοστών. Όσο ήταν ακόμη ζεστό το γυαλί, το έβαζαν σ' ένα επίπεδο τραπέζι, έκοβαν τα άκρα του «καβουκιού» και έσκιζαν κατά μήκος τον κύλινδρο ώστε να ανοίξει σ' ένα επίπεδο φύλλο. Η μέθοδος αυτή εξελίχθηκε αργότερα από Βενετούς τεχνίτες οι οποίοι, πέρα από την τελειοποίηση της μεθόδου, ανέπτυξαν και νέες όπως η τεχνική της επιμετάλλωσης με υδράργυρο που παρήγαγε τους ονομαστούς σε όλη την Ευρώπη καθρέπτες.

Στα 1688, εξελίχθηκε μια νέα διαδικασία παραγωγής επίπεδου γυαλιού με κύριο σκοπό την παραγωγή καθρεπτών. Λιωμένο γυαλί χύνεται επάνω σ' ένα ειδικό τραπέζι και κυλινδρώνεται ώστε να γίνει επίπεδο. Εξαιτίας της επαφής του με την τράπεζα και τον κύλινδρο το γυαλί αρχικά είναι θολό. Αφού κρυώσει, η πλάκα του γυαλιού μεταφέρεται επάνω σ' ένα στρογγυλό τραπέζι όπου τροχίζεται (λειανίνεται) αρχικά με περιστρεφόμενους μαντεμένιους δίσκους, με λειαντική άμμο μετά και στο τελικό στάδιο γυαλίζεται με τσόχινους δίσκους. Το αποτέλεσμα της

διαδικασίας αυτής ήταν επίπεδα γυαλιά με καλή ποιότητα. Όταν επιστρωνόταν στην μια τους πλευρά με ένα ανακλαστικό, εύηκτο μέταλλο, μπορούσαν να παραχθούν υψηλής ποιότητας καθρέπτες.

Οι τεχνικές της υαλουργίας διαδόθηκαν σε όλη την Ευρώπη. Έτσι, με την ίδρυση της Βρετανικής Εταιρίας Υαλοπινάκων το 1773 και χωρίς κάποια σημαντική εξέλιξη στο διάστημα που μεσολάβησε, η Αγγλία κατέστη το εμπορικό κέντρο όσον αφορά τους ποιοτικούς υαλοπίνακες παραθύρων. Την δεκαετία του 1870, ο υαλουργός George Ravenscroft, χρησιμοποιώντας οξείδιο του μολύβδου αντί για ποτάσα (υδροξείδιο του καλίου), παράγει διαυγές γυαλί μεγάλης αντοχής το οποίο μπορεί πλέον να χαραχθεί.

Η βιομηχανική επανάσταση επέδρασε καταλυτικά και στον τομέα της παραγωγής αρχιτεκτονικού γυαλιού τόσο με την ανάπτυξη της μηχανικής τεχνολογίας όσο και με την επιστημονική έρευνα ως προς την χημική σύνθεση του γυαλιού και τα φυσικά του χαρακτηριστικά. Σημαντική στη σύγχρονη έρευνα του γυαλιού είναι η συνεισφορά του Γερμανού Otto Schott (1851-1935), ο οποίος χρησιμοποίησε επιστημονικές μεθόδους για να μελετήσει τις επιδράσεις πλήθους χημικών στοιχείων επάνω στα οπτικά και θερμικά χαρακτηριστικά του γυαλιού. Όπως αναφέρεται αναλυτικά στον ιστότοπο (<http://www.yalosyiannoulis.gr/history.html>), "*το 1871 ο William Pilkington, εφηύρε μια μηχανή που αυτοματοποίησε την παραγωγή των υαλοπινάκων που φτιάχνονταν από τον J.H.Lubber στην Αμερική. Ο Αμερικανός μηχανικός Michael Owens ανακαλύπτει μια αυτόματη φιάλη παραγωγής φουσητού γυαλιού. Με την ταυτόχρονη βελτίωση του συστήματος τροφοδοσίας, κατέστη δυνατή η βιομηχανική παραγωγή φιαλών σταθερού μεγέθους σε ταχείς ρυθμούς*".

Η πρόοδος υπήρξε ραγδαία την δεκαετία 1920 - 1930. Και στις δύο πλευρές του Ατλαντικού ανεπτύχθησαν και μπήκαν σε εμπορική εφαρμογή καινοτόμες μέθοδοι παραγωγής αρχιτεκτονικού γυαλιού. Κυριότερες εξ αυτών η μέθοδος του τραβηγτού (etire) γυάλινου «σεντονιού» (sheet glass) του Βέλγου Emille Fourcault (1905), η οποία αναπτύχθηκε σχεδόν ταυτόχρονα με αυτήν του Αμερικανού Irving Colburn σε συνεργασία με την εταιρία Libbey-Owens. Με την νέα, αυτοματοποιημένη αυτή μέθοδο, το παχύρευστο γυαλί τραβιόταν από τον κλίβανο, σχημάτιζε ένα συνεχές γυάλινο σεντόνι το οποίο ισοπεδωνόταν και κρύωνε περνώντας ανάμεσα από κυλίνδρους αμιάντου. Αν και το γυαλί που παραγόταν δεν ήταν τελείως απαλλαγμένο από ελαττώματα, η νέα αυτή τεχνική κυριάρχησε, με αποτέλεσμα στις δεκαετίες 1920- 1930 οι τιμές του επίπεδου γυαλιού να έχουν υποχωρήσει σε ποσοστά έως και 60%. Η τεχνική της έλξης (etire) έδωσε και την δυνατότητα παραγωγής

διακοσμημένου γυαλιού (figured glass), αφού στην περίπτωση αυτή το γυαλί περνούσε ανάμεσα από κυλίνδρους με αποτυπωμένα στην επιφάνειά τους ανάγλυφα σχέδια τα οποία διαμόρφωναν αντίστοιχα την επιφάνεια του γυαλιού.

Με καμιά από τις παραπάνω μεθόδους δεν κατέστη δυνατόν να παραχθεί επίπεδο γυαλί με τα επιθυμητά οπτικά χαρακτηριστικά, ώσπου μετά τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, η Βρετανική εταιρία "Pilkington Brothers Ltd" παρουσίασε την νέα μέθοδο παραγωγής επίπεδου γυαλιού την οποία εφεύρε ο Alastair Pilkington, με την επωνυμία "float" και η οποία τέθηκε σε εμπορική εφαρμογή το 1959, συνδυάζοντας για πρώτη φορά το λαμπερό φινίρισμα του γυάλινου «σεντονιού» με την οπτική ποιότητα της πλάκας γυαλιού. Το λιωμένο γυαλί, περνάει (χύνεται) από τον φούρνο τήξης σ' ένα ρηχό μπάνιο με λιωμένο κασσίτερο, στην ιδανικά επίπεδη επιφάνεια του οποίου επιπλέει (floats) ως ελαφρύτερο. Τότε, απλώνει και αποκτά επίπεδη μορφή διαμορφώνοντας μια λεία και απόλυτα επίπεδη μάζα γυαλιού. Στην συνέχεια τραβιέται οριζοντίως μέσα στον θάλαμο ανόπτησης (όπου θερμαίνεται σε υψηλή θερμοκρασία) σχηματίζοντας μια συνεχή γυάλινη ταινία μέχρι την γραμμή κοπής. Με αυτή την μέθοδο παράγεται σήμερα το σύνολο σχεδόν του επίπεδου γυαλιού παγκοσμίως.

* **[ΠΗΓΕΣ: Ιστότοποι: www.wikipedia.gr, www.neatorama.com, www.glasslinks.com]**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΓΥΑΛΙΟΥ

2.1 Γενική περιγραφή

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται μια εκτενής αναφορά των φυσικών, οπτικών και μηχανικών ιδιοτήτων του γυαλιού.

Το γυαλί είναι ένα υλικό μη κρυσταλλικής δομής, διαφανές (στο φάσμα του ορατού φωτός και όχι μόνο καθώς και άλλες μορφές ακτινοβολίας όπως π.χ. υπεριώδης και υπέρυθη το διαπερνούν) και στερεό υψηλής σκληρότητας. Επίσης, είναι εύθραυστο και χημικά και βιολογικά αδρανές. Η αδράνεια είναι μια ιδιαίτερα χρήσιμη ιδιότητα του γυαλιού διότι καθώς δύσκολα μεταβάλλει τη χημική του σύσταση ή αντιδρά με άλλες ουσίες.

Το κοινό γυαλί το οποίο χρησιμοποιείται στα κτίρια, είναι προϊόν τήξης πυριτικής άμμου (SiO_2) 65%, (συνθετικής) σόδας (Na_2CO_3) 15% και ασβεστόλιθου (CaCO_3)/δολομίτη ($\text{CaCO}_3\text{-MgCO}_3$) 18%. Στο «χαρμάνι» προστίθενται κατά περίπτωση και άλλα υλικά (όπως μεταλλικά οξειδία Al_2O_3 , MgO , Fe_2O_3), σε μικρές ποσότητες, για να βελτιώσουν τα φυσικά χαρακτηριστικά του γυαλιού, για να διευκολύνουν την διαδικασία παραγωγής ή για να χρωματίσουν την μάζα του. Άλλοι τύποι γυαλιών (κρύσταλλα, βοριοπυριτικά γυαλιά κλπ), προκύπτουν από συνδυασμούς των βασικών πρώτων υλών με άλλα δευτερεύοντα υλικά (νάτριο, οξείδιο του καλλίου, οξείδιο του ασβεστίου κ.α.), Σε συγκεκριμένες αναλογίες.

* [ΠΗΓΕΣ: Ιστότοποι: www.k-glass.gr, www.vasglass.gr, www.infoplease.com]

2.2 ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Τα κύρια χαρακτηριστικά του γυαλιού είναι διαφάνεια και η χημική αντίσταση. Το γυαλί είναι άκαμπτο υλικό σε χαμηλές θερμοκρασίες και γίνεται πλαστικό σε υψηλές δηλ. γύρω στους 900°C. Ως εύπλαστο υγρό μπορεί να κατεργαστεί με διαφορετικούς τρόπους για να μορφοποιηθεί. Σε αυτή την παράγραφο εξετάζονται εκτενέστερα οι κύριες φυσικές του ιδιότητες.

2.2.1 Ιξώδες

Το ιξώδες¹ είναι η ιδιότητα που έχει ένα ρευστό να παρουσιάζει αντίσταση κατά τη ροή του, ως αποτέλεσμα της εσωτερικής τριβής των μορίων του. Το γυαλί αναφέρεται με ιξώδες 40-100Nt.sec.m⁻² όπου 1Nt.sec.m⁻²=10 poise.

Οι μεταβολές του ιξώδους συμβαίνουν σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα και για να περιγραφούν τα διάφορα στάδια των αλλαγών αυτών, χρειάζεται ένας σημαντικός αριθμός καταγραφής στοιχείων και παραγόντων.

Κατά την διάρκεια της τήξης του γυαλιού² ο συντελεστής ιξώδους του τήγματος μπορεί να μειωθεί και κάτω από 10² poise. Για το φορμάρισμα του γυαλιού ο συντελεστής ιξώδους θα πρέπει να είναι από 10³ έως 10⁷ poise, ενώ η μάζα του γυαλιού μπορεί να δουλευτεί σε φλόγα οπότε ο συντελεστής ιξώδους κυμαίνεται από 10⁶ έως 10⁹ poise. Τέλος, κατά την ψύξη του γυαλιού ο συντελεστής ιξώδους κυμαίνεται από 10¹³ έως 31.6 10¹³ poise.

Αμέσως μετά την παραγωγή ενός φύλλου γυαλιού (τζάμι), αυτό ψύχεται απότομα, η εξωτερική επιφάνεια σκληραίνει αρκετά, πριν η εσωτερική του ψυχθεί και συσταλεί. Όσο μεγαλύτερο είναι το πάχος του τζαμιού, τόσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά του βαθμού ψύξης μεταξύ των δύο επιφανειών. Η εσωτερική συστολή συμπιέζει τις επιφάνειες και το

¹ Υψηλό ιξώδες και μικρή ρευστότητα παρουσιάζουν τα παχύρρευστα υγρά. Αντίθετα, τα λεπτόρρευστα υγρά έχουν μικρό ιξώδες και μεγάλη ρευστότητα. Θεωρείται σημαντική ιδιότητα διότι καθορίζει την αντίσταση του ρευστού σε διαμητικές τάσεις.

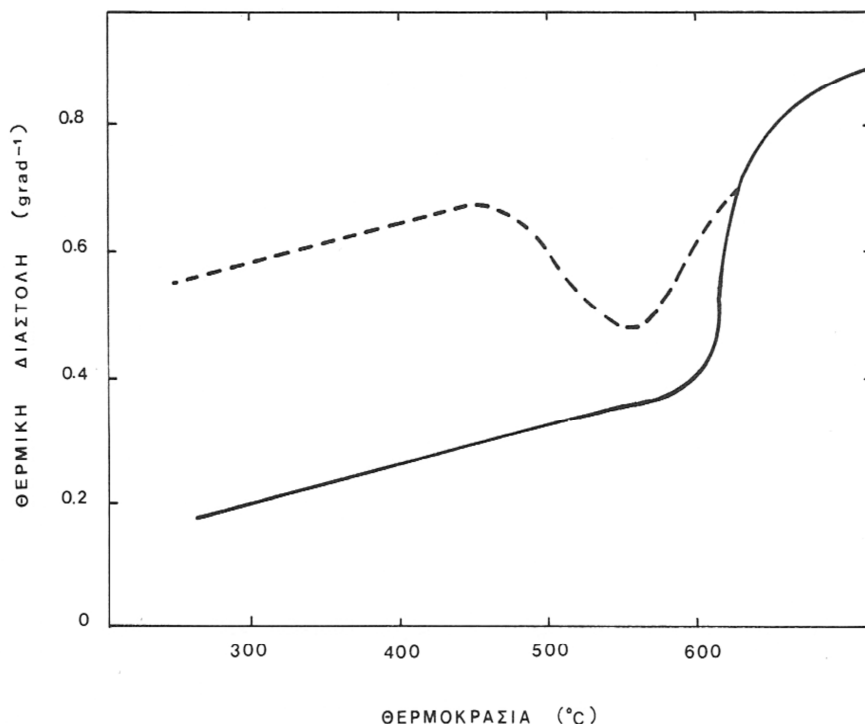
² Κατά την διάρκεια κατεργασίας του γυαλιού παρατηρείται μια θερμοκρασιακή διαφορά ανάμεσα στην θερμοκρασία στην οποία γίνεται η κατεργασία του υλικού και στο σημείο πλαστικότητας του. Αυτό ονομάζεται εύρος κατεργασίας. Στην επεξεργασία του γυαλιού η θερμοκρασία του πέφτει με ρυθμό που διαφοροποιείται σημαντικά, μεταξύ άλλων, από την παρουσία ακάθαρτων σωματιδίων στη σύσταση του και από το βαθμό οξειδωσης αυτών.

εσωτερικό με εφελκυσμό, με αποτέλεσμα να προκύπτει μία σταθερή κατάσταση. Επομένως, αν το γυαλί ψύχεται σταδιακά κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες στερεοποίησης, θα αναπτυχθούν εσωτερικές καταπονήσεις που μπορούν να προκαλέσουν απότομα σπάσιμο του γυαλιού.

* [ΠΗΓΕΣ: *Ιστότοποι: www.dspace.lib.ntua.gr, www.math.ucr.edu, www.prismaglass.wordpress.com, "Physics of Amorphous Materials" by S.R. Elliott (London: Longman Group Ltd, 1983)]*

2.2.2 Μεταβατικό σημείο ή οριακή θερμοκρασία

Η διαστολή του γυαλιού εξετάζεται μέσα από την καμπύλη θερμικής διαστολής, μέχρι μια θερμοκρασία της τάξης των 700°C αναλόγως της σύστασης του γυαλιού. Ως διαδικασία είναι αρκετά σύνθετη και πολύπλοκη για να αναλυθεί. Το παρακάτω σχήμα παριστάνει την καμπύλη θερμικής διαστολής (καμπύλη Β) ενός γυαλιού που έχει θερμανθεί η οποία έχει μια αρκετά σταθερή κλίση μέχρι τη θερμοκρασία των 580°C και στην συνέχεια μια σχετικά απότομη αύξηση εξαιτίας της αύξησης του συντελεστή διαστολής. Αυτό οφείλεται στην αύξηση της θερμοκρασίας στο σημείο αυτό (συνήθως για λόγους επεξεργασίας), με αποτέλεσμα τα μόρια να έχουν αρκετή ενέργεια που καθιστά την κατανομή τους περισσότερο τυχαία από το αμέσως προηγούμενο στάδιο. Αυτό όμως προϋποθέτει υψηλό συντελεστή διαστολής που προσομοιάζεται περισσότερο με τα υγρά παρά με τα στερεά.



* *Διάγραμμα 2.1 : Καμπύλη θερμικής διαστολής ενός δείγματος γυαλιού που έχει ψυχθεί (α) και δείγματος ίδιου γυαλιού που έχει θερμανθεί (β)*
 [πηγή: www.materials.uoi.gr]

* [ΠΗΓΕΣ: Ιστότοποι: www.materials.uoi.gr, www.us.schott.com]

2.2.3 Θερμική διαστολή

Τα περισσότερα υλικά διαστέλλονται όταν θερμαίνονται και συστέλλονται όταν ψύχονται. Για ένα μεγάλο εύρος θερμοκρασιών η μεταβολή του όγκου που ορίζεται ως συντελεστής κυβικής διαστολής (CVE), είναι κανονική. Όμως, για πρακτικούς λόγους χρησιμοποιείται ο συντελεστής γραμμικής διαστολής, δηλ. η αύξηση του μήκους του υλικού ανά μονάδα μήκους, όταν αυξάνει η θερμοκρασία κατά 1°C. Οι τιμές των συντελεστών γραμμικής διαστολής των γυαλιών είναι της τάξης από 5.0 μέχρι $10 \cdot 10^{-6} \text{ grad}^{-1}$.

Οι τιμές του συντελεστή θερμικής διαστολής ενός συγκεκριμένου γυαλιού μπορούν να μετρηθούν με διάφορες τεχνικές ή να υπολογισθούν από την χημική του σύνθεση ανάλογα με τον συντελεστή γραμμικής διαστολής των συστατικών που το αποτελούν.

* [ΠΗΓΗ: Ιστότοπος: www.dspace.lib.ntua.gr]

2.3 ΟΠΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Το κοινό γυαλί, επιτρέπει τη διάδοση του ορατού φωτός διαμέσου του οπότε είναι διαφανές.

Η παρουσία στο γυαλί προσμίξεων, όπως μικρές ποσότητες οξειδίου του σιδήρου, μπορεί να προκαλέσουν επίσης απορρόφηση του ορατού φωτός, οπότε το γυαλί αποκτά ελαφρά απόχρωση.

Κάποιες από τις κυριότερες οπτικές ιδιότητες του είναι η ανακλαστικότητα, η διάθλαση και ο συντελεστής σκίασης, των οποίων η ανάλυση γίνεται παρακάτω (πίνακας 3.1).

Από την ηλιακή ενέργεια που προσπίπτει σε ένα υαλοπίνακα ένα μέρος διαπερνά το γυαλί προς τον εσωτερικό χώρο (διαπερατότητα άμεσης ενέργειας Q_{in}) και ένα μέρος αντανακλάται πίσω προς τον εξωτερικό χώρο (αντανάκλαση άμεσης ενέργειας Q_{out}) και ένα μέρος απορροφάται. Επιπλέον, το γυαλί εκπέμπει ένα ποσό έμμεσης θερμότητας προς το εσωτερικό (q_{in}) και προς το εξωτερικό (q_{out}). Προφανώς, το άθροισμα των Q_{in} , Q_{out} , q_{in} , q_{out} ισούται με την συνολική προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία.

Η διαπερατότητα του γυαλιού το ορατό φως κυμαίνεται γύρω στο 0,90 (δηλ. ένας μονός διάφανος υαλοπίνακας πάχους 4mm επιτρέπει στο 90% του φωτός να εισέλθει). Στο κεφάλαιο 3 περιγράφονται υαλοστάσια διαφόρων κατηγοριών (στα οποία οι ιδιότητες αυτές διαφοροποιούνται κατά περίπτωση).

Επιπρόσθετα το γυαλί έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά όσον αφορά τις ιδιότητες του :

- Οι οπτικές ιδιότητές του δεν επηρεάζονται με το πέρας του χρόνου
- Μπορεί να παραχθεί με τελείως επίπεδες – ομοιογενείς πλάκες και παράλληλες επιφάνειες



* Εικόνα 2.1[πηγή: www.vasglass.gr]

* [ΠΗΓΕΣ: Ιστότοποι: www.web.mst.edu, : www.patrinos.gr, www.alfaglass.gr, www.alfaglass.gr, www.prismaglass.gr, *The properties of optical glass – Hans Norbert Neuroth Springer (August 6 1998)*, www.library.tee.gr - (Νικόλας Μαλεφάκης, Τεχνικός Σύμβουλος, Αντ. Ν. Μαλεφάκης ΑΕΒΕ)]

2.4 ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

2.4.1 Ελαστικότητα

Το γυαλί δεν παρουσιάζει μόνιμη παραμόρφωση μέχρι να σπάσει. Όμως είναι εύθραυστο και σπάει εάν εκτεθεί σε συγκεκριμένη τάση. Έχει βαθμό ελαστικότητας 70.000 N/mm^2 και βαθμό δυσκαμψίας 29.166 N/mm^2 .

* [ΠΗΓΗ: *Mechanical Properties and Fracture Analysis of Glass*, David Dutt, Chromaglass Inc.]

2.4.2 Αντοχή στον εφελκυσμό

Όταν κάμπτεται ένας υαλοπίνακας, έχει την μία του πλευρά υπό σύνθλιψη (την εσωτερική) και την άλλη (την εξωτερική) υπό εφελκυσμό. Αν και η αντίσταση του γυαλιού στην σύνθλιψη (συμπίεση) είναι πολύ υψηλή, η αντίστασή του στις τάσεις εφελκυσμού, είναι σημαντικά χαμηλότερη. Η αντίσταση σε θραύση λόγω κάμψης έχει τις εξής τιμές: 40 Newton/mm^2 (= 40 MPa) για το κοινό γυαλί, $120 - 200 \text{ Newton/mm}^2$

(= 120MPa) για το «ψημένο» γυαλί, ανάλογα με το πάχος του, το τρόχισμα, τις τρύπες, εγκοπές κλπ.

* [ΠΗΓΗ: *Mechanical Properties and Fracture Analysis of Glass, David Dutt, Chromaglass Inc.*]

2.4.3 Αντοχή στη σύνθλιψη

Η αντοχή στην σύνθλιψη του γυαλιού είναι εξαιρετικά υψηλή: 1.000 Newton/mm² ή 1.000 MPa. Αυτό σημαίνει ότι για τον θρυμματισμό ενός κύβου γυαλιού ενός εκατοστού (1cm), χρειάζεται ένα βάρος 10 τόνων περίπου.

* [ΠΗΓΗ: *Mechanical Properties and Fracture Analysis of Glass, David Dutt, Chromaglass Inc.*]

2.4.4 Πυκνότητα

Η πυκνότητα³ του γυαλιού, δηλ. η μάζα ανά μονάδα όγκου των γυαλιών, η οποία μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ 2400-5900 kg/m³, και εξαρτάται από τη σύστασή του.

Η πυκνότητα του γυαλιού μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Η πυκνότητα του γυαλιού σε θερμοκρασία T εξαρτάται από την πυκνότητα στους 1400°C και δίνεται από την εξίσωση :

$$\rho_T = \rho_{1400} / [1 + \beta(T - 1400)]$$

όπου:

β : ο συντελεστής θερμικής κυβικής διαστολής

* [ΠΗΓΗΣ: *Ιστότοποι : www.vasglass.gr, Mechanical Properties and Fracture Analysis of Glass, David Dutt, Chromaglass Inc.*]

2.4.5 Σκληρότητα σε εγχάραξη

Η ιδιότητα της σκληρότητας δεν μπορεί να προσδιοριστεί με ακρίβεια επειδή εξαρτάται και από άλλες ιδιότητες (π.χ. τη θερμοκρασία κατεργασίας, την αναλογία συστατικών κ.α.) ανάλογα με την φύση του υλικού που εξετάζεται. Η κλίμακα σκληρότητας Mohs βασίζεται στο γεγονός ότι κάθε ορυκτό στη λίστα είναι λιγότερο σκληρό, δηλ. χαράσσεται, απ' όλα τα προηγούμενά του υλικά στην κλίμακα .

³ Η πυκνότητα του γυαλιού σε τήξη προσδιορίζεται με το ζύγισμα ενός δείγματος από λευκόχρυσο στον αέρα και μέσα στο τήγμα. Κατά τη διαδικασία αυτή προκύπτουν διάφορα σφάλματα που οφείλονται στην προσκόλληση των φυσαλίδων αερίων επάνω στο δείγμα οι οποίες δημιουργούνται κατά τη διαδικασία της τήξης. Διαφορετικά είναι δυνατό να προσδιορισθεί απευθείας ο όγκος του τήγματος ή σε περιπτώσεις γυαλιών υψηλής πυκνότητας να ζυγιστεί το τήγμα μέσα σε ένα δοχείο από λευκόχρυσο σε τήγμα αλάτων, π.χ. NaCl.

Τα γυαλιά, ανάλογα με την σύνθεσή τους, καταλαμβάνουν θέσεις μεταξύ 4.5 και 6.5 της κλίμακας Mohs⁴ όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα :

Ορυκτό	Κλίμακα Mohs
Τάλκης	1
Γύψος	2
Ασβεστίτης	3
Φθορίτης	4
Απατίτης	5
Ορθόκλαστο	6
Χαλαζίας	7
Τοπάζιο	8
Κορούνδιο	9
Διαμάντι	10

* Πίνακας 2.1: Πίνακας σκληρότητας υλικών βάση κλίμακας Mohs, [πηγή: www.realgems.org]

<<Σκληρά γυαλιά>> ονομάζονται εκείνα τα οποία δύσκολα κόβονται σε τροχό, λειαινόνται ή χαράσσονται. Άλλες ποιότητες γυαλιού που χαρακτηρίζονται σαν γυαλιά με μεγάλη σκληρότητα είναι εκείνα τα οποία αντέχουν στις φθορές και εκείνα που δεν μπορούν να χρωματιστούν ικανοποιητικά με άργυρο.

* [ΠΗΓΕΣ: Ιστότοποι: www.realgems.org, www.glassproperties.com, www.alfaglass.gr]

⁴ Η εμπειρική κλίμακα Mohs χρησιμοποιείται για την μέτρηση της σκληρότητας, κυρίως για τα ορυκτά. Στην κλίμακα αυτή κάθε ορυκτό χαράζει τα προηγούμενα και χαράζεται από τα επόμενα.

2.5 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

2.5.1 Συντελεστής Θερμοπερατότητας και Θερμοαγωγιμότητας

Η θερμομονωτική ικανότητα ενός δομικού στοιχείου υαλοπίνακα προσδιορίζεται από τη θερμοπερατότητα (U-Value ή συντελεστής K). Ο συντελεστής θερμοπερατότητας εκφράζει την θερμότητα που διαπερνά μέσα από ένα υλικό ή δομικό στοιχείο λόγω διαφοράς θερμοκρασίας στις δύο του πλευρές και δηλώνει τον ρυθμό απώλειας της θερμότητας. Η μονάδα μέτρησης είναι Watt ανά τετραγωνικό μέτρο και ανά βαθμό Kelvin [W/m²K]. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός μονού υαλοπίνακα 4mm είναι: $U = 5,8\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$. Εκτός από τον συντελεστή K του υαλοπίνακα, υπάρχει και ο συντελεστής για όλο το υαλοστάσιο (συμπεριλαμβανομένου του πλαισίου – κουφώματος).

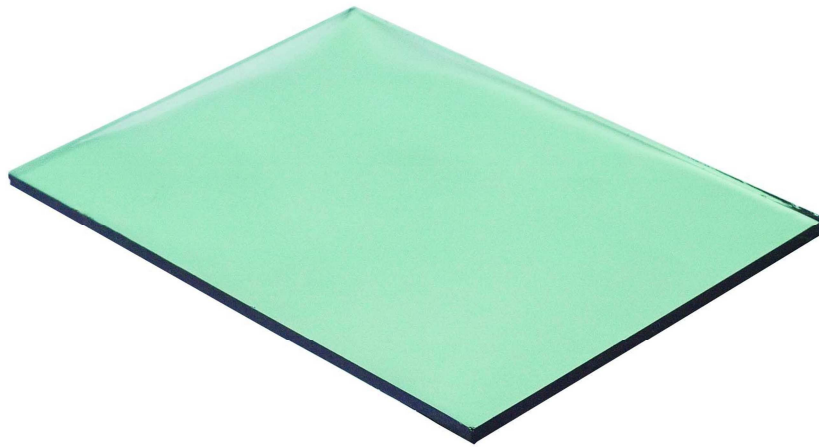
Η θερμοαγωγιμότητα είναι η ικανότητα ενός υλικού να επιτρέπει την διάδοση της θερμότητας (με αγωγή/επαφή). Η θερμοαγωγιμότητα (λ) του γυαλιού είναι μικρή ($\lambda=1,1\text{ W}/(\text{mK})$ περίπου). Οπότε δημιουργείται μία σχετική δυσχέρεια στη μετάδοση της θερμότητας από ένα τμήμα του με υψηλότερη θερμοκρασία, στο υπόλοιπο γυαλί. Ως εκ τούτου δημιουργείται μικρότερη εισροή θερμότητας διαμέσου του τμήματος αυτού σε έναν χώρο και ομοιόμορφη κατανομή στην μάζα του, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται εσωτερικές τάσεις στα όρια των περιοχών με τις διαφορετικές θερμοκρασίες, οι οποίες μπορεί να οδηγήσουν στη θραύση του υαλοπίνακα (σε περιπτώσεις έντονων θερμοκρασιακών μεταβολών).

* [ΠΗΓΕΣ: Ιστότοποι: www.patrinos.gr, www.alfaglass.gr, www.prismaglass.gr, www.library.tee.gr - (Νικόλας Μαλεφάκης, Τεχνικός Σύμβουλος, Αντ. Ν. Μαλεφάκης ΑΕΒΕ)]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΤΥΠΟΙ (ΕΙΔΗ) ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΩΝ

Στο εμπόριο διατίθενται διάφορα είδη υαλοπινάκων και για ποικίλες τις ανάγκες. Οι βασικές κατηγορίες στις οποίες διακρίνονται είναι :

- Απλοί (μονολιθικοί)
- Διπλοί
- Διπλοί με ευγενές αέριο
- Τριπλοί
- Πυρίμαχοι
- U – glass
- Υαλότουβλα
- Φωτοβολταϊκοί
- Θερμοχρωμικοί
- Φωτοχρωμικοί
- Ηλεκτροχρωμικοί



* *Εικόνα 3.1: Απλός (μονολιθικός) υαλοπίνακας [πηγή: www.haufen.gr]*

3.1 ΑΠΛΟΙ (ΜΟΝΟΛΙΘΙΚΟΙ) ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Πρόκειται για την πιο απλή μορφή υαλοπίνακα. Στους υαλοπίνακες αυτούς ο συντελεστής θερμοπερατότητας U-Value μειώνεται όσο αυξάνεται το πάχος του γυαλιού. Για παράδειγμα ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός απλού υαλοπίνακα πάχους 4mm είναι ίσος με 5.8

W/(m² K) ενώ για ένα απλό υαλοπίνακα πάχους 19 mm ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι ίσος με 5.4 W/(m² K).

* Προδιαγραφές απλών υαλοπινάκων

Πάχος [mm]	βάρος [kg/m ²]	ορατό φως[%] ηλιακή ενέργεια[%]					συντελεστής ⁵ σκίασης
		διαπερα ⁶ τότητα	αντανά- κλαση	διαπερα- τότητα	αντανά ⁷ - κλαση	απορρο ⁸ - φηση	
2.00	5.00	91	8	87	8	5	1.03
3.00	7.50	91	8	84	7	9	1.00
4.00	10.00	90	8	82	7	11	0.99
5.00	12.50	90	8	80	7	13	0.97
6.00	15.00	89	8	78	7	15	0.95
8.00	20.00	89	8	74	7	19	0.92
10.00	25.00	88	8	71	7	22	0.90
12.00	30.00	86	8	66	6	28	0.86
15.00	37.50	83	8	62	6	32	0.83

* Πίνακας 3.1: Ιδιότητες απλών υαλοπινάκων, [πηγή: Βιβλιοθήκη Τ.Ε.Ε. (Νικόλας Μαλεφάκης, Τεχνικός Σύμβουλος, Αντ. Ν. Μαλεφάκης ΑΕΒΕ)]

* [ΠΗΓΕΣ: Ιστότοποι: www.yalodomi.gr, www.library.tee.gr - (Νικόλας Μαλεφάκης, Τεχνικός Σύμβουλος, Αντ. Ν. Μαλεφάκης ΑΕΒΕ)]

3.2 ΔΙΠΛΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

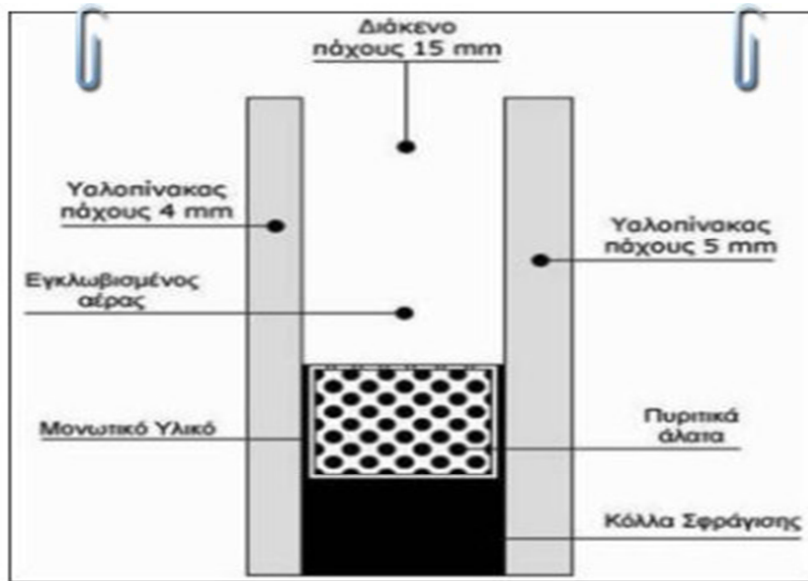
Οι διπλοί υαλοπίνακες αποτελούνται από δυο υαλοπετάσματα τα οποία διαχωρίζονται από ένα στρώμα αέρα. Σε σύγκριση με τους απλούς μονολιθικούς υαλοπίνακες, οι διπλοί υαλοπίνακες περιορίζουν τις θερμικές απώλειες.

⁵ Συντελεστής σκίασης: δείχνει πόση από την ηλιακή ενέργεια αφήνει να περάσει σε σχέση με έναν απλό υαλοπίνακα πάχους 3mm (ηλιακός συντελεστής 0,87)

⁶ Διαπερατότητα: είναι το ποσοστό του φωτός που διαπερνάει τον υαλοπίνακα, κατά τη διάρκεια της ημέρας

⁷ Αντανάκλαση: είναι το ποσοστό του φωτός που προσπίπτει στον υαλοπίνακα και επιστρέφει στο περιβάλλον

⁸ Απορρόφηση: είναι το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται από τον υαλοπίνακα



* Εικόνα 3.2: Δομή διπλού υαλοπίνακα [πηγή: www.yalodomi.gr]

Στους συμβατικούς διπλούς υαλοπίνακες τα 2/3 της απώλειας θερμότητας οφείλονται σε θερμική ακτινοβολία, ενώ το υπόλοιπο 1/3 οφείλεται σε θερμότητα διά επαφής και θερμικά ρεύματα (φαινόμενο συναγωγής⁹), βάσει του 1^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Δομικών Υλικών και Στοιχείων Τ.Ε.Ε. με τεχνικό σύμβουλο τον κύριο Αντώνη Ν. Μαλεφάκη ΑΕΒΕ.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός απλού διπλού υαλοπίνακα ο οποίος αποτελείται από δύο υαλοπίνακες πάχους 4mm ο καθένας με διάκενο 12mm μεταξύ τους είναι 2.9 W/(m² K). Ο συντελεστής θερμοπερατότητας (U-Value) μειώνεται όσο αυξάνεται το πάχος του διακένου σε ένα διπλό υαλοπίνακα μέχρι πάχους διακένου ίσο με 16mm. Για πάχος διακένου μεγαλύτερου από 16 mm ο συντελεστής θερμοπερατότητας αυξάνεται ελάχιστα.

* [ΠΗΓΕΣ: Ιστότοποι: www.yalodomi.gr, www.library.tee.gr Νικόλας Μαλεφάκης, Τεχνικός Σύμβουλος, Αντ. Ν. Μαλεφάκης ΑΕΒΕ]

3.3 ΔΙΠΛΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΜΕ ΕΥΓΕΝΕΣ ΑΕΡΙΟ

Στους διπλούς υαλοπίνακες μπορεί αντί για αέρα στο διάκενο να χρησιμοποιηθεί ένα ευγενές αέριο όπως Αργό (Ar) ή Κρυπτό (Kr). Στην περίπτωση αυτή η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας μπορεί να μειωθεί μέχρι τα 1.1 W/(m² K), στην περίπτωση διπλού υαλοπίνακα ο

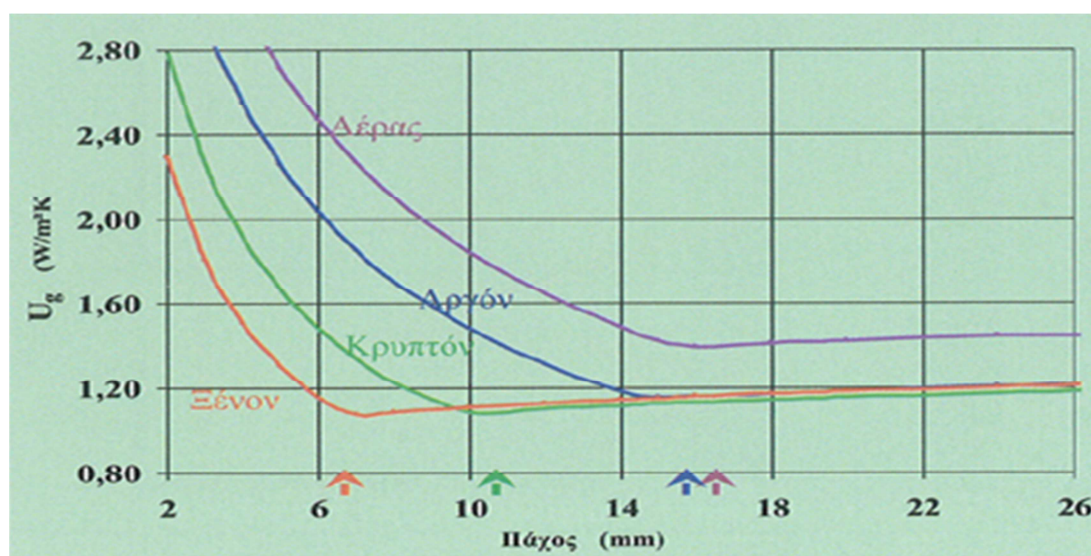
⁹ Όταν ένα στερεό σώμα εκτεθεί σε ένα κινούμενο ρευστό που έχει θερμοκρασιακή διαφορά με το σώμα, τότε ενέργεια μεταφέρεται ή συνάγεται από ή προς το σώμα από το ρευστό.

οποίος αποτελείται από δύο υαλοπίνακες πάχους 4mm ο καθένας με διάκενο 16mm και περιέχει Αργό. Επιπλέον με τη χρήση θερμομονωτικού πηχακίου μπορεί να επιτευχθεί ακόμα καλύτερη θερμομόνωση.



* Εικόνα 3.3: Θερμομονωτικό Πηχακί: [πηγή : www.alumil.com]

Επίσης υπάρχει και μια ξεχωριστή κατηγορία με κενό αέρος το οποίο είναι δύσκολο να επιτευχθεί τεχνικά και για αυτό το λόγο είναι ακριβότερο από τα τρία. Συνιστώνται σε κτήρια με μεγάλα ανοίγματα, όπου απαιτείται υψηλή θερμομόνωση του κελύφους όπως βιβλιοθήκες, σχολεία, εμπορικά κέντρα, κ.α.



* Διάγραμμα 3.1: Σύγκριση αερίων πλήρωσης υαλοπινάκων, [πηγή: www.ktizontastomellon.gr]

* [ΠΗΓΗ: Ιστότοπος: www.ktizontastomellon.gr]

** Τύποι υαλοπινάκων με ευγενές αέριο*

	LIGHT TRANSMISSION (%) ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑ	LIGHT REFLECTION (%) ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΗ	SOLAR FACTOR EN – 410 ΗΛΙΑΚΟΣ ΠΑΡΑΓΩΝ	U- VALUE EN 673 (W/m ² K) ΘΕΡΜΟΧΩΡΙΤΙΚΟΤΗΤΑ	
				Dry Air ΑΕΡΑΣ	ARGO GAS ΑΡΓΟ
TOP N. 6 MM - 16 MM ΔΙΑΚΕΝΟ CLEAR 4 MM	78	13	59	1.4	1.1
W.G. 'D' 6 MM 16 MM ΔΙΑΚΕΝΟ CLEAR 4 MM	73	12	54	1.6	1.4
SOLAR CONTROL70 6MM 16 MM ΔΙΑΚΕΝΟ CLEAR 4 MM	69	12	41	1.3	1.0
SOLAR CONTROL60 6MM 16 MM ΔΙΑΚΕΝΟ CLEAR 4 MM	64	26	42	1.3	1.0
SUNERGY CLEAR 6 MM - 16 MM ΔΙΑΚΕΝΟ CLEAR 4 MM	61	12	52	2.0	1.8
PLANIBEL LOW-E G.4MM 16 MM ΔΙΑΚΕΝΟ CLEAR 4 MM	74	16	66	1.7	1.5
PLANITHERM ONE 6MM 16 MM ΔΙΑΚΕΝΟ CLEAR 4 MM	70	23	46	1.2	1.0
SKN 174 6MM 16 MM ΔΙΑΚΕΝΟ CLEAR 4 MM	67	10	41	1.4	1.1
ΦΟΥΜΕ 4 MM 16 MM ΔΙΑΚΕΝΟ CLEAR 5 MM	60	7	58	2.8	2.6
CLEAR 4 MM 16 MM ΔΙΑΚΕΝΟ CLEAR 5 MM	80	14	74	2.8	2.6
SOLAR STOP 6 MM 16 MM ΔΙΑΚΕΝΟ PLANITHERM ONE 4 MM	18	32	17	1.2	1.0
DARK GREY 8 MM 16 MM ΔΙΑΚΕΝΟ TOP N. 4 MM	3	4	8	1.4	1.1

** Πίνακας 3.2: Ιδιότητες τύπων ενεργειακών υαλοπινάκων, [πηγή: www.chapglass.com]*

3.4 ΤΡΙΠΛΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Οι τριπλοί υαλοπίνακες αποτελούν ένα σύστημα τριών, είτε απλών, είτε ανακλαστικών υαλοπινάκων, οι οποίοι διατηρούνται σε απόσταση μεταξύ τους μέσω μεταλλικής κατασκευής με συνήθη απόσταση 12mm. Ο εγκλωβισμένος στο διάκενο αέρας βελτιώνει τη θερμομονωτική συμπεριφορά του υαλοπίνακα.

Οι θερμομονωτικοί υαλοπίνακες προσφέρουν αύξηση θερμομόνωσης κατά 30% (τιμή συντελεστή θερμομόνωσης $K=1,5-1,7W/m^2K$), και μειώνουν κατά 75% τη διέλευση ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τρεις τύποι τριπλών υαλοπινάκων που μπορεί κανείς να συναντήσει στο εμπόριο.

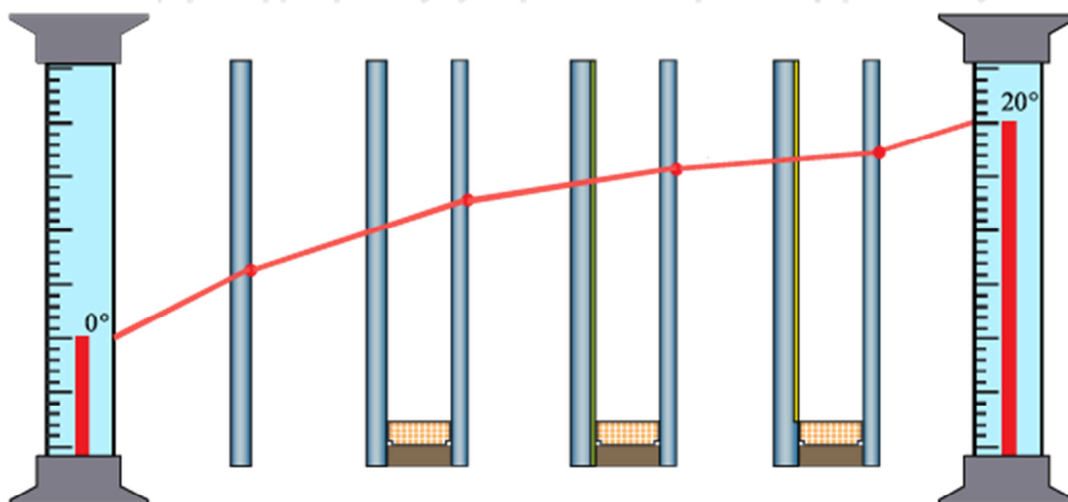
* Προδιαγραφές τριπλών υαλοπινάκων

ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ	ΧΡΩΜΑ ΚΑΙ ΕΙΔΟΣ ΓΥΑΛΙΟΥ	ΠΑΧΟΣ (mm)	ΒΑΡΟΣ (kg/m ²)	ΚΛΑΣΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ	ΗΧΟΜΟΝΩΣΗ	ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ (€/m ²)
Glass con THE RMO A	ΣΥΝΘΕΤΟΙ,ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΟΙ,ΗΧΟΜΟΝΩΤΙΚΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ	CLEAR FLOAT	36	38	B	1.3 W/M ² K	45 db	154
Glass con THE RMO B	ΣΥΝΘΕΤΟΙ,ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΟΙ,ΗΧΟΜΟΝΩΤΙΚΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ	CLEAR FLOAT	42	44,5	C	1.3 W/M ² K	52 db	177
Glass con THE RMO C	ΣΥΝΘΕΤΟΙ,ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΟΙ,ΗΧΟΜΟΝΩΤΙΚΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ	CLEAR FLOAT	56	44	B	1.3 W/M ² K	48 db	196

* Πίνακας 3.3: προδιαγραφές θερμομονωτικών υαλοπινάκων: [πηγή: www.glasscon.gr]

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η διαφορά θερμοκρασίας του θερμομονωτικού υαλοπίνακα μεταξύ εξωτερικού και εσωτερικού περιβάλλοντος.

Διαφορά θερμοκρασίας εξωτερικού-εσωτερικού περιβάλλοντος



* *Εικόνα 3.4: [πηγή: www.prismaglass.wordpress.com]*

Μειώνουν στο ελάχιστο την πιθανότητα εμφάνισης υγρασίας (νότισμα) στην εσωτερική πλευρά, δεν εμποδίζουν την είσοδο του ορατού φωτός στο σπίτι και είναι άχρωμοι (όταν δεν συνδυάζονται με μεβράνες)
Συνιστώνται σε κτίρια με μεγάλα ανοίγματα, όπου απαιτείται υψηλή θερμομόνωση του κελύφους.

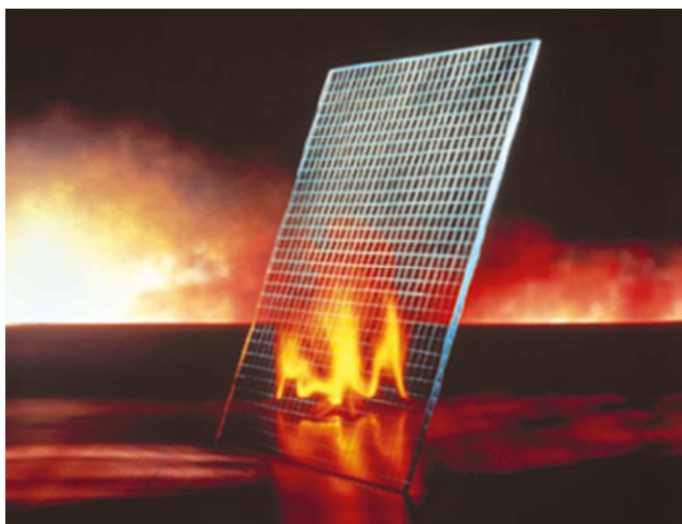
* [ΠΗΓΕΣ: Ιστότοποι: www.glasscon.gr, prismaglass.wordpress.com, Βιβλιοθήκη Τ.Ε.Ε. – Συμπεριφορά & Ιδιότητες του γυαλιού και ο ρόλος του στην εξοικονόμηση ενέργειας των κτιρίων (Νικόλας Μαλεφάκης, Τεχνικός Σύμβουλος, Αντ. Ν. Μαλεφάκης ΑΕΒΕ, www.chapglass.com)]

3.5 ΠΥΡΙΜΑΧΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Η χρήση του γυαλιού σε εσωτερικές και εξωτερικές εφαρμογές - επιφάνειες δημιουργεί την απαίτηση ανταπόκρισης στους κανονισμούς πυρασφάλειας σχετικά με τον περιορισμό της φωτιάς και την ασφαλή εκκένωση των κτιρίων. Αυτές οι απαιτήσεις καλύπτονται με τη χρήση του πυρίμαχου γυαλιού.

Οι πυρίμαχοι υαλοπίνακες μπορούν να χρησιμοποιηθούν όπου οι κανονισμοί των κτιρίων το απαιτούν και όπου ο φυσικός φωτισμός και η διαφάνεια είναι βασικοί παράγοντες όπως νοσοκομεία και εργαστήρια, σχολεία και γραφεία, ξενοδοχεία και εστιατόρια, θέατρα και μουσεία, εμπορικά κέντρα και υπόγειοι σταθμοί, τράπεζες, κ.λπ.

Οι πυρίμαχοι υαλοπίνακες είναι είτε απλοί μονολιθικοί είτε διπλής υάλωσης¹⁰. Στον υαλοπίνακα διπλής υάλωσης η ουσία που βρίσκεται ανάμεσα, όταν η θερμοκρασία ξεπεράσει τους 120°C, αλλάζει χρώμα και μορφή και αποτρέπει προσωρινά τη διάδοση πυρκαγιάς. Η ουσία πιο συγκεκριμένα, είναι ένα προστατευτικό πολυμερές (gel) που περιέχει ανόργανο διάλυμα άλατος με υψηλή αναλογία νερού.



* *Εικόνα 3.5: Πυρίμαχος υαλοπίνακας: [Πηγή: www.glassandmetal.gr]*

Οι πυρίμαχοι υαλοπίνακες ικανοποιούν δύο βασικά κριτήρια σύμφωνα με τα δομικά πρότυπα :

- αποτρέπουν τη διάδοση της πυρκαγιάς, καπνού και αερίων στους γειτονικούς χώρους, που δεν καίγονται.
- εξασφαλίζουν την ασφαλή εκκένωση των χώρων από τους ανθρώπους.

Η μέση θερμοκρασία στην επιφάνεια του υαλοπίνακα δεν πρέπει να αυξηθεί περισσότερο από 140 °C ώστε να παραμείνει ανεπηρέαστη η επιφάνεια που είναι τοποθετημένος. Και πιο συγκεκριμένα βάσει του κανονισμού παθητικής πυροπροστασίας κτιρίων η μέγιστη επιτρεπτή θερμοκρασία ανέρχεται σε 180.°

Το γυαλί φέρει επάνω του έναν αριθμό που δείχνει σε χρόνο (σε min), το χρονικό διάστημα για το οποίο παρέχει πυροπροστασία ώστε να εμποδίσει την εξάπλωση της φωτιάς. Ο χρόνος αυτός εκτιμάται από 30 – 120 min.

¹⁰ Διπλή υάλωση είναι ο σύνδεσμος δύο υαλοπινάκων ο οποίος μετά από συγκεκριμένη επεξεργασία συγκριτικά με το σύστημα απλού (μονού) υαλοπίνακα παρουσιάζει καλύτερες ιδιότητες.

Οι πυρίμαχοι υαλοπίνακες παρέχουν υψηλό επίπεδο διαπερατότητας φωτός και πλήρη διαφάνεια. Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνοι τους ή σε διπλό υαλοπίνακα και είναι κατάλληλοι για εσωτερικές και εξωτερικές εφαρμογές με την χρήση ενός πρόσθετου UV φίλτρου. Τέλος, χρησιμοποιούνται σε συστήματα αποτροπής κλοπών και είναι ιδιαίτερα ηχομονωτικοί καθώς έχουν λάβει διάφορες τεχνικές εγκρίσεις (ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-03-08-07-03:2009, ΥΠΕΚΑ).

* [ΠΗΓΗ: Ιστότοπο : www.glassandmetal.gr]



* Εικόνα 3.6: U – glass εμπορίου: [πηγή: www.uglass.net]

3.6 U – GLASS

Το U –glass είναι ημιδιαφανές και ανάγλυφο γυαλί η διατομή του οποίου έχει μορφή “U” και διαθέτει ενσωματωμένο πλέγμα από ανοξείδωτο ατσάλι το οποίο είναι προστατευμένο από διάβρωση επιτρέποντας να χρησιμοποιηθεί υπό συνθήκες υγρασίας.

Το U – glass βγαίνει σε πολλές διαστάσεις στο εμπόριο αλλά οι πιο συνηθισμένες είναι με πάχος 6 mm , μήκος 1000 έως 7000 mm και πλάτος 270 mm συνολικά (εικόνα 10). Παρέχει ακουστική απόδοση 20 έως 23dB με μονό περίβλημα και 30 dB με διπλό. Επίσης, ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι 5.5 W/m² K για την περίπτωση που διαθέτει μονό περίβλημα και 3 W/m² K για διπλό. Τέλος, παρέχει οπτική διαπερατότητα έως 75% με μονό περίβλημα και έως 60% με διπλό. Το

U-Glass μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε ως μονό είτε ως διπλό περίβλημα, με το δεύτερο να προσφέρει καλύτερες μονωτικές ιδιότητες. Στον ακόλουθο πίνακα παρέχονται κάποιοι βασικοί τύποι U – glass (Η σειρά coated που αναφέρεται στον πίνακα διαθέτει ανακλαστική επίστρωση από οξείδια μετάλλου και επαργύρωση) :

** Βασικοί τύποι U – Glass*

ΤΥΠΟΣ	ΠΑΧΟΣ ΣΕ (mm)	ΤΥΠΟΣ ΥΑΛΩΣΗΣ	U – Value (w/m ² k)
W1. Uncoated	20	ΜΟΝΟΣ	5.7
W2. Uncoated	20	ΔΙΠΛΟΣ	2.8
W3. Uncoated	20	ΔΙΠΛΟΣ	2.8
W1.7 coated	40	ΔΙΠΛΟΣ	1.8
W1.8 coated	40	ΔΙΠΛΟΣ	1.8
W1.8 uncoated	30	ΔΙΠΛΟΣ	1.5
W1.9 coated	40	ΔΙΠΛΟΣ	1.2

** Πίνακας 3.4: προδιαγραφές τύπων U - Glass: [πηγή: www.glasscon.gr]*

Το U-Glass μπορεί να τοποθετηθεί σε μεγάλα ανοίγματα χωρίς να απαιτείται επιπρόσθετη υποστήριξη (άνευ πλαισίου). Συνεπώς, μπορεί να παρέχει υψηλά επίπεδα ισομερώς κατανομημένου φωτός σε χώρους. Το U-Glass είναι πρακτική λύση για εφαρμογές όπου η διαθεσιμότητα και η ποσότητα του φωτός είναι απαραίτητη όπως γραφεία, καταστήματα, σκάλες, στέγαστρα, εργοστάσια, αποθήκες κ.λ.π. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για βασική πυροπροστασία.



** Εικόνα 3.7: Κατασκευή με u – glass: [πηγή: (www.archiproducts.com)*

** [ΠΗΓΕΣ: Ιστότοποι: www.glasscon.gr, www.archiproducts.gr]*

3.7 ΥΑΛΟΤΟΥΒΛΑ

Τα τελευταία χρόνια στις σύγχρονες κατασκευές τα υαλότουβλα προτιμώνται καθώς προσφέρουν φως στον χώρο, έχουν θερμομονωτικές (3,2 – 3,5 W/m²K) και ηχομονωτικές ιδιότητες, ασφάλεια και αντοχή σε κρούσεις και δυνατότητα απομόνωσης ενός χώρου με μικρή μείωση της φωτεινότητας. Επίσης, είναι εύκολα στην τοποθέτηση, αντικαθιστούν τα παράθυρα εκεί που απαγορεύονται και δεν χρειάζονται συντήρηση.

Τα υαλότουβλα μπορεί να είναι διαφανή, έγχρωμα, αμμοβολής, με διάφορες συνθέσεις (fusing), επίσης για εξαερισμό χώρων όπως φαίνεται στην εικόνα 13 (με μικρούς αεραγωγούς), σε πλαίσια για δημιουργία παράθυρων.



* Εικόνα 3.8: υαλότουβλο εξαερισμού: [πηγή: www.choromonotiki.gr]

Με τα καμπύλα και τα γωνιακά υαλότουβλα μπορούν να υλοποιηθούν περίπλοκα αρχιτεκτονικά σχέδια και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν στοιχείο της όψης των κτιρίων. Έχουν μεγάλη αντοχή σε κτυπήματα (κρούσεις από εξωτερικούς παράγοντες) εξασφαλίζοντας επαρκή ασφάλεια. Επίσης διαθέτουν πολύ καλή αντισεισμική συμπεριφορά και

χρησιμοποιούνται αρκετά στον σύγχρονο τρόπο δόμησης (εφόσον τηρούνται απόλυτα οι οδηγίες και οι προδιαγραφές τοποθέτησης τους).



* *Εικόνα 3.9: Κατασκευή με υαλότουβλα: [πηγή: www.glassblocks.gr]*

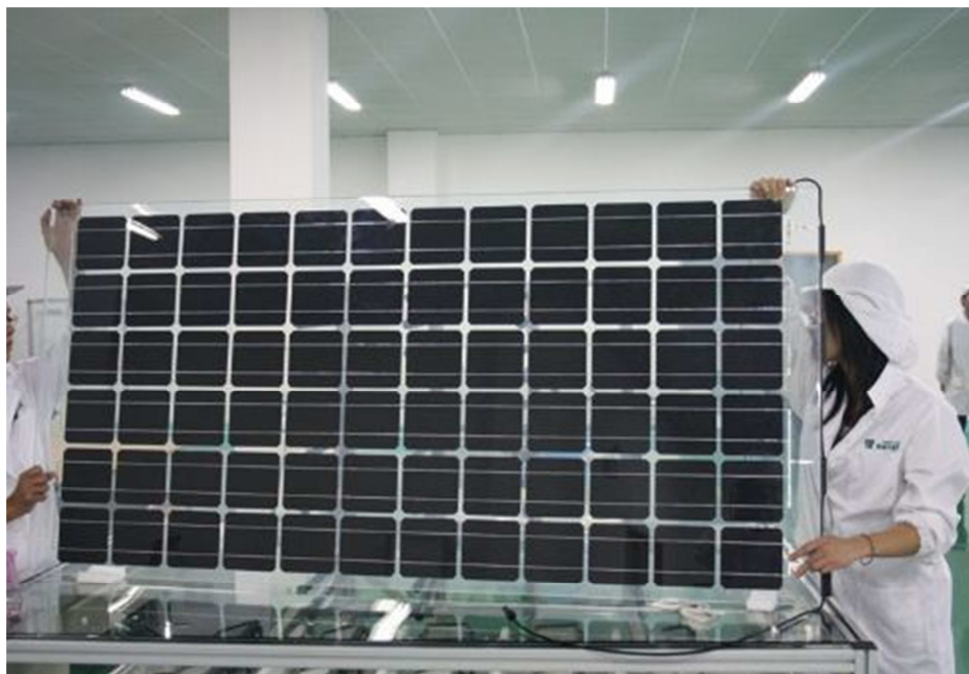
* [ΠΗΓΕΣ: *Ιστότοποι: www.neotexrodos.gr, www.glassblocks.gr, www.greekarchitects.gr]*

3.8 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία στους υαλοπίνακες τοποθετούνται στο εσωτερικό διπλών ή τριπλών τζαμιών ή και στην επιφάνεια του τζαμιού και χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες :

- Ημιδιαφανές φωτοβολταϊκό γυαλί. Το φωτοβολταϊκό γυαλί κατασκευάζεται τοποθετώντας φωτοβολταϊκές κυψέλες σε ένα γυάλινο πλαίσιο. Ρυθμίζοντας την απόσταση μεταξύ των κυψελών, αλλάζει η φωτοδιαπερατότητα και συνεπώς, ο βαθμός σκίασης στο εσωτερικό του κτιρίου. Όσο μεγαλύτερη η απόσταση, τόσο μεγαλύτερη η διαφάνεια.
- Φωτοβολταϊκά thin films πάνω σε γυαλί. Τα φωτοβολταϊκά (thin films) μπορούν να τοποθετηθούν πάνω σε μια γυάλινη επιφάνεια σε αρκετές λεπτές στρώσεις. Η κατασκευή τους απαιτεί λιγότερα υλικά από

τις κρυσταλλικές κυψέλες και τοποθετούνται στη μια πλευρά του γυαλιού, όχι στο εσωτερικό ενός διπλού ή τριπλού υαλοπίνακα, καθώς είναι ήδη ενσωματωμένα σε ένα γυάλινο πλαίσιο κατά την κατασκευή τους. Η τεχνολογία πλέον μας επιτρέπει να χρησιμοποιούμε φωτοβολταϊκούς υαλοπίνακες ακόμα και σε προσόψεις κτιρίων.



* *Εικόνα 3.10: Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία τοποθετούνται στο εσωτερικό του υαλοπίνακα ή στην επιφάνεια το : [πηγή: www.4green.gr]*

Η τεχνολογία διαθέτει μεγάλο εύρος φωτοβολταϊκών υαλοπινάκων τα οποία έχουν σχεδιαστεί ως γυαλί ασφαλείας κατάλληλο για δόμηση, για να τηρούν τις απαραίτητες προϋποθέσεις αντοχής και ανθεκτικότητας.

Ακολουθούν φωτογραφίες φωτοβολταϊκών υαλοπινάκων σε κτίρια :



* *Εικόνα 3.11: Δωμάτιο με φωτοβολταϊκούς υαλοπίνακες: [πηγή: www.4green.gr]*



* *Εικόνα 3.12: Πρόσοψη κτιρίου με φωτοβολταϊκούς υαλοπίνακες: [πηγή: www.4green.gr]*

* *[ΠΗΓΗ : Ιστότοπος: www.4green.gr]*

3.2 ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ

3.2.1 ΘΕΡΜΟΧΡΩΜΙΚΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Θερμοχρωμικά είναι τα υλικά (thermochromic materials) που αλλάζουν χρώμα (οπτικές ιδιότητες) όταν αλλάξει η θερμοκρασία τους. Οι θερμοχρωμικοί υαλοπίνακες μεταβάλλουν τη διαπερατότητά τους στο ηλιακό φως με αλλαγή του χρωματισμού τους από ανοικτό σε σκούρο (σκοτεινό). Αυτό επιτυγχάνεται με την εφαρμογή ελαφρά χρωματισμένων θερμοχρωμικών μεμβρανών (φιλμ), που καθώς θερμαίνονται από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία, μειώνουν τη διαπερατότητά τους (σκοτεινιάζουν) και απορροφούν σημαντικό μέρος της ακτινοβολίας που κατευθύνεται προς το εσωτερικό. Όταν δεν υπάρχει άμεση ηλιακή ακτινοβολία οι υαλοπίνακες αποχρωματίζονται επιτρέποντας την είσοδο της ακτινοβολίας.



* *Εικόνα 3.13: κτίριο με θερμοχρωμικούς υαλοπίνακες: [πηγή: www.simpasglass.gr]*

Οι θερμοχρωμικές μεμβράνες ενσωματώνονται μεταξύ δύο υαλοπινάκων, συνθέτοντας ένα ενιαίο φύλλο, το οποίο στη συνέχεια αποτελεί μέρος ενός συνθετότερου στοιχείου (π.χ. διπλού ή τριπλού υαλοπίνακα).

* [ΠΗΓΗ: Ιστότοπος: www.simpasglass.gr]

3.2.2 ΦΩΤΟΧΡΩΜΙΚΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Φωτοχρωμικά είναι τα υλικά που αλλάζουν το χρώμα τους όταν έρχονται σε επαφή με το ηλιακό φως. Η φωτοδιαπερατότητά τους μειώνεται με την αύξηση της έντασης της φωτεινής ακτινοβολίας. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση βαφών με οξείδια αλογόνων καθώς και διάφορα οργανικά ή ανόργανα συνθετικά υλικά.



* *Εικόνα 3.14: κτίριο με φωτοχρωμικούς υαλοπίνακες: [πηγή: www.simpasglass.gr]*

* [ΠΗΓΗ: Ιστότοπος: www.simpasglass.gr]

3.2.3 ΗΛΕΚΤΡΟΧΡΩΜΙΚΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Οι ηλεκτροχρωμικοί υαλοπίνακες μεταβάλλουν την διαπερατότητα τους στο ηλιακό φως με την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος χαμηλής τάσης. Το ρεύμα μεταφέρεται με μικροσκοπικούς λεπτότατους αγωγούς σε μια ηλεκτροχρωμική επίστρωση, η οποία ενεργοποιείται και αλλάζει το χρωματισμό της από ανοικτό σε σκοτεινό η αντίστροφα με την εφαρμογή τάσης ηλεκτρικού ρεύματος. Με αυτό τον τρόπο ελαττώνει ή αυξάνει ανάλογα την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που εισέρχεται στους εσωτερικούς χώρους. Η παροχή του ρεύματος πραγματοποιείται είτε με χειρισμούς και εντολές κατά την βούληση του χρήστη είτε με αυτοματισμούς που στηρίζονται στη λειτουργία ειδικών φωτοαισθητήρων. Με ανάλογο τρόπο λειτουργούν και οι υαλοπίνακες υγρών κρυστάλλων.



** Εικόνα 3.15: χώρος με ηλεκτροχρωμικούς υαλοπίνακες: [πηγή: www.simpasglass.gr]*

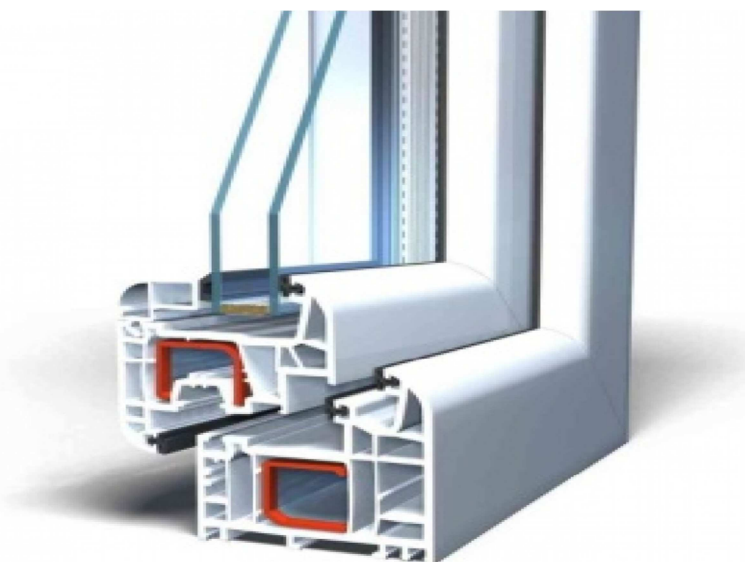
** [ΠΗΓΗ: Ιστότοπος: www.simpasglass.gr]*

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ PVC

Μία πολύ σημαντική παράμετρος που έχει να κάνει με την τοποθέτηση αλλά και την συνολική απόδοση των υαλοπινάκων σε έναν χώρο, είναι η επιλογή του κατάλληλου κουφώματος. Με την κατάλληλη επιλογή ενός κουφώματος μπορούν να περιοριστούν οι θερμικές απώλειες.

4.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ PVC

«PVC» (Polyvinyl Chloride), είναι το ακρόνυμο για το συνθετικό υλικό πολυβινυλοχλωρίδιο. Το «U» (Un-plasticised) σημαίνει μη-πλαστικοποιημένο, συχνά λανθασμένα ονομάζεται μη-τροποποιημένο(Un-modified). Παράγεται από το αιθυλένιο που υπάρχει στο πετρέλαιο σε ποσοστό 43% και το χλώριο, το οποίο υπάρχει στο φτηνό και σε ανεξάντλητες ποσότητες στην φύση αλάτι, σε ποσοστό 57%, ενώνονται μεταξύ τους και σχηματίζουν ένα άχρωμο αέριο το λεγόμενο βινιλοχλωρίδιο (VC). Με την προσθήκη οξυγόνου και φωτός γίνεται ο πολυμερισμός αυτού του αερίου, δηλαδή τα μόρια ενώνονται μεταξύ τους και σχηματίζουν μεγαλύτερες ομάδες μορίων και με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται το υλικό πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC).



* *Εικόνα 4.1: PVC κούφωμα: [πηγή: www.domika.gr]*

Το PVC (εικόνα 4.1) έχει μέση διάρκεια ζωής άνω των 20 χρόνων και ειδικότερα στα προϊόντα κουφωμάτων και σωλήνων ακόμα μεγαλύτερη.

Όσον αφορά τα κουφώματα λοιπόν, έχει μεγαλύτερη αντοχή και φθηνότερη συντήρηση σε σχέση με τα παλαιάς τεχνολογίας ξύλινα(τα σύγχρονα έχουν βελτιωμένες ιδιότητες) .

** Συγκριτικός πίνακας τύπων κουφωμάτων*

	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	ΞΥΛΟ	PVC	ΜΕ ΠΡΟΦΙΛ ΑΠΟ ΜΟΡΦΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΧΑΛΥΒΑ (ΣΤΡΑΝΤΖΑΡΙΣΤΟ)	ΜΕ ΠΡΟΦΙΛ ΑΠΟ ΑΝΟΞΕΙΔΩΤΟ ΧΑΛΥΒΑ
ΑΦΟΜΟΙΩΝΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ; ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ	ΜΙΚΡΗ ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΕΠΙΠΤΩΣΗ (ΣΥΝΗΘΩΣ ΠΕΡΙΣΥΛΛΕΓΕΤΑΙ ΚΑΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΝΕΤΑΙ)	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΜΕΤΡΙΑ / ΚΑΚΗ ΕΛΑΧΙΣΤΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΠΕΡΙΣΥΛΛΟΓΗΣ	ΜΙΚΡΗ ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΕΠΙΠΤΩΣΗ (ΣΥΝΗΘΩΣ ΠΕΡΙΣΥΛΛΕΓΕΤΑΙ)	ΔΕΝ ΑΦΟΜΟΙΩΝΕΤΑΙ ΕΥΚΟΛΑ (ΣΥΝΗΘΩΣ ΠΕΡΙΣΥΛΛΕΓΕΤΑΙ)
ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ	ΚΑΛΗ/ΠΟΛΗ ΚΑΛΗ	ΚΑ-ΛΗ	ΜΕΤΡΙΑ	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ
ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ	ΚΑΛΗ/ΠΟΛΗ ΚΑΛΗ	ΚΑ-ΛΗ	ΜΕΤΡΙΑ	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ
ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΘΛΙΨΗ	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΚΑΚΗ	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ
ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	ΜΕΤΡΙΑ / ΚΑΚΗ	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΑΡΙΣΤΗ	ΜΕΤΡΙΑ / ΚΑΚΗ	ΜΕΤΡΙΑ / ΚΑΚΗ
ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (ΣΕ W/M² C)	201	0.1-0.2	0.16-0.18	55	56
ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ C°	+ 250oC	+100oC	+70oC	+550oC	+600oC
ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	-200oC	-50oC	-15oC	-50oC	-50oC
ΑΝΤΟΧΗ ΣΤΗΝ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ (UV)	ΑΡΙΣΤΗ	ΚΑΛΗ	ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗ (ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΠΡΟΣΘΕΤΑ)	ΑΡΙΣΤΗ	ΑΡΙΣΤΗ
ΑΝΤΟΧΗ ΣΤΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ (ΜΕ ΙΔΙΑΙΤΕΡΗ ΠΡΟΣΟΧΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΡΟΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΤΗ ΒΑΦΗ Ή ΑΝΟΔΙΩΣΗ)	ΜΕ-ΤΡΙΑ	ΑΡΙΣΤΗ	ΜΕΤΡΙΑ (ΜΕ ΙΔΙΑΙΤΕΡΗ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ)	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ
ΑΠΟΡΡΟΦΑ ΥΓΡΑΣΙΑ ;	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ
ΗΧΟΜΕΙΩΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΚΑΛΗ	ΑΡΙΣΤΗ	ΜΕΤΡΙΑ / ΚΑΚΗ	ΜΕΤΡΙΑ

** Πίνακας 4.1: Σύγκριση τύπων κουφωμάτων: [πηγή: www.abatzis.gr]*

Το PVC, είναι λευκή άοσμη σκόνη, επεξεργαζόμενη με σταθεροποιητές, χρωστικές ουσίες, τροποποιητές και άλλα πρόσθετα. Η παραπάνω διαδικασία παραγωγής του προσδίδει : αντοχή στα καιρικά φαινόμενα, σε θερμοκρασιακές διαφορές, στην υπεριώδη ακτινοβολία, στη φωτιά (δύσφλεκτο υλικό) και σε καταπονήσεις (κρουστικά φορτία, χάραξη κλπ). Στον πίνακα 4.1 φαίνονται χαρακτηριστικά των κουφώματων PVC και άλλων τύπων :

* [ΠΗΓΕΣ: Ιστότοποι: www.domika.gr, www.abatzis.gr]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ ΤΖΑΜΙΩΝ **(ΦΙΛΜΣ)**

5.1 Ιστορική αναδρομή

Η χρήση της μεμβράνης για τον έλεγχο της ηλιακής ακτινοβολίας στο γυαλί χρονολογείται στις αρχές τις δεκαετίας του 1960. Αυτές οι πρώιμες μεμβράνες χρησιμοποιήθηκαν για την ανάκλαση της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας προστατεύοντας έτσι τον εσωτερικό χώρο από τα θερμικά φορτία το καλοκαίρι, διατηρώντας παράλληλα την ορατότητα μέσα από το γυαλί.

Οι πρώτες μεμβράνες που αναπτύχθηκαν χαρακτηρίστηκαν από αστοχίες, καθώς επρόκειτο για βαμμένα φύλλα από πλαστικό. Ακολούθησαν μεμβράνες με επίστρωση αλουμινίου επάνω σε πλαστικό και στην συνέχεια με χαλκό. Η πρώτη αναγνωρισμένη – πατενταρισμένη μεμβράνη από βαμμένα νήματα πολυεστέρας έγινε από την εταιρία 3M το 1965.

Με την πάροδο του χρόνου και καθώς η έρευνα στον τομέα των μεμβρανών συνεχώς αναπτυσσόταν άρχισε η ζήτηση για χρωματιστές μεμβράνες. Ο χρωματισμός των φιλμ επετεύχθη με διάφορα χρώματα όπως χάλκινο, γκρι, χρυσό, πορτοκαλί, κ.α.

Η ενεργειακή κρίση στις αρχές του 1970 δημιούργησε ενδιαφέρον για μια σημαντική παράμετρο : τη μείωση των απωλειών θερμότητας. Το αποτέλεσμα ήταν να δημιουργηθεί το φιλμ από επεξεργασμένο

πολυεστέρα, το οποίο απορροφούσε την υπέρυθη θερμότητα και την διοχέτευε σε σημαντικό ποσοστό στον εσωτερικό χώρο.

Παλαιότερα οι μεμβράνες θεωρούνταν “μετασκευαστικά” προϊόντα καθώς εφαρμόζονταν σε υφιστάμενα κτίρια και όχι σε νέες κατασκευές. Σήμερα οι μεμβράνες τοποθετούνται εργοστασιακά στην κατασκευή καινούριων υαλοστασίων.. Η αποδοτικότητα τους συνδέεται στενά με τις τοπικές καιρικές συνθήκες, τον προσανατολισμό του κτιρίου, το μέγεθος του υαλοπίνακα και άλλους παράγοντες όπως π.χ. η εξωτερική σκίαση.

* [ΠΗΓΕΣ: Ιστότοποι: www.ewfa.org/short-history-window-film, www.amadeintheshade.net/2009/05/which-window-film-brand-is-best.html, www.gri-sun.gr]

5.2 ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ

Οι μεμβράνες τζαμιών είναι σύνθεση επάλληλων στρώσεων πολυεστερικών φύλλων με ατούς μετάλλων ή και κόλλας. Στην απλούστερη μορφή τους, αποτελούνται από ένα στρώμα πολυεστέρα στη μια επιφάνεια του οποίου εφαρμόζεται μια αντιχαρακτική επικάλυψη. Όταν το προστατευτικό κάλυμμα αφαιρείται, αυτή η πλευρά της μεμβράνης με την κόλλα εφαρμόζεται στην επιφάνεια του τζαμιού, όπως φαίνεται στην εικόνα 23 (για τις περιπτώσεις που εφαρμόζεται σε υφιστάμενα υαλοστάσια).



1. Προστατευτικό Κάλυμμα (Liner)

4. Ακρυλική Κόλλα

2. Ακρυλική Κόλλα με Φίλτρο UV

5. Ατμοί Μετάλλων σε Πολυεστέρα

3. Φύλλο Πολυεστέρα

6. Αντιχαρακτική Επικάλυψη

* *Εικόνα 5.1: σύνθεση μεμβράνης: [πηγή: www.gri-sun.gr]*

Η απόδοση και η ανθεκτικότητα της μεμβράνης προσδιορίζεται από το είδος και την ποιότητα των υλικών που χρησιμοποιούνται κατά την κατασκευή του. Ενδεικτικά τα κύρια μέρη της μεμβράνης είναι :

1) Προστατευτικό Κάλυμμα (Liner) :

Ένα λεπτό φιλμ συνήθως από πολυεστέρα χρησιμοποιείται για να καλύψει την κόλλα από τυχόν φθορά πριν την τοποθέτηση της μεμβράνης στο τζάμι.

2) Ακρυλική κόλλα με φίλτρο UV :

Πρόκειται για ειδικού τύπου ακρυλική κόλλα η οποία τοποθετείται για να προσδώσει στο φιλμ προστασία από την υπεριώδη UV ακτινοβολία.

3) Φύλλο πολυεστέρα :

Πρόκειται για ένα ισχυρό, υψηλής καθαρότητας και ποιότητας πολυεστερικό φύλλο. Χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με μια κόλλα πλαστικοποίησης μιας και υπάρχει δυνατότητα πολυστρωματικής δομής με την χρησιμοποίηση περισσότερων από ενός φύλλων.

4) Ακρυλική κόλλα :

Υψηλής ποιότητας ακρυλική κόλλα παρόμοια με αυτές που χρησιμοποιούνται στις αυτοκινητοβιομηχανίες, που εφαρμόζει απόλυτα στην πολυεστέρα. Διατηρεί υψηλή πρόσφυση ακόμα και σε περιπτώσεις κυρτών υαλοπινάκων.

5) Ατμοί μετάλλων σε πολυεστέρα :

Με την προσθήκη ατμών μετάλλων επιτυγχάνεται περισσότερη σταθερότητα απέναντι στην UV ακτινοβολία και περισσότερη ελαστικότητα στην μεμβράνη, ώστε το τελικό αποτέλεσμα να έχει τις ιδιότητες που απαιτούνται ανάλογα το είδος και την χρήση της μεμβράνης.

6) Αντιχαρακτική επικάλυψη :

Πρόκειται για μια σκληρή ακρυλική επικάλυψη η οποία παρέχει προστασία στην πολυεστέρα από τυχόν γρατζουνιές και γδαρσίματα σε περιπτώσεις που εφαρμόζεται στην εξωτερική πλευρά.

Όταν τοποθετηθεί η μεμβράνη στον υαλοπίνακα, είναι πολύ πιθανόν να παρατηρηθούν μικροί θύλακες νερού ή μια μικρή υγρασία στο τζάμι. Αυτό είναι επακόλουθο της διαδικασίας τοποθέτησης. Ανάλογα με τον τύπο των μεμβρανών και τις καιρικές συνθήκες, μπορεί να χρειαστούν έως και 30 ημέρες ώστε να αποβληθεί το νερό που έχει απομείνει.

Ένα κύριο χαρακτηριστικό των μεμβρανών είναι πως δε σκουριάζουν, ούτε και διαβρώνονται. Η τυχόν εμφάνιση διάβρωσης ή σκουριάς μεταξύ τζαμιού και μεμβράνης, οφείλεται συνήθως σε μη δραστική εφαρμογή της απόληξης της μεμβράνης από το μεταλλικό πλαίσιο που περιβάλλει το τζάμι. Η μη εφαρμογή αυτή συντελεί στη μέσω όσμωσης¹¹ μετάδοση της υγρασίας ή σκουριάς, στο κενό μεταξύ τζαμιού και μεμβράνης φαινόμενο το οποίο συναντάται σπάνια.

Το γυαλί σχεδιάζεται στις κατασκευές για να ενεργήσει ως εμπόδιο στα εξωτερικά στοιχεία (αέρας, βροχή, χιόνι) παρέχοντας ταυτόχρονα μια φυσική θέα του εξωτερικού τοπίου.

Όταν οι ηλιακές ακτίνες προσπίπτουν σε έναν υαλοπίνακα, ένα πολύ μεγάλο ποσοστό της ηλιακής αυτής ενέργειας ανάλογα βεβαίως και τον τύπο του υαλοπίνακα απορροφάται στον χώρο μέσω του γυαλιού. Με την εφαρμογή της μεμβράνης στο τζάμι σχεδόν το 80% της υπερϊώδους ηλιακής ενέργειας μπορεί να εμποδιστεί. Οι ειδικές χρωστικές ουσίες, τα μέταλλα ή η νανοτεχνολογία που περιέχει η μεμβράνη δρύνε ως εμπόδια, είτε απορροφώντας είτε ανακλώντας την ενέργεια αυτή. Οι ιδιότητες των μεμβρανών που θα χρησιμοποιηθούν επιλέγονται βάσει των αναγκών του χώρου που θα τοποθετηθούν.

** [ΠΗΓΕΣ: Ιστότοποι: www.johnsonwindowfilms.com, www.gri-sun.gr]*

¹¹ Όσμωση: πρόκειται για το φαινόμενο κατά το οποίο διυλίζεται και καταφέρνει να διαπερνά μέσω μιας συνθετικής μεμβράνης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – **ΤΥΠΟΙ (ΕΙΔΗ) ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ – ΧΡΗΣΗ** **ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ**

Ένας από τους πρωταρχικούς λόγους επιλογής μεμβρανών στα τζάμια είναι ο έλεγχος των αρνητικών επιπτώσεων από τις ακτίνες του ήλιου όπως την έλλειψη θερμικής και οπτικής άνεσης, την εξοικονόμηση ενέργειας ακόμα και ζημιές ξεθωριάσματος στα αντικείμενα του εσωτερικού χώρου.

Στην αγορά υπάρχει μεγάλη ποικιλία σε μεμβράνες παραθύρων σε αποχρώσεις, χρώματα και οπτικές και θερμικές ιδιότητες που μπορούν να βελτιώσουν και να συμπληρώσουν την σχεδίαση ενός κτιρίου ανάλογα με τις απαιτήσεις που καθορίζει η χρήση του (π.χ. σπιτιού ή γραφείου ή καταστήματος). Παρακάτω ακολουθεί μια αναλυτική επεξήγηση στις κατηγορίες των μεμβρανών και στις ιδιότητες που έχει η κάθε μία ξεχωριστά.

** [ΠΗΓΗ: Ιστότοποι: www.solablocsa.com.au/uploads/documents/Ewfa-magazine.pdf]*

6.1 ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ ΜΕ ΒΕΛΤΙΩΜΕΝΕΣ ΟΠΤΙΚΕΣ & ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται :

- Αντιηλιακές – ανακλαστικές
- Χαμηλής εκπομπής Low – e
- Αντι – αντανάκλαστικές

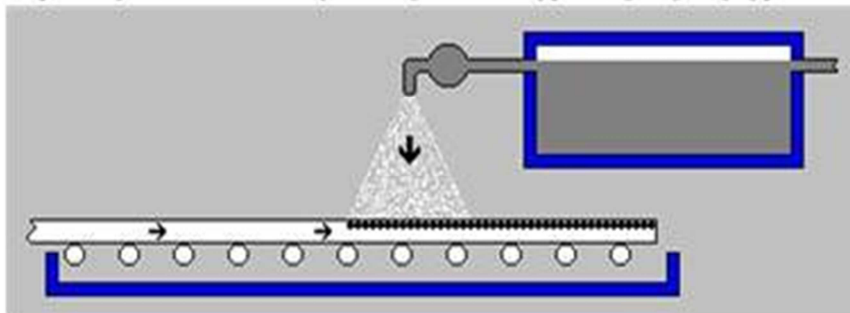
6.1.1 ΑΝΤΙΗΛΙΑΚΕΣ - ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ

Ένας τρόπος για την ελάττωση της εισροής θερμικής ενέργειας είναι η αντανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας που πραγματοποιείται με την μεταλλική επίστρωση του γυαλιού.

Αναλυτικότερα, υπάρχει δυνατότητα για βελτίωση της ανάκλασης του υαλοπίνακα, με την επικάλυψη αυτού με ειδικά ανακλαστικά επιστρώματα όπως μεμβράνες ή φιλμς. Οι ανακλαστικοί υαλοπίνακες επηρεάζουν ταυτόχρονα και τη διέλευση του φυσικού φωτός μέσω

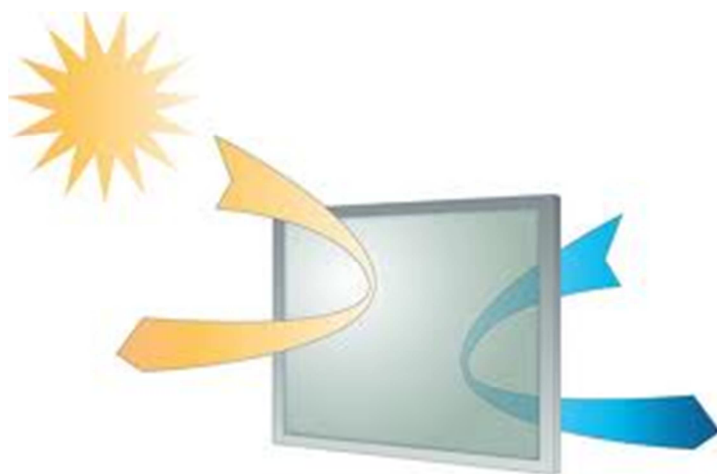
αυτών, οπότε είναι αναγκαίο πριν την τοποθέτηση τους να προσδιοριστούν οι απαιτήσεις σε φωτισμό του χώρου.

Μέθοδος σπρέι – κατά την διάρκεια της παραγωγής του γυαλιού



* *Εικόνα 6.1: Φωτοανακλαστικός υαλοπίνακας όπου κατασκευάζεται με απευθείας διαδικασία επίστρωσης μεταλλικών οξειδίων στην επιφάνεια του γυαλιού: [πηγή: εικόνες google]*

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



* *Εικόνα 6.2: Φωτοανακλαστικός υαλοπίνακας: [πηγή: vasglass.gr]*

Κατασκευή: Συντίθενται από δύο πολυεστερικά φύλλα μεταξύ των οποίων διαμορφώνονται στρώματα ατμών μετάλλου που δημιουργούν την ανακλαστική επιφάνεια. Μετά το δεύτερο πολυεστερικό φύλλο είναι απλωμένο το πρώτο συστατικό της συγκολλητικής ύλης (γιατί το δεύτερο ψεκάζεται πριν την εγκατάσταση και ενεργοποιεί και το πρώτο). Η συγκολλητική ύλη προστατεύεται από ένα λεπτό πλαστικό φύλλο (liner) που αφαιρείται και απορρίπτεται λίγο πριν την εγκατάσταση της

μεμβράνης πάνω στο τζάμι. Το liner δεν προσμετράται στο πάχος της μεμβράνης γιατί δεν αποτελεί στοιχείο της εγκατάστασης.

Ιδιότητες: Τα στρώματα των ατμών μετάλλου ανακλούν την ακτινοβολία. Το ποσοστό που ανακλούν εξαρτάται από κατασκευαστικά στοιχεία (όπως πυκνότητα στρώσεως, ποιότητα και βαθμό επεξεργασίας πολυεστερικών φύλλων κ.ά.) και αποτελεί, σε συνδυασμό με την φωτεινή διαπερατότητα, τις δύο χαρακτηριστικές ιδιότητες της μεμβράνης.

Εμφάνιση: Η εμφάνιση εξαρτάται από το πάχος και τα χρώματα. Το πάχος πρέπει να μην είναι πολύ μικρό, ώστε να μην συντελεί στην δημιουργία «κυματισμών» (ελάχιστο πάχος 38 μm). Το χρώμα του κάθε στρώματος δημιουργείται από το μέταλλο που χρησιμοποιείται, ενώ η απόχρωσή του από την πυκνότητα του μετάλλου που δημιουργεί τη στρώση και το χρώμα. Έτσι, έχουμε μεμβράνες σε διάφορες αποχρώσεις με διάφορα τεχνικά χαρακτηριστικά.

Εφαρμογές: Οικίες, γραφεία, εργοστάσια, αίθρια

Ακολουθούν χαρακτηριστικές φωτογραφίες ανακλαστικών – αντηλιακών μεμβρανών καθώς και πίνακες με τις ιδιότητες τους.

* [ΠΗΓΗ: Ιστότοποι: www.gri-sun.gr, www.johnsonwindowfilms.com]



* Εικόνα 6.3

Ανακλαστική μεμβράνη

Τύπου Argent 80C

Πηγή: www.gri-sun.gr



* Εικόνα 6.4

Ανακλαστική μεμβράνη

Τύπου Rose 90C

Πηγή: www.gri-sun.gr



* Εικόνα 6.5

Ανακλαστική μεμβράνη

Τύπου Rouge 90C

Πηγή: www.gri-sun.gr

* Πίνακας 6.1: Ιδιότητες¹² ανακλαστικών μεμβρανών: [Πηγή :www.gri-sun.gr]

ΤΥΠΟΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	<i>Argent 80C</i>	<i>Rose 90C</i>	<i>Rouge 90C</i>
Διερχόμενη Υπεριώδης (UV) Ακτινοβολία	1%	1%	1%
Ανακλώμενη Ηλιακή Ενέργεια	55%	35%	36%
Απορροφούμενη Ηλιακή Ενέργεια	33%	45%	48%
Διερχόμενη Ηλιακή Ενέργεια	12%	20%	16%
Συνολικός Απορριπτόμενη Ηλιακή Ενέργεια	80%	70%	74%
Ηλιακός Συντελεστής (g-value)	0.21	0.29	0.29
Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U-value)	5.1	5.1	5.08
Συντελεστής Εκπομπής (e)	0.7	0.68	0.66

¹² ♦ **Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U – value)** : Είναι ο βαθμός απώλειας θερμότητας σε Watt μέσω επιφάνειας 1 m² για διαφορά θερμοκρασίας 1° Kelvin, μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού χώρου. Όσο μικρότερος είναι αυτός ο συντελεστής τόσο καλύτερες είναι οι μονωτικές ιδιότητες του συστήματος μεμβράνη – τζάμι.

♦ **Συντελεστής Εκπομπής (e)** : Τα αντικείμενα ενός χώρου επανεκπέμπουν τη θερμότητα που αποκτούν με τη μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας. Η ιδιότητα αυτή των σωμάτων λέγεται ικανότητα εκπομπής και εκφράζεται από το συντελεστή εκπομπής, ο οποίος δηλώνει το ποσοστό επί % της επανεκπεμπόμενης ενέργειας.

♦ **Ανακλώμενο Ορατό φως (LT)** : Το ποσοστό του συνολικού ορατού φωτός που διέρχεται από το σύστημα μεμβράνη – τζάμι. Όσο μικρότερο είναι αυτό το ποσοστό, τόσο λιγότερο ορατό φως διέρχεται.

♦ **Συντελεστής Σκίασης (b- value)** : Ο λόγος της ηλιακής θερμότητας που διέρχεται μέσα από μια μεμβράνη τζαμιών προς την ηλιακή θερμότητα που διέρχεται, κάτω από τις ίδιες συνθήκες, από ένα διαφανές μη σκιαζόμενο τζάμι. Όσο μικρότερος είναι αυτός ο συντελεστής, τόσο καλύτερες είναι οι ιδιότητες ηλιακής σκίασης του συστήματος μεμβράνης τζαμιών.

♦ **Συντελεστής Επιλεκτικότητας (s=LT/g)** : Ο λόγος του διερχόμενου ορατού φωτός προς τον ηλιακό συντελεστή g-value. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του τόσο περισσότερο περιορίζει την θερμότητα ενώ παράλληλα σε τόσο περισσότερο φως επιτρέπεται να διέλθει.

♦ **Διερχόμενη Υπεριώδης (UV) Ακτινοβολία** : Το ποσοστό του υπεριώδους UV φωτός που διέρχεται από το σύστημα μεμβράνη τζάμι. Όσο μικρότερο είναι αυτό το ποσοστό, τόσο λιγότερη υπεριώδης ακτινοβολία διέρχεται.

♦ **Ανακλώμενη Ηλιακή Ενέργεια** : Ο λόγος της συνολικής ποσότητας της ηλιακής ενέργειας που ανακλάται από το σύστημα μεμβράνη – τζάμι, προς τη συνολική ποσότητα της ηλιακής ενέργειας που προσπίπτει σε αυτό.

♦ **Απορροφούμενη Ηλιακή Ενέργεια** : Ο λόγος της συνολικής ποσότητας της ηλιακής ενέργειας που απορροφάται από το σύστημα μεμβράνη – τζάμι, προς τη συνολική ποσότητα της ηλιακής ενέργειας που προσπίπτει σε αυτό.

♦ **Διερχόμενη Ηλιακή Ενέργεια** : Ο λόγος της συνολικής ποσότητας της ηλιακής ενέργειας που διέρχεται από το σύστημα μεμβράνη – τζάμι, προς τη συνολική ποσότητα της ηλιακής ενέργειας που προσπίπτει σε αυτό.

♦ **Συνολικός Απορριπτόμενη Ηλιακή Ενέργεια** : Το ποσοστό της συνολικής ηλιακής ενέργειας η οποία απορρίπτεται από το σύστημα μεμβράνη – τζάμι. Όσο μεγαλύτερη είναι αυτή η παράμετρος, τόσο περισσότερη ηλιακή ενέργεια απορρίπτεται.

ΤΥΠΟΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	<i>Argent 80C</i>	<i>Rose 90C</i>	<i>Rouge 90C</i>
Ανακλώμενο Ορατό Φως	55%	20%	21%
Διερχόμενο Ορατό Φως (LT)	18%	10%	9%
Μείωση Θαμπώματος	83%	90%	90%
Συντελεστής Σκίασης (b-value)	0.25	0.38	0.34
Συντελεστής Επιλεκτικότητας (s=LT/g)	0.86	0.34	0.31
Πάχος	40 μm	50 μm	50 μm
Χρώμα	ασημί	ροζ	κόκκινο
Επιφάνεια Τζαμιού	εσωτερική	εσωτερική	εσωτερική
Κατάλληλη για διπλό τζάμι;	OXI	OXI	OXI
Αντιχαρακτική επικάλυψη;	NAI	NAI	NAI

* Πίνακας 6.2: Προδιαγραφές ανακλαστικών μεμβρανών: [πηγή (Βιβλιοθήκη Τ.Ε.Ε.) Συμπεριφορά & Ιδιότητες του γυαλιού και ο ρόλος του στην εξοικονόμηση ενέργειας των κτιρίων (Νικόλας Μαλεφάκης, Τεχνικός Σύμβουλος, Αντ. Ν. Μαλεφάκης ΑΕΒΕ)]

ονομασία	ορατό φως[%]	ηλιακή ενέργεια[%]	συντελεστής ηλιακός
υαλοπίνακα	διαπερα- αντανά- διαπερα- αντανά- απορρό- σκίασης	συντελεστής	συντελεστής
	τότητα κλαση	τότητα κλαση	φηση
Stopsol 34/35 Classic Clear(1/2)	35/28	38	30/23 32/39 0.45/0.46 0.52/0.53 2.8
Stopsol 19/20 Classic Bronze (1/2)	34/12	24	29/11 47/65 0.32/0.34 0.37/0.39 2.8
Sun-Guard Solar Light Blue 52(2/3)	46 15/17	36	13/17 51/47 0.44/0.61 0.50/0.69 2.7
Stopsol 58 Supersil ver Clear (1/2)	38/37	53	31/27 16/20 0.59 0.68 2.8
Stopsol 26/27 Supersil ver Gray (1/2)	35/12	28	27/11 45/61 0.35/0.37 0.40/0.43 2.8

SG Solar Silver10 (2/3)	10	44/36	07	40/36	53/57	0.13/0.39	0.14/0.44	2.8
SG Solar Silver Gray 32 (2/3)	29	23/21	22	20/23	58/55	0.29/0.52	0.33/0.59	2.5
Cool- Lite SS108 (2)	07	42	05	37	58	0.12	0.14	2.3
Cool- Lite TB130 (2)	27	17	19	17	64	0.28	0.32	2.6
Cool- LiteSTB130(2)	33	18	25	15	60	0.34	0.39	2.7

* [ΠΗΓΗ: Ιστότοποι: www.gri-sun.gr, www.johnsonwindowfilms.com, www.vasglass.gr, www.ktirio.gr, Βιβλιοθήκη Τ.Ε.Ε. – Συμπεριφορά & Ιδιότητες του γυαλιού και ο ρόλος του στην εξοικονόμηση ενέργειας των κτιρίων (Νικόλας Μαλεφάκης, Τεχνικός Σύμβουλος, Αντ. Ν. Μαλεφάκης ΑΕΒΕ)]

6.1.2 ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ

Οι μεμβράνες χαμηλής εκπομπής (Low-E) εφαρμόζονται σε διπλούς υαλοπίνακες. Οι μεμβράνες αυτές έχουν μικρό συντελεστή εκπομπής¹³ έως το 0.07, δηλαδή μόλις το 7% της ενέργειας που απορροφάται από το τζάμι να επανεκπέμπεται προς το περιβάλλον. Αυτό οδηγεί σε μείωση της απώλειας θερμότητας τον χειμώνα έως 43% (σύμφωνα με έρευνα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής – Energy Efficiency in Buildings), με αποτέλεσμα σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση.

¹³ Η ικανότητα εκπομπής ενός υλικού (e) είναι η σχετική ικανότητα της επιφάνειας του να εκπέμπει ενέργεια με ακτινοβολία. Ορίζεται από το λόγο της ενέργειας που ακτινοβολείται από ένα συγκεκριμένο υλικό ως προς την ενέργεια που ακτινοβολείται από ένα μέλαν σώμα στην ίδια θερμοκρασία. Ένα πραγματικά μέλαν σώμα θα έχει $e = 1$ ενώ κάθε πραγματικό αντικείμενο θα έχει $e < 1$.

Τα υλικά χαμηλής εκπομπής (Low emissivity) που χρησιμοποιούνται στις συγκεκριμένες μεμβράνες τις καθιστούν διαπερατές στο ορατό φως (διαφανείς) αλλά έχουν μεγάλη αντανακλαστικότητα στο φάσμα της υπέρυθρης (θερμικής) ακτινοβολίας.

Η τοποθέτησή τους γίνεται από την από την πλευρά που είναι θερμή τους περισσότερους μήνες του χρόνου. Ως εκ τούτου, στα ψυχρά κλίματα, η μεμβράνη τοποθετείται στην εσωτερική πλευρά, οπότε η εσωτερική υπέρυθρη ακτινοβολία αντανακλάται προς τα μέσα περιορίζοντας τις απώλειες θερμότητας κατά τους χειμερινούς μήνες.



* Εικόνα 6.6: Δομή διπλού ενεργειακού υαλοπίνακα με μεμβράνη Low - e: [πηγή: www.sts.gr]

Οι ενεργειακοί υαλοπίνακες βοηθούν στην εξοικονόμηση των δαπανών για θέρμανση και κλιματισμό και ενισχύουν την ομοιογενή θερμοκρασία του χώρου. Επιπλέον, εξασφαλίζουν υψηλή διαπερατότητα φωτός και περιορίζουν το φαινόμενο των υδρατμών. Ακολουθούν χαρακτηριστικές φωτογραφίες μεμβρανών θερμομόνωσης καθώς και πίνακας με τις ιδιότητές τους.

* [ΠΗΓΗ: Ιστότοποι: www.gri-sun.gr, www.johnsonwindowfilms.com, www.alumil.com, www.sts.gr, Βιβλιοθήκη Τ.Ε.Ε. – Συμπεριφορά & Ιδιότητες του γυαλιού και ο ρόλος του στην εξοικονόμηση ενέργειας των κτιρίων (Νικόλας Μαλεφάκης, Τεχνικός Σύμβουλος, Αντ. Ν. Μαλεφάκης ΑΕΒΕ, www.chapglass.com]



* Εικόνα 6.7
Μεμβράνη θερμομόνωσης
Πηγή: www.gri-sun.gr
Τύπου *Infarouge 77C*



* Εικόνα 6.8
Μεμβράνη θερμομόνωσης
Πηγή: www.gri-sun.gr
Τύπου *Insulator 48C*



* Εικόνα 6.9
Μεμβράνη θερμομόνωσης
Πηγή: www.gri-sun.gr
Τύπου *Solar 80C*

* Πίνακας 6.3: Ιδιότητες θερμομονωτικών μεμβρανών: [Πηγή: www.gri-sun.gr]

ΤΥΠΟΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	<i>Infarouge 77C</i>	<i>Insulator 48C</i>	<i>Solar 80C</i>
Διερχόμενη Υπεριώδης (UV) Ακτινοβολία	1%	2%	1%
Ανακλώμενη Ηλιακή Ενέργεια	48%	-	50%
Απορροφούμενη Ηλιακή Ενέργεια	32%	-	40%
Διερχόμενη Ηλιακή Ενέργεια	20%	-	10%
Συνολικός Απορριπτόμενη Ηλιακή Ενέργεια	75%	48%	78%
Ηλιακός Συντελεστής (g-value)	0.25	0.52	0.22
Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U-value)	3.40	-	4.27
Συντελεστής Εκπομπής (e)	0.07	0.45	0.38
Ανακλώμενο Ορατό Φως	47%	8%	55%
Διερχόμενο Ορατό Φως (LT)	32%	77%	16%
Μείωση Θαμπώματος	64%	13%	82%
Συντελεστής Σκίασης (b-value)	0.28	0.60	0.25
Συντελεστής Επιλεκτικότητας (s=LT/g)	1.28	1.48	0.73
Πάχος	50 μm	-	40 μm
Χρώμα	κίτρινο	άχρωμη	ασημί
Επιφάνεια Τζαμιού	εσωτερική	εσωτερική	εσωτερική
Κατάλληλη για διπλό τζάμι;	NAI	NAI	OXI
Αντιχαρακτική επικάλυψη;	NAI	NAI	NAI

6.1.3 ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ ΑΝΤΙ – ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΕΣ

Η μεμβράνη αυτή εγκαθίσταται στην εσωτερική επιφάνεια τζαμιών όταν επιδιώκεται η μείωση των αντανακλάσεων σε αυτό. Έχει εφαρμογή σε χώρους έντονου εσωτερικού φωτισμού, όπως στούντιο φωτογράφισης, κέντρα διασκέδασης κ.α. Ακολουθεί χαρακτηριστική φωτογραφία μεμβράνης αντι - αντανακλαστικής καθώς και πίνακας με τις ιδιότητες της.

** [ΠΗΓΗ: Ιστότοποι : www.gri-sun.gr, www.johnsonwindowfilms.com, www.guardianwindowfilm.co.uk]*



** Εικόνα 6.10: Μεμβράνη αντι – αντανακλαστική, Τύπου Visio 4C:
[Πηγή: www.northsolarscreen.com]*

* Πίνακας 6.4: Ιδιότητες μεμβρανών αντι – αντακλαστικών: [Πηγή: www.gri-sun.gr]

ΤΥΠΟΣ	Visio 4C
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	
Διερχόμενη Υπεριώδης (UV) Ακτινοβολία	5%
Ανακλώμενη Ηλιακή Ενέργεια	9%
Απορροφούμενη Ηλιακή Ενέργεια	14%
Διερχόμενη Ηλιακή Ενέργεια	77%
Συνολικώς Απορριπτόμενη Ηλιακή Ενέργεια	19%
Ηλιακός Συντελεστής (g-value)	0.83
Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U-value)	5.70
Συντελεστής Εκπομπής (e)	0.89
Ανακλώμενο Ορατό Φως	1%
Διερχόμενο Ορατό Φως (LT)	85%
Μείωση Θαμπώματος	-
Συντελεστής Σκίασης (b-value)	0.93
Συντελεστής Επιλεκτικότητας (s=LT/g)	1.02
Πάχος	100 μm
Χρώμα	Άχρωμη
Επιφάνεια Τζαμιού	Εσωτερική
Κατάλληλη για διπλό τζάμι;	NAI
Αντιχαρακτική επικάλυψη;	NAI

6.2 ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ ΕΙΔΙΚΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ (ΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ)

Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται οι ακόλουθοι τύποι μεμβρανών :

- Αντι – θαμπωτικές
- Ακουστικές (PVB) για χρήση σε ηχομειωτικούς υαλοπίνακες
- Ασφαλείας
- Για πλαστικό ή πλεξιγκλάς
- Προστασίας από σπρέϋ γραφής (αντι – γκράφιτι)
- Ιδιωτικότητας
- Διακοσμητικές
- Αντι – ηλεκτρομαγνητικές ή αντικατασκοπείας
- Ολογραφικές
- LCD

6.2.1 ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ ΑΝΤΙ – ΘΑΜΠΩΤΙΚΕΣ

Όπως υποδηλώνει το όνομά της, η μεμβράνη αυτή αποτρέπει το θάμπωμα του τζαμιού όταν εγκατασταθεί εσωτερικά σε χώρους στους οποίους κυρίως λόγω δραστηριοτήτων υπάρχει υψηλή υγρασία (γυμναστήρια, πισίνες, σάουνες, κ.α.). Στην εξωτερική της πλευρά περιέχει ένα στρώμα πολυεστέρας πάχους 2 mm το οποίο δεν επιτρέπει τη συσσώρευση σταγονιδίων νερού και βοηθά στην εξάπλωση τους επάνω σε αυτή. Οπότε δεν υπάρχει και μείωση της ορατότητας. Μπορεί επίσης να τοποθετηθεί σε επαγγελματικά ψυγεία καταστημάτων ώστε τα προϊόντα να είναι ευδιάκριτα μέσα από το τζάμι. Ακολουθεί χαρακτηριστική φωτογραφία μεμβράνης αντι – θαμπωτικής καθώς και πίνακας με τις ιδιότητες της.

* Πίνακας 6.5: Ιδιότητες μεμβρανών αντι – θαμπωτικών: [Πηγή: www.gri-sun.gr]

ΤΥΠΟΣ	Clear A.F.C.
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	
Διερχόμενη Υπεριώδης (UV) Ακτινοβολία	5%
Ανακλώμενη Ηλιακή Ενέργεια	10%
Απορροφούμενη Ηλιακή Ενέργεια	14%
Διερχόμενη Ηλιακή Ενέργεια	76%
Συνολικώς Απορριπτόμενη Ηλιακή Ενέργεια	18%
Ηλιακός Συντελεστής (g-value)	-
Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U-value)	-
Συντελεστής Εκπομπής (e)	-
Ανακλώμενο Ορατό Φως	11%
Διερχόμενο Ορατό Φως (LT)	87%
Μείωση Θαμπώματος	-
Συντελεστής Σκίασης (b-value)	0.93
Συντελεστής Επιλεκτικότητας (s=LT/g)	-
Πάχος	100 μm
Χρώμα	Άχρωμη
Επιφάνεια Τζαμιού	Εσωτερική
Κατάλληλη για διπλό τζάμι;	NAI
Αντιχαρακτική επικάλυψη;	NAI

* [ΠΗΓΗ: Ιστότοποι: www.gri-sun.gr, www.johnsonwindowfilms.com]



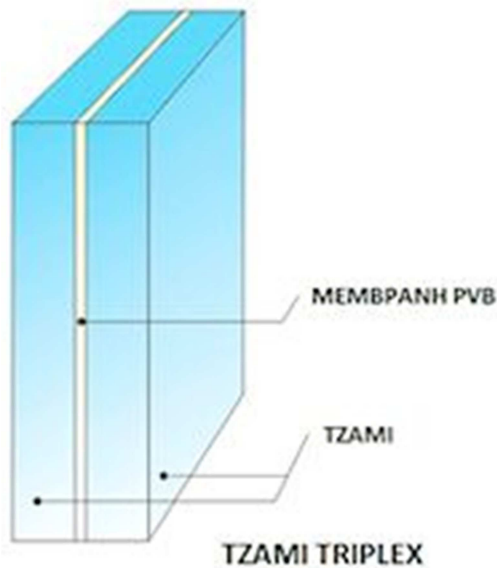
* Εικόνα 6.11: Μεμβράνη αντι – θαμπωτική, Τύπου Clear A.F.C.: [Πηγή: www.shadeswindowfilms.co.uk]

6.2.2 ΑΚΟΥΣΤΙΚΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ (PVB) ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ ΣΕ ΗΧΟΜΕΙΩΤΙΚΟΥΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Η προστασία ενάντια στην ηχορύπανση ¹⁴ είναι ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα στην σύγχρονη κοινωνία. Οι σχετικές απαιτήσεις μπορεί να αφορούν σε μια κατοικία σε μια πολύβουη πόλη έως ειδικές περιπτώσεις που απαιτούν προστασία από τον θόρυβο όπως νοσοκομεία, οίκοι ευγηρίας, σχολεία κ.α.

Η ηχομόνωση μπορεί να επιτευχθεί είτε με διπλούς ηχομονωτικούς υαλοπίνακες, είτε με (laminated) μονούς υαλοπίνακες που περιέχουν μια ή περισσότερες απλές ή ακουστικές μεμβράνες (PVB μεμβράνες). Ο ακουστικός υαλοπίνακας αποτελείται από δύο τζάμια ενωμένα με ένα ενδιάμεσο στρώμα ειδικού πλαστικού (ρητίνης) το οποίο συμπεριφέρεται σαν ηχοπαγίδα και εμποδίζει τις συχνότητες του ήχου να μεταφερθούν από τον ένα υαλοπίνακα στον άλλον. Αυτό το στρώμα απορροφά μεγάλο μέρος της ενέργειας του ήχου, τον αποδυναμώνει, οπότε λειτουργεί ως εμπόδιο στον θόρυβο. Επιπρόσθετα αυτό το ενδιάμεσο στρώμα έχει και τις ιδιότητες του ελασματοποιημένου υαλοπίνακα ασφαλείας (laminated). Παράλληλα επιτρέπει τη διέλευση ορατού φωτός ώστε να υπάρχει οπτική άνεση στον χώρο.

¹⁴ Η αντίληψη μας για τον θόρυβο υπόκειται στην ακόλουθη αρχή : εάν το επίπεδο θορύβου σε ένα δωμάτιο μειώνεται κατά ένα Db σε σχέση με μια εξωτερική πηγή θορύβου, είναι σαν η ένταση να μειώνεται στο μισό.



* *Εικόνα 6.12: δομή ηχομειωτικού υαλοπίνακα:[πηγή: www.yalopoiisi.gr]*

- Με την αύξηση του πάχους του τζαμιού βελτιώνεται η ηχομόνωση καθότι ελαττώνεται η μετάδοση του αερόφερτου θορύβου.
- Με την χρήση διπλών τζαμιών έχουμε αύξηση της ηχομόνωσης γιατί υπάρχουν τρία εμπόδια στη μετάδοση του ήχου. Στο διάκενο ο ήχος μεταδίδεται πιο αργά από ότι στη στέρεα μάζα του γυαλιού.
- Με την χρήση τζαμιών διαφορετικού πάχους έχουμε αύξηση της ηχομόνωσης και μείωση του φαινομένου του συντονισμού, δηλαδή μειώνεται η ταχύτητα μετάδοσης του ήχου.

* [ΠΗΓΕΣ: Ιστότοποι: www.praktikal.gr, www.yalopoiisi.gr]

6.2.3 MEMBRANES ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Το σπάσιμο του τζαμιού έχει δύο αποτελέσματα, το ένα είναι η παραγωγή θραυσμάτων που, ανάλογα με τη βιαιότητα του σπασίματος, εκτοξεύονται με μεγαλύτερη ή μικρότερη ταχύτητα και το άλλο η δημιουργία ανοίγματος. Τα δύο αυτά μειονεκτήματα του τζαμιού δευτερογενώς συνοδεύονται από σειρά ανωμαλιών όπως τραυματισμοί, υλικές ζημιές και ευκολία προσπέλασης σε πρόσωπα, αντικείμενα ή φωτιά.

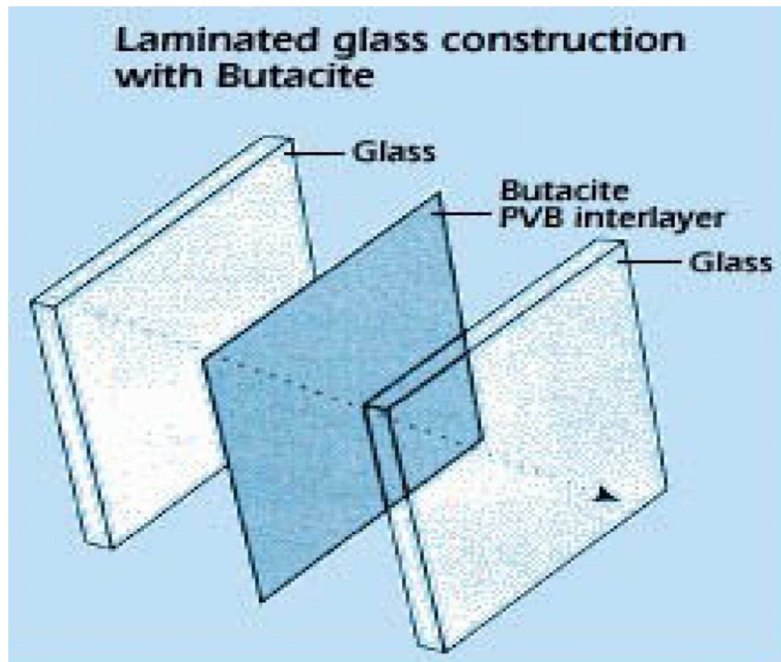
Για τον παραπάνω λόγο και για τον αποφυγή αυτών των καταστάσεων, υπάρχουν στην αγορά δύο διαφορετικές παραλλαγές :

- Κρύσταλλο ασφαλείας (αντιβανδαλιστικό). Είναι το κρύσταλλο που έχει υποστεί θερμική επεξεργασία σκλήρυνσης, η οποία βελτιώνει την μηχανική του αντοχή και θερμική του αντίσταση, ενώ παράλληλα αποκτά ιδιότητες ασφαλούς θραύσης.
Αυτό σημαίνει ότι εάν σπάσει, θρυμματίζεται σε μικρά, σχετικά ακίνδυνα κομματάκια, που δεν είναι τόσο μεγάλα ούτε τόσο κοφτερά, ώστε να προκαλέσουν σοβαρό τραυματισμό.



* *Εικόνα 6.13: Υαλοπίνακας ασφαλείας αντιβανδαλιστικός: [πηγή: www.3mprotect.gr]*

- Υαλοπίνακες Τρίπλεξ (laminated). Τα πολύφυλλα ή τρίπλεξ (laminated) γυαλιά είναι δύο ή περισσότερα γυαλιά συγκολλημένα μεταξύ τους με ειδικό ενδιάμεσο συγκολλητικό φιλμ (παρεμβαλλόμενες ειδικές μεμβράνες, κατά κανόνα από πολυβινυλοβουτυρόλη PVB).



**Εικόνα 6.14: υαλοπίνακας τρίπλεξ: πηγή: [www.samarasglass.com]*

Οι μεμβράνες ασφαλείας αποτελούν μια επιβεβλημένο και θεσμοθετημένο στοιχείο σε κάποιες περιπτώσεις που απαιτείται ασφάλεια (τράπεζες, δημόσιες υπηρεσίες, σχολεία, βρεφονηπιακούς σταθμούς, φροντιστήρια, κ.λ.π.).

Κατασκευή: Οι μεμβράνες ασφαλείας είναι κατασκευασμένες από πολλαπλές στρώσεις πολυεστερικών φύλλων (από πολυεστέρα μεγάλης καθαρότητας και διαύγειας και προδιαγραφών κατά EN 12600). Τα πολυεστερικά φύλλα και η κόλλα, είναι ανθεκτικά στην υπεριώδη ακτινοβολία και όχι μόνο να την ανακλούν. Οι μεμβράνες ασφαλείας παράγονται σε πάχη από 100 μm έως 300 μm. Όσο μεγαλύτερο είναι το πάχος τους, τόσο μεγαλύτερη ασφάλεια παρέχουν. Στις περισσότερες περιπτώσεις τα 100 μm παρέχουν επαρκή ασφάλεια. Στην περίπτωση απαιτήσης πρόσθετης ασφάλειας, μπορεί να εγκατασταθεί και δεύτερη στρώση πάνω στην υπάρχουσα.

Ιδιότητες : Η μεμβράνη ασφαλείας συγκρατεί τα θραύσματα και συγκρατεί στη θέση του το σπασμένο τζάμι. Άνοιγμα δημιουργείται στην περίπτωση εξαιρετικά βίαιου κτυπήματος ή στην περίπτωση που το κτύπημα πραγματοποιηθεί με αιχμηρό αντικείμενο. Το άνοιγμα αυτό κλείνει σχεδόν εντελώς μόλις αφαιρεθεί το αντικείμενο που το προκάλεσε, γιατί η μεμβράνη ασφαλείας μαζί με τα θραύσματα ξαναγυρίζει στην αρχική της θέση μαζί με τις ρωγμές εκατέρωθεν του ανοίγματος. Για τους λόγους αυτούς η προσπέλαση καθίσταται δύσκολη.

Εμφάνιση: Οι απλές μεμβράνες ασφαλείας είναι διαφανείς και άχρωμες. Δεν διακρίνονται μετά την τοποθέτησή τους. Υπάρχουν όμως και σύνθετες μεμβράνες ασφαλείας, οι οποίες είναι και αντηλιακές. Αυτές διατίθενται σε διάφορους χρωματισμούς και εκτός από ασφάλεια παρέχουν ηλιοπροστασία και ιδιωτικότητα. Ακολουθούν χαρακτηριστικές φωτογραφίες μεμβρανών ασφαλείας καθώς και πίνακας με τις ιδιότητές τους.



* Εικόνα 6.15

Μεμβράνη Ασφαλείας

Πηγή: www.gri-sun.gr

Τύπου Neutral 475C



* Εικόνα 6.16

Μεμβράνη Ασφαλείας

Πηγή: www.gri-sun.gr

Τύπου White Mat Safety



* Εικόνα 6.17

Μεμβράνη Ασφαλείας

Πηγή: www.gri-sun.gr

Τύπου Clear 12C

* Πίνακας 6.6: *Ιδιότητες μεμβρανών ασφαλείας: [Πηγή: www.gri-sun.gr]*

ΤΥΠΟΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	<i>Neutral 475C</i>	<i>White Mat Safety</i>	<i>Clear 12C</i>
Διερχόμενη Υπεριώδης (UV) Ακτινοβολία	1%	5%	3%
Ανακλώμενη Ηλιακή Ενέργεια	23%	14%	11%
Απορροφούμενη Ηλιακή Ενέργεια	53%	29%	15%
Διερχόμενη Ηλιακή Ενέργεια	24%	57%	74%
Συνολικός Απορριπτόμενη Ηλιακή Ενέργεια	58%	33%	20%
Ηλιακός Συντελεστής (g-value)	0.38	0.71	0.80
Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U-value)	5.64	5.60	5.70
Συντελεστής Εκπομπής (e)	0.85	0.89	0.84
Ανακλώμενο Ορατό Φως	10%	14%	10%
Διερχόμενο Ορατό Φως (LT)	21%	55%	85%
Μείωση Θαμπώματος	78%	39%	-
Συντελεστής Σκίασης (b-value)	0.45	0.80	0.90
Συντελεστής Επιλεκτικότητας (s=LT/g)	0.55	0.77	1.06
Πάχος	100 μm	125 μm	300 μm
Χρώμα	ανθρακί	λευκό	άχρωμη
Επιφάνεια Τζαμιού	εσωτερική	εσωτερική	εσωτερική
Κατάλληλη για διπλό τζάμι;	OXI	NAI	NAI
Αντιχαρακτική επικάλυψη;	NAI	OXI	NAI

* [ΠΗΓΗ: Ιστότοποι: www.gri-sun.gr, www.johnsonwindowfilms.com, www.double-glass.gr, www.samarasglass.com, www.3mprotect.gr]

6.2.4 ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ ΓΙΑ ΠΛΑΣΤΙΚΟ Ή ΠΛΕΞΙΓΚΛΑΣ

Οι μεμβράνες για πλαστικό ή πλεξιγκλάς, αποτελούνται από πολυμεθακρυλικό μεθύλιο και περιέχουν ακρυλική πρόσμιξη από πολυβουτυλένιο. Έχουν διάφορους βαθμούς UV απορρόφησης. Είναι ιδανικές για εφαρμογές προβολής πληροφοριών επάνω σε αυτές λόγω της υψηλής διαφάνειας και οπτικής καθαρότητας που διαθέτουν. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε εμπορικά καταστήματα, εμπορικά κέντρα, αεροδρόμια κ.α. Ακολουθούν χαρακτηριστική φωτογραφία μεμβράνης για πλαστικό ή πλεξιγκλάς καθώς και πίνακας με τις ιδιότητες της.

* [ΠΗΓΗ: Ιστότοποι: www.gri-sun.gr, www.johnsonwindowfilms.com]



* Εικόνα 6.18: Μembrάνη για πλαστικό ή πλεξιγκλάς, Τύπου Artika X: [Πηγή: www.igb.gr]

* Πίνακας 6.7: Ιδιότητες μεμβρανών για πλαστικό ή πλεξιγκλάς: [Πηγή: www.gri-sun.gr]

ΤΥΠΟΣ	Artika X
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	
Διερχόμενη Υπεριώδης (UV) Ακτινοβολία	1%
Ανακλώμενη Ηλιακή Ενέργεια	68%
Απορροφούμενη Ηλιακή Ενέργεια	23%
Διερχόμενη Ηλιακή Ενέργεια	9%
Συνολικώς Απορριπτόμενη Ηλιακή Ενέργεια	80%
Ηλιακός Συντελεστής (g-value)	0.20
Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U-value)	-
Συντελεστής Εκπομπής (e)	-
Ανακλώμενο Ορατό Φως	82%
Διερχόμενο Ορατό Φως (LT)	10%
Μείωση Θαμπώματος	88%
Συντελεστής Σκίασης (b-value)	0.23
Συντελεστής Επιλεκτικότητας (s=LT/g)	0.50
Πάχος	50 μm
Χρώμα	Διάφανο
Επιφάνεια Τζαμιού	εσωτερική ή εξωτερική
Κατάλληλη για διπλό τζάμι;	OXI
Αντιχαρακτική επικάλυψη;	OXI

6.2.5 ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΣΠΡΕΥΪ ΓΡΑΦΗΣ (ΑΝΤΙ – ΓΚΡΑΦΙΤΙ)

Πρόκειται για μεμβράνη η οποία εγκαθίσταται στην εξωτερική επιφάνεια του τζαμιού. Εάν χρησιμοποιηθεί σπρέι γραφής πάνω της μπορεί να καθαριστεί με ένα απλό πλύσιμο ή να ξεκολληθεί και να ξανατοποθετηθεί αφού καθαριστεί. Αυτή η ιδιότητα καθιστά την εφαρμογή της συχνή σε τζαμαρίες με δημόσια πρόσβαση. Ακολουθεί χαρακτηριστική φωτογραφία μεμβράνης αντι - γκράφιτι καθώς και πίνακας με τις ιδιότητες της.

* [ΠΗΓΗ: Ιστότοποι: www.gri-sun.gr, www.johnsonwindowfilms.com, www.llumar.com]

* Πίνακας 6.8: Ιδιότητες μεμβρανών αντι - γκράφιτι: [Πηγή: www.gri-sun.gr]

ΤΥΠΟΣ	Clear 4XCG
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	
Διερχόμενη Υπεριώδης (UV) Ακτινοβολία	1%
Ανακλώμενη Ηλιακή Ενέργεια	9%
Απορροφούμενη Ηλιακή Ενέργεια	13%
Διερχόμενη Ηλιακή Ενέργεια	78%
Συνολικώς Απορριπτόμενη Ηλιακή Ενέργεια	19%
Ηλιακός Συντελεστής (g-value)	0.81
Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U-value)	5.70
Συντελεστής Εκπομπής (e)	0.89
Ανακλώμενο Ορατό Φως	9%
Διερχόμενο Ορατό Φως (LT)	86%
Μείωση Θαμπώματος	-
Συντελεστής Σκίασης (b-value)	0.93
Συντελεστής Επιλεκτικότητας (s=LT/g)	1.06
Πάχος	100 μm
Χρώμα	Άχρωμη
Επιφάνεια Τζαμιού	εσωτερική ή εξωτερική
Κατάλληλη για διπλό τζάμι;	NAI
Αντιχαρακτική επικάλυψη;	NAI



* *Εικόνα 6.19: Μembrάνη αντι – γκράφιτι, Τύπου Clear 4XCG: [Πηγή: www.glassessential.com]*

6.2.6 MEMBRANES ΙΔΙΩΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Πολλές φορές απαιτείται ιδιωτικότητα με την παράλληλη απαίτηση θέας προς τα έξω με την χρήση μεμβρανών ιδιωτικότητας.

Κατασκευή: Συντίθενται από δύο πολυεστερικά φύλλα μεταξύ των οποίων διαμορφώνονται, αντί των στρωμάτων μετάλλου των αντηλιακών μεμβρανών, επιφάνειες με την τεχνική ρίψης άμμου υπό πίεση (μεμβράνες αμμοβολής).

Ιδιότητες: Οι μεμβράνες αυτές προσφέρουν ιδιωτικότητα, λειτουργώντας παράλληλα και σαν μεμβράνες (περιορισμένης) ασφαλείας.

Εμφάνιση: Είναι πολλών ειδών αλλά. Οι πιο συνηθισμένες είναι οι μεμβράνες αμμοβολής, αλλά υπάρχουν και μεμβράνες τύπου "black-out" (διαθέτουν ένα στρώμα έντονου, αδιαπέραστου οπτικά χρώματος), οι οποίες αποκλείουν εντελώς την οπτική πρόσβαση.

Εφαρμογές: Οικίες, γραφεία, εργοστάσια, αίθρια, αστυνομικά τμήματα (ανακριτικοί χώροι).

Ακολουθούν χαρακτηριστικές φωτογραφίες μεμβρανών ιδιωτικότητας καθώς και πίνακας με τις ιδιότητες τους.

* [ΠΗΓΕΣ: *Ιστότοποι:* www.windowfilmandmore.com, www.johnsonwindowfilms.com, www.gri-sun.gr]

* Πίνακας 6.9: Ιδιότητες μεμβρανών Ιδιωτικότητας: [Πηγή: www.gri-sun.gr]

ΤΥΠΟΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	<i>Mat Metal</i>	<i>Mat Bronze</i>	<i>Mat Depoli</i>
Διερχόμενη Υπεριώδης (UV) Ακτινοβολία	1%	1%	1%
Ανακλώμενη Ηλιακή Ενέργεια	56%	13%	10%
Απορροφούμενη Ηλιακή Ενέργεια	33%	37%	17%
Διερχόμενη Ηλιακή Ενέργεια	11%	50%	73%
Συνολικώς Απορριπτόμενη Ηλιακή Ενέργεια	80%	39%	18%
Ηλιακός Συντελεστής (g-value)	0.20	-	-
Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U-value)	5.08	-	-
Συντελεστής Εκπομπής (e)	0.67	0.84	-
Ανακλώμενο Ορατό Φως	60%	11%	-
Διερχόμενο Ορατό Φως (LT)	18%	36%	76%
Μείωση Θαμπώματος	82%	59%	20%
Συντελεστής Σκίασης (b-value)	0.24	0.77	-
Συντελεστής Επιλεκτικότητας (s=LT/g)	0.90	-	-
Πάχος	50 μm	50 μm	90 μm
Χρώμα	ασημί	καφέ	άχρωμη
Επιφάνεια Τζαμιού	εσωτερική	εσωτερική	εσωτερική
Κατάλληλη για διπλό τζάμι;	OXI	OXI	NAI
Αντιχαρακτική επικάλυψη;	OXI	OXI	OXI



* *Εικόνα 6.20*
Μεμβράνη Ιδιωτικότητας
Πηγή: www.gri-sun.gr
Τύπου Mat Metal



* *Εικόνα 6.21*
Μεμβράνη Ιδιωτικότητας
Πηγή: www.gri-sun.gr
Τύπου Mat Bronze



* *Εικόνα 6.22*
Μεμβράνη Ιδιωτικότητας
Πηγή: www.gri-sun.gr
Τύπου Mat Depoli

6.2.7 ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ

Οι μεμβράνες αυτές χρησιμοποιούνται για διακόσμηση, ή ακόμα και για σήμανση γυάλινων επιφανειών. Εμποδίζουν την ορατότητα και από τις δύο πλευρές (διαθέτουν προσθήκη χρώματος), χωρίς να σκοτεινιάζει ιδιαίτερα ο χώρος, ενώ παράλληλα διακοσμούν. Επίσης παρέχουν σχετική προστασία από την ακτινοβολία και κάποια ηλιοπροστασία. Οι διακοσμητικές μεμβράνες είναι μεμβράνες με αμμοβολή σε όλη την επιφάνεια είτε σε διάφορα σχήματα (ρίγες αμμοβολής με διαφορετικό πάχος και διαφορετικά διάκενα, καρρέ αμμοβολής, ρίγες αμμοβολής με προοδευτικό ελαττώμενο πάχος και σταθερά διάκενα). Επίσης διατίθεται ολόσωμη αμμοβολή αλουμινίου με την μία όψη ανακλαστική, τύπου βιτρώ, και διάφορα άλλα σχήματα. Ακολουθούν χαρακτηριστικές φωτογραφίες διακοσμητικών μεμβρανών καθώς και πίνακας με τις ιδιότητες τους.

* [ΠΗΓΗ: Ιστότοποι: www.gri-sun.gr, www.johnsonwindowfilms.com]



* *Εικόνα 6.23*
Διακοσμητική μεμβράνη
Πηγή: www.gri-sun.gr
Τύπου Project



* *Εικόνα 6.24*
Διακοσμητική μεμβράνη
Πηγή: www.gri-sun.gr
Τύπου Pallas



* *Εικόνα 6.25*
Διακοσμητική μεμβράνη
Πηγή: www.gri-sun.gr
Τύπου Claustra

Πίνακας 6.10: Ιδιότητες διακοσμητικών μεμβρανών: [Πηγή: www.gri-sun.gr]

ΤΥΠΟΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	<i>Project</i>	<i>Pallas</i>	<i>Claustra</i>
Διερχόμενη Υπεριώδης (UV) Ακτινοβολία	-	-	-
Ανακλώμενη Ηλιακή Ενέργεια	-	-	-
Απορροφούμενη Ηλιακή Ενέργεια	-	-	-
Διερχόμενη Ηλιακή Ενέργεια	-	-	-
Συνολικώς Απορριπτόμενη Ηλιακή Ενέργεια	-	-	-
Ηλιακός Συντελεστής (g-value)	-	-	-
Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U-value)	-	-	-
Συντελεστής Εκπομπής (e)	-	-	-
Ανακλώμενο Ορατό Φως	-	-	-
Διερχόμενο Ορατό Φως (LT)	-	-	-
Μείωση Θαμπώματος	-	-	-
Συντελεστής Σκίασης (b-value)	-	-	-
Συντελεστής Επιλεκτικότητας (s=LT/g)	-	-	-
Πάχος	-	-	-
Χρώμα	-	-	-
Επιφάνεια Γζαμιού	εσωτερική	εσωτερική	εσωτερική
Κατάλληλη για διπλό τζάμι;	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Αντιχαρακτική επικάλυψη;	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ

6.2.8 MEMBRANES ANTI – ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΕΣ Ή ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΚΟΠΕΙΑΣ

Η ανάγκη ορισμένων οικονομικών και στρατιωτικών ιδρυμάτων να προστατευθούν έναντι της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (π.χ. συστήματα πληροφορικής κ.λ.π.) και η ανάγκη προστασίας των ανθρώπων από κύματα υψηλής συχνότητας (κινητή τηλεφωνία, κ.λ.π.) δημιούργησε τις αντι – ηλεκτρομαγνητικές μεμβράνες.

Οι μεμβράνες αυτές κατασκευάζονται με εξαιρετικά υψηλή πυκνωση ατμών μετάλλου και μπορεί να μειώσει κατά περίπου 90% το ποσοστό

ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων με συχνότητες μεταξύ 400 και 2000 MHz. Η επιμετάλλωσή δεν επιτρέπει τη διάδοση πληροφοριών μέσα από τζάμια. Αναλυτικότερα η απόσβεση κυμάτων συχνότητας 400 MHz φτάνει τα 22.3 dB (ή 93.2 %), 900 MHz τα 20.9 Db (ή 91 %), 1800 MHz τα 16.5 Db (ή 85 %) και 2000 MHz τα 21.1 Db (ή 9.21 %). Ακολουθεί χαρακτηριστική φωτογραφία μεμβράνης αντι - ηλεκτρομαγνητικής καθώς και πίνακας με τις ιδιότητες της.

* [ΠΗΓΗ: Ιστότοποι: www.gri-sun.gr, www.johnsonwindowfilms.com, www.solutions.3m.com]



* *Εικόνα 6.26: Μεμβράνη αντι – ηλεκτρομαγνητική, Τύπου Radar 95C:
[Πηγή : www.gri-sun.gr*

* Πίνακας 6.11: Ιδιότητες μεμβρανών αντι – ηλεκτρομαγνητικών: [Πηγή: www.gri-sun.gr]

ΤΥΠΟΣ	Radar 95C
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	
Διερχόμενη Υπεριώδης (UV) Ακτινοβολία	1%
Ανακλώμενη Ηλιακή Ενέργεια	55%
Απορροφούμενη Ηλιακή Ενέργεια	39%
Διερχόμενη Ηλιακή Ενέργεια	6%
Συνολικώς Απορριπτόμενη Ηλιακή Ενέργεια	85%
Ηλιακός Συντελεστής (g-value)	0.16
Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U-value)	-
Συντελεστής Εκπομπής (e)	-
Ανακλώμενο Ορατό Φως	58%
Διερχόμενο Ορατό Φως (LT)	5%
Μείωση Θαμπώματος	94%
Συντελεστής Σκίασης (b-value)	0.18
Συντελεστής Επιλεκτικότητας (s=LT/g)	0.31
Πάχος	40 μm
Χρώμα	Μαύρο
Επιφάνεια Τζαμιού	Εσωτερική
Κατάλληλη για διπλό τζάμι;	OXI
Αντιχαρακτική επικάλυψη;	NAI

6.2.9 MEMBRANES ΟΛΟΓΡΑΦΙΚΕΣ

Οι ολογραφικές μεμβράνες έχουν κυρίως διακοσμητική χρήση καθώς ανάλογα με την γωνία θέασης αλλάζει το χρώμα τους. Μπορούν επίσης να τοποθετηθούν και σε μια επιφάνεια για να δημιουργηθεί μια ολογραφική οθόνη προβολής με την συμβολή ενός προβολέα.

Παρασκευάζονται από πλαστικοποιημένα ακρυλικά ή πολυανθρακικά φύλλα και προσφέρουν μια αρκετά ισορροπημένη ποιότητα εικόνας.

Παρέχουν υψηλή αντίθεση και ευρεία γωνία προβολής. Είναι ιδανικές για εσωτερικές βιτρίνες σε καταστήματα, για εμπορικά κέντρα και για εφαρμογές σε εξωτερικά παράθυρα.

Ακολουθεί φωτογραφία ολογραφικής μεμβράνης με γωνία θέασης 120° καθώς και πίνακας με τις βασικές ιδιότητες της.

* [ΠΗΓΗ: www.gri-sun.gr, www.johnsonwindowfilms.com, www.innovedisplay.en.alibaba.com]



* *Εικόνα 6.27: Μembrάνη ολογραφική, Τύπου Aurora: [Πηγή : www.gri-sun.gr]*

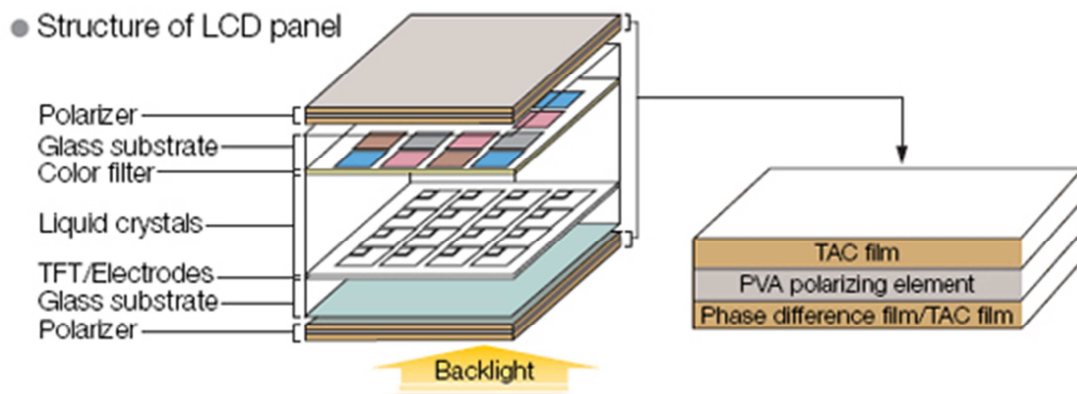
Πίνακας 6.12: Ιδιότητες μεμβρανών ολογραφικών: [Πηγή : www.gri-sun.gr]

ΤΥΠΟΣ	Aurora
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	
Διερχόμενη Υπεριώδης (UV) Ακτινοβολία	10%
Ανακλώμενη Ηλιακή Ενέργεια	-
Απορροφούμενη Ηλιακή Ενέργεια	-
Διερχόμενη Ηλιακή Ενέργεια	-
Συνολικώς Απορριπτόμενη Ηλιακή Ενέργεια	39%
Ηλιακός Συντελεστής (g-value)	0.61
Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U-value)	-
Συντελεστής Εκπομπής (e)	-
Ανακλώμενο Ορατό Φως	10%
Διερχόμενο Ορατό Φως (LT)	72%
Μείωση Θαμπώματος	29%
Συντελεστής Σκίασης (b-value)	0.70
Συντελεστής Επιλεκτικότητας (s=LT/g)	1.18
Πάχος	40 μm
Χρώμα	Μεταβαλλόμενο
Επιφάνεια Τζαμιού	Εσωτερική
Κατάλληλη για διπλό τζάμι;	ΝΑΙ
Αντιχαρακτική επικάλυψη;	ΟΧΙ

6.2.10 ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ LCD

Οι μεμβράνες τύπου LCD παρέχουν τη δυνατότητα ελέγχου της ορατότητας μέσω ενός διακόπτη καθώς αλλάζουν με τάση ηλεκτρικού ρεύματος. Θεωρούνται ως το επόμενο βήμα από τις μεμβράνες υγρών κρυστάλλων με τις οποίες είναι διαφορετικής τεχνολογίας. Έτσι με το πάτημα του διακόπτη μπορεί να μετατραπεί από ημιδιαφανές (ματ) σε διαφανές και το αντίστροφο. Αυτή η μεμβράνη μπορεί να μετατραπεί και σε μια υψηλής ανάλυσης οθόνη προβολής για εμφάνιση τηλεοπτικών εικόνων και βίντεο χωρίς τη χρήση τηλεοπτικού προβολέα (προτζέκτορα) όπως συμβαίνει π.χ. με τις πλαστικές.

Όπως φαίνεται και στην παρακάτω φωτογραφία αποτελούνται από δύο στρώματα οπτικού πολωτικού φίλτρου, δύο στρώματα γυάλινου υποστρώματος, ένα στρώμα χρωματικού φίλτρου, ένα στρώμα υγρών κρυστάλλων και ένα στρώμα ηλεκτροδίων.



* Εικόνα 6.28: Δομή Μεμβράνης LCD: [Πηγή : www.conicaminolta.com]

Χαρακτηριστικά :

- Συχνότητα 50/60 Hz
- Τάση 0.1 ampere/m²
- Ισχύς 7 Watt/m²

Είναι κατάλληλες για ηλεκτρονικές εφαρμογές και καθώς και για προστασία της ιδιωτικότητας χώρων.

* [ΠΗΓΗ: Ιστότοποι: www.gri-sun.gr, www.johnsonwindowfilms.com, www.prodisplay.com]



* Εικόνα 6.29: Μembrάνη LCD: [Πηγή: www.prodisplay.com]

6.3 ΣΥΝΟΨΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Στο παρόν κεφάλαιο έγινε μια αναλυτική παρουσίαση των ειδών των μεμβρανών . Οι χρήσεις τους και οι εφαρμογές τους ποικίλουν δίνοντας δυνατότητα επιλογής αναλόγα των αναγκών του κτιρίου (χρήση, κ.λ.π.). Η τεχνολογία στον τομέα των μεμβρανών είναι συνεχώς εξελισσόμενη, με συνεχή βελτίωση τους και τη δημιουργία νέων καινοτόμων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 – Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ **ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΟΥ** **ΚΤΙΡΙΟΥ**

Τα ανοίγματα ενός κτιρίου εξασφαλίζουν φωτισμό, αερισμό και θέα στο κτίριο, αποτελώντας παράλληλα ένα ενεργειακά ευπαθές σημείο. Για το λόγο αυτό η σωστή επιλογή του έχει μεγάλη σημασία, τόσο αναφορικά με την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, όσο και ως προς την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Σημαντικός αριθμός μελετών έχει ασχοληθεί με την επιρροή του τύπου του υαλοπίνακα στην ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου.

Σύμφωνα με μελέτη του Μ. Σανταμούρη καθ. Παν/μίου Αθηνών που έγινε για το Κ.Α.Π.Ε. :

- για την παραγωγή 1m² διπλού low-e υαλοπίνακα, εκπέμπονται 25Kg CO₂, ενώ από την χρήση 1m² μονού low-e υαλοπίνακα εξοικονομούνται 91Kg CO₂, ετησίως.
- με την αντικατάσταση όλων των υαλοπινάκων ενός σπιτιού (15m²), εξοικονομούνται 1.365Kg CO₂, ετησίως (όσα περίπου εκπέμπει ένα μικρό αυτοκίνητο πόλης τον χρόνο) .
- με την αντικατάσταση των υαλοπινάκων ενός σπιτιού εξοικονομούνται 500lt πετρελαίου θέρμανσης και 800 Kwh κλιματισμού (για ένα μέσο διαμέρισμα 100 m² στο νομό Αττικής) κατ' έτος.

** [ΠΗΓΗ: ADEME 2010, Μ. Σανταμούρης καθ. Παν/μίου Αθηνών, Δ/ντής Κ.Α.Π.Ε.]*

Με την βελτίωση της τεχνολογίας των υαλοπινάκων επιτυγχάνεται σε μεγάλο βαθμό η μείωση των θερμικών απωλειών ενός κτιρίου μέσω των ανοιγμάτων του ενισχύοντας την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια.

Η εξοικονόμηση ενέργειας από κάθε επέμβαση στο κέλυφος του κτηρίου, εξαρτάται από τη χρήση του κτηρίου, τα αρχιτεκτονικά του χαρακτηριστικά και – κατά βάση – από το κλίμα της περιοχής. Ενδεικτικά, το ΚΑΠΕ προσομοίωσε ένα τυπικό διαμέρισμα 100 m² σε 4 πόλεις με χαρακτηριστικό κλίμα στην Ελλάδα και υπολόγισε την εξοικονόμηση ενέργειας που θα επιφέρει η αντικατάσταση παλαιών παραθύρων με μονά τζάμια με νέα, τα οποία θα έχουν διπλούς υαλοπίνακες τριών τύπων (συνήθη διπλό με διάκενο 4 και 6 χιλιοστά και διπλό χαμηλής εκπομπής με υλικό πλήρωσης αργό).

Το ποσό της εξοικονομούμενης ενέργειας που προκύπτει για κάθε τύπο υαλοπίνακα και του αντίστοιχου πετρελαίου σε ετήσια βάση παρουσιάζεται στον Πίνακα 7.1. Όπως φαίνεται από τα στοιχεία του Πίνακα, τα ενεργειακά διπλά τζάμια στην Αθήνα μπορούν να μειώσουν ετησίως την κατανάλωση έως και κατά 7.400 kWh για τη θέρμανση και ψύξη κατοικιών εμβαδού 100 m². Στη Θεσσαλονίκη η αντίστοιχη εξοικονόμηση μπορεί να ξεπεράσει τις 10.000 kWh, στη Φλώρινα εκτοξεύεται στις 16.000, ενώ στα Χανιά πέφτει στις 5.000 kWh.

* Πίνακας 7.: Εξοικονόμηση ενέργειας/πετρελαίου σε τυπικό διαμέρισμα από τη χρήση διπλών και βελτιωμένων υαλοπινάκων σε 4 κλιματικές ζώνες της Ελλάδας

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΤΥΠΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ	Εξοικονόμηση ενέργειας (kWh)	Εξοικονόμηση πετρελαίου (λίτρα)
ΦΛΩΡΙΝΑ	Διπλός 4-6-4	12.216	1.222
	Διπλός 4-12-4	14.381	1.438
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό 4-12-4	16.421	1.642
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	Διπλός 4-6-4	8.551	855
	Διπλός 4-12-4	10.007	1.001
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό 4-12-4	11.604	1.160
ΑΘΗΝΑ	Διπλός 4-6-4	5.192	519
	Διπλός 4-12-4	6.016	602
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό	7.473	747
ΧΑΝΙΑ	Διπλός 4-6-4	4.191	419
	Διπλός 4-12-4	4.449	445
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό 4-12-4	5.491	549

Εξάλλου, σε μία κατοικία 100 m² με επιφάνεια παραθύρων 15 m² που βρίσκεται στην Αθήνα, η απόσβεση της δαπάνης για την αγορά ενεργειακών τζαμιών (χωρίς τα έξοδα τοποθέτησης) μπορεί να γίνει σε δύο χρόνια, λόγω της επιτυγχανόμενης εξοικονόμησης ενέργειας. Πράγματι, αλλάζοντας τα απλά τζάμια με ενεργειακά αποδοτικά (3 διαφορετικά είδη) και σύμφωνα με τις τρέχουσες τιμές κιλοβατώρας, προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα:

* Πίνακας 7.2: Εξοικονόμηση ενέργειας/kWh και χρημάτων σε τυπικό διαμέρισμα από τη χρήση low - e και διπλών υαλοπινάκων.

	Εξοικονόμηση ενέργειας (kWh/έτος)	Χρηματικό όφελος (€)
Ηλιακού ελέγχου	7.332	733
Low-e	6.282	628
Διπλά τζάμια	5.192	519

* [ΠΗΓΗ: ΚΑΠΕ, Έργο “Double Glazing in Southern Countries” XVII/4.1031/99-33, Τελική Έκθεση, Δεκέμβριος 2000, Πρόγραμμα SAVE, της DG XVII-Γενικής Διεύθυνσης για την Ενέργεια, της Ευρωπαϊκής Επιτροπής]

Σύμφωνα με έρευνα του Ολλανδικού Επιστημονικού Ινστιτούτου TNO, η οποία διενεργήθηκε για λογαριασμό της επαγγελματικής Ένωσης των Ευρωπαίων κατασκευαστών γυαλιού «η Ελλάδα θα μπορούσε να εξοικονομεί περισσότερο από 3,4 δισεκατομμύρια κιλοβατώρες ετησίως από την ενέργεια για ψύξη με την αντικατάσταση των απλών τζαμιών και την τοποθέτηση υαλοπινάκων ηλιακού ελέγχου σε κατοικίες και γραφεία το 2020».

Όσο αφορά τον κλιματισμό, σχετική μελέτη εκφράζει την εξής διατύπωση: «Σε περίπτωση που η χρήση κλιματισμού στην Ελλάδα προσεγγίσει τα επίπεδα των ΗΠΑ, δηλαδή φτάσει στα επίπεδα του 65% (τοποθετημένες κλιματιστικές μονάδες) για τις κατοικίες και 100% για τα μη οικιστικά κτίρια έως το 2020, η μείωση των εκπομπών που θα προκύψει από την τοποθέτηση ενεργειακών υαλοπινάκων θα ανέρχεται σε 6,7 εκατ. τόνους διοξειδίου του άνθρακα ετησίως, σύμφωνα με την έρευνα του ΤΟΝ και του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.. Επιπλέον, υπολογίζεται ότι θα εξοικονομούνται 14,11 δισ. Κιλοβατώρες (από τη λειτουργία των κλιματιστικών) κάθε χρόνο την ώρα που η συνολική κατανάλωση στη χώρα το 2020 εκτιμάται στα 79 δισ. κιλοβατώρες. Με τις τρέχουσες τιμές της κιλοβατώρας το συνολικό οικονομικό όφελος από την εξοικονόμηση ρεύματος για ψύξη ανέρχεται σε 1,4 δισ. ευρώ ετησίως».

* [ΠΗΓΗ: ΚΑΠΕ, Έργο “Double Glazing in Southern Countries” XVII/4.1031/99-33, Τελική Έκθεση, Δεκέμβριος 2000, Πρόγραμμα SAVE, της DG XVII-Γενικής Διεύθυνσης για την Ενέργεια, της Ευρωπαϊκής Επιτροπής]

Από τα παραπάνω συμπεράσματα προκύπτει ότι η αντικατάσταση των παλαιών υαλοπινάκων με ενεργειακούς έχει ευεργετικά αποτελέσματα σε πολλαπλούς τομείς. Καθώς εξοικονομεί ενέργεια, με θετικές συνέπειες στο περιβάλλον αλλά και στο κόστος θέρμανσης, κλιματισμού και φωτισμού στα κτίρια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 – ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με σωστή επιλογή του κατάλληλου τύπου υαλοστασίου στα κτίρια, εξασφαλίζονται σημαντικά οφέλη σε διάφορους τομείς όπως η εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια, η προστασία του περιβάλλοντος που ολοένα και επιβαρύνεται και φυσικά σε οικονομικό επίπεδο. Η απόσβεση πραγματοποιείται σε σύντομο χρονικό διάστημα σύμφωνα με τις πρόσφατες έρευνες π.χ. έρευνες Κ.Α.Π.Ε. που αναφέρθηκαν και προηγουμένως. Η χρήση των ενεργειακά βελτιωμένων υαλοπινάκων στα κτίρια επιδοτείται από ευρωπαϊκά προγράμματα (π.χ. εξοικονόμηση κατ' οίκον). Η τεχνολογία συνεχώς εξελίσσεται και παρουσιάζονται νέα προϊόντα.

Στην αγορά υπάρχει μεγάλη ποικιλία υαλοπινάκων ανταποκρινόμενα σε διάφορες ανάγκες ικανά να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής του ανθρώπου και το ίδιο το περιβάλλον.

Βιβλιογραφία

1. Γυαλί τεχνολογία, διάβρωση και συντήρηση, Ελένη Κ. Κοντού Αθήνα 1995
2. Κτίριο και περιβάλλον, Ηλίας Ευθυμιόπουλος, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 2005
3. High-performance glasses, M. Cable & J. M. Parker
4. "Physics of Amorphous Materials" by S.R. Elliott (London: Longman Group Ltd, 1983), prismaglass.wordpress.com
5. The properties of optical glass – Hans Norbert Neuroth Springer (August 6 1998)
6. Mechanical Properties and Fracture Analysis of Glass, David Dutt, Chromaglass Inc.
7. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας: Έργο “Double Glazing in Southern Countries” XVII/4.1031/99-33, Τελική Έκθεση, Δεκέμβριος 2000, Πρόγραμμα SAVE, της DG XVII-Γενικής Διεύθυνσης για την Ενέργεια, της Ευρωπαϊκής Επιτροπής)
8. Ιστότοπος: www.math.ucr.edu
9. Ιστότοπος: www.dspace.lib.ntua.gr
10. Ιστότοπος: www.materials.uoi.gr
11. Ιστότοπος: www.us.schott.com
12. Ιστότοπος: www.web.mst.edu
13. Ιστότοπος: www.alfaglass.gr
14. Ιστότοπος: www.realgems.org
15. Ιστότοπος: www.glassproperties.com
16. Ιστότοπος: www.patrinios.gr

17. Ιστότοπος: www.prismaglass.gr
18. Ιστότοπος: www.library.tee.gr - Βιβλιοθήκη Τ.Ε.Ε. – Συμπεριφορά & Ιδιότητες του γυαλιού και ο ρόλος του στην εξοικονόμηση ενέργειας των κτιρίων (Νικόλας Μαλεφάκης, Τεχνικός Σύμβουλος, Αντ. Ν. Μαλεφάκης ΑΕΒΕ)]
19. Ιστότοπος: www.yalodomi.gr
20. Ιστότοπος: www.ktizontastomellon.gr
21. Ιστότοπος: www.vasglass.gr
22. Ιστότοπος: www.ktirio.gr
23. Ιστότοπος: www.alumil.com
24. Ιστότοπος: www.sts.gr
25. Ιστότοπος: www.chapglass.com
26. Ιστότοπος: www.glasscon.gr
27. Ιστότοπος: prismaglass.wordpress.com
28. Ιστότοπος: www.glassandmetal.gr
29. Ιστότοπος: www.archiproducts.gr
30. Ιστότοπος: www.neotexrodos.gr
31. Ιστότοπος: www.glassblocks.gr
32. Ιστότοπος: www.greekarchitects.gr
33. Ιστότοπος: www.practikal.gr
34. Ιστότοπος: www.yalopoiisi.gr
35. Ιστότοπος: www.double-glass.gr
36. Ιστότοπος: www.samarasglass.com

37. Ιστότοπος: www.3mprotect.gr
38. Ιστότοπος: www.4green.gr
39. Ιστότοπος: www.simpasglass.gr
40. Ιστότοπος: www.domika.gr
41. Ιστότοπος: www.abatzis.gr
42. Ιστότοπος: www.ewfa.org/short-history-window-film
43. Ιστότοπος: www.amadeintheshade.net/2009/05/which-window-film-brand-is-best.html
44. Ιστότοπος: www.gri-sun.gr
45. Ιστότοπος: www.johnsonwindowfilms.com
46. Ιστότοπος: www.solablocsa.com.au/uploads/documents/Ewfa-magazine.pdf
47. Ιστότοπος: www.windowfilmandmore.com
48. Ιστότοπος: www.lumar.com
49. Ιστότοπος: www.guardianwindowfilm.co.uk
50. Ιστότοπος: www.solutions.3m.com
51. Ιστότοπος: www.innovedisplay.en.alibaba.com
52. Ιστότοπος: www.prodisplay.com
53. Ιστότοπος Wikipedia: www.el.wikipedia.org