

# Πρακτικές εφαρμογές υαλοπινάκων για εξοικονόμηση ενέργειας στο κτίριο

αλλά και

## ευκαιρία για αναβάθμιση με επιδόσεις σε ηχομείωση και ασφάλεια

Ηλιάδης Γιώργος  
Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός  
Τεχνικός Σύμβουλος



ili-Con

Iliadis Construction & Consulting Co

*Οι φωτογραφίες που χρησιμοποιούνται στην παρακάτω παρουσίαση καλυπτονται από νομοθεσία για πνευματικά δικαιώματα και δεν χρησιμοποιούνται για Εμπορικούς λόγους αλλά στα πλαίσια Εκπαιδευτικής-Ενημερωτικής Ημερίδας Μηχανικών.  
Η χρήση τους γίνεται στα πλαίσια θεμιτού σκοπού (“fair dealing”)*

# Εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια

- Ιδιαίτερα σημαντική στις μέρες μας
- Κέλυφος κτιρίου - μεγάλα ανοίγματα
- Αρχιτεκτονική - Γυάλινα κτίρια
- Θερμική άνεση
- Κλιματολογικές συνθήκες

# Υαλοπίνακες στο Κέλυφος

- Έλεγχος θερμικών απωλειών / κερδών : ελαχιστοποίηση κόστους θέρμανσης – ψύξης
- Έλεγχος αντηλιάς : οπτική άνεση
- Έλεγχος φωτός : ελαχιστοποίηση τεχνητού φωτισμού
- Καθορισμός αισθητικής : χρώμα / αντανάκλαση
- Έλεγχος θορύβου : ακουστική άνεση
- Έλεγχος καθαρότητας : ελαχιστοποίηση κόστους συντήρησης



# Εκτεταμένη χρήση γυαλιού στα κτίρια



Photo Courtesy of Sky-Frame

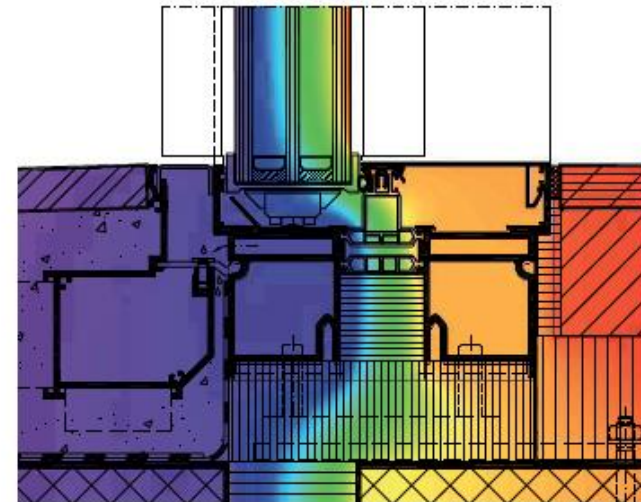
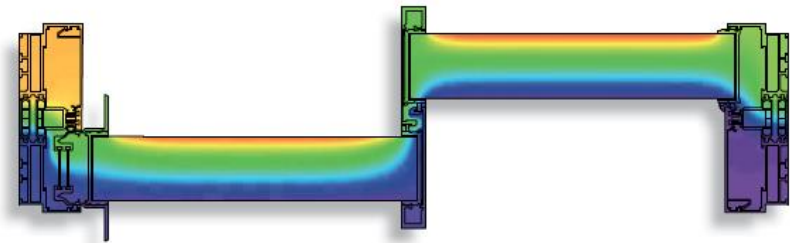
# Εκτεταμένη χρήση γυαλιού στα κτίρια



Photo Courtesy of Sky-Frame



# Εκτεταμένη χρήση γυαλιού στα κτίρια



# Διάφορες Κλιματολογικές Ζώνες





# Δείκτες Επίδοσης Υαλοπινάκων



Photo Courtesy of Saint-Gobain Glass

# Βασικοί δείκτες επίδοσης υαλοπινάκων

- $T_L$  % = Μετάδοση ορατού φωτός
- $R_L$  % = Αντανάκλαση ορατού φωτός
- g-value (Ηλιακός συντελεστής ) = Συνολική μετάδοση ενέργειας
- SC (Συντελεστής σκίασης) =  $g / g_{3\text{mm clear float (0.87)}}$

Όσο χαμηλότερος ο ηλιακός συντελεστής, τόσο καλύτερος ο ηλιακός έλεγχος

Όσο υψηλότερος ο ηλιακός συντελεστής, τόσο μεγαλύτερα τα ηλιακά θερμικά κέρδη

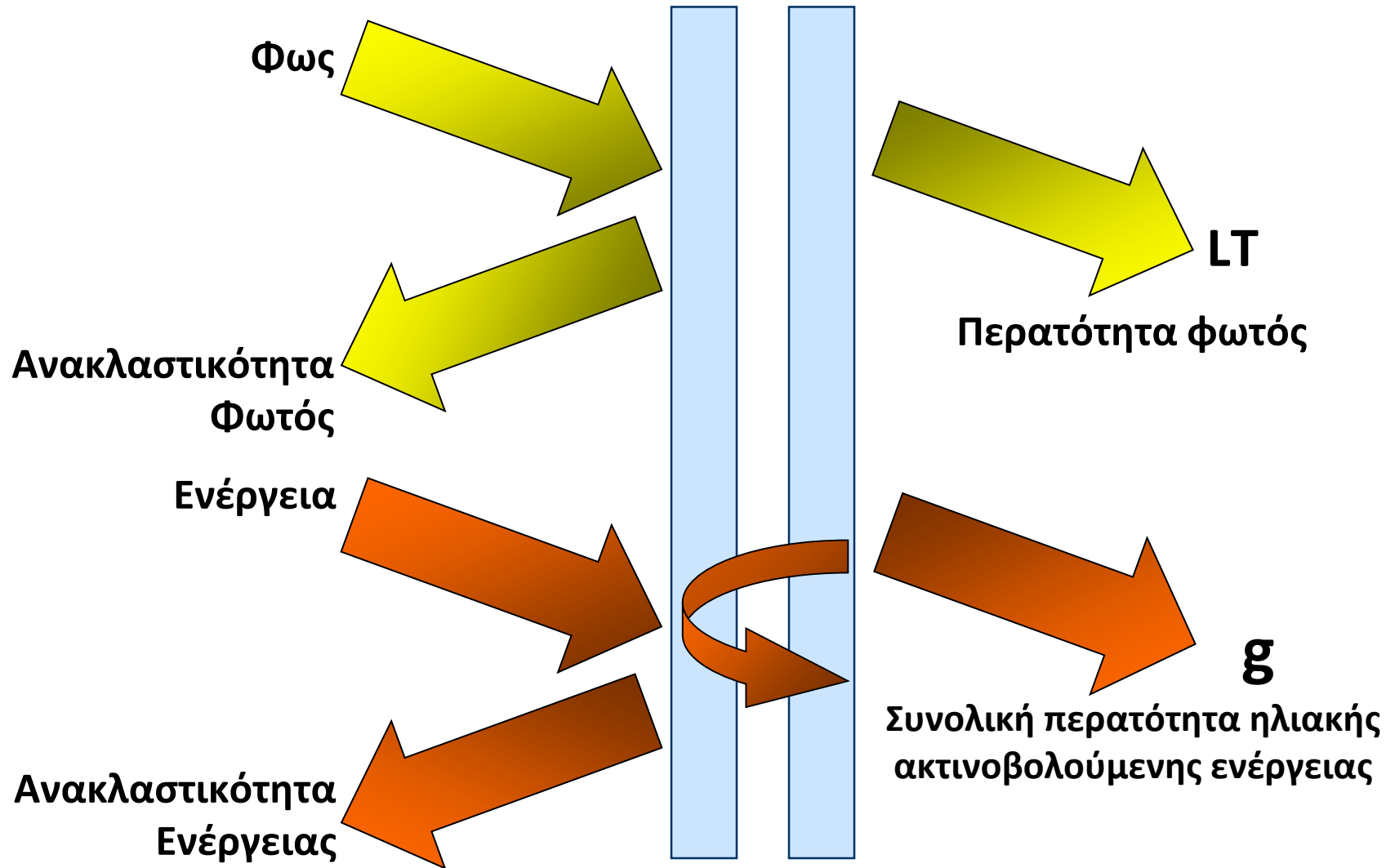
- U-value  $\text{W/m}^2\text{K}$  = συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας

Όσο χαμηλότερο το U-value, τόσο μεγαλύτερη η μόνωση

- LSG (Φως προς ηλιακά οφέλη) = μετάδοση ορατού φωτός / ηλιακό συντελεστή (η επιλεξιμότητα)

Όσο υψηλότερος ο συντελεστής, τόσο καλύτερος ο υαλοπίνακας σαν πηγή φωτισμού.

# Οπτικά και ενεργειακά χαρακτηριστικά



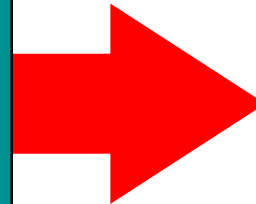
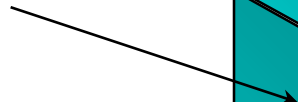


Ποσό θερμότητας  
λόγω της διαφοράς  
θερμοκρασίας



U-Value

Area = 1 m<sup>2</sup>



6mm thick glass :  
 $U_g = 5.7 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{K}$

$T_1$

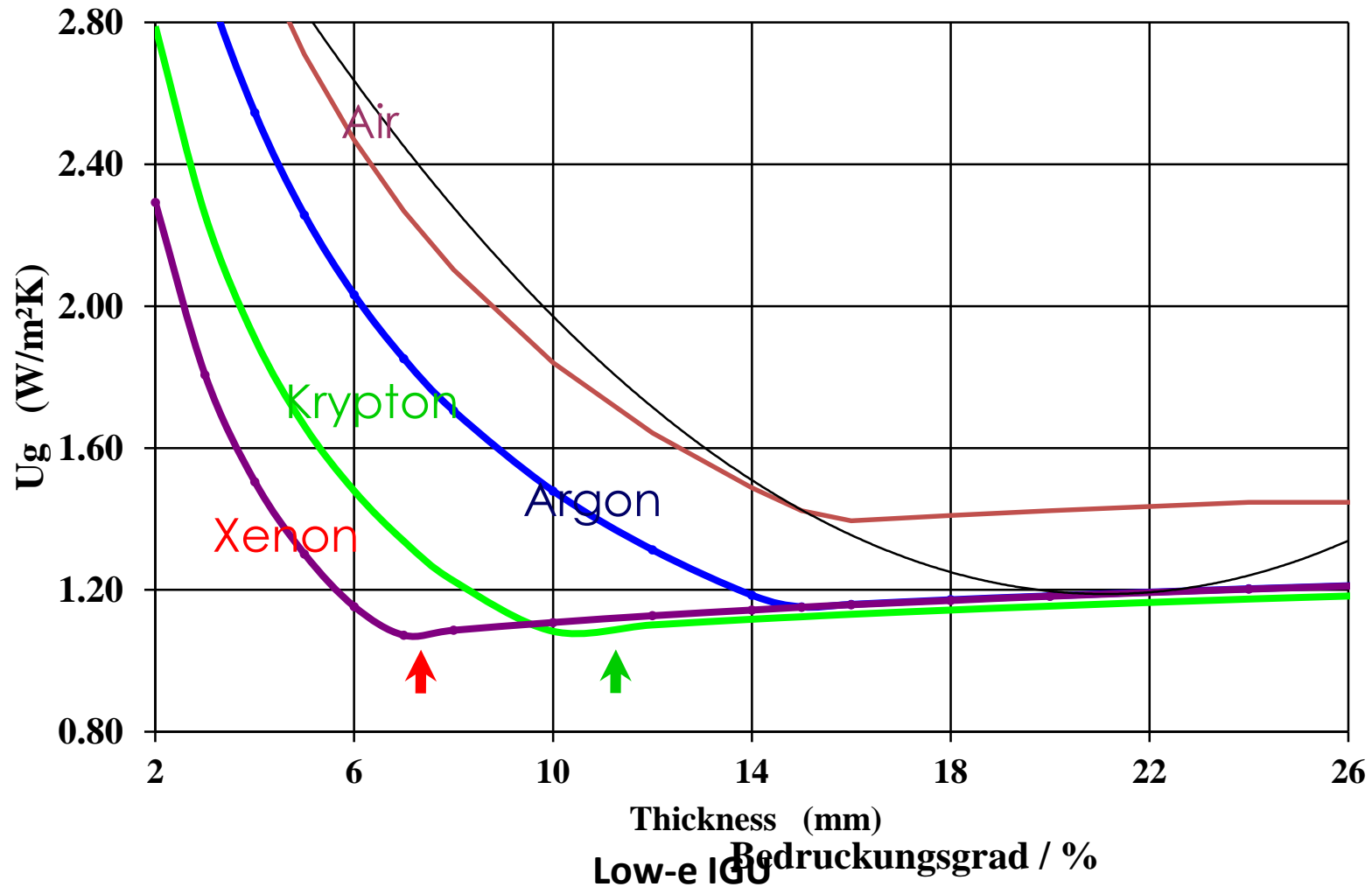
$T_2 < T_1$

# Τρόποι αύξησης της θερμικής αντίστασης του υαλοπίνακα

- αυξάνοντας το πλάτος του διάκενου
- χρησιμοποιώντας υαλοπίνακες με επιστρώσεις χαμηλής εκπομπής (Low-e)
- γεμίζοντας το διάκενο με αέρια χαμηλότερης αγωγιμότητας από αυτήν του ξηρού αέρα
- μειώνοντας τη συναγωγή στην περιοχή του διάκενου
- δημιουργώντας συνθήκες μερικού ή ολικού κενού στο διάκενο

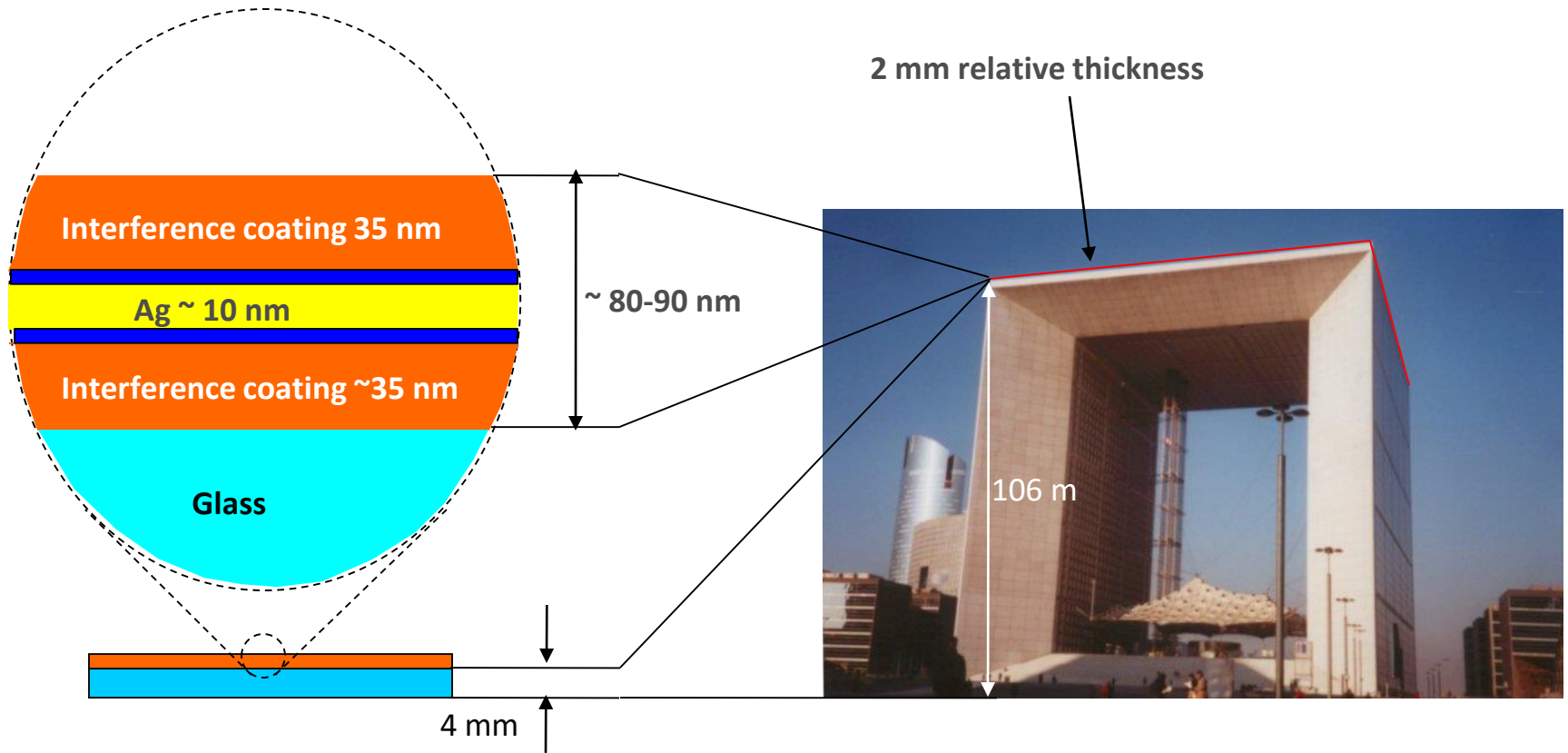
Hotel Mikołajki, Mikołajki Poland  
Photograph: Bartosz Makowski  
Architect: PK Studio, Sopot

# Επίδραση του αερίου πλήρωσης και του πλάτους του διάκενου διπλής υάλωσης στον συντελεστή θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα

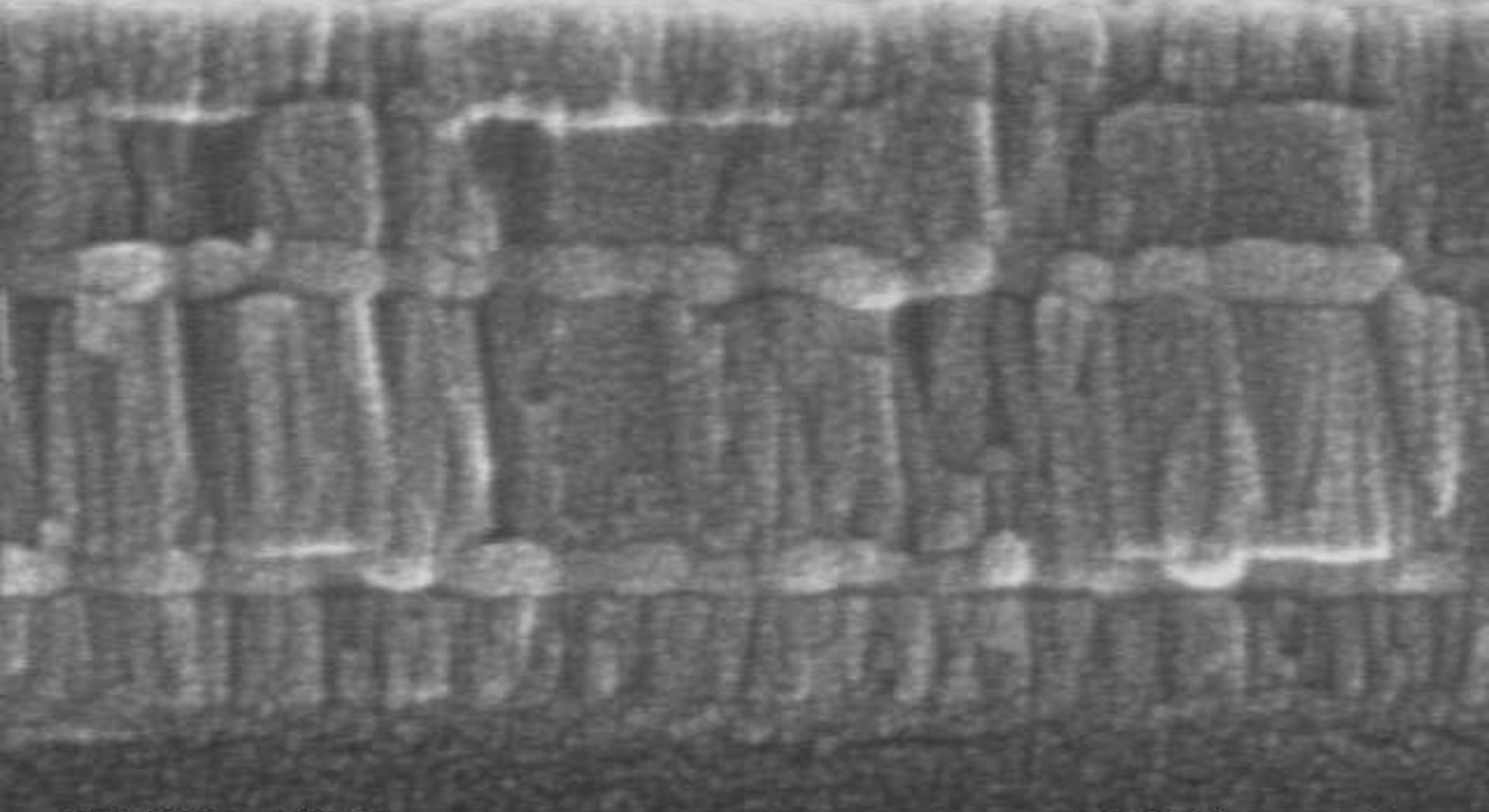




# Επιστρώσεις σε Υαλοπίνακες



# Επίστρωση σε υαλοπίνακα



x200000  
#2  
512 x 512

200nm

15kV

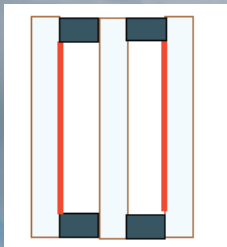
5mm

IM68.TIF

16



# Τριπλές Υαλώσεις

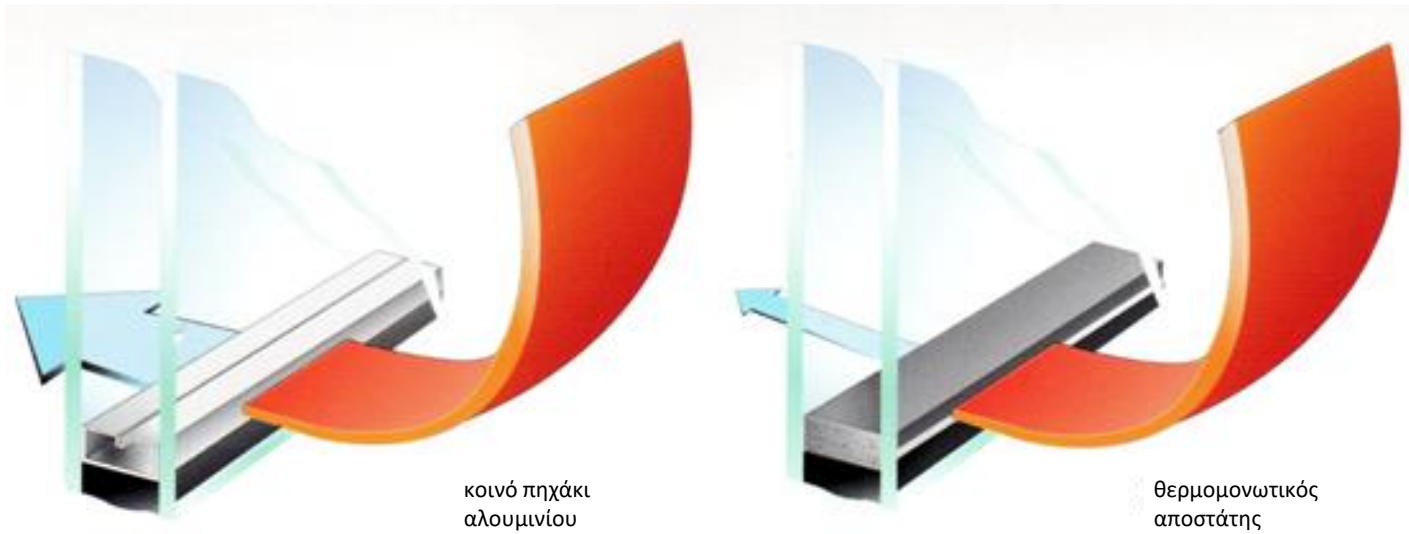


- Σε τριπλές υαλώσεις οι επιστρώσεις τοποθετούνται στις θέσεις #2 και #5, ενώ ο συντελεστής θερμοπερατότητας μπορεί να γίνει μέχρι και
- $U_g \geq 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$



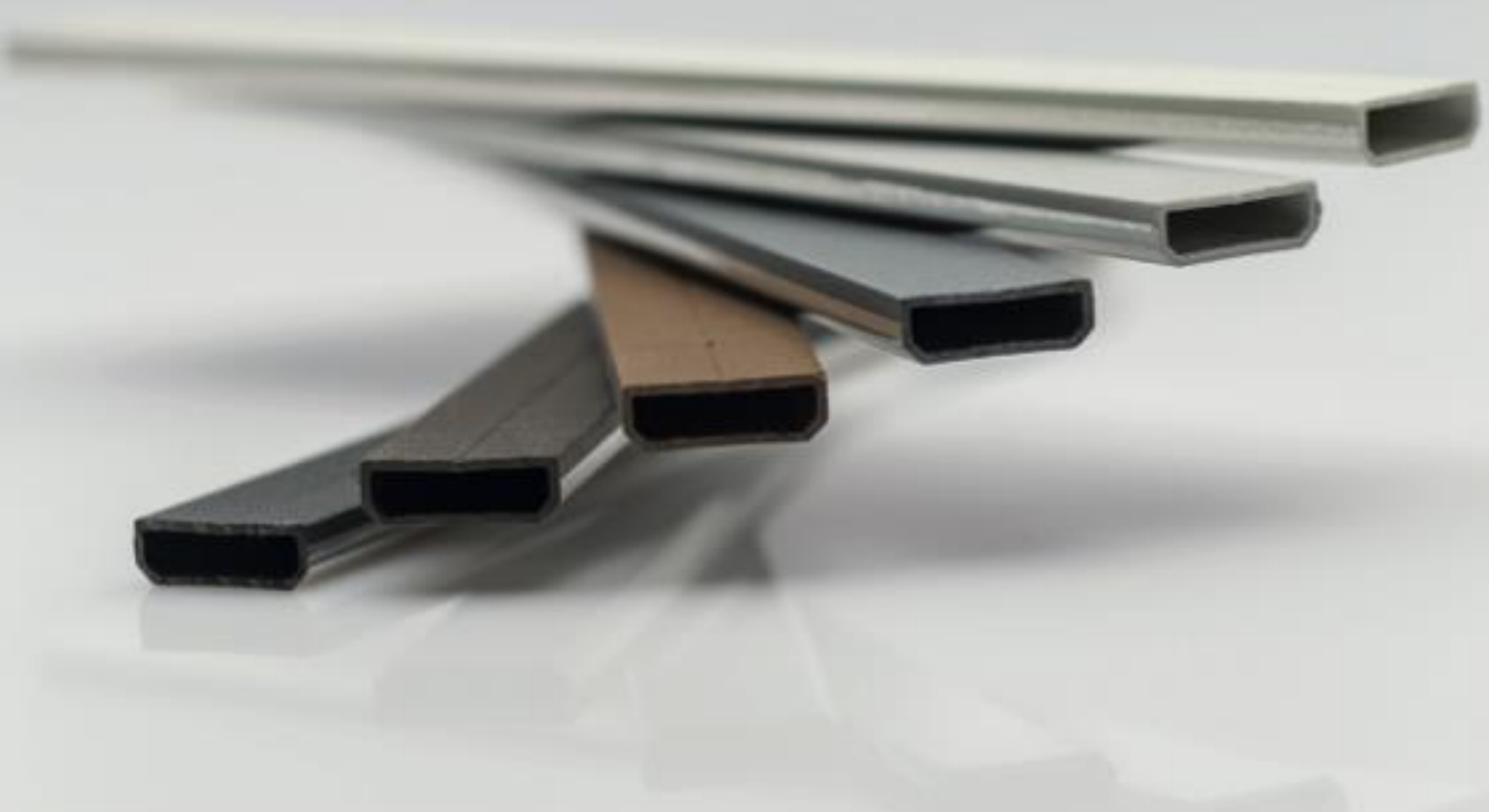
# Η επίδραση του υλικού διακένου

(πηχάκι διπλής υάλωσης)



# Η επίδραση του υλικού διακένου

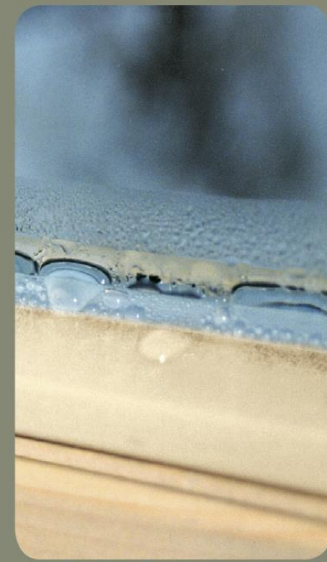
(πηχάκι διπλής υάλωσης)



# Θερμομόνωση και συμπύκνωση υδρατμών

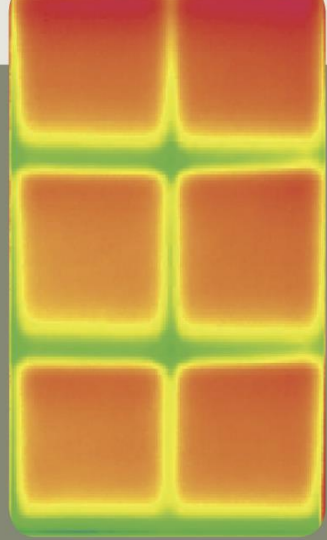


με θερμομονωτικό  
αποστάτη διπλής  
υάλωσης

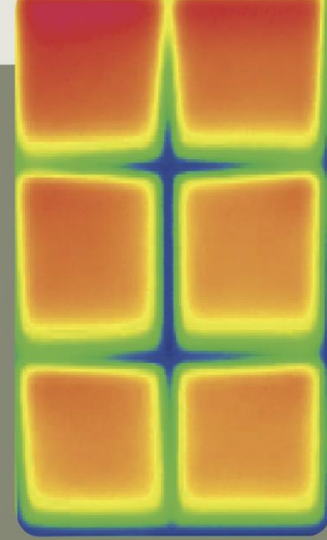


με αποστάτη αλουμινίου

με θερμομονωτικό  
αποστάτη διπλής  
υάλωσης





με αποστάτη αλουμινίου






Spacer bar system	Double glazing 				Triple glazing 			
	Aluminium	Stainless steel	με θερμομονωτικό αποστάτη		Aluminium	Stainless steel	με θερμομονωτικό αποστάτη	
<b>WOODEN WINDOWS</b>								
Frame value: $U_f =$ glass value: $U_g =$ 	1.4 W/m <sup>2</sup> K 1.1 W/m <sup>2</sup> K				1.3 W/m <sup>2</sup> K 0.7 W/m <sup>2</sup> K			
<b>Psi value [W/mK]</b>	0.082	0.053	0.039	0.031	0.089	0.054	0.037	0.029
Window, $U_{w, 1 \text{ pane}}$ [W/m <sup>2</sup> K]	1.40	1.32	1.29	1.27	1.10	1.02	0.97	0.95
Window, $U_{w, 2 \text{ panes}}$ [W/m <sup>2</sup> K]	1.52	1.41	1.36	1.33	1.26	1.13	1.07	1.04
<b>Min. surface temperature* [°C]</b>	4.1	7.3	8.9	9.7	6.0	9.6	11.2	12.1

<b>PVC WINDOWS</b>								
Frame value: $U_f =$ glass value: $U_g =$ 	1.2 W/m <sup>2</sup> K 1.1 W/m <sup>2</sup> K				1.2 W/m <sup>2</sup> K 0.7 W/m <sup>2</sup> K			
<b>Psi value [W/mK]</b>	0.076	0.051	0.039	0.032	0.078	0.050	0.037	0.030
Window, $U_{w, 1 \text{ pane}}$ [W/m <sup>2</sup> K]	1.32	1.26	1.23	1.21	1.05	0.98	0.95	0.93
Window, $U_{w, 2 \text{ panes}}$ [W/m <sup>2</sup> K]	1.42	1.33	1.28	1.26	1.19	1.08	1.04	1.01
<b>Min. surface temperature* [°C]</b>	5.3	8.3	9.7	10.4	6.7	9.9	11.3	12.0

<b>WOOD-ALUMINIUM WINDOWS</b>								
Frame value: $U_f =$ glass value: $U_g =$ 	1.4 W/m <sup>2</sup> K 1.1 W/m <sup>2</sup> K				1.4 W/m <sup>2</sup> K 0.7 W/m <sup>2</sup> K			
<b>Psi value [W/mK]</b>	0.094	0.059	0.042	0.032	0.100	0.060	0.040	0.030
Window, $U_{w, 1 \text{ pane}}$ [W/m <sup>2</sup> K]	1.43	1.34	1.30	1.28	1.17	1.08	1.03	1.000
Window, $U_{w, 2 \text{ panes}}$ [W/m <sup>2</sup> K]	1.57	1.44	1.38	1.34	1.35	1.21	1.13	1.100
<b>Min. surface temperature* [°C]</b>	2.2	6.1	7.9	8.8	4.4	8.6	10.5	11.3

<b>ALUMINIUM WINDOWS</b>								
Frame value: $U_f =$ glass value: $U_g =$ 	1.6 W/m <sup>2</sup> K 1.1 W/m <sup>2</sup> K				1.6 W/m <sup>2</sup> K 0.7 W/m <sup>2</sup> K			
<b>Psi value [W/mK]</b>	0.110	0.068	0.047	0.036	0.120	0.064	0.042	0.031
Window, $U_{w, 1 \text{ pane}}$ [W/m <sup>2</sup> K]	1.54	1.44	1.39	1.36	1.30	1.17	1.12	1.09
Window, $U_{w, 2 \text{ panes}}$ [W/m <sup>2</sup> K]	1.72	1.56	1.49	1.45	1.53	1.32	1.25	1.21
<b>Min. surface temperature* [°C]</b>	4.7	8.4	10.0	10.8	6.8	10.6	12.2	12.9

The equivalent thermal conductivity was calculated according to the Ift WA-17/1 guidelines.

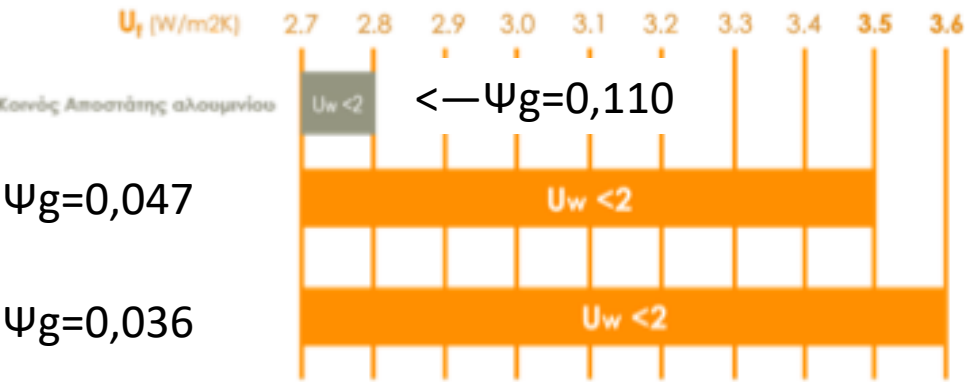
The representative Psi values were calculated under the framework conditions defined in the Ift WA-08/2 guidelines.

Psi value: linear heat transmission at the edge of the glass [W/mK] according to EN ISO 10077-2:2012-06

\* in line with the framework conditions of DIN 4108-3

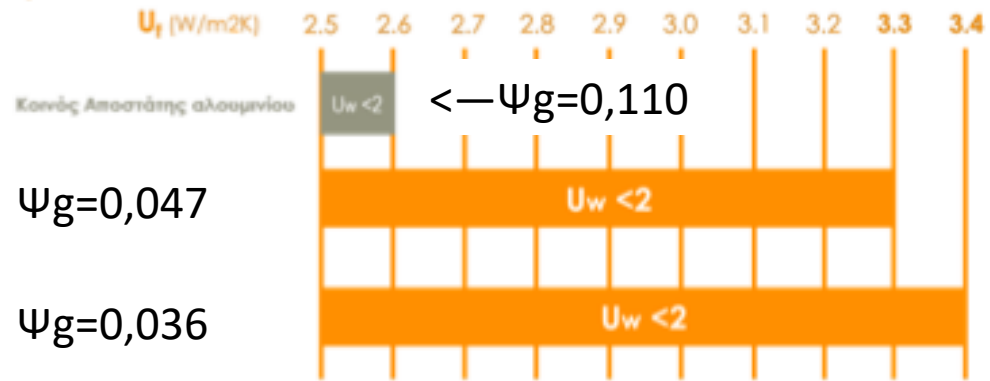
External temperature:  $T_a = -10^\circ\text{C}$   
Interior temperature:  $T_i = +20^\circ\text{C}$

# μπορεί ο αποστάτης διπλής υάλωσης να κάνει τη διαφορά?

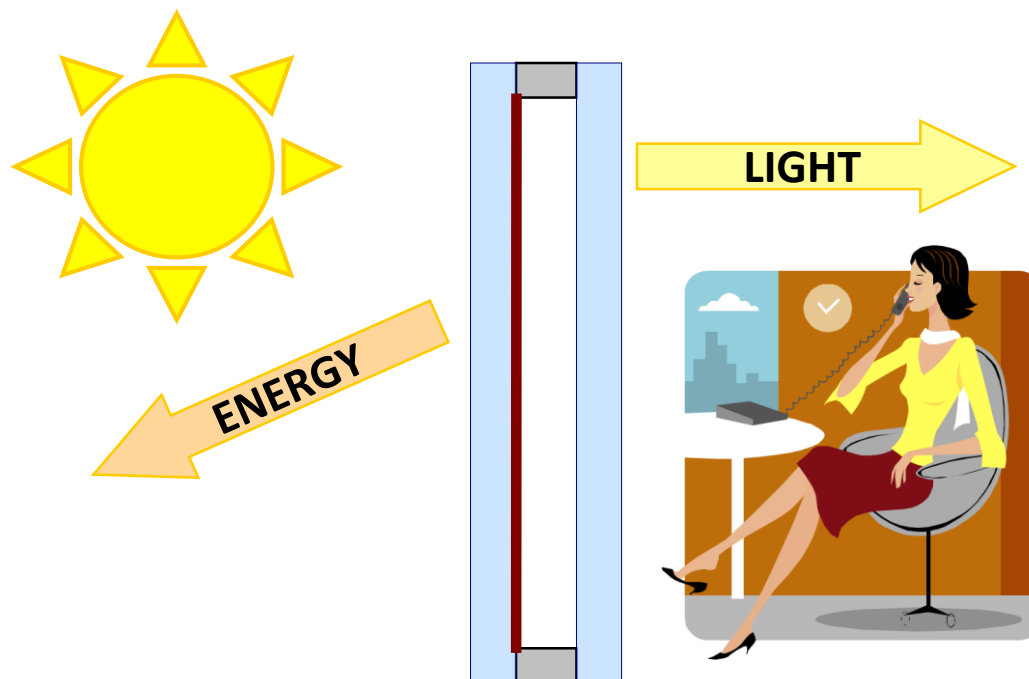


Οι τιμές ισχύουν για δίφυλλο παράθυρο διαστάσεων 1,40 x 2,20m με διπλή υάλωση  $U_g = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  και πλαίσιο παραθύρου αλουμινίου πλάτους 0,11m.

Οι τιμές ισχύουν για δίφυλλο παράθυρο διαστάσεων 1,40 x 2,20m με διπλή υάλωση  $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$  και πλαίσιο παραθύρου αλουμινίου πλάτους 0,11m.



# Διπλή υάλωση με επίστρωση solar control

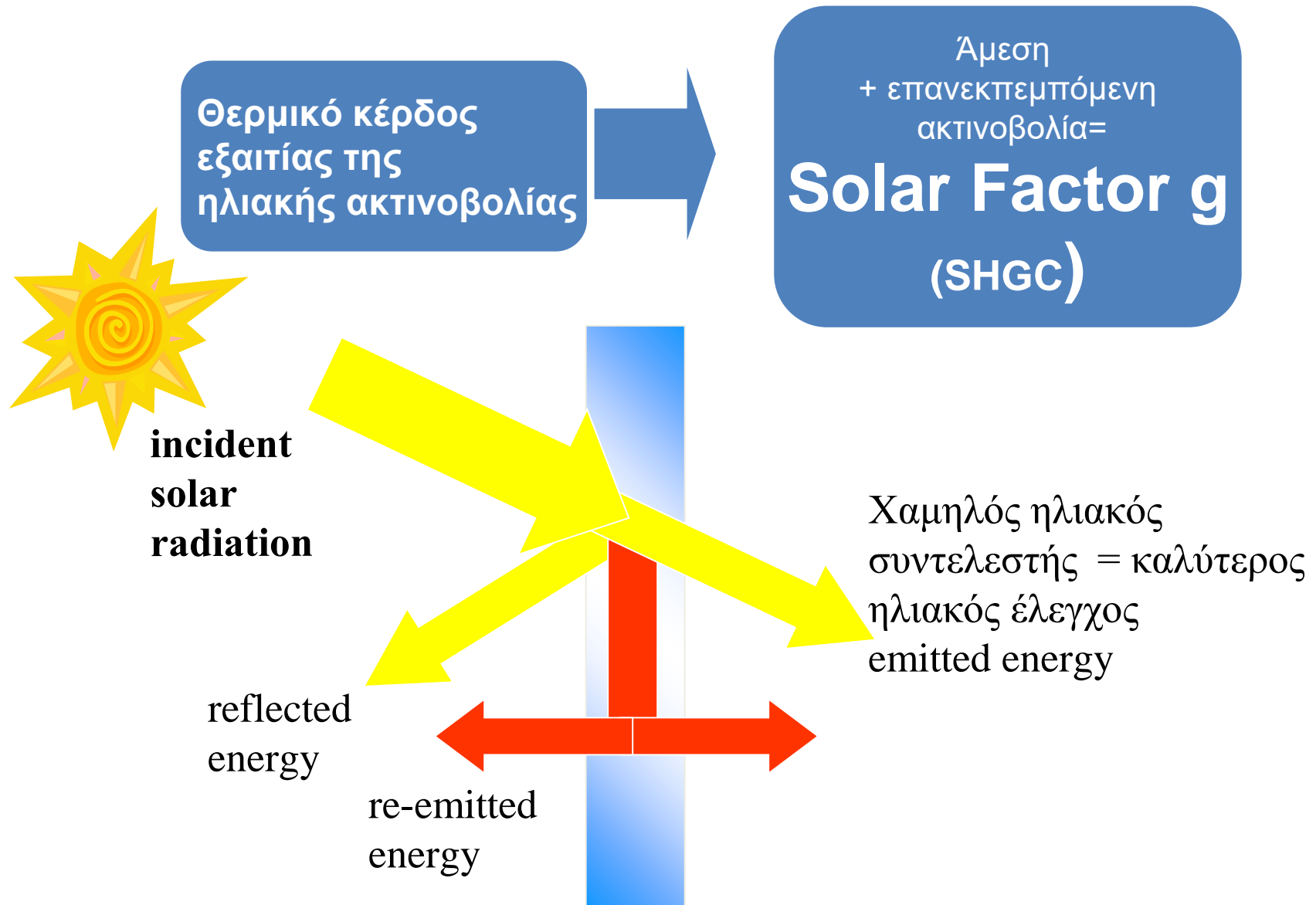


Ο συντελεστής Θερμοπερατότητας ΕΧΕΙ επιτευχθεί !

Ισοζύγιο Αισθητικής, Διαφάνειας και Διαχείρισης Ενέργειας



# Ηλιακός συντελεστής (g)



# Ο ρόλος του ηλιακού συντελεστή

- Βοηθά στην πρόληψη της συσσώρευσης της θερμότητας κατά τους ζεστούς καλοκαιρινούς μήνες.
- Αντανακλά την ηλιακή ακτινοβολία κρατώντας το εσωτερικό πιο δροσερό κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.
- Μειώνει σημαντικά την ποσότητα της θερμότητας που περνάει στον εσωτερικό χώρο παρέχοντας ένα πιο άνετο χώρο.

# Ιστορική Αναδρομή

Πριν Μερικά Χρόνια



$$g = 0,36$$

Σήμερα



$$g = 0,36$$



# Ιστορική Αναδρομή

Πριν Μερικά Χρόνια



$$U_g = 2,66 \text{ W/m}^2\text{k}$$

Σήμερα



$$U_g = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$$

# Ιστορική Αναδρομή

Πριν Μερικά Χρόνια

Σήμερα



LT% =22,0 %

LT% =71,0 %

# Διαφάνεια και Διαχείριση Ενέργειας (παραδείγματα)



$U_g=1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $LT=78\%$   
 $g\text{-value}=0.62$



$U_g=1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $LT=71\%$   
 $g\text{-value}=0.36$



# Διαφάνεια και Διαχείριση Ενέργειας (παραδείγματα)



$U_g=1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $LT=78\%$   
 $g\text{-value}=0.62$



$U_g=1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $LT=71\%$   
 $g\text{-value}=0.36$

# Διαφάνεια και Διαχείριση Ενέργειας (παραδείγματα)



$U_g=1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $LT=78\%$   
 $g\text{-value}=0.62$



$U_g=1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $LT=71\%$   
 $g\text{-value}=0.36$

# Διαφάνεια και Διαχείριση Ενέργειας (παράδειγμα)



$U_g=1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $LT=78\%$   
 $g\text{-value}=0.62$



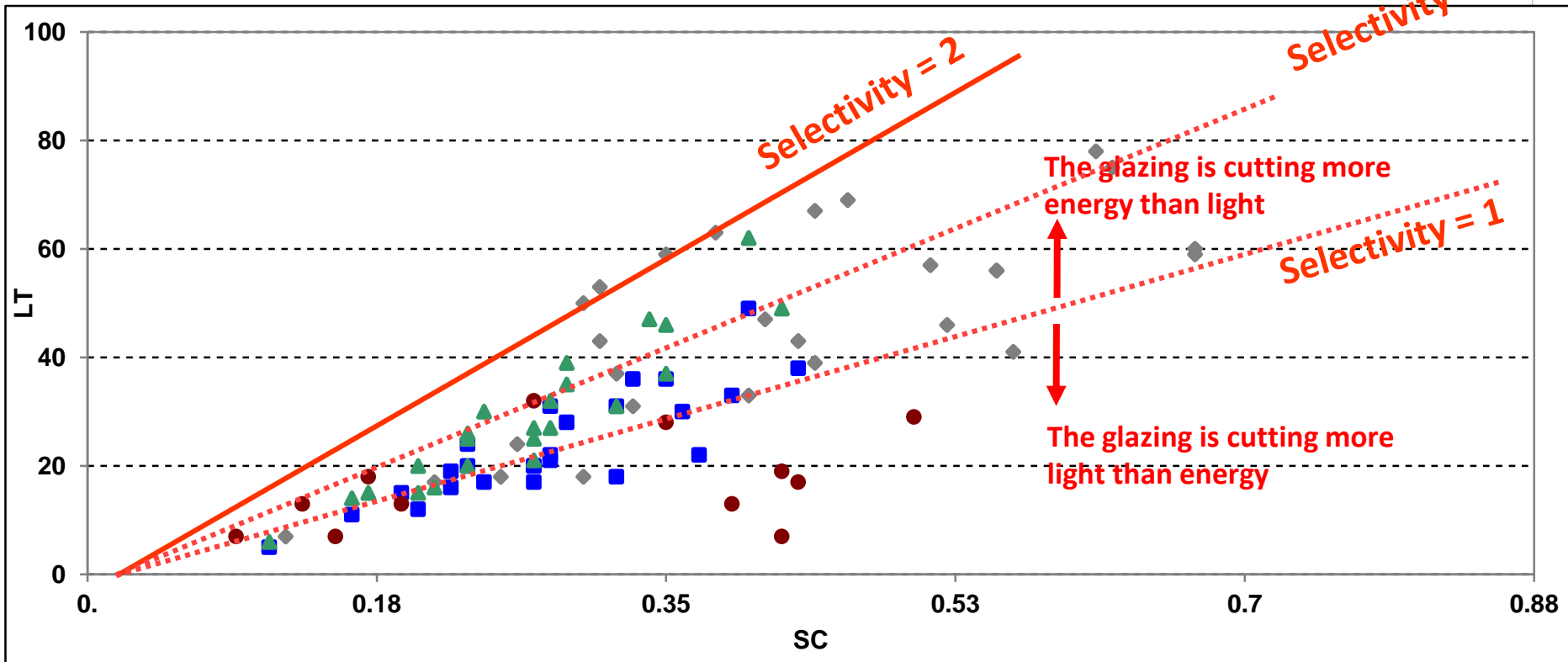
$U_g=1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $LT=71\%$   
 $g\text{-value}=0.36$



# Περατότητα Φωτός vs Ηλιακού Συντελεστή

- Ο λόγος Περατότητας Φωτός (LT%) προς Ηλιακό συντελεστή (g-value) ορίζεται ως:
- ΕΠΙΛΕΞΙΜΟΤΗΤΑ ή ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (Selectivity Index)

# Σήμερα Selectivity=2.14 !!



# EPD (Environmental Product Declaration)



*Photo Courtesy of Saint-Gobain Glass*

# Ανακαίνιση δεν είναι μόνο εξοικονόμηση

- Ασφάλεια και Προστασία
- Ηχομείωση
- Πυροπροστασία
- Αισθητική







# Ασφάλεια και Προστασία



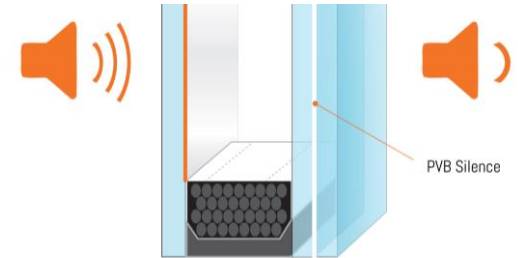
# Ασφάλεια και Προστασία







# Ηχομείωση





## Πυροπροστασία



## Πυροπροστασία



### Βλέπουμε αυτό που δεν φαίνεται...

- Βλέπουμε προδιαγραφές και πρότυπα
- Βλέπουμε νόμους και κανονισμούς
- Βλέπουμε σωστές επιλογές υλικών
- Βλέπουμε σωστή εφαρμογή υλικών και συστημάτων στον τομέα της κατασκευής και την προοπτική ενσωμάτωσης των βέλτιστων πρακτικών στην ελληνική νομοθεσία και πραγματικότητα











SANTAMBROGIOMILANO is a design company that work with glass.

the magical element

santambrogimilano  
on off design ideas



# Ευχαριστώ για την προσοχή σας

Ηλιάδης Γιώργος  
*Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός*  
*Τεχνικός Σύμβουλος*