



Ελληνική Δημοκρατία  
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό  
Ίδρυμα Ηπείρου

# Γεωργικές και Θερμοκηπιακές κατασκευές (Εργαστήριο)

Ενότητα 12 : Ασκήσεις υπολογισμού  
των φορτίσεων και διαστασιολόγησης  
της επικάλυψης των υαλόφρακτων  
θερμοκηπίων

Δρ. Μενέλαος Θεοχάρης



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### Ασκήσεις υπολογισμού των φορτίσεων και διαστασιολόγησης της επικάλυψης των υαλόφρακτων θερμοκηπίων

#### 7.1. Άσκηση 13

Στην οροφή απλού αμφικλινούς θερμοκηπίου με διαστάσεις: πλάτος  $s = 7 \text{ m}$ , ύψος υδροροής:  $h = 2,5 \text{ m}$  και κλίση στέγης  $\theta = 20^\circ$ , πρόκειται να τοποθετηθούν υαλοπίνακες διαστάσεων  $1,00 \text{ m} \times 0,50 \text{ m}$  και πάχους  $4 \text{ mm}$ . Οι υαλοπίνακες είναι φτιαγμένοι από κοινό επίπεδο γυαλί, με μέτρο ελαστικότητας του Young  $E = 720000 \text{ N/mm}^2$ , πυκνότητα  $\rho = 2,5 \text{ g/cm}^3$ . Οι υαλοπίνακες θα στηρίζονται και στις τέσσερις πλευρές τους στις επιτεγίδες της οροφής. Το φορτίο ανέμου και χιονιού που δέχεται η στέγη φαίνεται στο σχήμα 7.1. Είναι σωστή από άποψη αντοχής η επιλογή των συγκεκριμένων υαλοπινάκων;

Σημείωση: Για λόγους απλοποίησης στο παράδειγμα λαμβάνουμε υπόψη μόνο το φορτίο από άνεμο διεύθυνσης  $0^\circ$ .

#### Επίλυση

##### 7.1.1. Επιλογή ονομαστικής αντοχής αστοχίας γυαλιού

Για το συγκεκριμένο τύπο γυαλιού υπολογίζεται η ονομαστική τιμή της αντοχής αστοχίας του από τον πίνακα 6.1.:

$$f_{gl,u} = 25 \text{ N/mm}^2$$

##### 7.1.2. Υπολογισμός μόνιμου φορτίου

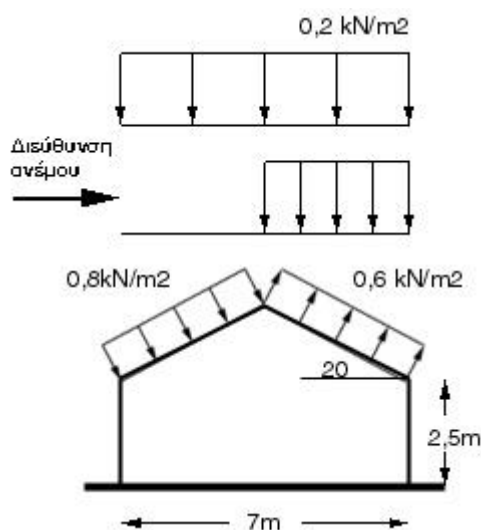
Υπολογίζεται η κάθετη στον υαλοπίνακα συνιστώσα του βάρους του γυαλιού ανά μονάδα επιφάνειας:

$$G_1 = 25 \text{ KN/m}^3 \times 4 \text{ mm} \times \sin 20^\circ = 93,96 \text{ N/m}^2$$

##### 7.1.3. Υπολογισμός φορτίου χιονιού

Υπολογίζεται η κάθετη στον υαλοπίνακα συνιστώσα του φορτίου χιονιού ανά μονάδα επιφάνειας:

$$Q_{2,1} = Q_{2,2} = 0,2 \text{ kN/m}^2 \times \sin^2 20^\circ = 0,18 \text{ kN/m}^2 = 180 \text{ N/m}^2$$



Σχήμα 7.1. Φορτία ανέμου και χιονιού

#### 7.1.4. Υπολογισμός τιμής σχεδιασμού αντοχής αστοχίας του γυαλιού

Επειδή η επικάλυψη αποτελείται από μεμονωμένα ορθογωνικά φύλλα γυαλιού στηριζόμενα με απλές στηρίξεις στις τέσσερες πλευρές τους ισχύει η σχέση 6.7:

$$P_{gl.x.R_d} = \sqrt{\frac{\sqrt{B^2 + 4.C} - B}{2}} \cdot \frac{E}{\gamma_{M,x}} \cdot \left(\frac{4.t^2}{a.b}\right)^2$$

Υπολογίζονται διαδοχικά:

Ο παράγοντας  $\beta$  από τον πίνακα 6.2. :

Είναι  $a/b=1/0,5=2$  οπότε  $\beta=0,1002$

$$\text{Ο συντελεστής } k_2 = \frac{24.\beta}{a/b} = \frac{24 \times 0,1002}{2} = 1,2024$$

$$\text{Ο συντελεστής } k_3 = 4,75 \cdot \left(\frac{a}{b} - 1\right)^2 + 4 = 4,75 \cdot (2 - 1)^2 + 4 = 8,75$$

$$\text{Ο συντελεστής } k_4 = 0,8$$

$B, C$  είναι παράγοντες που δίνονται από τις σχέσεις :

$$\begin{aligned} \text{Ο παράγοντας } B \text{ από τη σχέση: } B &= \left(\frac{k_3}{k_4}\right)^2 - \left(\frac{f_{gl,u} \cdot a \cdot b}{4k_2 \cdot E \cdot t^2}\right)^2 - \left(\frac{f_{gl,u} \cdot a \cdot b}{4k_2 \cdot E \cdot t^2}\right)^2 = \\ &= \left(\frac{8,75}{0,8}\right)^2 - \left(\frac{25 \text{ N/mm}^2 \times 1,00 \text{ m} \times 0,50 \text{ m}}{4 \times 0,8 \times 70000 \text{ N/mm}^2 \times 4,00^2 \text{ mm}^2}\right)^2 - \left(\frac{25 \text{ N/mm}^2 \times 1,00 \text{ m} \times 0,50 \text{ m}}{4 \times 1,2024 \times 70000 \text{ N/mm}^2 \times 4,00^2 \text{ mm}^2}\right)^2 = \\ &= 119,63 - 12,16 - 5,38 = 102,08 \end{aligned}$$

και ο παράγοντας  $C$  από τη σχέση:

$$C = \left(\frac{k_3 \cdot f_{gl,u} \cdot a \cdot b}{4k_2 \cdot k_4 \cdot E \cdot t^2}\right)^2 = \left(\frac{8,75 \times 25 \text{ N/mm}^2 \times 1,00 \text{ m} \times 0,50 \text{ m}}{4 \times 1,2024 \times 0,8 \times 70000 \text{ N/mm}^2 \times 0,004^2 \text{ m}^2}\right)^2 = 644,17$$

και τελικά:

$$\begin{aligned} P_{gl.x.R_d} &= \sqrt{\frac{\sqrt{B^2 + 4.C} - B}{2}} \cdot \frac{E}{\gamma_{M,x}} \cdot \left(\frac{4.t^2}{a.b}\right)^2 = \sqrt{\frac{\sqrt{102,08^2 + 4 \times 644,17} - 102,08}{2}} \times \frac{70000}{1,2} \times \left(\frac{4 \times 0,004^2}{1,00 \times 0,50}\right)^2 = \\ &= 0,00233 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Επειδή  $\gamma_{MG1} = \gamma_{MQ1} = \gamma_{MQ2} = 1,2$  είναι  $PP_{gl \cdot G_1 \cdot R_d} = P_{gl \cdot Q_1 \cdot R_d} = P_{gl \cdot Q_2 \cdot R_d} = 0,00233$

Από τη σχέση 6.5. προκύπτει :

$$\frac{P_{gl \cdot G_1 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot G_1 \cdot R_d}} + \frac{P_{gl \cdot Q_1 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot Q_1 \cdot R_d}} + \frac{P_{gl \cdot Q_2 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot Q_2 \cdot R_d}} = \frac{0,094 \text{ kN/m}^2}{2,33 \text{ kN/m}^2} + \frac{0,18 \text{ kN/m}^2}{2,33 \text{ kN/m}^2} + \frac{0,80 \text{ kN/m}^2}{2,33 \text{ kN/m}^2} = \frac{1,074}{2,33} = 0,46 < 1,00$$

Πρέπει επίσης να πληρούται η σχέση:

$$\max (P_{gl} \cdot G_1 \cdot s_d, P_{gl} \cdot Q_1 \cdot s_d, P_{gl} \cdot Q_2 \cdot s_d) \leq 40E \left( \frac{4t^2}{ab} \right)^2 \Rightarrow$$

$$2,33 \text{ kN/mm}^2 \leq 40 \times 70000 \times \left( \frac{4 \times 0,004^2}{1,00 \times 0,50} \right)^2 = 0,448 \text{ kN/mm}^2 \text{ το οποίο ισχύει}$$

Επομένως οι συγκεκριμένοι υαλοπίνακες είναι κατάλληλοι από πλευράς αντοχής, όμως όπως δείχνει το τελικό αποτέλεσμα θα μπορούσαμε – κρατώντας το ίδιο πάχος- να χρησιμοποιήσουμε υαλοπίνακες μεγαλύτερων διαστάσεων (επιλέγουμε υαλοπίνακες μεγαλύτερων διαστάσεων).

## 7.2. Άσκηση 14 (Μ. Θεοχάρης 2000)

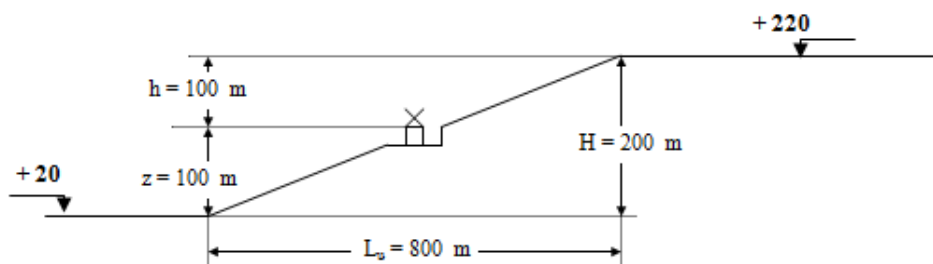
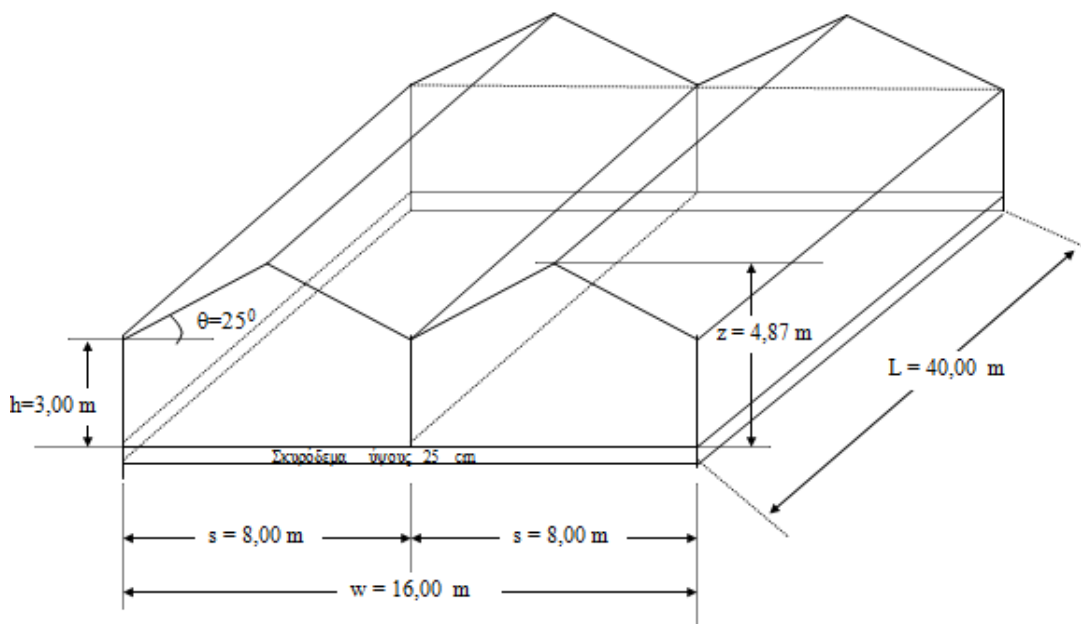
Να γίνει υπολογισμός της επικάλυψης ενός γυάλινου θερμοκηπίου με τα ακόλουθα στοιχεία:

α. Τύπος θερμοκηπίου : Αμφικλινές δύο ανοιγμάτων με γεωμετρικά στοιχεία όπως φαίνονται στο σχήμα.

β. Τοποθεσία : Περιοχή της Μαγνησίας σε απόσταση 6 χιλιομέτρων από την θάλασσα σε υψόμετρο 120 μέτρα και τοπογραφική τομή του εδάφους όπως στο σχήμα .

γ. Η επικάλυψη θα κατασκευαστεί από υαλοπίνακες και ο σκελετός από ελατό χάλυβα κατεργασμένο εν θερμώ.

**Σημείωση.** Η άσκηση αυτή αποτελεί τμήμα της εφαρμογής που αναπτύχθηκε από τον Μ. Θεοχάρη στα πλαίσια της Μεταπτυχιακής του Διατριβής στο Παν/μιο Θεσσαλίας το 2000. Στη διατριβή αυτή αναπτύσσονται επίσης ο υπολογισμός του σκελετού και της θεμελίωσης)



### 7.2.1. Γενικά

Η χαρακτηριστική οριακή αντοχή σε θραύση,  $f_{gl,u}$ , του γυαλιού ισούται με  $25 \text{ N/mm}^2$ . Για τα γυάλινα φύλλα πρέπει να ικανοποιείται η σχέση :

$$\frac{P_{gl} \cdot G_1 \cdot s_d}{P_{gl} \cdot G_1 \cdot R_d} + \frac{P_{gl} \cdot Q_1 \cdot s_d}{P_{gl} \cdot Q_1 \cdot R_d} + \frac{P_{gl} \cdot Q_2 \cdot s_d}{P_{gl} \cdot Q_2 \cdot R_d} \leq 1,00$$

### 7.2.2. Η επικάλυψη της οροφής

Η επικάλυψη οροφής καταπονείται από φορτία λόγω ιδίου βάρους, ανεμοπίεσης και χιονιού.

Για την διαστασιολόγηση των υαλοπινάκων θα πρέπει να ελέγχονται οι Συνδυασμοί φορτίσεων  $A$  (= μόνιμα φορτία + φορτία ανέμου + φορτία χιονιού) και  $B$  (= μόνιμα φορτία + φορτία ανέμου).

#### 7.2.2.1. Υπολογισμός της κάθετης προς την επιφάνεια του γυάλινου φύλλου συνιστώσας του μόνιμου φορτίου $P_{gl} \cdot G_1 \cdot s_d$

Το ίδιο βάρος της επικάλυψης,  $G_{k1}$ , είναι κατακόρυφη φόρτιση ανά  $\text{m}^2$  κεκλιμένης επιφάνειας. Αναλύεται σε δύο συνιστώσες μία κάθετη στην επικάλυψη την  $P_{gl} \cdot G_1 \cdot s_d$ , και σε μία εφαπτομενική την  $H_{gl} \cdot G_1 \cdot s_d$ . Επειδή η επικάλυψη είναι από συνήθη επίπεδα τζάμια, η εφαπτομενική συνιστώσα του φορτίου μπορεί να αγνοηθεί. Για πάχος υαλοπινάκων  $0,005 \text{ m}$  έχουμε

$$P_{gl} \cdot G_1 \cdot s_d = G_{k1} \cdot \text{syn}\theta = 25 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3} \cdot 0,005 \text{ m} \cdot \text{syn} 25^0 = 0,113 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

#### 7.2.2.2. Υπολογισμός της κάθετης προς την επιφάνεια του γυάλινου φύλλου συνιστώσας του φορτίου λόγω ανέμου $P_{gl} \cdot Q_1 \cdot s_d$

Από τη σχέση 5.1. υπολογίζονται η εξωτερική και η εσωτερική πίεση του ανέμου

$$W_e = q_{ref} \cdot C_e(Z_e) \cdot C_{pe} \quad \text{και} \quad W_i = q_{ref} \cdot C_e(Z_i) \cdot C_{pi}$$

##### 7.2.2.2.1. Η βασική πίεση

Από τη σχέση 5.2. για συχνότητα επανεμφάνισης της ταχύτητας αναφοράς του ανέμου  $p = 7 \%$  υπολογίζεται η βασική πίεση  $q_b = 693,65 \text{ N/m}^2$ .

##### 7.2.2.2.2. Ο συντελεστής εκθέσεως

Από την σχέση 5.4. έχουμε  $c_e(z) = c_r^2 \cdot c_t^2 [1 + 2 \cdot g \cdot I_v(z)] = c_r \cdot c_t \cdot [c_r \cdot c_t + 1,33]$

• Υπολογίζουμε τον συντελεστή τραχύτητας από την σχέση :

$$c_r(z) = 0,19 \cdot \ln\left(\frac{z}{0,05}\right) = 0,19 \cdot \ln z + 0,569$$

όπου  $z = \max(z_e, 4,00)$

Το ύψος αναφοράς του θερμοκηπίου είναι  $z_e = h + 0,5 \cdot s/2 \cdot \text{ef}25^0 = 3,933 \text{ m} \Rightarrow z = 4,00 \text{ m}$

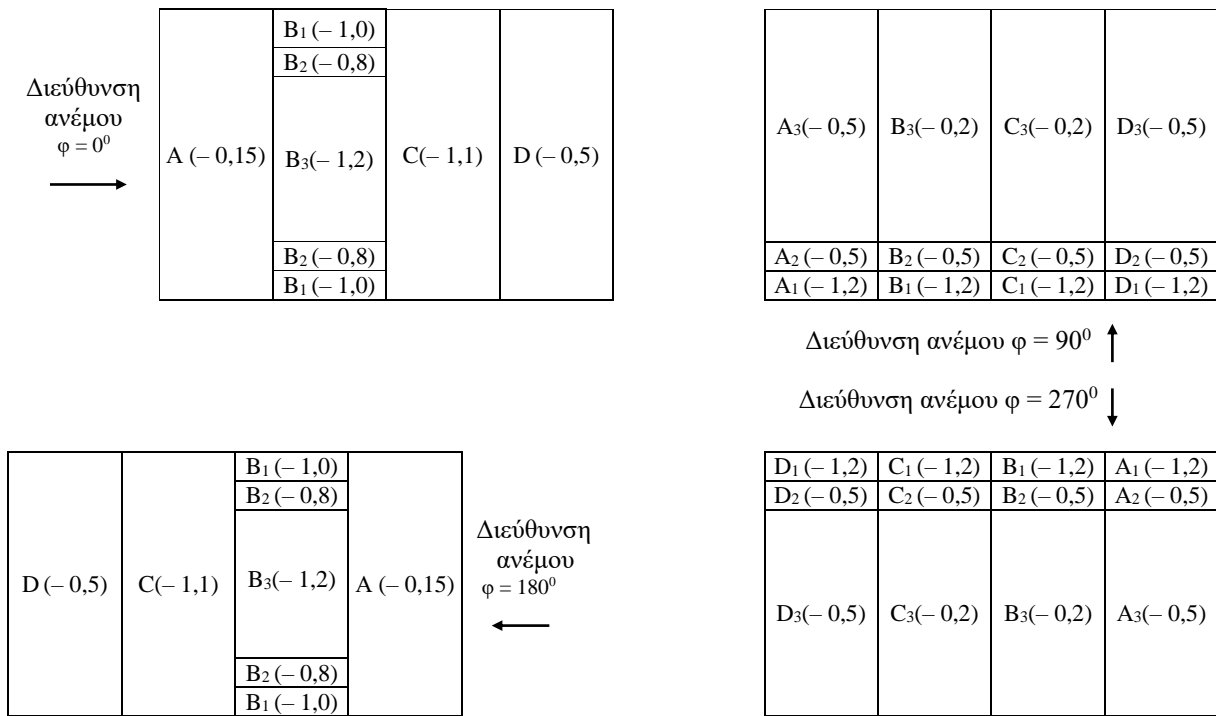
Άρα  $c_r(z) = 0,19 \times \ln 4,00 + 0,569 = 0,829$ .

- Υπολογίζουμε τον συντελεστή αναγλύφου σύμφωνα με την παράγραφο 12.5.5.3. της θεωρίας από το σχήμα 12.3. και τον πίνακα 12.6. ης θεωρίας για  $h = 100 \text{ m}$ ,  $H = 200 \text{ m}$ ,  $\Phi = 200/800 = 0,25$  και  $h/H = 0,5$ . Ευρίσκομε  $c_t = 1,14$ .

Επομένως :  $c_e(z) = c_r \cdot c_t \cdot [c_r \cdot c_t + 1,33] = 0,829 \cdot 1,14 \cdot (0,829 \cdot 1,14 + 1,33) = 2,15$ .

### 7.2.2.2.3. Οι αεροδυναμικοί συντελεστές

Οι συντελεστές εξωτερικής πίεσης θα υπολογιστούν σύμφωνα με την παράγραφο 12.5.6.1.2.2.2. της θεωρίας. Ανάλογα με την διεύθυνση πνοής του ανέμου, έχουμε τις επόμενες καταστάσεις.



Οι εφαρμοστέοι συντελεστές εξωτερικής προκύπτουν από την επαλληλία των παραπάνω συντελεστών.

Εκτός από την ανωτέρω φορτική κατάσταση, οι προσήνεμες πλευρές θα πρέπει να υπολογιστούν για συντελεστή εξωτερικής πίεσης  $c_{pe} = 0,2 + (0,7 - 0,2) \cdot 10/15 = +0,53$ .

Στους συντελεστές εξωτερικής πίεσης πρέπει να προστεθούν και οι συντελεστές εσωτερικής πίεσης οι οποίοι τους οποίους παίρνομε από τον πίνακα 3.13. της θεωρίας. Έχουμε, ύστερα από τα παραπάνω, την επόμενη κατάσταση.

-1,2 (+0,53)	-1,2 (+0,53)	-1,2 (+0,53)	-1,2 (+0,53)	-0,2 (+0,2)	-0,2 (+0,2)	-0,2 (+0,2)	-0,2 (+0,2)	-1,4 (+0,73)	-1,4 (+0,73)	-1,4 (+0,73)	-1,4 (+0,73)
-0,5 (+0,53)	-1,1 (+0,53)	-1,1 (+0,53)	-0,5 (+0,53)	-0,2 (+0,2)	-0,3 (+0,2)	-0,3 (+0,2)	-0,2 (+0,2)	-0,7 (+0,73)	-1,4 (+0,73)	-1,4 (+0,73)	-0,7 (+0,73)
-0,5 (+0,53)	-1,2 (+0,53)	-1,2 (+0,53)	-0,5 (+0,53)	-0,2 (+0,2)	-0,2 (+0,2)	-0,2 (+0,2)	-0,2 (+0,2)	-0,7 (+0,73)	-1,4 (+0,73)	-1,4 (+0,73)	-0,7 (+0,73)
-0,5 (+0,53)	-1,1 (+0,53)	-1,1 (+0,53)	-0,5 (+0,53)	-0,2 (+0,2)	-0,3 (+0,2)	-0,3 (+0,2)	-0,2 (+0,2)	-0,7 (+0,73)	-1,4 (+0,73)	-1,4 (+0,73)	-0,7 (+0,73)
-1,2 (+0,53)	-1,2 (+0,53)	-1,2 (+0,53)	-1,2 (+0,53)	-0,2 (+0,2)	-0,2 (+0,2)	-0,2 (+0,2)	-0,2 (+0,2)	-1,4 (+0,73)	-1,4 (+0,73)	-1,4 (+0,73)	-1,4 (+0,73)

Μέγιστοι συντελεστές  
εξωτερικής πίεσης

Μέγιστοι συντελεστές  
εσωτερικής πίεσης

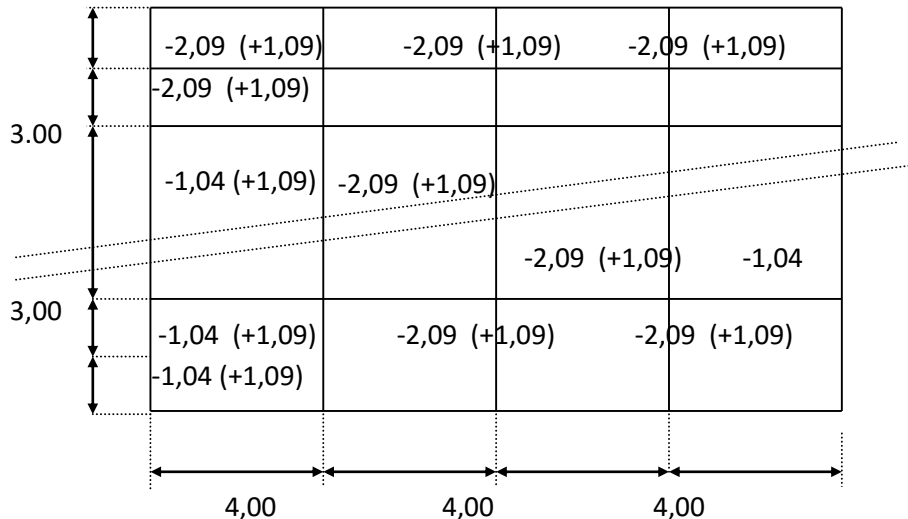
Συνολικοί συντελεστές

#### 7.2.2.2.4. Τελική φορτική κατάσταση του γυάλινου φύλλου λόγω του ανέμου $P_{gl} \cdot Q_1 \cdot S_d$

Η συνολική πίεση του ανέμου δίνεται από τη σχέση  $W = W_e + W_i = q_{ref} \cdot C_e(Z) \cdot C$ .

Είναι:  $q_b = 0,694 \text{ KN/m}^2$ ,  $C_e(Z) = 2,15$  και  $C$  ο συνολικός αεροδυναμικός συντελεστής, όπως υπολογίστηκε ανωτέρω.

Οι τιμές της  $W$  είναι σε  $\text{KN/m}^2$  και δίνονται σχηματικά στον παρακάτω πίνακα.



#### 5.6.2.3. Υπολογισμός της κάθετης προς την επιφάνεια του γυάλινου φύλλου συνιστώσας του φορτίου χιονιού $P_{gl} \cdot Q_2 \cdot S_d$

Το φορτίο του χιονιού στην οροφή υπολογίζεται από τη σχέση 5.6.  $S = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k$

Όπου:  $\mu_i$  είναι ο συντελεστής μορφής του φορτίου του χιονιού.

$S_k$  είναι η χαρακτηριστική τιμή του φορτίου του χιονιού στο έδαφος.

$C_e$  είναι ο συντελεστής έκθεσης στις καιρικές επιδράσεις που συνήθως παίρνει την τιμή 1,0.

$C_t$  είναι ο θερμικός συντελεστής, που συνήθως παίρνει την τιμή 1,0.

Το φορτίο χιονιού θεωρείται ότι επενεργεί κατακόρυφα και αναφέρεται στην οριζόντια προβολή της οροφής.

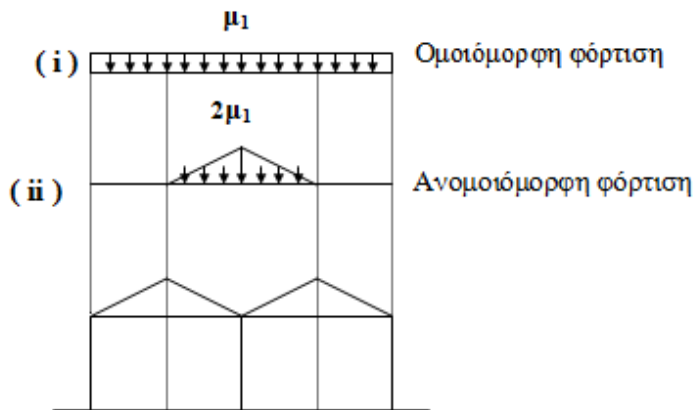
##### 5.6.2.3.1. Η χαρακτηριστική τιμή του φορτίου του χιονιού στο έδαφος $S_k$

Από τον πίνακα 3.19. της θεωρίας, για τα δεδομένα του θέματος, προκύπτει  $S_k = 0,52 \text{ KN/m}^2$ .

##### 5.6.2.3.2. Ο συντελεστής μορφής του φορτίου του χιονιού $\mu_i$

Οι τιμές του συντελεστή μορφής του φορτίου χιονιού για επαναλαμβανόμενες αμφικλινείς οροφές είναι  $\mu_i = 0,8$ . Έχουμε τις δύο περιπτώσεις φόρτισης που δείχνονται στο επόμενο σχήμα. Από αυτές θα επιλέξουμε εκείνη που δίνει τα δυσμενέστερα αποτελέσματα.

Αν, για απλούστευση, την ανομοιόμορφη φόρτιση των μεσαίων ανοιγμάτων την αναγάγομε σε ομοιόμορφη, βρίσκουμε την ίδια τιμή που έχουμε για την περίπτωση της ομοιόμορφης φόρτισης, την οποία και θα λάβομε υπόψη στους υπολογισμούς.



**Σχήμα 6.15 .** Φορτίο χιονιού για επαναλαμβανόμενες αμφικλινείς οροφές.

### 7.2.2.3.3. Το φορτίο του χιονιού στην οροφή

Είναι  $S = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,52 = 0,416 \text{ KN/m}^2$  .

### 7.2.2.3.4. Η κάθετη προς την επιφάνεια του γυάλινου φύλλου συνιστώσα του φορτίου χιονιού $P_{gl \cdot Q_2 \cdot S_d}$ .

Το φορτίο χιονιού,  $S$ , θεωρείται ότι επενεργεί κατακόρυφα και αναφέρεται στην οριζόντια προβολή της οροφής .

Επομένως το φορτίο χιονιού ανά  $m^2$  κεκλιμένης επιφάνειας οροφής είναι  $S \cdot \text{συν}\theta$  και η κάθετη συνιστώσα στην επιφάνεια της οροφής είναι:

$$P_{gl \cdot Q_2 \cdot S_d} = S \cdot \text{συν}\theta \cdot \text{συν}\theta = S \cdot \text{συν}^2\theta = 0,416 \cdot \text{συν}^2 25^0 = 0,342 \text{ KN/m}^2$$

### 7.2.2.4. Η τιμή σχεδιασμού της οριακής αντοχής αστοχίας των γυάλινων φύλλων

Από την σχέση 6.6 ευρίσκομε :

$$P_{gl \cdot G_1 \cdot Rd} = \frac{f_{gl \cdot u} \cdot t^2}{6 \cdot \beta \cdot b^2 \cdot \gamma_{MG_1}} = \frac{25 \text{ N/mm}^2 \cdot 5^2 \text{ mm}^2}{6,0,125 \cdot b^2 \cdot 3,1 \cdot 1,2} = \frac{0,224}{b^2} \text{ KN}$$

$$P_{gl \cdot Q_1 \cdot Rd} = \frac{f_{gl \cdot u} \cdot t^2}{6 \cdot \beta \cdot b^2 \cdot \gamma_{MQ_1}} = \frac{25 \text{ N/mm}^2 \cdot 5^2 \text{ mm}^2}{6,0,125 \cdot b^2 \cdot 1,4 \cdot 1,2} = \frac{0,3655}{b^2} \text{ KN}$$

$$P_{gl \cdot Q_2 \cdot Rd} = \frac{f_{gl \cdot u} \cdot t^2}{6 \cdot \beta \cdot b^2 \cdot \gamma_{MQ_2}} = \frac{25 \text{ N/mm}^2 \cdot 5^2 \text{ mm}^2}{6,0,125 \cdot b^2 \cdot 1,9 \cdot 1,2} = \frac{0,496}{b^2} \text{ KN}$$

### 7.2.2.5. Υπολογισμός του μεγίστου πλάτους των γυάλινων φύλλων

#### 7.2.2.5.1. Συνδυασμός φορτίσεων Α (μόνιμα φορτία + φορτία ανέμου + φορτία χιονιού)

Αντικαθιστώντας τις τιμές στην εξίσωση 6.5. βρίσκομε για τις δύο διαφορετικές περιπτώσεις ανεμοφόρτισης:



**Περιοχές με αρνητική ανεμοπίεση έντασης 2,09 KN/m<sup>2</sup> :**

$$\frac{P_{gl \cdot G_1 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot G_1 \cdot R_d}} + \frac{P_{gl \cdot Q_1 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot Q_1 \cdot R_d}} + \frac{P_{gl \cdot Q_2 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot Q_2 \cdot R_d}} = \left( \frac{0,113}{0,224} + \frac{-2,09}{0,3655} + \frac{0,416}{0,496} \right) \cdot b^2 \leq 1,00 \Rightarrow b \leq 0,478 \text{ m}$$

**Περιοχές με αρνητική ανεμοπίεση έντασης 1,04 KN/m<sup>2</sup> :**

$$\frac{P_{gl \cdot G_1 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot G_1 \cdot R_d}} + \frac{P_{gl \cdot Q_1 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot Q_1 \cdot R_d}} + \frac{P_{gl \cdot Q_2 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot Q_2 \cdot R_d}} = \left( \frac{0,113}{0,224} + \frac{-1,04}{0,3655} + \frac{0,416}{0,496} \right) \cdot b^2 \leq 1,00 \Rightarrow b \leq 0,816 \text{ m}$$

**Θετική ανεμοπίεση έντασης 1,09 KN/m<sup>2</sup> :**

$$\frac{P_{gl \cdot G_1 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot G_1 \cdot R_d}} + \frac{P_{gl \cdot Q_1 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot Q_1 \cdot R_d}} + \frac{P_{gl \cdot Q_2 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot Q_2 \cdot R_d}} = \left( \frac{0,113}{0,224} + \frac{+1,09}{0,3655} + \frac{0,416}{0,496} \right) \cdot b^2 \leq 1,00 \Rightarrow b \leq 0,48 \text{ m}$$

Επειδή το  $b$  βρέθηκε πολύ μικρό πρέπει να απορριφθεί η επιλογή απλών υαλοπινάκων και να τοποθετήσουμε διπλούς υαλοπίνακες. Επιλέγοντας για το σκοπό αυτό υαλοπίνακες με δύο αλληπάλληλα φύλλα γυαλιού με πάχος 5 mm το καθένα βρίσκουμε :

$$P_{gl \cdot G_1 \cdot S_d} = G_{k1} \cdot \sigma_{\text{syn}} = 25 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3} \cdot 0,01 \text{ m} \cdot \sigma_{\text{syn}} 25^0 = 0,226 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

$$P_{gl \cdot G_1 \cdot R_d} = \frac{f_{gl,u} \cdot 2 \cdot t^2}{6 \cdot \beta \cdot b^2 \cdot \gamma_{MG_1}} = \frac{25 \text{ N/mm}^2 \cdot 2 \cdot 5^2 \text{ mm}^2}{6 \cdot 0,125 \cdot b^2 \cdot 3,1 \cdot 1,2} = \frac{0,448}{b^2} \text{ KN}$$

$$P_{gl \cdot Q_1 \cdot R_d} = \frac{f_{gl,u} \cdot 2 \cdot t^2}{6 \cdot \beta \cdot b^2 \cdot \gamma_{MQ_1}} = \frac{25 \text{ N/mm}^2 \cdot 2 \cdot 5^2 \text{ mm}^2}{6 \cdot 0,125 \cdot b^2 \cdot 1,4 \cdot 1,2} = \frac{0,731}{b^2} \text{ KN}$$

$$P_{gl \cdot Q_2 \cdot R_d} = \frac{f_{gl,u} \cdot 2 \cdot t^2}{6 \cdot \beta \cdot b^2 \cdot \gamma_{MQ_2}} = \frac{25 \text{ N/mm}^2 \cdot 2 \cdot 5^2 \text{ mm}^2}{6 \cdot 0,125 \cdot b^2 \cdot 1,9 \cdot 1,2} = \frac{0,992}{b^2} \text{ KN}$$

ενώ οι υπόλοιπες ποσότητες είναι οι ίδιες με την προηγούμενη περίπτωση .

Αντικαθιστώντας τις τιμές στην εξίσωση 6.5. βρίσκουμε:

**Περιοχές με αρνητική ανεμοπίεση έντασης 2,09 KN/m<sup>2</sup> :**

$$\frac{P_{gl \cdot G_1 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot G_1 \cdot R_d}} + \frac{P_{gl \cdot Q_1 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot Q_1 \cdot R_d}} + \frac{P_{gl \cdot Q_2 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot Q_2 \cdot R_d}} = \left( \frac{0,226}{0,448} + \frac{-2,09}{0,731} + \frac{0,416}{0,992} \right) \cdot b^2 \leq 1,00 \Rightarrow b \leq 0,719 \text{ m}$$

**Περιοχές με αρνητική ανεμοπίεση έντασης 1,04 KN/m<sup>2</sup> :**

$$\frac{P_{gl \cdot G_1 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot G_1 \cdot R_d}} + \frac{P_{gl \cdot Q_1 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot Q_1 \cdot R_d}} + \frac{P_{gl \cdot Q_2 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot Q_2 \cdot R_d}} = \left( \frac{0,226}{0,448} + \frac{-1,04}{0,731} + \frac{0,416}{0,992} \right) \cdot b^2 \leq 1,00 \Rightarrow b \leq 1,42 \text{ m}$$

**Θετική ανεμοπίεση έντασης 1,17 KN/m<sup>2</sup> :**

$$\frac{P_{gl \cdot G_1 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot G_1 \cdot R_d}} + \frac{P_{gl \cdot Q_1 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot Q_1 \cdot R_d}} + \frac{P_{gl \cdot Q_2 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot Q_2 \cdot R_d}} = \left( \frac{0,226}{0,448} + \frac{+1,09}{0,731} + \frac{0,416}{0,992} \right) \cdot b^2 \leq 1,00 \Rightarrow b \leq 0,643 \text{ m}$$

### 7.2.2.5.2. Συνδυασμός φορτίσεων B (μόνιμα φορτία + φορτία ανέμου)

Αντικαθιστώντας τις τιμές στην εξίσωση 6.5. βρίσκουμε για τις δύο διαφορετικές περιπτώσεις ανεμοφόρτισης:

**Περιοχές με αρνητική ανεμοπίεση έντασης 2,09 KN/m<sup>2</sup> :**

$$\frac{P_{gl \cdot G_1 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot G_1 \cdot R_d}} + \frac{P_{gl \cdot Q_1 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot Q_1 \cdot R_d}} + \frac{P_{gl \cdot Q_2 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot Q_2 \cdot R_d}} = \left( \frac{0,113}{0,224} + \frac{-2,09}{0,3655} \right) \cdot b^2 \leq 1,00 \Rightarrow b \leq 0,438 \text{ m}$$

**Περιοχές με αρνητική ανεμοπίεση έντασης 1,04 KN/m<sup>2</sup> :**

$$\frac{P_{gl \cdot G_1 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot G_1 \cdot R_d}} + \frac{P_{gl \cdot Q_1 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot Q_1 \cdot R_d}} + \frac{P_{gl \cdot Q_2 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot Q_2 \cdot R_d}} = \left( \frac{0,113}{0,224} + \frac{-1,04}{0,3655} \right) \cdot b^2 \leq 1,00 \Rightarrow b \leq 0,654 \text{ m}$$

**Θετική ανεμοπίεση έντασης 1,09 KN/m<sup>2</sup> :**

$$\frac{P_{gl \cdot G_1 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot G_1 \cdot R_d}} + \frac{P_{gl \cdot Q_1 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot Q_1 \cdot R_d}} + \frac{P_{gl \cdot Q_2 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot Q_2 \cdot R_d}} = \left( \frac{0,113}{0,224} + \frac{+1,09}{0,3655} \right) \cdot b^2 \leq 1,00 \Rightarrow b \leq 0,535 \text{ m}$$

Επιλέγοντας και εδώ υαλοπίνακες με δύο αλληπάλλληλα φύλλα γυαλιού με πάχος 5 mm το καθένα και αντικαθιστώντας τις τιμές στην εξίσωση 6.5. βρίσκουμε:

**Περιοχές με αρνητική ανεμοπίεση έντασης 2,09 KN/m<sup>2</sup> :**

$$\frac{P_{gl \cdot G_1 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot G_1 \cdot R_d}} + \frac{P_{gl \cdot Q_1 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot Q_1 \cdot R_d}} + \frac{P_{gl \cdot Q_2 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot Q_2 \cdot R_d}} = \left( \frac{0,226}{0,448} + \frac{-2,09}{0,731} \right) \cdot b^2 \leq 1,00 \Rightarrow b \leq 0,652 \text{ m}$$

**Περιοχές με αρνητική ανεμοπίεση έντασης 1,04 KN/m<sup>2</sup> :**

$$\frac{P_{gl \cdot G_1 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot G_1 \cdot R_d}} + \frac{P_{gl \cdot Q_1 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot Q_1 \cdot R_d}} + \frac{P_{gl \cdot Q_2 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot Q_2 \cdot R_d}} = \left( \frac{0,226}{0,448} + \frac{-1,04}{0,731} \right) \cdot b^2 \leq 1,00 \Rightarrow b \leq 1,044 \text{ m}$$

**Θετική ανεμοπίεση έντασης 1,09 KN/m<sup>2</sup> :**

$$\frac{P_{gl \cdot G_1 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot G_1 \cdot R_d}} + \frac{P_{gl \cdot Q_1 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot Q_1 \cdot R_d}} + \frac{P_{gl \cdot Q_2 \cdot S_d}}{P_{gl \cdot Q_2 \cdot R_d}} = \left( \frac{0,226}{0,448} + \frac{+1,09}{0,731} \right) \cdot b^2 \leq 1,00 \Rightarrow b \leq 0,708 \text{ m}$$

## 7.2.3. Η επικάλυψη των πλευρικών επιφανειών

### 7.2.3.1. Οι πλάγιες όψεις

Η επικάλυψη των πλευρικών επιφανειών καταπονείται μόνο από φορτία λόγω ανεμοπίεσης.

**7.2.3.1.1. Υπολογισμός της κάθετης προς την επιφάνεια του γυάλινου φύλλου συνιστώσας του φορτίου λόγω ανέμου  $P_{gl \cdot Q_1 \cdot S_d}$  .**

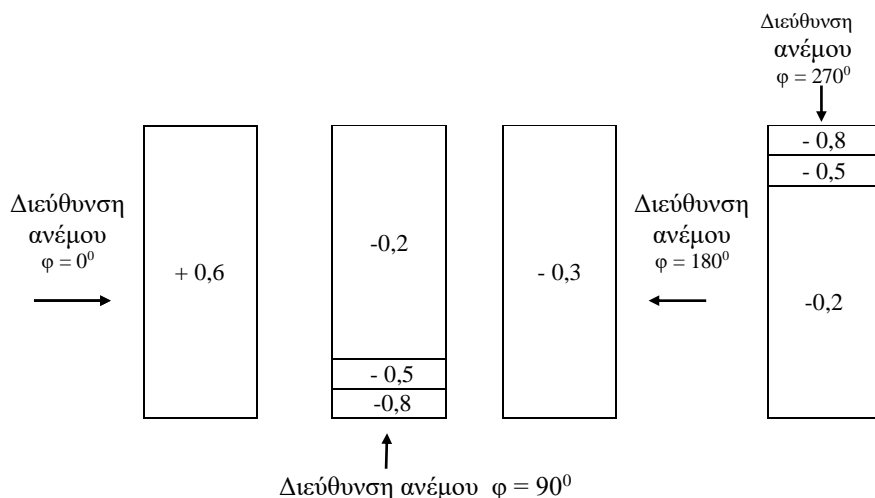
Η εξωτερική πίεση του ανέμου δίνεται από τη σχέση  $W_e = q_{ref} \cdot C_e(Z_e) \cdot C_{pe}$  και η εσωτερική από την σχέση  $W_i = q_{ref} \cdot C_e(Z_i) \cdot C_{pi}$

### 7.2.3.1.2. Η βασική πίεση και ο συντελεστής εκθέσεως

Ισχύουν τα ίδια με την οροφή ήτοι  $q_b = 693,65 \text{ N/m}^2$  και  $c_e(z) = c_r \cdot c_t \cdot [c_r \cdot c_t + 1,33] = 0,829 \cdot 1,14 \cdot (0,829 \cdot 1,14 + 1,33) = 2,15$ .

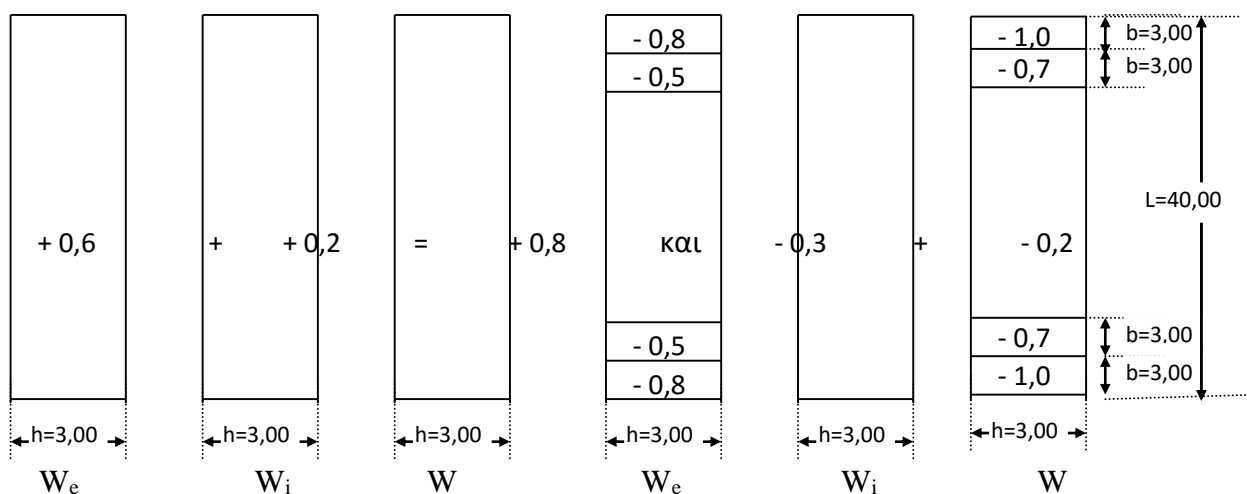
### 7.2.3.1.3. Οι αεροδυναμικοί συντελεστές.

Οι συντελεστές εξωτερικής πίεσης θα υπολογιστούν σύμφωνα με την παράγραφο 12.5.6.1.2.1. της θεωρίας. Ανάλογα με την διεύθυνση πνοής του ανέμου, έχουμε τις επόμενες καταστάσεις.



Οι εφαρμοστέοι συντελεστές εξωτερικής προκύπτουν από την επαλληλία των παραπάνω συντελεστών.

Στους συντελεστές εξωτερικής πίεσης πρέπει να προστεθούν και οι συντελεστές εσωτερικής πίεσης τους οποίους παίρνουμε από τον πίνακα 12.13. της θεωρίας. Έχουμε, ύστερα από τα παραπάνω, τις επόμενες δύο καταστάσεις.

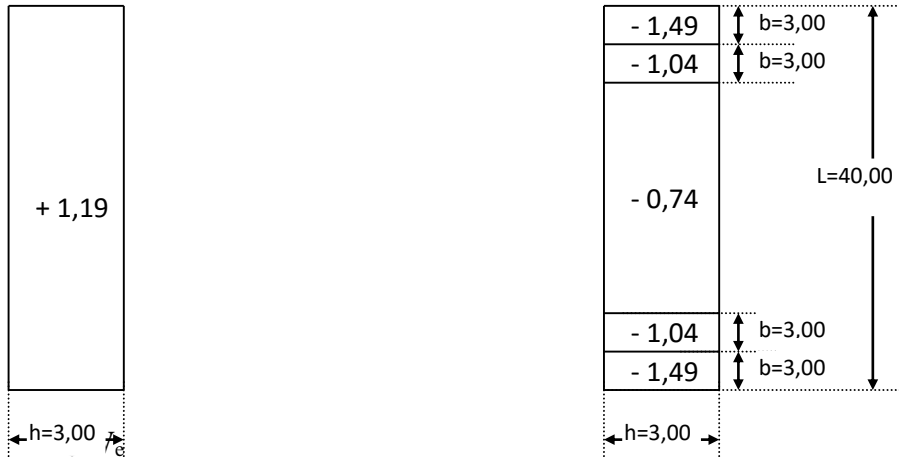


### 7.2.3.1.3. Τελική φορτική κατάσταση του γυάλινου φύλλου λόγω του ανέμου $P_{gl} \cdot Q_1 \cdot S_d$

Η συνολική πίεση του ανέμου δίνεται από τη σχέση  $W = W_e + W_i = q_{ref} \cdot C_e(Z) \cdot C$ .

Είναι  $q_b = 0,694 \text{ KN/m}^2$ ,  $C_e(Z) = 2,15$  και  $C$  ο συνολικός αεροδυναμικός συντελεστής, όπως υπολογίστηκε ανωτέρω.

Οι τιμές είναι σε  $\text{KN/m}^2$  και δίνονται σχηματικά στον παρακάτω πίνακα .



### 7.2.3.1.4. Η τιμή σχεδιασμού της οριακής αντοχής αστοχίας των γυάλινων φύλλων

Χρησιμοποιώντας απλούς υαλοπίνακες πάχους 5 mm, από την σχέση 6.6. ευρίσκομε :

$$P_{gl,Q_1,Rd} = \frac{f_{gl,u} \cdot t^2}{6 \cdot \beta \cdot b^2 \cdot \gamma_{MQ_1}} = \frac{25 \text{ N/mm}^2 \cdot 5^2 \text{ mm}^2}{6 \cdot 0,125 \cdot b^2 \cdot 1,4 \cdot 1,2} = \frac{0,3655}{b^2} \text{ KN}$$

### 7.2.3.1.5. Υπολογισμός του μεγίστου πλάτους των γυάλινων φύλλων

Αντικαθιστώντας τις τιμές στην εξίσωση 6.5. βρίσκομε για τις δύο διαφορετικές περιπτώσεις ανεμοφόρτισης:

**Περιοχές με αρνητική ανεμοπίεση έντασης  $1,49 \text{ KN/m}^2$  :**

$$\frac{P_{gl,Q_1,S_d}}{P_{gl,Q_1,R_d}} = \left( \frac{-1,49}{0,3655} \right) \cdot b^2 \leq 1,00 \Rightarrow b \leq 0,495 \text{ m}$$

**Περιοχές με θετική ανεμοπίεση έντασης  $1,19 \text{ KN/m}^2$  :**

$$\frac{P_{gl,Q_1,S_d}}{P_{gl,Q_1,R_d}} = \left( \frac{+1,19}{0,3655} \right) \cdot b^2 \leq 1,00 \Rightarrow b \leq 0,554 \text{ m}$$

Επιλέγοντας και εδώ υαλοπίνακες με δύο αλληπάλλληλα φύλλα γυαλιού με πάχος 5 mm το βρίσκομε :

$$P_{gl,Q_1,Rd} = \frac{f_{gl,u} \cdot 2 \cdot t^2}{6 \cdot \beta \cdot b^2 \cdot \gamma_{MQ_1}} = \frac{25 \text{ N/mm}^2 \cdot 2 \cdot 5^2 \text{ mm}^2}{6 \cdot 0,125 \cdot b^2 \cdot 1,4 \cdot 1,2} = \frac{0,731}{b^2} \text{ KN}$$

**Περιοχές με αρνητική ανεμοπίεση έντασης  $1,49 \text{ KN/m}^2$  :**

Αντικαθιστώντας τις τιμές στην εξίσωση 5.5. έχουμε:

$$\frac{P_{gl} \cdot Q_1 \cdot S_d}{P_{gl} \cdot Q_1 \cdot R_d} = \left( \frac{-1,49}{0,731} \right) \cdot b^2 \leq 1,00 \Rightarrow b \leq 0,700 \text{ m}$$

**Περιοχές με θετική ανεμοπίεση έντασης 1,19 KN/m<sup>2</sup> :**

Αντικαθιστώντας τις τιμές στην εξίσωση 6.5. βρίσκουμε:

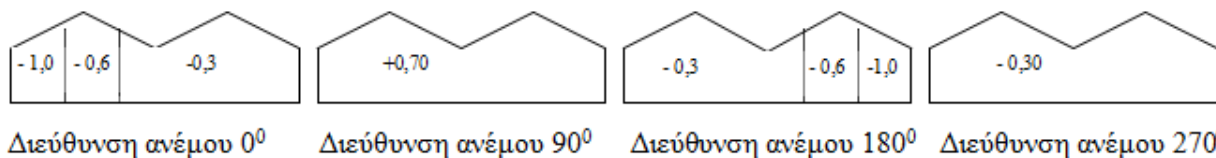
$$\frac{P_{gl} \cdot Q_1 \cdot S_d}{P_{gl} \cdot Q_1 \cdot R_d} = \left( \frac{+1,19}{0,731} \right) \cdot b^2 \leq 1,00 \Rightarrow b \leq 0,784 \text{ m}$$

### 7.2.3.2. Οι προσόψεις.

#### 7.2.3.2.1. Οι αεροδυναμικοί συντελεστές.

Οι συντελεστές εξωτερικής πίεσης θα υπολογιστούν σύμφωνα με την παράγραφο 12.5.6.1.2.1. της θεωρίας.

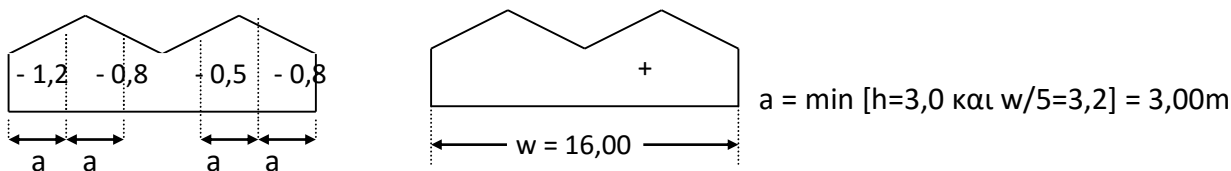
Ανάλογα με την διεύθυνση πνοής του ανέμου, έχουμε τις επόμενες καταστάσεις.



Οι εφαρμοστέοι συντελεστές εξωτερικής προκύπτουν από την επαλληλία των παραπάνω συντελεστών. Έχουμε τις επόμενες δύο καταστάσεις.



Στους συντελεστές εξωτερικής πίεσης αφού προστεθούν και οι συντελεστές εσωτερικής πίεσης οι οποίοι τους οποίους παίρνουμε από τον πίνακα 3.13. της θεωρίας καταλήγουμε στα εξής:

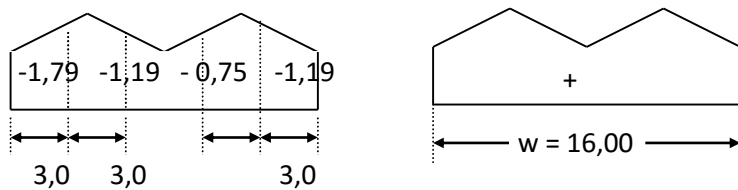


#### 7.2.3.2.2. Τελική φορτική κατάσταση του γυάλινου φύλλου λόγω του ανέμου $P_{gl} \cdot Q_1 \cdot S_d$ .

Η συνολική πίεση του ανέμου δίνεται από τη σχέση  $W = W_e + W_i = q_{ref} \cdot C_e(Z) \cdot C$ .

Είναι  $q_b = 0,694 \text{ KN/m}^2$ ,  $C_e(Z)=2,15$  και  $C$  ο συνολικός αεροδυναμικός συντελεστής, όπως υπολογίστηκε ανωτέρω.

Οι τιμές της  $W$  είναι σε  $\text{KN/m}^2$  και δίνονται σχηματικά στον παρακάτω πίνακα .



### 7.2.3.2.3. Υπολογισμός του μεγίστου πλάτους των γυάλινων φύλλων

Χρησιμοποιώντας απλούς υαλοπίνακες πάχους 5 mm , και αντικαθιστώντας τις τιμές στην εξίσωση 6.5. βρίσκουμε για τις δύο διαφορετικές περιπτώσεις ανεμοφόρτισης:

**Περιοχές με αρνητική ανεμοπίεση έντασης 1,79 KN/m<sup>2</sup> :**

$$\frac{P_{gl} \cdot Q_1 \cdot S_d}{P_{gl} \cdot Q_1 \cdot R_d} = \left( \frac{-1,79}{0,3655} \right) \cdot b^2 \leq 1,00 \Rightarrow b \leq 0,452 \text{ m}$$

**Περιοχές με θετική ανεμοπίεση έντασης 1,34 KN/m<sup>2</sup> :**

$$\frac{P_{gl} \cdot Q_1 \cdot S_d}{P_{gl} \cdot Q_1 \cdot R_d} = \left( \frac{+1,34}{0,3655} \right) \cdot b^2 \leq 1,00 \Rightarrow b \leq 0,522 \text{ m}$$

Επιλέγοντας και εδώ υαλοπίνακες με δύο αλληπάλληλα φύλλα γυαλιού με πάχος 5 mm το καθένα βρίσκουμε :

**Περιοχές με αρνητική ανεμοπίεση έντασης 1,79 KN/m<sup>2</sup> :**

$$\frac{P_{gl} \cdot Q_1 \cdot S_d}{P_{gl} \cdot Q_1 \cdot R_d} = \left( \frac{-1,79}{0,731} \right) \cdot b^2 \leq 1,00 \Rightarrow b \leq 0,639 \text{ m}$$

**Περιοχές με θετική ανεμοπίεση έντασης 1,34 KN/m<sup>2</sup> :**

$$\frac{P_{gl} \cdot Q_1 \cdot S_d}{P_{gl} \cdot Q_1 \cdot R_d} = \left( \frac{+1,34}{0,731} \right) \cdot b^2 \leq 1,00 \Rightarrow b \leq 0,738 \text{ m}$$

### 7.2.4. Τελική επιλογή υαλοπινάκων

Έχουμε δύο επιλογές , είτε να χρησιμοποιήσουμε υαλοπίνακες με δύο αλληπάλληλα φύλλα γυαλιού με πάχος 5 mm το καθένα , είτε απλούς υαλοπίνακες με πάχος γυαλιού 5 mm .

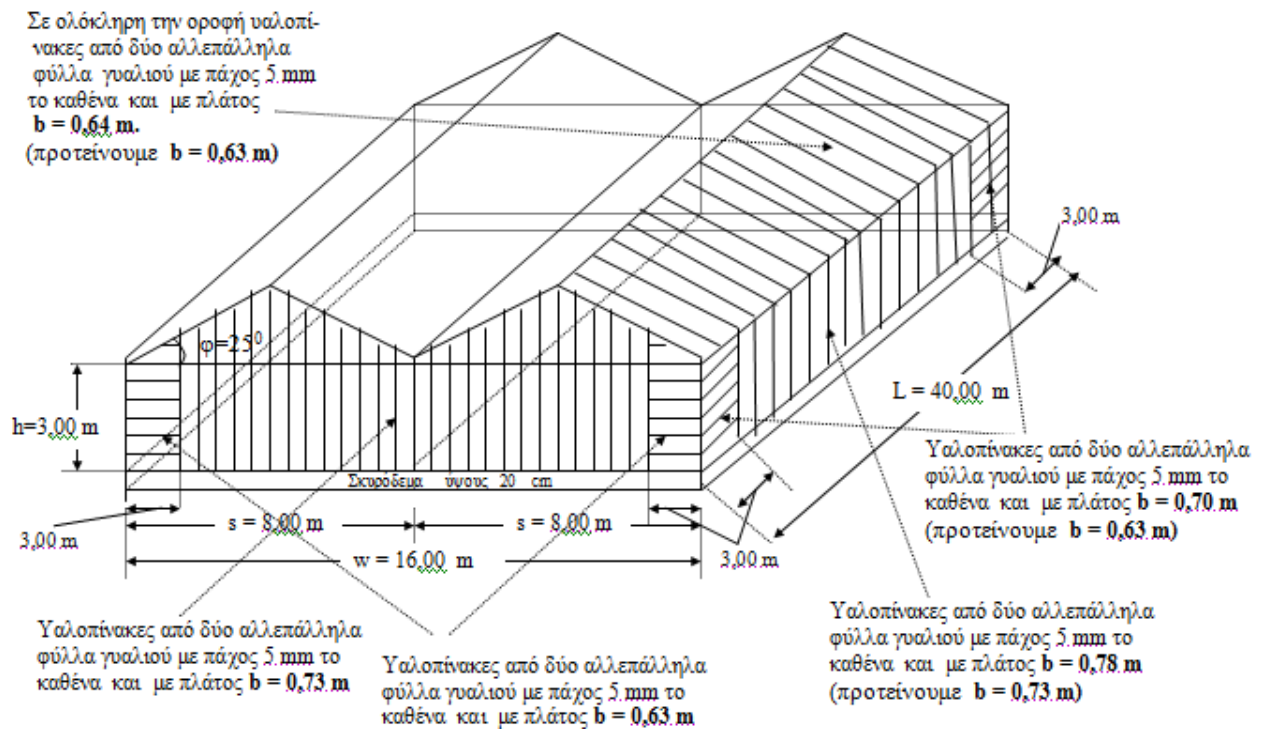
Για την πρώτη επιλογή :

- Η οροφή θα κατασκευαστεί ολόκληρη με φύλλα πλάτους **b = 0,64 m**
- Οι πλάγιες όψεις των πλευρικών επιφανειών :
  - (1) στις γωνίες και επί μήκους 3,00 m θα τοποθετηθούν φύλλα πλάτους **b = 0,70 m** .
  - (2) στο ενδιάμεσο τμήμα , μήκους 34,00 m θα τοποθετηθούν φύλλα πλάτους **b = 0,78 m** .
- Οι προσόψεις των πλευρικών επιφανειών :
  - (1) στις γωνίες και επί μήκους 3,00 m θα τοποθετηθούν φύλλα πλάτους **b = 0,63 m** .
  - (2) στο ενδιάμεσο τμήμα , μήκους 10,00 m θα τοποθετηθούν φύλλα πλάτους **b = 0,73 m** .

Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνονται θέσεις που θα τοποθετηθούν οι αντίστοιχοι υαλοπίνακες.

Για την δεύτερη επιλογή :

- Η οροφή θα κατασκευαστεί ολόκληρη με φύλλα πλάτους  $b = 0,43 \text{ m}$
- Οι πλάγιες όψεις των πλευρικών επιφανειών :
  - (1) στις γωνίες και επί μήκους  $3,00 \text{ m}$  θα τοποθετηθούν φύλλα πλάτους  $b = 0,49 \text{ m}$ .
  - (2) στο ενδιάμεσο τμήμα , μήκους  $34,00 \text{ m}$  θα τοποθετηθούν φύλλα πλάτους  $b = 0,55 \text{ m}$ .
- Οι προσόψεις των πλευρικών επιφανειών :
  - (1) στις γωνίες και επί μήκους  $3,00 \text{ m}$  θα τοποθετηθούν φύλλα πλάτους  $b = 0,45 \text{ m}$ .
  - (2) στο ενδιάμεσο τμήμα , μήκους  $10,00 \text{ m}$  θα τοποθετηθούν φύλλα πλάτους  $b = 0,52 \text{ m}$ .



Προτείνουμε να υιοθετηθεί η πρώτη επιλογή και μάλιστα για λόγους ευκολίας τόσο κατά την κατασκευή αλλά και την συντήρηση να χρησιμοποιηθούν στην οροφή και σε όλες τις γωνίες της πλευρικής επιφάνειας υαλοπίνακες πλάτους  $b = 0,63 \text{ m}$  και στο υπόλοιπο τμήμα της πλευρικής επιφάνειας υαλοπίνακες πλάτους  $b = 0,73 \text{ m}$ .

# Προτεινόμενη Βιβλιογραφία

1. EN13031-1. Greenhouses-Design and construction - Part 1: Commercial production Greenhouses, CEN/TC284, December 2001.
2. EN 1990. Eurocode 0 – Basis of structural design, CEN, April 2002.
3. EN 1991. Eurocode 1: Actions on structures, General actions. Part 1-1: Densities, self-weight, imposed loads for buildings, CEN, April 2002, Part 1-3: Snow loads, CEN, July 2003, Part 1-4: Wind actions, CEN, April 2005, Part 1-5: Thermal actions, CEN, Nov. 2003.
4. Θεοχάρης, Μ., 2000. Η εφαρμογή των Ευρωκώδικων στη μελέτη των Ελληνικών θερμοκηπίων, Μεταπτ. Διατρ., Τμ. Γεωπ. Φυτ. και Ζωικ. Παρ/γής Παν/μίου Θεσσαλίας, Βόλος, Μάρτ. 2000, σελ. 215.
5. Θεοχάρης, Μ., 2000. Η ανεμοφόρτιση των θερμοκηπιακών κατασκευών σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες, Πρακτ. 2ου Πανελλ. Συν. Γεωργ. Μηχαν., σελ. 406-414, Βόλος, Σεπτ. 2000.
6. Θεοχάρης, Μ., 2003. Η Χιονοφόρτιση των θερμοκηπιακών κατασκευών σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες, Πρακτ. 3ου Πανελλ. Συν. Γεωργ. Μηχαν., σελ.337-344, Θεσ/νίκη, Μαΐος 2003.
7. Θεοχάρης Μ.: " Γεωργικές Κατασκευές", Άρτα 2000
8. Θεοχάρης Μ.: " Γεωργικές Κατασκευές, Εργαστηριακές Ασκήσεις", Άρτα 2000
9. Θεοχάρης Μ.: " Θερμοκηπιακές Κατασκευές", Άρτα 2000
10. Ιωαννίδης Π. " Οι στέγες στην Οικοδομή " , Αθήνα 1986
11. Αναστασόπουλος Α.: "Γεωργικές Κατασκευές" Αθήνα 1993
12. Beton Kalender 1984: Τόμοι 1 και 2. Μετάφραση στα Ελληνικά , Εκδότης Μ. Γκιούρδας.
13. Βαγιανός Ι. : "Πρακτική των Θερμοκηπίων και των Σηράγγων "
14. Γεωργακάκης Δ. : "Στοιχεία Ρύθμισης Περιβάλλοντος και Σχεδιασμού Αγροτικών Κατασκευών " , Αθήνα 1992
15. Γραφιαδέλλης Μ : "Σύγχρονα Θερμοκήπια" Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη 1980.
16. Δεϊμέζης Α : " Γενική Δομική " , Τόμοι Ι , ΙΙ , Αθήνα 1992
17. Δούκας Σ. : " Οικοδομική", Αθήνα 1994
18. Ευσταθιάδης Α. : " Θερμοκήπια Στοιχεία Κατασκευής, Λειτουργίας και Καλλιέργειας"
19. Μαυρογιαννόπουλος Γ. : " Θερμοκήπια " , Εκδοση Γ' , Αθήνα 2001
- Μπουρνιά Ε. : "Αγροτικά Κτίρια " , Έκδοση Ο.Ε.Δ.Β. , Αθήνα 1995



# Σημείωμα Αναφοράς

Θεοχάρης Μενέλαος, (2015). Γεωργικές και Θερμοκηπιακές Κατασκευές (Εργαστήριο). ΤΕΙ Ηπείρου. Διαθέσιμο από:  
<http://eclass.teiep.gr/courses/TEXG113/>

# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές [1] ή μεταγενέστερη. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, Διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.el>



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Επεξεργασία: Δημήτριος Κατέρης

Άρτα, 2015



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης