



Ελληνική Δημοκρατία  
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό  
Ίδρυμα Ηπείρου

# Γεωργικές και Θερμοκηπιακές κατασκευές (Θεωρία)

Ενότητα 12 : Οι φορτίσεις των  
θερμοκηπιακών κατασκευών σύμφωνα με  
τους Ευρωκώδικες I

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



# 12

## Οι φορτίσεις των θερμοκηπιακών κατασκευών σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες

### 12.1 Γενικά

Μέχρι σήμερα δεν υπήρχε στην Ελλάδα ιδιαίτερος κανονισμός για την μελέτη των θερμοκηπίων αλλά αυτά αντιμετωπιζόταν σύμφωνα με τους Γερμανικούς κανονισμούς, τους Αμερικανικούς κανονισμούς, ή τους Ελληνικούς κανονισμούς (1946).

Η Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (CEC) ξεκίνησε την εργασία για την καθιέρωση ενός συνόλου εναρμονισμένων τεχνικών κανόνων για τον σχεδιασμό έργων Πολιτικού Μηχανικού, το οποίο σε τελικό στάδιο να αντικαταστήσει τους διάφορους ισχύοντες κανονισμούς στα Κράτη – Μέλη. Οι τεχνικοί αυτοί κανόνες έγιναν γνωστοί ως “Δομητικοί Ευρωκώδικες”. Το 1990 η CEC μεταβίβασε στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης (CEN), την αρμοδιότητα για την περαιτέρω ανάπτυξη, έκδοση και ενημέρωση των δομητικών Ευρωκωδίκων.

Η CEN δημιούργησε την Τεχνική Επιτροπή TC250 η οποία είναι υπεύθυνη για όλους τους Ευρωκώδικες καθώς επίσης την TC284 η οποία έχει αποστολή να διαμορφώσει ένα πρότυπο για τα γυάλινα και τα πλαστικά θερμοκήπια, η οποία το 1997 συνέταξε ένα σχέδιο κανονισμών το prEN 13031-1: 1997, βασισμένο στον EC1 με ειδικές προσαρμογές για τις απαιτήσεις των θερμοκηπίων.

Στην παρούσα διατριβή αντιμετωπίζεται για την Ελληνική πραγματικότητα η περίπτωση χαλύβδινου σκελετού θερμοκηπιακών κατασκευών, σύμφωνα με το ENV 1991:1995 (ENV = Ευρωπαϊκό δοκιμαστικό πρότυπο, 1991 = Ευρωκώδικας 1, 1995 = Έτος έκδοσης του προτύπου) το ENV 1993:1995 και το prEN13031-1: 1997.

### 12.2. Ορισμοί και κύριες ταξινομήσεις

Ως φόρτιση (F) θεωρείται:

- μία δύναμη (φορτίο) που ασκείται στο θερμοκήπιο (άμεση φόρτιση), ή
- μία επιβαλλόμενη παραμόρφωση (έμμεση φόρτιση) π.χ. θερμοκρασιακές μεταβολές ή υποχωρήσεις στηρίξεων.

Οι φορτίσεις ταξινομούνται:

(1) Ως προς τις μεταβολές τους στο χρόνο:

- μόνιμες φορτίσεις (G), π.χ. ίδια βάρη του θερμοκηπίου, προσαρτήματα, βοηθητικές εγκαταστάσεις και μόνιμος εξοπλισμός.
- μεταβλητές φορτίσεις (Q), π.χ. επιβαλλόμενα φορτία, φορτία ανέμου, ή φορτία χιονιού.
- τυχηματικές φορτίσεις (A), π.χ. εκρήξεις ή προσκρούσεις οχημάτων.

(2) Ως προς τη χωρική τους μεταβολή:

- καθορισμένες φορτίσεις, π.χ. ίδιο βάρος.
- ελεύθερες φορτίσεις, οι οποίες οδηγούν σε διάφορες διατάξεις των δράσεων, π.χ.

κινητά επιβαλλόμενα φορτία, φορτία ανέμου, ή φορτία χιονιού

Όλες οι φορτίσεις και οι επιδράσεις, που πιθανώς επισυμβαίνουν κατά τη διάρκεια του ελάχιστου σχεδιαζόμενου χρόνου ζωής του θερμοκηπίου πρέπει να μελετώνται σε συμφωνία με τις προσεγγίσεις που περιγράφονται στο ENV 1991-1.

Πρέπει να μελετώνται οι επιλεγμένες καταστάσεις σχεδιασμού και να προσδιορίζεται η περίπτωση κρίσιμου φορτίου.

Η ελάχιστη περίοδος αναφοράς (διάστημα επανάληψης ) και οι ετήσιες πιθανότητες υπέρβασης των υπολογισμένων χαρακτηριστικών τιμών των μεταβαλλόμενων δράσεων, που πρέπει να χρησιμοποιούνται στο σχεδιασμό καθεμιάς κατηγορίας θερμοκηπίων δίνονται στον πίνακα 3.3.

### 12.3. Τα μόνιμα φορτία της κατασκευής Gk1

Τα μόνιμα φορτία είναι τα φορτία λόγω του ιδίου βάρους της κατασκευής καθώς και τα φερόμενα στοιχεία με εξαίρεση τις εγκαταστάσεις ακόμη και αν αυτές είναι μόνιμες.

Τα ίδια βάρη των δομικών στοιχείων ταξινομούνται ως **μόνιμες φορτίσεις** και γενικά είναι επίσης και **σταθερές φορτίσεις**.

**Μόνιμη φόρτιση** είναι η φόρτιση η οποία αναμένεται να δρα κατά τη διάρκεια μιας δεδομένης κατάστασης σχεδιασμού και της οποίας η διακύμανση του μεγέθους στο χρόνο, ή είναι αμελητέα σε σχέση με την μέση τιμή της, ή είναι πάντα προς την ίδια κατεύθυνση (μονότονη), μέχρις ότου η φόρτιση φτάσει μία ορισμένη οριακή τιμή.

**Σταθερή φόρτιση** είναι η φόρτιση η οποία έχει μία σταθερή κατανομή πάνω στην κατασκευή τέτοια ώστε το μέγεθος, η διεύθυνση και η φορά της να ορίζονται με αδιαμφισβήτητο τρόπο για όλο το δόμημα, αν αυτό το μέγεθος, η διεύθυνση και η φορά ορίζονται σε ένα σημείο του δομήματος.

Για μια σταθερή φόρτιση μπορεί να υποθεθεί ότι οι μεταβολές των πυκνοτήτων καθώς και οι διαφορές μεταξύ των ονομαστικών και πραγματικών διαστάσεων των κατασκευαστικών στοιχείων δεν αλλάζουν σε μια δεδομένη κατασκευή.

Χαρακτηριστικές τιμές του ιδίου βάρους των κατασκευαστικών στοιχείων υπολογίζονται σύμφωνα με το μέρος 2-1 του EC1 και δίνονται στον πίνακα 3.1.

Τα βάρη των μερών των κατασκευών και των μη δομικών στοιχείων, θα προσδιορίζονται από τα βάρη των στοιχείων από τα οποία αποτελούνται και από τη γεωμετρία.

Οι ονομαστικές διαστάσεις θα πρέπει να είναι εκείνες που παρουσιάζονται στα σχέδια.

Αν δεν παρέχονται πιο αξιόπιστα δεδομένα (π.χ. από προδιαγραφές των προϊόντων, από τον προμηθευτή ή με απευθείας ζύγισμα), η χαρακτηριστική τιμή του βάρους των ιδιαίτερων στοιχείων θα εκτιμάται από τις ονομαστικές διαστάσεις και τις ονομαστικές πυκνότητες των συστατικών τους υλικών.

Πληροφορίες μπορούν να λαμβάνονται από τα έγγραφα που παρέχει ο κατασκευαστής.

### 12.4. Τα μόνιμως επιβαλλόμενα φορτία Gk2

Τα μόνιμως επιβαλλόμενα φορτία, Gk2, της κατασκευής είναι φορτία λόγω του εγκατεστημένου μόνιμου εξοπλισμού όπως π.χ. θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού σκίασης, άρδευσης, αερισμού και μόνωσης.

Χαρακτηριστικές τιμές του ιδίου βάρους του εγκατεστημένου μόνιμου εξοπλισμού υπολογίζονται σύμφωνα με το μέρος 2-1 του Ευρωκώδικα 1 και δίνονται στον πίνακα 3.1.

Για την κατηγορία θερμοκηπίων A15 τα φορτία λόγω του εγκατεστημένου μόνιμου εξοπλισμού θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού σκίασης, άρδευσης, αερισμού και μόνωσης, που

υπολογίζονται σύμφωνα με το μέρος 2-1 του Ευρωκώδικα 1, δεν πρέπει να είναι μικρότερα από  $70 \text{ N/m}^2$  καλυμμένης επιφάνειας.

Τα φορτία λόγω της κύριας εγκατάστασης και των σωλήνων θέρμανσης πρέπει να παίρνονται ως το ίδιο βάρος των μονωμένων σωλήνων όταν είναι γεμάτοι νερό.

Οι ελάχιστες τιμές των οριζοντίων δυνάμεων στα σύρματα και στα καλώδια από τον εξοπλισμό των συστημάτων σκίασης και άρδευσης είναι οι εξής:

**α) συστήματα σκίασης**

σύρματα ανάρτησης : 500 N ανά σύρμα

καλώδια οδήγησης : 1000 N ανά καλώδιο

**β) εξοπλισμός άρδευσης**

σύρματα ανάρτησης : 2500 N ανά σύρμα

**Πίνακας 12.1.** Βάρη των κυριότερων υλικών των θερμοκηπιακών κατασκευών.

Υλικό	Βάρος G [kN/m <sup>3</sup> ]
<b>Υλικά επικάλυψης</b>	
Γυαλί, σε φύλλα	25
Πολυαιθυλένιο	13**
Φύλλο ακρυλικού (plexiglass, perspex, vedril, mouch)	12**
Ενισχυμένος πολυεστέρας (fiberglass )	13 – 18**
Πολυκαρβονικές πλάκες (thermoclear, molanex, qualex, polygal, makrolon, akyver, casalith )	2,45**
<b>Μέταλλα</b>	
Αλουμίνιο	27
Μπρούτζος-ορείχαλκος	83
Κασσιτερόχαλκος – ορείχαλκος	8 3
Χαλκός	87
Χυτοσίδηρος (κ. μαντέμι)	71
Κατεργασμένος σίδηρος	76
Μόλυβδος	112
Χάλυβας	77
Ψευδάργυρος	71
<b>Σκυρόδεμα (σύμφωνα με το ENV 206 )</b>	
Ελαφρύ	
κλάση πυκνότητας 1,0	9-10
κλάση πυκνότητας 1,2	10-12
κλάση πυκνότητας 1,4	12-14
κλάση πυκνότητας 1,6	14-16
κλάση πυκνότητας 1,8	16-18
κλάση πυκνότητας 2,0	18-20
Κανονικού βάρους	24*
Βαρύ	>28

\* το βάρος του σκυροδέματος μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ 20-28 ανάλογα με τα αδρανή υλικά.

\*\* τα βάρη των υλικών αυτών δεν πάρθηκαν από το μέρος 2-1 του Ευρωκώδικα 1

## 12.5. Τα φορτία ανέμου Qk1

### 12.5.1. Γενικά

Το μέρος 2-4 του Ευρωκώδικα 1 (ENV 1991-2-4:1995) δίνει κανόνες και μεθόδους υπολογισμού των φορτίων ανέμου στις κτιριακές κατασκευές και τα επί μέρους στοιχεία και προσαρτήματά τους για ύψη μέχρι 200 m.

Τα φορτία ανέμου είναι φορτία πίεσης της κατασκευής από τον άνεμο και κατατάσσονται στις μεταβλητές ελεύθερες φορτίσεις. Θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η επιρροή άλλων δράσεων επί της κατασκευής (π.χ. χιόνι, κυκλοφορία, πάγος), που είναι δυνατόν να επιφέρουν αλλαγές στην επιφάνεια αναφοράς ή σε κάποιους συντελεστές, καθώς επίσης και αλλαγές του σχήματος κατά την κατασκευή, που θα μπορούσαν να αλλάξουν την εξωτερική και εσωτερική πίεση. Οι κατασκευές που είναι ευαίσθητες σε δυναμικές καταπονήσεις πρέπει να σχεδιάζονται και για φορτία κόπωσης.

Η συνολική απόκριση των κατασκευών και των επιμέρους στοιχείων τους στη φόρτιση του ανέμου, μπορεί να θεωρηθεί ως επαλληλία μιας "βασικής" και μιάς "συντονιστικής" συνιστώσας, όπου η βασική συνιστώσα ενεργεί ως οιονεί στατική, ενώ η συντονιστική ως δυναμική. Για το μεγαλύτερο μέρος των κατασκευών αυτή η δεύτερη είναι συνήθως μικρή και μπορεί να αγνοηθεί, οπότε ο υπολογισμός γίνεται μόνο βάσει της πρώτης, μέσω της απλοποιημένης μεθόδου που προτείνεται στο μέρος 2-4 του EC1.

Επιτρέπεται, πέρα από τη μεθοδολογία η οποία προτείνεται στο μέρος 2-4 του EC1, να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικές μέθοδοι, εφόσον βασίζονται σε αναλυτικές και αριθμητικές τεχνικές που έχουν επαληθευθεί, καθώς και σε μετρήσεις επί τόπου αλλά και σε πειραματικά αποτελέσματα (μέσα σε τούνελ αέρα), όπου η προσομοίωση του ανέμου και του περιβάλλοντος την κατασκευή χώρου έχει γίνει με επαρκή ακρίβεια.

Χαρακτηριστικές τιμές των φορτίων ανέμου υπολογίζονται σύμφωνα με το μέρος 2-4 του EC1.

Στη συνέχεια γίνεται εξειδίκευση και αναλυτικός υπολογισμός της ανεμοφόρτισης για την περίπτωση των θερμοκηπιακών κατασκευών.

### 12.5.2. Η πίεση του ανέμου σε επιφάνειες.

#### 12.5.2.1 Πεδίο εφαρμογής.

Η έκφραση της πίεσεως του ανέμου, που δίνεται στη συνέχεια, ισχύει για επιφάνειες οι οποίες είναι αρκετά δύσκαμπτες ώστε να μπορούν να αγνοηθούν οι ταλαντώσεις συντονισμού που προκαλούνται από τον άνεμο, μιάς και αυτή είναι η συνήθης περίπτωση.

**Σημείωση:** Εάν ωστόσο η ιδιοσυχνότητα ταλαντώσεως της επιφάνειας είναι μικρή (π.χ. μικρότερη από 5Hz), οι ταλαντώσεις αυτές ενδέχεται να γίνουν σημαντικές, και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Τα φαινόμενα αυτά δεν καλύπτονται από το μέρος 2-4 του EC1.

#### 12.5.2.2. Εξωτερική πίεση

Η πίεση του ανέμου πάνω σε μια εξωτερική επιφάνεια δομήματος,  $w_e$ , υπολογίζεται από τη σχέση :

$$w_e = q_{ref} \cdot c_e(z_e) \cdot c_{pe} \quad (12.1)$$

όπου:

$q_{ref}$  είναι η πίεση αναφοράς που αντιστοιχεί στη μέση ταχύτητα αναφοράς του ανέμου.

$c_e(z_e)$  είναι ο συντελεστής έκθεσης, ο οποίος λαμβάνει υπόψη την επιρροή της τραχύτητας του περιβάλλοντος εδάφους, της τοπογραφίας και του ύψους  $z_e$  πάνω από την επιφάνεια του εδάφους, επί της μέσης ταχύτητας του ανέμου.

$c_{pe}$  είναι ο συντελεστής εξωτερικής πίεσης οριζόμενος στην παράγραφο 12.5.6.

### 12.5.2.3 Εσωτερική πίεση

Η πίεση του ανέμου πάνω σε μια εσωτερική επιφάνεια δομήματος,  $W_i$ , υπολογίζεται από τη σχέση :

$$W_i = q_{ref} \cdot c_e(z_i) \cdot c_{pi} \quad (12.2)$$

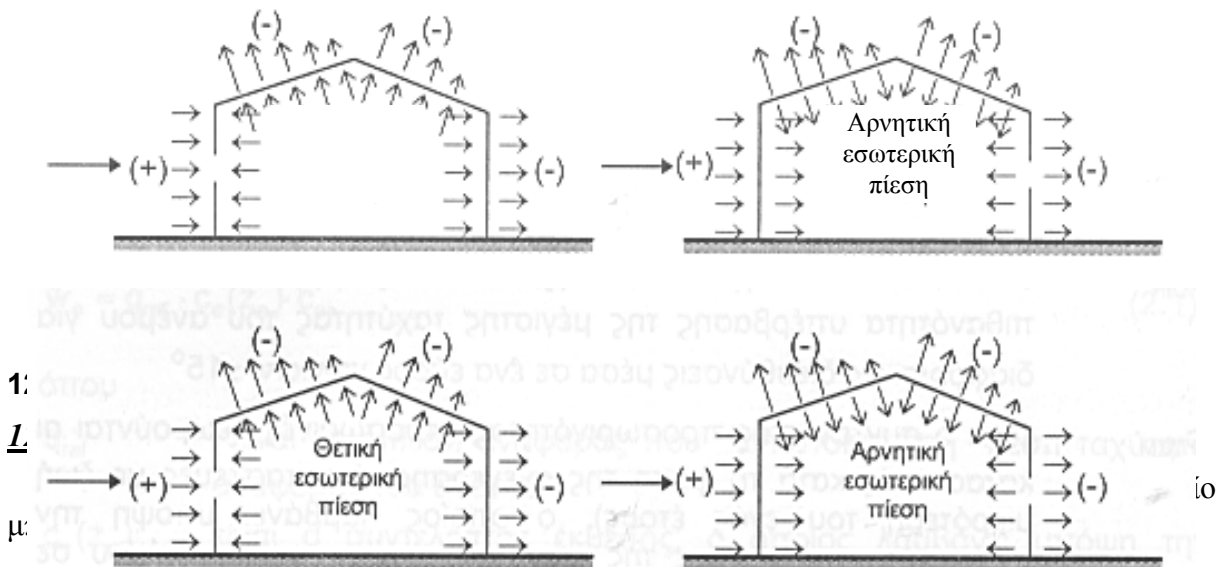
Όπου :

$c_e(z_i)$  είναι ο συντελεστής έκθεσης, ανάλογος του  $c_e(z_e)$

$c_{pi}$  είναι ο συντελεστής εσωτερικής πίεσης οριζόμενος στην παράγραφο 12.5.6.

### 12.5.2.4. Τελική πίεση.

Η τελική πίεση  $\sigma'$  έναν τοίχο ή ένα στοιχείο, είναι η διαφορά των πιέσεων σε κάθε παρειά λαμβάνοντας κατάλληλα υπόψη τα πρόσημα τους. (Πίεση με κατεύθυνση προς την επιφάνεια θεωρείται θετική, και η υποπίεση η οποία απομακρύνεται από την επιφάνεια θεωρείται αρνητική). Παραδείγματα δίνονται στο σχήμα 12.1.



• είτε ως άθροισμα των επιμέρους πιέσεων που αναπτύσσονται στις επιφάνειες υπό την προϋπόθεση ότι το δόμημα ή το δομικό στοιχείο δεν είναι ευαίσθητο σε δυναμικές φορτίσεις (πράγμα το οποίο συμβαίνει όταν  $c_d < 1,2$ , βλέπε παράγραφο. 12.5.7.2. ).

Η συνολική δύναμη,  $F_w$ , θα υπολογίζεται από την σχέση

$$F_w = q_{ref} \cdot c_e(z_e) \cdot c_d \cdot c_f \cdot A_{ref} \quad (12.3)$$

όπου:

$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_1$  είναι ο συντελεστής δύναμης.

[ Το είναι  $\psi_1$  μειωτικός συντελεστής της λυγηρότητας. Ο  $c_{f,0}$  είναι ο συντελεστής δύναμης για άπειρη λυγηρότητα και είναι συνάρτηση του αριθμού του Reynolds και της σχετικής τραχύτητας  $K/D$ .

$$R_e = \frac{D \cdot V_m(Z_e)}{\nu}$$

Στις σχέσεις αυτές :

$K$  είναι η απόλυτη τραχύτητα του υλικού επικάλυψης του θερμοκηπίου (γυαλί:  $K = 0,0015$  mm, πλαστικό:  $K = 0,03$  mm)

$D$  είναι η διάμετρος της από τον άνεμο πληττόμενης κατασκευής σε m,

$\nu$  είναι η κινηματική συνεκτικότητα του πνέοντος ανέμου ( $= 15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$ ),

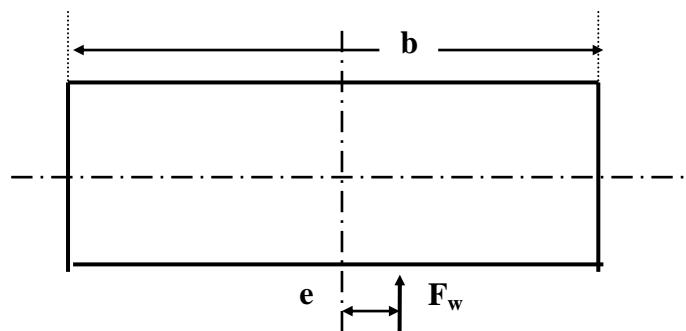
$V_m(Ze) = c_f(z) \cdot c_t(z) \cdot V_{\text{ref}}$  είναι η μέση ταχύτητα του ανέμου σε m/sec ( $c_f(z)$  = συντελεστής τραχύτητας  $c_t(z)$  = συντελεστής ανάγλυφου και  $V_{\text{ref}}$  = η ταχύτητα αναφοράς του ανέμου).

Για την περίπτωση των κυλινδρικών θερμοκηπίων όπου έχουμε μεγάλους αριθμούς του Reynolds π.χ.  $Re = 107$  και μικρές τιμές της σχετικής τραχύτητας π.χ.  $K/D = 10^{-5}$  προκύπτει  $c_{f,0} \approx 0,5$ . Επίσης το  $\psi_1$  προκύπτει  $\approx 0,75$  ]

$A_{\text{ref}}$  είναι η επιφάνεια αναφοράς για τον  $c_f$  (γενικώς είναι η προβολή της επιφάνειας κάθετα στην διεύθυνση του ανέμου).

Στρεπτικά φαινόμενα λόγω μη οριζόντιου ή ανομοιόμορφου ανέμου μπορούν να ληφθούν υπόψη σε μη κυκλικές αλλά περίπου συμμετρικές κατασκευές θεωρώντας μια εκκεντρότητα,  $e$ , της δύναμης  $F_w$ :  $e = 0,1b$  (12.4)

όπου  $b$  είναι η διάσταση της διατομής εγκάρσια στην κύρια θεωρούμενη διεύθυνση.



Σχήμα 12.2. Δύναμη ανέμου δρώσα σε μια διατομή,

### 12.5.3.2. Δυνάμεις τριβής

Για δομήματα με μεγάλες επιφάνειες να σαρώνονται από τον άνεμο (π.χ. μεγάλες ελεύθερες-ανοικτές στέγες), όπου οι δυνάμεις τριβής,  $F_{fr}$ , ενδέχεται να είναι σημαντικές, θα υπολογίζονται από την σχέση

$$F_{fr} = q_{\text{ref}} \cdot c_e(z_e) \cdot c_{fr} \cdot A_{fr} \quad (3.5)$$

όπου:

$c_{fr}$  είναι συντελεστής τριβής ο οποίος υπολογίζεται στις παραγράφους 3.4.6.1.4. και 3.4.6.2.4.

$A_{fr}$  είναι η επιφάνεια που σαρώνεται από τον άνεμο

### 12.5.4. Ο άνεμος αναφοράς.

#### 12.5.4.1. Η πίεση αναφοράς του ανέμου.

Η πίεση αναφοράς του ανέμου  $q_{\text{ref}}$  σε N/m<sup>2</sup> θα υπολογίζεται από τη σχέση :

$$q_{\text{ref}} = \frac{\rho}{2} \cdot V_{\text{ref}}^2 \quad (12.6)$$

όπου:

$V_{\text{ref}}$  είναι η ταχύτητα αναφοράς του ανέμου σε m/sec.

$\rho$  είναι η πυκνότητα του αέρα kg/m<sup>3</sup>. Η πυκνότητα του αέρα επηρεάζεται από το υψόμετρο και εξαρτάται από την θερμοκρασία και την αναμενόμενη βαρομετρική πίεση στην περιοχή κατά τη διάρκεια της καταιγίδας. Η τιμή του  $\rho$  παίρνεται ίση με 1,25 kg/m<sup>3</sup>.

**12.5.4.2. Η ταχύτητα αναφοράς του ανέμου.**

Η ταχύτητα αναφοράς του ανέμου,  $V_{ref}$ , ορίζεται ως η μέση ταχύτητα δεκαλέπτου, σε ύψος 10 m από την επιφάνεια του εδάφους κατηγορίας II (βλ. Πίνακα 3.4) και η οποία έχει μέση περίοδο επανεμφάνισης 50 έτη (συχνότητα επανεμφάνισης 2%).

Υπολογίζεται από την σχέση:

$$V_{ref} = C_{DIR} \cdot C_{TEM} \cdot C_{ALT} \cdot V_{ref,0} \quad (12.7)$$

όπου:

- $V_{ref,0}$  είναι η βασική ταχύτητα αναφοράς του ανέμου ή οποία, όπως ορίζεται στο Παράρτημα Α του μέρους 2-4 του Ευρωκώδικα 1 (ENV 1991-2-4 : 1995) είναι :
  - Για τα νησιά και τις παράκτιες ζώνες, που απέχουν μέχρι 10 Km από τη θάλασσα:
 
$$V_{ref,0} = 36 \text{ m/sec}$$
  - Για το εσωτερικό της χώρας:  $V_{ref,0} = 30 \text{ m/sec}$
- $C_{DIR}$  είναι συντελεστής διευθύνσεως
- $C_{TEM}$  είναι συντελεστής προσωρινότητας
- $C_{ALT}$  είναι συντελεστής υψομέτρου.

Σύμφωνα με το Παράρτημα Α του μέρους 2-4 του EC1:  $c_{DIR} = c_{TEM} = c_{ALT} = 1,0$ .

Επομένως η ταχύτητα και η πίεση αναφοράς του ανέμου είναι για την Ελλάδα ίση με :

- Για τα νησιά και τις παράκτιες ζώνες, που απέχουν μέχρι 10 Km από τη θάλασσα :
 
$$V_{ref} = 36 \text{ m/sec} \text{ και}$$

$$q_{ref} = \frac{\rho}{2} \cdot V_{ref}^2 = 810 \text{ N/m}^2 \quad (12.8)$$

- Για το εσωτερικό της χώρας :
 
$$V_{ref} = 30 \text{ m/sec} \text{ και}$$

$$q_{ref} = \frac{\rho}{2} \cdot V_{ref}^2 = 562,5 \text{ N/m}^2 \quad (12.9)$$

Η ταχύτητα αναφοράς  $V_{ref}(p)$  συχνότητα επανεμφάνισης,  $p$ , διάφορη της τιμής 0,02 μπορεί να υπολογισθεί χρησιμοποιώντας την ακόλουθη σχέση :

$$V_{ref}(p) = V_{ref} \left[ \frac{1 - K_1 \cdot \ln[-\ln(1-p)]}{1 - K_1 \cdot \ln[-\ln(1-0,02)]} \right]^n \quad (12.10)$$

όπου:

$V_{ref}$  είναι η ταχύτητα αναφοράς για συχνότητα επανεμφάνισης ίση με 2 %.

$K_1$  είναι παράμετρος σχήματος.

$n$  είναι εκθέτης.

Για την Ελλάδα χρησιμοποιούνται οι αντιπροσωπευτικές τιμές  $K_1 = 0.2$  και  $n = 0,5$ , αφού δεν ορίζεται διαφορετικά στο Παράρτημα Α του μέρους 2-4 του EC1.

Αν βάλουμε τις τιμές των σταθερών στην αρχική σχέση έχουμε :



$$V_{ref}(p) = V_{ref} \left[ \frac{1 - 0,2 \cdot \ln[-\ln(1-p)]}{1 - 0,2 \cdot \ln[-\ln(1-0,02)]} \right]^{0,5} = V_{ref} \left[ \frac{1 - 0,2 \cdot \ln[-\ln(1-p)]}{1,780387} \right]^{0,5} =$$

$$= \frac{V_{ref}}{1,3343} [1 - 0,2 \cdot \ln[-\ln(1-p)]]^{0,5} \quad (12.11)$$

Στον πίνακα 12.2. δίνονται η ταχύτητα και η πίεση αναφοράς του ανέμου για την Ελλάδα για διάφορες συχνότητες επανεμφάνισης,  $p$ , της ταχύτητας αναφοράς  $V_{ref}$ .

Για τα θερμοκήπια ως μέση περίοδος επαναφοράς, που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της ταχύτητας αναφοράς του ανέμου, πρέπει να ληφθεί η τιμή της ελάχιστης περιόδου αναφοράς που δίνεται στον πίνακα 12.3. ανάλογα με την κατηγορία του θερμοκηπίου.

Η ετήσια πιθανότητα υπέρβασης των φορτίων σε αντιστοιχία με την περίοδο επανεμφάνισης:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^N$$

και τη διάρκεια ζωής του έργου, υπολογίζεται από την σχέση

όπου  $T$  = η περίοδος επανεμφάνισης του συμβάντος σε έτη και  $N$  = η διάρκεια ζωής του έργου σε έτη. Οι τιμές της  $R$  δίνονται στον πίνακα 12.3.

**Πίνακας 12.2.** Ταχύτητα και η πίεση αναφοράς του ανέμου για την Ελλάδα για διάφορες ετήσιες πιθανότητες υπερβάσεως,  $p$ , της ταχύτητας αναφοράς  $V_{ref}$ .

Συχνότητα επανεμφάνισης της ταχύτητας αναφοράς $p$ (%)	Νησιά και παράκτιες ζώνες, που απέχουν μέχρι 10 Km από τη θάλασσα.		Εσωτερικό της χώρας	
	$V_{ref}$ (m/sec)	$q_{ref}$ (N/m <sup>2</sup> )	$V_{ref}$ (m/sec)	$q_{ref}$ (N/m <sup>2</sup> )
0,2	30,76	591,44	25,64	410,72
0,1	32,49	659,72	27,07	458,14
0,07	33,31	693,65	27,76	481,70
<b>0,02</b>	<b>36</b>	<b>810</b>	<b>30</b>	<b>562,50</b>
0,01	37,39	873,53	31,15	606,62
0,005	38,72	936,83	32,26	650,58
0,001	41,64	1083,5	34,70	752,40
0,0001	45,48	1293,00	37,90	897,93

**Πίνακας 12.3.** Ετήσιες πιθανότητες υπέρβασης των υπολογισμένων φορτίων.

Κατηγορία θερμοκηπίου	Διάρκεια ζωής του έργου N (έτη)	Περίοδος επανεμφάνισης του συμβάντος T (έτη)	Ετήσια πιθανότητα υπέρβασης των φορτίων R (%)
A15	15	15	64,47
B15	15	15	64,47
A10	10	10	65,13
B10	10	10	65,13
B5	5	5	67,23

### 12.5.5. Ο συντελεστής εκθέσεως.

#### 12.5.5.1. Γενικά.

Με τον συντελεστή εκθέσεως,  $c_e(z)$ , λαμβάνονται υπόψη η επίδραση της τραχύτητας του εδάφους, του αναγλύφου και του ύψους από το έδαφος στην μέση ταχύτητα του ανέμου και στην τύρβη.

Ορίζεται από την σχέση:

$$c_e(z) = c_r^2 \cdot c_t^2 [1 + 2 \cdot g \cdot I_v(z)] \quad (12.12)$$

όπου:

$g$  είναι συντελεστής αιχμής (ανεμορριπής) ο οποίος παίρνεται ίσος με 3,5.

$c_r(z)$  είναι συντελεστής τραχύτητας.

$c_t(z)$  είναι συντελεστής αναγλύφου

$I_v(z)$  είναι η ένταση της τύρβης, ορίζεται από την σχέση :

$$I_v(z) = \frac{K_T}{c_r(z) \cdot c_t(z)}$$

#### 12.5.5.2. Ο συντελεστής τραχύτητας $c_r(z)$ .

Με τον συντελεστή τραχύτητας,  $c_r(z)$ , λαμβάνεται υπόψη η μεταβολή της μέσης ταχύτητας του ανέμου στην περιοχή του δομήματος λόγω:

- του ύψους από την επιφάνεια του εδάφους
- της τραχύτητας του εδάφους ανάλογα και με την διεύθυνση του ανέμου.

Ο συντελεστής τραχύτητας σε ύψος  $z_e$  καθορίζεται από λογαριθμική κατατομή:

$$c_r(z_e) = K_T \cdot \ln\left(\frac{z_e}{z_0}\right)$$

για  $z_{\min} \leq z_e \leq 200$  m και

$$c_r(z) = c_r(z_{\min})$$

για  $z_e \leq z_{\min}$  (12.13)

όπου:

$K_T$  είναι συντελεστής εδάφους.

$z_0$  είναι μήκος τραχύτητας σε m.

$z_{\min}$  είναι ελάχιστο ύψος σε m.

$z_e$  είναι το ύψος αναφοράς του θερμοκηπίου, σε m, όπως ορίζεται στις παραγράφους 3.4.6.1.1. και 3.4.6.2.1.

Οι παράμετροι αυτές εξαρτώνται από την κατηγορία του εδάφους όπως αυτή καθορίζεται στον πίνακα 12.4.

Εάν η απόσταση του δομήματος από την πλησιέστερη αλλαγή της τραχύτητας του εδάφους είναι μικρότερη από:

- 2km από το πιο λείο έδαφος με τραχύτητα I
- 1km από το πιο λείο έδαφος με τραχύτητες II ή III

τότε για την ανάντη διεύθυνση θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η κατηγορία με την μικρότερη τραχύτητα.

Στις παραπάνω μεταβατικές ζώνες, μικρές περιοχές με διαφορετικές τραχύτητες μπορούν

να αγνοούνται (με έκταση μικρότερη από 10% της υπόψη περιοχής).

Σε περιπτώσεις αμφιβολιών ως προς την εκλογή μεταξύ δύο κατηγοριών για μια δεδομένη περιοχή, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η δυσμενέστερη περίπτωση.

**Πίνακας 12.4.** Κατηγορίες εδάφους και αντίστοιχες παράμετροι.

Κατηγορία εδάφους		$k_T$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]
I	Τρικυμιώδης ανοικτή θάλασσα, λίμνες με μήκος αναπτύξεως κυματισμού τουλάχιστον 5 km και λεία επίπεδα εδάφη χωρίς εμπόδια	0.17	0.01	2
II	<b>Αγροτικές εκτάσεις χωρίς περιφράξεις, με σποραδικά κτίρια και δένδρα</b>	<b>0.19</b>	<b>0.05</b>	<b>4</b>
III	Περίχωρα ή βιομηχανικές περιοχές και δάση	0.22	0.30	8
IV	Αστικές περιοχές με κάλυψη τουλάχιστον 15% με κτίρια ύψους άνω των 15m	0.24	1.00	16

**Σημείωση:** Οι παράμετροι του πίνακα 12.4. έχουν βαθμονομηθεί ώστε να προσαρμόζονται κατά τον καλλίτερο τρόπο στα διατιθέμενα στατιστικά στοιχεία.

Για τα θερμοκήπια στην Ελλάδα μπορούμε να θεωρήσουμε γενικά ότι έχουμε εδάφη κατηγορίας II. Επομένως ο συντελεστής τραχύτητας είναι :

$$c_r(z_e) = 0,19 \cdot \ln\left(\frac{z_e}{0,05}\right) = 0,19 \cdot \ln z_e + 0,569 \quad (12.14)$$

### **12.5.5.3. Ο συντελεστής αναγλύφου $c_t(z)$**

Με τον συντελεστή αναγλύφου,  $c_t(z)$ , λαμβάνεται υπόψη η αύξηση της μέσης ταχύτητας του ανέμου υπεράνω μεμονωμένων λόφων και εξάρσεων (όχι πτυχωτών ή ορεινών περιοχών). Σχετίζεται με την ταχύτητα του ανέμου στην βάση του λόφου ή της εξάρσεως. Λαμβάνεται υπόψη για περιοχές πλησιέστερα από το μισό του μήκους της πλαγιάς από την κορυφή ή 1,5 φορές το ύψος του γκρεμού. Ορίζεται από τις σχέσεις :

$$\begin{aligned} c_t &= 1 && \text{για } \Phi < 0.05 \\ c_t &= 1 + 2 \cdot s \cdot \Phi && \text{για } 0.05 < \Phi < 0.30 \\ c_t &= 1 + 0,6 \cdot s && \text{για } \Phi > 0.30 \end{aligned} \quad (12.15)$$

όπου:

$s$  είναι συντελεστής λαμβανόμενος από το σχήμα 12.3 ή το σχήμα 12.4. ανηγμένος ως προς το ενεργό μήκος της ανάντη πλαγιάς,  $L_e$

$\Phi$  είναι η κλίση της ανάντη πλαγιάς κατά την διεύθυνση του ανέμου.

$L_e$  είναι το ενεργό μήκος της ανάντη πλαγιάς, όπως ορίζεται στον πίνακα 12.5.

$L_u$  είναι η οριζόντια προβολή της ανάντη πλαγιάς κατά την διεύθυνση του ανέμου

$L_d$  είναι η οριζόντια προβολή της κατάντη πλαγιάς κατά την διεύθυνση του ανέμου

$H$  είναι το ύψος της εδαφικής ανωμαλίας

$X$  είναι η οριζόντια απόσταση του δομήματος από την κορυφή.

$z$  είναι η κατακόρυφη απόσταση του δομήματος από το έδαφος

Σε κοιλάδες, ο συντελεστής  $c_t(z)$ , μπορεί να λαμβάνεται ίσος με 1,0 εάν δεν αναμένεται αύξηση ταχύτητας λόγω φαινομένων τύπου Venturi. Για δομήματα σε απότομες κοιλάδες πρέπει να δίνεται προσοχή στην αύξηση της ταχύτητας του ανέμου λόγω φαινομένων τύπου Venturi.

**Πίνακας 12.5.** Τιμές του ενεργού μήκους της ανάντη πλαγιάς,  $L_e$

Κλίση ( $\Phi = H/L$ )	$L_e$
Απαλή $0,05 < \Phi < 0,30$	$L_e = L_u$
Απότομη $\Phi > 0,30$	$L_e = H/0,3$

Από τα διαγράμματα των σχημάτων 8.1 και 8.2 του μέρους 2-4 του EC1 δημιουργήσαμε τους επόμενους δύο πίνακες 12.6 και 12.7 από τους οποίους υπολογίζουμε την τιμή του  $c_t$ .

Οι πίνακες συντάχτηκαν για τις ακόλουθες προϋποθέσεις :

Ο πίνακας 12.6 δίνει την τιμή του συντελεστή  $c_t$  για γκρεμούς και εξάρσεις :

(α) Στην προσήνεμη πλευρά για κατακόρυφη απόσταση από την κορυφή της πλαγιάς  $0 \leq h \leq 0,50 H$  ( $H$  είναι η συνολική υψομετρική διαφορά από την βάση μέχρι την κορυφή της πλαγιάς). Για  $h \geq 0,50 H$  η  $c_t = 1$ .

Από τον πίνακα παρατηρούμε ότι ο συντελεστής  $c_t$  αυξάνει αυξανόμενης της κλίσεως και μειουμένης της απόστασης από την κορυφή. Για κλίσεις  $\Phi \geq 55\%$  ο συντελεστής  $c_t$  έχει σταθερή τιμή  $c_t = 1,33$ .

Τα ευρύτερα όρια διακύμανσης του  $c_t$ , πόσο σημαντική είναι η επίδρασή του στην ασφάλεια και στην οικονομία των κατασκευών.

(β) Στην υπήνεμη πλευρά για οριζόντια απόσταση από την κορυφή της πλαγιάς  $0 \leq X \leq 16 H$  και για κλίσεις της μεν υπήνεμης πλαγιάς  $\Phi' \leq 5\%$ , της δε προσήνεμης πλαγιάς  $\Phi = 10\%$ ,  $20\%$  και  $30\%$ .

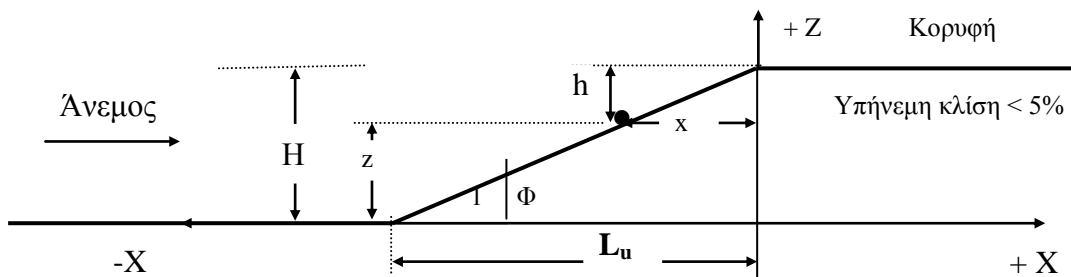
Παρατηρούμε ότι ο συντελεστής  $c_t$  μειώνεται αυξανόμενης της οριζόντιας αποστάσεως από την κορυφή και μειουμένης της κλίσεως της προσήνεμης πλαγιάς  $\Phi$ .

Για αποστάσεις  $X \geq 16H$  ο συντελεστής  $c_t$  έχει σταθερή τιμή  $c_t = 1$ .

Ο πίνακας 12.7. δίνει την τιμή του συντελεστή  $c_t$  για λόφους και προεξοχές :

(α) Στην προσήνεμη πλευρά για τις ίδιες συνθήκες που συντάχτηκε και ο πίνακας 12.6.

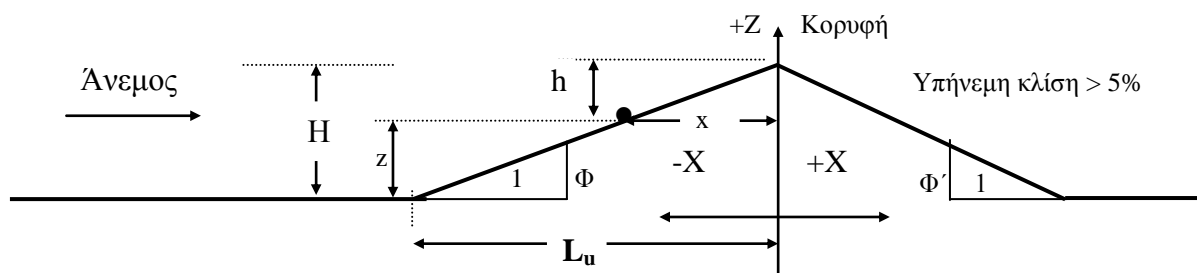
(β) Στην υπήνεμη πλευρά για την κορυφή της πλαγιάς και για κατακόρυφες αποστάσεις  $H/2$  και  $H/4$  από την κορυφή της πλαγιάς.



**Σχήμα 12.3.** Παράμετροι του συντελεστή  $c_t$  για γκρεμούς και εξάρσεις .

Πίνακας 12.6. Τιμές συντελεστή  $c_t$  για γκρεμούς και εξάρσεις.

Προσήνεμη πλευρά												Υπήνεμη πλευρά			
$\Phi$ ↓ / $h/H$ →	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05	0	$X/H$ ↓ / $\Phi$ →	0,10	0,20	0,30
0,05	1,03	1,04	1,04	1,05	1,05	1,06	1,06	1,07	1,07	1,08	1,08	0,0	1,16	1,28	1,33
0,06	1,04	1,04	1,05	1,05	1,06	1,07	1,07	1,08	1,08	1,09	1,10	0,1	1,17	1,30	1,35
0,07	1,04	1,05	1,06	1,06	1,07	1,08	1,08	1,09	1,10	1,11	1,11	0,2	1,17	1,30	1,35
0,08	1,05	1,06	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,11	1,12	1,13	0,3	1,17	1,29	1,35
0,09	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	0,4	1,17	1,29	1,35
0,10	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	0,5	1,17	1,29	1,35
0,11	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	1,16	1,17	1,18	0,6	1,17	1,29	1,35
0,12	1,07	1,08	1,10	1,11	1,12	1,13	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19	0,7	1,17	1,29	1,36
0,13	1,08	1,09	1,10	1,12	1,13	1,14	1,16	1,17	1,18	1,20	1,21	0,8	1,16	1,29	1,36
0,14	1,08	1,10	1,11	1,13	1,14	1,15	1,17	1,18	1,20	1,21	1,23	0,9	1,16	1,28	1,36
0,15	1,09	1,11	1,12	1,14	1,15	1,17	1,18	1,20	1,21	1,23	1,24	1,0	1,16	1,28	1,36
0,16	1,10	1,11	1,13	1,14	1,16	1,17	1,19	1,20	1,22	1,23	1,25	1,5	1,15	1,27	1,36
0,17	1,10	1,12	1,13	1,15	1,16	1,18	1,20	1,21	1,23	1,24	1,26	2,0	1,15	1,27	1,36
0,18	1,11	1,12	1,14	1,16	1,17	1,19	1,20	1,22	1,23	1,25	1,27	2,5	1,14	1,26	1,35
0,19	1,11	1,13	1,15	1,16	1,18	1,19	1,21	1,23	1,24	1,26	1,27	3,0	1,13	1,25	1,35
0,20	1,12	1,14	1,15	1,17	1,18	1,20	1,22	1,23	1,25	1,26	1,28	4,0	1,12	1,23	1,33
0,21	1,12	1,14	1,16	1,17	1,19	1,21	1,22	1,24	1,25	1,27	1,29	5,0	1,11	1,21	1,30
0,22	1,13	1,14	1,16	1,18	1,19	1,21	1,23	1,24	1,26	1,28	1,29	10,0	1,07	1,12	1,03
0,23	1,13	1,15	1,17	1,18	1,20	1,22	1,23	1,25	1,27	1,28	1,30	11	1,07	1,10	1
0,24	1,13	1,15	1,17	1,19	1,20	1,22	1,24	1,26	1,27	1,29	1,31	12	1,07	1,08	1
0,25	1,14	1,16	1,17	1,19	1,21	1,23	1,24	1,26	1,28	1,30	1,31	13	1,06	1,06	1
0,26	1,14	1,16	1,18	1,19	1,21	1,23	1,25	1,26	1,28	1,30	1,32	14	1,06	1,04	1
0,27	1,14	1,16	1,18	1,20	1,21	1,23	1,25	1,27	1,29	1,30	1,32	15	1,06	1,01	1
0,28	1,15	1,16	1,18	1,20	1,22	1,24	1,25	1,27	1,29	1,31	1,32	16	1,05	1	1
0,29	1,15	1,17	1,18	1,20	1,22	1,24	1,26	1,27	1,29	1,31	1,33	17	1	1	1
0,3	1,15	1,17	1,19	1,20	1,22	1,24	1,26	1,28	1,29	1,31	1,33				
0,35	1,21	1,22	1,23	1,25	1,26	1,27	1,28	1,29	1,31	1,32	1,33				
0,4	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28	1,29	1,29	1,30	1,31	1,32	1,33				
0,45	1,27	1,28	1,28	1,29	1,29	1,30	1,31	1,31	1,32	1,32	1,33				
0,5	1,30	1,30	1,31	1,31	1,31	1,32	1,32	1,32	1,32	1,33	1,33				
0,55	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33				
0,6	1,33														
0,8	1,33														
1	1,33														

Σχήμα 12.4. Παράμετροι του συντελεστή  $c_t$  για λόφους και προεξοχές.

Πίνακας 12.7. Τιμές συντελεστή  $c_i$  για λόφους και προεξοχές.

$\frac{h}{H}$ $\Phi$		Προσήνεμη πλευρά										Υπήνεμη πλευρά					
		0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05	0	$\frac{h}{H}$		0,50	0,25	0
													$\Phi$	$\Phi'$			
0,05	1,03	1,04	1,04	1,05	1,05	1,06	1,07	1,07	1,08	1,08	1,09	0,1	0,10	1,03	1,10	1,18	
0,06	1,04	1,04	1,05	1,06	1,06	1,07	1,08	1,09	1,09	1,10	1,11		0,15	1,04	1,11	1,18	
0,07	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13		0,20	1,07	1,13	1,18	
0,08	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,12	1,13	1,14		0,25	1,08	1,13	1,18	
0,09	1,05	1,06	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16		0,30	1,10	1,14	1,18	
0,10	1,06	1,07	1,08	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	1,16	1,17	1,18	0,2	0,10	1,03	1,15	1,26	
0,11	1,07	1,08	1,09	1,10	1,12	1,13	1,14	1,15	1,17	1,18	1,19		0,15	1,05	1,16	1,26	
0,12	1,07	1,09	1,10	1,11	1,12	1,14	1,15	1,16	1,18	1,19	1,20		0,20	1,07	1,17	1,26	
0,13	1,08	1,09	1,11	1,12	1,13	1,15	1,16	1,17	1,19	1,20	1,21		0,25	1,10	1,18	1,26	
0,14	1,08	1,10	1,11	1,13	1,14	1,15	1,17	1,18	1,20	1,21	1,22		0,30	1,12	1,19	1,26	
0,15	1,09	1,10	1,12	1,13	1,15	1,16	1,18	1,19	1,20	1,22	1,23	0,3	0,10	1,06	1,19	1,31	
0,16	1,10	1,11	1,12	1,14	1,15	1,17	1,18	1,20	1,21	1,23	1,24		0,15	1,10	1,21	1,31	
0,17	1,10	1,12	1,13	1,15	1,16	1,17	1,19	1,20	1,22	1,23	1,25		0,20	1,14	1,22	1,31	
0,18	1,11	1,12	1,14	1,15	1,17	1,18	1,19	1,21	1,22	1,24	1,25		0,25	1,20	1,26	1,31	
0,19	1,11	1,13	1,14	1,16	1,17	1,19	1,20	1,21	1,23	1,24	1,26		0,30	1,24	1,28	1,31	
0,20	1,12	1,13	1,15	1,16	1,18	1,19	1,20	1,22	1,23	1,25	1,26						
0,22	1,13	1,14	1,16	1,17	1,19	1,20	1,22	1,23	1,24	1,26	1,27						
0,24	1,13	1,15	1,16	1,18	1,19	1,21	1,22	1,24	1,25	1,27	1,29						
0,25	1,14	1,15	1,17	1,18	1,20	1,21	1,23	1,24	1,26	1,27	1,29						
0,26	1,14	1,16	1,17	1,19	1,20	1,22	1,23	1,25	1,26	1,28	1,29						
0,28	1,15	1,16	1,18	1,19	1,21	1,22	1,24	1,25	1,27	1,29	1,30						
0,30	1,15	1,17	1,18	1,20	1,21	1,23	1,24	1,26	1,27	1,29	1,31						
0,35	1,21	1,22	1,23	1,23	1,24	1,25	1,26	1,26	1,27	1,28	1,29						
0,40	1,24	1,24	1,24	1,25	1,25	1,25	1,25	1,26	1,26	1,26	1,26						
0,45	1,27	1,27	1,26	1,26	1,25	1,25	1,24	1,24	1,24	1,23	1,23						
0,50	1,30	1,29	1,28	1,27	1,26	1,25	1,24	1,22	1,21	1,2	1,19						
0,60	1,33	1,31	1,30	1,28	1,26	1,25	1,23	1,21	1,20	1,18	1,16						
0,70	1,33	1,31	1,29	1,27	1,25	1,23	1,21	1,19	1,17	1,15	1,13						
0,80	1,33	1,31	1,29	1,27	1,24	1,22	1,20	1,18	1,16	1,14	1,11						
0,90	1,33	1,31	1,28	1,26	1,24	1,22	1,19	1,17	1,15	1,12	1,10						
1,00	1,33	1,31	1,28	1,26	1,23	1,21	1,19	1,16	1,14	1,11	1,09						

Οι κλίσεις της μεν υπήνεμης πλαγιάς  $\Phi' = 10\%$ ,  $15\%$ ,  $20\%$ ,  $25\%$  και  $30\%$ , της δε προσήνεμης πλαγιάς  $\Phi = 10\%$ ,  $20\%$  και  $30\%$ . Επίσης το ύψος  $H$  είναι το ίδιο τόσο για την ανάντη όσο και για την κατάντη πλαγιά.

Παρατηρούμε ότι ο συντελεστής  $c_i$  μειώνεται αυξανόμενη της αποστάσεως από την κορυφή και όταν μειώνονται οι κλίσεις  $\Phi$  και  $\Phi'$ .

Τα παραπάνω διαγράμματα συντάχτηκαν για να καταδειχτεί πόσο επιδρά το ανάγλυφο στην τελική διαμόρφωση της φόρτισης των θερμοκηπίων από την ανεμοπίεση, καθώς και για να τονιστεί η σοβαρότητα της επιλογής της κατάλληλης τοποθεσίας για την εγκατάστασή τους.

#### 12.5.5.4. Ο συντελεστής εκθέσεως $c_e(z)$ .

Όπως προαναφέραμε, ο συντελεστής εκθέσεως  $c_e(z)$ , ορίζεται από την σχέση:

$$c_e(z) = c_r^2 \cdot c_t^2 [1 + 2 \cdot g \cdot I_v(z)] \quad (12.16)$$

Για την περίπτωση των θερμοκηπίων, αν λάβουμε υπόψη τις αναλύσεις που έγιναν παραπάνω, έχουμε :

$$c_e(z) = c_r^2 \cdot c_t^2 [1 + 2 \cdot g \cdot I_v(z)] = c_r \cdot c_t \cdot [c_r \cdot c_t + 1,33] \quad (12.17)$$

Για επίπεδα εδάφη και εδάφη με κλίσεις  $\Phi < 5\%$  για τα οποία είναι  $ct(z) = 1$ , ο συντελεστής εκθέσεως,  $c_e(z)$ , δίνεται από τη σχέση :

$$c_e(z) = c_r \cdot [c_r + 1,33] \quad (12.18)$$

Στον πίνακα 3.8 δίνονται οι τιμές του για ύψη αναφοράς θερμοκηπίων από 3,00m - 5,00m.

**Πίνακας 12.8.** Τιμές του συντελεστή εκθέσεως,  $c_e(z)$ , για συνήθη ύψη θερμοκηπίων  $z_e$ , στην Ελλάδα για επίπεδα εδάφη κατηγορίας II.

$z_e$	$c_e(z)$	$z_e$	$c_e(z)$	$z_e$	$c_e(z)$	$z_e$	$c_e(z)$
3,00	1,640	3,50	1,725	4,00	1,801	4,50	1,868
3,05	1,649	3,55	1,733	4,05	1,808	4,55	1,874
3,10	1,658	3,60	1,741	4,10	1,815	4,60	1,881
3,15	1,667	3,65	1,749	4,15	1,822	4,65	1,887
3,20	1,675	3,70	1,756	4,20	1,828	4,70	1,893
3,25	1,684	3,75	1,764	4,25	1,835	4,75	1,899
3,30	1,692	3,80	1,771	4,30	1,842	4,80	1,905
3,35	1,701	3,85	1,779	4,35	1,849	4,85	1,912
3,40	1,709	3,90	1,786	4,40	1,855	4,90	1,918
3,45	1,717	3,95	1,793	4,45	1,862	4,95	1,923

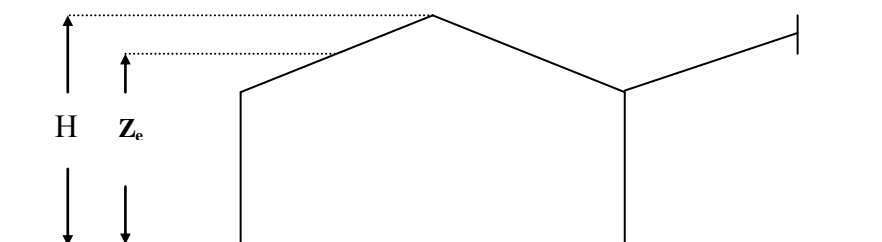
#### 12.5.6. Οι αεροδυναμικοί συντελεστές

##### 12.5.6.1. Αμφικλινή θερμοκήπια

###### 12.5.6.1.1. Ύψος αναφοράς

Το ύψος αναφοράς,  $z_e$ , των θερμοκηπίων, εξαρτάται από το ύψος και το άνοιγμα του θερμοκηπίου. Είναι το ύψος πάνω από το επίπεδο του εδάφους μέχρι το μέσο όρο του ύψους της υδρορροής και του ύψους του κορφιά.

Το ύψος αναφοράς δεν πρέπει να είναι μικρότερο από  $0,75 \cdot H$ , όπου  $H$  είναι το ύψος της κορυφιαίας οριζόντιας δοκού της οροφής (κορφιά).



Σχήμα 12.5. Ύψος αναφοράς,  $z_e$ , για τα αμφικλινή θερμοκήπια

### 12.5.6.1.2. Συντελεστές εξωτερικής πίεσης

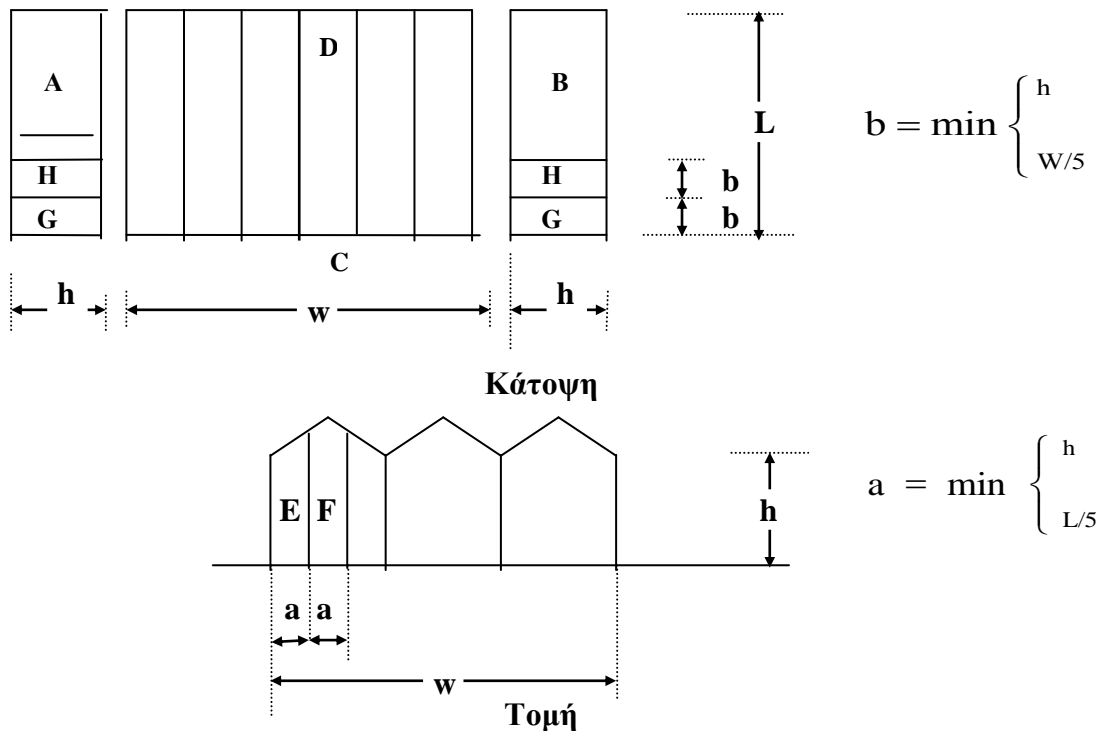
#### 12.5.6.1.2.1. Πλευρικές επιφάνειες θερμοκηπίων.

Οι συντελεστές εξωτερικής πίεσης για τις πλευρικές επιφάνειες των αμφικλινών, εξαρτώνται από το λόγο  $h/w$  και δίνονται στον πίνακα 12.9. Οι διάφορες ζώνες Α, Β, C, D, E, F, G και Η ορίζονται στο σχήμα 12.6. Για ενδιάμεσες τιμές του  $h/w$  οι συντελεστές εξωτερικής πίεσης προσδιορίζονται με γραμμική παρεμβολή.

**Πίνακας 12.9.** Συντελεστές εξωτερικής πίεσης  $c_{pe}$  για τις πλευρικές επιφάνειες αμφικλινών θερμοκηπίων.

Διεύθυνση ανέμου	$h/w$	A	B	C	D	E	F	G	H
$0^\circ$	$\leq 0,4$	+ 0,6	- 0,3	- 0,3	- 0,3	- 1,0	- 0,6	-	-
	$\geq 0,4$	+ 0,6	- 0,6	- 0,4	- 0,4	- 1,0	- 0,6	-	-
$90^\circ$	$\leq 0,4$	- 0,2	- 0,2	+ 0,7	- 0,3	-	-	- 0,8	- 0,5
	$\geq 0,4$	- 0,2	- 0,2	+ 0,7	- 0,3	-	-	- 1,0	- 0,6

Σημείωση : Οι συντελεστές που δίνονται για τις ειδικές ζώνες, πρέπει να θεωρούνται ως τοπικοί συντελεστές. Τοπικοί συντελεστές εφαρμόζονται μόνο στο κάλυμμα, τις επιτεγίδες των υαλοπινάκων και τους συνδέσμους τους. Όταν δεν δίνονται τοπικοί συντελεστές, ο συντελεστής της όψεως μέσα στην οποία βρίσκεται η ζώνη, εφαρμόζεται για την ειδική ζώνη επίσης.



**Σχήμα 12.6.** Ζώνες για τις πλευρικές επιφάνειες των αμφικλινών θερμοκηπίων.

#### 12.5.6.1.2.2. Οροφές θερμοκηπίων.

##### 12.5.6.1.2.2.1 Θερμοκήπια ενός ανοίγματος.

Οι συντελεστές εξωτερικής πίεσης  $c_{pe}$ , για τις οροφές αμφικλινών θερμοκηπίων ενός ανοίγματος με κλίσεις οροφής από  $20^\circ$  έως  $26^\circ$  δίνονται στον πίνακα 12.10. Οι ζώνες Α, Β, C, D, E και F ορίζονται στο σχήμα 12.7. Για ενδιάμεσες τιμές του  $h/s$ , οι συντελεστές εξωτερικής πίεσης προσδιορίζονται με γραμμική παρεμβολή.



**Πίνακας 12.10.** Συντελεστές εξωτερικής πίεσης  $c_{pe}$  για οροφές αμφικλινών θερμοκηπίων ενός ανοίγματος.

Διεύθυνση ανέμου	$h/s$	A	B	C	D	E	F
$0^\circ$	$\leq 0,4$	Πίν. 3.11.	- 0,6	- 1,0	- 0,8		
	$\geq 0,4$	Πίν. 3.11.	- 0,8	- 1,0			
$90^\circ$	Οποιοδήποτε	- 0,2	- 0,2			- 1,2	- 0,5

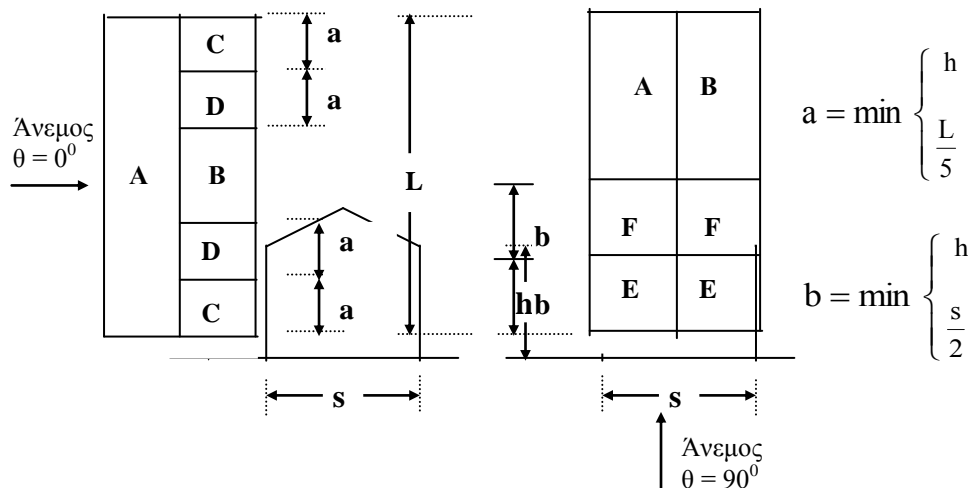
**Σημείωση:** Οι συντελεστές που δίνονται για τις ειδικές ζώνες, πρέπει να θεωρούνται ως τοπικοί συντελεστές. Τοπικοί συντελεστές εφαρμόζονται μόνο στο κάλυμμα, τις επιτεγίδες των υαλοπινάκων και τους συνδέσμου τους.

Όταν δεν δίνονται τοπικοί συντελεστές, ο συντελεστής της όψεως μέσα στην οποία βρίσκεται η ζώνη εφαρμόζεται για την ειδική ζώνη επίσης.

Επειδή για διεύθυνση ανέμου  $\theta = 0^\circ$  και κλίση της οροφής  $150 \leq \varphi \leq 300$ , η πίεση στην προσήνεμη πλευρά αλλάζει απότομα μεταξύ θετικών και αρνητικών τιμών, ο συντελεστής εξωτερικής πίεσης για  $\varphi = 150$  παίρνει και την τιμή  $c_{pe} = + 0,2$  και για  $\varphi = 300$  παίρνει και την τιμή  $c_{pe} = + 0,7$ . Για ενδιάμεσες τιμές γίνεται γραμμική παρεμβολή.

Ο έλεγχος της προσήνεμης πλευράς θα γίνεται και για τις δύο περιπτώσεις φορτίσεως.

Για γωνίες,  $\varphi \geq 300$  έχουμε για την προσήνεμη πλευρά έχουμε  $c_{pe} = + 0,7$  ενώ για τις υπόλοιπες πλευρές ισχύουν οι τιμές του πίνακα 12.10.



**Σχήμα 12.7.** Ζώνες για Οροφές αμφικλινών θερμοκηπίων ενός ανοίγματος

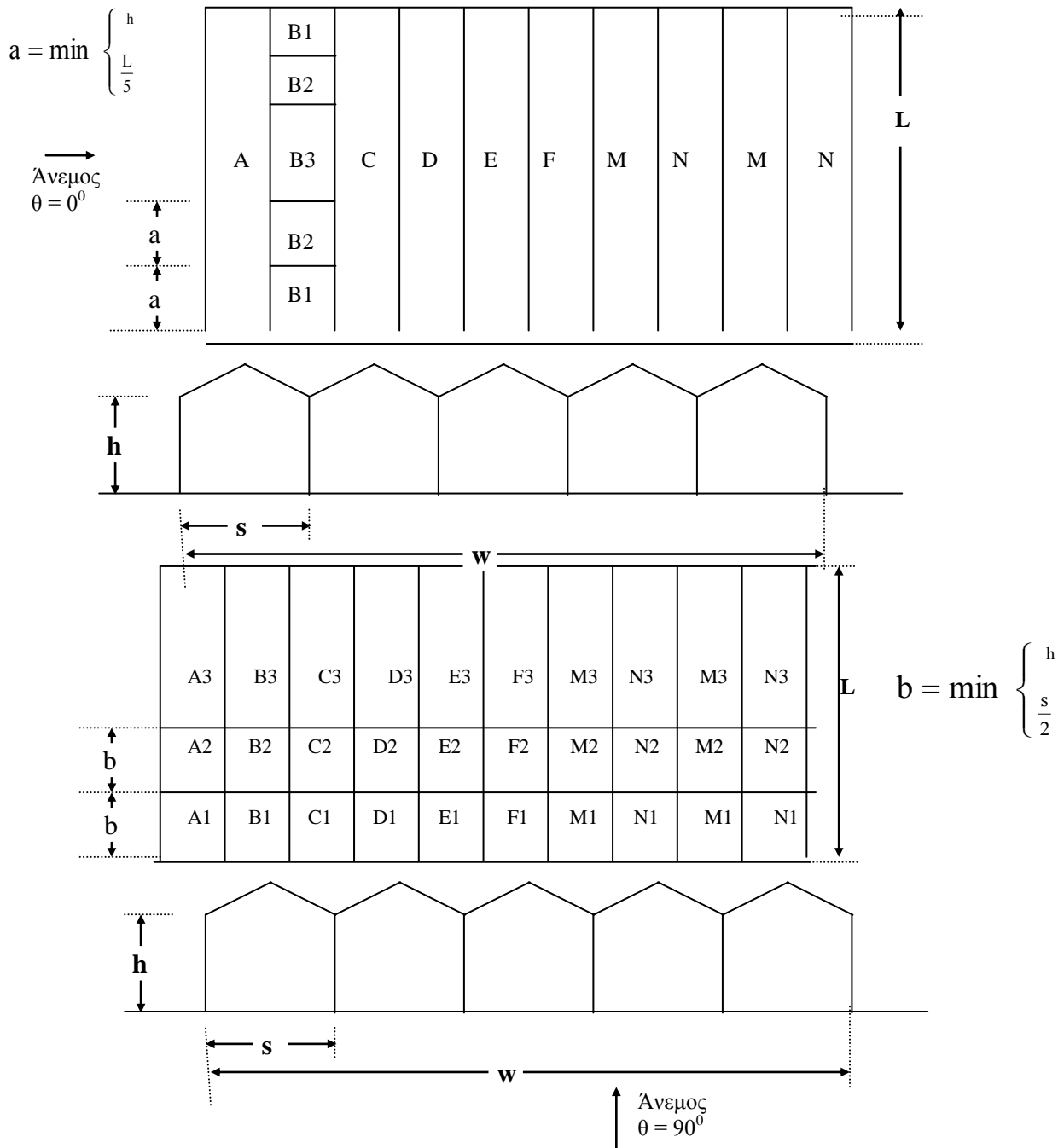
**Πίνακας 12.11.** Συντελεστές εξωτερικής πίεσης  $c_{pe}$  για τις προσήνεμες κεκλιμένες επιφάνειες οροφών των αμφικλινών θερμοκηπίων ενός ανοίγματος και με γωνία κλίσεως  $20^\circ \leq \varphi \leq 26^\circ$ .

$h/s$	$C_{pe}$							$h/s$	$C_{pe}$						
	$\varphi=20^\circ$	$\varphi=21^\circ$	$\varphi=22^\circ$	$\varphi=23^\circ$	$\varphi=24^\circ$	$\varphi=25^\circ$	$\varphi=26^\circ$		$\varphi=20^\circ$	$\varphi=21^\circ$	$\varphi=22^\circ$	$\varphi=23^\circ$	$\varphi=24^\circ$	$\varphi=25^\circ$	$\varphi=26^\circ$
<b>0,20</b>	- 0,25	- 0,15	-0,06	0,05	0,15	0,25	0,362	<b>0,60</b>	Για $h/s \geq 0,56$ είναι $C_{pe} = -1,07$	Για $h/s \geq 0,60$ είναι $C_{pe} = -1,06$	-0,98	-0,88	-0,77	-0,67	-0,54
<b>0,22</b>	-0,3	-0,2	-0,1	-0	0,1	0,2	0,316	<b>0,62</b>			-1,03	-0,92	-0,82	-0,72	-0,59
<b>0,24</b>	-0,34	-0,24	-0,15	-0,05	0,06	0,16	0,271	<b>0,64</b>			-0,97	-0,87	-0,76	-0,64	
<b>0,26</b>	-0,39	-0,29	-0,2	-0,09	0,01	0,11	0,226	<b>0,66</b>			-1,02	-0,91	-0,81	-0,68	
<b>0,28</b>	-0,43	-0,33	-0,24	-0,14	-0,04	0,07	0,181	<b>0,68</b>			-0,96	-0,86	-0,73		
<b>0,30</b>	-0,48	-0,38	-0,29	-0,18	-0,08	0,02	0,135	<b>0,70</b>			-1,01	-0,9	-0,77		
<b>0,32</b>	-0,52	-0,42	-0,33	-0,23	-0,13	-0,03	0,09	<b>0,72</b>			-0,95	-0,82			
<b>0,34</b>	-0,57	-0,47	-0,38	-0,28	-0,17	-0,07	0,045	<b>0,74</b>			-1	-0,86			
<b>0,36</b>	-0,62	-0,51	-0,43	-0,32	-0,22	-0,12	-0	<b>0,76</b>			-0,91				
<b>0,38</b>	-0,66	-0,56	-0,47	-0,37	-0,27	-0,16	-0,05	<b>0,78</b>			-0,95				
<b>0,40</b>	-0,71	-0,6	-0,52	-0,42	-0,31	-0,21	-0,09	<b>0,80</b>			-0,95				
<b>0,42</b>	-0,75	-0,65	-0,56	-0,46	-0,36	-0,26	-0,14	<b>0,82</b>			Για $h/s \geq 0,68$ είναι $C_{pe} = -1,04$	Για $h/s \geq 0,72$ είναι	Για $h/s$	Για $h/s$	
<b>0,44</b>	-0,8	-0,69	-0,61	-0,51	-0,41	-0,3	-0,18	<b>0,84</b>			Για $h/s \geq 0,64$ είναι $C_{pe} = -1,05$	Για $h/s \geq 0,68$ είναι $C_{pe} = -1,04$	Για $h/s \geq 0,72$ είναι	Για $h/s$	Για $h/s$

<b>0,46</b>	-0,84	-0,74	-0,66	-0,55	-0,45	-0,35	-0,23	<b>0,86</b>					$C_{pe}$ = -1,03	$\geq 0,76$ είναι	$\geq 0,80$ είναι
<b>0,48</b>	-0,89	-0,78	-0,7	-0,6	-0,5	-0,4	-0,27	<b>0,88</b>						$C_{pe}$ = -1,02	$\geq 0,80$ είναι
<b>0,50</b>	-0,93	-0,83	-0,75	-0,65	-0,54	-0,44	-0,32	<b>0,90</b>							
<b>0,52</b>	-0,98	-0,88	-0,8	-0,69	-0,59	-0,49	-0,36	<b>0,92</b>							
<b>0,54</b>	-1,02	-0,92	-0,84	-0,74	-0,64	-0,53	-0,41	<b>0,94</b>							
<b>0,56</b>	-1,07	-0,97	-0,89	-0,78	-0,68	-0,58	-0,45	<b>0,96</b>							
<b>0,58</b>	-1,07	-1,01	-0,93	-0,83	-0,73	-0,63	-0,5	<b>0,98</b>							
								<b>1,00</b>							

**12.5.6.1.2.2 Οροφές αμφικλινών θερμοκηπίων πολλαπλών ανοιγμάτων.**

Οι συντελεστές εξωτερικής πίεσης  $c_{pe}$ , για τις οροφές αμφικλινών θερμοκηπίων πολλαπλών ανοιγμάτων με κλίσεις οροφής από 200 έως 260 δίνονται στον πίνακα 12.12. Οι ζώνες A,B,C,D,E F,M και N ορίζονται στο σχήμα 12.8, εξαρτώμενες από το λόγο  $h/s$ . Για ενδιάμεσες τιμές του  $h/s$ , οι συντελεστές εξωτερικής πίεσης προσδιορίζονται με γραμμική παρεμβολή.



**Σχήμα 12.8.** Ζώνες για οροφές αμφικλινών θερμοκηπίων πολλαπλών ανοιγμάτων.

**Πίνακας 12.12.** Συντελεστές εξωτερικής πίεσης  $C_{pe}$  για αμφικλινείς οροφές θερμοκηπίων πολλαπλών ανοιγμάτων.

Α. Διεύθυνση ανέμου $0^0$										
h/s	A	B			C	D	E	F	M	N
		B1	B2	B3						
$\leq 0,3$	Πίτ. 3.11	-1,0	-0,8	-0,5	-0,5	-0,5	-0,4 (3 x)	-0,5 (3 x)	-0,4	-0,4
0,4	Πίτ. 3.11			-1,2	-1,1	-0,5	-0,4 (4 x)	-0,5 (4 x)	-0,4	-0,4
$\geq 0,7$	Πίτ. 3.11			-1,0	-0,7	-0,5	-0,4 (7 x)	-0,5 (7 x)	-0,4	-0,4

Β. Διεύθυνση ανέμου $90^0$																							
A			B			C			D			E			F			M			N		
A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2	E3	F1	F2	F3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
-1,2	-0,5	-0,2	-1,2	-0,5	-0,2	-1,2	-0,5	-0,2	-1,2	-0,5	-0,2	-1,2	-0,5	-0,2	-1,2	-0,5	-0,2	-1,2	-0,5	-0,2	-1,2	-0,5	-0,2

Σημείωση :

- Οι τοπικοί συντελεστές είναι οι ίδιοι με εκείνους των οροφών απλών ανοιγμάτων,
- Για διεύθυνση του ανέμου  $0^0$ , τοπικοί συντελεστές εφαρμόζονται μόνο στην κεκλιμένη οροφή Β.
- Για διεύθυνση του ανέμου  $90^0$ , τοπικοί συντελεστές εφαρμόζονται σε όλα τα ανοίγματα της οροφής.
- Επιπρόσθετα, μεμονωμένες επενδεδυμένες μονάδες πολλαπλών οροφών, μέσα σε απόσταση  $h/2$  από το άκρο (πέρας οροφής παρακείμενο σε άκρο αετώματος), πρέπει να σχεδιάζονται για τοπικό συντελεστή πίεσης ίσον με -1,6.
- Για θερμοκήπια με περισσότερα από πέντε ανοίγματα, οι συντελεστές πίεσης για τις όψεις των οροφών Ε και F είναι δυνατό να επαναλαμβάνονται στις επιπλέον όψεις για τόσες φορές, όσες αναφέρονται στον πίνακα (π.χ. το -0,4 (3x) σημαίνει ότι ο συντελεστής -0,4 μπορεί να εφαρμοστεί για τρία επιπλέον συνεχόμενα ανοίγματα) και στην συνέχεια εφαρμόζονται οι συντελεστές των όψεων Μ και Ν.

#### 12.5.6.1.3. Συντελεστές εσωτερικής πίεσης.

Οι συντελεστές εσωτερικής πίεσης  $c_{pi}$ , για αμφικλινή θερμοκήπια, δίνονται στον πίνακα 12.13.

**Πίνακας 12.13.** Συντελεστές εσωτερικής πίεσης  $C_{pi}$  για αμφικλινή θερμοκήπια.

Διεύθυνση ανέμου	Ένα άνοιγμα	Πολλαπλά ανοίγματα
$0^0$	$C_{pi} = 0,2$ $C_{pi} = -0,4$	$C_{pi} = 0,2$ $C_{pi} = -0,3$
$90^0$	$C_{pi} = 0,2$ $C_{pi} = -0,2$	$C_{pi} = 0,2$ $C_{pi} = -0,2$

Σημείωση: Ο υπολογισμός θα επαναλαμβάνεται για την θετική και την αρνητική εσωτερική πίεση.

Εάν στην προσήνεμη πλευρά έχουμε μεγάλα ανοίγματα, πρέπει να εφαρμόζουμε συντελεστή εσωτερικής πίεσης  $C_{pi} = + 0,6$ .

#### 12.5.6.1.4. Συντελεστής τριβής.

Οι δυνάμεις τριβής λόγω του ανέμου θα υπολογίζονται χρησιμοποιώντας ένα συντελεστή τριβής  $c_{fr} = 0,01$ .

Δυνάμεις τριβής πρέπει να υπολογίζονται στις επιφάνειες των όψεων των πλευρικών τοίχων που είναι διατεταγμένοι παράλληλα στον άνεμο, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη ο διαχωρισμός στις ζώνες G, H, E και F που δείχνονται στο σχήμα 12.6.

Δυνάμεις τριβής πρέπει επίσης να υπολογίζονται στις επιφάνειες των όψεων της οροφής μόνο για την περίπτωση πνοής του ανέμου με διεύθυνση  $90^0$ , χωρίς να λαμβάνεται υπόψη ο διαχωρισμός στις ζώνες E και F που δείχνονται στο σχήμα 12.7.

# 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 (Θεωρία). ΤΕΙ Ηπείρου. Διαθέσιμο από:

<http://eclass.teiep.gr/courses/TEXG109/>

# 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



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ