



ΚΩΔΙΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ

Α. Γιαννούλης



AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS
ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΣΗΜΑΣΙΑ

Αποτελούν ένα συμπλεγμα κανονισμών για το σχεδιασμό διαφόρων τύπων κατασκευών



Κατανομή φορτίων



Κριτήρια παραμορφώσεων
κατασκευών



Ασφαλή και λειτουργική
κατασκευή



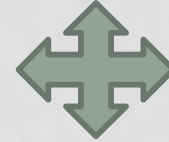
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΣΤΟΧΟΣ

Σχεδιασμός κατασκευής με **κοινής αποδοχής** και **ενιαίες** διαδικασίες



Κατηγοριοποίηση πρακτικών



Προσδιορισμός **βασικών αρχών** και απαιτήσεων



Μηχανική αντίσταση
και σταθερότητα



Λειτουργικότητα και ανθεκτικότητα



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΣΧΕΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

EVS - EN 13031-1:2019

Design and construction - Part 1: Commercial production of greenhouses

EN 1990:2002

Eurocode - Basis of Structural Design

EN 1991-1-1:2002

Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-1 : General Actions - Densities, self weight, imposed loads for buildings

EN 1991-1-3:2003

Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-3 : General Actions - Snow Loads

EN 1991-1-4:2005

Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-4 : General Actions - Wind Actions



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ

ΕΙΔΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗΣ



Ανοχή του συστήματος κάλυψης σε παραμορφώσεις του σκελετού



Ελάχιστη διάρκεια λειτουργίας/ζωής του θερμοκηπίου



ΤΥΠΟΣ Α

Το υλικό κάλυψης **επηρεάζεται** από παραμορφώσεις του σκελετού



ΤΥΠΟΣ Β

Το υλικό κάλυψης **δεν επηρεάζεται** από παραμορφώσεις του σκελετού



5 – 10 – 15 έτη



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Ενδεικτικές τιμές διάρκειας ζωής κατασκευών

Κατηγορία Διάρκειας ζωής Σχεδιασμού	Ενδεικτική Διάρκεια ζωής (έτη)	Παραδείγματα
1	10	Προσωρινές Κατασκευές
2	25	Δομικά Στοιχεία που αντικαθίστανται (π.χ. γερανογέφυρες)
3	25	Αγροτικές Κατασκευές
4	50	Κτίρια
5	100	Μνημειακά Κτίρια, Γέφυρες

EN 1990:2002
Eurocode - Basis of
Structural Design

Τα θερμοκήπια είναι
ημιμόνιμες κατασκευές



AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS
ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ - ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ

	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ (ελάχιστες τιμές)			
Τύπος	Υλικό κάλυψης	15 ετη	10 ετη	5 ετη
A	Υαλοφρακτο	A15	-	-
B ^{1,2}	Καλυψη Πλαστικού φύλλου	B15	B10	B5

5 χρόνια ζωής → Μικρά τούνελ μικρής χρονικής λειτουργικότητας

10 χρόνια ζωής → Θερμοκήπια με υψηλής αξίας προϊόν ή/και ακριβό εξοπλισμό



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΔΡΑΣΕΙΣ - ΓΕΝΙΚΑ

Μεταβλητά
Φορτία

	Είδος Φορτίου	Συμβολισμός (EN 13031-1 :2019)
1	Μόνιμο	G_{k1}
2	Μονίμως Επιβαλλόμενο	G_{k2}
3	Ανέμου	Q_{k1}
4	Χιονιού	Q_{k2}
5	Παραγωγής	Q_{k3}
6	Συγκεντρωμένα Κατακόρυφα	Q_{k4}
7	Περιστασιακά Επιβαλλόμενα	Q_{k5}
8	Θερμικά	Q_{k6}
9	Σεισμού	Q_{k7}
10	Περιστασιακα Χιονιού	A_k



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

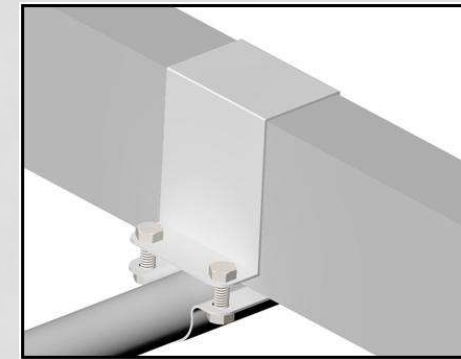
ΔΡΑΣΕΙΣ - ΜΟΝΙΜΑ ΦΟΡΤΙΑ (G_{K1})

Δομικά και μη Υλικά

- Δοκοί διαφόρων διατομών
- Συνδεσμοί
- Συρματόσχοινα
- Βίδες, παξιμάδια, κλπ.
- Κλιπς ανάρτησης υλικού κάλυψης
- Υλικό Κάλυψης
- Σκυρόδεμα (θεμελιώσεις)



**Υπολογισμός Ιδίου
Βάρους Κατασκευής**



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΔΡΑΣΕΙΣ - ΜΟΝΙΜΑ ΦΟΡΤΙΑ (G_{K1})

Ειδικό Βάρος βασικών στοιχείων θερμοκηπίου

ΥΛΙΚΟ		ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ (kN/m^3)
Υλικά Κάλυψης	Γυαλί	25
	Πολυαιθυλένιο	13
	Φύλλο Ακρυλικού (plexiglass)	12
	Πολυεστέρας (fiberglass)	13-18
	Πολυκαρβονικές Πλάκες	2,45
Δομικά Υλικά	Αλουμίνιο	27
	Χάλυβας	77
Σκυρόδεμα	Ελαφρύ	9-20
	Κανονικό	24
	Βαρύ	>28



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΔΡΑΣΕΙΣ - ΜΟΝΙΜΑ ΕΠΙΒΑΛΛΟΜΕΝΑ ΦΟΡΤΙΑ (G_{K2})

Φορτία λόγω του εγκατεστημένου μόνιμου εξοπλισμού:
θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού, σκίασης, άρδευσης, αερισμού
και μόνωσης

Για τον προαναφερθέντα εξοπλισμό το ελάχιστο φορτίο ορίζεται σε

$g_{k2} = 0,07 \text{KN/m}^2$ καλυμμένης επιφάνεια

Σε περίπτωση ευνοϊκών ανέμων (ρόφηση) : $g_{k2} = 0 \text{KN/m}^2$

Οριζόντια Φορτία

Συστήματα Σκίασης:

Σύρμα στήριξης (πολυεστέρας, νάυλον): **150N** ανά σύρμα

Σύρμα στήριξης (χάλυβας): **500N** ανά σύρμα

Σύρμα οδήγησης (χάλυβας): **1000N** ανά σύρμα

Συστήματα άρδευσης:

Σύρμα στήριξης (χάλυβας): **1250N** ανά σύρμα



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΔΡΑΣΕΙΣ - ΦΟΡΤΙΑ ΑΝΕΜΟΥ (Q_{K1})

- ➔ Επίπεδης Οροφής
- ➔ Αμφικλινή
- ➔ Τοξωτά

Τα φορτία ανέμου υπολογίζονται για θερμοκήπια

Προϋποθέσεις

Κλειστός Εξαερισμός

Υπολογισμοί πίεσης για κλειστά παράθυρα

20°-26° γωνία αμφικλινών θερμοκηπίων

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΝΕΜΟΥ/ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Ορισμοί και υπολογισμοί βάσει του Ευρωκώδικα 1-4 για τον άνεμο

EN 1991-1-4:2005

Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-4 : General Actions - Wind Actions

Ταχύτητα Αναφοράς Ανέμου

Μέσες τιμές
10λέπτου σε
ύψος 10 μέτρα

$$V_b = C_{dir} * C_{season} * V_{b,0}$$

Συντελεστής
Διεύθυνσης

Συντελεστής
Εποχής

Θεμελιώδης τιμή Ταχύτητας
Αναφοράς Ανέμου

Προτείνεται =1.0

Παράκτιες ζώνες, Νησιά: 33m/s (11,6 Bft)
Εσωτερικό Χώρας: 27m/s (10 Bft)



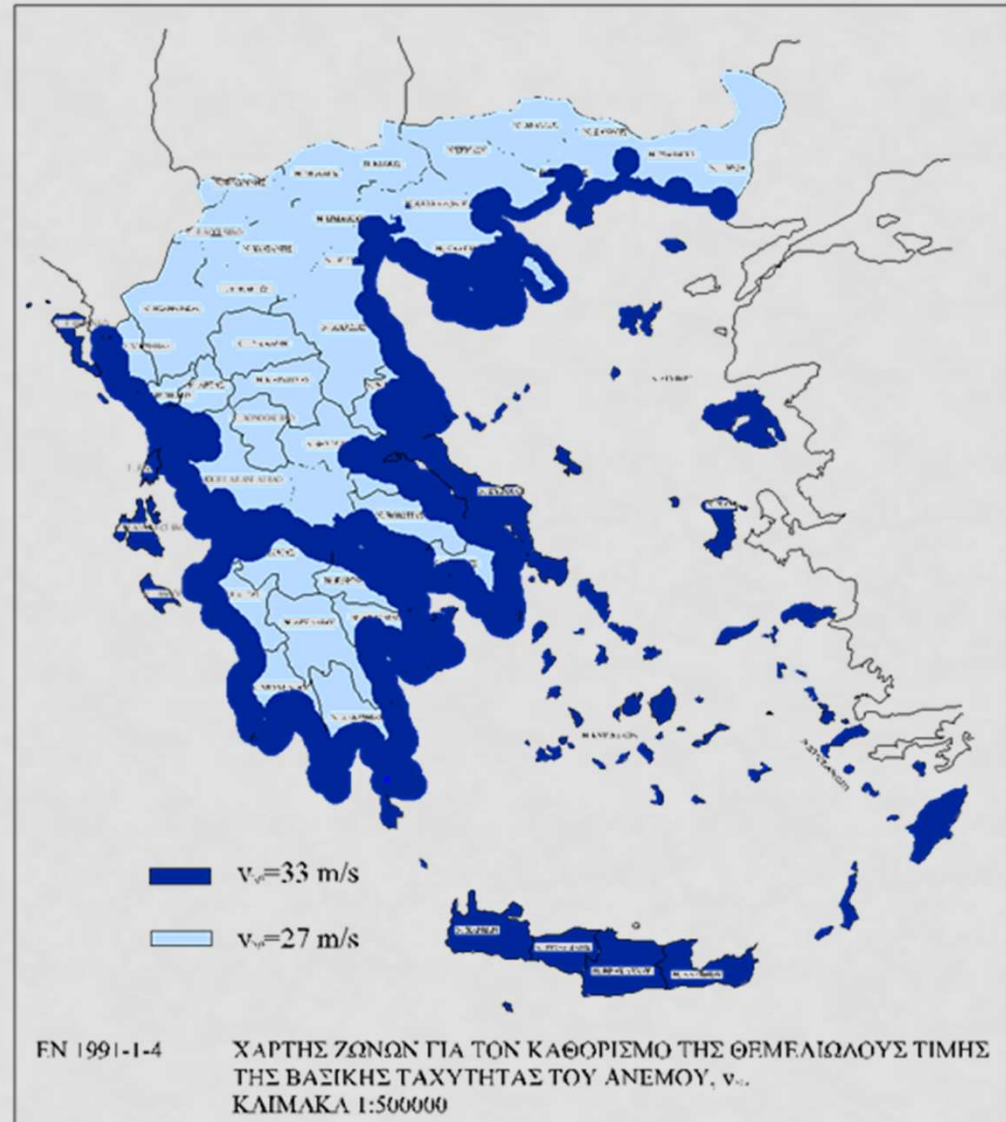
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΝΕΜΟΥ / ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Θεμελιώδης τιμή Ταχύτητας
Αναφοράς Ανέμου



Παράκτιες ζώνες, Νησιά: 33m/s
Εσωτερικό Χώρας: 27m/s



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΝΕΜΟΥ / ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Μέση τιμή ταχύτητας που μπορεί να συμβεί 1 φορά στην περίοδο αναφοράς

$$V_{b(p)} = C_{prob} * V_b$$

Συντελεστής Πιθανότητας C_{prob}

K, n στατιστικές παράμετροι της κατανομής ακραίων τιμών

Προτεινόμενες Τιμές:

$K=0.2$

$n=0.5$

$$C_{prob} = \left(\frac{1 - K \cdot \ln(-\ln(1 - p))}{1 - K \cdot \ln(-\ln(0,98))} \right)^n$$

p : η πιθανότητα η ταχύτητα του ανέμου να υπερβεί την $V_{b(p)}$ ετησίως ή η πιθανότητα να την υπερβεί 1 φορά στην περίοδο αναφοράς

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ



Κατηγορία Θερμοκηπίου B15
Περίοδος Αναφοράς $N = 15$ έτη
Ετήσια πιθανότητα υπέρβασης
 $p=1/15=0.0667 \approx 7\%$



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΝΕΜΟΥ / ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Μέση τιμή ταχύτητας συναρτήσει του ύψους z

$$V_m(z) = C_r(z) * C_o(z) * V_b$$

Συντελεστής
Τραχύτητας
Εδάφους

Συντελεστής
Υψομέτρου

Ταχύτητας Αναφοράς
Ανέμου

Προτείνεται =1.0



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΝΕΜΟΥ / ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Τραχύτητα Εδάφους z_0 – χαρακτηριστική τιμή εδαφους και περιβάλλοντος χώρου

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ		z_0 (m)	z_{min} (m)
0	Θάλασσα ή παράκτια περιοχή εκτεθειμένη σε ανοικτή θάλασσα	0.003	1
I	Λίμνες ή επίπεδες και οριζόντιες περιοχές με αμελητέα βλάστηση και χωρίς εμπόδια	0.01	1
II	Περιοχή με χαμηλή βλάστηση όπως γρασίδι και μεμονωμένα εμπόδια (δέντρα, κτίρια) με απόσταση τουλάχιστον 20 φορές το ύψος των εμποδίων	0.05	2
III	Περιοχή με κανονική κάλυψη βλάστησης ή με κτίρια ή με μεμονωμένα εμπόδια με μέγιστη απόσταση το πολύ 20 φορές το ύψος των εμποδίων (π.χ. χωριά, προάστια, μόνιμα δάση)	0.3	5
IV	Περιοχή όπου τουλάχιστον το 15% της επιφάνειας καλύπτεται με κτίρια και το μέσο ύψος τους ξεπερνά τα 15m	1.0	10

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΝΕΜΟΥ / ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Συντελεστής Τραχύτητας Εδάφους $c_r(z)$

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

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

for $z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$

for $z \leq z_{\min}$

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07}$$

$$z_{\max} = 200\text{m}$$

Συντελεστής
Εδάφους

$$= 0,05\text{m}$$



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΔΡΑΣΕΙΣ - ΦΟΡΤΙΑ ΑΝΕΜΟΥ (Q_{K1}) - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Τυρβώδης Ένταση Ανέμου $I_V(z)$

Ο λόγος της τυπικής απόκλισης των ταχυτήτων ανέμου προς τη μέση τιμή των ταχυτήτων



$$I_V(z) = \frac{\sigma_V}{V_m(z)} = \frac{1}{\ln\left(\frac{z}{z_0}\right)}$$

Τυπική Απόκλιση

Μέση τιμή ταχύτητας σε ύψος z

Συντελεστής Τύρβης



$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_1}{c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)} \quad \text{for } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$
$$I_v(z) = I_v(z_{\min}) \quad \text{for } z < z_{\min}$$

Προτείνεται =1.0



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΝΕΜΟΥ / ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Μέγιστη Δυναμική Πίεση $q_p(z)$

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z)$$



Συντελεστής Έκθεσης



Δυναμική Πίεση

- $I_v(z)$: τυρβώδης ένταση
- ρ : πυκνότητα αέρα (1.25 kg/m^3)
- $v_m(z)$: μέση τιμή ταχύτητας



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΝΕΜΟΥ / ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Απλοποίηση των παραπάνω τύπων - Μέγιστη Δυναμική Πίεση $q_P(z)$

$$V_m(z) = 0.19 \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0.07} \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) C_{prob} V_{b,0}$$

$$z_{0,II} = 0.05$$

$$V_{b,0} = 27 \text{ ή } 33 \text{ m/s}$$

$$C_{prob} = \sqrt{0.562 - 0.112 \ln(-\ln(1-p))}$$

$$p=1/N$$

N: Περίοδος Αναφοράς

$$q_P(z) = \left(1 + 7 \frac{1}{\ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} \right) 0.5 \rho (V_m(z))^2$$

$$z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$$z < z_{\min}$$



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΦΟΡΤΙΑ ΑΝΕΜΟΥ (Q_{K1}) - ΠΙΕΣΗ ΣΕ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ

Ύψος αναφοράς
εξωτερικών πιέσεων

Συντελεστής
εξωτερικής πίεσης

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$$

Εξωτερικές Πιέσεις

$$w_i = q_p(z_i) \cdot c_{pi}$$

Εσωτερικές Πιέσεις

Ύψος αναφοράς
εσωτερικών πιέσεων

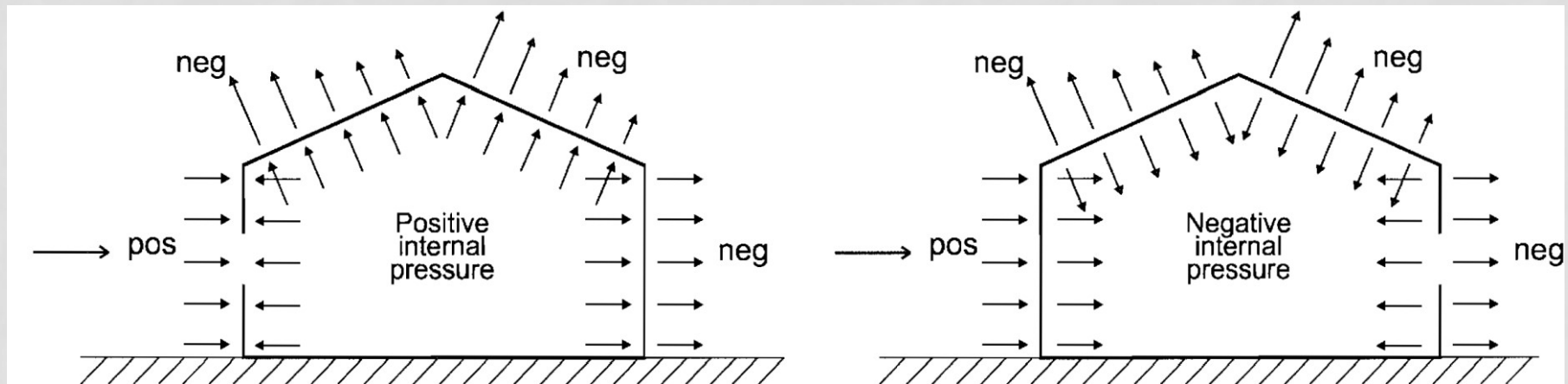
Συντελεστής
εσωτερικής πίεσης



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

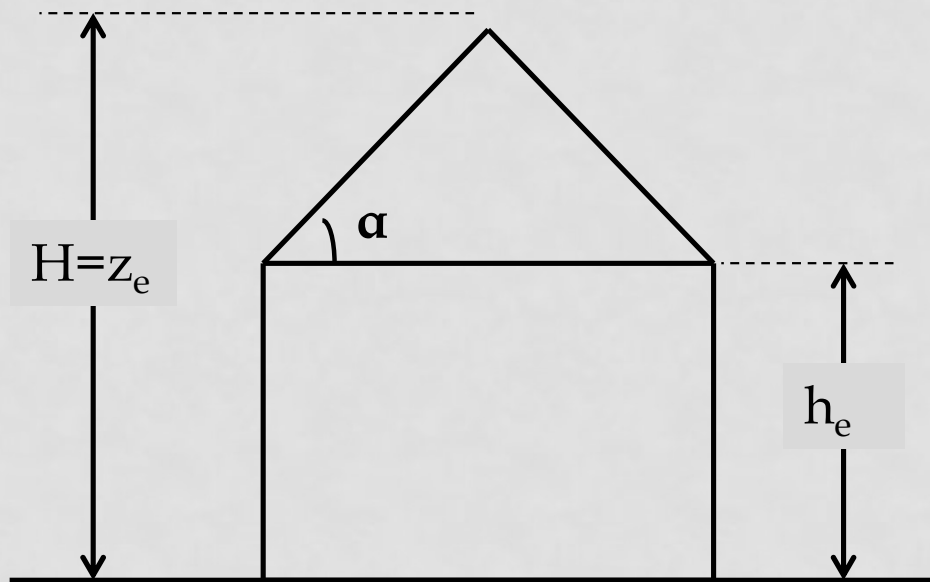
ΦΟΡΤΙΑ ΑΝΕΜΟΥ (Q_{K1}) - ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΙΕΣΗ ΣΕ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ

$$\text{Συνολική πίεση } w = w_e - w_i$$

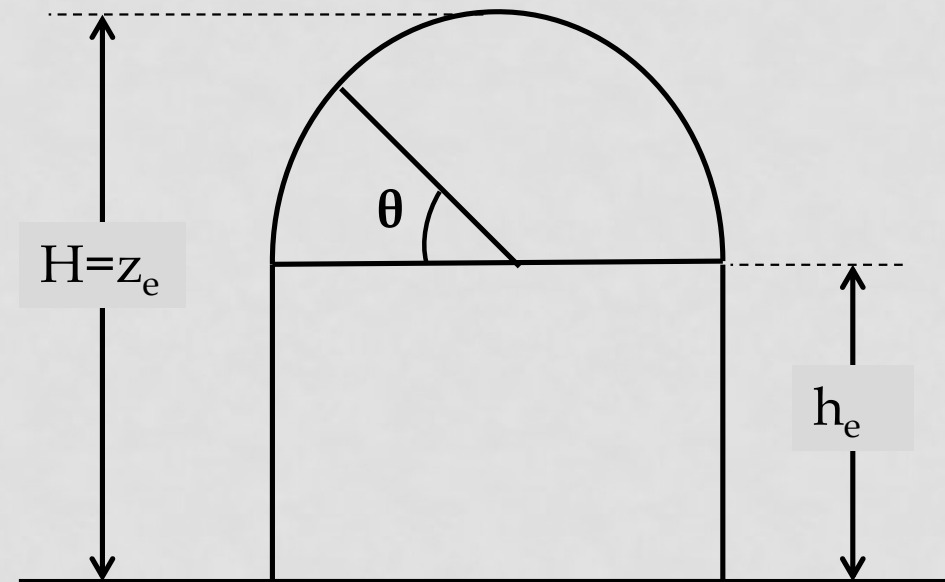


ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ ΦΟΡΤΙΑ ΑΝΕΜΟΥ(Q_{K1}) - ΥΨΟΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Ύψος αναφοράς z_e



ΑΜΦΙΚΛΙΝΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ



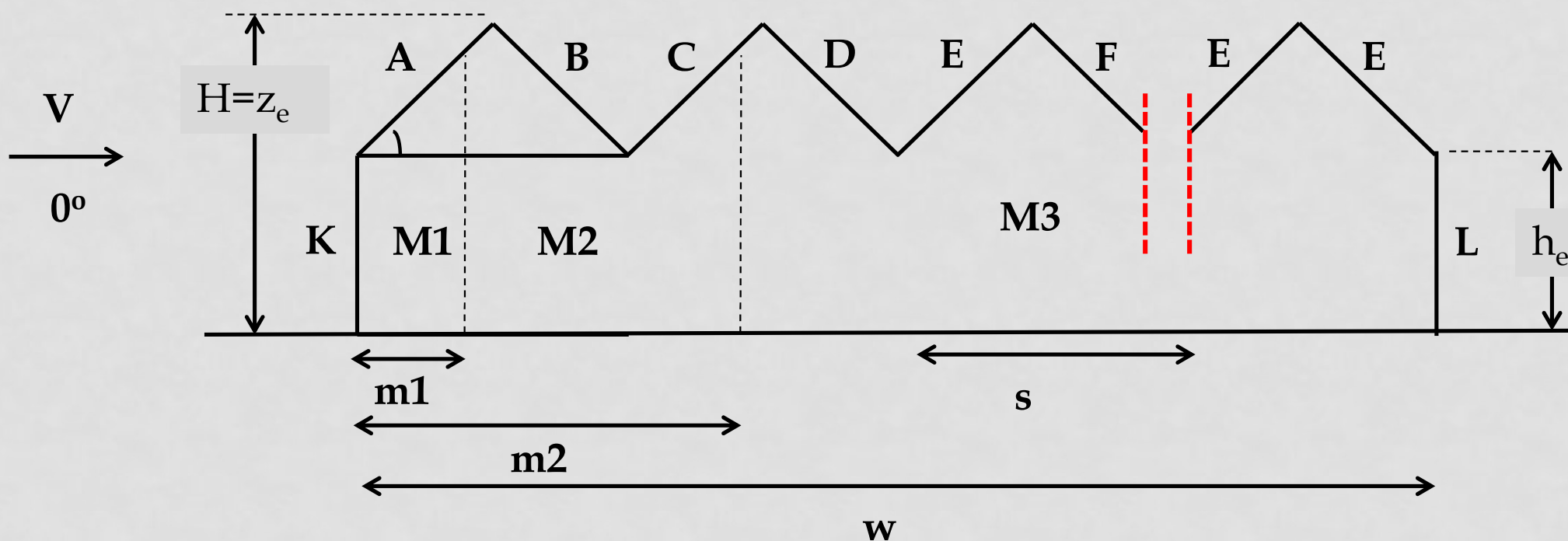
ΤΟΞΩΤΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΦΟΡΤΙΑ ΑΝΕΜΟΥ (Q_{K1}) - ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΙΕΣΗΣ

ΑΜΦΙΚΛΙΝΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ - ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΣΕ ΖΩΝΕΣ



$$\begin{aligned} m1 &= 0.4h \leq 0.2L \\ m2 &= 2h \leq L \\ h &= 0.75H \geq h_e \end{aligned}$$

L: Μήκος θερμοκηπίου
w: Πλάτος θερμοκηπίου
s: Πλάτος ανοίγματος



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΙΕΣΗΣ - ΑΜΦΙΚΛΙΝΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ

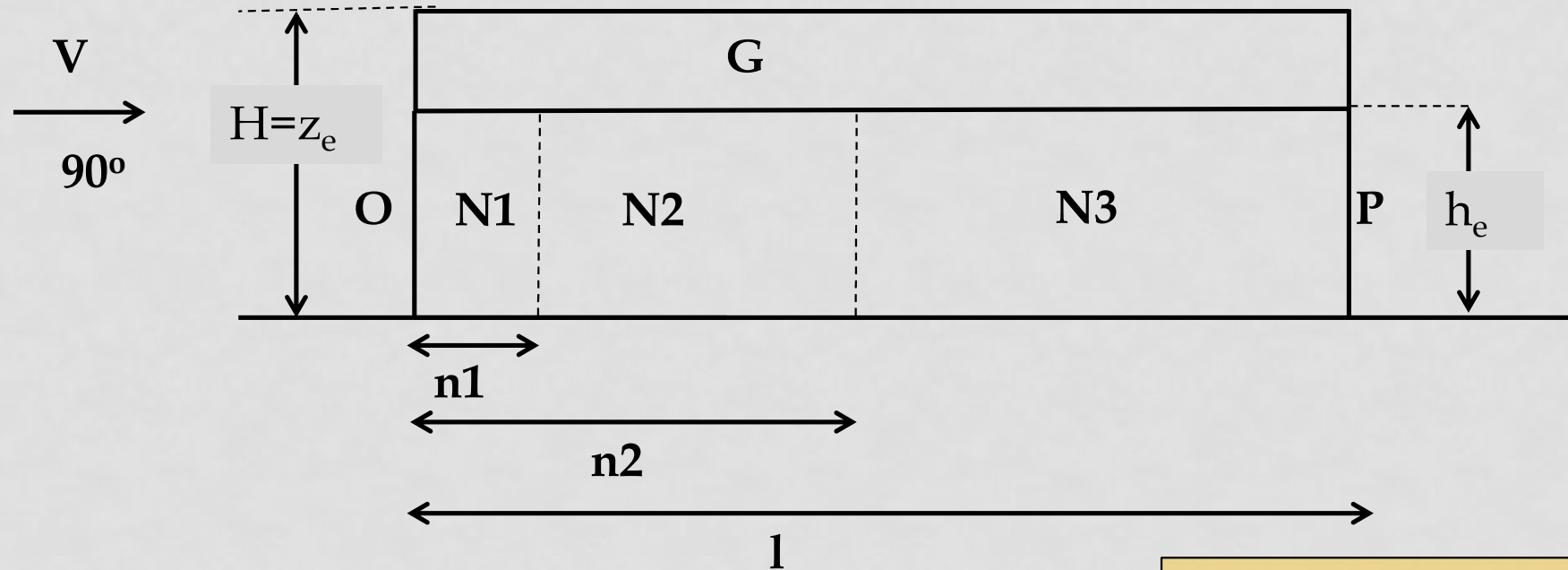
C_{pe} for 0° wind direction

Ενός Ανοιγματος		Πολλαπλών Ανοιγμάτων (1° Άνοιγμα)							
A		B		A		B			
+0,2 ή		-0,8 ($h/w \geq 0,6$) -0,6 ($h/w = 0,4$) -0,5 ($h/w \leq 0,3$)		+0,3 ή		-1,0 ($h/s \geq 0,4$) -0,5 ($h/s \leq 0,3$)			
-1,1 ($h/s \geq 0,575$) 0 ($h/s \leq 0,1$)	$\alpha=20^\circ$			-1,1 ($h/s \geq 0,575$) 0 ($h/s \leq 0,1$)	$\alpha=20^\circ$				
-1,0 ($h/s \geq 0,8$) 0 ($h/s \leq 0,35$)	$\alpha=26^\circ$			-1,0 ($h/s \geq 0,8$) 0 ($h/s \leq 0,35$)	$\alpha=26^\circ$				
Άλλες Ζώνες για την περίπτωση πολλαπλών ανοιγμάτων									
C		D		E		F			
-0,7 ($h/s \geq 0,4$) -0,5 ($h/s \leq 0,3$)		-0,5		-0,4		-0,4			
K (Προσήμεο τοίχιο)		L (Υπήνεμο τοίχιο)		M1		M2		M3	
+0,8 ($h/w \geq 1,0$) +0,6 ($h/w \leq 0,25$)		-0,5 ($h/w \geq 1,0$) -0,3 ($h/w \leq 0,25$)		-1,0		-0,7		-0,5	

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΦΟΡΤΙΑ ΑΝΕΜΟΥ (Q_{K1}) - ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΙΕΣΗΣ

ΑΜΦΙΚΛΙΝΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ - ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΣΕ ΖΩΝΕΣ



$$\begin{aligned}n1 &= 0.4h \leq 0.2l \\n2 &= 2h \leq l \\h &= 0.75H \geq h_e \\l &: \text{Μήκος θερμοκηπίου}\end{aligned}$$



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΙΕΣΗΣ - ΑΜΦΙΚΛΙΝΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ

C_{pe} for 90° wind direction

G

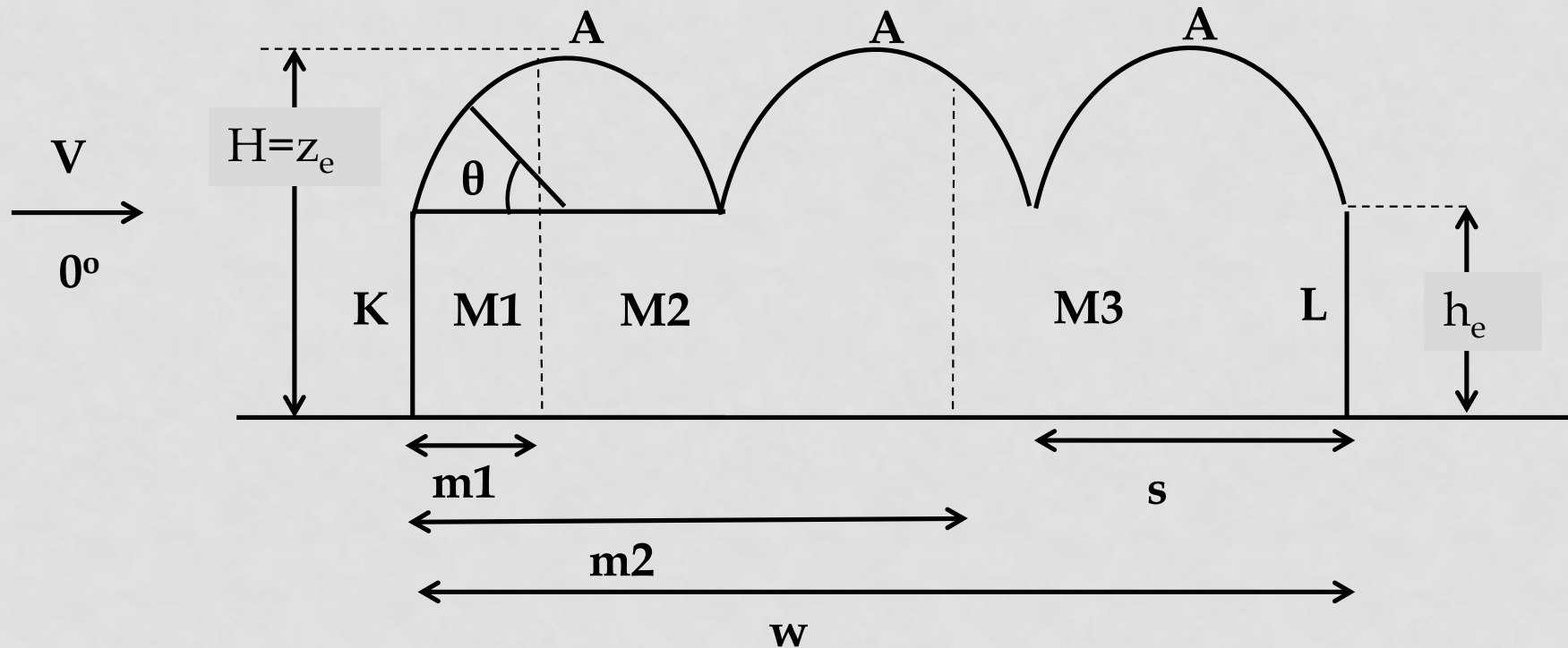
$$C_{pe}(x) = -0.2 - 1.2e^{(-1.5 \frac{x}{h})}, \text{ } x: \text{ η απόσταση από το προσήνεμο τοίχιο}$$

O (Προσήνεμο τοίχιο)	P (Υπήνεμο τοίχιο)	N1	N2	N3
+0,8 ($h/l \geq 1,0$) +0,7 ($h/l \leq 0,25$)	-0,5 ($h/l \geq 1,0$) -0,3 ($h/l \leq 0,25$)	-1,0	-0,7	-0,5

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΦΟΡΤΙΑ ΑΝΕΜΟΥ (Q_{K1}) - ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΙΕΣΗΣ

ΤΟΞΩΤΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ - ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΣΕ ΖΩΝΕΣ



$$\begin{aligned} m_1 &= 0.4h \leq 0.2L \\ m_2 &= 2h \leq L \\ h &= 0.75H \geq h_e \end{aligned}$$

L : Μήκος θερμοκηπίου
 w : Πλάτος θερμοκηπίου
 s : Πλάτος ανοίγματος



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

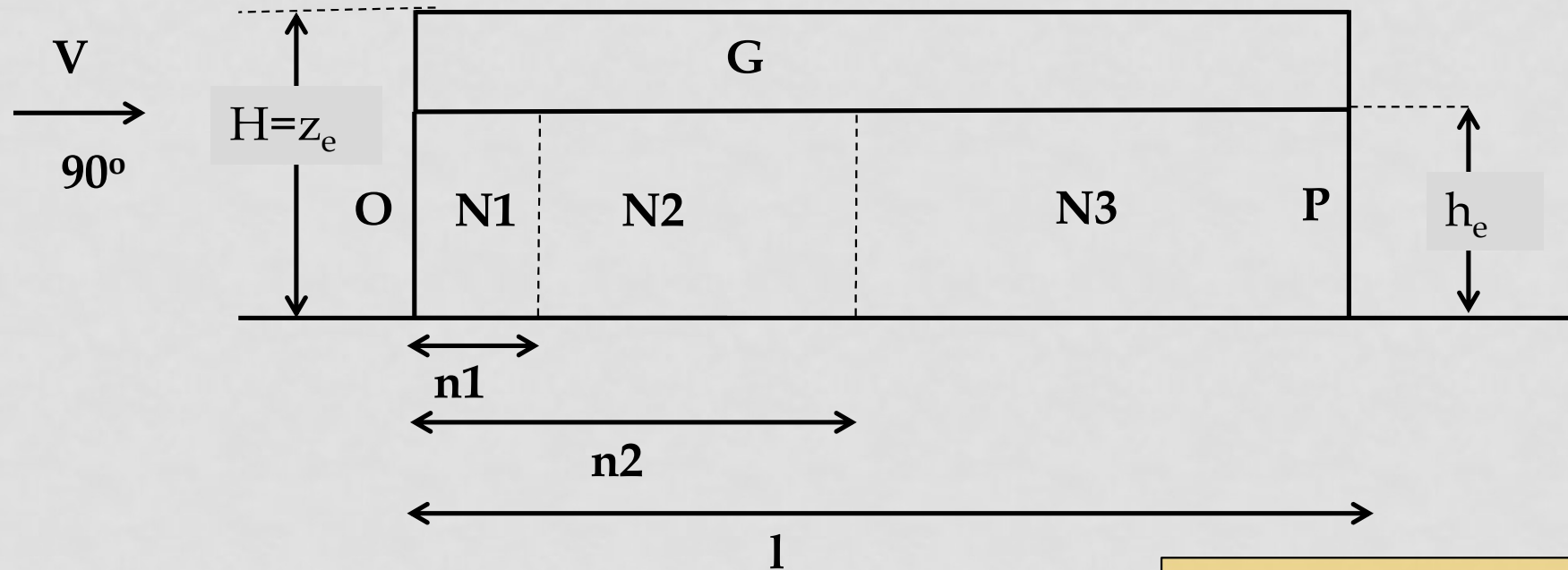
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΙΕΣΗΣ - ΤΟΞΩΤΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ

C_{pe} for 0° wind direction				
Ενός Ανοιγματος / 1° Ανοιγμα πολλαπλών ανοιγμάτων		2° Άνοιγμα		
θ	A	θ	A	
0-55°	+0,3	0-80°	-0,2	
55-115°	-1,2 (ενός ανοιγματος) -1,0 (πολλαπλών ανοιγμάτων)	80-100°	-0,9	
115-180°	-0,4	100-180°	-0,3	
3° Άνοιγμα και επόμενα: $0,6 * C_{pe}$ 2^ο ανοιγματος				
K (Προσήνεμο τοίχιο)	L (Υπήνεμο τοίχιο)	M1	M2	M3
+0,6	-0,6 ($h/w \geq 0,6$) -0,3 ($h/w \leq 0,4$)	-1,0	-0,7	-0,5

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΦΟΡΤΙΑ ΑΝΕΜΟΥ (Q_{K1}) - ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΙΕΣΗΣ

ΤΟΞΩΤΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ - ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΣΕ ΖΩΝΕΣ



$$n1 = 0.4h \leq 0.2l$$

$$n2 = 2h \leq l$$

$$h = 0.75H \geq h_e$$

l : Μήκος θερμοκηπίου



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΙΕΣΗΣ - ΑΜΦΙΚΛΙΝΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ

C_{pe} for 90° wind direction

G

Ενός Ανοιγματος

Πολλαπλών ανοιγμάτων

$C_{pe}(x) = -0.2 - 1.2e^{(-1.5 \frac{x}{h})}$,
x: η απόσταση από το προσήνεμο τοίχιο

$C_{pe}(x) = -0.2 - 1.3e^{(-1.5 \frac{x}{h})}$,
x: η απόσταση από το προσήνεμο τοίχιο

O (Προσήνεμο τοίχιο)

P (Υπήνεμο τοίχιο)

N1

N2

N3

+0,7

-0,3

-1,0

-0,7

-0,5

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΙΕΣΗΣ - ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΠΙΕΣΕΙΣ

C_{pi} - Συντελεστής Εσωτερικής πίεσης

Κατάσταση		Ενός Ανοιγματος	Πολλαπλών Ανοιγμάτων	Μονιμο Παράθυρο
Αρνητική Πίεση	0° διεύθυνση ανέμου	-0,4	-0,3	-0,5
	90° διεύθυνση ανέμου	-0,2 - αμφικλινή		
		-0,1 - τοξωτά		
Θετική Πίεση		+0,2		+0,6

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΔΡΑΣΕΙΣ - ΦΟΡΤΙΑ ΧΙΟΝΙΟΥ (Q_{K2})

Η Κατανομή του Χιονιού σε οροφή θερμοκηπίου εξαρτάται από:

- Το σχήμα της οροφής
- Θερμικές ιδιότητες υλικού κάλυψης
- Τραχύτητα της επιφάνειας
- Θερμότητα που παράγεται εντός του θερμοκηπίου
- Εγγύτητα άλλων κατασκευών/ κτιρίων
- Την τοπογραφία της περιοχής
- Τοπικό κλίμα - κυρίως όσο αφορά τον άνεμο και τις διακυμάνσεις θερμοκρασίας



Δύο τύποι κατανομής χιονιου (και αντίστοιχων φορτίων)



Μη παρασυρόμενου
χιονιού - Ομοιόμορφη



Παρασυρόμενου χιονιού
- Ανομοιόμορφη



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΔΡΑΣΕΙΣ - ΦΟΡΤΙΑ ΧΙΟΝΙΟΥ (Q_{K2})

ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΧΙΟΝΙΟΥ

Είδος Χιονιού	Πυκνότητα (kN/m^3)
Φρέσκο	1.0
Συμπιεσμένο (μερικές ώρες ή ημέρες μετά την απόθεση)	2.0
Παλαιό (μερικές εβδομάδες ή μήνες μετά την απόθεση)	2.5 – 3.5
Βρεγμένο	4.0

Πυκνότητα Νερού: $10 \text{ kN} / \text{m}^3$



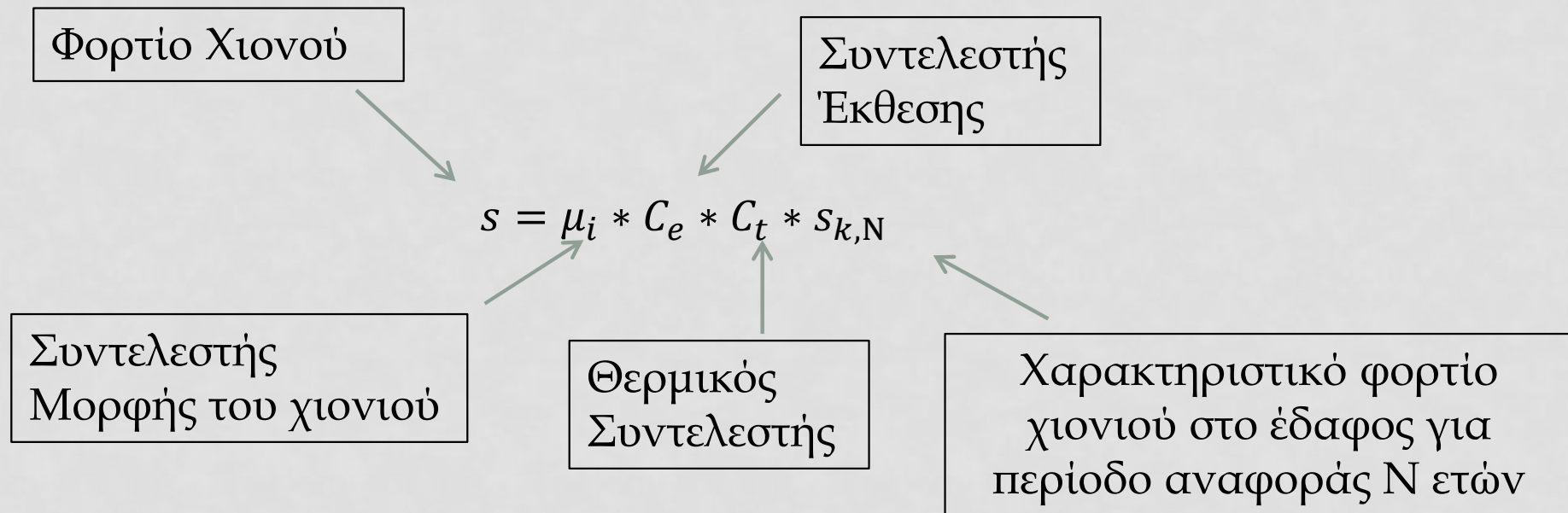
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΔΡΑΣΕΙΣ - ΦΟΡΤΙΑ ΧΙΟΝΙΟΥ (Q_{K2})

Ορισμοί και υπολογισμοί βάσει του Ευρωκώδικα 1-3 για τα φορτία ανέμου

EN 1991-1-3: 2003

Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-3 : General Actions - Snow Loads



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΦΟΡΤΙΑ ΧΙΟΝΙΟΥ (Q_{K2}) - ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ & ΘΕΡΜΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ

Συντελεστής Έκθεσης	C_e
Ισχυροί Άνεμοι	0.80
Κανονικές Συνθήκες	1.00
Προστατευμένες Κατασκευές	1.20

Υλικό κάλυψης	C_t - θερμικός Συντελεστής	
	Θερμοκήπια με θέρμανση	Θερμοκήπια χωρίς θέρμανση
Μονού στρώματος (γυαλί, πλαστικό φύλλο)	0.80	1.00
Πολλών στρωμάτων (μονωμένο γυαλί, διπλό φύλλο)	0.90	1.00



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΦΟΡΤΙΑ ΧΙΟΝΙΟΥ (Q_{K2}) ΣΕ ΠΕΡΙΟΔΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ N-ΕΤΩΝ

Τιμή φορτίου χιονιού
στο έδαφος για
περίοδο αναφοράς N
ετών

$$\rightarrow s_{k,N} = f_s(N) * s_{k,50} \leftarrow$$

Χαρακτηριστική τιμή φορτίου
χιονιού στο έδαφος για
περίοδο αναφοράς 50 ετών

Συντελεστής διόρθωσης

$$f_s(N) = 0.472 - 0.135 * \ln \frac{1}{N}$$

N: Περίοδος Αναφοράς (έτη)



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΦΟΡΤΙΑ ΧΙΟΝΙΟΥ(Q_{K2}) - ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ $S_{K,50}$

$$s_{k,50} = (0.42Z - 0.03) \left[1 + \left(\frac{A}{917} \right)^2 \right]$$

A: Υψόμετρο περιοχής
Z: Αριθμός Ζώνης

Η Ελλάδα χωρίζεται
σε 3 ζώνες
χιονόπτωσης (Ζώνες
1, 2 & 4)

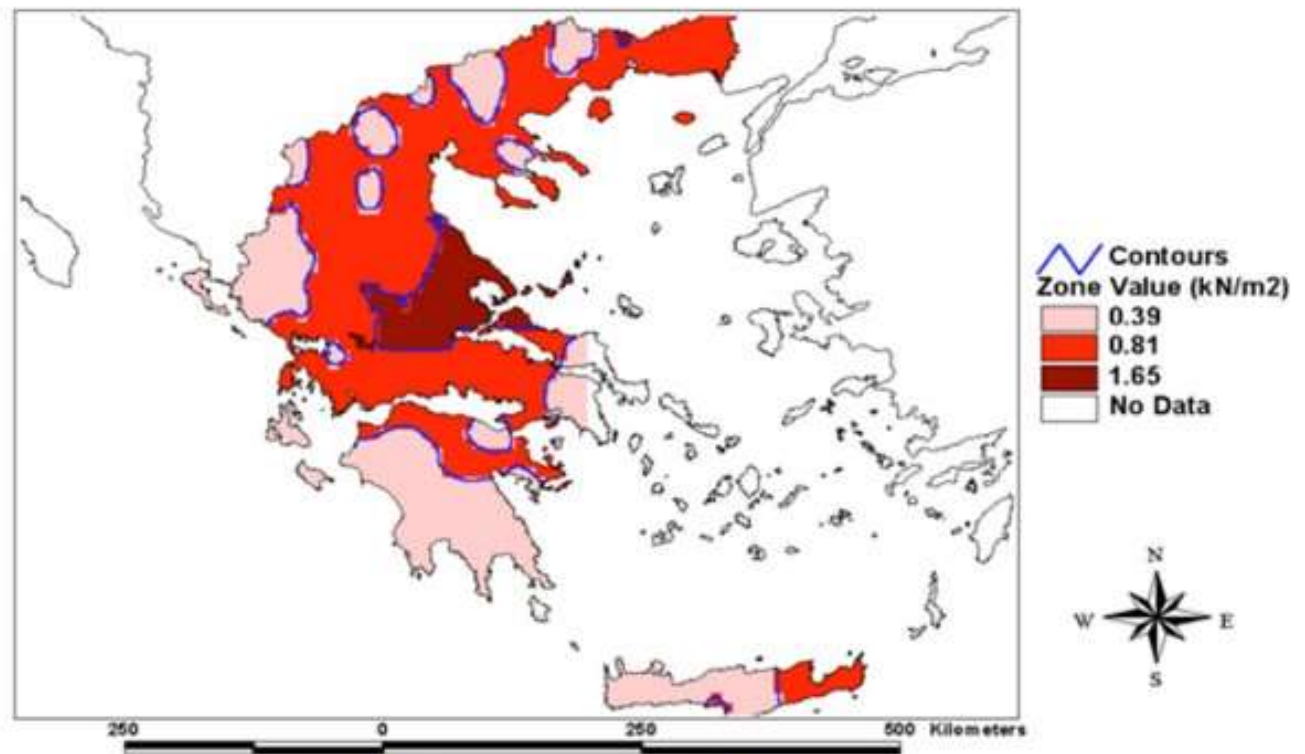
Για $A=0m$

$$s_k = 0.39 \text{ kN/m}^2 \text{ (Z1)}$$

$$s_k = 0.81 \text{ kN/m}^2 \text{ (Z2)}$$

$$s_k = 1.65 \text{ kN/m}^2 \text{ (Z4)}$$

Greece: Snow Load at Sea Level



Εικόνα 2.1 Εθνικές Ζώνες Χιονιού (EN 1991-1-3:2003)

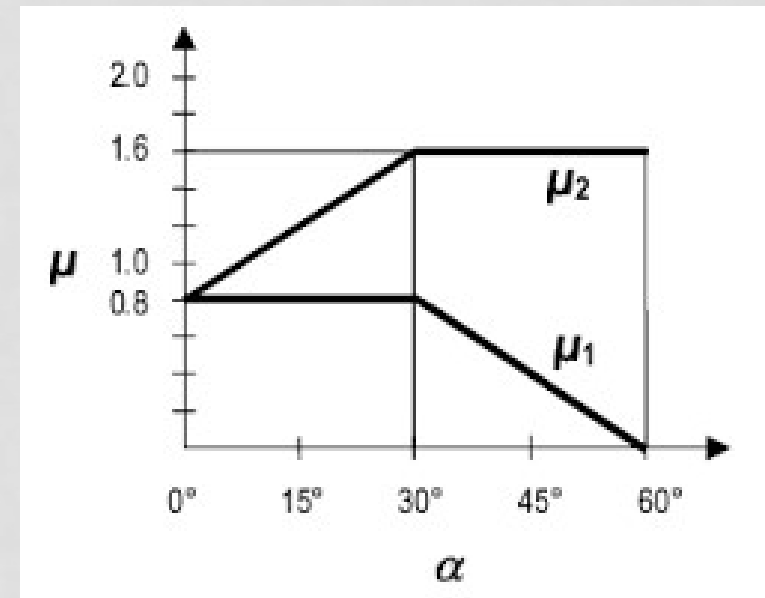


ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΦΟΡΤΙΑ ΧΙΟΝΙΟΥ (Q_{K2}) - ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΜΟΡΦΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΧΙΟΝΙΟΥ

Συντελεστές Μορφής μ_1 , μ_2 – Αμφικλινείς Οροφές

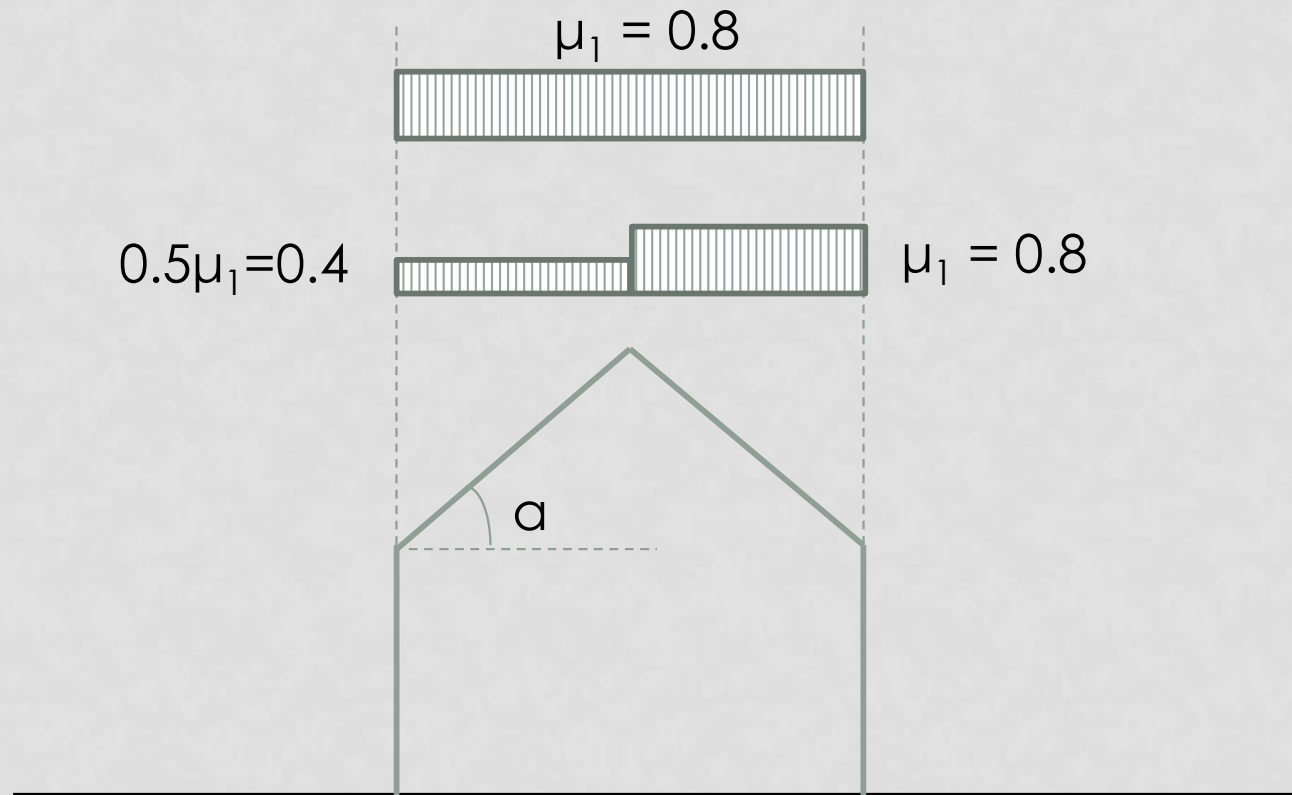
α : γωνία κλίσης οροφής (μοίρες)	$20^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$
μ_1	0.8
μ_2	$0.8 + 0.8 * \alpha / 30^\circ$



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΦΟΡΤΙΑ ΧΙΟΝΙΟΥ (Q_{K2}) - ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΜΟΡΦΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΧΙΟΝΙΟΥ

Κατανομή φορτίων χιονιού σε αμφικλινείς οροφές
θερμοκηπίων ενός ανοίγματος



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΦΟΡΤΙΑ ΧΙΟΝΙΟΥ (Q_{K2}) - ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΜΟΡΦΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΧΙΟΝΙΟΥ

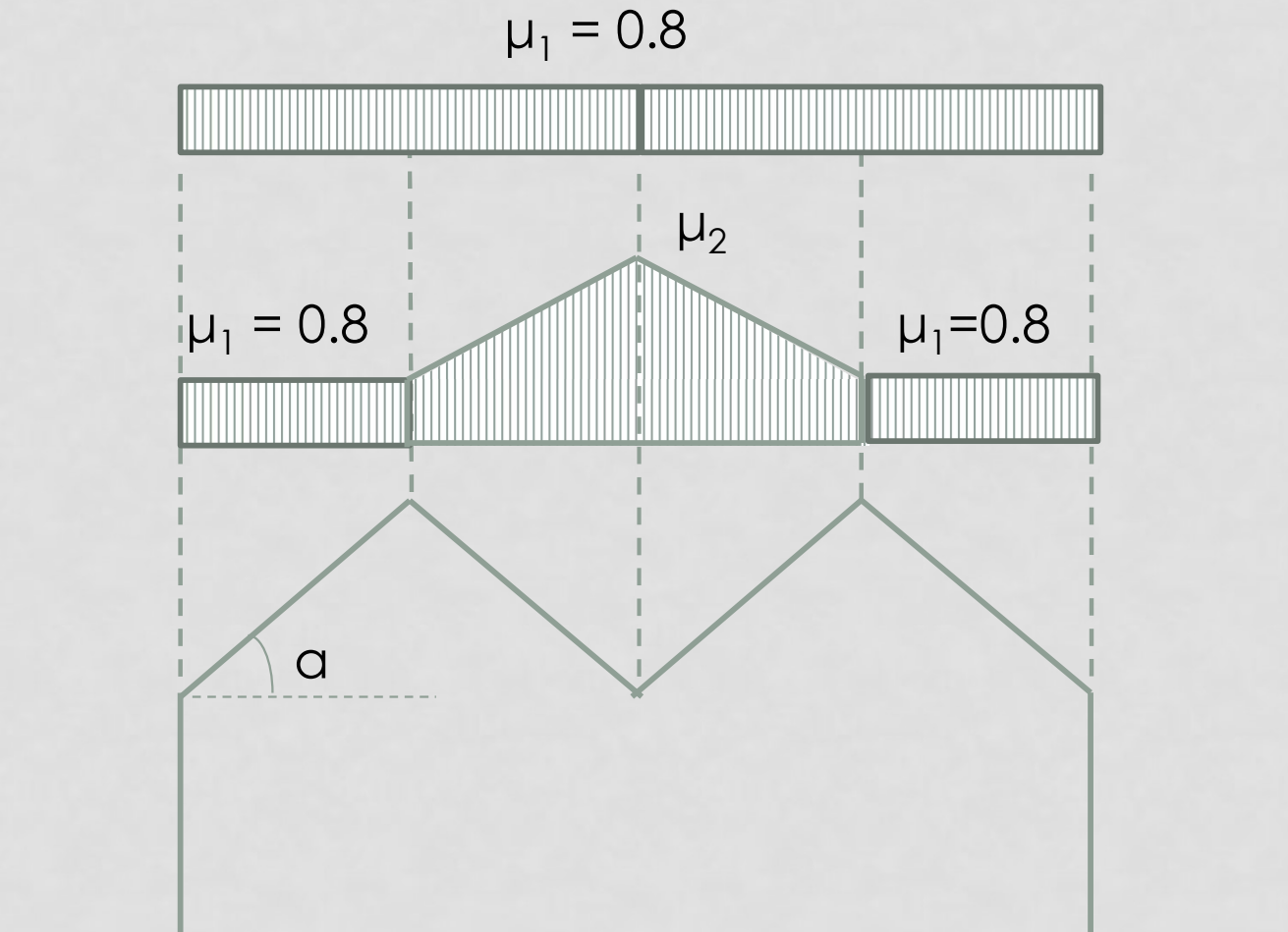
Κατανομή φορτίων χιονιού σε αμφικλινείς οροφές
θερμοκηπίων πολλών ανοιγμάτων

Παράδειγμα

$$\alpha = 20^\circ$$

$$\mu_2 = 0,8 + 0,8 * \alpha / 30^\circ$$

$$\mu_2 = 1.33$$



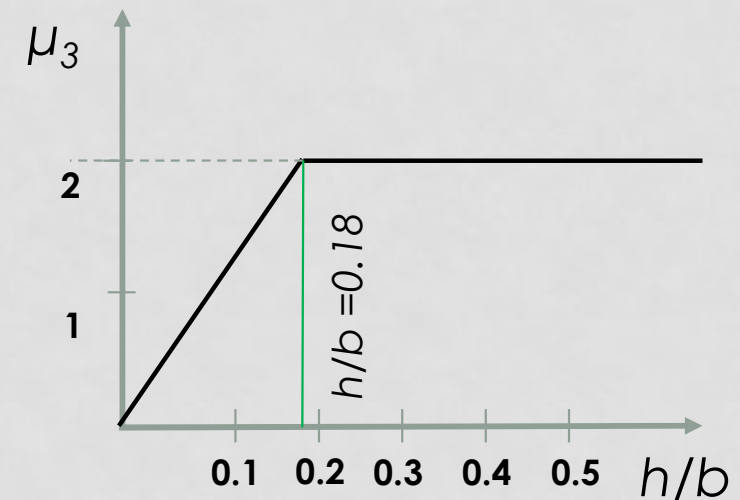
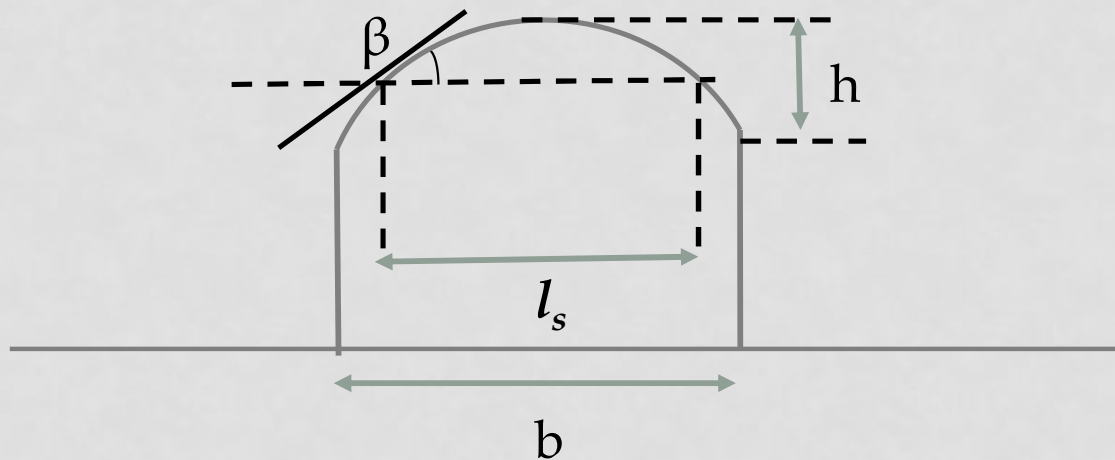
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΦΟΡΤΙΑ ΧΙΟΝΙΟΥ (Q_{K2}) - ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΜΟΡΦΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΧΙΟΝΙΟΥ

Συντελεστές Μορφής μ_3 – Τοξωτές Οροφές

β : γωνία κλίσης οροφής (μοίρες)	$\beta \leq 60^\circ$	$\beta \geq 60^\circ$
μ_3	$0,2 + 10 h/b \leq 2$	0

Το φορτίο χιονιού ενεργεί στην οροφή για $\beta \leq 60^\circ$



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΦΟΡΤΙΑ ΧΙΟΝΙΟΥ (Q_{K2}) - ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΜΟΡΦΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΧΙΟΝΙΟΥ

Κατανομή φορτίων χιονιού σε τοξωτές οροφές θερμοκηπίων ενός ανοίγματος

Παράδειγμα 1

$$h = 1\text{m}$$

$$b = 7\text{m}$$

$$\mu_3 = 0,2 + 10 \cdot h/b$$

$$\mu_3 = 0,2 + 1,43 = \underline{1,63}$$

Παράδειγμα 2

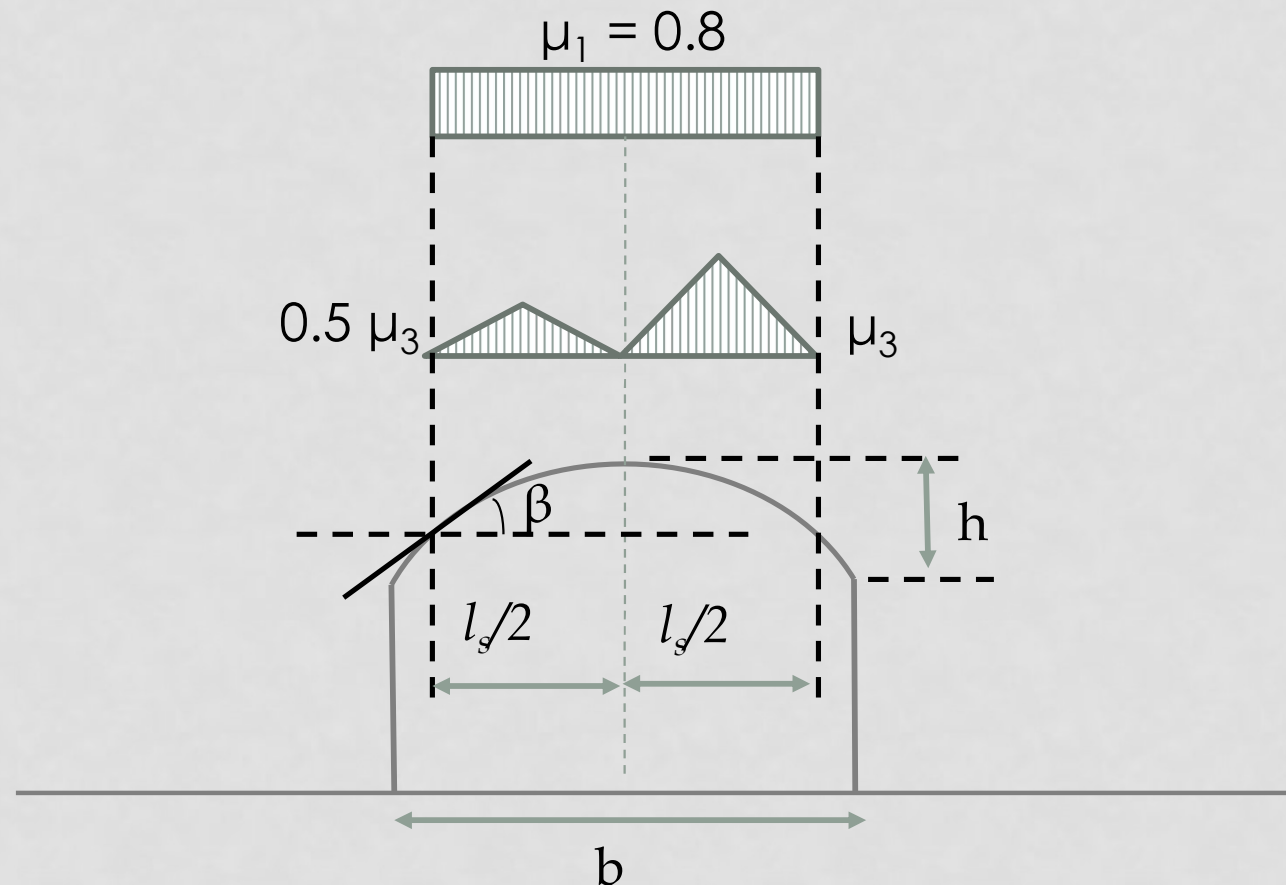
$$h = 2\text{m}$$

$$b = 5\text{m}$$

$$\mu_3 = 0,2 + 10 \cdot h/b$$

$$\mu_3 = 0,2 + 4 = 4,2 > 2,0$$

$$\mu_3 = \underline{2,0}$$



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ ΦΟΡΤΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (Q_{k3})

- Οφείλονται σε φορτία φυτών τα οποία στηρίζονται ή κρέμονται στην κατασκευή
- Είναι κατακόρυφα και ομοιόμορφα κατανεμημένα φορτία
- Μόνιμα φορτία (γλάστρες, μέσα ανάπτυξης φυτών, κλπ) δεν θεωρούνται φορτία παραγωγής (Q_{k3}) αλλά μόνιμα επιβαλλόμενα φορτία (G_{k2})
- Όταν τα φυτά κρέμονται σε συρματοσχοίνα πρέπει να υπολογιστεί οριζόντια δύναμη στο συρματοσχοίνο



Καλλιέργεια	Ελάχιστη τιμή φορτίου παραγωγής Q_{k3} (KN/m ²)	Ελάχιστη τιμή μόνιμα επιβαλλόμενου φορτίου G_{k2} (KN/m ²)
Φράουλα	0,05	0,25
Τομάτα Αγγούρι	0,20	0,13
Πιπεριες	0,12	0,15
Άλλα κηπευτικά	0,15	0,13



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΜΕΝΑ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ ΦΟΡΤΙΑ (Q_{k4})

- Προκύπτουν κατά τη συντήρηση ή την επισκευή της κατασκευής
- Θεωρείται ότι ασκούνται σε επιφάνειες 10x10 cm

Στοιχείο Κατασκευής	Ελάχιστη τιμή συγκεντρωμένου κατακόρυφου φορτίου Q_{k4} (KN)
Υδρορροή	1,50
Σκελετός	1,00
Δευτερεύοντα Στοιχεία (υαλόφρακτα θερμοκήπια)	0,35



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΠΕΡΙΣΤΑΣΙΑΚΑ ΕΠΙΒΑΛΛΟΜΕΝΑ ΦΟΡΤΙΑ (Q_{K5})

- Προκύπτουν από κινούμενο εξοπλισμό
- Είναι μεταβλητού μεγέθους



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ (Q_{K6})

- Προκύπτουν από τις **διαφορές θερμοκρασίας** του περιβάλλοντος και του θερμοκηπίου και τις **μεταβολές** αυτών
- Πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σε περιπτώσεις που τα **δομικά στοιχεία** είναι ευαίσθητα σε **μετατοπίσεις ή/και πιέσεις** που προκύπτουν από θερμικά φορτία (**Τύπου Α - Υαλόφρακτα**)
- Για θερμοκήπια **Τύπου Β** (κάλυψη πλαστικού φύλλου/ σκληρού πλαστικού) τα θερμικά φορτία μπορούν **να μη ληφθούν υπόψη** για θερμοκήπια διαστάσεων μικρότερα του **150x150m**.



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΔΡΑΣΕΩΝ

Συνδυασμός φορτίσεων για τα θερμοκήπια

Μόνιμα + Μονιμα Επιβαλλόμενα + Άνεμος + Χιόνι + Παραγωγή



G_{k1}

+



G_{k2}

+



Q_{k1}

+



Q_{k2}

+



Q_{k3}



$\gamma_{G1} G_{k1}$

+



$\gamma_{G2} G_{k2}$

+



$\gamma_{Q1} Q_{k1}$

+



$\psi_{Q2} \gamma_{Q2} Q_{k2}$

+



$\psi_{Q3} \gamma_{Q3} Q_{k3}$

γ : είναι ο «Επιμέρους Συντελεστής» (*partial factor*) του φορτίου – συνυπολογίζει την πιθανότητα απόκλισης από τις αντιπροσωπευτικές τιμές (≥ 1)

ψ : είναι ο «Συντελεστής Συνδυασμού» (*combination coefficient*) – συνυπολογίζει τη μειωμένη πιθανότητα να συμβούν ταυτόχρονα δυο ακραίες μεταβλητές φορτίσεις (≤ 1)



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (DESIGN LIMIT STATES)

Οριακές καταστάσεις αστοχίας (ULS: Ultimate limit states)



Ασφάλεια Ανθρώπων

Ασφάλεια Κατασκευής

Οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας (SLS: Serviceability limit states)



Λειτουργικότητα
Κατασκευής και
δομικών
στοιχείων

Ανεση Ανθρώπων

Εξωτερική Εμφάνιση
Κατασκευής

