

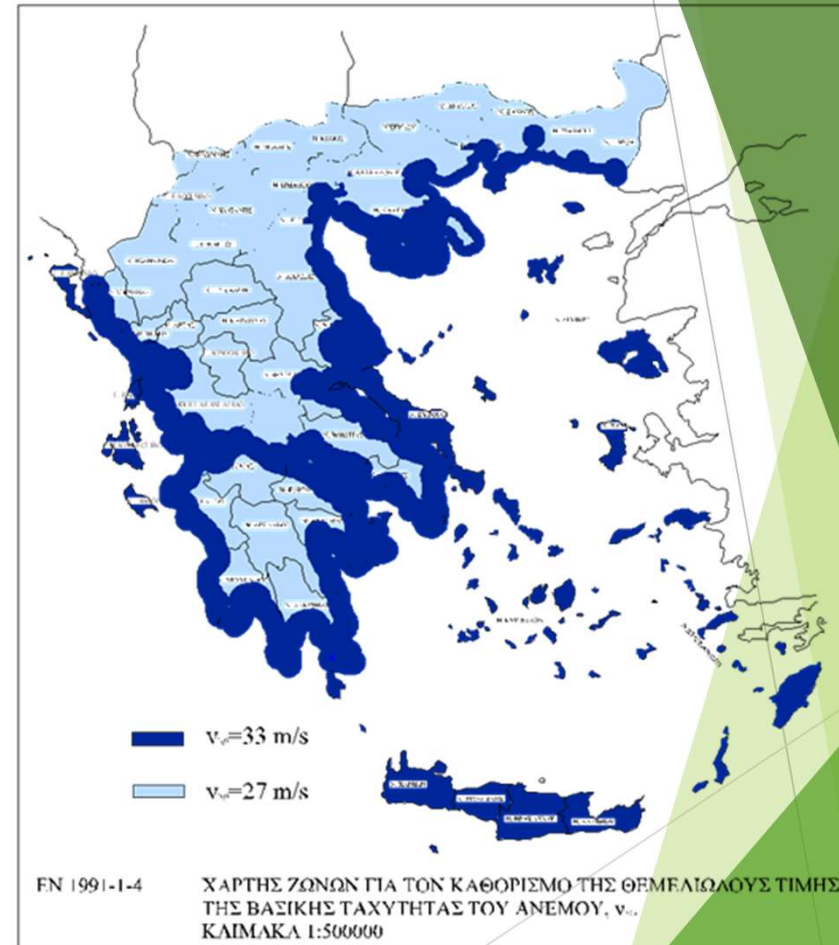
Θερμοκηπιακές  
κατασκευές  
Εργαστήριο - Ασκήσεις  
**Άσκηση 8**

# Ταχύτητα Αναφοράς Ανέμου

$$v_b = c_{dir} * C_{season} * v_{b,0}$$

- $v_b$ : ταχύτητα αναφοράς σε ύψος 10m
- $c_{dir}$ : συντελεστής διεύθυνσης (προτείνεται = 1)
- $C_{season}$ : συντελεστής εποχής (προτείνεται = 1)
- $v_{b,0}$ : θεμελιώδης ταχύτητα αναφοράς (συμβαίνει 1 φορά στα 50 χρόνια - ετήσια πιθανότητα 2%)

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



# Ταχύτητα Αναφοράς Ανέμου - Περίοδος Αναφοράς

$$v_{b(p)} = C_{prob} * v_{b,0}$$

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



$$p = 1/N$$

**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

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

Τραχύτητα  
Εδάφους

# Μέση Ταχύτητα Ανέμου

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

- $V_m(z)$ : Μέση τιμή ταχύτητας ανέμου
- $C_r(z)$ : Συντελεστής τραχύτητας εδάφους
- $C_o(z)$ : Συντελεστής υψομέτρου (προτείνεται = 1)

$$C_r(z) = k_r * \ln\left(\frac{z}{z_o}\right), z_{min} < z < z_{max} = 200$$

$$C_r(z) = k_r * \ln\left(\frac{z_{min}}{z_o}\right), z < z_{min}$$

$$k_r = 0.19 * (z_o/z_{o,II})^{0,07}$$

## Τυρβώδης ένταση

$$I_V(z) = \frac{\sigma_V}{V_m(z)} = \frac{1}{\ln\left(\frac{z}{z_o}\right)}, z_{min} < z < z_{max} = 200$$

$$I_V(z) = \frac{1}{\ln\left(\frac{z_{min}}{z_o}\right)}, z_{min} < z$$

$\sigma_V$ : Τυπική απόκλιση από τη μέση τιμή ταχύτητας ανέμου

# Μέγιστη Δυναμική Πίεση

$$q_p(z) = (1 + 7 * I_V(z)) * 0.5 \rho v_m^2(z)$$

- $q_p(z)$ : Μέγιστη δυναμική πίεση
- $\rho$ : Πυκνότητα αέρα = 1.25 kg/m<sup>3</sup>

## Πιέσεις Ανέμου

$$z_e = z_i = \text{Ύψος αναφοράς}$$

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

Εξωτερικές Πιέσεις

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

Εσωτερικές Πιέσεις

$$\text{ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΙΕΣΗ: } W = w_e - w_i$$

# Υπολογισμός φορτίου ανέμου για το σχεδιασμό θερμοκηπίου

Πραγματοποιείται σχεδιασμός αμφικλινούς θερμοκηπίου τριών ανοιγμάτων για την κατασκευή του στην περιοχή της Άρτας. Το υψος υδρορροής είναι 4μ, το ύψος κορφιά 5μ, το πλάτος ανοίγματος 7μ, το μήκος του θερμοκηπίου 50μ και η κλίση οροφής  $\alpha = 20^\circ$ . Στην περιοχή που πρόκειται να κατασκευαστεί, η τραχύτητα εδάφους είναι δεύτερης κατηγορίας. Ο σχεδιασμός αφορά τη λειτουργικότητα του θερμοκηπίου για 15 χρόνια. Η διεύθυνση του ανέμου είναι κάθετη στον κορφιά.

- 1) Να υπολογιστεί η μέγιστη δυναμική πίεση του ανέμου
- 2) Να ορισθούν οι ζώνες διαχωρισμού του θερμοκηπίου που αφορούν τους συντελεστές πίεσης
- 3) Να υπολογιστούν οι συνολικές πιέσεις  $w$  σε κάθε ζώνη αν ο συντελεστής εσωτερικής πίεσης  $C_{p_i}$  είναι σταθερός και ίσος με 0.2.

$$\Deltaίνονται C_{dir} = C_{season} = C_o(z) = k_i = 1$$

# Προβλημα - Ερώτημα 1

$$v_b = c_{dir} * C_{season} * v_{b,0}$$



$$v_b = v_{b,0} = 27 \text{ m/s}$$

$v_{b,0} = 27 \text{ m/s}$ , το θερμοκήπιο πρόκειται να κατασκευαστεί στην Άρτα

Περίοδος Αναφοράς  $N = 15$  Έτη

$$p = \frac{1}{N} = \frac{1}{15} = 0.067$$

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



$$C_{prob} = 0.928$$

$$v_{b(p)} = C_{prob} * v_{b,0}$$



$$v_{b(p)} = 0.928 * \frac{27\text{m}}{\text{s}} = 25.06 \text{ m/s}$$

# Προβλημα - Ερώτημα 1

Μέση τιμή ταχύτητας ανέμου

$$C_r(z) = k_r * \ln\left(\frac{z}{z_o}\right), z_{min} < z < z_{max} = 200$$

$$C_r(z) = k_r * \ln\left(\frac{z_{min}}{z_o}\right), z < z_{min}$$

$$z = z_e = H = 5m$$

$$k_r = 0.19 * (z_o/z_{o,II})^{0,07}$$

Τραχύτητα Εδάφους: Κατηγορία II



$$z_{o,II} = 0.05 \text{ \& } z_{min} = 2$$

$$k_r = 0.19 * (z_{o,II}/z_{o,II})^{0,07}$$



$$k_r = 0.19$$

$$C_r(z_e) = k_r * \ln\left(\frac{z_e}{z_o}\right) = 0.19 * \ln\left(\frac{5}{0.05}\right) \Rightarrow C_r(z_e) = 0.875$$

$$V_m(z_e) = C_r(z_e) * C_o(z_e) * v_{b(p)}$$

$$V_m(z) = 0.875 * 1 * 25.06$$

$$V_m(z_e) = 21.93 \text{ m/s}$$



# Προβλημα - Ερώτημα 1

## Συντελεστής Τύρβης

$$I_V(z) = \frac{1}{\ln\left(\frac{z}{z_0}\right)}, z_{min} < z < z_{max} = 200$$

$$I_V(z) = \frac{1}{\ln\left(\frac{z_{min}}{z_0}\right)}, z_{min} < z$$

$$z_{0,II} = 0.05 \text{ \& } z_{min} = 2$$

$$z = z_e = H = 5m$$

$$I_V(z_e) = \frac{1}{\ln\left(\frac{z_e}{z_0}\right)} = \frac{1}{\ln\left(\frac{5}{0.05}\right)}$$

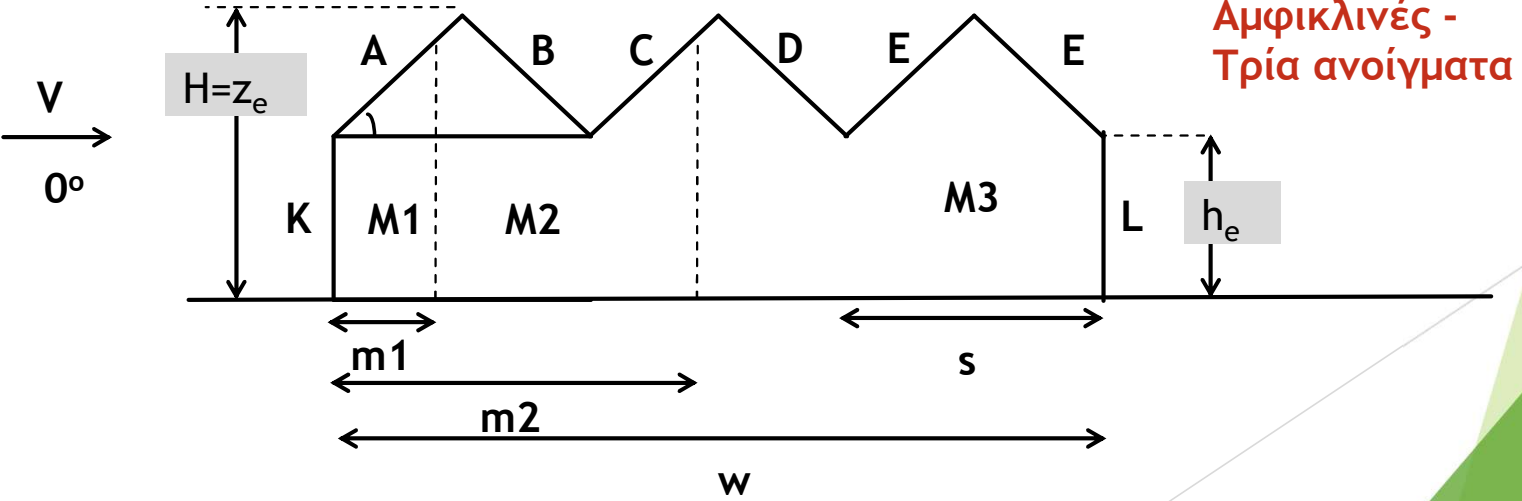
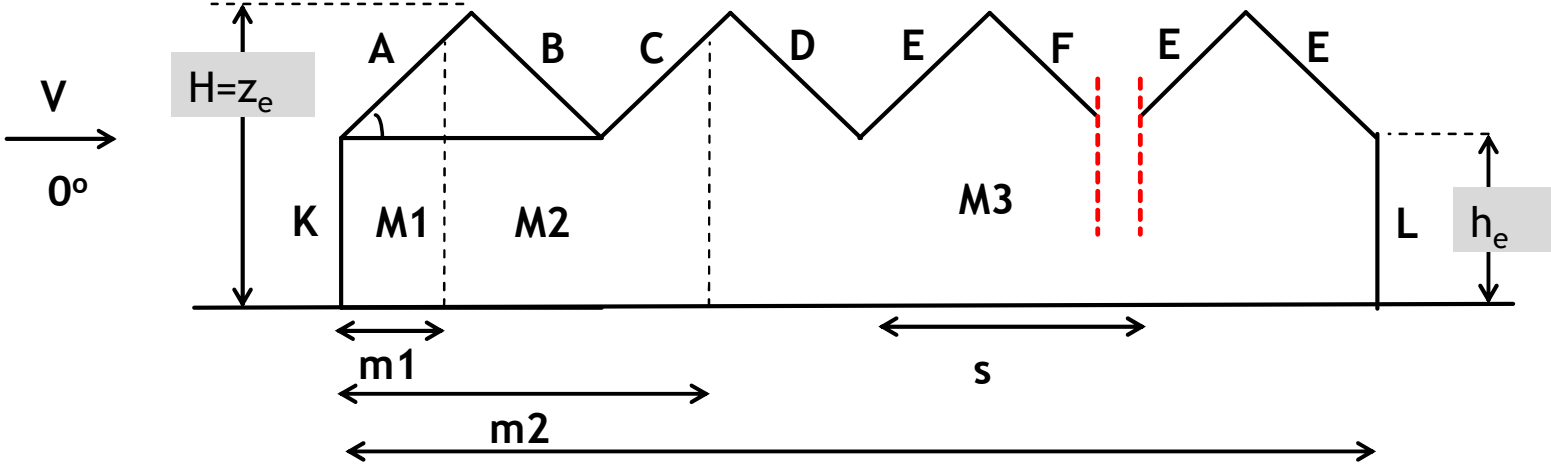
$$\Rightarrow I_V(z_e) = 0.217$$

## ΜΕΓΙΣΤΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΠΙΕΣΗ

$$\begin{aligned} q_p(z_e) &= (1 + 7 * I_V(z_e)) * 0.5 \rho v_m^2(z_e) \\ &= (1 + 7 * 0.217) * 0.5 * \frac{1.25\text{kg}}{\text{m}^3} * 21.93^2 \text{ m}^2/\text{s}^2 \end{aligned}$$

$$q_p(z_e) = 757.16 \text{ Pa}$$

# Πρόβλημα - Ερώτημα 2



## Προβλημα - Ερώτημα 2

$$m1 = 0.4h \leq 0.2L$$

$$m2 = 2h \leq L$$

$$h = 0.75H \geq h_e$$

L: Μήκος θερμοκηπίου = 50m

w: Πλάτος θερμοκηπίου = 3 \* 7m = 21m

s: Πλάτος ανοίγματος = 7m

$h_e$ : ύψος υδροροής = 4m

$$h = 0.75H = 0.75 * 5 = 3.75m$$



Μη αποδεκτό



$$h = h_e = 4m$$

Πρέπει το h να είναι μεγαλύτερο ή ίσο του  $h_e$ ! Αν όχι, τότε  $h = h_e$

$$m1 = 0.4 * 4m = 1.6m \leq 0.2L = 0.2 * 50 = 10m, \text{ ισχύει!}$$
$$m2 = 2h = 2 * 4 = 8m \leq L = 50m, \text{ ισχύει!}$$



$$m1 = 1.6m$$
$$m2 = 8m$$

## Προβλημα - Ερώτημα 3

Υπολογισμός Γεωμετρικών λόγων

$$h/s = 4 / 7 = 0.57$$

$$h/w = 4 / 21 = 0.19$$

$$q_p(z_e) = 757.16 \text{ Pa}$$

Zωνη	A	B	C	D	E	K	L	M1	M2	M3
$C_{pe}$	-1.1	-1.0	-0.7	-0.5	-0.4	0.6	-0.3	-1.0	-0.7	-0.5
$W_e = q_p(z_e) * C_{pe} \text{ (Pa)}$	-832.88	-757.16	-530.01	-378.58	-302.86	454.30	-227.15	-757.16	-530.01	-378.58
$C_{pi}$	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
$W_i = q_p(z_i) * C_{pi} \text{ (Pa)}$	151.43	151.43	151.43	151.43	151.43	151.43	151.43	151.43	151.43	151.43
$W = W_e - W_i \text{ (Pa)}$	-984.31	-908.59	-681.44	-530.01	-454.30	302.86	-378.58	-908.59	-681.44	-530.01

# Συντελεστές Εξωτερικής Πίεσης $C_{pe}$ - Αμφικλινής Οροφή

$C_{pe}$ 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		
Κ (Προσήνεμο 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		