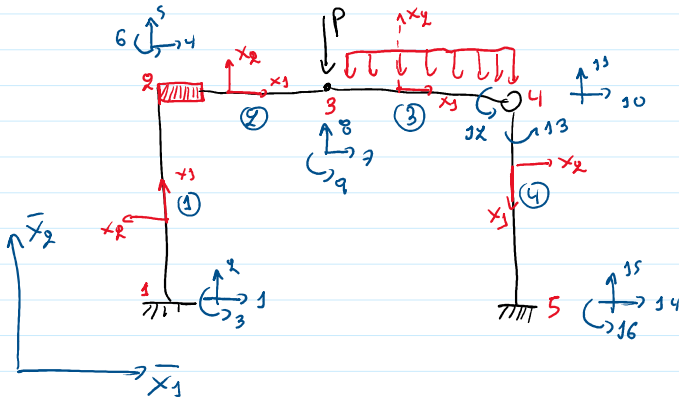
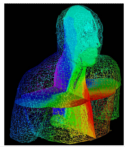
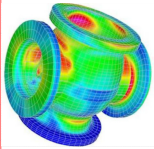




1^ο ερώτημα : Πόσους και ποιοι β.ε. στην κατασκευή?

2^ο : Να διατυπωθούν τα φηρώα μετασχηματισμού των μελών.

Γτοιχία δομού $i=1, \dots, 4$ όρα $[L^i] = \begin{bmatrix} \cos \varphi_i & \sin \varphi_i & 0 \\ -\sin \varphi_i & \cos \varphi_i & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

$$[L^i] = \begin{bmatrix} [L^i] & [0] \\ [0] & [L^i] \end{bmatrix}$$

όρα $[L^i]$

όπου φ_i η αντισυροδοτική γωνία που διαγράφει ο $\bar{x}_1$ για να συναντήσει τον x_1 κάθε μέλος (δες σχήμα)

και $\varphi_1 = 90^\circ$, $\varphi_2 = \varphi_3 = 0$, $\varphi_4 = -90^\circ$ ή 270°

3^ο ερώτημα : Να μορφωθούν τα καθαυτά φηρώα συβαρότητας των μελών

$$[K^i] = [L^i]^T [K^i] [L^i], \quad i=1, \dots, 4$$

όπου $[K^i]$ για στοιχίο δομού στο επίπεδο, τρανύεται από

το 12×12 στο χώρο διαγράφοντας τις γραμμές και στήλες

(3, 4, 5, 9, 10, 11)

Γα μέλο 2, δαω σετρωί υάρβα

$$[C^i] = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

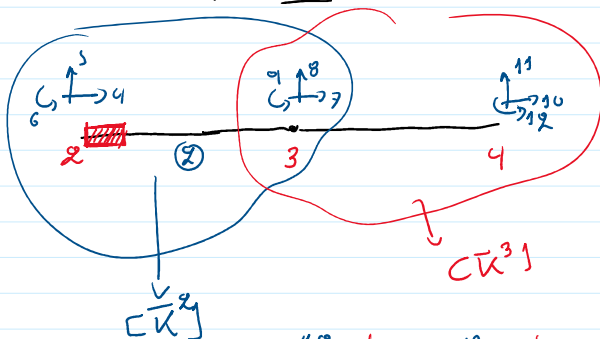
$$[K^i] = [C^i]^T [K^i] [C^i], \quad \text{όπου } [C^i] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \times x_2 \\ 0 & 1 & \lambda x_1 \end{bmatrix}$$

$$\tau_k' = C e' J^T \tau_k' C e' \quad , \text{όπου } C e' = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -\Delta x_2 \\ 0 & 1 & \Delta x_1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$\uparrow$ τωπίσθ $\uparrow$ τωπίσθ

$$C e' = \begin{bmatrix} C e'^T \omega \\ C \omega C e'^T \end{bmatrix}$$

4^η εργασία: Να διατυνω το πρόβλημα συβαρρότητας του υποελαστικού 2-3-4 μετά από τη συμπύκνωση των β.ε. του κόμβου 3.



$$C \bar{K}^{\frac{2-3-4}{}} = \begin{bmatrix} \begin{matrix} \text{#2} \\ 4 & 5 & 6 \end{matrix} & \begin{matrix} \text{#3} \\ 7 & 8 & 9 \end{matrix} & \begin{matrix} \text{#4} \\ 10 & 11 & 12 \end{matrix} \\ \begin{matrix} C \bar{K}_{11}^2 \\ C \bar{K}_{12}^2 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} C \bar{K}_{21}^2 + C \bar{K}_{12}^3 \\ C \bar{K}_{22}^2 + C \bar{K}_{11}^3 \\ C \bar{K}_{23}^2 + C \bar{K}_{12}^4 \end{matrix} & \begin{matrix} C \bar{K}_{31}^2 + C \bar{K}_{11}^4 \\ C \bar{K}_{32}^2 + C \bar{K}_{12}^5 \\ C \bar{K}_{33}^2 + C \bar{K}_{11}^6 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \\ 11 \\ 12 \end{matrix} \end{bmatrix}$$

$$C \bar{K}^2 = \begin{bmatrix} \begin{matrix} \text{#2} \\ 4 & 5 & 6 \end{matrix} \\ \begin{matrix} C \bar{K}_{11}^2 \\ C \bar{K}_{12}^2 \end{matrix} \end{bmatrix} \begin{matrix} \text{#3} \\ 7 & 8 & 9 \end{matrix} \begin{matrix} \text{#4} \\ 10 & 11 & 12 \end{matrix} \quad C \bar{K}^3 = \begin{bmatrix} \begin{matrix} \text{#3} \\ 7 & 8 & 9 \end{matrix} \\ \begin{matrix} C \bar{K}_{21}^3 \\ C \bar{K}_{22}^3 \end{matrix} \end{bmatrix} \begin{matrix} \text{#4} \\ 10 & 11 & 12 \end{matrix}$$

Θέλω να απαλοίσω τους β.ε. 7, 8, 9

$$\{ \Delta e \} = \{ \epsilon_7, \epsilon_8, \epsilon_9 \}^T$$

$$\{ \Delta c \} = \{ \epsilon_4, \epsilon_5, \epsilon_6, \epsilon_{10}, \epsilon_{11}, \epsilon_{12} \}^T$$

Αναδιατάσσω το $C \bar{K}^{\frac{2-3-4}{}}$ ώστε να έχω το $\{ \Delta e \}$ πρώτο

$$\{ \Delta p_{cc} \} = C \bar{K}_{cc} \{ \Delta c \} + C \bar{K}_{ce} \{ \Delta e \} \quad (1)$$

$$\varepsilon_{\rho\sigma\tau} = [\kappa_{\sigma\tau}] \varepsilon_{\rho\tau} + [\kappa_{\sigma\sigma}] \varepsilon_{\rho\sigma} \quad (2)$$

Λύνω την (2) ως προς $\varepsilon_{\rho\tau}$ και αντικαθιστώ στην (1)
ώστε τελικά $[\kappa_{\tau\tau}] = [\kappa_{\sigma\sigma}] - [\kappa_{\sigma\tau}] [\kappa_{\sigma\sigma}]^{-1} [\kappa_{\sigma\tau}]$

$$[\kappa_{\tau\tau}] = \begin{bmatrix} \begin{matrix} \text{#2} \\ 4 & 5 & 6 \\ & \text{#4} & \end{matrix} & \begin{matrix} \text{#4} \\ 10 & 11 & 12 \end{matrix} \\ \hline \begin{matrix} \text{#4} \\ 4 & 5 & 6 \\ & \text{#2} & \end{matrix} & \begin{matrix} \text{#4} \\ 10 & 11 & 12 \end{matrix} \end{bmatrix}$$

S₂ Με δεδομένα τα πρώτα συστροφόμενα $[\bar{\kappa}^1], [\bar{\kappa}^{2-3}], [\bar{\kappa}^4]$

να προσφύω το πρώτο συστροφόμενο όδη της κατασκευής.

$$[\bar{\kappa}^1] = \begin{bmatrix} \begin{matrix} \text{#1} \\ 1 & 2 & 3 \end{matrix} & \begin{matrix} \text{#2} \\ 4 & 5 & 6 \end{matrix} \\ \hline \begin{matrix} \text{#1} \\ 1 & 2 & 3 \end{matrix} & \begin{matrix} \text{#2} \\ 4 & 5 & 6 \end{matrix} \end{bmatrix} \quad [\bar{\kappa}^{2-3}] = \begin{bmatrix} \begin{matrix} \text{#4} \\ 4 & 5 & 6 \\ & \text{#4} & \end{matrix} & \begin{matrix} \text{#4} \\ 10 & 11 & 12 \end{matrix} \\ \hline \begin{matrix} \text{#4} \\ 4 & 5 & 6 \\ & \text{#2} & \end{matrix} & \begin{matrix} \text{#4} \\ 10 & 11 & 12 \end{matrix} \end{bmatrix}$$

$$[\bar{\kappa}^4] = \begin{bmatrix} \begin{matrix} \text{#4} \\ 10 & 11 & 12 \end{matrix} & \begin{matrix} \text{#5} \\ 14 & 15 & 16 \end{matrix} \\ \hline \begin{matrix} \text{#4} \\ 10 & 11 & 12 \end{matrix} & \begin{matrix} \text{#5} \\ 14 & 15 & 16 \end{matrix} \end{bmatrix}$$

$$[\bar{\kappa}] = \begin{bmatrix} \begin{matrix} \text{#1} \\ 1 & 2 & 3 \end{matrix} & \begin{matrix} \text{#2} \\ 4 & 5 & 6 \end{matrix} & \begin{matrix} \text{#4} \\ 10 & 11 & 12 \end{matrix} & \begin{matrix} \text{#5} \\ 14 & 15 & 16 \end{matrix} \\ \hline \begin{matrix} \text{#1} \\ 1 & 2 & 3 \end{matrix} & \begin{matrix} \text{#2} \\ 4 & 5 & 6 \end{matrix} & \begin{matrix} \text{#4} \\ 10 & 11 & 12 \end{matrix} & \begin{matrix} \text{#5} \\ 14 & 15 & 16 \end{matrix} \\ \hline \begin{matrix} \text{#1} \\ 1 & 2 & 3 \end{matrix} & \begin{matrix} \text{#2} \\ 4 & 5 & 6 \end{matrix} & \begin{matrix} \text{#4} \\ 10 & 11 & 12 \end{matrix} & \begin{matrix} \text{#5} \\ 14 & 15 & 16 \end{matrix} \\ \hline \begin{matrix} \text{#1} \\ 1 & 2 & 3 \end{matrix} & \begin{matrix} \text{#2} \\ 4 & 5 & 6 \end{matrix} & \begin{matrix} \text{#4} \\ 10 & 11 & 12 \end{matrix} & \begin{matrix} \text{#5} \\ 14 & 15 & 16 \end{matrix} \end{bmatrix}$$

$$[A] = \begin{bmatrix} \text{---} & \text{---} & \text{---} & \text{---} \\ \text{---} & \text{---} & \text{---} & \text{---} \\ \text{---} & \text{---} & \text{---} & \text{---} \\ \text{---} & \text{---} & \text{---} & \text{---} \end{bmatrix} \begin{matrix} 10 \\ 11 \\ 12 \\ 13 \end{matrix}$$

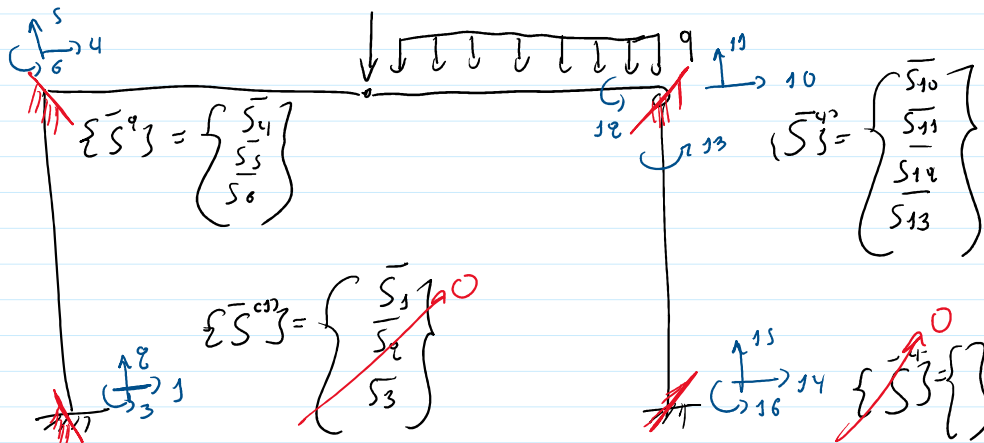
#2 4 5 6

#4

Γιατί οι κόμβοι 2-4 συνδέονται μέσω του μέγ (2-3) υπερστοιχείου, αλλά ο 13 δεν ανήκει σε αυτό το στοιχείο.

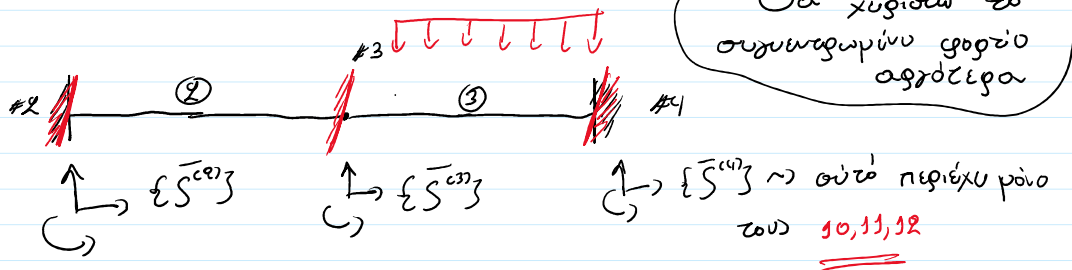
Ερώτημα 62

Να υπολογιστεί το διάνυσμα δράσεων παγίων $\bar{S}$ στα στοιχεία 1, Υπερστοιχείο 2-3, 4



→ γιατί δεν έχω επιδιόρθωση κόμβου στα μέγ 3, 4

Λοιπόν τα στοιχεία 2-3 μόνο τους



Θα χωρίσω το συνεχωγράμμο κόμβου σε δύο μέρη

$$\bar{S}^{(2)} = [\bar{A}_c^{23}]$$

$$\bar{S}^{(3)} = [\bar{A}_c^{32}] + [\bar{A}_c^{33}] \quad , \quad \bar{A}_c^{(3)} = [\Lambda^{(3)}]^T [\bar{A}_c^{(2)}]$$

$$\bar{A}_c^{(3)} = [\bar{A}_c^{32}]$$

↑
καθοδικό

↑
πορτικό

$$\{\bar{S}^{47}\} = [\bar{A}_c^{3u}]$$

$$\{\bar{A}_c\}_{6 \times 7} = \left\{ \{\bar{A}_c^{3s}\} \quad \{\bar{A}_c^{3u}\} \right\}^T = \left\{ 0 \quad \frac{2L}{2} \quad \frac{2L^2}{12} \mid 0 \quad \frac{2L}{2} \quad -\frac{2L^2}{12} \right\}^T$$

Άρα το συνολικό διάνυσμα παγίωσης του υποσυστήματος είναι

$$\{\bar{S}\} = \left\{ 0 \quad 0 \quad 0 \mid 0 \quad \frac{2L}{2} \quad \frac{2L^2}{12} \mid 0 \quad \frac{2L}{2} \quad -\frac{2L^2}{12} \right\}^T$$

$$\{\bar{S}_{ee}\} = \left\{ 0 \quad \frac{2L}{2} \quad \frac{2L^2}{12} \right\}^T$$

$$\{\bar{S}_{cc}\} = \left\{ 0 \quad 0 \quad 0 \mid 0 \quad \frac{2L}{2} \quad -\frac{2L^2}{12} \right\}^T$$

Άρα το συμπυκνωμένο διάνυσμα παγίωσης θα είναι το

$$\{\bar{S}_c\} = \{\bar{S}_{cc}\} - [K_{ce}][K_{ee}]^{-1}\{\bar{S}_{ee}\} \quad \checkmark$$

↑
συμπυκνωμένο διάνυσμα
θρόσεων παγίωσης

Επομένως το

$$\{\bar{S}_c\} = \left\{ 0 \quad \begin{array}{ccc|ccc} 4 & 5 & 6 & 10 & 11 & 12 \\ 0 & & & & & \end{array} \right\}$$

Άρα το διάνυσμα θρόσεων παγίωσης όλης της κατασκευής θα είναι το

$$\{\bar{S}\} = \left\{ \begin{array}{ccc|ccc|ccc|ccc} \text{\#1} & & & \text{\#2} & & & \text{\#4} & & & \text{\#5} & & \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 10 & 11 & 12 & 13 & 14 & 15 & 16 \\ 0 & 0 & 0 & \text{Από } \{\bar{S}_c\} & & & \text{Από } \{\bar{S}_c\} & & & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right\}$$

Ερώτημα 72

Ποιο το πρώτο αναδιτάξης?

Διατεταγμένοι β.ε. $\sim \{ \Delta_5 \} = \{ 1 \ 2 \ 3 \ 14 \ 15 \ 16 \}^T$

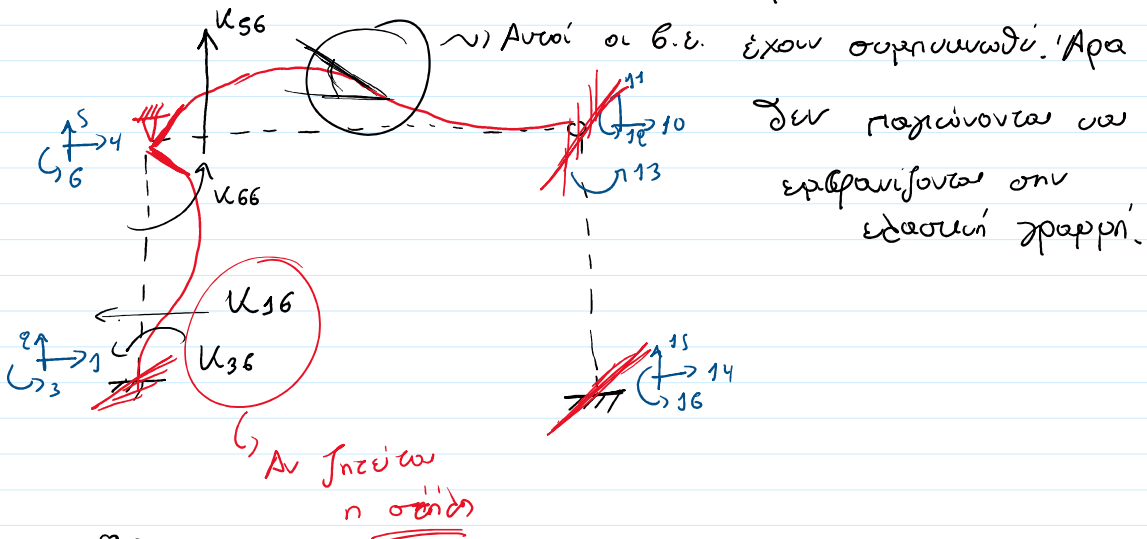
$$\begin{Bmatrix} \overline{\Delta_5} \\ \overline{\Delta_5} \end{Bmatrix} = C U \overline{\Delta_5}$$

$$C U = \begin{bmatrix} \text{#1} & & & & & \\ 1 & 2 & 3 & & & \\ & \text{#2} & & & & \\ & 4 & 5 & 6 & & \\ & & & \text{#4} & & \\ & & & 10 & 11 & 12 & 13 & & \text{#5} \\ & & & & & & & 14 & 15 & 16 \\ \hline 4 & & & & & & & & & \\ 5 & & & & & & & & & \\ 6 & & & & & & & & & \\ 10 & & & & & & & & & \\ 11 & & & & & & & & & \\ 12 & & & & & & & & & \\ 13 & & & & & & & & & \\ \hline 1 & & & & & & & & & \\ 2 & & & & & & & & & \\ 3 & & & & & & & & & \\ 14 & & & & & & & & & \\ 15 & & & & & & & & & \\ 16 & & & & & & & & & \end{bmatrix}$$

Ερώτημα 82

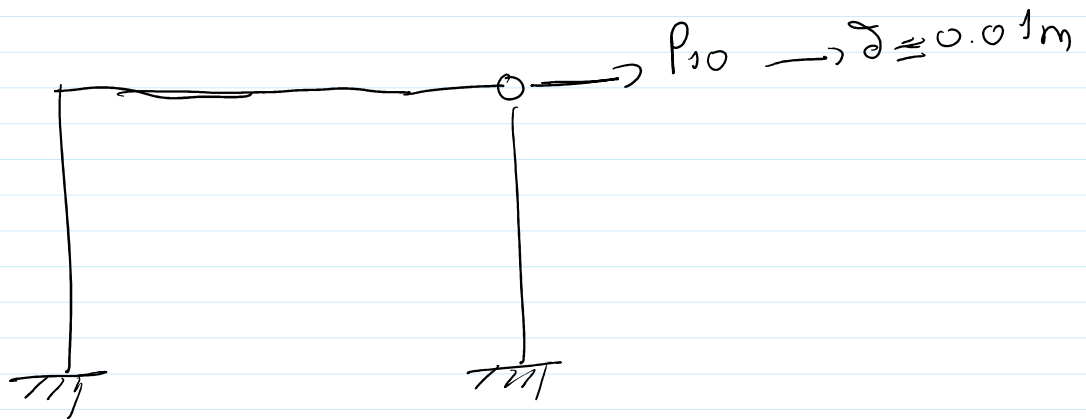
Ποιο ένα το φυσικό νόημα του δύοτε συμβαρόντα $\overline{K}_{56}$

τις κατασκευής? Με τη χρήση κατάλληλων σχημάτων.



Ερώτημα 92

Αν θεωρήσω ότι η μετακίνηση του β.ε 10 είναι $0.01m$ πως μπορώ να προσδιορίσω τη δύναμη P_{10} για να την προσαρμόσω?



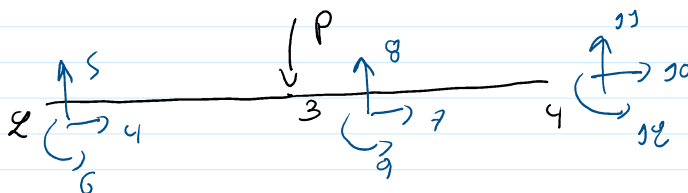
Οπότε, θα συμπυκνώσω όλους τους β.ε. και θα διατηρήσω τον 10

$$P_c = (K_c) \Delta_c$$

Ποιο είναι το διάνυσμα φόρτισης του ισοδύναμου Φορέα?

$$\{P_o\} = \{P_{ext}\} - \{S\}$$

Όπου το $\{P_{ext}\}$ αφορά στις επιωφελείς δράσεις του φορέα. Για να το υποδείξω, βλέπω ότι η μόνη επιωφελής δράση ασκείται στον κόμβο 3 ο.β.ε. του οποίου έχω συμπυκνώσει. Άρα



$$\{P_o\} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 4 & 5 & 6 & 10 & 11 & 12 \end{Bmatrix}^T$$

$$\{P_o\} = \begin{Bmatrix} 0 & -P & 0 & 0 \end{Bmatrix}$$

$$\begin{array}{ccccccc} & 4 & 5 & 6 & & 10 & 11 & 12 \\ \varepsilon P_e \} = & \varepsilon 0 & & -P & 0 & \} \\ & 7 & & 8 & 9 & \end{array}$$

$$\varepsilon P_e \} = \varepsilon P_{cc} \} + C_{Kee} \} C_{Kee} \}^{-1} \varepsilon P_e \}$$

↳ Για γραμμά των κόμβων 2 να 4 ηδων έχει
συνυπολογιστεί το $-P_i$ να άρα

$$\varepsilon P_{ext} \} = \underbrace{\varepsilon R_1 \quad R_2 \quad R_3}_{\substack{\text{άγνωστες} \\ \text{ανυδροσους}}} \mid \underbrace{P_c^4 \quad P_c^5 \quad P_c^6}_{\substack{\text{άγνωστες} \\ \text{ανυδροσους}}} \mid \underbrace{P_c^{10} \quad P_c^{11} \quad P_c^{12}}_{\substack{\text{άγνωστες} \\ \text{ανυδροσους}}} \mid \underbrace{R_{14} \quad R_{15} \quad R_{16}}_{\substack{\text{άγνωστες} \\ \text{ανυδροσους}}} \}$$

Γιατί στον 13
δεν έχω φόρτιση