Τεχνικό Επιμελητήριο της Ελλάδος

Σεμινάριο

ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΔΟΜΗΜΑΤΩΝ ΥΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ

"Δομικά στοιχεία σε υψηλές θερ/σίες"

Θ.Π. Τάσιος
Μ. Χρονόπουλος

A.. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ

1.. Πρό της Πυρκαγιάς

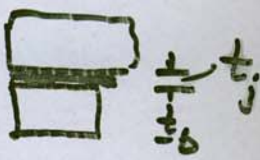
[Τάσιος 1985, 2007]

(όταν $f_{bc} \gg f_{mc}$)

$$f_{wc} = \underbrace{k_{\alpha} \cdot (\varphi_m f_{mc} + \varphi_b f_{bc})}_{f_{wc1}} \cdot \beta$$

όπου

$k_{\alpha} = (1 - 0{,}8\sqrt[3]{\alpha})$ $\quad \alpha = t_j : t_b$



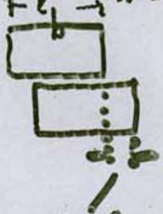
φ_m, φ_b ~ βαθμός "λάξευσης" λιθοσωμάτων

$(\varphi_m + \varphi_b = 1)$

Για χονδρολάξευση $\varphi_m = 0{,}6$, $\varphi_b = 0{,}4$

f_m, f_b ~ αντοχές κονιάματος, λιθοσωμάτων

$\beta \approx \delta + (1-\delta)\dfrac{f_{mc}}{f_{wc1}}$, βαθμός "πλέξης" των λίθων μεταξύ τους



$\delta \cdot \dfrac{l_b}{2}$

(π.δ.) $f_{mc} : f_{mc1} = 1/2$

$\delta =$	0	1/2	1
$\beta =$	1/2	3/4	1

ή, ακόμα απλούστερα, [Bröcker, 1961]

$$f_{wc} \sim 0{,}7\sqrt{f_{bc}}\cdot\sqrt[3]{f_{mc}}\ ,\ [MPa]$$

2.. Μετά την Πυρκαγιά

$$f_{wc,T} = \lambda_1\cdot\lambda_2\cdot\lambda_3\cdot\lambda_4\cdot f_{wc}\left(f_{bc,T} + f_{mc,T}\right)$$

μειωμένες αντοχές συστατικών

λ_1 ~ ρηγματώσεις κατά μήκος του τοίχου (ιδίως σε κάτω γωνίαν)

λ_2 ~ ρηγματώσεις κατά το πάχος του τοίχου

λ_3 ~ παραμορφώσεις καθ' ύψος τ8 τοίχου (εκκεντρότητες)

λ_4 ~ απομειώσεις πάχους τοίχου απ' τη φωτιά

$$\Delta b_w^{mm} \begin{cases} (t-20):4 & \leftarrow \text{ασβεστόλιθοι, σκυρόδεμα} \\ (t-20):30 & \leftarrow \text{Τούβλα} \end{cases}$$

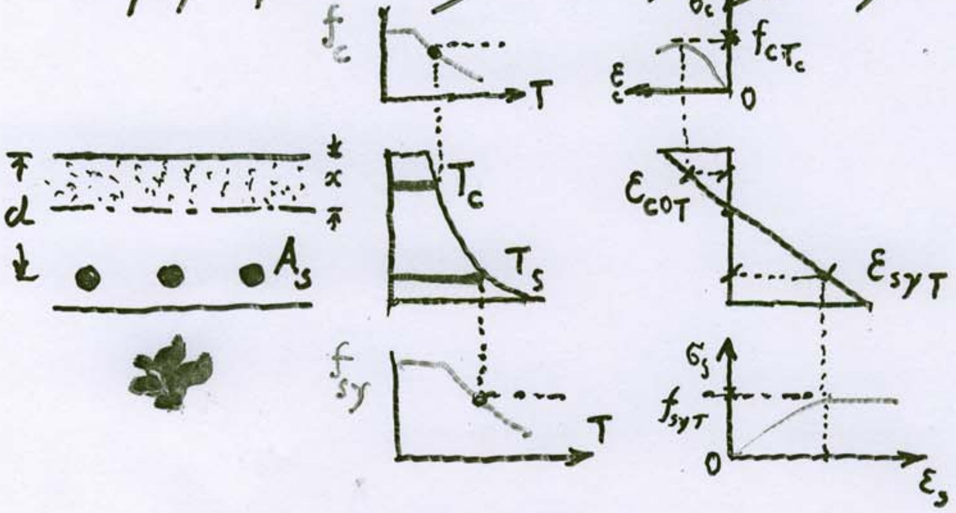
t: διάρκεια φωτιάς [min]

Β.. ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ κατα τη διάρκεια της πυρκ.

(ή μετά)

1.. Απλοποιημένη λύση

Αμφιέρειστη πλάκα, με ελεύθερη διαστολή:



$$\frac{x}{d} \cong 1{,}2\,\rho\, f_{syT} : f_{cT}$$

α) ΑΝΤΟΧΗ: $M_{uT} = \left(d - \frac{x}{2}\right) A_s f_{syT}$

Η μείωση της ροπής αστοχίας είναι λίγο μικρότερη απ'τη μείωση του ορίου διαρροής του χάλυβα υπο υψηλήν θερ/σίαν.

β) <u>Δυσκαμψία</u> κατά την πυρκαγιά:

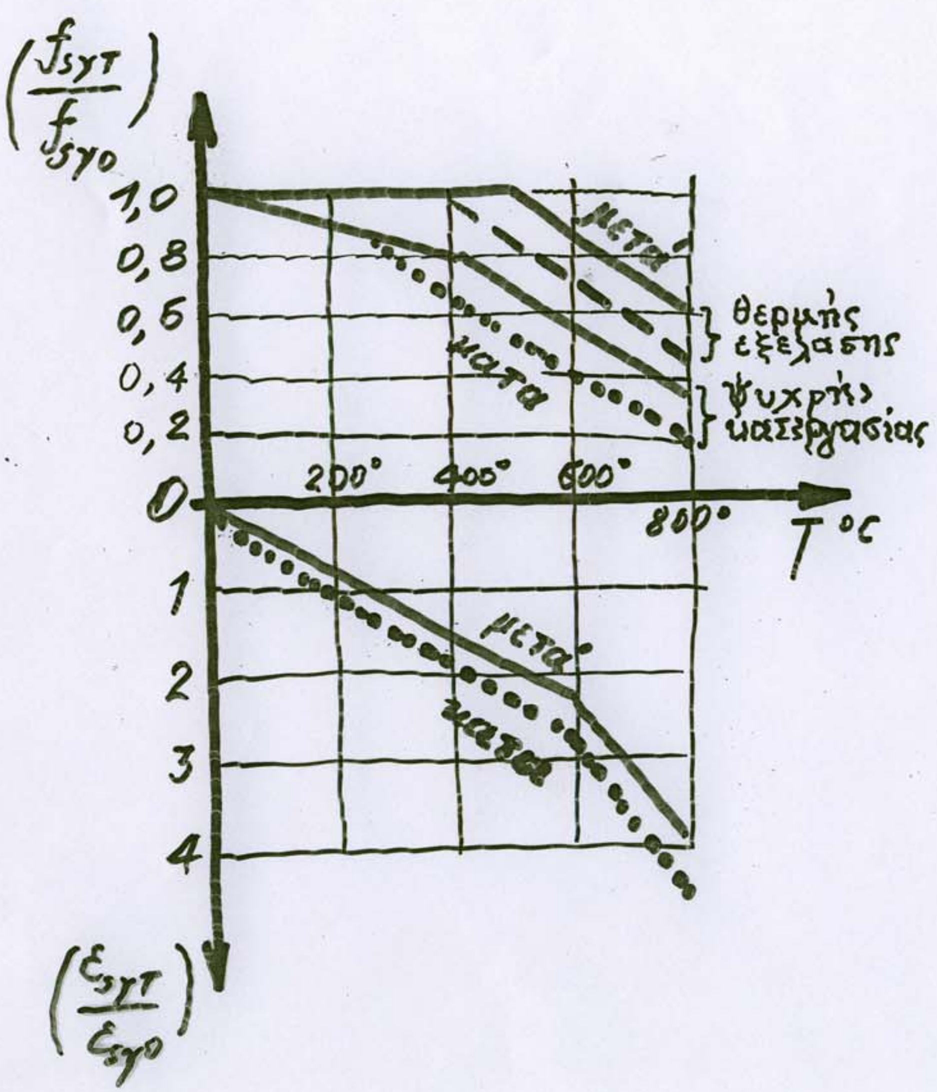
$$\frac{d-x}{r} = \varepsilon_{syT} \rightarrow \left(\frac{d}{r}\right)_{sT} = \varepsilon_{syT} : (1-x)$$

Επομένως

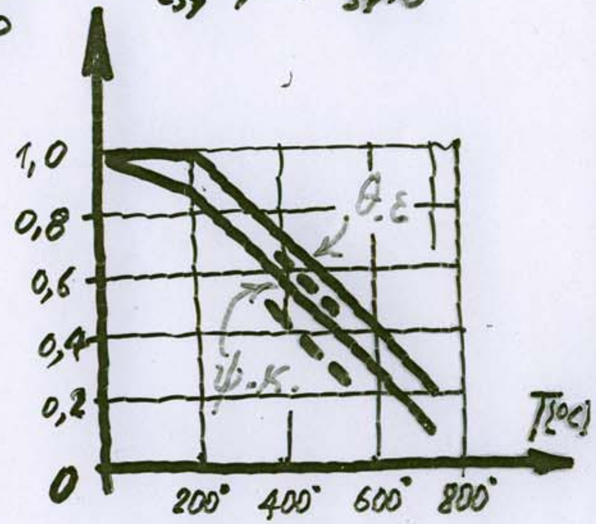
$$\boxed{K_{uT} = \lambda \cdot \frac{M_{uT}}{\left(\frac{1}{r}\right)_{sT}} = \Big[\underbrace{\lambda \cdot (1-x)\left(1-\frac{x}{2}\right)}_{\approx 2/3}\Big] \cdot A_s\, d^2 \left(\frac{f_{syT}}{\varepsilon_{syT}}\right)}$$

Αναζητείται λοιπόν η εξέλιξη του πηλίκου $\left(f_{sy} : \varepsilon_{sy}\right)$ συναρτήσει της θερμοκρασίας

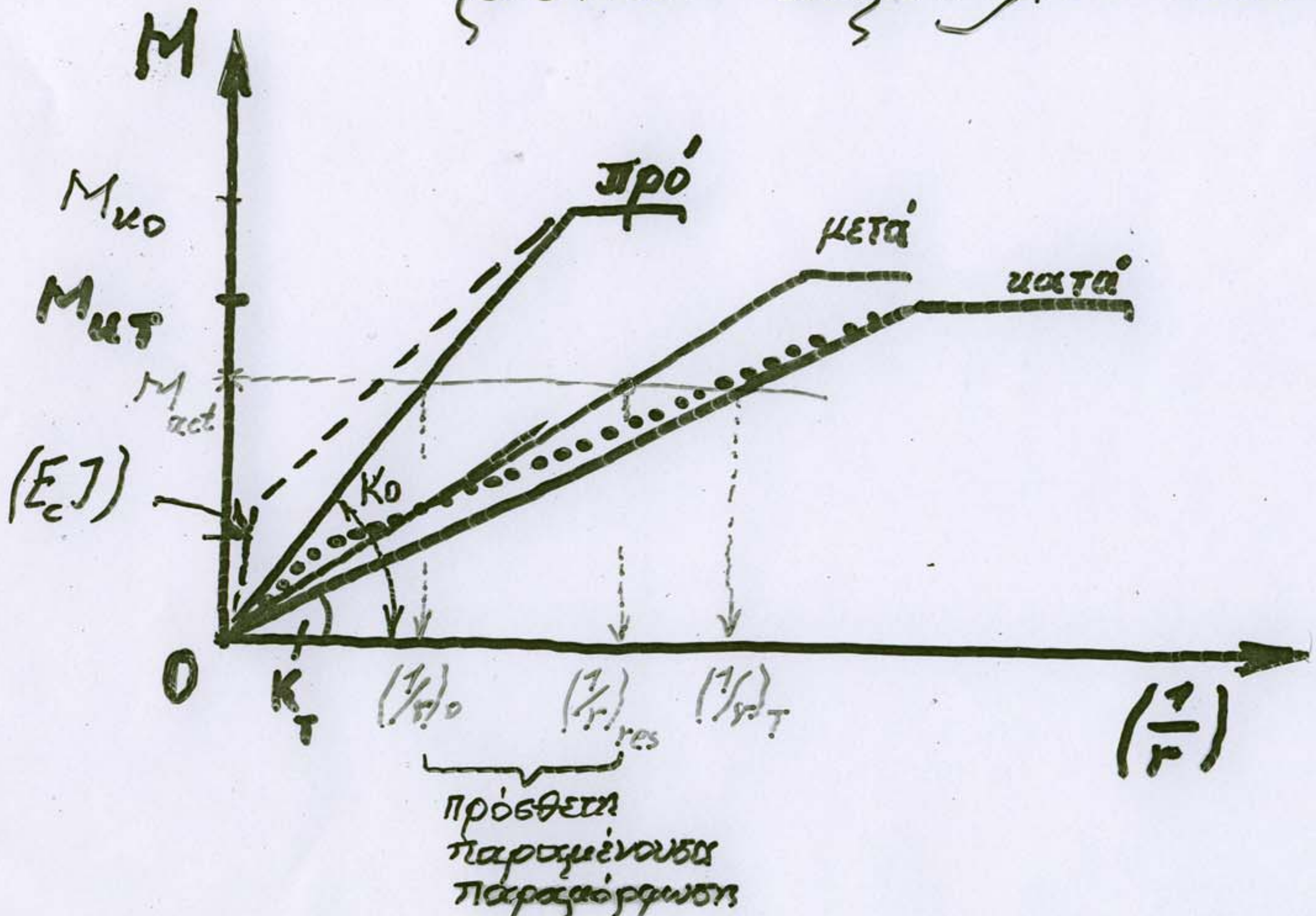
- <u>κατά</u> τη διάρκεια της πυρκαγιάς (θ)
- <u>μετά</u> την απόψυξη



$$\frac{K_T}{K_0} = \left(\frac{f_{sy}}{\varepsilon_{sy}}\right)_T : \left(\frac{f_{sy}}{\varepsilon_{sy}}\right)_0$$

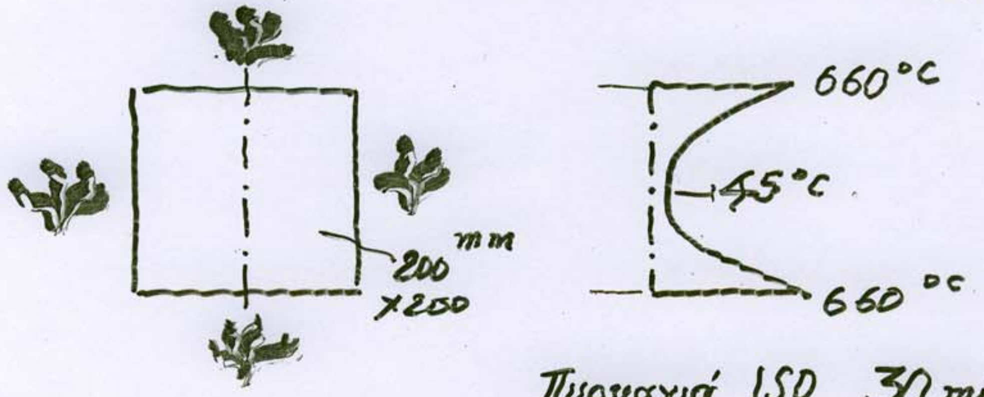


Πόσο γρήγορα μειώνεται η δυσκαμψία συναρτήσει της θερμότητας (κατά ή μετά την πυρκαγιά) γ) "Διαγράμματα ροπών - καμπυλοτήτων"

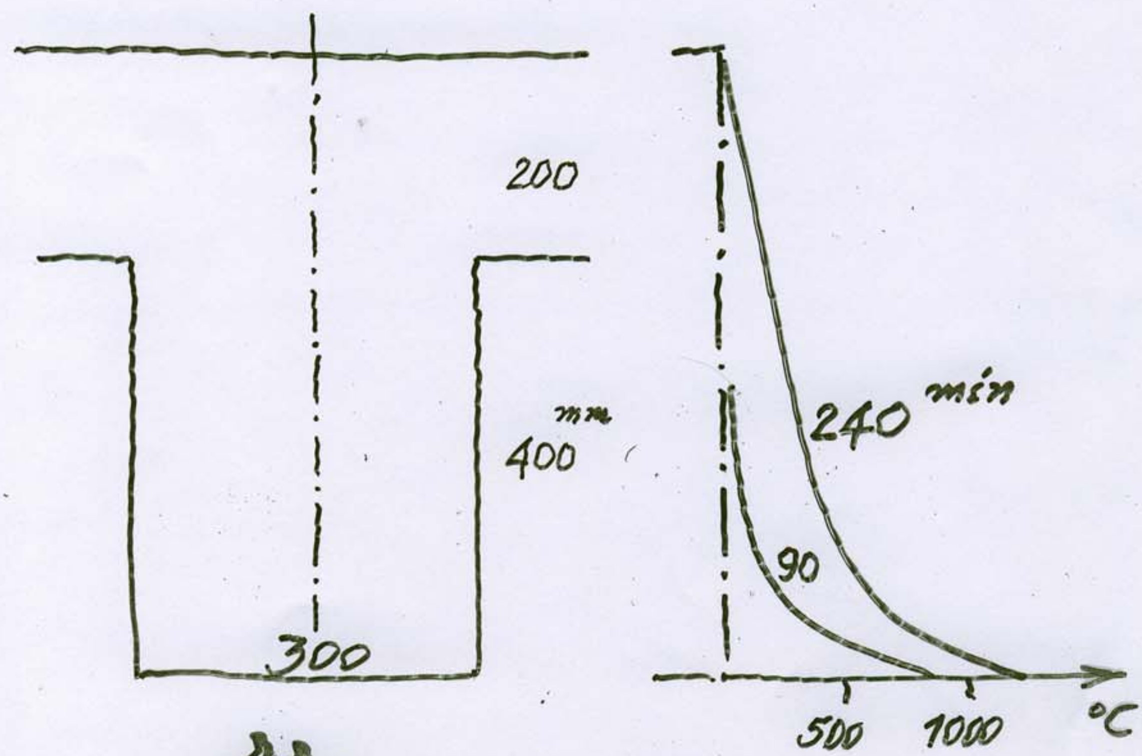


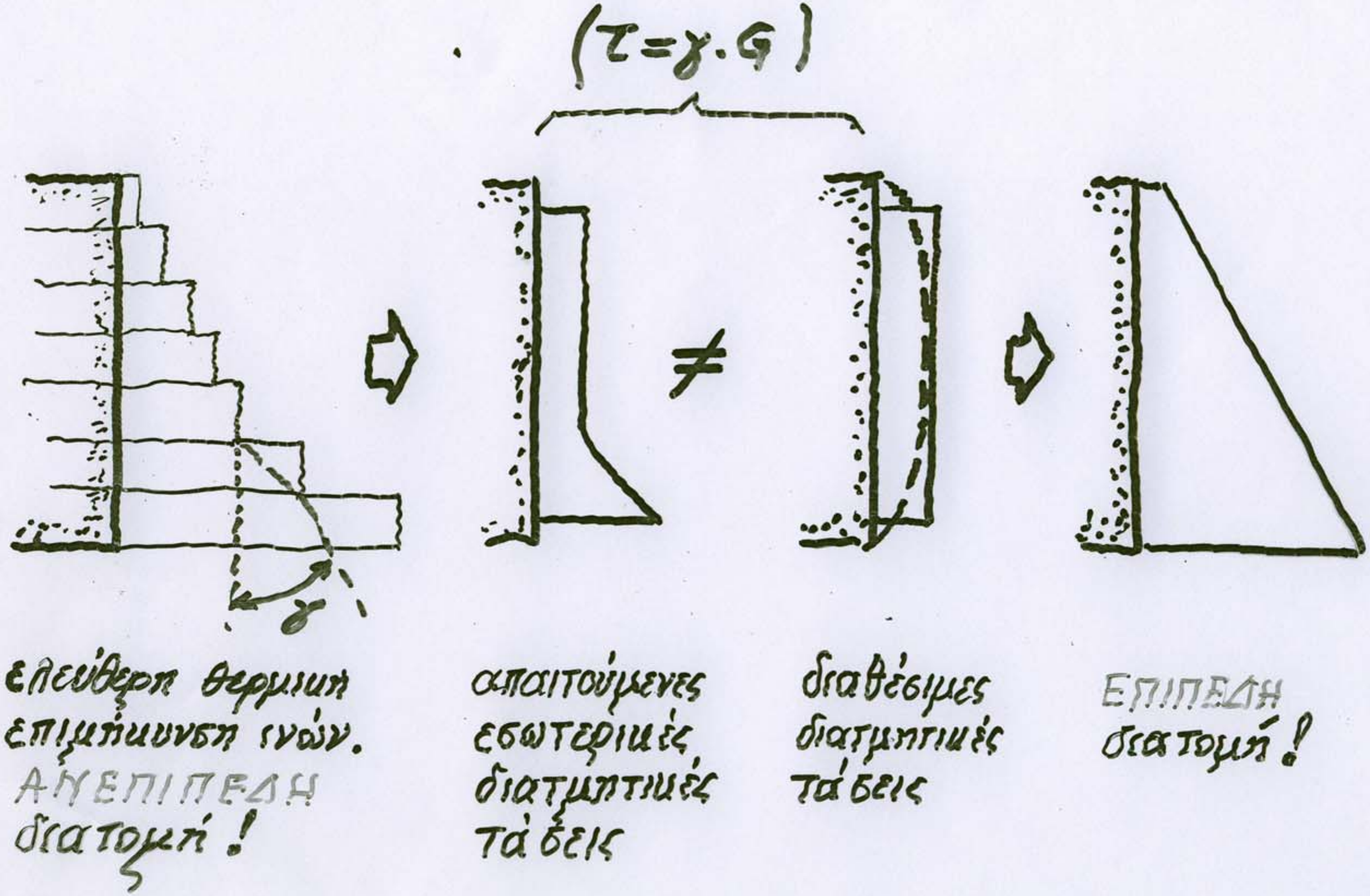
2.. Εισαγωγή στις ακριβέστερες υπολογιστικές μεθόδους

α) Η επιπεδότητα των διατομών;



Πυρκαγιά ISO 30 min




(τ=γ·G)
ελεύθερη θερμική επιμήκυνση ινών.
ΑΝΕΠΙΠΕΔΗ διατομή!
απαιτούμενες εσωτερικές διατμητικές τάσεις
διαθέσιμες διατμητικές τάσεις
ΕΠΙΠΕΔΗ διατομή!

β) Αληθής εσωτερική ένταση

(i) Για να αναιρέσομε υπολογιστικώς την ανεπιπεδότητα της διατομής, μπορούμε να χρησιμοποιήσομε το ακόλουθο λογιστικό τέχνασμα:

- Εισάγομε ορθές τάσεις

$$\sigma_T = -\varepsilon_T \cdot E_{cT}$$

μεταβλητό

$\varepsilon_T = \alpha_T \cdot T$

μεταβλητό

- Για λόγους ισορροπίας, αναιρούμε τη συνολική-τους (των σ_T), εισάγοντας ισοδύναμη ορθή δύναμη

$$N_T = \int_{-y_2}^{y_1} -\sigma_T(y) \cdot dA_c$$

ασκούμενη στο κ.β. του δ/τος των σ_T

- Δηλαδή εισάγομε και μια ροπή

$$M_T = \int_{-y_2}^{y_1} \sigma_T(y) \cdot y \, dA_c$$

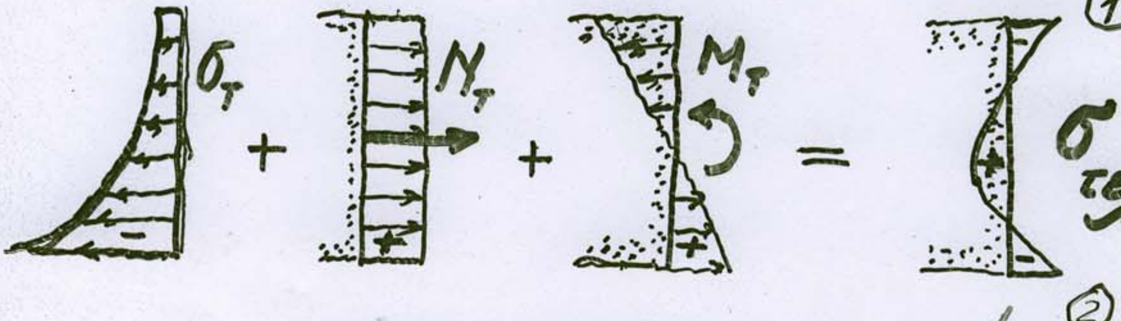
γ) Το σύστημα

$$[\sigma_T] + [N_T] + [M_T]$$

αυτοϊσορροπεί, εξωτερικώς

αλλά

παράγει εσωτερικήν εντατ. κατάσταση



Άρα γνωρίζομε
την εντατική κατάσταση
των διατομών (για εναν ελεύθερον φορέα)

δ) Και οι παραμορφώσεις;

$$[\varepsilon] = \underbrace{\left(\varepsilon_T + \frac{\sigma_T}{E_{cT}}\right)}_{\sim 0} + \varepsilon_{NT} + \varepsilon_{MT}$$

Άρα:

(i) Καμπυλότητα

$$\left(\frac{1}{r}\right)_T = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{h} = \frac{N_T}{A_c h}\left(\frac{1}{E_{c,T_2}} - \frac{1}{E_{c,T_1}}\right) + \frac{M_T}{J_c h}\left(\frac{y_2}{E_{cT_2}} + \frac{y_1}{E_{cT_1}}\right)$$

→ Διάγραμμα Ροπών/Καμπυλοτήτων

(ii) Αξονική επιμήκυνση

$$\varepsilon_{0,T} = \frac{\varepsilon_2 + \varepsilon_1}{2} = \frac{N_T}{2A_c}\left(\frac{1}{E_{cT_2}} + \frac{1}{E_{cT_1}}\right) + \frac{M_T}{2J_c}\left(\frac{y_2}{E_{cT_2}} - \frac{y_1}{E_{cT_1}}\right)$$

ε) Επίλυση ΥΠΕΡΣΤΑΤΙΚΟΥ ΦΟΡΕΑ με τη βοήθεια των δεδομένων της §δ.