



Ειδικά Θέματα Σκυροδέματος (ΠΜ901)

9ο Εξάμηνο

Αρχές σχεδιασμού

ΝΙΚΟΣ ΖΥΓΟΥΡΗΣ

ΕΤΟΣ 2023

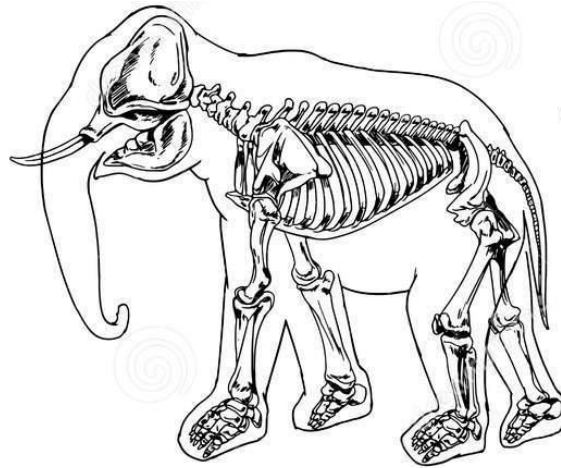
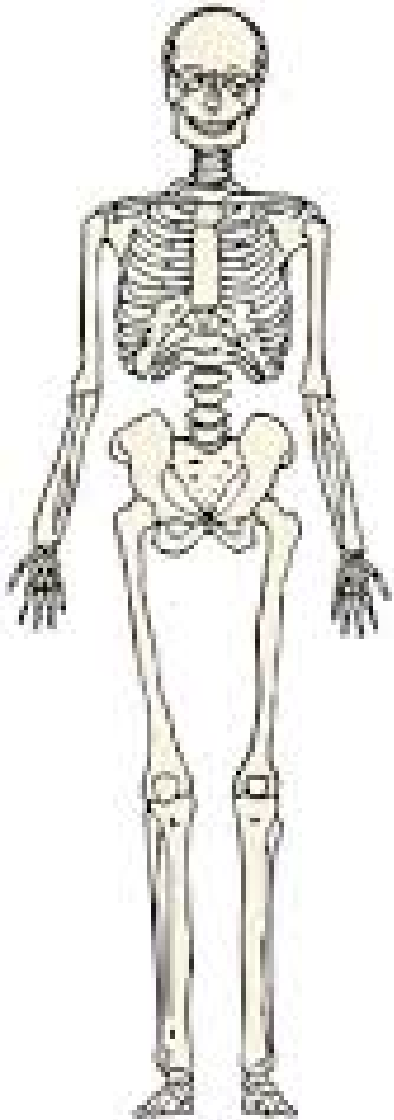
Δρ. Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ

Φέρων Οργανισμός κατασκευής

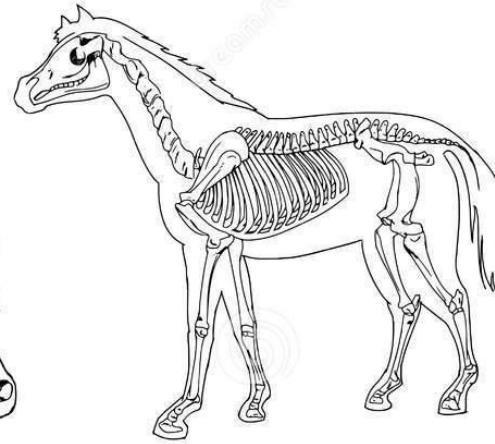
(Σκελετός)

είναι το σύνολο των στοιχείων της κατασκευής που προορίζονται να μεταφέρουν φορτία πέρα από τα δικά τους βάρη

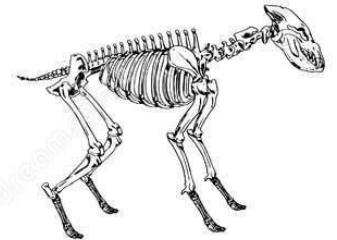
Σκελετός



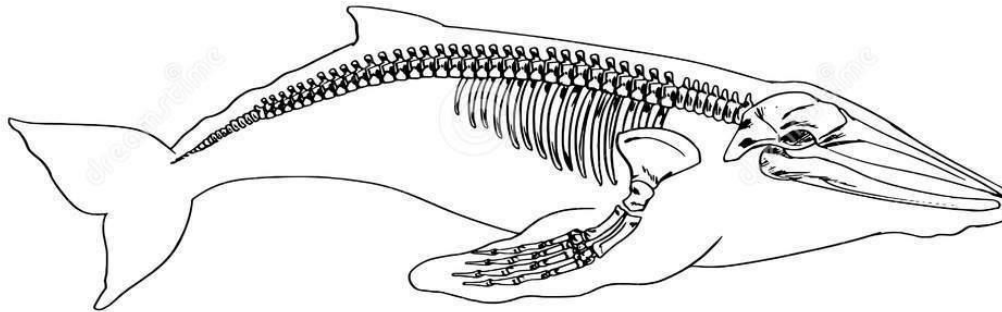
elephant



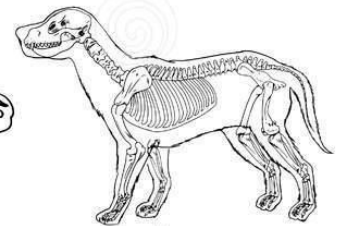
horse



hyena

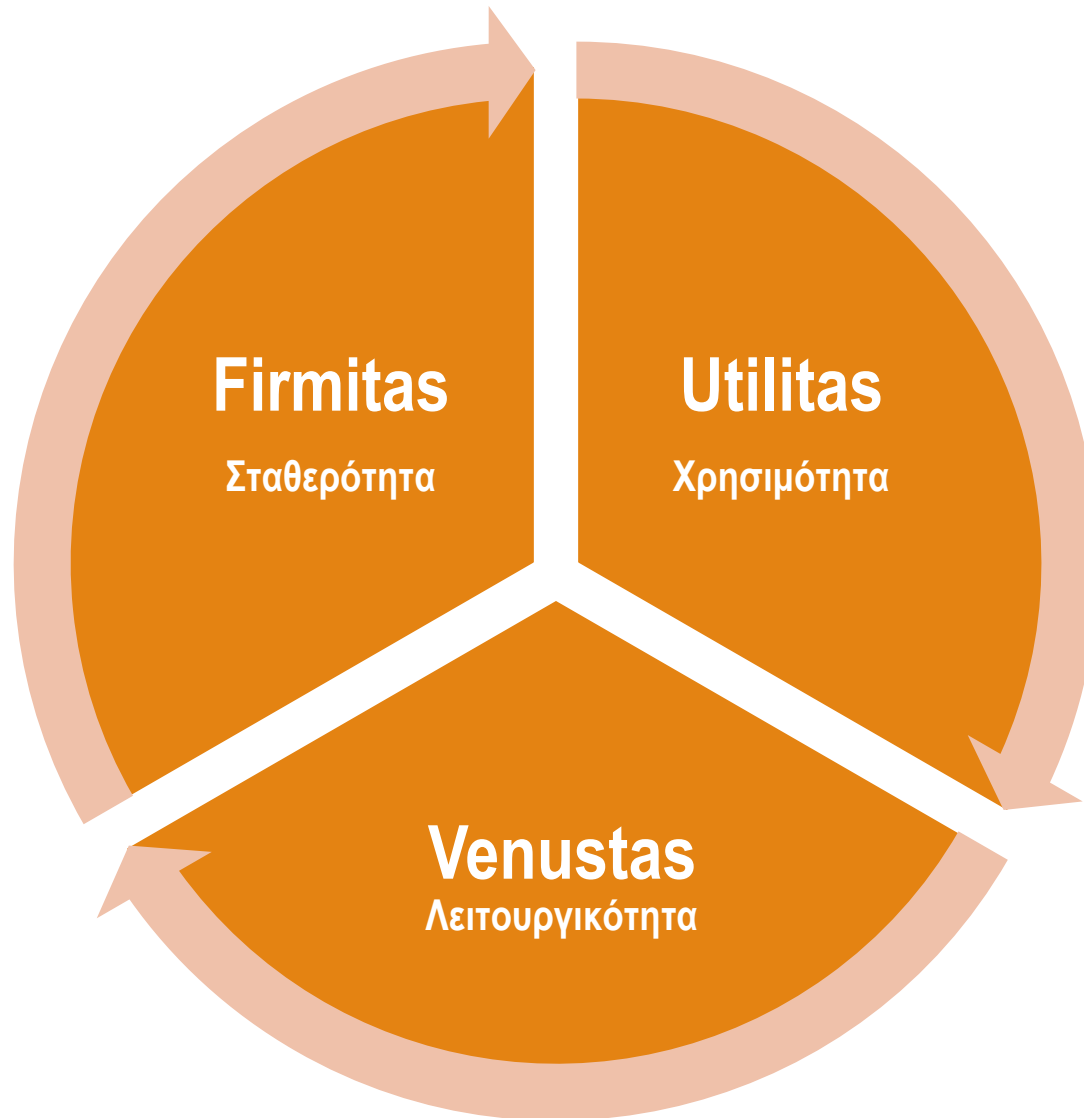


whale



dog

Βασικές απαιτήσεις σχεδιασμού



Βιτρούβιος

Βασικές απαιτήσεις σχεδιασμού



Ευροκώδικες

Βασικές απαιτήσεις σχεδιασμού

Ένας φορέας θα πρέπει :

- να αντιμετωπίζει όλες τις δράσεις και τις επιδράσεις, οι οποίες είναι πιθανόν να εμφανισθούν κατά την **εκτέλεση** και τη **χρήση**
- να παραμένει κατάλληλος για τη χρήση, για την οποία απαιτείται κατά τη διάρκεια της σκοπούμενης ζωής του.

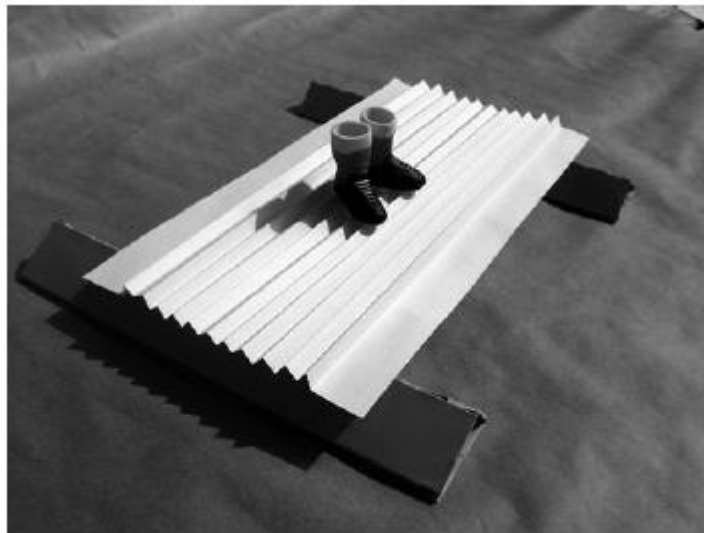
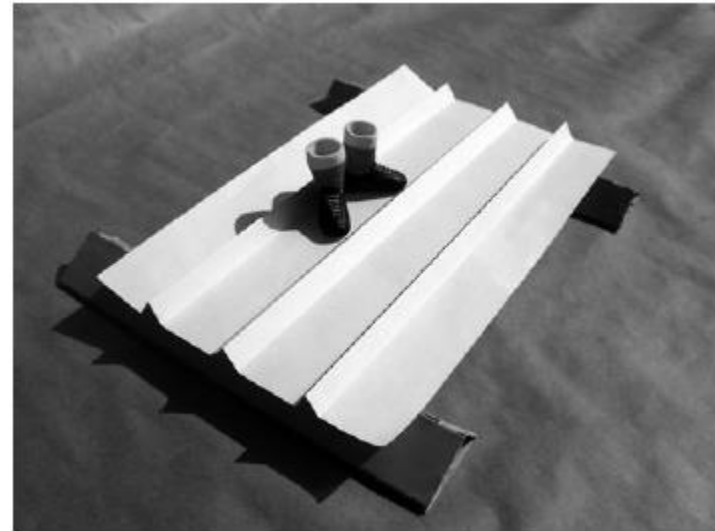
Ένας φορέας θα σχεδιάζεται έτσι ώστε να διαθέτει :

- αντίσταση
- λειτουργικότητα
- ανθεκτικότητα

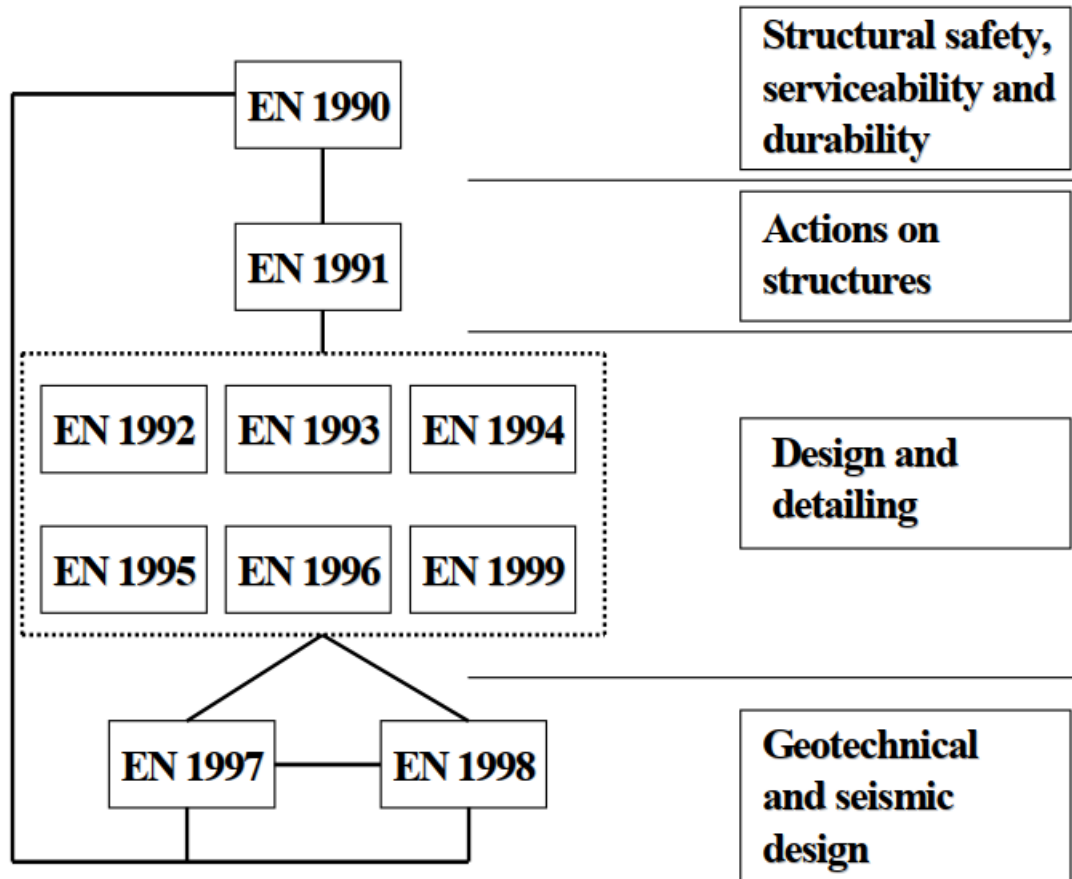
Κριτήρια επιλογής φορέα

- Ασφαλής μεταφορά των δυνάμεων στο έδαφος
- Αισθητική
- Οικονομία
- Απλότητα
- Μη κατάρρευση υπό συγκεκριμένα φορτία
- Εξασφάλιση κατά την λειτουργία
- Αντοχή σε πυρκαγιά και άλλες δράσεις

... ένα απλό πείραμα



Κανονιστικό πλαίσιο



Κανονιστικό πλαίσιο

EN 1992-2 : Γέφυρες από σκυρόδεμα

EN 1993-2 : Χαλύβδινες γέφυρες

EN 1994-2 : Γενικοί κανόνες και κανόνες για (σύμμεικτες) γέφυρες

EN 1995-2 : Ξύλινες γέφυρες

EN 1997-1 : Γεωτεχνικός σχεδιασμός – Γενικοί Κανόνες

EN 1998-2 : Αντισεισμικός σχεδιασμός – Γέφυρες

Δράση \leq Αντοχή

Δράσεις (EN1990 - §4.1.1)

- **Μόνιμες δράσεις (G)**, π.χ. ίδιον βάρος φορέων, σταθερός εξοπλισμός και οδοστρωσία, και έμμεσες δράσεις από συστολή ξήρανσης και διαφορικές καθιζήσεις.
- **Μεταβλητές δράσεις (Q)**, π.χ. επιβαλλόμενα φορτία σε πατώματα, δοκάρια και στέγες κτηρίων, δράσεις ανέμου ή φορτία χιονιού.
- **Τυχηματικές δράσεις (A)**, π.χ. εκρήξεις, ή πρόσκρουση οχήματος.

Τιμή σχεδιασμού δράσης

- Το μέγεθος σχεδιασμού E_d το οποίο συναρτάται με μια δράση F_k μπορεί να εκφρασθεί ως:

όπου:
$$E_d = \gamma_{sd} \cdot \gamma_f \cdot \psi \cdot F_k = \gamma_F \cdot E_k$$

- F_k : είναι η χαρακτηριστική τιμή της δράσης
- γ_f : επιμέρους συντελεστής για τη δράση, ο οποίος λαμβάνει υπόψη την πιθανότητα δυσμενών αποκλίσεων των τιμών των δράσεων από τις αντιπροσωπευτικές τιμές
- γ_{sd} : επιμέρους συντελεστής ο οποίος λαμβάνει υπόψη αβεβαιότητες
- ψ : είναι είτε 1,00 είτε ψ_0 , ψ_1 , ή ψ_2

Αντοχή σχεδιασμού υλικού

- Η τιμή σχεδιασμού R_d μιας ιδιότητας υλικού ή προϊόντος μπορεί να εκφρασθεί ως:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_{Rd}} \cdot \left\{ \eta \cdot \frac{X_k}{\gamma_m} \right\} = \frac{R_k}{\gamma_M}$$

- X_k : είναι η χαρακτηριστική τιμή της ιδιότητας υλικού
- η : είναι η μέση τιμή του συντελεστή μετατροπής, ο οποίος λαμβάνει υπόψη τις επιδράσεις του όγκου και της κλίμακας, τις επιδράσεις της υγρασίας και της θερμοκρασίας και οποιεσδήποτε άλλες συναφείς παραμέτρους
- γ_m : επιμέρους συντελεστής για την ιδιότητα υλικού ο οποίος λαμβάνει υπόψη την πιθανότητα δυσμενούς απόκλισης
- γ_{Rd} : επιμέρους συντελεστής ο οποίος καλύπτει την αβεβαιότητα στο προσομοίωμα αντίστασης.

... Οριακές καταστάσεις

Η **Οριακή Κατάσταση Αστοχίας** (ΟΚΑ ή ULS) αναφέρεται στην κατάσταση όπου δρουν τα μέγιστα πιθανά φορτία και η κατασκευή ... **οριακά** δεν καταρρέει.

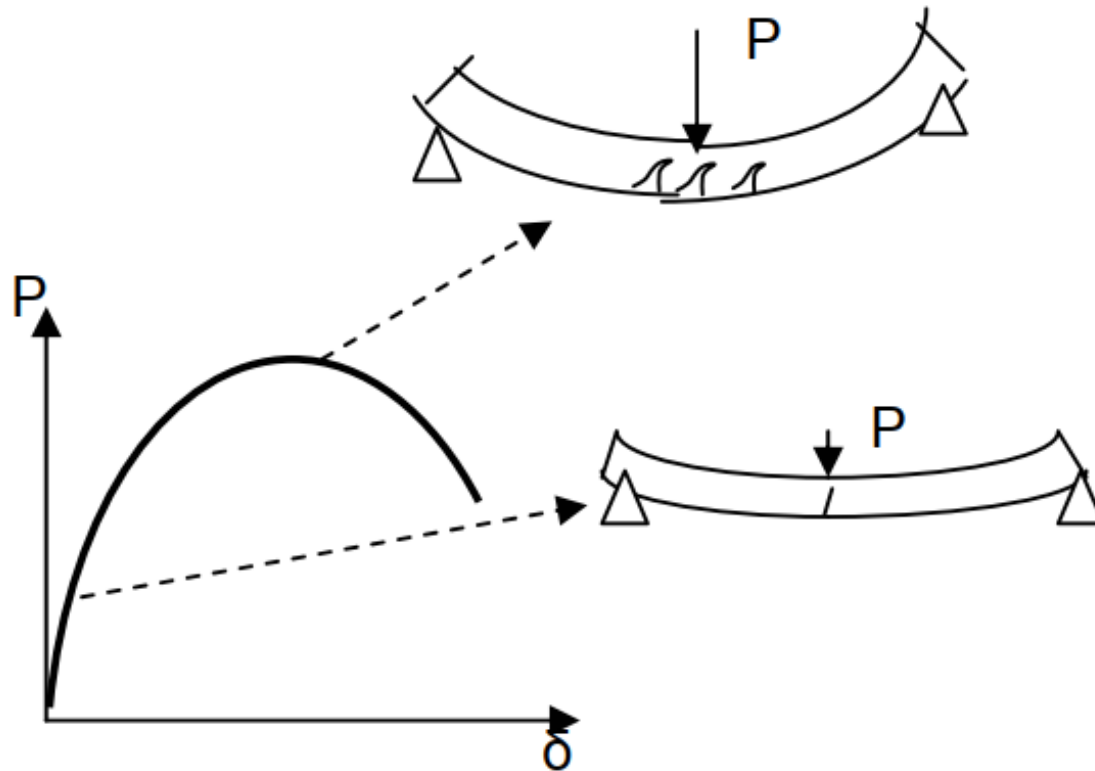
Στην ΟΚΑ τα φορτία **πολλαπλασιάζονται** με αυξητικούς συντελεστές.

Η **Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας** (ΟΚΛ ή SLS) αναφέρεται στην κατάσταση όπου υπό την επίδραση των μεγίστων πιθανών φορτίων, η κατασκευή ... **οριακά** δεν χάνει την λειτουργικότητά της.

Στην ΟΚΛ τα φορτία **δεν πολλαπλασιάζονται** με αυξητικούς συντελεστές.

... και στις δύο περιπτώσεις εξετάζεται η πιθανότητα ταυτόχρονης εμφάνισης των φορτίων

... Οριακές καταστάσεις



Οριακές Καταστάσεις Αστοχίας

Κανονισμός εφαρμογής

EN 1990 Eurocode - 'Basis of structural design'

... περιγράφει τέσσερις οριακές καταστάσεις

- **EQU**: Απώλεια στατικής ισορροπίας του, θεωρούμενου ως άκαμπτου σώματος, φορέα ή οποιουδήποτε μέρους του.
- **STR**: Εσωτερική αστοχία ή υπερβάλλουσα παραμόρφωση του φορέα ή δομικών μελών, όπως πεδίων θεμελίωσης, πασσάλων, τοιχωμάτων υπογείων κλπ.
- **GEO**: Αστοχία ή υπερβάλλουσα παραμόρφωση του εδάφους.
- **FAT**: Αστοχία λόγω κόπωσης του φορέα ή των δομικών μελών.

Οριακές Καταστάσεις Λειτουργικότητας

Κανονισμός εφαρμογής

EN 1990 Eurocode - 'Basis of structural design'

... περιγράφει τρεις οριακές καταστάσεις

CHR : Χαρακτηριστική

FRQ : Συχνή

QPR : Οιονεί μόνιμη

Ανίσωση για STR/GEO (EN1990 - §6.4.2)

$$E_d \leq R_d$$

Ανίσωση για EQU (EN1990 - §6.4.2)

$$E_{d,dst} \leq R_{d,stb}$$

... Καταστάσεις σχεδιασμού (EN1990 - §3.2)

Καταστάσεις σχεδιασμού με διάρκεια, αναφέρονται στις συνθήκες κανονικής χρήσης.

Παροδικές καταστάσεις σχεδιασμού, οι οποίες αναφέρονται σε προσωρινές συνθήκες π.χ. κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης ή της επισκευής του.

Τυχηματικές καταστάσεις σχεδιασμού, οι οποίες αναφέρονται σε εξαιρετικές περιπτώσεις συνθηκών π.χ. πυρκαϊά, έκρηξη, πρόσκρουση ή οι συνέπειες τοπικής αστοχίας.

Καταστάσεις σχεδιασμού έναντι σεισμού, αναφέρονται σε σεισμικά συμβάντα.

... Διάρκεια ζωής έργου

| Κατηγορία Διάρκειας Ζωής Σχεδιασμού | Ενδεικτική διάρκεια ζωής σχεδιασμού (χρόνια) | Παραδείγματα |
|-------------------------------------|--|---|
| 1 | 10 | Προσωρινές Κατασκευές ⁽¹⁾ |
| 2 | 25 | Δομικά στοιχεία τα οποία μπορούν να αντικατασταθούν π.χ. εφέδρανα |
| 3 | 25 | Αγροτικές και παρεμφερείς κατασκευές |
| 4 | 50 | Κτήρια και παρεμφερή |
| 5 | 100 | Μνημειακά κτήρια, γέφυρες και άλλα τεχνικά έργα |

(1) Οι φορείς και τα δομικά στοιχεία τα οποία μπορούν να αποσυναρμολογηθούν εν όψει επαναχρησιμοποίησής τους δε θα πρέπει να θεωρούνται προσωρινά.

Εσωτερική ένταση στοιχείων

... εσωτερική ένταση



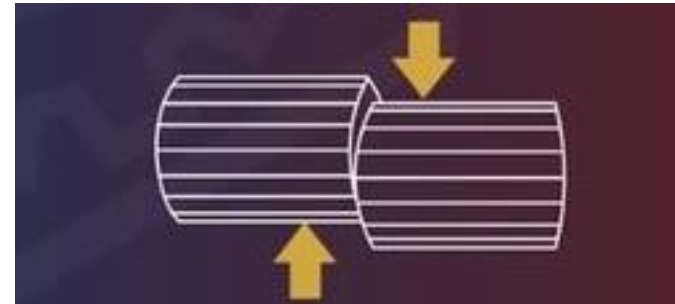
Εφελκυσμός



Στρέψη



Θλίψη

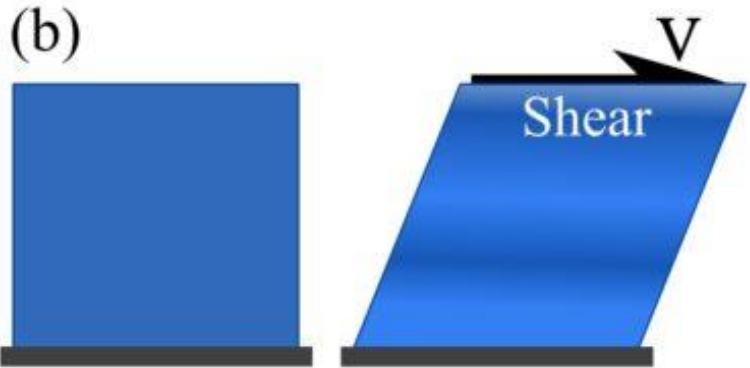
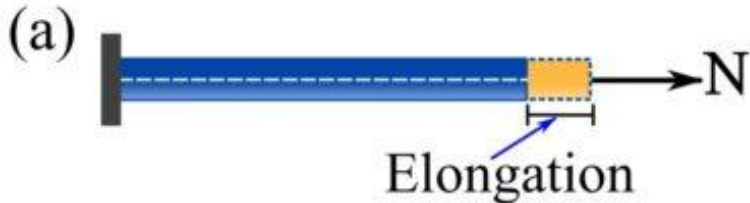


Τέμνουσα

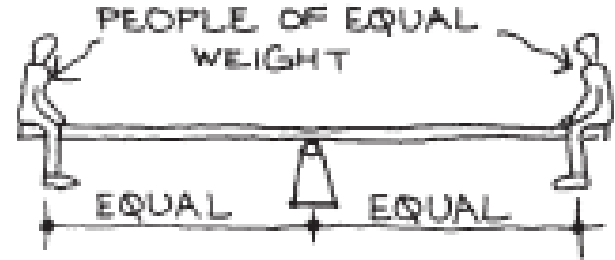
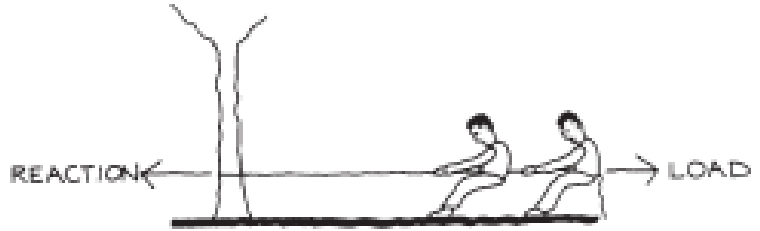


Κάμψη

... εσωτερική ένταση



... δράση - αντίδραση



Είδη στηρίξεων

| Όνομα | Σύμβολο | Εικόνα | Επιτρεπόμενη μετακίνηση | | |
|--------------------------|---------|--------|-------------------------|-----------|--------|
| | | | Κατακόρυφη | Οριζόντια | Στροφή |
| Κύλιση | | | Όχι | Ναι | Ναι |
| Άρθρωση | | | Όχι | Όχι | Ναι |
| Εσωτερική άρθρωση | | | Όχι | Όχι | Ναι |
| Πάκτωση | | | Όχι | Όχι | Όχι |
| Εσωτερική κύλιση/άρθρωση | | | Όχι | Ναι | Όχι |

Ευχαριστώ πολύ