

17ο Φοιτητικό Συνέδριο “Επισκευές Κατασκευών 2011”

Δράσεις σχεδιασμού σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες.
Η μετάβαση από τους παλαιούς κανονισμούς στους νέους

Κων/νος Γ. Τρέζος
Εργ. Ω.Σ./ΕΜΠ

Πάτρα 22-23 Φεβρουαρίου 2011

Εισαγωγή

Ευρωκώδικες: σύμπλεγμα κανονισμών για τον σχεδιασμό έργων πολιτικού μηχανικού.

Συντάχθηκαν και αναπτύχθηκαν από την CEN (=30 ευρωπαϊκές χώρες) στο πλαίσιο της Οδηγίας 89/106/ΕΟΚ «Προϊόντα Δομικών Έργων».

Προβλέπονταν να γίνουν υποχρεωτικοί (εντός της CEN) την 1/1/2011 (!) Εξάμηνη παράταση (?)

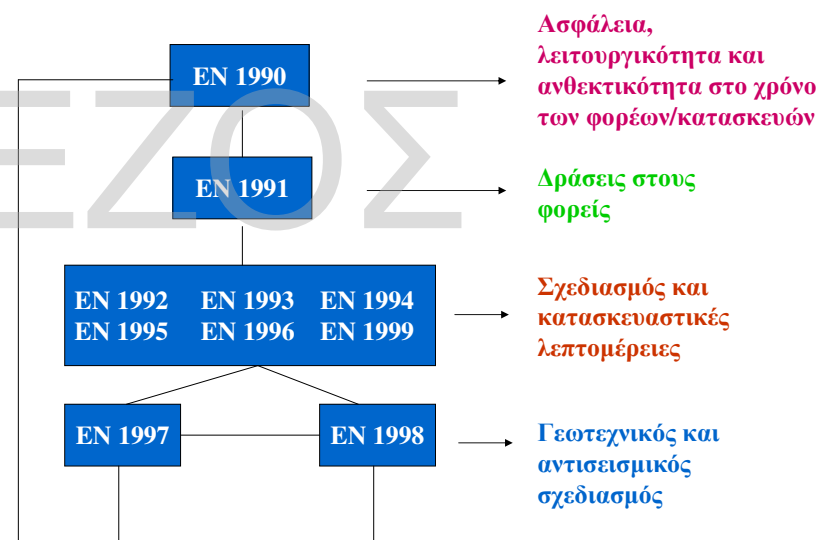
Αλλά και μη ευρωπαϊκές χώρες όπως Σιγκαπούρη, Βιετνάμ, Μαλαισία, Ινδία, Ρωσία, καθώς και ορισμένες χώρες της Β. Αφρικής ενδιαφέρονται να υιοθετήσουν τους Ευρωκώδικες.

Σήμερα υπάρχουν συνολικά 10 Ευρωκώδικες.

EN 1990	Ευρωκώδικας 0:	EC 0:	Βάσεις Σχεδιασμού
EN 1991	Ευρωκώδικας 1:	EC 1:	Δράσεις
EN 1992	Ευρωκώδικας 2:	EC 2:	Σχεδιασμός Φορέων από Σκυρόδεμα
EN 1993	Ευρωκώδικας 3:	EC 3:	Σχεδιασμός Φορέων από Χάλυβα
EN 1994	Ευρωκώδικας 4:	EC 4:	Σχεδιασμός Σύμμεικτων Φορέων από Χάλυβα και Σκυρόδεμα
EN 1995	Ευρωκώδικας 5:	EC 5:	Σχεδιασμός Ξύλινων Φορέων
EN 1996	Ευρωκώδικας 6:	EC 6:	Σχεδιασμός Φορέων από Τοιχοποιία
EN 1997	Ευρωκώδικας 7:	EC 7:	Γεωτεχνικός Σχεδιασμός
EN 1998	Ευρωκώδικας 8:	EC 8:	Αντισεισμικός Σχεδιασμός
EN 1999	Ευρωκώδικας 9:	EC 9:	Σχεδιασμός Φορέων από Αλουμίνιο

Μελλοντικός μπορεί να συνταχθούν Ευρωκώδικες για τα ανθρακονήματα, το γυαλί κλπ.

ΣΧΕΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΩΝ



Κάθε Ευρωκώδικας αποτελείται από διάφορα «**Μέρη**» τα οποία έχουν ισχύ Ευρωπαϊκού Προτύπου (EN).

Σήμερα υπάρχουν συνολικά 58 μέρη

EN 1990 - Basis of structural design

- EN 1990 Basis of structural design
- EN 1990 Basis of structural design - Annex A.2 Bridges

EN 1991 - Actions on structures

- EN 1991-1-1 Actions on structures • Self weight & imposed loads
- EN 1991-1-2 Actions on structures • Fire
- EN 1991-1-3 Actions on structures • Snow loads
- EN 1991-1-4 Actions on structures • Wind actions
- EN 1991-1-5 Actions on structures • Thermal Actions
- EN 1991-1-6 Actions on structures • Execution
- EN 1991-1-7 Accidental actions
- EN 1991-2 Actions on structures • Traffic loads on bridges
- EN 1991-3 Actions • Cranes and machinery
- EN 1991-4 Actions on structures • Silos and tanks

EN 1992 - Design of concrete structures

- EN 1992-1-1 Design of concrete structures • General req.
- EN 1992-1-2 Design of concrete structures • Fire design
- EN 1992-2 Design of concrete structures - Bridges
- EN 1992-3 Concrete • Liquid retaining

.....

.....

EN 1998 - Design provisions for earthquake resistance of structures

- EN 1998-1 Design for earthquake resistance • Gen. requirements
- EN 1998-2 Design for earthquake resistance • Bridges
- EN 1998-3 Design for earthquake resistance • Assess. and retrofitting
- EN 1998-4 Earthquake • Silos, tanks & pipelines
- EN 1998-5 Design for earthquake resistance • Foundations
- EN 1998-6 Design for earthquake resistance • Towers masts

Δομή των Ευρωκωδίκων

Τίθενται κατ' αρχάς οι **βασικές απαιτήσεις** (βλ EN 1990) τις οποίες πρέπει να πληροί ένα δόμημα. Τέτοιες είναι οι απαιτήσεις **ασφαλείας, λειτουργικότητας και ανθεκτικότητας**. Μελλοντικώς, προβλέπεται οι Ευρωκώδικες να καλύπτουν και άλλες απαιτήσεις όπως υγιεινής, σεβασμού του περιβάλλοντος, οικονομίας (εξοικονόμηση ενέργειας), θερμότητας κλπ.

Στην συνέχεια, σε κάθε έναν Ευρωκώδικα, ορίζονται οι **αρχές** με τις οποίες ικανοποιούνται οι παραπάνω απαιτήσεις. Οι Αρχές διακρίνονται στο κείμενο των Ευρωκωδίκων από το γράμμα P που ακολουθεί τον αριθμό της παραγράφου π.χ. (2)P.

Ακολούθως δίνονται οι **κανόνες εφαρμογής** οι οποίοι θεωρείται ότι υπακούν στις βασικές απαιτήσεις και ικανοποιούν τις αρχές. Οι κανόνες εφαρμογής μπορεί και να μην είναι υποχρεωτικοί, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και εναλλακτικοί κανόνες εφαρμογής με την προϋπόθεση ότι είναι σε συμφωνία με τις αρχές και ότι είναι τουλάχιστον ισοδύναμοι από πλευράς αντοχής, λειτουργικότητας και ανθεκτικότητας με τους κανόνες εφαρμογής του κανονισμού.

Ενσωματωμένες στο κείμενο του Ευρωκώδικα, υπάρχουν και οι **Σημειώσεις** (είναι γραμμένες με μικρότερη γραμματοσειρά) οι οποίες επεξηγούν το κείμενο του κανονισμού.

Οι “Σημειώσεις” στους Ευρωκώδικες είναι κατά κάποιο τρόπο το αντίστοιχο των “Σχολίων” που υπάρχουν στον ΕΚΩΣ.

2. ΒΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

2.1 Απαιτήσεις

2.1.1 Βασικές απαιτήσεις

- (1)P Ο σχεδιασμός των κατασκευών από σκυρόδεμα πρέπει να είναι εναρμονισμένος με τους γενικούς κανόνες που δίνονται στο EN 1990.
- (2)P Πρέπει επίσης να εφαρμόζονται οι συμπληρωματικές διατάξεις που δίνονται στην ενότητα αυτή για τις κατασκευές από σκυρόδεμα.
- (3) Οι βασικές απαιτήσεις του Κεφαλαίου 2 του EN 1990 κρίνεται ότι ικανοποιούνται για κατασκευές από σκυρόδεμα όταν εφαρμόζονται ταυτοχρόνως τα κάτωθι:
- σχεδιασμός οριακής κατάστασης σε συνδυασμό με τη μέθοδο του μερικού συντελεστή ασφαλείας σύμφωνα με το EN 1990
 - δράσεις σύμφωνα με το EN 1991,
 - συνδυασμός δράσεων σύμφωνα με το EN 1990 και
 - αντοχή, ανθεκτικότητα σε διάρκεια και λειτουργικότητα σύμφωνα με το παρόν πρότυπο.

Σημείωση: Απαιτήσεις που αφορούν αντοχή σε φωτιά (βλ. EN 1990 Ενότητα 5 και EN 1992-1-2) είναι δυνατόν να υπαγορεύσουν μεγαλύτερες διαστάσεις δομικών στοιχείων σε σχέση με αυτές που απαιτούνται για την αντοχή της κατασκευής υπό κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας.

Αρχές

Κανόνες
εφαρμογής

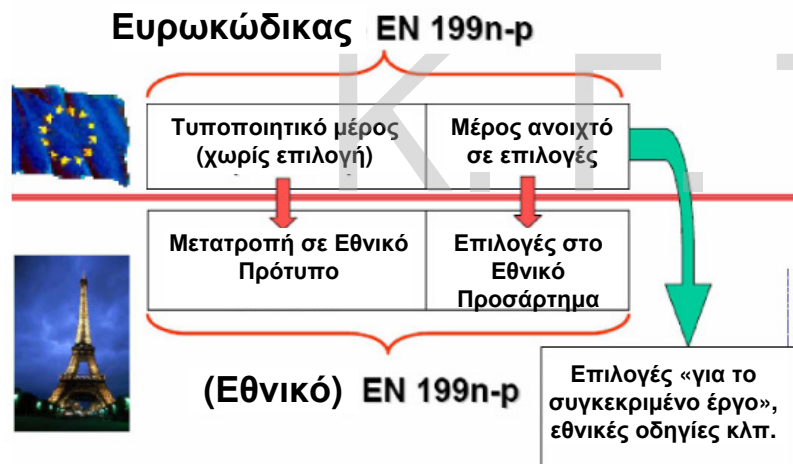
Σημει
ώσεις

Μια ιδιαιτερότητα των Ευρωκωδίκων είναι ότι σε αρκετές περιπτώσεις επιτρέπουν να γίνει **Εθνική Επιλογή** ορισμένων παραμέτρων (**Εθνικώς προσδιοριζόμενες παράμετροι**, Nationally Determined Parameters – NDP). Οι παράμετροι αυτές είναι σαφώς ορισμένες σε κάθε Ευρωκώδικα και μόνον τις αριθμητικές τιμές αυτών των παραμέτρων δικαιούται να τροποποιήσει κάθε χώρα.

Συνήθως αν δεν υπάρχει άλλος λόγος υιοθετούνται οι προτεινόμενες από τον Ευρωκώδικα τιμές.

Για να είναι δυνατή η εφαρμογή των Ευρωκωδίκων είναι υποχρεωτικό κάθε χώρα να εκδώσει για κάθε ένα Μέρος του κάθε Ευρωκώδικα το αντίστοιχο Εθνικό Προσάρτημα (ή Εθνικό Κείμενο Εφαρμογής, National Application Document) χωρίς το οποίο δεν είναι δυνατή η εφαρμογή του Ευρωκώδικα.

Εφαρμογή των Ευρωκωδίκων



**EN 1990 : Βάσεις Σχεδιασμού
Φερουσών Κατασκευών**

EN 1990: ΒΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

Για το σχεδιασμό των κτηρίων και των έργων Πολ. Μηχ/κού κάθε Μέρος (Part) των Ευρωκωδίκων :

- EN 1991- Ευρωκώδικας 1: Δράσεις στους φορείς και
- Ευρωκώδικες σχεδιασμού EN 1992 έως EN 1999 **πρέπει να χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με τον Ευρωκώδικα EN 1990 – Βάσεις Σχεδιασμού**

Το EN 1990 παρέχει τις **μη-εξαρτώμενες από τα δομικά υλικά** πληροφορίες που απαιτούνται για το σχεδιασμό με βάση τους Ευρωκώδικες κτηρίων και έργων Πολ. Μηχ/κού

EN 1990: ΒΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

- Πρόλογος
- Μέρος 1ο – Γενικά
- Μέρος 2ο – Απαιτήσεις
- Μέρος 3ο – Αρχές σχεδιασμού με βάση τις οριακές καταστάσεις
- Μέρος 4ο – Βασικές μεταβλητές
- Μέρος 5ο – Ανάλυση του φορέα και σχεδιασμός με την βοήθεια δοκιμών
- Μέρος 6ο – Ελεγχοι με την μέθοδο των επιμέρους συντελεστών

EN 1990: ΒΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

- Παράρτημα Α.1 (κανονιστικό) – Συνδυασμοί δράσεων σε κτήρια
- Παράρτημα Β (πληροφοριακό) - Διαχείριση της δομικής αξιοπιστίας στις κατασκευές
- Παράρτημα Γ (πληροφοριακό) – Βάσεις για τον σχεδιασμό με την μέθοδο των επιμέρους συντελεστών και για την ανάλυση της αξιοπιστίας
- Παράρτημα Δ (πληροφοριακό) – Σχεδιασμός με την βοήθεια δοκιμών
- Παράρτημα Α.2 (κανονιστικό) – Εφαρμογή σε γέφυρες

EN 1990: ΒΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

Αντικείμενο του EN 1990: Βάσεις Σχεδιασμού κτηρίων και έργων Πολ. Μηχ.

Το EN 1990 θέτει τις **βασικές απαιτήσεις (requirements)**

- Ασφάλεια (Safety)
- Λειτουργικότητα (Serviceability)
- Ανθεκτικότητα (Durability)

των φορέων/κατασκευών.

Ορίζει τις αρχές με τις οποίες ικανοποιούνται οι απαιτήσεις:

- Σχεδιασμός με βάση τις οριακές καταστάσεις
- Τιμές σχεδιασμού
- Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας
- Συνδυασμοί δράσεων

Δίνει εναλλακτικούς τρόπους-κανόνες για τον σχεδιασμό:

- Διαφοροποίηση του επιπέδου ασφαλείας
- Σχεδιασμός με την βοήθεια δοκιμών κλπ

EN 1990: ΒΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

- Κάλυψη θεμελιωδών απαιτήσεων (ασφάλεια, λειτουργικότητα και ανθεκτικότητα) με επαρκή **αξιοπιστία** και **οικονομία** καθόλη την **διάρκεια ζωής** του έργου.
- Σε περίπτωση **πυρκαγιάς** να επιδεικνύει ικανοποιητική συμπεριφορά για ένα απαιτούμενο χρονικό διάστημα.
- Σε περίπτωση **τυχηματικών καταστάσεων** (εκρήξεις, προσκρούσεις, ανθρώπινα λάθη) οι συνέπειες να μην είναι δυσανάλογες προς το αρχικό συμβάν.
- **Λήψη μέτρων** για αποφυγή πιθανών βλαβών: (περιορισμός τυχηματικών καταστάσεων, υπερστατικότητα, δυνατότητα ανακατανομής, προειδοποίηση)

EN 1990: ΒΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

Ωφέλιμη διάρκεια ζωής του έργου

Κατηγορία	Διάρκεια (χρόνια)
1 Προσωρινές Κατασκευές	10
2 Δομικά στοιχεία τα οποία μπορούν να αντικατασταθούν π.χ. εφέδρανα	10 έως 25
3 Αγροτικές και παρεμφερείς κατασκευές	15 έως 30
4 Κτήρια και παρεμφερή	50
5 Μνημειακά κτήρια, γέφυρες και άλλα τεχνικά έργα	100

EN 1990: ΒΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

Το EN 1990 βασίζεται στις έννοιες:

- των **καταστάσεων σχεδιασμού** (*design situations*)
 - των «**οριακών καταστάσεων**» (*limit states*)
- σε συνδυασμό με τη μέθοδο των **επιμέρους συντελεστών ασφαλείας** (*partial factor method*)

EN 1990: ΒΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

Καταστάσεις σχεδιασμού:

- Καταστάσεις σχεδιασμού με διάρκεια ή παραμένουσες, (κανονική χρήση) **Persistent**
- Παροδικές καταστάσεις σχεδιασμού, (προσωρινές συνθήκες: ανέγερση, επισκευή) **Transient**
- Τυχηματικές καταστάσεις σχεδιασμού, (εξαιρετικές συνθήκες: πυρκαϊά, έκρηξη, πρόσκρουση, τοπική αστοχία) **Accidental**
- Σεισμικές καταστάσεις σχεδιασμού, **Seismic**

EN 1990: ΒΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

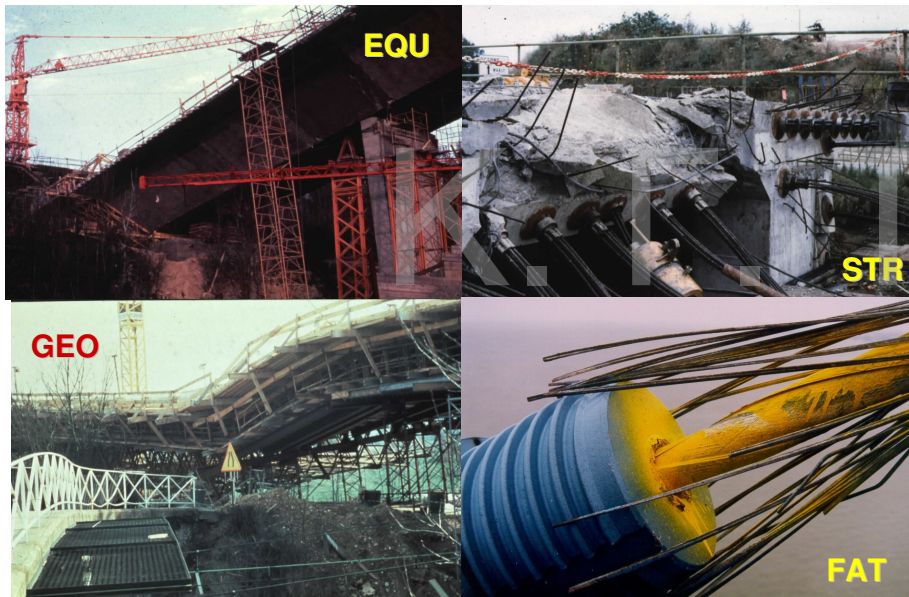
Οριακές Καταστάσεις

- Οριακή κατάσταση **αστοχίας**
- Οριακή κατάσταση **λειτουργικότητας**

EN 1990: ΒΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

Οι **οριακές καταστάσεις αστοχίας** διακρίνονται σε:

- Απώλεια στατικής ισορροπίας ως στερεού (**EQU**)
- Αστοχία μέλους από υπέρβαση της αντοχής του υλικού ή από υπερβολική παραμόρφωση (**STR**)
- Αστοχία εδάφους (**GEO**)
- Κόπωση (**FAT**)



EN 1990: ΒΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

Οι **οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας** διακρίνονται σε:

- Αναστρέψιμες
- Μή αναστρέψιμες

Αφορούν: την **λειτουργία** υπό φυσιολογική χρήση, την **άνεση** των χρηστών και την εξωτερική **εμφάνιση** της κατασκευής:

- Παραμορφώσεις
- Δονήσεις
- Βλάβες

EN 1990: ΒΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

Οι δράσεις κατατάσσονται ως εξής:

Ανάλογα με την μεταβολή-τους στον χρόνο σε:

μόνιμες (G), λ.χ. ίδιο βάρος του φορέα, επικαλύψεις, διαχωριστικά, βοηθητικές κατασκευές και σταθερός εξοπλισμός
μεταβλητές (Q), λ.χ. πρόσθετα μόνιμα, ωφέλιμα, άνεμος ή χιόνι
τυχηματικές (A), λ.χ. εκρήξεις ή πρόσκρουση από οχήματα

EN 1990: ΒΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

Οι δράσεις κατατάσσονται ως εξής:

Ανάλογα με την προέλευσή-τους σε:

άμεσες, δύναμη (φορτίο) που επιβάλλεται στο φορέα ή
έμμεσες, επιβαλλόμενη ή παρεμποδιζόμενη παραμόρφωση από θερμοκρασιακές μεταβολές, μεταβολή της υγραμετρίας ή άνισης καθιζήσεις, επιτάχυνση από σεισμό

EN 1990: ΒΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

Οι δράσεις κατατάσσονται ως εξής:

Ανάλογα με την μεταβολή-τους στον χώρο σε:

σταθερές
ελεύθερες

EN 1990: ΒΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

Οι δράσεις κατατάσσονται ως εξής:

Ανάλογα με την φύση-τους ή/και την απόκριση του φορέα σε:

στατικές
δυναμικές

EN1990 : ΒΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

EN 1990: ΒΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

Αντιπροσωπευτικές τιμές των **δράσεων**:

- **χαρακτηριστική** τιμή (F_k): συνήθως μια ανώτερη τιμή (ποσοστμόριο 95%) ή μέση τιμή, ή κατώτερη τιμή (ποσοστμόριο 5%), ή ονομαστική τιμή ή συμβατική τιμή που δεν έρχεται σε αντίθεση με το EN1991
- Τιμή **σχεδιασμού** (F_d) = $\gamma_f F_k$
- Τιμή **συνδυασμού** ($\psi_0 F_k$)
- **Συχνή** τιμή ($\psi_1 F_k$)
- **Οιονεί μόνιμη** τιμή ($\psi_2 F_k$)

Τιμές συντελεστών ψ_i

Δράσεις	Συνδυασμού ψ_0	Συχνή ψ_1	Οιονεί-μόνιμη ψ_2
Επιβ. Φορτ. Κατ. A, B	0,7	0,5	0,3
Επιβ. Φορτ. Κατ. C, D	0,7	0,7	0,6
Επιβ. Φορτ. Κατ. E	1,0	0,9	0,8
Χιόνι	0,5-0,7	0,2-0,5	0,0-0,2
Ανεμος	0,6	0,2	0,0
Θερμοκρασία	0,6	0,5	0,0

EN 1990: ΒΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

Ελεγχοι στατικής ισορροπίας και αντίστασης (αντοχής)

Εκτελούνται ξεχωριστοί έλεγχοι για τις:

Οριακές καταστάσεις (στατικής) ισορροπίας (EQU) :

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

Οριακές καταστάσεις αντίστασης (STR/GEO) :

$$E_d \leq R_d$$

EN1990 : ΒΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Οριακές Καταστάσεις **Αστοχίας** STR/GEO –
Θεμελιώδεις συνδυασμοί για μόνιμες και παροδικές καταστάσεις σχεδιασμού

Εξίσωση (6.10) του EN 1990

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Εξισώσεις (6.10α) και (6.10β) του EN 1990

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \\ \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \end{array} \right.$$

$$0,85 \leq \xi \leq 1,00$$

EN1990 : ΒΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Τυχηματικές καταστάσεις σχεδιασμού :
Εξίσωση 6.11β του EN 1990

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + (\psi_{1,1} \text{ or } \psi_{2,1}) Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Σεισμικές καταστάσεις σχεδιασμού :
Εξίσωση 6.12β του EN 1990

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_{Ed} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

EN1990 : ΒΑΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Οριακές Καταστάσεις **Λειτουργικότητας** (ΟΚΛ):
Συνδυασμοί δράσεων

- **Χαρακτηριστικός** συνδυασμός (μη-αναστρέψιμη ΟΚΛ)

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- **Συχνός** συνδυασμός (αναστρέψιμη ΟΚΛ)

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- **Οιονεί-μόνιμος** συνδυασμός (αναστρέψιμη ΟΚΛ)

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

EN 1991 : Δράσεις στις Φέρουσες Κατασκευές

Μέρη του EN 1991-1

- EN 1991-1-1 : Πυκνότητες, ιδ. βάρη, επιβαλλόμενα φορτία σε κτήρια
- EN 1991-1-2 : Δράσεις σε φέρουσες κατασκευές εκτιθέμενες σε πυρκαγιά
- EN 1991-1-3 : Φορτία χιονιού
- EN 1991-1-4 : Δράσεις ανέμου
- EN 1991-1-5 : Θερμικές δράσεις
- EN 1991-1-6 : Δράσεις κατά τη φάση της ανέγερσης
- EN 1991-1-7 : Τυχηματικές δράσεις
- EN 1991-2 : Φορτία κυκλοφορίας γεφυρών
- EN 1991-3 : Δράσεις οφειλόμενες σε γεραμούς και μηχανήματα
- EN 1991-4 : Δράσεις σε σιλό και δεξαμενές

EN 1991-1-1: Πυκνότητες, ίδ.β., επιβαλ. φορτία σε κτήρια

- Πρόλογος
- Μέρος 1ο – Γενικά
- Μέρος 2ο – Κατηγοριοποίηση δράσεων
- Μέρος 3ο – Καταστάσεις σχεδιασμού
- Μέρος 4ο – Πυκνότητες υλικών κατασκευής και αποθηκευμένων υλικών
- Μέρος 5ο – Ιδιον βάρος των κατασκευών
- Μέρος 6ο – Επιβαλλόμενα φορτία σε κτήρια
- Παράρτημα Α (πληροφοριακό) – Πίνακες ονομαστικής πυκνότητας δομικών υλικών και γωνίες εσωτ. τριβής
- Παράρτημα Β (πληροφοριακό) – Σητθαία για οχήματα και κιγκλιδώματα για χώρους στάθμευσης αυτοκινήτων

Αντικείμενο του EN 1991-1-1

Καθορισμός των εξής δράσεων :

- πυκνότητες δομικών και αποθηκευμένων υλικών (Κεφ. 4 & Παρ/μα Α)
- ίδια βάρη στοιχείων κατασκευής (Κεφ. 5), και
- φορτία επιβαλλόμενα σε δάπεδα και οροφές κτηρίων (Κεφ. 6), ανάλογα με την κατηγορία χρήσης :
 - χώροι διαμονής, εκδηλώσεων, εμπορικών καταστημάτων και γραφείων
 - χώροι στάθμευσης και κυκλοφορίας οχημάτων
 - χώροι αποθήκευσης και βιομηχανικών δραστηριοτήτων
 - Στέγες
 - χώροι προσγείωσης ελικοπτέρων
- Δράσεις σε σιλό και δεξαμενές προερχόμενες από το νερό ή άλλα υλικά εξετάζονται στο EN 1991-4
- Φορτία χιονιού σε στέγες εξετάζονται στο EN 1991-1-3

Κατάταξη των δράσεων (συν.)

- Ιδια βάρη στα δομικά έργα: γενικά **Μόνιμη Σταθερή** δράση, αλλά :
- Αν είναι **Μεταβλητή στο χρόνο** τότε την εκφράζουν **άνω και κάτω χαρακτηριστικές τιμές**, και
- Αν είναι **Ελεύθερη** (λ.χ. κινητά διαχωριστικά πετάσματα) τότε αντιμετωπίζεται ως ένα **πρόσθετο μόνιμο φορτίο**.
- Ερμα και φορτία γαιών σε στέγες και εξώστες: **Μόνιμα**, λαμβάνοντας υπόψη τυχόν μεταβολή ιδιοτήτων (υγρασία, περιεκτικότητα, πάχος) κατά τη διάρκεια της ζωής σχεδιασμού.

Πιθανοτικές θεωρήσεις

- **Το ίδιο βάρος** μπορεί συνήθως να προσδιορισθεί ως γινόμενο του όγκου και της πυκνότητας, τα οποία αμφότερα είναι τυχαίες μεταβλητές που μπορούν να περιγραφούν από **κανονικές κατανομές**, με μια μέση τιμή πολύ κοντά στην ονομαστική τους τιμή.
- **Τα επιβαλλόμενα φορτία** περιγράφονται συνήθως από **κατανομές Gumbel**, μολονότι μπορεί να χρησιμοποιηθούν επίσης **κατανομές Γάμμα** για τα παραμένοντα (μακροχρόνιας διάρκειας) φορτία και **εκθετικές κατανομές** για τα διαλειπόμενα (βραχυχρόνιας διάρκειας) φορτία.

Πυκνότητες δομικών και αποθηκευόμενων υλικών

- Γενικά θα πρέπει να χρησιμοποιούνται οι **χαρακτηριστικές τιμές** των δομικών και των αποθηκευόμενων υλικών. (Αν υπάρχει σημαντική διασπορά - λ.χ. οφειλόμενη στην πηγή προέλευσής τους, την περιεχόμενη υγρασία κλπ. – θα πρέπει να χρησιμοποιούνται άνω και κάτω τιμές).
- Οπου διατίθενται **μόνο μέσες τιμές**, θα πρέπει να θεωρούνται για τον σχεδιασμό ως **χαρακτηριστικές τιμές**.
- Μέσες τιμές για μεγάλο αριθμό διαφορετικών υλικών δίδονται στο Παράρτημα Α του EN 1991-1-1.
- Για υλικά που δεν περιλαμβάνονται στο Παράρτημα Α:
 - η χαρακτηριστική τιμή της πυκνότητας χρειάζεται να καθορίζεται στο Εθνικό Προσάρτημα ή
 - θα διενεργείται μια αξιόπιστη άμεση αποτίμησή της (ενδεχομένως σύμφωνα με το Παράρτημα Δ του EN 1990).

Κατηγορίες χρήσης

Κύριες κατηγορίες χρήσης :

- Χώροι διαμονής, κοινωνικών εκδηλώσεων, εμπορικών καταστημάτων και γραφείων
- 4 κατηγορίες (A, B, C και D)
- Χώροι αποθήκευσης και βιομηχανικών χρήσεων
- 2 κατηγορίες (E1 και E2)
- Χώροι στάθμευσης και κυκλοφορίας οχημάτων (εκτός από γέφυρες)
- 2 κατηγορίες (F και G)
- Στέγες
- 3 κατηγορίες (H, I και K)

Χώροι διαμονής, κοινωνικών εκδηλώσεων, εμπορικών καταστημάτων και γραφείων

Κατηγορία	Συγκεκριμένη Χρήση	Παράδειγμα
A	Χώροι διαμονής	Δομάτια σε κτήρια κατοικιών και σπίτια. Θάλαμοι και πτέρυγες σε νοσοκομεία. Υπνοδωμάτια σε ξενοδοχεία και ξενώνες, κουζίνες και τουαλέτες.
B	Χώροι γραφείων	
C	Χώροι στους οποίους οι άνθρωποι μπορεί να συναθροισθούν (με εξαίρεση τους χώρους που κατατάσσονται στις κατηγορίες A,B, και D ¹⁾)	<p>C1: Χώροι με τραπέζια κλπ. Π.χ. σχολικοί χώροι, νηπιαγωγεία, καφεενεία, εστιατόρια, αίθουσες φαγητού, αναγνωστήρια, χώροι υποδοχής.</p> <p>C2: Χώροι με σταθερά καθίσματα, Π.χ. χώροι σε εκκλησίες, θέατρα ή κινηματογράφους, αίθουσες συνεδριάσεων, αίθουσες ομιλίας, αίθουσες συγκεντρώσεων, χώροι αναμονής, χώροι αναμονής σε σιδηροδρομικούς σταθμούς.</p> <p>C3: Χώροι χωρίς εμπόδια στη διακίνηση του κοινού, π.χ. χώροι σε μουσεία, εκθεσιακοί χώροι, κλπ. και χώροι πρόσβασης σε δημόσια και διοικητικά κτήρια, ξενοδοχεία και νοσοκομεία. Προαύλια σιδηροδρομικών σταθμών.</p>

Χώροι διαμονής, κοινωνικών εκδηλώσεων, εμπορικών καταστημάτων και γραφείων (συν.)

Κατηγορία	Συγκεκριμένη Χρήση	Παράδειγμα
C	Χώροι στους οποίους οι άνθρωποι μπορεί να συναθροισθούν (με εξαίρεση τους χώρους που κατατάσσονται στις κατηγορίες A,B, και D ¹⁾)	<p>C4: Χώροι για πιθανές σωματικές δραστηριότητες, π.χ. αίθουσες χορού, αίθουσες γυμναστικής και θεατρικές σκηνές</p> <p>C5: Χώροι επιρρεπείς σε μεγάλα πλήθη, π.χ. για δημόσιες εκδηλώσεις όπως αίθουσες συναυλιών, κλειστά γήπεδα, εξέδρες γηπέδων, εξώστες και χώροι πρόσβασης, πλατφόρμες σιδηροδρόμων.</p>
D	Χώροι με εμπορικά καταστήματα	<p>D1: Χώροι σε καταστήματα λιανικής πώλησης, γενικά.</p> <p>D2: Χώροι σε πολυκαταστήματα</p>
<p>¹⁾ Εφιστάται η προσοχή στο 6.3.1.1(2), και συγκεκριμένα για το C4 και C5. Βλέπε EN 1990 στην περίπτωση που πρέπει να εξετασθούν οι δυναμικές επιδράσεις. Για την Κατηγορία E, βλέπε πίνακα 6.3</p>		
<p>ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1 Βλέπε 6.3.2 για αποθήκευση ή βιομηχανικές δραστηριότητες.</p>		

Φορτία επιβαλλόμενα σε δάπεδα, εξώστες και κλίμακες κτηρίων

Κατηγορίες φορτιζόμενων επιφανειών	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]
Κατηγορία A και Κατηγορία B		
-Δάπεδα	2,0	2,0
-Σκάλες	3,5	2,0
-Μπαλκόνια	5,0	3,0
Κατηγορία C		
-C1	3,0	3,0
-C2	5,0	4,0
-C3	5,0	4,0
-C4	5,0	4,0
-C5	7,5	4,5
Κατηγορία D		
-D1	5,0	4,0
-D2	5,0	4,0

Φορτία επιβαλλόμενα σε δάπεδα, εξώστες και κλίμακες κτηρίων

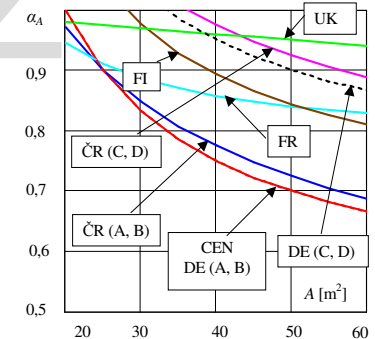
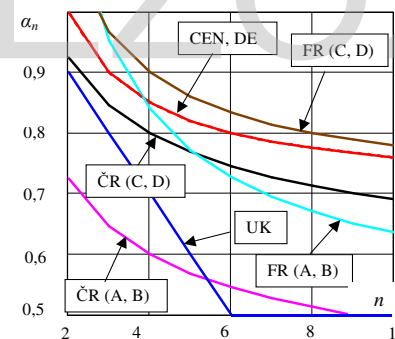
Κατηγορίες φορτιζόμενων επιφανειών	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]
Κατηγορία E Αποθήκες	7,5	7,0
Κατηγορία F Περονοφόρα F1 έως F9		26 έως 170
Κατηγορία K Ελικόπτερα		20 έως 60

Διατάξεις φορτίων (συν.)

- Για το σχεδιασμό ενός δαπέδου σε όροφο ή σε στέγη το επιβαλλόμενο φορτίο θα εφαρμόζεται ως ελεύθερη δράση στο δυσμενέστερο τμήμα της επιφάνειας επιρροής.
- Η επιρροή δράσεων που δεν είναι δυνατόν να συνυπάρξουν δεν θα λαμβάνονται υπόψη ταυτόχρονα (EN 1990).
- Για τον υπολογισμό ενός υποστυλώματος το φορτίο των υπερκείμενων ορόφων θεωρείται ότι είναι ομοιόμορφα κατανεμημένο.
- Για τοπικούς ελέγχους θα λαμβάνεται υπόψη το συγκεντρωμένο φορτίο Q_k με αυτοτελή δράση.
- Μπορούν να εφαρμόζονται **οι μειωτικοί συντελεστές α_A** (για δάπεδα, δοκούς και στέγες) και α_n (για υποστυλώματα και τοιχία), **αλλά οι συντελεστές ψ και α_n δεν πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ταυτόχρονα.**

Μειωτικοί συντελεστές α_n και α_A

$$\alpha_n = \frac{2 + (n - 2)\psi_0}{n}, \quad \alpha_A = \frac{5}{7}\psi_0 + \frac{A_0}{A}$$



Συντελεστές ψ_i στο Εθνικό Προσάρτημα του EN 1990

Δράσεις	ψ_b	ψ_1	ψ_2
Επιβαλλόμενα φορτία σε κτήρια , κατηγορία (βλέπε EN 1991-1-1)			
Κατηγορία A: κατοικίες, συνήθη κτήρια κατοικιών	0,7	0,5	0,3
Κατηγορία B: χώροι γραφείων	0,7	0,5	0,3
Κατηγορία C: χώροι συνάθροισης	0,7	0,7	0,6
Κατηγορία D: χώροι καταστημάτων	0,7	0,7	0,6
Κατηγορία E: χώροι αποθήκευσης	1,0	0,9	0,8
Κατηγορία F: χώροι κυκλοφορίας οχημάτων βάρους οχημάτων < 30kN	0,7	0,7	0,6
Κατηγορία G: χώροι κυκλοφορίας οχημάτων 30kN < βάρους οχημάτων < 160kN	0,7	0,5	0,3
Κατηγορία H: στέγες	0	0	0
Φορτία χιονιά επάνω σε κτήρια (βλέπε EN 1991-1-3)*	0,70	0,50	0,20
Φιλανδία, Ισλανδία, Νορβηγία, Σουηδία			
Υπόλοιπα Κράτη Μέλη του CEN για τοποθεσίες που βρίσκονται σε υψόμετρο H > 1000 m	0,70	0,50	0,20
Υπόλοιπα Κράτη Μέλη του CEN για τοποθεσίες που βρίσκονται σε υψόμετρο H ≤ 1000 m	0,50	0,20	0
Φορτία ανέμου σε κτήρια (βλέπε EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Θερμοκρασία (μη-πυρκαϊά) σε κτήρια (βλέπε EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0

Μειωτικός συντελεστής α_n για υποστυλώματα

n	α_A (EN 1991-1-1 με $\psi_o = 0,7$)
1	1,00
2	1,00
3	0,90
4	0,85
5	0,82
6	0,80
7	0,79
8	0,78
9	0,77
10	0,76

Μειωτικός συντελεστής α_A για δάπεδα (Κατηγορίες A έως E, $\alpha_A > 0,6$ για Κατ. C & D)

A (m ²)	α_A (EN 1991-1-1 με $\psi_o = 0,7$)	α_A (EN 1991-1-1 με $\psi_o = 1,0$)
40	0,75	0,96
80	0,63	0,84
120	0,59	0,80
160	0,56	0,78
240	0,54	0,76

Παράρτημα A (Πληροφοριακό) : Ονομαστικές πυκνότητες και γωνίες εσωτερικής τριβής

- Πίνακας A.1 – Δομικά υλικά – σκυρόδεμα και κονιάματα
- Πίνακας A.2 – Δομικά υλικά – τοιχοποιίες
- Πίνακας A.3 – Δομικά υλικά – ξυλεία
- Πίνακας A.4 – Δομικά υλικά – μέταλλα
- Πίνακας A.5 – Δομικά υλικά – άλλα υλικά
- Πίνακας A.6 – Υλικά γεφυρών
- Πίνακας A.7 – Αποθηκευόμενα υλικά – δομικά
- Πίνακας A.8 – Αποθηκευόμενα προϊόντα – αγροτικά
- Πίνακας A.9 – Αποθηκευόμενα προϊόντα – τρόφιμα
- Πίνακας A.10 – Αποθηκευόμενα προϊόντα – υγρά
- Πίνακας A.11 – Αποθηκευόμενα προϊόντα – στερεά καύσιμα
- Πίνακας A.12 – Αποθηκευόμενα προϊόντα – βιομηχανικά και γενικά

EN 1991-1-2: Δράσεις σε φέρουσες κατασκευές εκτιθέμενες σε πυρκαγιά

- Πρόλογος
- Μέρος 1ο – Γενικά
- Μέρος 2ο – Διαδικασία δομικού σχεδιασμού έναντι πυρκαγιάς
- Μέρος 3ο – Θερμικές δράσεις για την ανάλυση θερμοκρασίας
- Μέρος 4ο – Μηχανικές δράσεις για την δομική ανάλυση
- Παράρτημα Α (πληροφοριακό) – Παραμετρικές καμπύλες θερμοκρασίας - χρόνου
- Παράρτημα Β (πληροφοριακό) – Θερμοκρασιακές δράσεις για εξωτερικά μέλη – απλοποιημένη μέθοδος υπολογισμού

EN 1991-1-2: Δράσεις σε φέρουσες κατασκευές εκτιθέμενες σε πυρκαγιά (συν.)

- Παράρτημα Γ (πληροφοριακό) – Τοπικές πυρκαγιές
- Παράρτημα Δ (πληροφοριακό) – Πρωθημένα προσομοιώματα πυρκαγιάς
- Παράρτημα Ε (πληροφοριακό) – Πυκνότητες φορτίου πυρκαγιάς
- Παράρτημα ΣΤ (πληροφοριακό) – Ισοδύναμος χρόνος έκθεσης σε πυρκαγιά
- Παράρτημα Ζ (πληροφοριακό) – Συντελεστής μορφής

EN 1991-1-2: Δράσεις σε φέρουσες κατασκευές εκτιθέμενες σε πυρκαγιά (συν.)

Σκοπός: δράση της πυρκαγιάς σε κτήρια.

Αντικείμενο: υπολογισμός της θερμικής και μηχανικής δράσεως της πυρκαγιάς σε συνδυασμό με τα αντίστοιχα μέρη των EN1992 έως EN1996 και EN1999.

Απαίτηση: σε περίπτωση πυρκαγιάς η κατασκευή να επιδεικνύει ικανοποιητική συμπεριφορά για ένα απαιτούμενο χρονικό διάστημα.

Δεν καλύπτεται η αποτίμηση της κατασκευής μετά την πυρκαγιά.

EN 1991-1-2: Δράσεις σε φέρουσες κατασκευές εκτιθέμενες σε πυρκαγιά (συν.)

Ο σχεδιασμός έναντι πυρκαγιάς περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

- Επιλογή σεναρίων πυρκαγιάς (από σενάρια διακινδύνευσης)
 - Καθορισμός της αντίστοιχης πυρκαγιάς σχεδιασμού (σε πυροδιαμερίσματα)
 - Υπολογισμός της εξέλιξης της θερμοκρασίας στα μέλη της κατασκευής
 - Υπολογισμός της μηχανικής συμπεριφοράς
- Η πυρκαγιά θεωρείται τυχηματική δράση.

EN 1991-1-2: Δράσεις σε φέρουσες κατασκευές εκτιθέμενες σε πυρκαγιά (συν.)

Συμβατικές καμπύλες εξέλιξης της θερμοκρασίας:

- Τυπική καμπύλη:
 $\theta_g = 20 + 345 \log_{10}(6t + 1)$ [°C, min]
- Εξωτερική πυρκαγιά:
 $\theta_g = 600(1 - 0.687 \exp(-0.32t) - 0.313 \exp(-3.8t)) + 20$ [°C, min]
- Καμπύλη υδρογονανθράκων:
 $\theta_g = 1080(1 - 0.325 \exp(-0.167t) - 0.675 \exp(-2.5t)) + 20$ [°C, min]

Προσομοιώματα φυσικής πυρκαγιάς
Μηχανική δράση λόγω πυρκαγιάς: Επιβαλλόμενες και
παρεμποδιζόμενες παραμορφώσεις

EN 1991-1-3: Φορτία χιονιού

- Πρόλογος
- Μέρος 1ο – Γενικά
- Μέρος 2ο – Κατηγοριοποίηση δράσεων
- Μέρος 3ο – Καταστάσεις σχεδιασμού
- Μέρος 4ο – Χιόνι επί του εδάφους
- Μέρος 5ο – Χιόνι επί της στέγης
- Μέρος 6ο – Τοπική επιρροή
- Παράρτημα Α (κανονιστικό) – Καταστάσεις σχεδιασμού και διατάξεις φορτίων προς χρήση σε διάφορες τοποθεσίες

EN 1991-1-3: Φορτία χιονιού (συν.)

- Παράρτημα Β (κανονιστικό) – Συντελεστές σχήματος για περιπτώσεις εξαιρετικής συσσώρευσης (χιονιού)
- Παράρτημα Γ (πληροφοριακό) – Ευρωπαϊκός χάρτης φορτίου χιονιού επί του εδάφους
- Παράρτημα Δ (πληροφοριακό) – Προσαρμογή του φορτίου χιονιού επί του εδάφους ανάλογα με την περίοδο επαναφοράς
- Παράρτημα Ε (πληροφοριακό) – Χύδην πυκνότητα του χιονιού

EN 1991-1-3: Φορτία χιονιού – Κατάταξη

- Στατική, μεταβλητή ως προς τον χρόνο, σταθερή ως προς τον χώρο
- Σε ειδικές περιπτώσεις μπορεί να θεωρηθεί ως τυχαματική δράση (μικρής διάρκειας, σημαντικής έντασης, μικρής πιθανότητας):
 - Είτε εξαιρετικά σπάνια χιονόπτωση
 - Είτε εξαιρετικά σπάνια συσσώρευση - παράσυρση χιονιού

EN 1991-1-3: Φορτία χιονιού – Βασικές έννοιες

Χαρακτηριστικό φορτίο χιονιού στο έδαφος, s_k : πιθανότητα υπέρβασης 2% ετησίως (χωρίς τα εξαιρετικά φορτία χιονιού)

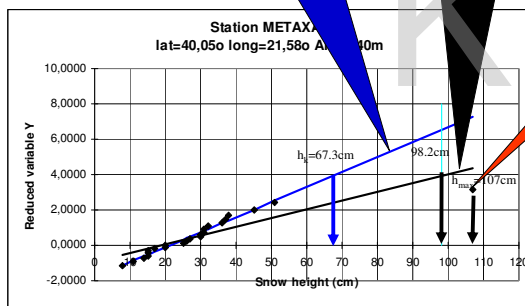
EN 1991-1-3: Φορτία χιονιού – Βασικές έννοιες

Εξαιρετικό φορτίο χιονιού στο έδαφος: Το φορτίο του στρώματος χιονιού επί του εδάφους, που είναι αποτέλεσμα μιας χιονοπτώσεως με εξαιρετικά σπάνια πιθανότητα εμφάνισews.

Καμπύλη B: ευθεία ελαχίστων τετραγώνων αγνοώντας την μέγιστη τιμή

Καμπύλη A: ευθεία ελαχίστων τετραγώνων λαμβάνοντας υπόψη όλες τις τιμές

εξαιρετική τιμή



Ο λόγος $h_{max}/h_k = 107/67.3 = 1.59 > 1.50$
 άρα η τιμή 107cm θεωρείται εξαιρετική τιμή.

EN 1991-1-3: Φορτία χιονιού – Βασικές έννοιες

Γενικώς το φορτίο χιονιού στην στέγη εξαρτάται από:

- το **σχήμα** της στέγης και την κλίση της στέγης (μέχρι 60°)
- τις **θερμικές** ιδιότητες της στέγης
- την **τραχύτητα** της επιφάνειας της στέγης
- την **γεινίαση** με άλλα υψηλότερα κτήρια
- την **τοπογραφία** της περιοχής
- το **μικροκλίμα** της περιοχής (και κυρίως την έκθεση στον άνεμο)

EN 1991-1-3: Φορτία χιονιού – Βασικές έννοιες

Χαρακτηριστικό φορτίο χιονιού στην στέγη, s:

$$s = \mu_i C_e C_t S_k$$

Συντελεστής θερμοκρασίας

Συντελεστής έκθεσης

Συντελεστής σχήματος

Χαρακτηριστικό φορτίο χιονιού στο έδαφος

EN 1991-1-3: Φορτία χιονιού - Προσδιορισμός φορτίου χιονιού στη στέγη – Θερμικός συντελεστής

Ο **θερμικός συντελεστής C_t** καθορίζει τη μείωση του φορτίου χιονιού σε μια στέγη, ως συνάρτηση της ροής θερμότητας δια της στέγης, η οποία προκαλεί τήξη του χιονιού.

Χρησιμοποιείται προκειμένου να ληφθεί υπόψη η μείωση των φορτίων χιονιού σε περιπτώσεις στεγών με μεγάλη θερμική αγωγιμότητα ($> 1 \text{ W/m}^2\text{K}$), ιδιαίτερα για ορισμένες γυάλινες στέγες, όπου προκαλείται τήξη χιονιού λόγω θερμικών απωλειών (του κτηρίου)

Για τις λοιπές περιπτώσεις : $C_t = 1,0$

EN 1991-1-3: Φορτία χιονιού - Προσδιορισμός φορτίου χιονιού στη στέγη – Συντελεστής έκθεσης

Ο συντελεστής έκθεσης C_e καθορίζει την μείωση ή την αύξηση του φορτίου χιονιού σε μια στέγη ενός (μη θερμαινόμενου) κτηρίου σε σχέση με τη χαρακτηριστική τιμή του φορτίου χιονιού στο έδαφος (πρέπει δε να λαμβάνει κατά το δυνατόν υπόψη τη μελλοντική μεταβολή συνθηκών στα πέριξ)

Αν δεν ορίζεται διαφορετικά για συγκεκριμένες τοπογραφικές συνθήκες, ο C_e θα λαμβάνεται ίσος με 1,0

Οι τιμές του καθορίζονται στο Εθνικό Προσάρτημα :

- Περιοχή εκτεθειμένη ($C_e = 0,8$)
- Περιοχή προστατευμένη ($C_e = 1,2$)
- Κανονικές συνθήκες ($C_e = 1,0$)

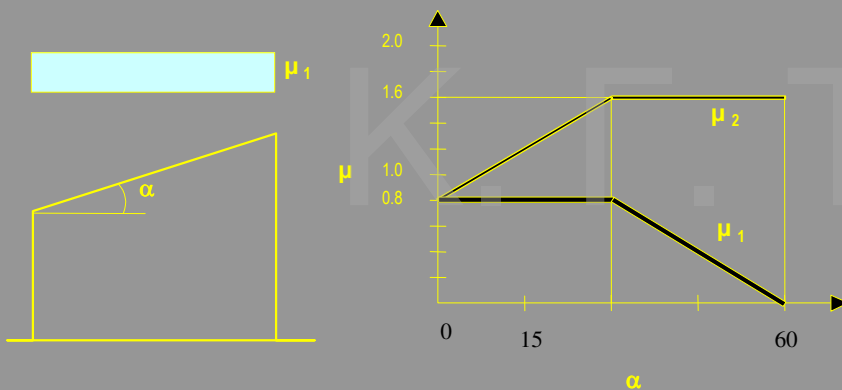
EN 1991-1-3: Φορτία χιονιού – Βασικές έννοιες

Μή παρασυρμένο φορτίο χιονιού στην στέγη: ομοιόμορφο φορτίο που επηρεάζεται μόνο από το σχήμα της στέγης

Παρασυρμένο φορτίο χιονιού στην στέγη: μετατόπιση χιονιού από μια θέση της στέγης σε μια άλλη κυρίως λόγω της δράσεως του ανέμου.

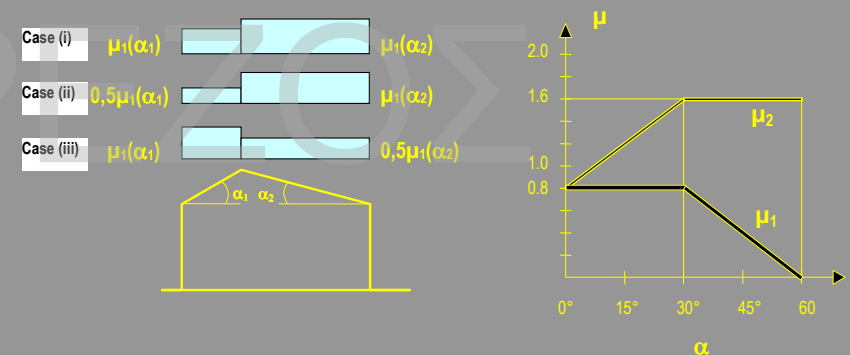
Εξαιρετική παράσυρση: εξαιρετικά σπάνιος τρόπος απόθεσης ή μετατόπισης

Συντελεστής σχήματος (μορφής)



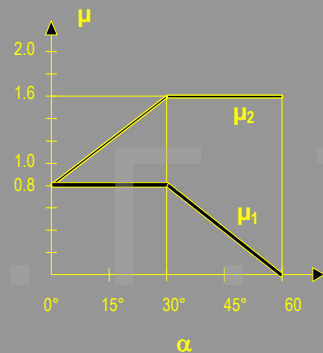
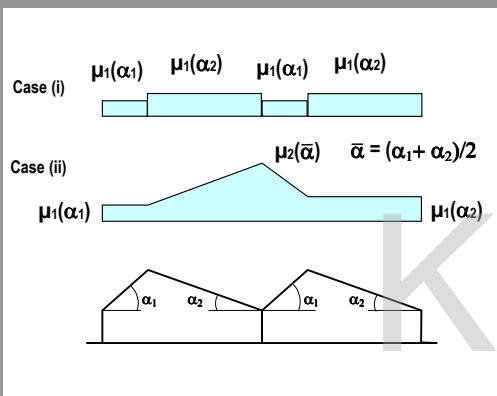
Μονοκλινής στέγη

Συντελεστής σχήματος (μορφής)



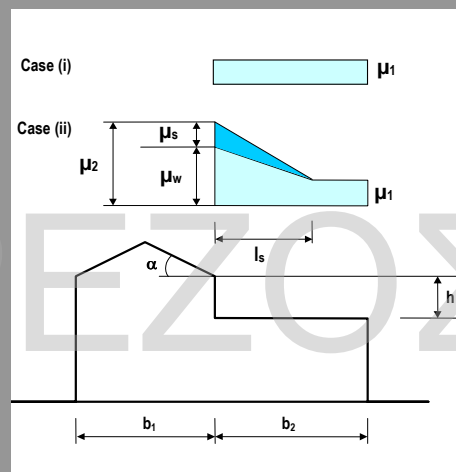
Δικλινής στέγη

Συντελεστές σχήματος (μορφής)



Στέγη πολλών ανοιγμάτων

Συντελεστές σχήματος (μορφής)



$$\mu_w = (b_1 + b_2) / 2h < \gamma h / s_k$$

$$\gamma = 2 \text{ kN/m}^3$$

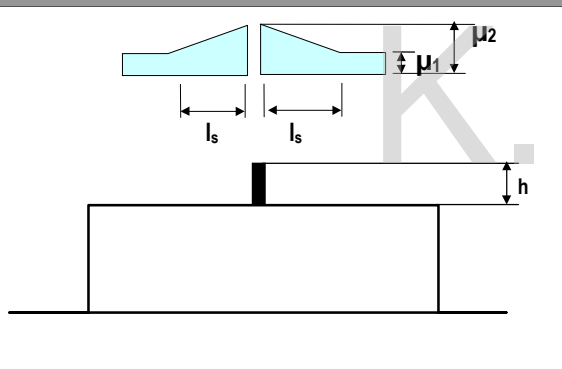
$$0.8 < \mu_w < 4$$

$$l_s = 2h$$

$$5 \text{ m} < l_s < 15 \text{ m}$$

Στέγες σε επαφή με υψηλότερες κατασκευές

Συντελεστές σχήματος (μορφής)



$$\mu_2 = \gamma h / s_k$$

$$\gamma = 2 \text{ kN/m}^3$$

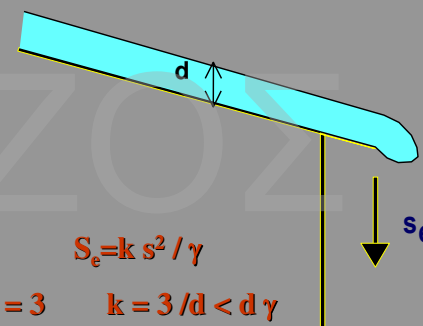
$$0.8 < \mu_2 < 2$$

$$l_s = 2h$$

$$5 \text{ m} < l_s < 15 \text{ m}$$

Στέγες με παράσυρση χιονιού σε προεξοχές και εμπόδια

Συντελεστές σχήματος (μορφής)



$$S_e = k s^2 / \gamma$$

$$\gamma = 3 \quad k = 3/d < d \gamma$$

Προεξέχον στρώμα χιονιού

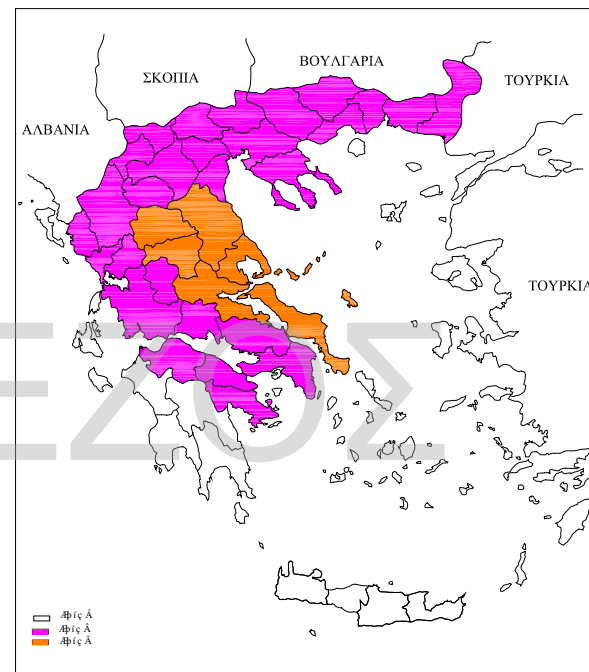
EN 1991-1-3: Φορτία χιονιού (χαρακτηριστικές τιμές)

Το χαρακτηριστικό φορτίο χιονιού στο έδαφος, σε μια τοποθεσία εξαρτάται από:

- την γεωγραφική θέση (ζώνη)
- το υψόμετρο (A σε m)

Οι τρεις ζώνες στις οποίες χωρίζεται η Χώρα είναι οι εξής:

- Ζώνη Α: Νομοί Αρκαδίας, Ηλείας, Λακωνίας, Μεσσηνίας και όλα τα νησιά πλην των Σποράδων και της Εύβοιας
- Ζώνη Γ: Νομοί Μαγνησίας, Φθιώτιδας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Λάρισας, Σποράδες και Εύβοια
- Ζώνη Β: Υπόλοιπη Χώρα



EN 1991-1-3: Φορτία χιονιού (χαρακτηριστικές τιμές)

Για κάθε ζώνη, το χαρακτηριστικό φορτίο χιονιού στο έδαφος, $s_{k,A}$, δίνεται από την παρακάτω σχέση:

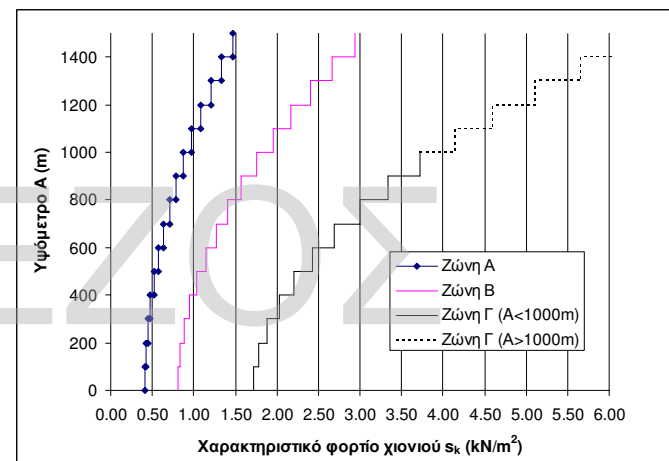
$$s_{k,A} = s_{k,0} \left[1 + \left(\frac{A}{917} \right)^2 \right]$$

όπου:

$s_{k,0}$ είναι το χαρακτηριστικό φορτίου χιονιού σε έδαφος που βρίσκεται στην στάθμη της θάλασσας ($A=0$). Εξαρτάται από την ζώνη:

- $s_{k,0}$ (kN/m²) = 0,4 (Ζώνη Α)
- = 0,8 (Ζώνη Β)
- = 1,7 (Ζώνη Γ)

A είναι το υψόμετρο της τοποθεσίας πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας (σε m). Το υψόμετρο A μετριέται με ακρίβεια 100m. Το υψόμετρο στρογγυλεύεται στην αμέσως μεγαλύτερη εκατοντάδα.



EN 1991-1-3: Φορτία χιονιού – Καταστάσεις σχεδιασμού

		Χιονόπτωση	
		Μη εξαιρετική	Εξαιρετική
Παράσυρση	Μη εξαιρετική	Περίπτωση Α	Περίπτωση Β1
	Εξαιρετική	Περίπτωση Β2	Περίπτωση Β3

EN 1991-1-3: Φορτία χιονιού – Συνδυασμοί

Για όλες τις περιπτώσεις (Α, Β1, Β2, Β3):

- Όταν η δράση του χιονιού είναι κύρια μεταβλητή δράση:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_s s + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- Όταν η δράση του χιονιού είναι συνοδευούσα δράση:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \gamma_s \psi_{0,s} s + \sum_{i > 2} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Όπου: $s = \mu_i C_e C_t s_k$

EN 1991-1-3: Φορτία χιονιού – Συνδυασμοί

Ειδικότερα για τις περιπτώσεις Β (Β1, Β2, Β3):

Η δράση του χιονιού είναι η **τυχηματική** δράση:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + A_d + P + \psi_{1,1} \psi_{2,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 2} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Όπου:

- ή $A_d = s = \mu_i C_e C_t C_{esl} s_k$ και $C_{esl} = 2.0$ (χωρίς εξαιρετική παράσυρση)
- ή $A_d = s = \mu_i s_k$ (με εξαιρετική παράσυρση) (μ_i από Παρ/μα Β)

Συντελεστές συνδυασμού ψ

Περιοχές με υψόμετρο	Τιμή συνδυασμού ψ_0	Συχνή τιμή ψ_1	Οιονεί μόνιμη τιμή ψ_2
1500m > H > 1000m	0,70	0,50	0,20
1000m > H	0,50	0,20	0,00

EN 1991-1-4: Δράσεις ανέμου

- Πρόλογος
- Μέρος 1ο – Γενικά
- Μέρος 2ο – Καταστάσεις σχεδιασμού
- Μέρος 3ο – Προσομοίωση δράσεων ανέμου
- Μέρος 4ο – Ταχύτητα και πίεση ανέμου
- Μέρος 5ο – Δράσεις ανέμου
- Μέρος 6ο – Δομικός συντελεστής $c_s c_d$
- Μέρος 7ο – Συντελεστές πίεσης και δύναμης
- Μέρος 8ο – Δράσεις ανέμου σε γέφυρες

EN 1991-1-4: Δράσεις ανέμου

- Παράρτημα Α (πληροφορικό) – Επίδραση του εδάφους
- Παράρτημα Β (πληροφορικό) – 1η διαδικασία για τον προσδιορισμό του δομικού συντελεστή $c_s c_d$
- Παράρτημα Γ (πληροφορικό) – 2η διαδικασία για τον προσδιορισμό του δομικού συντελεστή $c_s c_d$
- Παράρτημα Δ (πληροφορικό) – Τιμές του $c_s c_d$ για διάφορους τύπους κατασκευών
- Παράρτημα Ε (πληροφορικό) – Διαχωρισμός τύρβης και αεροελαστικές αστάθειες
- Παράρτημα ΣΤ (πληροφορικό) – Δυναμικά χαρακτηριστικά των κατασκευών

EN 1991-1-4: Δράση ανέμου – Βασικές έννοιες

Θεμελιώδης βασική ταχύτητα του ανέμου: $v_{b,0}$ είναι η μέση ταχύτητα ανέμου διάρκειας 10 λεπτών, με ετήσια πιθανότητα υπέρβασης 0.02, ανεξάρτητα από τη διεύθυνση του ανέμου, σε ύψος 10m πάνω από επίπεδη ανοιχτή περιοχή εδάφους.

Εξαρτάται από την γεωγραφική περιοχή (ζώνες)

Βασική ταχύτητα του ανέμου: v_b Διεύθυνση ανέμου (επικρατούντες άνεμοι), εποχή του χρόνου

Μέση ταχύτητα του ανέμου: $v_m(z)$ ταχύτητα εδάφους, τοπογραφία (φαινόμενα Venturi), ύψος από το έδαφος z

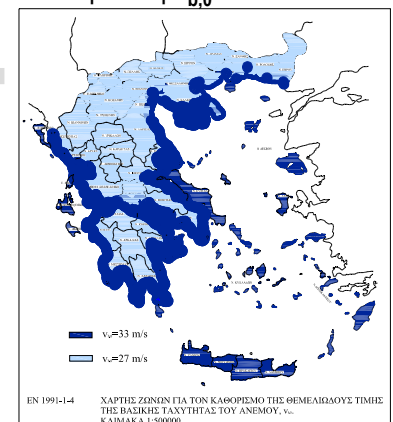
Ταχύτητα αιχμής: $v(z)$ μικρής διάρκειας διακύμανση γύρω από την μέση τιμή (ριπές ανέμου)

EN 1991-1-4: Δράση ανέμου – $v_{b,0}$

Θεμελιώδης βασική ταχύτητα του ανέμου: $v_{b,0}$

Η Χώρα χωρίζεται σε δύο ζώνες:

- για τα νησιά και παράλια μέχρι 10km από την ακτή $v_{b,0}=33\text{m/s}$
- για την υπόλοιπη Χώρα $v_{b,0}=27\text{m/s}$.



EN 1991-1-4: Δράση ανέμου – $v_{b,0}$

Βασική ταχύτητα του ανέμου: v_b Διεύθυνση ανέμου (επικρατούντες άνεμοι), εποχή του χρόνου

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

Συνήθως $c_{dir} = 1$

Συνήθως $c_{season} = 1$

EN 1991-1-4: Δράση ανέμου – $v_m(z)$

Μέση ταχύτητα του ανέμου: $v_m(z)$ τραχύτητα εδάφους, τοπογραφία (φαινόμενα Venturi), ύψος από το έδαφος z

$$v_m(z) = c_r(z) * c_0(z) * v_b$$

Συντελεστής τραχύτητας

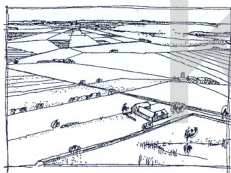
Συντελεστής αναγλύφου

EN 1991-1-4: Δράση ανέμου – Τραχύτητα

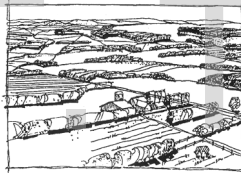
Κατηγορίες τραχύτητας

Κατηγορία 0 : Θάλασσα ή ανοιχτές παραθαλάσσιες περιοχές

Κατηγορία I : Λίμνες, επίπεδες οριζόντιες επιφάνειες με αμελητέα βλάστηση και χωρίς εμπόδια



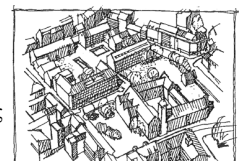
Κατηγορία II : Περιοχές με χαμηλή βλάστηση και μεμονωμένα εμπόδια (δέντρα, κτήρια) σε μεταξύ τους απόσταση τουλάχιστον 20πλάσια του ύψους



Κατηγορία III : Περιοχές με κανονική κάλυψη από βλάστηση ή κτήρια ή μεμονωμένα εμπόδια σε μεταξύ τους απόσταση το πολύ 20πλάσια του ύψους

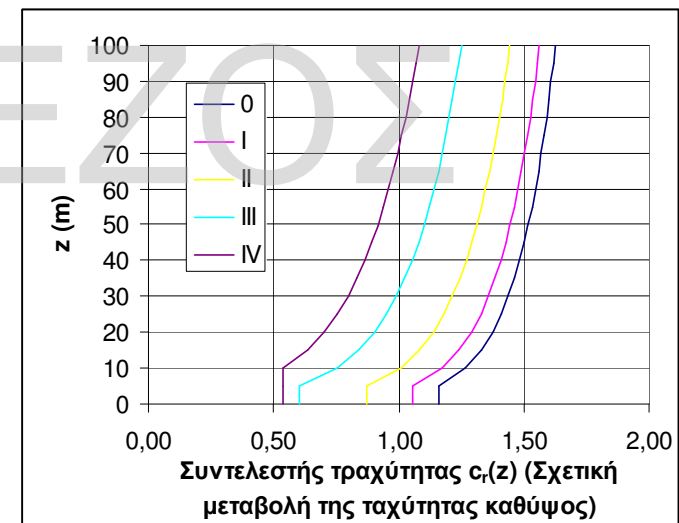


Κατηγορία IV : Περιοχές με κατασκευές σε τουλάχιστον 15% της επιφάνειάς τους με κτήρια μέσου ύψους 15 μέτρων τουλάχιστον



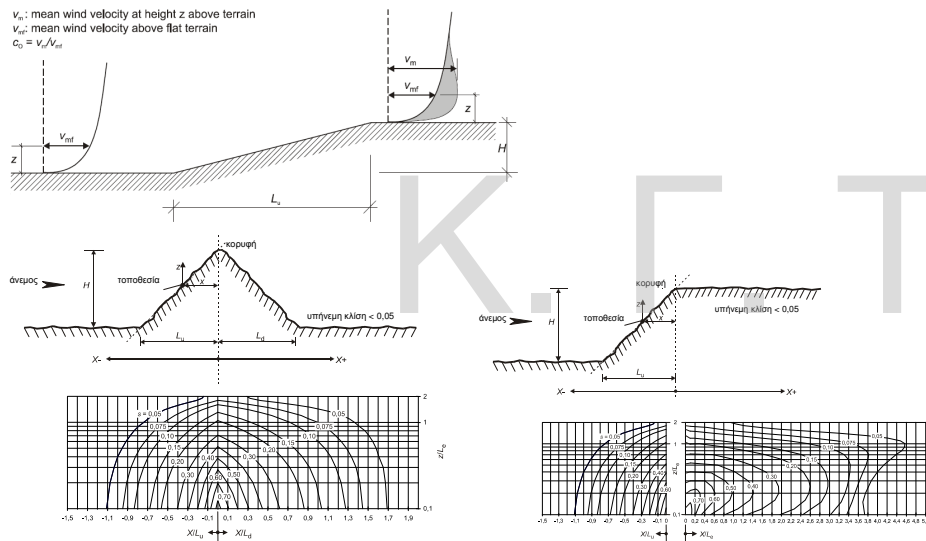
EN 1991-1-4: Δράση ανέμου – Τραχύτητα

Κατηγορίες τραχύτητας



EN 1991-1-4: Δράση ανέμου – Τοπογραφία

Συντελεστής αναγλύφου Παρ/μα Α3



EN 1991-1-4: Δράση ανέμου – $v(z)$

Ταχύτητα αιχμής: $v(z)$ μικρής διάρκειας διακύμανση γύρω από την μέση τιμή (ριπές ανέμου)

$$v(z) = v_m(z) + \Delta v = v_m(z) + 3.5\sigma_v = v_m(z) * (1 + 3.5\sigma_v/v_m)$$

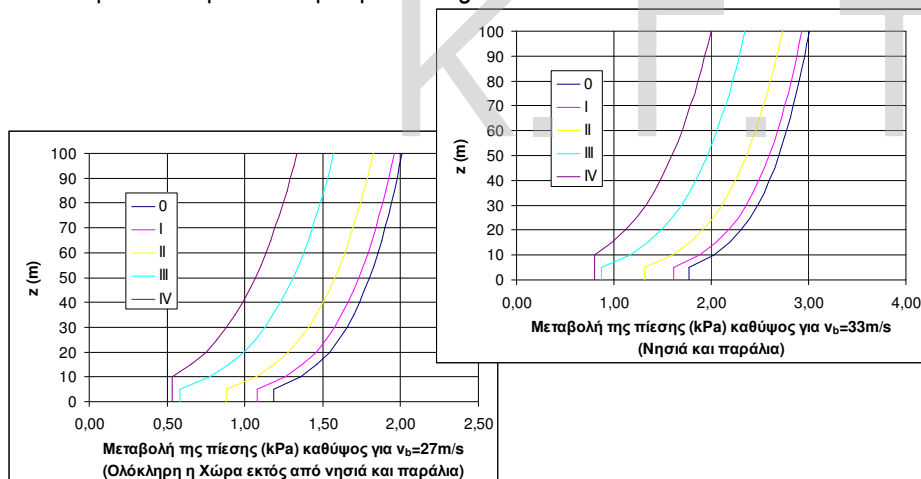


EN 1991-1-4: Δράση ανέμου – Πίεση αιχμής

Από την ταχύτητα αιχμής στην πίεση αιχμής: q

Ανάσχεση της ροής του αέρα: $q = \rho v^2 / 2$

ρ πυκνότητα του αέρα: $\rho = 1.25 \text{ kg/m}^3$



EN 1991-1-4: Δράση ανέμου – Συντ. πίεσης

Από την πίεση αιχμής στην (συνολική) δράση επί του κτηρίου

Οι συντελεστές πίεσης: λαβαίνουν υπόψη το σχήμα και την μορφή της προσβαλλόμενης επιφάνειας προκειμένου να υπολογισθεί η πίεση πάνω σε αυτήν την επιφάνεια από την πίεση αιχμής.

Οι συντελεστές πίεσης διακρίνονται σε:

- **συντελεστές εξωτερικής πίεσης, c_{pe} ,** οι οποίοι, ανάλογα με την προσβαλλόμενη επιφάνεια, διακρίνονται περαιτέρω
 - σε καθολικούς συντελεστές εξωτερικής πίεσης, $c_{pe,10}$, και
 - τοπικούς συντελεστές εξωτερικής πίεσης, $c_{pe,1}$.
- **συντελεστές εσωτερικής πίεσης, c_{pi} ,**
- **συντελεστές τελικής πίεσης, $c_{p,net}$,**

EN 1991-1-4: Δράση ανέμου – Συντ. πίεσης

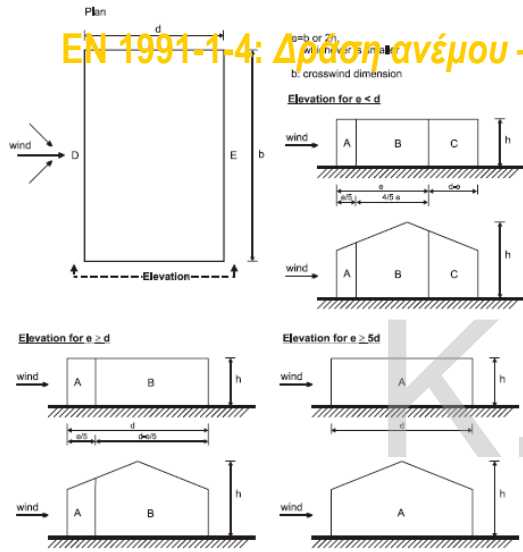


Figure 7.5 — Key for vertical walls

Zone	A		B		C		D		E	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5	-0,5	+0,8	+1,0	-0,7	-0,7
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5	-0,5	+0,8	+1,0	-0,5	-0,5
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5	-0,5	+0,7	+1,0	-0,3	-0,3

EN 1991-1-4: Λόγηση ανέμου – Συντ. πίεσης

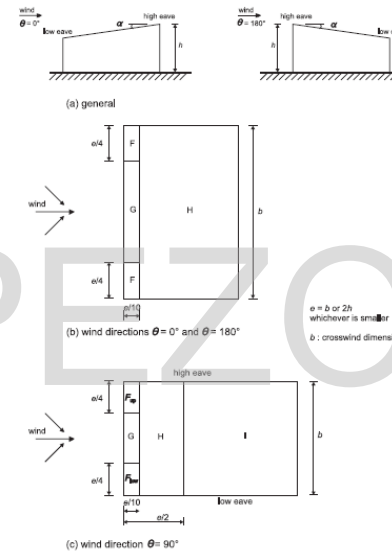


Figure 7.7 — Key for monopitch roofs

Pitch Angle α	Zone for wind direction $\theta = 0^\circ$						Zone for wind direction $\theta = 180^\circ$					
	F		G		H		F		G		H	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-2,3	-2,5	-1,3	-2,0	-0,8	-1,2
15°	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2
	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3	-0,3	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2	-0,2	-1,1	-2,3	-0,8	-1,5	-0,8	-0,8
	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4
45°	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0	-0,6	-1,3	-0,5	-0,5	-0,5	-0,7
	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,6	+0,6	+0,6	+0,6	+0,6	+0,6	+0,6	+0,6
60°	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	-0,5	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7
75°	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	-0,5	-1,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8

EN 1991-1-4: Δράση ανέμου – Συντ. πίεσης

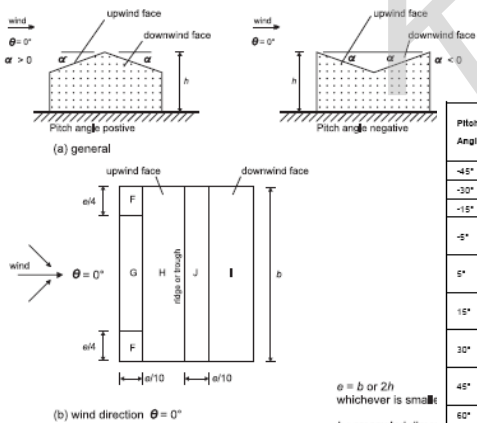
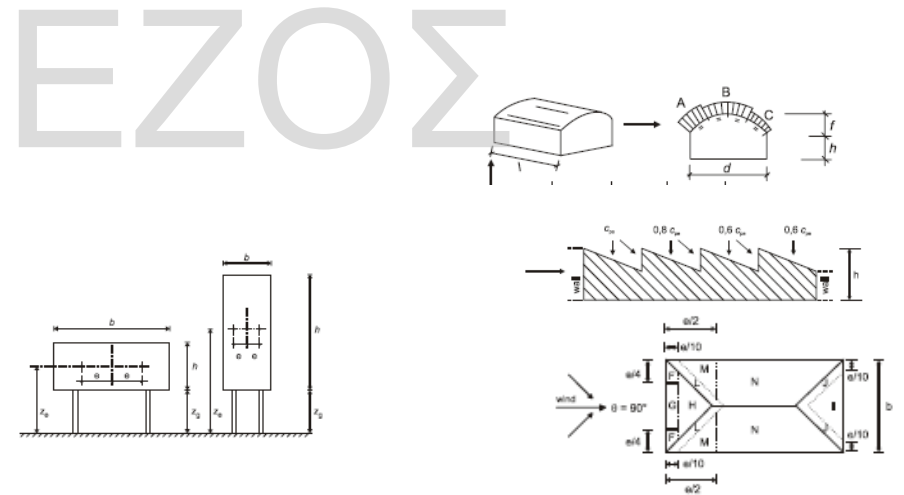


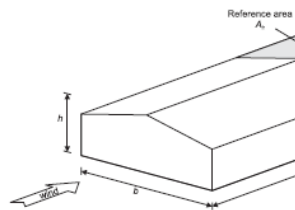
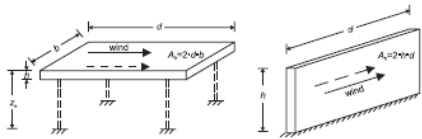
Table 7.4a — External pressure coefficients for duopitch roofs

Pitch Angle α	Zone for wind direction $\theta = 0^\circ$											
	F		G		H		I		J		K	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
-45°	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1,0	-1,5	-1,0	-1,5	-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8	-0,6	-0,6	-0,8	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	-0,7	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2	+0,2	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6	-0,6	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2
	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3	-0,4	-0,4	-1,0	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5
	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2	-0,4	-0,4	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4
45°	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0
	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,6	+0,6	+0,6	+0,6	+0,6	+0,6	+0,6	+0,6
60°	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7
75°	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8

EN 1991-1-4: Δράση ανέμου – Συντ. πίεσης



EN 1991-1-4: Δράση ανέμου – Συντ. τριβής



Επιφάνεια	Συντελεστής τριβής c_f
Ομαλή (π.χ. χάλυβας, λείο σκυρόδεμα)	0,01
Τραχεία (π.χ. τραχύ σκυρόδεμα)	0,02
Πολύ τραχεία (π.χ. κυματώσεις, νευρώσεις, πτυχωσεις)	0,04

EN 1991-1-4: Δράση ανέμου – Συντ. δύναμης

Οι συντελεστές δύναμης: υπολογίζονται κατευθείαν οι αναπτυσσόμενες δυνάμεις (και όχι οι πιέσεις) στην κατασκευή ή σε τμήμα αυτής (δικτυώματα, γέφυρες, δύσκολη ολοκλήρωση των πιέσεων)

EN 1991-1-4: Δράση ανέμου – $c_s c_d$

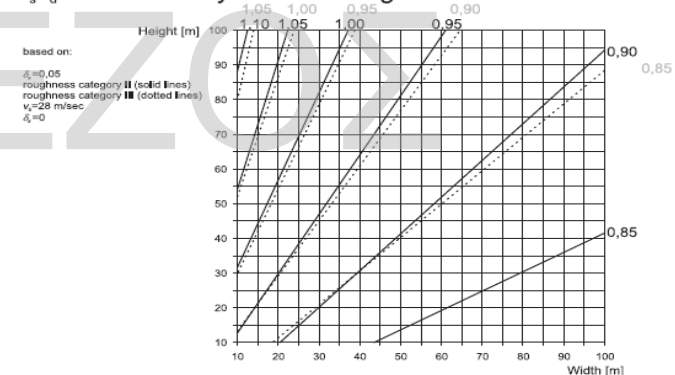
Φαινόμενα κλίμακας και δυναμικά φαινόμενα

Προκειμένου να ληφθούν υπόψη τα φαινόμενα κλίμακας και τα δυναμικά φαινόμενα, η πίεση αιχμής πολλαπλασιάζεται με δύο τροποποιητικούς συντελεστές $c_s c_d$. Ειδικότερα:

- Επειδή η πίεση αιχμής δεν αναπτύσσεται ταυτόχρονα σε όλη την προσβαλλόμενη επιφάνεια, εισάγεται ένας τροποποιητικός συντελεστής μεγέθους, c_s .
- Ομοίως, για να ληφθεί υπόψη η δυναμική απόκριση της κατασκευής εισάγεται ένας τροποποιητικός δυναμικός συντελεστής, c_d .

EN 1991-1-4: Δράσεις ανέμου (συν.) – Δομικός συντελεστής (κτήρια μεταλλικά)

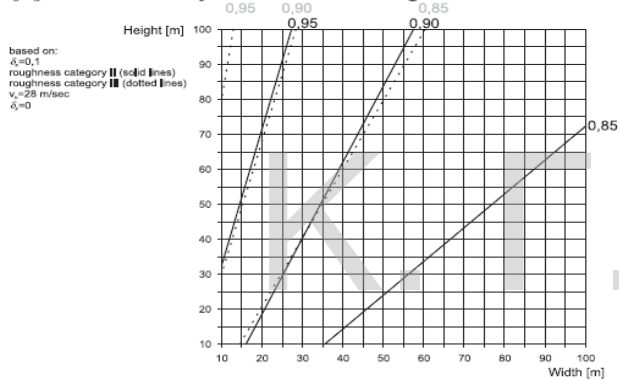
$c_s c_d$ for multistorey steel buildings



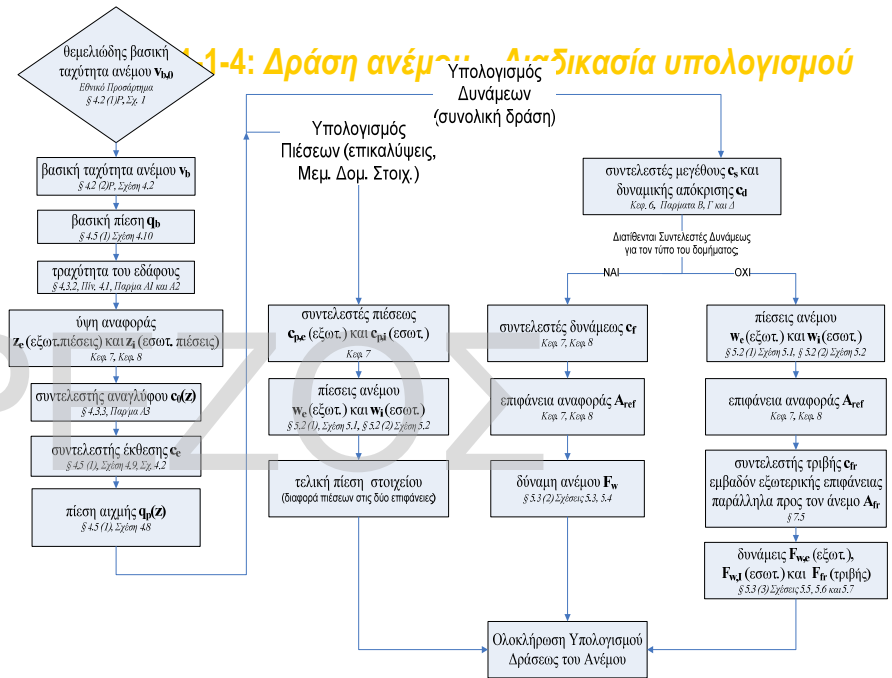
NOTE For values exceeding 1,1 the detailed procedure given in 6.3 may be applied (approved minimum value of $c_s c_d = 0,85$)

EN 1991-1-4: Δράσεις ανέμου (συν.) – Δομικός συντελεστής (κτήρια από Ο.Σ.)

$c_s c_d$ for multistorey concrete buildings



NOTE For values exceeding 1,1 the detailed procedure given in 6.3 may be applied (approved minimum value of $c_s c_d = 0,85$)



EN 1991-1-4: Δράση ανέμου – Διαδικασία υπολογισμού

Παράμετρος	Παράγραφος
Πίεση ταχύτητας αιχμής q_p	Αναφοράς
βασική ταχύτητα ανέμου v_b	4.2 (2)P
ύψος αναφοράς z_e	Κεφάλαιο 7
κατηγορία εδάφους	Πίνακας 4.1
χαρακτηριστική πίεση ταχύτητας αιχμής q_p	4.5 (1)
ένταση στροβιλισμού I_z	4.4
μέση ταχύτητα ανέμου v_m	4.3.1
συντελεστής ανάγλυφου του εδάφους $c_e(z)$	4.3.3
συντελεστής τραχύτητας $c_e(z)$	4.3.2
Πίεσεις ανέμου, π.χ. για επικαλύψεις, στερεώσεις	
συντελεστής εξωτερικής πίεσης c_{pe}	Κεφάλαιο 7
συντελεστής εσωτερικής πίεσης c_{pi}	Κεφάλαιο 7
εξωτερική πίεση ανέμου: $w_e = q_p c_{pe}$	5.1 (1)
εσωτερική πίεση ανέμου: $w_i = q_p c_{pi}$	5.1 (2)
Δυνάμεις ανέμου σε κατασκευές, π.χ. για καθολικές επιδράσεις	
συνδυασμένος δυναμικός συντελεστής: $c_s c_d$	Κεφάλαιο 6
δύναμη ανέμου F_w υπολογιζόμενη από τους συντελεστές δυνάμεως	5.3 (2)
δύναμη ανέμου F_w υπολογιζόμενη από	5.3 (3)

EN 1991-1-5: Θερμικές δράσεις

- Πρόλογος
- Μέρους 1ο – Γενικά
- Μέρους 2ο – Κατηγοριοποίηση δράσεων
- Μέρους 3ο – Καταστάσεις σχεδιασμού
- Μέρους 4ο – Αναπαράσταση των δράσεων
- Μέρους 5ο – Μεταβολές θερμοκρασίας σε κτήρια
- Μέρους 6ο – Μεταβολές θερμοκρασίας σε γέφυρες
- Μέρους 7ο – Μεταβολές θερμοκρασίας σε βιομηχανικές καμινάδες, αγωγούς, δεξαμενές και πύργους ψύξης

EN 1991-1-5: Θερμικές δράσεις (συν.)

- **Παράρτημα Α (πληροφοριακό)** – Ισόθερμες (καμπύλες) εθνικών ελάχιστων και μέγιστων θερμοκρασιών αέρα υπό σκιά
- **Παράρτημα Β (κανονιστικό)** – Διαφορές θερμοκρασίας για διάφορα πάχη οδοστρωσίας
- **Παράρτημα Γ (πληροφοριακό)** – Συντελεστές γραμμικής διαστολής
- **Παράρτημα Δ (πληροφοριακό)** – Διαγράμματα μεταβολών θερμοκρασίας σε κτήρια και άλλες κατασκευές

Σκοπός:

ο προσδιορισμός των θερμικών δράσεων σε κτήρια, γέφυρες, καμινάδες, αγωγούς, σιλό, δεξαμενές, πύργους ψύξεως και λοιπές κατασκευές καθώς επίσης και σε επενδύσεις προσαρτήματα κτηρίων.

Θερμικές δράσεις:

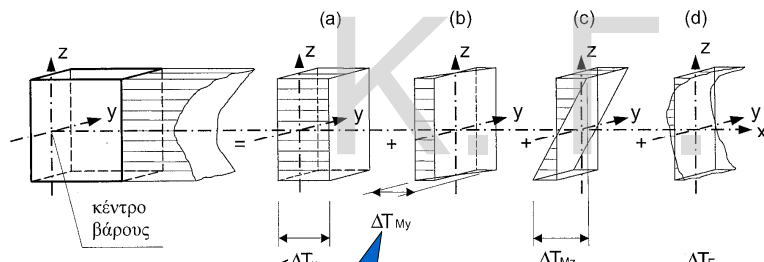
από τις μεταβολές των πεδίων θερμοκρασίας εντός συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος.

Προέλευση θερμικών δράσεων:

- από τις ημερήσιες και εποχικές κλιματολογικές μεταβολές
- από την χρήση των κατασκευών.
- Όχι από την δράση της πυρκαγιάς

EN 1991-1-5: Θερμικές δράσεις (συν.)

Σχηματική απεικόνιση των συνιστωσών κατανομής θερμοκρασίας



Ομοιόμορφη συνιστώσα θερμοκρασίας,
 $\Delta T_u = T_m - T_0$

Γραμμικά μεταβαλλόμενη συνιστώσα θερμοκρασίας,
 $\Delta T_{My} = T_{out} - T_{in}$

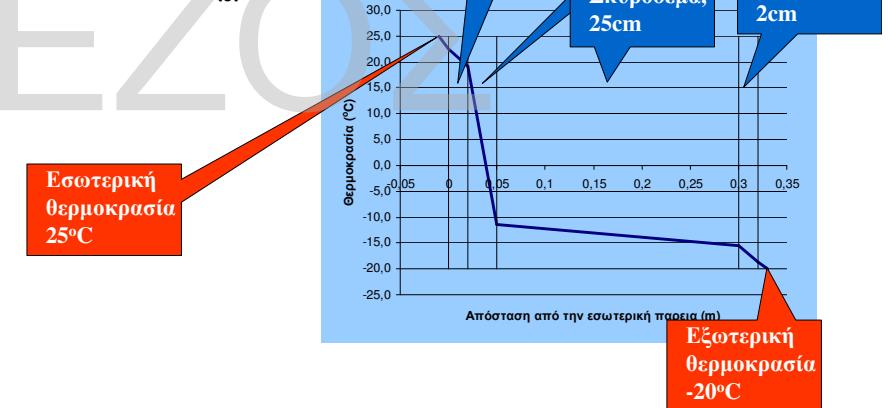
Γραμμικά μεταβαλλόμενη συνιστώσα θερμοκρασίας,
 $\Delta T_{Mz} = T_{out} - T_{in}$

μη-γραμμική συνιστώσα θερμοκρασίας (αντοϊσορροπούσες τάσεις)

Κατανομή της θερμοκρασίας σε στοιχεία κτηριακών έργων

Διάδοση θερμότητας:

$$T(x) = T_{in} - \frac{R(x)}{R_{tot}} (T_{in} - T_{out})$$



Η φύση της θερμικής δράσεως

Οι θερμικές δράσεις θεωρούνται μεταβλητές, έμμεσες δράσεις οι οποίες προκαλούν παραμορφώσεις οι οποίες συνεπάγονται ανάπτυξη τάσεων.

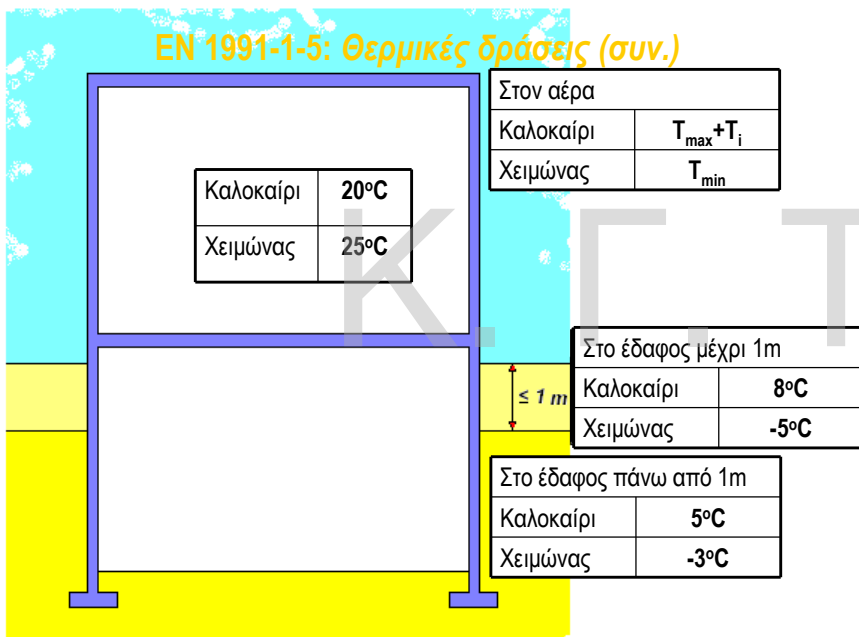
Η κατατομή της θερμοκρασίας στα επιμέρους δομικά στοιχεία μιας κατασκευής διαφοροποιείται από τις ημερήσιες και εποχιακές μεταβολές της:

- θερμοκρασίας περιβάλλοντος υπό σκιά,
- ηλιακής ακτινοβολίας,
- ανάκλασης, κλπ.,

Το μέγεθος των θερμικών επιδράσεων εξαρτάται από:

- τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες, (γεωγραφική περιοχή του έργου)
- τον προσανατολισμό της κατασκευής,
- την σκίαση γειτονικών κτηρίων
- την συνολική μάζα της κατασκευής,
- την χρήση υλικών με διαφορετικό συντελεστή γραμμικής διαστολής ή/και διαφορετικό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας
- τα στοιχεία όψεων (π.χ. εξωτερική επένδυση κτιρίων),
- και από τα συστήματα θέρμανσης, εξαερισμού και θερμομόνωσης (για τα κτηριακά έργα)

EN 1991-1-5: Θερμικές δράσεις (συν.)

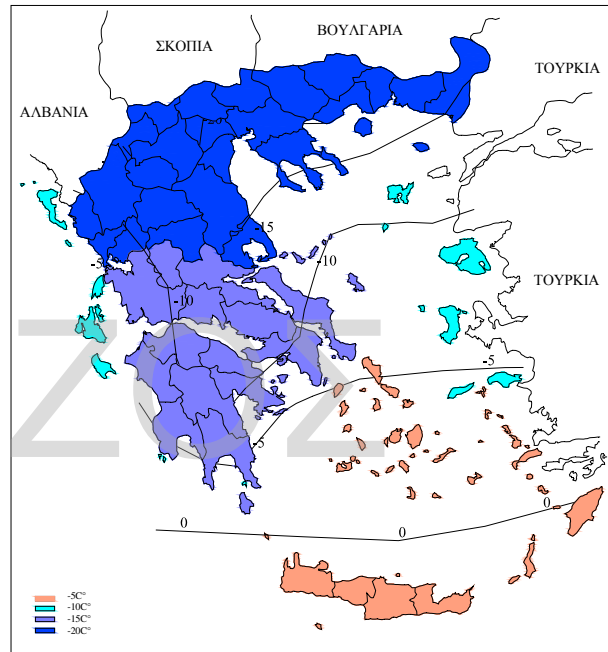


EN 1991-1-5: Θερμικές δράσεις (συν.)

Πίνακας 5.2: Εξωτερικές θερμοκρασίες, T_{out} για το υπέργειο τμήμα των κτηρίων

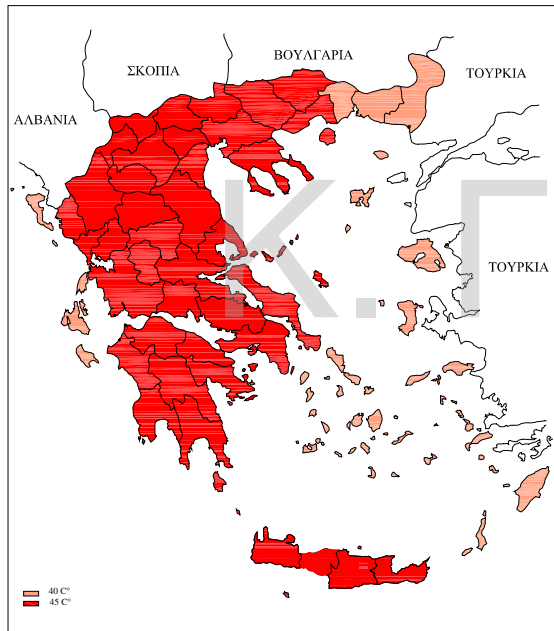
Εποχή	Σχετική απορροφητικότητα της επιφάνειας	Προσανατολισμός στοιχείου	Θερμοκρασία T_{out} σε °C	
			Βορειοανατολικός	Νοτιοδυτικός
Καλοκαίρι	0,5	στιλπνή επιφάνεια	$T_{\max} + 0$	$T_{\max} + 18$
	0,7	ελαφρά χρωματισμένη	$T_{\max} + 2$	$T_{\max} + 30$
	0,9	σκούρα επιφάνεια	$T_{\max} + 4$	$T_{\max} + 42$
Χειμώνας			T_{\min}	

Χαρακτηριστικές θερμοκρασίες για χρήση στον Ευρωπαϊκό 1 (πρωτογενή στοιχεία από ΕΜΥ)				μέσος ελάχιστων τετραγώνων											
Α/Α	ΚΩΔΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΣΤΑΘΜΟΣ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ					ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ						
				T _{max}	T _{max}	T _{max}	T _{max}	T _{max}	T _{min}	T _{min}	T _{min}	T _{min}	T _{min}		
1	672	ΑΓΡΙΝΙΟ	25	1956-1997	42	39,3	2,1	44,8	34,5	45,8	-4,5	1,7	0,8	-7,8	-9,4
2	685	ΑΓΙΑΡΑΦΕΣ	15	1956-1997	42	39,1	2,8	46,2	34,6	47,5	-5,0	1,9	2,0	-9,0	-10,6
3	627	ΑΛΕΞΠΟΛΗ	3	1951-1997	47	39,3	1,8	39,0	32,4	39,9	-9,8	2,6	-4,6	-14,0	-16,4
4	682	ΑΝΔΡΑΒΙΔΑ	15	1959-1997	39	36,3	1,6	39,8	32,2	41,3	-2,7	1,2	0,2	-5,0	-6,2
5	687	ΑΡΑΕΟΣ	12	1955-1997	43	-37,2	1,8	41,2	33,8	42,9	-1,6	1,3	1,0	-3,8	-5,5
6	685	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ	22	1970-1997	28	35,2	2,3	40,6	30,8	42,3	2,2	1,2	4,8	-0,4	-1,4
7	697	ΑΡΑΜΑ	104	1975-1997	22	37,5	1,8	41,6	34,0	44,1	-7,4	2,3	-3,4	-13,8	-14,7
8	718	ΕΛΕΥΣΙΝΑ	31	1958-1997	40	39,3	2,7	48,0	35,0	48,0	-1,8	1,6	1,4	-5,0	-6,1
9	716	ΕΛΛΗΝΙΚΟ	15	1955-1998	44	37,3	2,1	42,0	32,6	43,6	-0,4	1,3	2,2	-3,2	-4,3
10	719	ΖΑΚΥΝΟΣ	8	1982-1997	16	37,4	2,3	42,2	34,4	45,0	-0,7	1,5	1,8	-4,0	-5,9
11	754	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	39	1955-1998	44	37,6	2,2	43,6	33,0	44,3	3,0	1,2	5,8	0,2	-0,5
12	744	ΘΗΡΑ	37	1974-1997	24	34,9	2,1	39,4	30,2	41,9	2,5	2,1	6,0	-2,0	-4,0
13	756	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	10	1955-1997	42	39,9	2,1	44,0	34,0	45,2	2,8	1,3	5,0	0,0	-1,1
14	642	ΙΔΑΝΝΙΝΑ	484	1956-1997	42	37,0	2,4	42,4	29,6	47,5	-8,4	1,8	-4,8	-13,0	-10,8
15	625	ΚΑΒΑΛΑ	65	1956-1984	29	34,7	1,4	38,1	31,5	39,6	-9,8	4,7	-4,2	-23,6	-24,4
16	726	ΚΑΛΑΜΑΤΑ	11	1956-1997	42	38,2	2,2	42,6	32,4	45,0	-1,6	1,6	1,6	-5,0	-6,3
17	614	ΚΑΣΤΟΡΙΑ	661	1980-1997	18	36,6	2,3	41,6	33,4	48,6	-13,6	4,0	-9,4	-22,4	-22,6
18	641	ΚΕΡΚΥΡΑ	4	1955-1997	43	39,5	2,1	42,4	32,4	42,6	-2,5	1,2	0,0	-4,3	-5,1
19	743	ΚΥΘΗΡΑ	167	1955-1997	43	36,0	2,4	41,0	31,2	44,3	-2,5	1,9	6,0	-4,3	-2,5
20	742	ΚΩΣ	129	1981-1997	17	36,5	1,8	39,0	34,4	41,8	1,7	1,8	4,2	-1,2	-2,9
21	650	ΛΗΜΝΟΣ	5	1974-1997	24	33,8	1,7	39,4	30,8	39,4	-3,2	1,4	-0,2	-6,0	-7,7
22	675	ΛΑΜΙΑ	17	1970-1997	28	40,9	2,1	46,5	37,6	46,9	-3,8	2,0	-0,2	-7,0	-10,0
23	649	ΛΑΡΙΑ	74	1955-1997	42	40,7	2,2	45,2	35,4	47,9	-8,9	2,3	-4,6	-21,0	-18,6
24	734	ΜΕΘΩΝΗ	52	1956-1997	42	35,0	2,4	41,0	30,8	42,6	0,4	0,4	3,2	-3,6	-3,9
25	738	ΜΗΛΟΣ	165	1955-1997	27	37,1	2,2	41,6	31,0	44,8	1,7	1,9	5,8	-2,0	-2,9
26	622	ΜΙΚΡΑ	5	1959-1997	39	37,4	2,0	42,0	34,0	43,5	-7,6	2,4	-3,8	-14,0	-14,6
27	667	ΜΥΤΙΛΗΝΗ	5	1955-1997	43	37,1	1,8	40,4	34,2	42,0	-0,8	1,8	3,2	-4,4	-6,1
28	701	Ν. ΔΙΑΔΟΧΕΙΑ	139	1955-1998	42	40,0	2,6	45,0	34,5	48,3	-2,3	1,6	0,6	-5,0	-6,1
29	732	ΝΑΞΟΣ	10	1955-1997	43	33,6	1,7	37,4	28,8	38,9	2,6	1,8	5,8	-1,0	-1,9
30	689	ΠΑΤΡΑ	1	1955-1997	43	36,9	1,8	41,3	33,0	42,3	-1,1	1,8	2,2	-4,5	-6,0
31	643	ΠΡΕΒΕΖΑ	4	1971-1997	27	35,1	1,4	37,4	31,8	39,8	0,1	1,6	3,0	-3,8	-4,6
32	724	ΠΥΡΡΕΑ	11	1980-1997	18	40,1	1,7	43,2	37,6	45,9	-4,4	0,9	-3,0	-6,0	-7,4
33	749	ΡΟΔΟΣ	12	1955-1997	43	38,0	2,1	42,0	32,9	42,3	2,0	2,3	7,6	-4,3	-5,6
34	723	ΣΑΜΟΣ	7	1978-1997	20	37,1	1,6	40,4	34,2	42,0	-0,5	1,3	1,8	-3,4	-4,8
35	686	ΣΕΡΡΕΣ	35	1971-1997	27	38,4	2,0	42,8	35,0	44,8	-8,7	3,0	-5,2	-17,6	-18,0
36	757	ΣΗΤΕΙΑ	116	1960-1997	38	36,1	1,8	40,6	32,2	42,4	3,1	1,5	6,0	0,5	-0,6
37	684	ΣΚΥΡΟΣ	18	1955-1997	43	35,2	2,4	42,5	31,6	42,4	0,5	1,6	4,0	-3,8	-4,1
38	746	ΣΟΥΡΑ	152	1955-1997	40	38,9	1,8	44,5	35,5	45,2	-3,8	1,4	4,8	0,0	-1,5
39	699	ΤΑΝΑΓΡΑ	140	1957-1997	41	39,9	2,3	46,0	35,2	47,6	-5,9	2,9	-1,4	-16,6	-13,1
40	715	ΤΑΤΟΙ	235	1956-1997	42	39,2	2,5	48,0	35,0	48,0	-4,4	2,0	-0,8	-8,8	-8,8
41	710	ΤΡΙΠΟΛΗ	652	1957-1997	41	37,9	2,2	43,0	32,8	48,9	-8,6	3,1	-4,6	-17,0	-13,5
42	613	ΦΛΩΡΙΝΑ	695	1961-1997	37	36,1	2,1	40,8	31,4	46,9	-14,9	-14,9	-7,4	-21,4	-21,2
43	706	ΧΙΟΣ	4	1973-1997	25	35,9	1,8	40,6	32,0	42,0	-1,3	1,8	1,0	-4,0	-6,6
44	624	ΧΡΥΣΟΥΠΟΛΗ	5	1984-1997	14	35,0	1,6	39,0	33,0	40,7	-6,6	1,9	-3,4	-11,0	-13,2
						min:	37,4	28,6	38,9		min:	-9,4	-23,6	-24,4	
						max:	48,0	37,6	48,9		max:	7,6	0,5	-0,4	



Κατακόρυφη θερμοβαθμίδα

- Η καθύψος αναλογική μείωση της θερμοκρασίας σε ένα γεωγραφικό τόπο συναρτίζεται του υψόμετρου.
- Η αναλογία της μείωσης είναι περίπου 0.65°C/100m.
- Οι τιμές που δίνονται στον Πίνακα 1 έχουν αναχθεί σε υψόμετρο 0 (στην στάθμη της θάλασσας).
- Στους υπολογισμούς, η μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία θα προσαρμόζονται από την θερμοκρασία στην επιφάνεια της θάλασσας αφαιρώντας 0.65°C για κάθε 100m υψομετρικής διαφοράς.



T_{max}

Παράδειγμα

Εστω αρχική θερμοκρασία $T_o=15^{\circ}\text{C}$,
 $T_{in}=25^{\circ}\text{C}$ και $T_{out}=-20^{\circ}\text{C}$.

Από το προηγούμενο παράδειγμα:

$T_1=-11.3^{\circ}\text{C}$ και $T_2=-15.5^{\circ}\text{C}$.

Αρα μέση θερμοκρασία

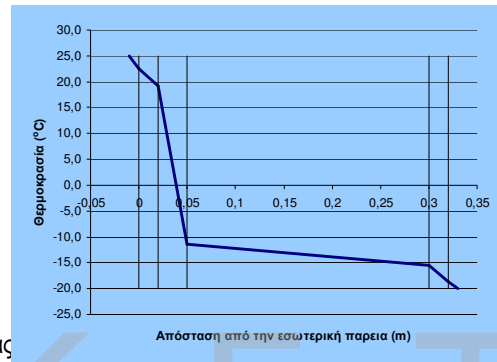
$T=0.5*(-11.3-15.5)=-13.4^{\circ}\text{C}$

Η ομοιόμορφη διαφορά θερμοκρασίας
είναι:

$\Delta T_u=T-T_o=-13.4-15.0=-28.4^{\circ}\text{C}$

και η γραμμικώς μεταβαλλόμενη
συνιστώσα της θερμοκρασίας είναι

$\Delta T_M=15.5-11.3=4.2^{\circ}\text{C}$.

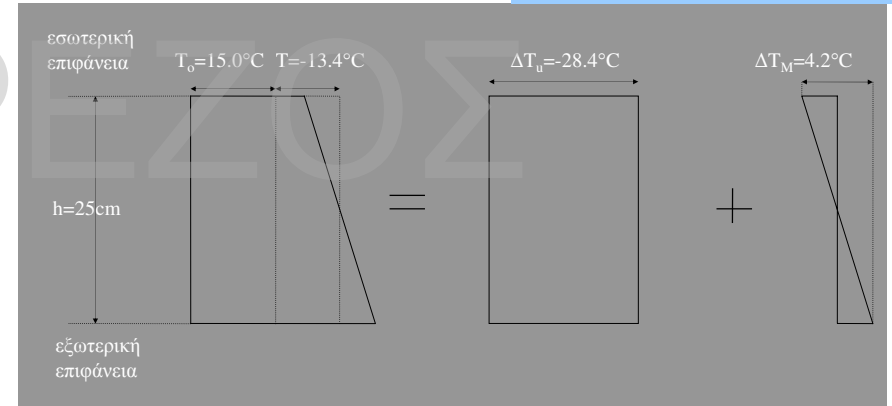


Εστω αρχική θερμοκρασία $T_o=15^{\circ}\text{C}$, $T_{in}=25^{\circ}\text{C}$ και
 $T_{out}=-20^{\circ}\text{C}$. Από το προηγούμενο παράδειγμα:
 $T_1=-11.3^{\circ}\text{C}$ και $T_2=-15.5^{\circ}\text{C}$. Αρα μέση θερμοκρασία
 $T=0.5*(-11.3-15.5)=-13.4^{\circ}\text{C}$.

Η ομοιόμορφη διαφορά θερμοκρασίας είναι:

$\Delta T_u=T-T_o=-13.4-15.0=-28.4^{\circ}\text{C}$

και η γραμμικώς μεταβαλλόμενη συνιστώσα της
θερμοκρασίας είναι $\Delta T_M=15.5-11.3=4.2^{\circ}\text{C}$.



EN 1991-1-6: Δράσεις κατά την ανέγερση

- Πρόλογος
- Μέρος 1ο – Γενικά
- Μέρος 2ο – Κατηγοριοποίηση δράσεων
- Μέρος 3ο – Καταστάσεις σχεδιασμού και οριακές καταστάσεις
- Παράρτημα A1 (κανονιστικό) – Συμπληρωματικοί κανόνες για κτήρια
- Παράρτημα A2 (κανονιστικό) – Συμπληρωματικοί κανόνες για γέφυρες
- Παράρτημα B (πληροφοριακό) – Δράσεις στις κατασκευές κατά την διάρκεια αλλαγής χρήσης, ανακατασκευής ή καθαίρεσης

EN 1991-1-6: Δράσεις κατά την ανέγερση

Σκοπός: Προσδιορισμός των δράσεων κατά

- την ανέγερση,
- επεμβάσεις
- κατεδαφίσεις

Αλλά και για ικρίωματα, ξυλοτύπους και άλλες εργασίες απαραίτητες κατά την ανέγερση.

Θα θεωρούνται οι παροδικές, οι τυχηματικές και οι σεισμικές καταστάσεις σχεδιασμού (όχι οι μόνιμες)

EN 1991-1-6: Δράσεις κατά την ανέγερση

Οι παροδικές καταστάσεις θα αντιστοιχούν σε μια ονομαστική διάρκεια μεγαλύτερη ή ίση από την διάρκεια της ανέγερσης.

EN 1991-1-6: Δράσεις κατά την ανέγερση

Περίοδοι επαναφοράς για τον καθορισμό των χαρακτηριστικών τιμών των μεταβλητών δράσεων κατά τη διάρκεια της κατασκευής

Διάρκεια	Περίοδος επαναφοράς (χρόνια)
$T_{dur} \leq 3$ ημέρες	2
μέρες $\leq T_{dur} \leq 3$ μήνες	5
ήνες $\leq T_{dur} \leq 1$ χρόνο	10
ρόνο $\leq T_{dur}$	50

EN 1991-1-6: Δράσεις κατά την ανέγερση

Προκύπτοντες διορθωτικοί συντελεστές των χαρακτηριστικών τιμών

$Q_{k,t} = kQ_{k,50}$ (δίνονται στα επιμέρους Τμήματα των αντιστοιχων δράσεων)

Περίοδος επαναφοράς (χρόνια t)	Πιθανότητα Υπέρβασης p	Συντελεστής αναγωγής k			
		Θερμοκρασία $T_{max,t}$	Θερμοκρασία $T_{min,t}$	Χιόνι $S_{n,t}$	Ανεμος $V_{b,t}$
2	0,50	0,80	0,45	0,64	0,77
5	0,20	0,86	0,63	0,75	0,85
10	0,10	0,91	0,74	0,83	0,90
50	0,02	1,00	1,00	1,00	1,00

EN 1991-1-6: Δράσεις κατά την ανέγερση

Οι έλεγχοι γίνονται σύμφωνα με το EN 1990.

Δεν διαφέρουν ουσιαδώς από τους ελέγχους που αφορούν τις μόνιμες καταστάσεις σχεδιασμού, **εκτός** ενδεχομένως από τις **χαρακτηριστικές τιμές** των δράσεων λόγω περιόδου αναφοράς μικρότερης των 50 ετών.

Συνήθως καθοριστικός είναι ο **συνδυασμός** δράσεων για **παροδικές καταστάσεις** σχεδιασμού κατά τη φάση κατασκευής.

EN 1991-1-6: Δράσεις κατά την ανέγερση

Οι δράσεις κατά την φάση της ανέγερσης περιλαμβάνουν:

- Δράσεις που δεν σχετίζονται με την ανέγερση
- Κατασκευαστικά φορτία

Αμφότεροι οι τύποι κατατάσσονται αναλόγως:

- Της μεταβολής τους στον χρόνο (μόνιμες, μεταβλητές, τυχηματικές)
- Της Πρόελευση (άμεσες, έμμεσες)
- Της μεταβλητότητας στον χώρο (σταθερές, κινητές)
- Της φύσεως (στατικές δυναμικές)

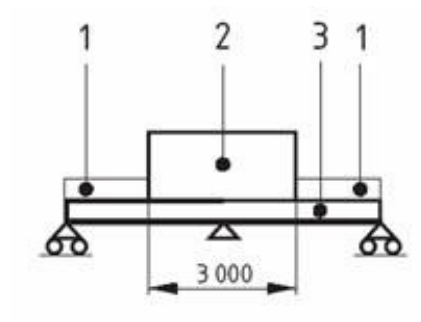
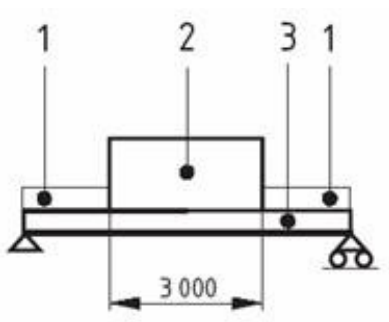
EN 1991-1-6: Δράσεις κατά την ανέγερση

Κατασκευαστικά φορτία: διακρίνονται 6 τύποι

Σύμβολο	Είδος
Q_{ca}	Προσωπικό και ατομικά εργαλεία
Q_{cb}	Αποθήκευση κινητών αντικειμένων
Q_{cc}	Μη-μόνιμος εξοπλισμός
Q_{cd}	Κινητά βαρέα μηχανήματα και εξοπλισμός
Q_{ce}	Συσσώρευση υλικών προς απόρριψη
Q_{cf}	Φορτία από μέρη του φορέα σε προσωρινές καταστάσεις

EN 1991-1-6: Δράσεις κατά την ανέγερση

1. 10 % του ιδίου βάρους του σκυροδέματος, αλλ' όχι μικρότερο από 0,75 και όχι μεγαλύτερο από 1,5. Συμπεριλαμβάνει τα Q_{ca} και Q_{cf}
2. 0,75 με κάλυψη του Q_{ca}
3. Το ίδιο βάρος των ξυλοτύπων και φερόντων στοιχείων (Q_{cc}) και το βάρος του νωπού σκυροδέματος για το πάχος σχεδιασμού (Q_{cf})



EN 1991-1-6: Δράσεις κατά την ανέγερση

Τυχηματικές δράσεις: πρόσκρουση οχήματος, γερανού, μεταφερομένων υλικών, τοπική αστοχία στηρίξεως, δυναμικά φαινόμενα από κατάρρευση. Ασυνήθης συγκέντρωση εξοπλισμού, υλικών πάνω σε φέροντα στοιχεία.

Δυναμικά φαινόμενα: Πολλαπλασιαστικός συντελεστής 2.

EN 1991-1-7: Τυχηματικές δράσεις

- Πρόλογος
- Μέρος 1ο – Γενικά
- Μέρος 2ο – Κατηγοριοποίηση δράσεων
- Μέρος 3ο – Καταστάσεις σχεδιασμού
- Μέρος 4ο – Πρόσκρουση
- Μέρος 5ο – Εσωτερικές εκρήξεις
- Παράρτημα Α (πληροφοριακό) – «Στερρότητα/Ευρωστία» (διατήρηση ακεραιότητας κατά την υπέρβαση της στάθμης σχεδιασμού) κτηρίων – Σχεδιασμός έναντι των συνεπειών τοπικής αστοχίας από μη αναμενόμενο αίτιο
- Παράρτημα Β (πληροφοριακό) – Οδηγός για ανάλυση επικινδυνότητας
- Παράρτημα Γ (πληροφοριακό) – Πρωθήμενος σχεδιασμός έναντι πρόσκρουσης
- Παράρτημα Δ (πληροφοριακό) – Εσωτερικές εκρήξεις

EN 1991-2: Φορτία κυκλοφορίας σε γέφυρες

- Πρόλογος
- Μέρος 1ο – Γενικά
- Μέρος 2ο – Κατηγοριοποίηση δράσεων
- Μέρος 3ο – Καταστάσεις σχεδιασμού
- Μέρος 4ο – Δράσεις από οδική κυκλοφορία και άλλες δράσεις ειδικά για οδογέφυρες
- Μέρος 5ο – Δράσεις σε πεζοδρόμια, ποδηλατοδρόμους και πεζογέφυρες
- Μέρος 6ο – Δράσεις από σιδηροδρομική κυκλοφορία και άλλες δράσεις ειδικά για σιδηροδρομικές γέφυρες
- Παράρτημα Α (πληροφοριακό) – Προσομοιώματα ειδικών οχημάτων για οδογέφυρες
- Παράρτημα Β (πληροφοριακό) – Εκτίμηση της διάρκειας ζωής έναντι κόπωσης για οδογέφυρες –

EN 1991-2: Φορτία κυκλοφορίας σε γέφυρες (συν.)

Μέθοδος εκτίμησης βασισμένη σε καταγραφές κυκλοφορίας

- Παράρτημα Χ (πληροφοριακό) – Δυναμικά προσομοιώματα φορτίων πεζών
- Παράρτημα Γ (κανονιστικό) – Δυναμικοί συντελεστές 1+φ για πραγματικά τραίνα
- Παράρτημα Δ (κανονιστικό) – Βάση για την εκτίμηση της κόπωσης των σιδηροδρομικών έργων
- Παράρτημα Ε (πληροφοριακό) – Κριτήρια προς ικανοποίηση όταν δεν χρειάζεται δυναμική ανάλυση
- Παράρτημα ΣΤ (πληροφοριακό) – Μέθοδος προσδιορισμού της συνδυασμένης απόκρισης μιας κατασκευής και της γραμμής σε μεταβλητές δράσεις
- Παράρτημα Η (πληροφοριακό) – Προσομοιώματα φορτίσεων για σιδηροδρομικά φορτία σε παροδικές καταστάσεις σχεδιασμού

EN 1991-3: Δράσεις προερχόμενες από γεραμούς και μηχανήματα

- Πρόλογος
- Μέρος 1ο – Γενικά
- Μέρος 2ο – Δράσεις προερχόμενες από ανυψωτικές διατάξεις και γεραμούς σε γερανοδοκούς
- Μέρος 3ο – Δράσεις προερχόμενες από μηχανήματα
- Παράρτημα Α (κανονιστικό) – Βάσεις σχεδιασμού – Συμπληρωματικές διατάξεις στο EN 1990 για γερανοδοκούς φορτιζόμενες από γεραμούς
- Παράρτημα Β (πληροφοριακό) – Καθοδήγηση για την κατάταξη των γερανών αναφορικά με την κόπωση

EN 1991-4: Δράσεις σε σιλό και δεξαμενές

- Πρόλογος
- Μέρος 1ο – Γενικά
- Μέρος 2ο – Αναπαράσταση και κατηγοριοποίηση δράσεων
- Μέρος 3ο – Καταστάσεις σχεδιασμού
- Μέρος 4ο – Ιδιότητες των κοκκωδών στερεών
- Μέρος 5ο – Φορτία στα κατακόρυφα τοιχώματα των σιλό
- Μέρος 6ο – Φορτία στις χοάνες και στην βάση των σιλό
- Μέρος 7ο – Φορτία στις δεξαμενές από ρευστά
- Παράρτημα Α (κανονιστικό) – Δράσεις και συνδυασμοί δράσεων στα σιλό
- Παράρτημα Β (κανονιστικό) – Δράσεις, επιμέρους συντελεστές και συνδυασμοί δράσεων στις δεξαμενές

EN 1991-4: Δράσεις σε σιλό και δεξαμενές (συν.)

- Παράρτημα Γ (πληροφοριακό) – Μέτρηση των ιδιοτήτων των στερεών για τον υπολογισμό των φορτίων των σιλό
- Παράρτημα Δ (πληροφοριακό) – Εκτίμηση των ιδιοτήτων των στερεών για τον υπολογισμό των φορτίων των σιλό
- Παράρτημα Ε (πληροφοριακό) – Τιμές ιδιοτήτων κοκκωδών στερεών
- Παράρτημα ΣΤ (πληροφοριακό) – Προσδιορισμός της μορφής της ροής εκκένωσης
- Παράρτημα Ζ (πληροφοριακό) – Σεισμικές δράσεις
- Παράρτημα Η (πληροφοριακό) – Εναλλακτικός κανόνας για την πίεση στις χοάνες
- Παράρτημα Θ (πληροφοριακό) – Βάσεις σχεδιασμού – Συμπληρωματικοί κανόνες στο EN 1990 για σιλό και δεξαμενές
- Παράρτημα Ι (πληροφοριακό) – Δράσεις οφειλόμενες στην έκρηξη σκόνης

Ευχαριστώ για την προσοχή σας