

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

για τη χρήση των Ευρωκωδίκων

*EN 1991-1-3 : Γενικές δράσεις –
Φορτία χιονιού*

Συντακτική Ομάδα

**Νίκος Μαλακάτας, Δρ ΠΜ, Πρόεδρος CEN/TC250/SC1
Κώστας Τρέζος, Δρ ΠΜ, Επίκ. Καθηγητής ΕΜΠ**

Αθήνα, Νοέμβριος 2009

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

*(για την εξοικείωση των μελών του ΤΕΕ με τη χρήση του Ευρωκώδικα
EN 1991-1-3 : Γενικές δράσεις – Φορτία Χιονιού)*

Στις σελίδες που ακολουθούν παρουσιάζονται επιλεκτικά και με συνοπτικό τρόπο οι κυριότερες διατάξεις του υπόψη Ευρωκώδικα συνοδευόμενες κατά περίπτωση από διευκρινιστικές προσθήκες/σχόλια ή παραδείγματα. Γίνονται επίσης παραπομπές στο αντίστοιχο Σχέδιο Εθνικού Προσαρτήματος. Οι αναφορές στην αρίθμηση των διατάξεων του κειμένου του Ευρωκώδικα γίνονται μέσα σε αγκύλες, λ.χ. [1.1(1)] παραπέμπει στην παρ. 1.1 εδάφιο (1).

Το παρόν κείμενο σε καμία περίπτωση δεν υποκαθιστά τα κείμενα του Ευρωκώδικα, του αντίστοιχου Εθνικού Προσαρτήματος, καθώς και άλλων συναφών κανονιστικών κειμένων, και το ΤΕΕ και οι συντάκτες δεν φέρουν ευθύνη για τον τρόπο χρήσης τους.

Ευρωκώδικας 1991-1-3: Φορτία χιονιού

Περιεχόμενα του παρόντος κειμένου

- 1 Εισαγωγή**
 - 1.1 Τα Περιεχόμενα του Ευρωκώδικα 1991-1-3
 - 1.2 Σκοπός
 - 1.3 Πεδίο εφαρμογής
 - 1.4 Κατάταξη της δράσεως του χιονιού
 - 1.5 Εθνικά δεδομένα
- 2 Βασικές έννοιες, ορισμοί**
 - 2.1 Χαρακτηριστικό φορτίο χιονιού επί του εδάφους
 - 2.2 Εξαιρετικό φορτίο χιονιού επί του εδάφους
 - 2.3 Φορτίο χιονιού στην στέγη
 - 2.4 Μή παρασυρμένο φορτίο χιονιού επί της στέγης
 - 2.5 Παρασ Εξαιρετική παράσυρση συσσώρευση φορτίου χιονιού επί της στέγης υρμένο φορτίο χιονιού επί της στέγης
- 3 Η φύση της δράσεως του χιονιού**
 - 3.1 Καθορισμός της δράσεως του χιονιού
 - 3.2 Καταστάσεις σχεδιασμού
 - 3.3 Χάρτες χαρακτηριστικού φορτίου χιονιού στο έδαφος
 - 3.4 Συντελεστής έκθεσης και θερμικός συντελεστής
 - 3.5 Συντελεστές σχήματος
 - 3.6 Τοπικά φαινόμενα
- 4 Εφαρμογή**

1. Εισαγωγή

1.1 Τα Περιεχόμενα του Ευρωκώδικα 1991-1-3 είναι:

- | | |
|----|--------------------------------|
| | Πρόλογος |
| 1. | Γενικά |
| 2. | Κατάταξη Δράσεων |
| 3. | Καταστάσεις Σχεδιασμού |
| 4. | Φορτία χιονιού επί του εδάφους |
| 5. | Φορτία χιονιού επί της στέγης |
| 6 | Τοπικά φαινόμενα |

- | | |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α | Καταστάσεις σχεδιασμού και Διατάξεις φορτίων για χρήση σε διάφορες τοποθεσίες (κανονιστικό) |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β | Συντελεστές σχήματος φορτίου χιονιού για εξαιρετικές παρασύρσεις χιονιού (κανονιστικό) |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ | Ευρωπαϊκός χάρτης φορτίου χιονιού επί του εδάφους (πληροφοριακό) |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ | Προσαρμογή του φορτίου χιονιού επί του εδάφους ανάλογα με την περίοδο επαναφοράς (πληροφοριακό) |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε | Φαινόμενη πυκνότητα βάρους φυσικώς συσσωρευμένου χιονιού (πληροφοριακό) |

1.2 Σκοπός: ο προσδιορισμός της δράσεως του χιονιού σε δομήματα Πολιτικού Μηχανικού (ως σύνολο) καθώς και σε επιμέρους στοιχεία των δομημάτων.

1.3 Πεδίο εφαρμογής: Για κτήρια και τεχνικά έργα μέχρι υψόμετρο 1500m. Για τοποθεσίες με υψόμετρο μεγαλύτερο από 1500m πρέπει να γίνεται ειδική μελέτη και αξιολόγηση.

Ο Ευρωκώδικας αυτός δεν εφαρμόζεται για:

- Κρουστικά φορτία χιονιού που μπορεί να προκληθούν από ολίσθηση και πτώση χιονιού από μια υψηλότερη στέγη.
- Πρόσθετα φορτία ανεμοπιέσεως που μπορεί να προκληθούν από την αλλαγή του σχήματος ή του μεγέθους της κατασκευής λόγω της παρουσίας χιονιού ή πάγου.
- Φορτία σε περιοχές με χιονοκάλυψη καθ' όλη την διάρκεια του έτους.
- Φορτία λόγω της ύπαρξης πάγου.
- Πλευρικά φορτία χιονιού (π.χ.: πλευρική πίεση λόγω συσσώρευσης χιονιού.)
- Φορτία χιονιού επί γεφυρών.

1.4 Κατάταξη της δράσεως του χιονιού

Το χιόνι χαρακτηρίζεται ως μια στατική δράση, μεταβλητή ως προς τον χρόνο αλλά σταθερή ως προς τον χώρο. Σε ειδικές καταστάσεις η δράση του χιονιού μπορεί να θεωρηθεί ως τυχηματική δράση, συνήθως μικρής διάρκειας αλλά σημαντικής έντασης με μικρή πιθανότητα εμφάνισης κατά την διάρκεια της ωφέλιμης διάρκειας της κατασκευής.

1.5 Εθνικά δεδομένα: Όσα στοιχεία εξαρτώνται από την τοποθεσία του δομήματος και την ποιότητα των μετεωρολογικών στοιχείων δίνονται στα εθνικά προσαρτήματα της κάθε χώρας.

2. Βασικές έννοιες, ορισμοί

Στον Ευρωκώδικα αυτό εισάγονται οι εξής έννοιες:

2.1 Χαρακτηριστικό φορτίο χιονιού επί του εδάφους. Είναι το φορτίο χιονιού στο έδαφος με ετήσια πιθανότητα υπέρβασης 2%, το οποίο προέκυψε μη λαμβάνοντας υπόψη τα «εξαιρετικά» φορτία χιονιού.

2.2 Εξαιρετικό φορτίο χιονιού επί του εδάφους. Το φορτίο του στρώματος χιονιού επί του εδάφους, που είναι αποτέλεσμα μιας χιονοπτώσεως με εξαιρετικά σπάνια πιθανότητα εμφάνισης. Σε ορισμένες περιοχές έχουν παρατηρηθεί εξαιρετικά έντονες χιονοκαλύψεις ως αποτέλεσμα χιονοπτώσεων σημαντικά μεγαλύτερων από ότι συνήθως παρατηρείται στην περιοχή. Το να συμπεριλάβει κανείς τις χιονοπτώσεις αυτές στην στατιστική επεξεργασία θα οδηγήσει σε δυσανάλογα μεγάλες τιμές του χαρακτηριστικού φορτίου χιονιού επί του εδάφους.

Πότε ένα φορτίο χιονιού επί του εδάφους χαρακτηρίζεται ως εξαιρετικό»?

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή έρευνα για την σύνταξη των χαρτών ακολουθήθηκε ως εξής ορισμός του εξαιρετικού φορτίου χιονιού:

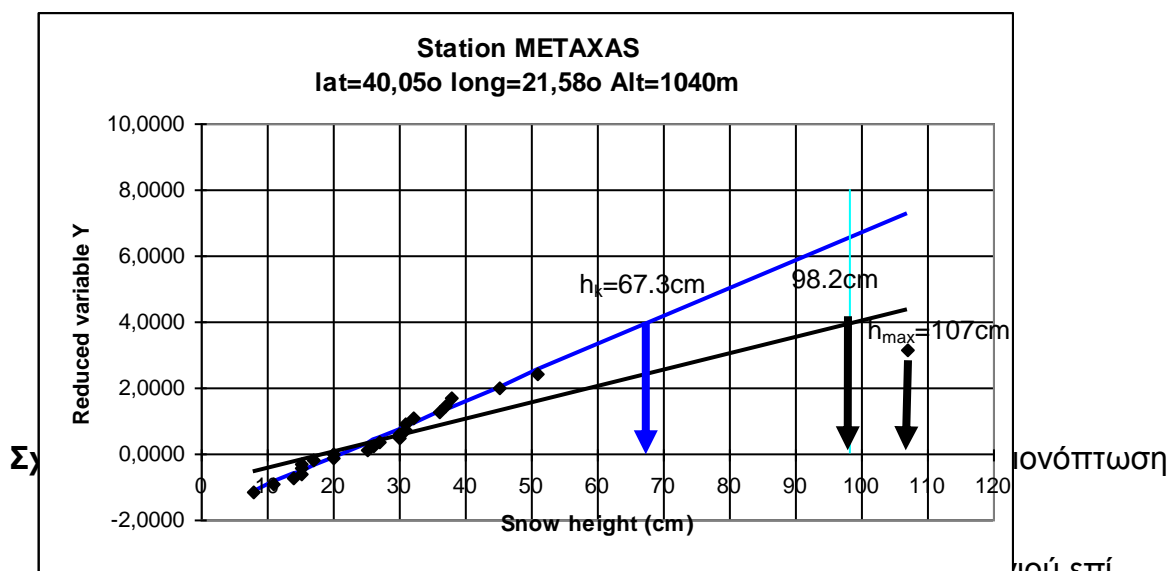
Εκπαιδευτικές Σημειώσεις TEE : EN 1991-1-3

N. Μαλακάτας, K. Τρέζος

Αν ο λόγος της μέγιστης παρατηρηθείσας τιμής του φορτίου χιονιού επί του εδάφους, s_{max} , προς την χαρακτηριστική τιμή, s_k , του φορτίου χιονιού που προκύπτει αγνοώντας την μέγιστη αυτή τιμή, είναι μεγαλύτερος του 1.5 τότε η μέγιστη παρατηρηθείσα τιμή πρέπει να θεωρηθεί ως εξαιρετική τιμή.

Παράδειγμα

Στο Σχήμα1 φαίνεται η στατιστική επεξεργασία του ύψους χιονιού για τον Σταθμό Μεταξάς. Η μέγιστη παρατηρηθείσα τιμή του ύψους χιονιού στο έδαφος είναι $h_{max}=107\text{cm}$ ενώ όλες οι υπόλοιπες είναι σημαντικά μικρότερες (κάτω από 50cm). Αν ληφθούν υπόψη όλες οι τιμές προκύπτει χαρακτηριστική τιμή ύψους χιονιού στο έδαφος ίση προς 98.2cm. Αν δεν ληφθεί υπόψη η μέγιστη τιμή, τότε η χαρακτηριστική τιμή που προκύπτει είναι $h_k=67.3\text{cm}$. Ο λόγος $h_{max}/h_k=107/67.3=1.59>1.50$ άρα η τιμή 107cm θεωρείται εξαιρετική τιμή.



της στέγης είναι το γινόμενο της χαρακτηριστικής τιμής φορτίου χιονιού επί του εδάφους με τους κατάλληλους συντελεστές (συντελεστής σχήματος της στέγης, συντελεστής έκθεσης και θερμικός συντελεστής). Από τους τρεις συντελεστές καθοριστικός είναι ο συντελεστής σχήματος της στέγης.

2.4 Μή παρασυρμένο φορτίο χιονιού επί της στέγης. Η διάταξη του φορτίου που περιγράφει το ομοιόμορφα κατανομημένο φορτίο χιονιού επί της στέγης το οποίο επηρεάζεται μόνον από το σχήμα της στέγης, πριν συμβεί οποιαδήποτε αναδιάταξη του χιονιού λόγω άλλων κλιματολογικών δράσεων.

2.5 Παρασυρμένο φορτίο χιονιού επί της στέγης. Η διάταξη φορτίου που περιγράφει την κατανομή του φορτίου χιονιού επί της στέγης που είναι αποτέλεσμα της μετατόπισης του χιονιού από μια θέση σε άλλη θέση της στέγης π.χ. λόγω της δράσης του ανέμου.

2.6 Εξαιρετική παράσυρση-συσσώρευση φορτίου χιονιού επί της στέγης. Η διάταξη φορτίου που περιγράφει το φορτίο του στρώματος χιονιού

επί της στέγης το οποίο είναι αποτέλεσμα ενός εξαιρετικά σπάνιου τρόπου απόθεσης ή μετατόπισής του. Οι εξαιρετικές παρασύρσεις αντιμετωπίζονται με τους κατάλληλους συντελεστές σχήματος που δίνονται στο Παράρτημα Β.

3. Η φύση της δράσεως του χιονιού

3.1 Καθορισμός της δράσεως του χιονιού

Η δράση του χιονιού θεωρείται ότι εξασκείται στις στέγες (οριζόντιες ή μη) των κτηρίων και άλλων τεχνικών έργων. Ως δράση λαμβάνεται το φορτίο (ομοιόμορφο ή μη) που οφείλεται στο ίδιο βάρος του χιονιού το οποίο έχει συσσωρευθεί είτε από ελεύθερη πτώση είτε έχει παρασυρθεί (είτε φυσικά λόγω της κλίσεως της στέγης ή/και του ανέμου είτε τεχνητά). Η δράση του χιονιού θεωρείται στατική, μεταβλητή στον χρόνο και σταθερή στον χώρο.

Το φορτίο χιονιού στην στέγη, s , προκύπτει από το χαρακτηριστικό φορτίο χιονιού στο έδαφος, s_k , (σε kPa)^a και το οποίο τροποποιείται με μια σειρά συντελεστών οι οποίοι λαβαίνουν υπόψη τους:

- ✓ την διαφοροποίηση του φορτίου από το έδαφος στην στέγη (συντελεστής σχήματος, μ),
- ✓ την έκθεση της στέγης στα καιρικά φαινόμενα (συντελεστής έκθεσης, C_e) και
- ✓ την επίδραση της θερμοκρασίας στην συσσώρευση του χιονιού στην στέγη (θερμικός συντελεστής, C_t).

Είναι δηλαδή:

$$s = \mu_i C_e C_t s_k$$

3.2 Καταστάσεις σχεδιασμού.

Σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 1990, οι καταστάσεις σχεδιασμού κατατάσσονται ως εξής:

“**Με διάρκεια**”^b αναφέρονται στην κανονική χρήση

“**Παροδικές**”^c προσωρινές καταστάσεις που αναφέρονται στην φάση της ανέγερσης ή επισκευής

“**Τυχηματικές**”^d αναφέρονται σε εξαιρετικές συνθήκες στις οποίες μπορεί να εκτεθεί η κατασκευή

“**Σεισμικές**”^e αναφέρονται στην έκθεση του φορέα σε σεισμικές δράσεις

Στην περίπτωση της δράσεως του χιονιού, ανάλογα με την χιονόπτωση (εξαιρετική ή μη εξαιρετική) και την παράσυρση του χιονιού (εξαιρετική ή μη εξαιρετική) διακρίνονται τέσσερις δυνατές περιπτώσεις (βλ. και τον επόμενο Πίνακα):

Χιονόπτωση

^a Επειδή το μέγεθος που μετρείται κατά τις μετεωρολογικές παρατηρήσεις είναι το φορτίο (σε ισοδύναμο ύδατος) ή το ύψος του χιονιού στο έδαφος

^b Persistent design situations

^c Transient design situations

^d Accidental design situations

^e Seismic design situations

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

- Για όλες τις τέσσερις Περιπτώσεις (Α, Β1, Β2 και Β3) θα πρέπει να εξετάζονται οι “Με διάρκεια” και “Παροδικές” καταστάσεις σχεδιασμού:

- ο Χωρίς παράσυρση: $s = \mu_i C_e C_t s_k$

- ο Με παράσυρση: $s = \mu_i C_e C_t s_k$

Για τις οποίες οι συνδυασμοί είναι:

- ο Όταν η δράση του χιονιού είναι κύρια μεταβλητή δράση:

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

- ο Όταν η δράση του χιονιού είναι συνοδευούσα δράση:

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

- Επιπλέον, μόνον για τις τρεις περιπτώσεις Β (Β1, Β2 και Β3) θα πρέπει να εξετάζονται οι “Τυχηματικές” καταστάσεις σχεδιασμού όπου το χιόνι 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 A_d είναι η τιμή της τυχηματικής δράσεως του χιονιού η οποία είναι για την:

- ο Περίπτωση Β1:

- Χωρίς παράσυρση: $A_d = s = \mu_i C_e C_t C_{esl} s_k$

- Με παράσυρση: $A_d = s = \mu_i C_e C_t C_{esl} s_k$

- ο Περίπτωση Β2:

- Με παράσυρση: $A_d = s = \mu_i s_k$ (για στέγες του Παραρτήματος Β)

- ο Περίπτωση Β3:

- Χωρίς παράσυρση: $A_d = s = \mu_i C_e C_t C_{esl} s_k$

- Με παράσυρση: $A_d = s = \mu_i s_k$ (για στέγες του Παραρτήματος Β)

Η συνιστώμενη τιμή του συντελεστή εξαιρετικών φορτίων χιονιού είναι $C_{esl} = 2.0$

Οι συνιστώμενες τιμές για τους συντελεστές ψ_0 , ψ_1 και ψ_2 για την δράση του χιονιού δίνονται στον επόμενο πίνακα:

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

3.3 Χάρτες χαρακτηριστικού φορτίου χιονιού στο έδαφος.

Το χαρακτηριστικό φορτίο χιονιού στο έδαφος, s_k , εξαρτάται από την γεωγραφική θέση και το υψόμετρο της περιοχής.

Στο Παράρτημα Γ του Ευρωκώδικα δίνονται χάρτες με τις χαρακτηριστικές τιμές του φορτίου χιονιού, ανηγμένες στην στάθμη της θάλασσας, για τις Ευρωπαϊκές χώρες. Οι τιμές αυτές έχουν προκύψει από μια συντονισμένη έρευνα μεταξύ όλων των χωρών. Το Παράρτημα Γ είναι πληροφοριακό και δεν πρέπει να χρησιμοποιείται στους υπολογισμούς μιας και οι κανονιστικές διατάξεις του έχουν ενσωματωθεί με ελαφρές μικροδιαφορές. Με βάση την έρευνα αυτή, κάθε χώρα χωρίζεται, με κλιματικά κριτήρια, σε περιοχές στις οποίες η τιμή του χαρακτηριστικού φορτίου χιονιού στο έδαφος στην στάθμη της θάλασσας είναι σταθερή.

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

Επειδή το χαρακτηριστικό φορτίο χιονιού στο έδαφος εξαρτάται, με παραβολικό τρόπο, και από το υψόμετρο της περιοχής, δίνεται η σχέση μεταβολής του χαρακτηριστικού φορτίου συναρτήσεως του υψομέτρου.

Η σχέση που προέκυψε για την Ελλάδα είναι:

$$s_k = 0,420 * Z - 0,030 \left[1 + \left(\frac{A}{917} \right)^2 \right]$$

Όπου:

A το υψόμετρο της περιοχής σε m,

Z αριθμός που παίρνει τις τιμές 1, 2 και 4 για τις τρεις ζώνες Α, Β και Γ αντίστοιχα.

Στο Εθνικό Προσάρτημα η παραπάνω σχέση απλοποιήθηκε ως εξής:

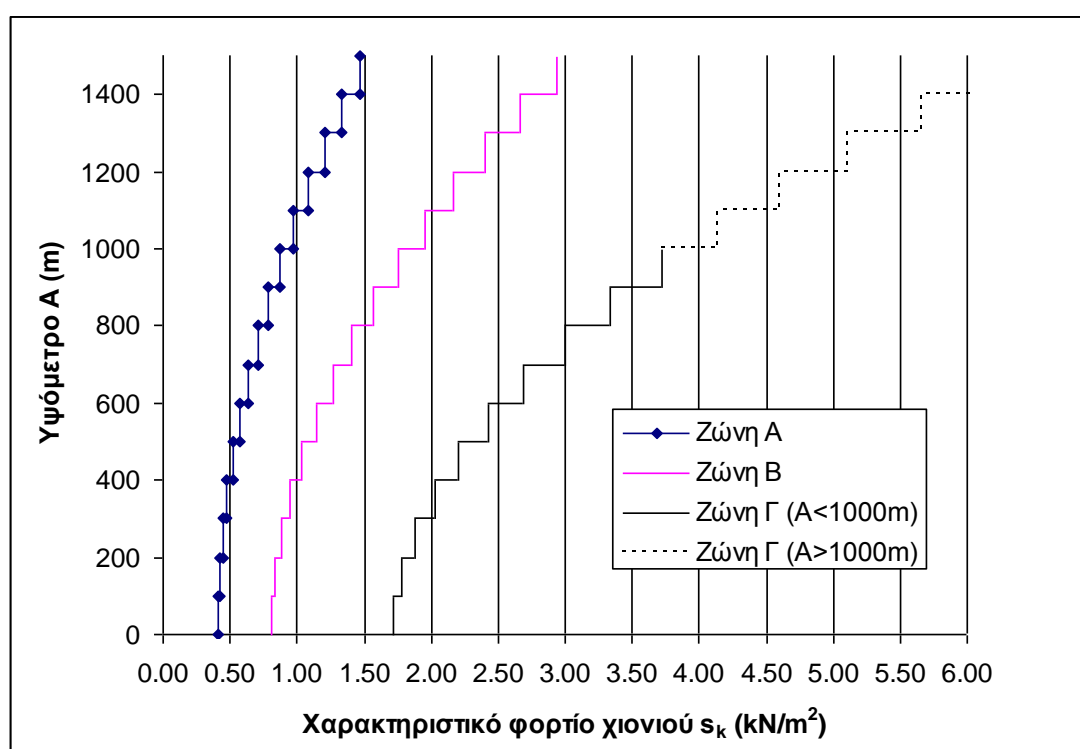
$$s_k = s_{k,0} \left[1 + \left(\frac{A}{917} \right)^2 \right]$$

Όπου:

$s_{k,0}$ το χαρακτηριστικό φορτίο χιονιού στο έδαφος στην στάθμη της θάλασσας και το οποίο παίρνει τις τιμές 0.4, 0.8 και 1.7kPa για τις τρεις ζώνες Α, Β και Γ αντίστοιχα.

Α είναι το υψόμετρο της περιοχής σε m το οποίο μετριέται με ακρίβεια 100m και στρογγυλεύεται στην αμέσως μεγαλύτερη εκατοντάδα (βλ Σχήμα 2 και Πίνακα 1).

Ειδικώς για την ζώνη Γ και για υψόμετρα μεγαλύτερα των 1000m, απαιτείται ειδική μελέτη, από την οποία η χαρακτηριστική τιμή του φορτίου χιονιού επί του εδάφους s_k θα προκύψει με την χρήση κατάλληλης στατιστικής επεξεργασίας^f μακροχρόνιων μετρήσεων (τουλάχιστον 20 ετών) που έγιναν σε καλά προφυλαγμένο (υπήνεμο) χώρο κοντά στον τόπο του έργου. Πάντως στην περίπτωση που δεν υπάρχει καμία άλλη πληροφορία θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί η προεκβολή της καμπύλης Γ και για υψόμετρα μεγαλύτερα των 1000m (διακεκομμένη γραμμή στο Σχήμα 1), αλλά οι τιμές που προκύπτουν είναι δυσανάλογα μεγάλες.



Σχήμα 2 Χαρακτηριστικό φορτίο χιονιού στο έδαφος, s_k , συναρτήσει του υψόμετρου για τις τρεις ζώνες της Ελλάδος.

^f Η συνήθης πρακτική, η οποία ακολουθήθηκε και για την σύνταξη των Ευρωπαϊκών χαρτών, συνίσταται στην επιλογή του πιθανοτικού προσομοιώματος, στην εκτίμηση των παραμέτρων και τέλος στον υπολογισμό της χαρακτηριστικής τιμής πιθανότητας 98%. Συγκεκριμένα, το μέγιστο ετήσιο φορτίο χιονιού στο έδαφος θεωρείται ότι ακολουθεί κατανομή ακροτάτων

τύπου I (Gumbel), με αθροιστική συνάρτηση κατανομής: $F_S(s) = P(S < s) = e^{-e^{-\frac{s-u}{b}}}$, από τις μέγιστες ετήσιες τιμές εκτιμώνται οι παράμετροι u και b της κατανομής και τέλος η χαρακτηριστική τιμή υπολογίζεται από την σχέση $s_k = u + 3.90b$

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικό φορτίο χιονιού στο έδαφος, s_k , συναρτήσει του υψόμετρου για τις τρεις ζώνες της Ελλάδος.

Υψόμετρο A (m)		Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ
από	έως			
0	100	0.40	0.81	1.72
100	200	0.42	0.84	1.78
200	300	0.44	0.89	1.88
300	400	0.48	0.95	2.02
400	500	0.52	1.04	2.21
500	600	0.57	1.14	2.43
600	700	0.63	1.27	2.69
700	800	0.70	1.41	2.99
800	900	0.79	1.57	3.34
900	1000	0.88	1.75	3.72
1000	1100	0.98	1.95	Απαιτείται Ειδική μελέτη
1100	1200	1.08	2.17	
1200	1300	1.20	2.41	
1300	1400	1.33	2.66	
1400	1500	0.40	0.80	
1500	Και άνω	Δεν καλύπτεται από τον Ευρωκώδικα		

3.4 Συντελεστής έκθεσης και θερμικός συντελεστής

Η έκθεση μιας κατασκευής στην δράση του ανέμου καθώς και η διάδοση της θερμότητας διαμέσου μιας μη μονωμένης στέγης επηρεάζουν την συσσώρευση του χιονιού στην στέγη. Για να ληφθούν υπόψη τα φαινόμενα αυτά ο Ευρωκώδικας εισάγει τον συντελεστή έκθεσης, C_e , και τον θερμικό συντελεστή, C_i .

Γενικώς ο συντελεστής έκθεσης λαμβάνεται ίσος με την μονάδα $C_e=1$, εκτός αν η κατασκευή είναι προφυλαγμένη ή εκτεθειμένη οπότε ο συντελεστής C_e αυξομειώνεται κατά 20% αντιστοίχως.

Πίνακας 2. Συνιστώμενες τιμές του C_e για διάφορα τοπογραφικά χαρακτηριστικά

Τοπογραφικά Χαρακτηριστικά	C_e
Εκτεθειμένο ^g	0,8
Κανονικό ^h	1,0
Προφυλαγμένο ⁱ	1,2

Η επιλογή της τιμής του C_e πρέπει να λαμβάνει υπόψη της την μελλοντική εξέλιξη της περιοχής γύρω από την εξεταζόμενη περιοχή, ιδίως όταν η εξέλιξη είναι προς την δυσμενή κατεύθυνση: Για παράδειγμα σε μια περιοχή, η οποία σήμερα είναι εκτεθειμένη και ενδεχομένως η χρήση της τιμής 0,8 να ήταν δικαιολογημένη, μπορεί στο μέλλον οι συνθήκες να αλλάξουν και η περιοχή να πρέπει να χαρακτηριστεί ως κανονική με συντελεστή έκθεσης ίσο με 1,0.

^g Επίπεδες εκτάσεις χωρίς εμπόδια εκτεθειμένες από όλες τις πλευρές χωρίς καθόλου, ή με λίγη προστασία από το φυσικό ανάγλυφο, τις υψηλότερες κατασκευές, ή τα δέντρα.

^h Περιοχές όπου δεν υπάρχει σημαντική μετακίνηση του χιονιού από τον άνεμο στις κατασκευές, λόγω του φυσικού αναγλύφου, των υψηλότερων κατασκευών, ή των δέντρων.

ⁱ Περιοχές όπου η θεωρούμενη κατασκευή είναι σημαντικά χαμηλότερη από το φυσικό ανάγλυφο, ή περιβάλλεται από υψηλά δένδρα ή/και από υψηλότερες κατασκευές.

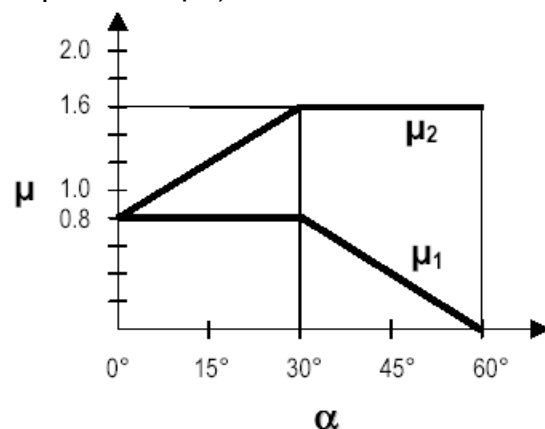
Ομοίως ο θερμικός συντελεστής λαμβάνεται γενικώς ίσος με την μονάδα: $C_t=1$. Παρόλο που θεωρητικώς προβλέπεται η δυνατότητα και για τιμές του C_t μικρότερες της μονάδας ιδίως σε ορισμένες γυάλινες στέγες, όπου το χιόνι λιώνει λόγω των απωλειών θερμότητας, ωστόσο ούτε στον Ευρωκώδικα ούτε στο Εθνικό Προσάρτημα δίνονται τιμές μικρότερες της μονάδας. Σχετικώς αξίζει να σημειωθεί ότι δεν είναι σπάνιες οι περιπτώσεις όπου σε μια μεγάλη χιονόπτωση παρατηρείται ταυτόχρονα και βλάβη στο σύστημα θέρμανσης (π.χ. από διακοπή του ηλεκτρικού ρεύματος, ή πάγωμα του πετρελαίου) οπότε στην περίπτωση αυτή θα έπρεπε ο θερμικός συντελεστής να ληφθεί ίσος με την μονάδα.

3.5 Συντελεστές σχήματος

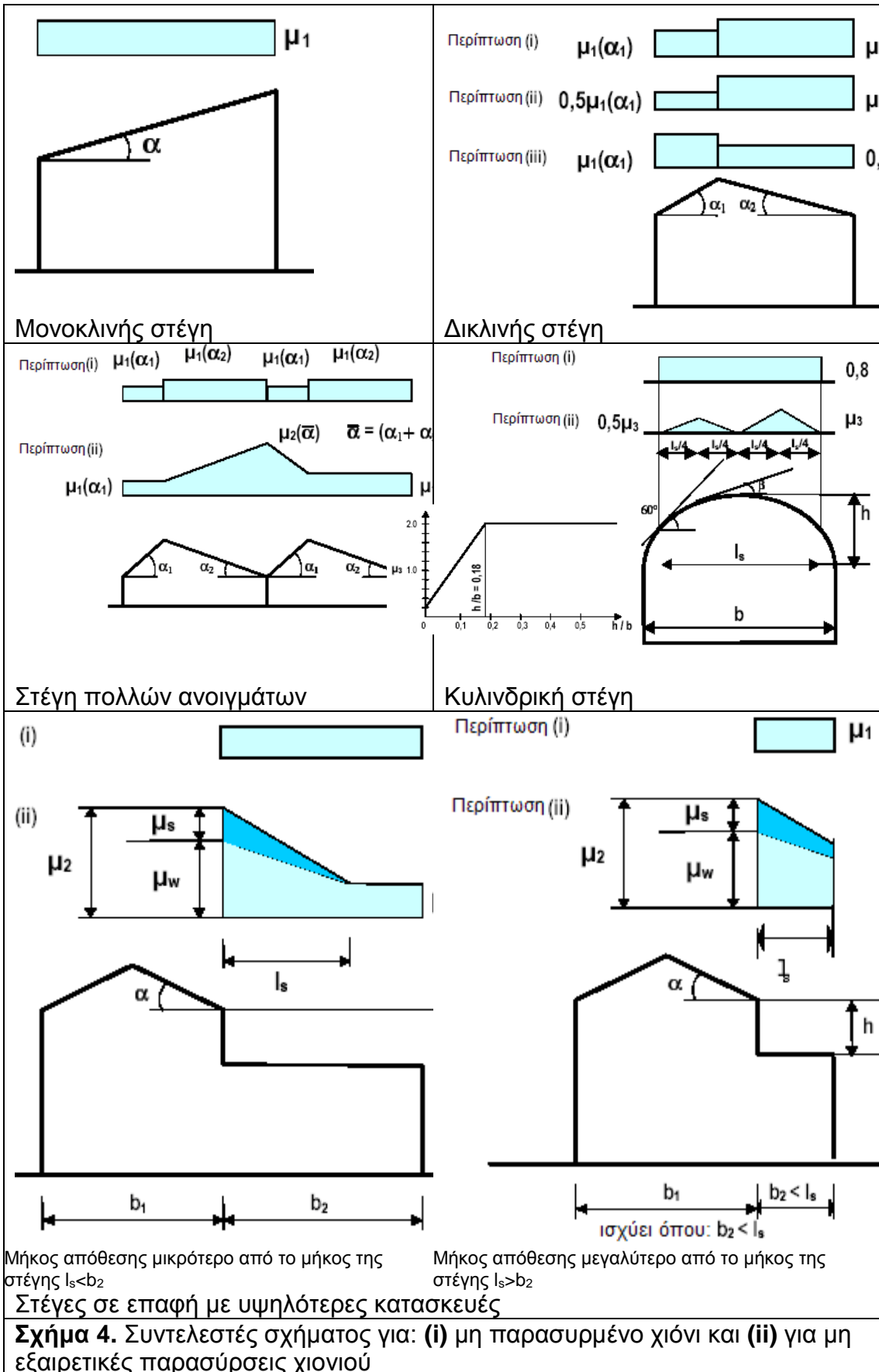
Οι συντελεστές σχήματος της στέγης χρησιμοποιούνται για την αναγωγή από το φορτίο χιονιού στο έδαφος σε φορτίο χιονιού στην στέγη. Γενικώς το φορτίο χιονιού στην στέγη εξαρτάται από:

- το σχήμα της στέγης και την κλίση της στέγης. Γενικώς θεωρείται ότι το χιόνι δεν μπορεί να παραμείνει σε στέγες με κλίση μεγαλύτερη των 60° , εκτός αν υπάρχουν εμπόδια, προεξοχές ή φράχτες.
- τις θερμικές ιδιότητες της στέγης και την παραγόμενη θερμότητα κάτω από την στέγη
- την τραχύτητα της επιφάνειας της στέγης
- την γειτνίαση με άλλα υψηλότερα κτήρια
- την τοπογραφία της περιοχής
- το μικροκλίμα της περιοχής (και κυρίως την έκθεση στον άνεμο)

Οι συντελεστές σχήματος στέγης, μ , δίνονται στην παράγραφο 5.3 του Ευρωκώδικα για παρασυρμένο και για μη παρασυρμένο χιόνι για περιπτώσεις μη εξαιρετικής μετατόπισης. Για τις περιπτώσεις εξαιρετικής μετατόπισης του χιονιού οι συντελεστές σχήματος δίνονται στο Παράρτημα Β του Ευρωκώδικα.



Σχήμα 3. Συντελεστές σχήματος



Σχήμα 4. Συντελεστές σχήματος για: (i) μη παρασυρμένο χιόνι και (ii) για μη εξαιρετικές παρασύρσεις χιονιού

$\mu_1 = \min[2h/s_k, 2b_3/(l_{s1} + l_{s2}), 5]$

Κοιλάδες στεγών πολλαπλών ανοιγμάτων

Για τα μ_1 και μ_2 βλέπε πίνακα ??

Στέγες σε επαφή με, ή κοντά σε, υψηλότερες κατασκευές

Σκίαστρο με $b_1 \leq 5m$

Εμπόδιο σε οριζόντια στέγη

Εμπόδιο σε κεκλιμένη ή κα

$\mu_1 = \min[2h_1/s_k, 5], \mu_2 = \min[2h_2/s_k, 5]$

Στέγες με παράσυρση χιονιού σε προεξοχές και εμπόδια

Χιόνι σε «κοιλάδα» πίσω από πέτασμα στην άκρη της στέγης

Χιόνι πίσω από πέτασμα, οριζόντια στέγη

ΣΗΜ.: Το b_2 πρέπει να χρησιμοποιείται στον υπολογισμό του συντελεστή σχήματος

Χιόνι πίσω από πέτασμα σε μαρκίζα, κεκλιμένη ή κυλινδρική στέγη

$\mu_1 = \min[2h/s_k, 2b/l_s, 8], l_s = \min[5h, b_1, 15m]$

Στέγες με συγκέντρωση χιονιού σε πετάσματα

Σχήμα 5. Συντελεστές σχήματος για εξαιρετικές παρασύρσεις χιονιού

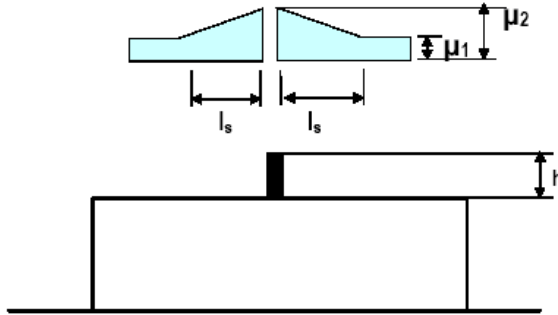
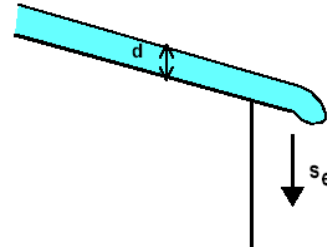
Πίνακας 3: Συντελεστές σχήματος φορτίου χιονιού για εξαιρετικές μετατοπίσεις χιονιού για στέγες σε επαφή με, ή κοντά σε, υψηλότερες κατασκευές.

Συντελεστής Σχήματος	Γωνία κλίσης της στέγης α_1			
	$0^\circ \leq \alpha_1 \leq 15^\circ$	$15^\circ < \alpha_1 \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha_1 < 60^\circ$	$60^\circ \leq \alpha_1$
μ_1	μ_3	$\mu_3 \{ [30 - \alpha_1] / 15 \}$	0	0
μ_2	μ_3	μ_3	$\mu_3 \{ [60 - \alpha_1] / 30 \}$	0
Σημείωση: $\mu_3 = \min[2h/s_k, 2b/l_s, 8]$, $b = \max[b_1, b_2]$, $l_s = \min[5h, b_1, 15m]$.				

Στον Ευρωκώδικα δίνονται συντελεστές σχήματος στέγης για μια ποικιλία μορφών στέγης. Για ορισμένες μορφές στέγης, πρέπει να εξεταστούν διάφορες περιπτώσεις φορτίσεως επειδή είναι πιθανές διάφορες διατάξεις των φορτίων (με ή χωρίς παράσυρση του χιονιού).

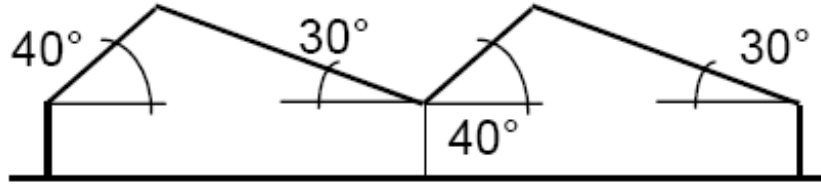
3.6 Τοπικά φαινόμενα

Πέραν των τυπικών φορτίσεων, στον Ευρωκώδικα καθορίζονται και δυνάμεις για τοπικές δράσεις που προκαλούνται από: **α)** χιόνι προεξέχον από την άκρη της στέγης και **β)** συσσώρευση χιονιού σε προεξοχές, εμπόδια και φράκτες χιονιού.

 <p>$\mu_1 = 0,8$ $0,8 \leq \mu_2 = \gamma \cdot h / s_k \leq 2,0$ $\gamma = 2 \text{ kN/m}^3$, $5 \text{ m} \leq l_s = 2h \leq 15 \text{ m}$</p> <p>Σχήμα 6.1: Συντελεστές σχήματος φορτίου χιονιού σε προεξοχές και εμπόδια</p>	 <p>$s_e = k \cdot s^2 / \gamma$, $k = 3 / d \leq \gamma d$, $\gamma = 3 \text{ kN/m}^3$</p> <p>Σχήμα 6.2: Προεξέχον στρώμα χιονιού</p>
<p>Σχήμα 6. Συντελεστές σχήματος για τοπικές δράσεις του χιονιού</p>	

4 Εφαρμογή

Δίδεται το κτήριο του σχήματος.



Σχήμα 6. Παράδειγμα στέγης πολλών ανοιγμάτων

Πρόκειται για αγροτικό κτήριο στην περιοχή του Βόλου (Ζώνη Γ), το οποίο βρίσκεται σε υψόμετρο 310m. Τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής θεωρούνται κανονικά, άρα ο συντελεστής έκθεσης λαμβάνεται ίσος με την μονάδα, και ο θερμικός συντελεστής επίσης λαμβάνεται ίσος με την μονάδα: $C_e=C_i=1.0$

Για υψόμετρο 310m, από τον Πίνακα 1 είναι $s_k=2.02\text{kPa}$

Για την φόρτιση του χιονιού εξετάζονται δύο περιπτώσεις:

Περίπτωση 1^η: Μη παρασυρμένο χιόνι και

Περίπτωση 2^η: Παρασυρμένο χιόνι.

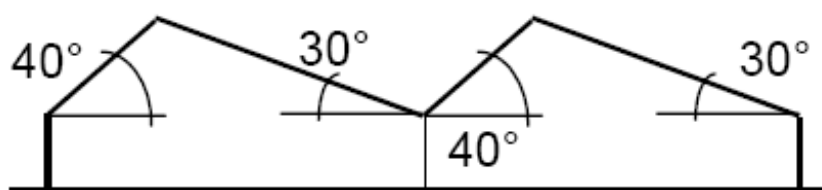
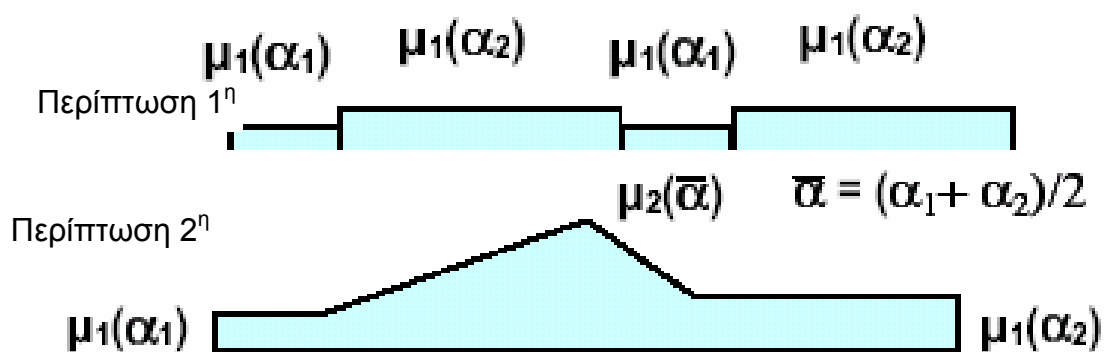
Από το Σχήμα 4 (στέγη πολλών ανοιγμάτων) προκύπτουν οι συντελεστές «μ» του Σχήματος 7.

Οι αντίστοιχες τιμές των συντελεστών «μ» λαμβάνονται από το Σχήμα 3:

Για $\alpha_1=40^\circ$ είναι $\mu_1=0.53$ και άρα $s = \mu_i C_e C_i s_k = 0.53 * 1.0 * 1.0 * 2.02 = 1.07\text{kN/m}^2$,

Για $\alpha_2=30^\circ$ είναι $\mu_1=0.80$ και άρα $s = \mu_i C_e C_i s_k = 0.80 * 1.0 * 1.0 * 2.02 = 1.62\text{kN/m}^2$,

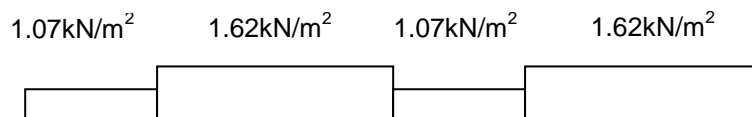
Για $\alpha=(\alpha_1+\alpha_2)=35^\circ$ είναι $\mu_2=1.60$ και άρα $s = \mu_i C_e C_i s_k = 1.60 * 2.02 = 3.23\text{kN/m}^2$,



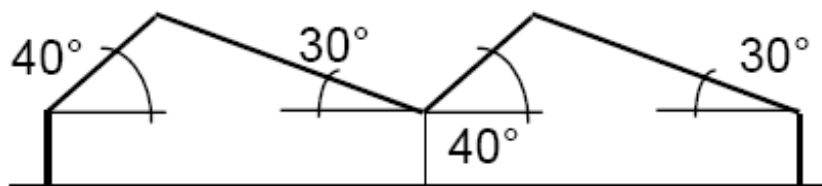
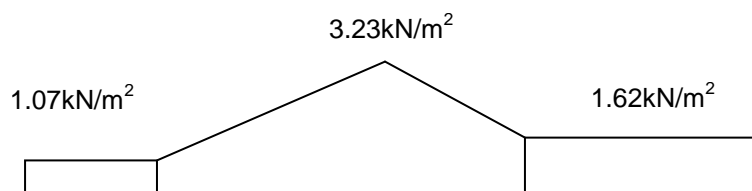
Σχήμα 6. Συντελεστές σχήματος:
 Περίπτωση 1^η Μη παρασυρμένο χιόνι
 Περίπτωση 2^η Παρασυρμένο χιόνι

Από τα παραπάνω, προκύπτουν οι φορτίσεις του επόμενου Σχήματος 7:

Περίπτωση 1^η Μη παρασυρμένο χιόνι



Περίπτωση 2^η Παρασυρμένο χιόνι



Σχήμα 7. Περιπτώσεις φορτίσεως (χαρακτηριστικές τιμές)