

4.2.3 Δυσμενείς φορτίσεις και περιβάλλουσες εντάσεις – βελών

Το ελάχιστο φορτίο που εξασκείται σε μία πλάκα ισούται με g , ενώ το μέγιστο με $p=(\gamma_g-1)\cdot g_i + \gamma_q\cdot q_i$. Το γενικό ερώτημα που τίθεται είναι με ποιό τρόπο θα πρέπει να φορτιστούν οι πλάκες, έτσι ώστε να προκύψουν οι μέγιστες εντάσεις επί αυτών.

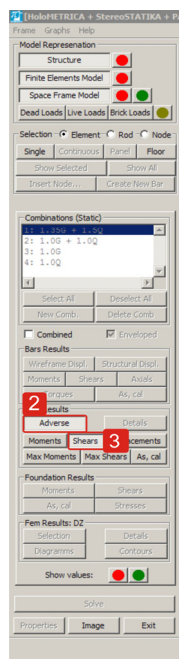
Πρόκειται για ένα σύνθετο θέμα. Ακόμη και στην περίπτωση της απλής εφαρμογής του ακόλουθου σκαριφήματος (6 πλάκες σε κάναβο), απαιτούνται 7 δυσμενείς φορτίσεις. Η επίλυση του παραδείγματος αυτού μέσω πινάκων είναι δυνατή, μόνο στην περίπτωση που οι άξονες του κάναβου ισαπέχουν μεταξύ τους.

max M1, max M4, max M5, min M2, min M3, min M6	max M2, max M3, max M6, min M1, min M4, min M5	max M1-2 max M5-6 min M3-4	max M1-3 , min M2-4	max M2-4 , min M1-3	max M3-5 , min M4-6	max M4-6 , min M3-5

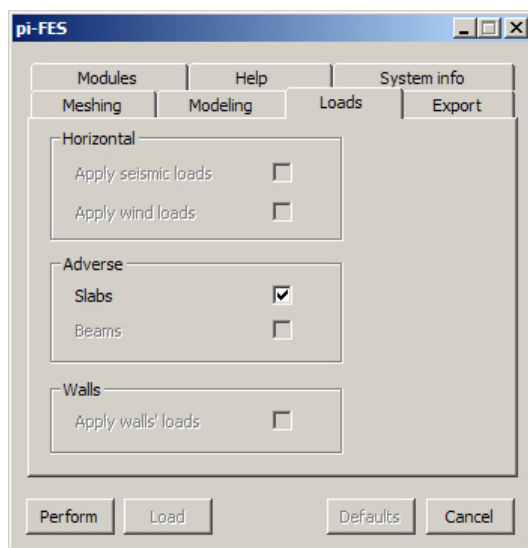
Αν οι πλάκες δεν βρίσκονται σε κάναβο, το πρόβλημα γίνεται ακόμα πιο σύνθετο.

Γενική και ακριβής λύση μπορεί να υπάρξει μόνο με τη μέθοδο των επιφανειακών πεπερασμένων στοιχείων. Ωστόσο, στην περίπτωση αυτή, ο όγκος των επιλύσεων και η ανάγκη μνήμης απαιτούν εξελιγμένες μεθόδους λογισμικού και σύγχρονους ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Το εκπαιδευτικό λογισμικό αξιοποιεί τέτοιες μεθόδους, καθώς επίσης και όλους τους διαθέσιμους πυρήνες ενός προσωπικού ηλεκτρονικού υπολογιστή, δίνοντας λύση σε τέτοια προβλήματα μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα.

Παρακάτω θα εξετάσουμε τις δυσμενείς φορτίσεις στα 3 επιλυθέντα παραδείγματα.



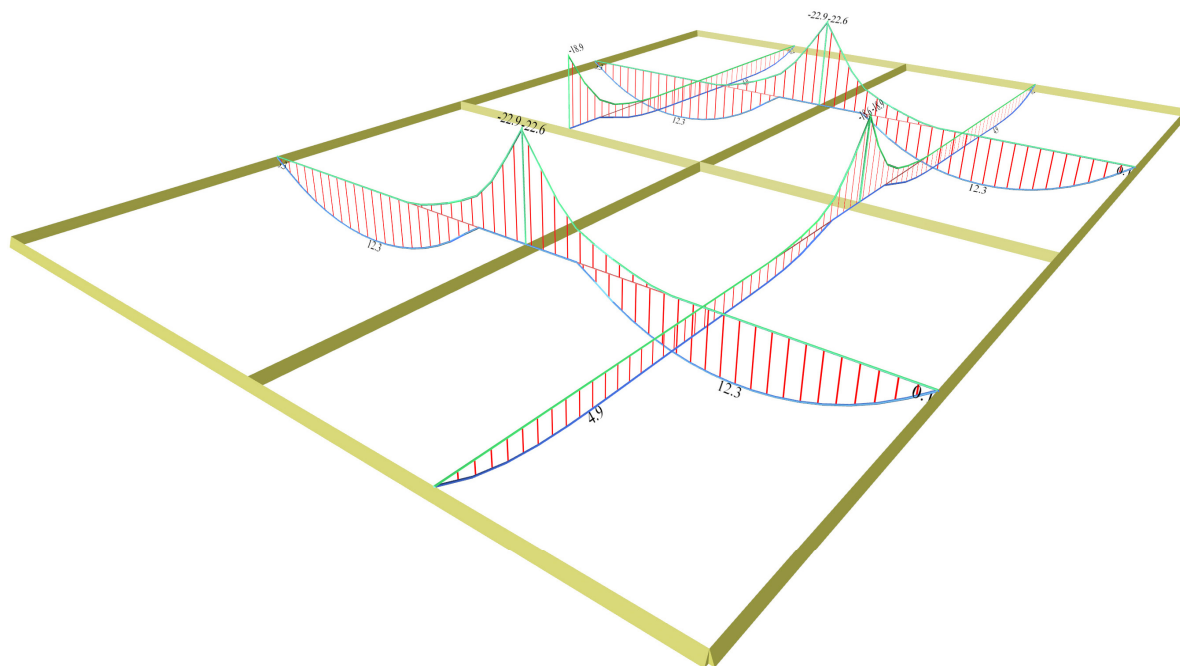
Εικόνα 4.2.3-1



Εικόνα 4.2.3-2

Για να πραγματοποιηθούν οι υπολογισμοί με τις δυσμενείς φορτίσεις, αρκεί να έχουμε επιλέξει στην καρτέλα Loads ενεργή την επιλογή Slabs(=ON) στο πεδίο “Adverse”.

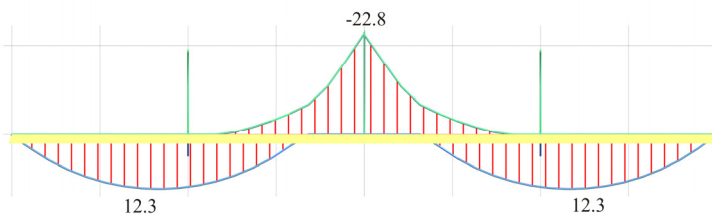
Για να εμφανιστούν τα αποτελέσματα, αρκεί να επιλέξουμε “Adverse” ② και τις εντάσεις που θέλουμε π.χ. “Shears” ③



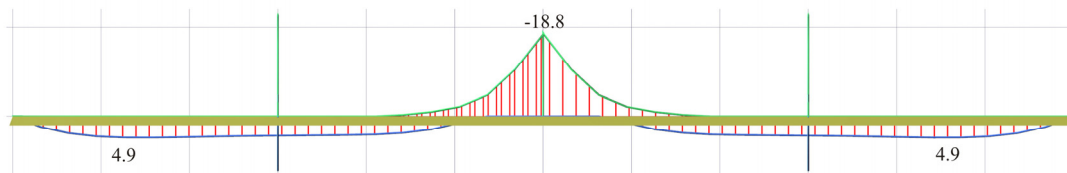
Εικόνα 4.2.3-6: Η περιβάλλουσα των ροπών κάμψης

Οι δυσμενέστερες ροπές κάμψης ισούνται με:

- Διεύθυνση x: $M_x=12.3$ (έναντι 10.8 της ενιαίας φόρτισης), $M_{x,erm}=-22.8$ (έναντι -22.0) [kNm]
- Διεύθυνση y: $M_y=4.9$ (έναντι 4.1 της ενιαίας φόρτισης), $M_{y,erm}=-18.8$ (έναντι -16.3) [kNm]

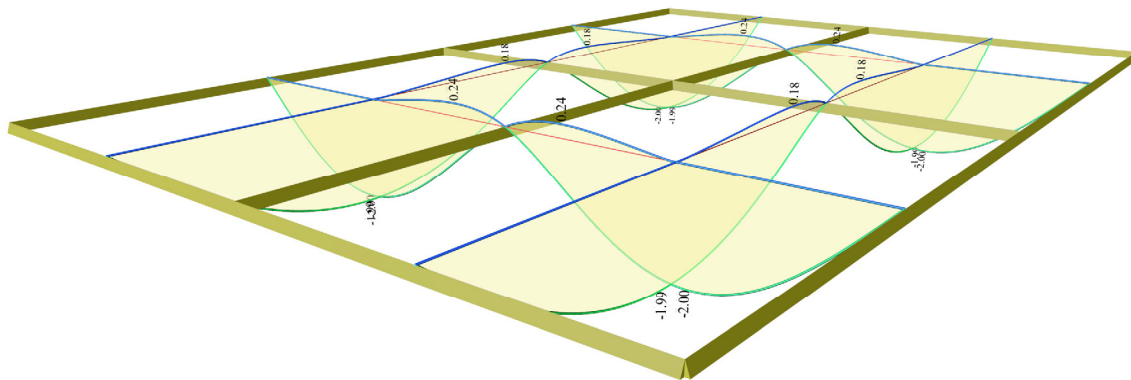


Εικόνα 4.2.3-7: Η όψη του 3D διαγράμματος των ροπών, που αντιστοιχεί στην περιβάλλουσα των $[M_x]$



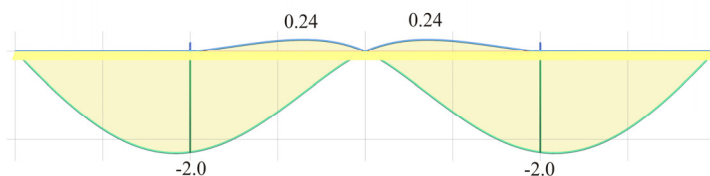
Εικόνα 4.2.3-8: Η πλάγια όψη του 3D διαγράμματος των ροπών, που αντιστοιχεί στην περιβάλλουσα των $[M_y]$

Παρατηρούμε ότι, παρόλο που το ωφέλιμο φορτίο είναι σχετικά μεγάλο, οι διαφορές στις ροπές είναι μικρές και δεν υπερβαίνουν το 15%.

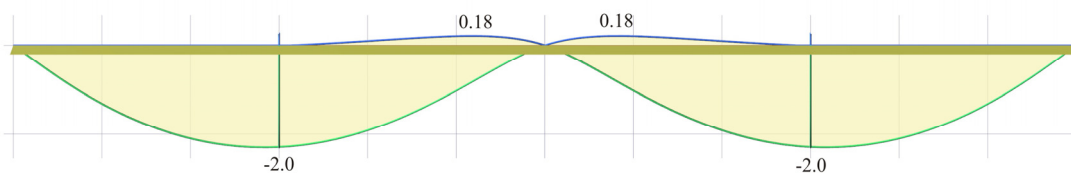


Εικόνα 4.2.3-9: Η περιβάλλουσα των βελών κάμψης

Το μεγαλύτερο βέλος των πλακών ισούται με $y=-2.00$ mm (έναντι -1.53 mm της ενιαίας φόρτισης) και $y=+0.24$ mm. Συμπεραίνουμε δηλαδή ότι η πλάκα ανασηκώνεται, γεγονός το οποίο δεν συνέβαινε στην ενιαία φόρτιση, λόγω συμμετρίας βέβαια.



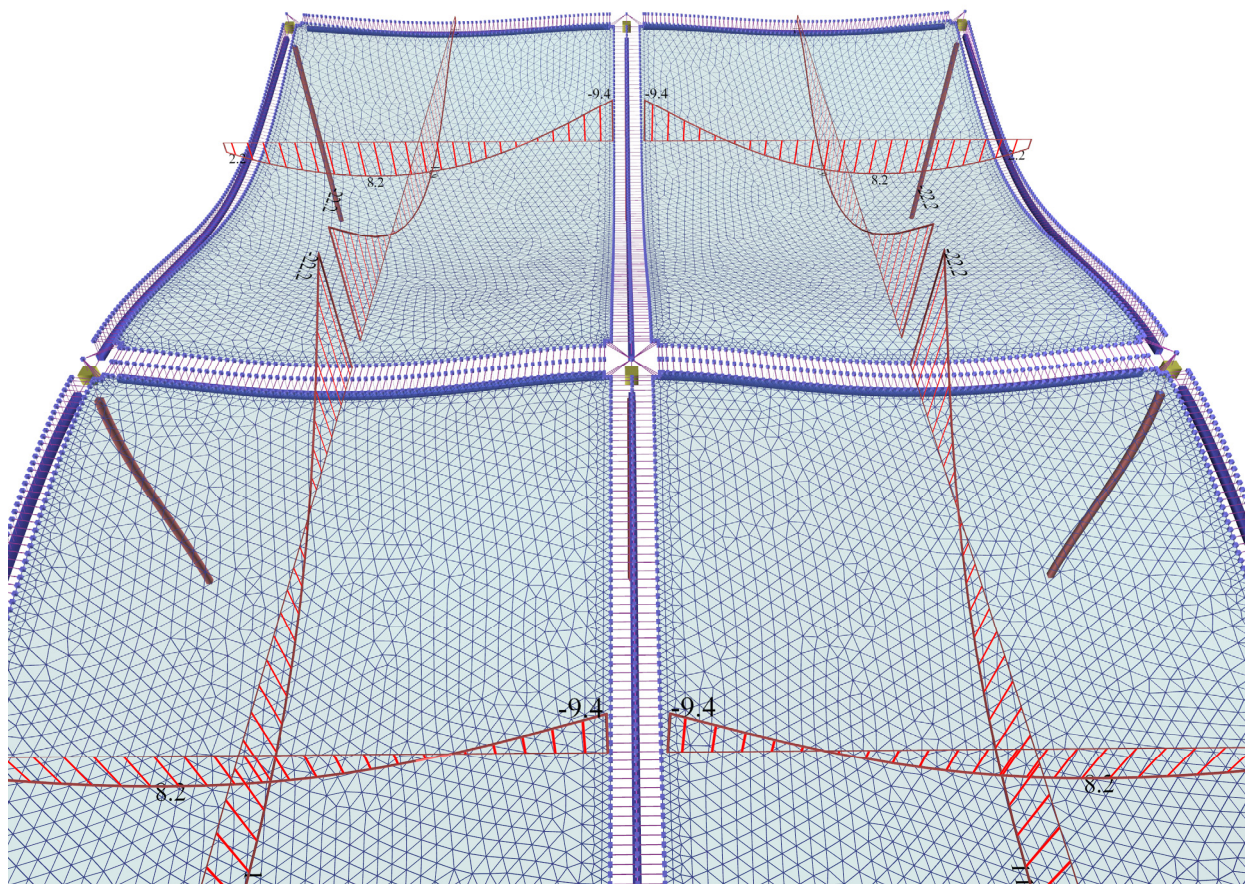
Εικόνα 4.2.3-10: Η όψη του 3D διαγράμματος των βελών



Εικόνα 4.2.3-11: Η πλάγια όψη του 3D διαγράμματος των βελών

Παρατηρούμε ότι, τα βέλη κάμψης προκύπτουν αρκετά μεγαλύτερα έως και 30%, ενώ παράλληλα εμφανίζονται αρνητικές παραμορφώσεις (οι μπλε γραμμές).

- Το πρόγραμμα τρέχει και σε building mode



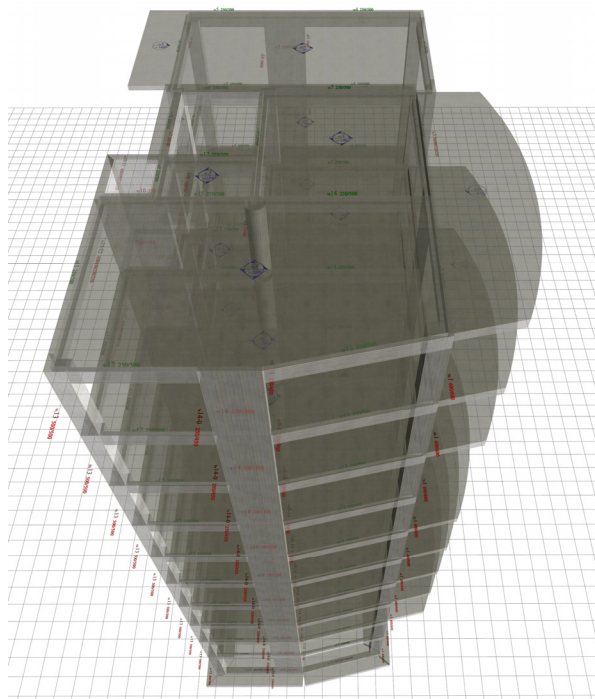
Εικόνα 4.2.4-7: Με το building mode, λαμβάνεται υπόψη η αλληλεπίδραση των πλακών με το σκελετό και γι' αυτό σε άλλα σημεία των πλακών έχουμε ευμενέστερη ένταση και σε άλλα σημεία δυσμενέστερη απ' ότι στο Czerny mode.

Όπως εξηγήθηκε αναλυτικά στο κεφάλαιο 3 και στο παράρτημα Α, η επιρροή των δοκών και των υποστυλωμάτων είναι πολύ σημαντική. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, η ροπή στήριξης των πλακών s1-s2 είναι σημαντικά μικρότερη απ' ότι στο Czerny mode. Η ροπή της στήριξης σ' αυτό το mode δίνεται κατ' ευθείαν στις παρειές της δοκού, όπου πραγματοποιείται και η διαστασιολόγηση, αλλά η ροπή αιχμής στο μέσον της στήριξης (στο μέσον της δοκού) είναι αρκετά μεγαλύτερη.

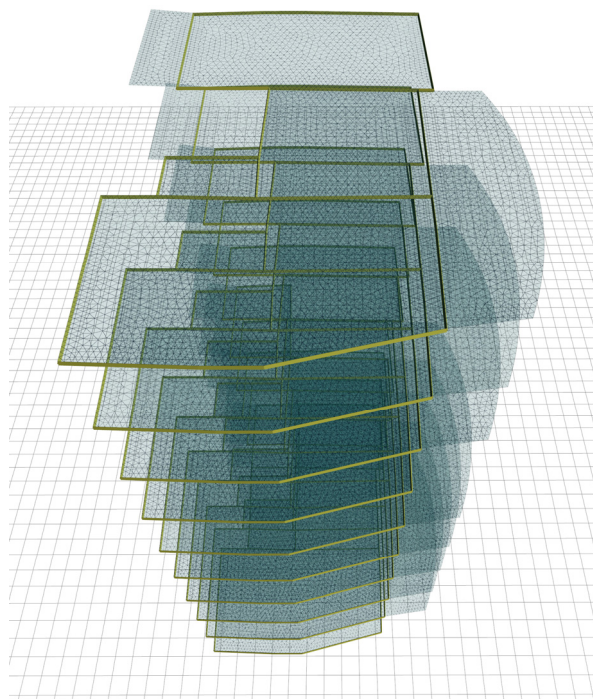
Η μελέτη <B_422-1> (adverse – building mode), πυκνό mesh δίνει:

26.672 τρίγωνα, 16.417 κόμβοι, 3856 γραμμικά μέλη, σύστημα 98.502 εξισώσεων, μνήμη 680 MB, χρόνος 12 sec, FPS=60.

- Πολύωροφα κτίρια και περιβάλλουσες



Εικόνα 4.2.4-8: Ο πραγματικός σκελετός σε 3D



Εικόνα 4.2.4-9: Το προσομοίωμα του σκελετού σε 3D

Για την επίλυση των πλακών, οι δυσμενείς φορτίσεις θεωρούνται ανά όροφο, δηλαδή δεν λαμβάνεται υπόψη η επιρροή της φόρτισης μίας πλάκας ενός ορόφου στις πλάκες των άλλων ορόφων. Στο Czerny mode αυτό είναι αυτονόητο, ενώ στο πλήρες mode η επιρροή αυτή, κατά κανόνα, είναι αμελητέα.

Στη συγκεκριμένη μελέτη <Japan5> που τρέχει μόνο στην επαγγελματική έκδοση, με 10 ορόφους εμβαδού 200 m² αν το meshing γίνει με τιμές των παραμέτρων “Overall element size” = 0.20 m, “Perimeter min. Value” = 0.10 m, τότε έχουμε τις παρακάτω μετρήσεις:

Adverse – Czerny mode:

134.292 τρίγωνα, 77.131 κόμβοι, 6.507 γραμμικά μέλη, σύστημα 462.786 εξισώσεων, μνήμη 3.8 GB, χρόνος 125 sec, FPS=37.

Adverse – πλήρες mode:

183.217 τρίγωνα, 120.239 κόμβοι, 34.727 γραμμικά μέλη, σύστημα 721.434 εξισώσεων, μνήμη 5.3 GB, χρόνος 209 sec, FPS=28.