

Πανελλήνιος Σύνδεσμος Παραγωγών
Διογκωμένης Πολυστερίνης (EPS)

**Τριδιάστατη Αριθμητική Προσομοίωση
της Διογκωμένης Πολυστερίνης (EPS)
ως υλικό πλήρωσης σε Σύστημα Εσχάρας Πεδιλοδοκών**

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

Πρόδρομος Ψαρρόπουλος
Δρ. Πολιτικός Μηχανικός

Βαρβάρα Ζανιά
Πολιτικός Μηχανικός, M.Sc.

Αθήνα

Ιούνιος 2008

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ – ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ	2
2. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ – ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ	3
2.1. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ.....	3
2.2. ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ.....	3
2.3. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ.....	4
3. ΦΟΡΤΙΑ – ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ	6
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟΝ 1^ο ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ	8
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ 2^ο ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ	15
5.1. ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	15
5.2. ΔΥΝΑΜΙΚΗ – ΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	18
5.2.1. <i>Ιδιομορφές</i>	18
5.2.2. <i>Δυναμικά εντατικά μεγέθη</i>	21
6. ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	24
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	25

1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ – ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ

Στην παρούσα μελέτη εξετάζεται η συμπεριφορά της διογκωμένης πολυστερίνης (EPS) ως υλικό πλήρωσης σε συστήματα εσχάρας πεδιλοδοκών, τα οποία χρησιμοποιούνται πλέον ευρέως για τη θεμελίωση κτιριακών οικοδομικών έργων.

Η διογκωμένη πολυστερίνη (EPS) είναι ένα πλαστικό αφρώδες υλικό, το οποίο είναι εύχρηστο και οικονομικό. Η εφαρμογή της διογκωμένης πολυστερίνης ως υλικού πλήρωσης σε συστήματα θεμελίωσης, συντελεί στα εξής:

- α) επιτάχυνση του χρόνου κατασκευής,
- β) οικονομικότερη διαστασιολόγηση της πλάκας ισογείου ή υπογείου, και
- γ) δυνατότητα ρεαλιστικής ανάλυσης της συμπεριφοράς του συστήματος θεμελίωσης.

Πιο συγκεκριμένα, στόχος της μελέτης είναι να εξετασθεί η ευεργετική επίδραση του EPS στη διαστασιολόγηση της πλάκας (ισογείου ή υπογείου) η οποία εδράζεται επί των πεδιλοδοκών.

Για το σκοπό αυτό, στην παρούσα ερευνητική εργασία διεξάγονται χαρακτηριστικές τριδιάστατες αριθμητικές αναλύσεις με πεπερασμένα στοιχεία υπό στατική και σεισμική καταπόνηση. Σημειώνεται ότι οι συγκεκριμένες αναλύσεις δύνανται να προσεγγίσουν με τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια την πραγματική συμπεριφορά του εξεταζόμενου συστήματος. Με την ακριβέστερη προσομοίωση δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στο θέμα της αλληλεπίδρασης του υλικού με τον φέροντα οργανισμό της θεμελίωσης, ενώ επιπλέον, είναι εφικτός ο προσδιορισμός της καταπόνησης του ίδιου του υλικού πλήρωσης, δηλαδή του EPS. Επιπλέον, οι τριδιάστατες αριθμητικές αναλύσεις πραγματοποιούνται και για τη βαθμονόμηση απλών, διδιάστατων προσομοιωμάτων, τα οποία προσφέρονται για παραμετρικές αναλύσεις.

Όπως προαναφέρθηκε, οι τριδιάστατες αριθμητικές αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν βασίζονται στη μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων, και διενεργήθηκαν μέσω του κώδικα πεπερασμένων στοιχείων ABAQUS.

2. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ – ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

2.1. Προσομοιώματα ανάλυσης

Προκειμένου να διερευνηθεί η ευεργετική επίδραση του EPS στη διαστασιολόγηση της πλάκας, αναπτύχθηκαν τρία αντιπροσωπευτικά τριδιάστατα προσομοιώματα με εννέα (3 x 3) ανοίγματα το καθένα. Η ανάλυσή τους καθιστά δυνατή τη σύγκριση των εντατικών μεγεθών που αναπτύσσονται στην πλάκα (τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά) στην περίπτωση πλήρωσης των πεδιλοδοκών με EPS και στην περίπτωση όπου το σύστημα θεμελίωσης δεν περιλαμβάνει EPS. Αναλυτικότερα, τα τρία προσομοιώματα που εξετάζονται είναι τα εξής:

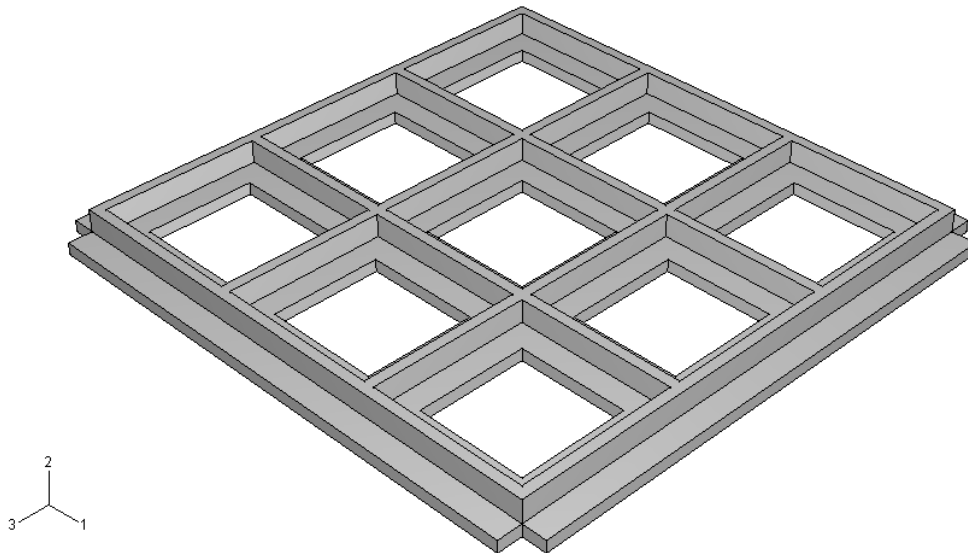
- α) προσομοίωμα με πλάκα πάχους 20cm το οποίο δεν περιλαμβάνει EPS,
- β) προσομοίωμα με πλάκα πάχους 7cm το οποίο δεν περιλαμβάνει EPS, και
- γ) προσομοίωμα με πλάκα πάχους 7cm το οποίο περιλαμβάνει EPS τύπου EPS50.

Το δεύτερο προσομοίωμα, αν και κρίνεται ως μη ρεαλιστικό, εξετάσθηκε για λόγους πληρότητας και άμεσης συσχέτισης με το τρίτο προσομοίωμα στο οποίο επιβάλλεται η ίδια καταπόνηση.

Τα μεγέθη που εξετάζονται για τη διαπίστωση της ευεργετικής επίδρασης του EPS είναι οι αναπτυσσόμενες καμπτικές ροπές και τα βέλη κάμψης των πλακών.

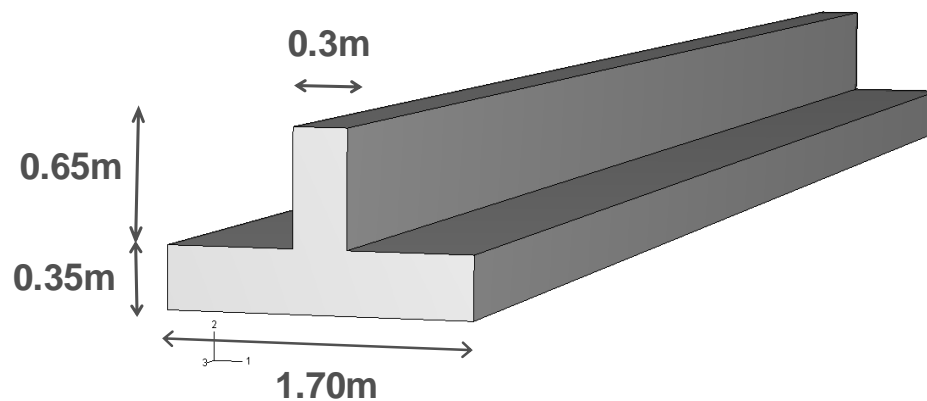
2.2. Γεωμετρία

Όπως προαναφέρθηκε, τα τριδιάστατα προσομοιώματα που εξετάσθηκαν έχουν εννέα (3 x 3) ανοίγματα το καθένα. Το κάθε άνοιγμα έχει διαστάσεις 5m x 5m, ενώ οι διαστάσεις των πεδιλοδοκών είναι 0.30m x 1.00m. Στο Σχήμα 1 διακρίνεται η διάταξη του συστήματος θεμελίωσης, ενώ στο Σχήμα 2 απεικονίζεται η γεωμετρία της διατομής της πεδιλοδοκού. Όσον αφορά το πάχος της πλάκας, εξετάσθηκαν δύο περιπτώσεις με τιμές 7cm και 20cm, όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο.



Σχήμα 1

Διάταξη του υπό-εξέταση συστήματος θεμελίωσης



Σχήμα 2

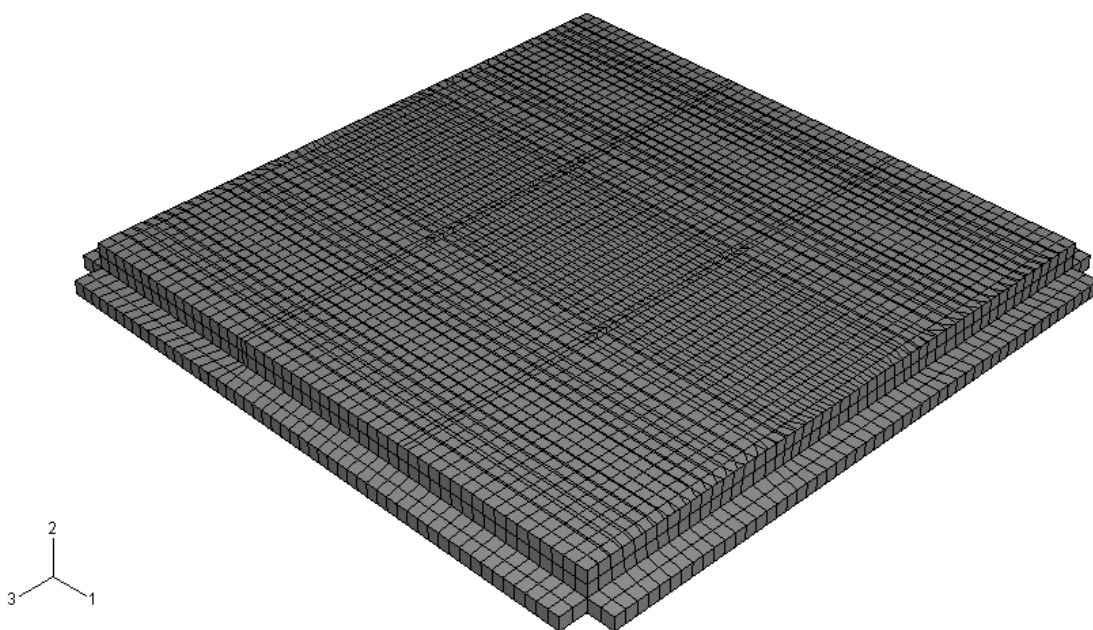
Γεωμετρία της διατομής της πεδιλοδοκού

2.3. Παραδοχές

Για να εξασφαλισθεί η μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια της προσομοίωσης, το υπό-εξέταση σύστημα διαχωρίστηκε σε δύο υποφορείς (πλάκες & πεδιλοδοκοί με EPS), οι οποίοι διακριτοποιήθηκαν με διαφορετικό τύπο πεπερασμένων στοιχείων. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν:

- α) τετραπλευρικά στοιχεία κελύφους τεσσάρων (4) κόμβων στις πλάκες, και
- β) εξαεδρικά τριδιάστατα στοιχεία οκτώ (8) κόμβων τόσο στις πεδιλοδοκούς όσο και στο EPS .

Στο Σχήμα 3 διακρίνεται ο κάρναβος των πεπερασμένων στοιχείων. Το προσομοίωμα χωρίς EPS διαθέτει περί τα 114000 πεπερασμένα στοιχεία και περί τους 143000 κόμβους, ενώ το προσομοίωμα με EPS (με αδρότερη διακριτοποίηση για λόγους υπολογιστικής οικονομίας) διαθέτει περί τα 11000 πεπερασμένα στοιχεία και περί τους 15000 κόμβους.



Σχήμα 3

Κάρναβος πεπερασμένων στοιχείων

Για να επιτευχθεί η επιθυμητή συνδεσιμότητα μεταξύ των στοιχείων κελύφους (των πλακών) και των εξαεδρικών στοιχείων (των πεδιλοδοκών), επιβλήθηκε επί των δοκών ταύτιση των μετακινησιακών βαθμών ελευθερίας των στοιχείων κελύφους και των αντίστοιχων βαθμών ελευθερίας των εξαεδρικών στοιχείων.

Τέλος, θεωρήθηκε ότι το προσομοίωμα εδράζεται επί ελαστικού εδάφους για δύο ακραίες περιπτώσεις δείκτη εδάφους:

- $K_S = 10 \text{ MN/m}^3$ (πολύ μαλακό έδαφος), και
- $K_S = 100 \text{ MN/m}^3$ (πολύ σκληρό έδαφος).

Οι μηχανικές ιδιότητες των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν κατά την προσομοίωση φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 1
Μηχανικές ιδιότητες υλικών

Υλικό	Πυκνότητα (tn/m^3)	Μέτρο Ελαστικότητας (MPa)	Λόγος Poisson (-)
Σκυρόδεμα	2.50	$2.9 \cdot 10^4$	0.20
EPS50	0.014	4	0.20

3. ΦΟΡΤΙΑ – ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ

Όπως προαναφέρθηκε, η ανάλυση του συστήματος θεμελίωσης διενεργήθηκε τόσο για στατική όσο και για δυναμική (σεισμική) καταπόνηση. Για το σκοπό αυτό εξετάζονται δύο συνδυασμοί φόρτισης. Επιπλέον, όσον αφορά την στατική φόρτιση, θεωρήθηκε ότι η δυσμενέστερη φόρτιση προκύπτει στην περίπτωση φόρτισης της κεντρικής πλάκας με κινητά φορτία.

Τα επιμέρους φορτία που λαμβάνονται υπόψη είναι το ίδιο βάρος της κατασκευής, τα κινητά φορτία στην πλάκα και ο σεισμός. Τα κινητά φορτία (Q) θεωρήθηκαν σταθερά και ίσα με 2 kPa. Για τον προσδιορισμό της σεισμικής καταπόνησης θεωρήθηκε ότι ο συντελεστής επιρροής της θεμελίωσης θ , ο διορθωτικός συντελεστής απόσβεσης η , και ο συντελεστής συμπεριφοράς της κατασκευής g λαμβάνουν τιμή ίση με μονάδα (EAK, 2000), και επιπλέον ότι η μέγιστη οριζόντια σεισμική επιτάχυνση είναι ίση με 0.36g (ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας III - επί το δυσμενέστερο).

Οι συντελεστές συμμετοχής του εκάστοτε φορτίου σε κάθε συνδυασμό φόρτισης φαίνεται στον Πίνακα 2. Καταλήγοντας, οι δύο εξεταζόμενοι συνδυασμοί φόρτισης είναι οι εξής:

$$1^{\text{ος}}: 1.0 G1 + 1.35 G2 + 1.5 Q2$$

$$2^{\text{ος}}: 1.0 (G1 + G2) + 0.3 Q1 \pm E$$

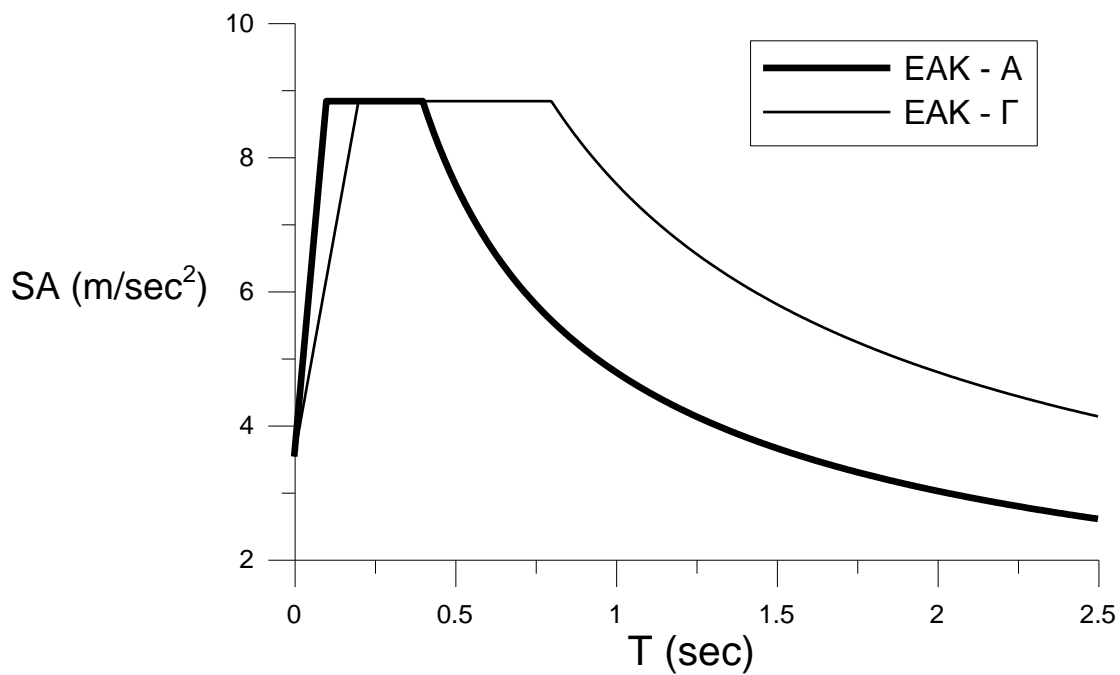
όπου :

- $G1$ το ίδιο βάρος περιμετρικών πλακών,
- $G2$ το ίδιο βάρος κεντρικής πλάκας,
- $Q1$ το κινητό φορτίο περιμετρικών πλακών,
- $Q2$ το κινητό φορτίο της κεντρικής πλάκας, και
- E η καταπόνηση λόγω σεισμού.

Τα εντατικά μεγέθη λόγω της σεισμικής καταπόνησης προσδιορίστηκαν έπειτα δυναμικές φασματικές αναλύσεις. Για το λόγο αυτό προηγήθηκε ανάλυση των ιδιομορφών της κατασκευής. Έπειτα, για τη φασματική ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν οι είκοσι (20) πρώτες ιδιομορφές και τα φάσματα που προκύπτουν σύμφωνα με τον ΕΑΚ για κατηγορίες εδάφους Α και Γ, οι οποίες βρίσκονται σε συμφωνία με τις τιμές του δείκτη εδάφους K_S που ελήφθη υπόψη κατά τις στατικές αναλύσεις (100 MN/m^3 και 10 MN/m^3 , αντίστοιχα). Τα φάσματα προέκυψαν σύμφωνα με τις προαναφερθείσες τιμές των επιμέρους συντελεστών και φαίνονται στο Σχήμα 4.

Πίνακας 2
Συνδυασμοί Φόρτισης

	$G1$	$G2$	$Q1$	$Q2$	E
$1^{\text{ος}}$	1.0	1.35	0	1.5	0
$2^{\text{ος}}$	1.0	1.0	0.3	0.3	1.0

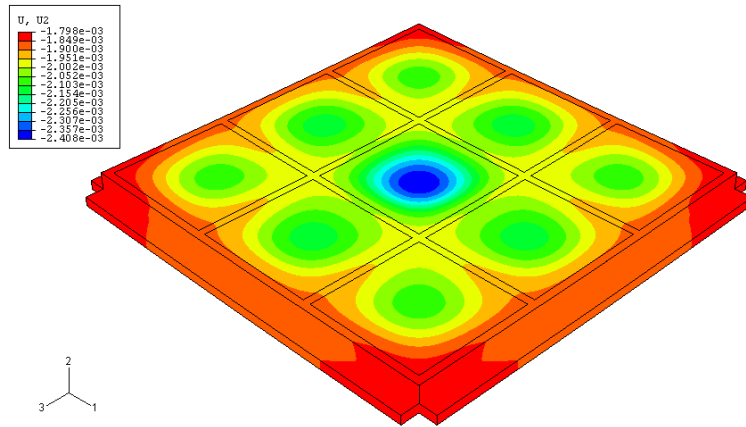


Σχήμα 4

Ελαστικά φάσματα σχεδιασμού για τις δύο εξεταζόμενες περιπτώσεις κατηγορίας εδάφους (Α και Γ), σύμφωνα με τον ΕΑΚ2000. Η μέγιστη οριζόντια σεισμική επιτάχυνση είναι ίση με $0.36g$ ($\approx 3.6 \text{ m/sec}^2$).

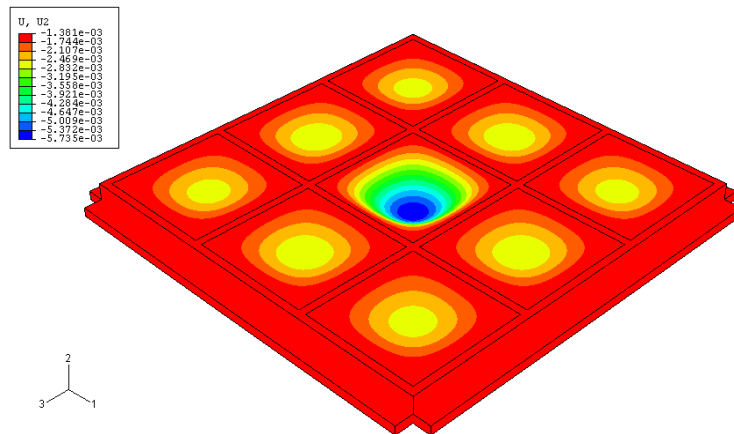
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟΝ 1^ο ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΦΟΡΤΙΣΗΣ

Στα σχήματα που ακολουθούν παρουσιάζονται οι κατανομές των βελών κάμψης, δ , και των ροπών κάμψης, M , που αναπτύσσονται στις πλάκες για τα τρία εξεταζόμενα προσομοιώματα και τις δύο περιπτώσεις έδρασης (μαλακό και σκληρό έδαφος). Επιπλέον, στο προσομοίωμα με την πλήρωση EPS παρουσιάζεται και η μέγιστη θλιπτική τάση εντός του EPS.



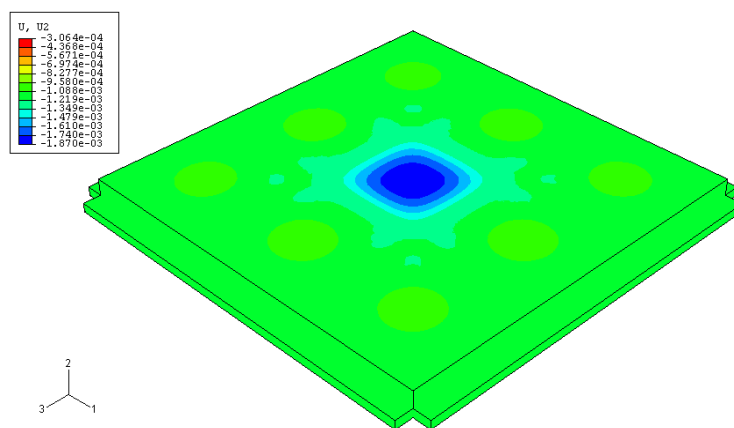
Σχήμα 5α

Βέλη κάμψης στην περίπτωση του πρώτου προσομοιώματος σε μαλακό έδαφος.



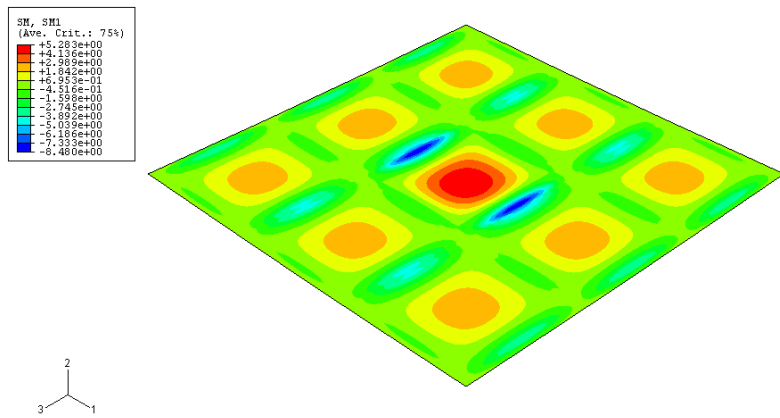
Σχήμα 5β

Βέλη κάμψης στην περίπτωση του δεύτερου προσομοιώματος σε μαλακό έδαφος.



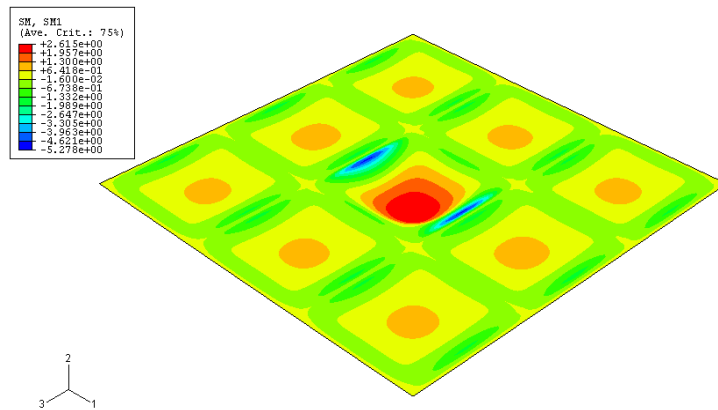
Σχήμα 5γ

Βέλη κάμψης στην περίπτωση του τρίτου προσομοιώματος σε μαλακό έδαφος.



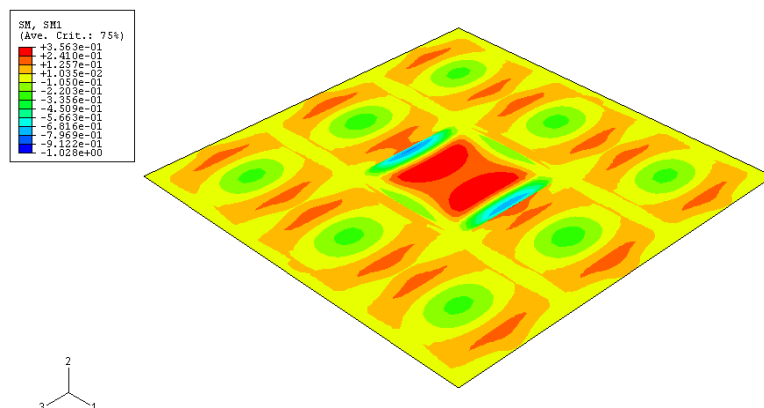
Σχήμα 6α

Ροπές κάμψης στην περίπτωση του πρώτου προσομοιώματος σε μαλακό έδαφος.



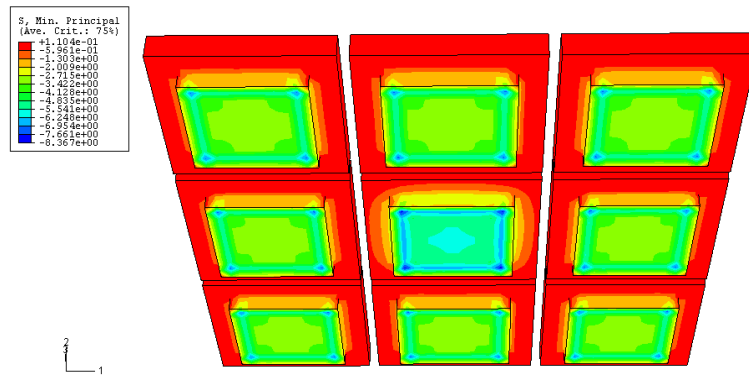
Σχήμα 6β

Ροπές κάμψης στην περίπτωση του δεύτερου προσομοιώματος σε μαλακό έδαφος.



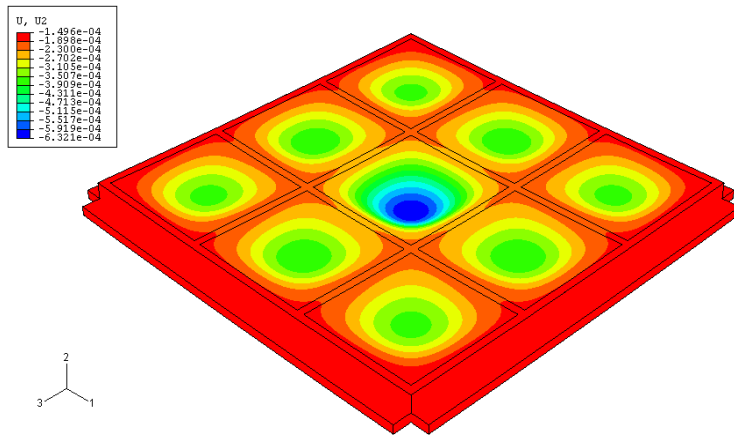
Σχήμα 6γ

Ροπές κάμψης στην περίπτωση του τρίτου προσομοιώματος σε μαλακό έδαφος.



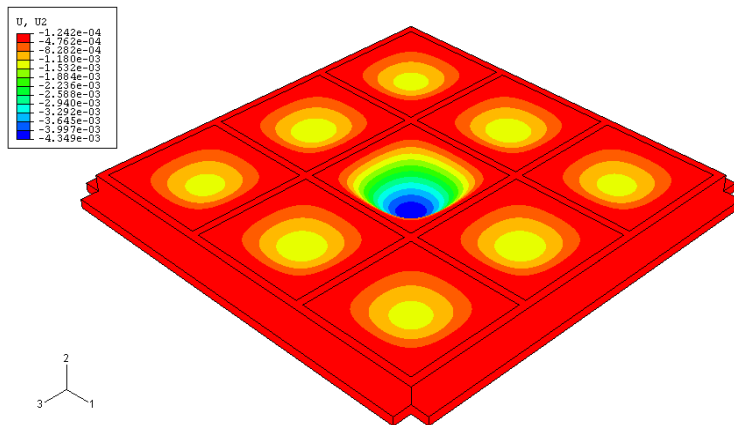
Σχήμα 7

Μέγιστη θλιπτική τάση στο EPS στην περίπτωση του τρίτου προσομοιώματος σε μαλακό έδαφος.



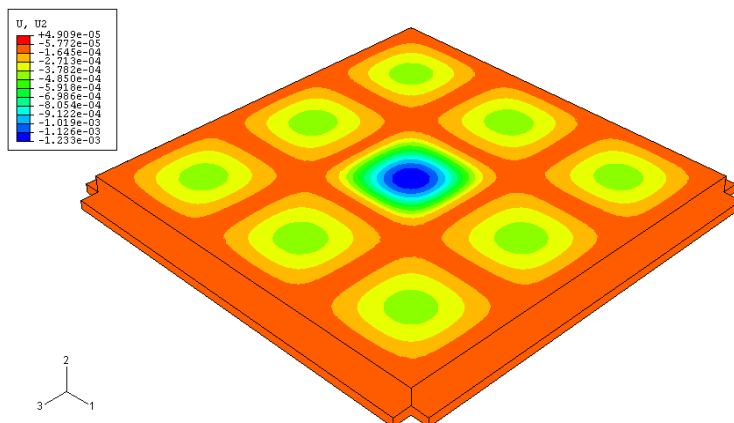
Σχήμα 8α

Βέλη κάμψης στην περίπτωση του πρώτου προσομοιώματος σε σκληρό έδαφος.



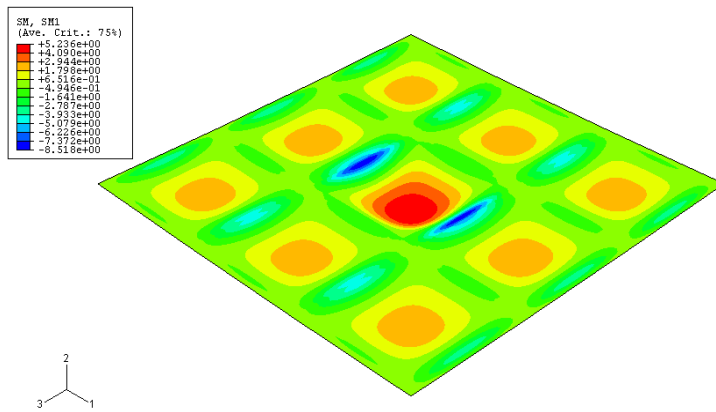
Σχήμα 8β

Βέλη κάμψης στην περίπτωση του δεύτερου προσομοιώματος σε σκληρό έδαφος.



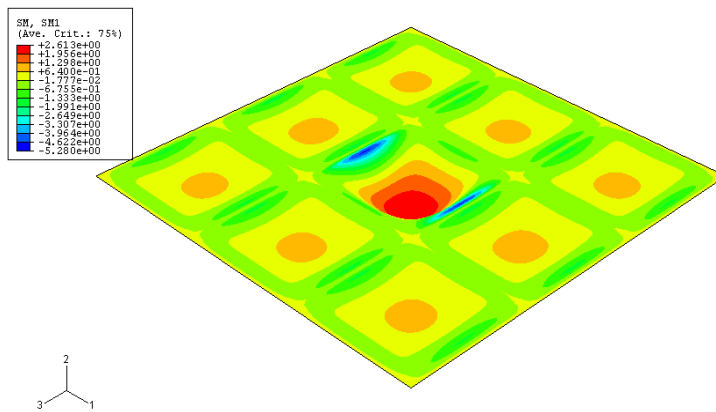
Σχήμα 8γ

Βέλη κάμψης στην περίπτωση του τρίτου προσομοιώματος σε σκληρό έδαφος.



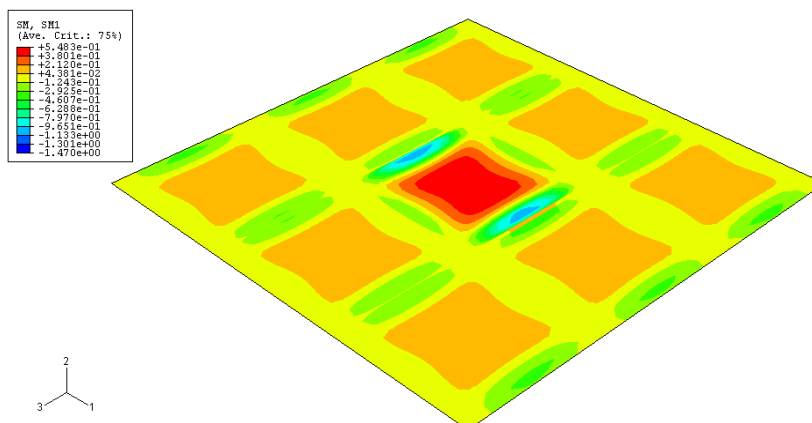
Σχήμα 9α

Ροπές κάμψης στην περίπτωση του πρώτου προσομοιώματος σε σκληρό έδαφος.



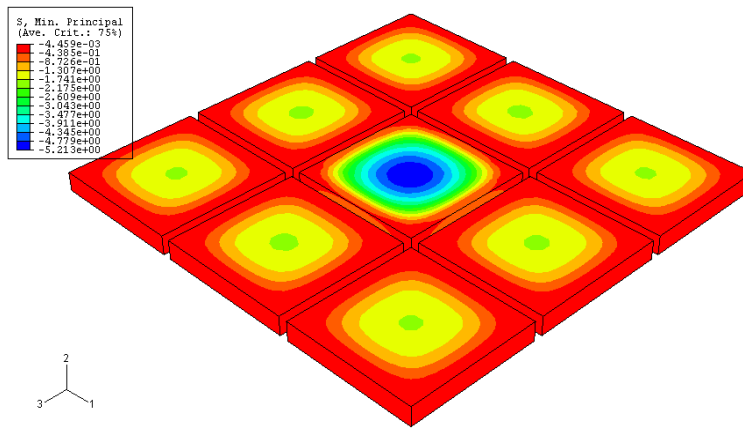
Σχήμα 9β

Ροπές κάμψης στην περίπτωση του δεύτερου προσομοιώματος σε σκληρό έδαφος.



Σχήμα 9γ

Ροπές κάμψης στην περίπτωση του τρίτου προσομοιώματος σε σκληρό έδαφος.



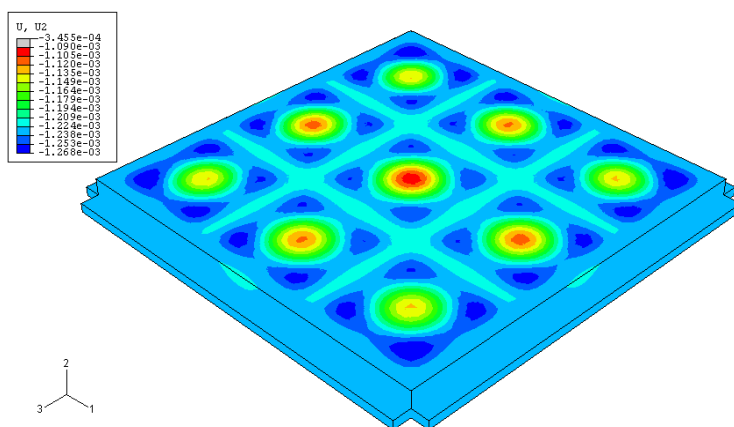
Σχήμα 10

Μέγιστη θλιπτική τάση στο EPS στην περίπτωση του τρίτου προσομοιώματος σε σκληρό έδαφος.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ 2^ο ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΦΟΡΤΙΣΗΣ

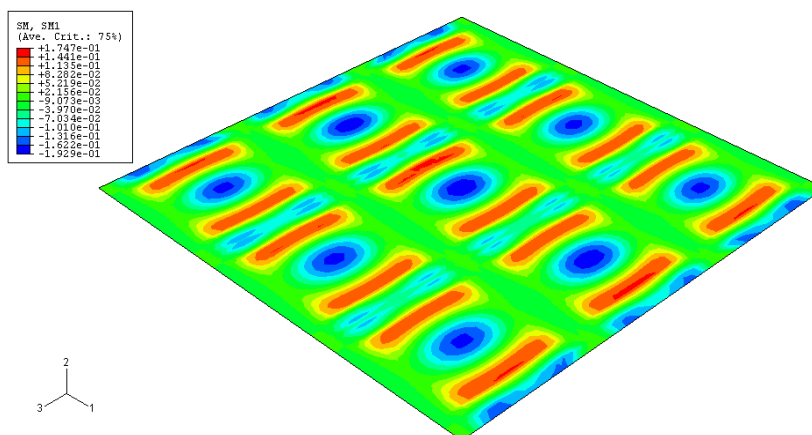
5.1. Στατική ανάλυση

Στα σχήματα που ακολουθούν (Σχήματα 11 έως 16) παρουσιάζονται οι κατανομές των βελών κάμψης, δ , και των ροπών κάμψης, M , που αναπτύσσονται στις πλάκες και η μέγιστη θλιπτική τάση εντός του EPS για το εξεταζόμενο προσομοίωμα (τρίτο) και τις δύο περιπτώσεις έδρασης (μαλακό και σκληρό έδαφος).



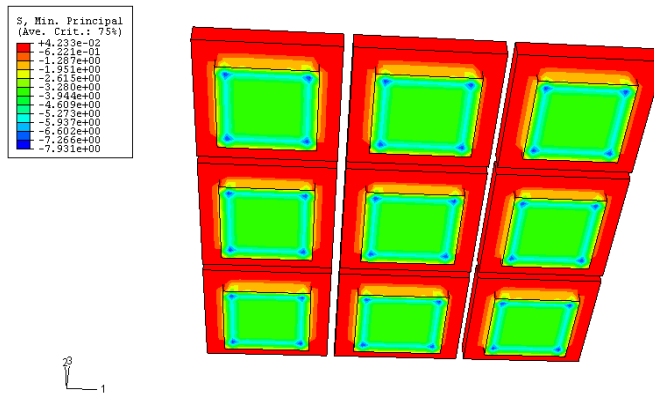
Σχήμα 11

Βέλη κάμψης στην περίπτωση του τρίτου προσομοιώματος σε μαλακό έδαφος.



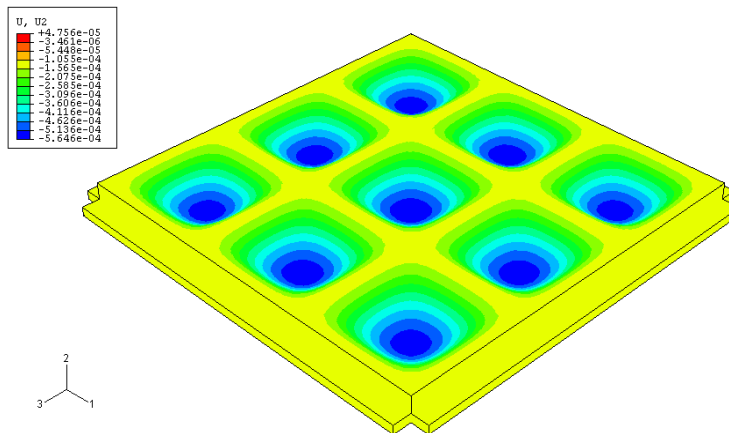
Σχήμα 12

Ροπές κάμψης στην περίπτωση του τρίτου προσομοιώματος σε μαλακό έδαφος.



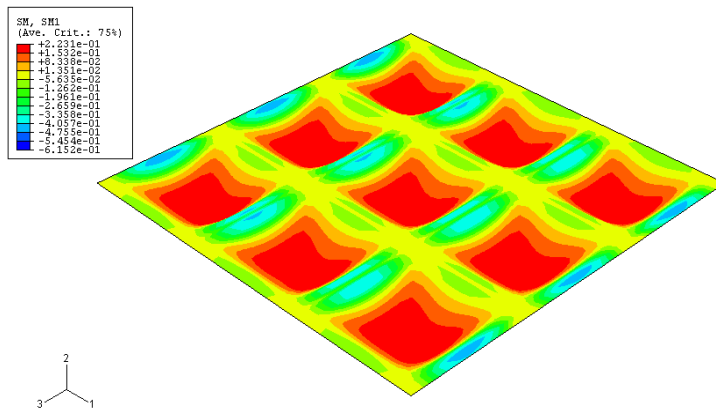
Σχήμα 13

Θλιπτικές τάσεις εντός του EPS στην περίπτωση του τρίτου προσομοιώματος σε μαλακό έδαφος.



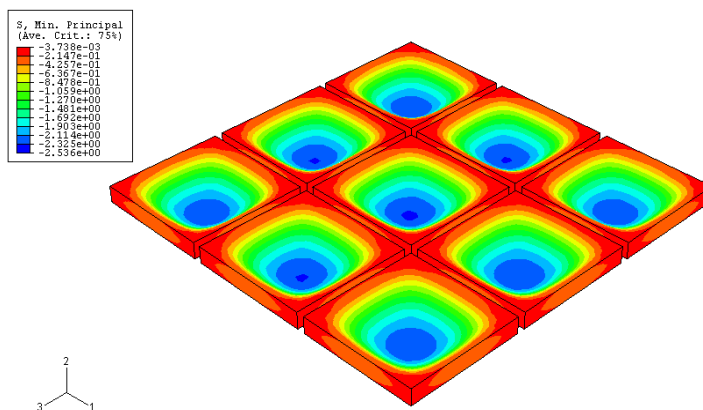
Σχήμα 14

Βέλη κάμψης στην περίπτωση του τρίτου προσομοιώματος σε σκληρό έδαφος.



Σχήμα 15

Ροπές κάμψης στην περίπτωση του τρίτου προσομοιώματος σε σκληρό έδαφος.



Σχήμα 16

Θλιπτικές τάσεις εντός του EPS στην περίπτωση του τρίτου προσομοιώματος σε σκληρό έδαφος.

5.2. Δυναμική – Φασματική ανάλυση

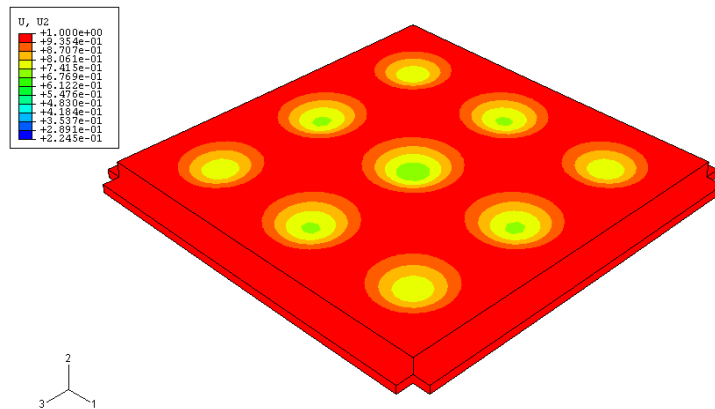
5.2.1. Ιδιομορφές

Οι ιδιομορφές στις περιπτώσεις μαλακού και σκληρού εδάφους δίδονται στους Πίνακες 3 και 4, αντίστοιχα, ενώ τα ιδιομορφικά διανύσματα μετατόπισης στην περίπτωση του τρίτου προσομοιώματος σε μαλακό και σκληρό έδαφος αποτυπώνονται στα Σχήματα 17 και 18, αντίστοιχα.

Πίνακας 3

Ιδιομορφές για την περίπτωση μαλακού εδάφους

EIGENVALUE OUTPUT					
MODE NO	EIGENVALUE	FREQUENCY		GENERALIZED MASS	COMPOSITE MODAL DAMPING
		(RAD/TIME)	(CYCLES/TIME)		
1	8223.8	90.685	14.433	70.118	0
2	8224.2	90.687	14.433	70.125	0
3	8446.7	91.906	14.627	238.8	0
4	14037	118.48	18.856	43.618	0
5	20891	144.54	23.004	60.572	0
6	24753	157.33	25.04	9.4522	0
7	32722	180.89	28.79	1.7757	0
8	32836	181.21	28.84	1.8282	0
9	33362	182.65	29.07	1.097	0
10	34815	186.59	29.697	2.5873	0
11	35402	188.15	29.946	2.6864	0
12	35477	188.35	29.977	2.1079	0
13	35527	188.49	29.998	2.6215	0
14	35652	188.82	30.051	1.9593	0
15	36573	191.24	30.437	2.8863	0
16	42330	205.74	32.745	8.4006	0
17	42353	205.8	32.754	8.0708	0
18	70020	264.61	42.115	3.388	0
19	70499	265.52	42.258	3.3623	0
20	75150	274.14	43.63	2.0832	0



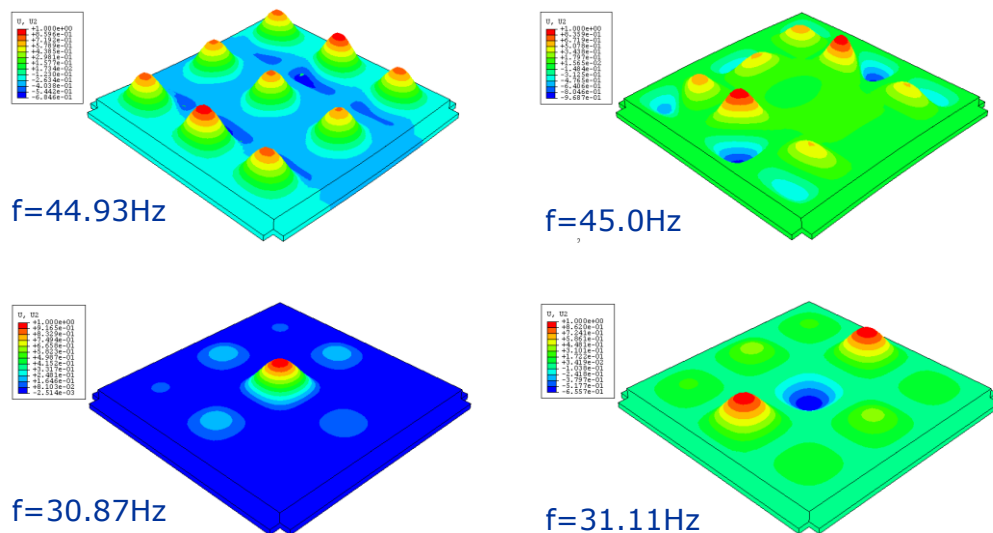
Σχήμα 17

Ιδιομορφικά διανύσματα μετατόπισης στην περίπτωση του τρίτου προσομοιώματος σε μαλακό έδαφος.

Πίνακας 4

Ιδιομορφές για την περίπτωση σκληρού εδάφους

EIGENVALUE OUTPUT					
MODE NO	EIGENVALUE	FREQUENCY		GENERALIZED MASS	COMPOSITE MODAL DAMPING
		(RAD/TIME)	(CYCLES/TIME)		
1	37636	194	30.876	0.82776	0
2	38216	195.49	31.113	1.8572	0
3	38218	195.49	31.114	1.4237	0
4	38435	196.05	31.202	1.2633	0
5	38537	196.31	31.243	1.3588	0
6	38979	197.43	31.422	1.6811	0
7	39015	197.52	31.436	1.7795	0
8	39023	197.54	31.44	1.6932	0
9	39068	197.66	31.458	1.7351	0
10	76193	276.03	43.932	5.5177	0
11	76441	276.48	44.003	7.369	0
12	78116	279.49	44.483	3.4298	0
13	78992	281.06	44.731	1.0306	0
14	79314	281.63	44.823	6.8632	0
15	79700	282.31	44.931	19.093	0
16	80001	282.85	45.016	3.3971	0
17	80058	282.95	45.032	0.8768	0
18	80173	283.15	45.064	2.4142	0
19	80741	284.15	45.224	2.8399	0
20	81300	285.13	45.38	1.6893	0

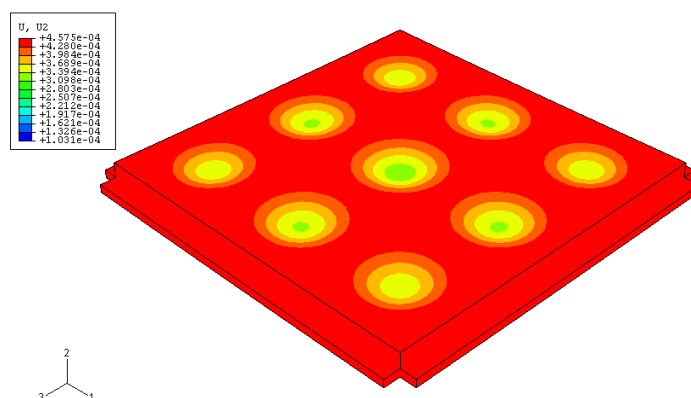


Σχήμα 18

Ιδιομορφικά διανύσματα μετατόπισης στην περίπτωση του τρίτου προσομοιώματος σε σκληρό έδαφος.

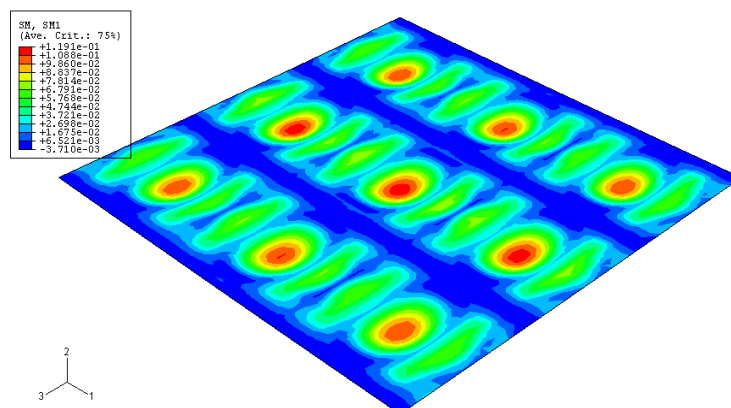
5.2.2. Δυναμικά εντατικά μεγέθη

Στα σχήματα που ακολουθούν (Σχήματα 19 έως 24) παρουσιάζονται οι κατανομές των βελών κάμψης, δ , και των ροπών κάμψης, M , που αναπτύσσονται στις πλάκες και η μέγιστη θλιπτική τάση εντός του EPS για το εξεταζόμενο προσομοίωμα (τρίτο) και τις δύο περιπτώσεις έδρασης (μαλακό και σκληρό έδαφος).



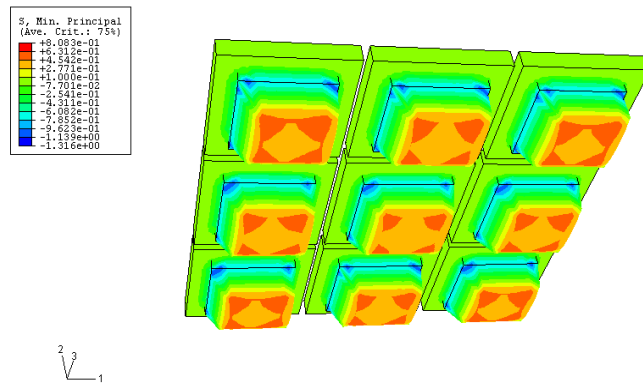
Σχήμα 19

Βέλη κάμψης στην περίπτωση του τρίτου προσομοιώματος σε μαλακό έδαφος.



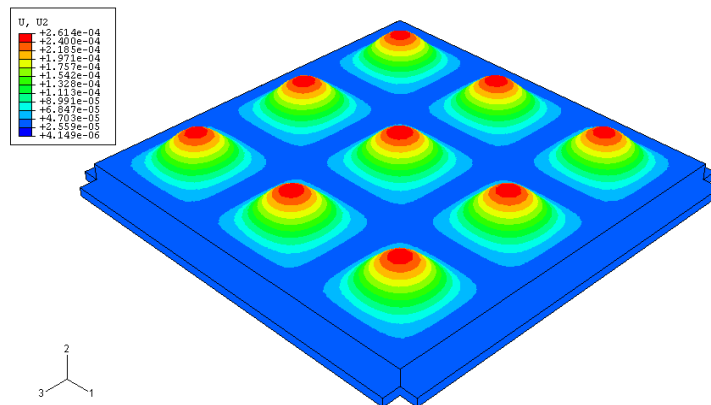
Σχήμα 20

Ροπές κάμψης στην περίπτωση του τρίτου προσομοιώματος σε μαλακό έδαφος.



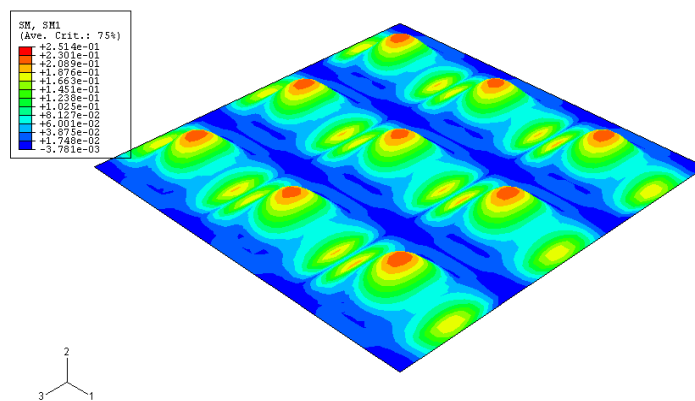
Σχήμα 21

Θλιπτικές τάσεις εντός του EPS στην περίπτωση του τρίτου προσομοιώματος σε μαλακό έδαφος.



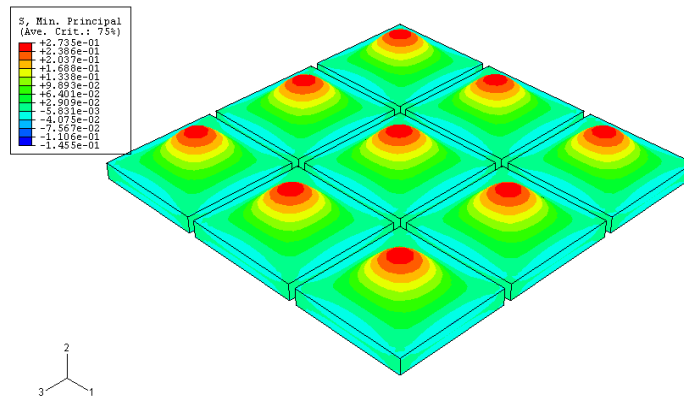
Σχήμα 22

Βέλη κάμψης στην περίπτωση του τρίτου προσομοιώματος σε σκληρό έδαφος.



Σχήμα 23

Ροπές κάμψης στην περίπτωση του τρίτου προσομοιώματος σε σκληρό έδαφος.



Σχήμα 24

Θλιπτικές τάσεις εντός του EPS στην περίπτωση του τρίτου προσομοιώματος σε σκληρό έδαφος.

6. ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στους Πίνακες που ακολουθούν δίδονται για όλες τις περιπτώσεις που εξετάστηκαν τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των ροπών κάμψης στο άνοιγμα και στη στήριξη ($M_{av.}$ και $M_{στ.}$, αντίστοιχα), καθώς και των βελών κάμψης στο άνοιγμα και στη στήριξη ($\delta_{av.}$ και $\delta_{στ.}$, αντίστοιχα).

Πίνακας 5

Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για τον 1^ο συνδυασμό φόρτισης

	$M_{av.}$ (kNm)	$M_{στ.}$ (kNm)	$\delta_{av.}$ (mm)	$\delta_{στ.}$ (mm)
20K1	5.28	-8.48	2.41	2.00
7K1	2.62	-5.28	5.70	1.40
7K1-EPS50	0.36	-1.0	1.87	1.30
20K2	5.24	-8.52	0.60	0.20
7K2	2.61	-5.28	4.30	0.10
7K2-EPS50	0.55	1.47	1.23	0.12

Πίνακας 6

Συγκεντρωτικά αποτελέσματα

για το 2^ο συνδυασμό φόρτισης και την περίπτωση μαλακού εδάφους

	$M_{av.}$ (kNm)	$M_{στ.}$ (kNm)	$\delta_{av.}$ (mm)	$\delta_{στ.}$ (mm)
1.0 (G1 + G2) + 0.3 Q1	-0.19	0.17	-1.1	-1.21
E	0.12	0.04	0.32	0.44
1.0 (G1 + G2) + 0.3 Q1 + E	-0.07	0.21	-0.78	-0.77
1.0 (G1 + G2) + 0.3 Q1 - E	-0.31	0.13	-1.42	-1.65

Πίνακας 7

Συγκεντρωτικά αποτελέσματα
για το 2^ο συνδυασμό φόρτισης και την περίπτωση σκληρού εδάφους

	$M_{av.}$ (kNm)	$M_{στ.}$ (kNm)	$\delta_{av.}$ (mm)	$\delta_{στ.}$ (mm)
1.0 (G1 + G2) + 0.3 Q1	0.22	0.62	0.56	0.13
E	0.25	0.05	0.26	0.04
1.0 (G1 + G2) + 0.3 Q1 + E	0.47	0.67	0.82	0.17
1.0 (G1 + G2) + 0.3 Q1 - E	-0.03	0.57	0.30	0.09

Με βάση τις προηγηθείσες αναλύσεις, διαπιστώνεται ότι η χρήση της διογκωμένης πολυστερίνης (EPS) συνεπάγεται σημαντική απομείωση τόσο των βελών κάμψης, όσο και των αντίστοιχων καμπτικών ροπών σχεδιασμού ενός συστήματος εσχάρας πεδιλοδοκών. Η επίδραση της δυσκαμψίας του εδάφους θεμελίωσης ενδέχεται να είναι σημαντική, αλλά δεν αναιρεί σε καμία περίπτωση την ευεργετική δράση της διογκωμένης πολυστερίνης (EPS), ιδιαίτερα όσον αφορά τις αναπτυσσόμενες ροπές.

Επιπροσθέτως, η σεισμική καταπόνηση του συστήματος θεμελίωσης και για τις δύο εξεταζόμενες περιπτώσεις εδάφους καταλήγει σε εντατικά μεγέθη ευμενέστερα του στατικού συνδυασμού.

Όσον αφορά την καταπόνηση του υλικού πλήρωσης της διογκωμένης πολυστερίνης, παρατηρείται ότι και για τους δύο εξεταζόμενους συνδυασμούς φόρτισης η μέγιστη θλιπτική τάση είναι πολύ μικρότερη της οριακής για την επιλεχθείσα ποιότητα.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ABAQUS 2004. Analysis User's Manual Version 6.4. ABAQUS Inc. USA.
- Beton Kalender (1984). Μ. Γκιούρδας (Ελληνική Έκδοση).
- Bowles J.E. (1996). Foundation Analysis and Design. McGraw-Hill.
- ΕΑΚ 2000. Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός, Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας.