

**"Ανάπτυξη προτύπων αριθμητικών παραδειγμάτων
για την υποστήριξη της ορθής εφαρμογής του ΕΑΚ 2000
και τον έλεγχο προγραμμάτων Η/Υ"**

Ι. Ε. ΑΒΡΑΜΙΔΗΣ, Δρ Πολιτικός Μηχανικός, Καθηγητής, Α.Π.Θ.
Κ. ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΗΣ, Δρ Πολιτικός Μηχανικός, Καθηγητής, Α.Π.Θ.
Α. ΑΘΑΝΑΤΟΠΟΥΛΟΥ, Δρ Πολιτικός Μηχανικός, Επίκ. Καθηγ., Α.Π.Θ.
Κ. ΜΟΡΦΙΔΗΣ, Διπλ. Πολ. Μηχ., Υποψήφιος Διδάκτωρ, Α.Π.Θ.

1. Εισαγωγή

Είναι γνωστό, ότι το πρόβλημα της ελεγχιμότητας των κυκλοφορούντων προγραμμάτων Η/Υ που χρησιμοποιούνται για την εκπόνηση στατικών/αντισεισμικών μελετών δεν έχει μπορέσει να αντιμετωπισθεί ακόμη λυσιτελώς. Σημειώνεται μάλιστα, ότι το πρόβλημα υπήρχε (και υφίσταται ακόμη) όχι μόνον στον ελληνικό χώρο, αλλά και σε πολλά άλλα προηγμένα κράτη (βλ. ενδεικτικά Pixley and Ridlon 1984, Melosh and Utku 1988, Szilard 1993).

Στη χώρα μας το θέμα αυτό έχει τεθεί και συζητηθεί στο παρελθόν επανειλημμένως σε όργανα του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας και των παραρτημάτων του, του ΥΠΕΧΩΔΕ και του Συλλόγου Πολιτικών Μηχανικών Ελλάδας. Η πρώτη (και μοναδική μέχρι πρόσφατα) προσπάθεια αντιμετώπισής του έγινε το 1990 από το ΤΕΕ με την σύσταση Ομάδας Εργασίας που είχε ως αντικείμενο αφενός την καταγραφή των τότε κυκλοφορούντων επαγγελματικών προγραμμάτων ανάλυσης και διαστασιολόγησης κατασκευών και αφετέρου την εκπόνηση δοκιμαστικών προβλημάτων με την βοήθεια των οποίων θα μπορούσε να ελεγχθεί σε κάποιο βαθμό η ορθότητα των στατικών αναλύσεων. Τα αποτελέσματα της προσπάθειας αυτής κατατέθηκαν σε σχετικές εκθέσεις (Αβραμίδης, Βαχλιώτης et al. 1990α και 1990β) και παρουσιάστηκαν σε τρεις ημερίδες (Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Λευκωσία/Κύπρος) με παράλληλες σχετικές εισηγήσεις επί του θέματος (Βαγγελάτου 1993, Παλασσόπουλος 1993). Εντούτοις, και παρά την συνεχή πίεση εκ μέρους των χρηστών των επαγγελματικών προγραμμάτων που διαπίστωναν στην πράξη τα αναφερόμενα προβλήματα, δεν μπόρεσε να δοθεί συνέχεια στην πρωτοβουλία αυτή. Η αίσθηση του 'μαύρου κουτιού', την οποία αποκόμιζε σχεδόν κάθε μελετητής από την χρήση του όποιου προγράμματος χρησιμοποιούσε, παρέμεινε αμετάβλητη. Η δυσφορία των μελετητών εκφράσθηκε μεταξύ άλλων ακόμη και με σκωπτικά άρθρα στον ημερήσιο τύπο (βλ. π.χ. Καπράνος 1999) Στην 10-ετία που μεσολάβησε από τότε, οι ουσιαστικές αλλαγές που επέβαλαν στις μελέτες οι εκσυγχρονισμένοι δομικοί κανονισμοί και η παράλληλη ραγδαία ανάπτυξη των δυνατοτήτων των ηλεκτρονικών υπολογιστών οδήγησαν σε μία δραματική αύξηση της πολυπλοκότητας των επαγγελματικών προγραμμάτων. Άμεσο αποτέλεσμα ήταν τα 'μαύρα κουτιά' να γίνουν ακόμη πιο μαύρα, μια και η αξιοπιστία των προγραμμάτων παρέμενε ανεξέλεγκτη.

Εντούτοις, με το παρόν ερευνητικό έργο που εγκρίθηκε και χρηματοδοτείται από τον ΟΑΣΠ επιδιώκεται ακριβώς αυτός ο στόχος, η δημιουργία δηλαδή 'εργαλείων' με τη βοήθεια

των οποίων ακόμη και απλοί χρήστες προγραμμάτων θα μπορούν σε ικανό βαθμό να ελέγξουν την ορθότητα και την αξιοπιστία των χρησιμοποιούμενων προγραμμάτων. Τα αποτελέσματα του έργου πιστεύεται ότι αποτελούν ένα σημαντικό βοήθημα για τη βελτίωση των ευρέως χρησιμοποιούμενων επαγγελματικών προγραμμάτων και, κατά λογική συνέπεια, για την ανύψωση του επιπέδου των εκπονομένων αντισεισμικών μελετών.

2. Η αλληλεπίδραση Κανονισμών και προγραμμάτων

Η τελευταία 15-ετία υπήρξε μία περίοδος μεγάλων μεταβολών στον τρόπο της μελέτης των κατασκευών, ειδικά όσον αφορά στο αντισεισμικό σκέλος (Σχ.1).

Εξέλιξη Κανονισμών & Υπολογιστικών Μέσων		
Αντισεισμικοί Κανονισμοί	Υπολογιστικά μέσα	Μέθοδοι υπολογισμού στην καθημερινή πράξη
1959 Βασιλικό Διάταγμα	Λογαριθμικός κανόνας Μηχανικές αριθμομηχανές 1972 : ηλεκτρονική αριθμομηχανή HP35 1978 : πρώτοι PC (Apple II, TRS-80, Commodore PET) 1981 : IBM PC με Intel 8086 1982 : Intel 80286	Στατική επίλυση δομικών στοιχείων & υποφορέων (συνεχής δοκός, πέδιλο, ...) Κατ' όροφο αντισεισμικός έλεγχος (Ρουσόπουλος)
1984 Τροποποιήσεις Β.Δ.	1984 : Macintosh 1985 : PC 80386 1986 : πρώτα Windows	Μοντέλο επιπέδου πλαισίου Πρώτες χωρικές αναλύσεις
1992 NEAK	1993 : πρώτος Pentium	Χωρική στατική επίλυση γραμικών προσομοιωμάτων
1995 Τροποποιήσεις NEAK	1997 : Pentium II 1999 : Pentium III, 500 MHz	Δυναμική επίλυση
2000 ΕΑΚ	2001 : Pentium IV, >2 GHz	Χρήση γραμμικών και επιφανειακών μοντέλων

Σχήμα 1. Εξέλιξη Κανονισμών και Υπολογιστικών Μέσων

Είναι πρόδηλο, ότι από το 1984 μέχρι σήμερα επήλθαν έντονες αλλαγές στον Αντισεισμικό Κανονισμό (θέσπιση του NEAK το 1992, τροποποίησή του το 1995, πρόσφατη αναθεώρηση και μετονομασία του σε ΕΑΚ το 2000). Παράλληλες αλλαγές υπήρξαν και στον Κανονισμό Σκυροδέματος καθώς επίσης στους Ευρωκώδικες. Παρακολουθώντας στο διάστημα αυτό την εξέλιξη των 'εργαλείων' με τα οποία εφαρμόζουμε τις νέες γνώσεις στην πράξη, δηλαδή των Η/Υ και του λογισμικού, διαπιστώνει κανείς ότι η αύξηση των απαιτήσεων και της πολυπλοκότητας των Κανονισμών συμβαδίζει κατά το μάλλον ή ήττον με την αύξηση των δυνατοτήτων των υπολογιστικών μέσων. Όμως δεν πρόκειται εδώ απλώς για μία παράλληλη πορεία. Η εξέλιξη του εργαλείου, δηλ. των δυνατοτήτων Η/Υ και προγραμμάτων, σπρώχνει προς τα εμπρός την εξέλιξη των Κανονισμών : Αν ο σύγχρονος μηχανικός δεν είχε στη

διάθεσή του τους σημερινούς Η/Υ, δεν θα ήταν δυνατόν να εφαρμόσει με πληρότητα τη σύγχρονη αντισεισμική γνώση, όπως αυτή κωδικοποιείται π.χ. στον ΕΑΚ/2000.

Και εδώ βρίσκεται η διττή δυσκολία : Από την μία πρέπει να γίνει κατανοητή από τους μελετητές η νέα ουσιαστική γνώση, π.χ. η δυναμική φασματική μέθοδος ανάλυσης, και από την άλλη θα πρέπει να μπορούν οι μελετητές όχι απλώς να χρησιμοποιούν αλλά και να ελέγχουν τα εργαλεία, δηλ. τα προγράμματα Η/Υ, με τα οποία και μόνον εφαρμόζεται αυτή η γνώση στην πράξη. Διαφορετικά είναι έρμαιοι των 'μαύρων κουτιών' και αναλαμβάνουν ευθύνη για αποτελέσματα και για μελέτες που δεν είναι δυνατόν να ελέγξουν.

3 Γιατί έχει σήμερα ιδιαίτερη σημασία η ελεγχιμότητα ενός προγράμματος;

Ιδιαίτερα πιεστική καθίσταται η ανάγκη της δυνατότητας ελέγχου των προγραμμάτων, όταν σ' αυτά ενσωματώνεται η πολύπλοκη και απαιτητική σε υπολογιστικές διαδικασίες γνώση που περιέχεται σε σύγχρονους αντισεισμικούς κανονισμούς, όπως ο ΕΑΚ/2000. Εκτός τούτου όμως, θα πρέπει να επισημανθεί μία πλευρά του προβλήματος της αξιοπιστίας των στατικών/αντισεισμικών μελετών, η οποία δεν έτυχε ακόμη της δέουσας προσοχής:

Με πρώτο δεδομένο ότι οι σύγχρονοι κανονισμοί δεν εφαρμόζονται παρά απόκλειστικά και μόνον με τη βοήθεια προγραμμάτων και με δεύτερο δεδομένο ότι η ελληνική αγορά προγραμμάτων καλύπτεται από μικρό αριθμό οίκων λογισμικού, προκύπτει αβίαστα το συμπέρασμα ότι η ποιότητα της συντριπτικής πλειοψηφίας των στατικών μελετών εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από την ποιότητα των λίγων κυκλοφορούντων επαγγελματικών προγραμμάτων.

Το γεγονός αυτό σημαίνει καταρχάς ότι οι ευθύνες των οίκων λογισμικού για τον ποιοτικό έλεγχο των προϊόντων τους είναι οπωσδήποτε πολύ μεγάλες. Από την ποιότητα και την ορθότητα των προγραμμάτων τους εξαρτώνται πάρα πολλά.

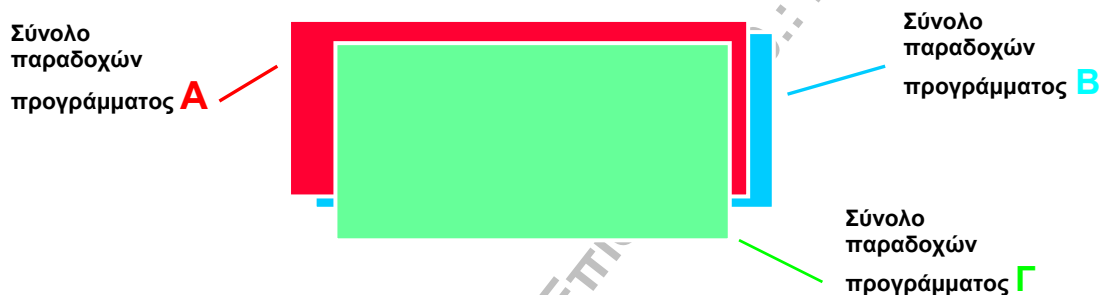
Αλλά και από την άλλη πλευρά, όλος ο τεχνικός κόσμος και η Πολιτεία πρέπει να στηρίξει το έργο των παραγωγών του τεχνικού λογισμικού με κάθε πρόσφορο τρόπο. Διότι εν προκειμένω δεν πρόκειται απλά για ένα τυχαίο εμπορεύσιμο προϊόν. Από το προϊόν αυτό, την ποιότητά του, την διαφάνειά του, την ελεγχιμότητά του, εξαρτώνται σε κάθε άλλο παρά αμελητέο βαθμό έως και ανθρώπινες ζωές.

4 Πρόγραμμα με λάθη - Κακή χρήση ενός σωστού προγράμματος

Προς αποφυγή παραξηγήσεων, θα πρέπει να διακρίνει κανείς δύο διαφορετικά θέματα :

(α) Τίθεται κατ' αρχάς το πρόβλημα της ποιότητας ενός προγράμματος, δηλ. της πληρότητάς του, της ορθότητάς του, της ευκολίας χρήσης του κτλ. Πώς μπορεί κανείς να ελέγξει π.χ. την ορθότητα ενός πολύπλοκου και πολυδαίδαλου προγράμματος, όπως είναι τα σημερινά επαγγελματικά προγράμματα; Το ζήτημα αυτό απασχολεί, όπως προαναφέρθηκε, την ελληνική αλλά και διεθνή κοινότητα των μηχανικών εδώ και πολλά χρόνια, και αντιμετωπίζεται μερικώς με τον τρόπο που προτείνεται στην παρούσα εργασία (βλ. επόμενες παραγράφους).

(β) Πέραν όμως από το πρόβλημα της ποιότητας τίθεται και το πρόβλημα της ορθής χρήσης ενός προγράμματος. Και το πλέον αξιόπιστο πρόγραμμα μπορεί στα χέρια αδαών να οδηγήσει σε αδόκιμα ή και τελείως λανθασμένα αποτελέσματα. Σε κάθε περίπτωση ισχύει ο 'κανόνας' **GiGo** : Garbage in - Garbage out. Η ποιότητα των εξαγομένων δεν μπορεί να είναι καλύτερη από την ποιότητα των εισαγομένων. Εν προκειμένω, τα εισαγόμενα είναι οι παραδοχές και τα αριθμητικά δεδομένα που εισάγει στο πρόγραμμα ο μελετητής. Λανθασμένα δεδομένα ή αδόκιμες παραδοχές οδηγούν σε αντίστοιχης ποιότητας αποτελέσματα. Πέραν τούτου όμως, τα επαγγελματικά προγράμματα δεν είναι τελείως ουδέτερα (Σχήμα 2). Αντίθετα, είναι αναπόφευκτο (για μία σειρά από λόγους) να περιέχουν δικές τους παραδοχές, που είναι διαφορετικές από πρόγραμμα σε πρόγραμμα. Γι' αυτό, άλλωστε, είναι αδύνατον να επιτευχθούν ταυτόσημα αποτελέσματα για το ίδιο πρόβλημα με χρήση δύο διαφορετικών προγραμμάτων. Οι παραδοχές αυτές πρέπει να είναι γνωστές στον μελετητή-χρήστη του προγράμματος, αν θέλει να διατηρεί τον έλεγχο της μελέτης του.



Σχήμα 2. Μη ταύτιση ενσωματωμένων παραδοχών σε διάφορα προγράμματα

Αξίζει, τέλος, να επισημανθεί, ότι η πολύχρονη χρήση προγραμμάτων που περιέχουν είτε λάθη είτε 'κρυφές' και άγνωστες στον χρήστη παραδοχές μπορεί να οδηγήσει στον σχηματισμό εσφαλμένου στατικού αισθητηρίου!

2.5 Ο έλεγχος προγραμμάτων με δοκιμαστικά προβλήματα

Όπως προκύπτει από τον διεθνή επί του θέματος αυτού προβληματισμό, ένας από τους προσφορότερους τρόπους για την αντιμετώπιση του προβλήματος της ελεγχιμότητας προγραμμάτων Η/Υ είναι η ανάπτυξη έγκυρων δοκιμαστικών προβλημάτων, δηλαδή πρότυπων αριθμητικών παραδειγμάτων, από αναγνωρισμένη και γενικώς αποδεκτή από τον τεχνικό κόσμο ανεξάρτητη πηγή. Έτσι, στα πλαίσια του προαναφερθέντος ερευνητικού έργου αναπτύσσεται σειρά αριθμητικών παραδειγμάτων που στοχεύουν στον έλεγχο της ορθότητας των αναλύσεων σύμφωνα με τις επιταγές του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού ΕΑΚ/2000. Με τη βοήθεια τους θα μπορεί να ελέγχεται η ορθή υλοποίηση:

(α) Συγκεκριμένων μεμονωμένων διατάξεων του ΕΑΚ/2000 (π.χ. έλεγχος ορθής επαλληλίας ιδιομορφικών αποκρίσεων στη δυναμική φασματική ανάλυση),

- (β) Ομάδων διατάξεων του ΕΑΚ/2000 (π.χ. έλεγχος ορθής εφαρμογής της απλοποιημένης φασματικής ανάλυσης), και
- (γ) Του συνόλου των διατάξεων του ΕΑΚ/2000 που αφορούν στην ανάλυση (με τελικό αποτέλεσμα τους συνδυασμούς εντατικών μεγεθών για τους οποίους οφείλει να γίνει η διαστασιολόγηση).

Τα παραδείγματα που επιλέχθηκαν είναι κατά κανόνα απλής μορφής προκειμένου:

- Να περιορισθεί ο όγκος εισαγομένων στοιχείων στον Η/Υ,
- Να αποφευχθούν προβλήματα ή ασάφειες που δεν αφορούν το πρόβλημα καθ' εαυτό,
- Να ελαχιστοποιηθούν τα προβλήματα προσομοίωσης του δεδομένου φορέα,
- Να διατηρείται σε κάποιο βαθμό η δυνατότητα εποπτικού ελέγχου.

Παρά την σχετική απλότητά τους, τα παραδείγματα δεν είναι ακαδημαϊκού χαρακτήρα, αλλά ενσωματώνουν πολλά χαρακτηριστικά φορέων της πράξης.

Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στις παραδοχές και στις λεπτομέρειες προσομοίωσης των δεδομένων φορέων, διότι ο έλεγχος ορθότητας ενός προγράμματος Η/Υ αφορά κυρίως στην ορθή και πλήρη επίλυση του αυτού προσομοιώματος. Διαφοροποιήσεις της μοντελοποίησης του ίδιου φέροντος οργανισμού είναι βέβαια θεμιτές, οδηγούν όμως σε αποτελέσματα που ενδέχεται να είναι πολύ διαφορετικά. Στα παραδείγματα γίνεται χρήση συγκεκριμένων δόκιμων τρόπων προσομοίωσης που συνιστάται να χρησιμοποιούνται στην πράξη. Παρόλο που προβλήματα προσομοίωσης δεν αποτελούν αντικείμενο του παρόντος ερευνητικού έργου, παρουσιάζονται σε ορισμένες περιπτώσεις (π.χ. πυρήνας, προσομοίωση μαζών ορόφων, κ.ά.) και κάποιες εναλλακτικές προσομοιώσεις (και διενεργούνται οι αντίστοιχες επιλύσεις), λόγω του ότι αυτές χρησιμοποιούνται συχνά στην πράξη από πολλούς συναδέλφους. Παρατίθεται ακολούθως ο πίνακας 1 με τους τίτλους των 22 παραδειγμάτων που επιλέχθηκαν ως δοκιμαστικά προβλήματα.

Μετά την αναλυτική περιγραφή όλων των δεδομένων, παραδοχών, απλουστεύσεων και εξιδανικεύσεων, βάσει των οποίων προκύπτει το υπολογιστικό προσομοίωμα του δεδομένου φορέα, δίνονται όλα τα ηλεκτρονικά αρχεία δεδομένων-εισαγομένων καθώς και τα σκαριφήματα του προσομοιώματος που περιλαμβάνουν την διακριτοποίηση, την αρίθμηση κόμβων και στοιχείων και τους καθολικούς και τοπικούς άξονες. Ακολουθεί η αναλυτική παράθεση όλων των βασικών αποτελεσμάτων (εντάσεις και μετακινήσεις) (α) της ανάλυσης για κατακόρυφα στατικά φορτία, (β) της ιδιομορφικής ανάλυσης, (γ) της δυναμικής φασματικής ανάλυσης και (δ) της απλοποιημένης φασματικής ανάλυσης, μέχρι και των συνδυασμών εντατικών μεγεθών για τους οποίους πρέπει να γίνει η διαστασιολόγηση.

Με τον αναλυτικό τρόπο που παρουσιάζονται τα παραδείγματα, δίνεται η δυνατότητα αφενός στους οίκους λογισμικού να προ-ελέγξουν τα προγράμματα που διοχετεύουν στην αγορά, και αφετέρου στους χρήστες-μηχανικούς να ελέγξουν τα προγράμματα που αγόρασαν ή σκοπεύουν να αγοράσουν. Παρόλο που ένας τέτοιος έλεγχος των προγραμμάτων μέσω έγκυρων αριθμητικών παραδειγμάτων δεν θα είναι, ούτε και θα μπορούσε να είναι, πλήρης και εξαντλητικός, δρα εντούτοις κανονιστικά, εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα ένα βασικό επίπεδο ασφάλειας και ορθότητας για τα ελεγχθέντα προγράμματα.

Πίνακας 1. Πρότυπα αριθμητικά παραδείγματα για τον έλεγχο προγραμμάτων

Παράδειγμα 1	Μονώροφος πλαισιακός φορέας με <u>τετραπλή συμμετρία</u> - Μόνον ανωδομή
Παράδειγμα 2	Τριώροφος πλαισιακός φορέας με τετραπλή συμμετρία - Μόνον ανωδομή
Παράδειγμα 3	Πεντάροφος πλαισιακός φορέας με τετραπλή συμμετρία - Μόνον ανωδομή
Παράδειγμα 4	Τριώροφος πλαισιακός φορέας με τετραπλή συμμετρία - Ανωδ. & θεμελίωση
Παράδειγμα 5	Πεντάροφος πλαισιακός φορέας με τετραπλή συμμετρία - Ανωδ. & θεμελ.
Παράδειγμα 6	Μονώροφος πλαισιακός φορέας με <u>διπλή</u> συμμετρία
Παράδειγμα 6α " - Με μεταφορικές μάζες στους κόμβους
Παράδειγμα 7	Τριώροφος πλαισιακός φορέας με διπλή συμμετρία
Παράδειγμα 7α " - Με μεταφορικές μάζες στους κόμβους
Παράδειγμα 8	Πεντάροφος πλαισιακός φορέας με διπλή συμμετρία
Παράδειγμα 8α " - Με μεταφορικές μάζες στους κόμβους
Παράδειγμα 9	Πεντάροφος μικτός φορέας με <u>διαγώνια συμμετρία</u> - Με 1 γωνιαίο τοίχωμα
Παράδειγμα 10	Πεντάροφος μικτός φορέας με διαγώνια συμμετρία - <u>Με 2 περίμετρ. τοιχώμ.</u>
Παράδειγμα 11	Πεντάροφος μικτός φορέας με <u>απλή συμμετρία</u> - Με 1 περιμετρικό τοίχωμα
Παράδειγμα 12	Μονώροφος πλαισιακός φορέας με απλή συμμετρία - <u>Μη παράλληλη διάταξη</u>
Παράδειγμα 12α " - Με μεταφορικές μάζες $m_i=M/4$ στους 4 κόμβους
Παράδειγμα 12β " - Με μεταφορικές μάζες $m_i=N_i/g$ στους 4 κόμβους
Παράδειγμα 12γ " - Με μεταφορικές μάζες σε 25 κόμβους
Παράδειγμα 13	Πεντάροφος φορέας με έκκεντρο <u>πυρήνα</u> - <u>Παραλλαγές προσομοίωσης</u>
13α	Προσομοίωση πυρήνα με 3 ισοδύναμους στύλους
13β	Προσομοίωση πυρήνα με 1 ισοδύναμο στύλο
13γ	Προσομοίωση πυρήνα με επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία
Παράδειγμα 14	Πεντάροφος μικτός φορέας με απλή συμμετρία - <u>Στρεπτική ευαισθησία</u>
Παράδειγμα 15	Τριώροφος φορέας με <u>ασταθή διάταξη τοιχωμάτων</u> - <u>Εύστρεπτος φορέας</u>
Παράδειγμα 16	Τριώροφος φορέας με <u>εσοχή</u>
Παράδειγμα 17	Τριώροφος φορέας με <u>πατάρι</u>
Παράδειγμα 18	Τριώροφος φορέας με <u>κεκλιμμένη πλάκα</u>
Παράδειγμα 19	Τριώροφος φορέας με <u>κλιμακωτάσιο χωρίς περιμετρικά τοιχώματα</u>
Παράδειγμα 20	Τριώροφος φορέας με <u>φυτευτά υποστυλώματα</u> - Κατακόρ. σεισμ. συνιστώσα
Παράδειγμα 21	<u>Κανονικός</u> τριώροφος φορέας με <u>ασύμμετρη, μη παράλληλη διάταξη</u> <u>στύλων/τοιχωμάτων/πυρήνα</u>
Παράδειγμα 22	<u>Μη κανονικός</u> πεντάροφος φορέας με <u>ασύμμετρη, μη παράλληλη διάταξη</u> <u>στύλων/τοιχωμάτων/πυρήνα</u>

2.6 Βιβλιογραφία

- Αβραμίδης Ι.Ε., Βαχλιώτης Χ et al. (1990α), "Καταγραφή των κυκλοφορούντων προγραμμάτων ανάλυσης του φέροντος οργανισμού κτιριακών έργων", Έκθεση Ομάδας Εργασίας της Ειδικής Επιστημονικής Επιτροπής Μηχανικής και Κατασκευών του Τ.Ε.Ε., Βιβλιοθήκη ΤΕΕ, αρ. εισαγ. 1115/2, Αθήνα 1990.
- Αβραμίδης Ι.Ε., Βαχλιώτης Χ. et al. (1990β), "Δοκιμαστικά προβλήματα ελέγχου προγραμμάτων γραμμικής στατικής ανάλυσης κτιριακών έργων", Έκθεση Ομάδας Εργασίας της Ειδικής Επιστημονικής Επιτροπής Μηχανικής και Κατασκευών του Τ.Ε.Ε., Βιβλιοθήκη ΤΕΕ, αρ. εισαγ. 1115/2, Αθήνα 1990.
- Βαγγελάτου Ο. (1993), "Η χρήση προγραμμάτων στατικής ανάλυσης κτιριακών έργων με Η/Υ - Συγκαφαλαίωση προβλημάτων - Στρατηγική αντιμετώπισή τους στην πράξη".
- Καπράνος Δ. (1999), "Αντισεισμικά προγράμματα του αέρα", ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ, 22 Σεπτ. 1999.
- Melosh R.J. and Senol Utku, (1988), "Verification tests for Computer-Aided Structural Analysis", *Microcomputer in Civil Engineering* **3** (1988), 289-297.
- Παλασσόπουλος Γ. (1993), "Προβλήματα σφαλμάτων στη μελέτη δομικών κατασκευών με ηλεκτρονικό υπολογιστή", Περιέχεται στα Πρακτικά Σεμιναρίου για την Αξιολόγηση Προγραμμάτων Στατικής Ανάλυσης, Σύνδεσμος Πολ. Μηχ. και Αρχιτεκτ. Κύπρου - Τεχν. Επιμελ. Ελλάδα, Λευκωσία, 18-19 Σεπτ. 1993.
- Pixley R.A. and Ridlon S.A. (1984), "How to Check Out an Engineering Computer Program", 3rd Conference on Computing in Civil Engineering, ASCE, April 1984, Proceedings pp. 583-593.
- Szilard R. (1993), "Anforderungen an Software fuer Tragwerksanalyse", *Bautechnik* **70** (1993), Heft 2, 70-77.