

Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών

ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ – ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ
στοιχείων από Ω.Σ.
Έμφαση σε ακραίους κόμβους

Χρ. Καραγιάννης, καθηγητής
Πρόεδρος
Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών

Εισαγωγή

- Η επισκευή και ενίσχυση στοιχείων ΩΣ ως αντικείμενο συνεπούς έρευνας σχετικά νέο πεδίο μελέτης (με μεγάλο οικονομικό ενδιαφέρον)

Παλαιές κατασκευές → εκτεταμένες βλάβες

Σύγχρονοι κανονισμοί → αποδεκτό επίπεδο βλαβών

- Ανάγκη για τεκμηριωμένες μεθόδους και τεχνικές επισκευής και ενίσχυσης.

- Ειδικότερα οι κόμβοι είναι αποδεκτό ότι έχουν ιδιαίτερη δομική αξία.

- Αποδεικνύονται πολλές φορές κρίσιμα δομικά στοιχεία
- Δεν υπάρχουν πλήρεις οδηγίες σχεδιασμού στους Ελλην. Κανον.
- Υφίστανται βλάβες

- Προφανής η ανάγκη τεκμηριωμένων τεχνικών αποκατάστασης για
 - κόμβους παλαιότερων κατασκευών
 - κόμβους με βλάβες από σεισμό

Περιλαμβάνονται

πειραματικά αποτελέσματα και σχετικά συμπεράσματα

από

A. Χρήση ρητινενέσεων για την επισκευή

→ Κόμβων (με διατμητικές & καμπτικές βλάβες)

→ Δοκών & Υποστυλωμάτων (με καμπτικές βλάβες)

B. Χρήση FRP (ινοπλισμένων πολυμερών) για την ενίσχυση

→ Κόμβων (διατμητική & καμπτική καταπόνηση)

→ Δοκών (διατμητική καταπόνηση)

→ Πλακοδοκών (διατμητική καταπόνηση)

Γ. Χρήση ελαφρών μανδυών για την επισκευή - ενίσχυση

→ Κόμβων (με διατμητικές & καμπτικές βλάβη)

Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής

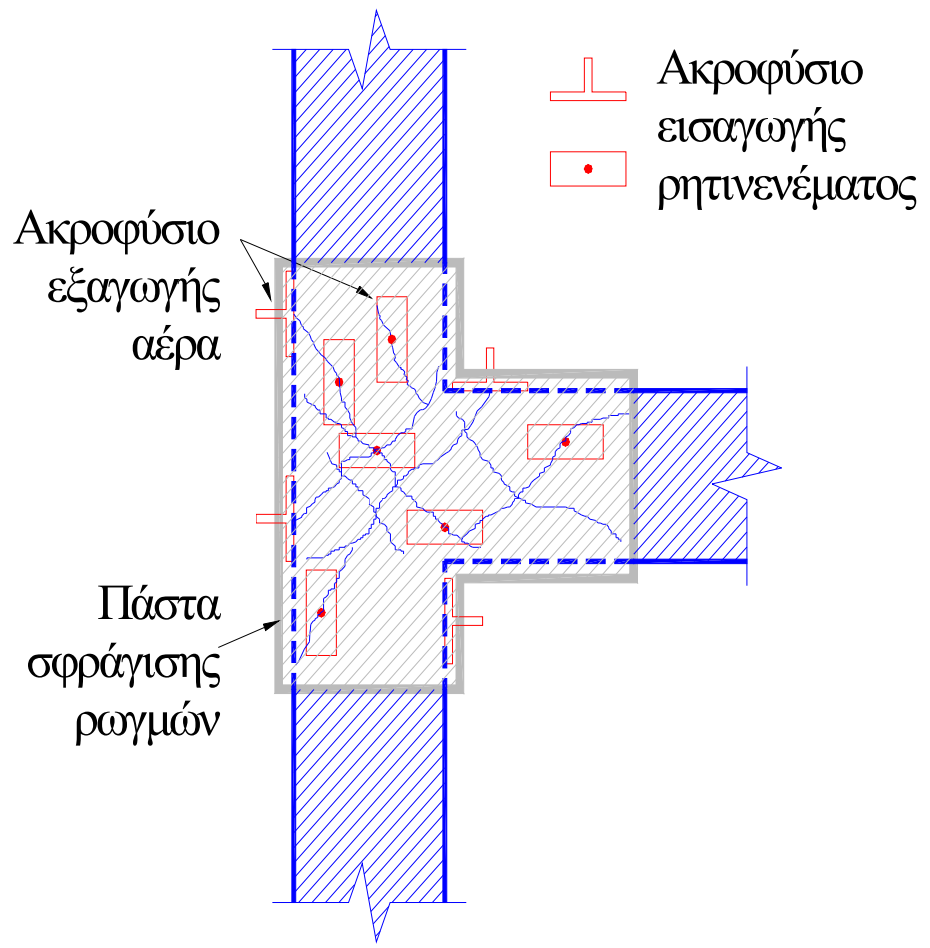
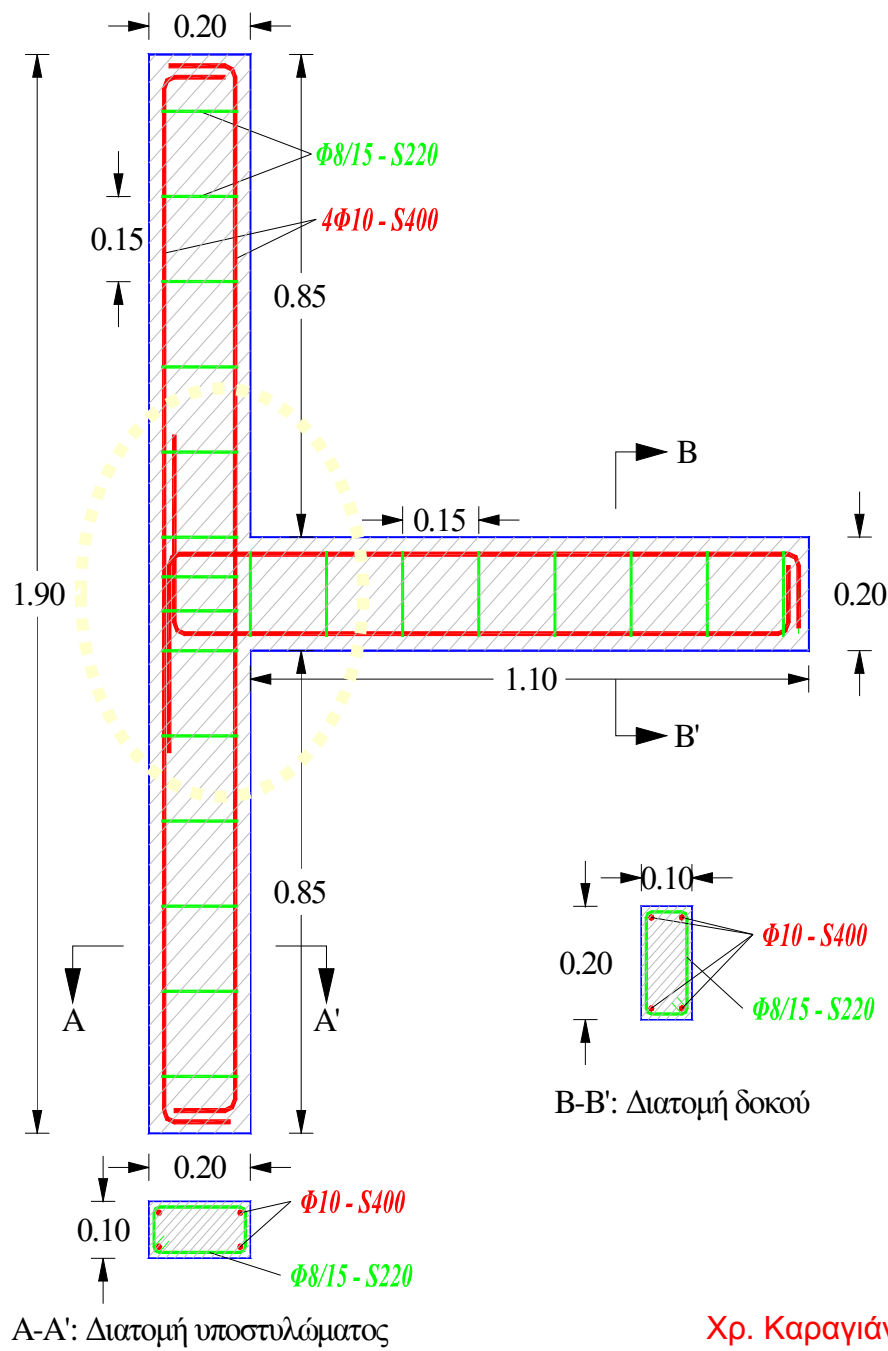
A. Χρήση ρητινών για επισκευή στοιχείων ΩΣ (ρητινενώσεις)

- **Κόμβων (με διατμητικές & καμπτικές βλάβες)**
- **Δοκών & Υποστυλωμάτων
(με καμπτικές βλάβες)**

Δοκίμια ομάδας Α

(κόμβοι με δομικά στοιχεία μικρών διατομών)

Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής

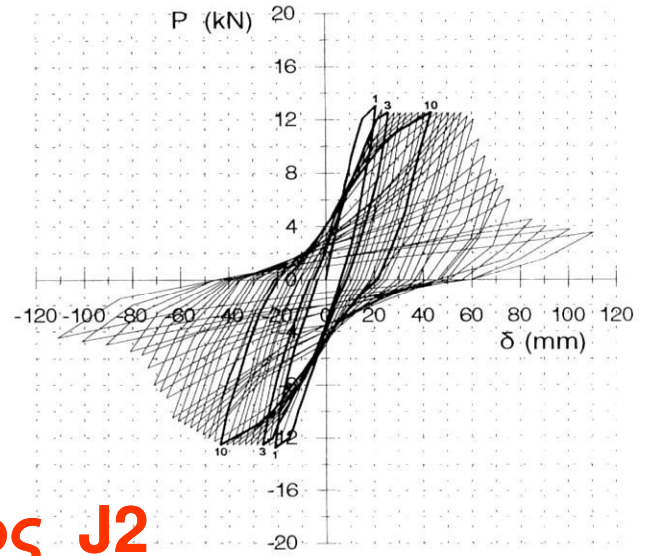
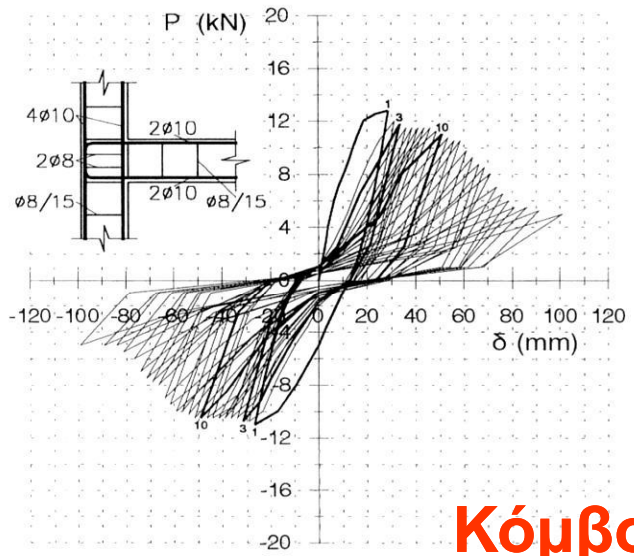


Χρ. Καργιάννης, Καθηγητής

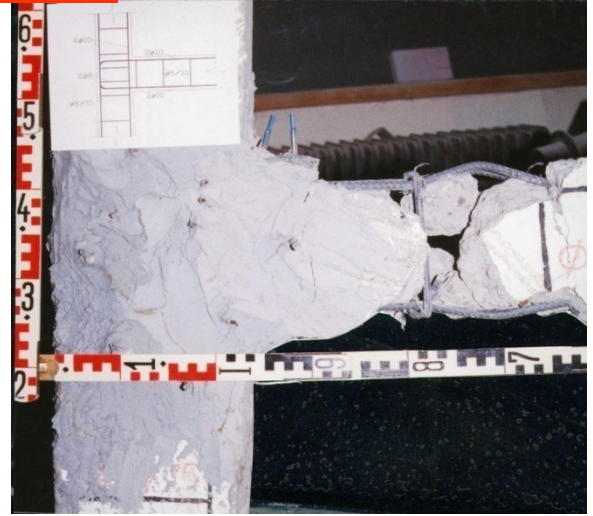
17 Δοκίμια Οπλισμοί δοκιμίων ακραίων κόμβων (ομάδα Α) (Karayannis et al 1998)

Δοκίμια	Υποστυλώματα	Δοκός	Περιοχή κόμβου
J2 _(a, b, c)	4Ø10	2Ø10 άνω - 2Ø10 κάτω	2 συνδετήρες Ø8
J2V	4Ø10 + 2Ø10*	2Ø10 άνω - 2Ø10 κάτω	2 συνδ. Ø8 + 2 κάθετοι ράβδοι Ø10
J1	4Ø10	2Ø10 άνω - 2Ø10 κάτω	1 συνδετήρας Ø8
J1V	4Ø10 + 2Ø10*	2Ø10 άνω - 2Ø10 κάτω	1 συνδ. Ø8 + 2 κάθετοι ράβδοι Ø10
J0	4Ø10	2Ø10 άνω - 2Ø10 κάτω	χωρίς οπλισμό
J0V	4Ø10 + 2Ø10*	2Ø10 άνω - 2Ø10 κάτω	2 κάθετοι ράβδοι Ø10
J2b	4Ø10	3Ø10 άνω - 3Ø10 κάτω	2 συνδετήρες Ø8
J2Vb	4Ø10 + 2Ø10*	3Ø10 άνω - 3Ø10 κάτω	2 συνδ. Ø8 + 2 κάθετοι ράβδοι Ø10
J1b	4Ø10	3Ø10 άνω - 3Ø10 κάτω	1 συνδετήρας Ø8
J1Vb	4Ø10 + 2Ø10*	3Ø10 άνω - 3Ø10 κάτω	1 συνδ. Ø8 + 2 κάθετοι ράβδοι Ø10
JX2b	4Ø10 + 4Ø10*	3Ø10 άνω - 3Ø10 κάτω	2 συνδ. Ø8 + χιαστί ράβδοι 2XØ10
JX1	4Ø10 + 4Ø10*	2Ø10 άνω - 2Ø10 κάτω	1 συνδ. Ø8 + χιαστί ράβδοι 2XØ10
JX1b	4Ø10 + 4Ø10*	3Ø10 άνω - 3Ø10 κάτω	1 συνδ. Ø8 + χιαστί ράβδοι 2XØ10
JX0	4Ø10 + 4Ø10*	2Ø10 άνω - 2Ø10 κάτω	χιαστί ράβδοι 2XØ10
JX0b	4Ø10 + 4Ø10*	3Ø10 άνω - 3Ø10 κάτω	χιαστί ράβδοι 2XØ10

* Οι κάθετοι ράβδοι και οι χιαστί οπλισμοί στην περιοχή του κόμβου εκτείνονται σε όλο το μήκος των υποστυλωμάτων



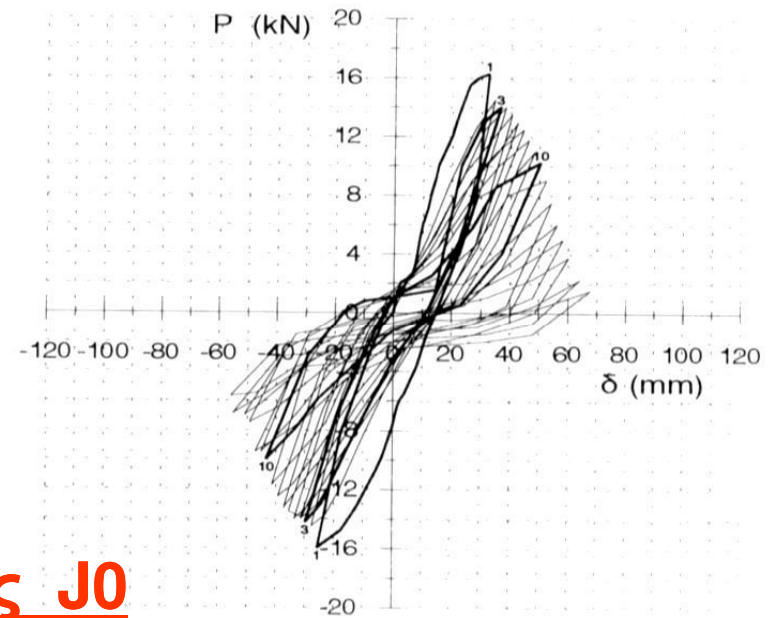
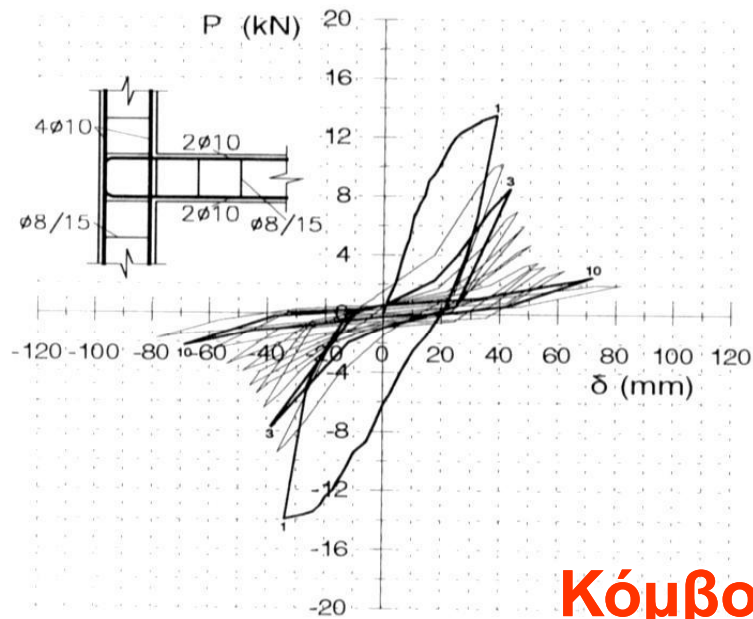
Κόμβος J2



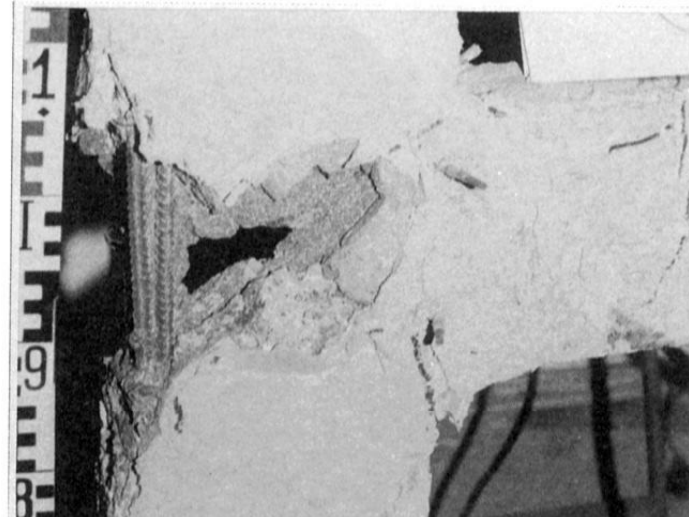
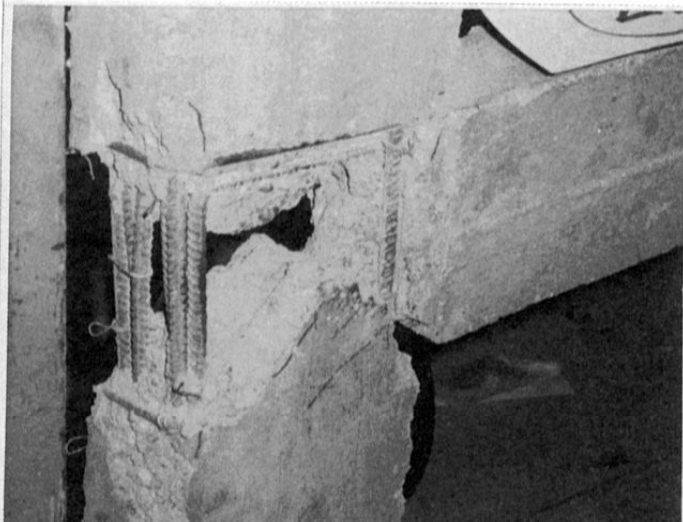
Αρχικό δοκίμιο
Ρηγμάτωση στο κόμβο και
αστοχία στη σύνδεση με τη
δοκό
Τύπος Α

Επισκευασμένο
Αστοχία (πλαστική άρθρωση)
στη δοκό
Τύπος C

Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής



Κόμβος J0



Αρχικό δοκίμιο

Πλήρης αστοχία του κόμβου

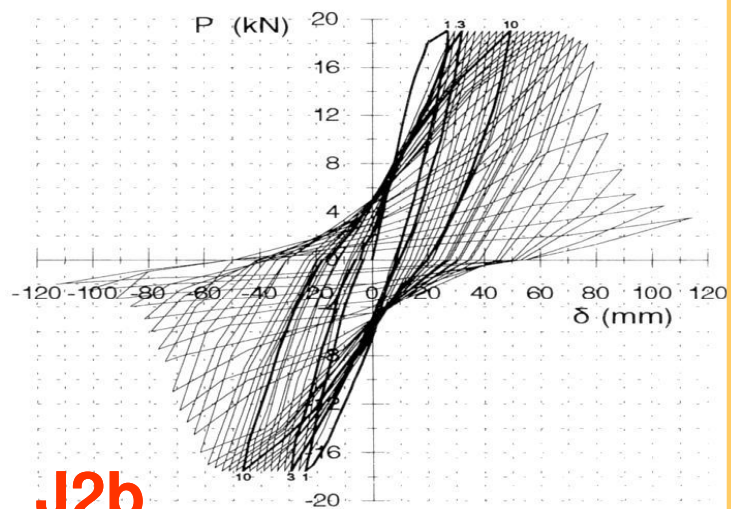
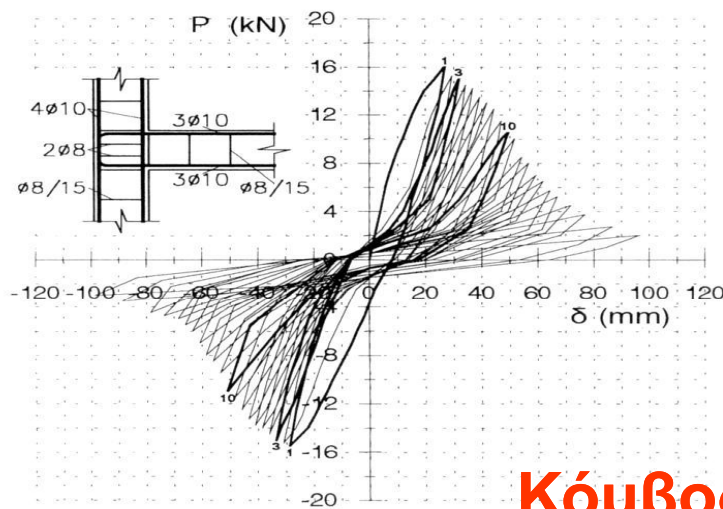
Τύπος Β

Επισκευασμένο

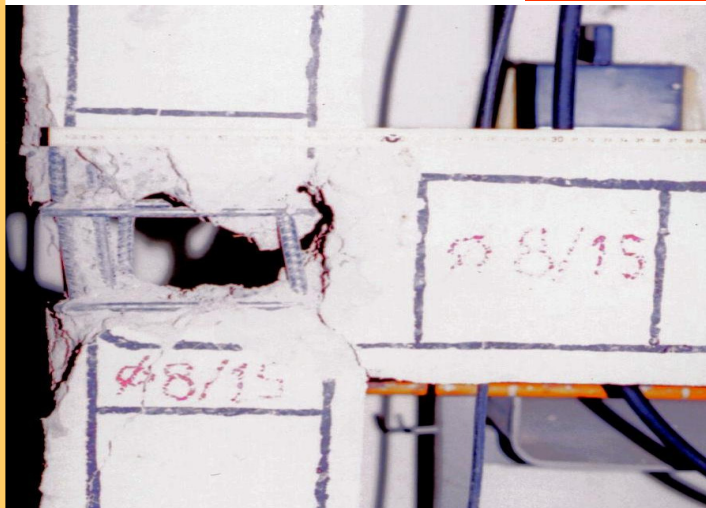
Πλήρης αστοχία του κόμβου

Τύπος Β

Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής



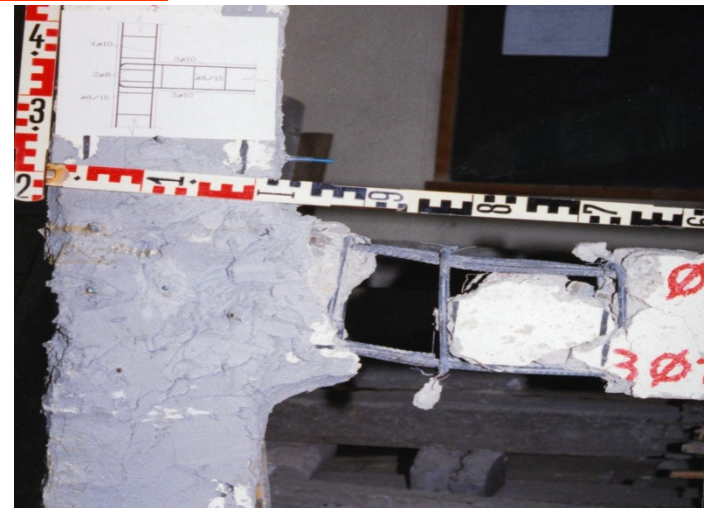
Κόμβος J2b



Αρχικό δοκίμιο

Πλήρης αστοχία του κόμβου

Τύπος Β



Επισκευασμένο

Αστοχία (πλαστική άρθρωση) στη δοκό

Τύπος C

Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής

17 Δοκίμια

Ανηγγμένα χαρακτηριστικά μεγέθη της απόκρισης των κόμβων της ομάδας Α (λόγοι τιμών μετά την επισκευή / αρχική) (Karayannis et al 1998)

Δοκίμια	Κ.Α. επισ./αρχ.	Φορτίο (κύκλοι)				Δυσκαμψία (κύκλοι)				Ενέργεια (κύκλοι)			
		1ος	3ος	10ος		1ος	3ος	10ος		1ος	3ος	10ος	
J2_(a)	25/11*	1.00*	1.18*	1.89*		2.00*	1.90*	1.80*		0.63*	1.08*	1.48*	
J2_(b)	24/25	1.02	1.06	1.14		1.30	1.25	0.95		0.56	1.17	2.04	
J2_(c)	26/12*	1.00*	1.18*	1.59*		1.18*	1.05*	1.00*		0.80*	2.06*	2.43*	
J2V	26/25	1.09	1.14	1.22		1.08	0.89	0.63		1.09	1.86	2.45	
J1	19/17	1.22	1.25	1.26		1.00	0.83	0.62		1.53	1.78	1.99	
J1V	23/13	1.24	1.27	1.64		0.96	0.88	0.86		0.88	1.14	2.33	
J0**	13/6	1.20	1.65	†		1.40	1.37	†		0.75	1.50	†	
J0V	9/7	1.28	1.46	†		1.60	0.96	†		0.97	1.48	†	
J2b	25/16	1.19	1.27	1.81		1.33	1.12	0.67		1.09	2.52	3.32	
J2Vb	24/18	1.09	1.32	1.76		1.17	0.81	0.69		0.75	2.05	3.08	
J1b	32/8	1.09	1.48	†		1.11	1.10	†		0.59	1.30	†	
J1Vb	34/11	1.05	1.23	2.34		1.05	1.01	1.95		0.59	1.09	1.75	
JX2b	22/32	1.21	1.23	1.30		1.29	1.04	0.99		0.70	1.60	2.27	
JX1	29/32	1.32	1.38	1.43		1.65	1.41	0.75		0.79	1.51	2.49	
JX1b	25/24	1.09	1.12	1.32		1.33	1.25	0.76		0.64	1.64	2.32	
JX0	29/25	1.16	1.22	1.22		1.54	0.89	0.75		0.86	1.92	2.93	
JX0b	30/18	1.15	1.19	1.51		1.44	0.88	0.86		1.34	1.87	2.44	

Κ.Α.: Κύκλος Αστοχίας (επισκευασμένου / αρχικού).

Μ.Ο.: Μέσος Όρος.

*: Μη άμεσα συγκρίσιμο με τα άλλα δοκίμια λόγω του μεγαλύτερου 1^{ου} κύκλου φόρτισης κατά την αρχική φόρτιση.

** : Η επισκευή περιελάμβανε αρχικώς την τοπική καθαίρεση χαλαρών τμημάτων περιοχής βλάβης και αντικατάσταση με κονιάματα υψηλής αντοχής και εν συνεχεία την εφαρμογή ρητινέσεων.

† : Η αστοχία παρατηρήθηκε πριν από τον 10^ο κύκλο αστοχίας.

‡ : Η τιμή υπολογίζεται από όλες τις τιμές των κύκλων φόρτισης πριν από τον κύκλο αστοχίας.

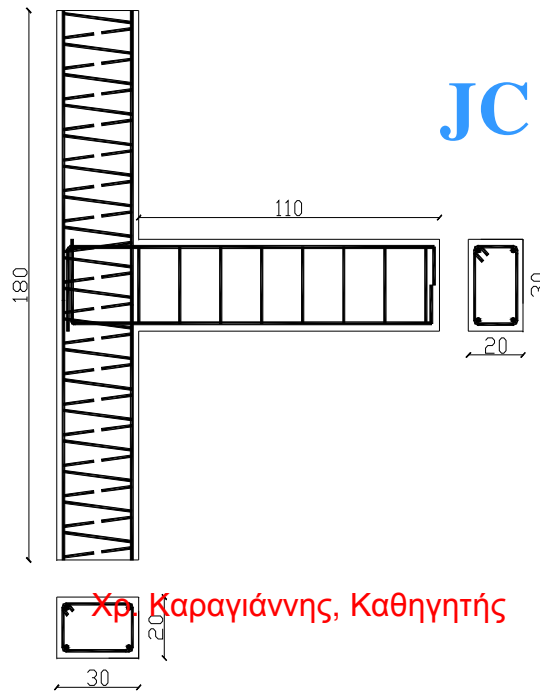
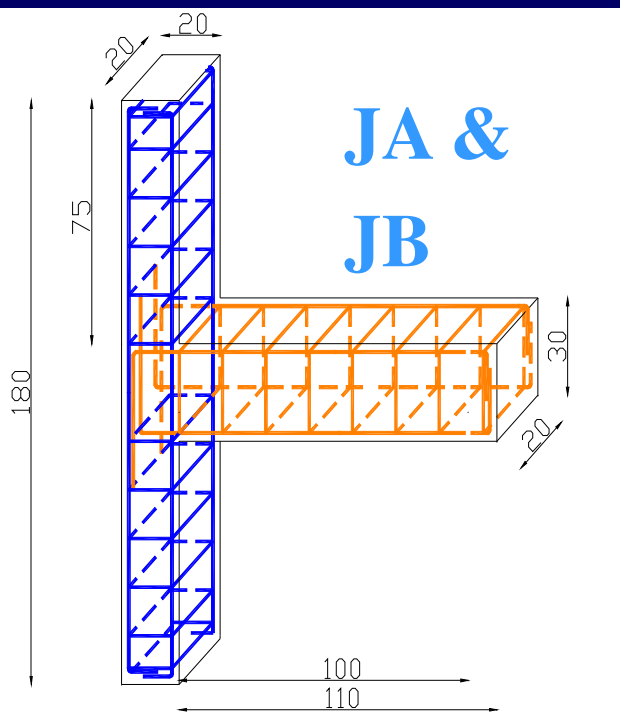
Δοκίμια ομάδας Β

(κόμβοι με δομικά στοιχεία κανονικών διατομών)

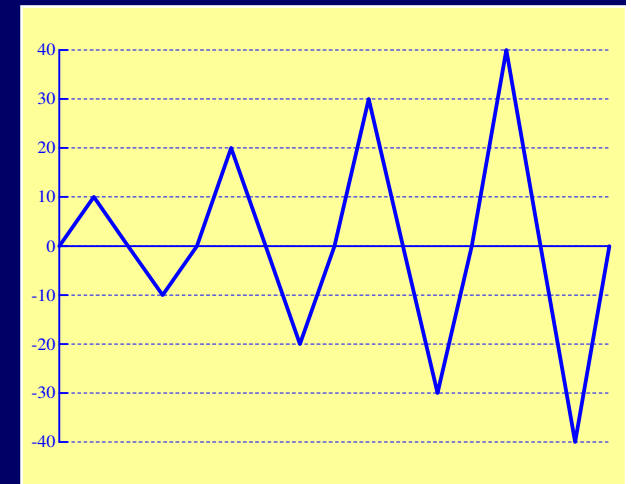
Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής

Πίνακας 2. Οπλισμοί δοκιμίων ακραίων κόμβων (ομάδα Β) (Karayannis et al 2003)

Δοκίμια	Διαστάσεις (mm)	Υποστυλώματα	Δοκός	Περιοχή κόμβου
JA	υποστ.: 200×200 δοκός: 200/300	4Ø10	2Ø10 άνω + 2Ø10 κάτω	χωρίς οπλισμό
JB	υποστ.: 200×200 δοκός: 200/300	6Ø12	2Ø10 άνω + 2Ø10 κάτω	4 συνδετήρες Ø8 (Ø8/60)
JC	υποστ.: 200×300 δοκός: 200/300	4Ø10	2Ø10 άνω + 2Ø10 κάτω	σπειροειδής οπλισμός Ø8/100 (2 βήματα σπείρας)



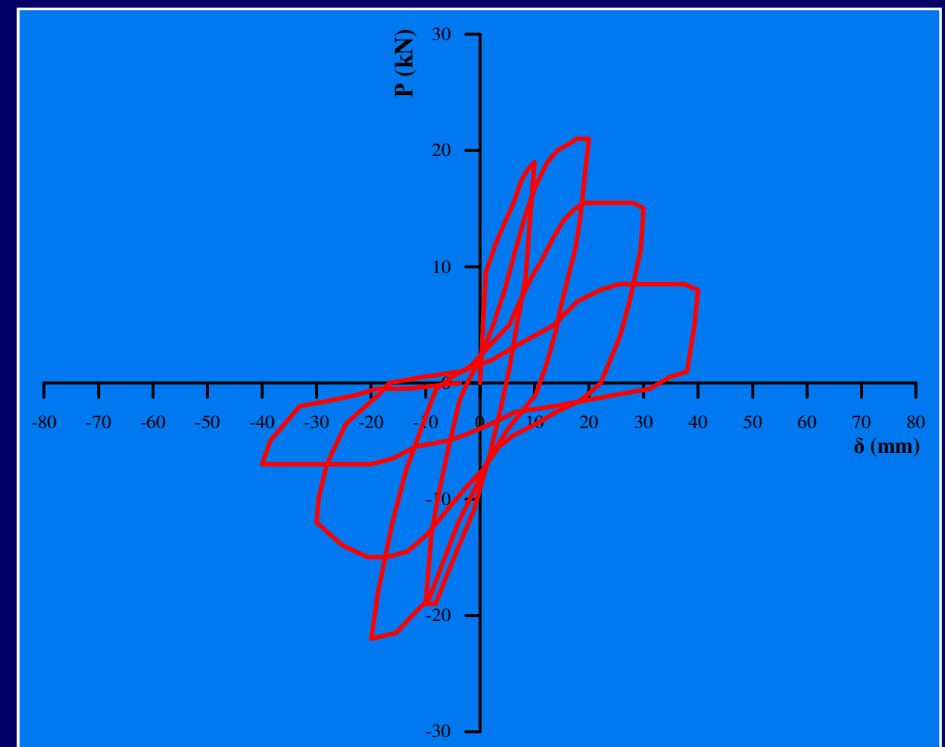
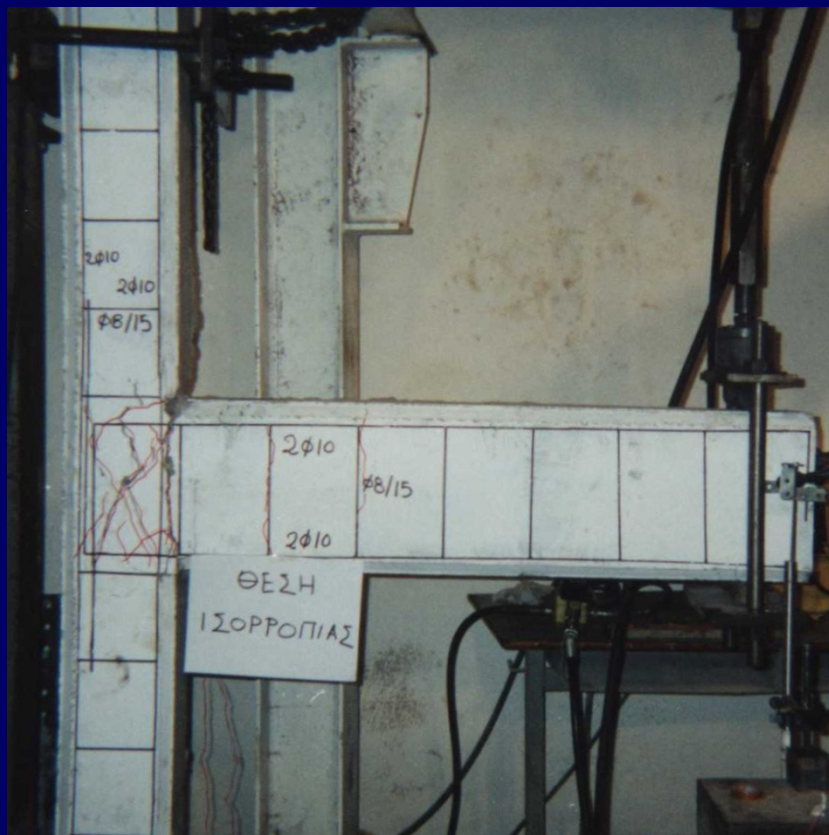
Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής



Ιστορικό
Φόρτισης

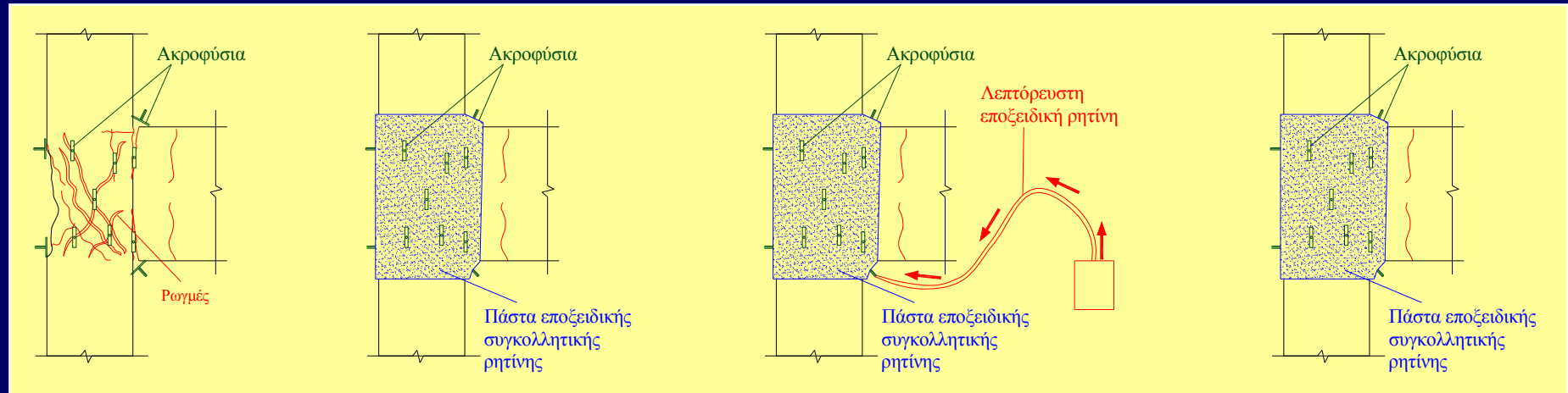
ΔΟΚΙΜΙΟ ΧΩΡΙΣ ΣΥΝΔΕΤΗΡΕΣ ΣΤΟΝ ΚΟΜΒΟ

Κόμβος JA



Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής

ΔΟΚΙΜΙΟ ΕΠΙΔΙΟΡΘΩΜΕΝΟ ΜΕ ΕΝΕΣΙΜΗ ΡΗΤΙΝΗ ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΔΙΟΡΘΩΣΗΣ



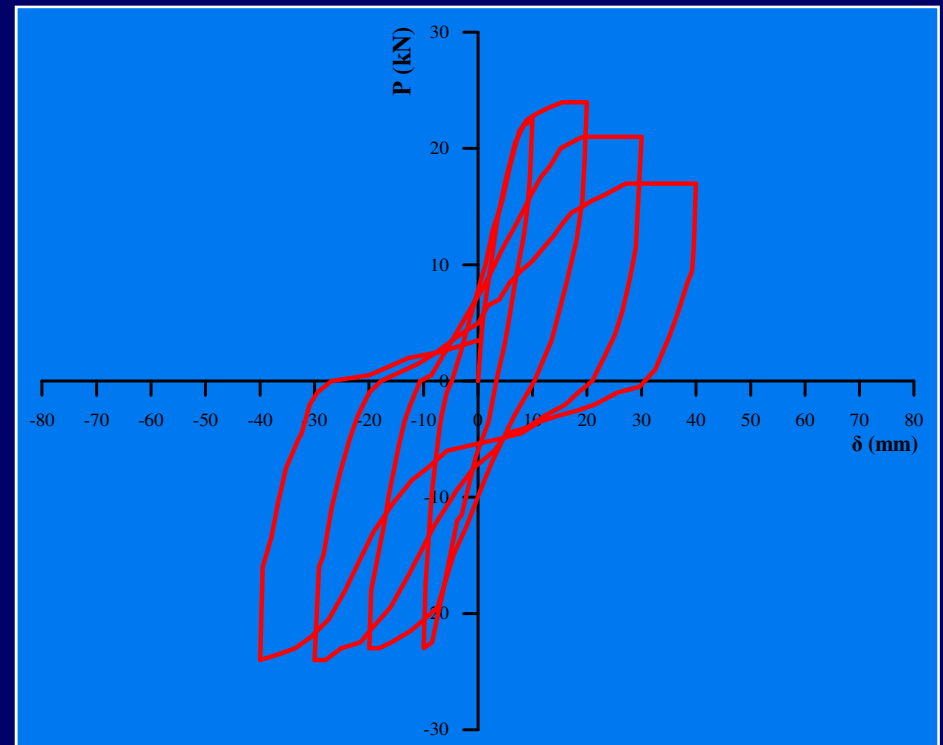
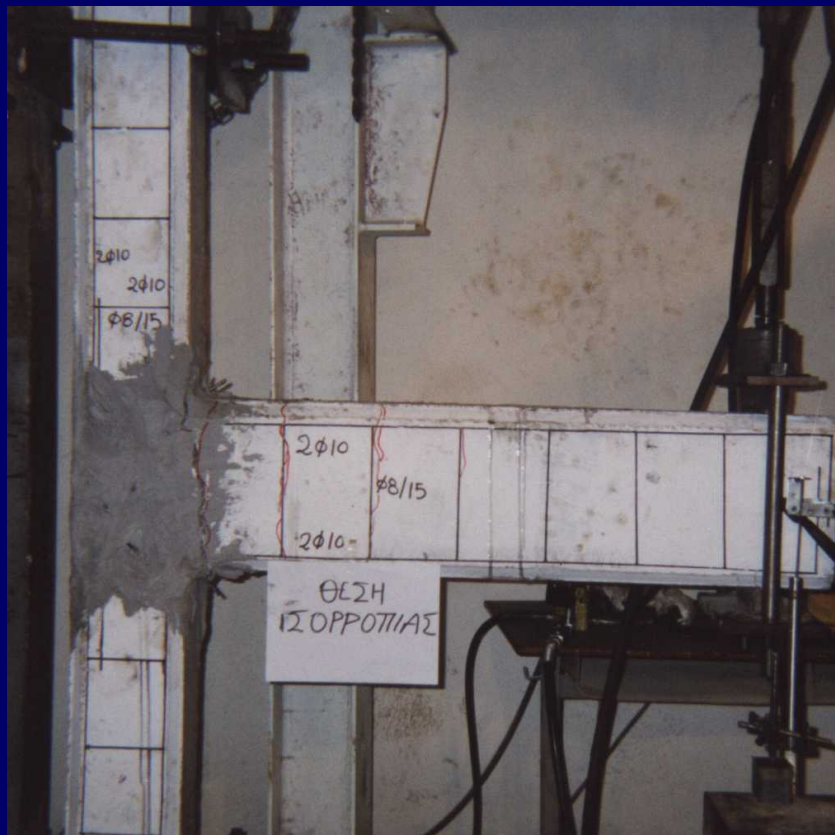
Κόμβος JA - R



Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής

ΔΟΚΙΜΙΟ ΕΠΙΔΙΟΡΘΩΜΕΝΟ ΜΕ ΕΝΕΣΙΜΗ ΡΗΤΙΝΗ

Κόμβος JA - R

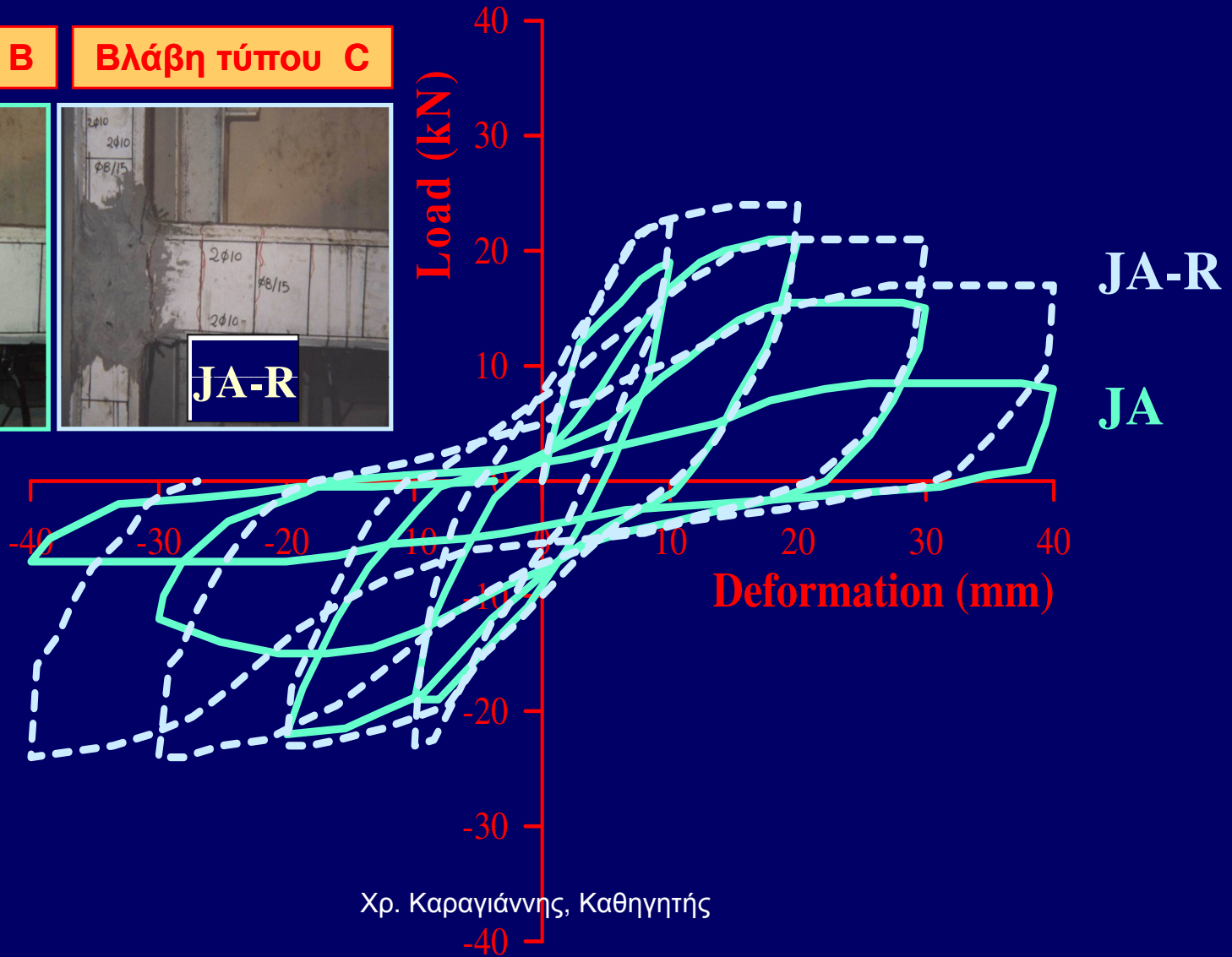


Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής

Σύγκριση κόμβων αρχικού JA - επισκευασμένου JA-R

Βλάβη τύπου B

Βλάβη τύπου C

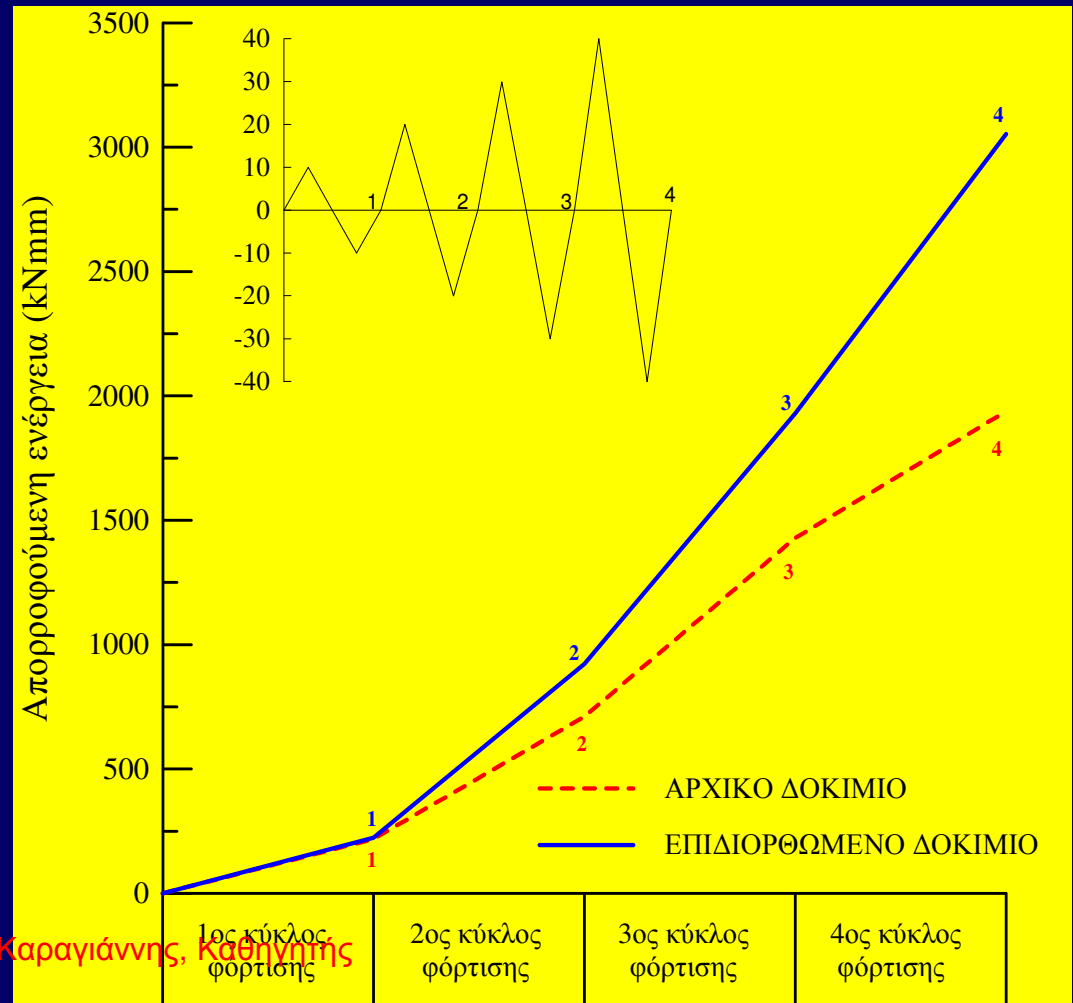


Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής

Σύγκριση κόμβων αρχικού JA - επισκευασμένου JA-R

Βλάβη τύπου B

Βλάβη τύπου C

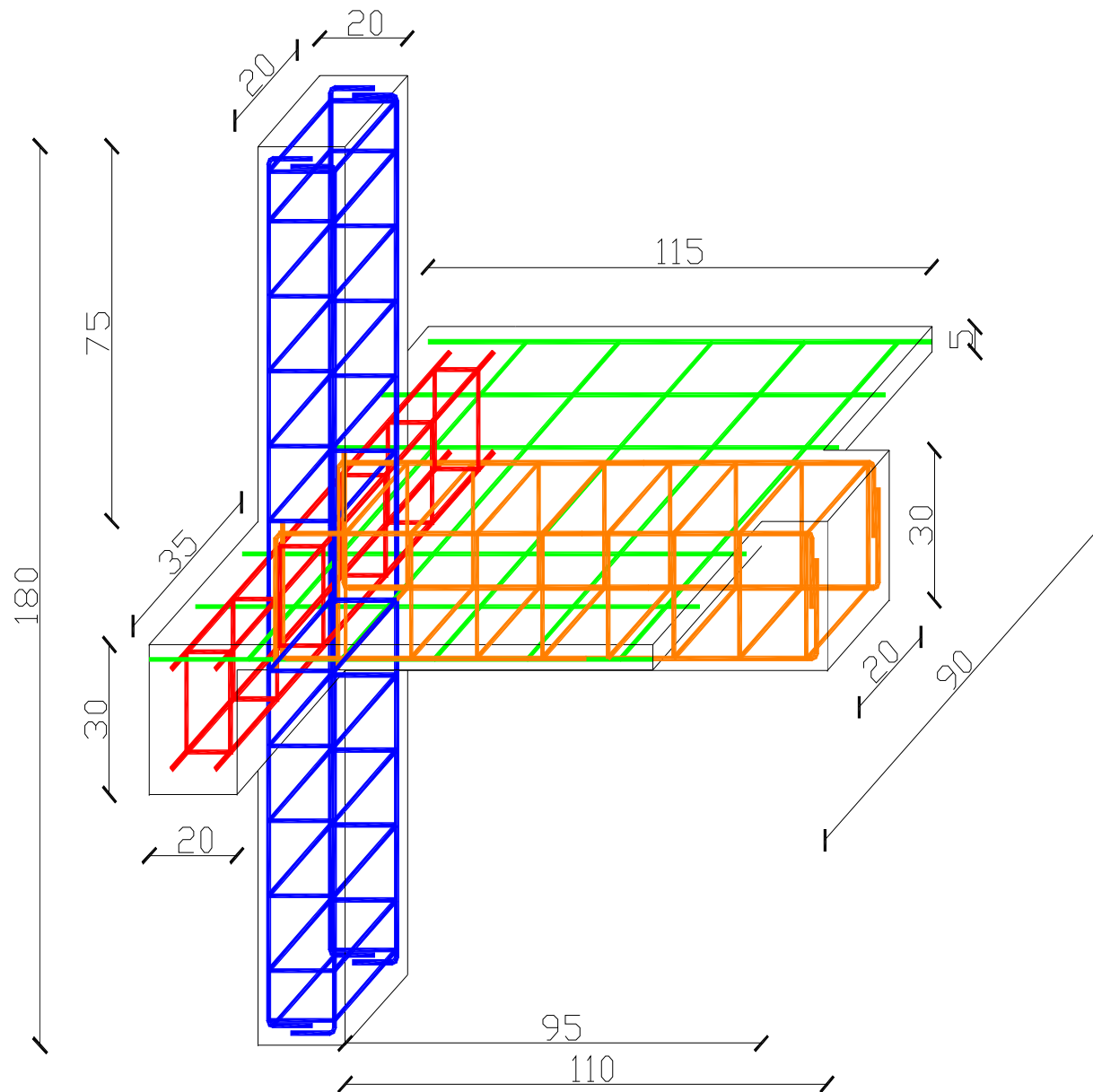


Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής

Δοκίμια ομάδας Γ

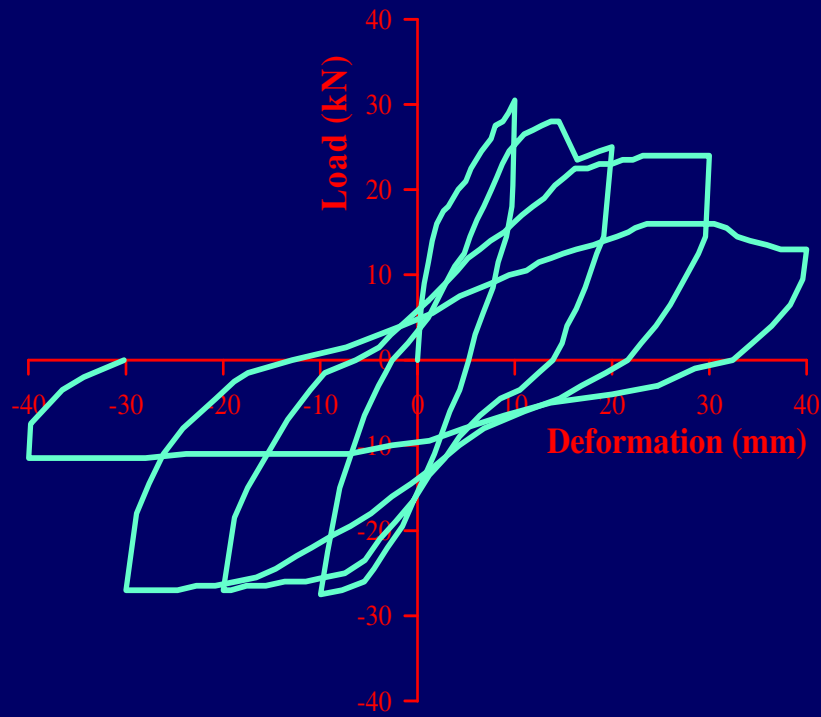
(κόμβοι με πλάκα)

Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής



Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής

Πειραματικά αποτελέσματα Δοκίμιο A1FL



- Πλαστική άρθρωση στη δοκό κοντά στη σύνδεση με τον κόμβο
- Ευνοϊκή επιρροή των εγκαρσίων δοκών
⇒ Καμμία βλάβη στο σώμα του κόμβου
στις πλάγιες όψεις
- Αστοχία του κεκαμμένου τμήματος της αγκύρωσης των διαμήκων οπλισμών της δοκού ⇒ Βλάβη στην οπίσθια όψη του κόμβου



Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής

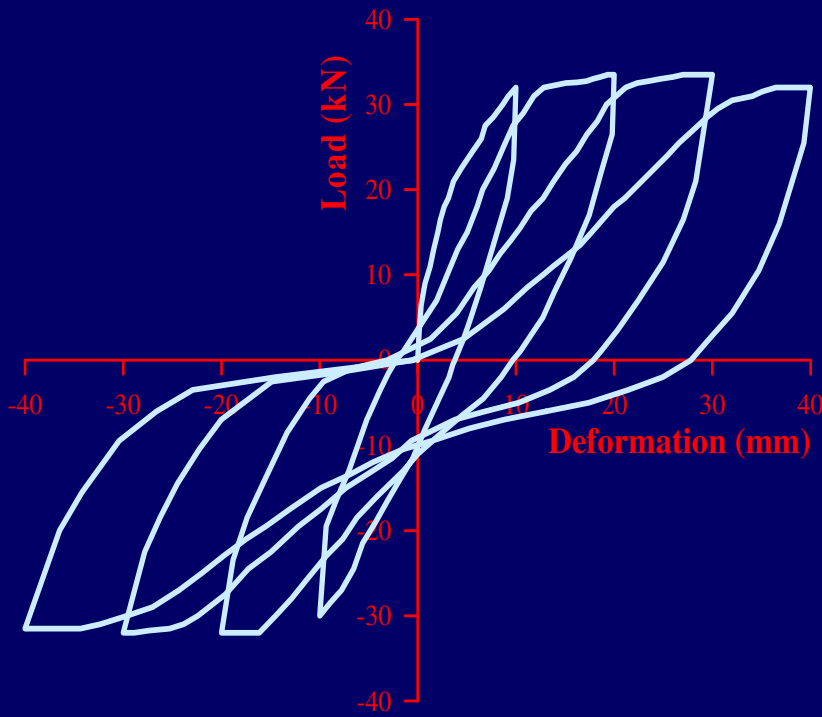
Βλάβη τύπου Α

Πειραματικά αποτελέσματα Επισκευασμένο δοκίμιο A1FL-R

Επισκευές στη θέση της πλαστικής άρθρωσης
και στην οπίσθια όψη του κόμβου



- Βλάβες στις εγκάρσιες δοκούς και στη σύνδεση υποστυλώματος και κόμβου
- Η περιοχή της αρχικής άρθρωσης και η οπίσθια όψη του κόμβου παρέμεινε χωρίς βλάβες

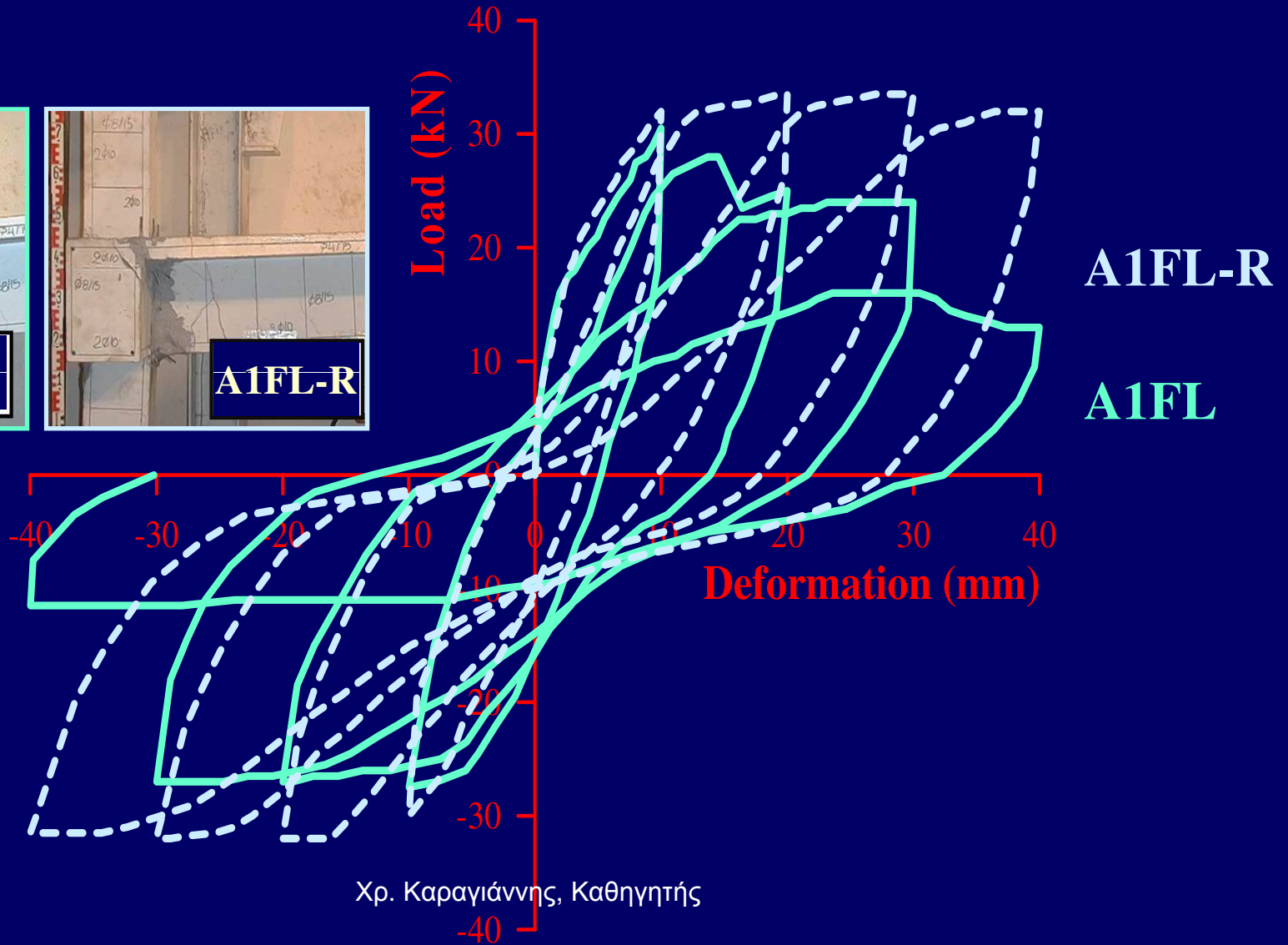


Δρ. Καραγιάννης, Καθηγητής



Βλάβη τύπου C

Σύγκριση κόμβων με πλάκα αρχικού A1FL - επισκευασμένου A1FL-R



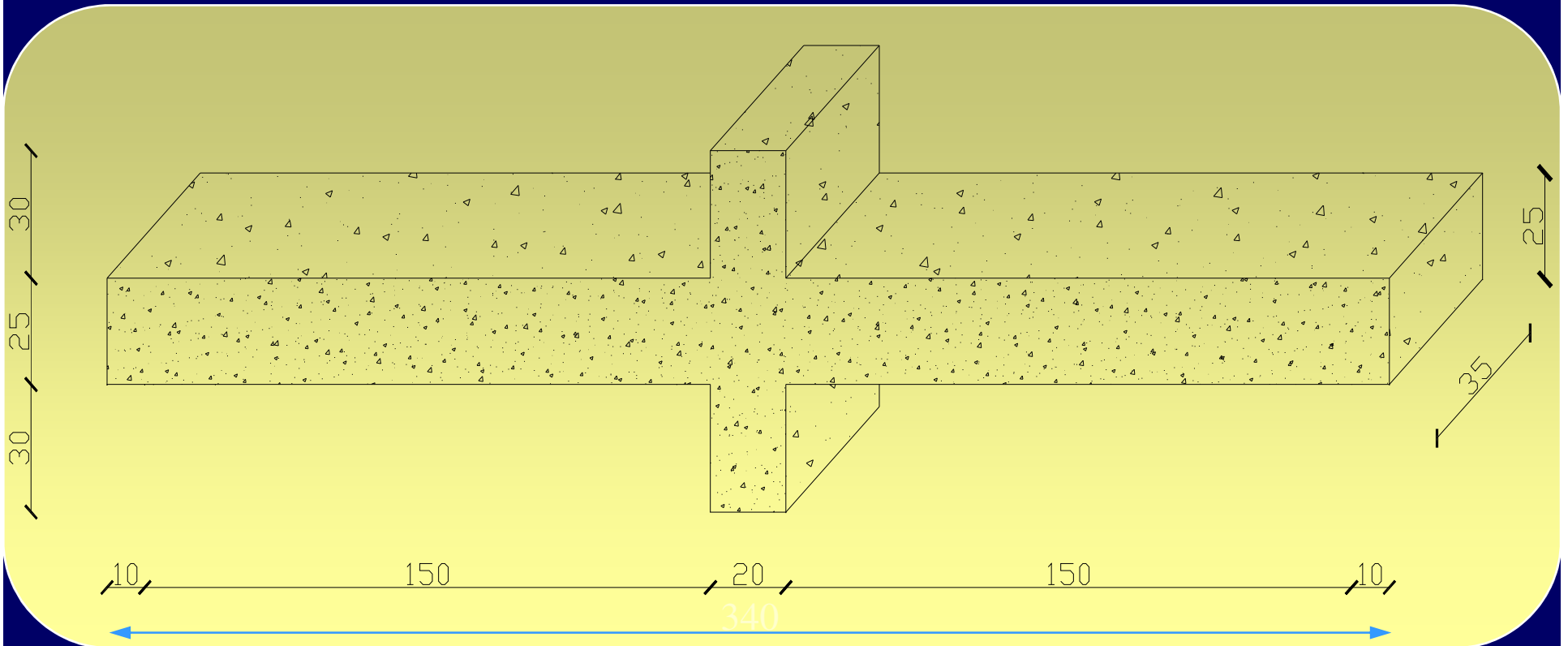
Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής

A. Χρήση ρητινών για επισκευή στοιχείων ΩΣ (ρητινενώσεις)

- **Κόμβων** (με διατμητικές & καμπτικές βλάβες)
- **Δοκών & Υποστυλωμάτων**
(με καμπτικές βλάβες)

Επισκευή Υποστυλωμάτων

Το δοκίμιο είχε τα εξής γεωμετρικά χαρακτηριστικά:

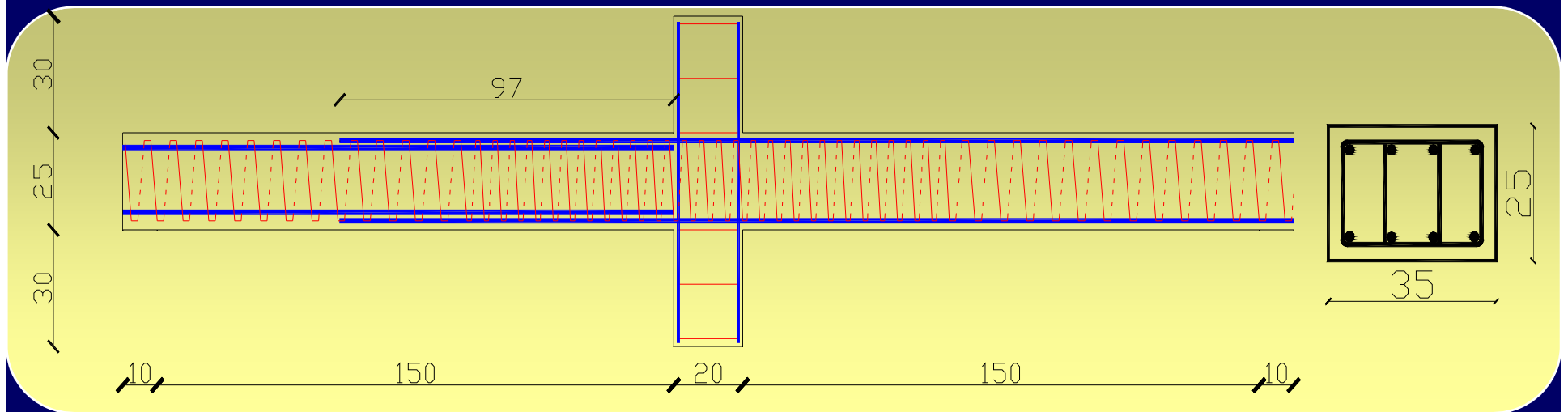


- Συνολικό μήκος υποστυλώματος 340 cm
- Διατομή υποστυλώματος 25x35 cm
- Συνολικό μήκος δοκού 85 cm
- Διατομή δοκού 35x20 cm

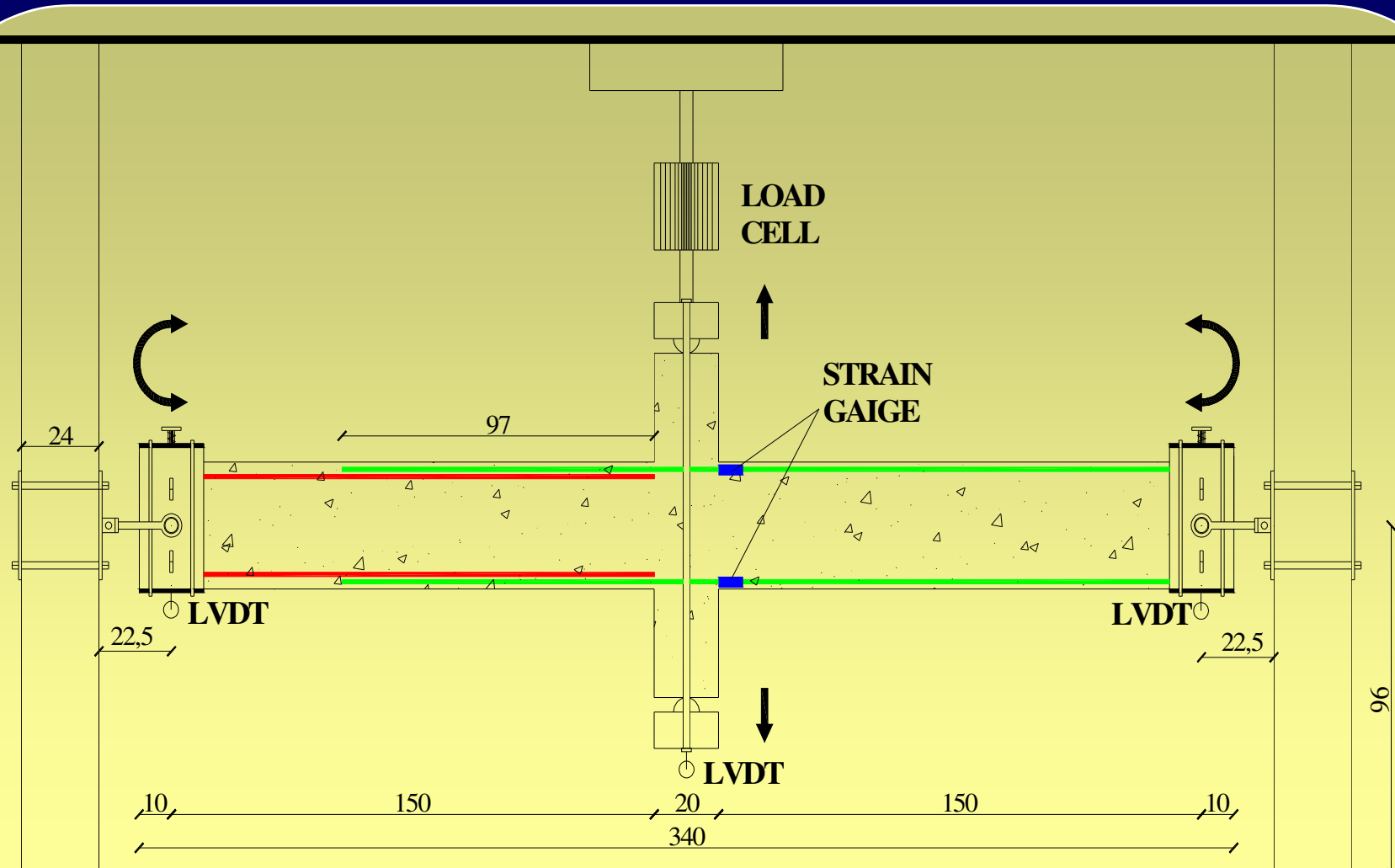
Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής

ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ

Δοκίμιο οπλισμένο με χρήση σπειροειδούς οπλισμού ως εγκάρσιου οπλισμού

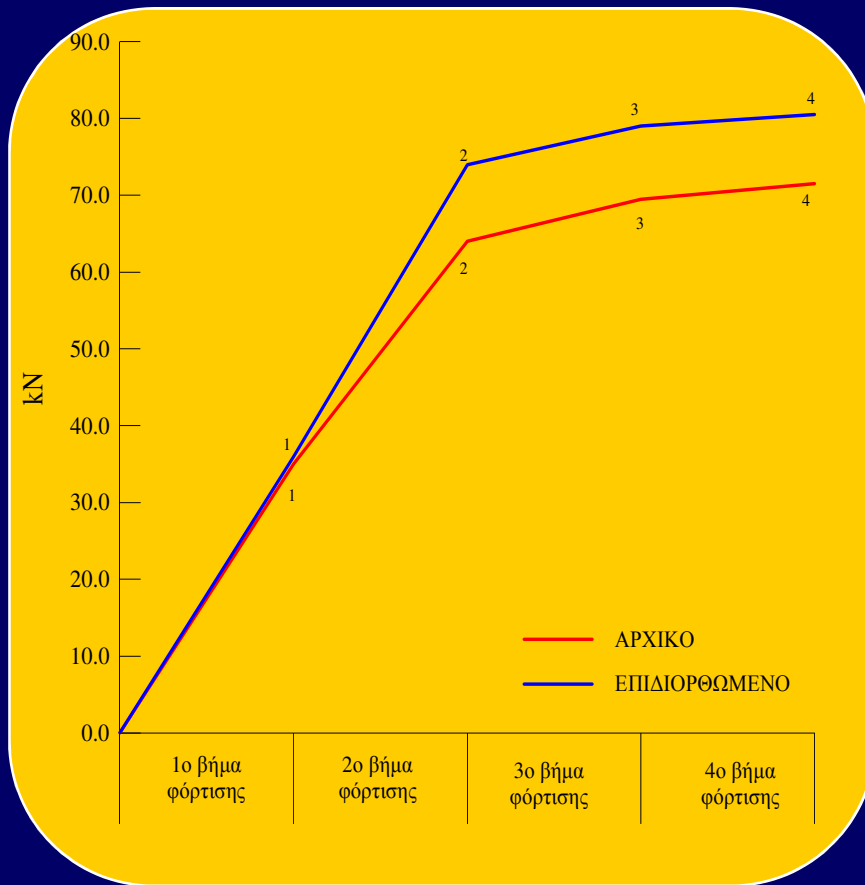


ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

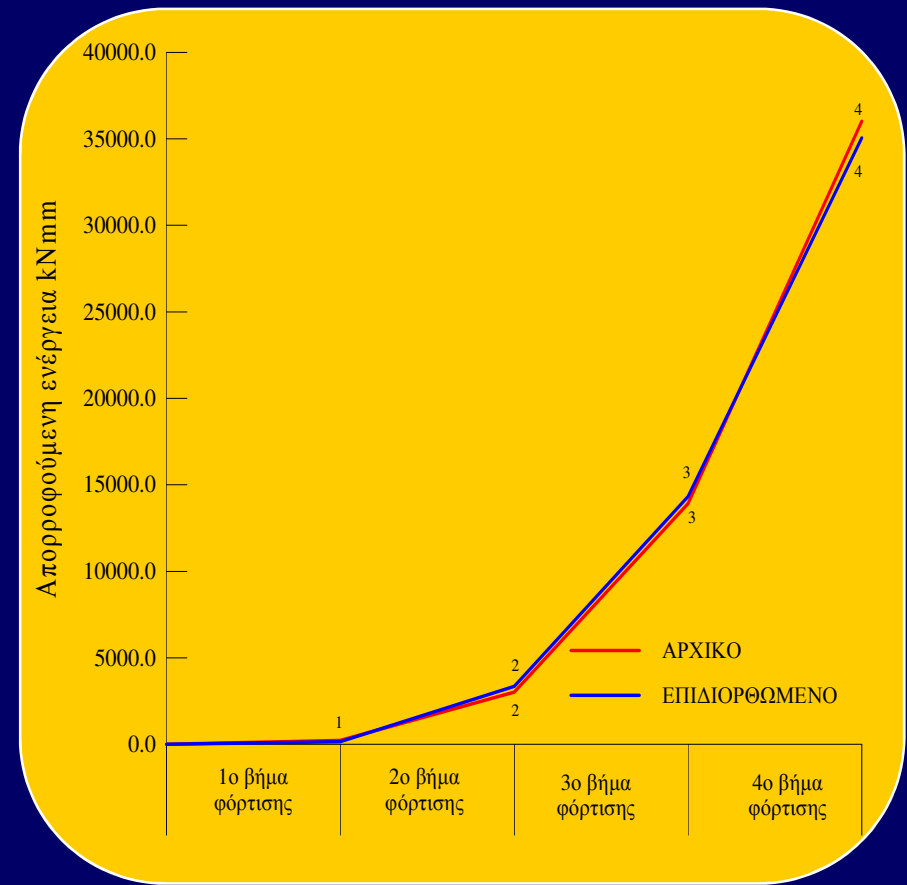


Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής

Συγκρίσεις



Μέγιστες τιμές φορτίων ανά βήμα φόρτισης



Συνολική απορροφούμενη ενέργεια

Συμπεράσματα

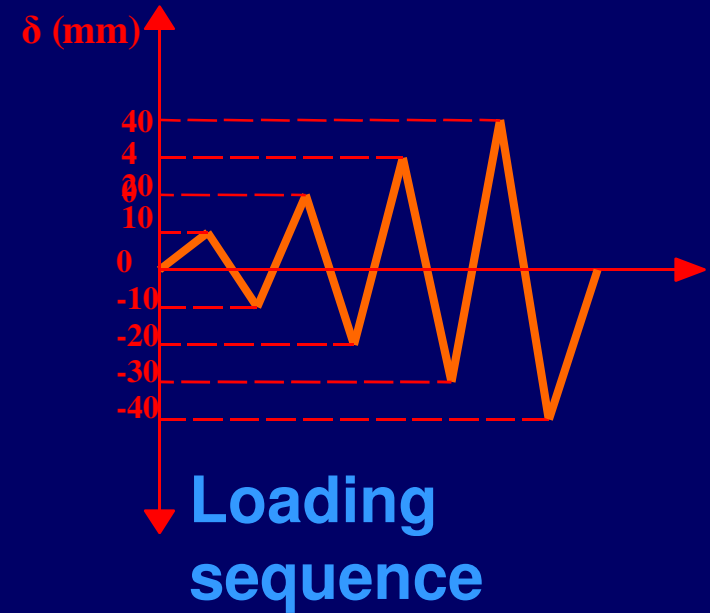
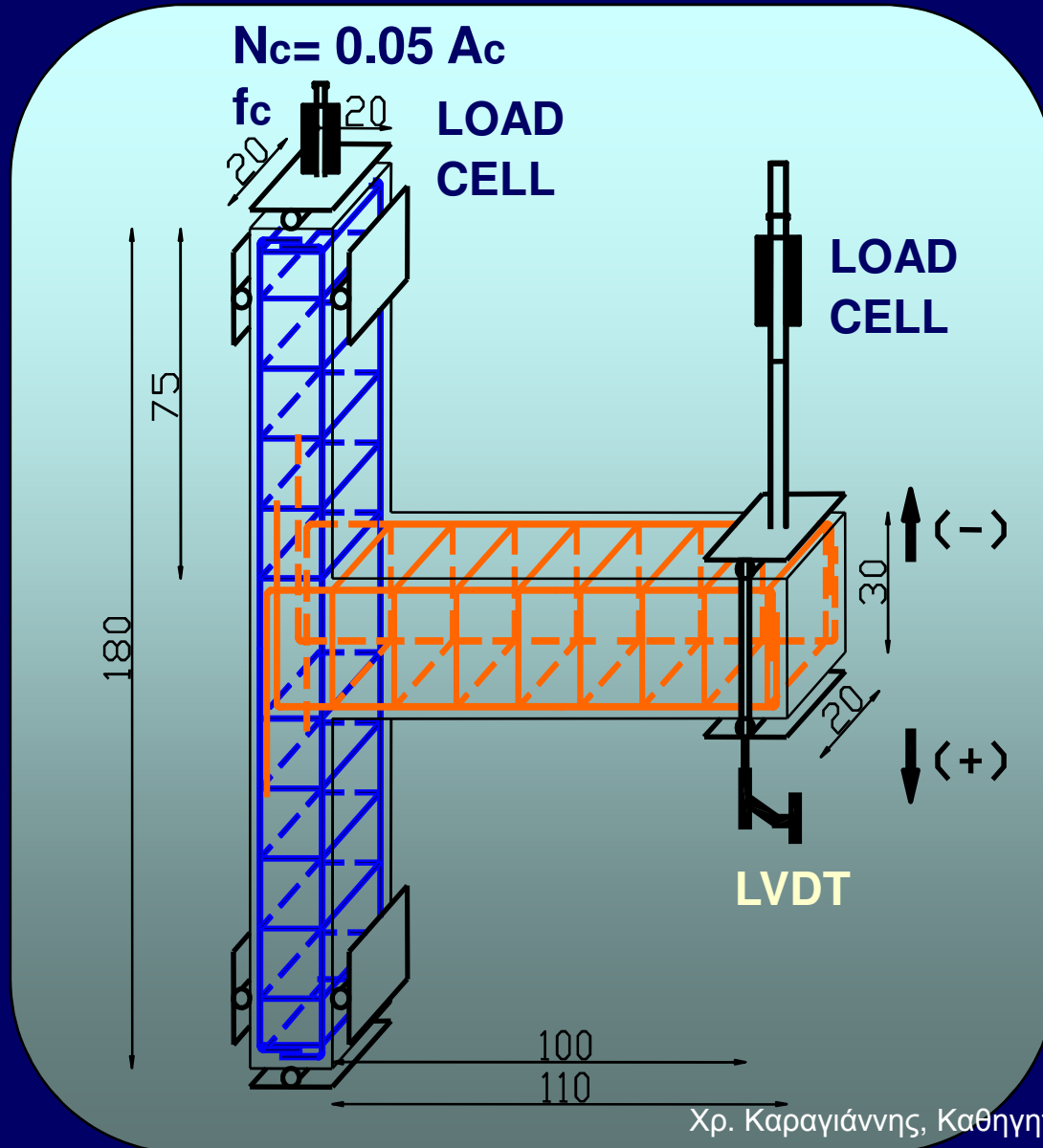
Η καλύτερη εφαρμογή ρητινενεμάτων :

- Αποκαθιστά πλήρως την ικανότητα για ανάληψη φορτίου
- Αποκαθιστά την δυσκαμψία φορτίσεως
- Αποκαθιστά την ικανότητα για απορρόφηση ενέργειας
(με επιφύλαξη στις καθαρά καμπτικές βλάβες)
- Επιφύλαξη – Δημιουργία πλαστικών αρθρώσεων
μικρού μήκους

B. Χρήση Ινωπλισμένων πολυμερών (FRP) για
επισκευή – ενίσχυση στοιχείων ΩΣ

- **Κόμβων** (διατμητική & καμπτική καταπόνηση)
- **Δοκών** (διατμητική καταπόνηση)
- **Πλακοδοκών** (διατμητική καταπόνηση)

Test set up and geometry of specimens



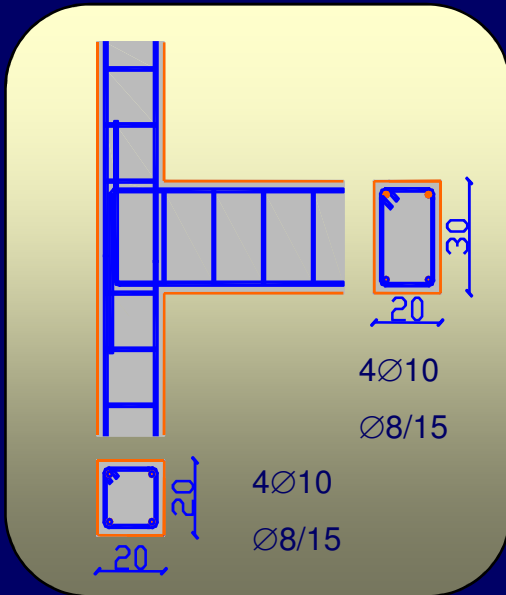
$$f_c = 36.4 \text{ MPa}$$

$$f_y = 586 \text{ MPa}$$

SikaWrap Hex230C

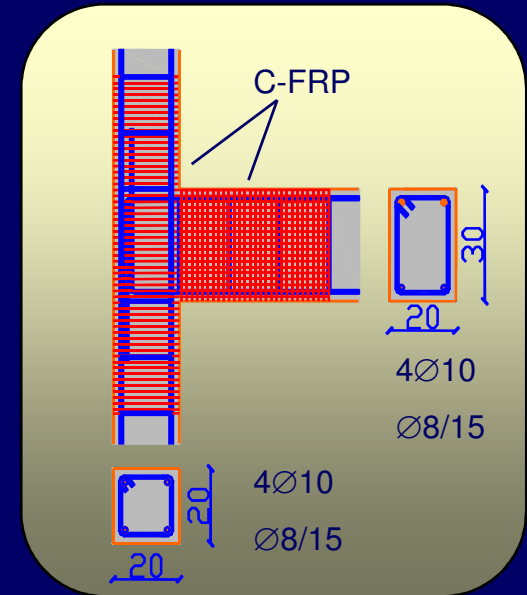
Sikadur 330

Πειραματικό Πρόγραμμα - Δοκίμια Group A



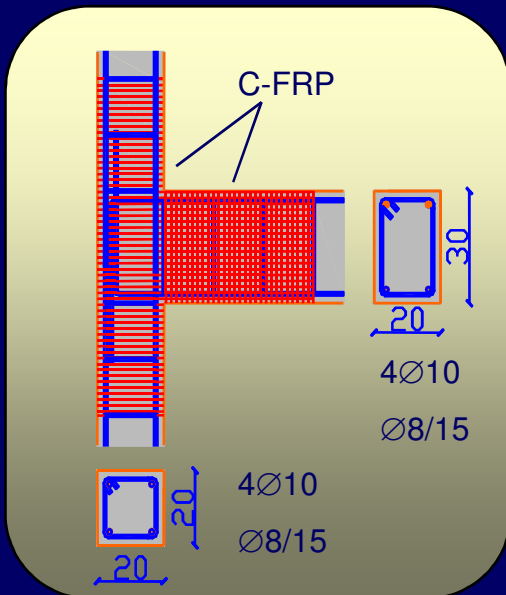
Δοκίμιο A1

ΠΙΛΟΤΙΚΟ
δοκίμιο



Δοκίμιο A3

Είναι το A1
επισκευασμένο
(μετά την αρχική
φόρτιση) με
ρητινενέσεις και
ενισχυμένο με
CFRP



Δοκίμιο A2

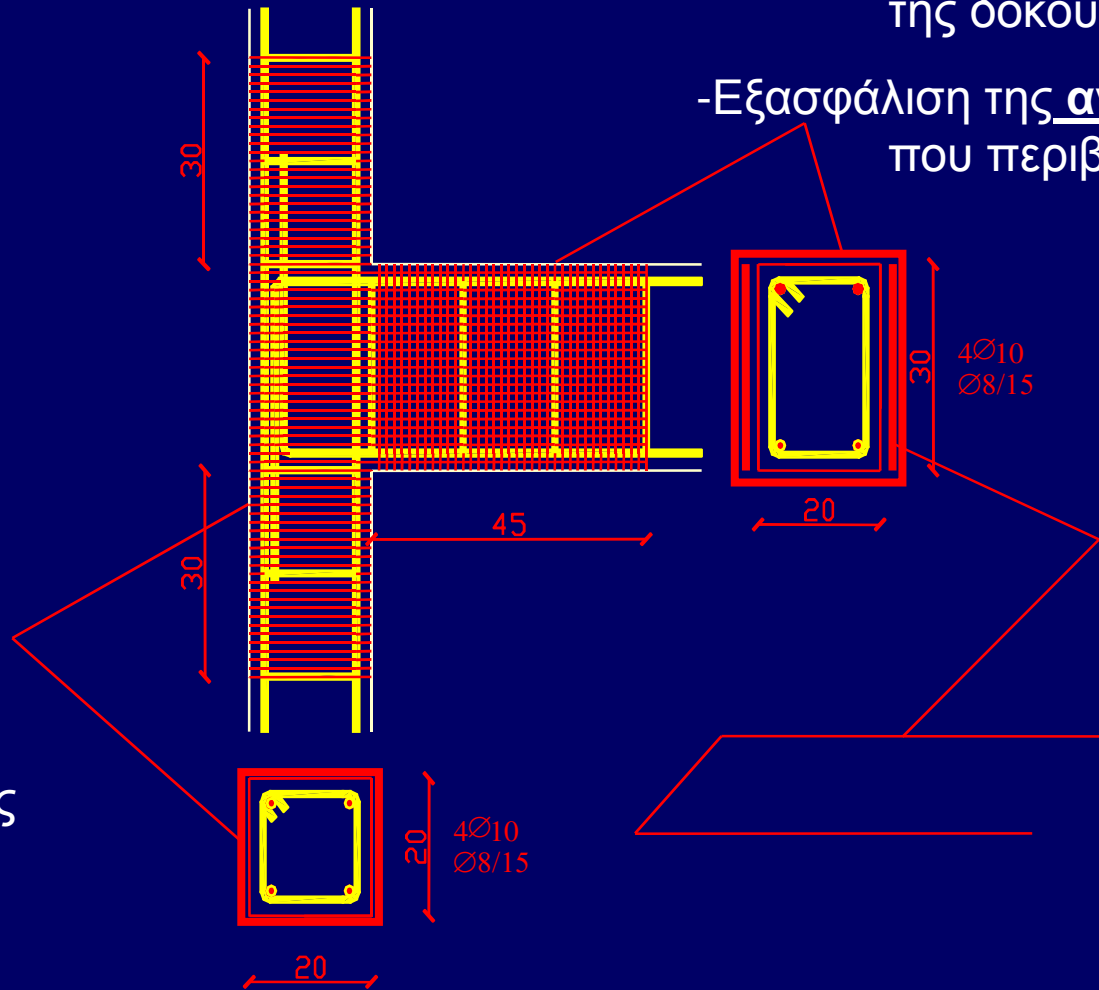
Ίδια
χαρακτηριστικά με
το A1 αλλά
ενισχυμένο από
την αρχή με CFRP

Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής

Χρήση FRP για την:

- Περίσφιξη της κρίσιμης περιοχής της δοκού
- Εξασφάλιση της αγκύρωσης των FRP που περιβάλλουν τον κόμβο

Περίσφιξη κρίσιμης περιοχής
υποστυλώματος με FRP



FRP για τη περίσφιξη του κόμβου

Εφαρμογή των φύλλων C-FRP για την ενίσχυση των δοκιμίων A2 & A3

Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής

Βλάβη τύπου A



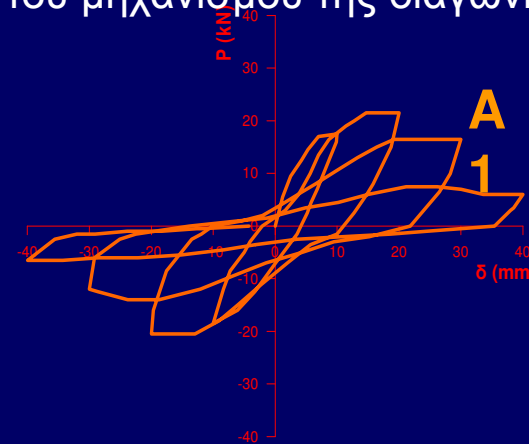
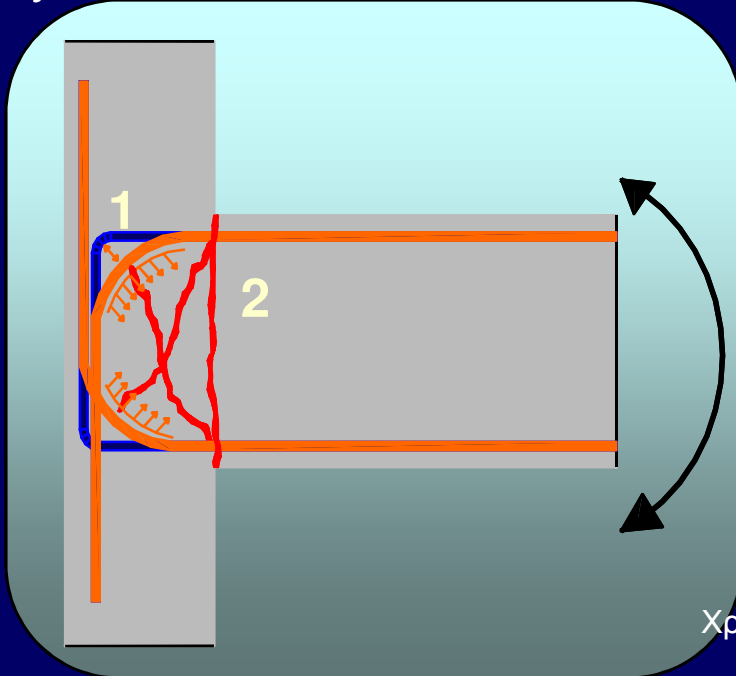
A1

Πειραματικά αποτελέσματα - δοκίμιο A1

- Επαρκής αγκύρωση \Rightarrow Δεν παρατηρείται μείωση συνάφειας ή ολίσθηση
- Μεταφορά τέμνουσας με μηχανισμό διαγώνια αντηρίδας μόνο
- Χωρίς σπλισμό \Rightarrow Έλλειψη μηχανισμού δικτυώματος
- Σημαντικές βλάβες στον κόμβο \Rightarrow Πτώση ικανότητας

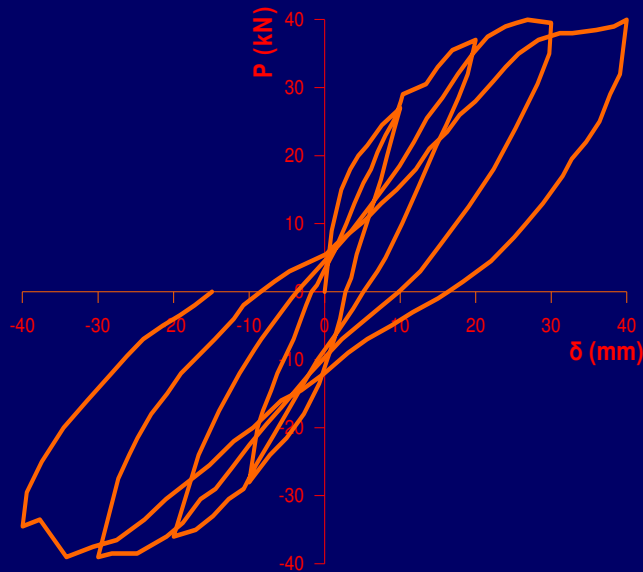
1. Αρχική θέση

2. Εσωτερική μετατόπιση της ράβδου μετά τη καταστροφή του μηχανισμού της διαγώνιας αντηρίδας

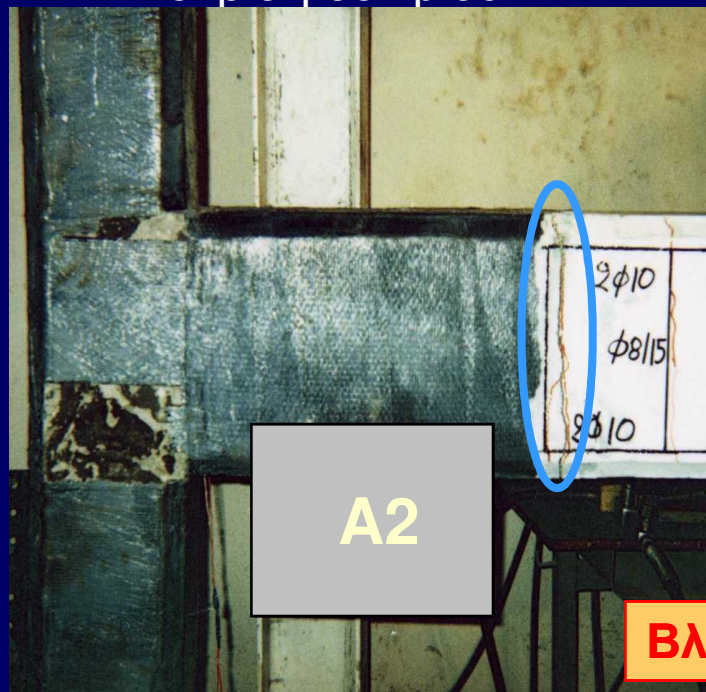


Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής

Απόκριση Δοκιμίου A1



Απόκριση δοκιμίου A2



Βλάβη τύπου C

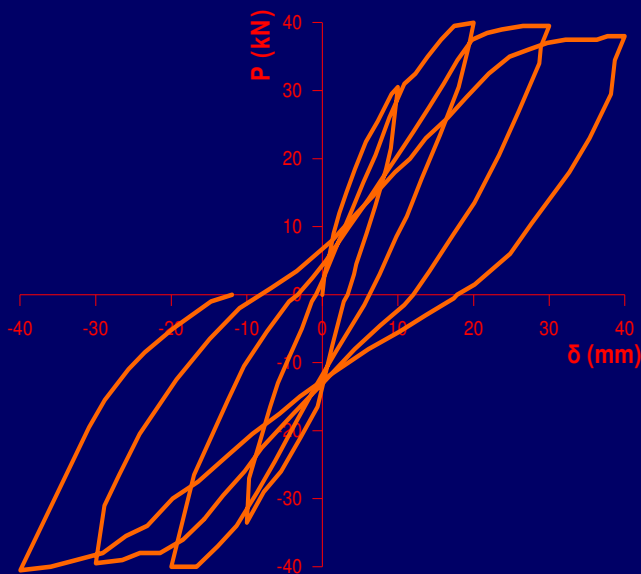
Πειραματικά αποτελέσματα - δοκίμιο A2

- Επαρκής αγκύρωση
- Εξωτερική περίσφιξη → αύξηση της θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος
- Εξωτερικός διατμητικός οπλισμός με εφαρμογή φύλλων FRP

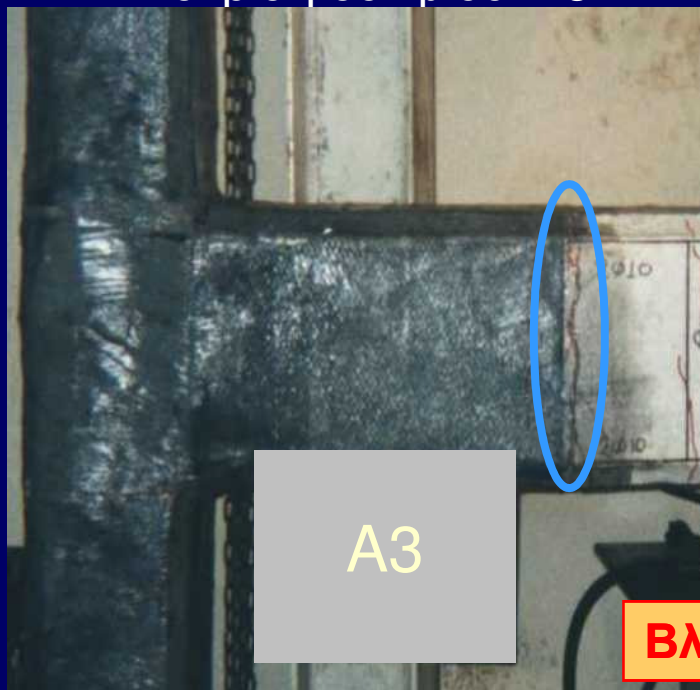


- Μετατροπή του αρχικού δοκιμίου (specimen A1) ανάπτυξη νέου μηχανισμού μεταφοράς τέμνουσας
- Βελτίωση του μηχανισμού αντηρίδας
- Πιθανή ανάπτυξη κάποιου μηχανισμού «δικτυώματος»
- Όχι σημαντικές βλάβες στον κόμβο
- Μικρές βλάβες στα φύλλα FRP
- Καμπτικές ρωγμές (πλαστική άρθρωση) στο τμήμα της δοκού που δεν ενισχύθηκε από C-FRP.

Χρ. Καραγιάννης Καθηγητής



Απόκριση δοκιμίου A3



Πειραματικά αποτελέσματα - δοκίμιο A3 (A1-R)

- Επαρκής αγκύρωση
- Ρητινενέσεις στο σύστημα ρωγμών
- Εξωτερική περίσφιξη → αύξηση της θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος
- Εξωτερικός διατμητικός σπλισμός με εφαρμογή φύλλων FRP

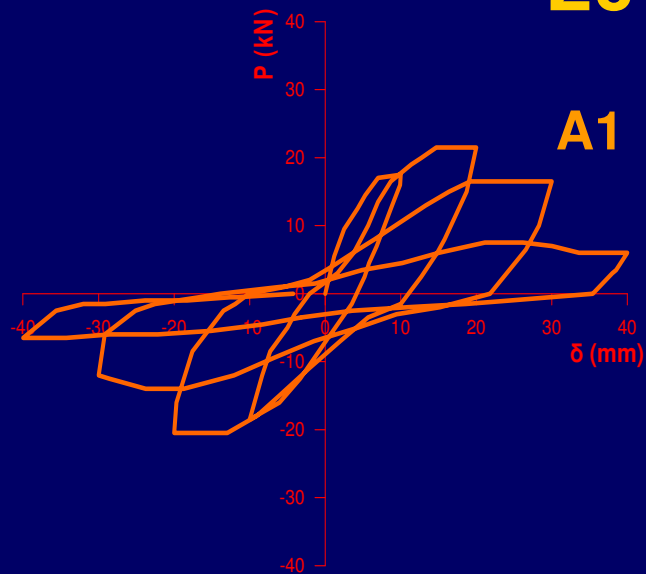


- Επανακατασκευή του εσωτερικού σώματος του κόμβου - ανάπτυξη εκ νέου μηχανισμού αντηρίδας
- Ενισχυμένος μηχανισμός αντηρίδας (λόγω της υψηλής αντοχής της ρητίνης)
- Πιθανή ανάπτυξη κάποιου μηχανισμού «δικτυώματος»
- Όχι σημαντικές βλάβες στον κόμβο
- Μικρές βλάβες στα φύλλα FRP
- Καμπτικές ρωγμές (πλαστική άρθρωση) στο τμήμα της δοκού που δεν ενισχύθηκε από C-FRP.

Βλάβη τύπου C

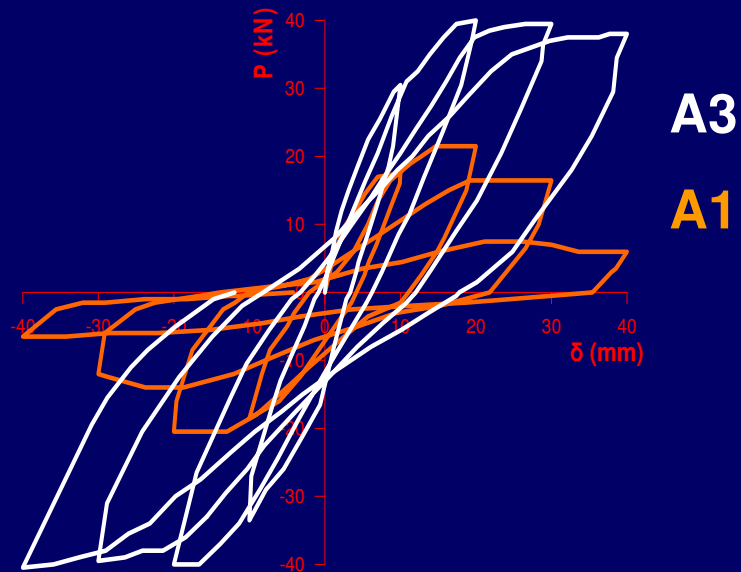
Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής

Συγκρίσεις - Group A



A1

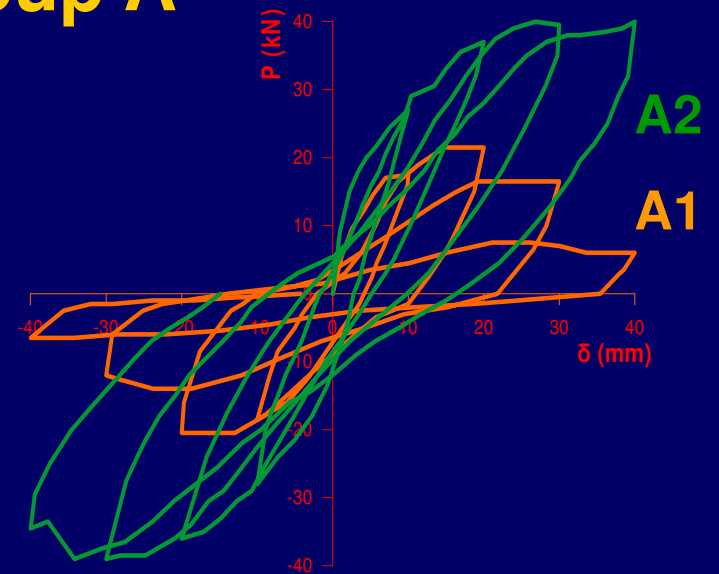
Υστερητική απόκριση δοκιμίου A1



A3

A1

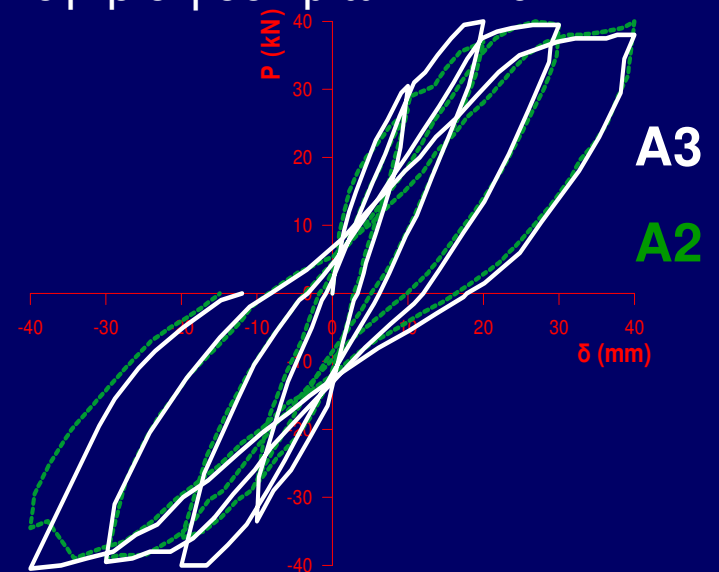
Σύγκριση δοκιμών A3 και A1



A2

A1

Σύγκριση δοκιμών A2 και A1



A3

A2

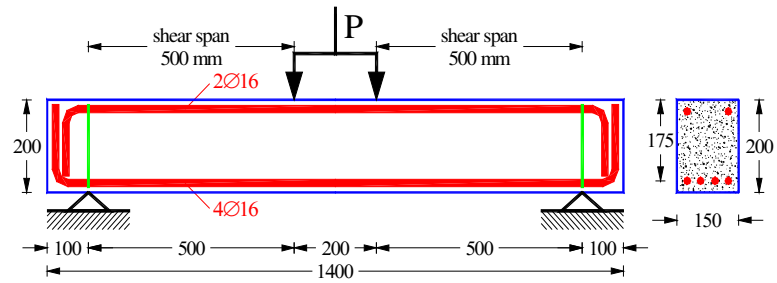
Σύγκριση δοκιμών A3 και A2

Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής

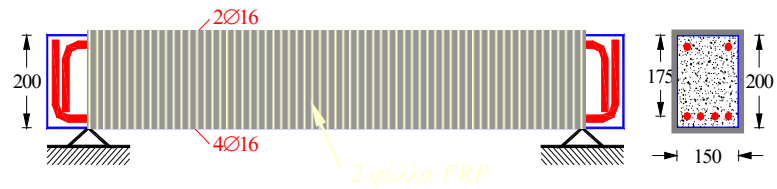
B. Χρήση Ινωπλισμένων πολυμερών (FRP) για επισκευή – ενίσχυση στοιχείων ΩΣ

- Κόμβων (διατμητική & καμπτική καταπόνηση)
- **Δοκών** (διατμητική καταπόνηση)
- Πλακοδοκών (διατμητική καταπόνηση)

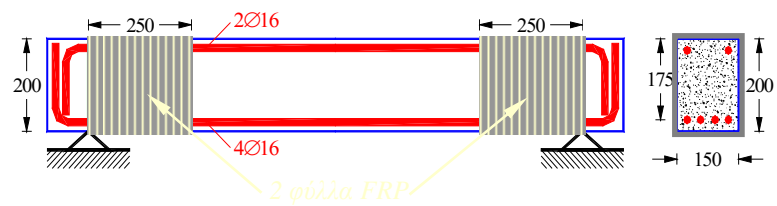
Πειραματικό πρόγραμμα



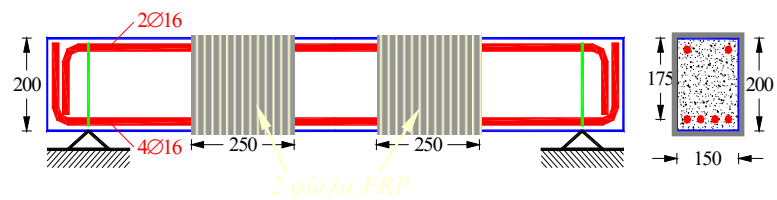
R



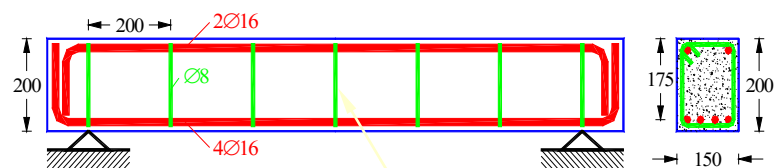
RJ



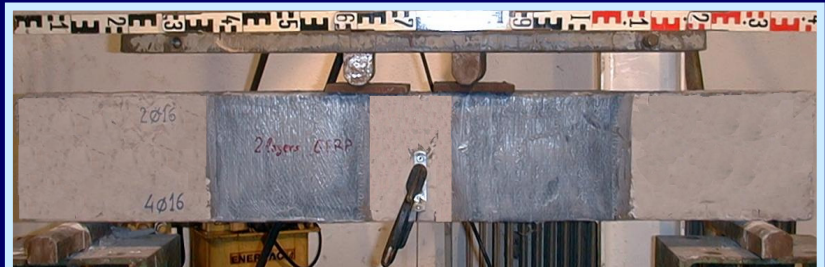
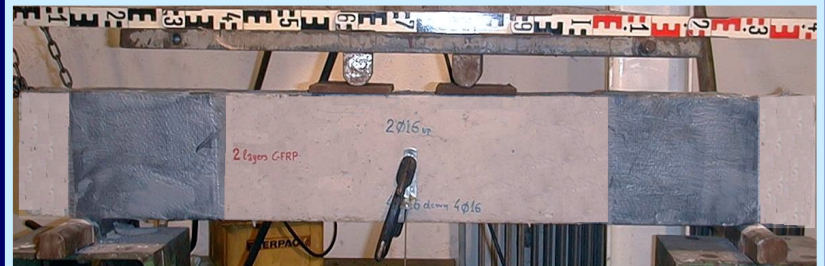
RJe



RJm

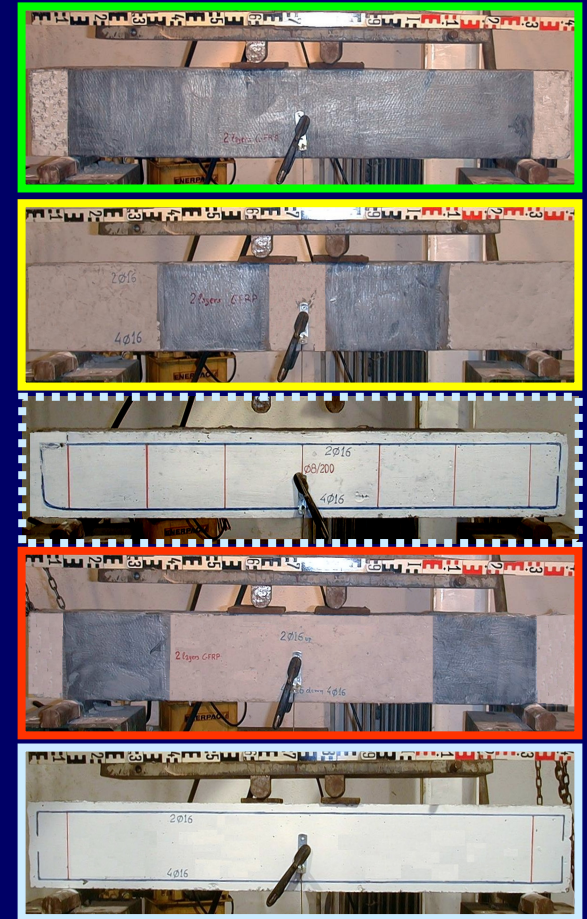
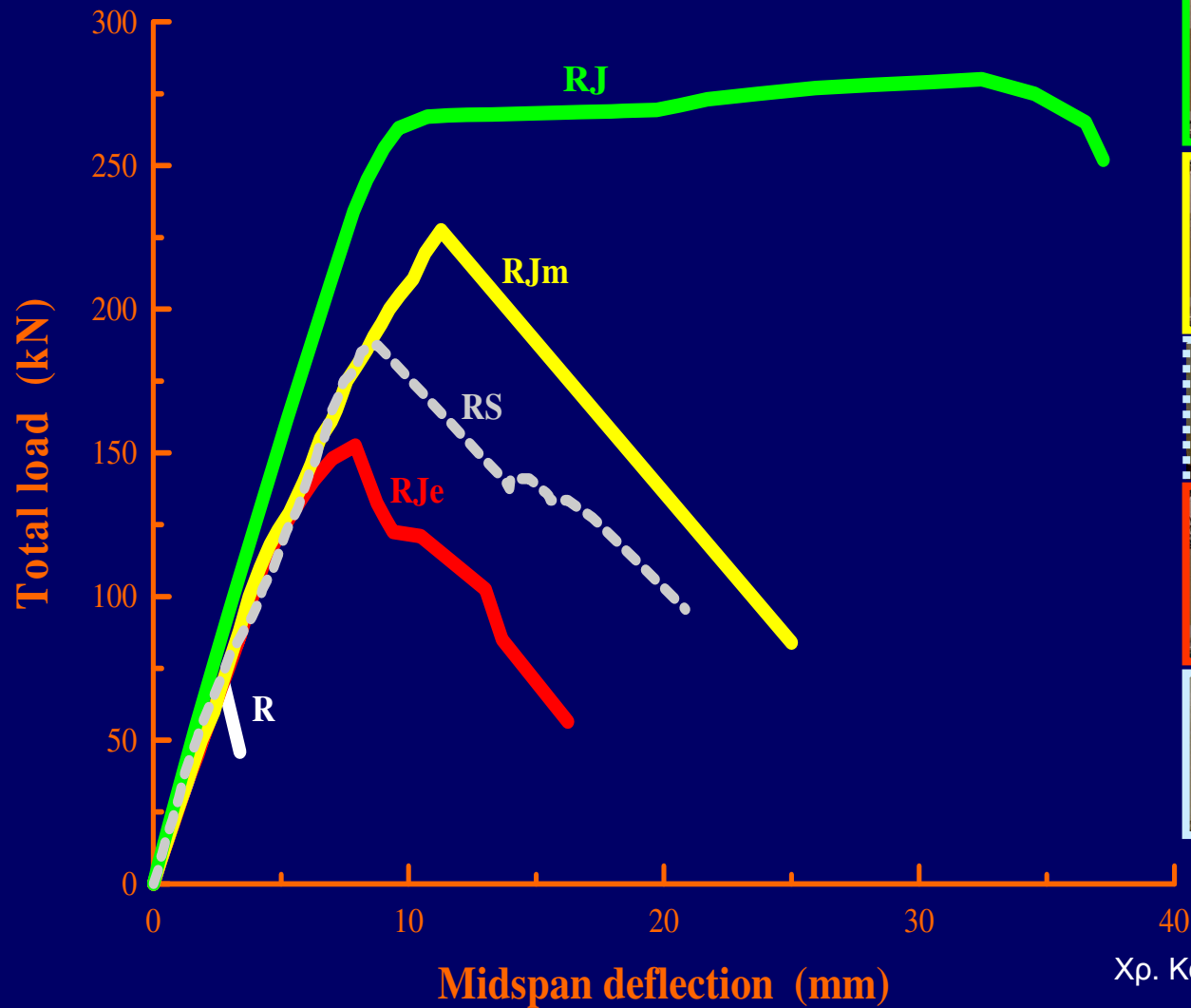


RS



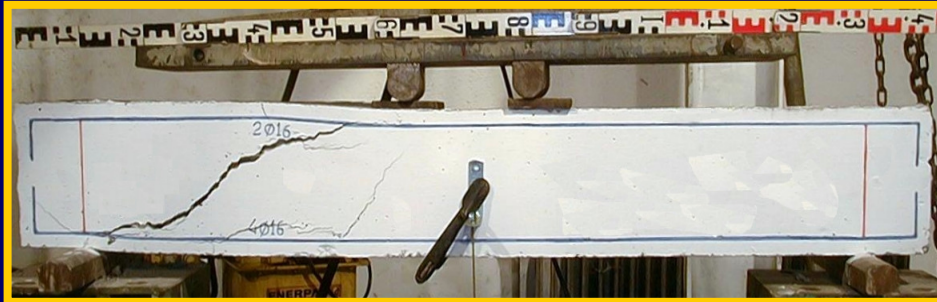
Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής

Πειραματικά αποτελέσματα



Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής

Μορφές αστοχίας



Δοκός R: Τυπική διατμητική αστοχία δοκού χωρίς συνδετήρες.



Δοκός RJ: Τα υφάσματα από FRP άλλαξαν ριζικά την συμπεριφορά σε καμπτική (πλάστιμη).



Δοκός RS: Τυπική διατμητική αστοχία δοκού με συνδετήρες.



Δοκός RJe: Τα υφάσματα από FRP στα ακραία τμήματα περιόρισαν την ανάπτυξη ρηγματώσεων.

Διαγώνια διατμητική ρηγματώση και ψαθυρή αστοχία στα μη ενισχυμένα τμήματα των δοκών



Δοκός RJm: Τα υφάσματα από FRP στα μεσαία τμήματα περιόρισαν την ανάπτυξη ρηγματώσεων.

B. Χρήση Ινωπλισμένων πολυμερών (FRP) για
επισκευή – ενίσχυση στοιχείων ΩΣ

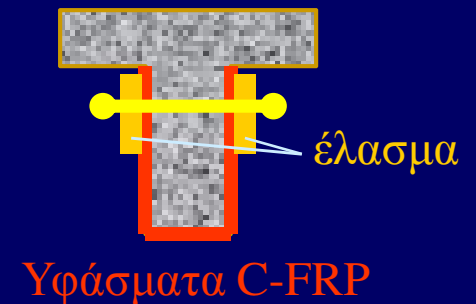
- Κόμβων (διατμητική & καμπτική καταπόνηση)
- Δοκών (διατμητική καταπόνηση)
- Πλακοδοκών (διατμητική καταπόνηση)

Στόχοι έρευνας

Στην παρούσα πειραματική διερεύνηση μελετάται:

- Η αποτελεσματικότητα επικολλητών ινωπλισμένων υφασμάτων από ίνες άνθρακα (**C-FRP**) στην διατμητική ενίσχυση πλακοδοκών

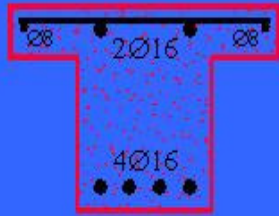
Τα υφάσματα από C-FRP
επικολλήθηκαν στις 3 πλευρές της
δοκού T (μορφή U-ενίσχυσης)



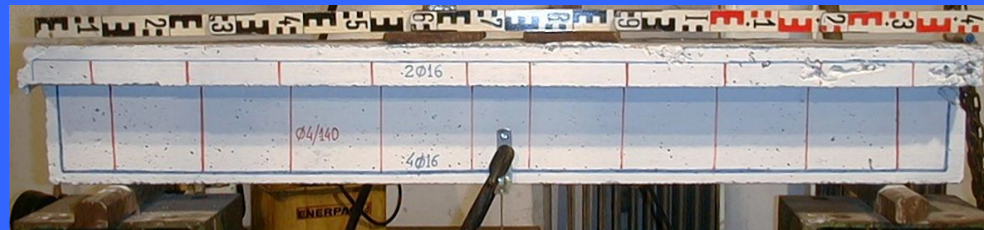
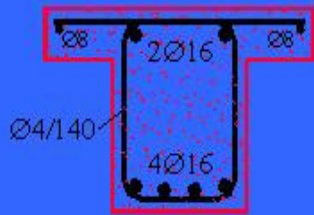
- Η βελτίωση της αγκύρωσης των ινωπλισμένων υφασμάτων με τη χρήση χαλύβδινων προσαρμοσμένων χαλύβδινων ελασμάτων.

Πειραματικό πρόγραμμα διατμητικών δοκών T

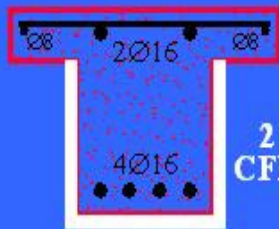
T



TS



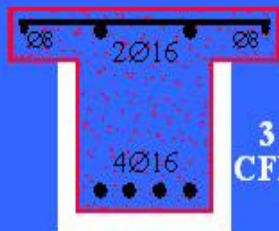
T2J



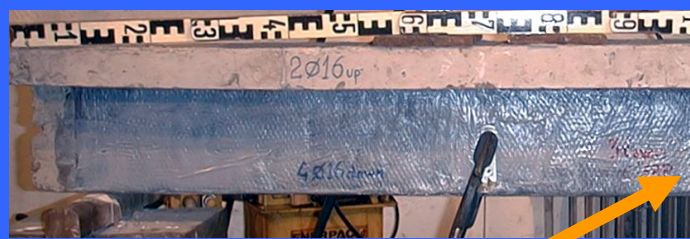
2 plies of CFRP sheets



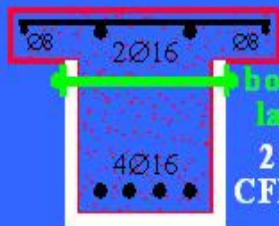
T3J



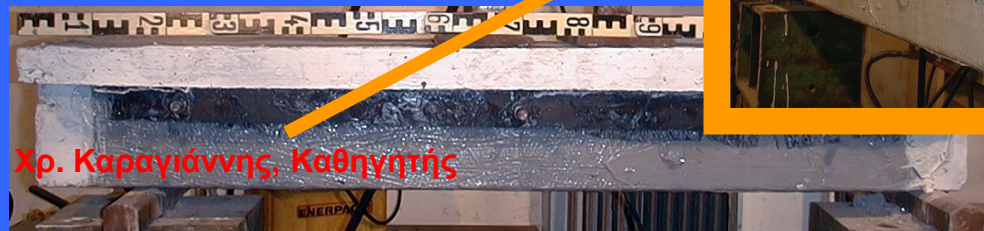
3 plies of CFRP sheets



T2J-A

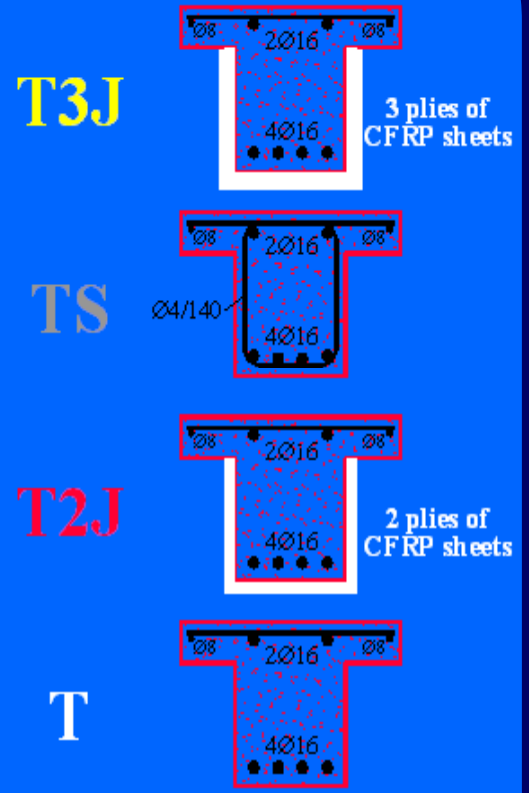
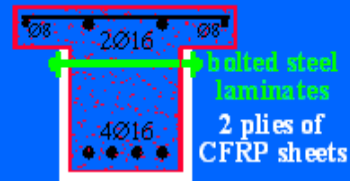
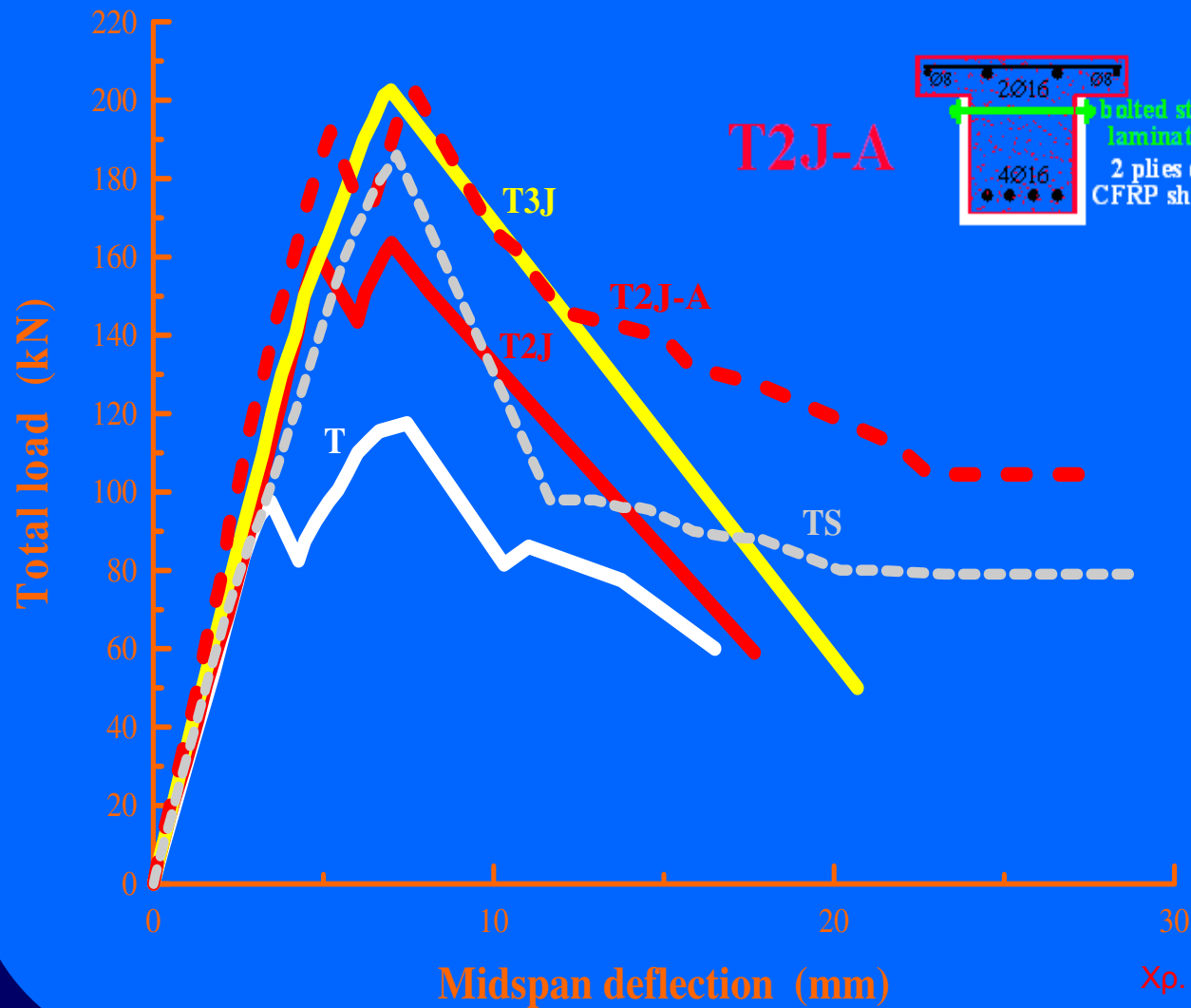


bolted steel laminates
2 plies of CFRP sheets



Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής

Πειραματικά αποτελέσματα



Μορφές αστοχίας (δοκοί T και TS)



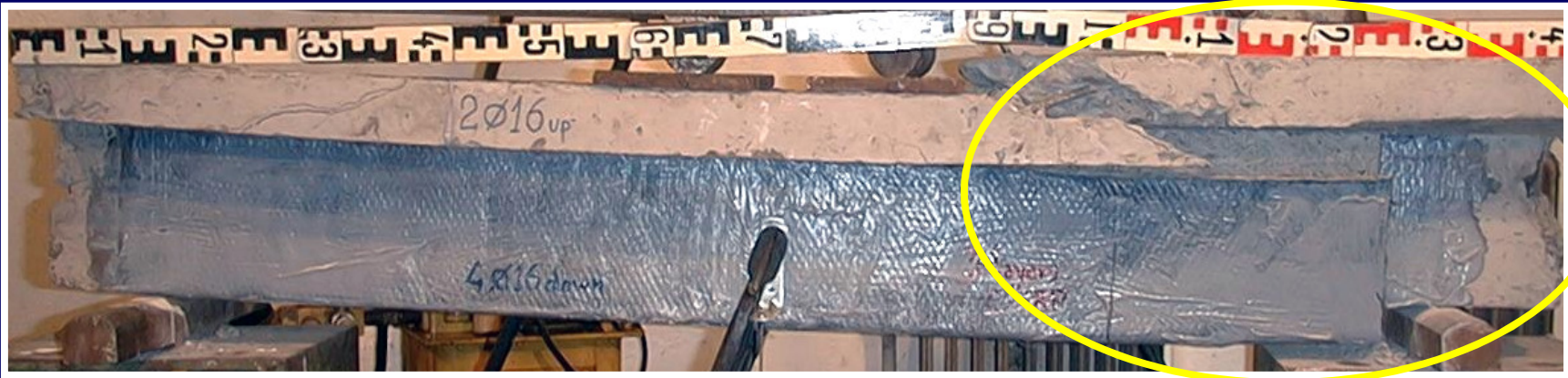
Δοκός T: Τυπική διαγώνια διατμητική αστοχία δοκού χωρίς οπλισμό διάτμησης



Δοκός TS: Τυπική διαγώνια διατμητική αστοχία δοκού με συνδετήρες ως οπλισμό διάτμησης

Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής

Μορφή αστοχίας (δοκός T3J)



Δοκός T3J: Ψαθυρή διατμητική αστοχία λόγω πρόωρης αποκόλλησης του υφάσματος C-FRP (αστοχία συγκόλλησης σκυροδέματος - υφάσματος)
Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής

Γ. Λεπτοί Μανδύες Ωπλισμένου Σκυροδέματος

- Συνήθεις μανδύες (ΩΣ ή εκτοξευόμενο Σκυρόδεμα)
 - Ασφαλής τεχνική ενίσχυσης
 - *Αυξάνουν πολύ τις διαστάσεις*
Αλλάζουν πολύ τα χαρακτηριστικά του στοιχείου

- Προτείνονται ειδικοί μανδύες από ΩΣ με τα χαρακτηριστικά :
 - Μικρό πάχος (2 cm) – Λεπτοί μανδύες
 - Πυκνούς οπλισμούς μικρής διαμέτρου ($\varnothing = 5 \text{ mm}$)
 - *Δεν αλλάζουν τις διαστάσεις (ελάχιστα 4 cm/πλευρά)*
 - *Είναι δυνατόν να μην αλλάξουν (λίγο) τα επιθυμητά χαρακτηριστικά του στοιχείου*

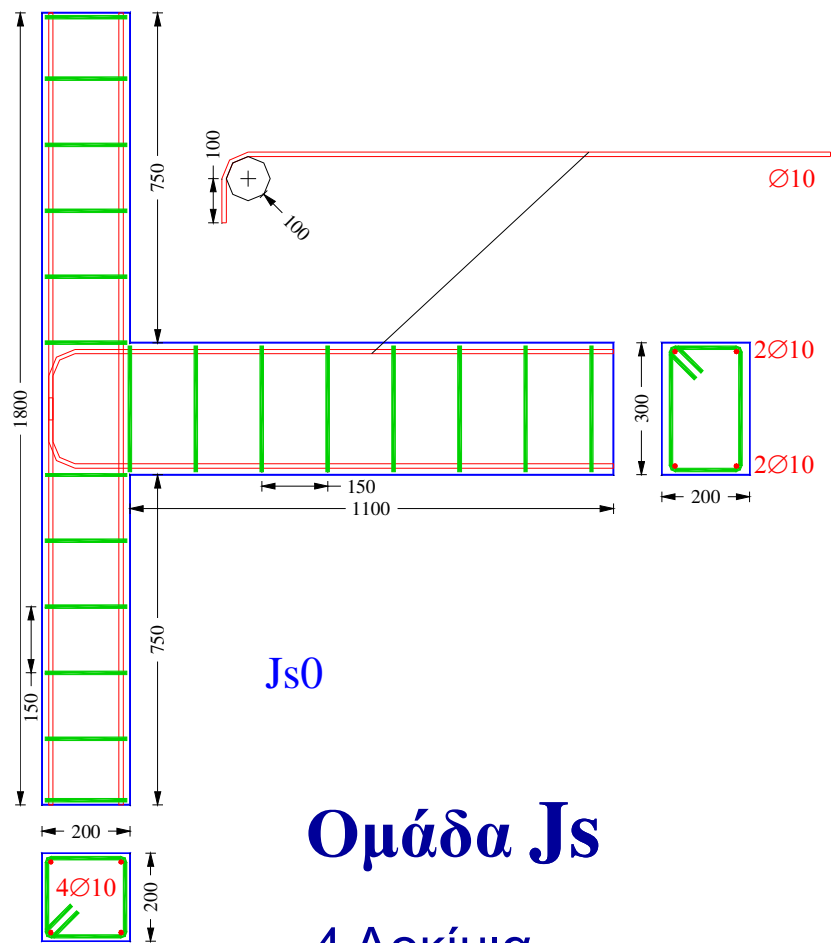
Πειραματικό πρόγραμμα

Ομάδα	Δοκίμια	Υποστυλώματα	Δοκός	Περιοχή κόμβου	Τύπος μανδύα
Js	Js0	(200×200) 4Ø10	(200/300) 2Ø10 (α) 2Ø10 (κ)	χωρίς οπλισμό	A Πάχος 2 cm Ø 5 / 5
	Js1			1 συνδετήρας Ø8 (Ø8/150)	
	Js2			2 συνδετήρες Ø8 (Ø8/100)	
	Js3			3 συνδετήρες Ø8 (Ø8/75)	
J	J0	(200×300) 4Ø10	(200/300) 6Ø10 (α) 6Ø10 (κ)	χωρίς οπλισμό	A Πάχος 2 cm Ø 5 / 5
	J1			1 συνδετήρας Ø8 (Ø8/150)	
JA	JA0	(200×300) 4Ø14+2Ø10*	(200/300) 4Ø12 (α) 4Ø12 (κ)	2 κάθετοι ράβδοι Ø10	B Πάχος 2 cm Ø 5 / 2
	JA2			2 κάθετοι ράβδοι Ø10 & 2 συνδετήρες Ø8	
	JA3			2 κάθετοι ράβδοι Ø10 & 3 συνδετήρες Ø8	
	JA5			2 κάθετοι ράβδοι Ø10 & 5 συνδετήρες Ø8	
	JAΕ1**			1 συνδετήρας Ø8	

Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής

* Οι κάθετοι ράβδοι στην περιοχή του κόμβου εκτείνονται σε όλο το μήκος των υποστυλωμάτων στα δοκίμια JA0, JA2, JA3 & JA5

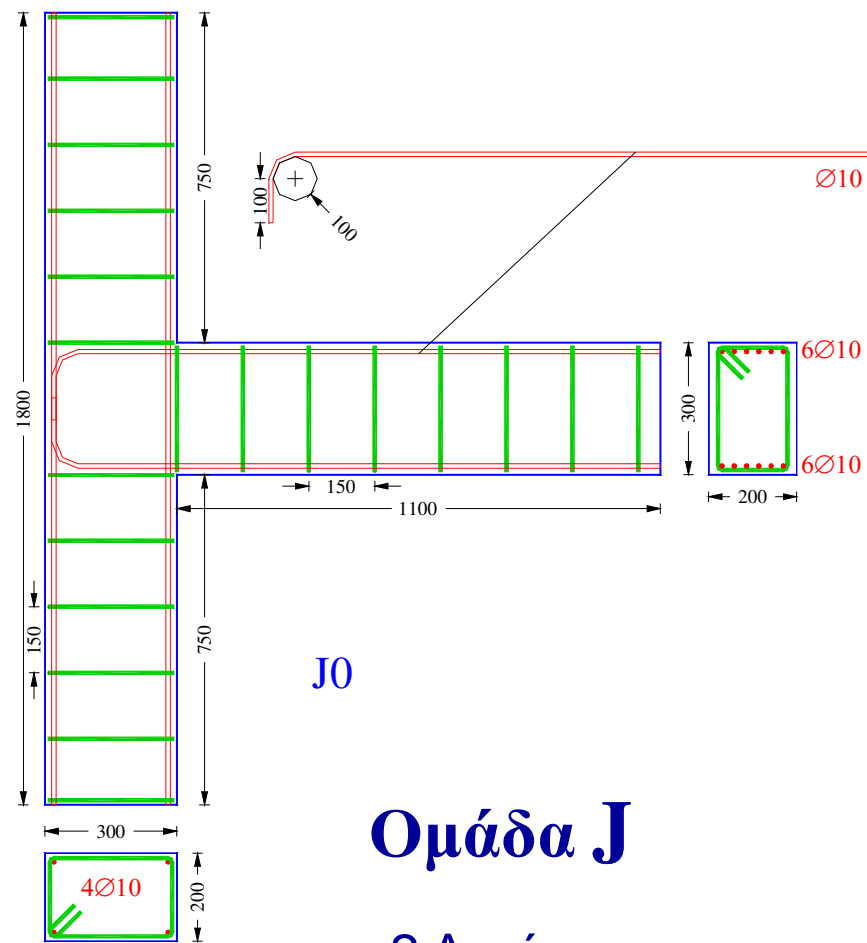
** Ο κόμβος JAΕ1 έχει μόνο 4Ø14 στο υποστύλωμα



Js0

Ομάδα Js

4 Δοκίμια

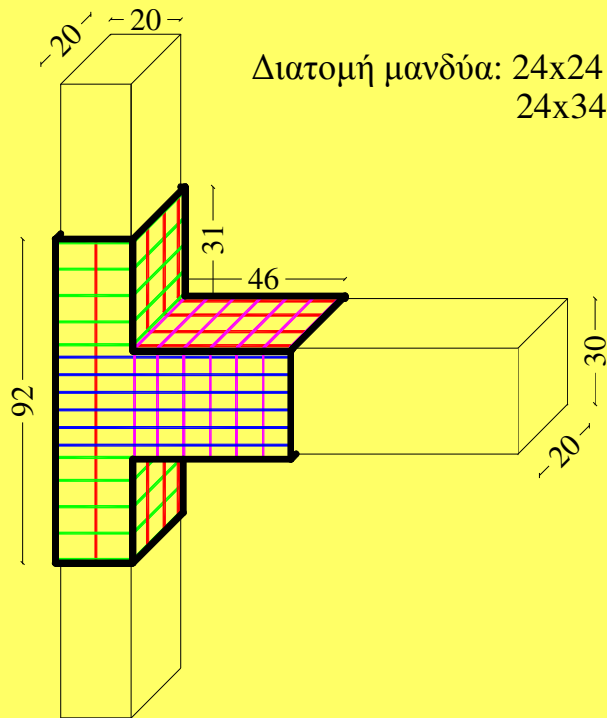


J0

Ομάδα J

2 Δοκίμια

Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής



Διατομή μανδύα: 24x24 cm στο υποστώλωμα
24x34 cm στη δοκό

Διαμήκης οπλισμός υποστυλώματος &5 (2&5 στις πλαϊνές πλευρές και 4&5 στην πίσω πλευρά του δοκιμίου)

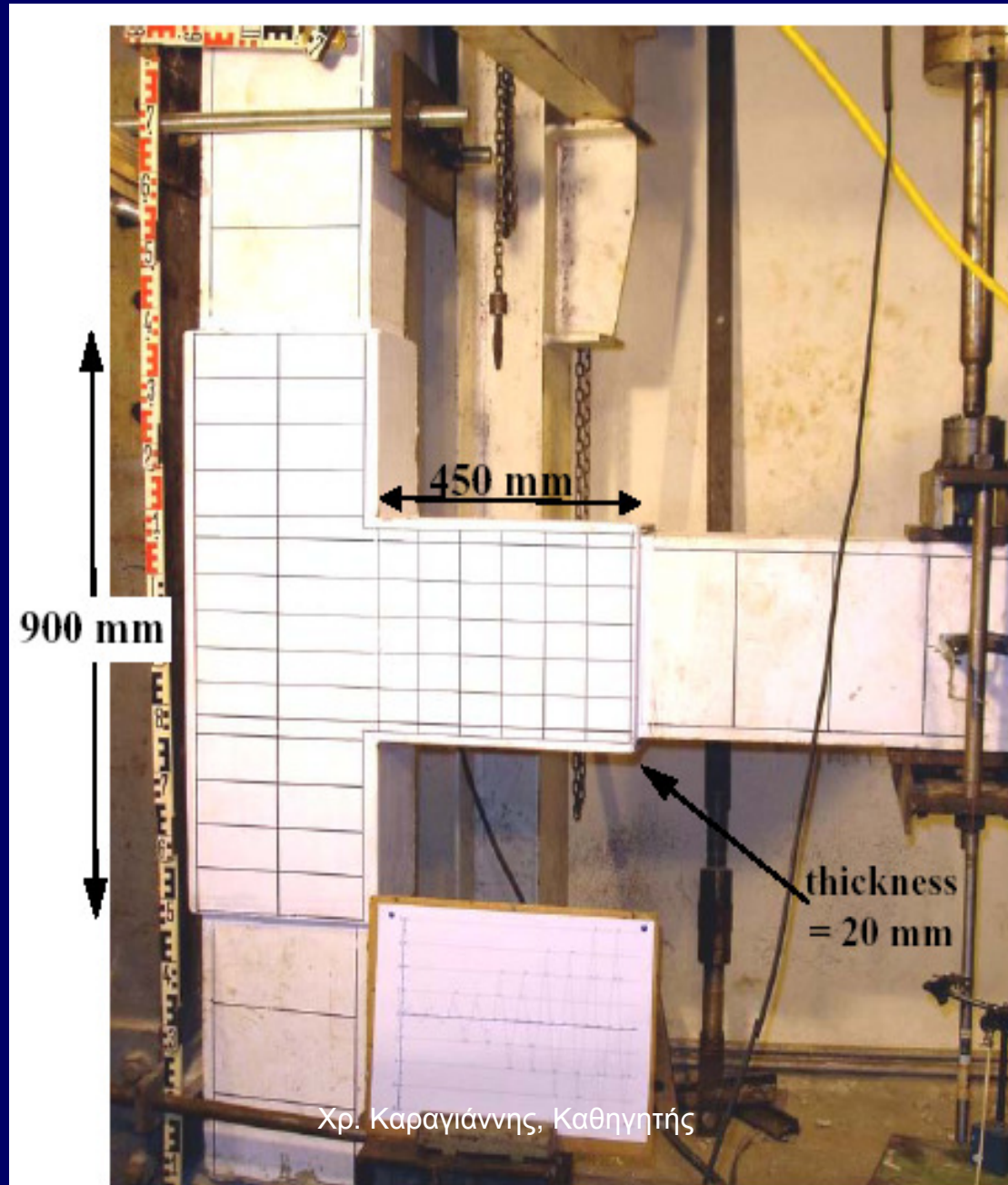
Οπλισμός σύνδεσης υποστυλώματος - δοκού &5/6

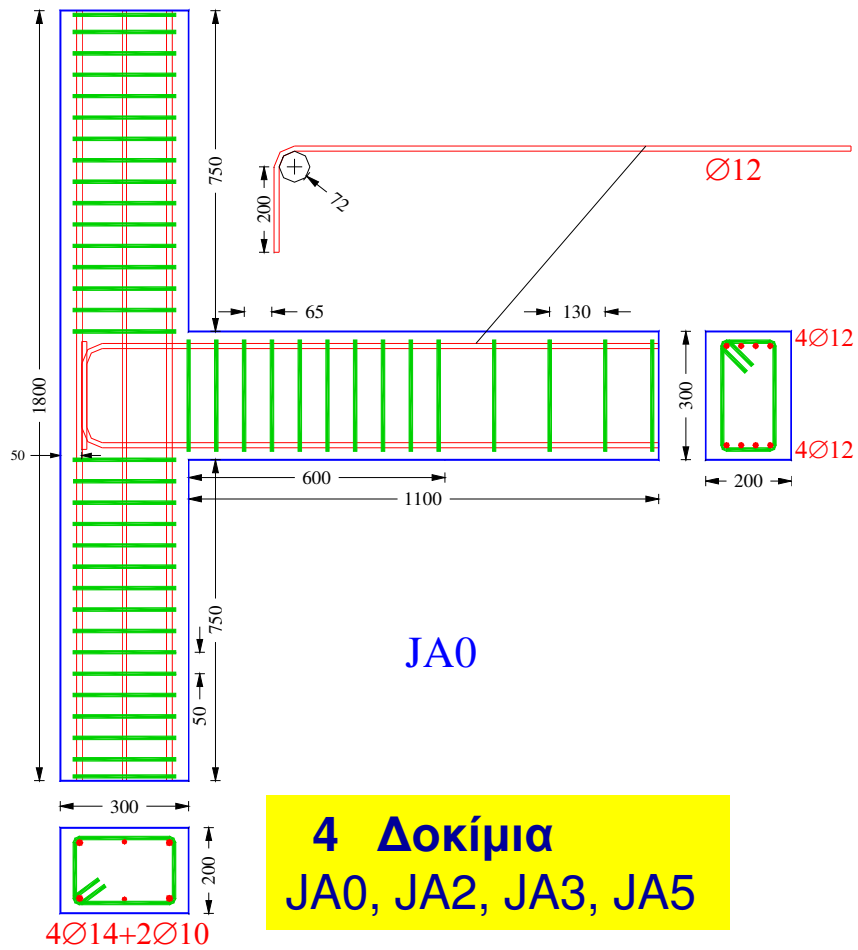
Εγκάρσιος οπλισμός κόμβου &5/5

Οπλισμός περίσφιξης της κρίσιμης περιοχής της δοκού και αγκύρωσης του εγκάρσιου οπλισμού του κόμβου &5/7.5

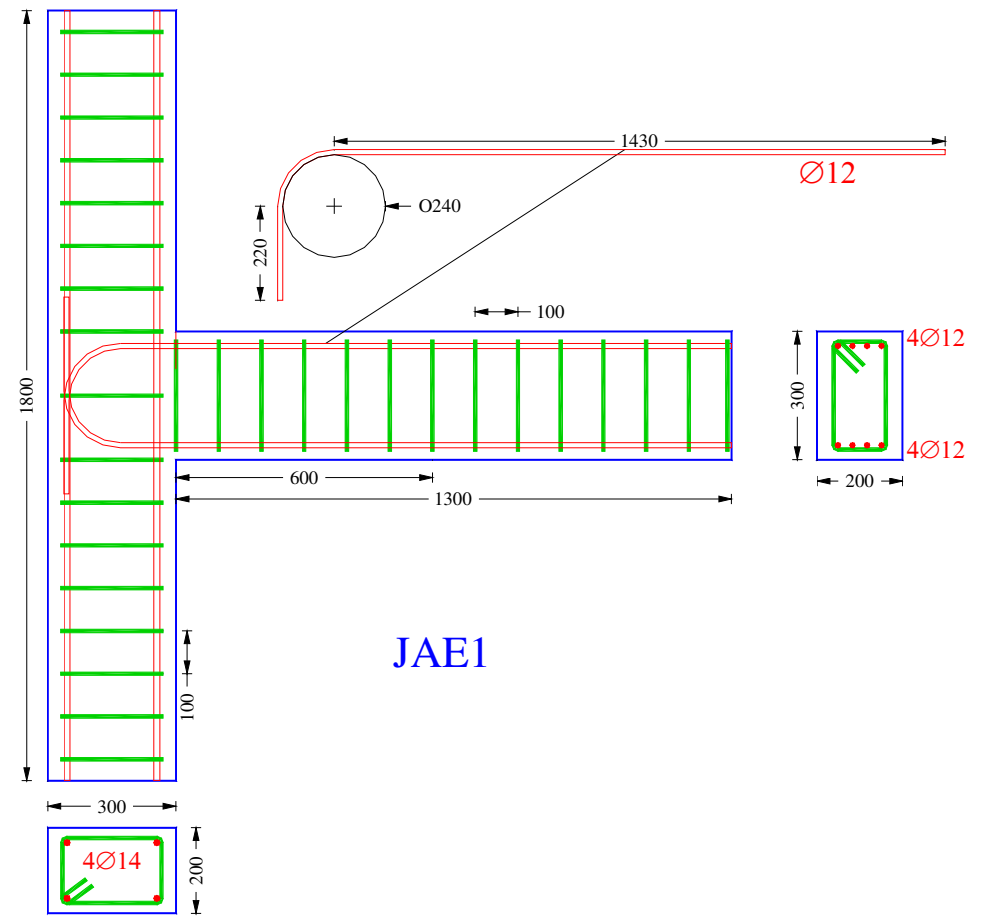
Οπλισμός περίσφιξης της κρίσιμης περιοχής του υποστυλώματος &5/7.5

Μανδύας τύπου Α (αραιοί οπλισμοί)



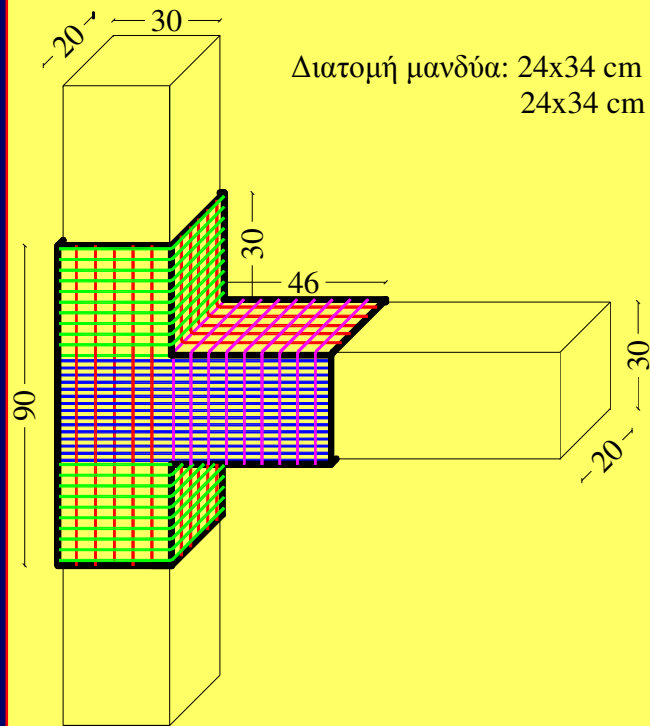


4 Δοκίμια
JA0, JA2, JA3, JA5



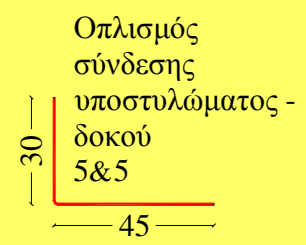
Ομάδα JA

Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής

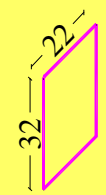


Διατομή μανδύα: 24x34 cm στο υποστυλώμα
24x34 cm στη δοκό

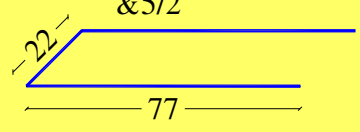
Διαμήκης οπλισμός υποστυλώματος &5 (5&5 στην πίσω πλευρά και 5&5 στις πλαϊνές πλευρές)



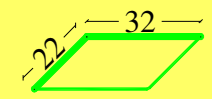
Οπλισμός περίσφιξης της κρίσιμης περιοχής της δοκού και αγκύρωσης του εγκάρσιου οπλισμού του κόμβου &5/5



Εγκάρσιος οπλισμός κόμβου &5/2



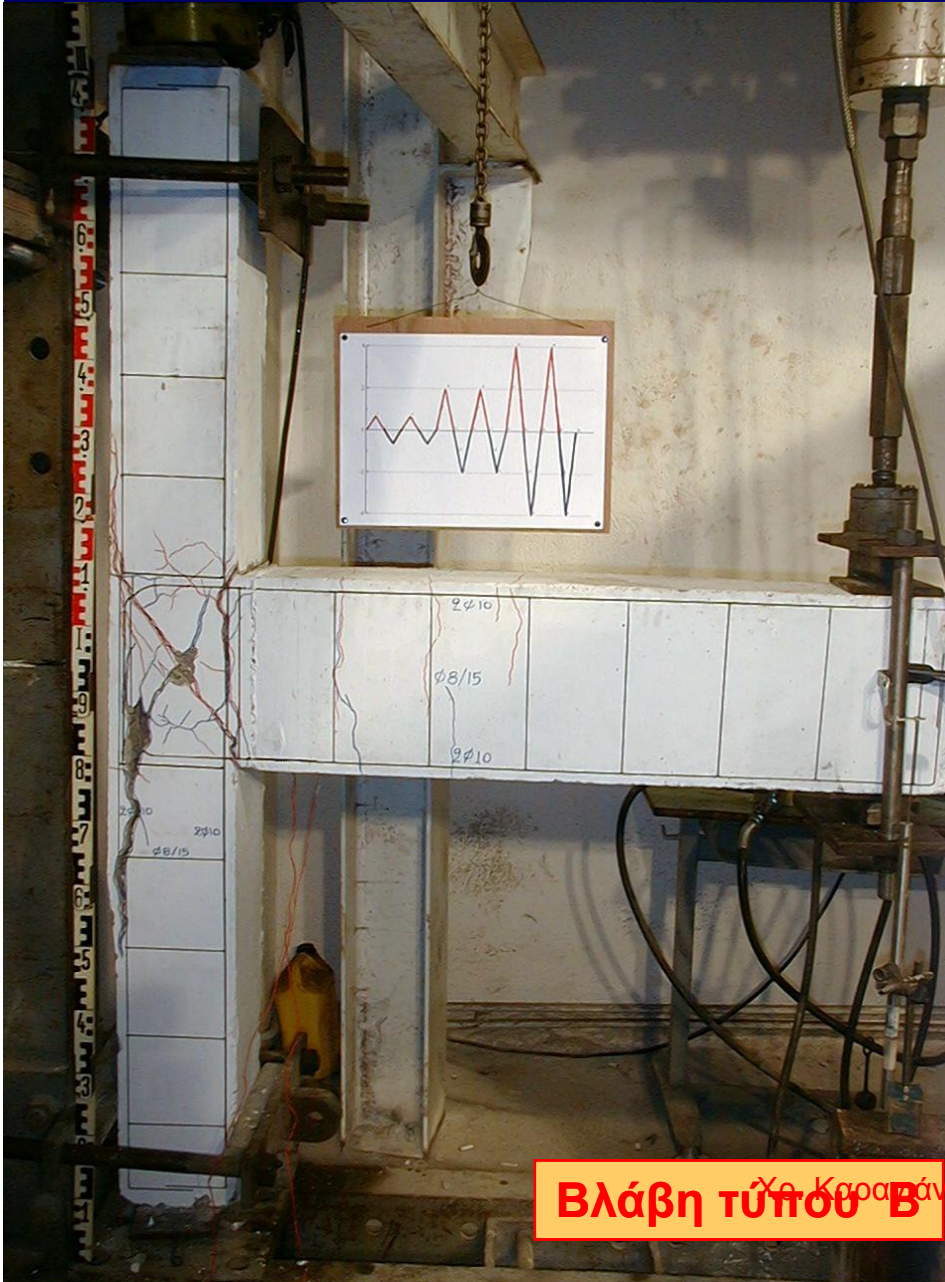
Οπλισμός περίσφιξης της κρίσιμης περιοχής του υποστυλώματος &5/3



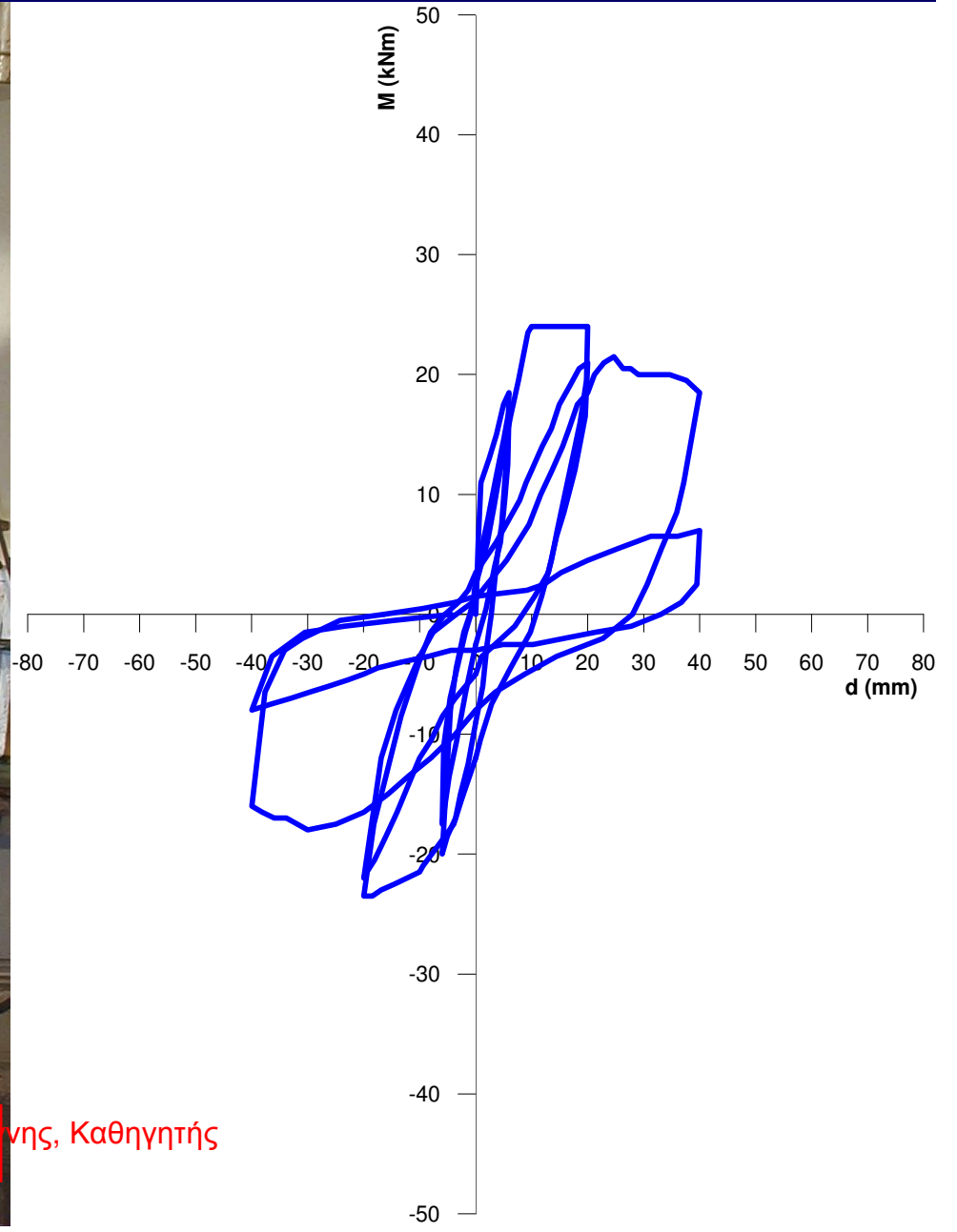
Ομάδα κόμβων Js

- Διαστάσεις 200×200 mm
- Μανδύας A (αραιοί οπλισμοί)

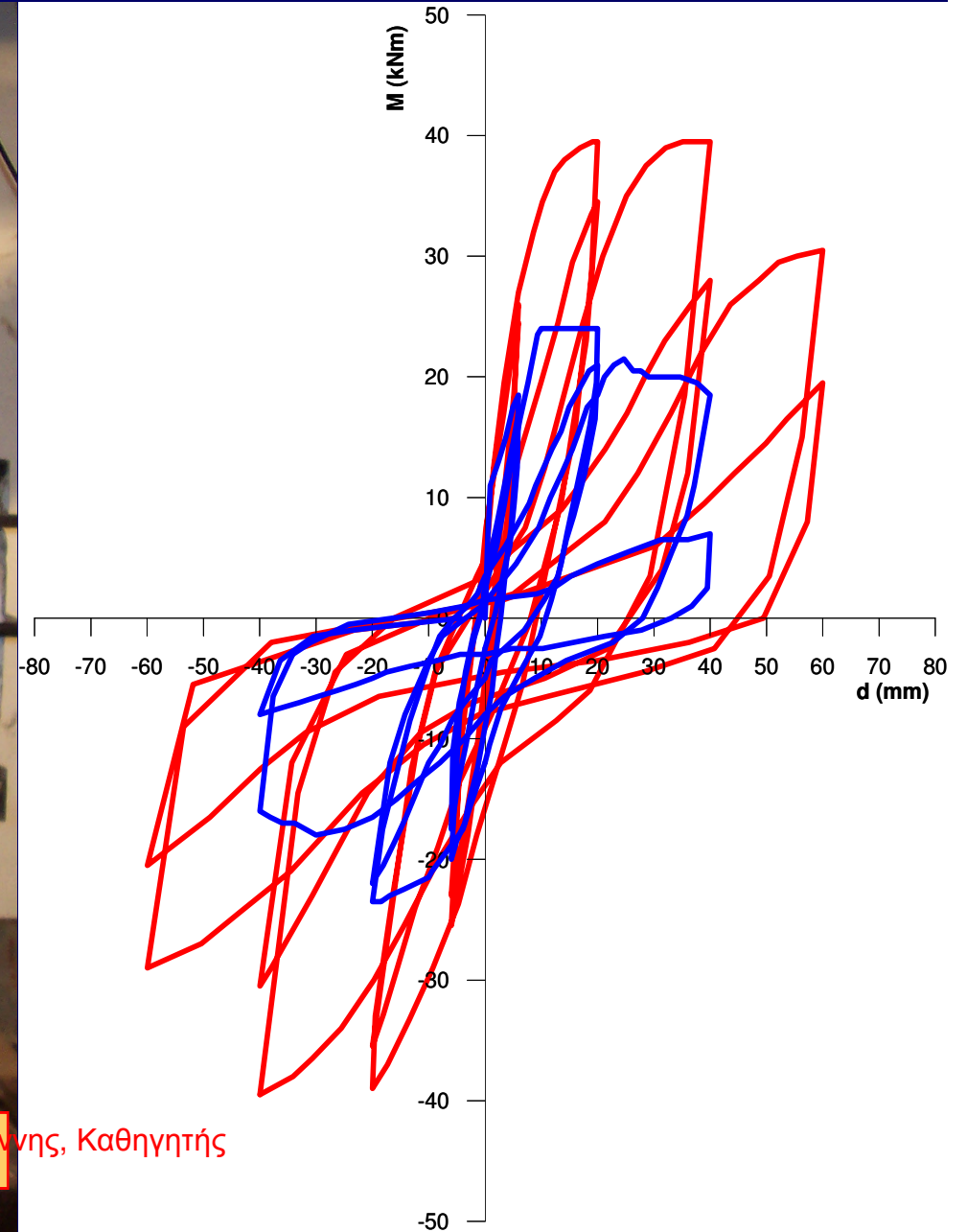
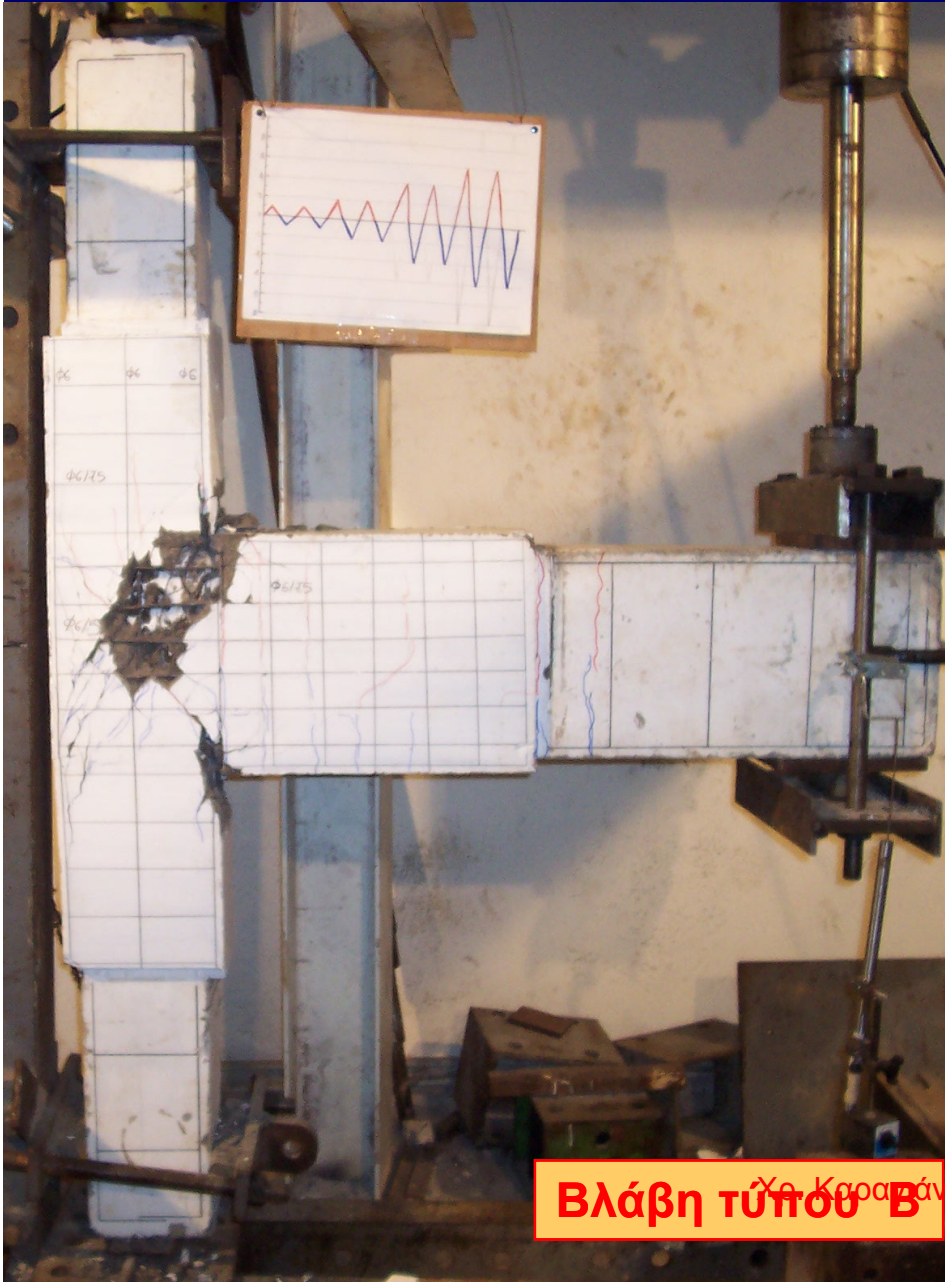
Js0



Βλάβη τύπου Β Χρ. Κροσσιάννης, Καθηγητής

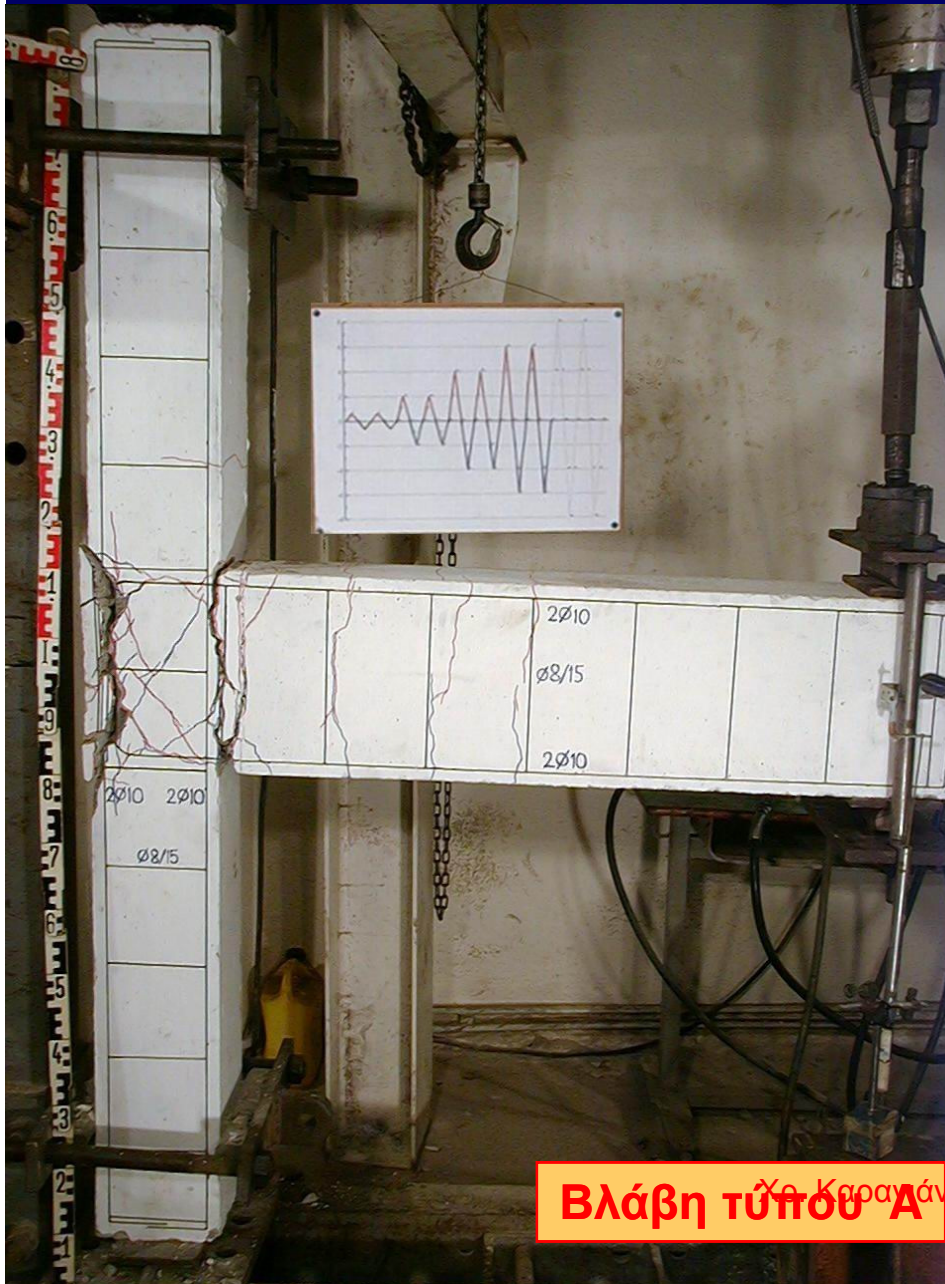


Js0 - R

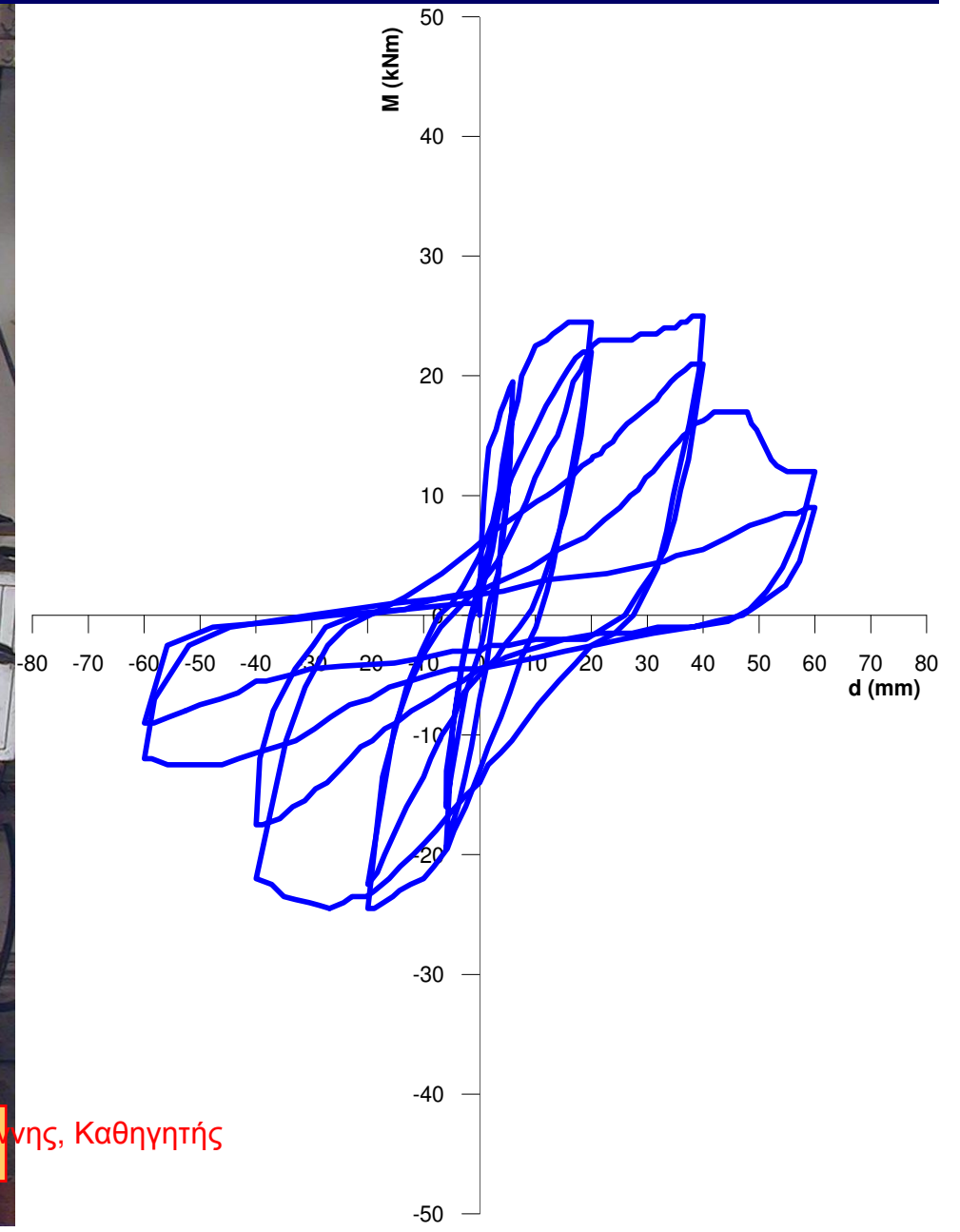


Υα. Κροσσαντώνης, Καθηγητής

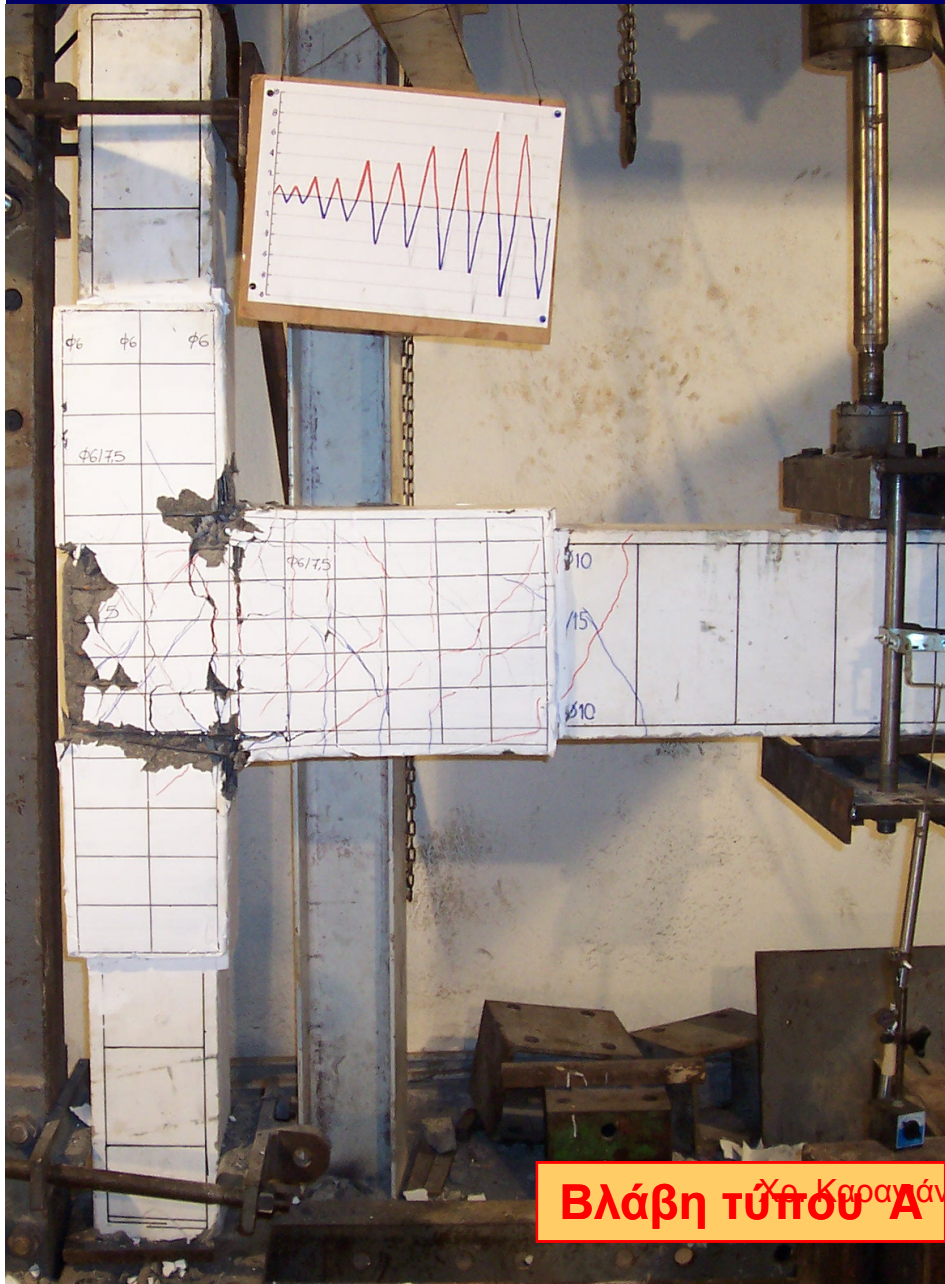
Js1



Βλάβη τύπου Α Χρ. Κρασιάννης, Καθηγητής



Js1 - R



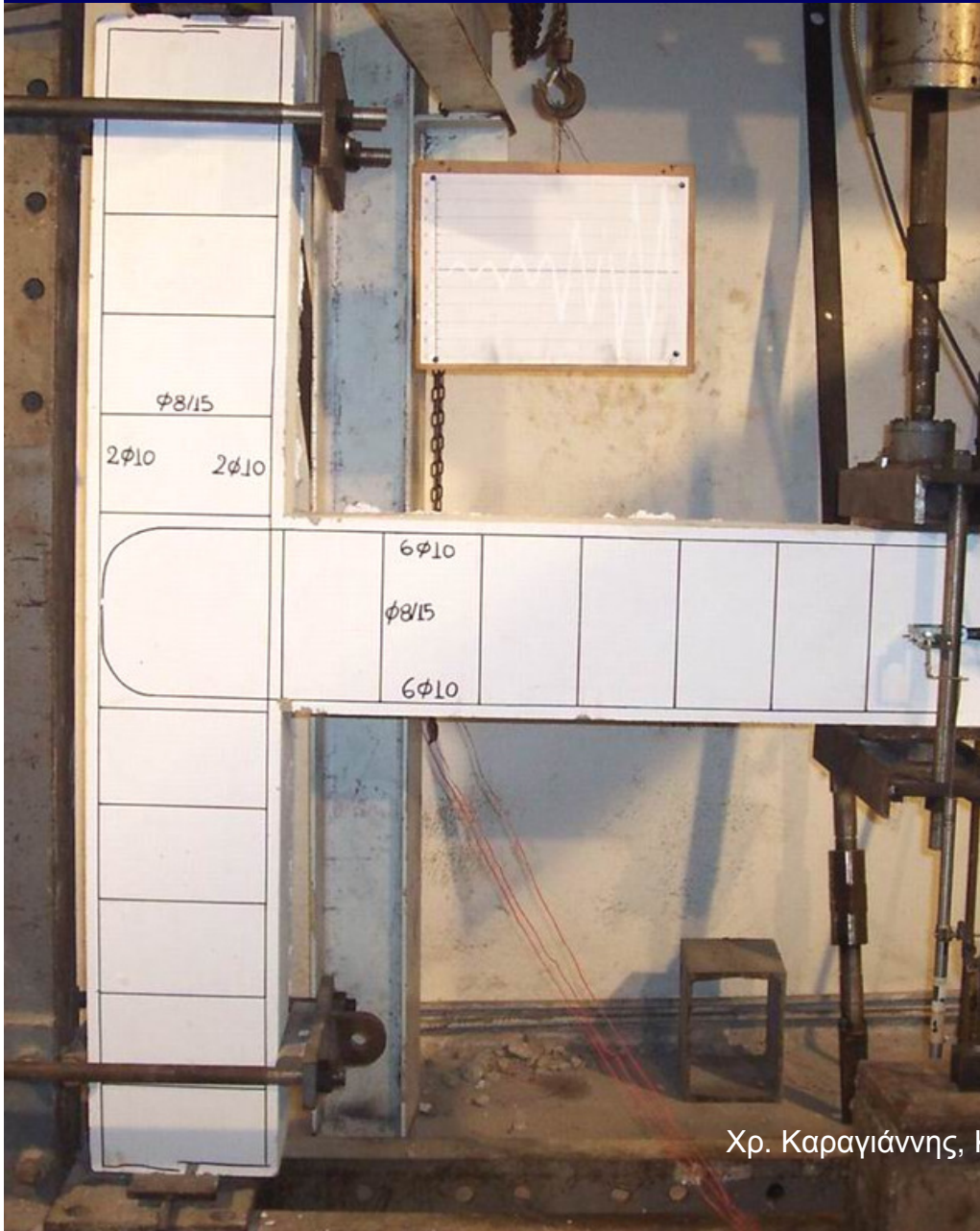
Βλάβη τύπου Α
Χρ. Κροσσαντώνης, Καθηγητής



Ομάδα κόμβων J

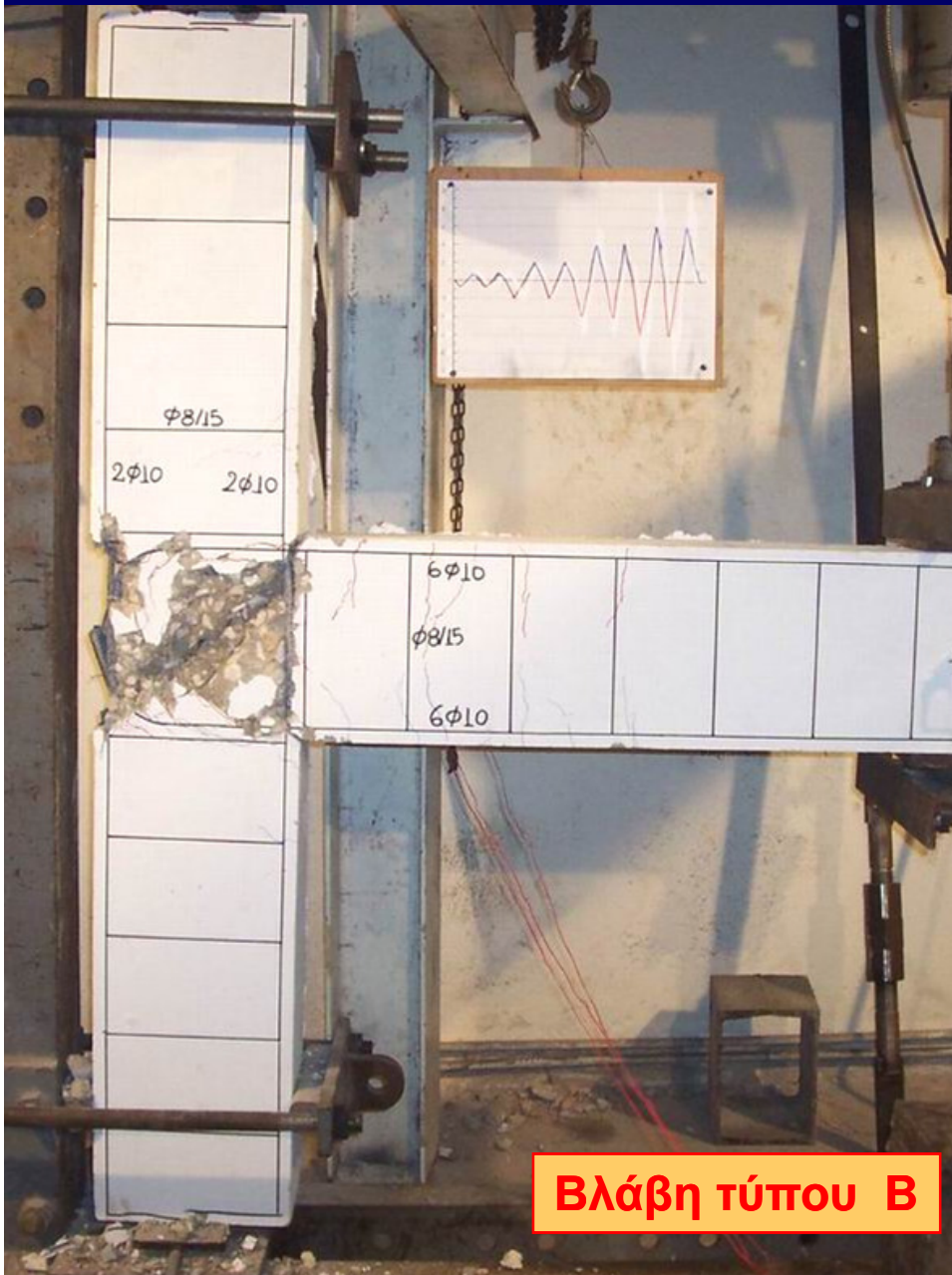
- Διαστάσεις 200×300 mm
- Μανδύας A (αραιοί οπλισμοί)

J0

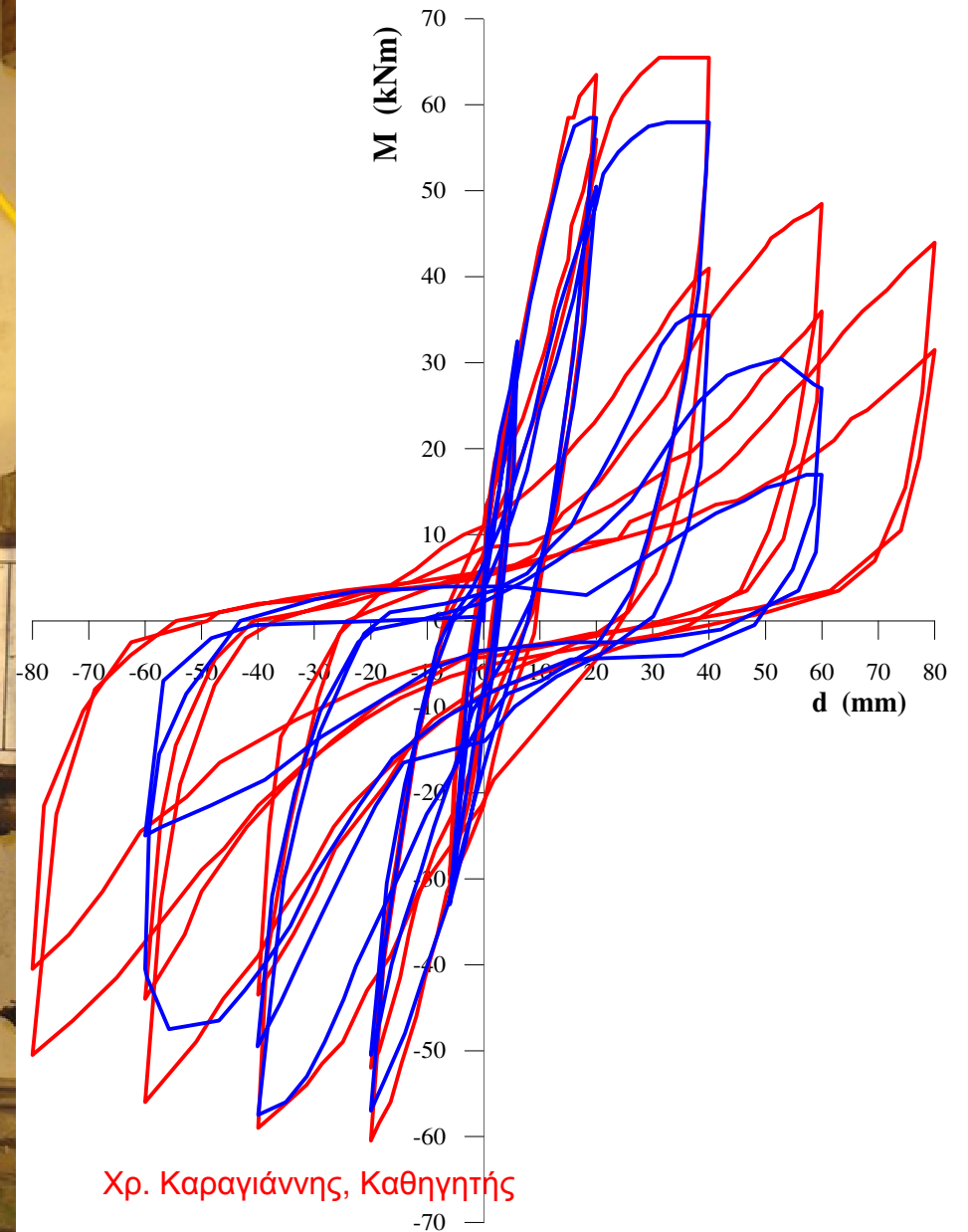
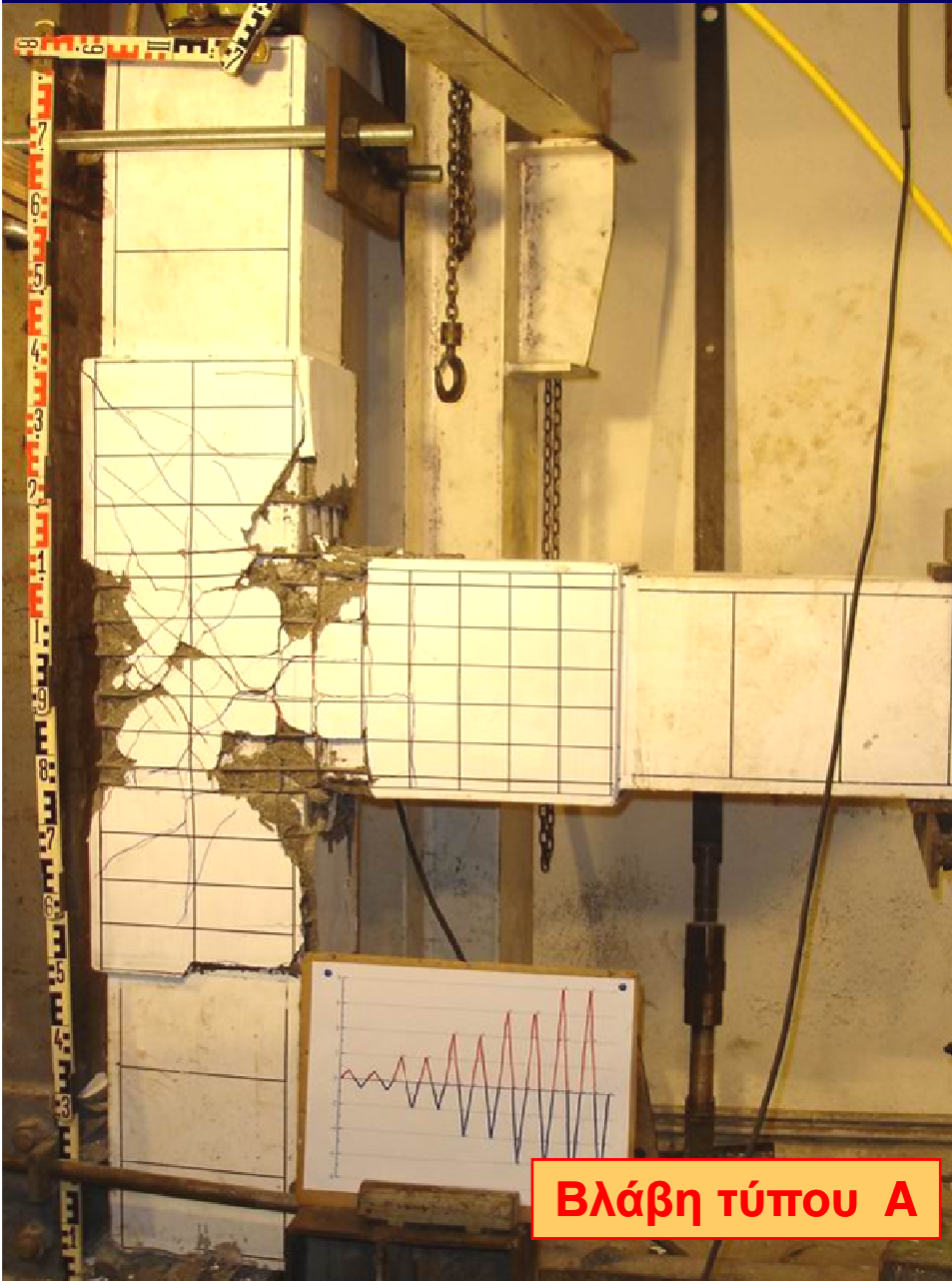


Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής

J0



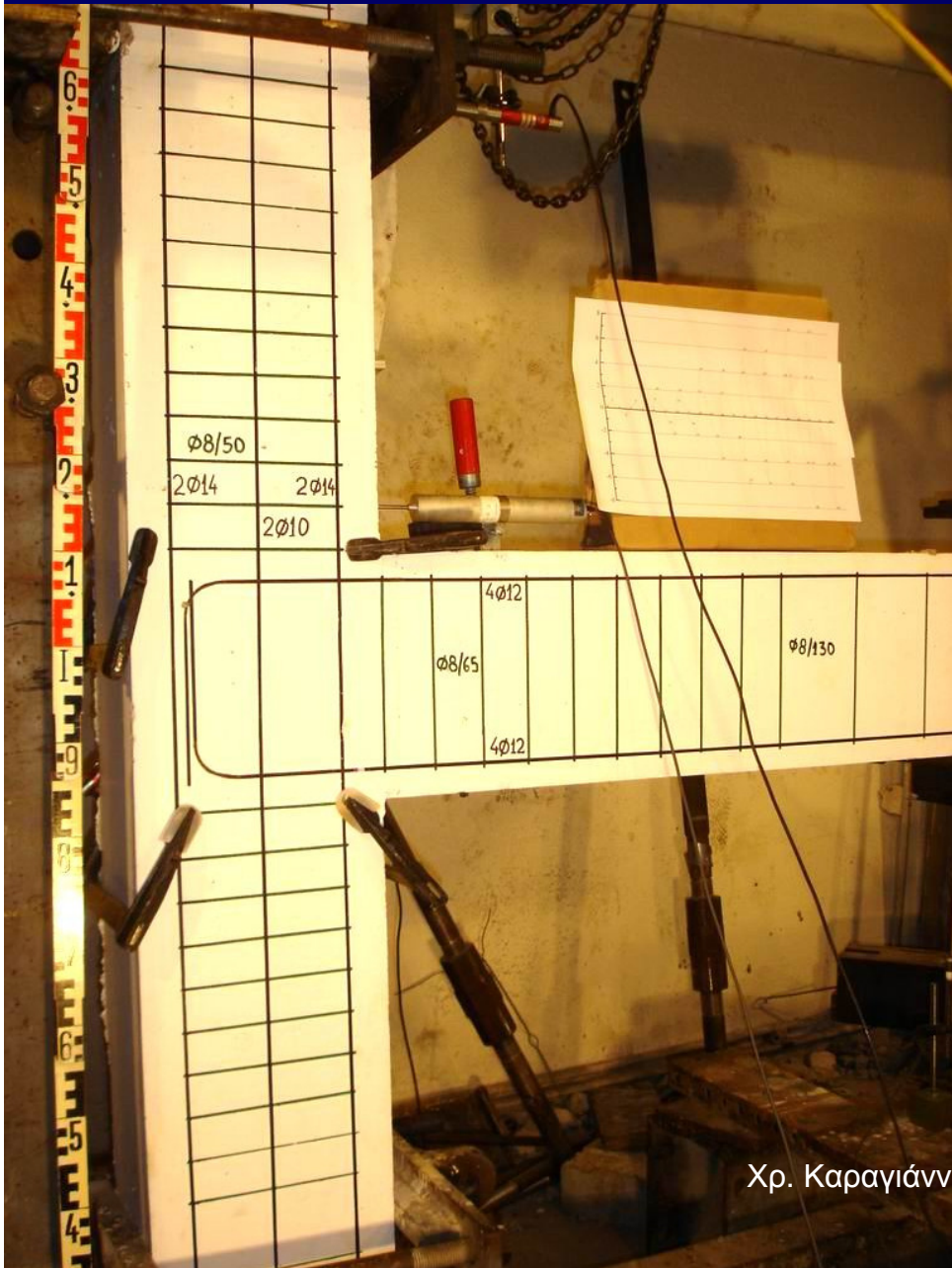
J0 - R



Ομάδα κόμβων JA

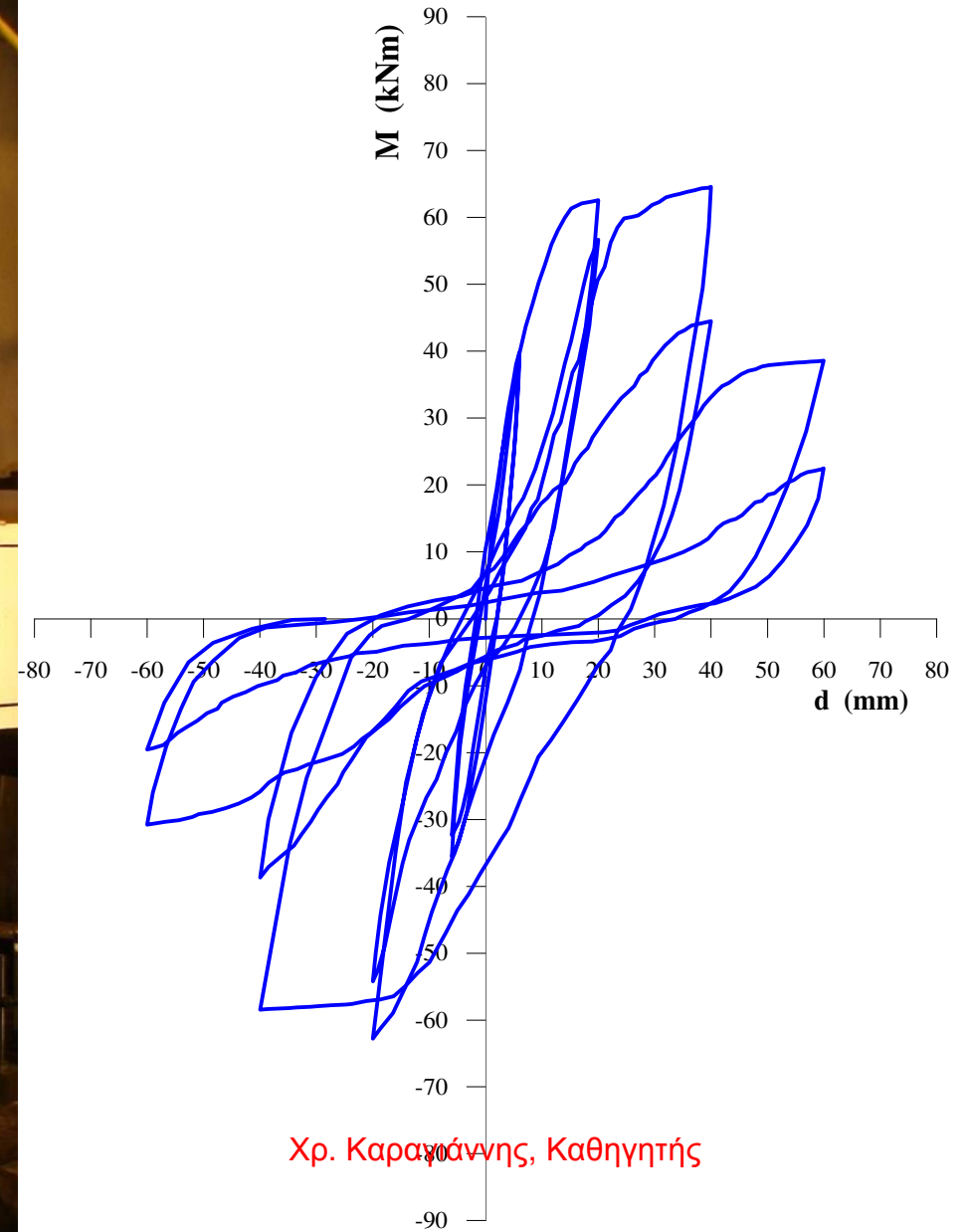
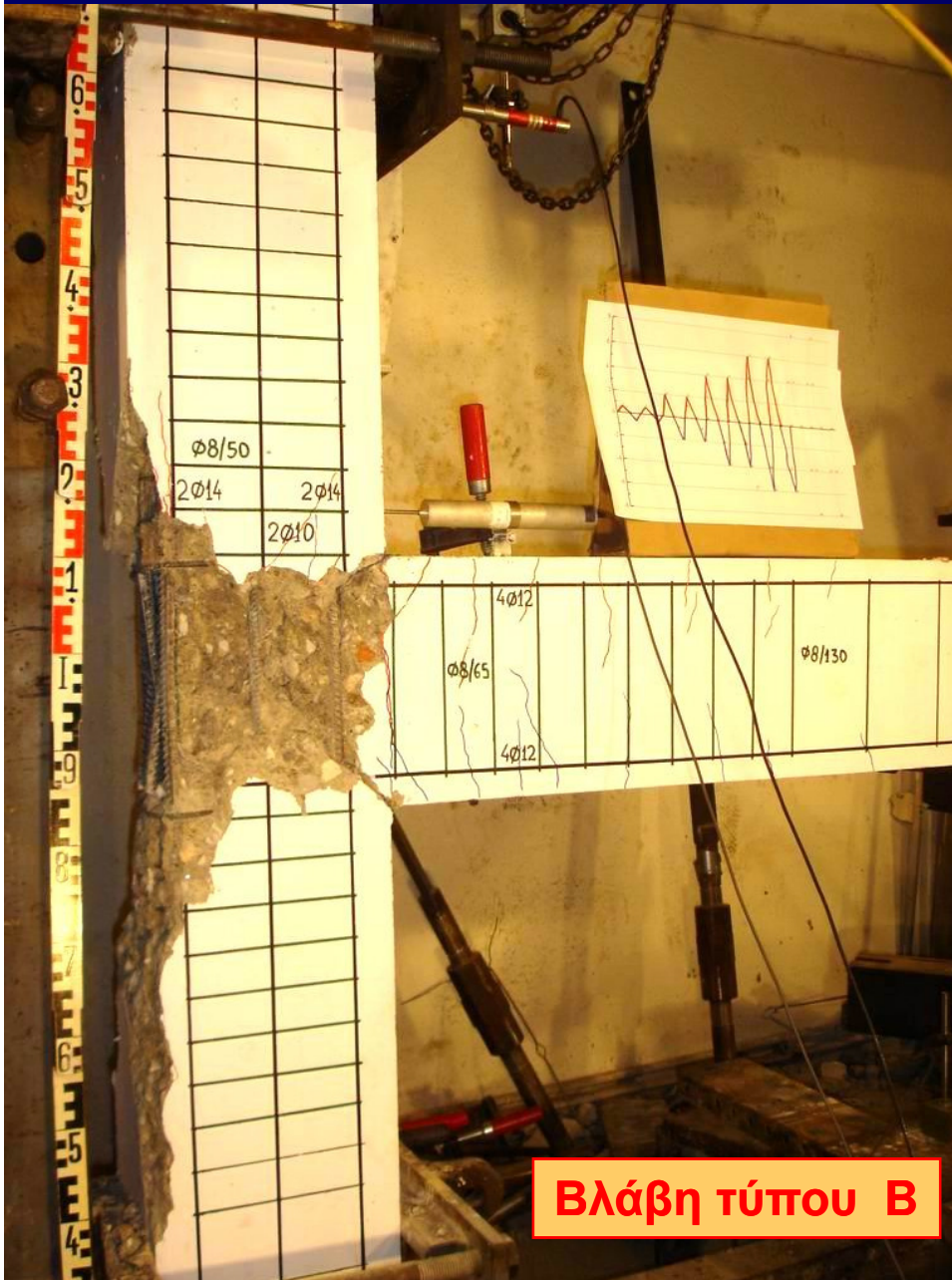
- Διαστάσεις 200×300 mm
- Μανδύας Β (πυκνοί οπλισμοί)

JA0

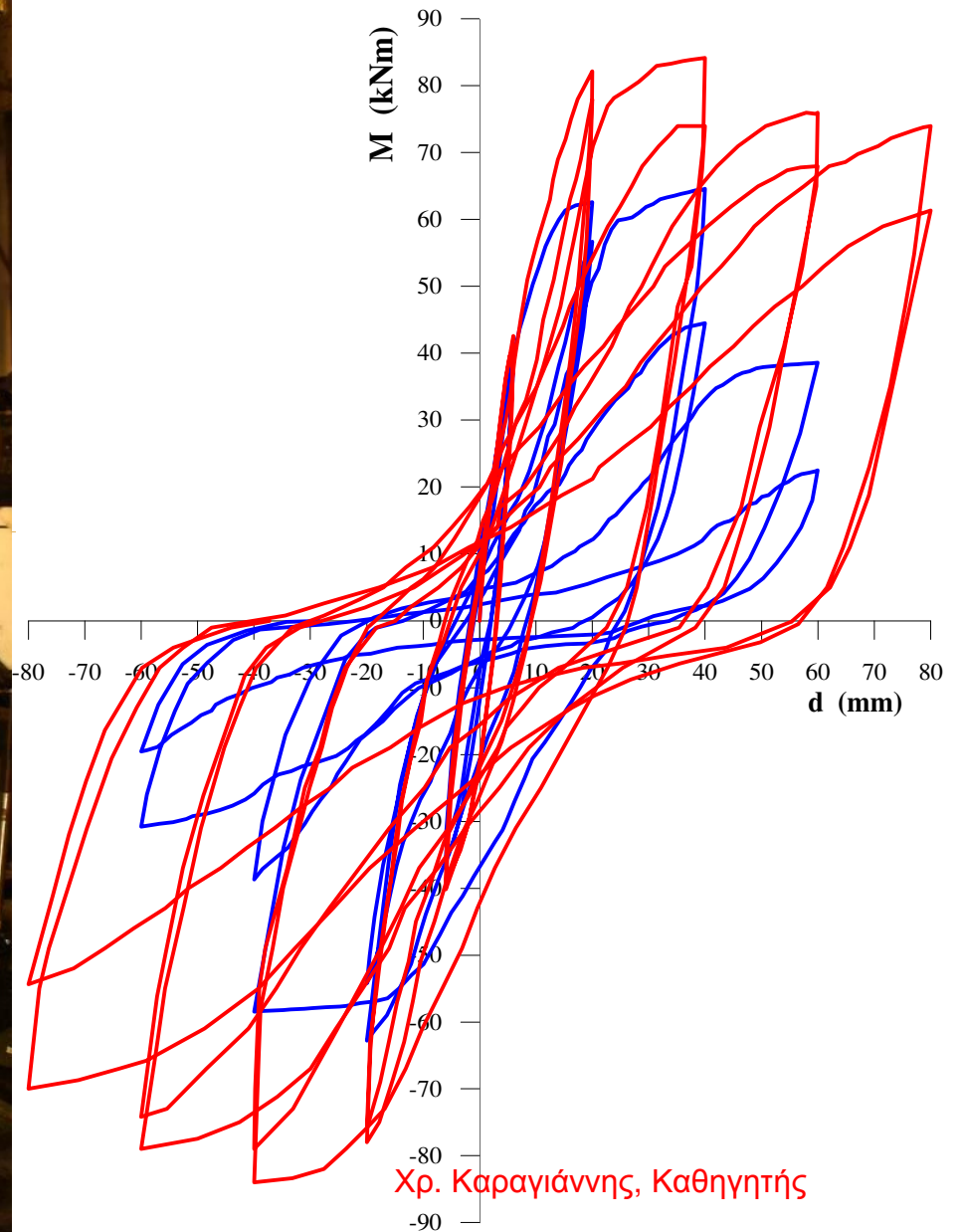
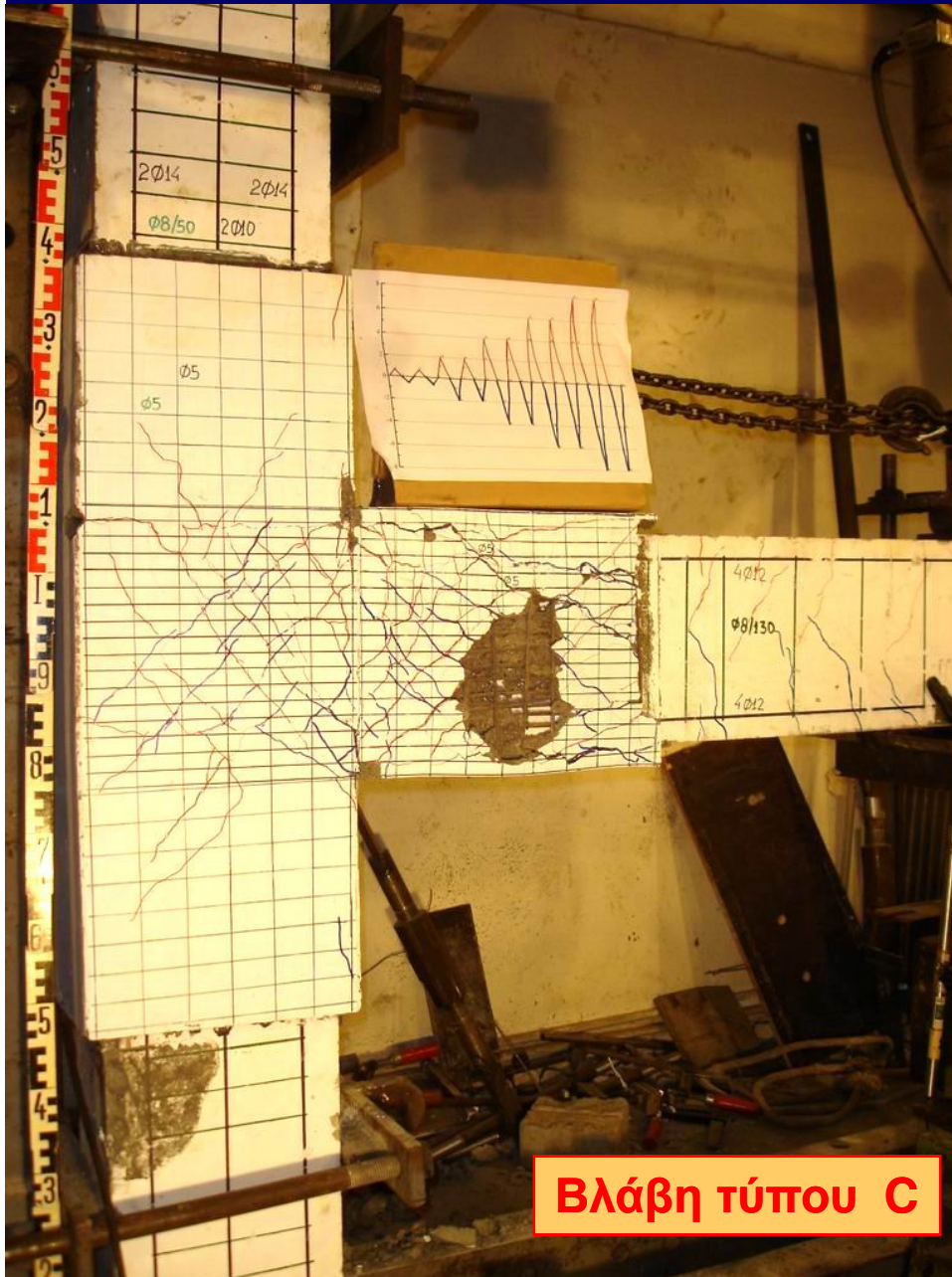


Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής

JA0



JA0 - R



Συμπεράσματα

I. Χρήση Ρητινών

Η καλότεχνη εφαρμογή ρητινενεμάτων :

- Αποκαθιστά πλήρως την ικανότητα για ανάληψη φορτίου
- Αποκαθιστά την δυσκαμψία φορτίσεως
- Αποκαθιστά την ικανότητα για απορρόφηση ενέργειας
(με επιφύλαξη στις καθαρά καμπτικές βλάβες)
- Επιφύλαξη – Δημιουργία πλαστικών αρθρώσεων

μικρού μήκους

Χρ. Κοραγιάννης, Καθηγητής

II. Χρήση FRP

Η χρήση των C-FRP στην ενίσχυση κόμβων

- Μεταβάλλει τον μηχανισμό μεταφοράς της τέμνουσας στον κόμβο
- Βελτιώνει την ικανότητα του κόμβου σε φορτίο, σε δυσκαμψία φορτίσεως και σε απορρόφηση ενέργειας.

Καταλήγει συχνά σε δημιουργία **πλαστικών αρθρώσεων πολύ μικρού μήκους**

Δυσκολία ή αδυναμία συνολικής εφαρμογής σε πραγματικές κατασκευές.

III. Λεπτοί Μανδύες

Προτείνονται ειδικοί μανδύες από ΩΣ με τα χαρακτηριστικά :

- Μικρό πάχος (2 cm) – Λεπτοί μανδύες
- Πυκνούς σπλισμούς μικρής διαμέτρου ($\varnothing = 5$ mm)
- Δεν αλλάζουν τις διαστάσεις (ελάχιστα 4 cm/πλευρά)
- Είναι δυνατόν να μην αλλάξουν (λίγο) τα επιθυμητά χαρακτηριστικά του στοιχείου

Ο λεπτός μανδύας

Αποκαθιστά πλήρως ή και αυξάνει τη ικανότητα του κόμβου

Δυνατότητα εφαρμογής σχεδόν σε κάθε περίπτωση

Δυνατότητα χρήσης λεπτών μανδουών ως - τεχνική επισκευής

Χρ. Καραγιάννης, Καθηγητής - τεχνική ενίσχυσης