



Αποτίμηση και Επεμβάσεις σε Κτήρια & Έργα Υποδομής με βάση την Επιτελεστικότητα

Βασίλης Μπαρδάκης, πολιτικός μηχανικός, Δρ
πρόεδρος Συλλόγου Πολιτικών Μηχανικών Ελλάδος

έμφαση στα στοιχεία :

- 5. Τεχνικές Επισκευών & Ενισχύσεων
- 6. Παραδείγματα Μελετών



Σύλλογος Πολιτικών Μηχανικών Ελλάδος
25.000 Μέλη | 20 Τοπικά Τμήματα



e info@spme.gr

s. www.spme.gr

Προεδρείο ΣΠΜΕ



Αποτίμηση και Επεμβάσεις σε Κτήρια & Έργα Υποδομής με βάση την Επιτελεστικότητα

περιβάλλουσα συντελεστών

Βασίλης Μπαρδάκης, Πέτρος Μοσχολιός, Γιώργος Βλαχάκης,
Αγγελική-Παρασκευή Παντελή, Δημήτρης Φρυγανάκης

Πέτρος Παναγιωτάκος, Φώτης Σμυρνής, Σταύρος Αντύπας, Ζαφειρένια Καραγιαννάκη,
Δήμητρα Κενδριστάκη, Σταματούλα Καρκαλέτση, Ελένη Ταϊγανίδου,
Παναγιώτης Κομποτιάτης, κ.α.

Χριστόφορος Βασιλάκης, Δήμητρα Σταυρέλη, Κατερίνα Βερροίου, Κώστας Αρβανίτης,
Ελένη Χουτοπούλου, Νάγια Αθανασίου, Μαρία Κίτσου, Λίνα Λαδά, Στέλιος
Μασούρας, Μαρία Αποστολάκη κ.α.

πριν το συμβάν ?

κατάρρευση τμήματος
γέφυρας Morandi



πηγή : neweurope.eu [2018]

βλάβες στο λιμένα Ληξουρίου



πηγή : Αθ. Πλατής [2014]

βλάβες στο οδικό δίκτυο



πηγή : nafraktianews.gr [2014]

χαρακτηριστικές βλάβες
παραδοσιακών κτηρίων



πηγή : Γ. Βλαχάκης [Βρίσα, 2017]



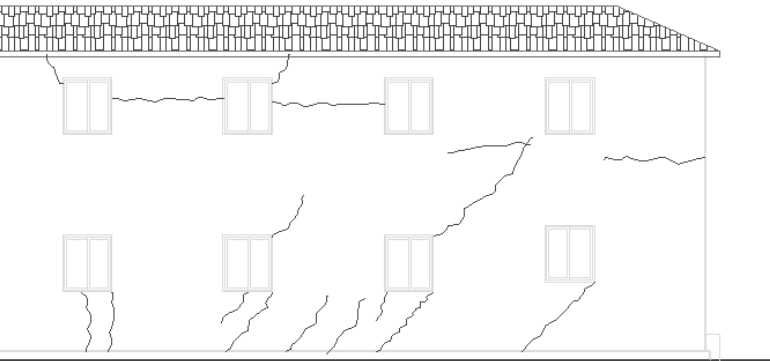
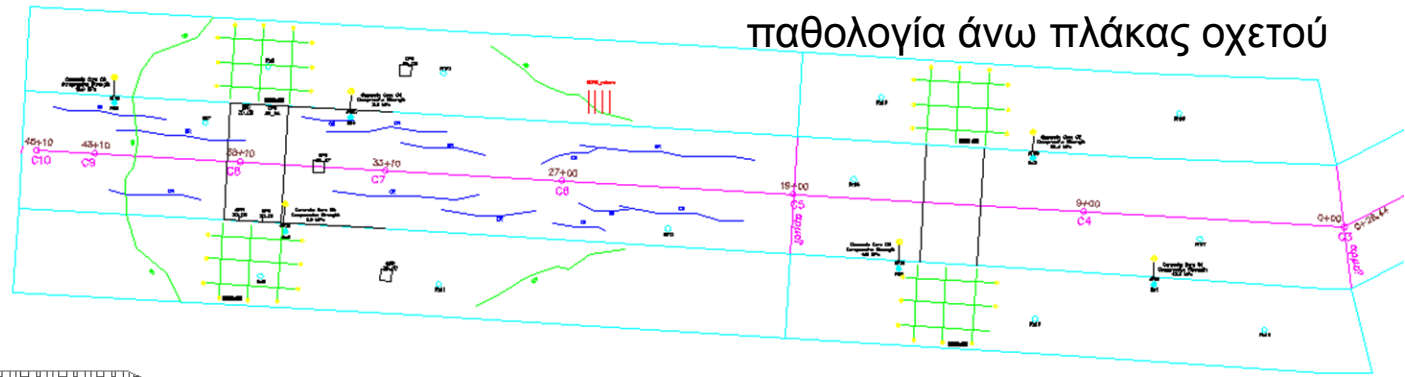
πηγή : newsbomb.gr [Μάνδρα, 2017]



πηγή : kathimerini.gr [Μάτι, 2018]



μετά από βλάβες



παθολογία σχολικού κτηρίου



παθολογία μνημείου

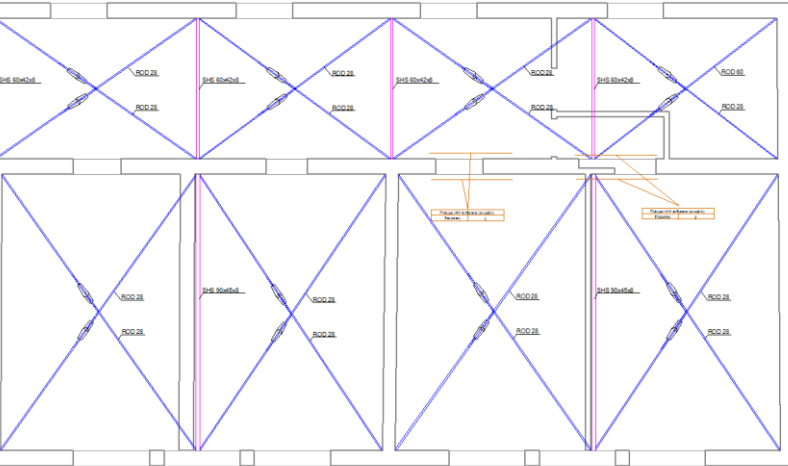


παθολογία φορέα καταστρώματος γέφυρας

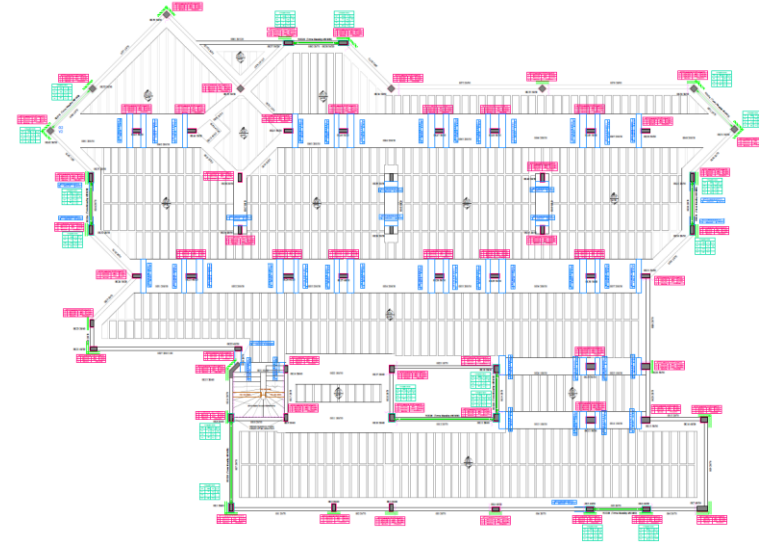


είναι υψηλό το κόστος ? (σύνολο Τ.Δ., στόχος, δόμηση)

Π.Σ. Χολαργού (190.000 €, «B1», 1600 m²)

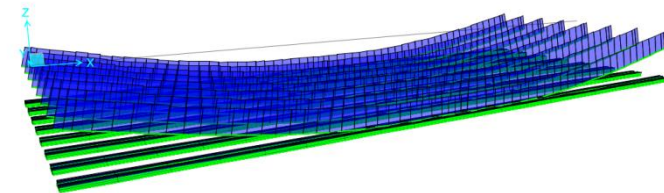
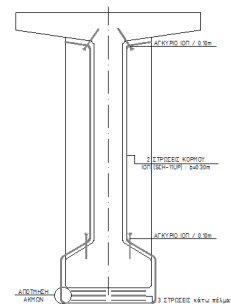


ΔΣ Ηρακλείου (160.000 €, «B1», 720 m²)



Μνημείο - Νομαρχία Ρεθύμνης
(560.000 €, «Γ2», 3175 m²)

Γέφυρα Σπερχειού (160.000 €, «B1», 410 m²)



κανονιστικό πλαίσιο

3.1.1.5. Κανονισμοί

- ΕΚΩΣ 2000 : *Ελληνικός Κανονισμός για την Μελέτη και Κατασκευή Έργων από Οπλισμένο Σκυρόδεμα*
- Εγκύκλιος Ε 39/99/ΥΠΕΧΩΔΕ : *Οδηγίες για την Αντισεισμική Μελέτη Γεφυρών – Προσαρμογή στον ΕΑΚ*
- ΕΑΚ 2000 : *Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός*
- DIN 1045 : *Αοπλο και Οπλισμένο Σκυρόδεμα – Υπολογισμός και Εκτέλεση*
- DIN 1075 : *Γέφυρες από Σκυρόδεμα – Υπολογισμός και Εκτέλεση*
- DIN 1072 : *Παραδόχες Φορτίσεων Γεφυρών*
- DIN 1054 : *Εδάφος – θεμελιώσεις*
- DIN 4014 : *Φρεατοπάσσαλοι*

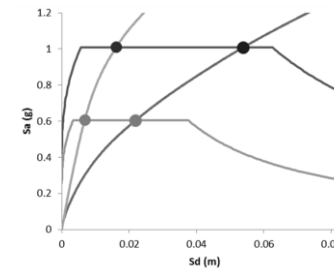
Η Αποτίμηση Υφισταμένων Κατασκευών μέσω ελέγχων πλήρωσης επιμέρους διατάξεων των κανονισμών σχεδιασμού «νέων δομημάτων» έχει χαρακτηριστεί διεθνώς, από τους ειδικούς του αντισεισμικού & δομοστατικού σχεδιασμού, ως μή-πρακτική και ανορθολογική.

Στόχοι Επιτελεστικότητας

p υπέρβασης σεισμ. δράσης εντός του συμβ. t ζωής	Άμεση Χρήση μετά τον σεισμό	Σημαντικές Βλάβες	Οιονεί Κατάρρευση
10%	A1	B1	Γ1
50%	A2	B2	Γ2

Στάθμες Επιτελεστικότητας

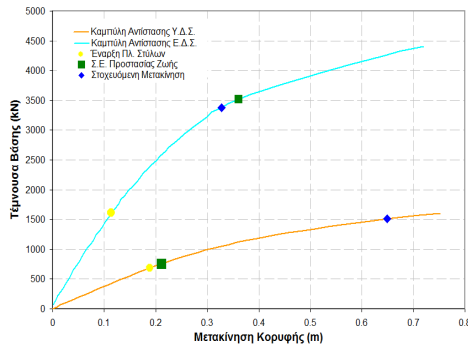
1. Άμεσης Χρήσης («Damage Limitation»)
2. Σημαντικών Βλαβών («Significant Damage»)
3. Οιονεί Κατάρρευσης («Near Collapse»)



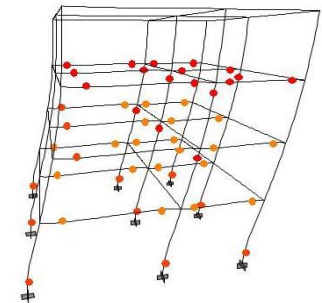
Σεισμός Σχεδιασμού

1. «ενδεχόμενος», περιόδου 225 ετών (20% πιθανότητα στα 50 έτη)
 2. «σπάνιος», περιόδου 475 ετών (10% πιθανότητα στα 50 έτη)
 3. «εξαιρετικά σπάνιος», περιόδου 2475 ετών (2% πιθανότητα στα 50 έτη)
- Δομήματα σπουδαιότητας διάφορης της συνήθους: πολλαπλασιασμός σεισμικής δράσης επί συντελεστή σπουδαιότητας

πλαίσιο ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΩΝ + ΚΑΝ.ΕΠΕ., Κ.Α.Δ.Ε.Τ.

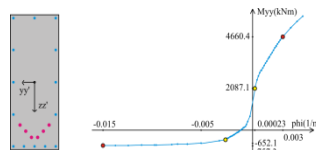
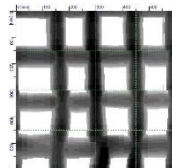


- **principal construction materials**
(concrete, steel, composite & masonry)
- **new construction materials**
(FRP etc)



Performance Based Limit States

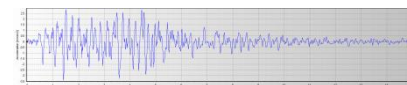
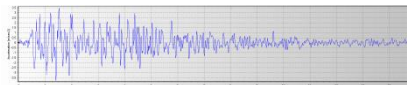
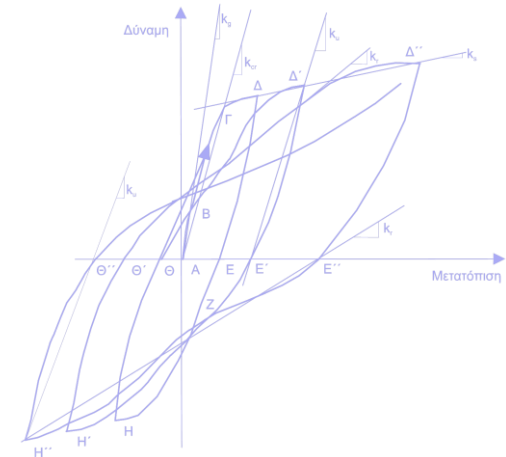
- NC** Near Collapse
- SD** Significant Damage
- DL** Damage Limitation
- Knowledge Levels
- ... inspection & testing



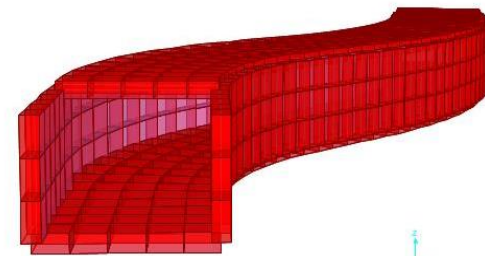
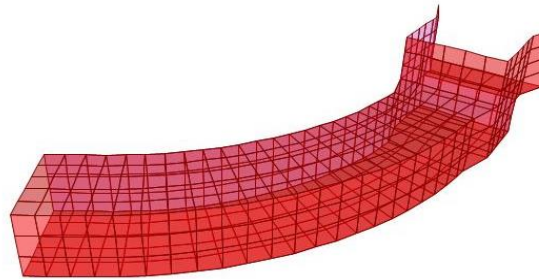
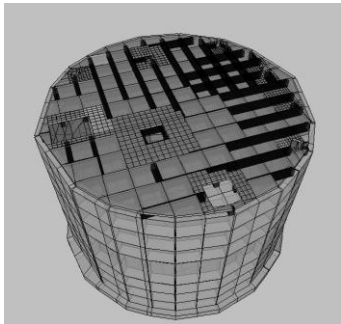
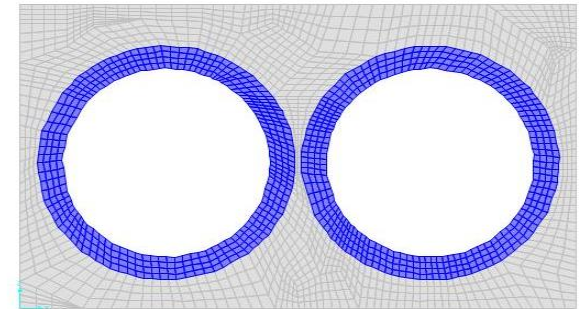
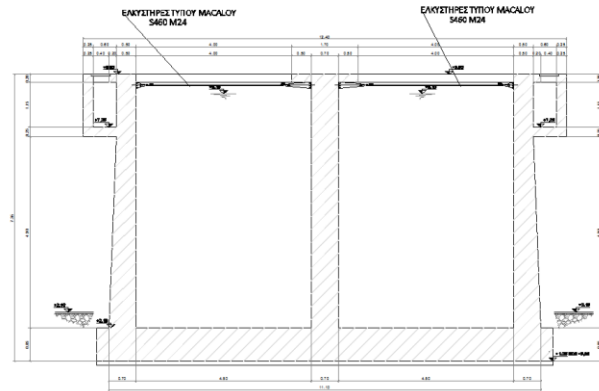
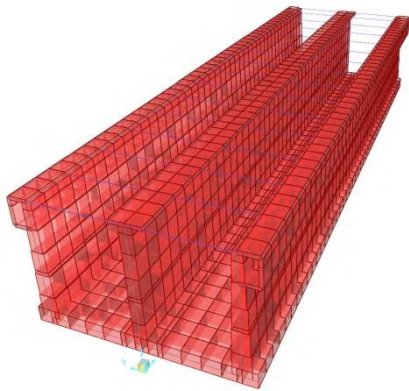
prestressed sections

Nonlinear Methods

**Pushover Analysis or
Time History Analysis** with direct integration

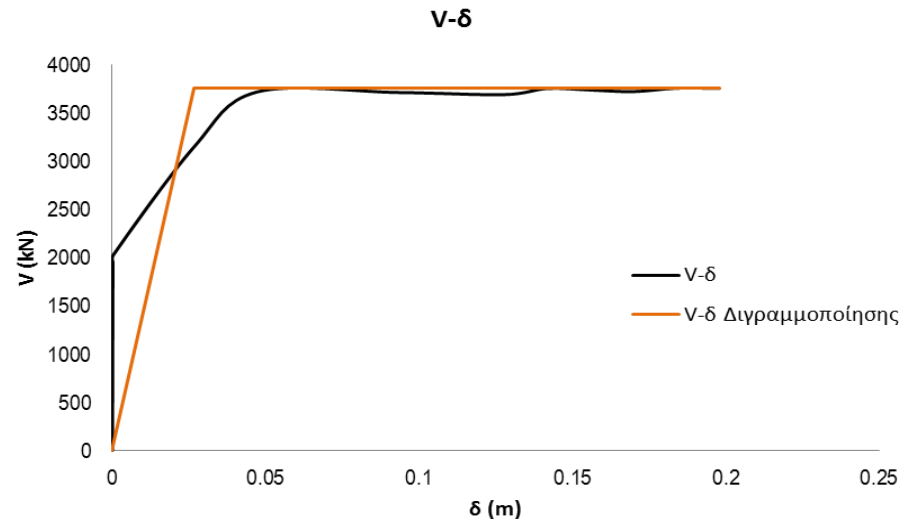
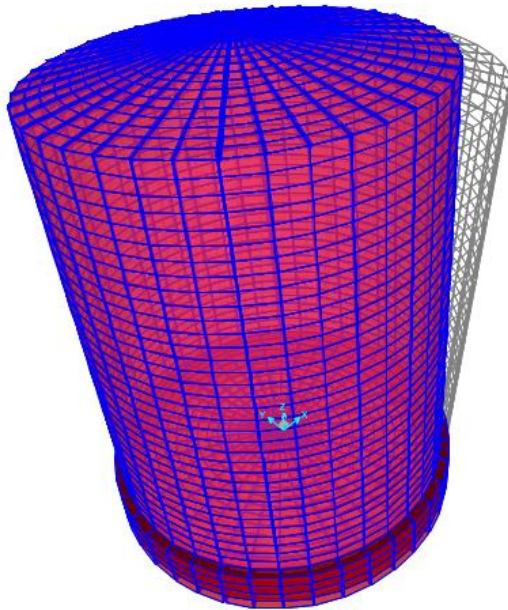


σε Υδραυλικά ή άλλα Έργα ? διαστέλλοντας EN1998-3 & ΚΑΝ.ΕΠΕ.



σε Υδραυλικά ή άλλα Έργα ?

διαστέλλοντας EN1998-3 & ΚΑΝ.ΕΠΕ.



EN 1998-4.2006 => $M_{base} = 49415 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$q_{impulsive} = 2.5$ *with specially designed ductile anchors*

$q_{convective} (\text{sloshing}) = 1.0$

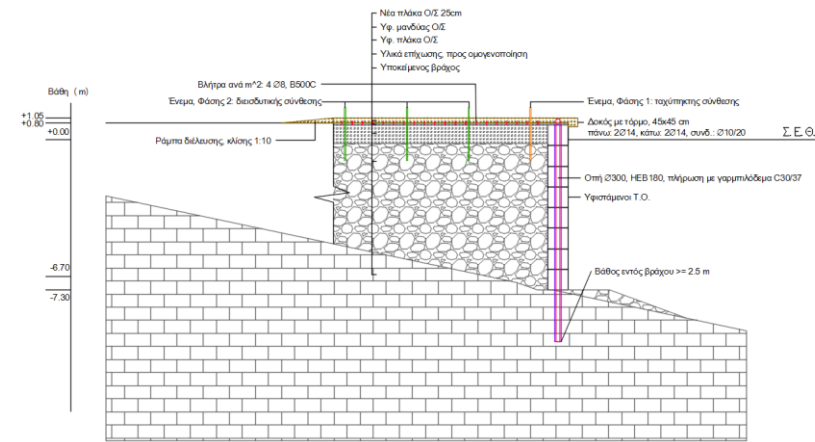
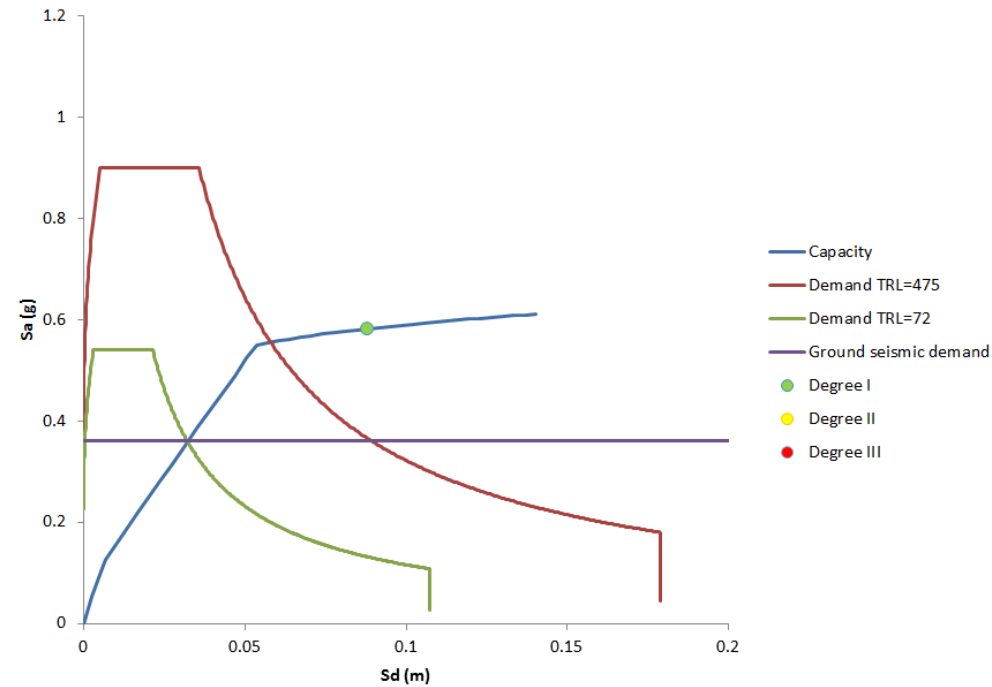
API 650 12th ed. => $M_{base} = 23289.81 \text{ kNm}$

$R_w_{impulsive} = 4.0$

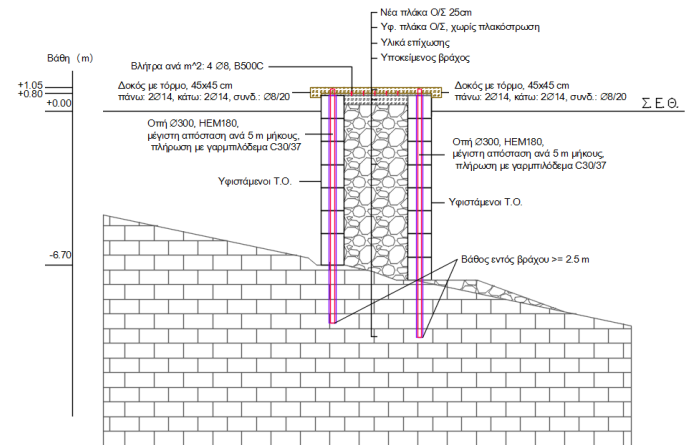
$R_w_{convective} = 2.0$ *using allowable stress design methods*

σε Λιμενικά Έργα ?

διαστέλλοντας EN1998-3 & ΚΑΝ.ΕΠΕ.



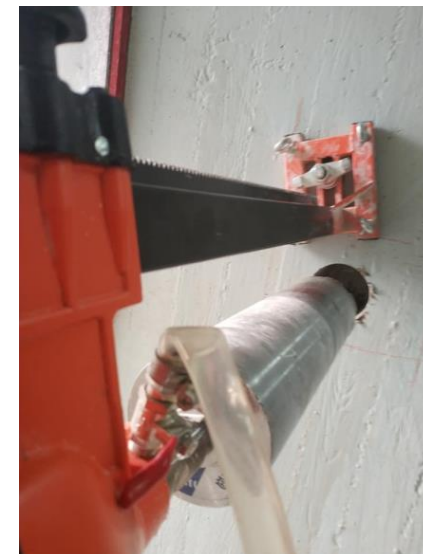
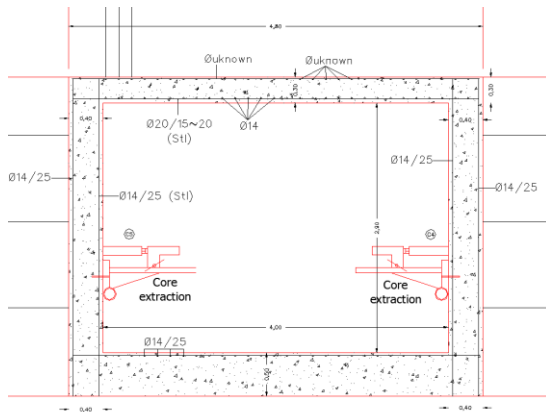
ΤΟΜΗ Τ1 - Τ1' ΠΡΟΒΛΗΤΑ ΓΡΑΜΜΗΣ ΜΕΓΑΝΗΣΙΟΥ
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:100



ΤΟΜΗ Τ2 - Τ2' ΒΡΑΧΙΟΝΑ ΜΕΓΑΝΗΣΙΟΥ
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:100

Τεκμηρίωση Σκυροδέματος

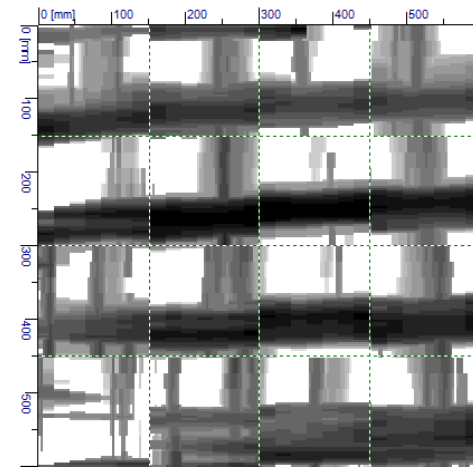
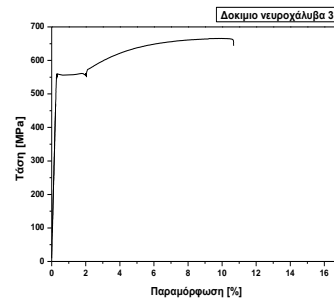
Πυρήνας	D	H	ρH	H:D	Βάρος	Δύναμη Θραύσης	Αντοχή Πυρήνα	Αντοχή Πυρήνα	Αντοχή Κυλίνδρου
	mm	mm			(Kg)	KN	KN/mm ²	Mpa	15X30 cm - Mpa
C1	95	161	7	1.69	2558	94.45	0.0133	13.33	13.10
C2	95	156	7	1.64	2497	173.27	0.0245	24.46	23.70
C3	95	150	7	1.58	2314	32.56	0.0046	4.60	4.50
C4	95	130	7	1.37	2046	25.77	0.0036	3.64	3.40
C5	95	161	7	1.69	2457	48.57	0.0069	6.86	6.70
C6	95	147	7	1.55	2201	77.55	0.0109	10.95	10.50



Τεκμηρίωση Οπλισμού

Information for Structural Assessment

survey, in-situ inspection, testing & original test reports

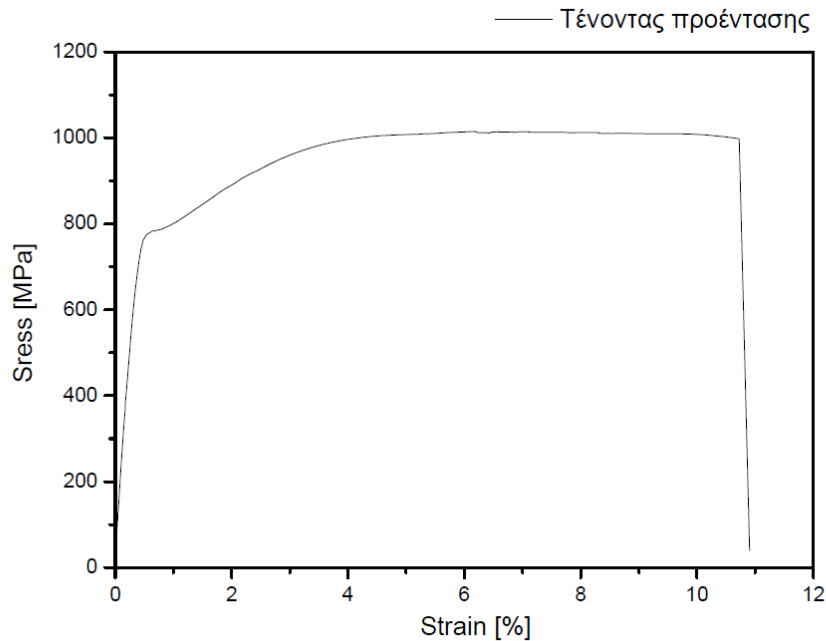


K1	K2	K3	K4
42	35	38	38
43	36	39	39
44	36	39	39
44	37	39	40
46	37	39	41
47	37	39	43
48	37	40	43
48	38	40	44
45.25	36.625	39.125	40.875

Fmax [kN]	F 0.1% [kN]	E [GPa]	emax [%]	Fu [MPa]
276	235	207.0	2.99	1840

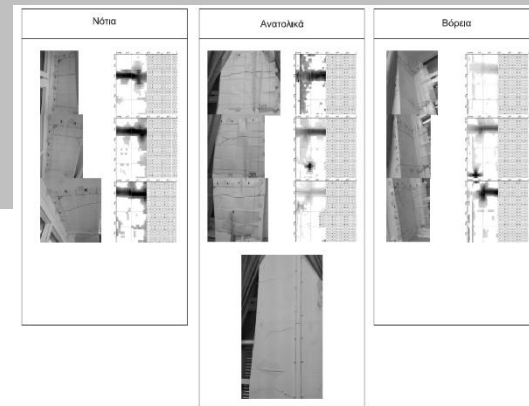
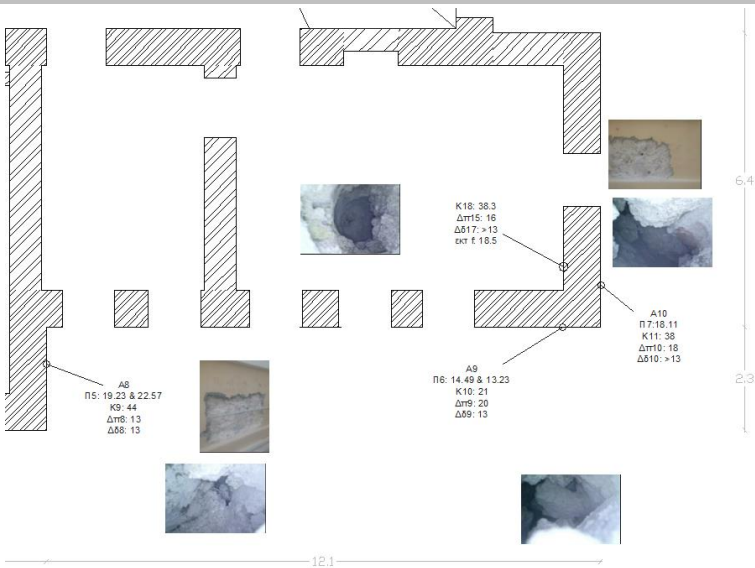


Τεκμηρίωση Τενόντων



Εργαστηρίου Μηχανικής & Τεχνολογίας Υλικών
του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών,
Πανεπιστημίου Πατρών

Τεκμηρίωση Τοιχοποιίας



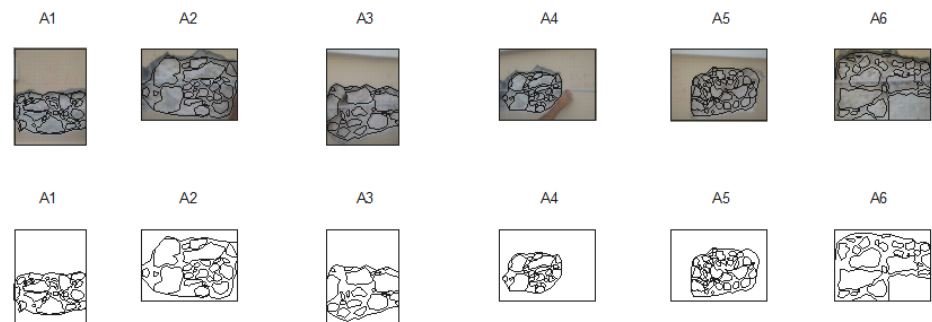
Ax	Θέσεις Αποκαλύψεων
Πx	Θέσεις Πυρηνοληψίας
Κx	Θέσεις Κρουσιμετρήσεων
Δδx	Θέσεις Δοκιμών Διεσδυσης
Δπx	Θέσεις Δοκιμών Τεκμηρίωσης Πάχους
Θx	Θέσεις Θερμοκάμερας
Χx	Θέσεις Αποκάλυψης Οπλισμού



Εικόνα 5 - Δείγματα ασβεστοκονιαμάτων, δύο διακριτών αποχρώσεων



Εικόνα 6 - Εργαστηριακή δοκιμή θλίψης



Τεκμηρίωση και “Διάγνωση”

(ΚΑΔΕΤ §3.2, 3.4)

Τεκμηρίωση Δομικού συστήματος

- ✓ Αφανή στοιχεία
- ✓ Σύνδεση δαπέδων/στέγης με φ.ο.
- ✓ Στέγη



χρήση
θερμοκάμερας



τοπικές
αποκαλύψεις



επιτόπια
καταγραφή

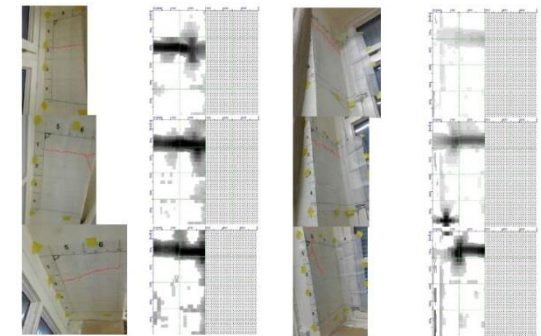
Παθολογία

- ✓ Λεπτομερής καταγραφή και “διάγνωση”

ιστορικό
φωτογραφικό υλικό



χρήση ανιχνευτή μετάλλου



Τεκμηρίωση Υλικών Δόμησης

(ΚΑΔΕΤ §3.5, 3.6, 3.8)

Λιθόσωμα
(τοπικός μαργαϊκός ασβεστόλιθος)

Κονίαμα
(ασβεστοκονιάματα)

καταστροφικές μέθοδοι

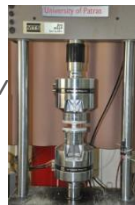
- ✓ 10 πυρήνες εργαστηριακές δοκιμές θλίψης (+3 σε στοιχεία Ο/Σ)



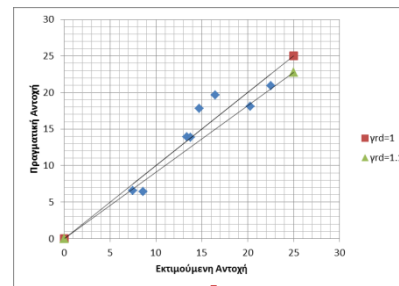
Εργ. Μηχανικής και Τεχνολογίας Υλικών
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Παν. Πατρών

μη-καταστροφικές μέθοδοι

- ✓ σε 40 περιοχές ενδοσκοπήσεις κρουσιμετρήσεις (πενετρομετρήσεις)



Πολυπαραμετρική συσχέτιση / βαθμονόμηση



- Εκτίμηση αντοχής σε 40 περιοχές
- μέση f_c λίθου: 12,7 MPa

- ✓ 2 τύποι κονιαμάτων



εργαστηριακοί έλεγχοι

- ✓ 5 δείγματα (θραύσματα)

Εργ. Μηχανικής και Τεχνολογίας Υλικών
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Παν. Πατρών

μη-καταστροφικές μέθοδοι

- ✓ σε 40 περιοχές πενετρομετρήσεις

Τεκμηρίωση Τρόπου Δόμησης

(ΚΑΔΕΤ §3.2, 3.5)

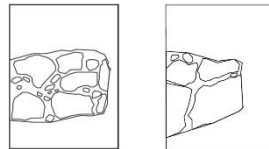
κατά τις όψεις

✓ ιστορικό υλικό

✓ 11 αποκαλύψεις



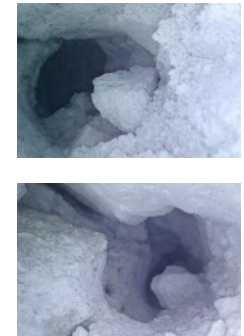
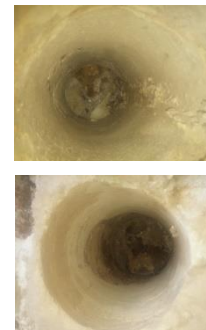
- πεσσοί
- ανώφλια
- γωνίες
- συνδέσεις



κατά το πάχος

✓ 10 σημεία πυρηνοληψίας

✓ 30 σημεία ενδοσκοπησης



- Ποιοτική αξιολόγηση τρόπου δόμησης
- Ποσοτικοποίηση % κονιάματος

ΚΑΔΕΤ §6.2.4.1

- Ποιοτική αναγνώριση τρίστρωτης τοιχοποιίας
- Ποσοτικοποίηση πάχους πλήρωσης/παρειάς

ΚΑΔΕΤ §6.2.4.3

Έδαφος & Θεμελίωση

(ΚΑΔΕΤ §3.5)

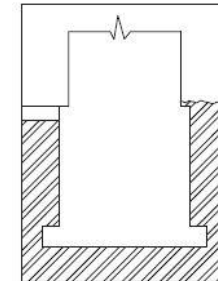
Έδαφος

- ✓ γεωτεχνική έρευνα - μελέτη
της Καλλιρόης Μάρκου, Πολ. Μηχ., 2016



Θεμελίωση

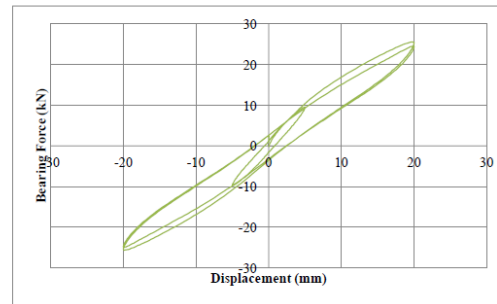
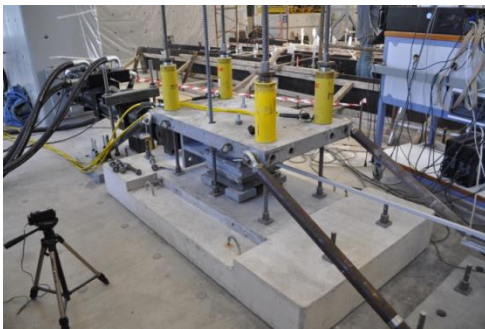
- ✓ διερευνητική τομή θεμελίωσης



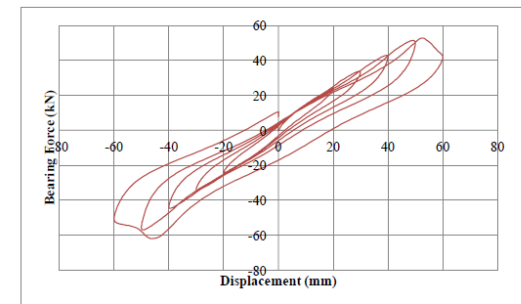
- μηχανικά χαρακτηριστικά εδάφους

- γεωμετρία θεμελίωσης

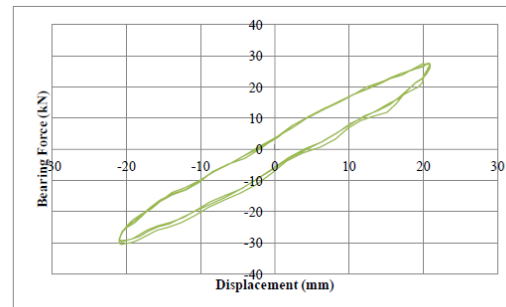
Τεκμηρίωση Εφεδράνων



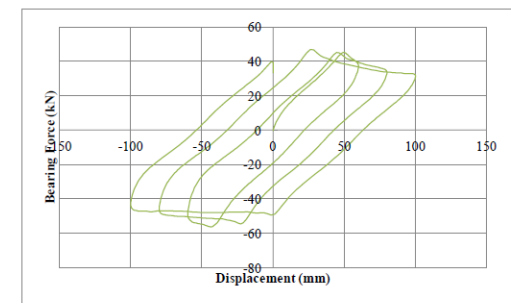
1^η δοκιμή: βρόχοι δύναμης - μετακίνησης του ενός εφεδράνου



3^η δοκιμή: βρόχοι δύναμης-μετακίνησης εφεδράνου



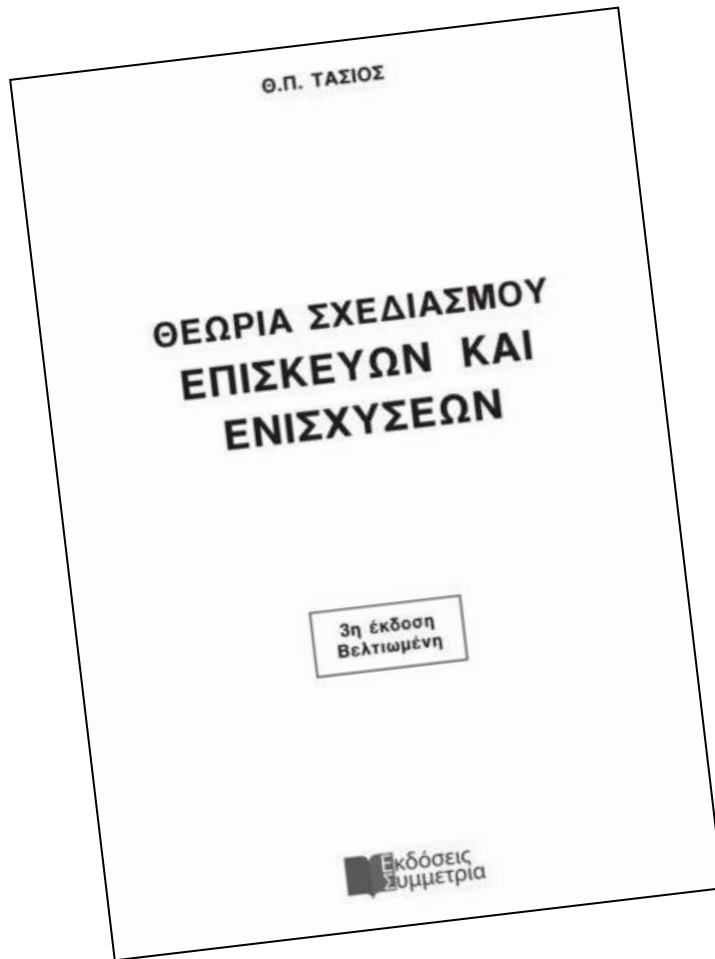
2^η δοκιμή: βρόχοι δύναμης-μετακίνησης εφεδράνου



4^η δοκιμή: βρόχοι δύναμης - μετακίνησης εφεδράνου

Εργαστηρίου Κατασκευών
του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών,
Πανεπιστημίου Πατρών

Σ.Α.Δ. Πηγών



Σύλλογος Πολιτικών Μηχανικών Ελλάδος
25.000 Μέλη | 20 Τοπικά Τμήματα



e info@spme.gr

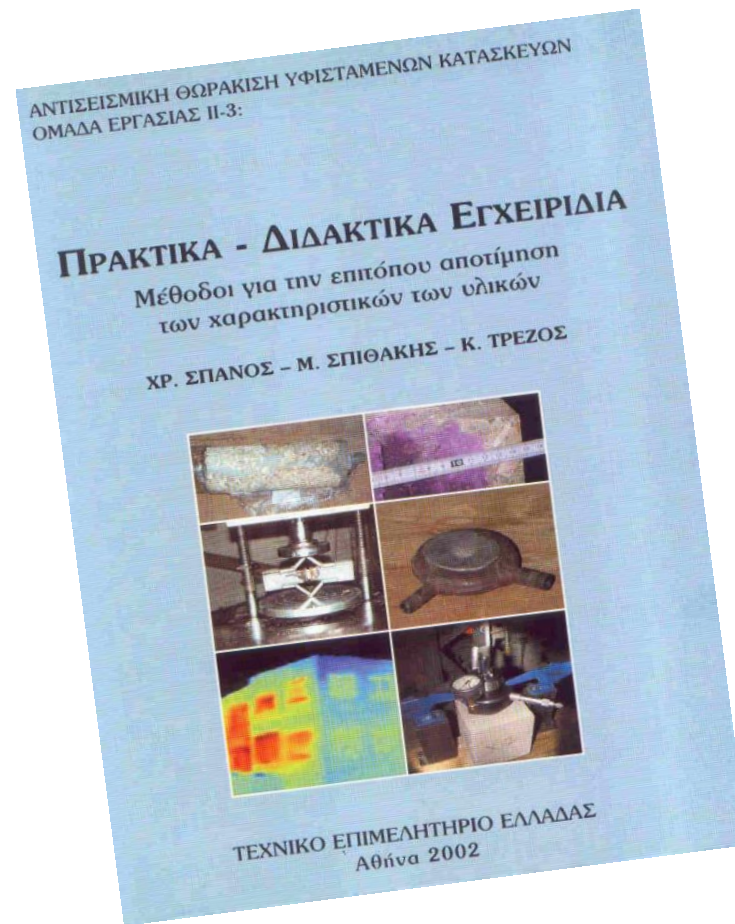
s. www.spme.gr

Προεδρείο ΣΠΜΕ

Σ.Α.Δ. Πηγών



ΕΤΕΠ, σχέδια νέων, κ.α.



Σύλλογος Πολιτικών Μηχανικών Ελλάδος
25.000 Μέλη | 20 Τοπικά Τμήματα

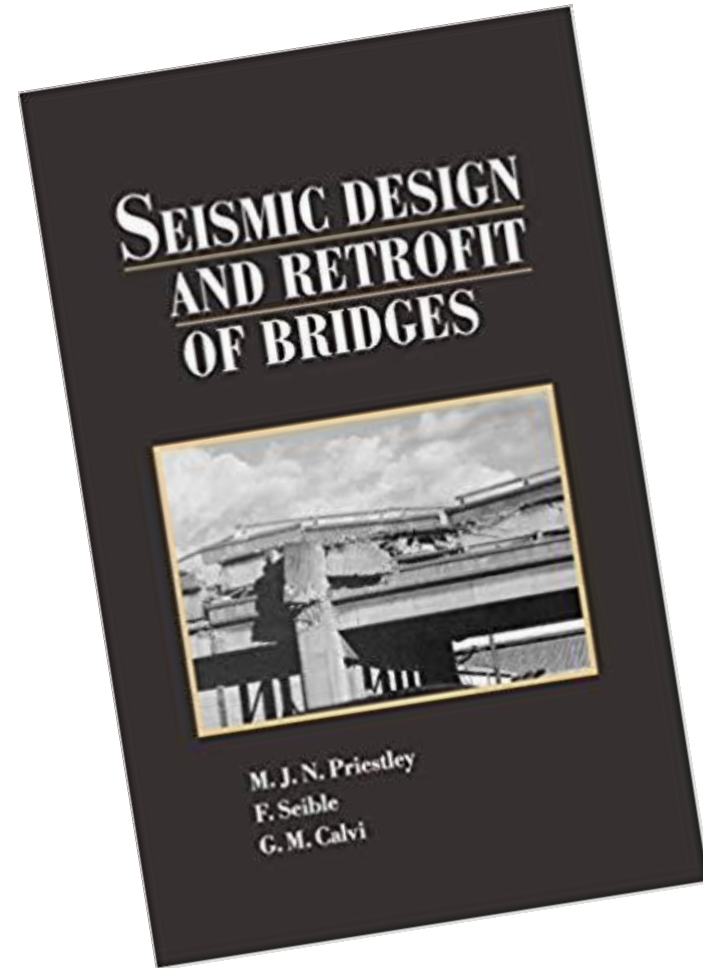
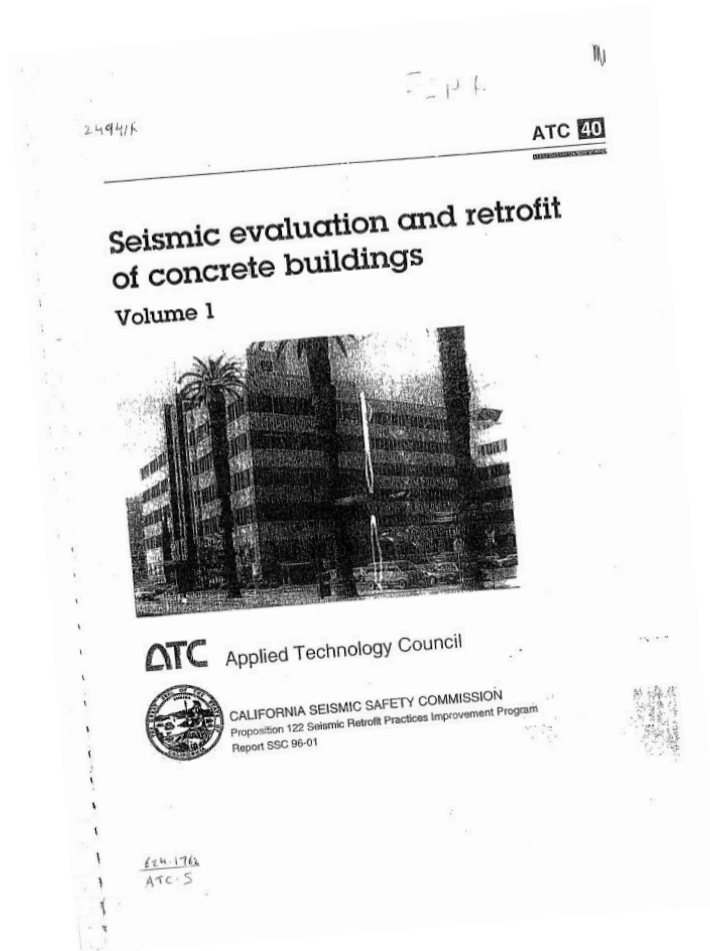


e info@spme.gr

s. www.spme.gr

Προεδρείο ΣΠΜΕ

Σ.Α.Δ. Πηγών



Σύλλογος Πολιτικών Μηχανικών Ελλάδος
25.000 Μέλη | 20 Τοπικά Τμήματα

e info@spme.gr

s. www.spme.gr

Προεδρείο ΣΠΜΕ



Θέματα συντήρησης ? Τεχνολογίας Σκυροδέματος ?

www.spme.gr/biblio8hkh/teχνikes-odhgies/



www.spme.gr/biblio8hkh

Σύλλογος Πολιτικών Μηχανικών Ελλάδος
25.000 Μέλη | 20 Τοπικά Τμήματα



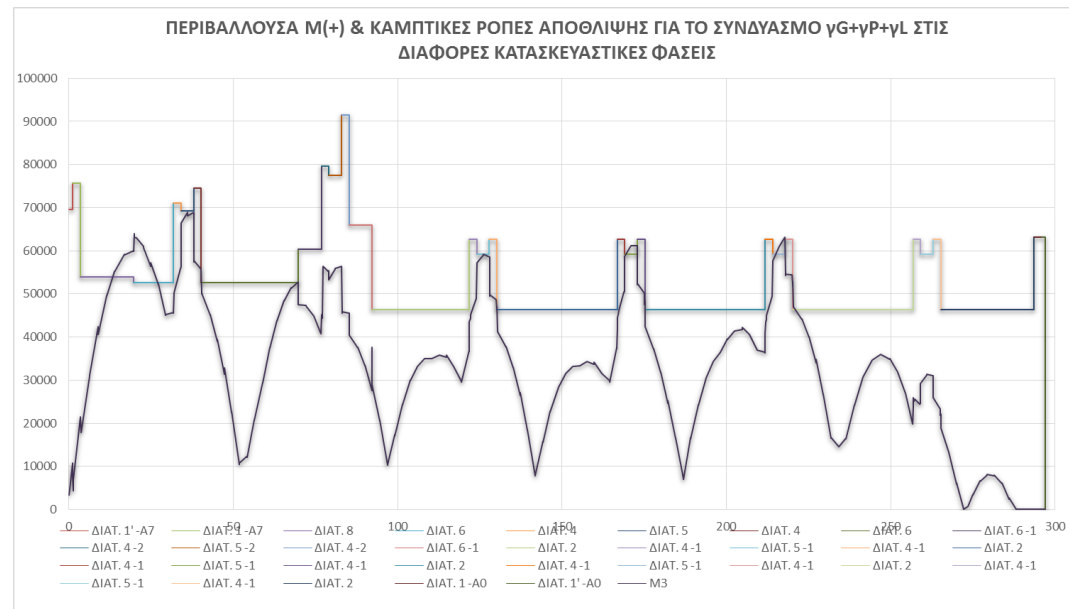
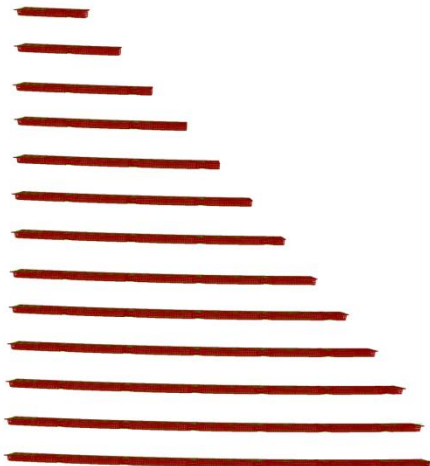
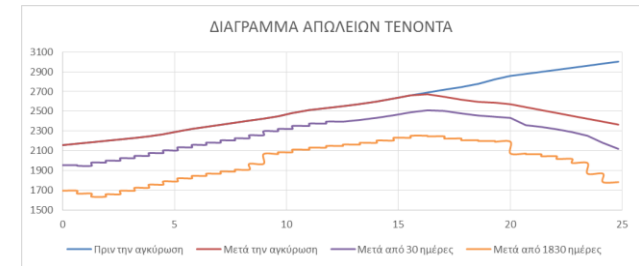
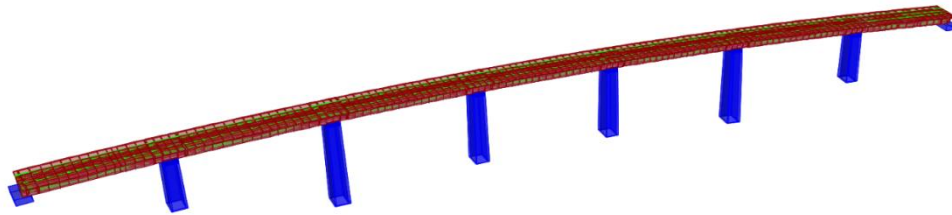
e info@spme.gr

s. www.spme.gr

Προεδρείο ΣΠΜΕ

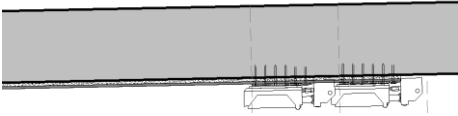
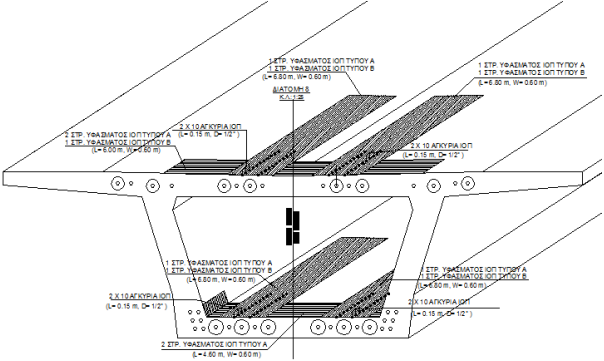
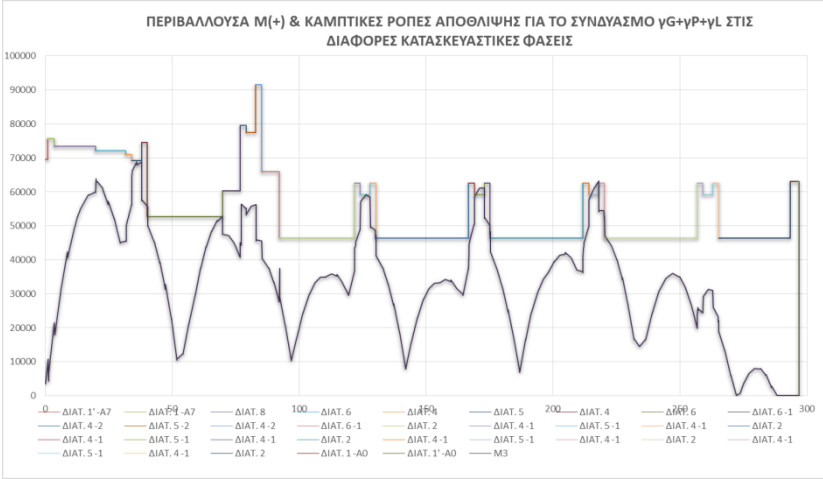
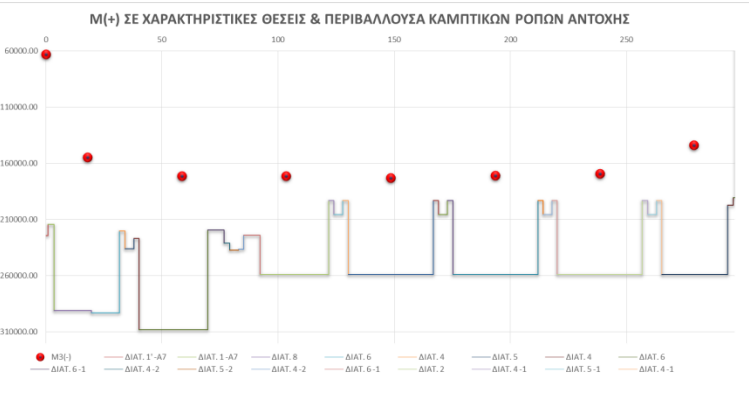
Ανάλυση με σύγχρονες μεθόδους

Assessment *nonlinear analysis*



Επεμβάσεις με προηγμένα υλικά

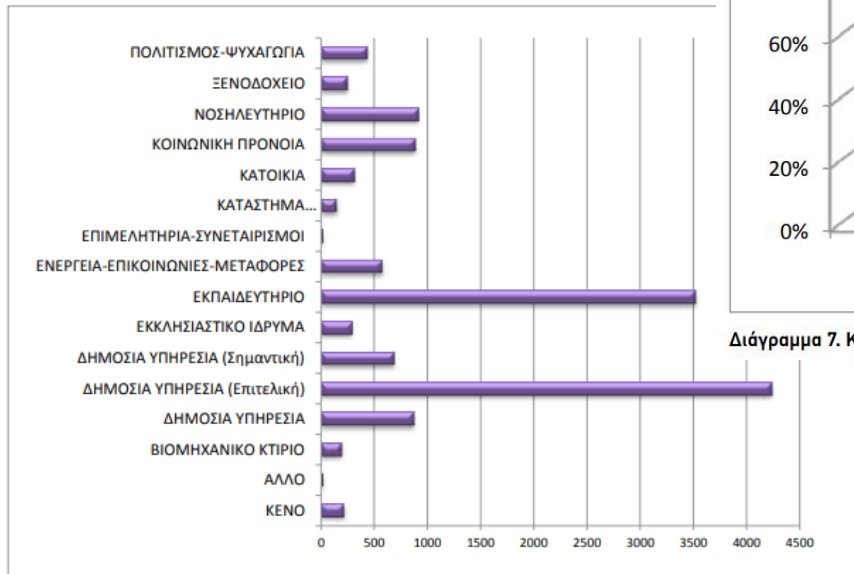
Retrofit external prestressing



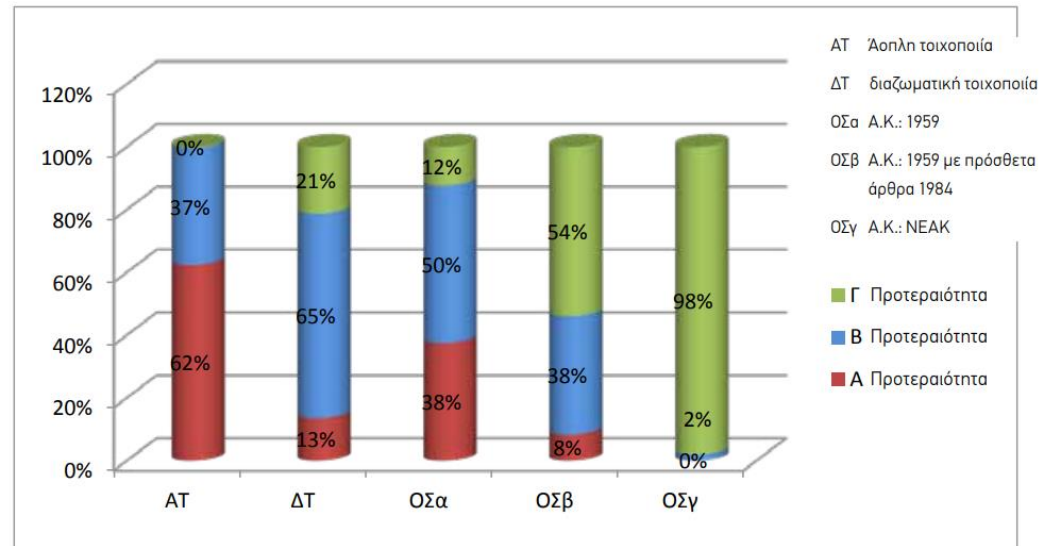
Performance Based Retrofit for the LS (Limit State) of DL (Damage Limitation)

ποια δομήματα έχουν προτεραιότητα ?

πρωτοβάθμιος έλεγχος – κατάταξη με βάση τη διακινδύνευση



Διάγραμμα 4. Κατανομή ανά χρήση κτιρίου



Διάγραμμα 7. Κατανομή προτεραιότητας Α, Β, Γ ανά Δομικό Τύπο

ΑΤ Άσπλη τοικοποιία
 ΔΤ διαζωματική τοικοποιία
 ΟΣα Α.Κ.: 1959
 ΟΣβ Α.Κ.: 1959 με πρόσθετα άρθρα 1984
 ΟΣγ Α.Κ.: ΝΕΑΚ
 Γ Προτεραιότητα
 Β Προτεραιότητα
 Α Προτεραιότητα

πηγή : Ο.Α.Σ.Π.

Μέχρι το τέλος του 2017 στάλθηκαν στον ΟΑΣΠ 15.052 δελτία

τα ΔΕΔΟΤΑ ?

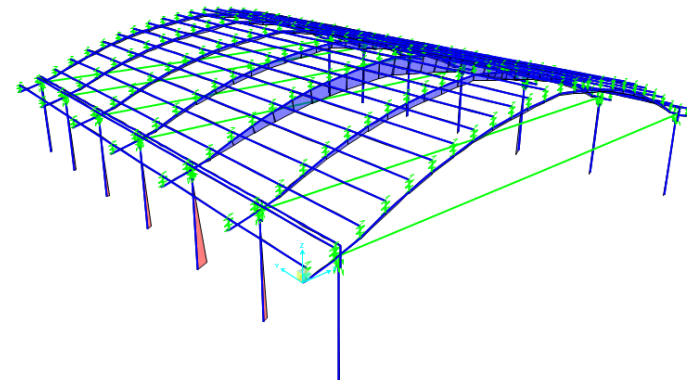
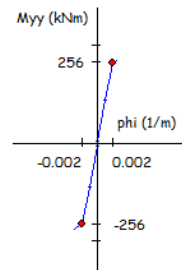
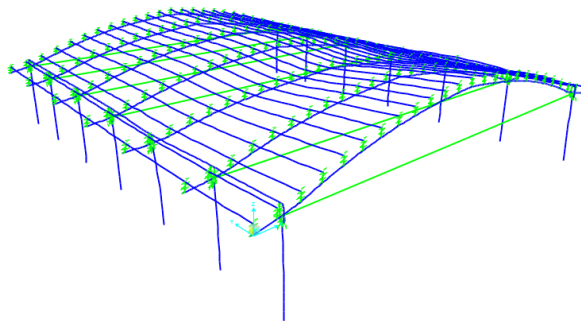
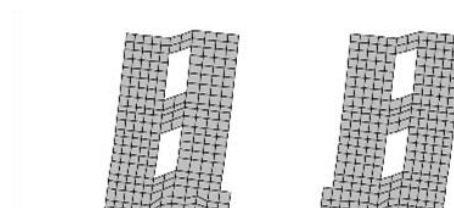
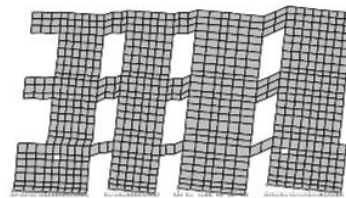
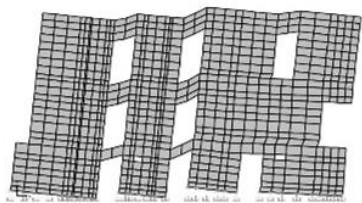
δευτεροβάθμιος έλεγχος ?

ή ενοργάνωση ή αποτίμηση

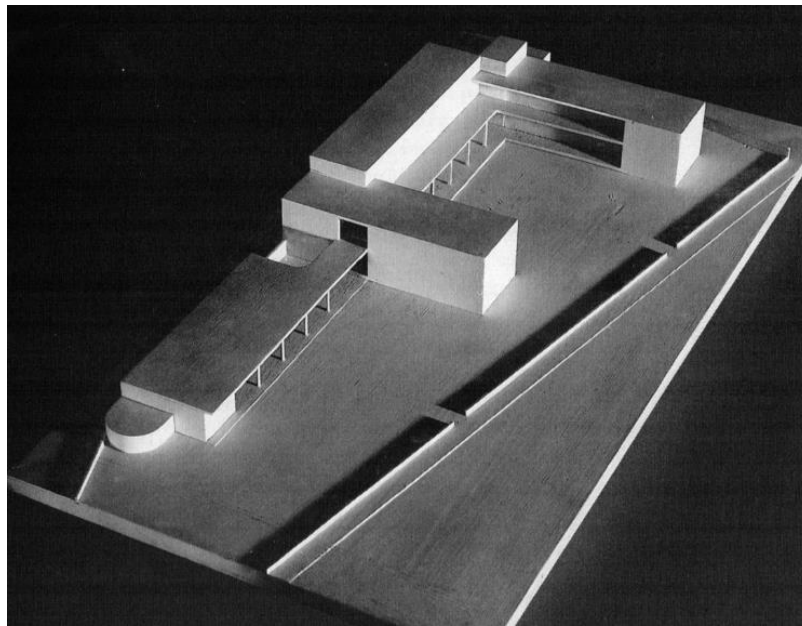
Monitoring

- ✓ *Real-time methods*
- ✓ *Continuous measurement with optical strands*

Αποτίμηση (μελέτη στατικής επάρκειας)



Θέμα : Οριστική παραλαβή της μελέτης με τίτλο "Μελέτη αποτίμησης της φέρουσας ικανότητας και ανασχεδιασμού του κτιριακού συγκροτήματος της Πρώην Παιδαγωγικής Ακαδημίας Ηρακλείου"



άποψη προπλάσματος αρχικής μελέτης ανέγερσης (1932-38, Π. Καραντινού)

Ιστορικό

- ✓ Με την **υπ' αρ. 900/2016** απόφαση του **Δημοτικού Συμβουλίου** καθορίσθηκε ο τρόπος ανάθεσης της μελέτης, **με ανοιχτό διαγωνισμό**, σύμφωνα με τις διατάξεις του **N.4412/2016**
- ✓ Με την **υπ' αρ. 913/2016** απόφαση της **Οικονομικής Επιτροπής** εγκρίθηκαν οι **όροι δημοπράτησης, η διάθεση πίστωσης και η ανάληψη υποχρέωσης**
- ✓ Ο **διαγωνισμός** διεξήχθη την **24.01.2017** (καταληκτική ημερομηνία υποβολής προσφορών) και ανάδοχος αναδείχτηκε η μελετητική εταιρεία «**ΕΜΠΛΕΚΤΟΝ – ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΕΠΕ**».
- ✓ Η **σύμβαση** υπεγράφη την **29.09.2017** (αρ. πρωτ. 117012)



Αντικείμενο Σύμβασης

- ✓ **Αποτύπωση Φ.Ο.** (Φέροντος Οργανισμού) συγκροτήματος
 - 1 στάδιο
- ✓ **Ερευνητικό πρόγραμμα διερεύνησης/Τεκμηρίωσης Φ.Ο.**
 - 1 στάδιο
- ✓ **Γεωτεχνική έρευνα & μελέτη**
 - 1 στάδιο
- ✓ **Μελέτη Αποτίμησης** φέρουσας ικανότητας του συγκροτήματος
 - 1 στάδιο
- ✓ **Μελέτη Ανασχεδιασμού Φ.Ο.** του συγκροτήματος
 - 3 στάδια (□) & Σύνταξη Τευχών Δημοπράτησης
 - Προμελέτη
 - Οριστική
 - Εφαρμογής
 - **υποστήριξη μελέτης στην ΥΔΟΜ** προς έκδοση **Άδειας Δόμησης / Έγκρισης Εργασιών Ενίσχυσης**



Κανονιστικό Πλαίσιο

✓ Πλαίσιο Ευρωκώδικων

- EN 1998 «Αντισεισμικός» με έμφαση στο μέρος 3, EN 1992 «Σκυροδέματος», EN 1997 «Γεωτεχνικός», EN 1993 «Μεταλλικών», EN 1994 «Σύμμικτων», EN 1995 «Ξύλινων», κλπ

✓ Ελληνικός Κανονισμός Επεμβάσεων

- ΦΕΚ 2984/Β/30-08-**2017** (πρόσφατη αναθεώρηση)
«**ΚΑΝ.ΕΠΕ.**»
- Υ.Α. (υπ. Αριθμ. ΔΝΣγ/34033Π.Ε./ΦΝ 275 / 03.02.**2016**)
«Τροποποίηση κανονισμών που αφορούν σε ειδικές περιπτώσεις επεμβάσεων σε υπάρχοντα κτίρια»

✓ Συμπληρωματικές Συστάσεις

- Σχέδιο «νέου» EN 1998 **2017-12-04**
- Σχέδιο ΚΑ.Δ.Ε.Τ. (κεφ.8) **2018-09-05**



Τεκμηρίωση - άμεσες μέθοδοι



- ✓ 18 πυρήνες («καρότα») σκυροδέματος
- ✓ 3 δείγματα επισκευαστικού κονιάματος
- ✓ 38 αποκαλύψεις («χαντρώματα»)

Τεκμηρίωση - εργαστηριακές δοκιμές

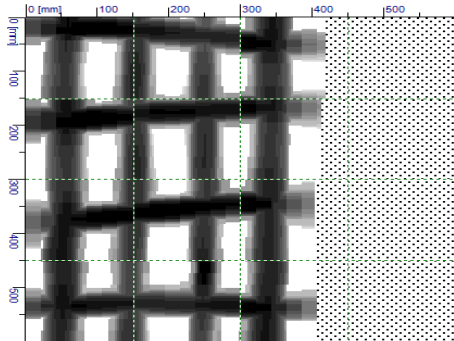
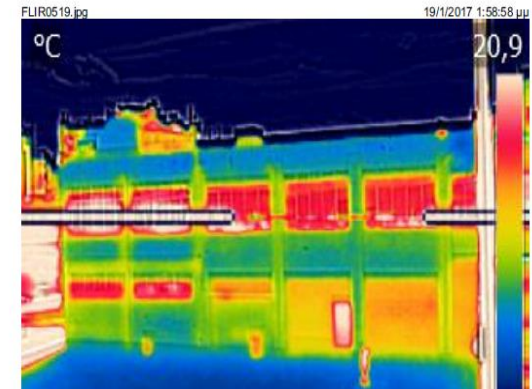
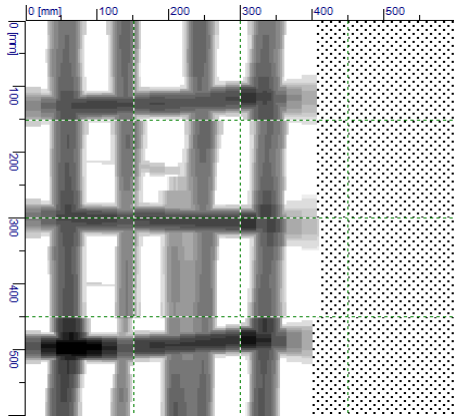


- ✓ 21 δοκιμές θλίψης
- ✓ μετρήσεις βάθους ενανθράκωσης (επιτόπου)

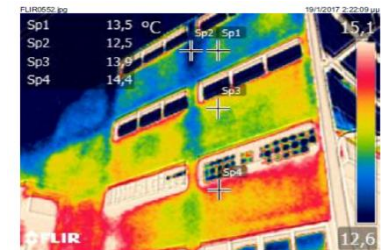
- ✓ μετρήσεις διάβρωσης οπλισμού (επιτόπου)
- ✓ αναγνώριση οπλισμού (επιτόπου)



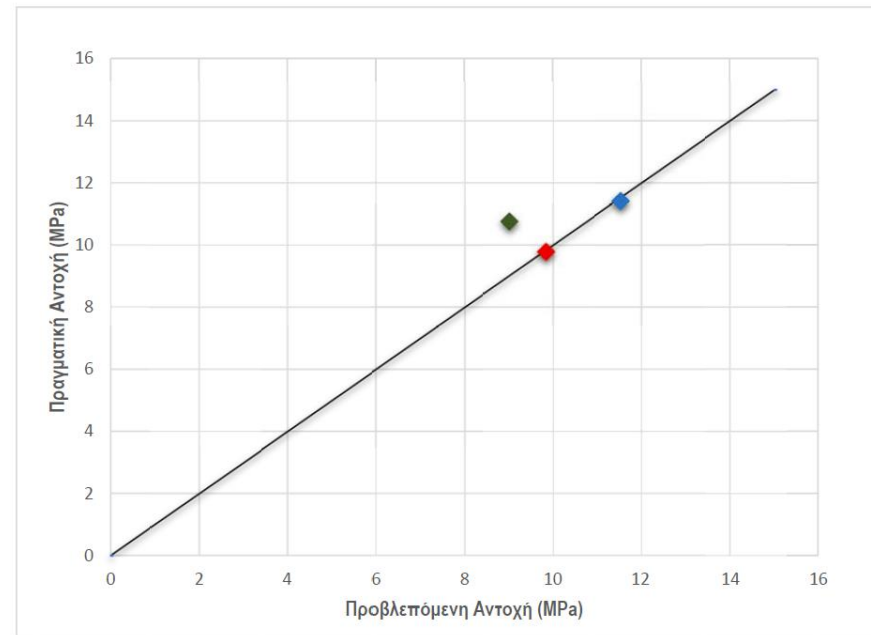
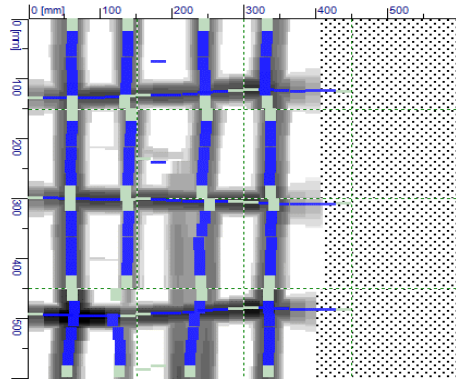
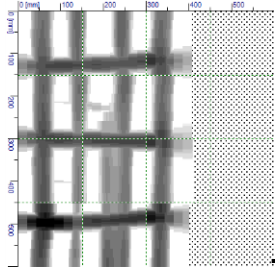
Τεκμηρίωση - έμμεσες μέθοδοι



- ✓ > 95 κρουσιμετρήσεις
- ✓ > 100 ανιχνεύσεις σπλισμού
- ✓ θερμογραφίες

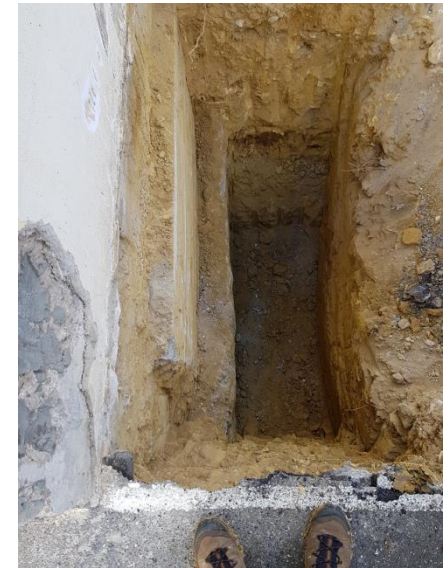


Τεκμηρίωση - βαθμονόμηση μεθόδων



- ✓ ανιχνεύσεις - αποκαλύψεις
- ✓ κρουσίμετρα (ενανθράκωση) - δοκιμές θλίψης

Γεωτεχνική Έρευνα & Μελέτη

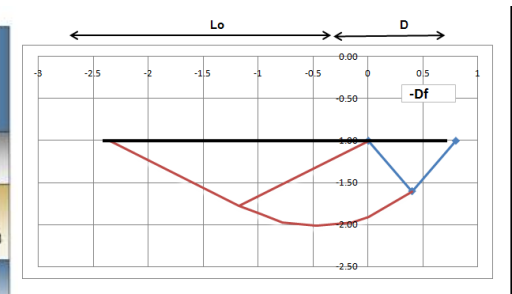
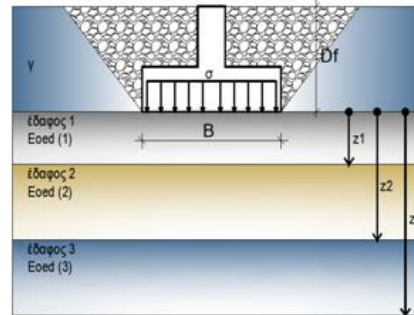


✓ 4 ερευνητικά φρέατα

⇒ Τεκμηρίωση Θεμελίωσης



Γεωτεχνική Έρευνα & Μελέτη

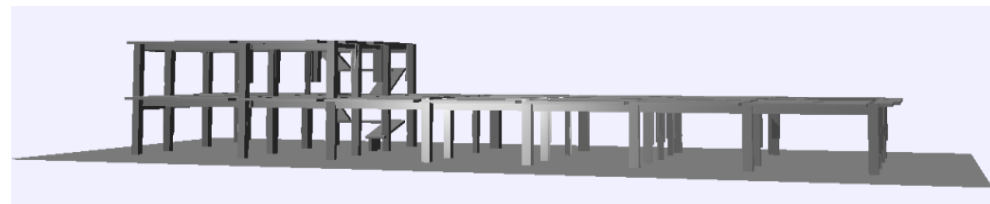
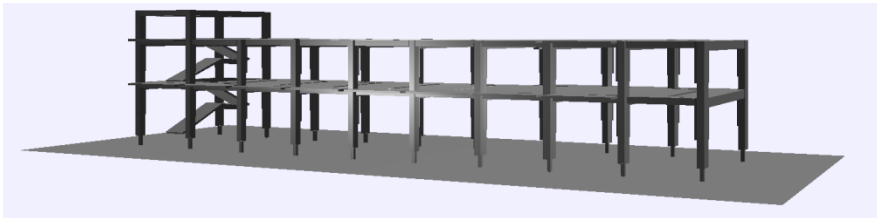
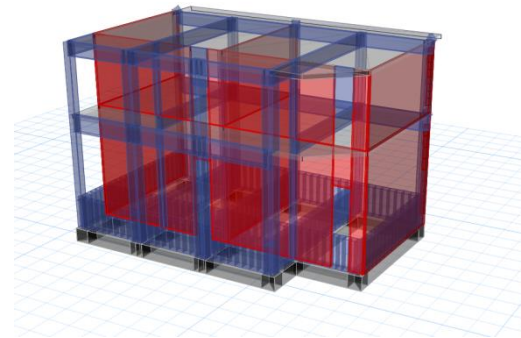
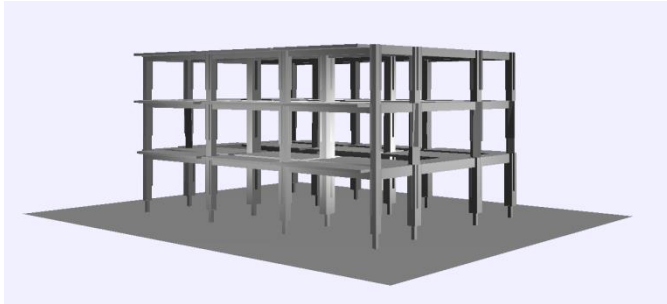
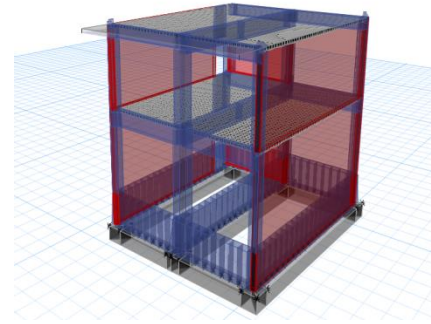


✓ 3 γεωτρήσεις

➡ Τεκμηρίωση Εδάφους

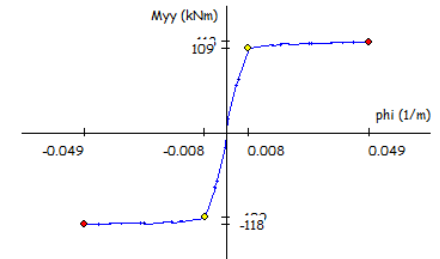
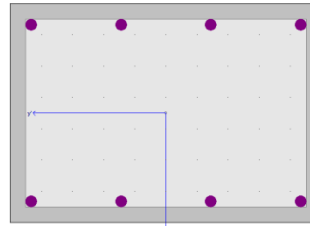
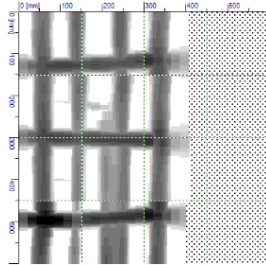


Προσομοίωση Υφιστάμενων Φορέων

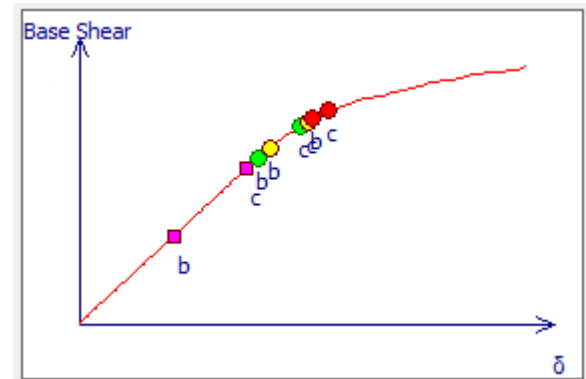
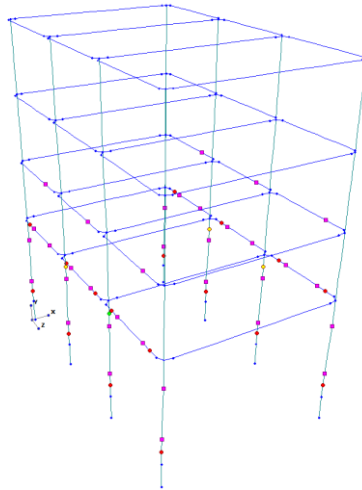


Ανελαστική απόκριση Μελών - Κατασκευής

✓ Μέλη



✓ Κατασκευή



Έλεγχος με βάση την Επιτελεστικότητα

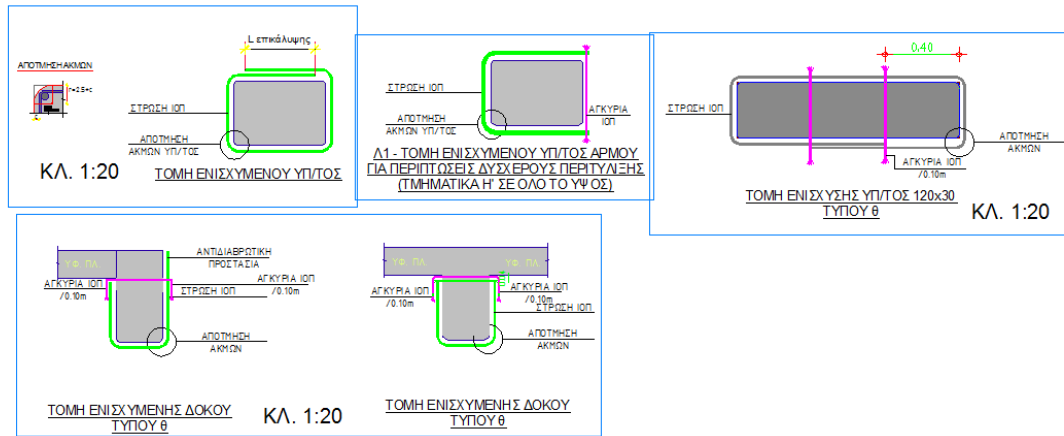
ρ υπέρβασης σεισμ. δράσης εντός του συμβ. t ζωής	Περιορισμένες βλάβες	Σημαντικές βλάβες	Οιονεί Κατάρρευση
10% (ζώνη II EN 1998, $\alpha=0.24$)	A1	B1	Γ1
50%	A2	B2	Γ2

- ✓ για τη διακινδύνευση των «παλαιών κανονισμών» (< «Γ2»)
- ✓ για το στόχο των νέων Δομημάτων («B1»)

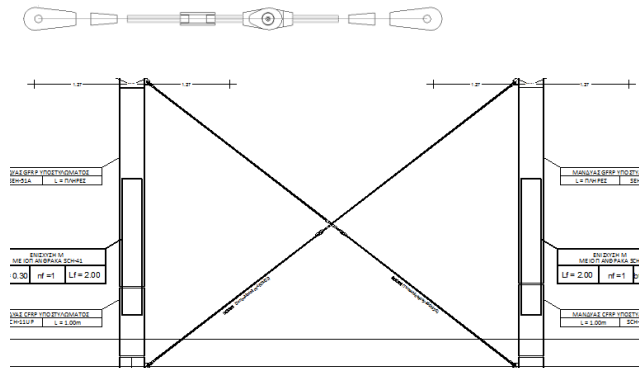


Επεμβάσεις με βάση την Επιτελεστικότητα

μανδύες ΙΟΠ (με ίνες άνθρακα - ανθρακονήματα)



μεταλλικοί ελκυστήρες

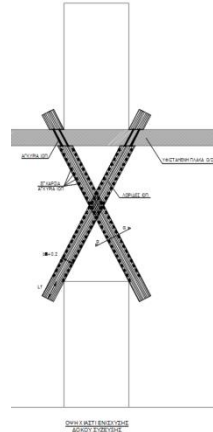
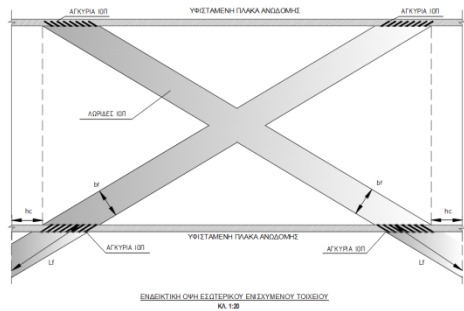


- ✓ συντήρηση & αποκατάσταση (Γ2/Β2)
- ✓ ενίσχυση για το στόχο των νέων Δομημάτων (Β1)



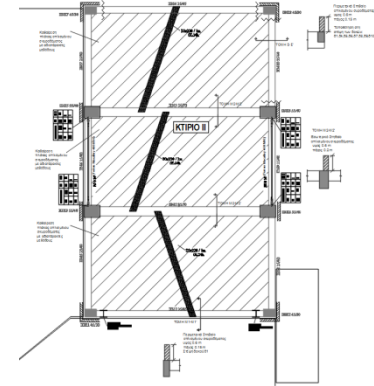
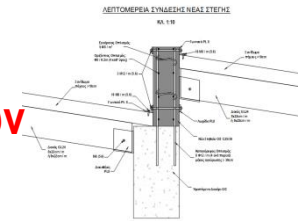
Επεμβάσεις με βάση την Επιτελεστικότητα

Ενίσχυση τοιχείων και δοκών σύζευξης

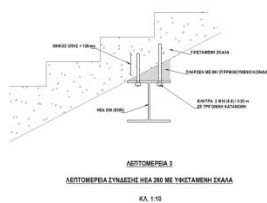
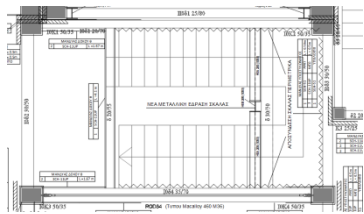


Μείωση μάζας

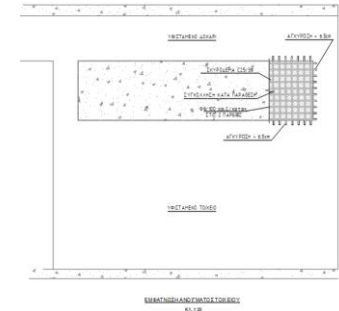
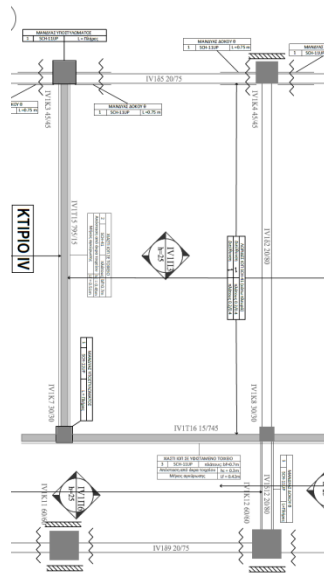
στατική επέμβαση φυτεμένων δωματίων εκτακτικού τύπου



Αποσύνδεση κλιμακοστασίων



Εμφάνιση



Τεκμηρίωση & Αποτίμηση μή-μονολιθικού Λιμενικού Υπόστεγου με εξωτερική προένταση

e. info@eblecton.gr

s. www.eblecton.gr

Βασίλης Μπαρδάκης
Πέτρος Μοσχολιός
Χριστόφορος Βασιλάκης

πολιτικός μηχανικός, Δρ
πολιτικός μηχανικός, ΜΔΕ
πολιτικός μηχανικός, ΜΔΕ



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΛΙΜΕΝΟΣ ΠΑΤΡΩΝ Α.Ε.

e. info@patrasport.gr

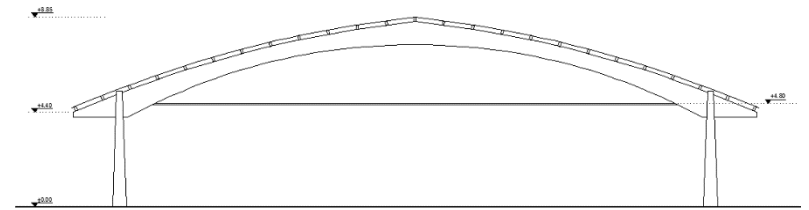
s. www.patrasport.gr

Φώτης Σμυρνής
Σταύρος Αντύπας

πολιτικός μηχανικός, Διπλ.
πολιτικός μηχανικός, ΜΔΕ

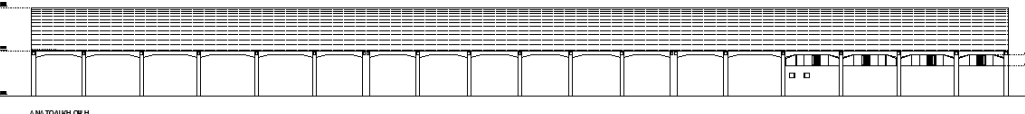


Τεκμηρίωση Περιγραφή Φορέα



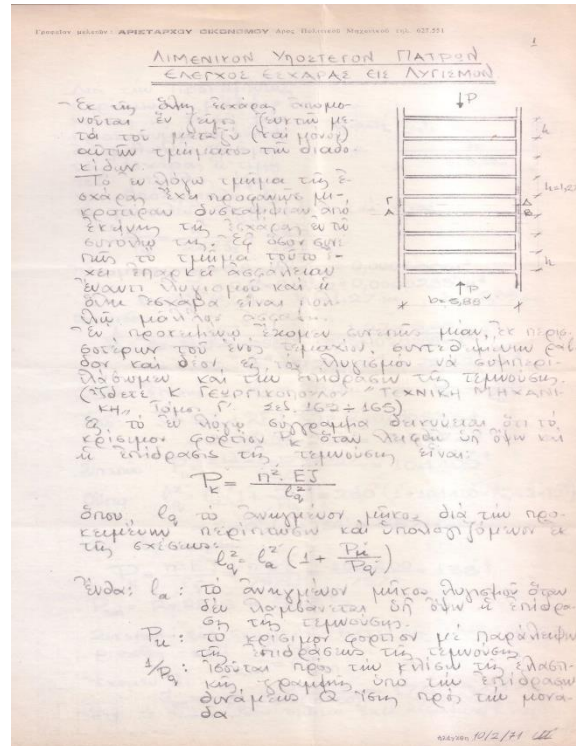
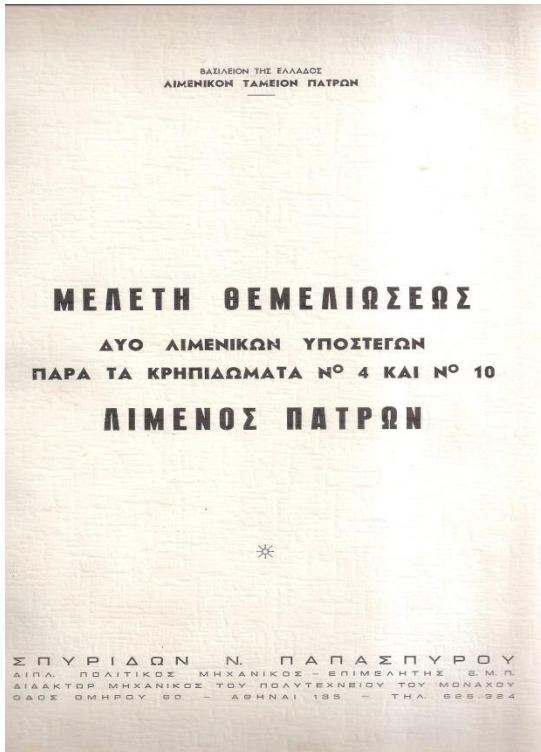
επιφάνεια περίπου 3078 m² (99.3m x 31m)

- ✓ 2 αρμούς συστολο-διαστολής
- ✓ τοξοειδείς δοκούς σκυροδέματος με εξωτερική προένταση
- ✓ έδραση στους στύλους μέσω εφεδράνων





Τεκμηρίωση Διαθέσιμα Στοιχεία Μελετών



- ✓ κατασκευή του 1970
- ✓ με μελέτη που διατίθεται

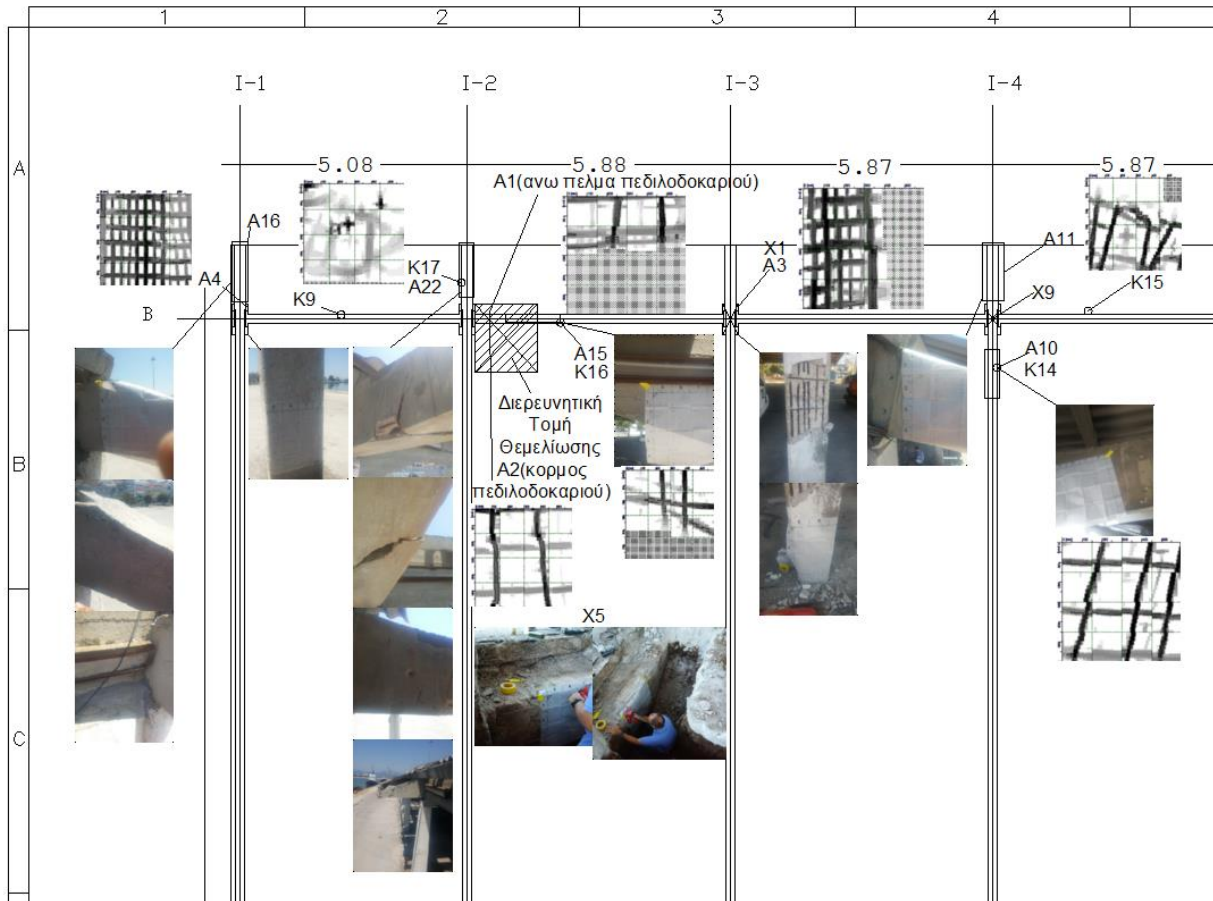
Τα διαθέσιμα στοιχεία της Μελέτης του Δρος Πολιτικού Μηχανικού Αριστ. Οικονόμου βρίσκονται στο αρχείο του Οργανισμού Λιμένος Πατρών

διατίθεται και η γεωτεχνική του Δρος Πολιτικού Μηχανικού Σπ. Παπασπύρου



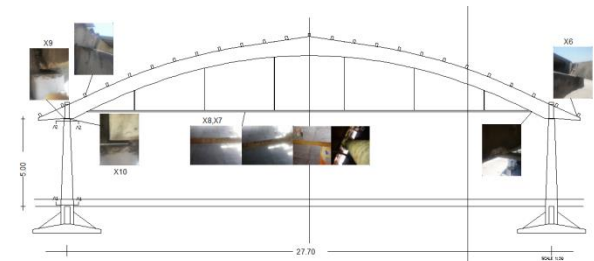
Τεκμηρίωση

Ανιχνεύσεις, «Χαντρώματα», Τομή Θεμελίωσης, Μετρήσεις



➤ «Ικανοποιητική» Σ.Α.Δ. ... υλικών

➤ «Υψηλή» Σ.Α.Δ. ... φορτίων





Τεκμηρίωση Δοκιμές θλίψης πυρήνων



Τ.Ε.Δ.Υ. Ε.Π.Ε.

ΜΟΝΟΠΡΟΣΩΠΗ Ε.Π.Ε. ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ
 ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΓΡΑΦΕΙΑ : ΜΙΑΟΥΛΗ 24 ΠΑΤΡΑ ΤΗΛ. 2610-322.132 / ΦΑΞ. 2610-324.061
 E-mail : techlab@pat.forthnet.gr ptsonis@tee.gr
 Εποπτευόμενο από το Υπουργείο Ανάπτυξης - Ανταγωνιστικότητας
 Υποδομών - Μεταφορών & Δικτύων (Αρ.Πρωτ. Δ14ε/88763/866/2-10-2012)

Ανήκει στα 315/21-7-2017 έγγραφό μας.

ΕΡΓΟ : «Στατική - σεισμική αποτίμηση λιμενικού υπόστρου Νο10, στον παλιό λιμένα Πατρών λόγω αλλαγής επικάλυσης στέγης».
 ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΥΠΗΡΕΣΙΑ : ΟΛΠΑ Α.Ε. - Δ/ΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ
 ΑΝΑΔΟΧΟΣ : ΕΜΠΛΕΚΤΟΝ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Ε.Π.Ε.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΘΛΙΨΗ ΠΥΡΗΝΩΝ ΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ (ΕΓΚΥΚΛΙΟΣ Ε7 Δ14/19069/28/03/1997)

Α/Α	ΗΜΕΡΙΑ ΛΗΨΕΩΣ	ΗΜΕΡΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΘΕΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	H (cm)	D (cm)	H/D	P (KN)	Τάση Θραύσεως (MPa)	λ1	λ2	λ4	G (MPa)	λ3	W (MPa)
4665	13/7/2017	17/7/2017	Π1 διαδοκίδα	10,5	10,0	1,05	182,1	23,20	0,862	0,960	1,03	19,9	1,212	24,0
4666	>>	>>	Π2 πρόβολος	10,5	10,0	1,05	277,5	35,30	0,862	0,960	1,03	30,1	1,167	35,1
4667	>>	>>	Π3 πρόβολος	10,5	10,0	1,05	293,6	37,40	0,862	0,960	1,03	31,9	1,162	37,0
4668	>>	>>	Π4 διαδοκίδα	10,5	10,0	1,05	118,1	15,00	0,862	0,960	1,03	12,8	1,250	16,0
4669	>>	>>	Π5 διαδοκίδα	10,6	10,0	1,06	257,2	32,70	0,864	0,960	1,03	27,9	1,173	32,8

H : Ύψος πυρήνα (cm)
 D : Διάμετρος πυρήνα (cm)
 P : Φορτίο θραύσεως (KN)
 G : Αντοχή κυλίνδρου 15x30 cm (MPa)

B160 $f_{ck} = 11,8\text{MPa}$
 B300 $f_{ck} = 24,8\text{MPa}$
 C16/20 $f_{ck} = 20\text{MPa}$
 C20/25 $f_{ck} = 25\text{MPa}$

λ1 : Συντελεστής αναγωγής της αντοχής πυρήνα με λόγο H:D σε αντοχή κυλίνδρου με λόγο H:D=2
 λ2 : Συντελεστής αναγωγής της αντοχής κυλίνδρου με λόγο H:D σε αντοχή κυλίνδρου
 λ3 : Συντελεστής αναγωγής της αντοχής κυλίνδρου με H=30cm και D=15cm σε αντοχή κύβου 15x15x15 cm
 λ4 : Συντελεστής που εξαρτάται από το μέγεθος του πυρήνα, την συντήρηση του έργου κ.λ.π.
 W : Αντοχή κύβου 15x15x15 (MPa)

ΑΚΡΙΒΕΣ ΑΝΤΙΓΡΑΦΟ
 ΜΟΝΟΠΡΟΣΩΠΗ Ε.Π.Ε.
 ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ
 ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΟΛΠΑ Α.Ε.
 ΟΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ
 ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ
 ΜΙΑΟΥΛΗ 24 - ΠΑΤΡΑ - ΤΗΛ: 2610.322.132
 Α.Φ.Μ.: 095070302 - Β. ΔΟΥΒΡΑΤΡΩΝ

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ :

- 1) Οι αντοχές των δοκιμών αναφέρονται στην ημερομηνία ελέγχου των πυρήνων.
- 2) Ο προσδιορισμός αντοχής σε θλίψη έγινε σύμφωνα με τη μέθοδο ΣΚ-304.

**ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΒΑΘΟΥΣ ΕΝΑΝΘΡΑΚΩΣΗΣ
 ΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ (CPC 18) (1988TC14-CPC)**

Α/Α	ΗΜΕΡΙΑ ΛΗΨΕΩΣ	ΘΕΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	ΜΕΣΟ ΒΑΘΟΣ ΕΝΑΝΘΡΑΚΩΣΗΣ d_k (ΠΑΝΩ) (cm)	ΜΕΣΟ ΒΑΘΟΣ ΕΝΑΝΘΡΑΚΩΣΗΣ d_k (ΚΑΤΩ) (cm)
4665	13/7/2017	Π1 διαδοκίδα	4,5	4,5
4666	>>	Π2 πρόβολος	3,5	3,0
4667	>>	Π3 πρόβολος	3,0	2,0
4668	>>	Π4 διαδοκίδα	5,0	4,0
4669	>>	Π5 διαδοκίδα	4,0	3,0

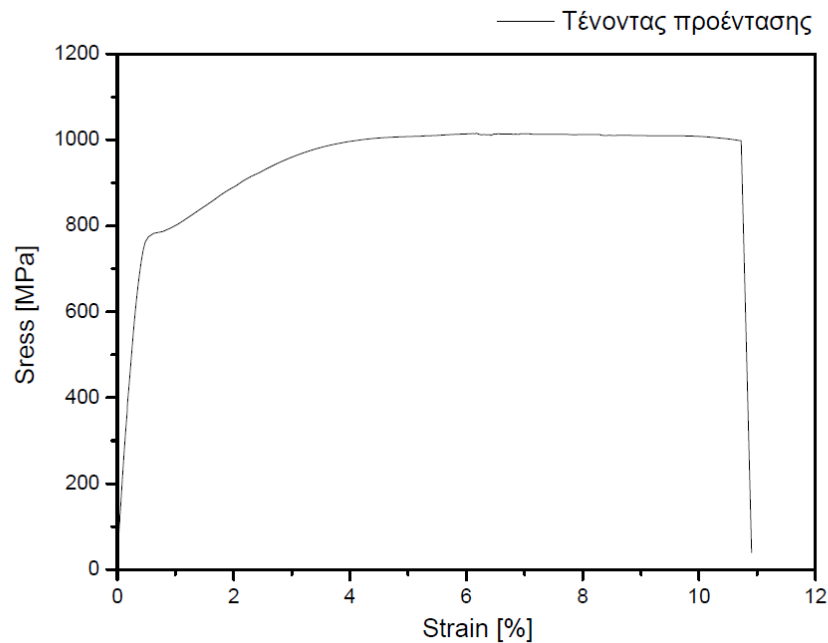
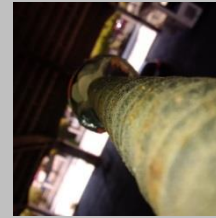
Ο ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ

ΤΣΩΝΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ
 ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ





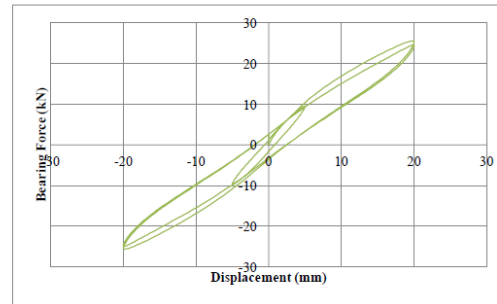
Δοκιμή Εφελκυσμού Τενόντων



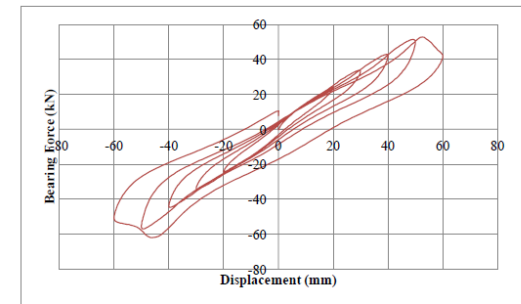
Εργαστηρίου Μηχανικής & Τεχνολογίας Υλικών
του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών,
Πανεπιστημίου Πατρών



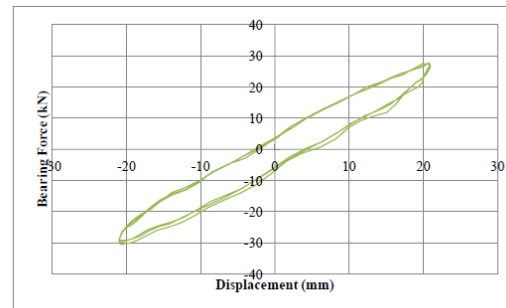
Σεισμικές Δοκιμές Εφεδράνων



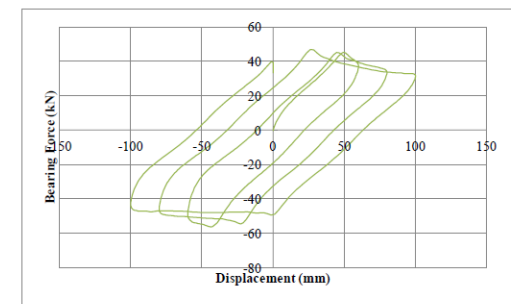
1^η δοκιμή: βρόχοι δύναμης - μετακίνησης του ενός εφεδράνου



3^η δοκιμή: βρόχοι δύναμης-μετακίνησης εφεδράνου



2^η δοκιμή: βρόχοι δύναμης-μετακίνησης εφεδράνου

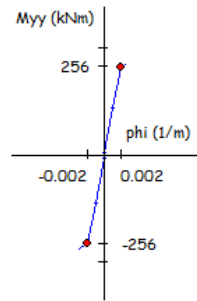
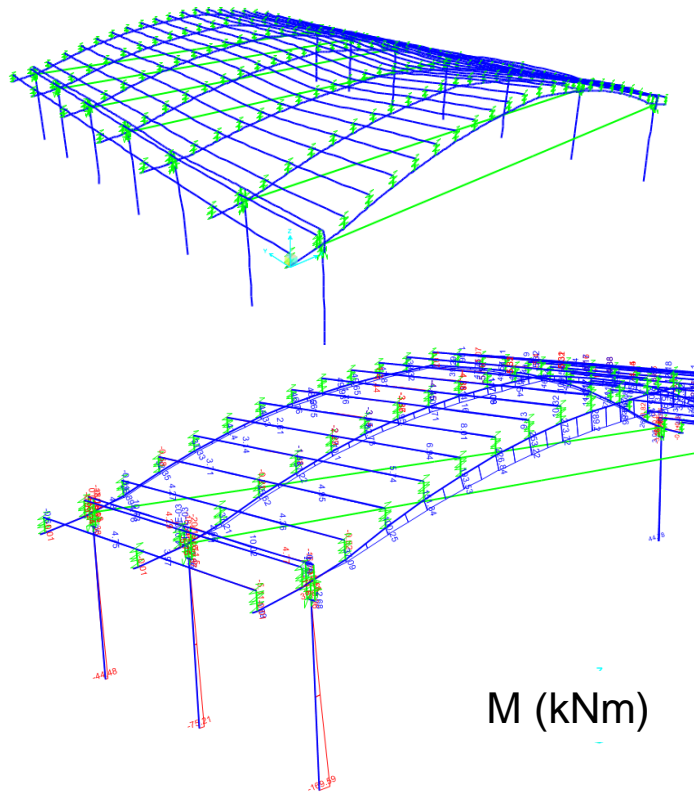


4^η δοκιμή: βρόχοι δύναμης - μετακίνησης εφεδράνου

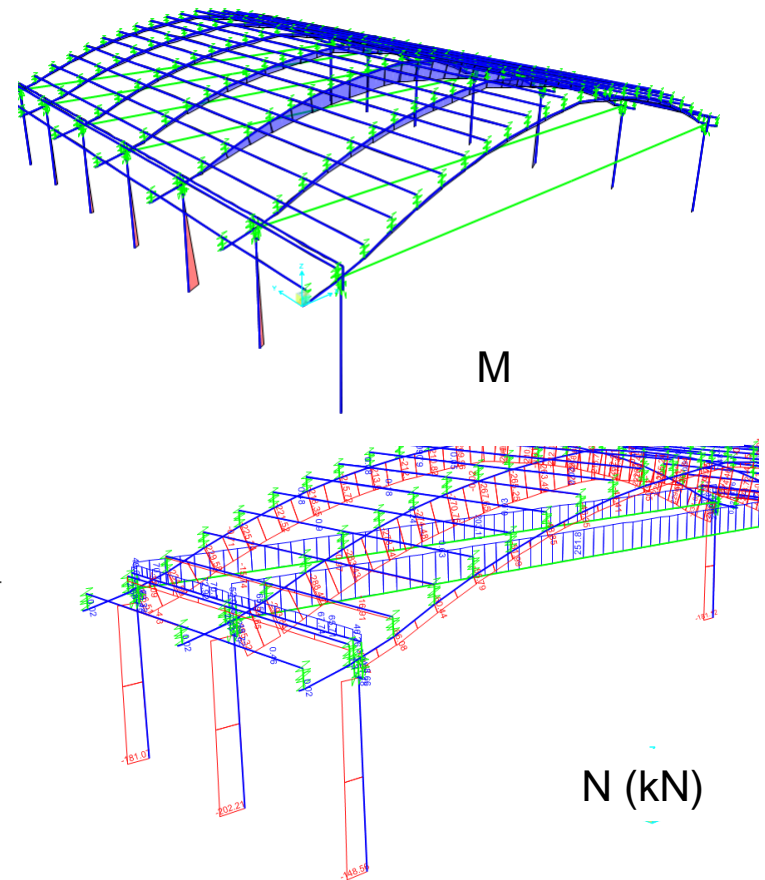
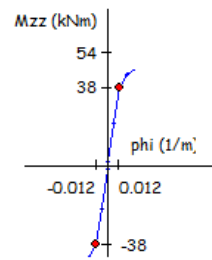
Εργαστηρίου Κατασκευών
του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών,
Πανεπιστημίου Πατρών



Θραύση Τένοντα



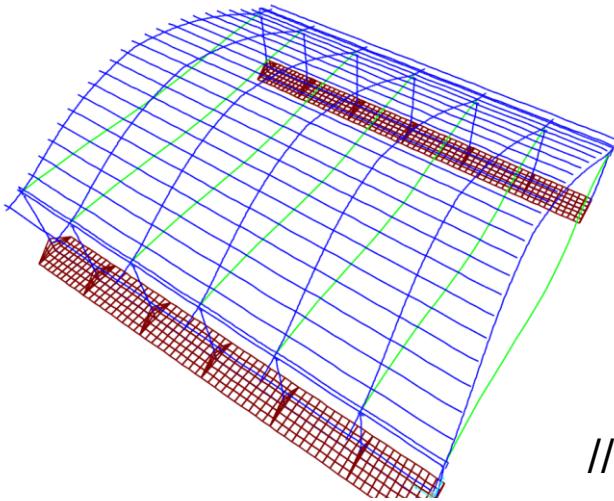
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ



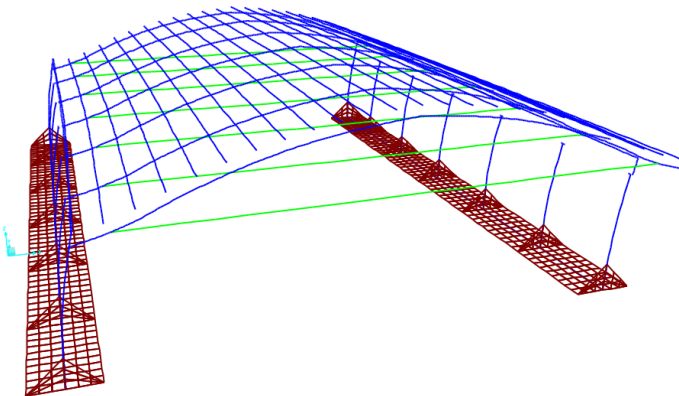


Δυναμικά Χαρακτηριστικά

Σημαντικές Ιδιομορφές



// Y - T= 2.37 sec (επόμενη με T= 0.66 sec)



// X - T= 1.53 sec (επόμενη με T= 0.46 sec)



Στόχοι Επιτελεστικότητας

p υπέρβασης σεισμ. δράσης εντός του συμβ. t ζωής	Άμεση Χρήση μετά τον σεισμό	Σημαντικές Βλάβες	Οιονεί Κατάρρευση
10%	A1	B1	Γ1
50%	A2	B2	Γ2

Στάθμες Επιτελεστικότητας

1. Άμεσης Χρήσης («Damage Limitation»)
2. Σημαντικών Βλαβών («Significant Damage»)
3. Οιονεί Κατάρρευσης («Near Collapse»)

Σεισμός Σχεδιασμού

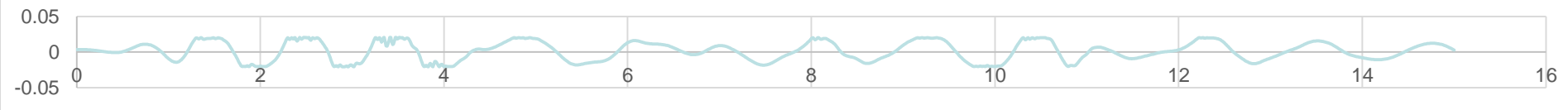
1. «ενδεχόμενος», περιόδου 225 ετών (20% πιθανότητα στα 50 έτη)
 2. «σπάνιος», περιόδου 475 ετών (10% πιθανότητα στα 50 έτη)
 3. «εξαιρετικά σπάνιος», περιόδου 2475 ετών (2% πιθανότητα στα 50 έτη)
- Δομήματα σπουδαιότητας διάφορης της συνήθους: πολλαπλασιασμός σεισμικής δράσης επί συντελεστή σπουδαιότητας



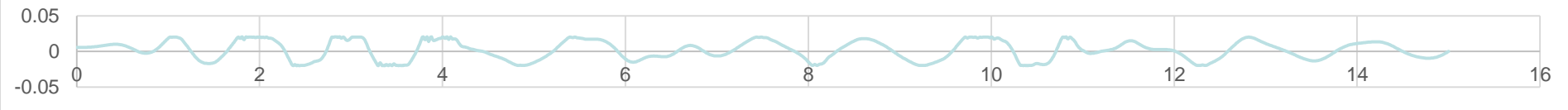
Αποτελέσματα Άνελαστικών Αναλύσεων

δυναμικών

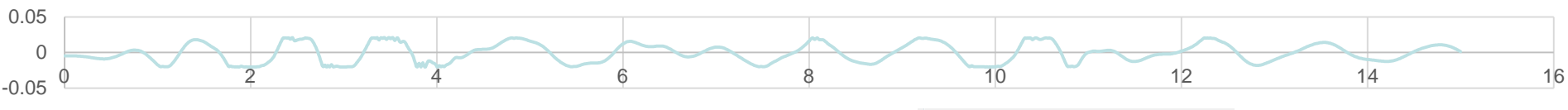
Epit7 Link1 Ux



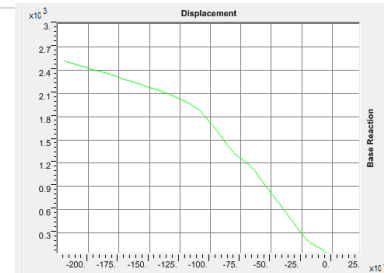
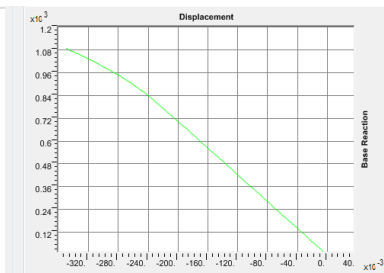
Epit7 Link11 Ux



Epit7 Link13 Ux



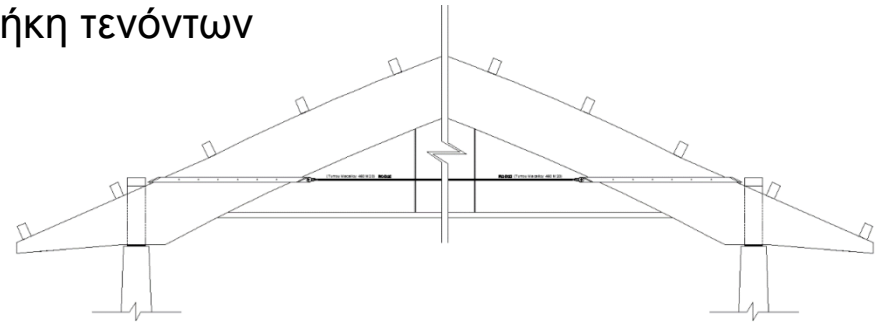
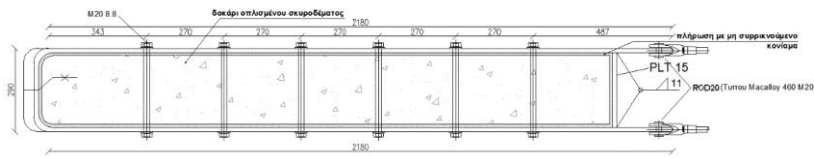
ΣΤΑΤΙΚΩΝ



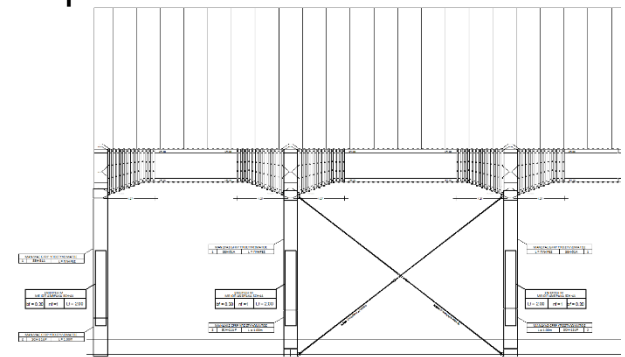
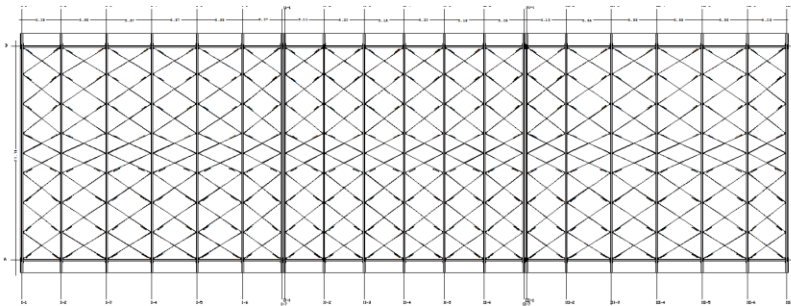


Επεμβάσεις

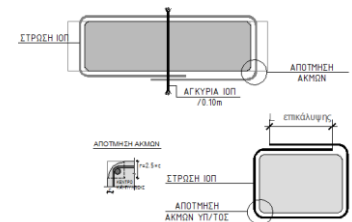
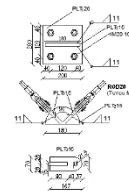
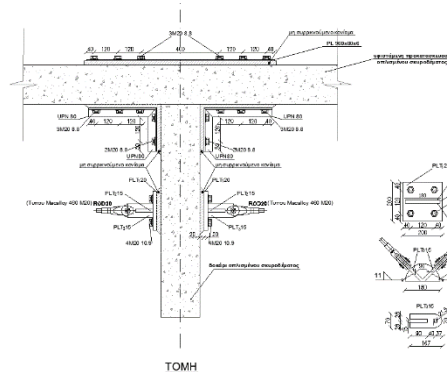
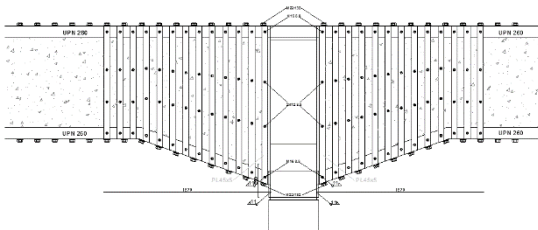
προσθήκη τενόντων



προσθήκη συνδέσμων



ενίσχυση κόμβων

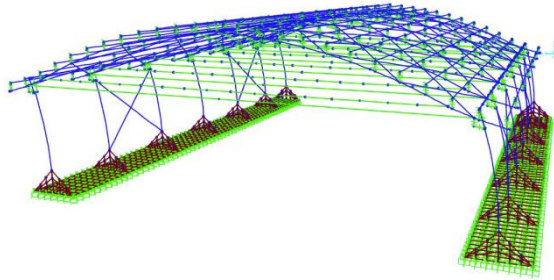


ΠΟΙ 3η Ισοχονία 3

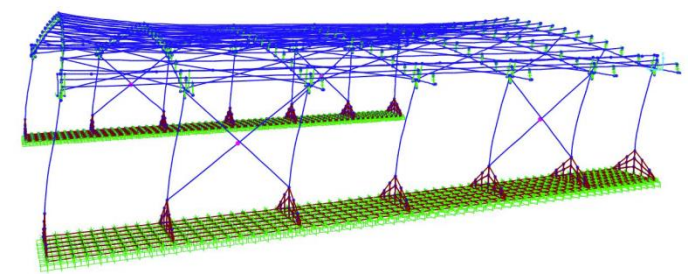
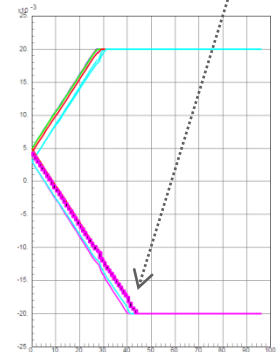
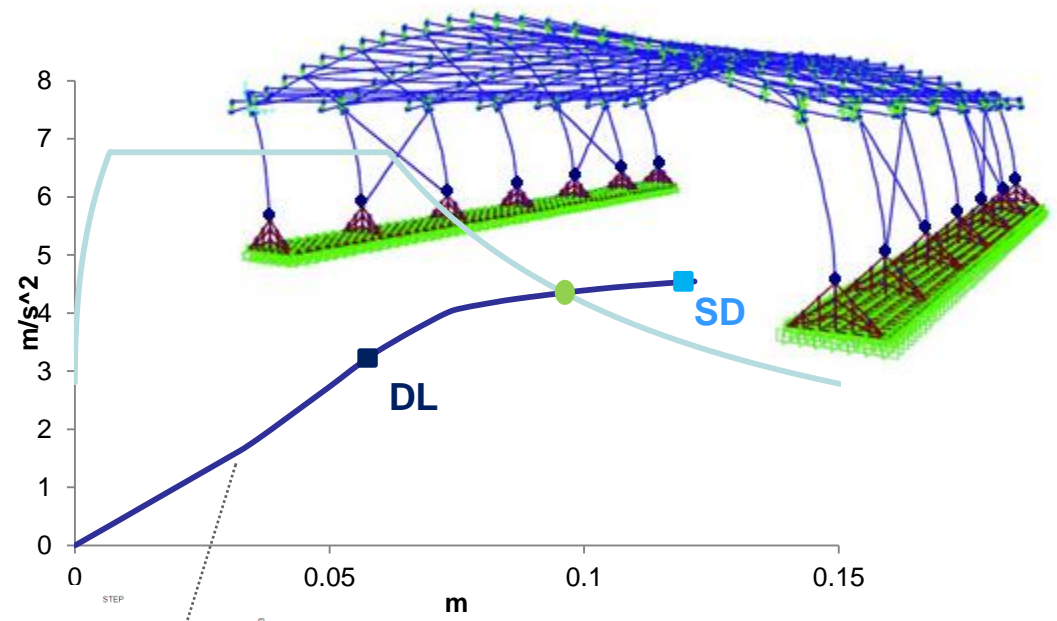
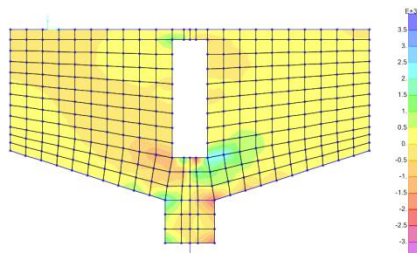
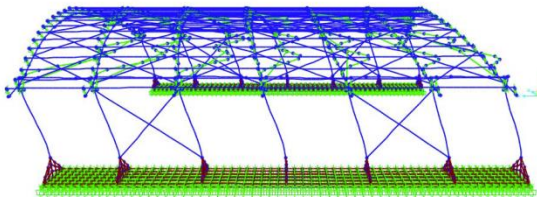


Έλεγχος Ενισχυμένου Φορέα

σ.Ιδιομορφή //X T= 1.076 sec



σ.Ιδιομορφή //Y T= 0.573 sec



Οικονομικότητα Λύσης (σύγκριση τιμών προ ΦΠΑ)

Στοιχεία μελετών που εκπονήθηκαν με βάση την Επιτελεστικότητα (προ ΓΕ, ΟΕ, Απρ.)

- ✓ «Πετρίτσειο Γυμνάσιο-Λύκειο», Ληξούρι (2015) 1.342.640€ [B1]
- ✓ «Ακαδημία» Ηρακλείου (2018) 1.017.513€ [B1] \cong 395 € / m²
- ✓ «2^ο Δημοτικό Σχολείο», Ληξούρι (2015) 695.670€ [B1]
- ✓ «**Διοικητήριο**» Ρεθύμνου (2018) 566.085€ [Γ2] \cong **180 € / m²**
- ✓ Προεντεταμένος φορέας ΟΛΠΑ, Πάτρα (2017) 355.137€ [B1]
- ✓ Αίθουσα, «Δημήτριος Βικέλας» Ερμούπολη (2018) 327.151€ [B1]

μικρότερα ή νεότερα έργα

- ✓ 1^{ος} Παιδικός Σταθμός Χολαργού (2018) 124.583€ [B1]
- ✓ 21^ο Δημοτικό Σχολείο Ηρακλείου (2018) 95.487€ [B1] \cong 133 € / m²

Στοιχεία άλλων δημοσιευμένων μελετών

- ✓ «1^ο ΔΣ Πόρου» [1.700€/m²], «1^ο ΔΣ Αχαρνών» [1.450€/m²], «46^ο Λύκειο Αθηνών» [750€/m²], κ.α. **(750 έως 1770 € / m²)**

Σχεδιασμός Επεμβάσεων με βάση την Επιτελεστικότητα σε Γέφυρες & Τεχνικά Έργα

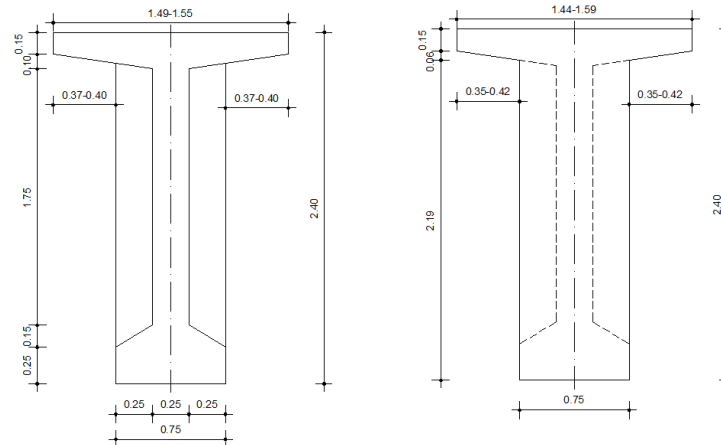
Βασίλης Μπαρδάκης
Πέτρος Μοσχολιός
Γκέλη Παντελή
Δημήτρης Φρυγανάκης
Γιώργος Βλαχάκης

πολιτικός μηχανικός, Δρ
πολιτικός μηχανικός, ΜΔΕ
πολιτικός μηχανικός, MSc
πολιτικός μηχανικός, ΜΔΕ
πολιτικός μηχανικός, MSc



Assessment & Retrofitting : Case Study I

dilating EN1998-3 & GCSI (Greek Retrofitting Code)



Railway Bridge

$L_{tot} = 120.00$ m

$L_i = 30.00$ m

$h_b = 2.40$ m

decompression

2009: (G+P+Coo+UIC71) : **-0.07** Mpa < **0.00** o.k

2014: (G+P+Coo+UIC71) : **1.71** Mpa > **0.00** -

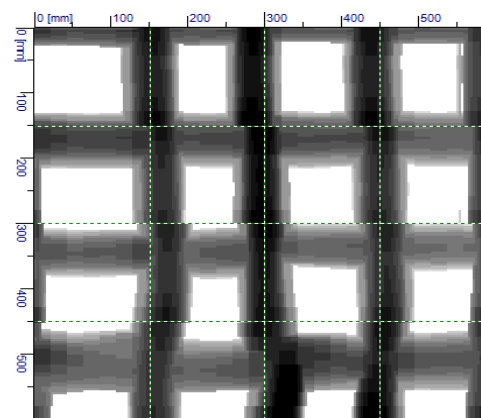
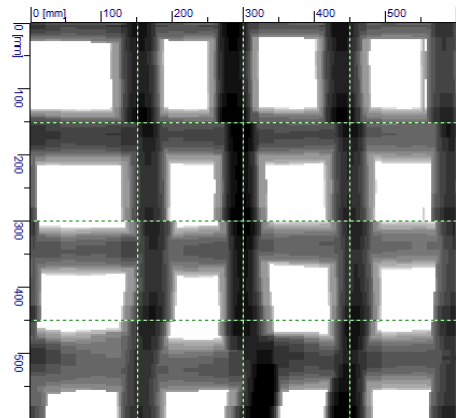


Assessment & Retrofitting : Case Study I

dilating EN1998-3 & GCSI (Greek Retrofitting Code)

Information for Structural Assessment

survey, in-situ inspection, non-destructive testing & original test reports



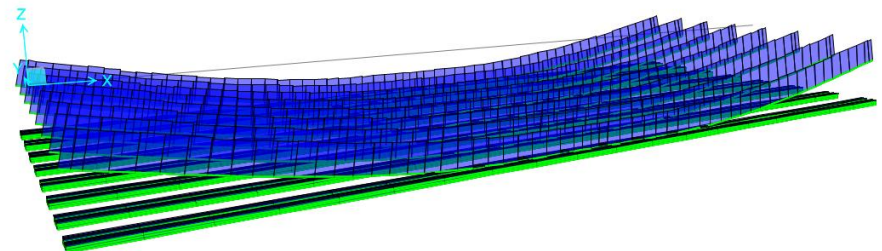
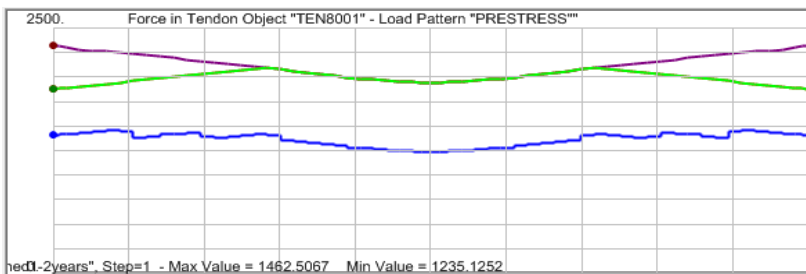
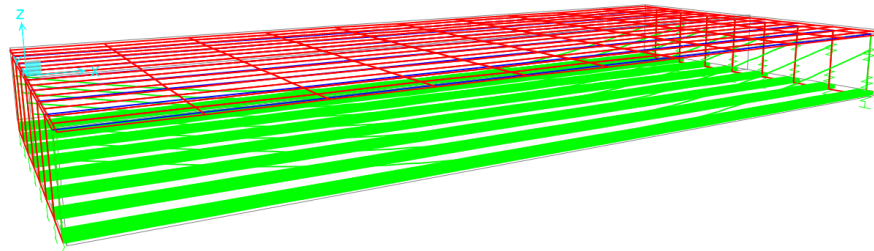
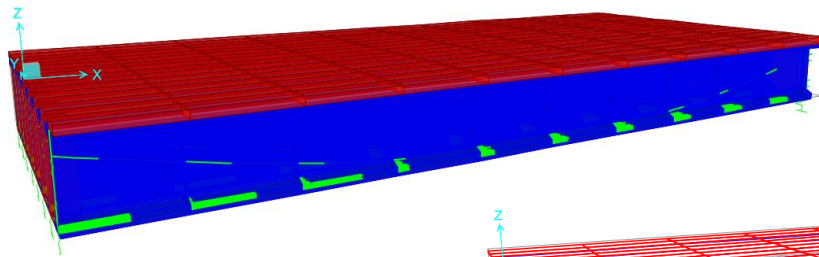
45	38	40	40	30	40	40	40	40	45
45	35	41	45	32	42	40	45	35	45
42	42	45	39	35	40	35	50	38	50
46	40	40	42	38	45	38	38	40	45
42	35	40	39	38	40	39	40	40	50
39	38	41	40	35	42	40	45	38	42
45	40	40	39	35	45	38	50	38	45
42	40	41	41	35	44	39	45	40	50
43.25	38.50	41.00	40.63	34.75	42.25	38.63	44.13	38.63	46.5



Assessment & Retrofitting : Case Study I

dilating EN1998-3 & GCSI (Greek Retrofitting Code)

Assessment *estimating prestress losses*

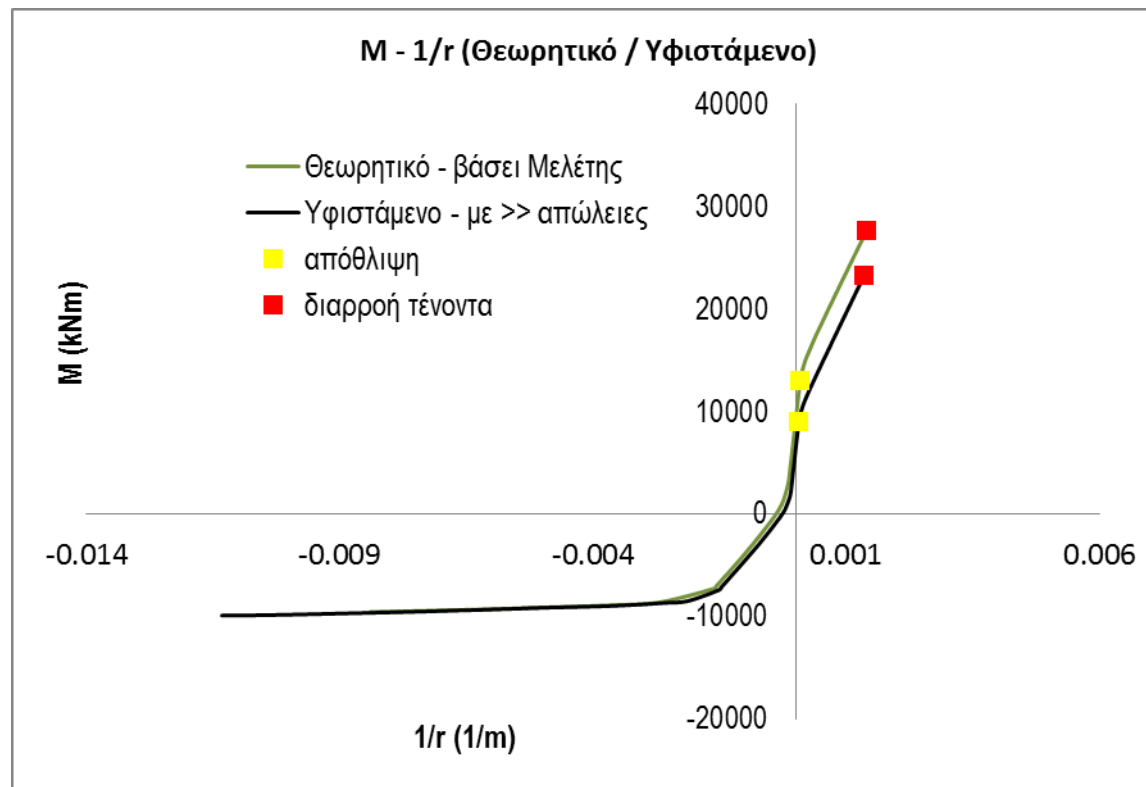




Assessment & Retrofitting : Case Study I

dilating EN1998-3 & GCSI (Greek Retrofitting Code)

Assessment *nonlinear analysis*



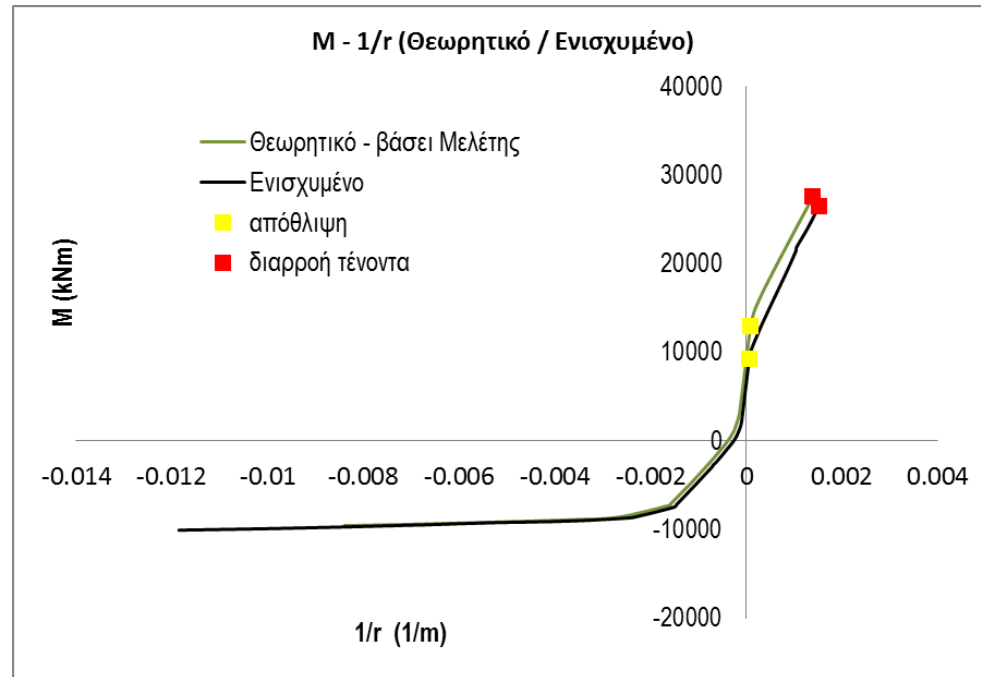
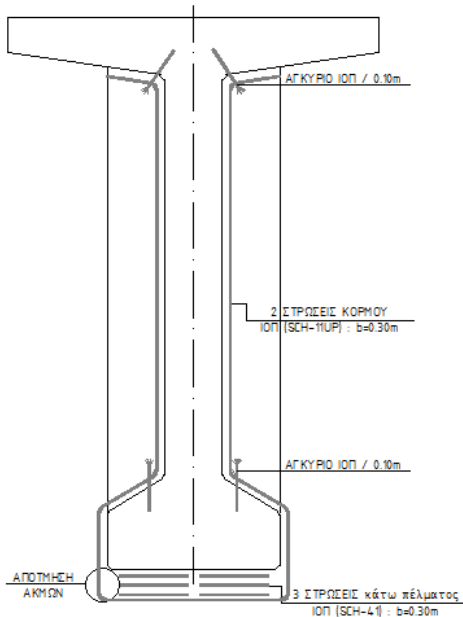
*Performance Based Evaluation for the **LS** (Limit State) of **SD** (Significant Damage)*



Assessment & Retrofitting : Case Study I

dilating EN1998-3 & GCSI (Greek Retrofitting Code)

Retrofit FRP fabrics





Assessment & Retrofitting : Case Study II

dilating EN1998-3 & GCSI (Greek Retrofitting Code)

Railway Bridge

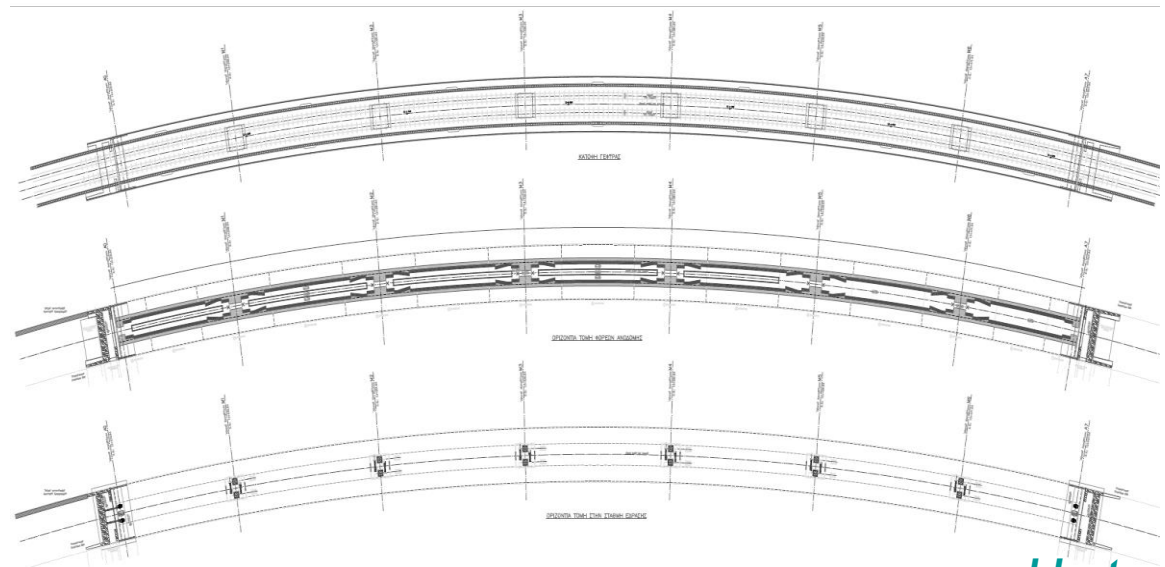
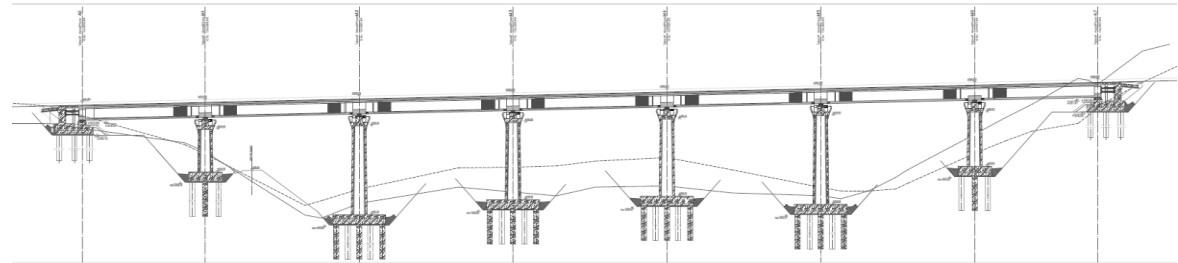
$L_{tot} = 5 \times 45 \text{ m} + 2 \times 37 \text{ m}$

$h_{box} = 3.75 \text{ m}$

(2016)



(2005)



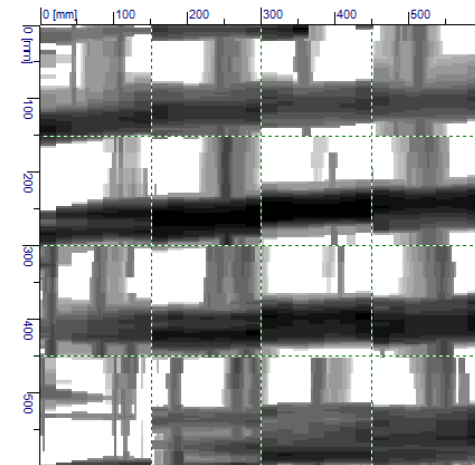
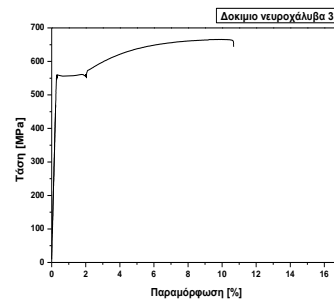


Assessment & Retrofitting : Case Study II

dilating EN1998-3 & GCSI (Greek Retrofitting Code)

Information for Structural Assessment

survey, in-situ inspection, testing & original test reports



K1	K2	K3	K4
42	35	38	38
43	36	39	39
44	36	39	39
44	37	39	40
46	37	39	41
47	37	39	43
48	37	40	43
48	38	40	44
45.25	36.625	39.125	40.875

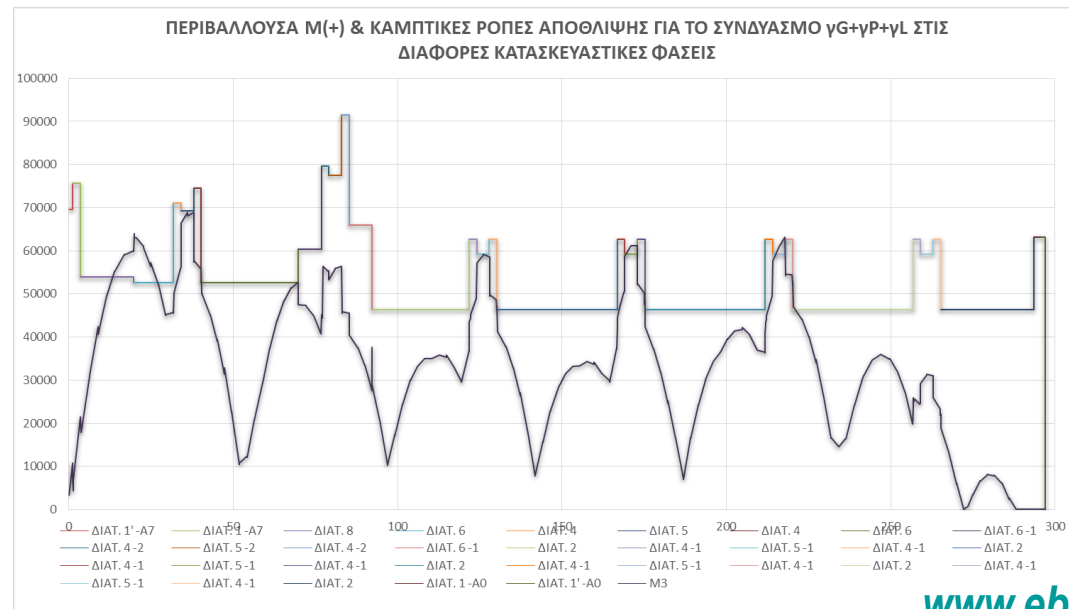
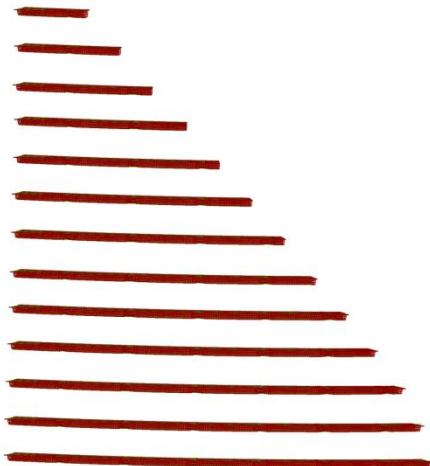
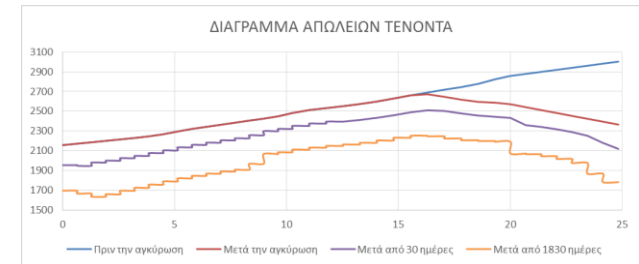
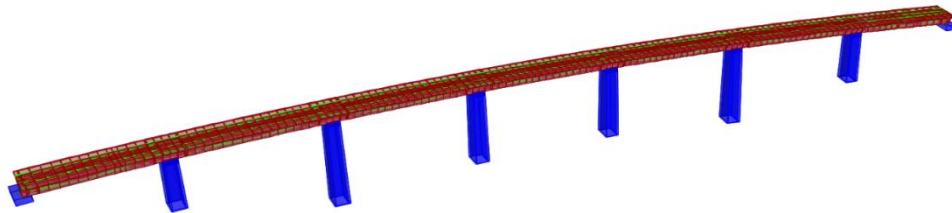
Fmax [kN]	F 0.1% [kN]	E [GPa]	emax [%]	Fu [MPa]
276	235	207.0	2.99	1840



Assessment & Retrofitting : Case Study II

dilating EN1998-3 & GCSI (Greek Retrofitting Code)

Assessment *nonlinear analysis*

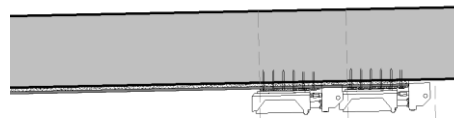
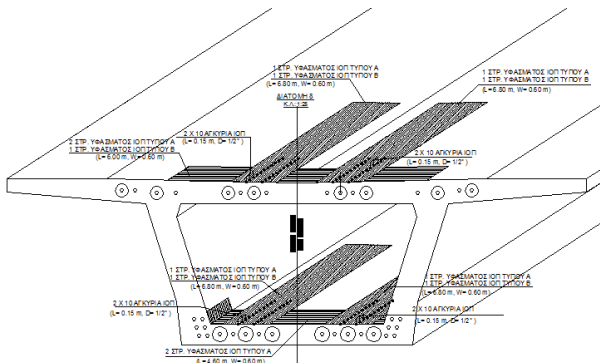
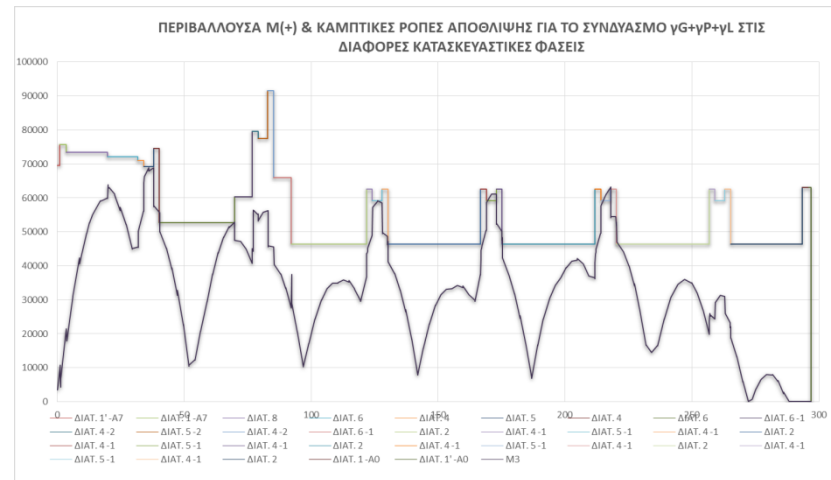
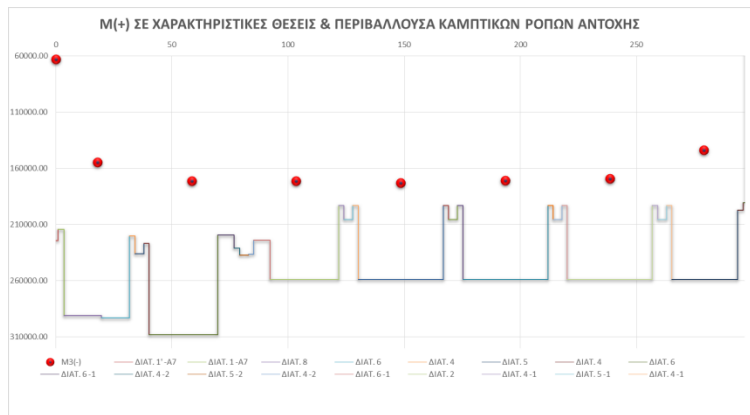




Assessment & Retrofitting : Case Study II

dilating EN1998-3 & GCSI (Greek Retrofitting Code)

Retrofit external prestressing



Performance Based Retrofit for the LS (Limit State) of DL (Damage Limitation)



Assessment & Retrofitting : Case Study II

dilating EN1998-3 & GCSI (Greek Retrofitting Code)

Monitoring

- ✓ *Real-time methods*
- ✓ *Continuous measurement with optical strands*

The measurements are carried out using optical sensors and a monitoring station installed on the structure. Because the measurements are accurate to the nearest 0.002 mm, even the smallest deformations can be accurately registered.

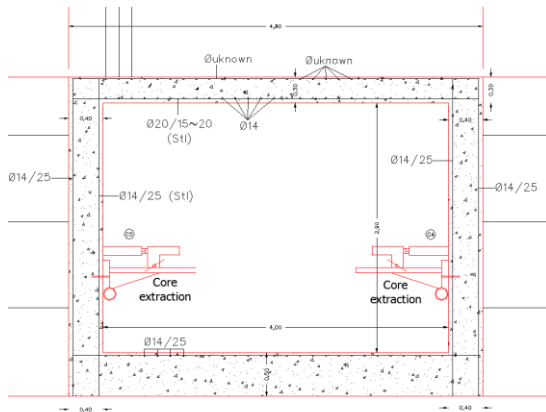
*Performance Based Retrofit for the **LS** (Limit State) of **DL** (Damage Limitation)*



Τεκμηρίωση

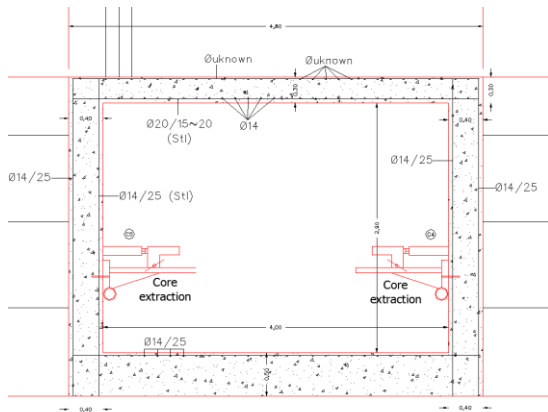
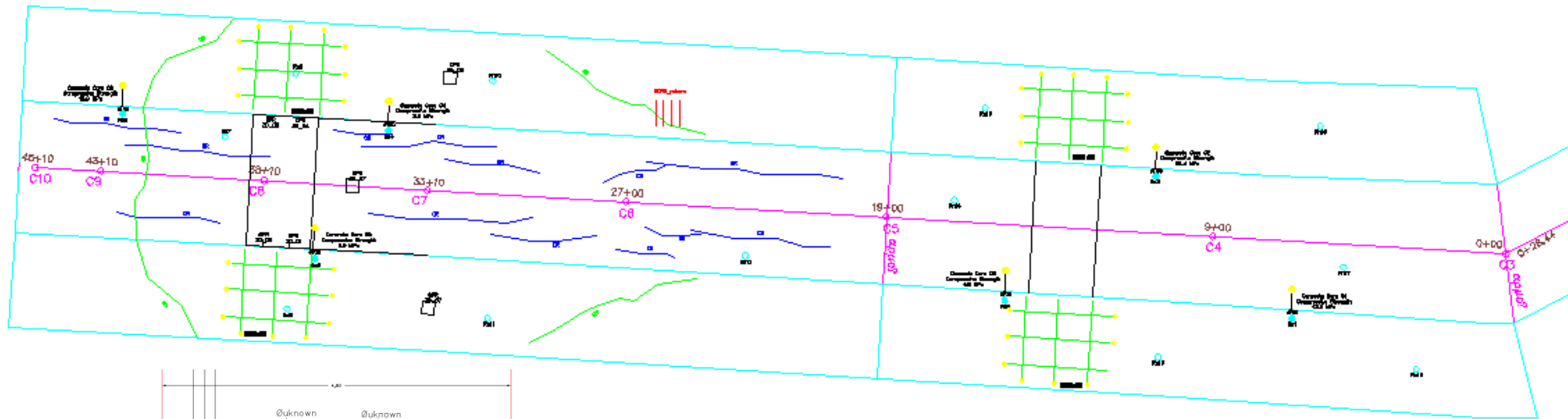
Τεχνικού Έργου Οχετού

Πυρήνας	D	H	ρH	H:D	Βάρος	Δύναμη Θραύσης	Αντοχή Πυρήνα	Αντοχή Πυρήνα	Αντοχή Κυλίνδρου
	mm	mm			(Kg)	KN	KN/mm ²	Mpa	15X30 cm - Mpa
C1	95	161	7	1.69	2558	94.45	0.0133	13.33	13.10
C2	95	156	7	1.64	2497	173.27	0.0245	24.46	23.70
C3	95	150	7	1.58	2314	32.56	0.0046	4.60	4.50
C4	95	130	7	1.37	2046	25.77	0.0036	3.64	3.40
C5	95	161	7	1.69	2457	48.57	0.0069	6.86	6.70
C6	95	147	7	1.55	2201	77.55	0.0109	10.95	10.50





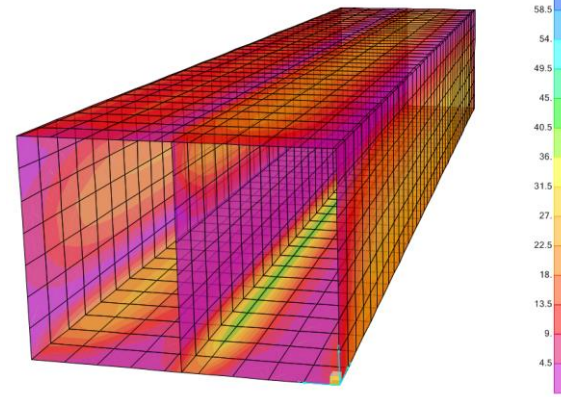
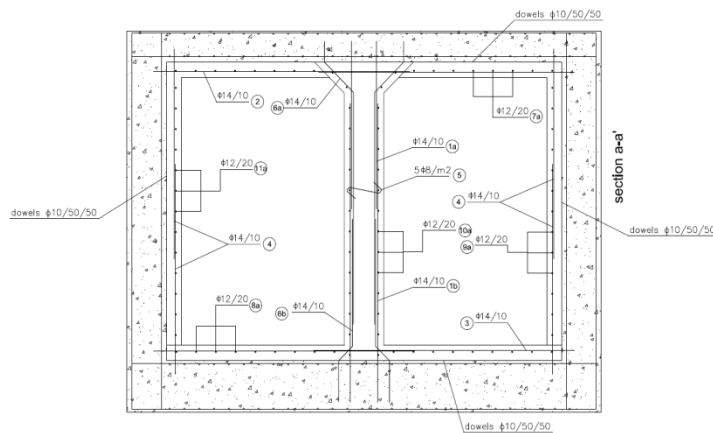
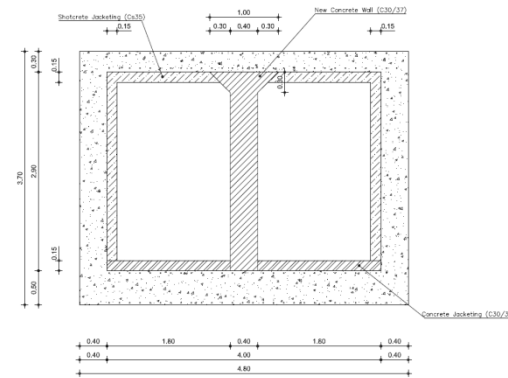
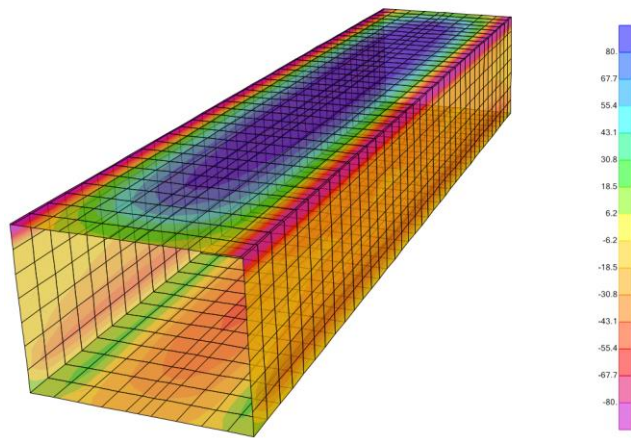
Τεκμηρίωση Τεχνικού Έργου Οχετού



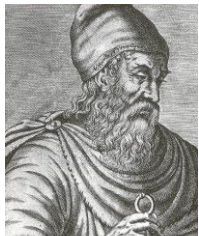
Διατόρημα Φ12 : D =38 -40 cm	D =30 cm	D =35 cm D' =40cm
Διατόρημα Φ12: D = 35 -38 cm	D=27.5cm	D =35cm D' =40cm



Επέμβαση σε Τεχνικό Έργο Οχετού



Πολλές Ευχαριστίες...



Σύλλογος Πολιτικών Μηχανικών Ελλάδος
25.000 Μέλη | 20 Τοπικά Τμήματα



e. info@spme.gr
s. www.spme.gr
Προεδρείο ΣΠΜΕ