

ΗΜΕΡΙΔΑ : ΔΕΙΦΟΡΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΕΠΕΤΚ-ΗΣΤΡ
ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ-
ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΕΣ
ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

Α. Μοροπούλου, καθ. ΕΜΠ, πρόεδρος ΕΠΕΤΚ

Το ΤΕΕ ως Εθνικός Συντονιστής της Πλατφόρμας για την Έρευνα και την Τεχνολογία της Κατασκευής

Αναλαμβάνει τις ευθύνες του στην εθνική προσπάθεια για την βελτίωση της ανταγωνιστικότητας της «βιομηχανίας» της κατασκευής

Συνειδητοποιεί τον αποφασιστικό ρόλο του

- Καινοτομία
- Εξωστρέφεια
- Ενοποίηση της Ευρωπαϊκής Αγοράς

/ με ενίσχυση του πρωταγωνιστικού ρόλου της Ελληνικής κατασκευαστικής "βιομηχανίας"

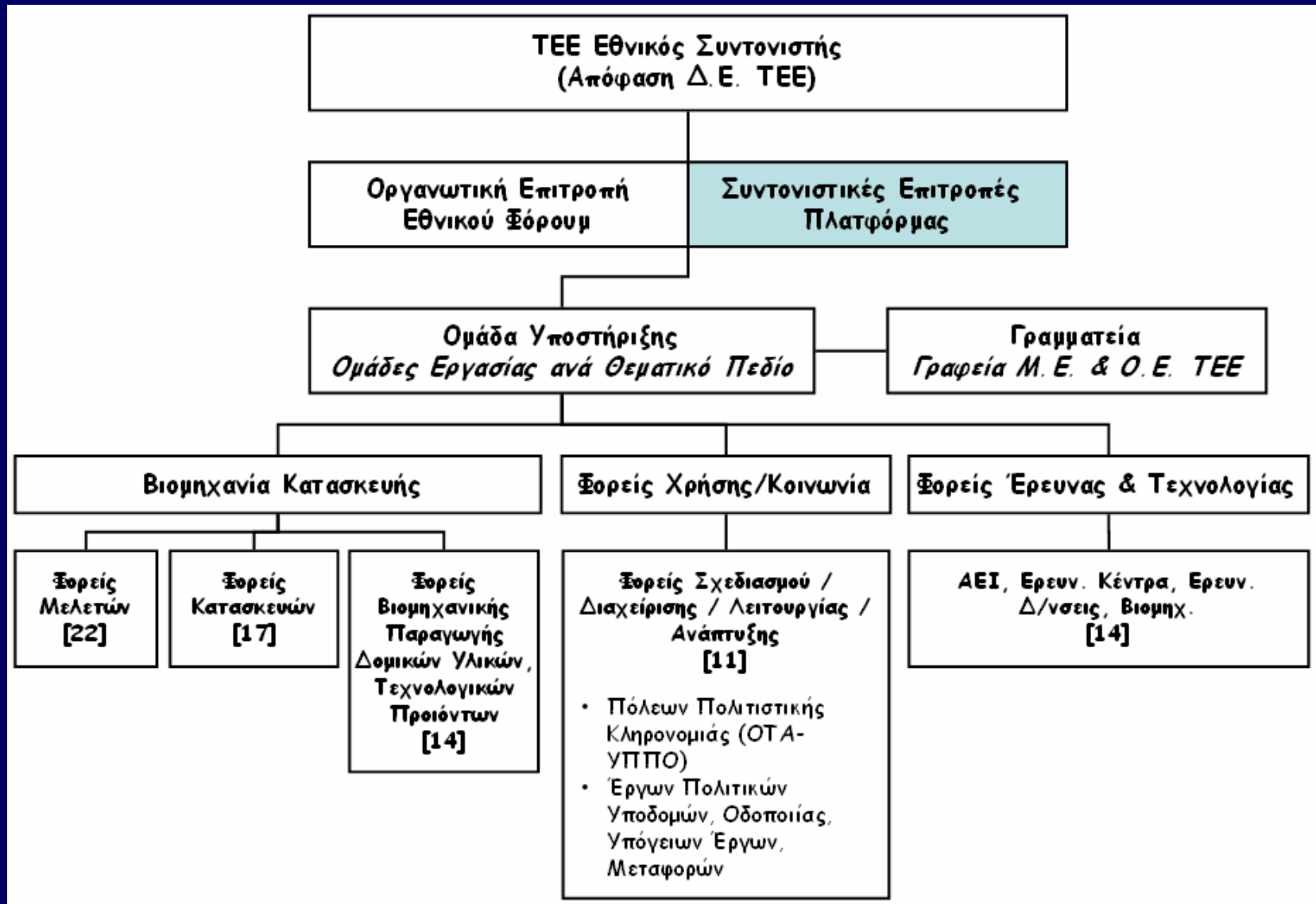
Η Ελληνική Πλατφόρμα Έρευνας και Τεχνολογίας για την Κατασκευή (ΕΠΕΤΚ) συντονίζεται με την Ευρωπαϊκή Πλατφόρμα Έρευνας και Τεχνολογίας για την Κατασκευή (ECTP: European Construction Technology Platform) :

- ➔ Την αναμόρφωση της βιομηχανίας των κατασκευών σε μια βιομηχανία βασισμένη στη γνώση ώστε να εξυπηρετήσει:
 - ➔ Την εξυπηρέτηση του δημόσιου συμφέροντος και τις απαιτήσεις των χρηστών και της κοινωνίας
 - ➔ Την αειφόρο ανάπτυξη του περιβάλλοντος

Εμπλεκόμενοι Φορείς

- ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ
 - Μελετητικός Κλάδος
 - Κατασκευαστικός Κλάδος
 - Βιομηχανία Παραγωγής Υλικών και Τεχνολογίας
- ΕΡΕΥΝΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
 - ΑΕΙ
 - Ερευνητικά Κέντρα
 - Ερευνητικές Διευθύνσεις Βιομηχανικού / Κατασκευαστικού Κλάδου
- ΧΡΗΣΤΕΣ – ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΙ ΦΟΡΕΙΣ:
 - Φορείς Σχεδιασμού / Διαχείρισης / Λειτουργίας / Ανάπτυξης Πόλεων – Πολιτιστικής Κληρονομιάς
 - Έργων Υποδομής Υπογείων Έργων

ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΠΕΤΚ



□ Βασικοί Πυλώνες της Εθνικής Στρατηγικής:

- Η Αειφόρος Κατασκευή
- Η Προστασία της Πολιτιστικής Κληρονομιάς

Αειφόρος Κατασκευή

Πρωταρχικός στόχος είναι η εισαγωγή καινοτομιών και η αύξηση της αειφορίας των κατασκευών/ υποδομών. Οι μεγάλες υποδομές στον κλάδο της βιομηχανίας της κατασκευής πρέπει να αναπτυχθούν στην κατεύθυνση:

- **της ελαχιστοποίησης των περιβαλλοντικών φορτίων στις κατασκευές με στόχο τη βιώσιμη διατήρησή τους με τον εντοπισμό των εξωγενών – περιβαλλοντικών παραγόντων που δρουν στα υλικά και τις κατασκευές και των ενδογενών – σχετικών με τα υλικά και την κατασκευή – παραγόντων**
- **της ελαχιστοποίησης της αλληλεπίδρασης μεταξύ των υλικών & κατασκευών και του περιβάλλοντός τους, οδηγώντας σε βιώσιμα υλικά και κατασκευές, σωστή διαχείριση και χρήση των πόρων, διατήρηση του δομημένου περιβάλλοντος και βελτίωση της ποιότητας ζωής**
- **της εισαγωγής υψηλής μετρητικής τεχνολογίας παρακολούθησης και ελέγχου υλικών, έργων, παραγωγικών διαδικασιών σε πραγματικό χρόνο και σε πραγματική κλίμακα, με παράλληλο σχεδιασμό και ανάπτυξη βάσεων δεδομένων, συστημάτων ποιότητας, έμπειρων συστημάτων για την αποτίμηση των δεδομένων, καθώς και την ανάδειξη δεικτών αναγκαιότητας επέμβασης και κατωφλίων προειδοποίησης και συναγερμού**

Αειφορία-Δομημένο Περιβάλλον

□ Βασικοί στόχοι:

- Μείωση κόστους κύκλου ζωής κατά 30%
- Μείωση χρόνων παράδοσης κατά 50%
- Μείωση κατανάλωσης ενέργειας, απορριμμάτων
- Χρήση καινοτόμων τεχνολογιών (εικονικός σχεδιασμός, μεθόδων κατασκευής και συντήρησης, προϊόντων προσομοίωσης, εργαλεία λήψης αποφάσεων και ελέγχου ολικής ποιότητας)

Προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς

- Αξιοποίηση της υπάρχουσας **εμπειρίας** από τα ιστορικά υλικά και τις κατασκευές
- **Προηγμένη διάγνωση** για τον εντοπισμό των μηχανισμών φθοράς, αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, δομητική ανάλυση των κατασκευών με τη χρήση μη καταστρεπτικών τεχνικών παρακολούθησης και ελέγχου και συμπληρωματικά εργαστηριακών αναλυτικών τεχνικών
- **Σχεδιασμό, εφαρμογή, αποτίμηση, παρακολούθηση και έλεγχο στο χρόνο** συμβατών υλικών και επεμβάσεων συντήρησης και προστασίας, βάσει των ιδιοτήτων των ιστορικών υλικών και της συμπεριφοράς των ιστορικών κατασκευών, με στόχο τη βελτίωση της συμπεριφοράς της κατασκευής έναντι των δράσεων φθοράς των υλικών, καθώς και των περιβαλλοντικών και σεισμικών φορτίων
- **Στρατηγικό σχεδιασμό μέσω διαχείρισης δεδομένων** (υλικών, δομικών, περιβαλλοντικών, κοινωνικών, πολιτιστικών) και **χρήσης επιστημονικών εργαλείων λήψης αποφάσεων** με σκοπό τη βιώσιμη διατήρηση των κατασκευών.

Πληροφορίες



□ Web-page: <http://www.hctp.tee.gr>

ECTP: Strategic Research Agenda SRA

Κύριες προτεραιότητες στρατηγικής

1. Η κάλυψη των αναγκών των χρηστών
2. Αειφορία
3. Μετασχηματισμός του κατασκευαστικού κλάδου



Αειφορία

Η κάλυψη των αναγκών των χρηστών

1.1. Υγιεινό, ασφαλές, προσβάσιμο και αναζωογονητικό (stimulating) εσωτερικό περιβάλλον

1.2. Νέα εικόνα για τις πόλεις

1.3. Αποδοτική χρήση των υπογείων χώρων

- *Κινητικότητα και τροφοδοτήσεις μέσω αποδοτικών δικτύων*



Αειφορία

Αύξηση της αιφφορίας

2.1. Μείωση της κατανάλωσης των πόρων (ενέργειας, νερού, υλικών)

-Κτίρια ενεργειακά αποδοτικά

-Αποδοτικά και φιλικά προς το περιβάλλον υλικά

2.2. Μείωση των περιβαλλοντικών και ανθρωπογενών επιπτώσεων

-Προστασία των εδαφών και των υδάτινων πόρων

-Επιπτώσεις των υποδομών στο περιβάλλον

2.3. Αειφόρο διαχείριση των μεταφορών και των δικτύων

2.4. Μια ζωντανή πολιτιστική κληρονομιά

2.5. Βελτίωση της ασφάλειας



Αειφορία

Μετασχηματισμός του κατασκευαστικού κλάδου

*3.1. Εισαγωγή πληροφοριακών συστημάτων
και αυτοματισμών*

3.2. Δομικά υλικά υψηλής προστιθέμενης αξίας

3.3. Ελκυστικοί χώροι εργασίας

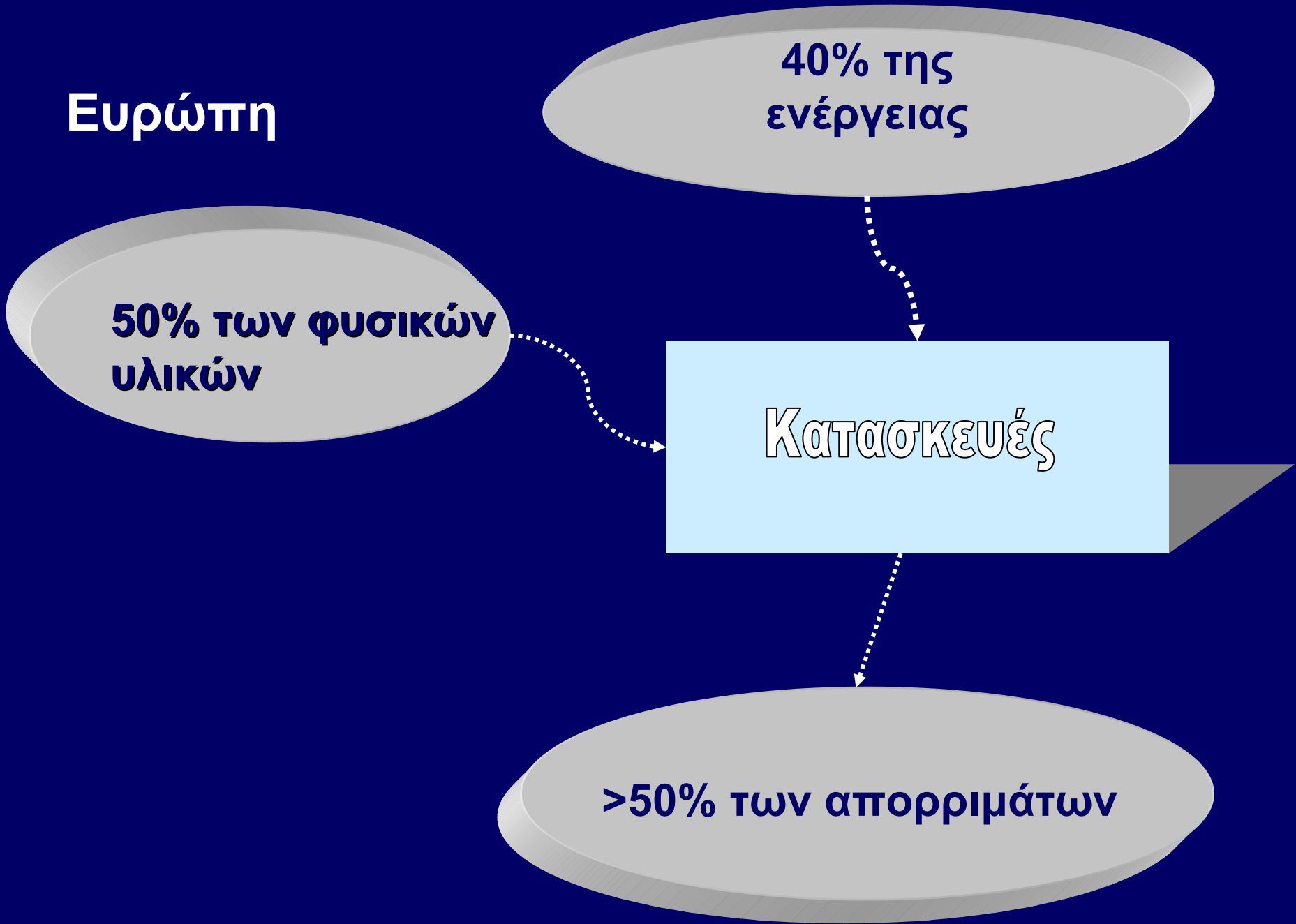
Ευρώπη

50% των φυσικών υλικών

40% της ενέργειας

Κατασκευές

>50% των απορριμμάτων



ECTP FA: MATERIALS / ΥΛΙΚΑ

- Μέλη από βιομηχανίες
- Αλουμινίου
- Τσιμέντου
- Κεραμικών
- Σύνθετων υλικών
- Γυαλιού
- Φυσικών λίθων
- Χάλυβα
- Ξύλου

FA:ΥΛΙΚΑ-ΟΡΑΜΑ

- Η Ευρωπαϊκή παραγωγή δομικών υλικών αναγνωρίζεται παγκόσμια ως καινοτόμος και ανταγωνιστική
- Παράγονται υλικά και εφαρμογές βασισμένα στη γνώση με προβλέψιμα και πολύ-λειτουργικά χαρακτηριστικά
- Τα υλικά που εξυπηρετούν τις ανάγκες των χρηστών, δημιουργούν ένα άνετο περιβάλλον διαβίωσης, ενώ ταυτόχρονα ελαττώνουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε όλο τον κύκλο ζωής τους

ΦΑ:ΥΛΙΚΑ-ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ

- Τα δομικά υλικά αποτελούν τη βάση κάθε κατασκευαστικού έργου και καθορίζουν:
 - τις αντοχές
 - την αισθητική έκφραση
 - Την ασφάλεια και την άνεση
- Λόγω του μεγάλου όγκου που απαιτείται ο κατασκευαστικός κλάδος καταναλώνει τη μεγαλύτερη ποσότητα πρώτων υλών (στην Ευρώπη το ποσοστό αυτό ξεπερνά τους 2 δισ. τόννους το χρόνο)
- Ακόμη και μικρές βελτιώσεις στα «οικολογικά» χαρακτηριστικά των υλικών, έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην οικονομία και στο περιβάλλον

FA:ΥΛΙΚΑ-ΜΕΡΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΕΣ

- Βελτίωση και ανάπτυξη υλικών, μεθόδων και διαδικασιών για:
 - Παραγωγής περισσότερο φιλική προς το περιβάλλον
 - Μόνωσης και ικανότητας αποθήκευσης θερμότητας
 - Πολύ-λειτουργικότητας
 - Πρόβλεψης της συμπεριφοράς καθόλου τη διάρκεια ζωής τους
 - Ανθεκτικότητας και αξιοπιστίας
 - Προστασίας/ασφάλειας σε πυρκαγιά
 - Επιφανειακής κατεργασίας
 - Μείωσης των απορριμμάτων

Προκλήσεις για την Ευρωπαϊκή Βιομηχανία των δομικών υλικών

- Το 40-60% του κόστους της κατασκευής αντιστοιχεί σε εργασία επισκευής και συντήρησης
- Οι ευρωπαϊκές εταιρείες μεγάλες και καινοτόμες και οι SME's με υψηλό ποσοστό καινοτομίας
- Οι προϋπολογισμοί για R&D είναι χαμηλοί
- Ο ανταγωνισμός από την Κίνα, ΗΠΑ, ΙΑΠΩΝΙΑ είναι μεγάλος

Ανάγκες R&D

- Παραγωγή των δομικών υλικών
- Στην εφαρμογή των δομικών υλικών
- Στη φάση της χρήσης
- Δομητικές ανάγκες
- Αισθητική λειτουργία
- Εξοικονόμηση πόρων
- Υγιεινή και ασφάλεια
- Διάθεση, επανάχρηση, ανακύκλωση
- Νέες προηγμένες λειτουργίες

Ενέργεια-Κτίρια

- Τα κτίρια καταναλώνουν το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης στην Ευρώπη
- Η ΕU εισάγει το 50% της ενέργειας από τρίτες χώρες

Δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας μέχρι το 2020

~50% στα κτίρια

~20% συνολική κατανάλωση στην ΕU

Ατζέντα για τη Στρατηγική της Έρευνας

- Μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των δομικών υλικών κατά την παραγωγή και τη διάθεση
- Βελτίωση της πρόβλεψης και της επίδοσης στις παραγωγικές διαδικασίες
- Βελτίωση της χρήσης των πόρων στις κατασκευές μέσω της χρήσης βελτιωμένων προϊόντων
- Μείωση του κόστους στο συνολικό χρόνο ζωής των δομικών υλικών
- Βελτίωση των συνθηκών εργασίας στην παραγωγή και στην κατασκευή
- Παραγωγή νέων, πολύ-λειτουργικών υλικών βασισμένων στη γνώση και κατασκευές προσαρμοσμένες στις ανάγκες των χρηστών

Μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της παραγωγής και διάθεσης των δομικών υλικών (2030)

- 30% μείωση στην κατανάλωση πρώτων υλών
- 100% επανάχρηση των κατασκευών και των απορριμμάτων
- 30% μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά την παραγωγή των δομικών υλικών

Βελτίωση της επιδόσεων παραγωγής (2030)

- ❑ Ο χρόνος παραγωγής και το κόστος να μειωθεί κατά 30% μέσω καινοτόμων, αποδοτικών και προβλέψιμων παραγωγικών διαδικασιών
- ❑ Οι προμηθευτές των υλικών να ενσωματωθούν πλήρως στην παραγωγική διαδικασία
- ❑ Νέες παραγωγικές διαδικασίες είναι απαραίτητες για τη βιωσιμότητα της παραγωγής των υλικών και των λειτουργιών τους
- ❑ Βιομηχανοποιημένη παραγωγή που θα επιτρέπει ταυτόχρονα το εξειδικευμένο σχεδιασμό

Βελτίωση της χρήσης των πόρων (2030)

- Οι δυνατότητες μόνωσης και αποθήκευσης (θερμικές, ακουστικές, ηλεκτρομαγνητικές) να αυξηθούν κατά 20% σε σχέση με τα σύγχρονα υλικά
- Υλικά με αποδοτικό κόστος για ενεργειακά αποδοτικά κτίρια
- Η συνολική κατανάλωση ενέργειας και εκπομπών να μειωθεί κατά 50% κατά τη συνολική διάρκεια ζωής των καινούργιων κτιρίων
- Η κατανάλωση ενέργειας κατά τη μεταφορά να μειωθεί κατά 30% με τη χρήση προηγμένων υλικών ασφατόστρωσης

Μείωση του κόστους στο συνολικό χρόνο ζωής των δομικών υλικών (2030)

- Έλεγχος των υλικών βασισμένες στη γνώση των ιδιοτήτων των δομικών υλικών (όπως το πορώδες και η μικροδομή) ώστε να διευκολυνθεί η αρχιτεκτονική επιλογή σε συνδυασμό με τη στατική επάρκεια και την εξωτερική εμφάνιση
- Το συνολικό κόστος των κατασκευών να μειωθεί κατά 30%
- Τα δομικά υλικά να μπορούν να επιθεωρούνται 100% επί τόπου, χωρίς καμία επιβάρυνση στη λειτουργία του κτιρίου

Έλεγχος Ποιότητας

- Ο έλεγχος ποιότητας μπορεί να αποτελέσει κλειδί για την εφαρμογή των κριτηρίων αειφορίας των έργων για:
 - Αύξηση του χρόνου ζωής
 - Προστασία περιβάλλοντος και εξοικονόμηση ενεργειακών πόρων
 - Ελαχιστοποίηση περιβαλλοντικών φορτίων και επιπτώσεων έργου στο περιβάλλον και αντιστρόφως

Ο μη καταστρεπτικός έλεγχος- NDT

NDT: Μπορεί να είναι ένα εργαλείο αποτίμησης της αειφορίας. Δίνει τη δυνατότητα επί τόπου εξέτασης σε πραγματική κλίμακα και χρόνο

- συμβάλλει στη βελτίωση της αποδοτικότητας της κατασκευής
- επιτρέπει την ενσωμάτωση των μετρήσεων και της παρακολούθησης στο συνολικό σχεδιασμό της υλοποίησης των έργων

NDT-Αειφορία

- Η χρήση του μη καταστρεπτικού ελέγχου αποτελεί ένα «έμπειρο» πεδίο γνώσης, που απαιτεί τη γνώση, την εμπειρία και την κρίση του μελετητή

NDT-Αειφορία

Μη καταστρεπτικός
έλεγχος



Αειφορία
Κατασκευών

- Ο ρόλος των μη καταστρεπτικών τεχνικών έγκειται στην ανίχνευση διαφόρων ασυνεχειών στα υλικά, σχετικά με το σχήμα, τη θέση και με τον προσανατολισμό τους.
- Αποτίμηση της έκτασης των φθορών και των ελαττωμάτων μιας κατασκευής, σε πραγματική κλίμακα, με μικρό κόστος

NDT-Αειφορία

- Σήμερα η τεχνολογική εξέλιξη έχει αυξήσει την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων του μη καταστρεπτικού ελέγχου και την αποδοχή τους από τη βιομηχανία.
- Η λήψη των αποφάσεων γίνεται βάσει:
 - ✓ προτύπων, ειδικότερα αυτών που περιέχουν κριτήρια για την αποδοχή ή μη των ελαττωμάτων. Τα συχνότερα που χρησιμοποιούνται είναι αυτά των API, ASME, ASTM και AWS.
 - ✓ τη χρήση αναλυτικών τεχνικών στο εργαστήριο, τόσο όσον αφορά στις φυσικοχημικές των υλικών όσο και τις μηχανικές ιδιότητες των υλικών

NDT-Αειφορία

- Ειδικότερα στις κατασκευές από σκυρόδεμα συμβάλλει στην εξοικονόμηση χρημάτων και χρόνου, παρέχοντας πληροφορίες οι οποίες δε μπορούν να αποκτηθούν με απλή οπτική παρατήρηση ή με δειγματοληψία
- Τα δεδομένα που συλλέγονται αποτελούν μία βάση για μελλοντικές μελέτες και μία χρήσιμη πηγή για την ανάπτυξη προγραμμάτων συνεχούς παρακολούθησης και διατήρησης των δομών αυτών

Παραδείγματα

Έλεγχος των υλικών/ Αποτίμηση
περιβαλλοντικών επιπτώσεων
στην κλίμακα των κτιρίων

Διάγνωση της φθοράς

ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΑ ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ

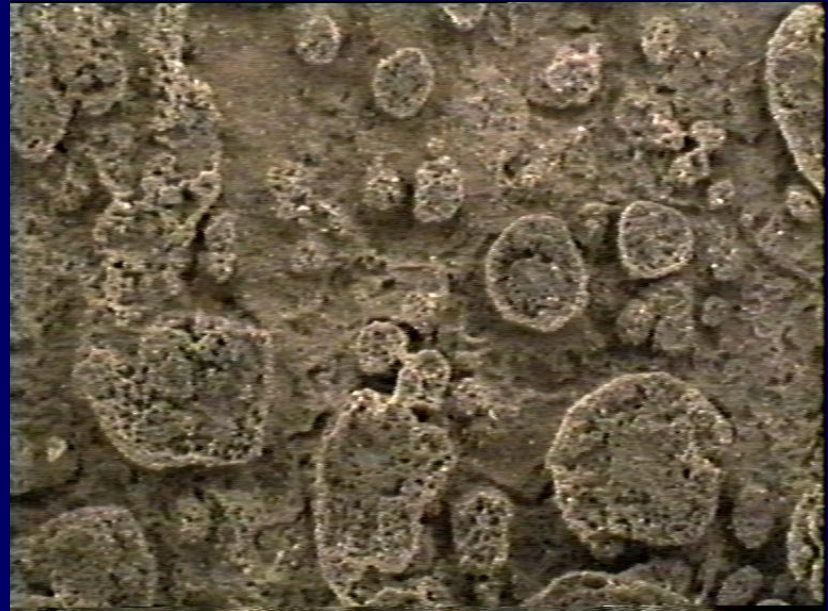
Αρχή της Μεθόδου

- Συνίσταται στη μετάδοση των σημάτων με φως (οπτικές ίνες) αντί ηλεκτρικού ρεύματος (μεταλλικοί αγωγοί)

Εφαρμογές

- Μελέτη διαφορετικής υφής και σύστασης υλικών
- Ταξινόμηση υλικών (διάκριση κονιαμάτων ανά κατηγορία)
- Μελέτη φαινομένων φθοράς (κυψέλωση, όξινη ανθρακική κρούστα)
- Αποτίμηση επεμβάσεων συντήρησης

Κτήριο της Εθνικής Βιβλιοθήκης



FOM x25: Μεγέθυνση
επικαθίσεων σωματιδίων σκόνης
και αιθάλης σε επιφάνεια
πεντελικού μάρμαρου στην Εθνική
βιβλιοθήκη

Αγ. Ιωάννης στη Σύμη, Καμπαναριό



FOM x25: Μεγέθυνση x25,
δημιουργία εξανθήσεων
αλάτων στο σκυρόδεμα σε
θαλάσσιο περιβάλλον

Βάθος Φθοράς

ΥΠΕΡΗΧΟΣΚΟΠΗΣΗ

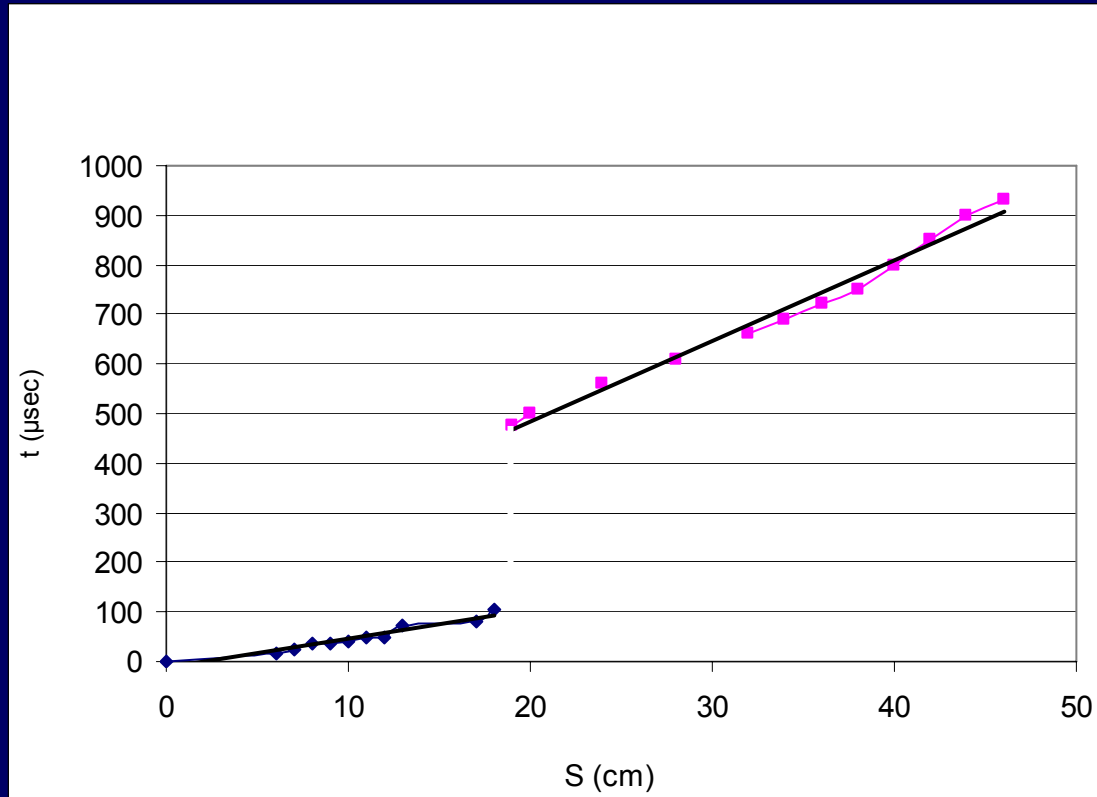
Αρχή της Μεθόδου

- Η ταχύτητα μετάδοσης υπερήχων αποτελεί καλή ένδειξη της φυσικομηχανικής συμπεριφοράς των λίθων. Η ταχύτητα μετάδοσης των υπερήχων σχετίζεται με το μέτρο ελαστικότητας του λίθου, καθώς και με το λόγο του Poisson και το μέτρο του Young.

Εφαρμογές

- Αποτίμηση του βάθους φθοράς των υλικών
- Αποτίμηση της εφαρμοζόμενης κατεργασίας συντήρησης

Σύστημα υπερηχοσκόπησης για τον εντοπισμό ρωγμών στα υλικά



Μεταβολή της ταχύτητας διάδοσης των υπερήχων σε ένα συνεχές μέσο λόγω της ύπαρξης ρωγμής

Χαρτογράφηση Φθοράς

ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΙΚΟΝΑΣ

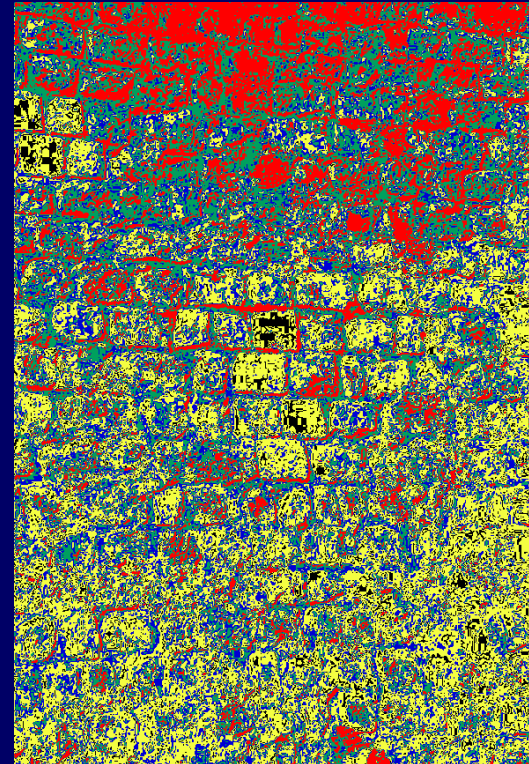
Αρχή της Μεθόδου

- Συνίσταται στο διαφορετικό ποσοστό ανάκλασης και απορρόφησης του ορατού φάσματος (φωτός) από την εξεταζόμενη επιφάνεια ανάλογα με την κατάσταση στην οποία βρίσκεται. Μπορούν να διερευνηθούν οι διαδικασίες και οι μηχανισμοί της φθοράς των υλικών. Η εικόνα της πραγματικής επιφάνειας αποδίδεται με φωτογραφίες. Η ποιότητα της εικόνας πρέπει να είναι τέτοια ώστε να επιτρέπει σαφή διαχωρισμό των χαρακτηριστικών του υλικού διαμέσου των χρωματικών μεταβολών.

Εφαρμογές

- Αναγνώριση των λιθοτύπων και των μορφών φθοράς με την απόδοση των διαφορετικών πληροφοριών με διαφορετικά χρώματα επί απλών φωτογραφιών και την επεξεργασία εικόνων με ψευδή χρώματα στην επιφάνεια και σε βάθος.

Χρήση της ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας στη χαρτογράφηση φθοράς των επιφανειών



**Τοιχοποιία των ενετικών
οχυρώσεων του Ηρακλείου**

Αποτίμηση Μηχανικών Ιδιοτήτων

Εργαστήριο/Υπερηχοσκόπηση

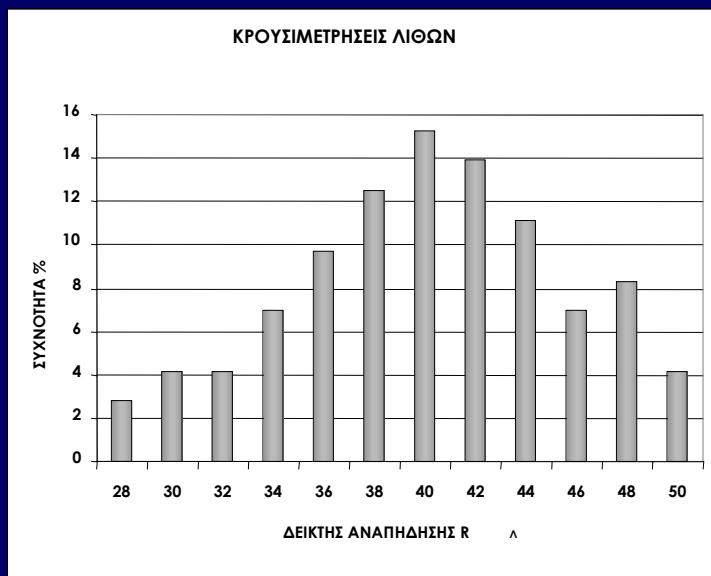
Η τεχνική των υπερήχων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό :

• των ελαστικών σταθερών των υλικών, παράμετροι ιδιαίτερα σημαντικοί κατά τη μελέτης της σεισμικής συμπεριφοράς των κατασκευών

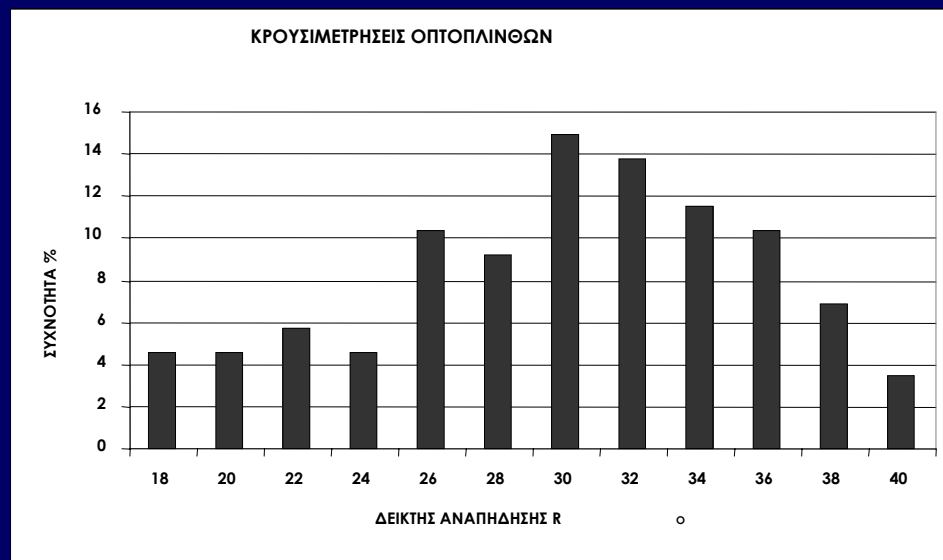
δυναμικό μέτρο ελαστικότητας (E_d), λόγος Poisson (ν_d) και μέτρο διάτμησης (G_d)

Τοιχοποιία / Κρουσιμετρία

Επιτόπου σε λίθους και οπτόπλινθους στις πτέρυγες του Βυζαντινού και Χριστιανικού Μουσείου Αθηνών συχνότητα% του δείκτη αναπήδησης (Γεωργουσόπουλο, Γ & Χρονόπουλο, Μ. 2004). Εκτίμηση μηχανικών χαρακτηριστικών της τοιχοποιίας με χρήση ημι-εμπειρικών τύπων που έχουν αναπτυχθεί για παραδοσιακές τοιχοποιίες



Κατανομή συχνοτήτων δείκτη αναπήδησης κρουσιμέτρων σε λίθους



Κατανομή συχνοτήτων δείκτη αναπήδησης κρουσιμέτρων σε οπτόπλινθους

Αποτίμηση της συμπεριφοράς
μιας τοιχοποιίας σε φαινόμενα
μεταφοράς μάζας/ θερμότητας

ΘΕΡΜΟΓΡΑΦΙΑ ΥΠΕΡΥΘΡΟΥ

Αρχή της Μεθόδου

- Υπέρυθρη ακτινοβολία εκπέμπουν όλα τα υλικά λόγω της θερμικής κίνησης των μορίων τους. Όταν η ακτινοβολία αυτή, η οποία εκπέμπεται από μία πηγή στην περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος από 0,7 – 14 μm, συναντήσει ένα υλικό, μέρος αυτής το διαπερνά, ανακλάται ή απορροφάται από το υλικό.

Εάν όλη η ακτινοβολία πέσει πάνω στο υλικό, τότε ισχύει η σχέση:

$$\tau + \rho + \alpha = 1$$

όπου: τ = διαπερατότητα υλικού

ρ = ανάκλαση υλικού

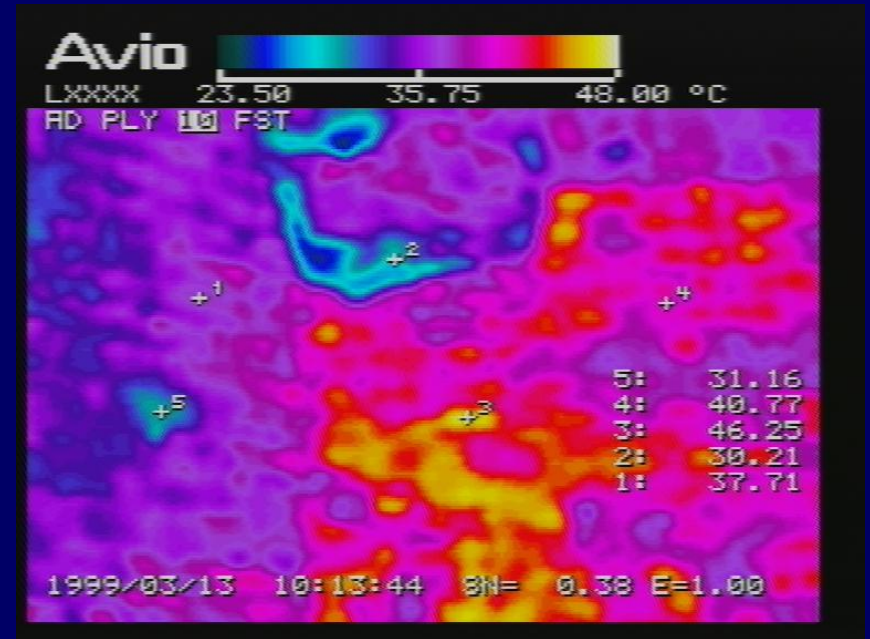
α = απορρόφηση υλικού

ΘΕΡΜΟΓΡΑΦΙΑ ΥΠΕΡΥΘΡΟΥ

Εφαρμογές : η υπέρυθρη Θερμογραφία μπορεί να διαγνώσει:

- Επιφανειακή φθορά τοιχοποιιών και αρχιτεκτονικών επιφανειών
- Αποφλοίωση χρωμάτων και επικαλύψεων
- Έλεγχο ατελειών μονώσεων
- Ρωγμές σε υλικά και κατασκευές
- Ανερχόμενη και παραμένουσα υγρασία και συμπύκνωση σε τοιχοποιίες

Θερμογραφία Υπερύθρου



Τμήμα των Μεσαιωνικών
Οχυρώσεων της Ρόδου

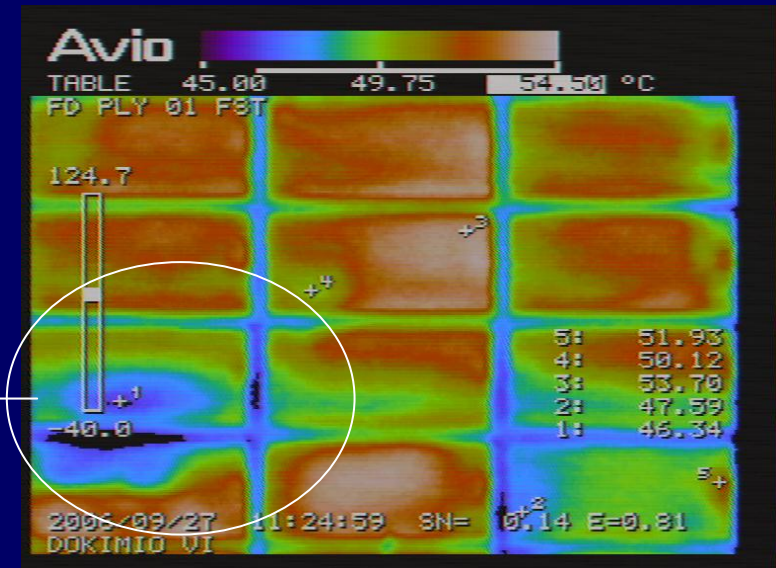
Θερμογράφημα της τοιχοποιίας

Αποτίμηση απόδοσης φωτοβολταϊκών συστημάτων



Κτίριο Σχολής
Χημικών
Μηχανικών

Περιοχή με
χαμηλότερη
θερμοκρασία



Έλεγχος ποιότητας κατασκευών
από σκυρόδεμα/
ασφαλτοτάπητων

Υδροθεραπευτήριο/Καλλιθέα Ρόδου

Κατασκευή από σκυρόδεμα του 1ου μισού του 20ου αιώνα
(1927, P. Lombardi)



Το κτίριο της Ροτόντας



Επιφάνεια σκυροδέματος
x25 του κτιρίου Ροτόντας

Τρούλος



Επιφάνεια gunitite
x25 του κτιρίου
Τρούλου

ΓΕΩΡΑΝΤΑΡ

Εφαρμογές

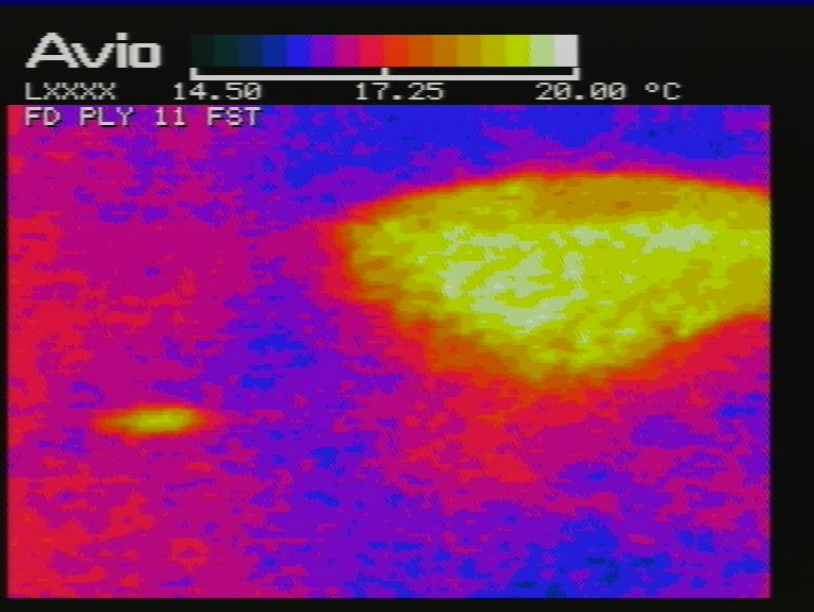
- Εντοπισμός κενών κάτω από επιφάνειες σκυροδέματος
- Δοκιμές πάνω από δρόμους όπου λόγω συνεχών καθιζήσεων το πάχος της ασφάλτου αυξάνεται συνεχώς
- Εντοπισμός και προσδιορισμός διαστάσεων ζωνών σκυροδέματος που έχει υποστεί βλάβη λόγω διάβρωσης από τη χρησιμοποίηση αλατιού.
- Εντοπισμός διάκενων και ρωγμών αλλά και μεταβολών της ορυκτολογικής σύστασης όγκων διακοσμητικών πετρωμάτων.

ΓΕΩΡΑΝΤΑΡ

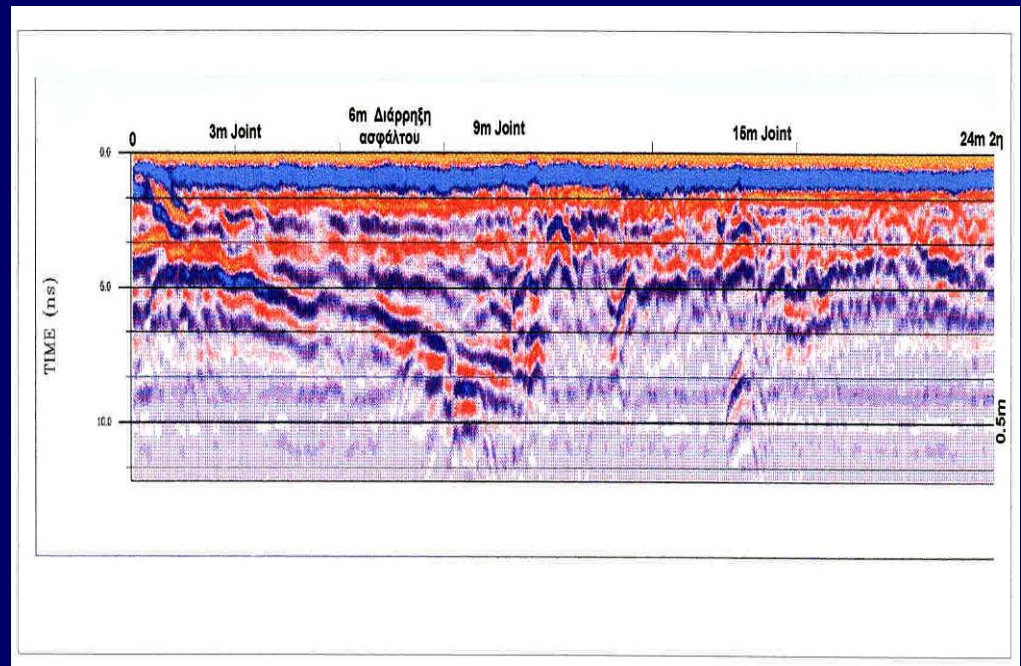
Αρχή της Μεθόδου

- Είναι όμοια της σεισμικής ανάκλασης. Ένας ηλεκτρομαγνητικός παλμός υψηλής συχνότητας (10-10000 MHz) μικρής διάρκειας παράγεται και διοχετεύεται στο έδαφος. Το σήμα (παλμός) διαχέεται στα υλικά που συνιστούν το υπέδαφος και επηρεάζεται από τις ιδιότητες των περιβαλλόντων υλικών. Μέρος της ενέργειας του παλμού ανακλάται στη διαχωριστική επιφάνεια υλικών διαφορετικών ιδιοτήτων και καταγράφεται σε έναν δέκτη στην επιφάνεια του εδάφους, ενώ η υπολειπόμενη ενέργεια του παλμού διοχετεύεται σε βαθύτερα επίπεδα.

Ασφαλτοτάπητας



Εντοπισμός φθοράς με
χρήση της θερμογραφίας
υπερύθρου



Εντοπισμός φθοράς με
χρήση γεωραντάρ