

ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ, ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΩΝ ΣΤΙΣ ΔΟΜΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ & ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΤΟΥ Ε.Μ.ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ

ΠΑΡΙΣ ΜΙΧ. ΠΑΝΤΟΥΒΑΚΗΣ

Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Κέντρο Καινοτομίας Κατασκευών,

Τομέας Προγρ/μού & Διαχείρισης Τεχνικών Έργων, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το καινούργιο, το πρωτότυπο, η αναβάθμιση, ο μοντερνισμός, και ιδιαίτερα εκείνος, με απτά και εφαρμόσιμα αποτελέσματα αλλάζει εμάς, το περιβάλλον μας, τον τρόπο που σκεφτόμαστε, παράγουμε και λειτουργούμε. Έτσι, η ζωή μας αλλάζει μέσω νεωτερισμών και η κοινωνία εξελίσσεται μέσω μεταρρυθμίσεων. Αναφερόμαστε συλλογικά στα παραπάνω με τον όρο «καινοτομία». Ας θυμηθούμε, εντελώς ενδεικτικά, μερικές πρόσφατες καινοτομίες σε χρονολογική σειρά (πηγή: *Εγκυκλοπαίδεια Μηριτάννικα*).

1946	Τηλεόραση
1947	Στιγμιαία Φωτογραφία (Polaroid)
1950	Πιστωτική Κάρτα
1951	Διορθωτικό Υγρό (Blanco)
1959	Ζώνη Ασφαλείας Αυτοκινήτου
1967	Φούρνος Μικροκυμάτων
1972	e-mail (ηλεκτρονικά μηνύματα)
1972	Ηλεκτρονικά Παιχνίδια
1976	Οικιακό Βίντεο (VCR)
1979	Γουόκμαν
1980	Ψηφιακός Δίσκος (CD)
1981	Προσωπικός Υπολογιστής (PC)
1983	Φορητός Υπολογιστής (Laptop)
1989	Word Wide Web (WWW)
1995	DVD
1996	Το πρώτο κινητό τηλέφωνο μικρού μεγέθους με πορτάκι και λειτουργία δόνησης

Εικόνα 1. Ενδεικτικός κατάλογος καινοτομιών του 20^{ου} αιώνα

Η καινοτομία διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ανταγωνιστικότητα μιας οικονομίας και αποτελεί σήμερα διατυπωμένη στρατηγική της Ενωμένης Ευρώπης. Πιο συγκεκριμένα, βασικός στόχος της Ευρώπης από τη Διακήρυξη της Λισσαβόνας το 2000 αποτελεί η μετατροπή της σε «Κοινωνία της Γνώσης» μέχρι το 2010. Η καινοτομία αποτελεί βασική προϋπόθεση της Κοινωνίας της Γνώσης, μιας κοινωνίας που με τη σειρά της θα λειτουργεί τόσο με σεβασμό στον άνθρωπο και το περιβάλλον, όσο και μέσα στη δυναμικότερη και ανταγωνιστικότερη οικονομία του κόσμου. Ο στόχος είναι μακρόπνοος και φιλόδοξος, όμως τα αποτελέσματα έχουν ήδη αρχίσει να φαίνονται. Σε μια έκθεση του ερευνητικού κέντρου του Μάαστριχτ το 2006¹ βρέθηκε ότι οι Σκανδιναβικές χώρες ήδη ανταγωνίζονται με ίσους όρους την Ιαπωνία και τις ΗΠΑ. Οι Δυτικό-Ευρωπαϊκές χώρες ακολουθούν, ενώ στη χώρα μας χρειάζεται να γίνουν ακόμη προσπάθειες. Ενδεικτικό είναι το πρόσφατο δημοσίευμα του ημερήσιου τύπου που παρουσιάζεται στην Εικόνα 2.



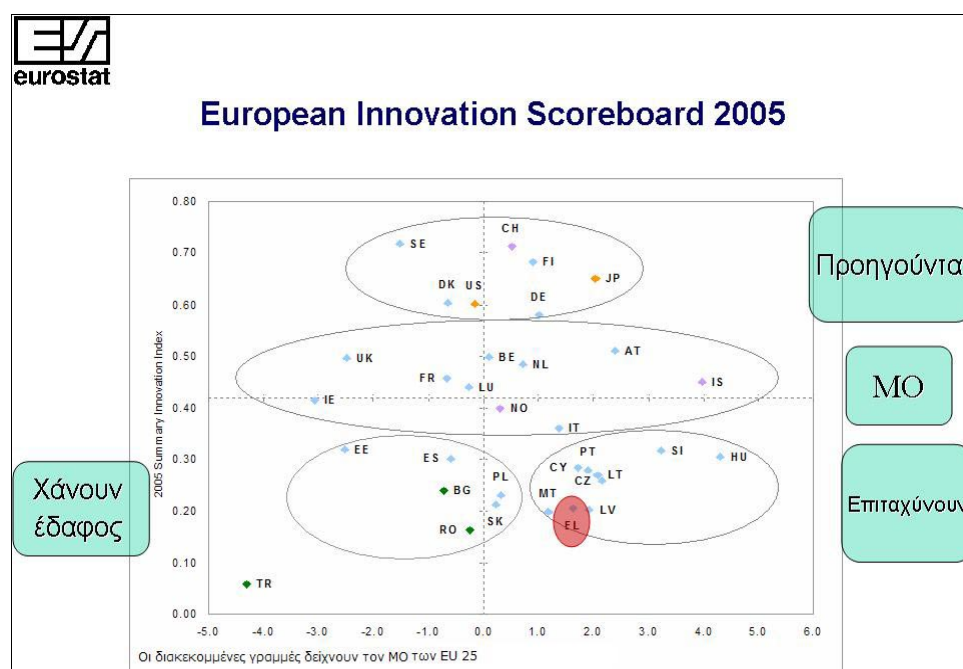
Εικόνα 2. Δημοσίευμα για την Καινοτομία της εφημερίδας «Εθνος», φύλλο 23/2/2007

Επίσημες έρευνες του Eurostat (Community Innovation Surveys – CIS) δείχνουν ότι το 2000 στην Ελλάδα 28% των επιχειρήσεων συμμετείχαν σε καινοτομικές δραστηριότητες (CIS 3), ενώ το 2004 το ποσοστό αυτό είχε ανέλθει σε 36% (CIS 4). Το 2005, το

¹ Εφημερίδα «Καθημερινή», φύλλο 26/2/2007.

European Innovation Scoreboard (Eurostat) κατέταξε την Ελλάδα στις χώρες που επιταχύνουν αλλά υπολείπονται ακόμη του Ευρωπαϊκού μέσου όρου. Τα σχετικά αποτελέσματα παρατίθενται στην Εικόνα 3 παρακάτω.

Τα ποσά που δαπανώνται για την έρευνα αποτελούν ένα χρήσιμο δείκτη για το δυναμικό καινοτομικότητας μιας χώρας. Οι σχετικές κρατικές επενδύσεις φτάνουν στην Ελλάδα μόλις στο 0,58% του ΑΕΠ, ενώ ένα πρόσθετο 1,7% επενδύεται από τον ιδιωτικό τομέα. Τα ποσά αυτά κατατάσσουν τη χώρα μας στις τελευταίες από άποψη επενδύσεων στην έρευνα στην Ευρώπη. Έτσι, δεν αποτελεί έκπληξη που οι περισσότεροι από εμάς πιστεύουμε ότι δεν παράγεται καινοτομία στη χώρα μας (και μάλιστα το 72% των στελεχών επιχειρήσεων όπως έδειξε μια πρόσφατη έρευνα²), όταν η πλειοψηφία πιστεύει ότι συμμετέχει ενεργά στην παραγωγή νέων ιδεών και διαδικασιών² ! Εδώ υπάρχει μια αντίφαση. Θεωρούμε ότι είμαστε ικανοί για την παραγωγή καινοτομιών («οι Έλληνες είμαστε έξυπνος λαός»), αλλά ταυτόχρονα πιστεύουμε ότι δεν υπάρχει το κατάλληλο πλαίσιο («στην Ελλάδα δεν έχουμε την κατάλληλη οργάνωση»)³. Και ενώ είναι βέβαιο ότι χρειάζονται περισσότερες χρηματοδοτήσεις, ταυτόχρονα αυτές από μόνες τους δεν είναι αρκετές.



Εικόνα 3. Δείκτης καινοτομίας στην Ευρώπη.

² Έρευνα του Ινστιτούτου Επικοινωνίας και του Παντείου Πανεπιστημίου που ανακοινώθηκε τον Μάρτιο του 2006 σε ημερίδα με θέμα «Καινοτομία και Ελληνικός Επιχειρηματικός Χώρος»

³ Βλέπε και άρθρο «Ο ιδιωτικός τομέας αδιαφορεί για την έρευνα και το δημόσιο τη στραγγαλίζει», Εφημερίδα «Καθημερινή», φύλλο 6-7 Ιανουαρίου 2007.

Τα μεγέθη που αναφέρθηκαν παραπάνω είναι συνολικά, δηλαδή αφορούν στο άθροισμα των κλάδων της οικονομίας. Με τους χώρους της υψηλής τεχνολογίας, των τηλεπικοινωνιών και της πληροφορικής να κατέχουν τη σημαντικότερη μερίδα⁴, τι γίνεται σε παραδοσιακότερους χώρους οικονομικής δραστηριότητας (όπως οι κατασκευές, η γεωργία και ο δημόσιος τομέας); Ιδιαίτερα για το χώρο των κατασκευών που βρέθηκε στο επίκεντρο τα τελευταία χρόνια λόγω του Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης (ΚΠΣ), των Ολυμπιακών Αγώνων και των αυξημένων ιδιωτικών επενδύσεων, τι γίνεται από άποψη καινοτομίας; Ας σημειωθεί ότι περνάμε στη χώρα μας προοδευτικά από τη φάση κατασκευής βασικών υποδομών στη συντήρηση και λειτουργία τους. Ταυτόχρονα, η κατασκευαστική βιομηχανία επιδεικνύει έναν εξαγωγικό προσανατολισμό σε χώρες της Βαλκανικής και του Αραβικού κόλπου. Επιπρόσθετα, τι σχέση έχουν (αν έχουν) τα δημόσια Πανεπιστήμια⁵ με όλα αυτά ιδιαίτερα σε μια εποχή που ο ρόλος τους βρίσκεται σε επαναδιαπραγμάτευση;

Τα παραπάνω ερωτήματα δεν είναι απλά, ούτε έχουν εύκολη και μονοσήμαντη απάντηση. Και μάλιστα όταν, σε αντίθεση με άλλες προηγμένες χώρες, δεν υπάρχουν εδώ εκείνα τα ερευνητικά κέντρα που θα έκαναν ανάλυση, ανασκόπηση των εξελίξεων και συγκεκριμένες προτάσεις⁶ ούτε κατασκευαστική βιομηχανία με ιδιαίτερα αναπτυγμένη ερευνητική δραστηριότητα. Για την προσέγγιση των σχετικών απαντήσεων, όμως, είναι φανερό ότι θα πρέπει να ξεκινήσουμε την ανάλυσή μας από τα βασικά παραγωγικά εργαλεία της κατασκευαστικής βιομηχανίας και πιο συγκεκριμένα από τα δομικά μηχανήματα και τις συσχετιζόμενες κατασκευαστικές διαδικασίες, επικεντρωνόμενοι σε θέματα επαύξησης της παραγωγικότητας και αντιμετώπισης δύσκολων εργασιών.

⁴ Βλέπε και εγκαίνια του Κέντρου Καινοτομίας Μικροηλεκτρονικής στο Μαρούσι (17/1/2007) αλλά και εικόνα 7 παρακάτω.

⁵ Σύμφωνα με τις στατιστικές (CIS 4) τα Πανεπιστήμια της χώρας μας συνεργάζονται με καινοτόμες επιχειρήσεις μόνο σε ποσοστό 6%.

⁶ Εδώ ιδιαίτερη μνεία γίνεται σε δημοσιευμένες αναφορές που αφορούν στην καινοτομία στις κατασκευές. Από την πλούσια διεθνή βιβλιογραφία, ιδιαίτερη μνεία γίνεται στις εργασίες του National Research Council of Canada, του Department of Trade and Industry (UK), του προγράμματος Brite (UK) και e-core(EE), στη σχολιασμένη βιβλιογραφία για την καινοτομία στις κατασκευές του Journal of Construction Innovation, στις αναφορές του CIFE και του FIATECH αλλά και κέντρων των Πανεπιστημίων Austin at Texas και North Carolina State, στο επιστημονικό περιοδικό του ASCE - Journal of Construction Engineering and Management (με πλήθος σχετικών δημοσιεύσεων τη διετία 2005-2007), στο κλαδικό περιοδικό SAE OHE κ.λπ. Στη χώρα μας δεν υπάρχει Ερευνητικό Κέντρο Κατασκευών και έτσι υπάρχει σχετικό κενό (παρά τη μερική αναπλήρωσή του από τη ΓΓΕΤ και το ΙΟΚ).

Η αναζήτηση των απαντήσεων αυτών, σε συνδυασμό με τη διοργάνωση για 4^η φορά της διεθνούς έκθεσης μηχανημάτων έργων με την επωνυμία METEC στο ΜΕC Παιανίας από 16-19 Μαρτίου 2007 (<http://www.me-tec.gr>) αποτέλεσαν την αφορμή για τη διοργάνωση επαγγελματικού συνεδρίου με θέμα «Καινοτομία στις Δομικές Μηχανές, τις Μεθόδους, την Εκπαίδευση και το Λογισμικό» από την Τεχνοεκδοτική Α.Ε. και το Ελληνικό Δίκτυο Διαχειριστών Έργων (ΕΔΔΕ). Το συνέδριο τίμησαν με την παρουσία τους ομιλητές από την Ελλάδα και το εξωτερικό (Εικόνα 4), ενώ βραβεύτηκαν και εργασίες στο θέμα μεταπτυχιακών σπουδαστών του Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου (ΕΑΠ). Περισσότερες πληροφορίες, το πρόγραμμα του συνεδρίου και τα πλήρη πρακτικά του είναι διαθέσιμα στην ιστοσελίδα <http://pmgreece.gr/content.php?cid=events:metec>



Εικόνα 4. Επαγγελματικό Συνέδριο για την Καινοτομία 4^η METEC, 17/3/2007
(από αριστερά Π. Παντουβάκης (ΕΜΠ), Dr. E.T. Fotwe (University of Loughborough, UK),
Prof. M. Kagioglou (University of Salford, UK) και Σ. Μπαρσάκης (Δ/ντης Δ13, ΥΠΕΧΩΔΕ))

Στην εργασία αυτή, που αποτελεί μετεξέλιξη της σχετικής παρουσίασής μου στο συνέδριο αυτό, θα προσπαθήσω να τοποθετήσω το πρόβλημα συνοπτικά και να συνδράμω στην αναζήτηση απαντήσεων στα ερωτήματα που τέθηκαν.

Πιο συγκεκριμένα, προχωρήσαμε πρόσφατα στο Ε.Μ.Πολυτεχνείο στην ίδρυση του Κέντρου Καινοτομίας Κατασκευών (ΚΚΚ). Πρόκειται για μια Εργαστηριακή Μονάδα Παροχής Υπηρεσιών (ΕΜΠΥ) που εντάσσεται στον Τομέα Προγραμματισμού & Διαχείρισης Τεχνικών Έργων της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών. Φιλοδοξία μας είναι να μελετήσουμε

στο Κέντρο αυτό τα θέματα καινοτομίας στην επιστήμη του Πολιτικού Μηχανικού και ειδικότερα στην εφαρμογή τους στην κατασκευαστική διαδικασία με απώτερο στόχο να παράγουμε ή να βοηθήσουμε στην παραγωγή λύσεων που θα αυξήσουν την παραγωγικότητα και την ανταγωνιστικότητα εκείνων που τις χρησιμοποιούν. Ο σχεδιασμός, όμως, των ενεργειών, εξοπλισμού, μεθόδων και στελέχωσης του νέου αυτού ΕΜΠΥ θα πρέπει να βασίζεται σε μια συνολικότερη θεώρηση των σχετικών αντικειμένων. Πιο συγκεκριμένα, χρειαζόμαστε απαντήσεις σε ερωτήματα όπως: Τι ακριβώς είναι (και τι δεν είναι καινοτομία); Ποιος και πώς ασχολείται με αυτήν; (διαθέσιμοι πόροι, στελεχιακό δυναμικό, πολιτική καινοτομίας στις κατασκευές), επισκόπηση σύγχρονων καινοτομιών στην περιοχή, αναμενόμενο ενδιαφέρον των κατασκευαστικών επιχειρήσεων γι αυτές κ.λπ.

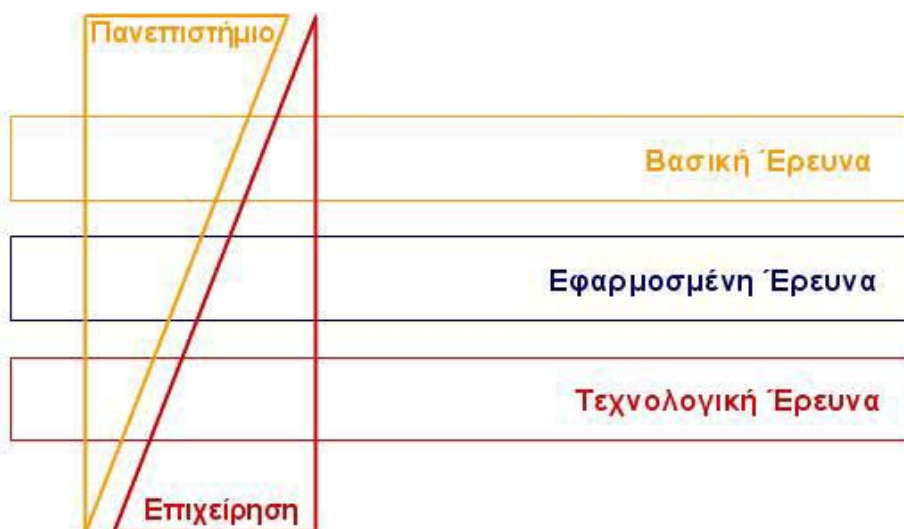
Η προσπάθεια αναζήτησης απαντήσεων στα παραπάνω ερωτήματα μας οδήγησε στη θεώρηση των βασικών συντελεστών παραγωγής των κατασκευαστικών έργων και ειδικότερα στην αναζήτηση καινοτομιών στα δομικά μηχανήματα. Ο συγκεκριμένος χώρος καλύπτεται σπάνια (αν όχι καθόλου) στην Ελληνική βιβλιογραφία, παρά το γεγονός ότι αποτελεί σημαντικό θέμα διαρκούς αναζήτησης στη διεθνή. Η αναζήτηση της σημασίας των διάφορων σχεδιαζόμενων ή προτεινόμενων καινοτομιών είναι, επίσης, θέμα ιδιαίτερης σημασίας που έχει περιορισμένη βιβλιογραφική αντιμετώπιση. Σημαντικό μέρος της εργασίας αυτής αφιερώνεται στην πραγματεία των παραπάνω θεμάτων.

Έχοντας ολοκληρώσει τη μελέτη των θεμάτων αυτών, στην τελευταία ενότητα της εργασίας παρουσιάζουμε συνοπτικά τα αποτελέσματα. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζεται συνοπτικά η δομή, εξοπλισμός και σχεδιασμοί του Κέντρου Καινοτομίας Κατασκευών και ενδεικτικά οι τομείς συμμετοχής του σε τρέχοντα ερευνητικά προγράμματα και προτάσεις.

Παρά το μάλλον μεγάλο μέγεθος της παρούσας εργασίας, νομίζω συνοψίζονται χρήσιμα δεδομένα και πληροφορίες για το θέμα και μάλιστα σε βαθμό που θα μπορούσε το κείμενο αυτό να αποτελέσει ένα βασικό πληροφοριακό εργαλείο για όσους έχουν παρόμοιους προβληματισμούς, τόσο στο χώρο της παραγωγής και των κατασκευαστικών επιχειρήσεων, όσο και στον Ακαδημαϊκό χώρο των ΑΕΙ και ΤΕΙ της χώρας μας που αναζητούν κατευθύνσεις ανάπτυξης σε μια ολοένα δυσκολότερη και ανταγωνιστικότερη πραγματικότητα.

2. ΤΙ ΑΚΡΙΒΩΣ ΕΙΝΑΙ Η «ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ»;

Είναι γενικά δεκτό ότι η όποια ανάπτυξη θεμελιώνεται στη βασική έρευνα που αποσκοπεί στη διατύπωση σχέσεων μεταξύ μεγεθών και φαινομένων. Στόχος της βασικής έρευνας αποτελεί η παραγωγή νέας γνώσης, ενώ το επιτυχές αποτέλεσμα της χαρακτηρίζεται συνήθως ως εφεύρεση. Η βασική έρευνα δεν έχει συνήθως εμπορικό αποτέλεσμα και έτσι αποτελεί κύριο ενδιαφέρον των Πανεπιστημίων και των ερευνητικών κέντρων. Εξέλιξη της βασικής έρευνας αποτελεί η εφαρμοσμένη που αποσκοπεί στην παραγωγή πρωτοτύπων ή διατάξεων επίδειξης και στην κατοχύρωση δικαιωμάτων με τη μορφή διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας. Στη συνέχεια, η τεχνολογική έρευνα αποσκοπεί στην αξιοποίηση της βασικής και της εφαρμοσμένης έρευνας με στόχο την ανάπτυξη ή τη βελτίωση προϊόντων ή υπηρεσιών και την εμπορική εκμετάλλευσή τους. Οι σχετικές έννοιες και η σχέση τους συνοψίζονται στην Εικόνα 5:



Εικόνα 5. Σχηματική αναπαράσταση της ερευνητικής «σφήνας» μεταξύ Πανεπιστημίων (και Ερευνητικών Κέντρων) και Επιχειρήσεων

Με τον όρο «καινοτομία» εννοούμε τη χρήση της τεχνικής προόδου για την παραγωγή και εκμετάλλευση νέων προϊόντων, υπηρεσιών και διαδικασιών που επιθυμεί η αγορά. Έτσι, στην έννοια της καινοτομίας περιέχεται και η έννοια της εμπορικής εκμετάλλευσης. Απλοϊκά, θα μπορούσαμε να ορίσουμε την καινοτομία με την αλγεβρική σχέση :

Καινοτομία = Εφεύρεση + Εμπορική Εκμετάλλευση

Έτσι, η καινοτομία αποσκοπεί στην επαύξηση της παραγωγικότητας και των πωλήσε-

ων ή τη μείωση του κόστους παραγωγής.

Στην Εικόνα 6 παρακάτω δίνονται γνωστά παραδείγματα που δείχνουν ότι η εφεύρεση ενός πράγματος και η εμπορική του αξιοποίηση μπορεί να απέχουν δεκαετίες.

• Αλουμίνιο :	Ανακαλύφθηκε το 1854 . Βιομηχανική αξιοποίηση μετά το 1940 .
• Οπτικές Ίνες:	Ανακαλύφθηκαν το 1881 . Κατασκευάστηκαν μετά το 1970 .
• Laser:	Ανακαλύφθηκε το 1917 . Αξιοποιήθηκε μετά το 1958 .

Εικόνα 6. Παραδείγματα καθυστέρησης στην εμπορική εκμετάλλευση μιας εφεύρεσης

Η καινοτομία μπορεί να οριστεί και σχηματικά, όπως φαίνεται στην Εικόνα 7 παρακάτω.



Εικόνα 7. Ορισμός Καινοτομίας - Ολιστικό Μοντέλο

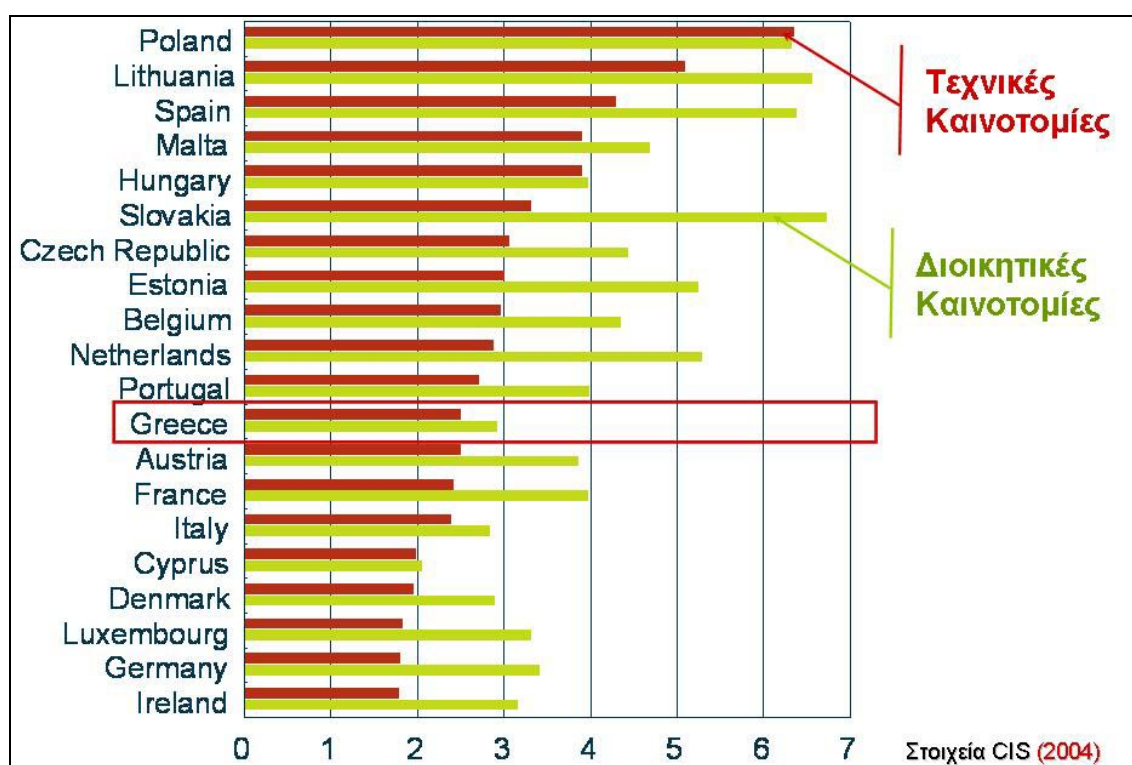
Από τον ορισμό της είναι φανερό ότι η καινοτομία έχει μεγάλο εύρος και πολλές συνιστώσες: Επιστημονικές, τεχνολογικές, οικονομικές, περιβαλλοντικές, οργανωτικές, εμπορικές και πολιτικές. Αφορά τόσο στη διαδικασία παραγωγής, όσο και στο τελικό αποτέλεσμα με τη μορφή προϊόντος, διαδικασίας ή υπηρεσίας. Η καινοτομία προϋποθέτει κανάλια επικοινωνίας ή δίκτυα μεταξύ όλων των συμμετεχόντων από τον παραγωγό και τον έμπορο μέχρι τον τελικό καταναλωτή.

Η καινοτομία μπορεί να είναι ριζική ή εντελώς καινούργια (π.χ. ο πρώτος μηχανικός

εκσκαφέας ή η πρώτη τηλεόραση) που αλλάζουν τον τρόπο που σκεφτόμαστε τα πράγματα ή, πιο συνηθισμένα, βελτιωτική ή εξελικτική (π.χ. ένα νέο μοντέλο εκσκαφέα ή μια νέα τηλεόραση plasma). Η καινοτομία είναι διεθνής αλλά και τοπική. Η καινοτομία είναι μεταφέρσιμη από τον ένα τομέα στον άλλο (π.χ. χρήση του «μαύρου κουτιού» και των GPS από τα αεροπλάνα στα δομικά μηχανήματα).

Η καινοτομία μπορεί να είναι τεχνική (ανάπτυξη νέων ή βελτιωμένων προϊόντων, υπηρεσιών ή διαδικασιών) ή διοικητική (αλλαγή της οργανωτικής δομής ή/και των διαδικασιών). Σημειώστε ότι η τεχνική καινοτομία δεν προϋποθέτει και τη διοικητική και αντίστροφα, η διοικητική καινοτομία δεν οδηγεί πάντα σε τεχνική καινοτομία.

Στις Ευρωπαϊκές χώρες, σύμφωνα με τα στοιχεία του CIS 4, οι διοικητικές καινοτομίες υπερτερούν των τεχνικών (Εικόνα 8)



Εικόνα 8. Δείκτης Τεχνικών & Διοικητικών Καινοτομιών στην Ευρώπη

Για παράδειγμα, ως διοικητική καινοτομία στη χώρα μας θα μπορούσε να θεωρηθεί η επαγγελματική πιστοποίηση των προσόντων των υπευθύνων για την υλοποίηση των έργων (project managers).

Άλλη διοικητική καινοτομία θα μπορούσε να θεωρηθεί η ενοικίαση δομικού εξοπλισμού και μηχανημάτων από εταιρεία ενοικίασης αυτοκινήτων. Σχετικές εταιρείες παρου-

σιάστηκαν στο πλαίσιο της διεθνούς έκθεσης METEC.

Από τα παραπάνω παραδείγματα προκύπτει ότι η καινοτομία δεν προϋποθέτει αναγκαστικά υψηλή τεχνογνωσία. Με μια ευρύτητα θεώρησης, θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι η καινοτομία μπορεί να αφορά συνδυασμούς γνωστών πραγμάτων για την παραγωγή ενός νέου αγαθού (όπως, π.χ. ήταν η ιστιοσανίδα και το γουόκμαν όταν πρωτοπαρουσιάστηκαν) ή απλά να αποσκοπεί σε μια νέα περισσότερο επιθυμητή μορφή ενός γνωστού αγαθού (όπως, π.χ. ήταν ο Fiesta Frappe και τα καταστήματα Everest).

Η καινοτομία δεν είναι εφεύρεση ή δίπλωμα ευρεσιτεχνίας. Δεν αφορά μόνο στους επιστήμονες ή τους διανοητές. Η Καινοτομία μας αφορά όλους. Η μόνη της προϋπόθεση είναι μια νέα αντίληψη των πραγμάτων στον κατάλληλο χρόνο και τόπο με βάση τις ανάγκες του δυνητικού αγοραστή – πελάτη.

Η παραπάνω θεώρηση κάνει τα πράγματα δυσκολότερα! Άρα, δεν χρειάζεται να είναι κανείς διαπρεπής επιστήμονας ή να εργάζεται για μια πολυεθνική εταιρεία υψηλής τεχνολογίας για να μπορέσει να συμβάλει στην ανάπτυξη καινοτομίας!

Από πού προέρχεται, όμως, η καινοτομία; Υπάρχουν διάφορα μοντέλα προέλευσης. Κατά μία θεώρηση η καινοτομία προέρχεται από την τεχνολογία. Όταν κάποιο νέο προϊόν ή υπηρεσία αναπτυχθούν, τότε αυτά γίνονται διαθέσιμα στην αγορά και έτσι δημιουργείται ζήτηση (Μοντέλο ώθησης από την τεχνολογία -Technology Push).

Υπάρχει, βέβαια, και το απολύτως αντίθετο μοντέλο. Η αγορά «ζητά» κάποιο προϊόν το οποίο η τεχνολογία έρχεται να καλύψει (Μοντέλο έλξης από την αγορά - Market Pull).

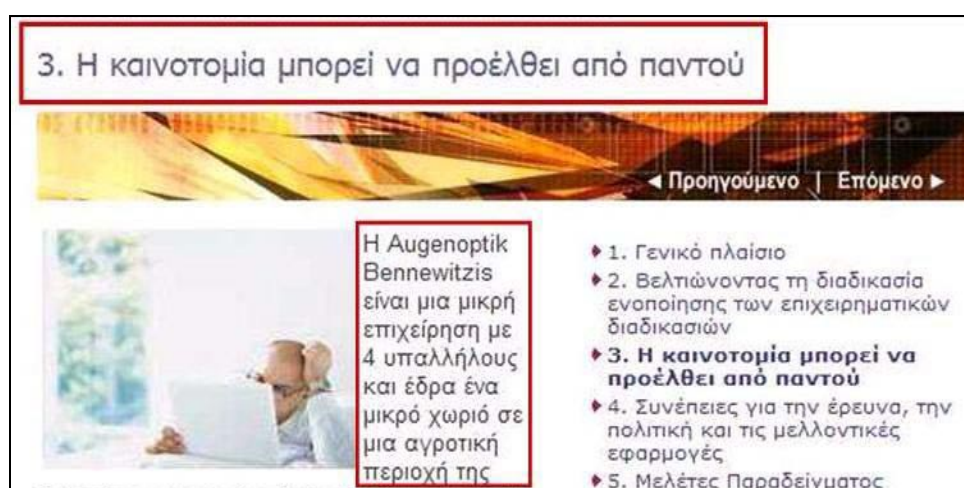
Ακόμα, υπάρχουν και συνδυασμοί των παραπάνω μοντέλων. Είτε με ταυτόχρονη δράση της τεχνολογίας και της αγοράς (συζευκτικό μοντέλο), είτε με αλληλεπίδραση της τεχνολογίας και της αγοράς σε μια μη αναγκαστικά συνεχή διαδικασία (αλληλεπιδραστικό μοντέλο). Η τελευταία αυτή θεώρηση (αλληλεπιδραστικό μοντέλο) είναι εκείνη που είναι σήμερα περισσότερο αποδεκτή.

Στη βιβλιογραφία⁷ έχουν προταθεί τόσο διάφορα άλλα μοντέλα, όσο και οικονομικά μοντέλα ανάπτυξης της καινοτομίας (όπως των Schumpeter, Marx, νεο-κλασσικών οικο-

⁷ Afuah A. (1998) *Innovation Management: Strategies, Implementation and Profits*, Oxford Univ. Press, New York
Trott P. (1998) *Innovation Management and New Product Development*, Pitman Publishing, London.

νομολόγων κλπ). Σε κάθε περίπτωση δεχόμαστε σήμερα ότι η καινοτομία αποτελεί αποτέλεσμα συνειδητής προσπάθειας, επένδυσης και επιμονής και όχι τυχαίο γεγονός.

Η ανακάλυψη νέων διαδικασιών, προϊόντων και υπηρεσιών ανακατανέμει την «πίτα» της αγοράς από την αρχή, αλλάζει τον ανταγωνισμό και εξασφαλίζει ανάπτυξη. Και αυτό μας ενδιαφέρει όλους και ιδιαίτερα όσους ασχολούμαστε με τον πράγματι ιδιόμορφο χώρο των κατασκευών. Εδώ, θα πρέπει να τοποθετηθούμε συνοπτικά σε ένα σημαντικό, κατά την άποψή μου, ερώτημα: Ποιο μέγεθος επιχείρησης καινοτομεί; Μήπως η καινοτομία αφορά μόνο στις μεγάλες επιχειρήσεις; Σίγουρα οι μεγάλες επιχειρήσεις έχουν περισσότερες ανθρώπινες και οικονομικές δυνατότητες, ενώ ακόμα και μικρές καινοτομίες αποφέρουν σημαντικά χρηματικά οφέλη λόγω οικονομιών κλίμακας. Ιδιαίτερα, όταν υπάρχουν μεγάλες επιχειρήσεις που επενδύουν περισσότερο από το 10% του τζίρου τους σε έρευνα & ανάπτυξη (όπως οι Roche, Ericsson, Glaxo-Wellcome και Novartis). Όμως, στη βιβλιογραφία⁸ έχειδειχθεί ότι ακόμα και μικρές επιχειρήσεις μπορούν να καινοτομούν και μάλιστα σημαντικά. Σχετική είναι και η Εικόνα 9 από τον ιστότοπο του προγράμματος «Δικτυωθείτε» που αφορά μια μικρή επιχείρηση οπτικών σε μια αγροτική περιοχή της Γερμανίας.



Εικόνα 9. Παράδειγμα επιχείρησης με μόλις 4 υπαλλήλους που καινοτομεί

Η καινοτομία αφορά, λοιπόν, τόσο στις μεγάλες, όσο και στις μικρές επιχειρήσεις. Αλλά ποια είναι τα χαρακτηριστικά μιας επιχείρησης που καινοτομεί; Η ανάλυση σχετι-

⁸ Tidd J, Bessant J. & Pavitt K. (2001) *Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change*, J. Wiley, New York.

κών περιπτώσεων δείχνει ότι μια επιχείρηση που καινοτομεί διαθέτει :

- ο Ιδεολογία και προσήλωση σε ένα όραμα (κυρίως από την ανώτατη διοίκηση).
- ο Αντίληψη της τρέχουσας τεχνογνωσίας και της τυχόν πρόσθετης που απαιτείται, καθώς και του τρόπου που μπορεί αυτή να αποκτηθεί.
- ο Ενθάρρυνση της ενδοεταιρικής διάχυσης της πληροφορίας, ενθάρρυνση της κινητικότητας του προσωπικού και ευέλικτη οργανωτική δομή.
- ο Διοικητική ανοχή σε λάθη και ικανότητα χειρισμού των αλλαγών.
- ο Ανοικτή αντίληψη για τις συνεργασίες με άλλους φορείς.
- ο Προσήλωση στις ανάγκες του καταναλωτή.
- ο Ευαισθητοποίηση σε περιβαλλοντικά, ηθικά και κοινωνικά θέματα.
- ο «Ερασιτεχνισμό» με την έννοια της Εικόνας 10, δηλαδή μεράκι, πάθος, εμμονή και ενθουσιασμό και όχι μόνο άρτια κατάρτιση και γνώση.

Καθημερινή 25/2/2007

Οι «ερασιτέχνες» προωθούν την καινοτομία

Η επαγγελματική επιτυχία πηγάζει από το μεράκι, το πάθος, την εμμονή και τον ενθουσιασμό

Δικαίωση στους απανταχού «ερασιτέχνες» φέρνει η Επανάσταση των Pro-Ams. Δηλαδή σε αυτούς που αφοσιώνονται με... «επαγγελματική» προσήλωση σε αυτό που αγαπούν και που τα αποτελέσματα της «ερασιτεχνικής» εργασίας τους φθάνουν σε επίπεδο επαγγελματικής αριστείας. Η Pro-Ams Revolution είναι μια από τις μεγάλες παγκόσμιες ιδέες που τη διατύπωσε για πρώτη φορά το 2004 ο «δημιουργός ιδεών» κ. Charles Leadbeater – ο οποίος ήταν ο κεντρικός ομιλητής του 5th Marketing Directors Forum στην Αθήνα που διοργάνωσε το Marketing Week με τη συνεργασία της Boussias Communications (www.boussias.com) και με την «Κ» Χορηγό Επικοινωνίας. Ο θεσμός αυτός αποτελεί σημαντική εκδήλωση που απευθύνεται στα διευθυντικά στελέχη του μάρκετινγκ και φέτος έφερε στο βήμα του διάλογου τα πλέον επίκαιρα ζητήματα που απασχολούν τους επαγγελματίες του marketing το 2007 και τα επόμενα χρόνια.

Κορυφαίος διανοητής με παγκόσμια απήχηση, συγγραφέας βιβλίων με πρωτοποριακές ιδέες, σύμβουλος κυβερνήσεων και της Ευρωπαϊκής Επιτροπής αλλά και δραστήριος ερευνητής –κυρίως όμως «ideas generator»– ο κ. Charles Leadbeater έχει ταυτισθεί στις ημέρες μας με την Pro-Ams Revolution, η οποία κερδίζει «πιστούς» όχι τόσο επειδή είναι όντως πρωτοποριακή και ακούγεται για πρώτη φορά αλλά, θα λέγαμε, επειδή αποκαλύπτει και διατυπώνει τη δύναμη της πασίγνωστης αλήθειας, που λέει ότι η επίτευξη της οποιας επαγγελματικής αριστείας δεν εξαρτάται πάντα από την άρτια επαγγελματική κατάρτιση και γνώση, αλλά πηγάζει απαραίτητα από το μεράκι, το πάθος, την εμμονή και τον ενθουσιασμό.

Εικόνα 10. Οι «ερασιτέχνες» προωθούν την καινοτομία, «Καθημερινή», φύλλο 25/2/2007

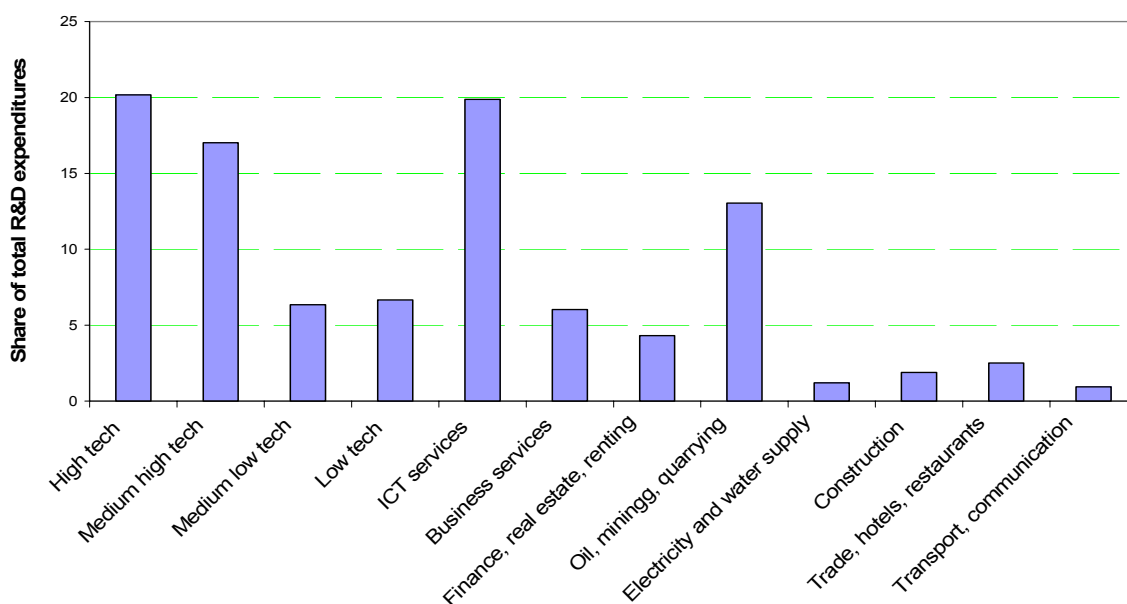
Κλείνοντας την ενότητα αυτή, θα πρέπει να διατυπώσουμε συνοπτικά πέντε (5) βασικά διδάγματα για την καινοτομία:

1. Οι κυρίαρχες επιχειρήσεις σε όλους τους κλάδους παρουσιάζουν αυξημένη ικανότητα να καινοτομούν και να παράγουν νέα ή βελτιωμένα προϊόντα και υπηρεσίες.
2. Η καινοτομία είναι η κινητήρια δύναμη της ανάπτυξης αλλά και της βελτίωσης της ανταγωνιστικότητας ανεξάρτητα από τις γενικότερες συνθήκες της οικονομίας.

3. Η ανάπτυξη νέων προϊόντων είναι πολύ σημαντικότερη από τη μείωση των τιμών υπαρχόντων προϊόντων.
4. Η καινοτομία απαιτεί διεπιστημονική προσέγγιση, συνεργασίες, προσανατολισμό στον πελάτη, επιμονή και «ερασιτεχνικό» ενθουσιασμό.
5. Η καινοτομία είναι συνήθως το αποτέλεσμα συνειδητής προσπάθειας και όχι τυχαίο ή συμπτωματικό γεγονός.

3. Στατιστικά Στοιχεία για την Καινοτομία στις Κατασκευές

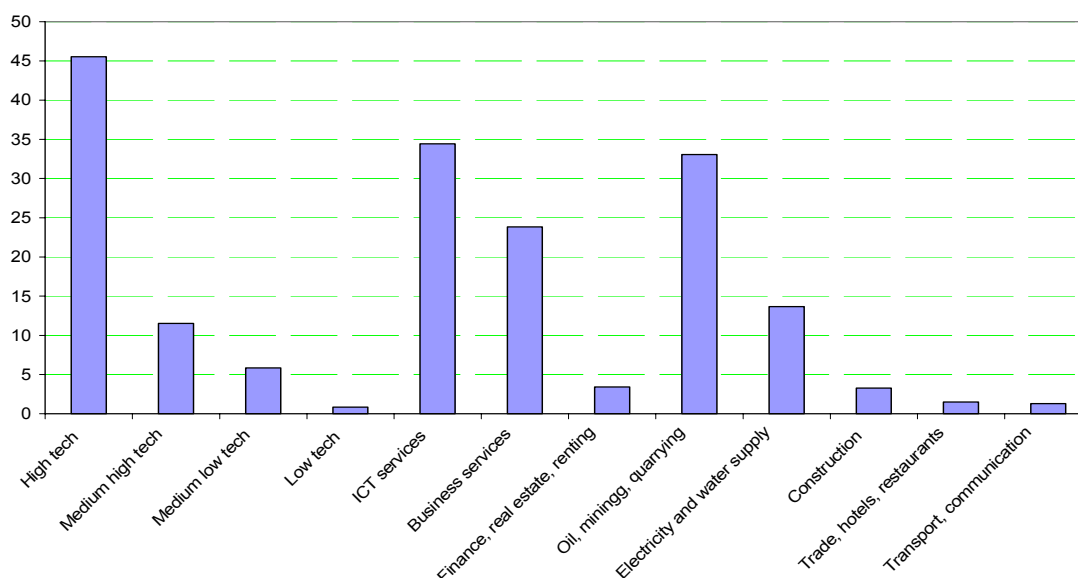
Σύμφωνα με το Eurostat⁹ με την καινοτομία ασχολούνται σήμερα (Φεβρουάριος 2007) περισσότερες από το 40% των επιχειρήσεων της Ευρώπης των 27 σε όλους τους τομείς της οικονομικής δραστηριότητας! Οι σχετικές επενδύσεις παρουσιάζονται με τη μορφή γραφήματος στην Εικόνα 11 παρακάτω από όπου φαίνεται ότι στο χώρο των κατασκευών επενδύεται ποσοστό της τάξης του 2% της συνολικής επένδυσης σε E & A.



Εικόνα 11. Ποσοστό επένδυσης (%) σε Έρευνα & Ανάπτυξη στην Ευρώπη των 27.

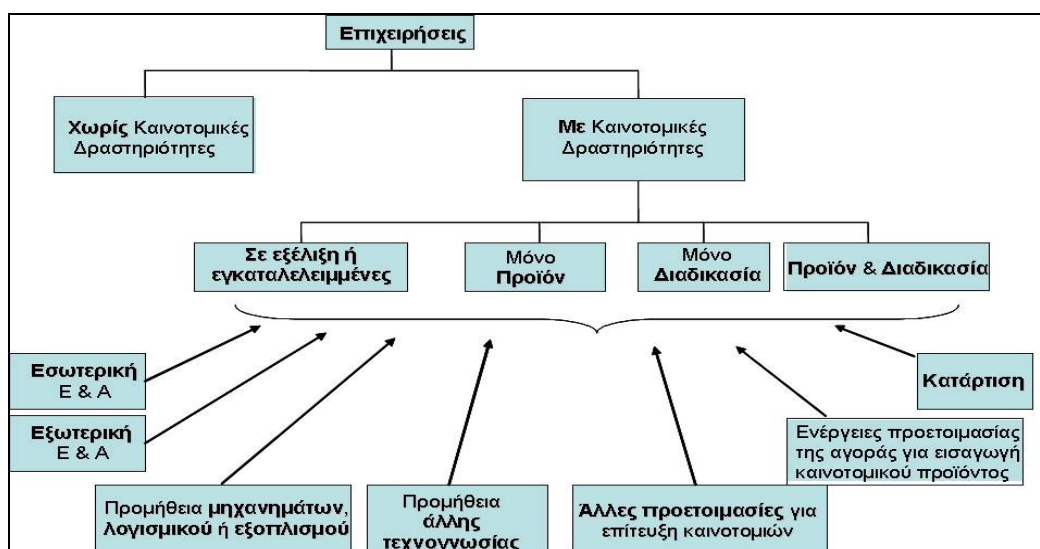
Το ποσοστό των ανθρώπων που ασχολούνται με τα σχετικά θέματα είναι επίσης μικρό (της τάξης του 4%) και παρουσιάζεται στην Εικόνα 12 παρακάτω.

⁹ Πηγή CIS 4 (Community Innovation Survey) όπως δημοσιεύτηκε από την Ευρωπαϊκή Στατιστική Υπηρεσία (Eurostat) στις 22/2/2007



Εικόνα 12. Ποσοστό ερευνητών (%) σε διάφορους τομείς οικονομικής δραστηριότητας.

Προκύπτει ότι πράγματι ο χώρος των κατασκευών είναι από τους παραδοσιακότερους από άποψη καινοτομίας. Πώς μετράται, όμως, η καινοτομία και άρα πώς προέκυψαν τα παραπάνω αποτελέσματα; Σχετικές έρευνες γίνονται από το Eurostat στο πλαίσιο των Community Innovation Surveys, γνωστά με το ακρωνύμιο CIS. Οι έρευνες βασίζονται σε ένα ερωτηματολόγιο δομημένο σύμφωνα με την Εικόνα 13.



Εικόνα 13. Δομή ερωτηματολογίου των Community Innovation Surveys (CIS)

Σημειώνεται ότι ένα απλοποιημένο ερωτηματολόγιο της μορφής αυτής αναπτύχθηκε από το Κέντρο Καινοτομίας Κατασκευών του ΕΜΠ¹⁰ (Εικόνα 14). Όσοι συμπληρώσουν το

¹⁰ σε συνεργασία με τον Δρ Μ. Βαλαβανίδη, Επίκουρο Καθηγητή του ΤΕΙ Αθηνών ο οποίος διαθέτει σημαντική εμπειρία σε θέματα διαχείρισης της καινοτομίας και θεμάτων μεταφοράς τεχνολογίας

ερωτηματολόγιο αυτό και μας το στείλουν ηλεκτρονικά θα λάβουν τα αποτελέσματα της συνολικής έρευνας όταν ολοκληρωθεί.

Δεν υπάρχει καταληκτική ημερομηνία για την αποστολή του ερωτηματολογίου και οι απαντήσεις θα θεωρηθούν εμπιστευτικές.

Βιομηχανική Έρευνα «Η Καινοτομία στον Ελληνικό Κατασκευαστικό Κλάδο»

Το παρόν ερωτηματολόγιο γίνεται για ερευνητικούς σκοπούς. Η συμμετοχή σας θα παραμείνει απόλυτα ανώνυμη & εμπιστευτική. Αν συμπληρώσετε τα στοιχεία σας, θα λάβετε σε σύντομο χρόνο τα συνολικά αποτελέσματα της έρευνας αυτής με e-mail.

Το ερωτηματολόγιο μπορείτε να το παραδώσετε στη Γραμματεία κατά τη διάρκεια του Συνεδρίου ή να το στείλετε με e-mail στο innovation@view.gr μέχρι **30 Μαρτίου 2007**.

Σας ευχαριστούμε για τη συμμετοχή και τη συνεργασία σας !

1. Γενικές πληροφορίες για εσάς & την επιχείρησή σας

Επιχείρηση:

Διεύθυνση: Ταχ/κός, Κώδικας:

Κύρια δραστηριότητα:

Ονοματεπώνυμο ερωτηθέντος: Θέση:

Τηλ/ fax email

1.1 Σε ποιές γεωγραφικές αγορές δραστηριοποιείται η επιχείρησή σας;

	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Σε τοπικό / περιφερειακό επίπεδο εντός Ελλάδας	☐	☐
Σε άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) ή/και σε υποψήφιες προς ένταξη χώρες εκτός Βαλκανικής	☐	☐
Σε χώρες της Βαλκανικής εντός ΕΕ (Βουλγαρία, Ρουμανία, Κύπρος)	☐	☐

Εικόνα 14. Ερωτηματολόγιο για την καινοτομία από το Κέντρο Καινοτομίας Κατασκευών του Ε.Μ.Π. διαθέσιμο ηλεκτρονικά στη διεύθυνση <http://innovation.view.gr>

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι υπάρχουν και άλλες Ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες για τη μέτρηση της καινοτομίας. Μια από αυτές αφορά στα συνεργατικά ερευνητικά έργα που συγχρηματοδοτούνται από την ΕΕ (Εικόνα 15).



Εικόνα 15. Ιστοσελίδα του Innovation Impact που αποσκοπεί στη μέτρηση της καινοτομίας των συνεργατικών χρηματοδοτούμενων από την ΕΕ έργων

Συμπερασματικά, η καινοτομία είναι ένα πολύ δύσκολο μετρούμενο μέγεθος, αφού η μέτρησή της βασίζεται σε συλλογή υποκειμενικών κρίσεων μέσω ερωτηματολογίων. Παρόλα αυτά, αποτελεί κοινή πεποίθηση (και επιβεβαιώνεται από τις έρευνες του CIS) ότι ο χώρος των κατασκευών αφενός δεν διακρίνεται για την καινοτομικότητά του (τουλάχιστον συγκρινόμενος με τους χώρους της υψηλής τεχνολογίας και της πληροφορικής), αλλά αφετέρου έχει μια αυτοδύναμη παρουσία στο χώρο που μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικά ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα¹¹.

4. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΩΝ ΣΤΙΣ ΔΟΜΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

Η ενότητα αυτή χωρίζεται σε τρία μέρη. Στο πρώτο μέρος εξετάζουμε συνοπτικά τη χρονική εξέλιξη των δομικών μηχανών. Στο δεύτερο μέρος παρουσιάζουμε ορισμένες τρέχουσες καινοτομίες στην περιοχή.

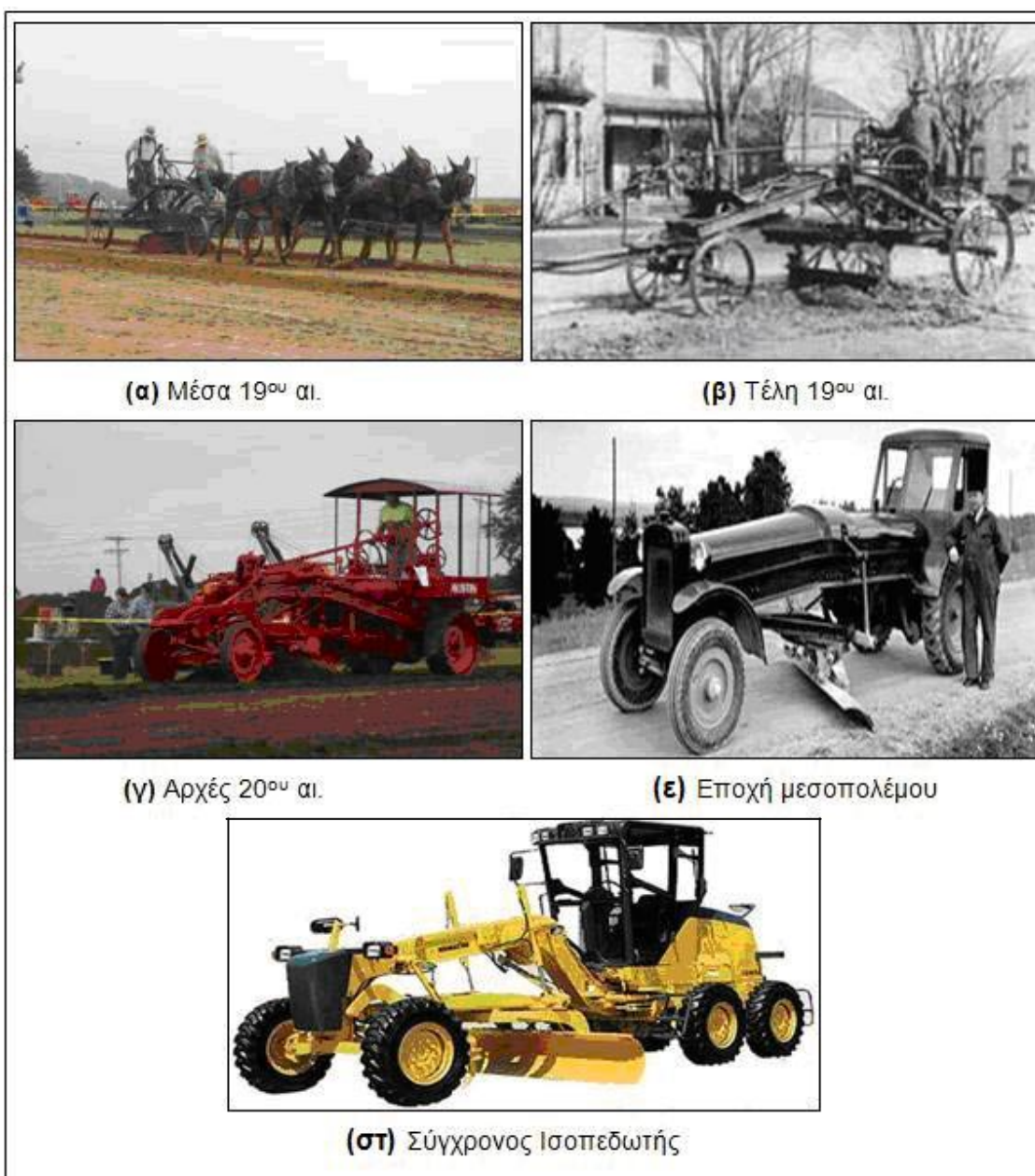
Τέλος, στο τρίτο μέρος εκτιμούμε τις ανάγκες και τα ενδιαφέροντα της κατασκευαστικής βιομηχανίας για καινοτομίες στο μέλλον. Κατάλληλο εποπτικό υλικό παρουσιάζεται, επίσης, αποσκοπώντας στην κατά το δυνατόν καλύτερη κατανόηση των σχετικών θεμάτων.

Σημειώνεται ότι η παρουσίαση εδώ γίνεται συνοπτικά, αλλά στο Κέντρο Καινοτομίας Κατασκευών έχει ήδη ξεκινήσει σχετική μελέτη που αποσκοπεί στην παρουσίαση μιας πιο ολοκληρωμένης εργασίας που θα περιλαμβάνει και βιογραφικά στοιχεία των προσωπικοτήτων που εμπλέκονται, περιγραφές των πρωτοπόρων εταιρειών δομικών μηχανών, παρουσίαση των μεγάλων έργων που κατασκευάστηκαν, της αντίστοιχης εργοταξιακής τους οργάνωσης, καθώς και συνοπτική σύνδεση με τα σημαντικότερα ιστορικά γεγονότα της εποχής.

¹¹ Σημειώνεται ότι ο χώρος των κατασκευών μπορεί να θεωρείται σήμερα σχετικά παραδοσιακός και ώριμος από άποψη καινοτομίας, αλλά είναι γνωστό ότι είναι υπεύθυνος για τη δεύτερη μεγαλύτερη πληροφοριακή καινοτομία μετά την τυπογραφία (ανακάλυψη σχεδίων υπό κλίμακα τον 14^ο αι.), ενώ ανταποκρίθηκε θετικά αναπτύσσοντας σημαντικές καινοτομίες ιδιαίτερα στο χώρο των δομικών μηχανών σε περιόδους κατασκευής πολύ μεγάλων έργων (όπως η διώρυγα του Παναμά) ή αντιμετώπισης εκτεταμένων καταστροφών σε έργα υποδομής μετά τον Β' Παγκόσμιο πόλεμο.

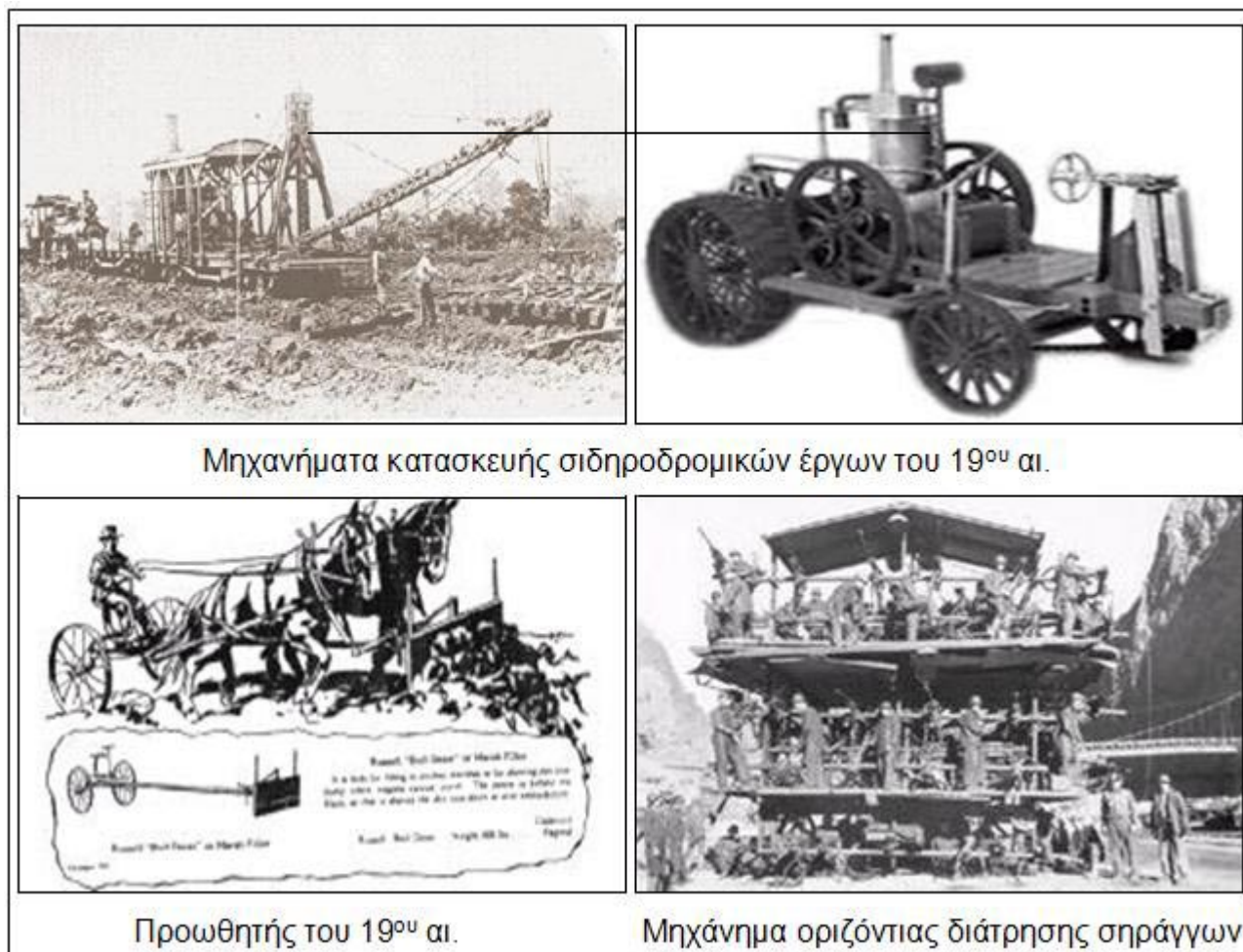
4.1 Σύντομη ιστορική ανασκόπηση

Ανάμεσα στο 1860 και στο 1960 σημειώνεται ένα τεραστίου μεγέθους άλμα στην ανθρώπινη ικανότητα να μετατρέπει ακατέργαστα υλικά σε πολύπλοκες παραγωγικές μηχανές. Ταυτόχρονες εξελίξεις στη δημιουργία νέων υλικών και στην τεχνολογία οδήγησαν σε σημαντικότερες διαφοροποιήσεις στον τρόπο ζωής και στη δημιουργία του κόσμου όπως τον γνωρίζουμε σήμερα. (Κέντρο Οικονομικής Ιστορίας, Πανεπιστήμιο του Cambridge, UK). Χαρακτηριστική είναι η εξέλιξη του ισοπεδωτή (Εικόνα 16).



Εικόνα 16. Η εξέλιξη του ισοπεδωτή (grader)

Ιστορικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι η ανάπτυξη των δομικών μηχανών ακολούθησε τις εξελίξεις στον τρόπο διακίνησης των προϊόντων. Αρχικά, εμφανίζονται απλά μεταφορικά συστήματα (κάρα) που βασίζονται στη δύναμη (έλξη) ζώων και ακολουθούν απλές ανυψωτικές διατάξεις (γερανοί). Περίφημοι ήταν οι γερανοί των Ιταλών Brunelleschi και Taccola του 15^{ου} αι. Όταν επικρατούσαν οι θαλάσσιες μεταφορές, οι μηχανικοί σχεδίαζαν εκσκαφείς συρόμενου κάδου (δράγες) για την εκβάθυνση λιμένων και καναλιών (όπως οι G. Fontana και Λ. Ντα Βίτσι στην Ιταλία του 16^{ου} αι.). Πολύ λίγα από τα μηχανήματα αυτά κατασκευάστηκαν και στην πραγματικότητα, λόγω των περιορισμένων τεχνολογικών δυνατοτήτων της εποχής. Αργότερα (19^{ος} αι.), αναπτύχθηκαν οι σιδηροδρομικές μεταφορές και εμφανίζονται τα πρώτα δομικά μηχανήματα που κινούνται πάνω σε σιδηροτροχιές. Ως πηγή ενέργειας χρησιμοποιείται αρχικά η μυϊκή δύναμη ανθρώπων και ζώων, αργότερα ο ατμός (1830) και ακόμα αργότερα το πετρέλαιο (1890). Χαρακτηριστικά μηχανήματα του 19^{ου} αι. παρουσιάζονται στην Εικόνα 17.



Εικόνα 17. Δομικά Μηχανήματα του 19^{ου} αι.

Τα μεγάλα έργα στα τέλη του 19^{ου} αι. (π.χ. η διώρυγα του Παναμά), η ανακάλυψη του κινητήρα εσωτερικής καύσης και η καινοτόμα σκέψη ορισμένων μηχανικών, φέρνουν σημαντική ανάπτυξη και στον κλάδο των δομικών μηχανών. Την εποχή εκείνη ιδρύονται οι πρώτες εταιρείες με αντικείμενο την παραγωγή δομικών μηχανημάτων, ορισμένες από τις οποίες υπάρχουν ως τις μέρες μας.

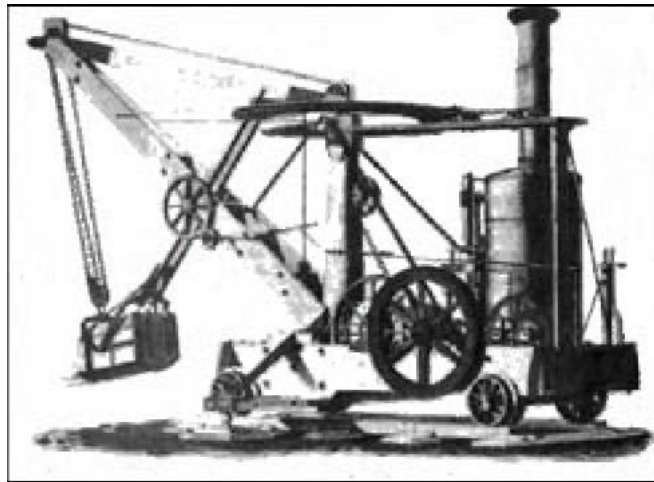
Από τις αρχές του 20^{ου} αι. η βιομηχανία σχεδίασης και παραγωγής δομικών μηχανών αποτελεί ξεχωριστό κλάδο οικονομικής δραστηριότητας. Οι δύο παγκόσμιοι πόλεμοι (και ιδιαίτερα ο δεύτερος) και η ταυτόχρονη τελειοποίηση της τεχνολογίας και των υλικών επιφέρουν αλματώδη ανάπτυξη.

Το θέμα είναι ιδιαίτερα ευρύ και ενδιαφέρον αφού περιέχει χρήσιμα διδάγματα για μας ακόμα και σήμερα. Για λόγους οικονομίας συνοψίζουμε παρακάτω ορισμένες σημαντικές σχετικές χρονολογίες και γεγονότα:

- 1794 Ο πρώτος δρόμος με διόδους (Lancaster Turnpike).
- 1797 Κατατίθεται η πατέντα για το σιδερένιο αλέτρι από τον C. Newbold. Το 1819 J. Wood πατεντάρει το αλέτρι με ανταλλάξιμα μέρη.
- 1819 Δημιουργείται η βιομηχανία κονσερβοποιίας στις ΗΠΑ.
- 1834 Ο McCormick κατασκευάζει την πρώτη θεριστική μηχανή. Ο J. Lane κατασκευάζει το αλέτρι με ασφάλινες λεπίδες.
- 1837 Ο John Deere και L. Andrus ξεκινούν την κατασκευή ατσάλινων αλετριών. Πατεντάρεται η πρώτη αλωνιστική μηχανή.
- 1838 Κατασκευάζεται ο πρώτος ατμοκινούμενος εκσκαφέας μετωπικού πτύου (shovel) (Εικόνα 18) από τον νεαρό Πολιτικό Μηχανικό W. S. Otis¹² που εργάζεται για την τεχνική εταιρεία Carmichael & Fairbanks στη Φιλαδέλφεια των ΗΠΑ. Η μηχανή αυτή χρησιμοποιήθηκε στην κατασκευή της σιδηροδρομικής γραμμής ανάμεσα στη Μασαχουσέτη και τη Νέα Υόρκη. Συνολικά είκοσι (20) τέτοιες μηχανές κατασκευάστηκαν. Από αυτές τέσσερις (4) μεταφέρθηκαν στη Ρωσία για την κατασκευή της σιδηροδρομικής γραμμής Αγ. Πετρούπολης και Μόσχας. Ακόμα ένας από τους εκσκαφείς αυτούς χρησιμοποιήθηκε στην Αγγλία και ένας ακόμα στον

¹² Ο ίδιος ο Otis πεθαίνει λίγα χρόνια μετά την εφεύρεσή του. Η οικογένειά του, όμως, επωφελήθηκε για δεκαετίες.

Καναδά. Οι εκσκαφείς μετακινούνται πάνω σε σιδηροδρομικές τροχιές μια και χρησιμοποιούνται για την κατασκευή σιδηροδρομικών έργων.



Εικόνα 18. Ο πρώτος μηχανοκίνητος εκσκαφέας του W. Otis

- 1844 Ο τηλεγράφος δημιουργεί νέες δυνατότητες επικοινωνίας
- 1845 Το επιστολικό ταχυδρομείο αποκτά ευρύτατη αποδοχή λόγω της μείωσης του κόστους γραμματοσήμου.
- 1843 Ιδρύεται η βιομηχανία λιπασμάτων από τον Sir John Lawes.
- 1844 Πατεντάρεται η πρώτη θεριστική μηχανή.
- 1852 Δημιουργείται το ASCE. Την εποχή εκείνη αναπτυσσόταν με ραγδαίους ρυθμούς ο σιδηρόδρομος ο οποίος έφτασε τα 50.000 Km το 1860 και ξεπέρασε τα 200.000 Km είκοσι χρόνια αργότερα (1880).
- 1868 Δοκιμές για τρακτέρ που χρησιμοποιούν κινητήρες ατμού.
- 1880 Ξεκινούν πολλά μεγάλα έργα, όπως η κατασκευή της διώρυγας του Παναμά (1880), η αποστραγγιστική διώρυγα του Σικάγου κ.α. Η κυριότερη εταιρεία που παράγει εκσκαφείς την εποχή εκείνη ονομάζεται Bucyrus.
- 1885 Κατασκευάζεται ο πρώτος ρυμουλκούμενος ισοπεδωτής (grader) από τον J.D.Adams.
- 1895 Καταχώριση της πατέντας για το αυτοκίνητο από τον G.B. Seldon
- 1888 Το πρώτο αυτοκίνητο ψυγείο φτάνει στη Νέα Υόρκη από την Καλιφόρνια.
- 1890 Δικαστική απόφαση καταργεί την πατέντα του N. Otto για τον κινητήρα εσωτερικής καύσης τεσσάρων χρόνων διότι θεωρείται ότι η ανακάλυψη αυτή είναι ιδιαίτε-

ρα πολύτιμη για την ανθρωπότητα. Λίγα χρόνια αργότερα (1892) ο John Froelich παρουσιάζει το πρώτο τρακτέρ που χρησιμοποιεί πετρέλαιο και το (1893) η Best Manufacturing Company (σημερινή Caterpillar) παρουσιάζει το πρώτο τρακτέρ με μηχανή εσωτερικής καύσης που διατίθεται στο εμπόριο.

- 1901 Κατασκευάζεται ο πρώτος ατμοκινούμενος προωθητής από τον A.O.Lombard.
- 1903 Κατασκευάζεται ο πρώτος εκσκαφέας συρόμενου κάδου από τον J.W. Page.
- 1908 Κατασκευάζεται το πρώτο ερπυστριοφόρο τρακτέρ με κινητήρα εσωτερικής καύσης από την Benjamin Holt (σημερινή Caterpillar¹³). Χρησιμοποιείται για πρώτη φορά το κίτρινο χρώμα για τη βαφή των δομικών μηχανημάτων.
- 1909 Επίδειξη του αεροπλάνου από τους αδερφούς Wright.
- 1928 Κατασκευάζεται η πρώτη μπουλντόζα με συρματοσχοίνα από τον R.G. LeTourneau.
- 1930 Γίνεται δημοφιλής η χρήση ελαστικών στα δομικά μηχανήματα.
- 1932 Παρουσιάζεται για πρώτη φορά το αποξεστικό όχημα από τον R.G. LeTourneau.
- 1934 Κατασκευάζεται το πρώτο εκτός δρόμου φορτηγό από την Euclid. Η εμπορική του επιτυχία ήρθε λίγα χρόνια αργότερα (1938).



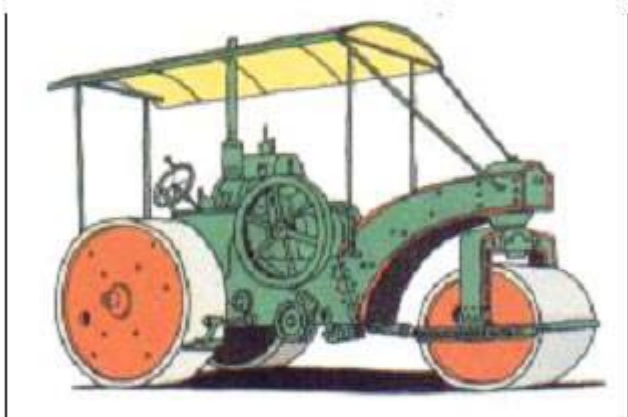
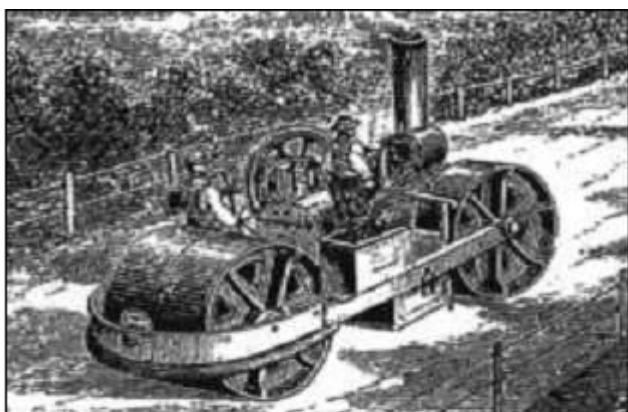
Εικόνα 19. Το πρώτο αυτοκίνητο και ο δημιουργός του (1895)

Από τη συνοπτική αυτή ιστορική ανασκόπηση προκύπτουν ορισμένα σημαντικά συμπεράσματα. Πιο συγκεκριμένα, η εξέλιξη των δομικών μηχανών :

ο Αποτελεί αποτέλεσμα συνειδητής προσπάθειας ανθρώπων.

¹³ Η Benjamin Holt και η Best Manufacturing Company συγχωνεύτηκαν για τη δημιουργία της Caterpillar.

- ο Βασίζεται στην εφευρετικότητα του ανθρώπου και στη συνεχή του προσπάθεια να αυξήσει την παραγωγικότητά του για να κάνει τη ζωή του καλύτερη.
- ο Επηρεάστηκε από το είδος και το μέγεθος των έργων κάθε εποχής (λιμενικά, κανάλια, σιδηροδρομικά έργα, έργα οδοποιίας κλπ), τα οποία ήταν και οι βασικοί χρηματοδότες για την ανάπτυξη των νέων δομικών μηχανημάτων.
- ο Αποσκοπούσε στη διευκόλυνση του ανθρώπου στην αντιμετώπιση επίπονων ή και δύσκολων εργασιών μεγάλης κλίμακας (π.χ. εκτεταμένες χωματουργικές εργασίες).



Εικόνα 20. Η εξέλιξη του συμπυκνωτή από τις αρχές του 20^{ου} αι. ως τις μέρες μας

- ο Δέχτηκε σημαντικές επιδράσεις από την ανάπτυξη άλλων γνωστικών περιοχών και κυρίως της χημείας (π.χ. νέα υλικά) και της ηλεκτρο-μηχανολογικής τεχνολογίας (π.χ. βελτιωμένοι κινητήρες). Ακόμα, έμμεσα δέχτηκε επιρροές από τη βελτίωση των επικοινωνιών και από την ανάπτυξη της οικονομίας που κατέστησε αναγκαία πολλά μεγάλα έργα. Σήμερα δέχεται επιρροές επιπρόσθετα από το χώρο της ρομποτικής, της τηλεματικής και των τηλεπικοινωνιών.
- ο Εμπνεύστηκε (ή και πειθαναγκάστηκε) από γενικότερες οικονομικές και κοινωνικές εξελίξεις για να βελτιώσει θέματα ανθρώπινης ασφάλειας, άνεσης και ακρίβειας χειρισμών και προστασίας του περιβάλλοντος.

Ποιες είναι όμως σήμερα οι τρέχουσες καινοτομίες στο χώρο των δομικών μηχανών; Θα εξετάσουμε το θέμα αυτό στην επόμενη παράγραφο.

4.2 Τρέχουσες καινοτομίες στο χώρο των δομικών μηχανών

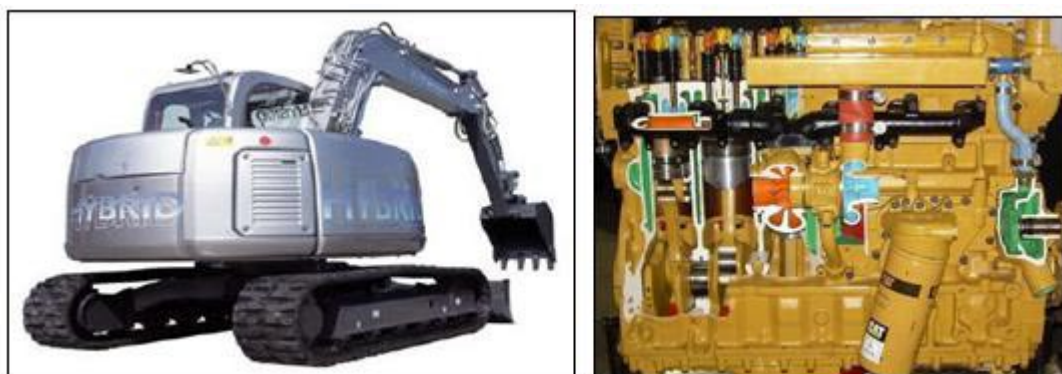
Οι καινοτομίες στις δομικές μηχανές δεν σταμάτησαν ποτέ¹⁴, αν και η βασική χρήση των μηχανημάτων παραμένει η ίδια για δεκαετίες (βελτιωτικές καινοτομίες). Οι βασικοί άξονες της καινοτομίας συνοψίζονται γύρω από τις έννοιες:

- ο «*Αυξημένη παραγωγικότητα*», δηλ. μικρότερη κατανάλωση, μικρότεροι χρόνοι κύκλου, μεγαλύτερη απόδοση κινητήρα, επαύξηση ακρίβειας και ευκολίας χειρισμών, νέοι σχεδιασμοί μηχανημάτων για αντιμετώπιση δύσκολων εργασιών (π.χ. εκσκαφείας με δυνατότητες κίνησης σε ιδιαίτερα απότομες κλίσεις – Εικόνα 23, μηχανικός «σκύλος» – Εικόνα 24, μηχανήματα compact), σχεδιασμός ειδικών εξαρτημάτων κλπ.
- ο «*Ανθεκτικότητα – επαύξηση διάρκειας λειτουργίας μεταξύ βλαβών και συντηρήσεων*», δηλ. ποιότητα συστημάτων και εξαρτημάτων, ποιότητα συνολικού μηχανήματος, ευκολία συντήρησης, συστήματα αυτοδιάγνωσης, συστήματα αποφυγής λανθασμένων χειρισμών κλπ.

¹⁴ Η ενότητα αυτή βασίστηκε σε εκτεταμένη έρευνα σε Ακαδημαϊκά περιοδικά (βλέπε και σημείωση 6 παραπάνω), σε Ελληνικά και ξένα επαγγελματικά περιοδικά (κυρίως στο SAE 100, τα Εργοταξιακά Θέματα κλπ.), σε βραβεία καινοτομίας δομικών μηχανημάτων (π.χ. του VDMA), σε ιστοσελίδες κατασκευαστών (κυρίως της Caterpillar, της Komatsu και της JCB - βλέπε και <http://topo.view.gr> για έναν κατάλογο κατασκευαστών) και σε στοιχεία που συλλέχθηκαν από διεθνείς κλαδικές εκθέσεις (Bauma, Batimat, Intermat, Metec, Plant κλπ).

- ο «Προστασία περιβάλλοντος», δηλ. χρήση ανακυκλώσιμων υλικών και μάλιστα με μικρότερο βάρος και βελτιωμένες μηχανικές ιδιότητες, χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας, μείωση ρύπων λειτουργίας (προδιαγραφές Stage IIIA/Tier 3).
- ο «Ασφάλεια», δηλ. άνεση χειρισμών, ορατότητα, σταθερότητα, μείωση θορύβου, χειρισμός από απόσταση.
- ο «Συστημική Θεώρηση», δηλαδή επαυξημένες δυνατότητες ένταξης κάθε μηχανήματος μέσα στο συνολικό παραγωγικό σύστημα (βελτιστοποίηση εργοταξιακής διάταξης).
- ο «Εικονική (VR) – Επαυξημένη πραγματικότητα (AR) – Λογισμικό» για τη δημιουργία εικονικού μοντέλου μελέτης της εργοταξιακής διάταξης, τον έλεγχο της καταλληλότητας των δομικών μηχανών και την καλύτερη εκπαίδευση χειριστών με απώτερο στόχο την επαύξηση της παραγωγικότητας, την αντιμετώπιση δυσκολιών προτού εμφανιστούν και τη μείωση του συνολικού κόστους και χρόνου κατασκευής.

Τα επόμενα χρόνια αναμένεται ότι σημαντική επίδραση θα έχουν οι αυστηρότεροι κανονισμοί για εκπομπές αερίων και σωματιδιακών ρύπων. Πιο συγκεκριμένα, θα απαιτείται η ψύξη, επανακυκλοφορία και επεξεργασία των ρύπων για όλους τους κινητήρες με ιπποδύναμη ανώτερη των 75 hp. Η διαχείριση του κινητήρα θα γίνεται ηλεκτρονικά για να περιορισθεί η κατανάλωση καυσίμου αλλά και η εκπομπή NOx και COx στο περιβάλλον.



Εικόνα 21. Υβριδικός εκσκαφέας με δυνατότητα χρησιμοποίησης εναλλακτικών καυσίμων (πετρέλαιο / βίο-καύσιμο) και σύγχρονος κινητήρας δομικού μηχανήματος

Αναμένεται ότι οι ρύποι θα μειωθούν στο μισό τα αμέσως επόμενα χρόνια, ενώ σε μια δεκαετία δεν αποκλείεται να εμφανιστεί δομικό μηχάνημα «μηδενικών ρύπων». Θα υπάρχουν, επίσης, συστήματα ελέγχου των διαρροών (π.χ. λαδιού). Η αναγκαιότητα για αραιότερες και ευκολότερες συντηρήσεις των δομικών μηχανημάτων θα παραμείνει βα-

σικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα για τους κατασκευαστές.

Η πρόοδος στην επιστήμη των υλικών αναμένεται να παρέξει περαιτέρω σύνθετα υλικά βελτιωμένων φυσικών ιδιοτήτων και μικρότερου βάρους για χρήση και στα δομικά μηχανήματα. Το βάρος των δομικών μηχανημάτων αναμένεται να μειωθεί. Θα γίνει ακόμα μεγαλύτερη χρήση ανακυκλώσιμων υλικών. Μαζί με τα παραπάνω θα γίνει αναγκαία η χρήση ηλεκτρονικών βοηθημάτων για την επαύξηση της ακρίβειας των χειρισμών, τη μείωση των απωλειών ενέργειας, την αυτό-διάγνωση της κατάστασης των μηχανημάτων, τη βελτιστοποίηση της χρήσης τους από έμπειρους και από αρχάριους χειριστές (π.χ. συστήματα αποφυγής συγκρούσεων ή συστήματα περιορισμού του χώρου κίνησης (geofencing)) και τη μείωση των επιπέδων θορύβου λειτουργίας. Ηλεκτρο-υδραυλικά χειριστήρια μαζί με νοήμονα συστήματα και συστήματα τηλε-διοίκησης θα διευκολύνουν το χειρισμό των μηχανημάτων (Εικόνα 22). Αναμένεται ολοένα και μικρότερα (compact) μηχανήματα να εμφανίζονται με μεγαλύτερες από τις σημερινές δυνατότητες. Η εργονομική σχεδίαση της καμπίνας χειρισμών και ιδιαίτερα της θέσης του χειριστή μαζί με νέες τεχνολογίες (π.χ. αυτοκαθαριζόμενα τζάμια με ικανότητες θερμικής και ηχητικής μόνωσης) θα προσφέρουν επαυξημένη άνεση (π.χ. από δονήσεις) και ασφάλεια στο χειριστή. Ανάπτυξη αναμένεται και στα συστήματα κλιματισμού που θα προσφέρονται για να εξασφαλίζουν φιλτραρισμένο αέρα και ικανοποιητικές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας στην καμπίνα.



Εικόνα 22. Εργονομική καμπίνα (αριστερά) και ηλεκτρονικά βοηθήματα (δεξιά)

Θα πρέπει στο σημείο αυτό να αναφερθούν και μια σειρά νέων μηχανημάτων που έχουν παρουσιαστεί τα τελευταία χρόνια (Εικόνα 23), όπως το «μαγικό χέρι» που επιτρέπει τη

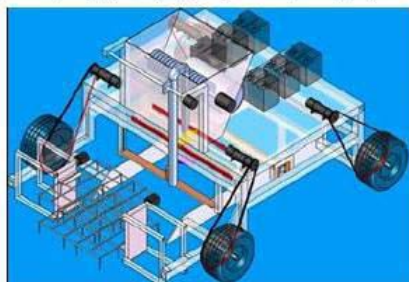
μετακίνηση φορτίων σε περιορισμένο χώρο, ρομποτικά μηχανήματα για την επιφανειακή κατεργασία επιφανειών (π.χ. την κατασκευή βιομηχανικών δαπέδων), συστήματα για τη σημειακή επισκευή οδοστρωμάτων από ρηγμάτωση, μηχανήματα για τη βαφή πολυώροφων κτιρίων, την ανάμιξη εδάφους και σκυροδέματος, τη χρήση εκσκαφέα σε πολύ απότομες κλίσεις, σύστημα αυτοματοποιημένου εκσκαφέα – γερανού για τη διάνοιξη σήραγγας, αντλία σκυροδέματος για σκυροδέτηση σε ύψος 600 μ της Putzmeister (για χρήση στην κατασκευή του πύργου του Ντουμπάϊ) κλπ. κλπ.



(α) «Μαγικό χέρι», φορητός οικοδομικός γερανός



(β) Ρομπότ κατασκευής βιομηχ. δαπέδων



(γ) Ρομπότ κατασκευής οδοστρωμάτων



(δ) Μηχάνημα βαφής πολυώροφου κτιρίου



(ε) Μηχάνημα βελτίωσης εδάφους



(στ) Αυτοκινούμενος γερανός 140 m / 750 t



(ζ) Εκσκαφέας με δυνατότητες λειτουργίας σε ιδιαίτερα απότομες κλίσεις



Εικόνα 23. Σύγχρονες καινοτομίες στα δομικά μηχανήματα

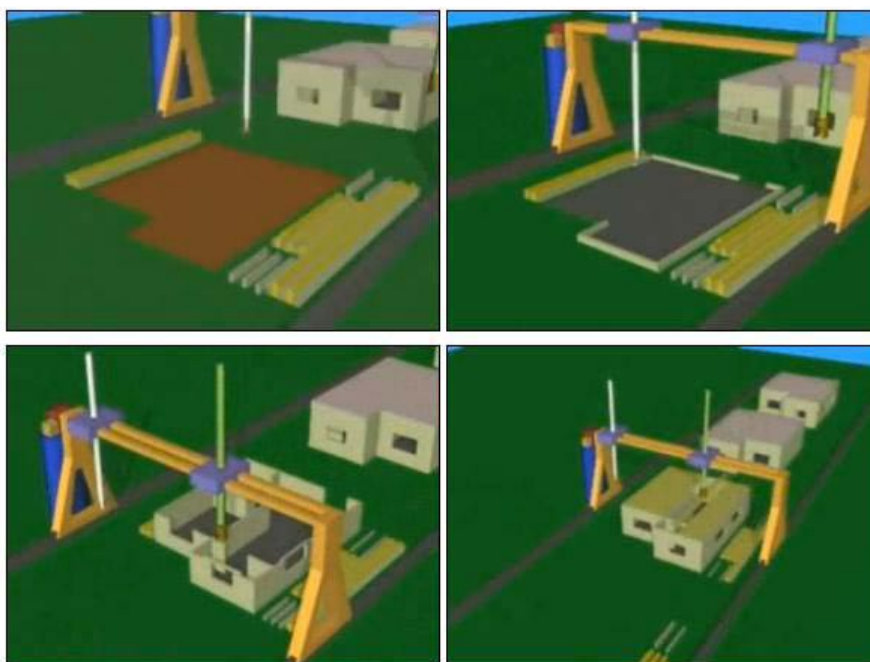
Στην Εικόνα 24 εμφανίζεται ένα τετράποδο μηχανήμα μεταφοράς φορτίων για χρήσεις πέραν εκείνης που μπορεί να προσφέρει ένα αυτοκινούμενο όχημα (π.χ. ιδιαίτερα απότομες κλίσεις). Το μηχανήμα αυτό που ονομάστηκε «μηχανικός σκύλος», προορίζεται κατ' αρχήν για στρατιωτική χρήση. Σημειώνεται ότι, λόγω του νοήμονα σχεδιασμού του, το μηχανήμα αυτό έχει ικανότητα διατήρησης της ισορροπίας του ακόμα και μετά από βίαιη εκούσια ή ακούσια πλευρική προσβολή (Εικόνα 24).



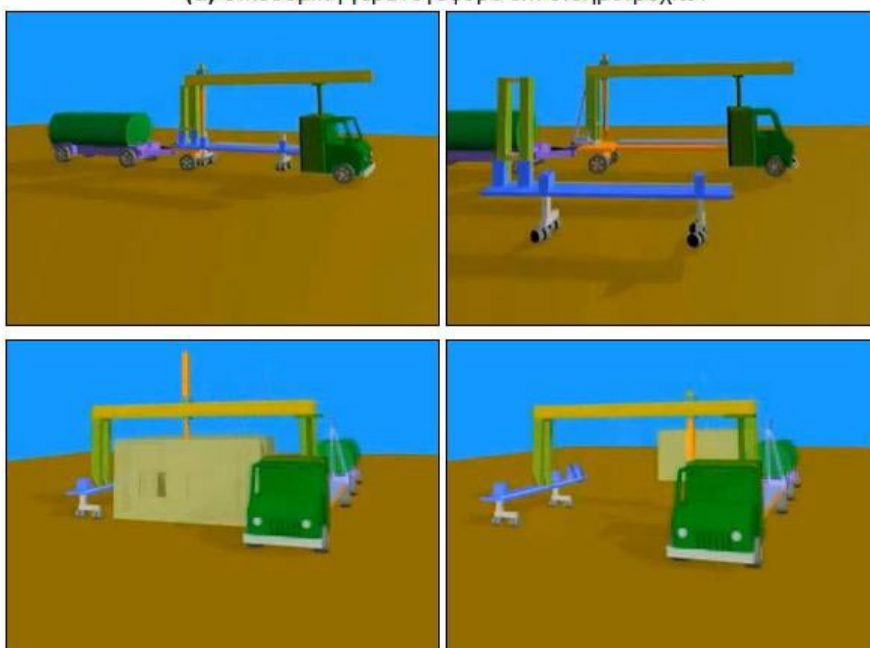
Εικόνα 24. «Μηχανικός Σκύλος» από την Boston Dynamics (Παρατηρήστε ότι το μηχανήμα ισορροπεί μόνο του και μετά από βίαιη πλευρική προσβολή)

Ένα ακόμα πρωτοποριακό οικοδομικό μηχανήμα δοκιμάζεται στο Πανεπιστήμιο της Νότιας Καλιφόρνιας και αφορά στη βιομηχανική κατασκευή οικοδομικών έργων με μικρή ανθρώπινη συμμετοχή (Εικόνα 25 (α)). Η κατασκευή βασίζεται σε μια προγραμματιζόμενη γερανογέφυρα, η οποία έχει τη δυνατότητα έγχυσης άμεσα σκληρυμένου κονιάματος βάσει σχεδίου σε αντιστοιχία με ένα σχεδιογράφο (plotter). Το ίδιο Πανεπιστήμιο έχει παρουσιάσει και αυτοκινούμενη γερανογέφυρα με τις ίδιες δυνατότητες (Εικόνα 25 (β)).

Οι ασύρματες τεχνολογίες και οι αισθητήρες θα προσφέρουν μέσα επικοινωνίας, τηλεχειρισμού, προειδοποίησης και επικοινωνίας (Εικόνα 26). Ιδιαίτερη μνεία γίνεται στην τεχνολογία RFID (Radio Frequency IDentifiers) που χρησιμοποιεί ραδιοκύματα για τη διαχείριση δρομολογίων και την αυτόματη μέτρηση βάρους ή όγκου φορτίων. Είναι επίσης δυνατή η χωρίς εκσκαφή έρευνα του υπεδάφους (τεχνική που προέρχεται από το χώρο έρευνας υδρογονανθράκων), η χρήση συστημάτων αποφυγής συγκρούσεων κ.α.



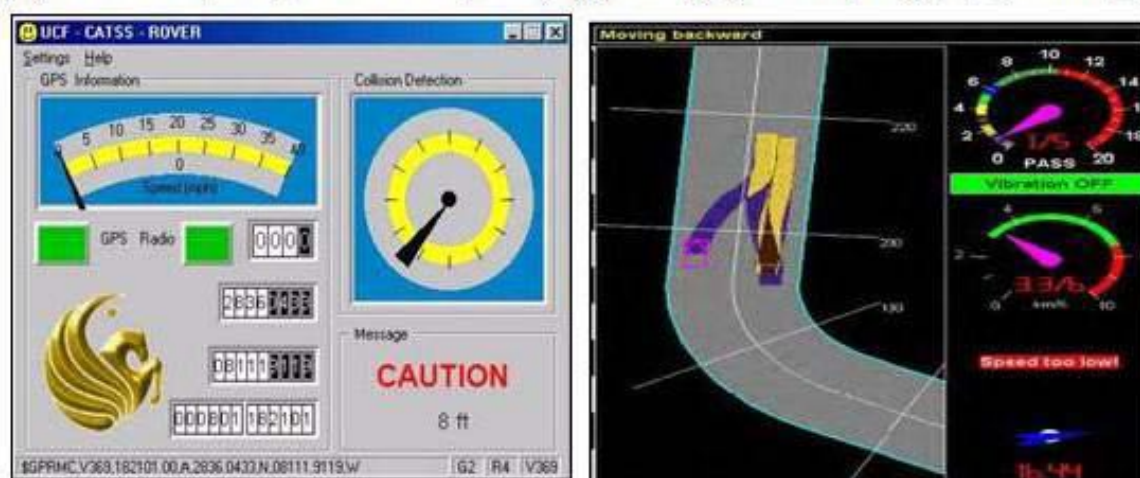
(α) Οικοδομική γερανογέφυρα επί σιδηροτροχιών



(β) Αυτοκινούμενη οικοδομική γερανογέφυρα



(α) Radio Frequency IDentifiers (RFID) (β) Έλεγχος υπεδάφους χωρίς εκσκαφή



(γ) Σύστημα αποφυγής συγκρούσεων

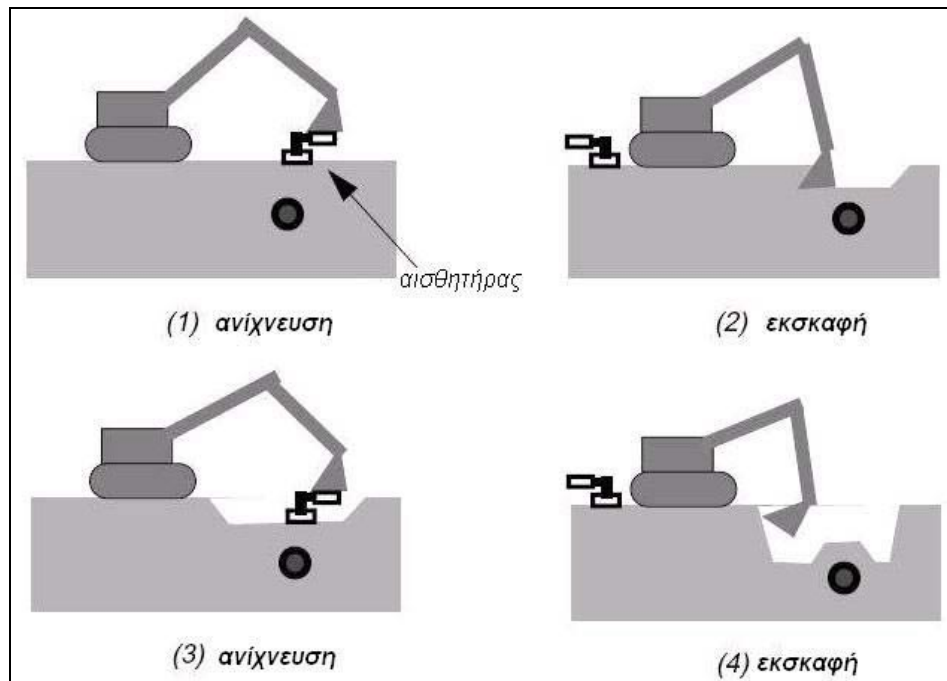
(δ) Σύστημα οπισθοπορείας



(ε) Σύστημα ελέγχου κλίσεων διαμορφωτή (στ) Σύστημα ελέγχου τσάπας

Εικόνα 26. Εφαρμογές ασύρματων συστημάτων και αισθητήρων σε δομικά μηχανήματα

Ένας εκσκαφέας με τη χρήση αισθητήρα στον κάδο του θα είναι δυνατόν να αποφεύγει εμπόδια (π.χ. υπόγειους σωλήνες) αυτόματα και μάλιστα ακόμα και αντίθετα από τις οδηγίες του χειριστή του (Εικόνα 27).



Εικόνα 27. Χρήση αισθητήρων σε εκσκαφέα για την αποφυγή εμποδίων



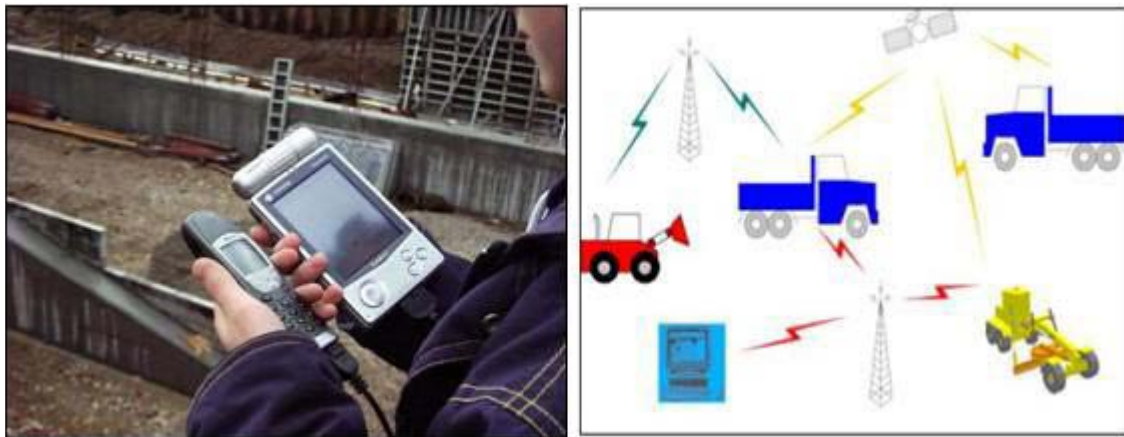
Εικόνα 28. Σύστημα AccuGrade® της Caterpillar προσαρμοσμένο σε προωθητή (αριστερά) και ισοπεδωτή (δεξιά) για την αυτόματη ρύθμιση της λεπίδας¹⁵

Νέες συσκευές (όπως τα PDA και τα κινητά τηλέφωνα) και δίκτυα μέσω δορυφόρων έχουν επίσης δοκιμαστεί στα εργοτάξια (π.χ. στα προγράμματα της ΕΕ με τις ονομασίες «e-site» και «Cosmos») για την αμφίδρομη παροχή πληροφοριών από και προς το εργοτάξιο με σκοπό την επίλυση τεχνικών προβλημάτων, αλλά και για τη διαχείριση του εργοταξιακού εξοπλισμού (Εικόνα 29). Είναι σήμερα δυνατή η μετάδοση στοιχείων λει-

¹⁵ Προϊόντα της κατηγορίας αυτής περιλαμβάνουν τα συστήματα Trimble GCS900, Topcon 3DXi, Leica DigSmart 3D και Caterpillar AccuGrade. Η πλέον πρόσφατη χρήση των συστημάτων αυτών έγινε στους εκσκαφείς.

τουργίας και παραγωγικότητας του μηχανήματος (π.χ. ωριαία κατανάλωση καυσίμου, λιπαντικών, θερμοκρασίας νερού, ωριαίας παραγωγικότητας κλπ) μέσω δορυφόρου, αλλά και η ακινητοποίησή του από απόσταση σε περίπτωση κλοπής.

Περαιτέρω, η χρήση των συστημάτων αυτών καταργεί την ανάγκη χάραξης του έργου (αφού μπορεί να γίνεται αυτόματα) και αυξάνει την παραγωγικότητα μέχρι και 30%.



Εικόνα 29. Χρήση PDAs στο πρόγραμμα «e-site» (αριστερά) και δορυφορικών επικοινωνιών στο πρόγραμμα «Cosmos» (δεξιά)

Πέραν της παρακολούθησης των μηχανημάτων, εφαρμογή έχουν βρει και συστήματα τηλεχειρισμού δομικών μηχανημάτων (για ασφάλεια, διευκόλυνση ή μείωση κόστους) μέσω ασύρματων ή ενσύρματων δικτύων και διαδικτύου (Εικόνα 30).



Εικόνα 30. Τηλεχειριζόμενος εκσκαφέας (αριστερά) και σύστημα ιπτάμενης κάμερας για τον έλεγχο υψηλών δομικών στοιχείων από απόσταση (δεξιά)

Θεωρητικά, σε μικρό χρονικό διάστημα θα είναι δυνατός ο χειρισμός ενός δομικού μηχανήματος από πολύ μεγάλη απόσταση (διαφορετική πόλη, χώρα ή ήπειρο).

Η γνωστή, γενικά, αδυναμία της κατασκευαστικής βιομηχανίας να δημιουργήσει μοντέλα της εργοταξιακής διάταξης ή του έργου που πρόκειται να υλοποιήσει αντιμετωπίζεται με μια πρόσφατη πληροφορική τεχνολογία. Πρόκειται για την τεχνολογία της εικονικής πραγματικότητας (VR – Virtual Reality) που αναπτύχθηκε αρχικά για τα ηλεκτρονικά παιχνίδια.

Η Εικονική πραγματικότητα δημιουργεί την αίσθηση στο χρήστη ότι βιώνει μια διαφορετική από την πραγματική κατάσταση.

Με τη χρήση ειδικών φορετών συσκευών που παράγουν εικόνες, ήχους και δονήσεις, ο χρήστης αποκόπτεται από το περιβάλλον του και τοποθετείται σε μια διαφορετική πραγματικότητα στην οποία αλληλεπιδρά με έναν υπολογιστή. Σήμερα, η εικονική πραγματικότητα χρησιμοποιείται για την εκπαίδευση χειριστών δομικών μηχανημάτων, για τη μελέτη εργοταξιακών διατάξεων και την εξέταση περιορισμών χώρου, ασφάλειας και για διάφορες άλλες χρήσεις. Στην Εικόνα 31 παρουσιάζεται η χρήση δομικού μηχανήματος μέσω προσομοιωτή.



Εικόνα 31. Εκπαίδευση στη χρήση δομικού μηχανήματος με σύστημα VR

Η εξέλιξη της Εικονικής Πραγματικότητας οδήγησε στην Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality – AR), στην οποία σε πραγματικά στοιχεία προστίθενται εικονικά (Εικόνα 32).



(α) Εικονική Πραγματικότητα (VR)

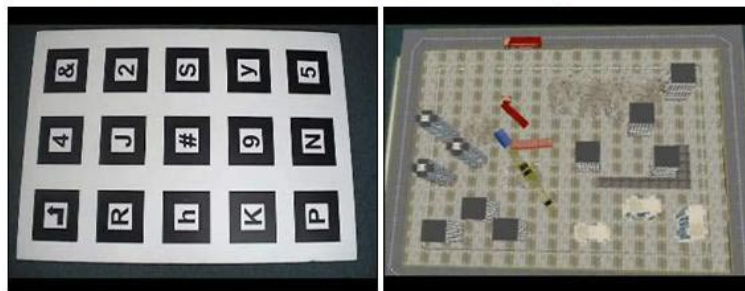
(β) Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR)

Εικόνα 32. Εικονική (Virtual) και Επαυξημένη (Augmented) Πραγματικότητα (Reality)

Ένα σύστημα Εικονικής Πραγματικότητας (VR) για το σχεδιασμό μιας εργοταξιακής διάταξης παρουσιάζεται στην Εικόνα 33 παρακάτω.



(α) Ειδική φορετή συσκευή κεφαλής εικονικής πραγματικότητας



(β) Η οθόνη που βλέπει ο χρήστης

(γ) Η εικόνα που βλέπει ο χρήστης

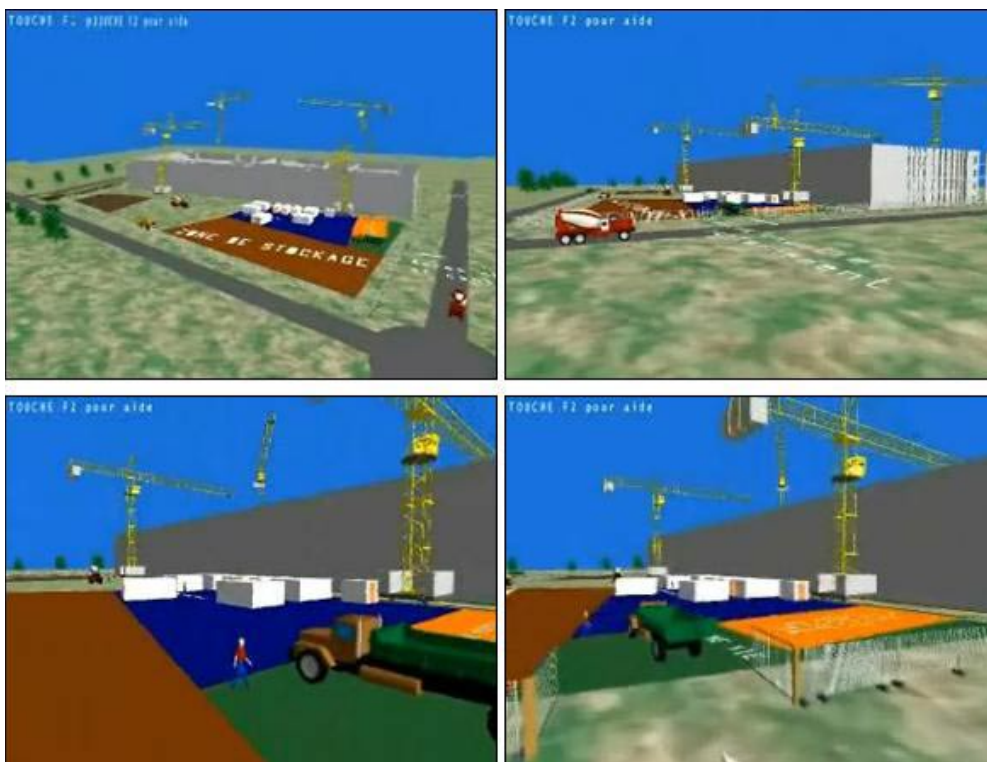


(δ) Αλλαγή της γωνίας του χρήστη οδηγεί σε διαφορετική άποψη του εργοταξίου

Εικόνα 33 Σύστημα VR για το σχεδιασμό εργοταξιακής διάταξης
 [Ο χρήστης με χρήση ειδικής φορετής συσκευής (α) οδηγείται μπροστά στην οθόνη (β). Η εικόνα που βλέπει αντιστοιχεί στην αντίστοιχη άποψη του εργοταξίου (γ). Αλλαγή της γωνίας που βλέπει ο χρήστης οδηγεί και σε διαφορετική άποψη του εργοταξίου (δ)]

Σημειώνεται ότι απώτερος στόχος της VR/AR είναι η μελέτη στοιχείων του τρισδιάστατου χώρου και των αλληλεπιδράσεων των συστημάτων μέσα σε αυτόν, με τρόπο που δεν θα ήταν συμβατικά δυνατό μέσω σχεδίων (λόγω του μεγάλου αριθμού που θα απαιτείτο αλλά και της δυσκολίας / κόστους δημιουργίας τους). Έτσι, παράλληλα με την τεχνολογία VR/AR αναπτύχθηκε και η τεχνολογία των τεσσάρων διαστάσεων (γνωστή ως τεχνολογία 4D), στην οποία τρισδιάστατα σχέδια εμφανίζονται με βάση το χρόνο (4^η διάσταση). Πρόκειται για το αποτέλεσμα του συνδυασμού ενός τρισδιάστατου σχεδίου (3D) και ενός χρονικού προγράμματος (π.χ. διαγράμματος Gantt) με χρήση κατάλληλης κωδικοποίησης που επιτρέπει τη χωροαναφορά των διαφόρων δραστηριοτήτων.

Η τεχνολογία 4D χρησιμοποιήθηκε αρχικά για το χρονικό προγραμματισμό έργων, σήμερα όμως, έχουν εμφανιστεί συστήματα σχεδιασμού εργοταξιακών διατάξεων, όπως το σύστημα που παρουσιάζεται στην Εικόνα 34.



Εικόνα 34. Σύστημα σχεδίασης εργοταξιακής διάταξης σε 3 διαστάσεις

Όμοια με την VR, και η AR έχει βρει σημαντικές χρήσεις στις κατασκευές και ειδικότερα στο χώρο των δομικών μηχανών. Στην Εικόνα 35 παρακάτω παρουσιάζεται μια τέτοια εφαρμογή στο χώρο της επισκευής μηχανών που μπορεί να οδηγήσει σε διευκόλυνση της από απόσταση επιδιόρθωσης από άτομα περιορισμένης εμπειρίας ή/και γνώσεων.

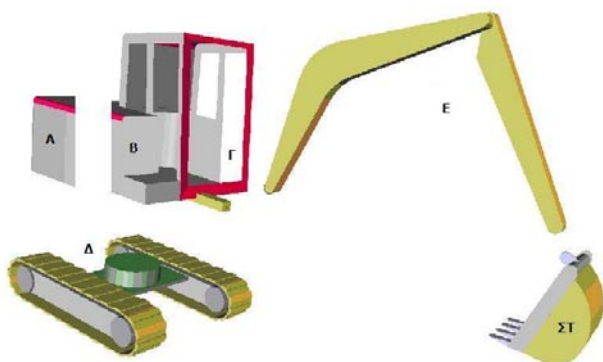


Εικόνα 35. Πρακτική χρήση συστήματος Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR).
[Με χρήση των ειδικών γυαλιών (αριστερά) είναι δυνατή η προβολή στοιχείων και οδηγιών πάνω στην προς επισκευή μηχανή είτε αυτοματοποιημένα είτε από απόσταση (δεξιά)]

Στην παράγραφο αυτή ασχοληθήκαμε, κυρίως, με τις βασικές χωματοουργικές μηχανές, λόγω της ευρύτητας του συνολικού αντικειμένου. Έτσι, δεν ασχοληθήκαμε με μηχανήματα παραγωγής αδρανών, μηχανήματα παραγωγής ενέργειας (π.χ. ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη), μηχανές ολομέτωπης κοπής (TBM), μηχανές ανακύκλωσης και άλλες πολλές κατηγορίες μηχανημάτων.

Παρόλα αυτά, από όσα αναφέρθηκαν, προκύπτουν μια σειρά βασικών συμπερασμάτων:

- ο Οι περισσότερες καινοτομίες στα δομικά μηχανήματα είναι βελτιωτικές και βασίζονται στη χρήση μηχανο-ηλεκτρονικών συστημάτων και τεχνολογιών τηλεπικοινωνιών και πληροφορικής.
- ο Ένα δομικό μηχανήμα μπορεί να θεωρηθεί γενικά ότι αποτελείται από έξι (6) αλληλο-συνδεδεμένα υπο-συστήματα (Εικόνα 36), καθένα από τα οποία υπόκειται σε συνεχείς βελτιώσεις :



Εικόνα 36. Μέρη δομικού μηχανήματος

- Α** – Μηχανή
- Β** – Καμπίνα
- Γ** – Χειριστήρια / ηλεκτρονικά βοηθήματα
- Δ** – Σύστημα κίνησης / ευστάθειας
- Ε** – Υδραυλικό σύστημα
- ΣΤ** – Εξάρτημα / κάδος

- ο Η καινοτομία στα δομικά μηχανήματα παράγεται σε εξειδικευμένα κέντρα που έχουν κατάλληλο (και ακριβό) εξοπλισμό, εμπειρία και τεχνογνωσία. Το αποτέλεσμα των προσπαθειών των κέντρων αυτών οδηγεί σε εξειδικευμένους σχεδιασμούς μηχανημάτων με σκοπό τη μείωση του κόστους κάποιας συγκεκριμένης εργασίας (π.χ. αυτοματοποιημένο μηχανήμα συντήρησης συγκεκριμένων γεφυρών ή επιδιόρθωσης οδοστρωμάτων). Σε χώρες όπως η δική μας χρησιμοποιούνται κυρίως μηχανήματα γενικής χρήσης που εισάγονται από το εξωτερικό.
- ο Η επιστήμη των υλικών αποσκοπεί στην παραγωγή νέων σύνθετων υλικών με μικρότερο βάρος και διαστάσεις, αλλά βελτιωμένες μηχανικές ιδιότητες. Τα νέα υλικά θα οδηγήσουν τα δομικά μηχανήματα σε μικρότερα βάρη, μικρότερες καταναλώσεις καυσίμου, αύξηση της ωφέλιμης ζωής και μείωση της απαιτούμενης συντήρησης.
- ο Ο σχεδιασμός των κινητήρων των δομικών μηχανημάτων αποσκοπεί στη χρήση εναλλακτικών μορφών καυσίμου (υβριδικοί κινητήρες), τη μείωση των ρύπων, την επαύξηση της ισχύος και της αξιοπιστίας του κινητήρα, τη δυνατότητα ανακύκλωσης των υλικών του, τη μείωση του κόστους συντήρησης και την αύξηση των διαστημάτων μεταξύ συντηρήσεων.
- ο Η καμπίνα του δομικού μηχανήματος σχεδιάζεται εργονομικά και με ανακυκλώσιμα υλικά. Η άνεση του χειριστή, η ασφάλειά του και η αύξηση της παραγωγικότητάς του αποτελούν ξεχωριστά πεδία έρευνας.
- ο Το σύστημα κίνησης αποτελεί πεδίο ξεχωριστής σχεδιαστικής προσπάθειας. Έχουν παρουσιαστεί συστήματα κίνησης με επιπλέουσες ερπύστριες (αμφίβια οχήματα), πόδια κίνησης (Εικόνα 23 (ζ) και Εικόνα 24), ανθεκτικότερα ελαστικά κλπ.
- ο Από την παρουσίαση του πρώτου υδραυλικού συστήματος (1954) γίνονται συνεχώς καινοτομίες που αποσκοπούν στην επαύξηση της ισχύος, της ακρίβειας των χειρισμών και του εύρους της απόστασης ενεργείας, εξασφαλίζοντας την ευστάθεια και την ασφάλεια του μηχανήματος.
- ο Καινοτομίες παρουσιάζονται τόσο στο σχεδιασμό, όσο και στη χρήση των τελικών εξαρτημάτων (κάδων) των δομικών μηχανημάτων. Μάλιστα, απονεμήθηκε πρόσφατα βραβείο καινοτομίας σε διεθνή έκθεση σε σύστημα αλλαγής των δοντιών κάδων εκ-

σκαφέα. Είναι η περιοχή με τις μεγαλύτερες δυνατότητες καινοτομίας από το μηχανικό της πράξης, λόγω της χαμηλής τεχνογνωσίας που απαιτείται.

- ο Το δομικό μηχάνημα αντιμετωπίζεται ολόένα και περισσότερο ως κρίκος της παραγωγικής αλυσίδας και όχι ως μεμονωμένη οντότητα. Η τάση αυτή βοηθείται από την ανάπτυξη τεχνολογιών εικονικής / επαυξημένης πραγματικότητας με τις οποίες διευκολύνεται η θεώρηση της συνολικής εργοταξιακής διάταξης μέσα στην οποία εντάσσεται το κάθε μηχάνημα. Η ονομαστική παραγωγικότητα του κατασκευαστή προσομοιώνεται σε πραγματικές συνθήκες μέσω προγραμμάτων λογισμικού που επιτρέπουν την εξέταση των συνθηκών λειτουργίας του μηχανήματος, των τυχόν ελλείψεων χώρου κλπ., με απώτερο στόχο την επαύξηση της παραγωγικότητας.
- ο Η ανάπτυξη της επιστήμης των υπολογιστών, της τεχνητής νοημοσύνης και των επικοινωνιών οδηγούν σε περαιτέρω έρευνα για δομικά μηχανήματα χωρίς χειριστή ή με χειριστή που θα βρίσκεται σε απόσταση.

Σε μια εργασία του για το ASCE (Αμερικανική Ένωση Πολιτικών Μηχανικών) ο J. Douglas¹⁶, πριν τριάντα-τόσα χρόνια, προέβλεψε ότι στο μέλλον η βασική καινοτομία στα δομικά μηχανήματα θα προέλθει από την επιστήμη της φυσικής. Πιο συγκεκριμένα, η ανάπτυξη της ατομικής φυσικής θα φτάσει σε τέτοιο σημείο που θα επιτρέψει τη ρευστοποίηση του εδαφικού υλικού που πρόκειται να εκσκαφτεί για ένα έργο και την αναρρόφησή του στη συνέχεια με συμβατικές αντλίες. Βρισκόμαστε μακριά από τις προβλέψεις του Douglas, αλλά το όραμα της υλοποίησης πλήρως ελεγχόμενων δομικών μηχανών που πολλαπλασιάζουν τη δύναμη του ανθρώπου προοδευτικά πραγματώνεται.

4.3 Ανάγκες των κατασκευαστών για καινοτομίες στα δομικά μηχανήματα

Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζονται οι ανάγκες Ελλήνων κατασκευαστών για καινοτομίες στα δομικά μηχανήματα. Η έρευνα έγινε από το 2004 ως το 2006 στο πλαίσιο

¹⁶ Douglas, J. (1975) "Past and Future of Construction Equipment – Part III", ASCE, Journal of the Construction Division, 101 (4), pp. 699-701

¹⁷ Περισσότερες πληροφορίες για το πρόγραμμα nCPM είναι διαθέσιμες στο βιβλίο «Μεθοδολογίες Project Management: Πραγματικά Προβλήματα από την Ελληνική Εμπειρία», Υψηλάντης, Π. & Συρακούλης, Κ. (επιμέλεια), εκδόσεις Προπομπός, ISBN 960-7860-49-7 και στην ιστοσελίδα <http://cem.civil.ntua.gr/ncpm>.

του ερευνητικού προγράμματος nCPM που υλοποίησε το Ε.Μ.Πολυτεχνείο σε συνεργασία με Πανεπιστήμια και παραγωγικές εταιρείες¹⁷ με χρηματοδότηση από το Ε.Π. Ανταγωνιστικότητα και από ιδιωτική συμμετοχή. Το πρόγραμμα αποσκοπούσε στη δημιουργία δικτύων στη διαχείριση τεχνικών έργων¹⁸. Στην έρευνα συμμετείχαν και άλλοι μηχανικοί που δεν μετείχαν στο πρόγραμμα. Συνολικά συγκεντρώθηκαν 70 ερωτηματολόγια.

Σημειώνεται ότι στη χώρα μας υπάρχουν σήμερα σε λειτουργία περί τα 75.000 μηχανήματα έργων και εισάγονται κάθε χρόνο περίπου 700 νέα μηχανήματα συνολικής αξίας περί τα € 15 εκ¹⁹. Ο βαθμός εκμηχάνισης²⁰ των μεγάλων έργων φτάνει το 10%, ενώ σε κάθε εργαζόμενο σε κατασκευαστικό εργοτάξιο αντιστοιχούν μηχανήματα αξίας περίπου € 50.000. Το μέγεθος της αγοράς είναι μάλλον μικρό, αν συγκριθεί με τα Ευρωπαϊκά δεδομένα, αφού αντιστοιχεί μόλις στο 5% της αντίστοιχης Γερμανικής. Πάντως, η αγορά δομικών μηχανημάτων, μετά από μια μικρή κάμψη μετά τους Ολυμπιακούς Αγώνες του 2004, βρίσκεται πάλι σήμερα σε τροχιά ανάπτυξης. Σε κάθε περίπτωση, οι ανάγκες, όπως διατυπώνονται εδώ, μπορεί να μην είναι ενδεικτικές των γενικότερων αναγκών για καινοτομίες στα δομικά μηχανήματα. Αντιπροσωπεύουν, όμως, τις αντιλαμβανόμενες ανάγκες Ελλήνων μηχανικών, όπως διατυπώθηκαν κατά τη διάρκεια επιμόρφωσής τους στα δομικά μηχανήματα, τις τεχνικές αναλυτικού προσδιορισμού της παραγωγικότητας και το χρονικό προγραμματισμό έργων. Η επιμόρφωση περιελάμβανε και πρακτική άσκηση στα εργοτάξια των παραγωγικών επιχειρήσεων.

Η επιμόρφωση αυτή διευκόλυνε την επεξήγηση των ερωτηματολογίων σε θέματα που ίσως δεν ήταν κοντά στην καθημερινή πρακτική των ερωτώμενων (π.χ. ηλεκτρονικά συστήματα δομικών μηχανημάτων). Η έρευνα περιελάμβανε τις παρακάτω ερωτήσεις :

Βαθμολογήστε με 1 (καμία ανάγκη) ως 10 (απόλυτη ανάγκη) τη σημασία των παρακάτω καινοτομιών :

- ✓ Αμφίδρομη Επικοινωνία με το δομικό μηχάνημα (messaging)
- ✓ Αυτόματη καταγραφή παραγωγικότητας μηχανήματος

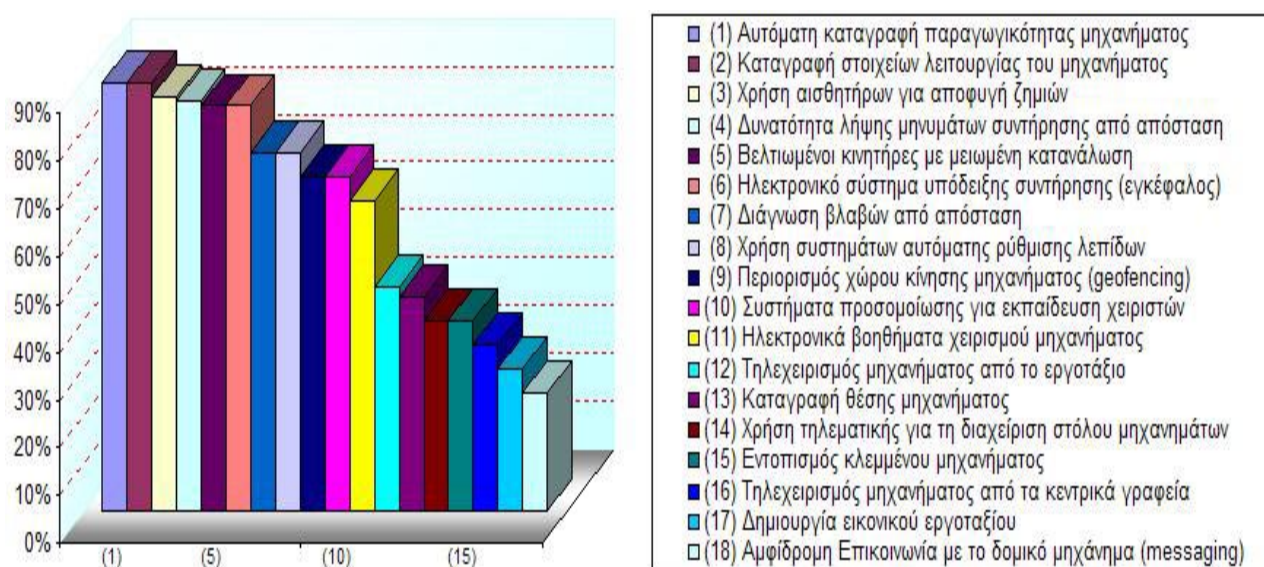
¹⁸ Ένα αποτέλεσμα της προσπάθειας δικτύωσης του nCPM είναι και η δημιουργία του Επιστημονικού Σωματείου Ελληνικό Δίκτυο Διαχειριστών Έργων (ΕΔΔΕ) (<http://www.edde.gr>), που αποσκοπεί στην προαγωγή της διοίκησης – διαχείρισης έργων στη χώρα μας.

¹⁹ Στοιχεία Δ13/ ΥΠΕΧΩΔΕ και ΕΣΥΕ (2005)

²⁰ Ο βαθμός εκμηχάνισης ενός έργου είναι ίσος με το λόγο της επένδυσης σε δομικά μηχανήματα που χρησιμοποιούνται στο έργο προς τον προϋπολογισμό του.

- ✓ Βελτιωμένοι κινητήρες με μειωμένη κατανάλωση
- ✓ Δημιουργία εικονικού εργοταξίου για μελέτη της εργοταξιακής διάταξης και αποφυγή δυνητικών προβλημάτων
- ✓ Διάγνωση βλαβών από απόσταση
- ✓ Δυνατότητα λήψης μηνυμάτων απαιτούμενης συντήρησης από απόσταση
- ✓ Εντοπισμός κλεμμένου μηχανήματος
- ✓ Ηλεκτρονικά βοηθήματα χειρισμού μηχανήματος
- ✓ Ηλεκτρονικό σύστημα υπόδειξης συντήρησης (εγκέφαλος)
- ✓ Καταγραφή θέσης μηχανήματος
- ✓ Καταγραφή στοιχείων λειτουργίας του μηχανήματος
- ✓ Περιορισμός χώρου κίνησης μηχανήματος (geofencing)
- ✓ Συστήματα προσομοίωσης για εκπαίδευση χειριστών
- ✓ Τηλεχειρισμός μηχανήματος από τα κεντρικά γραφεία
- ✓ Τηλεχειρισμός μηχανήματος από το εργοτάξιο
- ✓ Χρήση αισθητήρων για αποφυγή ζημιών
- ✓ Χρήση συστημάτων αυτόματης ρύθμισης λεπίδων
- ✓ Χρήση τηλεματικής για τη διαχείριση στόλου μηχανημάτων

Τα αποτελέσματα της έρευνας συνοψίζονται στην Εικόνα 37 παρακάτω.



Εικόνα 37. Αποτελέσματα καταγραφής αναγκών καινοτομιών στα δομικά μηχανήματα

Από την έρευνα προέκυψε ότι τουλάχιστον οι προτάσεις (1) ως και (12) (Εικόνα 37) κρίνονται ως καλοδεχούμενες και επιθυμητές.

Από την άλλη μεριά, η εμπορική επιτυχία των καινοτομιών αυτών θα καθοριστεί από τις γενικότερες ρυθμίσεις της πολιτείας (π.χ. την εισαγωγή κινήτρων για την επαύξηση της ποιότητας των έργων, τη φοροαπαλλαγή της δαπάνης για την προμήθεια καινοτομικών προϊόντων κλπ.), αλλά και της σχετικής αγοράς (π.χ. από την ύπαρξη κατάλληλων έργων για χρήση των καινοτομιών αυτών, τους όρους προμήθειας ή μίσθωσης των δομικών μηχανημάτων κλπ).

Σημειώνεται ότι έγιναν ακόμα ορισμένες πρόσθετες προτάσεις από τους συμμετέχοντες που αφορούσαν στη μείωση της ανάγκης συντήρησης των μηχανημάτων (αναμενόμενο – βλέπε και παράγραφο 4.2) και της επαύξησης της αξιοπιστίας τους. Επίσης, αναφέρθηκε η αναγκαιότητα ενός καταγραφικού (χρησιμοποιήθηκε η ορολογία «μαύρο κουτί»), το οποίο θα έχει ικανότητα καταγραφής των λειτουργιών του μηχανήματος (κατανάλωση καυσίμου, στροφές κινητήρα, κατανάλωση λιπαντικών κλπ.) και το οποίο στο τέλος της βάρδιας θα έχει την ικανότητα μετάδοσης των δεδομένων του στο εργοταξιακό γραφείο. Επίσης, η μέσω GPS αυτόματη καταγραφή του μετώπου εργασίας του μηχανήματος για την καταγραφή των ωρών εργασίας στην κάθε κατασκευαστική δραστηριότητα, με σκοπό την αυτόματη ενημέρωση του χρονοδιαγράμματος, την αυτόματη σύνταξη της πιστοποίησης και την αυτόματη έκδοση του σχετικού λογαριασμού, εμπίπτει στις επιθυμητές καινοτομίες για το μέλλον²¹.

Θα πρέπει να σημειώσουμε στο σημείο αυτό ότι η έρευνα δεν έχει ολοκληρωθεί. Το Κέντρο Καινοτομίας Κατασκευών πρόκειται να επεκτείνει την έρευνα τόσο σε χειριστές και ιδιοκτήτες μηχανημάτων, όσο και να συμπεριλάβει στο ερωτηματολόγιο την εμπειρία που συγκεντρώθηκε από τη μέχρι σήμερα έρευνα.

Επιπρόσθετα, έχει ήδη ξεκινήσει η γενικότερη έρευνα για την καινοτομία (βλέπε παράγραφο 3 - Εικόνα 14 ή / και <http://innovation.view.gr>), τα αποτελέσματα της οποίας θα αξιολογηθούν και θα συνδυαστούν με την ειδικότερη έρευνα που περιγράφηκε στην παράγραφο αυτή.

²¹ Οι μηχανικοί δήλωσαν με τον τρόπο αυτό την επιθυμία τους για τεχνολογική υποβοήθηση στην καθημερινή δύσκολη ασχολία τους για συλλογή αξιόπιστων εργοταξιακών δεδομένων.

5. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΤΟΥ Ε.Μ.ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ

Στις προηγούμενες παραγράφους αναφερθήκαμε σε διάφορες περιπτώσεις στο Κέντρο Καινοτομίας Κατασκευών ως χώρο (Εργαστηριακή Μονάδα Παροχής Υπηρεσιών - ΕΜΠΥ) μελέτης και έρευνας της καινοτομίας. Στην παράγραφο αυτή θα παρουσιάσουμε συνοπτικά το Κέντρο αυτό για να δείξουμε τη σχέση του με όσα αναφέραμε παραπάνω.



Εικόνα 38. Κέντρο Καινοτομίας Κατασκευών

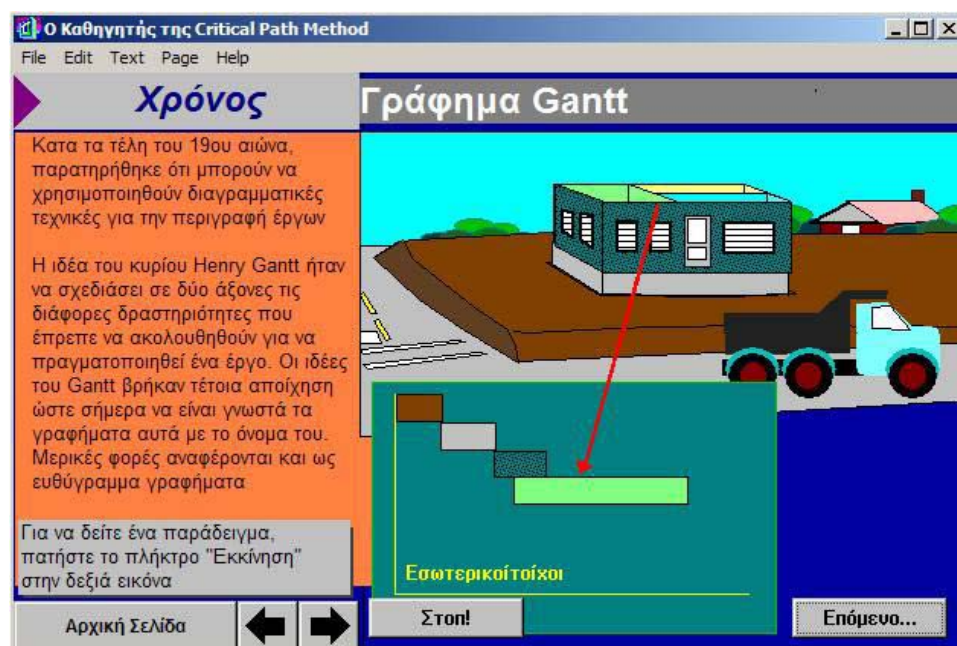
Το Κέντρο Καινοτομίας Κατασκευών²² συστάθηκε για να διευκολύνει τη διαθεματική προσέγγιση στα θέματα των Κατασκευών στη χώρα μας. Για παράδειγμα, στην παραγωγή των τεχνικών έργων, στο ένα άκρο βρίσκονται τα μηχανήματα/συγκροτήματα και οι χειριστές τους και στο άλλο οι Μηχανικοί - επιβλέποντες. Αυτοί οι Μηχανικοί καλούνται να δώσουν απαντήσεις σε θέματα παραγωγής έχοντας μονοδιάστατη και κυρίως υπολογιστική αντίληψη των πραγμάτων. Η απόκτηση εργοταξιακής εμπειρίας τους μεταστρέφει από Επιστήμονες - Μηχανικούς σε Εμπειρογνώμονες - Μηχανικούς. Πολλά και σπουδαία επιτυγχάνονται με τον τρόπο αυτό, αλλά στο πλαίσιο της παγκοσμιοποιημένης οικονομίας μπορούμε και πρέπει να κάνουμε καλύτερα. Θα πρέπει να αναζητήσουμε λύσεις βασισμένες σε επιστημονική θεώρηση της συνεργασίας ανθρώπων διαφόρων εθνικοτήτων, ειδικοτήτων, μορφωτικών επιπέδων, δεξιοτήτων και ικανοτήτων.

²² Στοιχεία επικοινωνίας Κέντρου Καινοτομίας Κατασκευών: ☎ (210 772 1268 / 1271 / 3483, 📠 210 772 3781, ✉ innovation@view.gr, 🌐 <http://innovation.view.gr>

Το εγχείρημα έχει εφαρμοστεί με επιτυχία σε άλλες χώρες της ΕΕ, τη Βόρεια Αμερική και την Ασία. Έτσι, θεωρώντας ότι χρειάζεται και στη χώρα μας ένα ανεξάρτητο Κέντρο παροχής συμβουλών, πιστοποίησης ικανοτήτων, μεταφοράς τεχνογνωσίας και έρευνας, προχωρήσαμε, με την αρωγή των Πρυτανικών Αρχών του Ε.Μ.Πολυτεχνείου, στην ίδρυση του Κέντρου Καινοτομίας Κατασκευών (Centre for Construction Innovation).

Σήμερα, έχει εξασφαλιστεί χρηματοδότηση για την προμήθεια του αναγκαίου εξοπλισμού και αναμένεται μέσα στο 2007 το Κέντρο να είναι πλήρως εξοπλισμένο με υπολογιστές, περιφερειακά, λογισμικό, χειριστήρια, προσομοιωτές και άλλα εργαλεία που θα του επιτρέψουν να παρέχει αξιόπιστες υπηρεσίες. Ταυτόχρονα, ολοκληρώνεται η διαδικασία πιστοποίησης του Κέντρου κατά ISO 9000 για τις υπηρεσίες που παρέχει. Ακόμα, στο Κέντρο θα ξεκινήσουν σύντομα πέντε (5) νέες διδακτορικές διατριβές σε θέματα καινοτόμων μεθόδων διοίκησης και οργάνωσης τεχνικών έργων, χρονικού προγραμματισμού με ασαφείς περιορισμούς, αυτοματοποιημένης παρακολούθησης εργοταξίου, τεχνικών μείωσης της κατασκευαστικής δαπάνης, και προσομοίωσης κατασκευαστικών δραστηριοτήτων.

Ενδεικτικά, ο διαθέσιμος εξειδικευμένος εξοπλισμός του Κέντρου παρουσιάζεται στην Εικόνα 39. Σημειώνεται ότι ο εξοπλισμός του Κέντρου είναι μοναδικός για τα Ελληνικά δεδομένα, τουλάχιστον προς το παρόν.



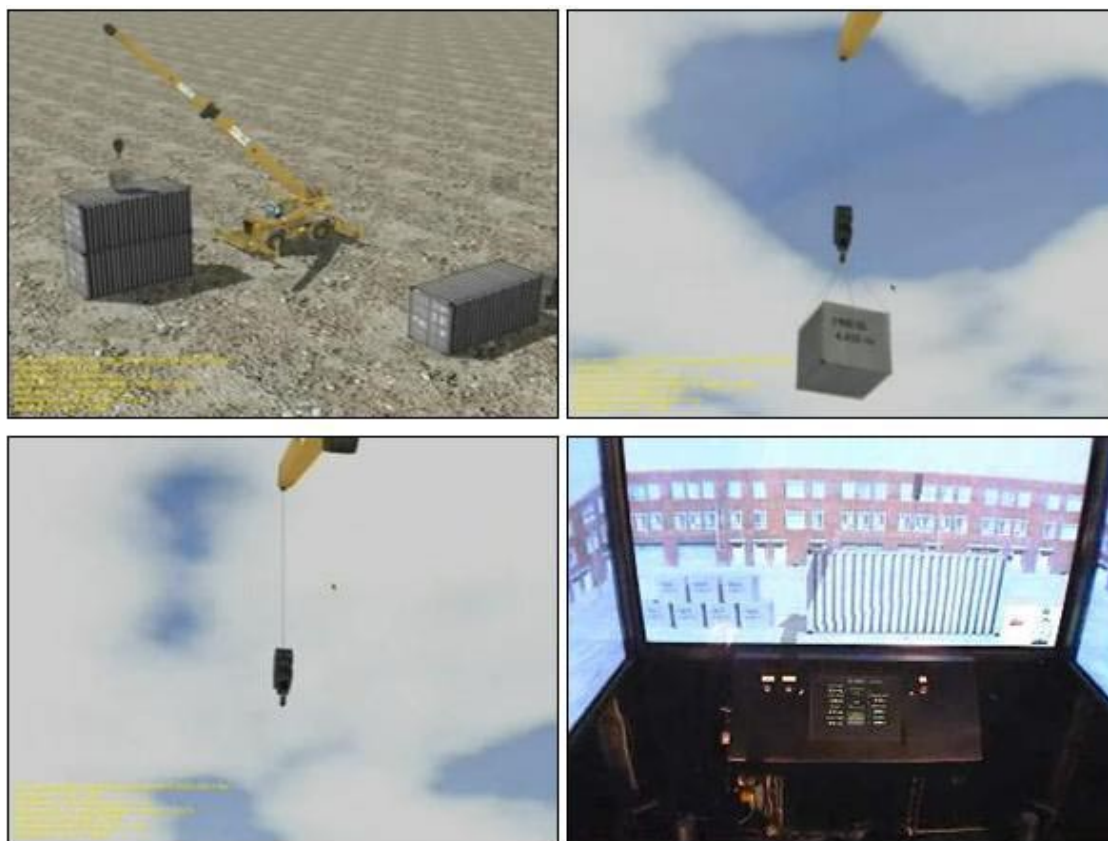
(α) Πολυμεσικό σύστημα (multimedia) διδασκαλίας χρονικού προγραμματισμού



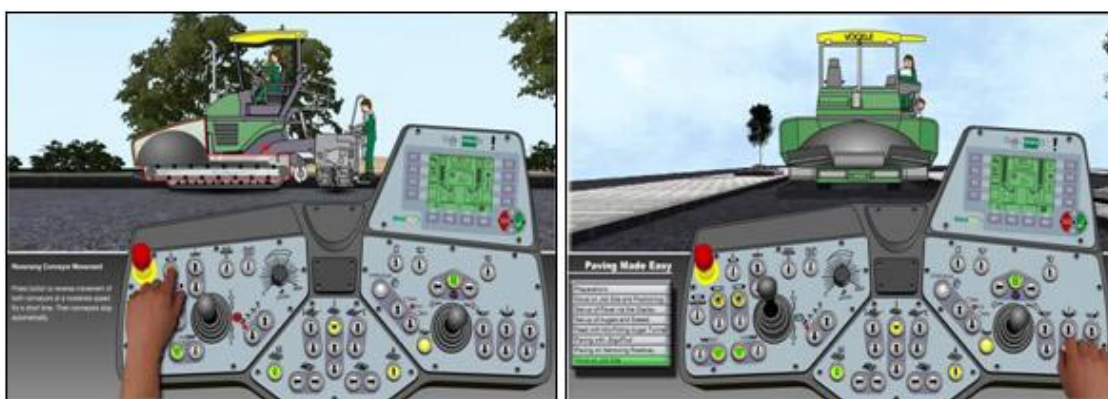
(β) Προσομοιωτές δομικών μηχανημάτων με χρήση διαδικτυακής τεχνολογίας



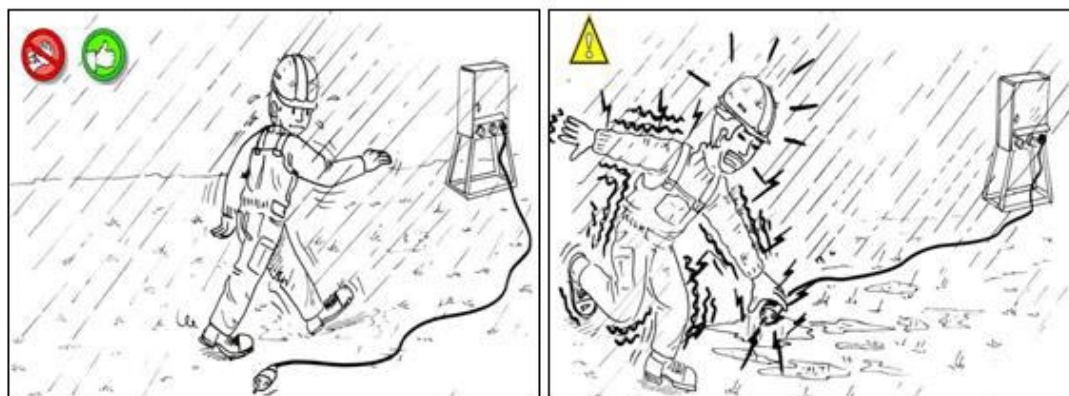
(γ) Σύστημα προσομοίωσης χειρισμών εκσκαπτικού μηχανήματος



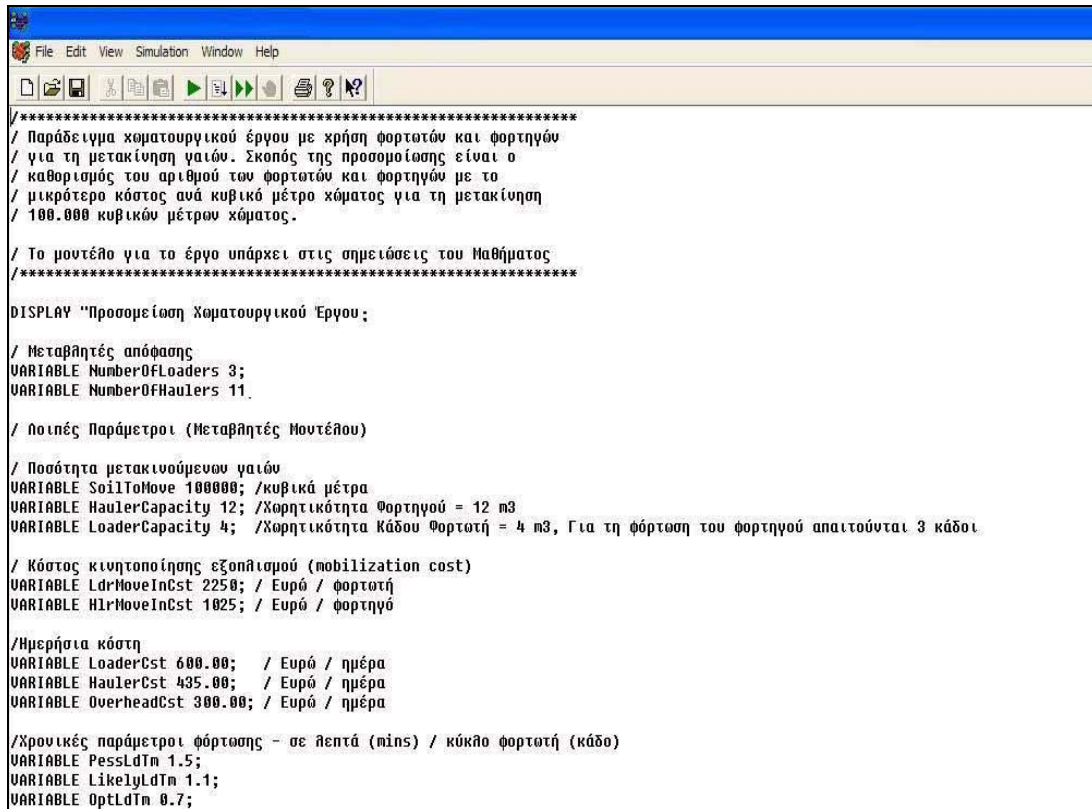
(δ) Σύστημα προσομοίωσης χειρισμών ανυψωτικού μηχανήματος



(ε) Σύστημα εκμάθησης χειρισμών μηχανήματος διάστρωσης ασφαλτικών



(στ) Πολυμεσικό σύστημα εκπαίδευσης και αξιολόγησης εργοταξιακής ασφάλειας



```

/*****
/ Παράδειγμα χωματουργικού έργου με χρήση φορτωτών και φορηγών
/ για τη μετακίνηση γαιών. Σκοπός της προσομοίωσης είναι ο
/ καθορισμός του αριθμού των φορτωτών και φορηγών με το
/ μικρότερο κόστος ανά κυβικό μέτρο χώματος για τη μετακίνηση
/ 100.000 κυβικών μέτρων χώματος.
/ Το μοντέλο για το έργο υπάρχει στις σημειώσεις του Μαθήματος
/*****/

DISPLAY "Προσομοίωση Χωματουργικού Έργου;"

/ Μεταβλητές απόφασης
VARIABLE NumberOfLoaders 3;
VARIABLE NumberOfHaulers 11;

/ Άοιπές Παράμετροι (Μεταβλητές Μοντέλου)

/ Ποσότητα μετακινούμενων γαιών
VARIABLE SoilToMove 100000; /κυβικά μέτρα
VARIABLE HaulerCapacity 12; /Χωρητικότητα Φορηγού = 12 m3
VARIABLE LoaderCapacity 4; /Χωρητικότητα Κάδου Φορτωτή = 4 m3, Για τη φόρτωση του φορηγού απαιτούνται 3 κάδοι

/ Κόστος κινητοποίησης εξοπλισμού (mobilization cost)
VARIABLE LdrMoveInCst 2250; / Ευρώ / φορτωτή
VARIABLE HlrMoveInCst 1025; / Ευρώ / φορηγό

/ Ημερήσια Κόστη
VARIABLE LoaderCst 600.00; / Ευρώ / ημέρα
VARIABLE HaulerCst 435.00; / Ευρώ / ημέρα
VARIABLE OverheadCst 300.00; / Ευρώ / ημέρα

/ Χρονικές παράμετροι φόρτωσης - σε λεπτά (mins) / κύκλο φορτωτή (κάδο)
VARIABLE PessLdTm 1.5;
VARIABLE LikelyLdTm 1.1;
VARIABLE OptLdTm 0.7;

```

(Ζ) Ειδική γλώσσα προγραμματισμού για την προσομοίωση της παραγωγικότητας και του κόστους κατασκευαστικών δραστηριοτήτων

Εικόνα 39. Ενδεικτικός εξοπλισμός του Κέντρου Καινοτομίας Κατασκευών

Το Κέντρο διαθέτει ακόμη τα περισσότερα πακέτα λογισμικού της Ελληνικής αγοράς για την κοστολόγηση, παρακολούθηση κόστους και χρονικό προγραμματισμό δημόσιων και ιδιωτικών έργων, λογισμικά διαχείρισης κινδύνων, λήψης αποφάσεων κλπ. και είναι συνδεδεμένο με διάφορες βάσεις δεδομένων (νομοθεσία, διεθνή στοιχεία παραγωγικότητας κλπ) στην Ελλάδα και το εξωτερικό.

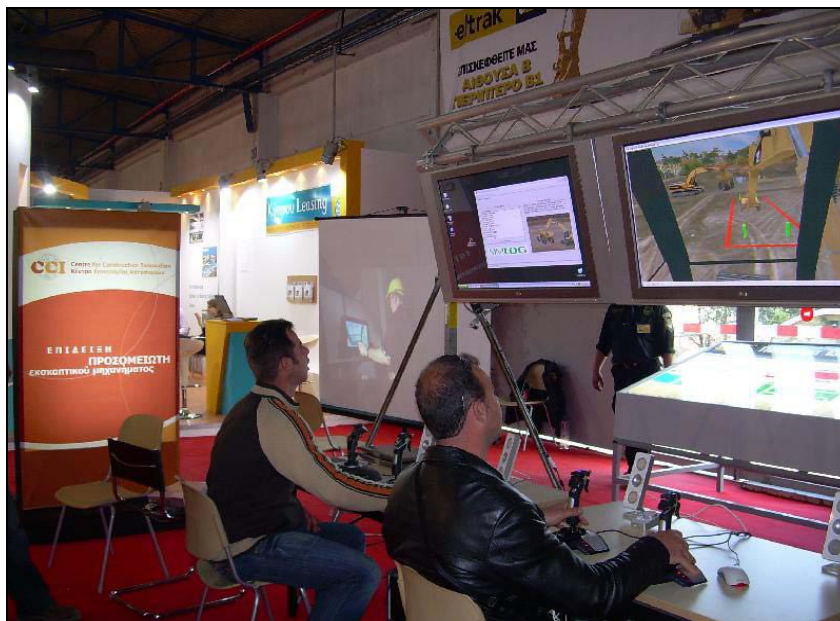
Με χρήση του εξοπλισμού αυτού, το Κέντρο ασχολείται με τα παρακάτω αντικείμενα:

- ο Εργοταξιακές μετρήσεις παραγωγικότητας & περιβαλλοντικών επιπτώσεων - Επεξεργασία στατιστικών στοιχείων κατασκευών.
- ο Πληροφοριακά συστήματα παρακολούθησης έργων (4D CAD, διαχείριση εγγράφων, GIS/GPS, αυτοματοποίηση και τηλεχειρισμός).
- ο Συστήματα λήψης αποφάσεων (DSS) και πληροφοριών (MIS) - Συστήματα κωδικοποίησης / ταξινόμησης.
- ο Προσομοίωση δραστηριοτήτων (simulation) - Ανασχεδιασμός επιχειρηματικών διαδικασιών (BPR).

- ο Επιχειρηματικά σχέδια τεχνικών επιχειρήσεων (business plans) - Ανάλυση οικονομικών και κοινωνικών επιπτώσεων τεχνικών έργων.
- ο Μελέτες σκοπιμότητας, εκπόνηση χωροταξικών σχεδίων και μοντέλων.
- ο Μελέτες έρευνας ξένων κατασκευαστικών αγορών.
- ο Ειδικές μελέτες GIS.

Το Κέντρο είναι στελεχωμένο με τρία (3) μέλη ΔΕΠ του Ε.Μ.Π., δύο (2) Επιστημονικούς Συνεργάτες και τον αναγκαίο εξοπλισμό (Η/Υ και λογισμικό).

Το Κέντρο, μέσω διαφόρων συμφωνιών και προγραμμάτων, συνεργάζεται με τα περισσότερα Ελληνικά Πανεπιστήμια, καθώς και με τα εργαστήρια Δομικών Μηχανών και Διαχείρισης Έργων του Ε.Μ.Πολυτεχνείου και το εργαστήριο Δομικών Μηχανών και Οργάνωσης του Α.Π.Θεσσαλονίκης. Επίσης, με διάφορες Ελληνικές κατασκευαστικές εταιρείες, εταιρείες διαχείρισης έργων, προμηθευτές δομικού εξοπλισμού, εκδότες κλαδικών περιοδικών και τον διοργανωτή της μόνης διεθνούς έκθεσης δομικών μηχανών στη χώρα μας (METEC – από επίδειξη του Κέντρου στην 4^η METEC προέρχεται και η Εικόνα 40 παρακάτω).



Εικόνα 40. Επίδειξη προσομοιωτή εκσκαφέα στην 4^η έκθεση METEC (Μαρτ. 2007).

Επίσης, το Κέντρο συνδέεται με περισσότερα από τριάντα Ευρωπαϊκά και Αμερικανικά Πανεπιστήμια και ερευνητικά κέντρα. Μέσα από το πλέγμα των συνεργασιών του, το Κέντρο συμμετέχει σε διάφορες προτάσεις ερευνητικών Ευρωπαϊκών προγραμμάτων. Ενδεικτικά, παρουσιάζονται ορισμένες τέτοιες προτάσεις παρακάτω :

(α) Πρόταση EuroProd – Προς τη δημιουργία ενός νέου μοντέλου παραγωγής των έργων στην Ευρώπη. Μετά τις τεχνικές του κρισίμου δρόμου και τις λιτές κατασκευές (ριζική καινοτομία).



Προϋπολογισμός: € 27 εκατ.

Τίτλος: Ευρωπαϊκό ευκίνητο ολιστικό σύστημα παραγωγής έργων.

Συμμετέχοντες: Εικοσιπέντε (25) φορείς από έντεκα (11) χώρες (Αγγλία, Γερμανία, Δανία, Ελλάδα, Ιρλανδία, Λιθουανία, Νορβηγία, Ολλανδία, Πορτογαλία, Σουηδία, Φινλανδία). Ανάμεσά τους περιλαμβάνονται οκτώ (8) διαπρεπή Ευρωπαϊκά Πανεπιστήμια.

Συντονιστής: Η κατασκευαστική & αναπτυξιακή εταιρεία Veidekke ASA της Νορβηγίας (οργανισμός 6.500 χιλιάδων εργαζομένων με ετήσιο τζίρο περί τα € 2 δισ.).

Σύνοψη : Οι Ευρωπαϊκές επιχειρήσεις και κυρίως τα Ευρωπαϊκά ναυπηγεία και οι κατασκευαστικές επιχειρήσεις που αποσκοπούν στην παραγωγή έργων βρίσκονται σε καλή θέση σε σχέση με το διεθνή ανταγωνισμό. Αντίθετα, η μαζική παραγωγή «μετακομίζει» στην Άπω Ανατολή, κυρίως, λόγω των υπερβολικά χαμηλών ημερομίσθιων. Η Ευρώπη προσανατολίζεται στην ικανοποίηση ειδικών απαιτήσεων πελατών μέσω ευέλικτης εξειδίκευσης. Ταυτόχρονα, η ανάπτυξη άλλων χωρών και κυρίως της Κίνας αναμένεται να αλλάξει το διεθνή ανταγωνισμό. Σε σχέση με τα παραπάνω, είναι σαφές ότι η Ευρώπη θα πρέπει να αναπτύξει νέα μοντέλα παραγωγής που θα χρησιμοποιούν ως βάση τις ιδέες των λιτών κατασκευών (lean construction), της διοίκησης έργων (project management) και της ευκίνητης βιομηχανικής παραγωγής (agile production) για την παραγωγή ενός νέου βελτιωμένου μοντέλου παραγωγής έργων που θα λάβει υπόψη του τις Ευρωπαϊκές πολιτισμικές αντιλήψεις και πρακτικές, αλλά και τις ανάγκες για αειφορία και προστασία του περιβάλλοντος.

(β) Πρόταση profPM – Επαγγελματική πιστοποίηση διαχειριστών έργων (διοικητική καινοτομία).



Προϋπολογισμός: € 200.000.

Τίτλος: Επαγγελματική ανέλιξη στη διαχείριση έργων.

Συμμετέχοντες: Ε.Μ.Πολυτεχνείο, Α.Π.Θεσσαλονίκης, ΑΤΕΙ Λάρισας, Ελληνικό Δίκτυο Διαχειριστών Έργων, Εγνατία Οδός ΑΕ., Έδραση – Χ. Ψαλλίδας ΑΤΕ, Bovis-Lend-Lease, ΕΕΤΑΑ ΑΕ, Αναπτυξιακή Καρδίτσας ΑΕ, Έργα ΟΣΕ Α.Ε., Loughborough University of Technology (Αγγλία).

Συντονιστής: Κέντρο Καινοτομίας Κατασκευών, Ε.Μ.Πολυτεχνείο.

Σύνοψη : Για την υλοποίηση των έργων του Δ' ΚΠΣ, αλλά και για τη διεθνή παρουσία των επιχειρήσεων που συμμετέχουν στην παραγωγή των έργων θα απαιτηθεί η επαγγελματική πιστοποίηση ατόμων και οργανισμών. Στο αντικείμενο αυτό καθοριστική θα είναι η διασύνδεση των ακαδημαϊκών φορέων με τις παραγωγικές επιχειρήσεις, η μεταφορά τεχνογνωσίας και τεχνολογικών λύσεων από το εξωτερικό και η υποβοήθηση δημιουργίας συστήματος πιστοποίησης επαγγελματικών προσόντων στην περιοχή της διαχείρισης έργων. Το προτεινόμενο πρόγραμμα αποσκοπεί στη, μέσω εκπαίδευσης, ενημέρωση των παραγωγικών φορέων για τα αντικείμενα αυτά, με σκοπό την προετοιμασία τους για την ανάπτυξη της εταιρικής τους προσθήκης μέσα σε ένα διεθνώς αναγνωρισμένο σύστημα πιστοποίησης επαγγελματικών δεξιοτήτων αντίστοιχο του ECDL για την πληροφορική. Η διαθεματικότητα της διαχείρισης έργων εξασφαλίζεται από τη συμμετοχή παραγωγικών φορέων από το χώρο της διαχείρισης μεγάλων έργων στρατηγικής σημασίας (Εγνατία Οδός Α.Ε.), των κατασκευών (Έδραση & Bovis) και των αναπτυξιακών έργων (ΑΝΚΑ & ΕΕΤΑΑ).

(γ) Πρόταση NSPACE – Περιβαλλοντικός σχεδιασμός κτιρίων στην Κεντρική και τη Νοτιοανατολική Ευρώπη (βελτιωτική καινοτομία).

Προϋπολογισμός: € 353.000

Τίτλος: Δίκτυο αειφορικού σχεδιασμού των κατασκευών για την Κεντρική και τη Νοτιοανατολική Ευρώπη.

Συμμετέχοντες: Εννέα (9) φορείς - Πανεπιστήμια και παραγωγικοί φορείς από την Αυστρία, Ελλάδα, Γερμανία, Σερβία, Κροατία και Μαυροβούνιο.

Συντονιστής: Τεχνικό Πανεπιστήμιο της Βιέννης (Αυστρία).

Σύνοψη : Το πρόγραμμα αφορά στην ανάπτυξη κοινών κανόνων σχεδιασμού για την αειφορία των οικοδομικών έργων στις συμμετέχουσες χώρες, καθώς και μεθοδολογιών εκτίμησης της τρέχουσας κατάστασης.

(δ) Πρόταση EVLAC – Βελτίωση δυνατοτήτων απασχόλησης τεχνικού προσωπικού σε χώρες της ΕΕ και των χωρών του Αραβικού Κόλπου (τεχνική καινοτομία).

Προϋπολογισμός: € 318.000

Τίτλος: Ανάπτυξη επαγγελματικών γλωσσικών ικανοτήτων και πολιτισμικής κουλτούρας για την Ευρωπαϊκή κατασκευαστική βιομηχανία.

Συμμετέχοντες: Δεκαπέντε (15) φορείς - Πανεπιστήμια και παραγωγικοί φορείς από την Τουρκία, Ελλάδα, Γερμανία και Αγγλία.

Συντονιστής: Πανεπιστήμιο Μουσταφά Κεμάλ (Τουρκία).

Σύνοψη : Το πρόγραμμα αφορά στην ανάπτυξη εκπαιδευτικού πακέτου για την ενημέρωση του τεχνικού προσωπικού κατασκευαστικών επιχειρήσεων σε θέματα τεχνικής ορολογίας και πολιτισμικών χαρακτηριστικών διαφορετικών χωρών. Το πρόγραμμα αποτελεί συνέχεια του έργου LANCAM (Languages for Contract Administration and Management in Construction), με το οποίο πρόκειται να ακολουθήσει την ίδια μεθοδολογία.

Πληροφορίες για το Κέντρο Καινοτομίας Κατασκευών και τις δραστηριότητές του είναι διαθέσιμες στην ιστοσελίδα <http://innovation.view.gr>.

6. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Βασική στρατηγική της Ενωμένης Ευρώπης την πρώτη δεκαετία του 21^{ου} αι. αποτελεί η προσπάθειά της για ανάπτυξη καινοτομιών με σεβασμό στον άνθρωπο και το περιβάλλον. Η «καινοτομία» αφορά τόσο, τελικά, προϊόντα, όσο και διαδικασίες και θέματα οργάνωσης. Στο χώρο των κατασκευών, η προσπάθεια για την επίτευξη καινοτομίας αφορά τόσο στα δομικά μηχανήματα, όσο και στις διαδικασίες και στο οργανωτικό πλαίσιο χρησιμοποίησής τους. Ο χώρος, τόσο διεθνώς, όσο και στην Ελλάδα δεν διακρίνεται για τις επενδύσεις του, ούτε για τον αριθμό των ερευνητών που τον υπηρετούν. Ταυτόχρονα, οι περισσότερες εξελίξεις προέρχονται από εξειδικευμένα εργαστήρια πολυεθνικών εταιρειών παραγωγής δομικών μηχανημάτων και αφορούν κυρίως βελτιωτικές καινοτομίες στο χώρο της μηχανο-ηλεκτρονικής, της εξέλιξης των κινητήρων και της χρήσης νέων βελτιωμένων και ανακυκλούμενων υλικών.

Ειδικότερα, στη χώρα μας γίνονται βήματα βελτίωσης στο χώρο της καινοτομίας και ο αριθμός των ενδιαφερόμενων επιχειρήσεων βαίνει αυξανόμενος. Στο χώρο των κατασκευών, οι χαμηλές επενδύσεις, η έλλειψη σχετικής κουλτούρας, η απουσία ενός κεντρικού ινστιτούτου κατασκευών, η μικρή βιομηχανική παράδοση και το μικρό σχετικά μέγεθος της χώρας εμποδίζουν την ανάπτυξη καινοτομιών στην περιοχή. Από την άλλη μεριά, το μέγεθος των έργων που υλοποιήθηκε τα τελευταία χρόνια, οι ανάγκες για συντήρηση και λειτουργία των έργων αυτών στο μέλλον και ο εξαγωγικός προσανατολισμός της κατασκευαστικής μας βιομηχανίας αποτελούν βασικούς θετικούς παράγοντες.

Στην εργασία αυτή έγινε μια συνοπτική ανασκόπηση ορισμένων σχετικών περιοχών έρευνας και ανάπτυξης. Ακόμα κι αν δεν είναι εύκολο να ασχοληθούμε με όλες τις περιοχές αυτές, υπάρχουν σημαντικά περιθώρια βελτίωσης. Σε κάθε περίπτωση, η καινοτομία παράγεται, κυρίως, από συνειδητή και επίπονη προσπάθεια μέσω συνεργασιών και υπομονή.

Ως μια μικρή συμβολή στο χώρο, προχωρήσαμε πρόσφατα στην ίδρυση του Κέντρου Καινοτομίας Κατασκευών. Φιλοδοξία μας είναι να αποτελέσει ένα κύτταρο ανάπτυξης καινοτομιών στους χώρους της εκπαίδευσης, της επιμόρφωσης, της ανάπτυξης συστημάτων παραγωγής έργων και της χρησιμοποίησης της τεχνολογίας. Για παράδειγμα, το Κέντρο Καινοτομίας Κατασκευών μπορεί να προσφέρει επιμόρφωση ενδιαφερομένων στο χειρισμό δομικών μηχανημάτων με προσομοιωτές, να ελέγξει την ικανότητά τους σε μια σειρά σχετικών ενεργειών (π.χ. ακρίβεια οδήγησης, ακρίβεια χειρισμού μπούμας, χρόνος κύκλου κλπ.) και να δώσει συγκεκριμένες συμβουλές βελτίωσης. Ακόμα, το Κέντρο μετέχει σε διάφορες ερευνητικές Ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες και εξασφαλίζει ότι τα αποτελέσματά τους θα γίνουν γνωστά στο ευρύτερο κατασκευαστικό κοινό της χώρας μας. Η καταγραφή των απόψεων και ενδιαφερόντων της κατασκευαστικής βιομηχανίας της χώρας μας αποτελεί βασική προτεραιότητα στην επισήμανση περιοχών περαιτέρω έρευνας και τα πρώτα αποτελέσματα ανακοινώθηκαν ήδη στην εργασία αυτή. Θα πρέπει να σημειώσω ότι η υποδοχή του Κέντρου από τις εταιρείες ήταν πολύ καλή, γεγονός που αποδεικνύεται από την προθυμία τους να μετάσχουν σε διάφορες συγχρηματοδοτούμενες προτάσεις μας, οι οποίες σε διαφορετική περίπτωση δεν θα ήταν δυνατό να υλοποιηθούν. Τους ευχαριστούμε γι' αυτό. Πιστεύουμε ότι πολλά πράγματα θα πρέπει να γίνουν ακόμα, αλλά θέλουμε να πιστεύουμε ότι ο σπόρος που θα φέρει τα άνθη έχει ήδη φυτευτεί.