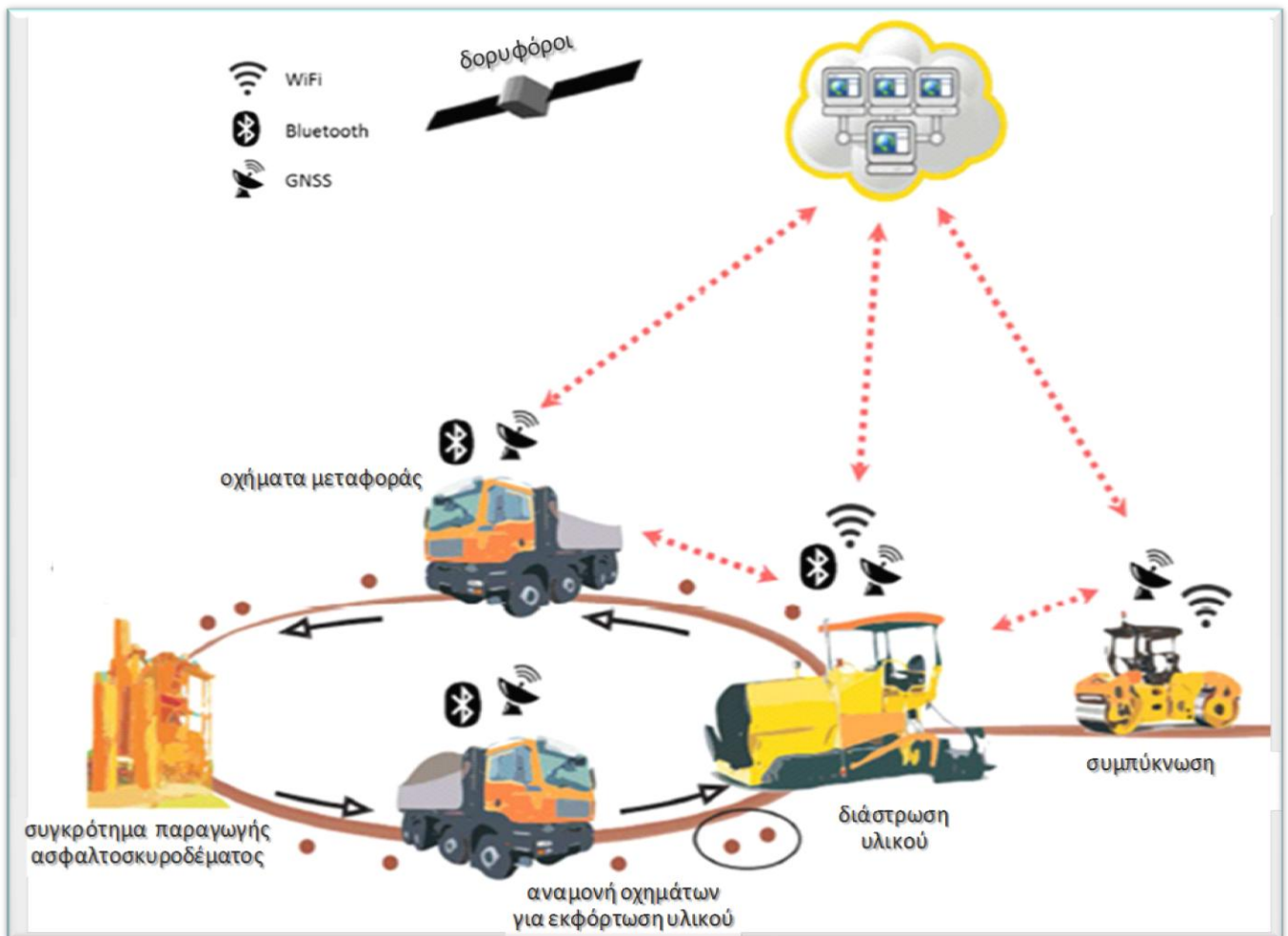


# ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



## ΤΟΜΕΑΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ & ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

### Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων (Site Management through Cloud Computing and GNSS)



**Κλέαρχος Ε. Βλαχάκος**

Αθήνα, Μάρτιος 2015

Υπογραφή \_\_\_\_\_

Επιβλέπων: Σ. Λαμπρόπουλος Καθ. – Εποπτεία: Δ. Τουλιάτος, Επ. Συν/της



## Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στον Τομέα Προγραμματισμού & Διαχείρισης Τεχνικών έργων της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ, με την επίβλεψη του Καθηγητή κυρίου Δρ Σ. Λαμπρόπουλου Πολ. Μηχ. και την εποπτεία και καθοδήγηση του Επιστημονικού Συνεργάτη του Τομέα κυρίου Δ.Τουλιάτου, Πολ.Μηχ., τους οποίους ευχαριστώ για την άψογη συνεργασία τους και γιατί με τη βοήθεια τους και την καθοδήγηση τους έγινε δυνατή η ολοκλήρωση της συγκεκριμένης εργασίας.

Ιδιαίτερα ευχαριστώ τον επόπτη της εργασίας μου κ. κύριο Δ. Τουλιάτο, Επιστημονικό Συνεργάτη του Τομέα ΠΔΤΕ, για τις υποδείξεις του, το υλικό που μου χορήγησε και για την τελική επιμέλεια της εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την εταιρία **Mobact** και τον εκπρόσωπό της **κ. Καριζώνη** για την βοήθεια του στην υλοποίηση της παρούσας διπλωματικής και ειδικότερα για την υποστήριξή του κατά την πραγματοποίηση της εργασία πεδίου με τις επισκέψεις στα εργοτάξια, από τα οποία συγκεντρώθηκε πολύτιμο υλικό και στοιχεία για την παρούσα διπλωματική εργασία.

Θα ήθελα επίσης, να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για όσα μου έχει προσφέρει σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

## Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η παρουσίαση των εφαρμογών που έχουν **η τεχνολογία του διαδικτύου** και **τα δορυφορικά συστήματα πλοήγησης** στον έλεγχο και στην παρακολούθηση της εκτέλεσης χωματουργικών έργων, στη διαχείριση του μηχανικού εξοπλισμού των τεχνικών έργων και στην **διαχείριση της κατασκευής τεχνικών έργων** γενικότερα (Machine Control, Fleet Management, Site Management), καθώς και των ωφελημάτων που προκύπτουν από την εφαρμογή αυτών των τεχνολογιών στα εργοτάξια τεχνικών έργων.

Στα πλεονεκτήματα των εφαρμογών αυτών καταδείχτηκαν και με εργασία πεδίου, που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας με επισκέψεις σε δύο εργοτάξια τεχνικών έργων (στη Στυλίδα και στην Κόρινθο), με σκοπό την παρακολούθηση της λειτουργίας μηχανημάτων εξοπλισμένων με συστήματα δορυφορικής καθοδήγησης και την συγκέντρωση στοιχείων κόστους και παραγωγικότητας.

## Abstract

The scope of this thesis is to describe the current technologies concerning the **applications** of the **Web** and the **Satellite Navigation Systems** for the control and monitoring of the execution of civil engineering works e.g. earthworks, for the **management** of **construction equipment** and for **the site management**, as well (Machine Control, Fleet Management, Site Management).

The benefits which arise from the use of those technologies on the construction sites were documented through documentary research and visits on two construction sites (at Stilida and Korinthos) for observation and data collection of construction equipment equipped with satellite machine control devices.



## Περιεχόμενα

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός .....	1-1
1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας .....	1-1
1.2 Στόχοι της διπλωματικής εργασίας .....	1-1
1.3 Συνοπτική παρουσίαση της εταιρίας MOBACT .....	1-2
1.4 Σχολιασμός για τη φύση της διπλωματικής εργασίας .....	1-3
1.5 Δομή της διπλωματικής εργασίας .....	1-3

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΟΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΟΥ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΟΗΓΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΤΩΝ ΕΡΓΟΤΑΞΙΩΝ

Σκοπός .....	2-1
2.1 Παρουσίαση των τεχνολογιών του διαδικτύου και των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης (ΤΔΔΠ) και η εφαρμογή τους στα εργοτάξια τεχνικών έργων .....	2-1
2.1.1 Η τεχνολογία των ΔΣΕΠ (Δορυφορικά Συστήματα Εντοπισμού και Πλοήγησης, GNSS).....	2-2
2.1.2 Το GPS (Global Positioning System).....	2-3
2.1.2.1 Η γενική αρχή λειτουργίας του GPS.....	2-3
2.1.2.2 Τα μέρη του GPS.....	2-5
2.1.3 Η γενική αρχή λειτουργίας του GPS .....	2-3
2.1.4 Τα μέρη του GPS .....	2-5
2.1.5 Η τεχνολογία της ΔΑΔΔ (Διαδικτυακής Αποθήκευσης, Διακίνηση και χρήση Δεδομένων (Cloud Storage και Cloud Computing) .....	2-7
2.2 Η εφαρμογή των τεχνολογιών ΔΣΕΠ και ΔΑΔΔ στη διεύθυνση εργοταξίου (Site Management) και μηχανημάτων έργου (Machine Control). .....	2-8
2.2.1 Τρόπος λειτουργίας συστημάτων ελέγχου και καθοδήγησης μηχανημάτων. 2-8	
2.2.1.1 Δισδιάστατα Συστήματα Καθοδήγησης (2D).....	2-9
2.2.1.2 Τρισδιάστατα Συστήματα Καθοδήγησης (3D).....	2-9
2.2.2 Πλεονεκτήματα των δορυφορικών συστημάτων Ελέγχου και Καθοδήγησης Μηχανημάτων (Machine Control).....	2-10
2.2.3 Διαχείριση στόλου (fleet management).....	2-11

**Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)**

Ευχαριστίες, Περίληψη, Περιεχόμενα

2.3	Λογισμικό και εξοπλισμός για την υποστήριξη των τεχνολογιών ΔΣΕΠ και ΔΑΔΔ ...	2-13
2.3.1	Caretrack (της εταιρείας Volvo Construction Equipment) .....	2-13
2.3.2	CAT CONNECT SOLUTIONS (της εταιρείας Caterpillar) και έρευνα πεδίου της CAT με τον εξοπλισμό ΔΚΜ της Leica.....	2-16
2.3.2.1	Έρευνα πεδίου της CAT με τον εξοπλισμό ΔΚΜ της Leica .....	2-17
2.3.3	iCON (Intelligent CONstruction) της Leica Geosystems .....	2-26
2.3.4	Trimble (www.trimble.com) .....	2-32
2.3.5	HCSS (www.hcss.com) .....	2-34
2.3.6	Mobact (http://mobact.gr).....	2-36
2.3.6.1	Το ερευνητικό έργο της MOBA GmbH για την GSA (European GNSS Agency), Φεβρ 2010 – Μάιο 2012. ....	2-37
2.3.7	Mobile Fleet (από την ACE Hellas) .....	2-40
2.3.8	Powerfleet της iLink Νέες Τεχνολογίες .....	2-47

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΡΓΑΣΙΑ ΠΕΔΙΟΥ ΚΑΙ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ**

Σκοπός .....	3-1	
3.1	Εργασία πεδίου και αποτίμηση αποτελεσμάτων .....	3-1
3.2	Αυτόματος έλεγχος και καθοδήγηση σε Ισοπεδωτή .....	3-2
3.3	Αυτόματος έλεγχος και καθοδήγηση σε Διαστρωτήρα .....	3-12

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ**

Σκοπός .....	4-1	
4.1	Διερεύνηση ανταποδοτικότητας για την περίπτωση Ισοπεδωτή (Grader).....	4-1
4.2	Διερεύνηση ανταποδοτικότητας για την περίπτωση Διαστρωτήρα (Finisher)) .....	4-6

---

Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)

---

Ευχαριστίες, Περίληψη, Περιεχόμενα

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Σκοπός .....	5-1
5.1 Συμπεράσματα .....	5-1
5.2 Προτάσεις .....	5-3
5.2.1 Προώθηση τεχνολογίας GNSS στα εργοτάξια .....	5-3
5.2.2 Πιστοποίηση και εκπαίδευση διαχειριστών μηχανικού εξοπλισμού τεχνικών έργων και χειριστών μηχανημάτων .....	5-3

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΚΑΙ ΠΗΓΕΣ (ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ & ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ)

Σκόπος .....	6-1
6.1 Αναφορές [#] .....	6-1
6.2 Πηγές – Ιστοσελίδες .....	6-2



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### Σκοπός:

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται το αντικείμενο που πραγματεύεται η παρούσα διπλωματική εργασία, με τίτλο «*Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων (Site Management through cloud computing and GNSS\*)*». Συγκεκριμένα στο παρόν κεφάλαιο, παρουσιάζεται η δομή και η διάρθρωση της εργασίας και περιγράφεται ο τρόπος εργασίας (εργασία γραφείου και η εργασία πεδίου).

(\* ) *GNSS = Global Navigation Satellite System*. Δορυφορικά συστήματα εντοπισμού & πλοήγησης με παγκόσμια κάλυψη, όπως τα GPS, GLONASS, GALILEO κ.α., βλ Κεφ 2.)

### 1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, είναι η παρουσίαση των εφαρμογών της τεχνολογίας του διαδικτύου, των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης και της τηλεματικής στον έλεγχο και στην παρακολούθηση της εκτέλεσης χωματουργικών έργων, στη διαχείριση του μηχανικού εξοπλισμού των τεχνικών έργων και στη διαχείριση της κατασκευής τεχνικών έργων γενικότερα (Construction Management), καθώς και των ωφελημάτων που προκύπτουν από τις εφαρμογές αυτές στα εργοτάξια.

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας γίνεται κατ' αρχήν μία συγκριτική ανάλυση και παρουσίαση των σημαντικότερων προσφερόμενων σήμερα συναφών τεχνολογικών λύσεων (λογισμικό και εξοπλισμός) και στην συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικότερα οι τεχνολογικές λύσεις της εταιρίας **MOBACT** (βλ ενότητα 1.3 στη συνέχεια), της οποίας ο εξοπλισμός και οι εφαρμογές του στον έλεγχο της παραγωγής χωματουργικών μηχανών (machine control) μελετήθηκαν περισσότερο κατά την εργασία πεδίου που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας.

### 1.2 Στόχοι της διπλωματικής εργασίας

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να παρουσιάσει την τεχνολογία και τη χρήση του διαδικτύου και των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στον έλεγχο και την παρακολούθηση της εκτέλεσης χωματουργικών έργων και να αναδείξει τη συμβολή αυτής της τεχνολογίας στην εποπτεία και τον έλεγχο των εκτελούμενων εργασιών και του απασχολούμενου μηχανικού εξοπλισμού, **συμβολή που συνοψίζεται στην**

### **αύξηση της αποδοτικότητας και της παραγωγικότητας των μηχανημάτων, στη βελτίωση της ποιότητας και στη μείωση του κόστους των εργασιών.**

Κύριοι στόχοι της παρούσας εργασίας είναι: η κατανόηση των δυνατοτήτων των σύγχρονων **διαδικτυακών και δορυφορικών συστημάτων** διαχείρισης του στόλου του μηχανικού εξοπλισμού (**fleet management**), ελέγχου της παραγωγής και καθοδήγησης των δομικών μηχανών (**machine control**), καθώς και η σύγκρισή τους με τις συμβατικές μεθόδους εργασίας.

Στην παρούσα εργασία γίνεται αναφορά στα σχετικά λογισμικά και στον εξοπλισμό που χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση έργων με τη **μεθοδολογία του διαδικτύου και των δορυφορικών συστημάτων** και γίνεται αναλυτικότερη παρουσίαση των συναφών συστημάτων που προσφέρονται από τον εταιρία **MOBACT**.

## **1.3 Συνοπτική παρουσίαση της εταιρίας MOBACT**

Η MOBACT είναι ελληνική εταιρία που παρέχει λύσεις αυτοματισμού, ελέγχου και καθοδήγησης των μηχανημάτων οδοποιίας και χωματουργικών με βασικό χαρακτηριστικό την αύξηση της παραγωγικότητας και της ποιότητας στους τομείς των κατασκευών.

Η MOBACT εφαρμόζει την τεχνολογία του ελέγχου και καθοδήγησης μηχανημάτων σε ένα ευρύ φάσμα του κατασκευαστικού τομέα, όπως:

- Λιμενικά έργα
- Σιδηροδρομικά έργα
- Τρισδιάστατα συστήματα καθοδήγησης (3D) - κατασκευή ψηφιακών μοντέλων εδάφους (DTM)
- Συστήματα ζύγισης για φορτωτές, εκσκαφείς (τσάπες) κ.λ.π.
- Συστήματα ασφάλειας ανυψωτικών μηχανημάτων
- Διαχείριση στόλου οχημάτων (telematics)
- Διαχείριση απομακρυσμένου ελέγχου μηχανημάτων εργοταξίου
- Λείζερ για εργασίες Σηράγγων (tunneling lasers)
- Ράμματα καθοδήγησης διαστρωτήρων (stringline guidance systems)
- Τοπογραφικός εξοπλισμός (GPS GNSS, Total Station, Χωροβάτες Laser)

Η MOBACT αντιπροσωπεύει στην Ελλάδα τους παρακάτω οίκους:

- MOBA (Γερμανία)
- LEICA-GEOSYSTEMS (Ελβετία)
- MIKROFYN A/S (Δανία):
- 3B6 (Ιταλία)
- GEODYNAMIK (Σουηδία)
- BRAMALL (Αγγλία)

#### 1.4 Σχολιασμός για τη φύση της διπλωματικής εργασίας

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε τόσο με βιβλιογραφική όσο και με διαδικτυακή έρευνα καθώς και με εργασία πεδίου.

Κατά την διαδικτυακή και βιβλιογραφική έρευνα εξετάσθηκε το θεωρητικό υπόβαθρο που διέπει τις τεχνολογίες αυτές, έγινε αναζήτηση των εταιρειών που έχουν αναπτύξει και προσφέρουν σχετικές τεχνολογικές λύσεις στον τομέα αυτόν και έγινε παρουσίαση συγκριτικών μελετών και ερευνητικών έργων που πραγματοποιήθηκαν κατά το πρόσφατο παρελθόν από κατασκευαστές δομικών μηχανών και παρόχους δορυφορικών συστημάτων & εξοπλισμού καθοδήγησης μηχανημάτων τεχνικών έργων.

Κατά την εργασία πεδίου συλλέχθηκαν από συγκεκριμένα υπό κατασκευή έργα πλήρεις αναφορές σχετικά με την παραγωγικότητα των μηχανημάτων πριν και μετά την εφαρμογή δορυφορικών συστημάτων καθοδήγησης και ελέγχου μηχανημάτων.

Η εργασία πεδίου περιλαμβάνει και φωτογραφίες από την επίσκεψη στα έργα που εξετάστηκαν και τεκμηρίωση της ανταποδοτικότητας των εν λόγω δορυφορικών συστημάτων καθοδήγησης.

#### 1.5 Δομή της διπλωματικής εργασίας

**Κεφάλαιο 1:** ΕΙΣΑΓΩΓΗ

**Κεφάλαιο 2:** ΟΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΟΥ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΟΗΓΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΤΩΝ ΕΡΓΟΤΑΞΙΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται με ποιόν τρόπο οι τεχνολογίες του διαδικτύου και των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης εφαρμόζονται στη διεύθυνση των τεχνικών έργων και στη διαχείριση των δομικών μηχανών και γίνεται μία συνοπτική παρουσίαση των προσφερόμενων τεχνικών λύσεων (λογισμικού και εξοπλισμού).

### **Κεφάλαιο 3:** ΕΡΕΥΝΑ ΠΕΔΙΟΥ ΚΑΙ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται περιγραφή της εργασίας πεδίου που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας προκειμένου να μελετηθεί η πρακτική εφαρμογή της τεχνολογίας ΔΚΜ (δορυφορικής καθοδήγησης μηχανημάτων έργου) σε συγκεκριμένα εργοτάξια και να τεκμηριωθούν τα οφέλη που προκύπτουν από αυτήν, ειδικά ως προς την αύξηση της παραγωγικότητας των μηχανημάτων, στα οποία έχει γίνει εγκατάσταση σχετικού εξοπλισμού.

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται εκτενής αναφορά στη συμβολή του ΔΚΜ (Machine Control) στην βελτίωση της παραγωγικότητας των μηχανημάτων έργου.

### **Κεφάλαιο 4:** ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ

Το κεφάλαιο περιέχει στοιχεία για την τεκμηρίωση του οικονομικού οφέλους που προκύπτει από την εφαρμογή συστημάτων δορυφορικής καθοδήγησης μηχανημάτων (ΔΚΜ) στα τεχνικά έργα. Η ανάλυση γίνεται για κάθε ένα από τα μηχανήματα που μελετήθηκαν κατά την εργασία πεδίου που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας και με βάση τα στοιχεία που χορηγήθηκαν από τους υπεύθυνους των αντίστοιχων εργοταξίων, στα οποία χρησιμοποιήθηκαν μηχανήματα με εξοπλισμό καθοδήγησης της εταιρείας MOBACT.

### **Κεφάλαιο 5:** ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται συνοπτική καταγραφή κάποιων συμπερασμάτων που προέκυψαν από την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας και ακολουθούν κάποιες προτάσεις σχετικά με την προώθηση σύγχρονων μεθόδων διαχείρισης των μηχανημάτων τεχνικών έργων με την κατάλληλη εκπαίδευση των «διαχειριστών» και με τη χρήση της τεχνολογίας GNSS στα εργοτάξια.

### **Κεφάλαιο 6:** ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΚΑΙ ΠΗΓΕΣ (ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ)

Στο κεφάλαιο αυτό περιέχονται όλες οι αναφορές (διαδικτυακές, βιβλιογραφικές) που μελετήθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διπλωματική εργασία. Οι αναφορές αυτές έχουν αριθμηθεί σύμφωνα με τη σειρά που εμφανίζονται στο κείμενο της εργασίας. Επίσης παρατίθενται και άλλες συναφείς θεματικές πηγές (διαδικτυακές και βιβλιογραφικές) που συγκεντρώθηκαν, ώστε να δημιουργηθεί μία πληροφοριακή βάση σχετική με το αντικείμενο της διπλωματικής.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### ΟΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΟΥ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΟΗΓΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΤΩΝ ΕΡΓΟΤΑΞΙΩΝ

#### Σκοπός:

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται με ποιόν τρόπο οι τεχνολογίες του διαδικτύου και των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης εφαρμόζονται στη διεύθυνση των τεχνικών έργων και στη διαχείριση των δομικών μηχανών και γίνεται μία συνοπτική παρουσίαση των προσφερόμενων τεχνικών λύσεων (λογισμικού και εξοπλισμού).

#### 2.1 Παρουσίαση των τεχνολογιών του διαδικτύου και των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης (ΤΔΔΠ) και η εφαρμογή τους στα εργοτάξια τεχνικών έργων

Στις σύγχρονες μεθόδους εποπτείας μηχανημάτων έργων και διαχείρισης στόλου μηχανημάτων, χρησιμοποιούνται δυο βασικές τεχνολογίες:

A) Η τεχνολογία γεωγραφικού εντοπισμού (προσδιορισμού θέσης) και πλοήγησης μέσω δορυφόρου (GNSS, Global Navigation Satellite System). Στην συνέχεια για λόγους συντομίας η τεχνολογία αυτή θα αναφέρεται με τη συντομογραφία: **ΔΣΕΠ** (Δορυφορικά Συστήματα Εντοπισμού & Πλοήγησης).

B) Η τεχνολογία του διαδικτύου, που παρέχει σήμερα τη δυνατότητα αποθήκευσης μεγάλου πλήθους ψηφιακών πληροφοριών σε διαδικτυακές βάσεις δεδομένων, οι οποίες είναι προσβάσιμες μέσω διαδικτύου από οποιοδήποτε σημείο της γης. Η διαδικτυακή αποθήκευση, διακίνηση και χρήση δεδομένων αναφέρεται ως **Cloud Storage** και **Cloud Computing**. Στην συνέχεια για λόγους συντομίας η τεχνολογία αυτή θα αναφέρεται με τη συντομογραφία: **ΔΑΔΔ** (Διαδικτυακή Αποθήκευση και Διακίνηση Δεδομένων).

Στη συνέχεια του κεφαλαίου αυτού γίνεται αναφορά στις τεχνολογίες αυτές και στις εφαρμογές που έχουν για ποικίλους σκοπούς.

---

**Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)**

---

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

**2.1.1 Η τεχνολογία των ΔΣΕΠ (Δορυφορικά Συστήματα Εντοπισμού και Πλοήγησης, GNSS)**

Η τεχνολογία GNSS υποστηρίζεται από ένα σύστημα δορυφόρων, το οποίο παρέχει τη δυνατότητα γεωχωρικού εντοπισμού θέσης **με παγκόσμια κάλυψη**. Επιτρέπει σε μικρούς δέκτες να προσδιορίζουν τη θέση τους (γεωγραφικό μήκος, πλάτος, υψόμετρο) με υψηλή ακρίβεια της τάξης μερικών εκατοστών ή και χιλιοστών, ανάλογα με το πλήθος των συνεργαζόμενων δορυφόρων.

Αρχικά η χρήση της τεχνολογίας GNSS έγινε για στρατιωτικούς σκοπούς. Παγκοσμίως υπάρχουν διάφορα συστήματα δορυφορικής πλοήγησης. Τα επικρατέστερα σήμερα είναι τα ακόλουθα συστήματα:

1. Το GPS (Global Positioning Systems) το οποίο ανήκει στις Η.Π.Α και είναι αρκετά διαδεδομένο (πηγή: [http://el.wikipedia.org/wiki/Global\\_Positioning\\_System](http://el.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System) )
2. Το GLONASS (GLObal NAVigation Satellite System) το οποίο ανήκει στη Ρωσία (πηγή: <http://en.wikipedia.org/wiki/GLONASS> )
3. Το Galileo, το οποίο δημιουργήθηκε από την ευρωπαϊκό διαστημικό οργανισμό **EGSA** (European Global Navigation Satellite Systems) και το οποίο είναι το μόνο που εξυπηρετεί αποκλειστικά πολιτικούς σκοπούς και όχι στρατιωτικούς (πηγή : <http://www.gsa.europa.eu/>).



**Εικ. 2.1:**  
**Το λογότυπο του ευρωπαϊκού οργανισμού  
δορυφορικής πλοήγησης  
(Πηγή:<http://www.gsa.europa.eu/> )**

Υπό ανάπτυξη βρίσκονται δύο ακόμη συστήματα: της Κίνας και της Ινδίας.

Το Galileo αποτελεί την ευρωπαϊκή εναλλακτική λύση σε θέματα δορυφορικής πλοήγησης και είναι εξίσου διαδεδομένο με το GPS. Μέχρι την ανάπτυξή του όλοι οι χρήστες βασιζόντουσαν στα συστήματα του GPS και του GLONASS.

Με τα παραπάνω συστήματα γίνεται ο εντοπισμός θέσης σε όλες τις ανεπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες της Γης.

Αξίζει εδώ να αναφερθεί ότι όλα τα σύγχρονα τοπογραφικά και γεωδαιτικά όργανα χρησιμοποιούν πλέον αποκλειστικά τις παραπάνω τεχνολογίες, οι οποίες παρέχουν τη δυνατότητα τοπογραφικής αποτύπωσης και χάραξης τοπογραφικών διαγραμμάτων σε 2διάστατη και 3οδιάστατη απεικόνιση, με μεγάλη ακρίβεια της τάξης ακόμη και μερικών χιλιοστών (mm).

---

Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)

---

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

## 2.1.2 Το GPS (Global Positioning System) <sup>[1], [2]</sup>

### 2.1.2.1 Η γενική αρχή λειτουργίας του GPS

Το **GPS (Global Positioning System)** είναι ένα γεωδαιτικό δορυφορικό σύστημα προσδιορισμού της θέσης ενός σημείου στο χώρο, που αρχικά σχεδιάστηκε για τις ανάγκες πλοήγησης του Αμερικανικού Ναυτικού, αλλά κατέληξε να έχει γενικευμένη πολιτική χρήση<sup>[2]</sup>. Η λειτουργία του GPS **στηρίζεται σε 24 γεωδαιτικούς δορυφόρους**, οι οποίοι βρίσκονται σε σταθερές τροχιές γύρω από τη γη και οι συντεταγμένες τους είναι κάθε στιγμή γνωστές με μεγάλη ακρίβεια.

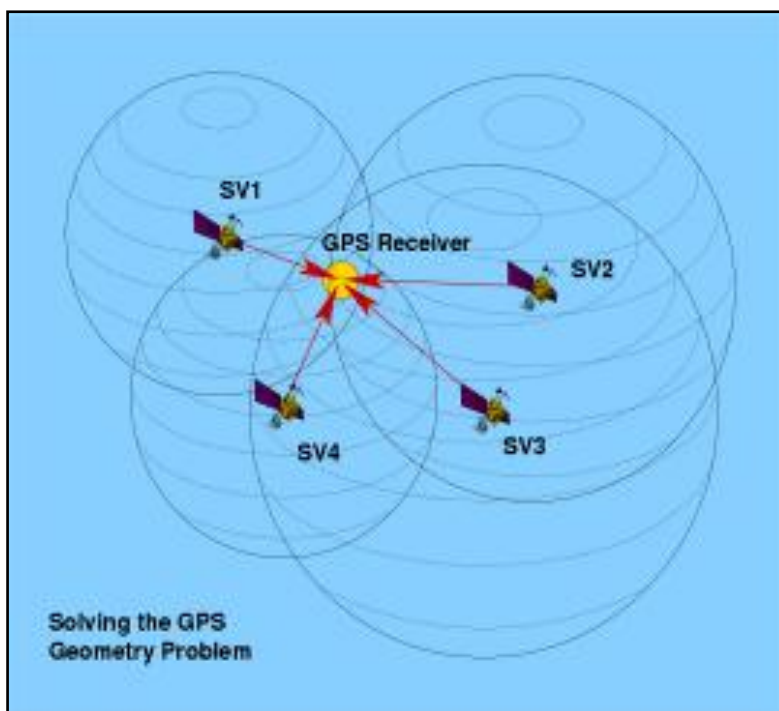
Η αρχή λειτουργίας του GPS είναι η εξής: ο προσδιορισμός ενός σημείου στο χώρο (συντεταγμένες  $x,y,z$ ) γίνεται με τον υπολογισμό των αποστάσεων του σημείου αυτού από τρεις δορυφόρους ως τομή τριών γεωμετρικών τόπων.

Δηλαδή, το σημείο του οποίου θέλουμε να προσδιορίσουμε τις συντεταγμένες, βρίσκεται στην τομή τριών σφαιρών, με κέντρο κάθε σφαίρας ένα δορυφόρο και ακτίνα την απόσταση του σημείου από τον αντίστοιχο δορυφόρο (βλ **Εικ. 2.2**).

Ο προσδιορισμός αυτός είναι μία εμπροσθοτομία στο χώρο<sup>[2]</sup>. Το πρόβλημα επομένως ανάγεται στον υπολογισμό της απόστασης ενός σημείου από τον κάθε δορυφόρο και αντιστοιχεί σε ένα σύστημα εξισώσεων τριών αγνώστων (συντεταγμένες  $x,y,z$ ) και τριών παρατηρήσεων (τρεις αποστάσεις).

Η μέτρηση των αποστάσεων δορυφόρου-δέκτη γίνεται με τη μέτρηση του χρόνου  $\Delta t$  που διέρρευσε από τη στιγμή που εστάλη ένα σήμα με γνωστή ταχύτητα (ταχύτητα του φωτός) από το δορυφόρο μέχρι να φτάσει στο δέκτη.

Επειδή για λόγους οικονομίας χρήματος και χώρου οι δέκτες δεν διαθέτουν ρολόι ακριβείας, ο χρόνος στο δέκτη θεωρείται ένας ακόμη (τέταρτος) άγνωστος και εισάγεται μία ακόμη παρατήρηση, η απόσταση από έναν τέταρτο δορυφόρο.

**Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)**Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ**Εικ. 2.2: Η αρχή λειτουργίας του GPS****(Πηγή: <http://www.slideshare.net/kariya555/adapive-missile-guidance-using-gps> )**

Στην πράξη, η θέση ενός δέκτη υπολογίζεται από περισσότερους από 4 δορυφόρους, και από σήμα δύο διαφορετικών συχνοτήτων (συχνότητες L1 και L2) που εκπέμπουν οι γεωδαιτικοί δορυφόροι<sup>[3]</sup>. Οι υψηλών προδιαγραφών δέκτες GPS έχουν δυνατότητα λήψης και ανάλυσης και των δύο συχνοτήτων από πολλούς δορυφόρους, ενώ αντίθετα οι φτηνοί μόνο μιας και από λίγους.

Οι 24 δορυφόροι GPS έχουν τεθεί ανά 4 σε 6 καθορισμένες τροχιές (οι οποίες συνεχώς παρακολουθούνται και διορθώνονται για τυχόν αποκλίσεις). Ο σχεδιασμός είναι τέτοιος ώστε να είναι ορατοί 4 δορυφόροι ανά πάσα στιγμή από κάθε σημείο της επιφάνειας της Γης.

Καθώς οι δορυφόροι κινούνται στον ουρανό, ο δέκτης λαμβάνει σήματα από τις νέες τους αλλά γνωστές θέσεις και υπολογίζει μία μέση τιμή των συντεταγμένων του. Όμως, παρουσιάζεται πρόβλημα ορατότητας δορυφόρων ιδιαίτερα στις περιοχές κοντά στους πόλους (π.χ. Αγγλία), με αποτέλεσμα να βρίσκονται άλλοι έμμεσοι τρόποι για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, όπως για παράδειγμα οι pseudolites («ψευδοδορυφόροι»), δηλαδή πομποί εγκατεστημένοι στη Γή που εκπέμπουν σήματα ίδια περίπου με των δορυφόρων<sup>[4]</sup>

Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

### 2.1.2.2 Τα μέρη του GPS

Το σύστημα GPS αποτελείται από τρία μέρη<sup>[5]</sup>:

**A) Το δορυφορικό τμήμα:** Το δορυφορικό τμήμα σήμερα, αποτελείται από 24 δορυφόρους τοποθετημένους σε έξι τροχιακά συστήματα (4 ανά τροχιά) γύρω από τη Γη (βλ **Εικ. 2.3**). Κάθε δορυφόρος εκπέμπει ένα πολύπλοκο δορυφορικό σήμα (δύο συχνότητες της τάξης του 1GHz). Παλαιότερα μόνο η μία εκ των δύο συχνοτήτων ήταν διαθέσιμη για χρήση, αλλά τώρα είναι και οι δύο. Κάθε δορυφόρος, διαθέτει ατομικά χρονόμετρα/ρολόγια υψηλής ακριβειας, υπολογιστές και κεραίες επικοινωνίας. Οι τροχιές των δορυφόρων υπόκεινται σε συχνό έλεγχο και διορθώσεις, ενώ οι νεότεροι δορυφόροι μπορούν με παρατηρήσεις μεταξύ τους να προσδιορίζουν μόνοι τους τα στοιχεία τροχιάς και άλλες παραμέτρους που απαιτούνται.



**Εικ 2.3:** Δορυφόροι GPS τοποθετημένοι σε τροχιακά γύρω από τη Γη  
(πηγή: [www.gsi.ir](http://www.gsi.ir)).

**B) Το τμήμα ελέγχου :** Το τμήμα ελέγχου αποτελείται από:

- Πέντε μόνιμους επίγειους σταθμούς παρακολούθησης.
- Τρεις σταθμούς τηλεπικοινωνιών, οι οποίοι βλέπουν όλους τους δορυφόρους κάθε μέρα και στέλνουν μηνύματα πλοήγησης.
- Έναν κεντρικό σταθμό ελέγχου, που είναι υπεύθυνος για τη συνολική κατάσταση και λειτουργία του δορυφορικού συστήματος.

**Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)**

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

**Γ) Το τμήμα του χρήστη:** Για τη λήψη και αποκωδικοποίηση του δορυφορικού σήματος από τους χρήστες του συστήματος GPS, χρησιμοποιούνται τα παρακάτω όργανα:

- **Κεραία** μικρών διαστάσεων και βάρους για να είναι δυνατές οι μετρήσεις και σε αντίξοες συνθήκες (βλ **Εικ. 2.4**). Η κεραία του GPS είναι πολυκατευθυντήρια, δηλαδή μπορεί να λάβει το σήμα από κάθε κατεύθυνση και να το οδηγήσει στο κέντρο της κεραίας, σημείο ως προς το οποίο γίνονται οι μετρήσεις. Πρέπει όμως για ακριβείς μετρήσεις να είναι κατακόρυφος ο άξονας της.



**Εικ. 2.4:** Κεραία GPS των εταιρειών Topcon (αριστερά) και Leica (δεξιά)

(Πηγή: <http://www.leica-geosystems.com/en/index.htm> και <http://global.topcon.com/> )

- **Δέκτης**, ο οποίος παραλαμβάνει το σήμα από την κεραία και στην συνέχεια επεξεργάζεται τις καταγραφές ((βλ **Εικ. 2.5**). Πιο συγκεκριμένα, αποκωδικοποιεί το σήμα των μετρήσεων που λαμβάνει από την κεραία. Δέκτες υπάρχουν μονής (L1) και διπλής (L1 και L2) συχνότητας, με αποτέλεσμα οι πρώτοι να μπορούν να αποκωδικοποιήσουν μόνο σήματα σε συχνότητα L1, ενώ οι δεύτεροι μπορούν να αποκωδικοποιήσουν και σήματα και των δύο συχνοτήτων. Λόγω της ιδιότητας αυτής οι δέκτες διπλής συχνότητας δίνουν πιο ακριβείς μετρήσεις σε μικρότερο χρονικό διάστημα και γι' αυτό λόγω είναι και μεγαλύτερο το κόστος τους. Να σημειωθεί ότι ο δέκτης χρησιμεύει και για την αποθήκευση των μετρήσεων.



**Εικ. 2.5:** Δέκτες GPS α) Leica1200, β) Topcon GB, γ) Topcon HiPer Pro

(Πηγή: <http://www.leica-geosystems.com/en/index.htm> και <http://global.topcon.com/> )

**Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)**Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ**2.1.3 Η τεχνολογία της ΔΑΔΔ (Διαδικτυακής Αποθήκευσης, Διακίνηση και χρήση Δεδομένων (Cloud Storage και Cloud Computing))**

Η τεχνολογία<sup>[6]</sup> της διαδικτυακής αποθήκευσης (Cloud Storage) και διακίνησης δεδομένων (Cloud computing) είναι μια τεχνολογία η οποία βασίζεται στην χρήση του Διαδικτύου (Internet) και επιτρέπει την κεντρική αποθήκευση δεδομένων μέσω ανεξαρτήτων server, καθώς επίσης και την πρόσβαση σε αυτές τις βάσεις από τον εκάστοτε χρήστη και από οποιοδήποτε σημείο της Γης, στο οποίο υπάρχει σύνδεση με το Διαδίκτυο (Internet).

Στην παρακάτω **εικόνα 2.6** φαίνεται πώς λειτουργεί η τεχνολογία του Cloud Storage και Cloud Computing. Ουσιαστικά μιλάμε για αποθήκευση δεδομένων σε μονάδες αποθήκευσης οι οποίες δεν είναι ορατές, ούτε γνωρίζουμε τη φυσική τους θέση, αλλά σε κάθε περίπτωση είναι άμεσα προσβάσιμες από τον χρήστη.



**Εικ. 2.6: Η γενική αρχή του cloud computing**  
(πηγή: <http://cloudnewsdaily.com/>)



---

**Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)**

---

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

## 2.2 Η εφαρμογή των τεχνολογιών ΔΣΕΠ και ΔΑΔΔ στη διεύθυνση εργοταξίου (Site Management) και μηχανημάτων έργου (Machine Control).

Οι προαναφερθείσες τεχνολογίες βρίσκουν έχουν σήμερα εκτεταμένη εφαρμογή και στον χώρο της διεύθυνσης έργων και εργοταξίων (Construction Management, Site Management). Ειδικότερα με την εφαρμογή συστημάτων GNSS στον υπάρχοντα μηχανικό εξοπλισμό του έργου (π.χ. στα χωματουργικά μηχανήματα) επιτυγχάνουμε αυτό που λέμε **δορυφορική καθοδήγηση μηχανήματος** (machine control).

Με τον όρο **Δορυφορική Καθοδήγηση Μηχανήματος (ΔΚΜ, machine control)** εννοούμε τον **αυτοματοποιημένο έλεγχο και καθοδήγηση των μηχανημάτων έργων** με αποτέλεσμα την **ακριβή εφαρμογή** του σχεδιασμού του έργου [7].

Πιο συγκεκριμένα, σε όλα τα μηχανήματα έργων, ανεξαρτήτως μάρκας ή μοντέλου ή παλαιότητας, υπάρχει η δυνατότητα εγκατάστασης ηλεκτρονικών ή αναλογικών συστημάτων, τα οποία καθοδηγούν το «**βασικό εργαλείο**» του μηχανήματος υπό την επίβλεψη του χειριστή.

Με τον όρο «**βασικό εργαλείο**» μηχανήματος εννοούμε, π.χ.:

- Το μαχαίρι για τον Ισοπεδωτή (Grader) και Προωθητή (Dozer)
- Τη δονητική πλάκα για τον Διαστρωτήρα (Finisher)
- Τον πτύο για τον Εκσκαφέα (Excavator) και τον Φορτωτή (Wheel-loader)
- Τον ρότορα για τη Φρέζα (Milling Machine)
- Την μπούμα για το Διατρητικό (Drilling Machine), κ.ο.κ για τα υπόλοιπα μηχανήματα.

### 2.2.1 Τρόπος λειτουργίας συστημάτων ελέγχου και καθοδήγησης μηχανημάτων

Στο μηχάνημα εγκαθίστανται **όργανα υψηλής ακρίβειας** (αισθητήρες ύψους ή βάρους, κλισίμετρα, δέκτες Laser, πρίσματα Γεωδαιτικών Σταθμών, δέκτες GNSS, κτλ) τα οποία προσδιορίζουν με ακρίβεια και ανά πάσα στιγμή τη θέση του «**βασικού εργαλείου**» στο χώρο. Οι μετρήσεις των οργάνων «μεταφράζονται» σε εντολές προς το βασικό εργαλείο μέσω των ηλεκτρικών και υδραυλικών συστημάτων του μηχανήματος. Αυτή η διαδικασία καθοδηγεί αυτόματα τη λειτουργία του βασικού εργαλείου του μηχανήματος, με βάση τις ακριβείς μετρήσεις των οργάνων καθοδήγησης.



---

**Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)**

---

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

Με την αυτοματοποίηση του μηχανήματος διαφοροποιείται ο ρόλος του χειριστή, ο οποίος πλέον περισσότερο εποπτεύει και ελέγχει αντί να ρυθμίζει εκείνος το βασικό εργαλείο του μηχανήματος με βάση την εμπειρία, τις γνώσεις, τις ικανότητες και κάποιες φορές την αυθαίρετη κρίση του.

Είναι προφανές ότι το αποτέλεσμα της αυτοματοποιημένης καθοδήγησης δίνει ακριβέστερα αποτελέσματα δίχως να αναιρείται ο ρόλος του χειριστή.

### **2.2.1.1 Δισδιάστατα Συστήματα Καθοδήγησης (2D) <sup>[7]</sup>**

Τα Δισδιάστατα Συστήματα Καθοδήγησης (2D) ακολουθούν ένα επίπεδο αναφοράς και διαμορφώνουν μία τελική επιφάνεια σε επίπεδο παράλληλο προς το επίπεδο αναφοράς. Το επίπεδο αναφοράς μπορεί να είναι:

- Ράμμα με πασαλάκια
- Υφιστάμενη στρώση (ασφαλτική, χωματοουργική)
- Φρεζαρισμένη επιφάνεια
- Ρείθρο ή πεζοδρόμιο υφιστάμενου δρόμου
- Εικονικό επίπεδο από χωροβάτη Laser

Πιο συγκεκριμένα, τα όργανα καθοδήγησης (μηχανικός/ηλεκτρονικός αισθητήρας ύψους, κλισίμετρο, δέκτης Laser, αισθητήρας υπερήχων, κτλ) «διαβάζουν» με ακρίβεια το επίπεδο αναφοράς. Τα σχετικά στοιχεία και μετρήσεις τα επεξεργάζεται η υπολογιστική μονάδα του συστήματος, η οποία δίνει τις απαιτούμενες εντολές στο βασικό εργαλείο μέσω των υδραυλικών/ηλεκτρικών συστημάτων του μηχανήματος.

Το τελικό επίπεδο που διαμορφώνει το βασικό εργαλείο του μηχανήματος, δηλαδή η προβλεπόμενη από τη μελέτη επιφάνεια, είναι παράλληλο προς το επίπεδο αναφοράς.

### **2.2.1.2 Τρισδιάστατα Συστήματα Καθοδήγησης (3D) <sup>[7]</sup>**

Η λειτουργία ενός Συστήματος Τρισδιάστατης (3D) Καθοδήγησης προϋποθέτει την ύπαρξη της μελέτης σε ψηφιακή μορφή. Η μελέτη προκύπτει από την τοπογραφική αποτύπωση του υφιστάμενου χώρου εργασίας και την επιθυμητή τελική διαμόρφωσή του, όπως αυτή αποτυπώνεται με λογισμικό δημιουργίας **Τρισδιάστατων Ψηφιακών Μοντέλων Εδάφους (DTM - Digital Terrain Model)**.

---

**Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)**

---

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

Το εν λόγω ψηφιακό μοντέλο εδάφους εισάγεται (φορτώνεται) στον υπολογιστή του συστήματος αυτόματης καθοδήγησης που είναι εγκατεστημένο στο μηχάνημα, το οποίο έτσι γνωρίζει σε κάθε σημείο του χώρου εργασίας την τελική επιθυμητή θέση της προς διαμόρφωση επιφάνειας.

Τα όργανα μέτρησης μας δίνουν την ακριβή θέση του βασικού εργαλείου σε κάθε σημείο του χώρου εργασίας του μηχανήματος σε πραγματικό χρόνο.

Το σύστημα, λοιπόν, συγκρίνει ανά πάσα στιγμή την πραγματική θέση του βασικού εργαλείου του μηχανήματος με την επιθυμητή θέση που ορίζεται από τη μελέτη και δίνει την εντολή στο βασικό εργαλείο να την πραγματοποιήσει.

Τα κύρια όργανα μέτρησης που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της πραγματικής θέσης του βασικού εργαλείου του μηχανήματος, είναι οι γεωδαιτικοί δέκτες GNSS (γνωστοί και ως δέκτες GPS) και οι ρομποτικοί γεωδαιτικοί σταθμοί (RTS, Robotic Total Stations), ενώ συμπληρωματικά χρησιμοποιούνται και άλλοι αισθητήρες, όπως κλισίμετρα, στροφόμετρα, επιταχυνσιόμετρα κ.ά.

Τα συστήματα καθοδήγησης τριών διαστάσεων πλεονεκτούν έναντι των δισδιάστατων στα παρακάτω σημεία:

- Εφαρμόζουν με ακρίβεια χιλιοστών την ψηφιακή μελέτη.
- Παρέχουν τη δυνατότητα αυτόματης καταγραφής του έργου, όπως τελικά αυτό κατασκευάστηκε (as-built).
- Απαιτούν λιγότερο εργατικό προσωπικό.
- Υπάρχει η δυνατότητα της παρακολούθησης των εργασιών του μηχανήματος σε πραγματικό χρόνο (real-time) από το γραφείο του εργοταξίου, ή από οποιοδήποτε άλλο σημείο.
- Δε χρειάζεται η εγκατάσταση ράμματος με πασσαλάκια.

Ωστόσο, τα τρισδιάστατα συστήματα έχουν σημαντικά μεγαλύτερο κόστος σε σχέση με τα συστήματα δύο διαστάσεων, και ως εκ τούτου δεν ενδείκνυται ως η καλύτερη λύση για μεμονωμένα μικρά έργα.

## **2.2.2 Πλεονεκτήματα των δορυφορικών συστημάτων Ελέγχου και Καθοδήγησης Μηχανημάτων (Machine Control)**

- Αυξημένη παραγωγικότητα (η οποία θα εξετασθεί εκτενώς στο κεφάλαιο 3 στην συνέχεια της διπλωματικής).
- Μεγαλύτερη ακρίβεια, π.χ.  $\pm 5\text{mm}$  στον Ισοπεδωτή (Grader)

---

**Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)**

---

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

- Λιγότερο ανθρώπινο δυναμικό που απασχολείται για να δίνει υποστηρίζει το χειριστή κάθε μηχανήματος.
- Σύνθετες εργασίες καθίστανται πιο εύκολες
- 

### 2.2.3 Διαχείριση στόλου (fleetmanagement) <sup>[8]</sup>

Με τον όρο «διαχείριση στόλου» εννοούμε την εποπτεία **σε πραγματικό χρόνο** ενός συνόλου οχημάτων και μηχανημάτων έργου. Δηλαδή ο χρήστης/διαχειριστής του στόλου έχει τη δυνατότητα πρόσβασης στα στοιχεία κίνησης και λειτουργίας των οχημάτων και μηχανημάτων σε πραγματικό χρόνο, είτε με γραφική απεικόνιση αυτών πάνω σε ψηφιακούς χάρτες ή μέσω σχετικών αναφορών (reports), είτε με συνδυασμό αυτών των τρόπων απεικόνισης.

Το γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών περιλαμβάνει χαρτογραφικό υπόβαθρο τόσο της Ελλάδας όσο και λοιπών χωρών. Παρέχει πληροφόρηση για τις μεγαλύτερες πόλεις σε επίπεδο οικοδομικού τετραγώνου με ονοματολογία των οδών και αριθμήσεις αυτών, για σημεία ενδιαφέροντος, για συγκοινωνιακούς κόμβους, για τις ακτογραμμές καθώς και για κάθε άλλη πληροφορία που θα εξυπηρετεί τις ανάγκες των διαχειριστών του Συστήματος.

Ειδικότερα για τα εργοτάξια τεχνικών έργων, για τη ρεαλιστικότερη απεικόνιση του χώρου όπου κινούνται τα οχήματα και μηχανήματα, το σύστημα έχει τη δυνατότητα να εμφανίζεται το ανάγλυφο της μορφολογίας του εδάφους μαζί με τις ήδη υπάρχουσες κατασκευές και οτιδήποτε άλλο είναι ορατό από ψηλά.

Οι χρήστες με μια απλή κίνηση μπορούν να επιλέξουν τη προβολή του χαρτογραφικού υποβάθρου που εξυπηρετεί καλύτερα τις ανάγκες τους. Πιο συγκεκριμένα μπορούν να επιλέξουν μεταξύ ψηφιακών χαρτών Google, Bing, Virtual Earth, Yahoo, customized .shp αρχεία κλπ. Η εναλλαγή μεταξύ των διαφορετικών τύπων χαρτογραφικού υποβάθρου, μπορεί να γίνει χωρίς ο χρήστης να χρειάζεται να αποσυνδεθεί και να επανασυνδεθεί στην εφαρμογή. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιεί διαφορετικά χαρτογραφικά υπόβαθρα σε πολλαπλά παράθυρα μέσα στο ίδιο περιβάλλον, ανάλογα με τις ανάγκες του.

Ακόμα είναι εφικτή και η δρομολόγηση οχημάτων πολλαπλών τύπων (για ένα ή περισσότερα οχήματα, για συγκεκριμένη ημερομηνία ή χρονική περίοδο, με την χρήση ως κόμβων επίσκεψης ήδη χαρτογραφημένων πελατών ή/και διευθύνσεων που εισάγονται σε πραγματικό χρόνο κλπ).

---

**Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)**

---

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

Οι προτεινόμενες δρομολογήσεις μπορεί να προκύπτουν:

- βάσει της σειράς εισαγωγής των κόμβων επίσκεψης,
- βάσει του βέλτιστου δρομολογίου με επιστροφή στην αφετηρία,
- βάσει του βέλτιστου δρομολογίου, χωρίς επιστροφή στην αφετηρία.

Ακόμα επιτυγχάνεται :

- Εποπτεία κάθε δρομολογίου σε πραγματικό χρόνο, με δυνατότητα αναπροσαρμογής ανάλογα με τις ανάγκες των χρηστών.
- Δυναμικός προγραμματισμός και βελτιστοποίηση δρομολογίων.
- Αξιολόγηση και κοστολόγηση δρομολογίου.

Ο διαχειριστής του Συστήματος είναι δυνατόν να αποτυπώσει και να συγκρίνει το προγραμματισμένο δρομολόγιο με αυτό που πραγματικά εκτελείται. Έτσι επιτυγχάνεται καλύτερος έλεγχος, εξοικονόμηση χρόνου, καυσίμων και πόρων για την επιχείρηση. Επιπλέον, αυτή η αυτοματοποίηση καθιστά δυνατή τη γρήγορη, εύκολη και ασφαλή προσαρμογή νέων οχημάτων ή/και νέων οδηγών στην επιχείρηση με αποτέλεσμα τη βελτίωση του τρόπου απασχόλησης και αξιοποίησης των οχημάτων.

Ακόμα υπάρχει η δυνατότητα ορισμού ζωνών επιτρεπόμενης/απαγορευμένης πρόσβασης (Geofencing) .Το Σύστημα παρέχει στον χρήστη τη δυνατότητα να ορίσει ζώνες στις οποίες είτε επιτρέπεται είτε απαγορεύεται η κίνηση των οχημάτων ή των μηχανημάτων. Οι περιοχές αυτές μπορούν να οριοθετηθούν με διάφορους τρόπους, δηλ. με κύκλο, τετράγωνο, ή πολύγωνο. Κατά την παρακολούθηση της διαδρομής ενός ή περισσότερων οχημάτων στο χάρτη, οι χρήστες μπορούν να επιλέξουν ποια ή ποιες από τις οριοθετημένες αυτές περιοχές θα είναι εμφανής και μέσα σε αυτή να απεικονίζεται με διαφορετικό χρώμα η κίνηση των οχημάτων και μηχανημάτων.

Παράλληλα, στατιστικά και άλλα στοιχεία που αφορούν την κίνηση των οχημάτων στις ζώνες αυτές καταχωρούνται σε ειδικές αναφορές (report).

**Αντικλεπτική προστασία:** Μέσω του συστήματος διαχείρισης στόλου παρέχεται και η δυνατότητα ολοκληρωμένης αντικλεπτικής προστασίας των οχημάτων και μηχανημάτων, δεδομένου ότι το σύστημα αυτό μπορεί να συνεργαστεί με εγκαταστημένο σύστημα συναγερμού, παρέχοντας αυτόματα αποστολή μηνύματος προς το Κέντρο Ελέγχου ή SMS προς προκαθορισμένο από τον διαχειριστή κινητό τηλέφωνο.

Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

## 2.3 Λογισμικό και εξοπλισμός για την υποστήριξη των τεχνολογιών ΔΣΕΠ και ΔΑΔΔ

Το υπάρχον λογισμικό και ο εξοπλισμός που υποστηρίζουν τις συνδυασμένες τεχνολογίες του **ελέγχου και καθοδήγησης μηχανημάτων(machine control)** όπως επίσης και της **διαχείρισης στόλου(fleet management)** είναι ποικίλο. Ακολουθεί μια αναφορά στα διαθέσιμα και πλέον διαδεδομένα συστήματα (λογισμικό και εξοπλισμό) στον τομέα αυτό.

### 2.3.1 Caretrack (της εταιρείας Volvo Construction Equipment)

Το λογισμικό **CARETRACK** (βλ **Εικ. 2.7**) της **Volvo Construction Equipment** χρησιμοποιεί συνδυασμένες τις παραπάνω τεχνολογίες, κυρίως για την υποστήριξη της συντήρησης των μηχανημάτων μέσω διαδικτύου και τηλεματικής.



*Εικ.2.7: Το σύστημα τηλεματικής CareTrack της VOLVO*

( Πηγή: <http://www.volvoce.com/> και

<http://www.volvoce.com/dealers/el-gr/saracakis/partsservice/CareTrack/Pages/introduction.aspx>)

---

Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)

---

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

Το **CareTrack** είναι το σύστημα τηλεματικής της **Volvo Construction Equipment** που προσφέρει πρόσβαση σε μεγάλο αριθμό πληροφοριών παρακολούθησης του μηχανήματος και είναι σχεδιασμένο ώστε να εξοικονομείται χρόνος και χρήματα.

Το σύστημα παρέχει αναφορές για πολλά στοιχεία του μηχανήματος όπως, μεταξύ άλλων, για την κατανάλωση καυσίμου, τις ώρες λειτουργίας και τη γεωγραφική θέση **μέσω μιας διαδικτυακής πύλης**, και επίσης αποστέλλει ειδοποιήσεις στον διαχειριστή του μηχανήματος μέσω SMS / e-mail.

Η διαδικτυακή πύλη του **CareTrack** μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τη διαχείριση της συντήρησης των μηχανημάτων και των εξαρτημάτων τους, που υπόκεινται σε φθορά.

Με αυτό το σύστημα, οι διαχειριστές στόλων μηχανημάτων μπορούν να μειώσουν το κόστος των καυσίμων, να βελτιστοποιήσουν την απασχόληση των μηχανημάτων και την απόδοση των χειριστών και να διαχειριστούν προληπτικά τη συντήρηση ώστε να μεγιστοποιηθεί ο διαθέσιμος χρόνος των μηχανημάτων.

Στις δυνατότητες του **CareTrack** περιλαμβάνονται ενδεικτικά:

- Αύξηση της διαθεσιμότητας του μηχανήματος, προγραμματίζοντας τις απαιτήσεις για σέρβις και συντήρηση εκ των προτέρων. Η διάγνωση των προβλημάτων μπορεί να γίνει ακόμη και εξ αποστάσεως, ελαχιστοποιώντας το χρόνο που απαιτείται για σέρβις.
- Αποτελεσματικότερη διαχείριση του μηχανήματος, με αναφορές λειτουργίας που επιτρέπουν να προσδιορίζονται παρατεταμένα διαστήματα αδράνειας του μηχανήματος, πληροφορία που επιτρέπει να μειωθεί η κατανάλωση καυσίμων, οι μη παραγωγικές ώρες του μηχανήματος και το κόστος για σέρβις.
- Άμεση ενημέρωση για την κατάσταση και τη θέση του μηχανήματος σε πραγματικό χρόνο με πληροφορίες για την κατανάλωση καυσίμων μέχρι αναφορές της θέσης και της χρήσης του μηχανήματος. Μια αναφορά κατάστασης παρέχει πληροφορίες για τη στάθμη καυσίμου, τη θέση του μηχανήματος και τις ώρες λειτουργίας του μηχανήματος.
- Λειτουργία γεωγραφικού και χρονικού περιορισμού που ειδοποιεί τον διαχειριστή του στόλου εάν ένα μηχανήμα βγει έξω από τα όρια της θέσης ή του χρόνου που έχουν προκαθοριστεί.

---

**Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)**

---

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

- Έλεγχος της πραγματικής παραγωγικότητας του μηχανήματος κατά βάρος και όγκο στα μεταφορικά οχήματα εξοπλισμένα με ενσωματωμένο σύστημα ζύγισης. Οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την υποστήριξη της εκπαίδευσης των χειριστών, τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου και τη βελτίωση της διάρκειας ζωής των εξαρτημάτων.
- Σύστημα αντικλεπτικής προστασίας. Τα μηχανήματα μπορούν να εξοπλιστούν με ένα σύστημα αντικλεπτικής παρακολούθησης που ενημερώνει το χειριστή μέσω SMS/email για τυχόν ενεργοποίηση του μηχανήματος και παρέχει τη δυνατότητα ακινητοποίησης ή εκ νέου κινητοποίησης του μηχανήματος μέσω της διαδικτυακής πύλης.

Τα μηχανήματα έργων της VOLVO περιέχουν ηλεκτρονικές μονάδες-εγκεφάλους οι οποίες ελέγχουν τις λειτουργίες του μηχανήματος μέσα από ένα σύστημα καλωδιώσεων, αισθητήρων και ειδικού λογισμικού.

Έτσι κάθε στιγμή ο χειριστής έχει πρόσβαση μέσω της οθόνης του μηχανήματος σε πολύτιμα δεδομένα τα οποία συμβάλουν στην αύξηση της παραγωγικότητας του μηχανήματος ενώ παράλληλα τον προειδοποιούν για τυχόν προβλήματα που μπορεί να παρουσιαστούν.

Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

2.3.2 CAT CONNECT SOLUTIONS (της εταιρείας Caterpillar) και έρευνα πεδίου της CAT με τον εξοπλισμό ΔΚΜ της Leica



Εικ. 2.8: Το σύστημα Cat® Connect της Caterpillar

(Πηγή: [www.cat.com/en\\_US/support/operations/technology/fleet-management-solutions.html](http://www.cat.com/en_US/support/operations/technology/fleet-management-solutions.html))

Όπως φαίνεται στις εικόνες 2.8 και 2.9 το σύστημα λογισμικού **Cat® Connect** της **Caterpillar** καλύπτει όλο το φάσμα των αναγκών διαχείρισης χωματουργικών εργασιών και μηχανημάτων μέσω διαδικτύου και αξιοποιεί πλήρως τις δυνατότητες της τεχνολογίας ΔΚΜ.

Μεταξύ των εφαρμογών που καλύπτονται περιλαμβάνονται:

- Εντοπισμός θέσης και πορείας
- Αναφορές λειτουργίας μηχανημάτων και υποστήριξη της συντήρησης.
- Διασύνδεση εργοταξίων και κεντρικών γραφείων μέσω διαδικτύου
- Αντικλεπτικό σύστημα
- Διαδικτυακές εργοταξιακές κάμερες



Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

**Εικ. 2.9: Οι δυνατότητες του συστήματος Cat® Connect της Caterpillar**  
(Πηγή: [www.cat.com/en\\_US/support/operations/cat-connect-solutions.html](http://www.cat.com/en_US/support/operations/cat-connect-solutions.html))

Στη συνέχεια περιγράφεται μία έρευνα πεδίου η οποία πραγματοποιήθηκε το 2006 από την **Caterpillar** με μηχανήματα εξοπλισμένα με συστήματα ΔΚΜ της εταιρίας **Leica** (3D συστήματα καθοδήγησης μηχανημάτων, βλ σχετικά και παρ. 2.3.3 στη συνέχεια).

Η έρευνα αυτή είχε ως αντικείμενο τη μέτρηση της βελτίωσης της παραγωγικότητας των δομικών μηχανών, που είναι εξοπλισμένα με διατάξεις ΔΚΜ.

### 2.3.2.1 Έρευνα πεδίου της CAT με τον εξοπλισμό ΔΚΜ της Leica

Η έρευνα πεδίου έλαβε χώρα στην περιοχή της Μάλαγα της Ισπανίας (βλ. **Εικόνα 2.10**), όπου βρίσκεται το ευρωπαϊκό πεδίο δοκιμών της Caterpillar. Κατά την έρευνα πεδίου συγκρίθηκε η κατασκευή δύο όμοιων και παράλληλων τμημάτων δρόμου, όπου στη μία περίπτωση τα μηχανήματα εργάστηκαν με το συμβατικό τρόπο και στην άλλη τα μηχανήματα που εργάστηκαν ήταν εξοπλισμένα με διάταξη **ΔΚΜ** με τρισδιάστατη εποπτεία της εταιρίας **Leica** (βλ σχετικά παρ. 2.3.3 στη συνέχεια).

Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ



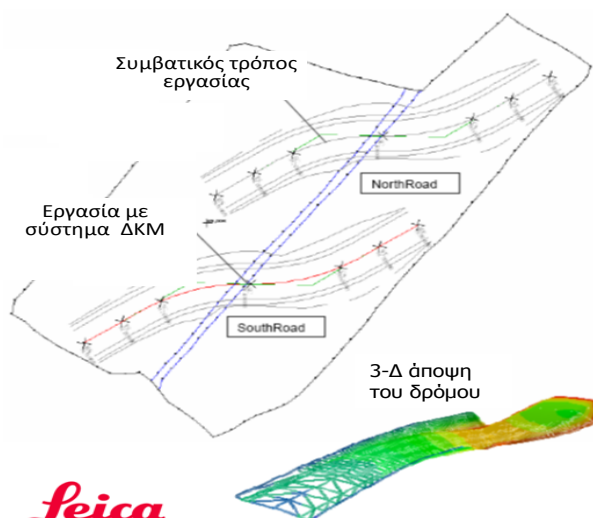
**Εικ. 2.10: Αεροφωτογραφία της περιοχής δοκιμών της CAT**  
(Πηγή [http://www.cat.com/en\\_US/support/operations/operator-training1/learning-centers/malaga.html/](http://www.cat.com/en_US/support/operations/operator-training1/learning-centers/malaga.html/) )

Συγκεκριμένα το βόρειο τμήμα δόμου κατασκευάστηκε με μηχανήματα εξοπλισμένα με διάταξη ΔΚΜ και το νότιο τμήμα με μηχανήματα που εργάστηκαν με το συμβατικό τρόπο.

Στην **εικόνα 2.11** παρακάτω φαίνεται και το τρισδιάστατο ψηφιακό μοντέλο των 2 δοκιμαστικών πεδίων.

**Έρευνα Caterpillar, Νοέμβ. 2006**

- Συμβατικός τρόπος εργασίας σε σχέση με 3D σύστημα ΔΚΜ
- Μετρήσεις χρόνου και αποδόσεων
- Μέτρηση εξοικονόμησης χρόνου, κόστους, καυσίμων υλικών και προσωπικού
- Δύο ίδιοι δρόμοι 80 μέτρων
  - Εγκατάσταση πασσάλων
  - Εκσκαφή και ισοπέδωση υπόβασης
  - Εισαγωγή και διάστρωση υλικού υπόβασης
  - Ισοπέδωση υπόβασης και συμπύκνωση

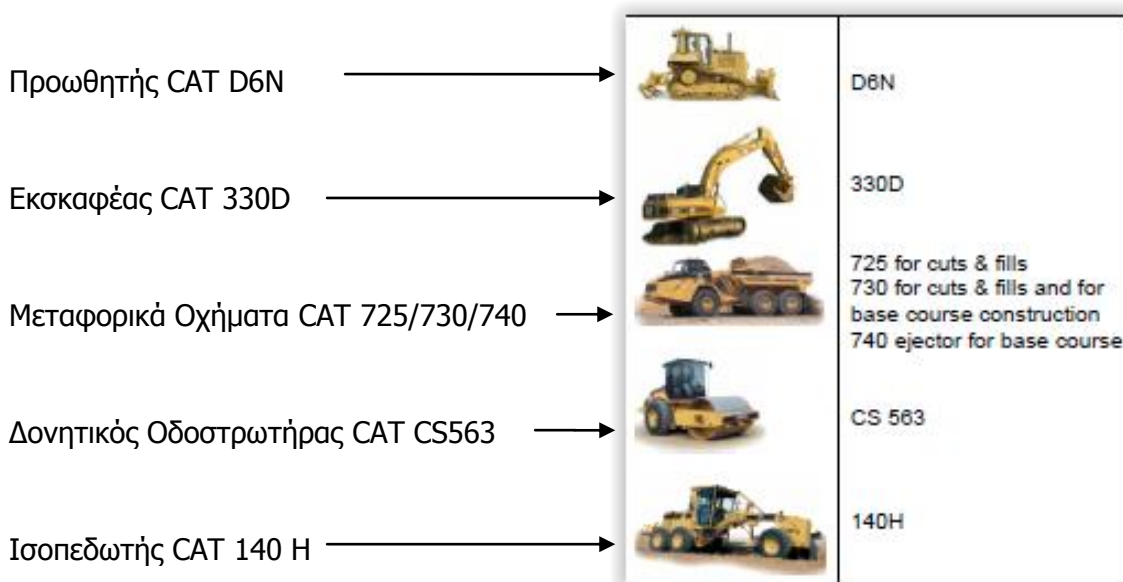


**Εικ. 2.11: Σύνοψη της πειραματικής μελέτης του 2006, κάτοψη οδικών τμημάτων της έρευνας και το τρισδιάστατο ψηφιακό μοντέλο του δρόμου** (Πηγή : [http://www.cat.com/en\\_US/support/operations/operator-training1/learning-centers/malaga.html/](http://www.cat.com/en_US/support/operations/operator-training1/learning-centers/malaga.html/))

Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

Τα μηχανήματα που χρησιμοποιήθηκαν και στις δύο περιπτώσεις για την εκτέλεση των εργασιών φαίνονται παρακάτω στην **εικόνα 2.12**.



**Εικόνα 2.12 Δομικά Μηχανήματα**  
(Πηγή: [www.cat.com](http://www.cat.com))

Για την εκτέλεση των χωματουργικών εργασιών με συμβατικά μηχανήματα χρησιμοποιήθηκαν **45** πασσαλάκια για τη χάραξη και επισήμανση της ερυθράς, ώστε αυτή να συμφωνεί με τη μελέτη.

Για την εκτέλεση των χωματουργικών εργασιών με μηχανήματα εξοπλισμένα με διάταξη ΔΚΜ χρησιμοποιήθηκε μόνο **1** πάσσαλος, γιατί κατά την κατασκευή υπήρχε σύστημα τρισδιάστατης καθοδήγησης.

Οι χειριστές των πρωθητών (βλ. **εικ.2.13**) κατάφεραν μέσω του συστήματος τρισδιάστατης καθοδήγησης να ολοκληρώσουν τις εργασίες διάνοιξης-μετακίνησης γαιών με **200** περάσματα ενώ για τα συμβατικά μηχανήματα χρειάστηκαν **259** περάσματα για την ίδια εργασία στο άλλο τμήμα.



Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

Conventional Way	New Way – AccuGrade
Design: SouthRoad	Design: NorthRoad
Machine: D6N	Machine: D6N
	
🕒 <b>04:40</b>  Passes 259	🕒 <b>04:18</b>  Passes 200
Machine: 330D	Machine: 330D
	
🕒 <b>02:23</b>  234  31	🕒 <b>01:53</b>  176  23

**Εικ. 2.13:** Εργασίες γενικών εκσκαφών στο πεδίο μελέτης με προωθητή CAT D6N και εκσκαφέα CAT 330D  
(Πηγή : [http://www.cat.com/en\\_US/support/operations/operator-training1/learning-centers/malaga.html/](http://www.cat.com/en_US/support/operations/operator-training1/learning-centers/malaga.html/))













Ο χειριστής του προωθητή με εξοπλισμό ΔΚΜ κατάφερε να ολοκληρώσει την εργασία του 20 λεπτά συντομότερα από το συμβατικό μηχάνημα (βλ.εικ 2.13).

Ο χειριστής του εκσκαφέα με εξοπλισμό ΔΚΜ κατάφερε να ολοκληρώσει την εργασία του 30 λεπτά συντομότερα από το συμβατικό μηχάνημα (βλ.εικ 2.13).

Για την κατασκευή της υπόβασης ακολουθεί η **εικόνα 2.14**, όπου συγκρίνεται η παραγωγικότητα συμβατικών μηχανημάτων με την παραγωγικότητα μηχανημάτων εξοπλισμένων με συσκευές ΔΚΜ.

Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

Conventional Way	New Way – AccuGrade
Design: SouthRoad	Design: NorthRoad
Machine: D8N	Machine: D8N
	
 <b>03:48</b>  Passes 214	 <b>01:28</b>  Passes 60
Machine: 330D	Machine: 330D
	
 <b>02:56</b>	 <b>02:43</b>
Machine: CS 563	Machine: CS 563
Compaction: 4 passes	Compaction: 4 passes
	













**Εικ. 2.14: Σύγκριση χρόνου περάτωσης για την κατασκευή της υπόβασης**  
(Πηγή: [http://www.cat.com/en\\_US/support/operations/operator-training1/learning-centers/malaga.html/](http://www.cat.com/en_US/support/operations/operator-training1/learning-centers/malaga.html/))

Μετά τον έλεγχο συμπύκνωσης των στρώσεων οδοστρώσας και τον γεωμετρικό έλεγχο της ερυθράς, ακολούθησε η διαδικασία κατασκευής της ασφαλτικής βάσης, κατά την οποία καταγράφηκαν οι παρακάτω χρόνοι (βλ. **εικ.2.15**)



Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

Conventional Way	New Way – AccuGrade
Design: SouthRoad	Design: NorthRoad
Machine: D6N	Machine: D6N
	
 <b>02:24</b>  <b>156</b> Passes	 <b>00:53</b>  <b>46</b> Passes
Number of passes for 10 m Station 10 m      40 20 m      30 30 m      31 40 m      15 50 m      4 60 m      10 70 m      12 80 m      14	Number of passes for 10 m Station 10 m      12 20 m      12 30 m      5 40 m      5 50 m      5 60 m      5 70 m      1 80 m      1
Machines: 330D – 730 – 740	Machines: 330D – 730 – 740
	
730                    5 truck loads 740                    4 truck loads	730                    3 truck loads 740                    5 truck loads
 <b>74</b>  <b>9</b>	 <b>69</b>  <b>8</b>

**Εικ. 2.15: Εργασία διάστρωσης ασφαλτοκυροδέματος βάσης**  
(Πηγή: [http://www.cat.com/en\\_US/support/operations/operator-training1/learning-centers/malaga.html/](http://www.cat.com/en_US/support/operations/operator-training1/learning-centers/malaga.html/) )

Από την παραπάνω εικόνα γίνεται αντιληπτό πως η εργασία επιταχύνθηκε λόγω ταχύτερης φόρτωσης του ασφαλτικού υλικού σε πρώτη φάση και στη συνέχεια λόγω καλύτερης διαχείρισης του προωθητή. Σε αυτή τη φάση η εφαρμογή τεχνολογίας ΔΚΜ συνέβαλε στην εξοικονόμηση περίπου **δύομισι ωρών**.

Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

Τελευταίο στάδιο αποτελεί η κατασκευή της τελικής ασφαλτικής στρώσης κυκλοφορίας και η διαμόρφωση των επιθυμητών επικλίσεων σύμφωνα με τη μελέτη του δρόμου. Προηγήθηκε η δημιουργία επιπέδου αναφοράς παράλληλου προς το δρόμο μέσω ψηφιακού χωροβάτη και total station. Η φάση αυτή διήρκεσε περίπου 50 λεπτά.

Στην **εικόνα 2.16** που ακολουθεί φαίνονται οι χρόνοι κατασκευής της τελικής ασφαλτικής στρώσης κυκλοφορίας με συμβατικά μηχανήματα και με μηχανήματα εξοπλισμένα με σύστημα ΔΚΜ.






Conventional Way	New Way – AccuGrade
Design: SouthRoad	Design: NorthRoad
Survey:	Survey: Three control points surveyed around the working area and ATS System setup.
00:00	00:51
Machine: 140H	Machine: 140H
01:49  Passes 62	00:32  Passes 17
Machine: CS 563	Machine: CS 563
Compaction : 4 passes	Compaction : 4 passes

**Εικ.2.16: Εργασία κατασκευής της τελικής στρώσης κυκλοφορίας**  
(Πηγή:[http://www.cat.com/en\\_US/support/operations/operator-training1/learning-centers/malaga.html/](http://www.cat.com/en_US/support/operations/operator-training1/learning-centers/malaga.html/))



Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ






Στην ακόλουθη **εικόνα 2.17** συνοψίζονται όλες τις φάσεις κατασκευής των 2 τμημάτων δρόμου με τις δύο μεθόδους και συγκρίνονται οι χρόνοι εκτέλεσης κάθε φάσης.

			Conventional Way	New Way AccuGrade	Productivity Gain
	Staking		07:31	00:54	6:37 hours saved
	Bulk Earthmoving	D6N 330D	04:40 02:23	04:18 01:53	+ 9 % + 27 %
	Subgrade grading	D6N 330D	03:48 02:56	01:28 02:43	+ 159 % + 8 %
	Base Course grading	D6N	02:24	00:53	+ 172 %
	Base course fine grading	140H	01:49	00:32	+ 241%
<b>Total</b>			<b>24:32</b>	<b>11:50</b>	<b>+ 101%</b>



  

		Conventional Way	New Way	Productivity Gain
	Passes	Earthmoving 259 Sub Fine Grading 214 Base course 156 Total 632	Earthmoving 200 Sub Fine Grading 60 Base course 46 Total 306	+ 30 % + 257 % + 239 % + 107 %
		210 l	136 l	35% saved

		Conventional Way	New Way	Productivity Gain
	Earthmoving	234	176	+ 32 %
	Base course	74	69	+ 7 %
<b>Total</b>		<b>308</b>	<b>245</b>	<b>+ 26 %</b>
	Earthmoving	31	23	+ 29 %
	Base course	9	8	
<b>Total</b>		<b>40</b>	<b>31</b>	<b>+ 29 %</b>
		231 l	123 l	47% saved

		Conventional Way	New Way	Productivity Gain
	Passes	Base course 62	Base course 17	+ 265 %
		22 l	7 l	68% saved

**Εικ. 2.17: Συγκεντρωτικός συγκριτικός πίνακας των δύο μεθόδων**  
(Πηγή: [http://www.cat.com/en\\_US/support/operations/operator-training1/learning-centers/malaga.html/](http://www.cat.com/en_US/support/operations/operator-training1/learning-centers/malaga.html/))

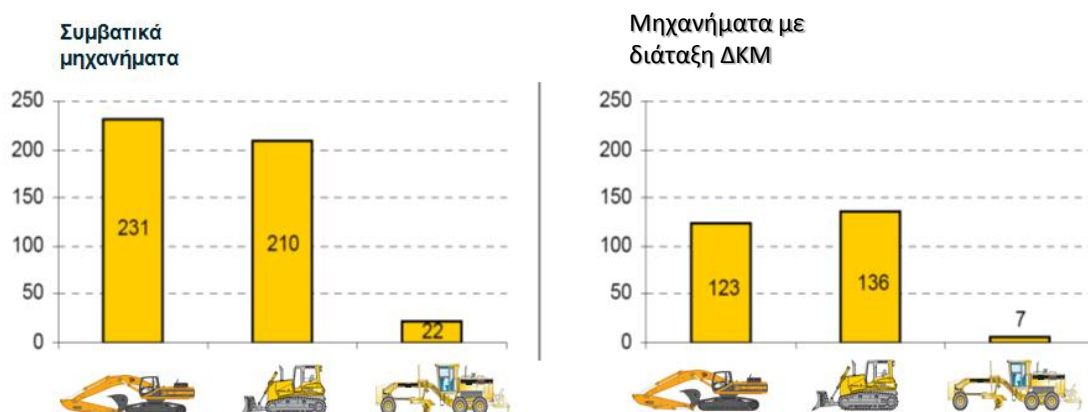


Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

Σύμφωνα με τα στοιχεία της **εικόνας 2.17** μπορούμε να πούμε πως η συμβολή της τεχνολογίας ΔΚΜ είναι πολύ σημαντική για την εξοικονόμηση χρόνου (συνολική εξοικονόμηση 101% ως προς τα συμβατικά μηχανήματα) αλλά και για την παραγωγικότητα (+35% για τον προωθητή, +47% για τον εκσκαφέα, +68% για τον ισοπεδωτή).

CAT Study – Κατανάλωση καυσίμου



**Εικ. 2.18:** Κατανάλωση καυσίμων στα δομικά μηχανήματα (συμβατικά και και διάταξη ΔΚΜ)  
(Πηγή: [http://www.cat.com/en\\_US/support/operations/operator-training1/learning-centers/malaga.html/](http://www.cat.com/en_US/support/operations/operator-training1/learning-centers/malaga.html/))

Μηχάνημα	Λειτουργικά Στοιχεία	Συμβατικό Μηχάνημα	Μηχάνημα με διάταξη ΕΚΜ	Βελτίωση επιδόσεων
	Διελύσεις	632	306	+107%
	Κατανάλωση	210 litres	136 litres	35% οικονομία
	Φορτώσεις / Οχήματα	308 / 40	245 / 31	+26% (29% λιγότερες διαδρομές)
	Κατανάλωση	231 litres	123 litres	47% οικονομία
	Διελύσεις	62	17	+265%
	Κατανάλωση	22 litres	7 litres	68% οικονομία

**Εικ.2.19:** Συγκεντρωτικός πίνακας διελεύσεων και κατανάλωσης καυσίμων για τα δομικά μηχανήματα της έρευνας  
(Πηγή: [http://www.cat.com/en\\_US/support/operations/operator-training1/learning-centers/malaga.html/](http://www.cat.com/en_US/support/operations/operator-training1/learning-centers/malaga.html/))

Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)

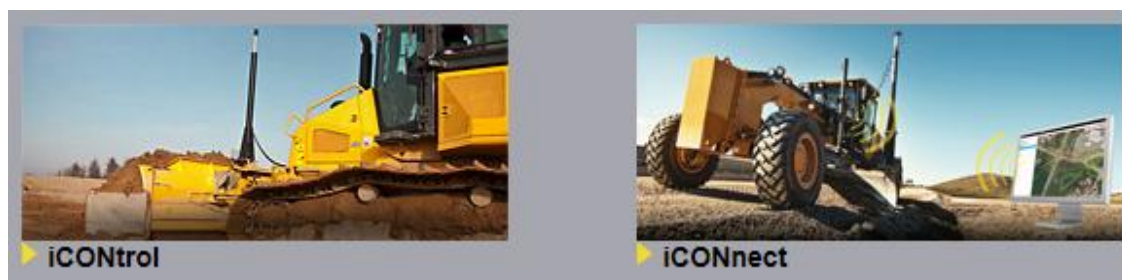
Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

### 2.3.3 iCON (Intelligent CONstruction) της Leica Geosystems



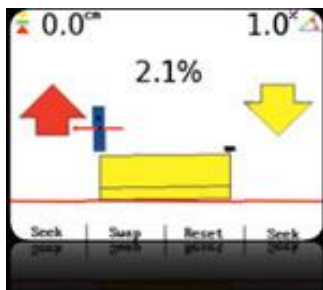
*Εικ. 2.20: Το σύστημα iCon της Leica-Geosystems  
(Πηγή: [http://www.leica-geosystems.us/en/Leica-iCON\\_97929.htm](http://www.leica-geosystems.us/en/Leica-iCON_97929.htm) )*

Η παγκόσμιας εμβέλειας ελβετική εταιρεία Leica, η οποία υποστηρίζει τα εργοτάξια τα τελευταία χρόνια με τον τοπογραφικό της εξοπλισμό, παρέχει και συστήματα ΔΚΜ (δορυφορικής καθοδήγησης μηχανημάτων, iControl), καθώς επίσης διαχείρισης στόλου (fleet management, iCONnect).



*Εικ. 2.21: Το σύστημα iCONTROL (αριστερά) και iCONnect(δεξιά) της Leica-Geosystems  
(Πηγή: [http://www.leica-geosystems.us/en/Leica-iCON\\_97929.htm](http://www.leica-geosystems.us/en/Leica-iCON_97929.htm) )*

**Το σύστημα iCONTROL) της Leica-Geosystems** είναι ουσιαστικά η προσφερόμενη από την εταιρεία λύση που σχετίζεται με την μέθοδο ΔΚΜ. Η **Leica-Geosystems** παρέχει εξοπλισμό για 2D και 3D έλεγχο για όλα τα δομικά μηχανήματα. Ακολουθούν ενδεικτικά εικόνες με το εξοπλισμό 2D και 3D για τον εκσκαφέα και τον ισοπεδωτή.

**Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)**Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ**Δισδιάστατος έλεγχος:**

Στη διπλανή **εικόνα 2.22** φαίνεται το μαχαίρι του ισοπεδωτή και οι εκατέρωθεν κλίσεις της επιφάνειας διάστρωσης. Την οθόνη αυτή διαβάζει ο χειριστής και προσαρμόζει το μαχαίρι του ισοπεδωτή στις παραπάνω οδηγίες, έτσι επιτυγχάνεται άμεσα το επιθυμητό αποτέλεσμα.

**Εικ. 2.22: Οθόνη καθοδήγησης Ισοπεδωτή**  
(Πηγή: [www.leica-geosystem.com](http://www.leica-geosystem.com) )



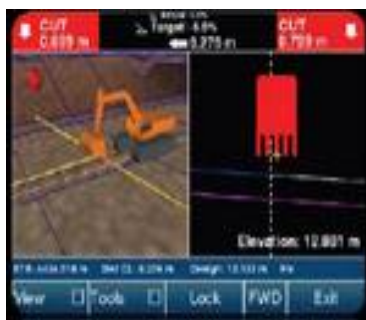
Στη διπλανή **εικόνα 2.23** φαίνεται η οθόνη καθοδήγησης του χειριστή εκσκαφέα και το επίπεδο πάνω στο οποίο πατάει ο εκσκαφέας, επίσης φαίνεται και το τελικό επίπεδο το οποίο πρέπει να διαμορφώσει το πτύο του εκσκαφέα. Η οθόνη καθοδήγησης δίνει πλήρη εικόνα στον χειριστή για το μέτωπο εκσκαφής. Το σύστημα αυτό βρίσκει εφαρμογή σε όλους τους τύπους εκσκαφών όπως τάφρων και δικτύων ΩΚΟ.

**Εικ. 2.23: Οθόνη καθοδήγησης υδραυλικού Εκσκαφέα (τσάπα)**  
(Πηγή: [www.leica-geosystem.com](http://www.leica-geosystem.com) )

**Τρισδιάστατος έλεγχος:**

Στο τρισδιάστατο έλεγχο (**βλ. εικόνα 2.24**) έκτος από το επίπεδο στο οποία εργάζεται ο εκσκαφέας μπορεί ταυτόχρονα να ελέγχεται και ο χώρος στον οποίο εργάζεται, δηλαδή εποπτεία σε τρεις διαστάσεις. Κατά συνέπεια η ακρίβεια γίνεται πολύ μεγαλύτερη και το έργο εκσκαφής περατώνεται σε μικρότερο χρόνο και από εκείνον που επιτυγχάνεται με την δισδιάστατη εποπτεία.

**Εικ. 2.24: Οθόνη τρισδιάστατου ελέγχου ισοπεδωτή**  
(Πηγή: [www.leica-geosystem.com](http://www.leica-geosystem.com) )



Η διπλανή **εικόνα 2.25** είναι ένα στιγμιότυπο από την οθόνη τρισδιάστατης καθοδήγησης για τον εκσκαφέα. Το σύστημα δίνει εντολές στον χειριστή, με τρισδιάστατη ακρίβεια, και ο χειριστής εκτελεί έχοντας **πλήρη** εικόνα της εργασίας που κάνει.

**Εικ. 2.25: Οθόνη τρισδιάστατου ελέγχου υδραυλικού εκσκαφέα**  
(Πηγή: [www.leica-geosystem.com](http://www.leica-geosystem.com) )



Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

Με τη διάταξη 3D καθοδήγησης σε διαστρωτήρα (finisher) δεν χρειάζεται πλέον να βάλουμε **ράμμα καθοδήγησης με πασσαλάκια** για τον έλεγχο της ασφαλτόστρωσης, γεγονός που επιταχύνει την όλη διαδικασία και μειώνει το κόστος.



**Εικ.2.26: Εφαρμογή μεθόδου ΔΚΜ συνολικά σε εργοτάξιο**  
(Πηγή : [http://www.leica-geosystems.us/en/Leica-iCON\\_97929.htm](http://www.leica-geosystems.us/en/Leica-iCON_97929.htm) )

**Το σύστημα iCONnect** της **Leica-Geosystems** είναι ουσιαστικά το λογισμικό διαχείρισης στόλου της εταιρείας αυτής ,το οποίο συνδυάζεται με το iCon(control) για τη μέγιστη αποτελεσματικότητα του στόλου των οχημάτων-μηχανημάτων.

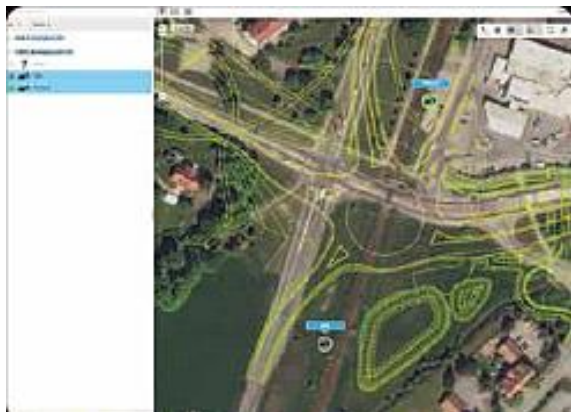


Η διπλανή εικόνα **2.27** μας δείχνει πως ο διαχειριστής στόλου μπορεί να βλέπει από το γραφείο του που βρίσκεται το μηχάνημα καθώς επίσης και να δίνει οδηγίες στο χειριστή. Κατά συνέπεια ο ρόλος του χειριστή καθίσταται πιο εύκολος χωρίς να απαιτείται πρόσθετοι προσωπικό καθοδήγησης στο εργοτάξιο.

**Εικ. 2.27: Στιγμιότυπο λογισμικού iCONnect**  
(Πηγή: [www.leica-geosystem.com](http://www.leica-geosystem.com) )

Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ



Η διπλανή **εικόνα 2.28** μας δείχνει τον άμεσο εντοπισμό θέσης του μηχανήματος. Μέσω του λογισμικού είναι εφικτή και η πρόσβαση σε στοιχεία λειτουργίας.

**Εικ. 2.28: Στιγμιότυπο λογισμικού iCONNECT (Πηγή: [www.leica-geosystem.com](http://www.leica-geosystem.com) )**

Οι νέοι υπερ-ευαίσθητοι αισθητήρες **SP Technology** της **Leica-Geosystems** εγκαθίστανται σε προωθητές και συνεισφέρουν αποτελεσματικά στην καθοδήγησή τους μέσω δορυφόρου επιτρόποντας την εκτέλεση των εργασιών με μεγάλες ταχύτητες. Ουσιαστικά αποτελεί έναν αισθητήρα ο οποίος ορίζει που θα παέι το μαχαίρι του προωθητή ενώ αυτός κινείται με μεγάλη ταχύτητα. Η τεχνολογία SP μπορεί να χρησιμοποιηθεί με GNSS και Total Station. Το βασικό του πλεονέκτημα όμως είναι δυνατότητα καθοδήγησης του μηχανήματος με αρκετά μεγάλες ταχύτητες. Στην **εικόνα 2.29** φαίνεται ο αισθητήρας τεχνολογίας SP.



**Εικ. 2.29: Υπερ-ευαίσθητος αισθητήρας τεχνολογίας SP της Leica-Geosystems (Πηγή: [http://www.leica-geosystems.us/en/Leica-iCON\\_97929.htm](http://www.leica-geosystems.us/en/Leica-iCON_97929.htm) )**

Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

Εφαρμογές του **Leica Geosystems-iCON** σε υποθαλάσσιες εργασίες:

**Εκβαθύνσεις:**



- Έλεγχος του βάθους εκσκαφής με χρήση GPS σε εκσκαφέα και σε γερανό,
- Διαχείριση του μοντέλου DTM 3D συμβατό με όλα τα λογισμικά σχεδιασμού,
- Ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο του βάθους εκσκαφής (βυθομέτρηση),
- Έλεγχος της εκτέλεσης σε πραγματικό χρόνο με επιλογή προβολής σε 3D, σε 2D (οριζοντιογραφία) ή σε τομή
- Λειτουργία σε πλωτά μηχανήματα

**Εικ. 2.30:** Πλωτός εκσκαφέας με εξοπλισμό **Leica-Icon**  
(Πηγή: [http://www.leica-geosystems.us/en/Leica-iCON\\_97929.htm](http://www.leica-geosystems.us/en/Leica-iCON_97929.htm) )

**Καθοδήγηση πλωτής εξέδρας:**



Για την εκτέλεση εργασιών χωρίς σημεία αναφοράς είναι αναγκαίο το πλωτό μέσο που φέρει τα μηχανήματα εργασίας να είναι εγκατεστημένο με ακρίβεια, ώστε τα μηχανήματα να εργάζονται με την απαιτούμενη ακρίβεια σε κάθε μετατόπιση.

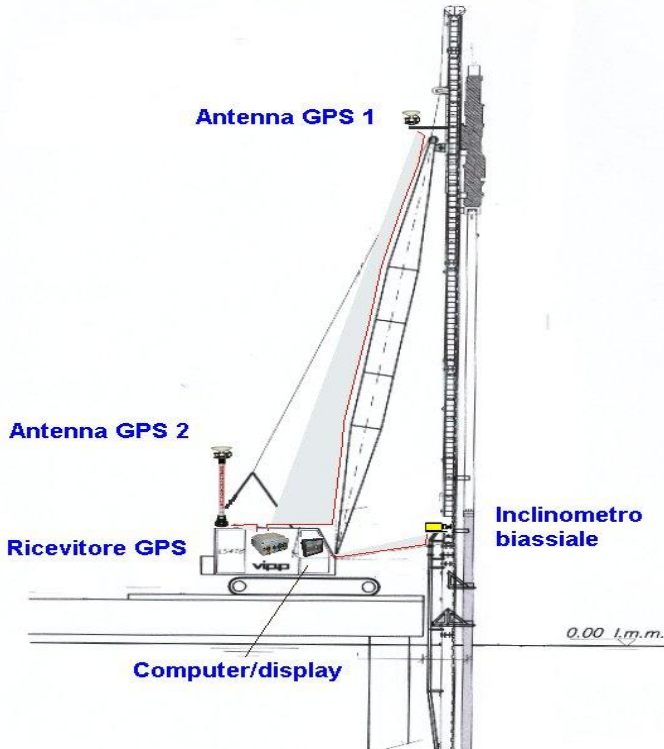
Η εγκατάσταση στο πλωτό μέσο 2 δεκτών GNSS με ακρίβεια εκατοστού και με κατάλληλο λογισμικό επιτρέπει στον χειριστή να εγκαταστήσει το πλωτό στις ακριβείς θέσεις του σχεδίου έχοντας πάντα υπό έλεγχο την ακριβή θέση σε πραγματικό χρόνο.

**Εικ. 2.31:** Καθοδήγηση πλωτής εξέδρας με εξοπλισμό **Leica-iCON**  
(Πηγή: [http://www.leica-geosystems.us/en/Leica-iCON\\_97929.htm](http://www.leica-geosystems.us/en/Leica-iCON_97929.htm) )

Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

**Καθοδήγηση πλωτής εξέδρας για φρεατοπασσάλους:**



- Μεγάλη ταχύτητα εγκατάστασης του πλωτού με ακριβείς μετακινήσεις
- Ακριβής εγκατάσταση του διατρητικού με ακρίβεια εκατοστού
- Βελτιστοποίηση των σημείων διάτρησης για κάθε μετατόπιση
- Επιλογή της οθόνης εργασίας ανάλογα με την εφαρμογή
- Διαχείριση και παρακολούθησης του λογισμικού από απόσταση
- Έλεγχος της προόδου του έργου και report της παραγωγής έργου.

**Εικ. 2.32: Καθοδήγηση πλωτού πασσαλοπήκτη με εξοπλισμό Leica-iCON**



Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

2.3.4 Trimble ([www.trimble.com](http://www.trimble.com))



*Εικ. 2.33: Πλήρης εποπτεία εργοταξίου με τη χρήση του διαδικτύου και των δορυφορικών συστημάτων*

*(Πηγή: [http://www.trimble.com/fsm/fleet\\_management.aspx](http://www.trimble.com/fsm/fleet_management.aspx))*

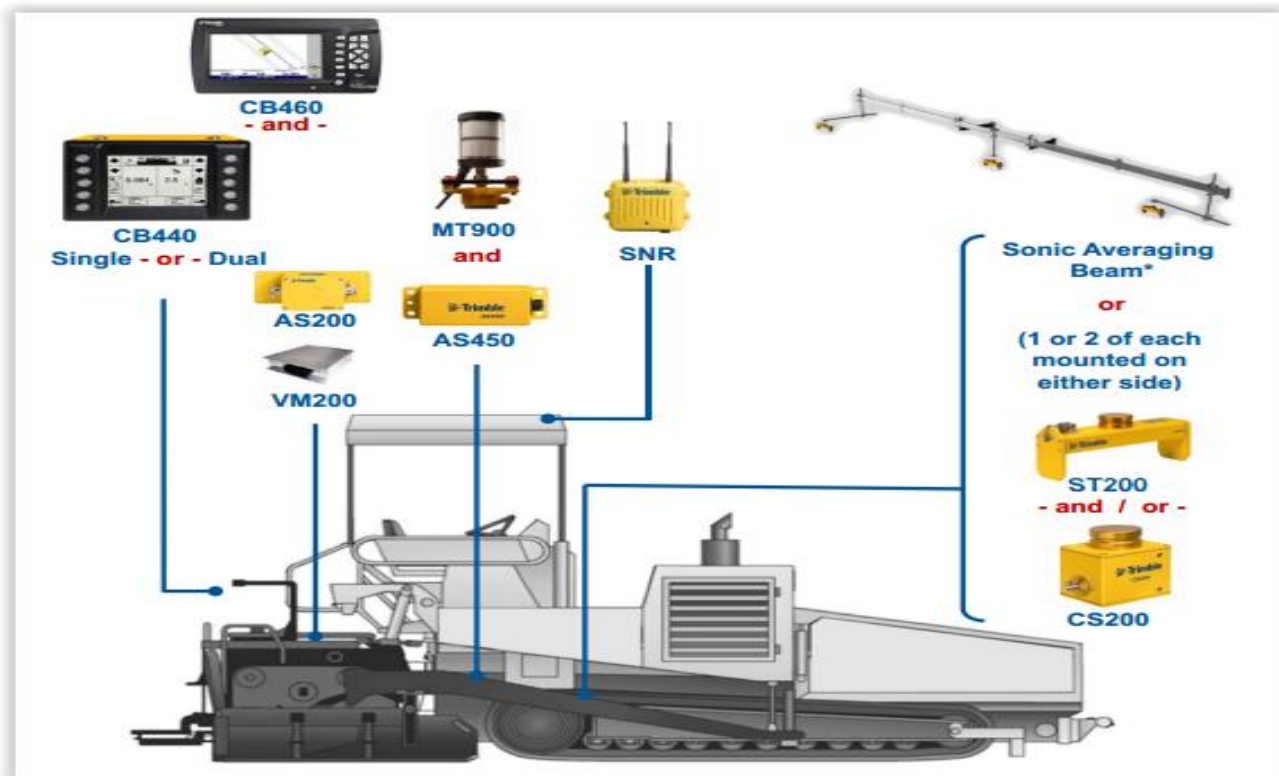
Το λογισμικό της **Trimble** παρέχει τις εξής λειτουργίες (υποστηρίζοντας και δικό της εξοπλισμό τηλεματικής):

- Εντοπισμός θέσης και πορείας
- Αναφορές λειτουργίας
- Έλεγχο και καθοδήγηση μηχανήματος



Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ



Εικ. 2.34: Εξοπλισμός ΔΚΜ της Trimble για διαστρωτήρα ασφαλοτοσкуроδέματος.  
(Πηγή: <http://construction.trimble.com/products/machine-control> )

### 2.3.5 HCSS ([www.hcss.com](http://www.hcss.com))



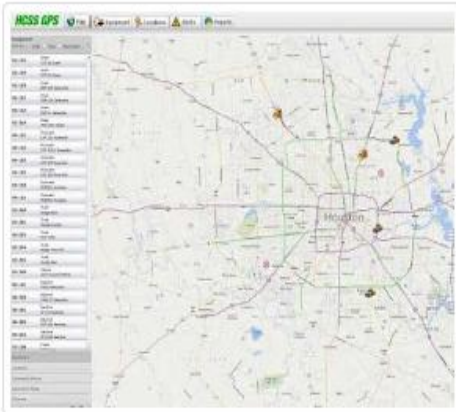
Εικ. 2.35: Το λογισμικό της αμερικάνικης Hcss  
(Πηγή : <http://www.hcss.com/products> )

Το λογισμικό της HCSS παρέχει τις εξής λειτουργίες :

- Εντοπισμός θέσης και πορείας
- Αναφορές λειτουργίας
- Διαχείριση υπηρεσιών
- Αντικλεπτικό σύστημα

Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ



Το λογισμικό της HCSS συλλέγει σημαντικές πληροφορίες από το εργοτάξιο και τις αξιοποιεί κατάλληλα για τον έλεγχο και τη διαχείριση του μηχανικού εξοπλισμού και την παρακολούθηση του κόστους των εργασιών. Διαδικτυακές εφαρμογές επιτρέπουν την εποπτεία των οχημάτων και την δρομολόγηση τους.

**Εικ. 2.36:** Στιγμιότυπο από το λογισμικό της HCSS  
(Πηγή: <http://www.hcss.com/products>)



Το σύστημα από μόνο του προειδοποιεί τον χειριστή του μηχανήματος για την απαιτούμενη ενέργεια προληπτικής συντήρησης του μηχανήματος (π.χ. αλλαγή λαδιών).

**Εικ. 2.37:** Συντήρηση εξοπλισμού με το λογισμικό της HCSS  
(Πηγή: <http://www.hcss.com/products>)

---

**Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)**

---

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

### 2.3.6 Mobact (<http://mobact.gr>)

Η έρευνα πεδίου που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, έγινε σε μηχανήματα έργου, στα οποία έχει τοποθετηθεί εξοπλισμός δορυφορικής καθοδήγησης της γερμανικής εταιρίας **MOBA**, που αντιπροσωπεύεται στην Ελλάδα από την MOBACT.

Ο εξοπλισμός αυτός παρέχει όλες τις δυνατότητες ελέγχου και καθοδήγησης μηχανήματος. Η ίδια εταιρεία προσφέρει και λύσεις για τις λειτουργίες ελέγχου στόλου με τη χρήση κατάλληλου λογισμικού (fleet management), το οποίο όμως δεν έχει εφαρμοστεί ακόμη στην Ελλάδα.



*Εικ. 2.38: Η ιστοσελίδα Της MOBACT  
(Πηγή : [www.mobact.gr](http://www.mobact.gr) )*

Η **MOBACT** παρέχει λύσεις αυτοματισμού, ελέγχου και καθοδήγησης των μηχανημάτων οδοποιίας και χωματουργικών, οι οποίες συμβάλουν στην αύξηση της παραγωγικότητας των μηχανημάτων και στη βελτίωση της ποιότητας των κατασκευών.

Τα συστήματα ελέγχου και καθοδήγησης (Machine Control) που παρέχει η MOBACT πλεονεκτούν διότι:

- εγκαθίστανται σε ΟΛΕΣ τις μάρκες μηχανημάτων της αγοράς (Wirtgen, Voge, Dynapac, Caterpillar, Gomaco, Terex, κ.ά.)
- εγκαθίστανται σε ΟΛΑ τα μοντέλα κάθε μάρκας μηχανημάτων
- εγκαθίστανται και μεταφέρονται σε διαφορετικά μηχανήματα (π.χ. το ίδιο σύστημα σε Finisher και Φρέζα)
- έχουν περισσότερες λειτουργίες και ενδείξεις που βοηθούν τον χειριστή

Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

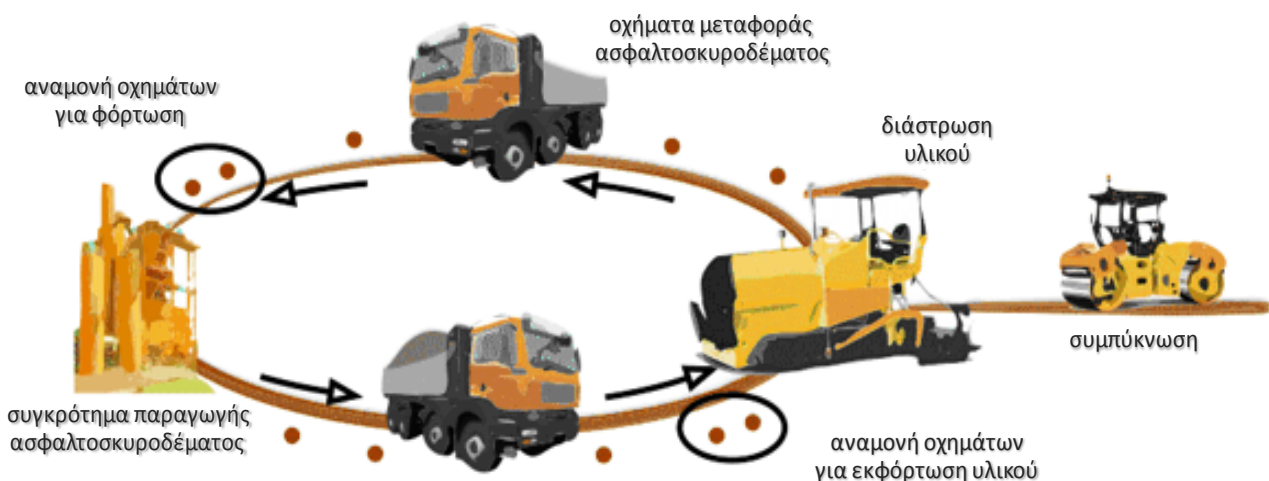
Η **MOBACT** αντιπροσωπεύει στην Ελλάδα την **MOBA CONTROLS GMBH** ([www.moba.de](http://www.moba.de)), τον μεγαλύτερο γερμανικό κατασκευαστικό οίκο, που ειδικεύεται στην κατασκευή συστημάτων για αυτόματο έλεγχο και καθοδήγηση για μηχανήματα οδοποιίας και χωματουργικά μηχανήματα.

Η **MOBACT** αντιπροσωπεύει στην Ελλάδα και την ελβετική εταιρία **Leica Geosystems** ([www.leica-geosystems.com/](http://www.leica-geosystems.com/)) της οποίας ο εξοπλισμός περιγράφεται πιο πάνω στην ενότητα 2.3.3.

**2.3.6.1 Το ερευνητικό έργο της MOBA GmbH για την GSA (European GNSS Agency), Φεβρ 2010 – Μάιο 2012.**



**Εικ. 2.38: Η ιστοσελίδα του ερευνητικού έργου Asphalt Project της MOBA (Πηγή: <http://www.asphalt-fp7.eu/index.html>)**



**Εικ. 2.39: Η εφοδιαστική αλυσίδα εκτέλεσης ασφαλτικών εργασιών (Πηγή: <http://www.asphalt-fp7.eu/index.html>)**

---

**Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)**

---

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

Σκοπός του ερευνητικού έργου "ASPHALT" (πηγή : <http://www.asphalt-fp7.eu/index.html>)

Ο σκοπός του project ήταν να τεκμηριωθεί η συμβολή των δορυφορικών συστημάτων καθοδήγησης μηχανημάτων και διαχείρισης στόλου, στην κατασκευή δρόμων καλύτερης ποιότητας και με μικρότερο κόστος. Η συνολική διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας για την κατασκευή ασφαλτικών ταπήτων με τη χρήση συστημάτων δορυφορικής καθοδήγησης μηχανημάτων, μπορεί να αποφέρουν σημαντική βελτίωση στην όλη διαδικασία. Ο εντοπισμός της θέσης γίνεται μέσω του ευρωπαϊκού δορυφορικού συστήματος (GNSS) **Galileo**, για το οποίο έχει γίνει αναφορά σε προηγούμενη παράγραφο (βλ.παρ.2.2.1).

Παρόλου που η τεχνολογία δορυφορικής πλοήγησης είναι διαθέσιμη στο ευρύ κοινό, δεν είχε ακόμη εφαρμοστεί στην κατασκευή δρόμων. Ένας από τους λόγους ήταν και το υψηλό κόστος των δορυφορικών συστημάτων εντοπισμού θέσης σε πραγματικό χρόνο. Το ευρωπαϊκό ερευνητικό έργο «ASPHALT» είχε ως αντικείμενο την διερεύνηση της οικονομικότητας της χρήσης δορυφορικών συστημάτων εντοπισμού θέσης με τη χρήση του ευρωπαϊκού συστήματος GNSS (Galileo). Το ASPHALT διερεύνησε την οικονομικότητα των συστημάτων αυτών ειδικά για την περίπτωση κατασκευής στρώσεων κυκλοφορίας από ασφαλτοσκυρόδεμα, εξετάζοντας όλες τις φάσεις εργασίας και συγκεκριμένα:

- Τη συνεχή ροή τροφοδοσίας του διαστρωτήρα (finisher) με ασφαλτοσκυρόδεμα.
- Την καθοδήγηση του διαστρωτήρα κατά την εκτέλεση της εργασίας.
- Τον συνεχή έλεγχο του πάχους της κατασκευαζόμενης στρώσης.
- Τον συνεχή έλεγχο της θερμοκρασίας του ασφαλτοσκυροδέματος.
- Τον έλεγχο της συμπίκνωσης του ασφαλτοσκυροδέματος.

Ο έλεγχος της τροφοδοσίας του ασφαλτοσκυροδέματος από το συγκρότημα παραγωγής μέχρι τον διαστρωτήρα διασφαλίζει τη συνεχή εκτέλεση της εργασίας διάστρωσης του ασφαλτομίγματος, χωρίς διακοπές λόγω αναμονής υλικού.

Ο συνεχής έλεγχος τήρησης του απαιτούμενου πάχους της στρώσης οδηγεί σε σημαντική εξοικονόμηση ασφαλτομίγματος διασφαλίζοντας ταυτόχρονα την ποιότητα του δρόμου. Με το συμβατικό τρόπο, όπου τα πάχος στρώσης ρυθμίζεται αποκλειστικά από το χειριστή του μηχανήματος, είτε γίνεται σπατάλη υλικού «υπέρ της ασφαλείας» είτε ηθελημένη εξοικονόμηση υλικού με αποτέλεσμα την αστοχία του δρόμου λόγω ανεπαρκούς πάχους ασφαλτικής στρώσης.

---

**Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)**

---

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

Τέλος ο συνεχής έλεγχος τήρησης της κατάλληλης θερμοκρασίας του υλικού κατά τη διάστρωση διασφαλίζει τις βέλτιστες συνθήκες συμπίκνωσης.

Κατά συνέπεια μπορούμε να συνοψίσουμε τα οφέλη που καταδείχτηκαν από αυτό το ερευνητικό έργο ως εξής:

- Εξοικονόμηση υλικών για έργο με τις ίδιες απαιτήσεις ποιότητας.
- Διασφάλιση συνεχούς τροφοδότησης του διαστρωτήρα, χωρίς διακοπές εργασίας λόγω αναμονής υλικού.
- Περιορισμός των περιτών μετακινήσεων.
- Διασφάλιση της απαιτούμενης ποιότητας.

Τα οφέλη για το κοινωνικό σύνολο είναι η αύξηση της διάρκειας ζωής του δρόμου, που αποτελεί σημαντικό κριτήριο της επιτυχίας μιας ασφαλτόστρωσης. Η αύξηση αυτή μπορεί να φτάσει και το **50%**.

Τα οικονομικά οφέλη, με δεδομένη τη γραμμική σχέση ανάμεσα στην ποιότητα του ασφαλτομίγματος και τη διάρκεια ζωής του, μας επιτρέπει να θεωρούμε πως αύξηση της ποιότητας κατά 10% μπορεί να επιφέρει αντίστοιχη αύξηση στη διάρκεια ζωής του δρόμου κατά 10%. **Το όφελος από μια τέτοια αύξηση για τους ευρωπαϊκούς δρόμους μπορεί να φτάσει και τα 4, 5 δις ευρώ.**

Τέλος τα δευτερεύοντα οφέλη που έρχονται στο προσκήνιο είναι ο περιορισμός των οχλήσεων στη παράλληλη κυκλοφορίας οχημάτων λόγω των εργασιών διάστρωσης. Κατά συνέπεια μειώνονται τα **καύσιμα** που καταναλώνονται καθώς επίσης και οι εκπομπές διοξειδίου του **άνθρακα**.



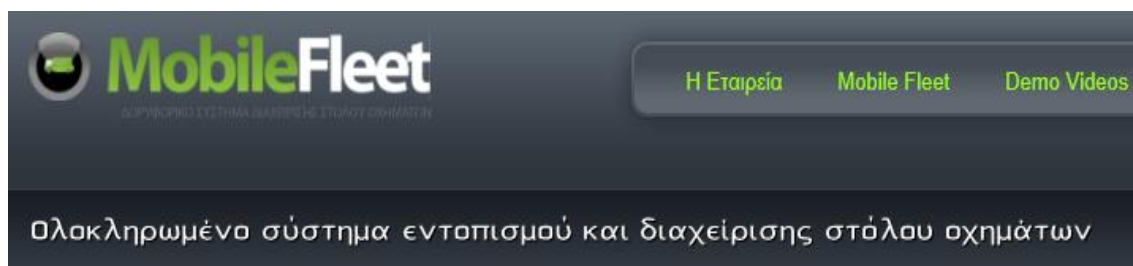
---

**Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)**

---

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ**2.3.7 Mobile Fleet (από την ACE Hellas)**

Το λογισμικό **Mobile Fleet** είναι ελληνικό λογισμικό ελέγχου στόλου οχημάτων (fleet management), το οποίο έχει αναπτυχθεί από την **ACE Hellas**, εταιρία η οποία παρέχει λύσεις πληροφορικής και δραστηριοποιείται στην Ελλάδα. Ακολουθούν κάποια στιγμιότυπα (**εικόνες 2.40 – 2.45**) τα οποία συνοψίζουν τις λειτουργίες ελέγχου στόλου οχημάτων που καλύπτονται από αυτό το λογισμικό.



**Εικ. 2.40: Λογισμικό Mobile Fleet**  
(Πηγή: <http://www.mobilefleet.gr/> )

**Σύντομη περιγραφή**

Το **Mobile Fleet** είναι ένα ολοκληρωμένο πληροφοριακό σύστημα εντοπισμού και διαχείρισης παντός τύπου οχημάτων και μηχανημάτων έργων (φορτηγών, επιβατηγών, γερανοφόρων, χωματουργικών κλπ), σε πραγματικό χρόνο.

Διαθέτοντας πρωτοποριακά χαρακτηριστικά, αποτελεί την πλέον ολοκληρωμένη λύση που κυκλοφορεί σήμερα στην Ελληνική αγορά.

Οι χρήστες με το Mobile Fleet είναι σε θέση να ελέγχουν το όχημα ή τα οχήματά τους κάθε στιγμή, ενώ η επιχείρηση αποκτά ένα πολύτιμο εργαλείο διαχείρισης, ελέγχου και λήψης αποφάσεων, που συμβάλει στη μείωση του λειτουργικού κόστους και την αύξηση της παραγωγικότητας.

Το Mobile Fleet, συνδυάζοντας τις λειτουργίες ενός **Γεωγραφικού Πληροφοριακού Συστήματος (GIS)** με την **Τηλεματική**, λαμβάνει, επεξεργάζεται και παρουσιάζει με φιλικό τρόπο όλες εκείνες τις πληροφορίες που είναι απαραίτητες για τον έλεγχο από απόσταση και τη διαχείριση ενός ή περισσότερων οχημάτων και μηχανημάτων.

Η αρχιτεκτονική του συστήματος επιτρέπει την εύκολη προσαρμογή των λειτουργιών του στις ανάγκες των χρηστών. Έτσι είναι δυνατή η χρήση του συστήματος με δύο εναλλακτικούς τρόπους:

---

**Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)**

---

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

- Συνδρομητικά, χωρίς να απαιτείται η αγορά του προγράμματος, του χαρτογραφικού υπόβαθρου, καθώς και του πρόσθετου εξοπλισμού πληροφορικής (Server κλπ)
- Με εγκατάσταση στο χώρο των χρηστών, στις περιπτώσεις όπου υπάρχουν απαιτήσεις πλήρους αυτονομίας.

Το Mobile Fleet είναι προσβάσιμο από ηλεκτρονικούς υπολογιστές που διαθέτουν απλώς ένα WEB Browser και δυνατότητα σύνδεσης στο Internet, έτσι ώστε η πρόσβαση σε αυτό να είναι δυνατή από τους εξουσιοδοτημένους χρήστες όπου και εάν αυτοί βρίσκονται.

Οι περισσότερες λειτουργίες της εφαρμογής είναι διαθέσιμες, για μεγαλύτερη ευελιξία στη χρήση του συστήματος και από φορητές συσκευές, όπως i-Phone, i-Pad, συσκευές με Android λειτουργικό σύστημα κλπ, με δυνατότητα πρόσβασης στο Internet.

Η απεικόνιση της κίνησης των οχημάτων γίνεται σε πραγματικό χρόνο, ανά τακτά διαστήματα που καθορίζονται από τους χρήστες.

Παρέχει δυνατότητα άμεσης επιλογής μεταξύ διαφορετικών ψηφιακών χαρτογραφικών υποβάθρων (Google, Bing, Virtual Earth, Yahoo, customized .shp αρχεία), ώστε να υπάρχει δυνατότητα ενιαίας κάλυψης τόσο της Ελλάδας όσο και λοιπών χωρών.

Αυτόματη επεξεργασία στοιχείων και δημιουργία αναφορών. Οι αναφορές μπορεί να αφορούν είτε μεμονωμένα οχήματα, είτε ομάδες οχημάτων. Το σύνολο των αναφορών του συστήματος έχουν την δυνατότητα εξαγωγής σε Excel, για οιαδήποτε περαιτέρω χρήση τους (εκτύπωση αυτών, εισαγωγή των δεδομένων σε άλλη εφαρμογή, δημιουργία γραφημάτων κλπ).

Δυνατότητα αποστολής αναφορών μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Έτσι ο χρήστης έχει την δυνατότητα ενημέρωσης για διάφορα συμβάντα (π.χ. υπερβάσεις ταχύτητας, ακινητοποιημένα οχήματα, άνοδος ή πτώση θερμοκρασίας ψυγείου κλπ), χωρίς να είναι απαραίτητη η πρόσβαση στην εφαρμογή.

Δημιουργία δρομολόγησης πολλαπλών τύπων, εποπτεία κάθε δρομολογίου σε πραγματικό χρόνο με δυνατότητα αναπροσαρμογής ανάλογα με τις ανάγκες των χρηστών, δυναμικός προγραμματισμός και βελτιστοποίηση δρομολογίων, αξιολόγηση και κοστολόγηση δρομολογίου.

Καταγράφει με εκπληκτική ακρίβεια τις αποστάσεις που διανύουν τα οχήματα, γεγονός που συμβάλλει σημαντικά στον καθορισμό των δρομολογίων και τον υπολογισμό της κατανάλωσης καυσίμου.



**Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)**

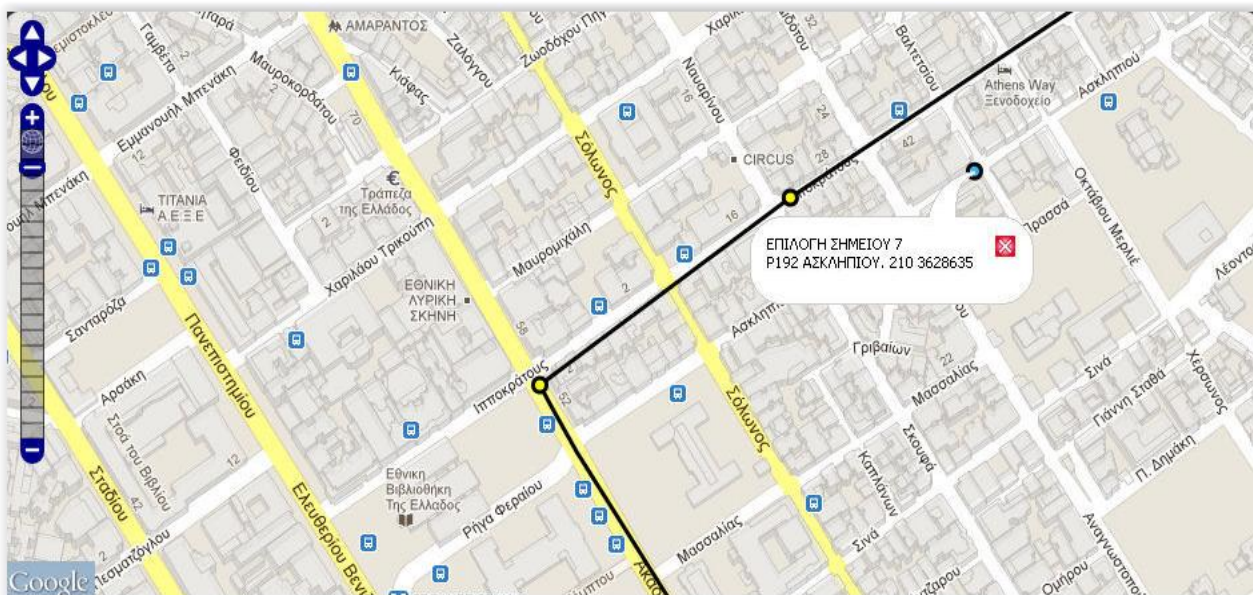
Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

Ακόμη και όταν χαθεί η επικοινωνία με το όχημα, η τηλεματική συσκευή που είναι εγκατεστημένη σε αυτό αποθηκεύει τα δεδομένα κίνησης του και τα αποστέλλει αμέσως μόλις η επικοινωνία αποκατασταθεί.

Αναπροσαρμόζει αυτόματα το προφίλ επικοινωνίας, δηλ. το κάθε πότε θα αποστέλλονται δεδομένα από το όχημα, όταν αυτό κινείται εντός ή εκτός Ελλαδικού χώρου, ώστε να αντιμετωπίζεται αποτελεσματικά το πρόβλημα του κόστους της περιαγωγής (roaming).

Συnergάζεται και με άλλα μηχανογραφημένα συστήματα μίας εταιρείας (π.χ. σύνδεση με ERP για χαρτογραφημένη απεικόνιση πελατών, καθώς και διαφόρων πληροφοριών που τους αφορούν).

Διαχειρίζεται απεριόριστο αριθμό χρηστών και οχημάτων.

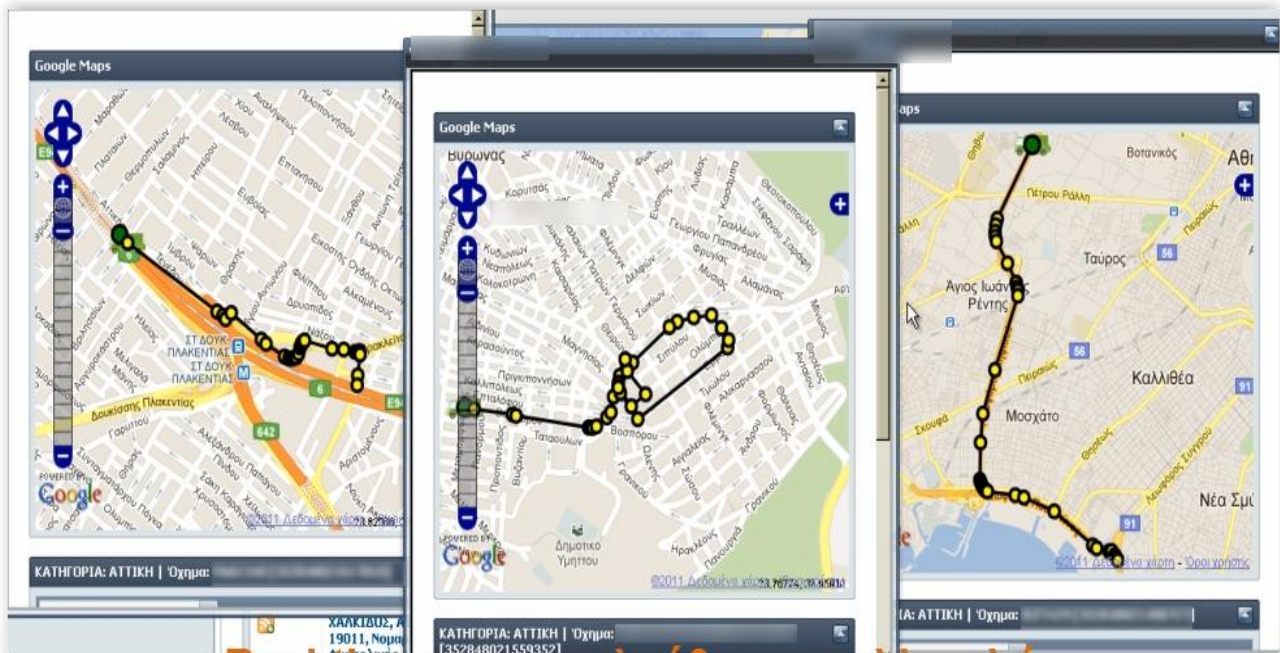


**Εικ. 2.41: Στιγμιότυπο λογισμικού MobileFleet**  
(Πηγή : <http://www.mobilefleet.gr/site/mobile/index.asp/> )

Στην παραπάνω εικόνα (2.41) φαίνεται καθαρά η δυνατότητα εποπτείας της τρέχουσας θέσης αλλά και του ιστορικού της διαδρομής (**mapping and tracking**).

Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

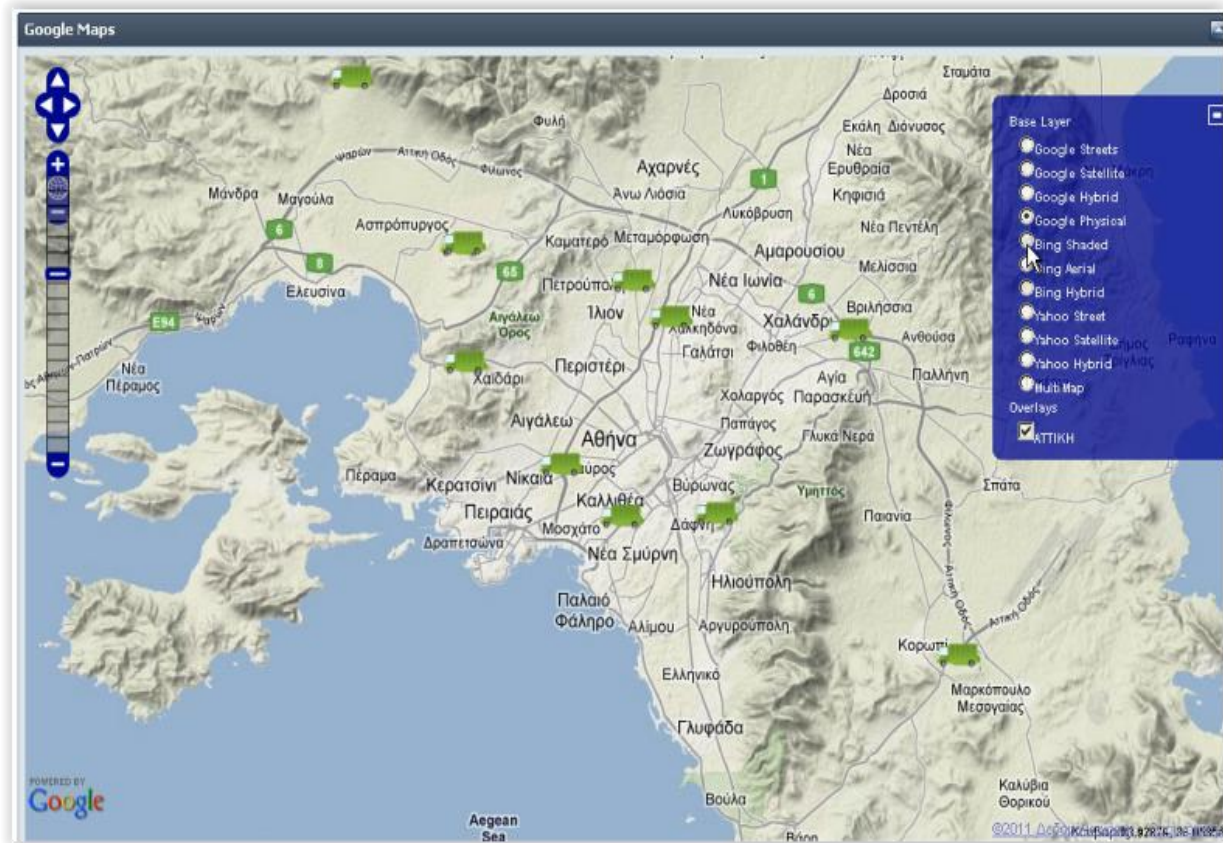


**Εικ. 2.42: Στιγμιότυπο λογισμικού MobileFleet**  
(Πηγή : <http://www.mobilefleet.gr/site/mobile/index.asp/> )

Στο παραπάνω στιγμιότυπο (εικόνα 2.42) γίνεται αντιληπτό πως είναι εφικτή η ταυτόχρονη εποπτεία περισσότερων διαφορετικών μηχανημάτων σε μια ενιαία οθόνη, γεγονός που καθιστά εφικτή και μια ενδεχόμενη αλληλεπίδραση των μηχανημάτων αυτών.

Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)

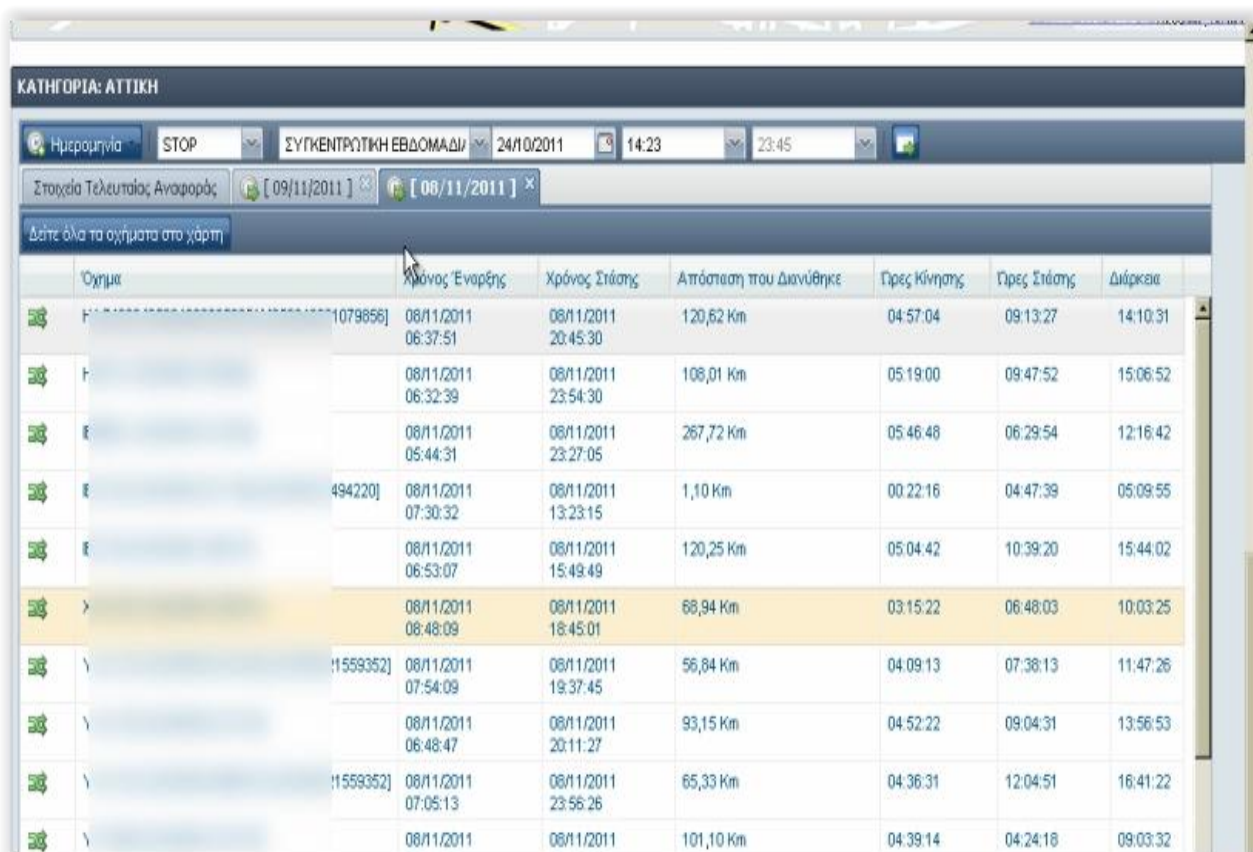
Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ



**Εικ.2.43: Στιγμιότυπο λογισμικού MobileFleet**  
(Πηγή: <http://www.mobilefleet.gr/site/mobile/index.asp/> )

Το ανωτέρω στιγμιότυπο (**εικόνα 2.43**) δείχνει τη δυνατότητα να απεικονίζονται διαφορετικά χαρτογραφικά υπόβαθρα του διαδραστικού χάρτη της Google (γεωλογικό, δορυφορικό, κλπ).



**Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)**Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

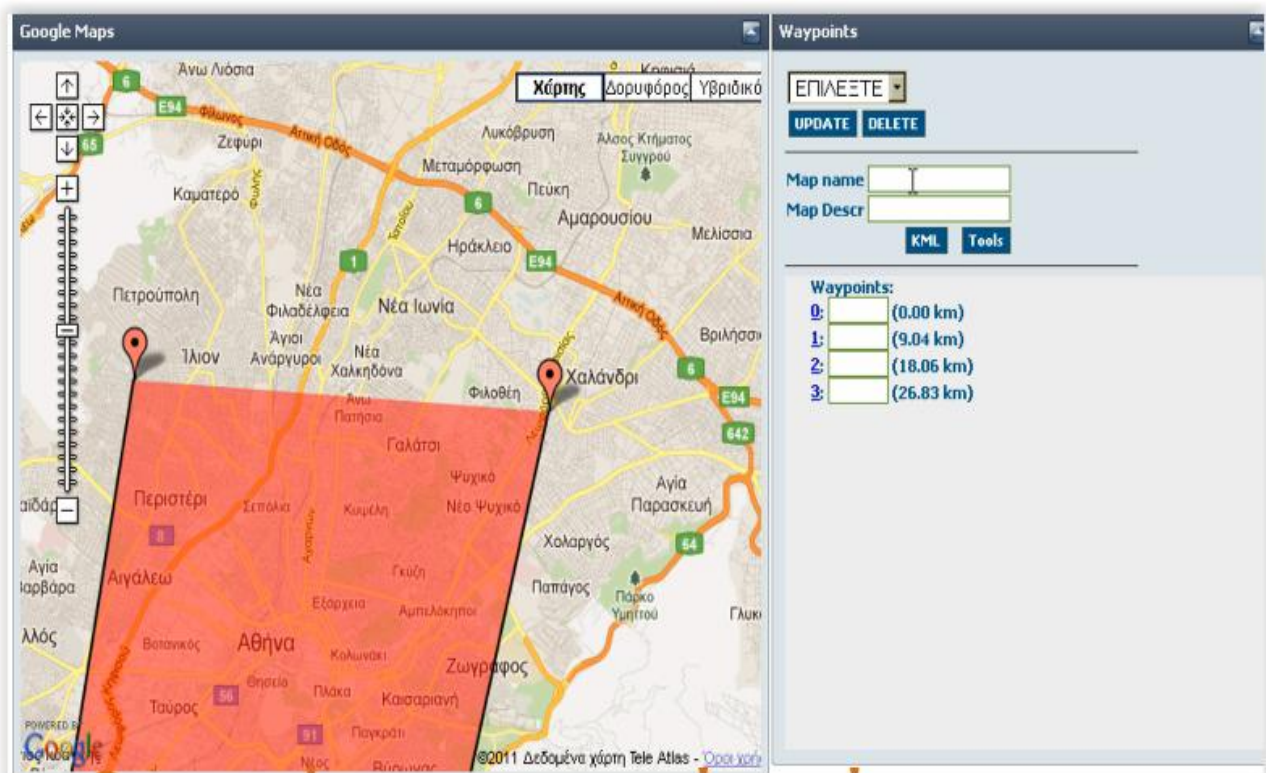
Όχημα	Χρόνος Έναρξης	Χρόνος Στάσης	Απόσταση που Διανύθηκε	Ώρες Κίνησης	Ώρες Στάσης	Διάρκεια
1079856	08/11/2011 06:37:51	08/11/2011 20:45:30	120,62 Km	04:57:04	09:13:27	14:10:31
	08/11/2011 06:32:39	08/11/2011 23:54:30	108,01 Km	05:19:00	09:47:52	15:06:52
	08/11/2011 05:44:31	08/11/2011 23:27:05	267,72 Km	05:46:48	06:29:54	12:16:42
494220	08/11/2011 07:30:32	08/11/2011 13:23:15	1,10 Km	00:22:16	04:47:39	05:09:55
	08/11/2011 06:53:07	08/11/2011 15:49:49	120,25 Km	05:04:42	10:39:20	15:44:02
	08/11/2011 08:48:09	08/11/2011 18:45:01	68,94 Km	03:15:22	06:48:03	10:03:25
11559352	08/11/2011 07:54:09	08/11/2011 19:37:45	56,84 Km	04:09:13	07:38:13	11:47:26
	08/11/2011 06:48:47	08/11/2011 20:11:27	93,15 Km	04:52:22	09:04:31	13:56:53
11559352	08/11/2011 07:05:13	08/11/2011 23:56:26	65,33 Km	04:36:31	12:04:51	16:41:22
	08/11/2011	08/11/2011	101,10 Km	04:39:14	04:24:18	09:03:32

**Εικ. 2.44: Στιγμιότυπο λογισμικού MobileFleet**  
(Πηγή: <http://www.mobilefleet.gr/site/mobile/index.asp/> )

Το παραπάνω στιγμιότυπο (εικόνα 2.44) είναι ένα δείγμα πινακοποιημένης αναφοράς για την ώρα κίνησης των μηχανημάτων, την χιλιομετρική απόσταση που έχουν διανύσει, την αποτύπωση της διαδρομής και κατά συνέπεια τον υπολογισμό του κόστους μετακίνησης.

**Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)**

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ



**Εικόνα 2.45 Στιγμιότυπο λογισμικού MobileFleet  
(Πηγή: <http://www.mobilefleet.gr/site/mobile/index.asp/> )**

Τέλος το λογισμικό παρέχει και τη λειτουργία του ορισμού γεωγραφικών συνόρων (Geofencing) όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα.

Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ

### 2.3.7 Powerfleet της iLink Νέες Τεχνολογίες



**Εντοπισμός Θέσης και Έλεγχος Οχημάτων**  
Με το Powerfleet ενημερώνεστε άμεσα για τη θέση και την κατάσταση των οχημάτων σας

<http://www.powerfleet.gr/>

#### Πλήρης Έλεγχος Κατανάλωσης Καυσίμου

Με το Powerfleet τα έξοδα κίνησης των οχημάτων σας μειώνονται έως 35%

#### Ασφάλεια και Αντικλεπτική Προστασία


Με το Powerfleet είστε σίγουροι για την ασφάλεια του προσωπικού των εμπορευμάτων και της περιουσίας σας



#### Έλεγχος

Ενημερωθείτε άμεσα για τη θέση και την κατάσταση των οχημάτων σας από οποιοδήποτε υπολογιστή. Διαχειριστείτε λεπτομερείς πληροφορίες όπως ιστορικό διαδρομών και στάσεων, επισκέψεις σε πελάτες, δεδομένα αισθητήρων.

Το PowerFleet είναι μια καινοτομική υπηρεσία διαχείρισης στόλου οχημάτων, με μηδενικό κόστος για λογισμικό, εκπαίδευση και υποστήριξη.



#### Οικονομία

Αποκτήστε πλήρη εικόνα για την πραγματική κατανάλωση καυσίμου των οχημάτων σας. Ενημερωθείτε αυτόματα για κάθε γέμισμα ή άδειασμα του ρεζερβουάρ. Βελτιστοποιήστε τα δρομολόγιά σας και περιορίστε τις άσκοπες μετακινήσεις.

Με το PowerFleet δείτε τα έξοδα κίνησης των οχημάτων σας να μειώνονται έως και 35%.



#### Ασφάλεια

Βεβαιωθείτε ότι τα οχήματά σας κινούνται εντός των ορίων ταχύτητας. Ενημερωθείτε άμεσα με e-mail ή SMS για κάθε υπέρβαση, ανεπιθύμητη κίνηση ή παραβίαση πόρτας.

Το PowerFleet εγγυάται την ασφάλεια του προσωπικού σας, των εμπορευμάτων και της περιουσίας σας.



#### Εξυπηρέτηση

Εντοπίστε το πλησιέστερο όχημα σε κάθε πελάτη και αναπροσαρμόστε το δρομολόγιο κατάλληλα. Διασφαλίστε την έγκαιρη παράδοση των προϊόντων στους πελάτες ικανοποιώντας όλες τις προδιαγραφές ποιότητας.

Με το PowerFleet εξυπηρετείτε καλύτερα τους πελάτες σας και αποφεύγετε δυσάρεστες καταστάσεις που σας ζημιώνουν.

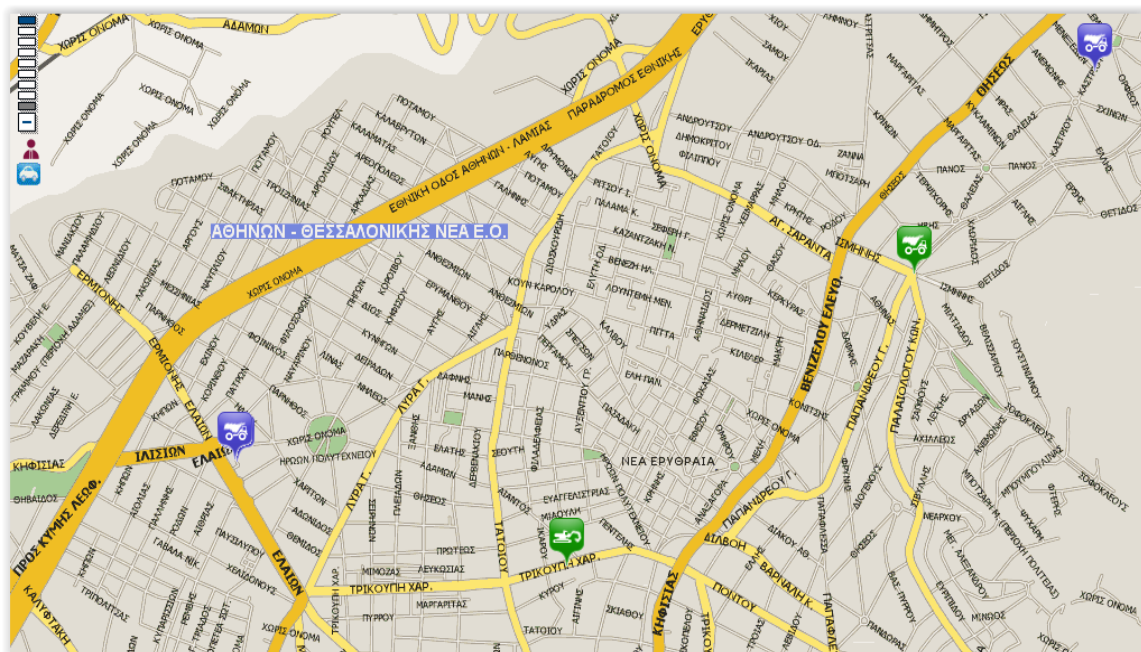
**Εικόνα 2.46 Το λογισμικό διαχείρισης στόλου Powerfleet**  
(Πηγή: (<http://www.ilink.gr/>))

Το λογισμικό της Powerfleet έχει αναπτυχθεί από έλληνες Μηχανικούς της εταιρείας **iLink Νέες Τεχνολογίες** και εξυπηρετεί τους ίδιους σκοπούς με αυτό της Mobilefleet.



Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Οι τεχνολογίες του διαδικτύου & των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης στα ΤΕ



Εικόνα 2.47 Στιγμιότυπο λογισμικού Powerfleet (Πηγή: (<http://www.ilink.gr/>))

Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται πως είναι εφικτός ο εντοπισμός της τρέχουσας θέσης του κάθε οχήματος. Ακόμα υπάρχει και ένδειξη για τον προσδιορισμό του τύπου οχήματος.

Κωδικός Οχήματος	Τρέχουσα Θέση	Ταχύτητα Χαώ	Κατεύθυνση	Κατάσταση	Θερμοκρασία Ψυγείου	Πόρτα	Ημερομηνία
		0.0	-	ΣΤΑΜΑΤΗΜΕΝΟΣ (00:01)	0.0	Κλειστή	2-3-2015 Δευ. - 21:47
		0.0	-	ΣΤΑΜΑΤΗΜΕΝΟΣ (00:01)	0.0	Κλειστή	2-3-2015 Δευ. - 21:47
		0.0	-	ΣΤΑΜΑΤΗΜΕΝΟΣ (00:00)	0.0	Κλειστή	2-3-2015 Δευ. - 21:47
		0.0	-	ΣΤΑΜΑΤΗΜΕΝΟΣ (00:00)	0.0	Κλειστή	2-3-2015 Δευ. - 21:47
		0.0	-	ΣΤΑΜΑΤΗΜΕΝΟΣ (00:02)	0.0	Κλειστή	2-3-2015 Δευ. - 21:45

Εικόνα 2.48 Στιγμιότυπο λογισμικού Powerfleet  
(Πηγή: (<http://www.ilink.gr/>))

Στο παραπάνω στιγμιότυπο φαίνεται η εποπτεία του οχήματος ως προς την θερμοκρασία του ψυγείου και την κατάσταση των θυρών.

Ακόμα, το λογισμικό αυτό επιτρέπει την συλλογή στατιστικών στοιχείων για τη λειτουργία των οχημάτων (χρόνος λειτουργίας, στάσεις, χιλιομετρική απόσταση). Κατά συνέπεια μπορούν να υπολογιστούν όλα τα έξοδα μετακίνησης για το εκάστοτε όχημα. Τέλος, το λογισμικό παρέχει και αυτό τις υπηρεσίες **Geofencing** όπως και το Mobilefleet.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> ΕΡΓΑΣΙΑ ΠΕΔΙΟΥ ΚΑΙ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

### Σκοπός:

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται περιγραφή της εργασίας πεδίου που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας προκειμένου να μελετηθεί η πρακτική εφαρμογή της τεχνολογίας ΔΚΜ (δορυφορικής καθοδήγησης μηχανημάτων έργου) σε συγκεκριμένα εργοτάξια και να τεκμηριωθούν τα οφέλη που προκύπτουν από αυτήν, ως προς την βελτίωση της παραγωγικότητας των μηχανημάτων, στα οποία έχει γίνει εγκατάσταση σχετικού εξοπλισμού.

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται εκτενής αναφορά στη συμβολή του **ΔΚΜ (Machine Control)** στην βελτίωση της παραγωγικότητας των μηχανημάτων έργου.

### **3.1 Εργασία πεδίου και αποτίμηση αποτελεσμάτων**

Η εργασία πεδίου πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του επίσημου αντιπρόσωπου της ΜΟΒΑ στην Ελλάδα κ. Καριζώνη. Μελετήθηκαν μηχανήματα έργου εξοπλισμένα με συστήματα διδιάστατου ελέγχου (βλ κεφ. 2<sup>ο</sup>) που απασχολούνται σε υφιστάμενα εργοτάξια τεχνικών έργων στην περιοχή της Στυλίδας (οδοποιία) και της Κορίνθου (διαμόρφωση γηπέδου).

Λεπτομέρειες για τα μηχανήματα αυτά και τον ειδικό εξοπλισμό ΔΚΜ που έχει εγκατασταθεί σε αυτά αναλύονται στη συνέχεια του κεφαλαίου.

Η εργασία πεδίου έγινε με επισκέψεις επί τόπου του έργου κατά το διάστημα από **10/2014** έως και **11/2014**.

Τα μηχανήματα που εξετάστηκαν είναι :

- Ισοπεδωτές (Graders)
- Διαστρωτήρες (Finisher)

Με βάση τα στοιχεία που συλλέχθηκαν από τα εργοτάξια έγινε η περαιτέρω αξιολόγηση της τεχνολογίας αυτής, σε πρώτο στάδιο ως προς τη βελτίωση της παραγωγικότητας των μηχανημάτων, και σε δεύτερο στάδιο ως προς το οικονομικό όφελος που προκύπτει για τον Ανάδοχο από την χρήση της τεχνολογίας ΔΚΜ.

Το δεύτερο στάδιο της οικονομικής αξιολόγησης αναπτύσσεται στο επόμενο κεφάλαιο 4 της παρούσας εργασίας.

Η εφαρμογή συστημάτων **διδιάστατης ΔΚΜ** στα συγκεκριμένα εργοτάξια είναι φανερό πως είχε τελικά ως αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγικότητας των μηχανημάτων σε συνδυασμό και με την απόλυτη τήρηση των απαιτήσεων της μελέτης του έργου.

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι με την χρήση της παραπάνω τεχνολογίας το απαιτούμενο προσωπικό για την υποστήριξη των μηχανημάτων μειώθηκε έως και τρία (3) άτομα, πράγμα που σημαίνει ότι προκύπτουν και σημαντικά οικονομικά οφέλη, όπως αναλύεται στο επόμενο κεφάλαιο 4 της παρούσας εργασίας.

### 3.2 Αυτόματος έλεγχος και καθοδήγηση σε Ισοπεδωτή

Η επί τόπου έρευνα πραγματοποιήθηκε στην περιοχή της Κορίνθου σε εργοτάξιο της κατασκευαστικής εταιρείας **Μπακλόρης-Πιπιλός Ο.Ε.** για την κατασκευή ενός γηπέδου διαστάσεων 50m x 100m με δύο διαφορετικές κλίσεις κατα μήκος (0,7%) και πλάτος (0,3%).

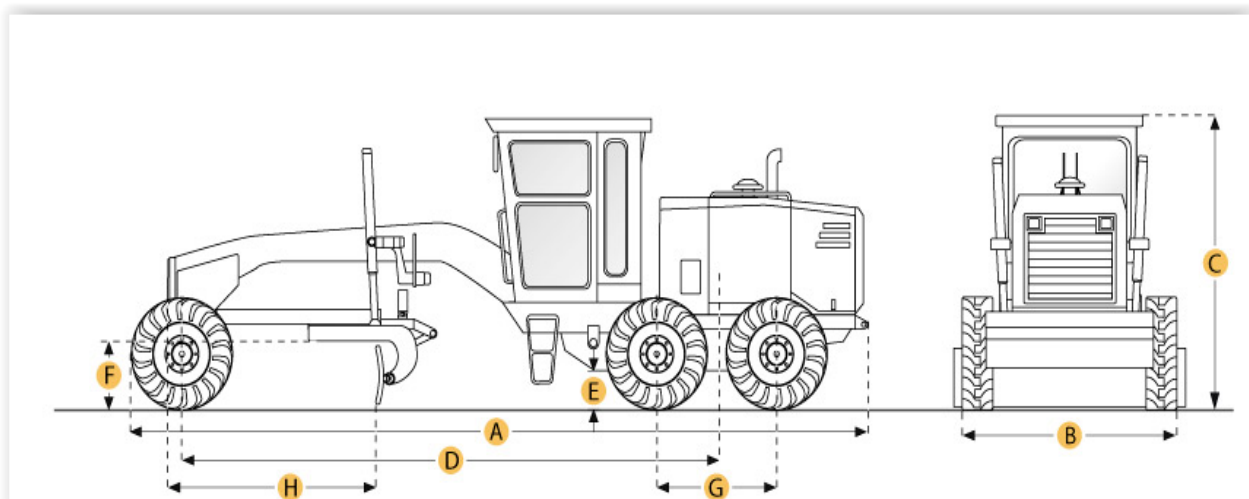
Το μηχάνημα το οποίο χρησιμοποιήθηκε για τις εργασίες διαμόρφωσης του γηπέδου ήταν ένας ισοπεδωτής τύπου **CAT 140G** εξοπλισμένος με αισθητήρες **Laser** και **υδραυλικό μπλοκ** (Σύστημα 2D - MOBA GS).

Στις **εικόνες 3.1, 3.2 και 3.3** που ακολουθούν φαίνονται το μηχάνημα και ο ειδικός εξοπλισμό **ΔΚΜ** με τον οποίο είχε εξοπλιστεί.

Η διδιάστατη παρακολούθηση για την κατασκευή της επιθυμητής κατά πλάτος επίκλισης πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια ενός χωροβάτη laser ο οποίος δημιούργησε ένα εικονικό επίπεδο. Το επίπεδο αυτό το «διαβάζουν» οι ηλεκτρονικοί αισθητήρες laser (Laser Receivers), οι οποίοι μεταδίδουν τις αναγνώσεις στην κεντρική μονάδα του συστήματος που βρίσκεται πάνω στο μηχάνημα.

Μέσω ενός υδραυλικού μπλοκ, τα ηλεκτρικά σήματα μετατρέπονται σε υδραυλική πίεση, ώστε να καθοδηγείται με ακρίβεια η κίνηση «πάνω-κάτω» του μαχαιριού του ισοπεδωτή.

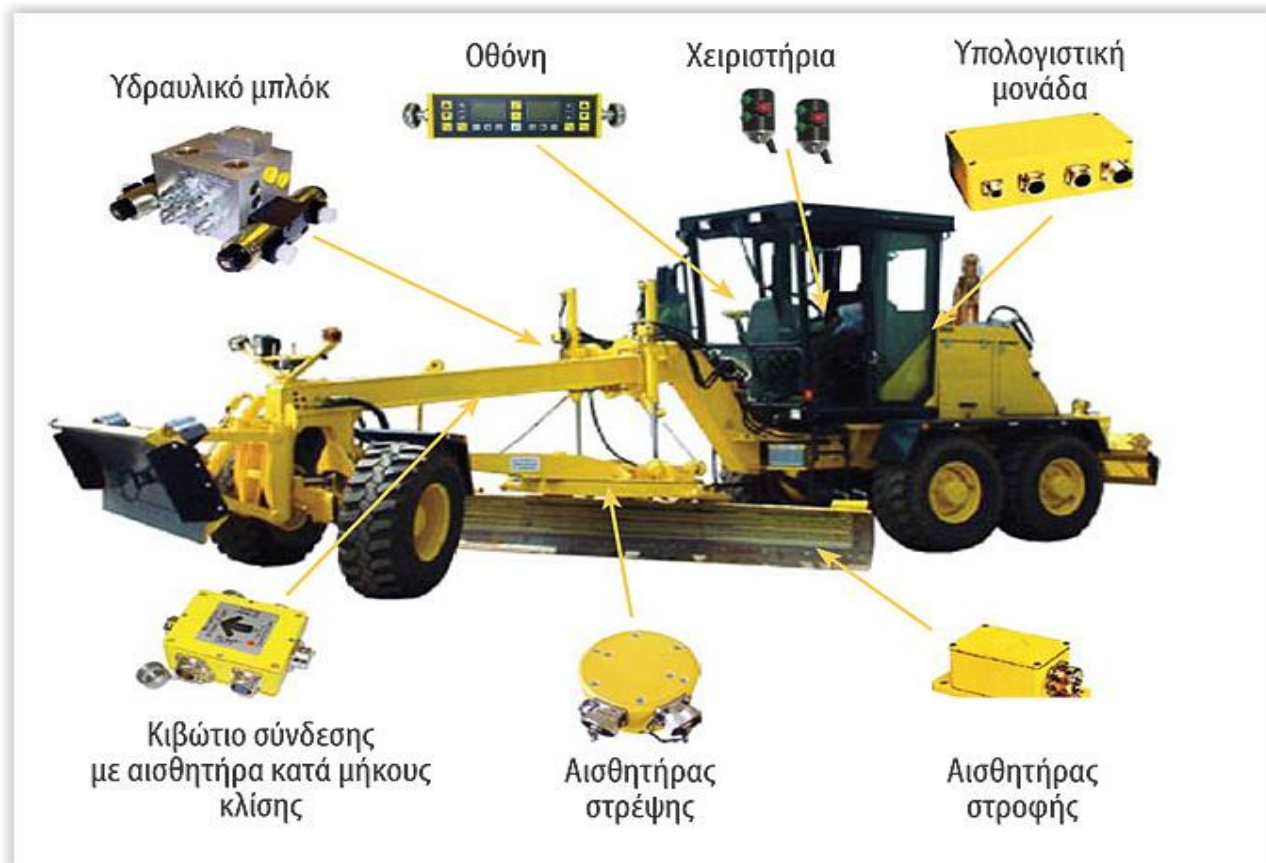
Στην **εικόνα 3.3** φαίνονται καθαρά τα μέρη του ειδικού εξοπλισμού ΔΚΜ με τον οποίο έχουμε εξοπλίσει τον Ισοπεδωτή.



**Εικόνα 3.1** Λεπτομερής Παρουσίαση Μηχανήματος CAT 140 G  
(Πηγή: <http://www.ritchiespecs.com/specification> )

Dimensions		
A. OVERALL LENGTH	27.3 ft in	8310 mm
B. WIDTH OVER TIRES	8 ft in	2440 mm
C. HEIGHT TO TOP OF CAB	11 ft in	3360 mm
D. WHEELBASE	19.4 ft in	5920 mm
G. TANDEM AXLE WHEELBASE	5 ft in	1520 mm
H. BLADE BASE	8.4 ft in	2570 mm

**Εικόνα 3.2** Υπόμνημα ακριβών διαστάσεων του Ισοπεδωτή  
(Πηγή: <http://www.ritchiespecs.com/specification> )



**Εικόνα 3.3 Μέρη ειδικού εξοπλισμού ΔΚΜ που εγκαταστάθηκε στον Ισοπεδωτή για τη διαμόρφωση γηπέδου**

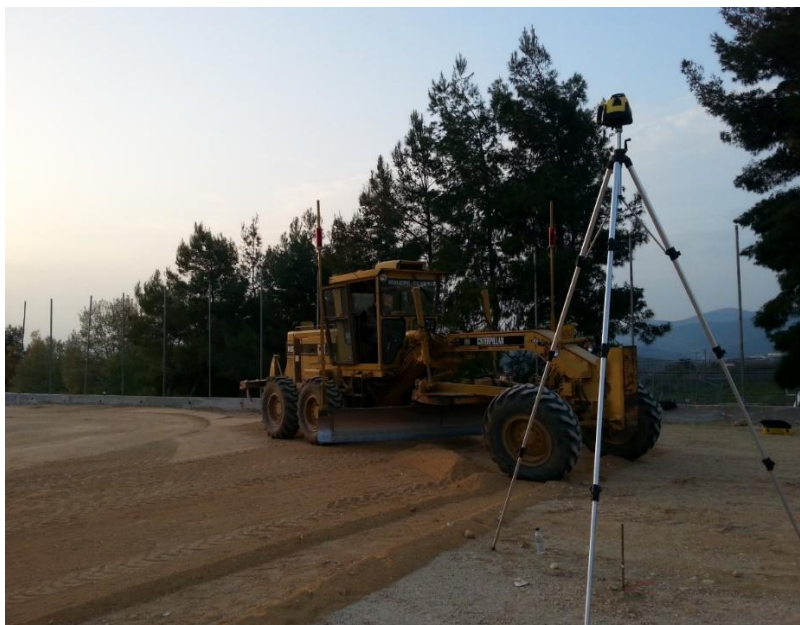
(Πηγή:

<http://mobact.gr/products/isopedotis/2d2013-07-05-19-30-202013-07-05-19-30-20/moba-gs-506-detail> )

Στις επόμενες εικόνες παρουσιάζονται κάποια στιγμιότυπα από το έργο που μελετήθηκε.

**Εικόνα 3.4:**

**Χωροβάτης Laser και ισοπεδωτής CAT 140G εξοπλισμένος με αισθητήρες Laser και υδραυλικό μπλοκ (Σύστημα 2D- MOBA GS)**



**Εικόνα 3.5:**

**Πέρασμα Ισοπεδωτή**





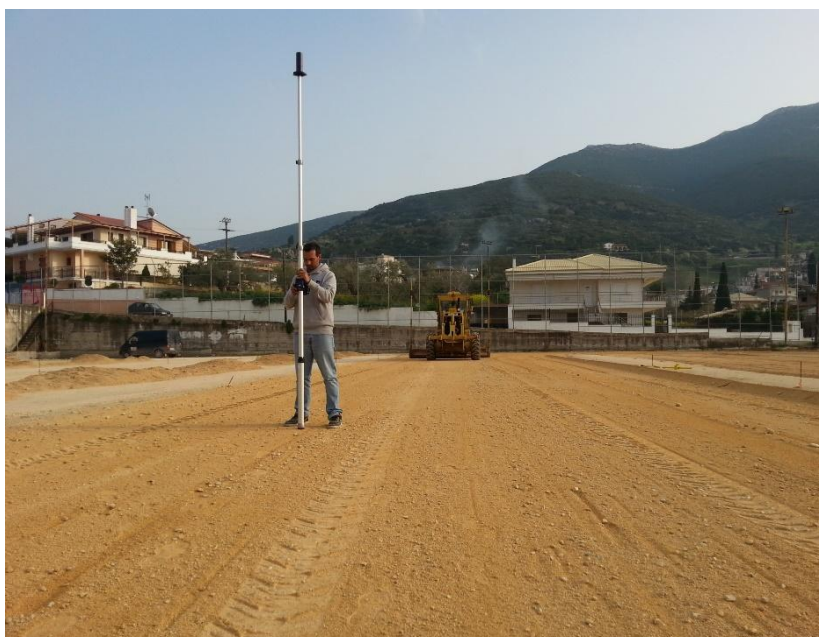
**Εικόνα 3.6:**

**Έλεγχος διαμορφωμένης  
στάθμης με ηλεκτρονική  
σταδία υψηλής ακρίβειας**



**Εικόνα 3.7:**

**Έλεγχος διαμορφωμένης  
στάθμης με ηλεκτρονική  
σταδία υψηλής ακρίβειας**





**Εικόνα 3.8:**

**Διαμορφωμένες επιθυμητές κλίσεις**



**Εικόνα 3.9:**

**Μαχάιρι Ισοπεδωτή πλάτους 2,6 μέτρων**



**Εικόνα 3.10:**

**Πλάγιομετωπική λήψη Ισοπεδωτή  
Διακρίνεται η κεραία λήψης σημάτων  
του συστήματος ΔΚΜ**



**Εικόνα 3.11:**

**Πλάγια λήψη Ισοπεδωτή CAT 140 G  
Διακρίνεται η κεραία λήψης σημάτων  
του συστήματος ΔΚΜ**



**Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)**Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup> : Εργασία πεδίου και αποτίμηση αποτελεσμάτων

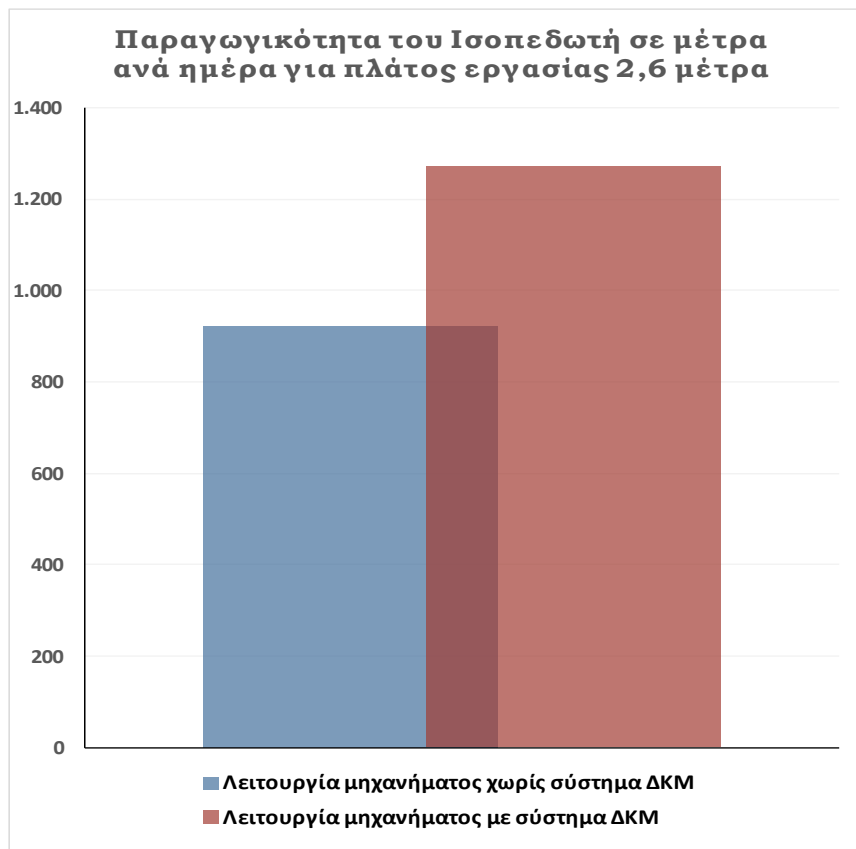
Σύμφωνα με τις μετρήσεις που έγιναν στο συγκεκριμένο εργοτάξιο και οι οποίες εμφανίζονται στον ακόλουθο **πίνακα 3.12**, η εγκατάσταση συστήματος **ΔΚΜ (machine control)** στον ισοπεδωτή αύξησε την παραγωγικότητά του κατά **38%** σε σύγκριση με το συμβατικό τρόπο εργασίας.

Είναι αυτονόητο πως μια τέτοια βελτίωση της παραγωγικότητας έχει καταλυτική σημασία στον χρονικό προγραμματισμό και στην διεκπεραίωση ενός έργου. Τα οικονομικά οφέλη της συγκεκριμένης διαδικασίας αναλύονται στο **κεφάλαιο 4** της παρούσας εργασίας.

Η δυσκολία στο παραπάνω έργο ήταν η πιστή υλοποίηση του επιθυμητού επιπέδου. Στα διαγράμματα που ακολουθούν (βλ **εικόνα 3.13**) απεικονίζεται πλήρως η αύξηση της παραγωγικότητας του ισοπεδωτή που επιτυγχάνεται με τη χρήση συστήματος ΔΚΜ.

**Πιν. 3.12: Μετρήσεις παραγωγικότητας ισοπεδωτή σε μέτρα μήκους για δεδομένο πλάτος μαχαιριού (2,6 μέτρα) ανά ημέρα.**

Τρόπος εργασίας	Αριθμός διελεύσεων	Παραγωγικότητα (m/ημέρα)
Λειτουργία μηχανήματος με συμβατικό τρόπο (χωρίς σύστημα ΔΚΜ)	5	923,00
Λειτουργία μηχανήματος με χρήση συστήματος ΔΚΜ	3	1.273,00
<b>Ποσοστιαία Αύξηση:</b>		<b>38%</b>

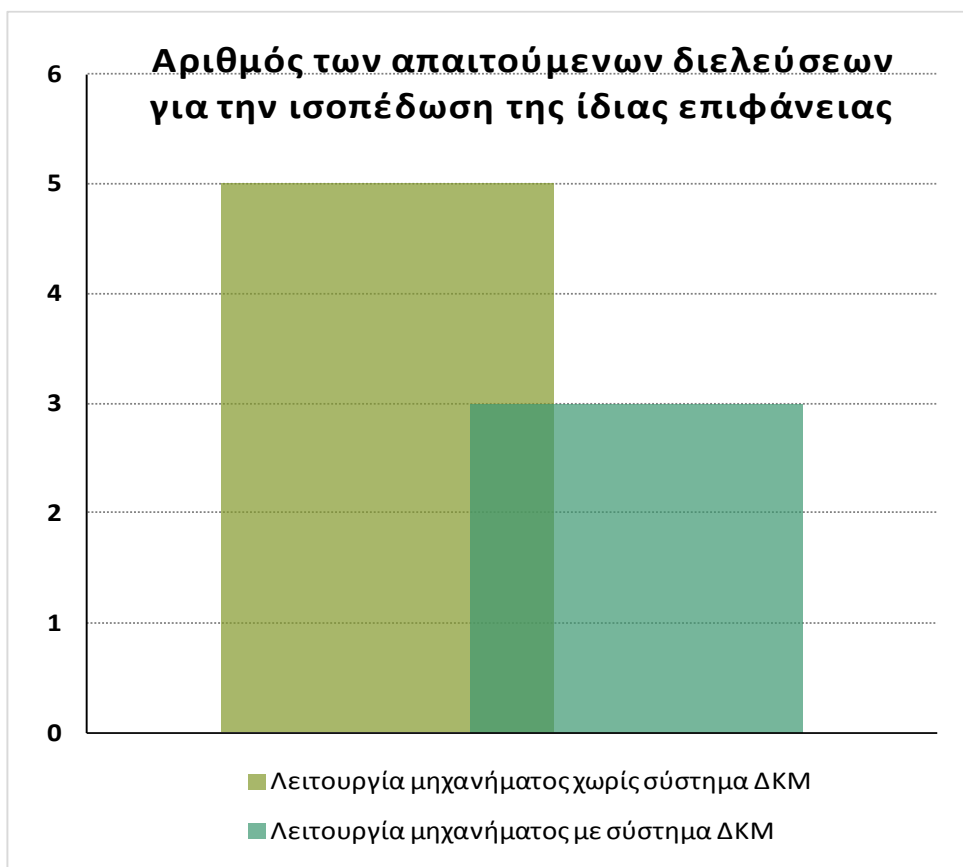


**Εικ. 3.13: Παραγωγικότητα ισοπεδωτή με και χωρίς σύστημα ΔΚΜ  
(Πηγή: Αναφορές χειριστών και Εργοταξιάρχη)**

Κατά γενικό τρόπο με βάση τα στοιχεία που δόθηκαν στο συγκεκριμένο εργοτάξιο, η ημερήσια απόδοση ενός ισοπεδωτή, **που λειτουργεί με έναν πεπειραμένο χειριστή αλλά χωρίς σύστημα ΔΚΜ**, δεν ξεπερνάει τα **1.000** μέτρα ημερησίως ισοπεδωμένου μήκους για το δεδομένο πλάτος μαχαιριού.

Η απόδοση αυτή βελτιώνεται κατά **38%** με την εφαρμογή συστήματος ΔΚΜ. Με το σύστημα αυτό η απόδοση του ισοπεδωτή με έναν **όχι και τόσο πεπειραμένο χειριστή** μπορεί να φτάσει και τα **1.380 μέτρα** μήκους ανά ημέρα.

Συνεπώς είναι προφανή τα πολλαπλά οφέλη από τη εφαρμογή της συγκεκριμένης τεχνολογίας.



**Εικ. 3.14: Αριθμός διελεύσεων ισοπεδωτή με και χωρίς σύστημα ΔΚΜ**  
**Πηγή: (Αναφορές χειριστών και Εργαταξίαρχη)**

Όπως γίνεται αντιληπτό από το παραπάνω διάγραμμα της **εικόνας 3.14**, με τον αποτελεσματικότερο χειρισμό του μηχανήματος ο εκάστοτε χειριστής μπορεί να ισοπεδώσει επιφάνεια με δύο λιγότερα περάσματα δηλαδή μείωση της τάξης του **40%**. Συνοψίζοντας τα παραπάνω οφέλη και σύμφωνα με τις εκτιμήσεις των μηχανικών του έργου έχουμε:

- Αύξηση παραγωγικότητας κατά **38%**
- Μείωση καυσίμων έως και κατά **50%**
- Μείωση περασμάτων κατά **40%**
- Λιγότερες απαιτήσεις ως προς τις ικανότητες του χειριστή
- Η φυσική φθορά (λόγω λειτουργίας ) του μηχανήματος μειώνεται κατά **30%** για μία δεδομένη παραγωγικότητα.

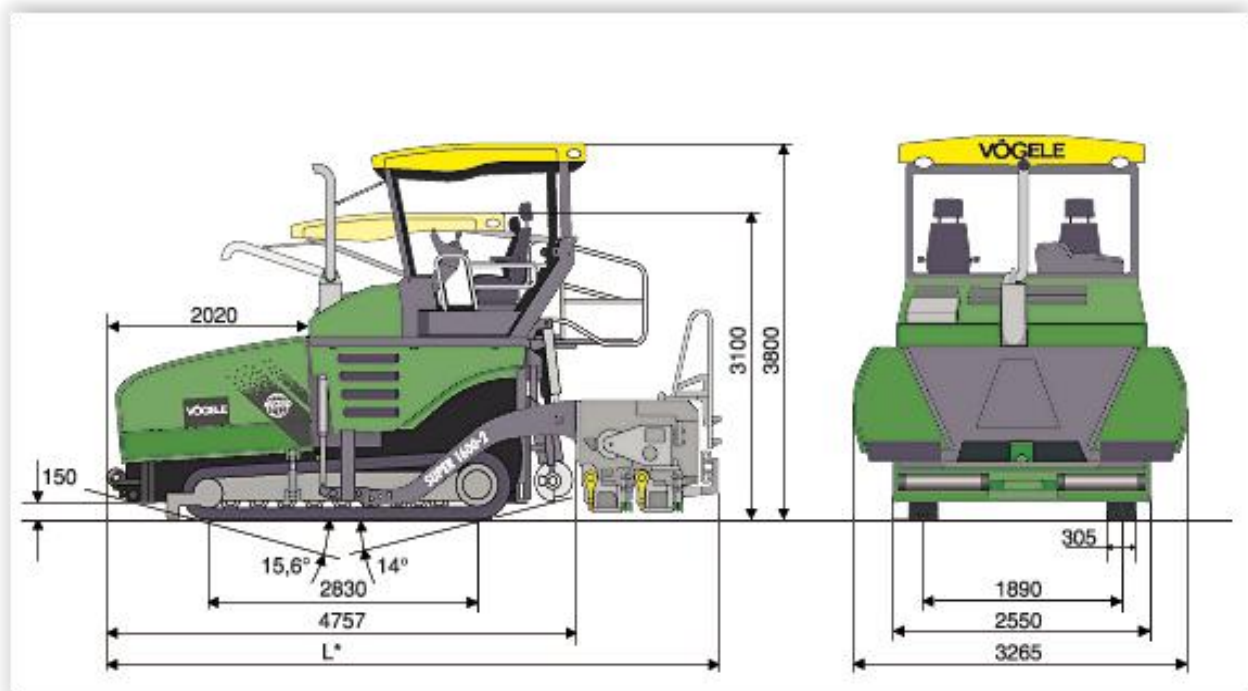


### 3.3 Αυτόματος έλεγχος και καθοδήγηση σε Διαστρωτήρα

Στην παράγραφο αυτή γίνεται εκτενής αναφορά για την συμβολή του συστήματος ΔΚΜ στη βελτίωση της παραγωγικότητας μηχανήματος διάστρωσης ασφαλτοσκυροδέματος. Πιο συγκεκριμένα οι παρατηρήσεις έγιναν σε μηχάνημα της εταιρείας **ΑΚΤΩΡ ΑΤΕ** στην περιοχή της **Στυλίδας** στο εργοτάξιο για την κατασκευή της νέας χάραξης του τμήματος αυτοκινητόδρομου «Παράκαμψη Στυλίδας».

Στη συνέχεια επισυνάπτονται οι **εικόνες 3.16 έως 3.20** για τη φάση της διάστρωσης του ασφαλτομίγματος και ακολουθεί λεπτομερής αναφορά ως προς τα στοιχεία παραγωγικότητας αυτής της εργασίας.

Ο διαστρωτήρας που χρησιμοποιήθηκε και εξετάστηκε ήταν ο **Voegele Super 1600**. Στην παρακάτω **εικόνα 3.15** φαίνονται οι διαστάσεις του μηχανήματος αυτού.



**Εικ. 3.15: Διαστάσεις Διαστρωτήρα που χρησιμοποιήθηκε**  
(Πηγή: <http://www.voegele.info/en/products>)



**Εικόνα 3.16:**  
**Διαστρωτήρας**  
**Voegele Super 1600**  
**με εγκατεστημένο**  
**σύστημα ΔΚΜ**  
**τύπου MOBA-MaticII)**



**Εικόνα 3.17:**  
**Διαδικασία τελικής διάστρωσης**  
**ασφαλτοσκυροδέματος με**  
**χρήση ράμματος καθοδήγησης**

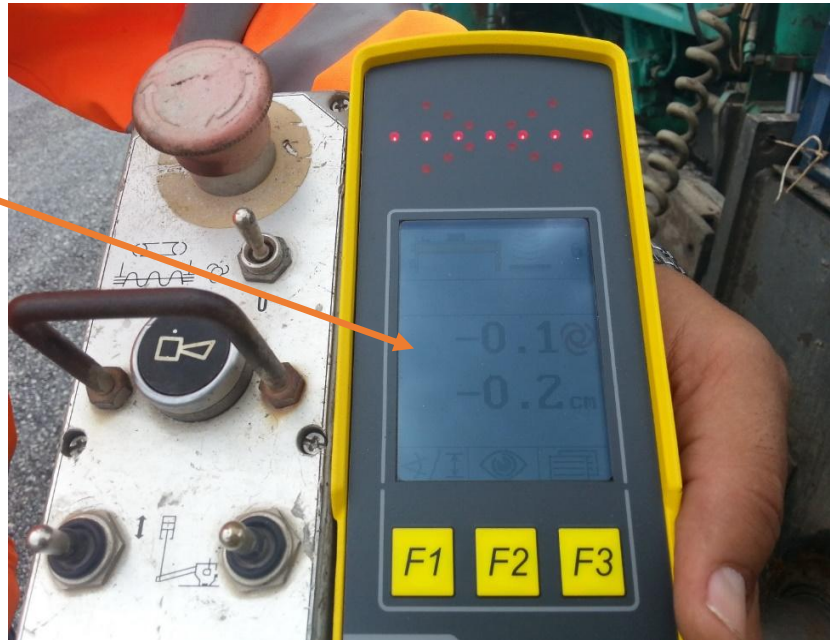


Ο αισθητήρας διαβάζει το επίπεδο αναφοράς (ράμμα) και μέσω του **Controller** δίνει σήμα στις υδραυλικές μπουκάλες του μηχανήματος να ανεβάσουν/κατεβάσουν την πλάκα όσο απαιτείται.

Ένα σετ αισθητήρα-controller εγκαθίσταται σε **κάθε** πλευρά του Finisher.

Εικόνα 3.18:

Έλεγχος υψομετρικής διαφοράς των άκρων ασφαλτόστρωσης



Εικόνα 3.19:

Έλεγχος πάχους στρώσης μέσω ράμματος με πασαλάκια



Για τον έλεγχο του πάχους της στρώσης κατά μήκος του δρόμου χρησιμοποιήθηκαν πασαλάκια ανα **10** μέτρα ώστε να συμφωνεί με τη μελέτη του δρόμου.

Το επιδιωκόμενο τελικό πάχος στρώσης ήταν **5,00** εκατοστά (μετά τη συμπίκνωση).

**Εικόνα 3.20:**  
**Συνεργείο υποστήριξης**  
**και εποπτείας**



Με την χρήση συστήματος ΔΚΜ το συνεργείο εποπτείας και υποστήριξης του μηχανήματος διάστρωσης περιορίζεται από **5** σε **3 άτομα**. Ο κύριος λόγος για την παραπάνω διαφορά οφείλεται στο γεγονός ότι πλέον η εποπτεία γίνεται μέσω της μεθόδου ΔΚΜ.

Όταν το μηχάνημα αυτό εργάζεται με το **συμβατικό τρόπο** (δηλ. χωρίς σύστημα ΔΚΜ), η ημερήσια απόδοσή του για **πλάτος οδού 6 μέτρων**, φτάνει τα **3,00 km** διαστρωμένης οδού, **ήτοι 18.000 m<sup>2</sup> διαστρωμένης επιφάνειας**. Αν γίνει αναγωγή αυτής της παραγωγικότητας στο πλάτος εργασίας του μηχανήματος (**3,0 m**) το ισοδύναμο μήκος λωρίδας που μπορεί να διαστρώνεται σε ημερήσια βάση (για πλάτος εργασίας 3,0 m) με το συμβατικό τρόπο ανέρχεται σε **6,0 km** (δηλαδή 18.000m<sup>2</sup>/3m) περίπου.



---

**Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)**

---

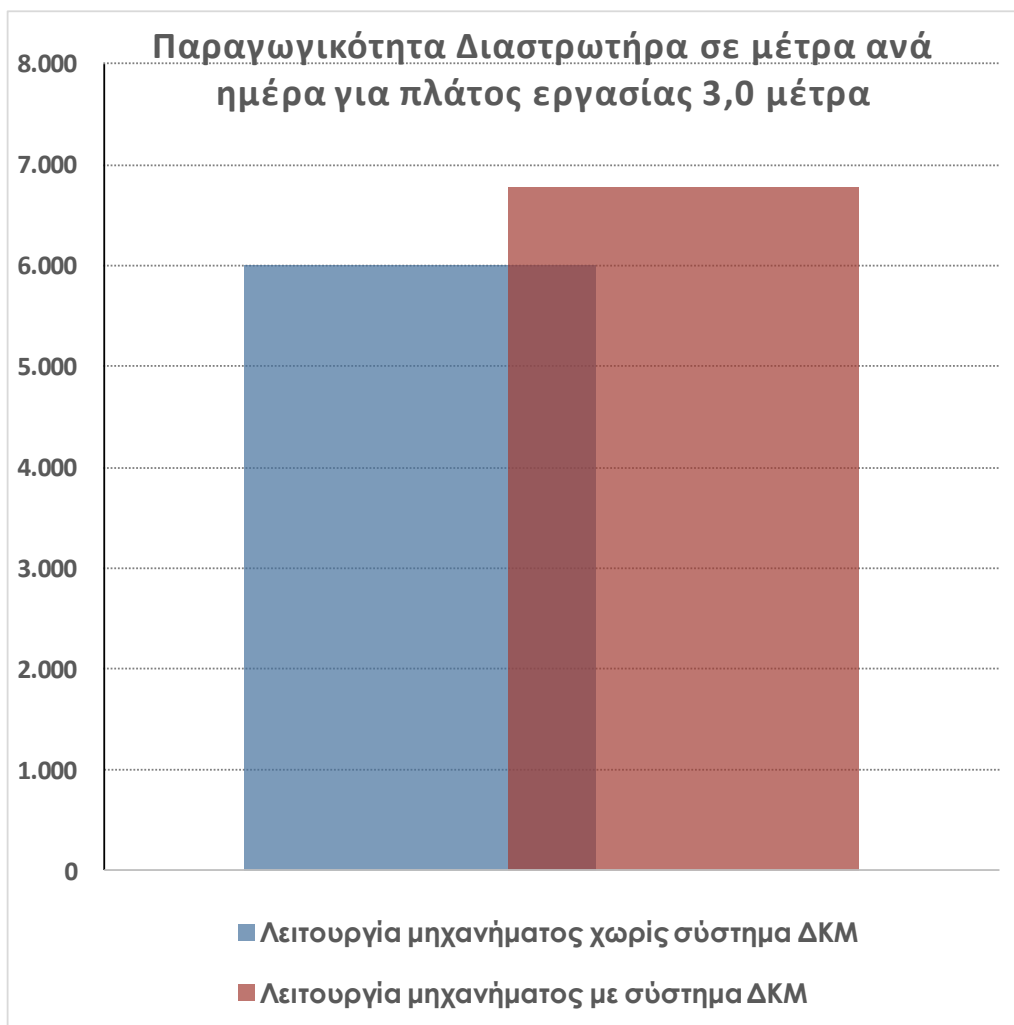
Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup> : Εργασία πεδίου και αποτίμηση αποτελεσμάτων

Όταν το μηχάνημα αυτό εργάζεται με την υποστήριξη συστήματος **ΔΚΜ**, η ημερήσια απόδοση του για **πλάτος οδού 6 μέτρων** ,φτάνει τα **3,39 km** διαστρωμένης οδού, **ήτοι 20.340 m<sup>2</sup> διαστρωμένης επιφάνειας**. Αν γίνει αναγωγή αυτής της παραγωγικότητας στο πλάτος εργασίας του μηχανήματος (**3,0 m**) το ισοδύναμο μήκος λωρίδας που μπορεί να διαστρώνεται σε ημερήσια βάση (για πλάτος εργασίας 3,0 m) με σύστημα ΔΚΜ ανέρχεται σε **6,8 km** (δηλαδή 20.340m<sup>2</sup>/3m) περίπου.

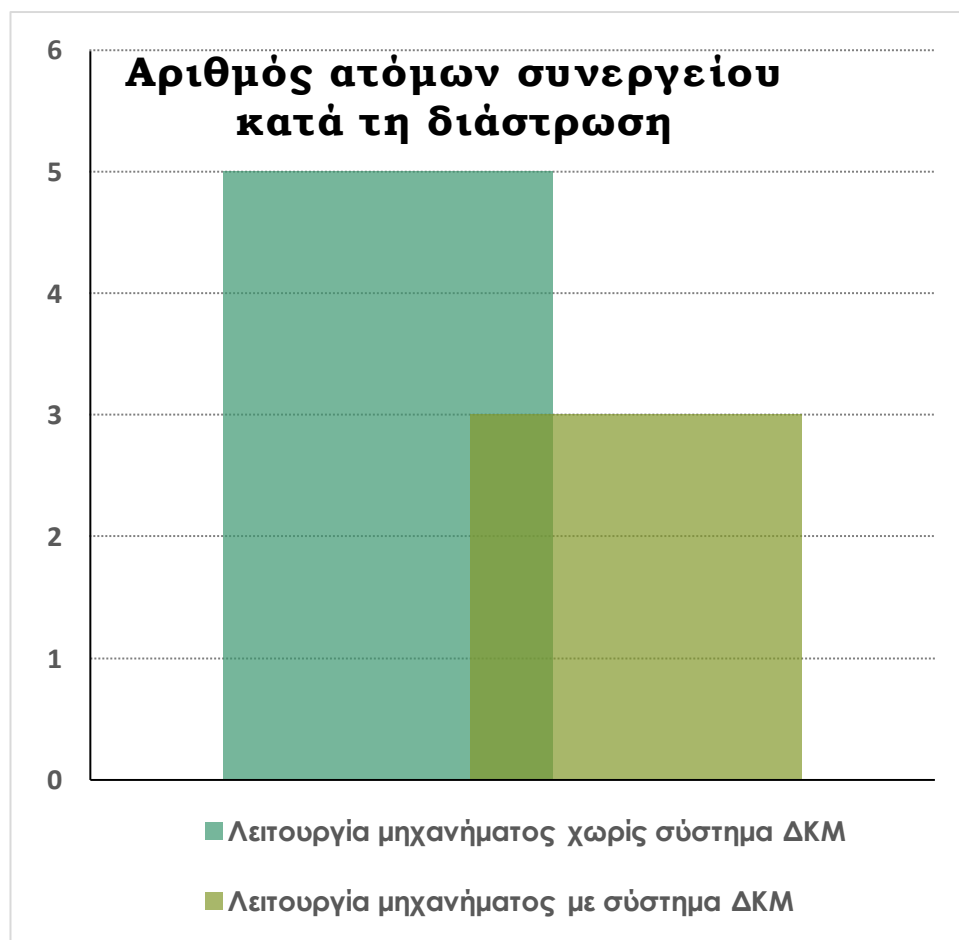
Στον **πίνακα 3.21** που ακολουθεί φαίνεται καθαρά **η συμβολή του συστήματος ΔΚΜ** στην αύξηση της παραγωγικότητας του μηχανήματος.

**Πιν. 3.21: Μετρήσεις παραγωγικότητας του διαστρωτήρα σε μέτρα διάστρωσης / ημέρα για πλάτος εργασίας 3 μέτρων:**

Τρόπος εργασίας	Παραγωγικότητα (m/ημέρα)
Λειτουργία μηχανήματος με συμβατικό τρόπο (χωρίς σύστημα ΔΚΜ)	6.000
Λειτουργία μηχανήματος με χρήση συστήματος ΔΚΜ	6.780
<b>Ποσοστιαία Αύξηση:</b>	<b>13%</b>



**Εικ. 3.22: Παραγωγικότητα διαστρωτήρα με και χωρίς σύστημα ΔΚΜ  
(Πηγή: Αναφορές χειριστών και Εργοταξιάρχη)**



*Εικ. 3.23: Συνεργείο υποστήριξης διαστρωτήρα με και χωρίς σύστημα ΔΚΜ  
(Πηγή: Αναφορές χειριστών και Εργοταξιάρχη)*

Τέλος αξίζει να αναφερθεί πως με τη χρήση συστήματος διαδιάστατης καθοδήγησης επιτυγχάνεται **καλύτερη χρήση του μηχανικού εξοπλισμού** με αποτέλεσμα να μειωθούν οι απώλειες υλικού, που εκτιμώνται – κατά μέσο όρο – σε 5mm πάχους της τελικής στρώσης, λόγω μικρότερων αποκλίσεων από την ερυθρά σχεδίασμού.

Συμπερασματικά τα πλεονεκτήματα του ΔΚΜ στις εργασίες ασφαλτόστρωσης μπορούν να συνοψιστούν ως εξής :

- Αύξηση Παραγωγικότητας κατά **13%**
- Μείωση απαιτούμενου προσωπικού κατά **2 άτομα**
- Εξοικονόμηση ασφαλτομίγματος πάχους 5 χιλιοστών σε όλο το μήκος του δρόμου



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ

### Σκοπός

Το κεφάλαιο περιέχει στοιχεία για την τεκμηρίωση του οικονομικού οφέλους που προκύπτει από την εφαρμογή συστημάτων της δορυφορικής καθοδήγησης μηχανημάτων (ΔΚΜ) στα τεχνικά έργα. Η ανάλυση γίνεται για κάθε ένα από τα μηχανήματα που μελετήθηκαν κατά την εργασία πεδίου που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας και με βάση τα στοιχεία που χορηγήθηκαν από τους υπεύθυνους των αντίστοιχων εργοταξίων, στα οποία χρησιμοποιήθηκαν μηχανήματα με εξοπλισμό καθοδήγησης της εταιρείας MOBACT.

### 4.1 Διερεύνηση ανταποδοτικότητας για την περίπτωση Ισοπεδωτή (Grader).

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μελέτη του οικονομικού οφέλους και της ανταποδοτικότητας (return of investment, ROI) της επένδυσης, για την εγκατάσταση του ειδικού εξοπλισμού ΔΚΜ σε Ισοπεδωτή (Grader). Εξετάζεται δηλαδή πώς η εφαρμογή της δορυφορικής καθοδήγησης μηχανημάτων στην περίπτωση ενός ισοπεδωτή, αποτιμάται και με οικονομικούς όρους, εκτός από την αύξηση της παραγωγικότητας, που εξετάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Οι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη για την εκτίμηση της ανταποδοτικότητας της επένδυσης στην περίπτωση ενός Ισοπεδωτή, είναι οι ακόλουθοι:

- Παραγωγικότητα ανά ημέρα (για δεδομένο πλάτους δρόμου και πλάτος μαχαιριού).
- Συνολικός αριθμός διελεύσεων (περάσματα) ανά ημέρα.
- Ωριαία δαπάνη λειτουργίας του μηχανήματος (χειριστής και καυσιμο-λιπαντικά).
- Κόστος εγκατάστασης του ειδικού εξοπλισμού ΔΚΜ στο μηχάνημα.
- Ποσότητα και αξία υλικού διάστρωσης, που εξοικονομείται.

Τα συγκριτικά στοιχεία κόστους και παραγωγικότητας του συγκεκριμένου μηχανήματος που εξετάστηκε, για εργασία με συμβατικό τρόπο (χωρίς σύστημα ΔΚΜ) και για εργασία με τεχνολογία ΔΚΜ, συνοψίζονται στον ακόλουθο **πίνακα 4.1**:

Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup> Οικονομικά οφέλη από τη χρήση συστημάτων ΔΚΜ

Παράμετροι	Συμβατική Μέθοδος	Σύστημα ΔΚΜ	Διαφορά
Παραγωγικότητα ανά ημέρα (m)	400	552	152
Περάσματα Grader	5	3	2
Κόστος Μηχανήματος ανά ημέρα (€)	400	400	0
Αύξηση Παραγωγικότητας			+38%
Κόστος ανά χιλιόμετρο(€)	1.000	724	
<b>Κέρδος ανά χιλιόμετρο (€)</b>			<b>276</b>

**Πίνακας 4.1: Συγκριτικά στοιχεία κόστους και παραγωγικότητας για εργασία του Ισοπεδωτή με και χωρίς διάταξη ΔΚΜ (Πηγή: στοιχεία εργοταξίου)**

Ο **πίνακας 4.1** συγκεντρώνει όλες τις παραμέτρους που αναφέρονται στο συγκεκριμένο μέτωπο εργασίας. Η παραγωγικότητα αφορά **σε διαστρωμένο μήκος δρόμου πλάτους 6,00m** και προσδιορίζεται με τον ακόλουθο τρόπο:

Για εργασία με το συμβατικό τρόπο:

Από τον **πίνακα 3.12** του κεφαλαίου 3 έχουμε ότι το συγκεκριμένο μηχάνημα με πλάτος μαχαριού 2,60m διαστρώνει, **με 5 διελεύσεις, 923,00m ανά ημέρα**, ήτοι  $923 \times 2,6 = \mathbf{2.400 \text{ m}^2/\text{ημέρα}}$ .

Η επιφάνεια αυτή στην περίπτωση δρόμου πλάτους 6,0m αντιστοιχεί σε ένα μήκος διαστρωμένου δρόμου ίσου με  $2.400 \text{ m}^2 / 6,00 \text{ m} = \mathbf{400 \text{ m}}$ .

Για εργασία με διάταξη ΔΚΜ:

Αντίστοιχα από τον **πίνακα 3.12** του κεφαλαίου 3 έχουμε ότι το συγκεκριμένο μηχάνημα με πλάτος μαχαριού 2,60m εφόσον είναι εξοπλισμένο με διάταξη ΔΚΜ μπορεί να διαστρώνει, **με 3 διελεύσεις, 1.273m ανά ημέρα**, ήτοι  $1.273 \times 2,6 = \mathbf{3.310 \text{ m}^2/\text{ημέρα}}$ .

Η επιφάνεια αυτή στην περίπτωση δρόμου πλάτους 6,0m, αντιστοιχεί σε ένα μήκος διαστρωμένου δρόμου ίσου με  $3.310 \text{ m}^2 / 6,00 \text{ m} = \mathbf{552 \text{ m}}$

Η ποσοστιαία αύξηση της παραγωγικότητας στην περίπτωση ΔΚΜ είναι:  $(\mathbf{552-400}) / \mathbf{400} = \mathbf{38\%}$ .

Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)

Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup> Οικονομικά οφέλη από τη χρήση συστημάτων ΔΚΜ

Η αύξηση της παραγωγικότητας, όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο οδήγησε σε μία σημαντική μείωση του κόστους της συγκεκριμένης εργασίας. Πιο συγκεκριμένα η παραγωγικότητα του ίδιου μηχανήματος με τον ίδιο χειριστή σημείωσε αύξηση της τάξης του **38%**, αριθμός που επηρεάζει σημαντικά το κόστος τους έργου.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του εργοταξίου, το κόστος λειτουργίας του μηχανήματος ανέρχεται στα **50€/ώρα (ή 50x8 = 400€/ημέρα)**, στο οποίο **δεν** περιλαμβάνει το κόστος εξυπηρέτησης κεφαλαίου και επισκευών του ισοπεδωτή, αλλά μόνο το κόστος του χειριστή και των καυσιμο-λιπαντικών.

Συνεπώς με βάση τα παραπάνω στοιχεία, το κόστος της εργασίας **ανά χιλιόμετρο δρόμου πλάτους 6,00m**, υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

Για εργασία με το συμβατικό τρόπο:

$$\text{Κόστος / χιλιόμετρο} = 1.000\text{m} \times \{(400\text{€/ημ}) \div (400\text{m/ημ})\} = \mathbf{1.000,00 \text{ €}}$$

Για εργασία με διάταξη ΔΚΜ:

$$\text{Κόστος / χιλιόμετρο} = 1.000\text{m} \times \{(400\text{€/ημ}) \div (552\text{m/ημ})\} = \mathbf{724,00 \text{ €}}$$

Κατά συνέπεια και μόνο λόγω αυξημένης παραγωγικότητας του μηχανήματος έχουμε:  
Κέρδος ανα χιλιόμετρο = 1000-724=**276,00 €**, στο μηχάνημα με σύστημα ΔΚΜ.

Είναι λοιπόν σαφές ότι και μόνο από την **αύξηση της παραγωγικότητας** του μηχανήματος με σύστημα δορυφορικής καθοδήγησης, σε κάθε χιλιόμετρο δρόμου που διαμορφώνεται σύμφωνα με τη μελέτη, εξοικονομούνται **276,0 €**.

Επί πλέον, από το υλικό που διαστρώνεται εξοικονομείται μία σημαντική ποσότητα λόγω της μεγαλύτερης ακρίβειας με την οποία εργάζεται ο ισοπεδωτής που είναι εξοπλισμένος με ΔΚΜ.

**Στον πίνακα 4.2** που ακολουθεί, φαίνεται το σημαντικό όφελος που προκύπτει από αυτήν την εξοικονόμηση υλικού.

---

**Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)**


---

Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup> Οικονομικά οφέλη από τη χρήση συστημάτων ΔΚΜ

Παράμετροι	Συμβατική Μέθοδος	Σύστημα ΔΚΜ
Απαιτούμενο πάχος στρώσης (m)	0,30m	0,30m
Μήκος Γηπέδου (m)	50m	50m
Πλάτος Γηπέδου (m)	100m	100m
Πάχος υλικού που εξοικονομείται (cm)		1,5cm
Τιμή μονάδος υλικού διάστρωσης (€/t)	18,5 €/t	18,5 €/t
<b>Οικονομικό όφελος, λόγω εξοικονόμησης υλικού, στη συνολική επιφάνεια του Γηπέδου:</b>		<b>2.608 €</b>

**Πίνακας 4.2: Οικονομικό όφελος ανά χιλιόμετρο από την εξοικονόμηση υλικού**

Σύμφωνα με τις αναφορές των χειριστών, η καθοδήγηση του μηχανήματος μέσω του συστήματος ΔΚΜ συνέβαλε στην βέλτιστη διάστρωση και εναπόθεση του υλικού διάστρωσης εξοικονομώντας **1,5cm** πάχους στρώσης σε όλη τη διαστρωνόμενη επιφάνεια του γηπέδου. Όπως φαίνεται στη συνέχεια η εξοικονόμηση αυτού του υλικού είναι πολύ σημαντική.

Από τις διαστάσεις του γηπέδου που διαμορφώθηκε, υπολογίζεται ο συνολικός όγκος του υλικού που εξοικονομήθηκε:

**Όγκος υλικού που εξοικονομείται = 50m x 100m x 0,015m = 75,0m<sup>3</sup>.**

Γνωρίζοντας το ειδικό βάρος και την τιμή του υλικού (1,88 t/m<sup>3</sup> και 18,5 €/t) υπολογίζεται το συνολικό βάρος και η αξία του υλικού που εξοικονομείται:

**Βάρος υλικού που εξοικονομείται = 75,0m<sup>3</sup> x 1,88 t/m<sup>3</sup> = 141,0 τόνοι υλικού**

**Αξία υλικού που εξοικονομείται = 141,0 t x 18,5 €/t = 2.608,0 €**

Η επιφάνεια του γηπέδου που διαστρώθηκε (50,0m x 100,0m = 5.000m<sup>2</sup>) ισοδυναμεί με δρόμο πλάτους 6,00 και μήκους 5.000m<sup>2</sup> / 6,00m = 833,0m ή **0,833km**.

Κατά συνέπεια στην περίπτωση μηχανήματος με σύστημα ΔΚΜ, η αξία του υλικού διάστρωσης που εξοικονομείται **ανά χιλιόμετρο δρόμου πλάτους 6,00m** είναι:

**Οικονομία υλικού / km = 2.608,0 € / 0,833 km = 3.217,0 €/km**

---

Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)

---

Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup> Οικονομικά οφέλη από τη χρήση συστημάτων ΔΚΜ

Συνοψίζοντας τα παραπάνω οφέλη που προκύπτουν ανά km, ήτοι:

α) Λόγω αυξημένης παραγωγικότητας = **276,0 €/km**

και

β) Λόγω εξοικονόμησης υλικού διάστρωσης = **3.217,0 €/km**

Το συνολικό οικονομικό όφελος **ανά χιλιόμετρο** που προκύπτει στην περίπτωση χρήσης Ισοπεδωτή με τη συγκεκριμένη διάταξη ΔΚΜ (2D) που εφαρμόστηκε στο προαναφερόμενο έργο, ανέρχεται στο ποσό των:

**Συνολικό οικονομικό όφελος = 3.217,00€ + 276,0€ = 3.493,0 €/km**

Σύμφωνα με τα στοιχεία που χορηγήθηκαν από την MOBACT, το κόστος της επένδυσης για την εγκατάσταση του συγκεκριμένου συστήματος **2D - MOBA GS** στον Ισοπεδωτή, ανέρχεται στον ποσό των **18.500 €**.

Από τα παραπάνω στοιχεία προκύπτει ότι η απόσβεση της αρχικής επένδυσης για την εγκατάσταση συστήματος ΔΚΜ (2D) στον Ισοπεδωτή, πραγματοποιείται στα **πρώτα ≈5,3km** εργασίας του Ισοπεδωτή σε επαρχιακό δρόμο πλάτους 6,00m (**18.500€ ÷ 3.493€/km = 5,296km**).

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε πως η απόσβεση του κόστους εγκατάστασης του εξοπλισμού ΔΚΜ γίνεται σχετικά σύντομα, γεγονός που καθιστά την χρήση του εξοπλισμού δορυφορικής καθοδήγησης απολύτως συμφέρουσα.

Στη συνέχεια του κεφαλαίου αυτού (βλ. ενότητα 4.2) ακολουθεί αντίστοιχη λεπτομερής αναφορά για τον Διαστρωτήρα ασφαλτοσκυροδέματος.



## 4.2 Διερεύνηση ανταποδοτικότητας για την περίπτωση Διαστρωτήρα (Finisher)

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μελέτη του οικονομικού οφέλους και της ανταποδοτικότητας (return of investment, ROI) της επένδυσης, στην περίπτωση εγκατάστασης συστήματος ΔΚΜ σε Διαστρωτήρα (Finisher). Εξετάζεται δηλαδή πώς η εφαρμογή της δορυφορικής καθοδήγησης μηχανημάτων στην περίπτωση ενός διαστρωτήρα ασφαλτοσκυροδέματος αποτιμάται και με οικονομικούς όρους, εκτός από την αύξηση της παραγωγικότητας, που εξετάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο 3.

Οι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη για την εκτίμηση της ανταποδοτικότητας της επένδυσης στην περίπτωση ενός Διαστρωτήρα, είναι οι ακόλουθοι:

- Παραγωγικότητα ανά ημέρα (για δεδομένο πλάτους δρόμου – **6,0m** – και το πλάτος εργασίας του μηχανήματος – **3,0m**).
- Ημερήσια δαπάνη της ομάδας υποστήριξης του μηχανήματος (χειριστής και εποπτικό προσωπικό).
- Κόστος εγκατάστασης του ειδικού εξοπλισμού ΔΚΜ (2D) στο μηχανήμα.
- Ποσότητα και αξία υλικού που εξοικονομείται.
- Ποσότητα και αξία καυσίμων που εξοικονομούνται.

Τα συγκριτικά στοιχεία κόστους και παραγωγικότητας του συγκεκριμένου μηχανήματος που εξετάστηκε, για εργασία με συμβατικό τρόπο (χωρίς σύστημα ΔΚΜ) και για εργασία με σύστημα ΔΚΜ, συνοψίζονται στον ακόλουθο **πίνακα 4.3**:

Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup> Οικονομικά οφέλη από τη χρήση συστημάτων ΔΚΜ

Παράμετροι	Συμβατική Μέθοδος	Σύστημα ΔΚΜ	Διαφορά
Παραγωγικότητα ανά ημέρα για δρόμο πλάτους 6,0m (m/ημ)	3.000m	3.390m	390m
Ημερομίσθιο χειριστή μηχανήματος (€/ημ)	122 €/ημ	122 €/ημ	0
Ημερομίσθιο προσωπικού του συνεργείου εποπτείας (€/ημ)	50 €/ημ	50 €/ημ	0
Σύνθεση Ομάδας Εργασίας	1 χειριστής και 4 άτομα συνεργείο εποπτείας	1 χειριστής και 2 άτομα συνεργείο εποπτείας	2
Κατανάλωση Πετρελαίου(l/h)	12 (l/h)	12 (l/h)	
Κόστος καυσίμων (€/l)	1,2 €/l	1,2 €/l	
Αύξηση Παραγωγικότητας			+13%
Κόστος ανά χιλιόμετρο(€)	145,00 €	99 €	46
<b>Κέρδος ανά χιλιόμετρο (€)</b>			<b>46</b>

**Πίνακας 4.3: Συγκριτικά στοιχεία κόστους και παραγωγικότητας για εργασία του Διαστρωτήρα με και χωρίς ΔΚΜ (πηγή: στοιχεία εργοταξίου)**

Ο **πίνακας 4.3** συγκεντρώνει όλες τις παραμέτρους που αναφέρονται στο συγκεκριμένο μέτωπο εργασίας. Η παραγωγικότητα αφορά **σε διαστρωμένο ασφαλτοτάπητα σε δρόμο πλάτους 6,0m** και προσδιορίζεται με τον ακόλουθο τρόπο:

Για εργασία με το συμβατικό τρόπο:

Από τον **πίνακα 3.21** του κεφαλαίου 3 έχουμε ότι το συγκεκριμένο μηχάνημα (διαστρωτήρας) με πλάτος εργασίας **3,0m** διαστρώνει **6.000m ανά ημέρα**, ήτοι  **$6.000 \times 3 = 18.000 \text{ m}^2/\text{ημέρα}$** .

Η επιφάνεια αυτή στην περίπτωση δρόμου πλάτους **6,0m** (δηλαδή το πλάτος του εξεταζόμενου δρόμου) αντιστοιχεί σε ένα μήκος διαστρωμένου δρόμου ίσου με  **$18.000 \text{ m}^2 / 6,00 \text{ m} = 3.000 \text{ m}$**

---

**Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)**

---

Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup> Οικονομικά οφέλη από τη χρήση συστημάτων ΔΚΜΓια εργασία με διάταξη ΔΚΜ:

Αντίστοιχα από τον **πίνακα 3.21** του κεφαλαίου 3 έχουμε ότι το συγκεκριμένο μηχάνημα με πλάτος εργασίας **3,0m**, εφόσον είναι εξοπλισμένο με διάταξη ΔΚΜ μπορεί να διαστρώνει **6.780 m** ανά ημέρα, ήτοι  **$6.780 \times 3 = 20.340 \text{m}^2 / \text{ημέρα}$** .

Η επιφάνεια αυτή στην περίπτωση δρόμου πλάτους **6,0m**, αντιστοιχεί σε ένα μήκος διαστρωμένου δρόμου ίσου με  **$20.340 \text{m}^2 / 6,00 \text{m} = 3.390 \text{m}$**

Η ποσοστιαία αύξηση της παραγωγικότητας είναι:  **$390 / 3000 = 13\%$**

Η αύξηση της παραγωγικότητας, όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο οδήγησε σε μία σημαντική μείωση του κόστους της συγκεκριμένης εργασίας. Πιο συγκεκριμένα η παραγωγικότητα του ίδιου μηχανήματος με τον ίδιο χειριστή σημείωσε αύξηση της τάξης του **13%**, αριθμός που επηρεάζει σημαντικά το κόστος τους έργου.

Σημαντικό στοιχείο στην περίπτωση Διαστρωτήρα με διάταξη ΔΚΜ είναι ότι ταυτόχρονα περιορίζεται και το συνεργείο εποπτείας, διότι τον έλεγχο πλέον τον έχει το δορυφορικό σύστημα καθοδήγησης.

Συνεπώς με βάση τα στοιχεία του **πίνακα 4.3** το κόστος της εργασίας **ανά χιλιόμετρο δρόμου πλάτους 6,00m**, υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

Για εργασία με το συμβατικό τρόπο:

Ημερήσια δαπάνη Προσωπικού = Χειριστής + Συνεργείο Εποπτείας =  
=  $122\text{€}/\text{ημ} + 4 \times 50\text{€}/\text{ημ} = \mathbf{322,00 \text{€}/\text{ημ}}$

Ημερήσια δαπάνη Καυσίμου =  $12 \text{ l/h} \times 1,2 \text{ €/l} \times 8 \text{ h/ημ} = \mathbf{115,20 \text{€}/\text{ημ}}$

Άρα το ημερήσιο κόστος είναι =  $322,0 + 115,2 = \mathbf{437,00 \text{€}/\text{ημ}}$

Και το

**Κόστος/χιλιόμετρο δρόμου =  $1.000\text{m} \times \{(437\text{€}/\text{ημ}) \div (3.000\text{m}/\text{ημ})\} = 145,0\text{€}$**

Για εργασία με διάταξη ΔΚΜ:

Για μηχάνημα με διάταξη ΔΚΜ το ημερήσιο κόστος είναι 100€ λιγότερο λόγω της μείωσης του συνεργείου εποπτείας κατά 2 άτομα, ήτοι  $2 \times 50 = 100\text{€}$ .

Άρα το ημερήσιο κόστος του μηχανήματος είναι **337,00 €/ημ** και το

**Κόστος/χιλιόμετρο δρόμου =  $1.000\text{m} \times \{(337\text{€}/\text{ημ}) \div (3.390/\text{ημ})\} = 99,00\text{€}$**

Κατά συνέπεια και μόνο λόγω αυξημένης παραγωγικότητας του μηχανήματος με διάταξη ΔΚΜ έχουμε κέρδος ανά χιλιόμετρο =  $145 - 99 = \mathbf{46,00 \text{€}/\text{km}}$ .

Η χρήση του Διαδικτύου και των Δορυφορικών Συστημάτων Πλοήγησης στη Διεύθυνση Εργοταξίων  
(Site Management through cloud computing and GNSS)Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup> Οικονομικά οφέλη από τη χρήση συστημάτων ΔΚΜ

Είναι λοιπόν σαφές ότι και μόνο από την **αύξηση της παραγωγικότητας** του μηχανήματος με σύστημα δορυφορικής καθοδήγησης, σε κάθε χιλιόμετρο δρόμου που διαστρώνεται, εξοικονομούνται **46,00 €**.

Επί πλέον, από το ασφαλικό υλικό που διαστρώνεται, εξοικονομείται μία σημαντική ποσότητα λόγω της μεγαλύτερης ακρίβειας με την οποία εργάζεται ο Διαστρωτήρας όταν είναι εξοπλισμένος με διάταξη ΔΚΜ, επειδή δεν αποκλίνει καθόλου από την ερυθρά σχεδιασμού.

Στον **πίνακα 4.4** που ακολουθεί, φαίνεται το σημαντικό όφελος που προκύπτει από αυτήν την εξοικονόμηση υλικού.

Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο, το απαιτούμενο συμπυκνωμένο πάχος της ασφαλικής στρώσης σε όλο το μήκος του δρόμου ανέρχεται σε **5,0cm**. Το εξεταζόμενο τμήμα δρόμου έχει μήκος **1,0 km**.

Παράμετροι	Συμβατική Μέθοδος	Σύστημα ΔΚΜ	Διαφορά
Πάχος ασφαλικής στρώσης μετά τη συμπύκνωση (cm)	5 cm	5 cm	-
Μήκος εξεταζόμενου τμήματος (m)	1000 m	1000 m	-
Πλάτος εξεταζόμενου τμήματος (m)	6 m	6 m	-
Πάχος ασφαλτοσκυροδέματος που εξοικονομείται (mm)	0	5mm	5 mm
Όγκος υλικού που εξοικονομείται (m <sup>3</sup> )	0	30 m <sup>3</sup>	30 m <sup>3</sup>
Ειδικό βάρος ασφαλτοσκυροδέματος (t/m <sup>3</sup> )	2,4 t/m <sup>3</sup>	2,4 t/m <sup>3</sup>	
Βάρος υλικού που εξοικονομείται (t)		72 t	72 t
Τιμή μονάδος ασφαλτοσκυροδέματος (€/t)	48 €/t	48 €/t	
Οικονομικό όφελος, λόγω εξοικονόμησης υλικού, στο συνολικό μήκος δρόμου:			3.456 €

**Πίνακας 4.4: Οικονομικό όφελος ανά χιλιόμετρο από την εξοικονόμηση υλικού**

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία το συνολικό οικονομικό όφελος ανά χιλιόμετρο που προκύπτει στην περίπτωση Διαστρωτήρα εξοπλισμένου με τη διάταξη ΔΚΜ (2D), που εφαρμόστηκε στο προαναφερόμενο έργο, ανέρχεται στο ποσό των:

**Συνολικό οικονομικό όφελος = 3.456,00€ +46,0€ = 3.502,0 €/km**

Σύμφωνα με τα στοιχεία που χορηγήθηκαν από την ΜΟΒΑCT, το κόστος της επένδυσης για την εγκατάσταση συστήματος ΔΚΜ (2D) στον Διαστρωτήρα, ανέρχεται στον ποσό των **13.500 €**.

Από τα παραπάνω στοιχεία προκύπτει ότι η απόσβεση της αρχικής επένδυσης για την εγκατάσταση συστήματος ΜΟΒΑ-MaticII στον Διαστρωτήρα, πραγματοποιείται στα **πρώτα ≈4,0km** εργασίας του Διαστρωτήρα σε δρόμο πλάτους **6,00m (13.500 € ÷ 3.502€/km = 3,855km)**.

Το μήκος αυτό είναι το ίδιο περίπου με αυτό που απαιτείται για να αποσβεστεί το κόστος εγκατάστασης συστήματος ΔΚΜ (2D) στον Ισοπεδωτή.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε πως η απόσβεση του κόστους εγκατάστασης του εξοπλισμού ΔΚΜ σε έναν Διαστρωτήρα γίνεται σχετικά σύντομα, γεγονός που καθιστά την χρήση του εξοπλισμού δορυφορικής καθοδήγησης και σε αυτήν την περίπτωση απολύτως συμφέρουσα.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

### Σκοπός:

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται συνοπτική καταγραφή κάποιων συμπερασμάτων που προέκυψαν από την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας και ακολουθούν κάποιες προτάσεις σχετικά με την προώθηση των σύγχρονων μεθόδων διαχείρισης των μηχανημάτων τεχνικών έργων με τη χρήση της τεχνολογίας GNSS στα εργοτάξια και με την κατάλληλη εκπαίδευση των «διαχειριστών» του μηχανικού εξοπλισμού που απασχολείται στα τεχνικά έργα και των χειριστών των μηχανημάτων.

### 5.1 Συμπεράσματα

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να παρουσιάσει την τεχνολογία και τη χρήση του διαδικτύου και των δορυφορικών συστημάτων στον έλεγχο και την παρακολούθηση της εκτέλεσης χωματουργικών έργων, να αναδείξει τη συμβολή αυτής της τεχνολογίας στην εποπτεία και τον έλεγχο των εκτελούμενων εργασιών και του απασχολούμενου μηχανικού εξοπλισμού, και τέλος να καταδείξει τη συμβολή των συστημάτων ΔΚΜ στην εξοικονόμηση πόρων και στην αύξηση της παραγωγικότητας.

Η διαδικτυακή έρευνα που πραγματοποιήθηκε στους ελληνικούς αλλά και στους διεθνείς ιστότοπους κάλυψε σε μεγάλο βαθμό την κατάσταση που επικρατεί παγκοσμίως όσον αφορά στη χρήση συστημάτων ΔΚΜ στη διεύθυνση εργοταξίων.

Πράγματι το διαδίκτυο και τα δορυφορικά συστήματα είναι ευρέως διαδομένα στην υπηρεσία της διεύθυνσης εργοταξίων παγκοσμίως αλλά και στην Ελλάδα σε πιο μικρή κλίμακα. Εταιρείες όπως η CAT, η TRIMBLE, η Volvo, η Leica, η KOMATSU κ.α παρέχουν υπηρεσίες καθώς επίσης και εξοπλισμό ΔΚΜ υψηλών προδιαγραφών και τυγχάνουν ευρείας αναγνώρισης.

Η εργασία πεδίου η οποία πραγματοποιήθηκε σε εργοτάξια στην περιοχή της Κορίνθου και της Στυλίδας μας έδωσε μια εικόνα για την κατάσταση που επικρατεί στην Ελλάδα στον τομέα της δορυφορικής καθοδήγησης μηχανημάτων (ΔΚΜ), στα τεχνικά έργα.

Συνοπτικά η εργασία πεδίου μας οδήγησε στα παρακάτω συμπεράσματα:

Πλεονεκτήματα εφαρμογής συστήματος ΔΚΜ σε Ισοπεδωτή:

- αύξηση της παραγωγικότητας κατά 38%
- μείωση των διελεύσεων κατά 40%
- μείωση του χρόνου ολοκλήρωσης ενός έργου
- μείωση των απαιτήσεων για τις ικανότητες του χειριστή
- μείωση της φθοράς του μηχανήματος
- μείωση του κόστους της εργασίας

Πλεονεκτήματα εφαρμογής συστήματος ΔΚΜ σε Διαστρωτήρα:

- αύξηση της παραγωγικότητας κατά 13%
- μείωση του χρόνου ολοκλήρωσης ενός έργου
- μείωση των απαιτήσεων για τις ικανότητες του χειριστή
- μείωση των απαιτούμενων ατόμων για το συνεργείο εποπτείας
- μείωσης της φθοράς του μηχανήματος
- μείωση του κόστους της εργασίας

Τα παραπάνω πλεονεκτήματα δεν μπορούν παρά να γίνονται κίνητρο για τον εκάστοτε Ανάδοχο Έργου για την εφαρμογή της μεθόδου του ΔΚΜ σε έργα μηχανικού. Τα οικονομικά οφέλη, όπως προαναφέρθηκε στο κεφάλαιο 4, οδηγούν στην απόσβεση του εγκατεστημένου εξοπλισμού σε πολύ σύντομο χρόνο απασχόλησης του μηχανήματος.

Τέλος πρέπει να αναφερθεί πως οι επίσημοι αντιπρόσωποι των συστημάτων αυτών στην Ελλάδα, όπως π.χ. επίσημος αντιπρόσωπος της MOBA στην Ελλάδα, αναλαμβάνουν και την εκπαίδευση των χειριστών των μηχανημάτων στη χρήση του ειδικού εξοπλισμού ΔΚΜ σε κάθε έργο, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η αξιοποίηση στο μέγιστο βαθμό του εξοπλισμού αυτού.

## 5.2 Προτάσεις

### 5.2.1 Προώθηση τεχνολογίας GNSS στα εργοτάξια

Από την παρούσα διπλωματική επιβεβαιώθηκαν τα πλεονεκτήματα που έχει η εφαρμογή συστημάτων ΔΚΜ στα εργοτάξια τεχνικών έργων και το γεγονός ότι η σχετική επένδυση είναι μικρή και μπορεί εύκολα να αποσβεστεί από τις εξοικονομήσεις που πραγματοποιούνται, ενώ παράλληλα με την «προστιθέμενη ευφυΐα» στα μηχανήματα διασφαλίζεται και η απαιτούμενη ποιότητα της εκτελούμενης εργασίας, χωρίς πρόσθετες απαιτήσεις για τον χειριστή του μηχανήματος.

Κατά συνέπεια η παραπάνω τεχνολογία είναι πλέον σήμερα ώριμη και μπορεί και πρέπει να υιοθετηθεί ως βασικός εξοπλισμός των δομικών μηχανών και ως πάγια λειτουργία στα σύγχρονα εργοτάξια τεχνικών έργων. Με αυτόν τον τρόπο τόσο ο διευθυντής του εργοταξίου όσο και διαχειριστής μηχανικού εξοπλισμού του έργου θα μπορούν να έχουν πλήρη και άμεση εποπτεία – σε πραγματικό χρόνο - των εκτελουμένων εργασιών και της απασχόλησης του μηχανικού εξοπλισμού.

Ειδικά στην περίπτωση των δημοσίων έργων υποδομής (οδοποιίες, λιμενικά, σιδηροδρομικά έργα, κλπ), η υποχρέωση απασχόλησης μηχανημάτων έργου και οχημάτων εξοπλισμένων με συστήματα ΔΚΜ, θεωρούμε ότι μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην έγκαιρη και άρτια εκτέλεση των εργασιών και στη μείωση του κόστους.

Για το σκοπό αυτό θα μπορούσαν να θεσμοθετηθούν, ενδεικτικά, οι ακόλουθες πρακτικές:

- Να καθιερωθεί η υποχρέωση, για λόγους ποιότητας και ταχύτητας εργασιών, όλα τα μηχανήματα π.χ. χωματουργικών εργασιών να είναι εξοπλισμένα με συστήματα ΔΚΜ και τηλεματικής.
- Οι εργοληπτικές επιχειρήσεις που εκτελούν δημόσια έργα υποδομής (οδοποιίες, λιμενικά, σιδηροδρομικά έργα, κλπ) να έχουν στο μόνιμο προσωπικό τους πιστοποιημένο «**διαχειριστή μηχανημάτων έργου**» σύμφωνα με τα αναφερόμενα στην παρ. 5.2.2 στη συνέχεια.
- Η εγκατάσταση των συστημάτων ΔΚΜ στα μηχανήματα να γίνεται από εξειδικευμένους τεχνικούς με την επίσημη εγγύηση των οίκων, ενώ η βαθμονόμησή τους και ο περιοδικός τους έλεγχος να γίνεται υποχρεωτικά και από ανεξάρτητους φορείς τεχνικού ελέγχου.

Σημειώνεται ότι οι επίσημοι αντιπρόσωποι των συστημάτων αυτών έχουν κάθε ενδιαφέρον από τη μεριά τους, να προωθήσουν αυτές τις τεχνολογίες παρέχοντας κάθε σχετική υποστήριξη.

### 5.2.2 Εκπαίδευση και Πιστοποίηση των διαχειριστών μηχανημάτων έργου και των χειριστών

Σε διάφορες χώρες ανά τον κόσμο (π.χ Αμερική, Αυστραλία, Μ.Βρετανία,κ.α.) προβλέπεται ειδική επαγγελματική κατάρτιση και πιστοποίηση επάρκειας για τους «**διαχειριστές μηχανημάτων έργου**». Η κατάρτιση αυτή εκτός από την εκμάθηση των σχετικών λογισμικών που αναφέρεται στο κεφάλαιο 2 και τη χρήση του σχετικού εξοπλισμού, παρέχουν και εξειδικευμένες τεχνοοικονομικές γνώσεις για τη διαχειριστική υποστήριξη του μηχανικού εξοπλισμού των τεχνικών εταιρειών.

Για παράδειγμα αναφέρεται μία από τις πιστοποιήσεις που παρέχεται στις ΗΠΑ και στον Καναδά λέγεται **CEFM (CERTIFIED FLEET MANAGER)**, παρέχεται από τον οργανισμό **NAFA (National Fleet Management Association)** και είναι 3ετούς διάρκειας.

Το πιστοποιητικό αυτό ουσιαστικά δίνει όλα τα απαραίτητα εργαλεία στον διαχειριστή στόλου έτσι ώστε ο στόλος οχημάτων ή μηχανημάτων να αξιοποιείται κατά τον καλύτερο τρόπο. Το λογότυπο του πιστοποιητικού αυτού φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (**εικόνα 5.1**).



**Εικόνα 5.1 Πιστοποιητικό διαχειριστή στόλου**

(Πηγή: <http://www.fleetcertification.org/individual-certification/cafm-program/> )

Το πιστοποιητικό αυτό προσφέρει όλες τις βασικές γνώσεις, τις οποίες χρειάζεται ο διαχειριστής στόλου (fleet manager). Πιο συγκεκριμένα παρέχει γνώσεις στους εξής τομείς:

- Διαχείριση πληροφοριών (information management)
- Οικονομική διαχείριση (financial management)
- Διαχείριση καυσίμων οχημάτων (vehicle fuel management)
- Διαχείριση κρίσεων (risk management)
- Διαχείριση συντήρησης οχημάτων (maintenance management)

Αντίστοιχο πιστοποιητικό παρέχεται από το Ινστιτούτο δημοσίων έργων της Αυστραλίας **IPWEA**. Παρατίθεται σχετικό ενημερωτικό υλικό



## IPWEA Fleet Management Certificate



Self Study. Distance Learning. Supported by Live Online Training. Assessment.

For more information visit [www.ipwea.org.au/FMC](http://www.ipwea.org.au/FMC)



Unit Title	Overview
1 Utilisation	The key to procurement and management of the plant & vehicle fleet
2 Whole of life Costs	Knowing the whole of life cost and expected utilisation provides charge out rates that recover the full cost of owning & operating the item
3 Tendering	Preparing the specification and assessing tenders through a weighted analysis aimed at delivering a best value outcome
4 Maintenance	Best practice maintenance includes scheduling services, assessing the reason for failures and maintenance chain of responsibility.
5. Service level agreements	Provide the framework upon which works and services are delivered
6 Regulatory Requirements	Operating plant and fleet attracts inherent liabilities for an organisation directly related to various regulatory requirements

- Based on the IPWEA's best practice Plant & Vehicle Management Manual
- Fleet Management Certificate program will enhance the skills and ability of people working in the areas of local government and public works engineering
- Provides recognition of the skill level attained
- Provides for continuing professional development for people in plant & vehicle management.
- Self study / distance learning modules; CD Workbooks & Assessment

**Εικ. 5.2: Το σχήμα πιστοποίησης διαχειριστών μηχανημάτων έργου της Αυστραλίας**

Πηγή: <http://www.ipwea.org/fleetplantmanagement/educationevents/certificate/fleetmanagement>

Το σχήμα πιστοποίησης **IPWEA** της Αυστραλίας στηρίζεται στο εκπαιδευτικό υλικό του οδηγού:



### IPWEA Plant & Vehicle Mgt Manual Edition 3

Published 2012

Australia's most comprehensive guide for fleet managers. First developed by IPWEA in 2004, the manual has been substantially revised.

#### Topics Covered Include:

- Whole of life costs
- Buy/hire decisions
- Tendering guide and evaluation process
- Light vehicles, heavy vehicles and earth moving plant
- Grounds care and equipment
- Mechanical maintenance
- Service level agreements
- Safer driving
- Tyre management
- Oils and oil analysis
- OH&S and more!

## IPWEA Fleet Management Certificate Course

The Institute of Public Works Engineering Australia (IPWEA) is the peak professional body in Australia for persons working in local government engineering and public works.

The Fleet Management Certificate forms part of the IPWEA's Systems Plus Plant & Vehicle Management Program.



The Systems Plus program which was launched in 2004 has as its cornerstone the best practice Plant & Vehicle Management Manual. The program also includes:

- Manual updates
- Monthly enews
- Twice yearly seminars at 9 locations around Australia
- Plant & Vehicle management training
- The Fleet Management Certificate

More information on the Systems Plus program is available at [www.ipwea.org.au/fleet](http://www.ipwea.org.au/fleet) or contact Ross Moody on 0417955394 email [moody@ipwea.org.au](mailto:moody@ipwea.org.au).

TABLE OF CONTENTS	
Course Overview	3
Method of delivery	3
Participant support	3
Course outcomes and pathways	4
Recognised prior learning	4
Rights of participant	4
Records to be kept	4
Assessment	4
Assessment process	4
Turn around time for assessment	6
Participant evaluation/feedback	6
Fees and charges	6
Refund policy	6



## Course Overview

The Fleet Management Certificate is based on the Institute's Plant & Vehicle management Manual and its purpose is:

- to enhance the plant & vehicle management skills of people working in the management, procurement, maintenance and use of plant, vehicles and equipment
- to provide recognition of the skill level attained
- to meet an industry need for accreditation/certification
- to provide the opportunity for continuing professional development

The course is suitable for people involved in the management, maintenance, procurement and end use of plant, equipment and fleet vehicles.

The course comprises 6 units representing the key steps involved in procuring and managing an item of plant/vehicle/equipment.

- Utilisation
- Whole of Life Costs
- Tendering
- Maintenance
- Service Level Agreements
- Regulatory Requirements

**Utilisation** is the key to the procurement and management of the plant and vehicle fleet. Without knowing utilisation (km or engine hours) fleet managers cannot plan and budget appropriately or conduct a business case for ownership

Once ownership can be supported with expected utilisation, the next step is estimating the whole of life costs of the item over the estimated life of the item for the expected annual utilisation. Knowing the **whole of life cost** and the anticipated utilisation, the fleet manager can calculate the charge out rates required to recover the cost of owning and operating the item.

The next stage is **tendering** which involves preparing the specification for the item to be tendered and assessing the tenders received

through a weighted analysis in consultation with all stakeholders.

Once the item is owned it must be **maintained** based on utilisation to manufacturer's requirements and repaired when it breaks down. Best practice maintenance includes scheduling services and assessing the reason for failures.

**Service Level Agreements** are a prerequisite for efficient plant and vehicle management. The agreement provides the framework upon which works and services are delivered and can be an effective tool for the management of expectations and obligations of the parties involved.

Operating plant and fleet attracts inherent liabilities for an organisation directly related to various **regulatory requirements**. It is the responsibility of the fleet manager not only to be aware of regulatory requirements but to be proactive in ensuring compliance.

### Method of delivery

The course is delivered by distance learning and there are no classes to attend. The course includes the opportunity to participate in a series of live online training sessions delivered over a 5 week period. These sessions are equivalent in time to a one day training workshop and will be held 3 times per year.

Course materials will be provided on PDF file and assessments on electronic word documents.

Participants have 12 months from enrolment to complete the course and submit all assessments. Extensions will be considered subject to a request in writing.

On the job learning will occur through participant's liaison with relevant staff in their organisation (or external contractors) and the use of their own fleet items as case study examples in the assessments.

### Participant support

Participant support will be available by telephone and/or email. Extra review and feedback will be provided if necessary to ensure participants fully understand what is required.

## Course outcomes and pathways

Successful completion will mean the participant has a demonstrated understanding of the key components of the core learning material of the IPWEA Fleet Management Certificate.

The course content is industry specific with a clear focus on core activities required in plant & vehicle management.

The IPWEA Fleet Management Certificate will provide employees with a recognised certificate in the public works industry throughout Australia.

Through IPWEA's industry standing this would be expected to flow on to general industry recognition.

The Certificate will provide organisations with a way to professionally develop staff and a pathway to management roles.

## Recognised prior learning

Prior learning will be an advantage to any participant undertaking the course. However, there will be no recognition of prior learning (RPL) in terms of exemption for any of the 6 units of the course. The Certificate will only be awarded to participants who have completed the course and demonstrated the required competence.

## Rights of participant

Participants shall have the right of appeal against the assessment process and this should be directed to the course assessors. If the response is considered unsatisfactory by the participant an appeal can be lodged direct with IPWEA.

## Records to be kept

Records shall be kept of enrolment, assessment and of completion of the course.

## Assessment

Assessment is the process of collecting evidence and making judgements on whether competency has been achieved. To be deemed competent course participants must satisfactorily complete all the requirements of the written knowledge test. This means that they are assessed in terms

of being able to answer the questions to the standard required by the certificate.

The course assessments involve descriptive answers and some calculations.

The primary reference material needed in answering the knowledge test is within a Learner's Guide and the IPWEA Plant & Vehicle Management Manual.

Participant's are able to use items from their own fleet items in completing some assessments and employers are encouraged to allow assessment to be completed at work as discussion with other relevant staff is essential to maximise learning.

The participant's supervisor is required to sign off on each assessment.

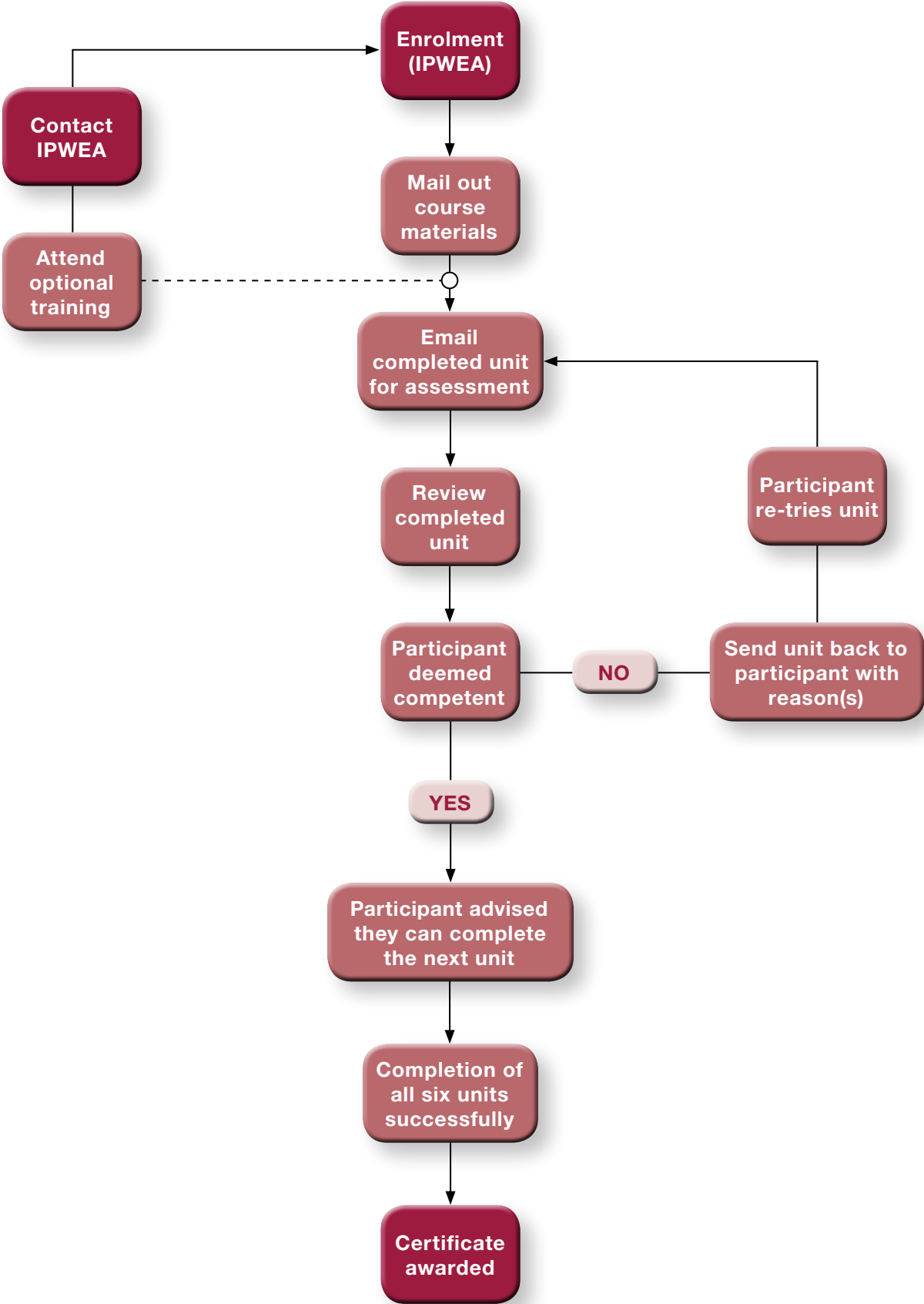
Participants must complete all questions appropriately to demonstrate the required level of knowledge has been attained.

Participants whose answers are deemed to be inadequate may be questioned verbally to assess the state of their knowledge. The assessor may ask supplementary questions to clarify answers. When this occurs, the assessor will identify the nature of the follow up question(s) in the answer area of the assessment. The participant's supervisor may be requested to be involved in this process.

## Assessment process

Following enrolment, participants will be allocated a student ID by IPWEA and sent a CD containing the course materials including the assessments. Participants are required to complete the assessments for each of the 5 units sequentially commencing with Unit 1. The Assessor will not accept the Assessment for the next unit until the previous unit is complete and feedback provided to the participant.

Participants will be given up to 3 attempts to complete each unit to the required level of competence. If a participant continues as not-yet-competent in that unit they will be invited to commence the next unit and a review will be conducted at the completion of the 6 units. The review may involve supplementary questions and a verbal assessment. Refer flow chart over page.



### **Turn around time for assessment**

The average turnaround time for assessment is estimated at 5 working days for each unit from receipt of the completed assessment. This of course will vary from time to time depending on the number of course participants requiring assessment at the same time.

### **Participant evaluation/feedback**

At the completion of each Unit the participant will be invited to provide feedback on the course materials and assessment.

This process is aimed at continuous improvement of the Certificate based on participant evaluation

### **Fees and charges**

The cost to enrol for the Certificate is:

Systems Plus subscriber organisations - \$1050 plus GST

Non subscriber organisations - \$1260 plus GST

### **Refund policy**

Prior to commencement of the Certificate any monies paid will be refunded provided cancellation is received prior to despatch of the course materials.

Enrolment can be transferred to another participant in the same organisation provided the original participant has not submitted any assessments and the request is made within 12 months of the original enrolment.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΚΑΙ ΠΗΓΕΣ (ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ & ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ)

### Σκοπός:

Στο κεφάλαιο αυτό περιέχονται όλες οι αναφορές (διαδικτυακές,βιβλιογραφικές) που μελετήθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διπλωματική εργασία. Οι αναφορές αυτές έχουν αριθμηθεί σύμφωνα με τη σειρά που εμφανίζονται στο κείμενο της εργασίας. Επίσης παρατίθενται και άλλες συναφείς θεματικές πηγές (διαδικτυακές και βιβλιογραφικές) που συγκεντρώθηκαν, ώστε να δημιουργηθεί μία πληροφοριακή βάση σχετική με το αντικείμενο της διπλωματικής.

### 6.1 Αναφορές [#]

- [1] Αριστείδης Ι.Φωτίου, Χρήστος Κ.Πικριδάς (2006), «**GPS και γεωδαιτικές εφαρμογές**» ISBN 978-960-456-346-3
- [2] Bomford,G.1971 «**Geodesy**»,3<sup>rd</sup> ed.Oxford Univ.Press,Oxford
- [3] Fontana,R et al.: «**The new L2 Civil Signal**»,Proceedings of the ION-GPS 2001 Lake City,Utah,Usa,September 11-14-2001
- [4] Meng, X., Roberts, G. W., Dodson, A. H., Cosser, E., Barnes, J. and Rizos, C. 2004. «**Impact of GPS satellite and pseudolite geometry on structural deformation monitoring: analytical and empirical studies**» Journal of Geodesy
- [5] Νικητοπούλου και Πρωτοψάλτη 2001, « **Χρήση του συστήματος GPS σε έργα Πολιτικού Μηχανικού**» Διπλωματική εργασία,Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Πατρών,Πάτρα
- [6] Dan Kusnetzky «**Cloud Storage Gateway**»,  
<http://www.zdnet.com/article/nasuni-cloud-storage-gateway/>
- [7] **MOBACT**, <http://mobact.gr/eisagwghstomachinecontrol/>
- [8] **ACE HELLAS**- <http://www.mobilefleet.gr/site/mobile/index.asp>

## 6.2 Πηγές – Ιστοσελίδες

- I.1 **Wikipedia** -[http://el.wikipedia.org/wiki/Global\\_Positioning\\_System](http://el.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System)
- I.2 **European Global Navigation Satellite Systems**- <http://www.gsa.europa.eu/>
- I.3 **Solving the GPS geometry**-<http://www.slideshare.net/kariya555/adaptive-missile-guidance-using-gps>
- I.4 **Geological Survey of Iran**- [www.gsi.ir](http://www.gsi.ir)
- I.5 **Leica Geosystems**- <http://www.leica-geosystems.com/en/index.html> ,  
[http://www.leica-geosystems.us/en/Machine-Control\\_4677.html](http://www.leica-geosystems.us/en/Machine-Control_4677.html)
- I.6 **TOPCON Global Gateway**- <http://global.topcon.com> ,  
<http://www.topconpositioning.eu/construction-solutions> ,  
<http://www.topconpositioning.eu/excavating-and-mass-hauling> ,  
<http://www.topconpositioning.eu/rough-and-fine-grading> ,  
<http://www.topconpositioning.eu/paving-millingand-compacting>
- I.7 **Cloud news daily**- <http://cloudnewsdaily.com/>
- I.8 **Volvo Construction equipment**- <http://www.volvoce.com> -  
<http://www.volvoce.com/dealers/el-gr/saracakis/partsservice/CareTrack/Pages/introduction.aspx>
- I.9 **Caterpillar fleet management**  
[http://www.cat.com/en\\_US/support/operations/technology/fleet-management-solution](http://www.cat.com/en_US/support/operations/technology/fleet-management-solution) , [www.cat.com/en\\_US/support/operations/cat-connect-solutions.html](http://www.cat.com/en_US/support/operations/cat-connect-solutions.html) ,  
[http://www.cat.com/en\\_US/support/operations/technology/earth-moving-solutions/accugrade-grade-control-system.html](http://www.cat.com/en_US/support/operations/technology/earth-moving-solutions/accugrade-grade-control-system.html)
- I.10 **Trimble Fleet Management**  
[http://www.trimble.com/fsm/fleet\\_management.aspx](http://www.trimble.com/fsm/fleet_management.aspx) <http://connectedsite.com> ,  
<http://construction.trimble.com/products/machine-control%20>  
<http://connectedsite.com>
- I.11 **HCSS for the construction industry**-<http://www.hcss.com/products>



- I.12 **Mobact (Mobile Automation Construction Tools)-** [www.mobact.gr](http://www.mobact.gr)
- I.13 **Advanced Galileo Navigation System for aSPHalt fleet machines-**  
<http://www.asphalt-fp7.eu/index.html/>
- I.14 **Mobile Fleet-** <http://www.mobilefleet.gr>
- I.15 **Power Fleet -** <http://www.ilink.gr/>
- I.16 **Ritchie Specs -** <http://www.ritchiespecs.com/specification>
- I.17 **Vogele -** <http://www.voegele.info/en/products>
- I.18 **Geodynamik -** [http://www.geodynamik.com/languages/english/index\\_gb.html](http://www.geodynamik.com/languages/english/index_gb.html)
- I.19 **Moba Community -**<https://www.mobacommunity.com>
- I.20 **European GNSS Service Center-** <http://www.gsc-europa.eu/education-communication/education/educational-resources>