

## Άρθρο των Π. Οταπασίδη, Χ. Αραμπαντζή και Δρ. Β. Ζεϊμπέκη

Ο κ. Π. Οταπασίδης είναι τελειόφοιτος του Τμήματος Μηχανικών Οικονομίας & Διοίκησης του Πανεπιστημίου Αιγαίου.  
Η κ. Χ. Αραμπαντζή είναι Μηχανικός Περιβάλλοντος και Υπ. Διδάκτωρ στο Τμήμα Μηχανικών Οικονομίας & Διοίκησης του Πανεπιστημίου Αιγαίου.  
Ο Δρ. Β. Ζεϊμπέκης είναι Υποδιευθυντής στο Εργαστήριο Συστημάτων Σχεδιασμού, Παραγωγής & Λειτουργιών στο Τμήμα Μηχανικών Οικονομίας & Διοίκησης του Πανεπιστημίου Αιγαίου και μέλος Δ.Σ. της Ελληνικής Εταιρίας Logistics (EEL).

# Αξιολόγηση μονοτροπικής ή συνδυασμένης μεταφοράς στην Ν.Α. Ευρώπη με βάση το μεταφορικό κόστος, το χρόνο και τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα

## 1. Εισαγωγή

Οι 3 Πανευρωπαϊκοί διάδρομοι IV,V και VII (Pan European Corridors), που μελετήθηκαν στο Ευρωπαϊκό πρόγραμμα "Green Intermodal Freight Transport" (GIFT)<sup>1</sup> αποτελούν εμπορευματικό σύνδεσμο της Κεντρικής με την Νοτιοανατολική Ευρώπη.

Πανευρωπαϊκοί διάδρομοι (GIFT project)	
Πανευρωπαϊκός διάδρομος IV	Ρουσότσε/Ράϊκα-Μπρατισλάβα-Γκιούρ-Βουδαπέστη-Αράντ-Βουκουρέστι-Κοστάντζα/Κραϊόβα-Σόφια-Θεσσαλονίκη (Σλοβακία, Ουγγαρία, Ρουμανία, Βουλγαρία, Ελλάδα)
Πανευρωπαϊκός διάδρομος V	Βενετία- Τεργέστη/Κόπερ - Λουμπιάνα - Μάριμπορ - Βουδαπέστη- Ουζχόροντ; Διακλάδωση A - Μπρατισλάβα - Ζλίνα - Κόσιτσε - Ουζχόροντ; Διακλάδωση B - Ριέκα - Ζάγκρεμπ - Βουδαπέστη; Διακλάδωση C - Πλότσε - Σαράγεβο- Όσιγκεκ - Βουδαπέστη (Ιταλία, Σλοβενία, Ουγγαρία, Σλοβακία, Κροατία)
Πανευρωπαϊκός διάδρομος VII	Δούναβης (Σλοβακία, Ουγγαρία, Ρουμανία, Βουλγαρία).

Το Εργαστήριο Συστημάτων Σχεδιασμού, Παραγωγής & Λειτουργιών (ΣυσΠΑ) του Πανεπιστημίου Αιγαίου (<http://labs.fme.aegean.gr/deopsys/?q=welcome-deopsys-lab>), αξιοποιώντας δεδομένα του εν λόγω έργου, ολοκλήρωσε πρόσφατα μια έρευνα με στόχο την βέλτιστη επιλογή τρόπου μεταφοράς, μονοτροπικής (οδική, σιδηροδρομική και παραποτάμια μεταφορά) ή συνδυασμένης μεταφοράς, λαμβάνοντας υπ' όψιν 3 κριτήρια:

- Το κόστος μεταφοράς
- Τον χρόνο μεταφοράς
- Τις εκλυόμενες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά τη μεταφορά

Τα αποτελέσματα είναι αρκετά ενδιαφέροντα και αναλύονται παρακάτω.

<sup>1</sup> <http://www.gift-project.eu> (SEE Program, co-funded by the EU)

## 2. Αποτελέσματα & αξιολόγηση

Με την χρήση ενός καινοτόμου αλγορίθμου που δημιουργήθηκε από τους ερευνητές του εργαστηρίου ΣυΣΠΑΛ, βασισμένου στον αλγόριθμο του Dijkstra, μελετήθηκαν 2 σενάρια επιλογής μονοτροπικής ή συνδυασμένης μεταφοράς, στην περιοχή της Ν.Α. Ευρώπης με κριτήρια:

- τη μείωση του κόστους μεταφοράς και μεταφορτώσεων,
- τη μείωση του χρόνου διεκπεραίωσης της μεταφοράς συμπεριλαμβανομένου και του χρόνου μεταφορτώσεων αλλά και του χρόνου καθυστερήσεων και τέλος
- τη μείωση των εκλυόμενων εκπομπών CO<sub>2</sub>.

Για τον υπολογισμό των αποτελεσμάτων, μελετήθηκαν 30 διαφορετικοί συνδυασμοί σημείων έναρξης και σημείων παράδοσης (π.χ. πόλεις ή εμπορευματικά κέντρα) στην περιοχή της Ν.Α. για κάθε σενάριο. Οι τιμές που παρουσιάζονται στα παρακάτω γραφήματα είναι μέσοι όροι. Επίσης, τα αποτελέσματα αφορούν μεταφορά ενός εμπορευματοκιβωτίου 40 ποδών, πληρότητας 60% και μεικτού βάρους 28,1tn.

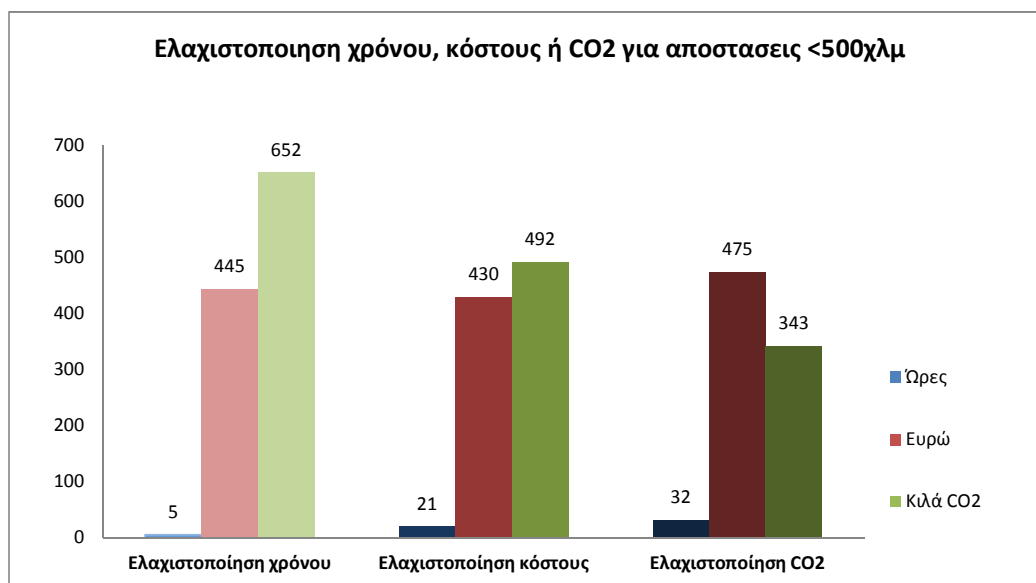
Τα 2 σενάρια που μελετήθηκαν παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Επιλογή μέσου μεταφοράς όταν:	
Σενάριο 1	Η διανυόμενη απόσταση είναι μικρότερη των 500χλμ. στην περιοχή της Ν.Α. Ευρώπης
Σενάριο 2	Η διανυόμενη απόσταση μεγαλύτερη των 500χλμ. στην περιοχή της Ν.Α. Ευρώπης

Από τα αποτελέσματα των υπολογισμών της πρώτης περίπτωσης (Σενάριο 1), όπου η διανυόμενη απόσταση είναι **μικρότερη των 500χλμ** προέκυψε ότι:

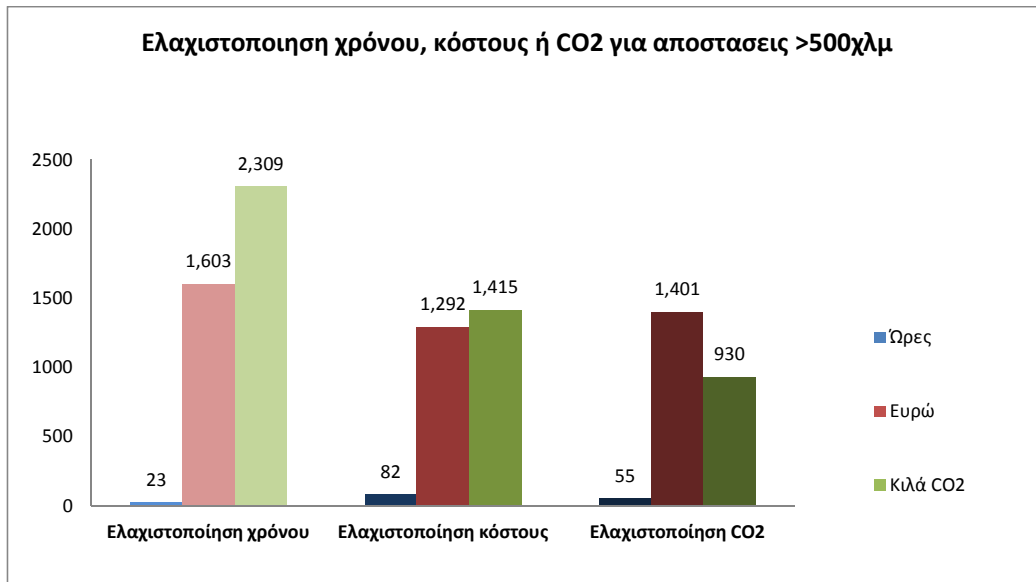
- Όταν ο **ελάχιστος χρόνος μεταφοράς είναι το πρωτεύον κριτήριο επιλογής**, η επιλογή μονοτροπικής μεταφοράς και πιο συγκεκριμένα οδικής μεταφοράς αποτελεί μονόδρομο, καταγράφοντας μέση τιμή χρόνου μεταφοράς 5 ώρες. Όμως, η ελαχιστοποίηση του χρόνου, που οδηγεί στην επιλογή οδικής μεταφοράς, εκτοξεύει τη μέση τιμή εκπομπών CO<sub>2</sub> στα 652 κιλά (αφορά σε φορτηγά οχήματα με κινητήρα EURO V), όπως παρουσιάζεται και στο παρακάτω γράφημα.
- Όταν **πρωταρχικός στόχος αποτελεί η μείωση του κόστους μεταφοράς**, η μέση τιμή του κόστους μειώνεται στα 430 ευρώ, ενώ η μέση τιμή του χρόνου μεταφοράς αυξάνεται σε 21 ώρες, όπως παρουσιάζεται και στο γράφημα. Σε αυτή την περίπτωση, η επιλογή μονοτροπικής ή συνδυασμένης μεταφοράς εξαρτάται από το εκάστοτε δρομολόγιο.
- Αντιθέτως, όταν **πρωταρχικός στόχος είναι η μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>** κατά την μεταφορά εμπορευμάτων, ο συνδυασμός οδικής και

σιδηροδρομικής μεταφοράς αποτελεί τη βέλτιστη επιλογή, ελαχιστοποιώντας της εκπομπές στα 343 κιλά CO<sub>2</sub>, μείωση 47% σε σχέση με την οδική μεταφορά. Η εν λόγω επιλογή έχει ένα μειονέκτημα και αφορά στην ταυτόχρονη αύξηση του χρόνου μεταφοράς, εξαιτίας των μεταφορτώσεων που μεσολαβούν κατά την εναλλαγή μέσου.



Στην δεύτερη περίπτωση (Σενάριο 2) όπου κατά την εμπορευματική μεταφορά στην περιοχή της Ν.Α. Ευρώπης καλύπτεται απόσταση **μεγαλύτερη των 500χλμ**, έχουμε τα εξής αποτελέσματα:

- Όταν **η μείωση του χρόνου μεταφοράς αποτελεί τον πρωταρχικό στόχο**, ως βέλτιστη επιλογή αποδεικνύεται η μονοτροπική μεταφορά μέσω οδικού δικτύου, ελαχιστοποιώντας το χρόνο κίνησης σε 23 ώρες κατά μέσο όρο.
- Όταν **στόχος αποτελεί η μείωση του κόστους μεταφοράς**, βέλτιστος αποδεικνύεται ο συνδυασμός οδικής, σιδηροδρομικής και παραποτάμιας μεταφοράς μέσω του Δούναβη που διασχίζει 4 μεγάλες χώρες (Σλοβακία, Ουγγαρία, Ρουμανία, Βουλγαρία). Λόγω των μεταφορτώσεων όμως που μεσολαβούν κατά την εναλλαγή μέσου μεταφοράς, ο μέσος χρόνος μεταφοράς εκτοξεύεται στις 82 ώρες, όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω γράφημα.
- Βέλτιστη επιλογή αποδεικνύεται ο συνδυασμός οδικής και σιδηροδρομικής μεταφοράς όταν **στόχος είναι η μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>**. Σε αυτή την περίπτωση η εκπομπές μειώνονται κατά 60% σε σχέση με την χρήση μόνο οδικής μεταφοράς.



### 3. Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα διαφαίνεται καθαρά ότι:

- Όταν στόχος αποτελεί η μείωση του χρόνου μεταφοράς, η οδική μεταφορά αποδεικνύεται ως η πλέον ταχύτερη τόσο σε μικρές όσο και σε μεγάλες αποστάσεις στην περιοχή της Ν.Α. Ευρώπης.
- Αντιθέτως όταν πρωτεύον κριτήριο επιλογής είδους μεταφοράς αποτελεί η μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα η συνδυασμένη μεταφορά αποδεικνύεται η πιο φιλική προς το περιβάλλον επιλογή.
- Τέλος όσον αφορά στη μείωση του κόστους μεταφοράς σε περιπτώσεις που η διανυόμενη απόσταση είναι μεγαλύτερη των 500χλμ, η συνδυασμένη μεταφορά είναι η πλέον βέλτιστη ενώ για μικρότερες αποστάσεις η επιλογή μονοτροπικής ή συνδυασμένης μεταφοράς εξαρτάται από το εκάστοτε δρομολόγιο.