



Πανεπιστήμιο Κύπρου  
Σχολή Μεταπτυχιακών  
Σπουδών



## Μέθοδοι Εύρεσης Βέλτιστου Κέρδους για Λιμάνια

2020-2021

Επιβλέπων: Δρ. Λούκας Δημητρίου

Μελετητές: Κάλια Ανδρέου

Στέλλα Χατζηανδρέου

## Περιεχόμενα

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ .....   | 2  |
| 2   | N.A.P.A. – North Adriatic Ports Association .....                      | 3  |
| 2.1 | Εισαγωγικό .....   | 3  |
| 2.2 | Λιμάνι της Βιέννης - Εκεί όπου η γη περιτριγυρίζεται από θάλασσα ..... | 4  |
| 2.3 | Λιμάνι της Τεργέστης – Ζήσε το παρελθόν, δοκίμασε το μέλλον .....      | 5  |
| 2.4 | Λιμάνι της Κούπερ .....  | 7  |
| 2.5 | Λιμάνι της Ριέκα.....  | 9  |
| 2.6 | Λιμάνι της Ραβένας.....  | 11 |
| 3   | ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΗ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ .....                            | 12 |
| 3.1 | Εισαγωγικό .....   | 12 |
| 3.2 | Σύνδεση Port of Said & Port of Gibraltar.....                          | 12 |
| 3.3 | Σύνδεση Λιμανιών με τέσσερις κεντρικές πόλης .....                     | 13 |
| 3.4 | Επεξεργασία και Ανάλυση στοιχείων .....                                | 16 |
| 3.5 | Sharpley Value.....  | 20 |
| 4   | ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ .....   | 24 |
| 4.1 | Εισαγωγικό .....   | 24 |
| 4.2 | Σύνδεση Port of Said & Port of Gibraltar.....                          | 24 |
| 4.3 | Σύνδεση Λιμανιών με τέσσερις κεντρικές πόλης .....                     | 25 |
| 4.4 | Επεξεργασία αποτελεσμάτων μέτρησης .....                               | 25 |
| 4.5 | Υπολογισμός Sharpley Value .....                                       | 27 |
| 5   | ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....   | 32 |
| 6   | ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ .....  | 33 |
| 6.1 | Συνδέσεις Port of Said & Port of Gibraltar .....                       | 33 |
| 6.2 | Σύνδεση Λιμανιών αποθήκευσης με τέσσερις κεντρικές πόλης.....          | 35 |
| 6.3 | Εύρεση εσόδων για κάθε λιμάνι.....                                     | 39 |
| 6.4 | Εύρεση βέλτιστης ταρίφας.....  | 41 |
| 6.5 | Εύρεση Sharpley Value .....  | 42 |
| 7   | ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....   | 44 |

## 1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

Στα πλαίσια του μαθήματος «Οικονομική των Κατασκευών και των Μεταφορών», κατόπιν συζήτησης με τον διδάσκον καθηγητή του μαθήματος, μπήκαμε στην διαδικασία να μελετήσουμε για τον τρόπο λειτουργίας των λιμανιών του συμπλέγματος λιμανιών «N.A.P.A». Το N.A.P.A. είναι ένα πλέγμα πέντε λιμανιών τα οποία βρίσκονται στο βορειότερο σημείο της Αδριατικής θάλασσας.

Μελετώντας την χρήση, την λειτουργία και τον τρόπο παραλαβής και αποθήκευσης των κοντέινερ των πέντε αυτών λιμανιών, προχωρήσαμε στην σύγκριση τους με άλλα λιμάνια τα οποία βρίσκονται κοντά σε αυτά προσπαθώντας να αναγνωρίσουμε τον τρόπο επιλογής αυτών των συγκεκριμένων λιμανιών. Για την σύγκριση αυτή επιλέχθηκαν άλλα τρία λιμάνια, το λιμάνι του Πειραιά, το λιμάνι Gioia Tauro και το λιμάνι Split ορίζοντας ως σημεία αφετηρίας των φορτίων το Port Said και το Port of Gibraltar και τερματισμό τους τις μεγαλουπόλεις Παρίσι, Μόναχο, Βιέννη και Μιλάνο. Περισσότερη ανάλυση θα δούμε και στην συνέχεια.

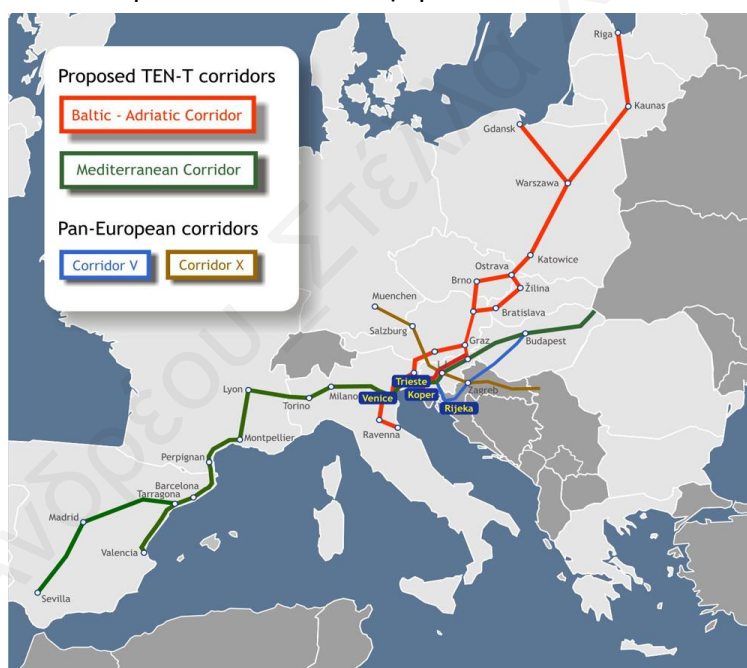
Τέλος, όπως θα δούμε και στην ενότητα 3, εξάχθηκαν οι αποστάσεις των διαδρομών, ορίστηκαν κόστη μεταφοράς και βελτιστοποιήθηκαν με την χρήση του solver του προγράμματος Microsoft Excel. Με αυτό τον τρόπο προσπαθήσαμε να δούμε αν όντως η επιλογή του πλέγματος των λιμανιών είναι η βέλτιστη λύση.

## 2 N.A.P.A. – North Adriatic Ports Association

### 2.1 Εισαγωγικό

Τα πέντε λιμάνια τα οποία εντάσσονται στη N.A.P.A βρίσκονται στο βορειότερο σημείο της Αδριατικής θάλασσας. Η Αδριατική θάλασσα είναι μια φυσική θαλάσσια οδός η οποία διεισδύει βαθιά μέσα στην Ευρώπη για να προσφέρει την μικρότερη, συνεπώς και φθηνότερη, διαδρομή από τα βόρεια της Ανατολής μέχρι την Ευρώπη μέσω της Διώρυγας του Σουέζ. Η διαδρομή αυτή υπολογίζεται να είναι μικρότερη κατά 2000Nm από ότι αυτή προς τα βόρεια Ευρωπαϊκά λιμάνια.

Κάθε χρόνο η N.A.P.A. διαχειρίζεται περισσότερο από 100 εκ. τόνους θαλάσσια φορτία. Αυτά τα φορτία αποτελούνται από κοντέινερ, αυτοκίνητα, μεταλλεύματα και ορυκτά, ορυκτά καύσιμα, χημικά κ.α. Η N.A.P.A. δημιούργησε μια πολύμορφη πόλη στα κύρια Ευρωπαϊκά καταστήματα λόγω \*\*. Παρατηρώντας ότι μεγάλοι εμπορικοί και βιομηχανικοί κόμβοι είναι η Vienna, Munich and Milano και επιζητώντας την γρηγορότερη σύνδεση των κύριων 500 εκ. Ευρωπαϊκών καταναλωτών έτσι διερεύνησε και επέλεξε πέντε λιμάνια τα οποία έχουν αυτά τα ζητούμενα. Τα λιμάνια αυτά θα αναφερθούν και θα αναλυθούν ποιο κάτω.



Χάρτης 1: Χάρτης Διασύνδεσης Λιμανιών και εσωτερικών διαδρομών

|                   |              |                   |             |
|-------------------|--------------|-------------------|-------------|
| <b>Rotterdam</b>  | <b>466.3</b> | <b>Rotterdam</b>  | <b>12.2</b> |
| <b>Antwerp</b>    | 208.4.0      | <b>Antwerp</b>    | 9.6         |
| <b>Hamburg</b>    | 137.8        | <b>Hamburg</b>    | 8.8         |
| <b>NAPA Ports</b> | <b>113.9</b> | <b>NAPA Ports</b> | <b>2.1</b>  |
| <b>Marseille</b>  | 81.7         | <b>Marseille</b>  | 1.9         |
| <b>Zeebrugge</b>  | 38.3         | <b>Zeebrugge</b>  | 1.2         |

Πίνακας 1: Συνολική διακίνηση φορτίου σε εκατομμύρια τόνους (2015) & Σύγκριση κυκλοφορίας εμπορευματοκιβωτίων σε εκατομμύρια TEUs (2015)

## 2.2 Λιμάνι της Βιέννης - Εκεί όπου η γη περιτριγυρίζεται από θάλασσα

Το λιμάνι της Βιέννης είναι ένα από τα καλύτερα Ευρωπαϊκά λιμάνια και σε όγκο αλλά και σε προγραμματισμό του φόρτου. Θεωρείται ο «αυτοκινητόδρομος» της θαλάσσιας οδού και ο μεγαλύτερος σταθμός κρουαζιερόπλοιων της Μεσογείου. Έχοντας εις γνώση ότι το λιμάνι αυτό βρίσκεται στα βάθη της Ανατολής και προγραμματίζοντας γραμμές τακτικών υπηρεσιών φορτίων, σχεδιάζεται μια υπεράκτια πλατφόρμα για να προεκτείνουν την χωρητικότητα και κατ' εξακολούθηση την ενίσχυση του ρόλου της Βόρειας Αδριατικής ως Ευρωπαϊκή πόλη.



Εικόνα 1: Λιμάνι Βιέννης

### ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Όπως προαναφέρθηκε, το λιμάνι της Βιέννης είναι ένα από τα σημαντικότερα λιμάνια της Ευρώπης αφού μέσω αυτού προγραμματίζονται συχνές γραμμές εμπορευματικών φορτίων. Τα εμπορεύματα που προμηθεύονται κυρίως είναι το σίδηρο, το ασφάλι και το μάρμαρο. Το λιμάνι αυτό είναι το μόνο Ιταλικό λιμάνι με εσωτερική ναυσιπλοΐα κατά μήκος του Po valley, προς το Mantua and Cremona έχοντας έτσι ως αποτέλεσμα την διαχείριση των φορτίων για μεγάλο ετήσιο χρονικό διάστημα και κατ' εξακολούθηση την μείωση της οδικής κυκλοφορίας/μεταφοράς. Τέλος, θα ήταν σωστό να αναφέρουμε επίσης ότι το λιμάνι της Βιέννης δέχεται κάθε χρόνο περισσότερο από 2εκ. επιβάτες βάζοντας το έτσι στην πρώτη θέση μεταξύ των λιμανιών για κρουαζιέρες της Μεσογείου προσφέροντας εξυπηρέτηση και σε ταχύπλοα και μεγάλα γιοτ.



Εικόνα 2: Γερανοί στο Λιμάνι της Βιέννης

## ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Το λιμάνι της Βιέννης αυξάνει την χωρητικότητα του σε όλους τους χώρους:

- Ένα νέο Ro-Ro & Ro-Pax Terminal με μια πλατφόρμα εφοδιασμού σε σιδηροδρομικούς σταθμούς, το οποίο είναι διαθέσιμο να παραλάβει 1000 πλοία τον χρόνο από το 2012.
- Ένα υπεράκτιο τερματικό σταθμό ο οποίος είναι προγραμματισμένος να παραλαμβάνει πετρέλαιο και εμπορευματοκιβώτια. Τα φορτία θα μεταφέρονται σε ένα «κινητό ναυπηγείο» αποτελούμενο από στόλο ιστιοφόρων σκαφών προς θάλασσα και εσωτερικούς προορισμούς.
- Η ανάπτυξη αυτή οδηγεί σε μια βαθιά αναδιοργάνωση των λιμανιών Βιέννης και την Βόρεια Αδριατίας, αναβαθμίζοντας την χωρητικότητα σε 3εκ. TEUs<sup>1</sup>.

### 2.3 Λιμάνι της Τεργέστης – Ζήσε το παρελθόν, δοκίμασε το μέλλον

Το λιμάνι της Τεργέστης είναι ένα αποτελεσματικό και ανταγωνιστικό χωρίς χρέωση λιμάνι λόγω των εγκαταστάσεων του οι οποίες είναι ικανές για την εξυπηρέτηση του μεγαλύτερου πλοίου με φυσικά ρεύματα μέχρι 18m, εξαιρετικά προσιτό, εξαιρετικές οδικές και σιδηροδρομικές διασυνδέσεις, εγγύηση της ταχείας ανάπτυξης της οικονομίας από την κεντρική ως την ανατολική Ευρώπη.



Εικόνα 3: Λιμάνι Trieste

## ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

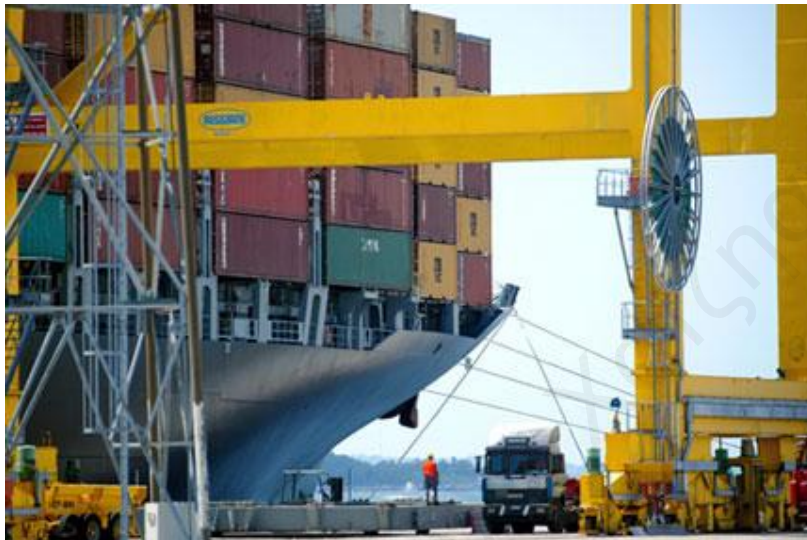
Το λιμάνι της Τεργέστης προσφέρει υπηρεσίες σε όλους τους τύπους φορτίων όπως Ro-Ro-Ferries, επιβατικά (κρουαζιερόπλοια και ταχύπλοα), γεωργικά προϊόντα διατροφής (δημητριακά, φρούτα, καφέ και ψυκτικές παραγωγές), διάφορα εμπορεύματα, τσιμέντα, ορυκτέλαια, μαζικές παραγωγές σιδήρου και χάλυβα, παραγωγή πετρελαίου και υποπροϊόντων, όπως επίσης βιομηχανικά και

<sup>1</sup> TEUs = Twenty-foot equivalent units ([https://en.wikipedia.org/wiki/Twenty-foot\\_equivalent\\_unit](https://en.wikipedia.org/wiki/Twenty-foot_equivalent_unit))

χημικά προϊόντα. Ακόμη, στο λιμάνι της Τεργέστης είναι διαθέσιμη για τους επισκέπτες του η συντήρηση και η επαναφορά των πλοίων τους.

### **ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ**

Οι ταχυδρομικές υπηρεσίες είναι διαθέσιμες 24hr/day και 365days/year. Ανάλογα με τον «πελάτη» του λιμανιού μπορεί να προσαρμοστούν τα ωράρια και οι υπάλληλοι έτσι ώστε να μπορέσουν να τον εξυπηρετήσουν.



Εικόνα 4: Λιμάνι Τεργέστης - Υπηρεσίες

### **ΛΙΜΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ**

Οι αρχές λιμένων της Τεργέστης είναι μια δημόσια οντότητα η οποία έχει το καθήκον της κατεύθυνσης, του προγραμματισμού, του συντονισμού, τον έλεγχο και την προώθηση των λιμενικών εργασιών όπως επίσης και άλλες εμπορικές και βιομηχανικές δραστηριότητες που μεταφέρονται εκτός λιμανιού με την βοήθεια ιδιωτικών φορέων. Διεξάγει την ανάπτυξη των λιμενικών εγκαταστάσεων και τη συντήρηση των τμημάτων εντός των λιμανιών και έχει την εξουσία ρύθμισης και διάταξης. Το λιμάνι της Τεργέστης λειτουργεί η προώθηση της διατροφικότητας λειτουργώντας στον τομέα της κυκλοφορίας και του εφοδιασμού.

### **ΑΝΑΠΤΥΞΗ**

Το λιμάνι της Τεργέστης έχει εκπονήσει σχέδιο για την αναθεώρηση, ανανέωση, επέκταση των δομών (συμπεριλαμβάνει περίπου +200ha των νέων εκτάσεων) εστιάζοντας κυρίως στις 5 δυνατότερες λειτουργίες:

- Την πραγματοποίηση του σύγχρονου γενικού φορτίου (Pier V + Pier VI)
- Η μεγέθυνση των φορτίων τελών (Pier VII)

- Η κατασκευή των φορτίων τελών (Pier VIII)
- Η κατασκευή των νέων Ro-Ro τελών
- Η ενίσχυση των επιβατικών τελών, βρίσκονται στο κέντρο της πόλης

### **The special legal regime of the Fee Port of Trieste**

Το εμπορικό και βιομηχανικό λιμάνι της Τεργέστης οφέλη\* από ειδικές διατάξεις που καθορίζονται από την Paris Peace Treaty of 1947. Οι φορείς εκμετάλλευσης μπορούν να επιλέξουν την πιο ευνοϊκή Τελωνειακή Μεταχείριση, επιλέγοντας μεταξύ των κοινωνικών τελωνιακών διαδικασιών και το καθεστώς λιμενικών τελών. Τέλος, σύμφωνα με τους ειδικούς κανονισμούς, το καθεστώς λιμενικών επιπέδων θεωρείτε εκτός του τελωνιακού εδάφους της Ε.Ε.

#### **2.4 Λιμάνι της Κούπερ**

Το λιμάνι της Κούπερ είναι ένα μοντέρνο, οργανωμένο και καλά εξοπλισμένο διανομέα πολλαπλών χρήσεων δουλεύοντας 24hrs/day και 365days/year. Επίσης το λιμάνι θεωρείται το Γραφείο Επιθεώρησης Ελέγχου Πυρός της Ε.Ε. και ολόκληρης της περιοχής.



*Εικόνα 5: Λιμάνι Κούπερ*

#### **ΝΑΥΤΙΚΗ ΠΡΟΣΒΑΣΗ**

Το λιμάνι της Koper βρίσκεται στην νότια ακτή του Gulf of Trieste στην Σλοβενική Δημοκρατία, πρωτεύουσα της Ljubljana. Υπάρχουν 10 σταθμοί στην επιφάνεια του λιμανιού με συνολικό μήκος αποβάθρας ίσο με 3,300m.

#### **ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ**

Οι κύριες δραστηριότητες που εκτελούνται στο λιμάνι της Koper η διακίνηση φορτίων και η αποθήκευση τους. Είναι η σύνδεση 10 τερματικών σταθμών διακίνησης φορτίων και αποθήκευσης διαφόρων ειδών αγαθών, όπως κοντέινερ,



γενικά φορτία, φορτία τροφίμων, ελαφρά αναλώσιμα αγαθά, ζώα, Ro-Ro ξυλεία, και τέλος ξηρά και υγρά φορτία.

### **ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ**

Οι Λιμενικές Υπηρεσίες είναι διαθέσιμες μέρα και νύχτα 365 μέρες τον χρόνο και μπορεί να προσαρμοστεί στις ανάγκες των μεμονωμένων πελατών. Εκτός από την παράδοση και την αποθήκευση τα εμπορεύματα μπορούν να προετοιμαστούν για άμεση πώληση, προστατεύονται και το μεταφορικό τους μπορεί να αλλάξει ώστε να ανταποκρίνεται σε όλες τις ειδικές απαιτήσεις.



*Εικόνα 6: Λιμάνι Κούπερ - Υπηρεσίες*

### **ΛΙΜΕΝΙΚΕΣ ΕΤΑΙΡΙΕΣ**

Το λιμάνι της Korper διαχειρίζεται και αναπτύσσεται από το Luka Korper d.d., μια ιδιωτική εταιρία. Είναι υπεύθυνη για την διατήρηση του υψηλού επιπέδου ναυτιλιακών και εμπορευματικών μεταφορών στο λιμάνι του Korper. Σε συνδυασμό με τις θυγατρικές της, συμπληρώνει και εμπλουτίζει τις υπηρεσίες που παρέχει το κέντρο επιχείρησης του λιμανιού Korper.

### **ΑΝΑΠΤΥΞΗ**

Οι βασικές κατευθύνσεις ανάπτυξης περιλαμβάνονται στο Εθνικό Χωροταξικό Σχέδιο για ανάπτυξη του λιμανιού της Korper, εγκλωβίζοντας μια προέκταση των υφιστάμενων αγκυροβολιών και την κατασκευή του ευάριθμό 3 προβλήτα του λιμανιού, η οποία μπορεί να αφιερωθεί στο εμπορευματοκιβώτιο με το συνολικό εμβαδόν λιμανιού να αυξάνεται από 280 εκτάρια σε 404 εκτάρια.

## ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΣΛΟΒΕΝΙΑ

Η Σλοβενία έχει το καλύτερο GDP<sup>2</sup> και την λιγότερη διαφθορά μεταξύ των λεγόμενων των «Νέων μελών της Ε.Ε.». Το πολύ εξειδικευμένο, πολύγλωσσο εργατικό δυναμικό της χώρας η οποία είναι προσανατολισμένη στις εξαγωγές οικονομίας παρέχοντας ισχυρά αναπτυξιακών δυναμικών για τους ξένους εξαγωγής και επενδυτές.

### 2.5 Λιμάνι της Ριέκα

Το κορυφαίο λιμάνι της Κροατίας υποκλέπτει την μετατροπή του λιμανιού σε βασικό ναυτιλιακό κόμβο. Χάρη στο εξαιρετικό επενδυτικό δυναμικό και το πολύπλοκο έργο εκσυγχρονισμού έχει οριστεί για την συνεχή ισχυρή ανάπτυξη που αγωνίζεται για μια εντελώς νέα θέση, ανταγωνιστικού και ασφαλές λιμανιού σε ένα διεγερτικό επιχειρηματικό περιβάλλον.

#### ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ

Το λιμάνι είναι εξοπλισμένο για να μπορεί να χειρίζεται όλους τους τύπους των αγαθών στις 6 λεκάνες του λιμανιού που περιλαμβάνουν εξειδικευμένα εργαλεία για παραλαβή κοντέινερ, Ro-Ro, γενικά φορτία, δημητριακά, συσκευασμένα φορτία και ξύλο στην λεκάνη του κεντρικού λιμανιού, χύμα φορτία και το Ro-Ro στην λεκάνη του λιμανιού Bakar, πετρέλαιο και τα παράγωγα του στην λεκάνη του λιμανιού Omisalj, και τέλος γενικά φορτία και ξύλα στην λεκάνη του λιμανιού Rasa.

Το συγκρότημα αποθήκης στην Skrijeva προσφέρει μεγάλες δυνατότητες για μεγαλύτερη διάρκεια αποθήκευσης. Τα αποθηκευμένα φορτία στο λιμάνι είναι γενικά φορτία, οχήματα και Ro-Ro τρέιλερ, όπως επίσης εξυπηρετά την διεξαγωγή βιομηχανικής επεξεργασίας και τελειωμένων προϊόντων όλων των ειδών.



Εικόνα 7: Υπηρεσίες Λιμανιού Ριέκας

<sup>2</sup> GDP = Gross Domestic Product = Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν

## ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Στο δυτικό τμήμα του λιμανιού θα αναπτυχθούν νέες λιμενικές εγκαταστάσεις στην προβλήτα του Ζάγκρεμη, στο ανατολικό τμήμα της περιοχής του τερματικού σταθμού εμπορευματοκιβωτίων στην προβλήτα Brassica και Bakar, έξω από την πόλη της Ριέκας, όμως υπό την ευθύνη και την διοίκηση των λιμενικών αρχών της Ριέκας. Οι συνολικές επενδύσεις στο εκσυγχρονισμένο λιμάνι της Ριέκας ανέρχεται στα 190εκατ. ευρώ στα οποία περιλαμβάνονται 160εκατ. ευρώ από την Παγκόσμια Τράπεζα (World Bank) και τα άλλα 30εκατ. ευρώ από τον Κροατικό Εθνικό Προϋπολογισμό (Croatia National Budget). Οι επενδύσεις αυτές περιλαμβάνουν κατασκευές επιπέδων 300m ακτή στο τερματικό σταθμό των εμπορευματοκιβωτίων στην Brajdica και κατασκευές επιπέδων 400m στην ακτή και τον περιβάλλοντα χώρο για νέο τερματικό σταθμό στην προβλήτα Zagreb.

Την ολοκλήρωση έργων επέκτασης στο τερματικό σταθμό της Brajdica έγινε στα τέλη του 2012 με την ικανότητα να χωρεί 450 TEU units. Επίσης, η αποβάθρα Zagreb θα κατασκευαστεί και σε όλο αυτό το διάστημα η χωρητικότητα των εμπορευματοκιβωτίων αναμένεται να φτάσει το 1 εκατ. TEU όπου είναι πέντε φορές μεγαλύτερο από ότι ήταν πριν.



Εικόνα 8: Ανάπτυξη λιμανιού της Ριέκας



## ΠΥΛΗ ΤΗΣ ΡΙΕΚΑΣ

Το έργο της πύλης της Ριέκας είναι γνωστό ως Rijeka Traffic Route Redevelopment Project είναι ένα αναπτυξιακό σύνθετο πρόγραμμα με στόχο την αποκατάσταση και τον εκσυγχρονισμό ολόκληρου του λιμενικού συγκροτήματος και την βελτίωση της σύνδεση της λιμενικής κυκλοφορίας με την χρήση με τους διεθνείς οδικούς και σιδηροδρομικούς διαδρόμους.

Οι στόχοι περιλαμβάνουν την αποκατάσταση και τον εκσυγχρονισμό ολόκληρου του λιμενικού συγκροτήματος, την εναρμόνιση της ανάπτυξης ολόκληρης της προκουμιάς της Ριέκας, προσελκύνοντας έτσι πιθανούς χρήστες των λιμένων, όπως

η ναυτιλία ή η μεταφορά εταιρειών, εταιρίες που έχουν εργοστάσια στην περιοχή της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης και αναζητώντας επενδυτές / παραχωρητές που ενδιαφέρονται για τις λιμενικές δραστηριότητες στην Λεκάνη New Zagreb κάτω από BOT ή παρόμοιου συμβάσεις.

## 2.6 Λιμάνι της Ραβένας

Στην σελίδα της Ν.Α.Ρ.Α. δεν αναφέρει λεπτομέρειες για τον τρόπο προμήθειας, αποθήκευσης, παράδοσης και τα είδη των φορτίων τα οποία γίνονται στο λιμάνι αυτό.

Κάλια Ανδρέου \_ Στέλλα Χατζηανδρέου

### 3 ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΗ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

#### 3.1 Εισαγωγικό

Μετά την μελέτη των λιμανιών της Ν.Α.Ρ.Α. κληθήκαμε να επεξεργαστούμε κάποιες μετρήσεις έτσι ώστε να εντοπίσουμε τον λόγο για τον οποίο έγινε η επιλογή των ποιο πάνω λιμανιών. Για την μελέτη αυτή επιλέχθηκαν δύο κύρια λιμάνια προμήθειας φορτίων, το Port of Said και το Port of Gibraltar. Έπειτα, ορίστηκαν ως λιμάνια σύγκρισης εκφόρτωσης και αποθήκευσης των φορτίων τα λιμάνια του Πειραιά, το λιμάνι Gioia Tauro και το λιμάνι Split και ως τελικός προορισμός οι μεγαλουπόλεις Παρίσι, Μόναχο, Βιέννη και Μιλάνο. Τέλος, όπως ποιο αναλυτικά θα δούμε και ποιο κάτω, υπολογίστηκαν οι αποστάσεις των συνδυασμών λιμανιού προμηθευτή, λιμανιού εκφόρτωσης και τελικού προορισμού, ορίστηκε κόστος για το κάθε στάδιο της διαδρομής και βελτιστοποιήθηκε το κέρδος κάθε συνδυασμού λιμανιού τα οποία θέλουμε να εντάξουμε στο πλέγμα της Ν.Α.Ρ.Α. \*\*

#### 3.2 Σύνδεση Port of Said & Port of Gibraltar

Με την χρήση του διαδικτυακού site marine traffic πραγματοποιήθηκε η εξαγωγή των αποστάσεων μεταξύ των κύριων υπό μελέτη λιμανιών όπου είναι το λιμάνι του Σαιντ και το λιμάνι του Γιβραλτάρ με τους πιο κάτω προορισμούς. Ακολούθως οι αποστάσεις αυτές μετατράπηκαν σε χιλιόμετρα και στην συνέχεια πολλαπλασιάστηκαν με ένα συντελεστή ίσο με μονάδα γιατί οι θαλάσσιες διαδρομές δεν κοστίζουν πολύ. Πιο κάτω παρουσιάζονται οι αποστάσεις μεταξύ τους καθώς και οι διαδρομές τους μεταξύ τους:

| Ναυτικά Μίλια μεταξύ λιμανιών προμήθειας και λιμανιών αποθήκευσης |                  |                  |               |               |
|---|------------------|------------------|---------------|---------------|
| Λιμάνια Προμήθειας →  | Port Said        | Gibraltar        | Port Said x 1 | Gibraltar x 1 |
| Λιμάνια αποθήκευσης ↓   | (Nautical miles) | (Nautical miles) | (km)          | (km)          |
| Port of Venice  | 1373,6           | 1710             | 2543,9072     | 3166,92       |
| Port of Trieste   | 1369,1           | 1711,9           | 2535,5732     | 3170,4388     |
| Port of Koper   | 1369,4           | 1729,3           | 2536,1288     | 3202,6636     |
| Port of Rijeka  | 1327,5           | 1666,7           | 2458,53       | 3086,7284     |
| Port of Ravenna   | 1339             | 1752,6           | 2479,828      | 3245,8152     |
| Port of Piraeus   | 647              | 1492,6           | 1198,244      | 2764,2952     |
| Port of Gioia Tauro   | 1013,3           | 1029,2           | 1876,6316     | 1906,0784     |
| Port of Split   | 1167,4           | 1518,5           | 2162,0248     | 2812,262      |

Πίνακας 2: Ναυτικά Μίλια λιμανιών προμήθειας και λιμανιών αποθήκευσης



Χάρτης 2: Διαδρομές Port of Gibraltar με λιμάνια αποθήκευσης



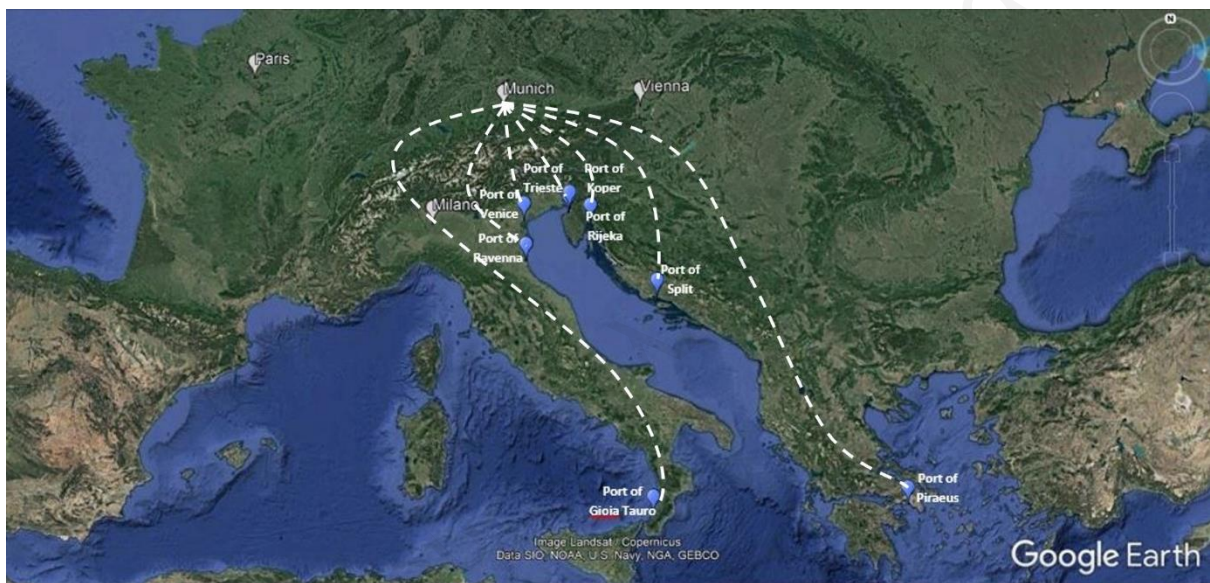
Χάρτης 3: Διαδρομές Port of Said με λιμάνια αποθήκευσης

### 3.3 Σύνδεση Λιμανιών με τέσσερις κεντρικές πόλεις

Στην συνέχεια έγινε η εξαγωγή των αποστάσεων με την χρήση του google earth μεταξύ τεσσάρων πόλεων, οι οποίες είναι το Παρίσι, η Βιέννη, το Μιλάνο και το Μόναχο και των υπό μελέτη λιμανιών. Ακολούθως οι αποστάσεις που εξάχθηκαν πολλαπλασιάστηκαν με ένα συντελεστή που κρίθηκε να είναι ίσος με 4 γιατί οι χερσαίες μετακινήσεις κοστίζουν περισσότερο από ότι οι θαλάσσιες μετακινήσεις. Παρουσιάζονται πιο κάτω οι αποστάσεις κάθε πόλης με τα υπό μελέτη λιμάνια καθώς και οι διαδρομές κάθε πόλης μεταξύ των λιμανιών:

| Απόσταση Λιμανιών αποθήκευσης με επίγειους σταθμούς |            |             |             |             |                |                 |                 |                 |
|---|------------|-------------|-------------|-------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Λιμάνια Προμήθειας →                                | Paris (km) | Munich (km) | Vienna (km) | Milano (km) | Paris x 4 (km) | Munich x 4 (km) | Vienna x 4 (km) | Milano x 4 (km) |
| Λιμάνια αποθήκευσης ↓                               |            |             |             |             |                |                 |                 |                 |
| Port of Venice                                      | 1113       | 544         | 585         | 280         | 4452           | 2176            | 2340            | 1120            |
| Port of Trieste                                     | 1257       | 503         | 478         | 424         | 5028           | 2012            | 1912            | 1696            |
| Port of Koper                                       | 1282       | 505         | 488         | 450         | 5128           | 2020            | 1952            | 1800            |
| Port of Rijeka                                      | 1329       | 514         | 520         | 497         | 5316           | 2056            | 2080            | 1988            |
| Port of Ravenna                                     | 1144       | 637         | 728         | 295         | 4576           | 2548            | 2912            | 1180            |
| Port of Piraeus                                     | 2980       | 2153        | 1745        | 2163        | 11920          | 8612            | 6980            | 8652            |
| Port of Gioia Tauro                                 | 2084       | 1539        | 1746        | 1197        | 8336           | 6156            | 6984            | 4788            |
| Port of Split                                       | 1701       | 858         | 764         | 909         | 6804           | 3432            | 3056            | 3636            |

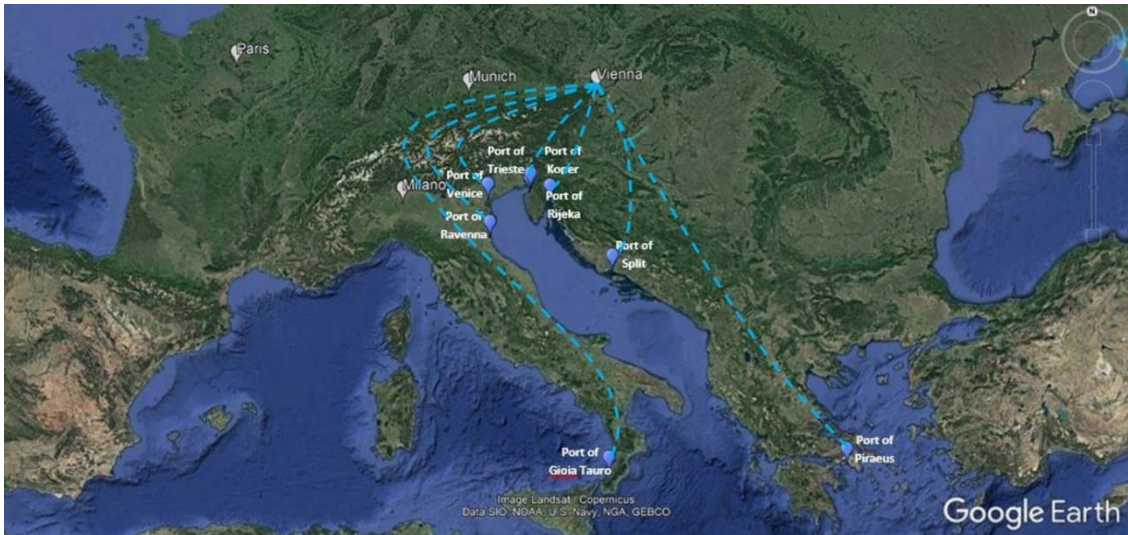
Πίνακας 3: Αποστάσεις λιμανιών αποθήκευσης με επίγειους σταθμούς



Χάρτης 4: Αποστάσεις μεταξύ λιμανιών αποθήκευσης και Μόναχο



Χάρτης 5: Αποστάσεις μεταξύ λιμανιών αποθήκευσης και Παρισιού



Χάρτης 6: Αποστάσεις μεταξύ λιμανιών αποθήκευσης και Βιέννης



Χάρτης 7: Αποστάσεις μεταξύ λιμανιών αποθήκευσης και Μιλάνο



Χάρτης 8: Αποστάσεις μεταξύ λιμανιών αποθήκευσης και επίγειων σταθμών



### 3.4 Επεξεργασία και Ανάλυση στοιχείων

Έχοντας μετρήσει τις αποστάσεις λιμανιών προμήθειας με λιμανιών αποθήκευσης και λιμανιών αποθήκευσης με επίγειους σταθμούς, δημιουργήσαμε πίνακες με αφετηρία τα δύο λιμάνια προμήθειας με τερματισμό κάθε τερματικό προορισμό μέσω όλων των υπό μελέτη αποθηκευτικών λιμανιών. Ορίστηκαν οι ποιο κάτω συντελεστές για τον υπολογισμό της βέλτιστης σύνδεσης των λιμανιών.

|  |  |   |
|--|--|---|
| <b>Cost = (επίγεια απόσταση<sup>(km)</sup>) *4 + (θαλάσσια απόσταση<sup>(km)</sup>) *1</b>                                   |  |   |
| <b>Time = (επίγεια απόσταση<sup>(km)</sup>)/80+ (θαλάσσια απόσταση<sup>(Nm)</sup>)/20</b>                                    |  |   |
| <b>Price = (βελτιστοποίηση του μέσο του solver με αρχική ενδεικτική τιμή το 100 και με περιορισμό να μην υπερβεί το 250)</b> |  |   |
| <b><math>e^{a*cost+b*Price} = e^{-0,01*Cost-0,1*Price}</math></b>  |  |   |
| <b><math>P(\text{Port}) = \frac{e_i}{\sum_i^8 e_i}</math></b>  | <b><math>TEUs = \frac{P(\text{Port})}{1000}</math></b> | <b><math>\text{Port Profit} = \frac{TEUs}{Price}</math></b> |

Πίνακας 4: Εξισώσεις υπολογισμού του Profit και του TEUs

Ορίζοντας αρχικά το price ίσο με 100 και χωρίζοντας τα λιμάνια σε λιμάνια N.A.P.A. και λιμάνια ανταγωνιστές, αθροίστηκε το κέρδος που προσφέρουν τα λιμάνια της N.A.P.A. και κάθε ανταγωνιστικό λιμάνι ξεχωριστά. Έπειτα, έγινε βελτιστοποίηση με maximization του profit έχοντας ως περιορισμό το price να είναι μικρότερο από 250 και να μεταβάλλονται τα price αντίστοιχα. Η βελτιστοποίηση έγινε μέχρι να εμφανιστή σύγκλιση μεταξύ του περιηγούμενου price με το νέο όπως επίσης και το profit. Τα αποτελέσματα αυτής της διαδικασίας παρουσιάζονται στον πίνακα 6 και γραφικά στο γράφημα 1. Μέσο του γραφήματος παρατηρούμε ότι η σύγκλιση μπορεί να γίνει από την τρίτη βελτιστοποίηση.

Ακολούθως, ορίσαμε όλους τους πιθανούς συνδυασμούς λιμανιών τα οποία βρίσκονται εντός της N.A.P.A. ορίζοντας τα άλλα ως ανταγωνιστές έτσι ώστε να ελεγχθεί αν όντος η επιλογή και τον πέντε λιμανιών μαζί είναι η βέλτιστη και επικερδής ομάδα λιμανιών. Οι συνδυασμοί αυτοί παρουσιάζονται στον πίνακα 5.

Λιμάνι που εντάσσεται στην Ν.Α.Ρ.Α.

Λιμάνι ανταγωνιστής

| 1                   | 2                   | 3                   | 4                   | 5                   |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Port of Venice      | Port of Venice      | Port of Venice      | Port of Venice      | Port of Venice      |
| Port of Trieste     | Port of Trieste     | Port of Trieste     | Port of Trieste     | Port of Trieste     |
| Port of Koper       | Port of Koper       | Port of Koper       | Port of Koper       | Port of Koper       |
| Port of Rijeka      | Port of Rijeka      | Port of Rijeka      | Port of Rijeka      | Port of Rijeka      |
| Port of Ravenna     | Port of Ravenna     | Port of Ravenna     | Port of Ravenna     | Port of Ravenna     |
| Port of Piraeus     | Port of Piraeus     | Port of Piraeus     | Port of Piraeus     | Port of Piraeus     |
| Port of Gioia Tauro | Port of Gioia Tauro | Port of Gioia Tauro | Port of Gioia Tauro | Port of Gioia Tauro |
| Port of Split       | Port of Split       | Port of Split       | Port of Split       | Port of Split       |
| 6                   | 7                   | 8                   | 9                   | 10                  |
| Port of Venice      | Port of Venice      | Port of Venice      | Port of Venice      | Port of Venice      |
| Port of Trieste     | Port of Trieste     | Port of Trieste     | Port of Trieste     | Port of Trieste     |
| Port of Koper       | Port of Koper       | Port of Koper       | Port of Koper       | Port of Koper       |
| Port of Rijeka      | Port of Rijeka      | Port of Rijeka      | Port of Rijeka      | Port of Rijeka      |
| Port of Ravenna     | Port of Ravenna     | Port of Ravenna     | Port of Ravenna     | Port of Ravenna     |
| Port of Piraeus     | Port of Piraeus     | Port of Piraeus     | Port of Piraeus     | Port of Piraeus     |
| Port of Gioia Tauro | Port of Gioia Tauro | Port of Gioia Tauro | Port of Gioia Tauro | Port of Gioia Tauro |
| Port of Split       | Port of Split       | Port of Split       | Port of Split       | Port of Split       |
| 11                  | 12                  | 13                  | 14                  | 15                  |
| Port of Venice      | Port of Venice      | Port of Venice      | Port of Venice      | Port of Venice      |
| Port of Trieste     | Port of Trieste     | Port of Trieste     | Port of Trieste     | Port of Trieste     |
| Port of Koper       | Port of Koper       | Port of Koper       | Port of Koper       | Port of Koper       |
| Port of Rijeka      | Port of Rijeka      | Port of Rijeka      | Port of Rijeka      | Port of Rijeka      |
| Port of Ravenna     | Port of Ravenna     | Port of Ravenna     | Port of Ravenna     | Port of Ravenna     |
| Port of Piraeus     | Port of Piraeus     | Port of Piraeus     | Port of Piraeus     | Port of Piraeus     |
| Port of Gioia Tauro | Port of Gioia Tauro | Port of Gioia Tauro | Port of Gioia Tauro | Port of Gioia Tauro |
| Port of Split       | Port of Split       | Port of Split       | Port of Split       | Port of Split       |
| 16                  | 17                  | 18                  | 19                  | 20                  |
| Port of Venice      | Port of Venice      | Port of Venice      | Port of Venice      | Port of Venice      |
| Port of Trieste     | Port of Trieste     | Port of Trieste     | Port of Trieste     | Port of Trieste     |
| Port of Koper       | Port of Koper       | Port of Koper       | Port of Koper       | Port of Koper       |
| Port of Rijeka      | Port of Rijeka      | Port of Rijeka      | Port of Rijeka      | Port of Rijeka      |
| Port of Ravenna     | Port of Ravenna     | Port of Ravenna     | Port of Ravenna     | Port of Ravenna     |
| Port of Piraeus     | Port of Piraeus     | Port of Piraeus     | Port of Piraeus     | Port of Piraeus     |
| Port of Gioia Tauro | Port of Gioia Tauro | Port of Gioia Tauro | Port of Gioia Tauro | Port of Gioia Tauro |
| Port of Split       | Port of Split       | Port of Split       | Port of Split       | Port of Split       |

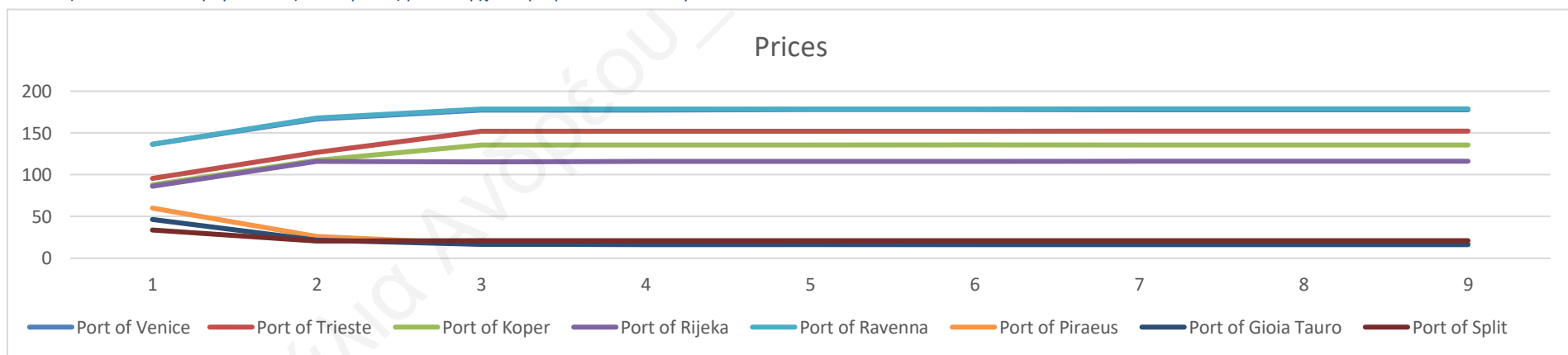
| <b>21</b>           | <b>22</b>           | <b>23</b>           | <b>24</b>           | <b>25</b>           |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Port of Venice      | Port of Venice      | Port of Venice      | Port of Venice      | Port of Venice      |
| Port of Trieste     | Port of Trieste     | Port of Trieste     | Port of Trieste     | Port of Trieste     |
| Port of Koper       | Port of Koper       | Port of Koper       | Port of Koper       | Port of Koper       |
| Port of Rijeka      | Port of Rijeka      | Port of Rijeka      | Port of Rijeka      | Port of Rijeka      |
| Port of Ravenna     | Port of Ravenna     | Port of Ravenna     | Port of Ravenna     | Port of Ravenna     |
| Port of Piraeus     | Port of Piraeus     | Port of Piraeus     | Port of Piraeus     | Port of Piraeus     |
| Port of Gioia Tauro | Port of Gioia Tauro | Port of Gioia Tauro | Port of Gioia Tauro | Port of Gioia Tauro |
| Port of Split       | Port of Split       | Port of Split       | Port of Split       | Port of Split       |
| <b>26</b>           | <b>27</b>           |                     |                     |                     |
| Port of Venice      | Port of Venice      |                     |                     |                     |
| Port of Trieste     | Port of Trieste     |                     |                     |                     |
| Port of Koper       | Port of Koper       |                     |                     |                     |
| Port of Rijeka      | Port of Rijeka      |                     |                     |                     |
| Port of Ravenna     | Port of Ravenna     |                     |                     |                     |
| Port of Piraeus     | Port of Piraeus     |                     |                     |                     |
| Port of Gioia Tauro | Port of Gioia Tauro |                     |                     |                     |
| Port of Split       | Port of Split       |                     |                     |                     |

Πίνακας 5: Συνδυασμοί λιμανιών που θα ενταχθούν στο πλέγμα της Ν.Α.Ρ.Α.

Κάλλια Ανδρέου – Στέλλα Χατζηανδρέου

| ITERATIONS          | 1         | 2           | 3           | 4           | 5           | 6          | 7          | 8           | 9           |
|---------------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|
| PRICES              |           |             |             |             |             |            |            |             |             |
| Port of Venice      | 136.42979 | 166.8922811 | 177.1882512 | 177.5866156 | 177.6679944 | 177.677114 | 177.677586 | 177.6775857 | 177.6775857 |
| Port of Trieste     | 95.573517 | 126.586052  | 151.8955157 | 152.1353401 | 152.1855311 | 152.190751 | 152.19096  | 152.1909598 | 152.1909598 |
| Port of Koper       | 87.932852 | 117.0017458 | 135.3906552 | 135.6407212 | 135.6924167 | 135.698452 | 135.698351 | 135.6983514 | 135.6983514 |
| Port of Rijeka      | 86.225041 | 115.9832018 | 115.644573  | 116.0766399 | 116.1639007 | 116.17357  | 116.174127 | 116.174127  | 116.174127  |
| Port of Ravenna     | 136.49767 | 167.60779   | 178.3533117 | 178.7483746 | 178.8288881 | 178.837923 | 178.838235 | 178.8382347 | 178.8382347 |
| Port of Piraeus     | 60.093434 | 26.22708893 | 17.20011148 | 16.19591426 | 16.1780968  | 16.1831203 | 16.1840042 | 16.18408671 | 16.18408614 |
| Port of Gioia Tauro | 46.48748  | 21.81206446 | 16.8138762  | 16.66933049 | 16.68287705 | 16.6860599 | 16.6864119 | 16.68641192 | 16.68641192 |
| Port of Split       | 33.850507 | 20.6816021  | 21.26315032 | 21.38027278 | 21.39308474 | 21.3939729 | 21.3939633 | 21.39395834 | 21.39395834 |
| PROFIT              |           |             |             |             |             |            |            |             |             |
| NAPA ports          | 0.8593255 | 0.876634765 | 0.886295048 | 0.886989423 | 0.88706441  | 0.88706958 | 0.88706953 | 0.887069499 | 0.887069499 |
| Port of Piraeus     | 0.0249079 | 0.047008687 | 0.048810765 | 0.048812172 | 0.048852296 | 0.04885938 | 0.04886005 | 0.04886004  | 0.04886004  |
| Port of Gioia Tauro | 0.0826133 | 0.066959245 | 0.054789008 | 0.052976726 | 0.05295697  | 0.05296797 | 0.0529697  | 0.05296986  | 0.052969859 |
| Port of Split       | 0.1984124 | 0.104113927 | 0.086994755 | 0.085725659 | 0.085804527 | 0.08582607 | 0.08582839 | 0.085828505 | 0.085828504 |

Πίνακας 6: Βελτιστοποίηση κόστους και κέρδους για τα αρχικά ορισμένα Ν.Α.Ρ.Α. λιμάνια



Γράφημα 1: Βελτιστοποιημένα κόστη για τα ορισμένα λιμάνια της Ν.Α.Ρ.Α.

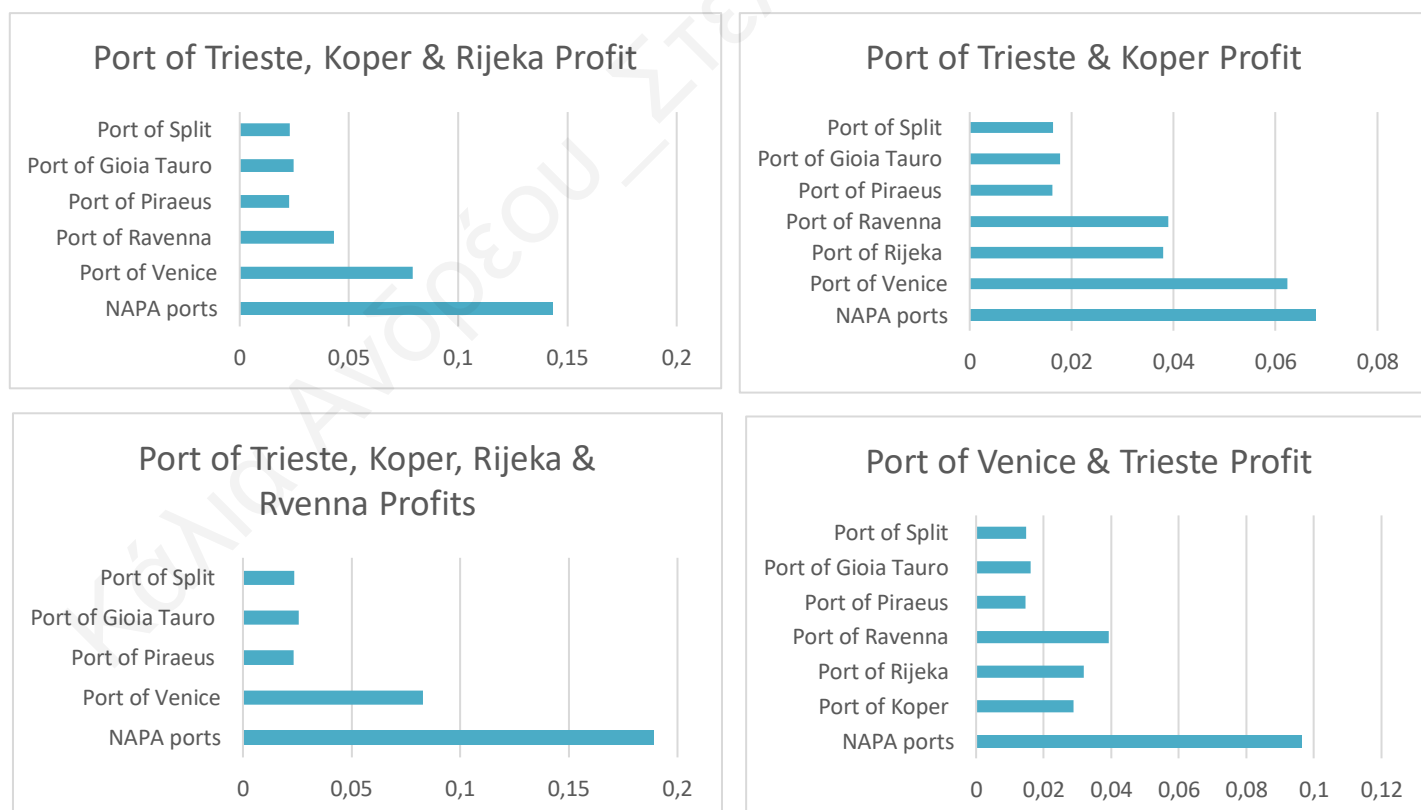
### 3.5 Shapley Value

Ακολούθως δημιουργήθηκε πίνακας με τις τιμές των Profit & Price για κάθε συνδυασμό και κάθε λιμάνι όπου χρειάζονται για τον υπολογισμό του Shapley value. Για να υπολογιστεί το Shapley Value, το οποίο υποδηλώνει την δοτικότητα του κάθε λιμανιού χρησιμοποιήθηκε ένας online υπολογιστικός ιστό τόπος στο οποίο ορίσαμε το profit του κάθε συνδυασμού επί 1000 έτη ώστε να μπορέσει να δεχθεί σωστές τιμές το πρόγραμμα υπολογισμού. Στον πίνακα 7 παρουσιάζονται τα βέλτιστα κέρδη όλων των συνδυασμών μεταξύ των λιμανιών.

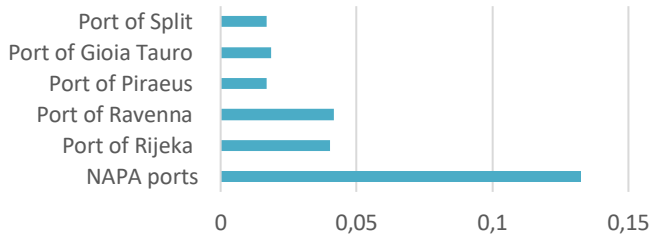
| Shapley value of ports: |       |
|-------------------------|-------|
| Port of Venice          | 226.3 |
| Port of Trieste         | 170.1 |
| Port of Koper           | 154.5 |
| Port of Rijeka          | 151.4 |
| Port of Ravenna         | 184.5 |

Πίνακας 7: Δοτικότητα κάθε λιμανιού στο σύμπλεγμα τις Ν.Α.Ρ.Α

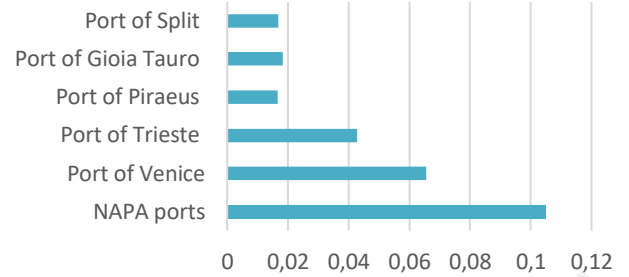
Πιο κάτω αναλύονται γραφικά τα αποτελέσματα τα οποία έχουν εξαχθεί και απεικονίζουν τα βέλτιστα κέρδη όλων των συνδυασμών μεταξύ των λιμανιών.



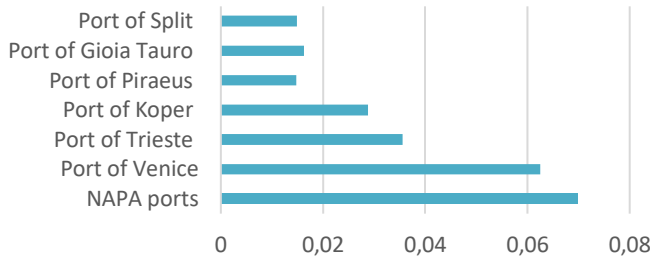
Port of Venice, Trieste & Koper Profit



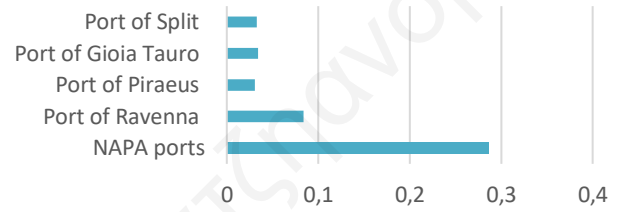
Port of Koper, Rijeka & Ravenna



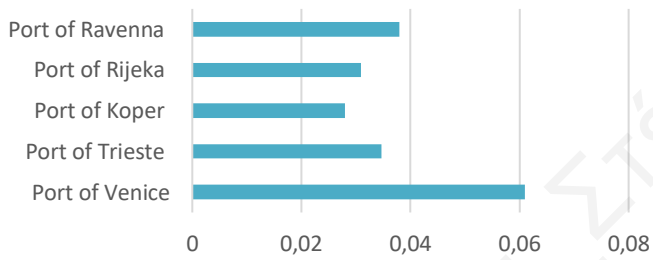
Port of Rijeka & Ravenna



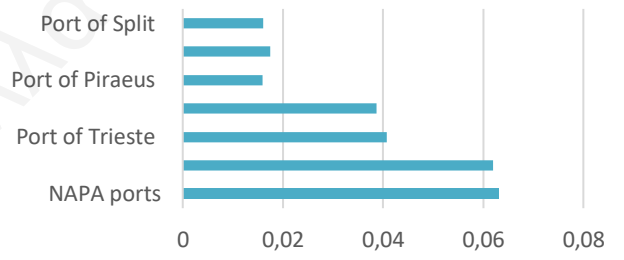
Port of Venice, Trieste, Koper & Rijeka Profit



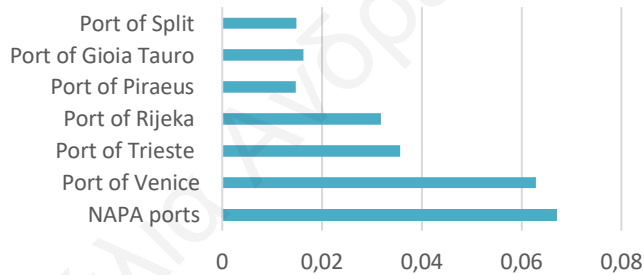
NAPA Ports Profit per port



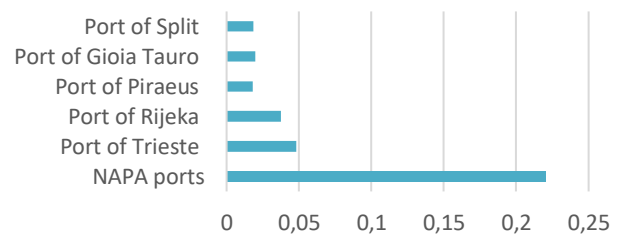
Port of Koper & Rijeka



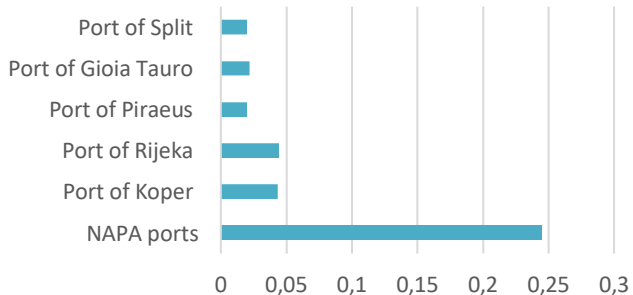
Port of Koper & Ravenna



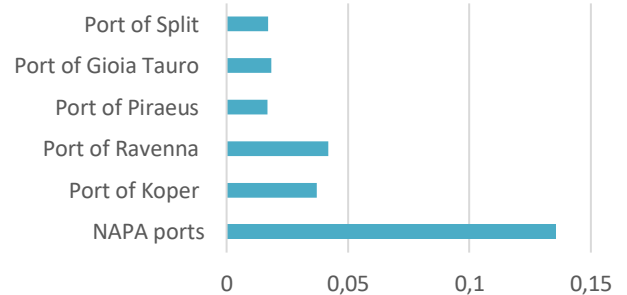
Port of Venice, Koper & Ravenna



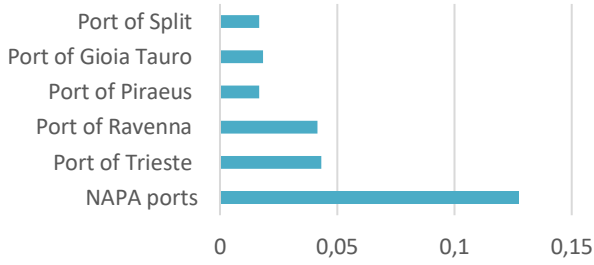
Port of Venice, Trieste & Ravenna



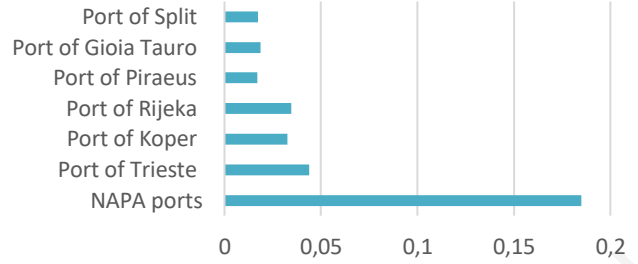
Port of Venice, Trieste & Rijeka



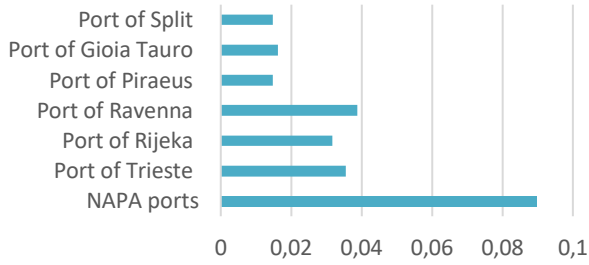
### Port of Venice, Koper & Rijeka



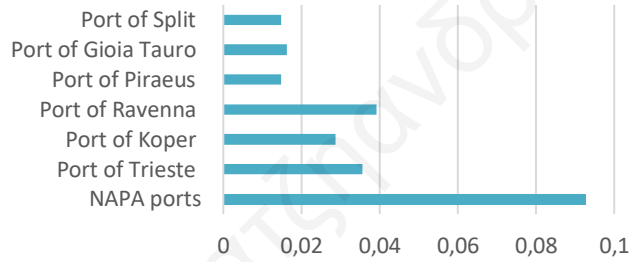
### Port of Venice & Ravenna



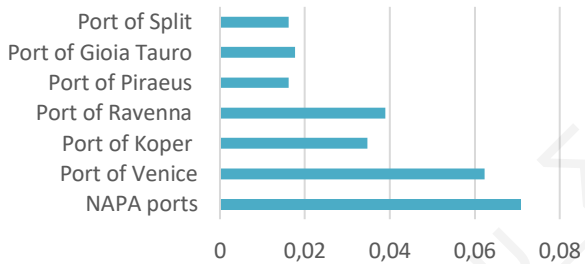
### Port of Venice & Koper



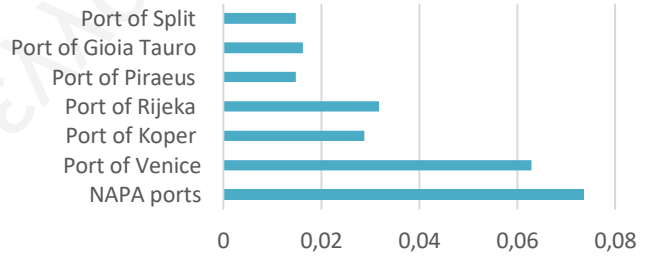
### Port of Venuce & Rijeka



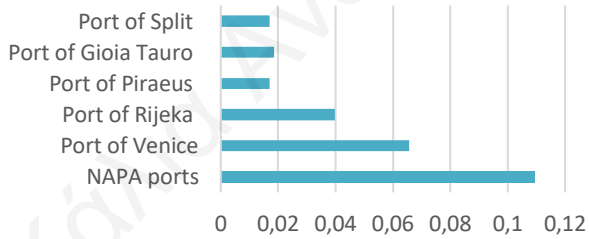
### Port of Trieste & Rijeka



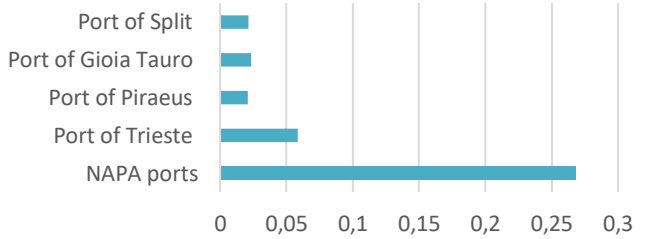
### Port of Trieste & Ravenna



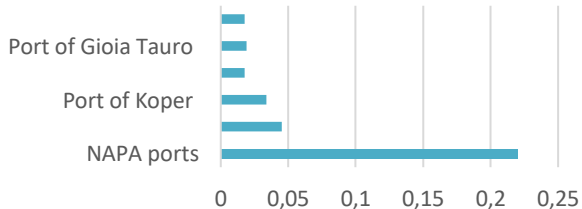
### Port of Trieste, Koper & Ravenna



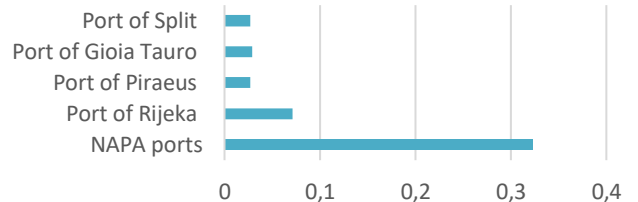
### Port of Venice, Koper, Rijeka & Ravenna



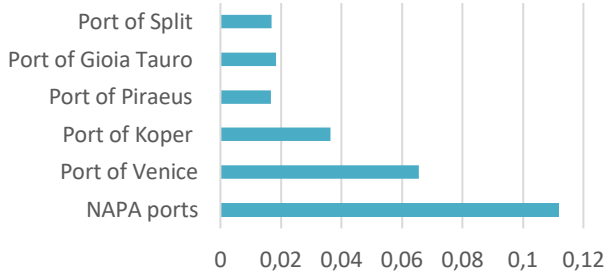
### Port of Venice, Rijeka & Ravenna



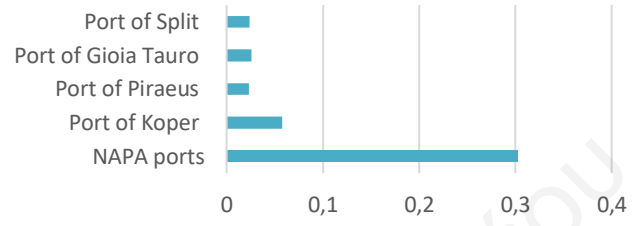
### Port of Venice, Trieste, Koper & Ravenna



Port of Trieste, Rijeka & Ravenna



Port of Venice, Trieste, Rijeka & Ravenna



Καλία Ανδρέου\_Στέλλα Χατζηανδρέου



## 4 ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ

### 4.1 Εισαγωγικό

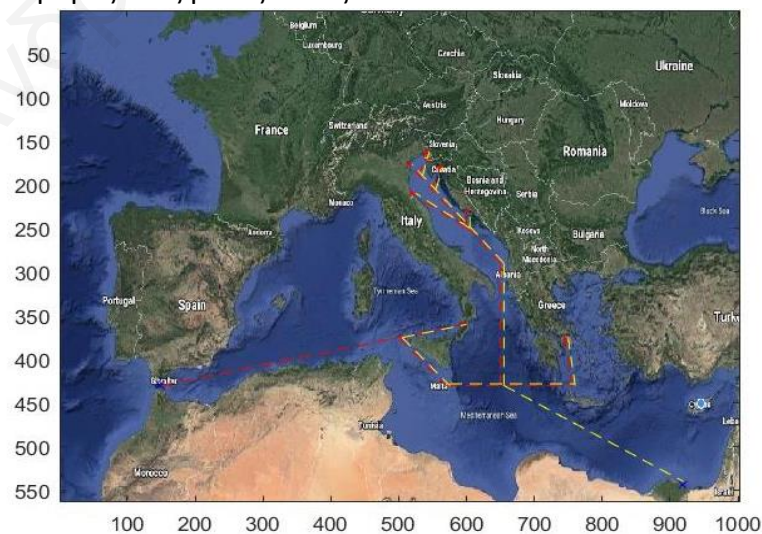
Έχοντας ολοκληρώσει μια μεγάλη ανάλυση συνεργασίας και ανταγωνισμού των λιμανιών του πλέγματος N.A.P.A., του Πειραιά, του Gioio Tauro και του Split, προχωράμε σε μια διαφορετικής μορφής ανάλυση. Η δυναμική επίλυση γίνεται με τη χρήση της μεθόδου βελτιστοποίησης του ανταγωνιστικού σχεδιασμού με βάση το «Reinforcement Learning».

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε είναι πανομοιότυπη με αυτή της συνεργατικής / ανταγωνιστικής ανάλυσης κάνοντας χρήση τα ίδια λιμάνια. Επίσης, κάποιοι υπολογισμοί που εξάχθηκαν από την προηγούμενη μέθοδο θα χρησιμοποιηθούν και για την δυναμική επίλυση εφόσον τα λιμάνια είναι τα ίδια και κάποιοι αρχικοί υπολογισμοί δεν χρειάζεται να ξαναγίνουν.

Τέλος, όπως πιο αναλυτικά θα δούμε και πιο κάτω, ορίστηκε κόστος για το κάθε στάδιο της διαδρομής και βελτιστοποιήθηκε το κέρδος κάθε συνδυασμού λιμανιού τα οποία θέλουμε να εντάξουμε στο πλέγμα της N.A.P.A.

### 4.2 Σύνδεση Port of Said & Port of Gibraltar

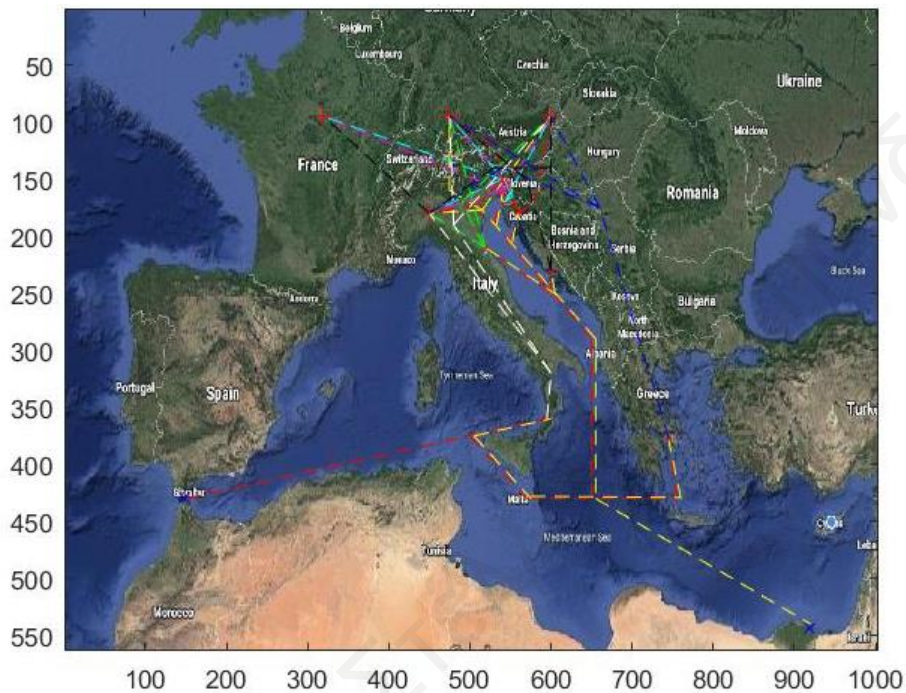
Όπως και πριν με την χρήση του διαδικτυακού site marine traffic πραγματοποιήθηκε η εξαγωγή των αποστάσεων μεταξύ των κύριων υπό μελέτη λιμανιών όπου είναι το λιμάνι του Σαιντ και το λιμάνι του Γιβραλτάρ με τους προορισμούς. Στην συνέχεια οι αποστάσεις αυτές μετατράπηκαν σε χιλιόμετρα και πολλαπλασιάστηκαν με ένα συντελεστή ίσο με μονάδα γιατί οι θαλάσσιες διαδρομές δεν κοστίζουν πολύ. Ακόμη για την απεικόνιση των αποστάσεων από τα δύο κύρια λιμάνια με τα λιμάνια εκφόρτωσης χρειάστηκε να γίνει χρήση του λογισμικού MATLAB. Πιο κάτω παρουσιάζονται οι αποστάσεις μεταξύ τους καθώς και οι διαδρομές τους μεταξύ τους.



Χάρτης 9: Σύνδεση Λιμανιών Προμήθειας και Αποθήκευσης μέσω της Matlab

#### 4.3 Σύνδεση Λιμανιών με τέσσερις κεντρικές πόλεις

Ακολούθως έγινε η εξαγωγή των αποστάσεων με την χρήση του google earth μεταξύ των τεσσάρων πόλεων που καθορίστηκαν στην επίλυση της συνεργατική κατάσταση. Έπειτα οι αποστάσεις τροποποιήθηκαν με τον ίδιο τρόπο όπως της προηγούμενης μεθόδου. Επιπρόσθετα για την απεικόνιση των αποστάσεων κάθε πόλης με τα υπό μελέτη λιμάνια εκφόρτωσης χρειάστηκε να γίνει και πάλι η χρήση του προγράμματος MATLAB. Πιο κάτω παρουσιάζεται το σχετικό γράφημα.



Χάρτης 10: Σύνδεση λιμανιών Αποθήκευσης με Επίγειους προορισμούς με την χρήση της Matlab

#### 4.4 Επεξεργασία αποτελεσμάτων μέτρησης

Όπως και στην προηγούμενη μέθοδο έχουμε μετρήσει τις αποστάσεις λιμανιών προμήθειας με λιμανιών αποθήκευσης και λιμανιών αποθήκευσης με επίγειους σταθμούς, δημιουργήσαμε πίνακες με αφετηρία τα δύο λιμάνια προμήθειας με τερματισμό κάθε τερματικό προορισμό μέσω όλων των υπό μελέτη αποθηκευτικών λιμανιών. Οι συντελεστές που ορίστηκαν είναι οι ίδιοι για τον υπολογισμό της βέλτιστης σύνδεσης των λιμανιών. (βλέπε πίνακα 4 σε κεφάλαιο 3.4).

Για τον υπολογισμό των εσόδων για κάθε λιμάνι αποθήκευσης καθορίστηκε η αρχική ταρίφα να ξεκινάει από τα 100. Στην συνέχεια καταγράφηκαν σε κώδικα όλα τα δεδομένα που απαιτούνταν για τον υπολογισμό του βέλτιστου εσόδου ανά λιμάνι. Στο κώδικα καταχωρήθηκε η ζήτηση να είναι ίση με 1000 για όλους τους προορισμούς, ακόμη καταχωρήθηκαν οι αποστάσεις μεταξύ των δύο λιμανιών προμήθειας ανά λιμάνι αποθήκευσης καθώς και οι αποστάσεις από τα λιμάνια αποθήκευσης στις πόλεις προορισμούς. Στην συνέχεια από την προηγούμενη μέθοδο πάρθηκαν οι χρόνοι που χρειάζονται τα δύο λιμάνια προμήθειας να

φτάσουν στα λιμάνια αποθήκευσης και οι τύποι κωδικοποιήθηκαν. (για τον κώδικα εύρεσης των εσόδων βλέπε παράρτημα 6.3) . Επιπρόσθετα πιο κάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα εσόδων για τα λιμάνια αποθήκευσης.

```
>> PortSys(100, 100, 100, 100, 100, 100, 100, 100)

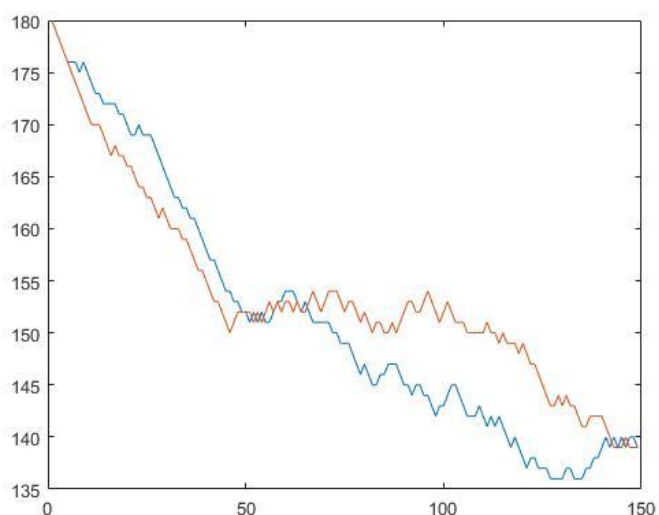
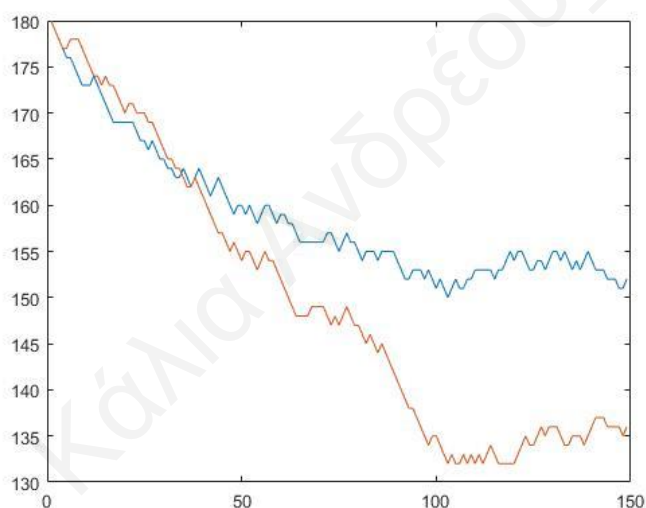
ans =

    1.0e+05 *

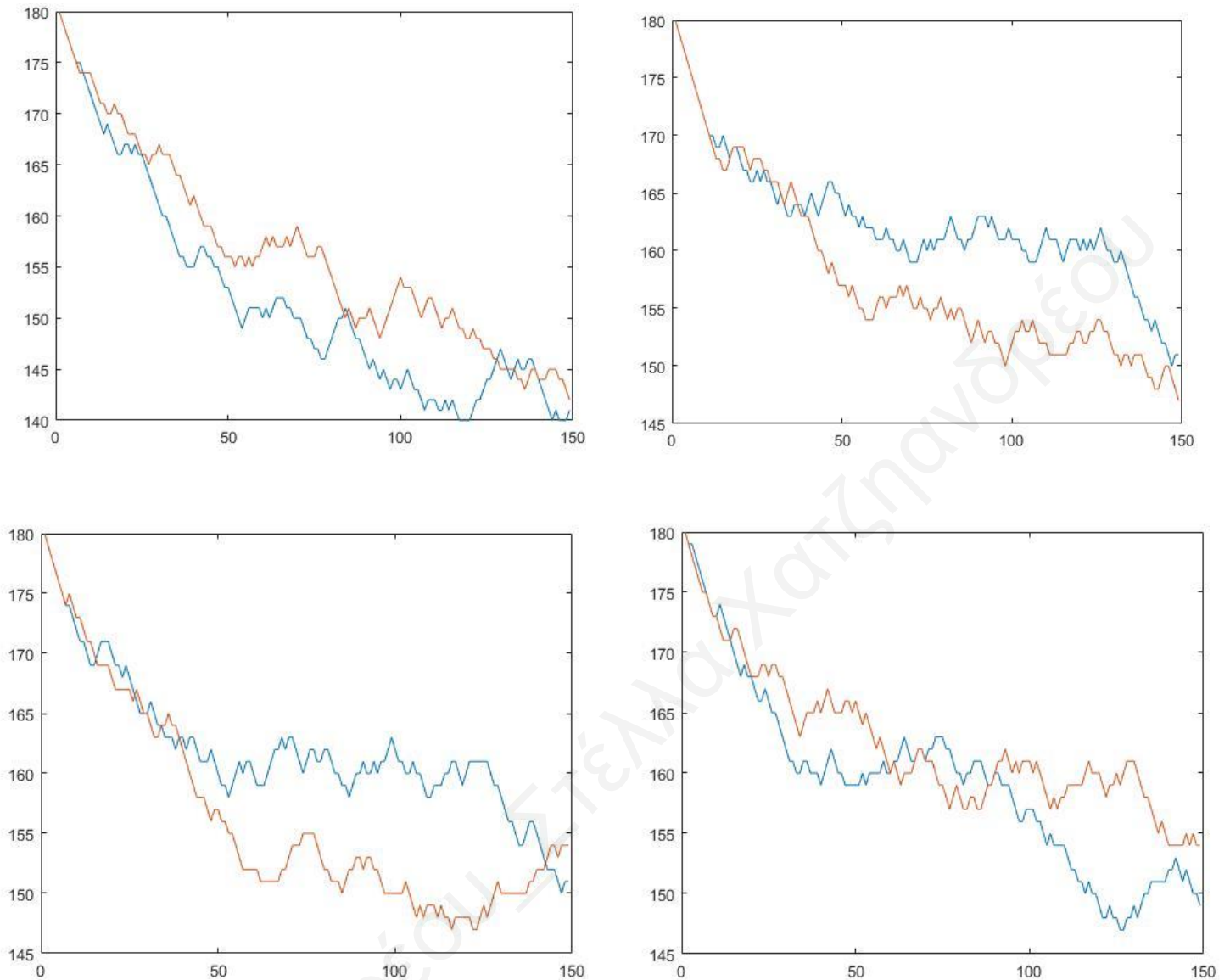
    0.5604    0.5385    0.5074    0.6297    0.5231    1.5783    2.7685    0.8942
```

Εικόνα 9: Αποτέλεσμα υπολογισμού των εσόδων μέσω του PortSys αρχείου

Ακολούθως δημιουργήθηκε κώδικας ο οποίος θα εξάγει 3 γραφήματα, το γράφημα 2 απεικονίζει την κατανομή των ταριφών για διάστημα 150 μηνών για δύο από τα οχτώ λιμάνια. Κάθε μήνα δηλαδή υπάρχει αλλαγή στην ταρίφα, είτε αυτή είναι αύξηση είτε είναι μείωση για να επιφέρει το βέλτιστο κέρδος. Επίσης ο κώδικας αυτός έτρεξε τουλάχιστον 6 φορές μέχρι να βρεθεί σύγκλιση των τιμών. (για τον κώδικα εύρεσης της βέλτιστης ταρίφας βλέπε παράρτημα 6.4). Από τα τρία γραφήματα που εξάχθηκαν επιλέχθηκε το γράφημα στο οποίο παρουσιάζεται το κόστος σε σχέση με την χρονική διάρκεια ανάλυσης. Τα πιο κάτω γραφήματα 2&3 απεικονίζουν τις 6 επαναλήψεις που έγιναν μέχρι την σύγκλιση.



Γράφημα 2: Δύο πρώτα αποτελέσματα επίλυσης



Γράφημα 3: Άλλα τέσσερα αποτελέσματα επίλυσης

Στα ποιο πάνω γραφήματα παρατηρείται ότι οι πρώτοι 50 μήνες έχουν πανομοιότυπη κατανομή ενώ στους επόμενους 100 μήνες έχουμε μια ανομοιόμορφη κατανομή. Δηλαδή τα δύο λιμάνια χρεώνουν την ίδια ταρίφα τους πρώτους 50 μήνες ενώ τους υπόλοιπους 100 αυξομειώνεται. Αυτό είναι το αποτέλεσμα της Δυναμικής Ανταγωνιστικής ανάλυσης αφού κάθε μήνα αναθεωρούνται οι πολιτικές των μηνών έτσι ώστε στο σύνολο το όφελος να μεγιστοποιείται. Άλλες φορές μπορεί το όφελος να αυξάνεται ενώ άλλες να μειώνεται.

#### 4.5 Υπολογισμός Sharpley Value

Για τον υπολογισμό του Sharpley Value στην Δυναμική ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές του κέρδους που είχαν υπολογιστή στην Συνεργατική / Ανταγωνιστική ανάλυση. Οι τιμές αυτές παρουσιάζονται στον πίνακα 8. Για να μπορέσει η ανάλυση να γίνει δυναμικά, ομαδοποιήθηκαν οι συνδυασμοί που είχαν

δημιουργηθεί σε πέντε ομάδες έχοντας ως κριτήριο το λιμάνι που πρέπει να αναλυθεί σε κάθε περίπτωση. Για παράδειγμα, στον πίνακα 10 βλέπουμε την ομαδοποίηση των πιθανών συνδυασμών στους οποίους εντάσσεται το πρώτο λιμάνι, το λιμάνι της Βενετίας.

| ΣΥΝΔΑΣΜΟΙ | ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΟ ΚΕΡΔΟΣ | ΣΥΝΔΑΣΜΟΙ | ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΟ ΚΕΡΔΟΣ |
|-----------|----------------------|-----------|----------------------|
| 1         | 61                   | 421       | 136                  |
| 2         | 35                   | 431       | 127                  |
| 3         | 28                   | 521       | 245                  |
| 4         | 31                   | 531       | 221                  |
| 5         | 38                   | 541       | 220                  |
| 21        | 96                   | 432       | 143                  |
| 31        | 90                   | 532       | 109                  |
| 41        | 93                   | 542       | 112                  |
| 51        | 185                  | 543       | 105                  |
| 32        | 68                   | 4321      | 287                  |
| 42        | 71                   | 5321      | 323                  |
| 52        | 74                   | 5421      | 303                  |
| 43        | 63                   | 5431      | 268                  |
| 53        | 67                   | 5432      | 189                  |
| 54        | 70                   | 54321     | 887                  |
| 321       | 133                  |           |                      |

Πίνακας 8: Συνδυασμοί και υπολογιζόμενο κέρδος κάθε συνδυασμού

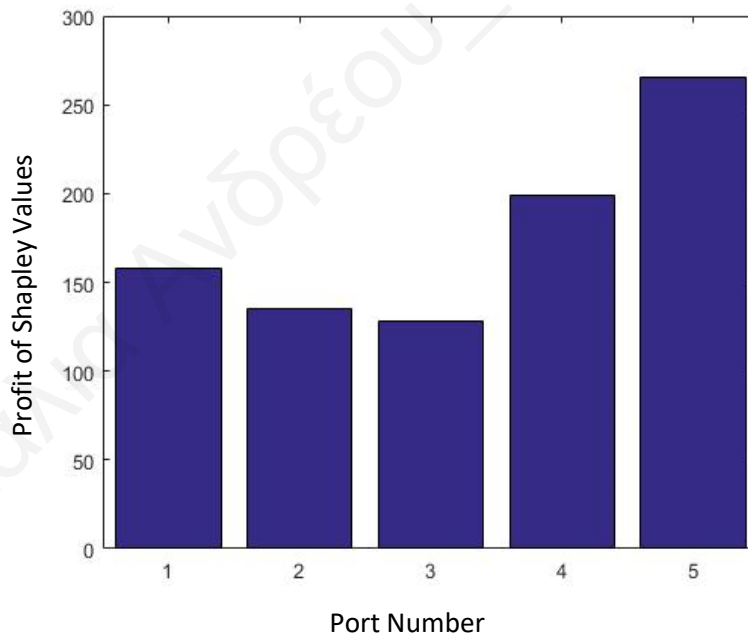
|   |                 |
|---|-----------------|
| 1 | Port of Venice  |
| 2 | Port of Trieste |
| 3 | Port of Koper   |
| 4 | Port of Rijeka  |
| 5 | Port of Ravenna |

Πίνακας 9: Τι ορίζει ο κάθε αριθμός στους συνδυασμούς ανάλυσης

| Coalitions of #1 |        | Coalitions of #2 |        | Coalitions of #3 |        | Coalitions of #4 |        | Coalitions of #5 |        |
|------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| Συνδυασμός       | Κέρδος | Συνδυασμός       | Κέρδος | Συνδυασμός       | Κέρδος | Συνδυασμός       | Κέρδος | Συνδυασμός       | Κέρδος |
| 1                | 61     | 2                | 35     | 3                | 28     | 4                | 31     | 5                | 38     |
| 21               | 96     | 21               | 96     | 31               | 90     | 41               | 93     | 51               | 185    |
| 31               | 90     | 32               | 68     | 32               | 68     | 42               | 71     | 52               | 74     |
| 41               | 93     | 42               | 71     | 43               | 63     | 43               | 63     | 53               | 67     |
| 51               | 185    | 52               | 74     | 53               | 67     | 54               | 70     | 54               | 70     |
| 321              | 133    | 321              | 133    | 321              | 133    | 421              | 136    | 521              | 245    |
| 421              | 136    | 421              | 136    | 431              | 127    | 431              | 127    | 531              | 221    |
| 431              | 127    | 521              | 245    | 531              | 221    | 541              | 220    | 541              | 220    |
| 521              | 245    | 432              | 143    | 432              | 143    | 432              | 143    | 532              | 109    |
| 531              | 221    | 532              | 109    | 532              | 109    | 542              | 112    | 542              | 112    |
| 541              | 220    | 542              | 112    | 543              | 105    | 543              | 105    | 543              | 105    |
| 4321             | 287    | 4321             | 287    | 4321             | 287    | 4321             | 287    | 5321             | 323    |
| 5321             | 323    | 5321             | 323    | 5321             | 323    | 5421             | 303    | 5421             | 303    |
| 5421             | 303    | 5421             | 303    | 5431             | 268    | 5431             | 268    | 5431             | 268    |
| 5431             | 268    | 5432             | 189    | 5432             | 189    | 5432             | 189    | 5432             | 189    |
| 54321            | 887    | 54321            | 887    | 54321            | 887    | 54321            | 887    | 54321            | 887    |

Πίνακας 10: Ομαδοποίηση συνδυασμών με βάση τα λιμάνια

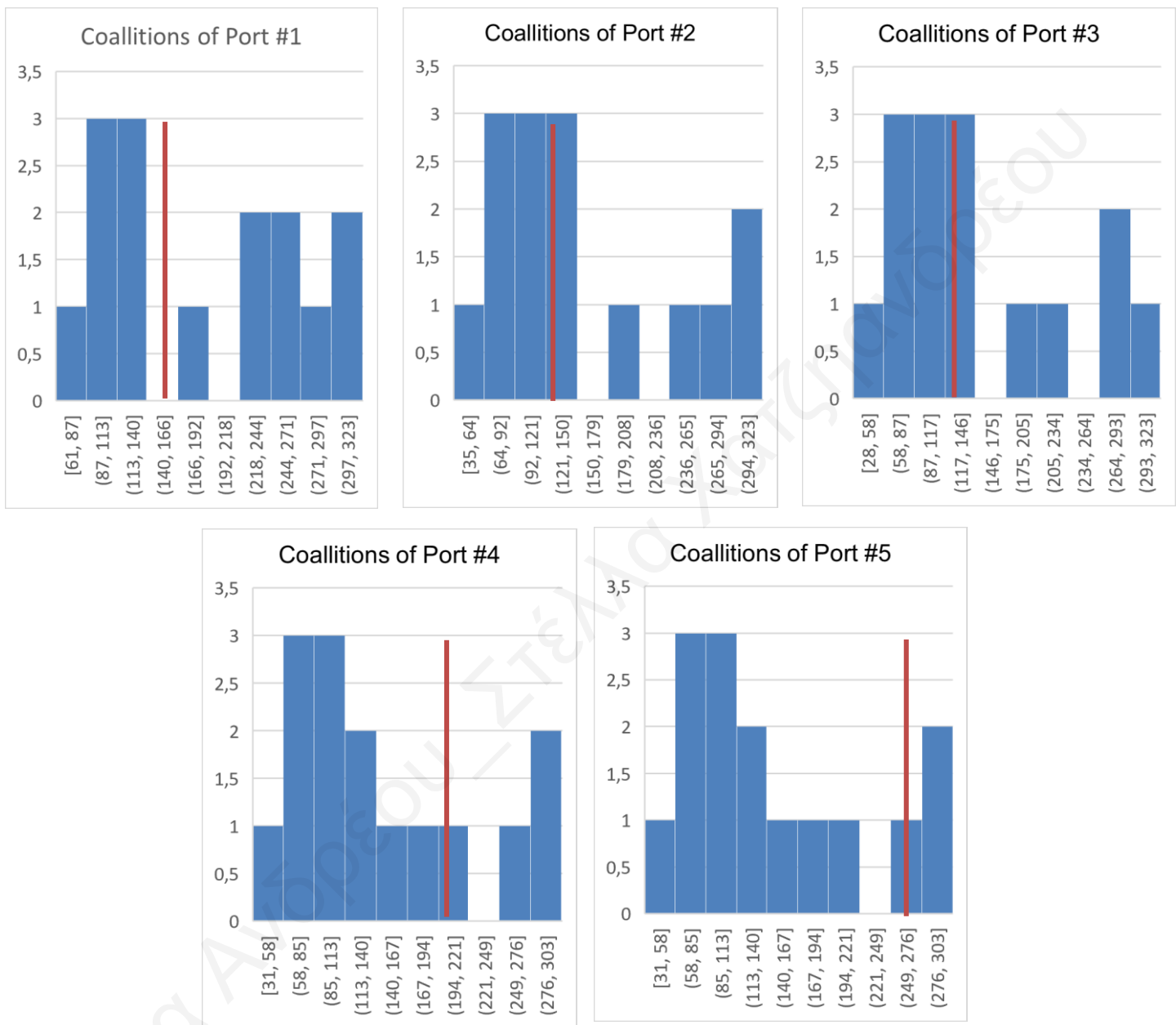
Ο υπολογισμός του Shapley Value σε αυτή την ανάλυση έγινε με την χρήση της Matlab μέσω του προγράμματος που παρουσιάζεται στο Παράρτημα 6.5. Στο παρόν πρόγραμμα ορίστηκαν οι τιμές του profit καθώς επίσης και οι συνδυασμοί που αναφέρονται πιο πάνω και υπολογίστηκε, μέσω ενός «παιχνιδιού μετάθεσης», οι τιμές του shapley value για κάθε λιμάνι.



| ShapleyValues |          |
|---------------|----------|
| Port #1       | 158.2500 |
| Port #2       | 135.4167 |
| Port #3       | 128.4167 |
| Port #4       | 199.0833 |
| Port #5       | 265.8333 |

Γράφημα 4: Υπολογισμός Shapley Value και απεικόνιση του σε γράφημα

Μετά το υπολογισμό του Shapley Value απεικονίστηκε γραφικά τα στοιχεία του πίνακα 10 υποδεικνύοντας τον νέο υπολογισμό του Shapley Value με κόκκινη γραμμή.



Γράφημα 5: Παρουσίαση κέρδους σε μορφή bar chart και ένδειξη τιμής shapley value

Τέλος, μέσω του προγράμματος που παρουσιάζεται στο παράρτημα 6.5, υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι των αποτελεσμάτων του συνασπισμού.

```
>> shapleyValue(n, t)
ans =
    10.1333    10.1333    10.1333   -18.2000   -18.2000
```

Εικόνα 10: Αποτέλεσμα υπολογισμού συνασπισμού

Για τον υπολογισμό του συνασπισμού το πρόγραμμα χρειάζεται να του δοθεί ο αριθμός των λιμανιών και το υπολογιζόμενο βελτιστοποιημένο κέρδος που παρουσιάζεται στο γράφημα 4. Τέλος, αναφερόμενοι στα αποτελέσματα του συνασπισμού, παρατηρείται ότι τα τρία πρώτα λιμάνια έχουν ίση και θετική τιμή συνασπισμού ενώ τα τελευταία δύο έχουν αρνητική τιμή. Αυτό εμφανίζεται γιατί τα δύο λιμάνια με το υψηλό κέρδος συνεργάζονται και βρίσκονται πιο κοντά στα λιμάνια προμήθειας σε αντίθεση με τα άλλα τρία τα οποία γεωγραφικά είναι κοντά και ποιο απομακρυσμένα από τα λιμάνια προμήθειας.

Κάλια Ανδρέου \_ Στέλια Χατζηανδρέου



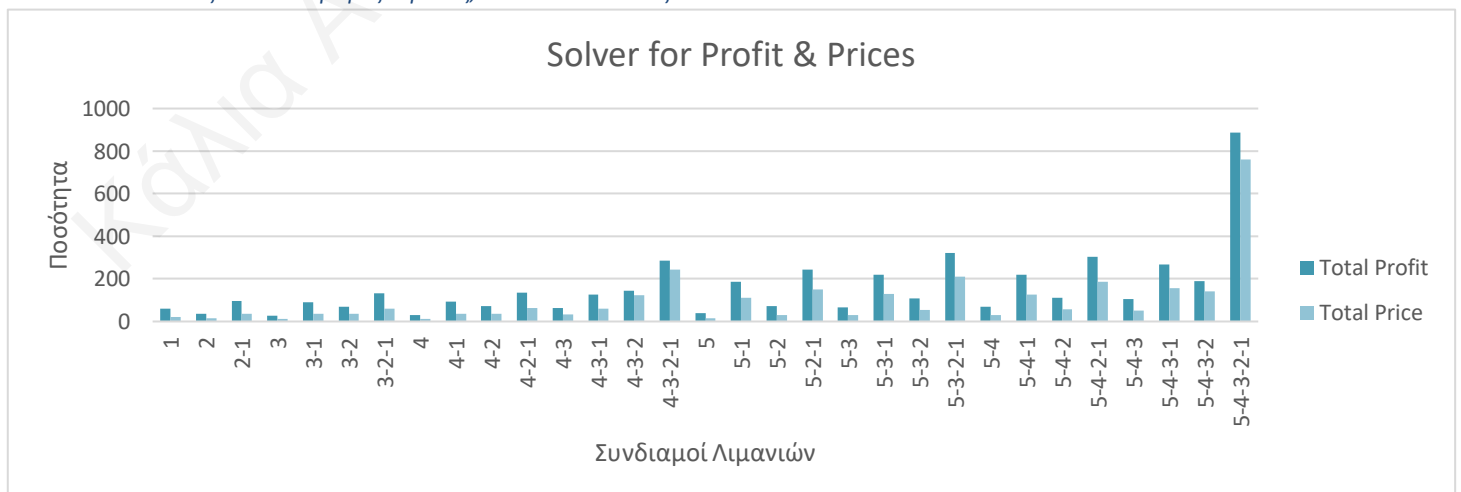
## 5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Από τους πιο κάτω πίνακες παρατηρούμε ότι όντως το πλέγμα των λιμανιών των N.A.P.A προσφέρει το μεγαλύτερο κέρδος. (βλέπε πίνακα 8)
- Επιπρόσθετα παρατηρείται πως δεν φέρει μεγάλο ρόλο ο όγκος των φορτίων στα κέρδη των λιμανιών αλλά η τιμή ανά φορτίο. (βλέπε γράφημα 2)
- Ακόμη συμπεραίνεται ότι το λιμάνι του Venice αποτελεί κύριο παράγοντα στα κέρδη του πλέγματος του N.A.P.A λόγω της καλής του γεωγραφικής θέσης καθώς και των ανεπτυγμένων εγκαταστάσεων του.
- Σε αντίθεση με την Συνεργατική /Ανταγωνιστική ανάλυση, στην Δυναμική ανάλυση παρατηρείται ότι το λιμάνι του Venice δεν έχει κύριο ρόλο. Στην Συνεργατική / Ανταγωνιστική ανάλυση, το λιμάνι του Venice έχει το μεγαλύτερο κέρδος σε αντίθεση με την Δυναμική Ανάλυση όπου η τιμή του Sharpley Value που υπολογίστηκε του δίνει τρίτη θέση στην κατάταξη κερδοφορίας.

| Συνδιασμός | Profit | Total Price | Total TEUs |
|------------|--------|-------------|------------|
| 1          | 61     | 21          | 3          |
| 2          | 35     | 14          | 2          |
| 2-1        | 96     | 37          | 11         |
| 3          | 28     | 13          | 2          |
| 3-1        | 90     | 36          | 11         |
| 3-2        | 68     | 36          | 7          |
| 3-2-1      | 133    | 61          | 20         |
| 4          | 31     | 13          | 2          |
| 4-1        | 93     | 37          | 11         |
| 4-2        | 71     | 37          | 8          |
| 4-2-1      | 136    | 62          | 20         |
| 4-3        | 63     | 34          | 8          |
| 4-3-1      | 127    | 59          | 20         |
| 4-3-2      | 143    | 122         | 11         |
| 4-3-2-1    | 287    | 244         | 20         |
| 5          | 38     | 16          | 2          |

| Συνδιασμός | Profit | Total Price | Total TEUs |
|------------|--------|-------------|------------|
| 5-1        | 185    | 111         | 7          |
| 5-2        | 74     | 31          | 9          |
| 5-2-1      | 245    | 150         | 18         |
| 5-3        | 67     | 30          | 9          |
| 5-3-1      | 221    | 130         | 22         |
| 5-3-2      | 109    | 55          | 18         |
| 5-3-2-1    | 323    | 211         | 30         |
| 5-4        | 70     | 31          | 9          |
| 5-4-1      | 220    | 127         | 23         |
| 5-4-2      | 112    | 56          | 18         |
| 5-4-2-1    | 303    | 186         | 33         |
| 5-4-3      | 105    | 53          | 18         |
| 5-4-3-1    | 268    | 157         | 37         |
| 5-4-3-2    | 189    | 142         | 25         |
| 5-4-3-2-1  | 887    | 761         | 30         |

Πίνακας 11: Υπολογισμός κέρδους, συνολικού κόστους και συνολικού TEUs



Γράφημα 6: Γραφική απεικόνιση των συνδυασμών για τα αποτελέσματα του Solver

## 6 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

### 6.1 Συνδέσεις Port of Said & Port of Gibraltar

```
image(plots)
hold on

% Port of Venice
scatter(515,177, '.', 'r')
% Port of Trieste
scatter(540,163, '.', 'r')
% Port of Koper
scatter(543,170, '.', 'r')
% Port of Rijeka
scatter(560,180, '.', 'r')
% Port of Ravenna
scatter(519,210, '.', 'r')
% Port of Piraeus
scatter(745,377, '.', 'r')
% Port of Gioia Tauro
scatter(595,360, '.', 'r')
% Port of Split
scatter(600,230, '.', 'r')

% Port of Gibraldar
scatter(150,430, 'x', 'b')
% Port of Said
scatter(920,545, 'x', 'b')

% % Milano
% scatter(515,177, '+', 'k')
% % Vienna
% scatter(515,177, '+', 'k')
% % Munich
% scatter(515,177, '+', 'k')
% % Paris
% scatter(515,177, '+', 'k')

%Diadromes apo limani Gibraltar se limania NAPA%
% from Gibraldar to Venice
x = [650 650];
y = [430 290];
line(x,y, 'Color', 'red', 'LineStyle', '--')
x = [650 515];
y = [290 177];
line(x,y, 'Color', 'red', 'LineStyle', '--')

% from Gibraldar to Trieste
x = [530 540];
y = [190 163];
line(x,y, 'Color', 'red', 'LineStyle', '--')

% from Gibraldar to Koper
x = [538 543];
y = [169 170];
line(x,y, 'Color', 'red', 'LineStyle', '--')
```

```

% from Gibraldar to Rijeka
x = [550 560];
y = [205 180];
line(x,y,'Color','red','LineStyle','--')

% from Gibraldar to Ravenna
x = [600 519];
y = [250 210];
line(x,y,'Color','red','LineStyle','--')

% from Gibraldar to Piraeus
x = [150 500];
y = [430 375];
line(x,y,'Color','red','LineStyle','--')
x = [500 570];
y = [375 430];
line(x,y,'Color','red','LineStyle','--')
x = [570 755];
y = [430 430];
line(x,y,'Color','red','LineStyle','--')
x = [755 745];
y = [430 377];
line(x,y,'Color','red','LineStyle','--')

% from Gibraldar to Gioia Tauro
x = [150 595];
y = [430 360];
line(x,y,'Color','red','LineStyle','--')

% from Gibraldar to Split
x = [600 600];
y = [250 230];
line(x,y,'Color','red','LineStyle','--')

%Diadromes apo limani Said se limania NAPPA%
% from Port of Said to Venice
x = [655 655];
y = [430 290];
line(x,y,'Color','yellow','LineStyle','--')
x = [655 520];
y = [290 177];
line(x,y,'Color','yellow','LineStyle','--')

% from Port of Said to Trieste
x = [535 545];
y = [190 163];
line(x,y,'Color','yellow','LineStyle','--')

% from Port of Said to Koper
x = [538 543];
y = [169 170];
line(x,y,'Color','yellow','LineStyle','--')

% from Port of Said to Rijeka
x = [555 565];
y = [205 180];
line(x,y,'Color','yellow','LineStyle','--')

```

```

% from Port of Said to Ravenna
x = [605 525];
y = [250 210];
line(x,y,'Color','yellow','LineStyle','--')

% from Port of Said to Piraeus
x = [505 575];
y = [375 430];
line(x,y,'Color','yellow','LineStyle','--')
x = [575 760];
y = [428 428];
line(x,y,'Color','yellow','LineStyle','--')
x = [760 750];
y = [430 377];
line(x,y,'Color','yellow','LineStyle','--')
x = [655 920];
y = [430 540];
line(x,y,'Color','yellow','LineStyle','--')

% from Port of Said to Gioia Tauro
x = [505 600];
y = [375 360];
line(x,y,'Color','yellow','LineStyle','--')

% from Port of Said to Split
x = [605 605];
y = [250 230];
line(x,y,'Color','yellow','LineStyle','--')

```

## 6.2 Σύνδεση Λιμανιών αποθήκευσης με τέσσερις κεντρικές πόλεις

```

% Distance between ports and Towns
% from Venice to Milano
x = [515 450];
y = [177 180];
line(x,y,'Color','y','LineStyle','--')
% from Venice to Vienna
x = [515 600];
y = [177 95];
line(x,y,'Color','y','LineStyle','--')
% from Venice to Munich
x = [515 475];
y = [177 160];
line(x,y,'Color','y','LineStyle','--')
x = [475 475];
y = [160 95];
line(x,y,'Color','y','LineStyle','--')
% from Venice to Paris
x = [450 320];
y = [180 95];
line(x,y,'Color','y','LineStyle','--')

% from Trieste to Milano
x = [540 540];
y = [163 159];

```

```

line(x,y,'Color','m','LineStyle','--')
x = [540 450];
y = [159 180];
line(x,y,'Color','m','LineStyle','--')
% from Trieste to Vienna
x = [540 600];
y = [163 95];
line(x,y,'Color','m','LineStyle','--')
% from Trieste to Munich
x = [540 540];
y = [163 150];
line(x,y,'Color','m','LineStyle','--')
x = [540 475];
y = [150 95];
line(x,y,'Color','m','LineStyle','--')
% from Trieste to Paris
x = [540 320];
y = [160 95];
line(x,y,'Color','m','LineStyle','--')

```

```

% from Koper to Milano
x = [543 553];
y = [170 165];
line(x,y,'Color','c','LineStyle','--')
x = [553 540];
y = [165 150];
line(x,y,'Color','c','LineStyle','--')
x = [540 450];
y = [150 180];
line(x,y,'Color','c','LineStyle','--')
% from Koper to Vienna
x = [543 600];
y = [170 95];
line(x,y,'Color','c','LineStyle','--')
% from Koper to Munich
x = [543 553];
y = [170 160];
line(x,y,'Color','c','LineStyle','--')
x = [553 475];
y = [160 95];
line(x,y,'Color','c','LineStyle','--')
% from Koper to Paris
x = [538 320];
y = [150 95];
line(x,y,'Color','c','LineStyle','--')

```

```

% from Rijeka to Milano
x = [560 540];
y = [180 150];
line(x,y,'Color','r','LineStyle','--')
x = [540 510];
y = [150 172];
line(x,y,'Color','r','LineStyle','--')
x = [510 450];
y = [172 180];
line(x,y,'Color','r','LineStyle','--')

```

```

% from Rijeka to Vienna
x = [560 580];
y = [180 170];
line(x,y,'Color','r','LineStyle','--')
x = [580 600];
y = [170 95];
line(x,y,'Color','r','LineStyle','--')
% from Rijeka to Munich
x = [560 530];
y = [180 120];
line(x,y,'Color','r','LineStyle','--')
x = [530 475];
y = [120 95];
line(x,y,'Color','r','LineStyle','--')
% from Rijeka to Paris
x = [450 320];
y = [180 95];
line(x,y,'Color','r','LineStyle','--')
% from Ravenna to Milano
x = [519 450];
y = [210 180];
line(x,y,'Color','g','LineStyle','--')
% from Ravenna to Vienna
x = [518 490];
y = [210 170];
line(x,y,'Color','g','LineStyle','--')
x = [490 600];
y = [170 95];
line(x,y,'Color','g','LineStyle','--')
% from Ravenna to Munich
x = [519 475];
y = [210 95];
line(x,y,'Color','g','LineStyle','--')
% from Ravenna to Paris
x = [450 320];
y = [180 95];
line(x,y,'Color','g','LineStyle','--')

% from Piraeus to Milano
x = [745 660];
y = [377 175];
line(x,y,'Color','b','LineStyle','--')
x = [660 540];
y = [175 140];
line(x,y,'Color','b','LineStyle','--')
x = [540 450];
y = [140 180];
line(x,y,'Color','b','LineStyle','--')
% from Piraeus to Vienna
x = [660 600];
y = [175 95];
line(x,y,'Color','b','LineStyle','--')
% from Piraeus to Munich
x = [660 475];
y = [175 95];
line(x,y,'Color','b','LineStyle','--')
% from Piraeus to Paris
x = [450 320];

```

```

y = [180 95];
line(x,y,'Color','b','LineStyle','--')

% from Gioia Tauro to Milano
x = [595 600];
y = [360 320];
line(x,y,'Color','w','LineStyle','--')
x = [600 450];
y = [320 180];
line(x,y,'Color','w','LineStyle','--')
% from Gioia Tauro to Vienna
x = [600 480];
y = [320 190];
line(x,y,'Color','w','LineStyle','--')
x = [480 600];
y = [190 95];
line(x,y,'Color','w','LineStyle','--')
% from Gioia Tauro to Munich
x = [480 475];
y = [190 95];
line(x,y,'Color','w','LineStyle','--')
% from Gioia Tauro to Paris
x = [450 320];
y = [180 95];
line(x,y,'Color','w','LineStyle','--')

% from Split to Milano
x = [600 600];
y = [230 140];
line(x,y,'Color','k','LineStyle','--')
x = [600 530];
y = [140 140];
line(x,y,'Color','k','LineStyle','--')
x = [530 450];
y = [140 180];
line(x,y,'Color','k','LineStyle','--')
% from Split to Vienna
x = [600 600];
y = [230 95];
line(x,y,'Color','k','LineStyle','--')
% from Split to Munich
x = [600 570];
y = [230 150];
line(x,y,'Color','k','LineStyle','--')
x = [570 475];
y = [150 95];
line(x,y,'Color','k','LineStyle','--')
% from Split to Paris
x = [450 320];
y = [180 95];
line(x,y,'Color','k','LineStyle','--')

```

### 6.3 Εύρεση εσόδων για κάθε λιμάνι

```
function z = PortSys(x1, x2, x3, x4, x5, x6, x7, x8)

% Gib P.Said
Dem=[1000 1000 %Paris
     1000 1000 %Monaco
     1000 1000 %Vienna
     1000 1000]; %Milan

%Ven Trieste Koper Rijeka Ravenna Piraeus G.Tauro
Sp
Gib=[3166.92 3170.4388 3202.6636 3086.7284 3245.8152 2764.2952
     1906.0784 2812.262];
Said=[2543.9072 2535.5732 2536.1288 2458.53 2479.828 1198.244 1876.6316
     2162.0248];

Dst=[8.35 24.025 27.3375 38.0875
     20.175 4.3625 9.475 16.88
     26.1375 10.3125 11.2625 14.975];

%Ven Trieste Koper Rijeka Ravenna Piraeus G.Tauro Sp
TmGib=[ 99.4125 101.3075 102.49 99.9475 101.93 111.88 77.51 97.1875
%Gib-Paris
     92.3 91.8825 92.7775 89.76 95.5925 101.5425 70.6975 86.65 %Gib-
Monaco
     92.8125 91.57 92.565 89.835 96.73 96.4425 73.285 85.475 %Gib-
Vienna
     89 90.895 92.09 89.5475 91.3175 101.6675 66.4225 87.2875];
%Gib-Milan

%Ven Trieste Koper Rijeka Ravenna Piraeus G.Tauro Sp
TmSaid=[82.5925 84.1675 84.495 82.9875 81.25 69.6 76.715 79.6325 %Said-
Paris
     75.48 74.7425 74.7825 72.8 74.9125 59.2625 69.9025 69.095
%Said-Monaco
     75.9925 74.43 74.57 72.875 76.05 54.1625 72.49 67.92 %Said-
Vienna
     72.18 73.755 74.095 72.5875 70.6375 59.3875 65.6275
69.7325];%Said-Milan

thTm=-0.1;
thCst=-0.01;

% Utilities
PrVen=x1.*ones(4,1);
PrTrieste=x2.*ones(4,1);
PrKoper=x3.*ones(4,1);
PrRijeka=x4.*ones(4,1);
PrRavenna=x5.*ones(4,1);
PrPiraeus=x6.*ones(4,1);
PrG.Tauro=x7.*ones(4,1);
PrSplit=x8.*ones(4,1);

Tm_CstGib(:,1)=thTm.*TmGib(:,1)+thCst.*PrVen;
Tm_CstGib(:,2)=thTm.*TmGib(:,2)+thCst.*PrTrieste;
```



```

Tm_CstGib(:,3)=thTm.*TmGib(:,3)+thCst.*PrKoper;
Tm_CstGib(:,4)=thTm.*TmGib(:,4)+thCst.*PrRijeka;
Tm_CstGib(:,5)=thTm.*TmGib(:,5)+thCst.*PrRavenna;
Tm_CstGib(:,6)=thTm.*TmGib(:,6)+thCst.*PrPiraeus;
Tm_CstGib(:,7)=thTm.*TmGib(:,7)+thCst.*PrG.Tauro;
Tm_CstGib(:,8)=thTm.*TmGib(:,8)+thCst.*PrSplit;

Tm_CstSaid(:,1)=thTm.*TmSaid(:,1)+thCst.*PrVen;
Tm_CstSaid(:,2)=thTm.*TmSaid(:,2)+thCst.*PrTrieste;
Tm_CstSaid(:,3)=thTm.*TmSaid(:,3)+thCst.*PrKoper;
Tm_CstSaid(:,4)=thTm.*TmSaid(:,4)+thCst.*PrRijeka;
Tm_CstSaid(:,5)=thTm.*TmSaid(:,5)+thCst.*PrRavenna;
Tm_CstSaid(:,6)=thTm.*TmSaid(:,6)+thCst.*PrPiraeus;
Tm_CstSaid(:,7)=thTm.*TmSaid(:,7)+thCst.*PrG.Tauro;
Tm_CstSaid(:,8)=thTm.*TmSaid(:,8)+thCst.*PrSplit;

eGib=exp(Tm_CstGib);
eSaid=exp(Tm_CstSaid);

SeGib=sum(eGib');
SeSaid=sum(eSaid');

% Probabilities

for i=1:4
    for j=1:8
        P_Gib(i,j)=eGib(i,j)./SeGib(i);
        P_Said(i,j)=eSaid(i,j)./SeSaid(i);
    end
end

% Demand

sz=size(P_Gib);

% Demand from Gib
for i=1:sz(1)
    for j=1:sz(2)
        DemGib(i,j)=Dem(i,1)*P_Gib(i,j);
    end
end

% Demand from Said
for i=1:sz(1)
    for j=1:sz(2)
        DemSaid(i,j)=Dem(i,2)*P_Said(i,j);
    end
end

%Port Demand
DemAss=DemGib+DemSaid;
DemPorts=sum(DemAss);
RevPorts=DemPorts.*[x1, x2, x3, x4, x5, x6, x7, x8];
z=RevPorts;

end

```

## 6.4 Εύρεση βέλτιστης ταρίφας

```
clear
clc

ep=500;
sp=150;
a=0.9;
g=0.3;

Q1=zeros(sp,3,ep); Q2=zeros(sp,3,ep);
R1=zeros(sp,ep); R2=zeros(sp,ep);
in=[180 180];
ac1=zeros(sp, ep); ac1(1,:)=in(1);
ac2=zeros(sp, ep); ac2(1,:)=in(2);

mv=ones(sp,3,ep); mv(:,2,:)= -1.*mv(:,2,:); mv(:,3,:)=zeros(sp,1,ep);

%% RL Implementation
for i=2:ep
    e=i/ep;
    %e=0.3;
    %if e>0.8; e=2; end
    Q1(:, :, i)=Q1(:, :, i-1);
    Q2(:, :, i)=Q2(:, :, i-1);

    for k=2:sp-1
        % Action Selection
        rd1=ceil(3*rand(1)); B1=max(Q1(k, :, i)); O1=find(Q1(k, :, i) ==
B1,1, 'last'); RR=rand(1); if RR>e; ac1(k,i)=ac1(k-1,i)+mv(k,rd1);
M1=rd1; else; ac1(k,i)=ac1(k-1,i)+mv(k,O1); M1=O1; end; if
ac1(k,i)>200; ac1(k,i)=200; end; if ac1(k,i)<80; ac1(k,i)=80; end
        rd2=ceil(3*rand(1)); B2=max(Q2(k, :, i)); O2=find(Q2(k, :, i) ==
B2,1, 'last'); RR=rand(1); if RR>e; ac2(k,i)=ac2(k-1,i)+mv(k,rd2);
M2=rd2; else; ac2(k,i)=ac2(k-1,i)+mv(k,O2); M2=O2; end; if
ac2(k,i)>200; ac2(k,i)=200; end; if ac2(k,i)<80; ac2(k,i)=80; end

        p=PortSys(ac1(k,i),ac2(k,i),100);
        R1(k,i)=p(1); R2(k,i)=p(2);
        %RR1(k,i)=R1(k,i)+R2(k,i); RR2(k,i)=R1(k,i)+R2(k,i);

        Br1=max(Q1(k+1, :, i)); a1=find(Q1(k+1, :, i) == Br1,1, 'last');
        Br2=max(Q2(k+1, :, i)); a2=find(Q2(k+1, :, i) == Br2,1, 'last');

        Q1(k,M1,i)=Q1(k,M1,i)+a.*(R1(k,i)+g.*Q1(k+1,a1,i)-Q1(k,M1,i));
        Q2(k,M2,i)=Q2(k,M2,i)+a.*(R2(k,i)+g.*Q2(k+1,a2,i)-Q2(k,M2,i));
    end
end

end

plot(ac1(sp-1,2:ep))
hold on
plot(ac2(sp-1,2:ep))

figure
plot(ac1(1:sp-1,ep))
```

```

hold on
plot(ac2(1:sp-1,ep))

%% Best
op1(1)=in(1);
op2(1)=in(2);

for i=2:sp
    B1=max(Q1(i, :, ep)); O1=find(Q1(i, :, ep) == B1, 1, 'last');
    op1(i)=op1(i-1)+mv(i, O1);
    B2=max(Q2(i, :, ep)); O2=find(Q2(i, :, ep) == B2, 1, 'last');
    op2(i)=op2(i-1)+mv(i, O2);

end

figure
plot(op1)
hold on

```

## 6.5 Εύρεση Shapley Value

%Five Ports

n=5;

%Coalitions=[1;2;3;4;5;21;31;41;51;32;42;52;43;53;54;321;421;431;521;531;541;432;532;542;543;4321;5321;5421;5431;5432;54321]

Profits=[61;35;28;31;38;96;90;93;185;68;71;74;63;67;70;133;136;127;245;221;220;143;109;112;105;287;323;303;268;189;887];

%s=Players' Shapley values, t= Players' outcome in each permutation

[s,t] = shapleyValue(n, Profits);

%fprintf("Ports 'Shapley values =);

disp(s);

bar(s)

```

function [shapleyValues, temp] = shapleyValue(n, coalitionOutcomes)
    seq = (n:-1:1);
    grandCoals = perms(seq);
    payoffs = zeros(n,1);
    temp = zeros(size(grandCoals,1),n);
    for row=1:size(grandCoals,1)
        j = 0;
        for col=1:size(grandCoals,2)
            k = j;
            i = grandCoals(row, col);
            j = j + 2^(i-1);

```

```
        if(k>0)
            payoffs(i) = payoffs(i) + coalitionOutcomes(j) -
coalitionOutcomes(k);
            temp(row, i) = coalitionOutcomes(j) - coalitionOutcomes(k);
        else
            payoffs(i) = payoffs(i) + coalitionOutcomes(j);
            temp(row, i) = coalitionOutcomes(j);
        end
    end
end
shapleyValues = mean(temp);
end
```

Κάλια Ανδρέου\_Στέλλα Χατζηανδρέου

## 7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

<http://www.portsofnapa.com/sitemap>

<http://www.portsofnapa.com/about-napa>

<https://www.marinetraffic.com/en/ais/home/centerx:-12.0/centery:25.0/zoom:4>

<https://www.google.com/earth/>

<http://shapleyvalue.com/index.p>

Κάγια Ανδρέου \_ Στέλλα Χατζηανδρέου

