

ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΝΑΥΤΙΚΗ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΗ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ



ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ
ΣΤΟ ΛΙΜΑΝΙ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΙΑ

Διπλωματική Εργασία

ΙΩΑΝΝΗΣ ΣΟΦΟΣ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

7-12-2015

ΑΘΗΝΑ 2015

Συγγραφέας : Ιωάννης Σοφός

Επιβλέπων: Δημήτριος Λυρίδης

Copyright © Σοφός Ιωάννης 2015

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. Allrightsreserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ' ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Δημήτριο Λυρίδη, ο οποίος είναι και ο επιβλέπων της διπλωματικής μου εργασίας, για όλη την βοήθεια και τη στήριξη που μου παρείχε. Θα ήθελα ακόμη να ευχαριστήσω την κυρία Νίκη Σακελλαρίδου του τμήματος Marketing του ΟΛΠ, την κυρία Σιφακάκη Καλλιόπη του τμήματος Συντήρησης Μηχανολογικού εξοπλισμού του ΣΕΜΠΟ (ΟΛΠ), την κυρία Ελένη Κατσώρχη του τμήματος Στατιστικής Πληροφόρησης της ΕΛΣΤΑΤ και τον κύριο Κωνσταντίνο Λαγόπουλο του τμήματος Εσωτερικής Οικονομίας της Τράπεζας της Ελλάδος, για όλα εκείνα τα στατιστικά στοιχεία που μου παρείχαν. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον ξάδερφό μου Σοφό Ιωάννη για την συνδρομή του στο κομμάτι των νευρωνικών δικτύων αλλά και την γενικότερη στήριξή του σε κάθε σημαντικό βήμα της ζωής μου.

Αθήνα, 2015

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Διανύοντας μια εποχή που χαρακτηρίζεται από ανατροπές και αβεβαιότητα, καθίσταται όλο και πιο έντονη η ανάγκη ορθής αξιολόγησης του ρίσκου των επιλογών. Η ναυτιλία αποτελεί μια παγκοσμιοποιημένη αγορά που διέπεται από αμέτρητες εσωτερικές και εξωτερικές αλληλεπιδράσεις. Συνεπώς, κάθε είδους μοντελοποίηση απαιτεί διευρεύνηση μιας σειράς μεγεθών που η βιβλιογραφία συσχετίζει με το φαινόμενο που μελετάμε.

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να μοντελοποιήσει τη διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Πειραιά. Για το λόγο αυτό θα δοθεί έμφαση κυρίως σε πιθανούς εξωσυστημικούς παράγοντες όπως μακροοικονομικά στοιχεία (επίπεδο παγκόσμιας οικονομίας και ανάπτυξης : GDP, συναλλαγματικές ισοτιμίες κτλ.), τιμή πετρελαίου και άλλα τέτοια μεγέθη, προκειμένου να δημιουργήσουμε ένα αρχικό μοντέλο. Κατόπιν, θα γίνει προσομοίωσή του σε γλώσσα προγραμματισμού matlab, χρησιμοποιώντας ως μεθοδολογία αυτή των νευρωνικών δικτύων (μη γραμμικά μοντέλα που εκπαιδεύονται συνήθως σε παρελθοντικά δεδομένα χρονοσειρών). Τα νευρωνικά δίκτυα προσομοιάζουν τον τρόπο που διαχειρίζεται ο εγκέφαλος τις πληροφορίες και χρησιμοποιούνται λόγω της ιδιότητάς τους να ανιχνεύουν πολυδιάστατες - μη γραμμικές συναρτήσεις, χαρακτηριστικό πολύ χρήσιμο για τη διαμόρφωση και εξέταση δυναμικών συστημάτων, όπως αυτό της διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων σε ένα λιμάνι. Με αυτόν τον τρόπο θα ελεγχθεί ποιες από τις αρχικές εισόδους επιδρούν στο σύστημά μας, έτσι ώστε να καταλήξουμε σε ένα τελικό μοντέλο διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων για το λιμάνι του Πειραιά.

Ζητούμενο λοιπόν αυτής της διπλωματικής είναι να αναπτύξει ένα εργαλείο ισχυρότερο από την τυπική πρόβλεψη και να αποτελέσει έναν βραχυπρόθεσμο οδηγό για τους υπάρχοντες αλλά και εν δυνάμει επενδυτές του λιμανιού του Πειραιά.

PROLOGUE

Our days are characterized by twists and uncertainty, so it becomes more and more intense the need for proper evaluation of the risk of options. Shipping is a global market governed by numerous internal and external interactions. Therefore, any kind of modeling requires investigation of parameters that the literature associates with the phenomenon under study.

The aim of this study is to model the movement of containers in the port of Piraeus. For this reason the main emphasis will be given to potential factors such as macroeconomic data (level of global economy and development: GDP, exchange rates etc.), oil price and other such figures in order to create an initial model. Then, there will be simulation in a programming language (matlab), using as methodology neural networks (nonlinear models customarily trained in time series of past data). Neural networks mimic the way the brain manages information and are used because of their ability to detect multidimensional - non-linear functions, feature very useful for configuring and testing dynamic systems, such as the movement of containers in a port. In this way we will check which of the initial parameters affect our system, so as to arrive at a final container handling model for the port of Piraeus.

To sum up, aim of this project is to develop a tool more powerful than the typical provision and provide a short guide to existing and potential investors of the port of Piraeus.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος.....	4
Prologue.....	5
Περιεχόμενα Εικόνων.....	10
Περιεχόμενα Πινάκων	11
Περιεχόμενα Διαγραμμάτων	12

Κεφάλαιο 1^ο: ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ/ΔΕΔΟΜΕΝΑ

1.1 Εισαγωγή	13
1.2 Εμπορευματοκιβώτιο: ορισμός και ιστορική εξέλιξη	14
1.2.1 Διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Πειραιά.....	16
1.2.2 Διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Rotterdam.....	19
1.2.3 Διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι της Barcelona.....	20
1.3 Πληθυσμός της Ελλάδας (Greecepopulation)	21
1.4 Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν	23
1.4.1 Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν Ελλάδας (GDPGreece).....	24
1.4.2 Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν Ευρώπης (GDPEurope).....	26
1.4.3 Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν ΗΠΑ (GDPUSA).....	27
1.4.4 Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν Κίνας (GDPChina)	28
1.4.5 Παγκόσμιο Εγχώριο Προϊόν (GDPWorld).....	29
1.5 Λιμενική υποδομή/ανταγωνιστικότητα/ιδιοκτησιακό καθεστώς	30
1.5.1 Ιδιοκτησιακό καθεστώς στο λιμάνι του Πειραιά.....	34
1.6 Παραγωγικότητα και δείκτες μέτρησης αυτής	39
1.6.1 Αριθμός γερανογεφυρών και μήκος κρηπιδωμάτων στο λιμάνι του Πειραιά ...	42
1.7 Ισοτιμία συναλλάγματος (exchangerate).....	43

1.8 Χωρητικότηταcontainership	44
1.9 Ναύλος container (container freight rate).....	45
1.9.1 Ακατέργαστο πετρέλαιο (crudeoil)	47

Κεφάλαιο 2^ο: ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

2.1 Εισαγωγή	48
2.2 Νευρώνας.....	49
2.3 Συνάρτηση Ενεργοποίησης.....	51
2.4 Κατηγορίες Νευρωνικών Δικτύων.....	53
2.5 Εκπαίδευση Νευρωνικών Δικτύων	
2.5.1 Κανόνας Δέλτα (Deltarule).....	55
2.5.2 Back Propagation.....	57

Κεφάλαιο 3^ο: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ - ΔΕΔΟΜΕΝΑ

3.1 Εισαγωγή.....	61
3.2 Δεδομένα.....	62
3.3 Δομή Νευρωνικού δικτύου.....	63
3.4 Προετοιμασία Δεδομένων.....	64
3.5 Στάδια δόμησης μοντέλου.....	65
3.6 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων.....	66

Κεφάλαιο 4^ο: ΕΡΕΥΝΑ

4.1 Εισαγωγή.....	67
4.2 Επεξεργασία.....	67
4.2.1 1 pastvalue Πειραιά με 20 νευρώνες.....	68
4.2.2 2 pastvalues Πειραιά με 20 νευρώνες.....	70

4.2.3	3 pastvalues Πειραιά με 20 νευρώνες.....	71
4.2.4	2 pastvalues Πειραιά με 40 νευρώνες.....	72
4.2.5	2 pastvalues Πειραιά με 60 νευρώνες.....	73
4.2.6	2 past values Πειραιά + Rotterdam + Barcelona.....	74
4.2.7	2 past values Πειραιά + Rotterdam + Barcelona + Greece population.....	75
4.2.8	2 past values Πειραιά + Rotterdam + Barcelona + GDP Greece.....	76
4.2.9	2 past values Πειραιά + Rotterdam + Barcelona + GDP (Greece, Europe, China, USA, World) με 60 νευρώνες.....	77
4.2.10	2 past values Πειραιά + Rotterdam + Barcelona + GDP (Greece, Europe, China).....	79
4.2.11	2 past values Πειραιά + Rotterdam + Barcelona + GDP(Greece, Europe, China) + (γερανογέφυρες+κρηπιδώματα)Πειραιά.....	80
4.2.12	2 past values Πειραιά + Rotterdam + Barcelona + GDP(Greece, Europe, China) + (γερανογέφυρες+κρηπιδώματα)Πειραιά + ιδιοκτησιακό καθεστώςΠειραιά.....	82
4.2.13	2 past values Πειραιά + Rotterdam + Barcelona + GDP(Greece, Europe, China) + (γερανογέφυρες+κρηπιδώματα)Πειραιά + exchange rate.....	84
4.2.14	2 past values Πειραιά + Rotterdam + Barcelona + GDP(Greece, Europe, China) + (γερανογέφυρες+κρηπιδώματα)Πειραιά + exchange rate + container ship size.....	85
4.2.15	2 past values Πειραιά + Rotterdam + Barcelona + GDP(Greece, Europe, China) + (γερανογέφυρες+κρηπιδώματα)Πειραιά + exchange rate + crude oil price + container freight rate.....	86
4.2.16	2 past values Πειραιά + Rotterdam + Barcelona + GDP(Greece, Europe, China) + (γερανογέφυρες+κρηπιδώματα)Πειραιά + exchange rate με 80 νευρώνες.....	88
4.2.17	2 past values Πειραιά + Rotterdam + Barcelona + GDP(Greece, Europe, China) + (γερανογέφυρες+κρηπιδώματα)Πειραιά + exchange rate με 100 νευρώνες.....	90

Κεφάλαιο 5^ο: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 Εισαγωγή.....	92
5.2 Περιγραφή Αποτελεσμάτων.....	93
5.3 Βασικά Συμπεράσματα Διπλωματικής Εργασίας	
5.3.1 Αντικείμενο πρόβλεψης.....	94
5.3.2 Αριθμός νευρώνων.....	94
5.3.3 Βάθος ανατροφοδότησης.....	94
5.3.4 Μεταβλητές.....	95
5.4 Επίλογος.....	97
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	98

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα1 : Εμπορευματοκιβώτιο	14
Εικόνα2 : Containership	14
Εικόνα3 : Malcolm McLean	14
Εικόνα 4 : Ασία : βασικός διακινητής παγκοσμίου εμπορίουcontainer	28
Εικόνα 5 : Βασικά μοντέλα λιμενικού ιδιοκτησιακού καθεστώτος.....	31
Εικόνα 6: Ιστορικά στοιχεία χωρητικότητας containership	44
Εικόνα 7: Βιολογικός νευρώνας.....	49
Εικόνα 8: Τεχνητός νευρώνας.....	50
Εικόνα 9: Βηματική Συνάρτηση.....	51
Εικόνα 10: Συνάρτηση Προσήμου	51
Εικόνα 11: Σιγμοειδής Συνάρτηση	52
Εικόνα 12: Αναπαράσταση βιολογικού και τεχνητού νευρωνικού δικτύου	53
Εικόνα 13: Σύνδεση νευρώνων διαφορετικών επιπέδων σε νευρωνικό δίκτυο.....	54
Εικόνα 14: Κανόνας Δέλτα	55
Εικόνα 15: 1 ^ο Παράδειγμα νευρωνικού δικτύου	57
Εικόνα 16: 2 ^ο Παράδειγμα νευρωνικού δικτύου	59
Εικόνα 17: Περιβάλλον Matlab 1 st photo	63
Εικόνα 18: Περιβάλλον Matlab 2 nd photo	64
Εικόνα 19: Περιβάλλον Matlab: 20 νευρώνες.....	68
Εικόνα 20: Μοντελοποίηση διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων.....	96

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Ιστορικά στοιχεία διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Πειραιά.....	18
Πίνακας 2: Ιστορικά στοιχεία διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Rotterdam.....	19
Πίνακας 3: Ιστορικά στοιχεία διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι της Barcelona.....	20
Πίνακας 4: Ιστορικά στοιχεία πληθυσμού Ελλάδας.....	22
Πίνακας 5: Ιστορικά στοιχεία ΑΕΠ Ελλάδας.....	25
Πίνακας 6: Ιστορικά στοιχεία ΑΕΠ Ευρώπης.....	26
Πίνακας 7: Ιστορικά στοιχεία ΑΕΠ ΗΠΑ.....	27
Πίνακας 8: Ιστορικά στοιχεία ΑΕΠ Κίνας.....	28
Πίνακας 9: Ιστορικά στοιχεία Παγκόσμιου ΑΕΠ.....	29
Πίνακας 10: Πλεονεκτήματα/Μειονεκτήματα βασικών μοντέλων λιμενικού ιδιοκτησιακού καθεστώτος.....	33
Πίνακας 11: Ιδιοκτησιακό καθεστώς βασικότερων ευρωπαϊκών λιμένων.....	33
Πίνακας 12: Τα 50 λιμάνια με την μεγαλύτερη διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων την πενταετία 2009-2013.....	35
Πίνακας 13: Τα μεγαλύτερα ευρωπαϊκά λιμάνια σε διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων την πενταετία 2009-2013.....	36
Πίνακας 14: Τα μεγαλύτερα λιμάνια της Μεσογείου σε διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων την πενταετία 2009-2013.....	37
Πίνακας 15: Ιστορικά στοιχεία αριθμού γερανογεφυρών και μήκους κρηπιδωμάτων στο λιμάνι του Πειραιά.....	42
Πίνακας 16: Ιστορικά στοιχεία ισοτιμίας συναλλάγματος €/ \$.....	43
Πίνακας 17: Ιστορικά στοιχεία ναύλου container.....	46
Πίνακας 18: Ιστορικά στοιχεία ακατέργαστου πετρελαίου.....	47
Πίνακας 19: 1 ^ο παράδειγμα εύρεσης διορθώσεως βαρών σε νευρωνικό δίκτυο.....	58
Πίνακας 20: 2 ^ο παράδειγμα εύρεσης διορθώσεως βαρών σε νευρωνικό δίκτυο.....	60
Πίνακας 21: Δεδομένα εισόδου, σφάλματα και ratioπροσήμου νευρωνικού δικτύου.....	69
Πίνακας 22: Δεδομένα εισόδου, σφάλματα και ratioπροσήμου νευρωνικού δικτύου.....	70
Πίνακας 23: Δεδομένα εισόδου, σφάλματα και ratioπροσήμου νευρωνικού δικτύου.....	71
Πίνακας 24: Δεδομένα εισόδου, σφάλματα και ratioπροσήμου νευρωνικού δικτύου.....	72
Πίνακας 25: Δεδομένα εισόδου, σφάλματα και ratioπροσήμου νευρωνικού δικτύου.....	73
Πίνακας 26: Δεδομένα εισόδου, σφάλματα και ratioπροσήμου νευρωνικού δικτύου.....	74
Πίνακας 27: Δεδομένα εισόδου, σφάλματα και ratioπροσήμου νευρωνικού δικτύου.....	75
Πίνακας 28: Δεδομένα εισόδου, σφάλματα και ratioπροσήμου νευρωνικού δικτύου.....	76
Πίνακας 29: Δεδομένα εισόδου, σφάλματα και ratioπροσήμου νευρωνικού δικτύου.....	77
Πίνακας 30: Δεδομένα εισόδου, σφάλματα και ratioπροσήμου νευρωνικού δικτύου.....	79
Πίνακας 31: Δεδομένα εισόδου, σφάλματα και ratioπροσήμου νευρωνικού δικτύου.....	80
Πίνακας 32: Δεδομένα εισόδου, σφάλματα και ratioπροσήμου νευρωνικού δικτύου.....	82
Πίνακας 33: Δεδομένα εισόδου, σφάλματα και ratioπροσήμου νευρωνικού δικτύου.....	84
Πίνακας 34: Δεδομένα εισόδου, σφάλματα και ratioπροσήμου νευρωνικού δικτύου.....	85
Πίνακας 35: Δεδομένα εισόδου, σφάλματα και ratioπροσήμου νευρωνικού δικτύου.....	86
Πίνακας 36: Δεδομένα εισόδου, σφάλματα και ratioπροσήμου νευρωνικού δικτύου.....	87
Πίνακας 37: Δεδομένα εισόδου, σφάλματα και ratioπροσήμου νευρωνικού δικτύου.....	88
Πίνακας 38: Δεδομένα εισόδου, σφάλματα και ratioπροσήμου νευρωνικού δικτύου.....	90

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα1:Ρυθμός αύξησης παγκόσμιου ΑΕΠ και TEUs.....	29
Διάγραμμα2:TEUs/m ² των βασικότερων ευρωπαϊκών λιμένων, έτος 2013	39
Διάγραμμα3:TEUs/μήκος κρηπιδωμάτων των βασικότερων ευρωπαϊκών λιμένων, έτος 2013.....	40
Διάγραμμα 4 :TEUs/αριθμό γερανογεφυρών των βασικότερων ευρωπαϊκών λιμένων, έτος 2013.....	40
Διάγραμμα5 :Διάγραμμα προσφοράς και ζήτησης μεταφορικής ικανότητας	45
Διάγραμμα 6 : Διάγραμμα αποτύπωσης τιμών πρόβλεψης και πραγματικών τιμών	69
Διάγραμμα 7 : Διάγραμμα αποτύπωσης τιμών πρόβλεψης και πραγματικών τιμών	70
Διάγραμμα 8 : Διάγραμμα αποτύπωσης τιμών πρόβλεψης και πραγματικών τιμών	71
Διάγραμμα 9 : Διάγραμμα αποτύπωσης τιμών πρόβλεψης και πραγματικών τιμών	72
Διάγραμμα10: Διάγραμμα αποτύπωσης τιμών πρόβλεψης και πραγματικών τιμών	73
Διάγραμμα 11 :Διάγραμμα αποτύπωσης τιμών πρόβλεψης και πραγματικών τιμών	74
Διάγραμμα 12:Διάγραμμα αποτύπωσης τιμών πρόβλεψης και πραγματικών τιμών	75
Διάγραμμα 13 : Διάγραμμα αποτύπωσης τιμών πρόβλεψης και πραγματικών τιμών	76
Διάγραμμα 14 :Διάγραμμα αποτύπωσης τιμών πρόβλεψης και πραγματικών τιμών	78
Διάγραμμα 15 :Διάγραμμα αποτύπωσης τιμών πρόβλεψης και πραγματικών τιμών	79
Διάγραμμα 16 : Διάγραμμα αποτύπωσης τιμών πρόβλεψης και πραγματικών τιμών	81
Διάγραμμα 17 : Διάγραμμα αποτύπωσης τιμών πρόβλεψης και πραγματικών τιμών	83
Διάγραμμα 18 : Διάγραμμα αποτύπωσης τιμών πρόβλεψης και πραγματικών τιμών	84
Διάγραμμα 19 : Διάγραμμα αποτύπωσης τιμών πρόβλεψης και πραγματικών τιμών	85
Διάγραμμα 20 : Διάγραμμα αποτύπωσης τιμών πρόβλεψης και πραγματικών τιμών	86
Διάγραμμα 21 : Διάγραμμα αποτύπωσης τιμών πρόβλεψης και πραγματικών τιμών	87
Διάγραμμα 22 : Διάγραμμα αποτύπωσης τιμών πρόβλεψης και πραγματικών τιμών	89
Διάγραμμα 23 : Διάγραμμα αποτύπωσης τιμών πρόβλεψης και πραγματικών τιμών	91

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ/ΔΕΔΟΜΕΝΑ

1.1 Εισαγωγή

Το παρόν κεφάλαιο παρουσιάζει όλες εκείνες τις έννοιες που είναι απαραίτητες και χρησιμοποιούνται στην πρόβλεψη του αριθμού διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων με χρήση Τεχνητής Ευφυΐας.

Θα ξεκινήσουμε λοιπόν με μια εκτενή αναφορά στα εμπορευματοκιβώτια (container) και ακολούθως θα συνεχίσουμε με την ανάλυση εννοιών που σύμφωνα με τη βιβλιογραφία εκτιμάται πως επηρεάζουν τον αριθμό διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων, όπως το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (GDP), δείκτες παραγωγικότητας λιμανιών, η ισοτιμία συναλλάγματος κ.α..

Παρουσιάζοντας και αναλύοντας λοιπόν τις παραπάνω παραμέτρους θα είναι πιο εύκολη η κατανόηση τηςενδεχόμενης επιρροής αυτών στη μέθοδο που θα εφαρμοστεί.

1.2 Εμπορευματοκιβώτιο: ορισμός και ιστορική εξέλιξη

Με τον όρο εμπορευματοκιβώτιο (εικόνα 1), αποδίδεται ο διεθνής όρος κοντέινερ (container) ο οποίος αφορά ειδική, κυρίως μεταλλική, κατασκευή, με χρήση της οποίας μεταφέρονται συσκευασμένα εμπορεύματα. Τα εμπορευματοκιβώτια είναι μεγάλα μεταλλικά σιδερένια ή αλουμινένια κιβώτια. Με αυτά έχει σήμερα γενικευθεί ο τρόπος μεταφοράς των διαφόρων φορτίων, εκτός των χύδην, υγρών και αερίων.

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα του εμπορευματοκιβωτίου είναι πως εξασφαλίζει ασφάλεια φορτίου. Επιπλέον είναι πολύ εύκολη η μεταφορά του κυρίως με πλοίο, σιδηρόδρομο, εμπορικό αεροσκάφος αλλά και μεμονωμένα, με φορτηγά οχήματα. Τα πλοία που μεταφέρουν έτοιμα συσκευασμένα φορτία σε τέτοιες κατασκευές ονομάζονται εμπορευματοκιβωτιοφόρα (εικόνα 2) συνηθίζεται όμως αντ' αυτού ο αγγλικός όρος containership ως περισσότερο εύχρηστος.



Εικόνα 1



Εικόνα 2

Η μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων μέσω θαλάσσης είναι η καλύτερη μέθοδος μεταφοράς φορτίων στον κόσμο. Ως εκ τούτου, η έλευση των πλοίων κοντέινερ έφεραν μεγάλη επανάσταση στον θαλάσσιο τομέα.

Ωστόσο, η μέθοδος αποστολής φορτίων μέσω των πλοίων κοντέινερ δεν είναι πολύ παλιά μέθοδος.

Τον Μάιο του 2001, (εικόνα 3) πέθανε σε ηλικία ογδόντα επτά ετών Malcolm McLean, ο "Πατέρας των Εμπορευματοκιβωτίων". Ο Malcolm McLean είχε την ιδέα για την απλοποίηση της μεταφοράς εμπορευμάτων, αποφεύγοντας τη συνεχή φόρτωση και εκφόρτωση από το ένα μέσο μεταφοράς στο άλλο. Κατά αυτόν τον τρόπο μείωσε τον χρόνο που χρειάζεται για να την μεταφορά.



Εικόνα 3

Πιο συγκεκριμένα, σκέφτηκε να φορτώνει στα πλοία τα φορτηγά, αλλά χωρίς το σασί, δηλαδή μόνο τα ρυμουλκούμενα με τακουτιά και αργότερα μόνο τα κουτιά. Κάπως έτσι προέκυψε και η ονομασία εμπορευματοκιβωτίων ή «κουτιά» των πλοίων.

Όπως ήταν φυσικό για την εποχή, οι εφοπλιστές παρουσιάστηκαν επιφυλακτικοί με την ιδέα του McLean. Ακριβώς για αυτόν τον λόγο αποφάσισε να γίνει ο ίδιος εφοπλιστής. Η εταιρεία του πήρε την ονομασία Sea-Land A.E. Η εταιρεία του πέρασε στα τέλη της δεκαετίας του 1990 στην ναυτιλιακή εταιρεία Maersk.

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία το πρώτο φορτηγό εμπορευματοκιβωτίων ή κουτιών ήταν το «Ideal X». Συγκεκριμένα, έφυγε στις 26 Απρίλη του 1956 από το Newark με προορισμό το Χιούστον μεταφέροντας πενήντα οκτώ κουτιά.

Μετά από δέκα χρόνια, το πρώτο κουτί στην Ευρώπη έφτασε σε Γερμανικό έδαφος στο Bremer. Έτσι αναγνωρίστηκαν γρήγορα από τους εφοπλιστές τα πλεονεκτήματα του εμπορευματοκιβωτίου και σύντομα άρχισαν να επενδύουν στη νέα τεχνολογία μεταφοράς.

Λόγω των συνήθη διαφορών μεταξύ Ευρώπης-Αμερικής, τα αμερικανικά πρότυπα των κουτιών δύσκολα θα μπορούσαν να εφαρμοστούν στην Ευρώπη και σε άλλες χώρες. Μολοταύτα επετεύχθη συμφωνία.

Στα πρότυπα του ISO προβλέπονται τα μήκη των 10', 20', 30' και 40'. Το πλάτος ορίστηκε στο 8' και το ύψος στο 8' και 8' 6". Για τις χερσαίες μεταφορές στο εσωτερικό της Ευρώπης, επετεύχθη συμφωνία για πλάτος κουτιού τα 2,50 μέτρα.

Η πλειονότητα των εμπορευματοκιβωτίων που χρησιμοποιούνται σε όλο τον κόσμο σήμερα, σύμφωνα με το πρότυπο ISO, είναι κυρίως δύο :

-Δοχεία που μετρήθηκαν 20-πόδια μήκος. Τέτοια εμπορευματοκιβώτια εν συντομία αναφέρονται ως *TEUs*(είκοσι πόδια ισοδύναμες μονάδες).

-Δοχεία που μετρήθηκαν 40-πόδια μήκος. Τα δοχεία σύντομα άρχισαν να αναφέρονται ως *FEUs*(Σαράντα-πόδια ισοδύναμες μονάδες) ή πιο συχνά, ως δύο *TEUs*.

1.2.1 Διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Πειραιά

Με τον όρο διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων αναφερόμαστε στο σύνολο των 20' container που εκφορτώνονται και φορτώνονται στο λιμάνι του Πειραιά. Ως γνωστόν υπάρχουν και 40' container, τα κάνουμε όμως αναγωγή σε 20' ώστε να είναι αργότερα ευκολότερη η επεξεργασία των δεδομένων.

Η εκφόρτωση είναι η διαδικασία αφαίρεσης του φορτίου από ένα containership, ενώ φόρτωση είναι η διαδικασία προσθήκης φορτίου σε ένα containership. Η εκφόρτωση περιλαμβάνει την εισαγωγή (αυτά που "μπαίνουν στο λιμάνι του Πειραιά") την μεταφόρτωση και τα κενά container. Η διαδικασία της μεταφόρτωσης είναι η αφαίρεση φορτίου δηλαδή του container και η προσθήκη του σε κάποιο άλλο μέσο (πιθανά κάποιο άλλο containership) με σκοπό να καταλήξει σε κάποιο άλλο προορισμό εκτός του λιμένας Πειραιά. Το γεγονός πως στον παρακάτω πίνακα η μεταφόρτωση εμφανίζεται τόσο στην εκφόρτωση όσο και στην φόρτωση αλλά με διαφορετικά νούμερα συμβαίνει διότι η εκφόρτωση και η φόρτωση αποτελούν διαφορετικές οντότητες, άρα τιμολογούνται και ξεχωριστά. Άρα η συνολική μεταφόρτωση είναι το άθροισμα των μεταφορτώσεων της εκφόρτωσης και φόρτωσης. Τέλος τα κενά είναι τα άδεια container που δεν φέρουν φορτίο.

Αντιστοίχως η εξαγωγή, η μεταφόρτωση και τα κενά συνιστούν την φόρτωση. Είναι προφανές πως το άθροισμα της εκφόρτωσης και φόρτωσης μας δίνει την συνολική διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Πειραιά.

Ο παρακάτω λοιπόν πίνακας προήλθε από στατιστικά στοιχεία του ΟΛΠ για τα έτη 1980 έως το 2009, από στατιστικά στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ για τα έτη 2010 έως και το 2012 (τα έτη 2013-2014 αναμένονται) και από websites για τα έτη 2013 και 2014. Κανονικά, θα χρειαζόταν να συγκεντρώσουμε στατιστικά στοιχεία μόνο από τον ΟΛΠ και την ΣΕΠ. Η άρνηση όμως του διευθυντή του τμήματος marketing της ΣΕΠ (ισχυριζόμενος ότι αποτελούν προσωπικά δεδομένα της εταιρείας) να παρέχει τα αντίστοιχα στατιστικά με αυτά του ΟΛΠ για τα έτη λειτουργίας 2010-2014 μας οδήγησε στην αναζήτηση στατιστικών μέσω της ΕΛΣΤΑΤ. Η ΕΛΣΤΑΤ όμως παραθέτει τα στατιστικά στοιχεία της ως συνολική διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων (ΟΛΠ και ΣΕΠ). Το ίδιο και τα διάφορα έγκυρα website.

Σε αυτό το σημείο προκύπτει το εξής βασικό ερώτημα: εφόσον δεν υπάρχουν στατιστικά στοιχεία για τα έτη 2010-2014 (όπου και παρουσιάζεται τεράστια ποσοστιαία αύξηση της διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Πειραιά, με λίγα λόγια χρήζει προσοχής) που να αποτυπώνουν τα εισαγόμενα, τα εξαγόμενα και τα προς μεταφόρτωση containerπώς θα ήταν εφικτή η δημιουργία τριών διαφορετικών

μοντέλων για τις τρεις αυτές κατηγορίες που απασχολούν την συγκεκριμένη διπλωματική εργασία; Μη μπορώντας να υπερκεράσουμε αυτό το εμπόδιο προχωράμε στην δημιουργία ενός και μόνο μοντέλου που θα προσπαθήσει να προσεγγίσει τη συνολική διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Πειραιά, λαμβάνοντας υπόψιν πληθώρα παραμέτρων που θα αναλυθούν στις επόμενες παραγράφους.

Παρουσιάζουμε λοιπόν τον ακόλουθο πίνακα με τα στατιστικά στοιχεία διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων από το 1980 έως και το 2014 (πίνακας 1) για το λιμάνι του Πειραιά. Για τα έτη 2010-2012 τα στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν είναι αυτά της ΕΛΣΤΑΤ. Για τα έτη 2013 και 2014 τα στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν έχουν προκύψει από έγκυρο website. (**iaphworldports.org, 2015**)

ΚΙΝΗΣΗ Ε/Κ ΛΙΜΕΝΑ ΠΕΙΡΑΙΑ (ΟΛΠ) 1980-2014 (ΣΕ ΤΕΥ)										
	ΕΚΦΟΡΤΩΣΗ				ΦΟΡΤΩΣΗ				ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ	
	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	ΜΕΤΑΦ/ΣΗ	ΚΕΝΑ	ΣΥΝΟΛΟ ΕΚΦ.	ΕΞΑΓΩΓΗ	ΜΕΤΑΦ/ΣΗ	ΚΕΝΑ	ΣΥΝΟΛΟ ΦΟΡΤΩΣΗΣ		
1980	61792	8442	13218	83452	38230	9296	34137	81663	165115	
1981	70673	10195	12277	93145	43503	5445	41777	90725	183870	
1982	75656	9774	15958	101388	42313	8193	51451	101957	203345	
1983	69837	15223	15305	100365	40403	12746	39197	92346	192711	
1984	69949	7472	13026	90447	48524	8139	28721	85384	175831	
1985	79618	11034	10191	100843	45900	12289	37894	96083	196926	
1986	81187	24320	11837	117344	54674	25642	34312	114628	231972	
1987	90814	32282	12405	135501	60652	31829	37631	130112	265613	
1988	114460	43129	12452	170041	59391	45203	57225	161819	331860	
1989	137439	53653	11283	202375	65503	54195	66964	186662	389037	
1990	158103	50577	11683	220363	63835	49240	92607	205682	426045	
1991	164984	52260	20099	237343	63942	49572	111825	225339	462682	
1992	180413	50613	23474	254500	69315	51220	136430	256965	511465	
1993	187304	67062	25006	279372	69799	61412	126481	257692	537064	
1994	200511	51958	12611	265080	83870	48569	119150	251589	516669	
1995	219248	73223	18081	310552	89521	73179	126885	289585	600137	
1996	223569	56002	22457	302028	88193	54412	130623	273228	575256	
1997	242461	85397	20020	347878	90519	84792	160780	336091	683969	
1998	260918	181668	28943	471529	87048	184474	190045	461567	933096	
1999	287504	184263	19939	491706	97657	182514	193025	473196	964902	
2000	287923	266533	42821	597277	104241	252624	206957	563822	1161099	
2001	273555	278536	35708	587799	97106	282192	198700	577998	1165797	
2002	290600	385239	31450	707289	103095	377194	217361	697650	1404939	
2003	318032	453482	39625	811139	101316	455738	236942	793996	1605135	
2004	354817	395485	23918	774220	109202	395242	262899	767343	1541563	
2005	347426	328014	20581	696021	114814	332447	251230	698491	1394512	
2006	336310	344877	30383	711570	106844	349214	235780	691838	1403408	
2007	418735	231338	30836	680909	125375	228814	338040	692229	1373138	
2008	209400	12521	4017	225938	46782	17407	143455	207644	433582	
2009	272282	42402	9507	324191	105664	41089	193951	340704	664895	ΕΛΣΤΑΤ(διακίνηση : ΟΛΠ+COSCO)
2010	158096	87906	12929	258931	71361	85053	97974	254388	513319	848628
2011	28790	169076	15069	212935	24007	209120	44842	277969	490904	1675248
2012	16890	187707	30941	235538	25665	296265	68446	390376	625914	2734000
2013	18244	201224	27035	246503	30640	319498	47414	397552	644055	WEB : 3164000
2014	11896	150202	22275	184373	23023	277012	113847	413882	598255	WEB: 3600000

Πίνακας 1

1.2.2 Διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Rotterdam

Το μεγαλύτερο ευρωπαϊκό λιμάνι σε έκταση με την μεγαλύτερη αριθμητικά διακίνηση container είναι αυτό του Rotterdam. Μάλιστα, τα έτη 2009-2013 παρουσίασε ποσοστιαία αύξηση 119%. Θα μπορούσαμε λοιπόν να πούμε πως αποτελεί λιμάνι-βαρόμετρο και για τα υπόλοιπα ευρωπαϊκά λιμάνια καθώς λόγω στρατηγικής θέσης αποτελεί τον συνδετικό κρίκο μεταξύ Ασίας και Ευρώπης. Με λίγα λόγια εκτιμάται πως το λιμάνι του Rotterdam μπορεί να λειτουργήσει όχι μόνο ανταγωνιστικά αλλά και συμπληρωματικά απέναντι στα υπόλοιπα ευρωπαϊκά λιμάνια, άρα και τον Πειραιά.

Θα προσπαθήσουμε λοιπόν να εξετάσουμε το κατά πόσο τα δεδομένα του Rotterdam θα μπορούσαν να συνεισφέρουν στο νευρικό μας δίκτυο. Στην περίπτωση μάλιστα όπου το λιμάνι του Πειραιά λειτουργεί συμπληρωματικά, είναι πιθανόν η ετήσια μεταβολή διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων στο Rotterdam να ακολουθείται και από το λιμάνι του Πειραιά με μια μικρή χρονική διαφορά (ενδεχομένως και ετήσια).

Στον παρακάτω πίνακα αποτυπώνεται η διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Rotterdam.(portofrotterdam, 2015)

Έτος	Rotterdamtotal	Έτος	Rotterdamtotal
1980	1923000	1998	5995352
1981	2073000	1999	6353751
1982	2189000	2000	6289508
1983	2345000	2001	6119512
1984	2581000	2002	6533805
1985	2714000	2003	7143918
1986	2897000	2004	8291995
1987	2868000	2005	9288399
1988	3289000	2006	9653232
1989	3617293	2007	10790829
1990	3666273	2008	10783825
1991	3782661	2009	9743290
1992	4125279	2010	11147572
1993	4166629	2011	11876900
1994	4540472	2012	11865916
1995	4786563	2013	11621045
1996	4972872	2014	12297570
1997	5494628		

Πίνακας 2

1.2.3 Διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι της Barcelona

Στην προσπάθειά μας να τροφοδοτήσουμε το νευρωνικό δίκτυο με περισσότερα δεδομένα θα εξετάσουμε και το λιμάνι της Barcelona. Το λιμάνι αυτό είναι μικρότερο από αυτό του Πειραιά σε επίπεδο διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων ενώ την πενταετία 2009-2013 παρουσίασε ποσοστιαία αύξηση 96%. Το λιμάνι της Barcelona μπορεί να λειτουργεί και αυτό κατά περίπτωση ανταγωνιστικά ή συμπληρωματικά.

Στον παρακάτω πίνακα αποτυπώνεται η διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι της Barcelona.(portdebarcelona.cat, 2015)

Έτος	Barcelonatotal	Έτος	Barcelonatotal
1980	186.470	1998	1.096.343
1981	207.748	1999	1.233.513
1982	212.701	2000	1.387.835
1983	242.113	2001	1.411.725
1984	325.592	2002	1.461.290
1985	352.799	2003	1.652.639
1986	341.870	2004	1.916.547
1987	385.318	2005	2.071.883
1988	409.542	2006	2.323.354
1989	439.969	2007	2.610.678
1990	447.920	2008	2.571.518
1991	488.917	2009	1.800.452
1992	552.309	2010	1.949.007
1993	501.146	2011	2.035.098
1994	615.448	2012	1.758.908
1995	689.618	2013	1.721.106
1996	783.087	2014	1.893.906
1997	973.409		

Πίνακας 3

1.3 ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΕΛΛΑΔΑΣ (GREECEPOPULATION)

Ο πληθυσμός της Ελλάδας παρουσίαζε ανέκαθεν αυξομειώσεις. Μεταπολεμικά, μπορούμε εύκολα να διαπιστώσουμε μέσα από στατιστικά στοιχεία πως το μέγεθος του ελληνικού πληθυσμού παρουσίασε αυξητική τάση. Ωστόσο, παρατηρήθηκαν έντονες διαφοροποιήσεις, ως αποτέλεσμα των συγκυριακών μεταβολών των παραμέτρων της φυσικής και μεταναστευτικής κίνησης.

Επιγραμματικά αξίζει να αναφέρουμε τα παρακάτω (Παπαδάκης, 2012):

α) στη δεκαετία 1961-1971 η φυσική αύξηση (γεννήσεις μείον θάνατοι) είναι σχετικά υψηλή και η καθαρή μετανάστευση έντονα αρνητική, εξαιτίας της μαζικής αποδημίας προς τις ευρωπαϊκές χώρες,

β) στη δεκαετία 1971-1981 η φυσική αύξηση αρχίζει να συμπιέζεται ενώ η καθαρή μετανάστευση είναι θετική, λόγω της μαζικής παλιννόστησης από τις χώρες υποδοχής της προηγούμενης περιόδου,

γ) στη δεκαετία 1981-1991 ενισχύεται η μείωση της φυσικής αύξησης και ταυτόχρονα παραμένει σε υψηλά επίπεδα η παλιννόστηση

δ) στη δεκαετία 1991-2001 η φυσική αύξηση ελαχιστοποιείται και συγχρόνως διογκώνεται σε πρωτοφανή μεγέθη η καθαρή μετανάστευση, ως επακόλουθο της μαζικής εισροής οικονομικών μεταναστών στη χώρα, και

ε) στη δεκαετία 2001-2011 ο πληθυσμός αρχίζει να μειώνεται αν και η φυσική αύξηση παρουσιάζει ελαφρά αύξηση συγκριτικά με την προηγούμενη περίοδο, και τούτο ενδεχομένως οφείλεται στον συγκρατημένο επαναπατρισμό των οικονομικών μεταναστών και σε πολύ μικρότερο βαθμό στην διαφαινόμενη αποδημία Ελλήνων.

Στον παρακάτω πίνακα αποτυπώνεται ο πληθυσμός της Ελλάδας από το 1980 έως και σήμερα (oecd.org, 2015).

YEAR	Greecepopulation	YEAR	Greecepopulation
1980	9642505	1998	10834880
1981	9729350	1999	10882580
1982	9789513	2000	10917480
1983	9846627	2001	10950000
1984	9895801	2002	10983000
1985	9934300	2003	11016000
1986	9967213	2004	11057000
1987	10000590	2005	11093000
1988	10036980	2006	11131000
1989	10089500	2007	11163000
1990	10156900	2008	11186000
1991	10256290	2009	11185000
1992	10369870	2010	11153000
1993	10465530	2011	11124000
1994	10553040	2012	11090000
1995	10634390	2013	11090000
1996	10709170	2014	11090000
1997	10776500		

Πίνακας 4

Χρησιμοποιώντας λοιπόν τα παραπάνω αριθμητικά δεδομένα θα ελέγξουμε το κατά πόσο οι πληθυσμιακές αυξομειώσεις επέδρασαν στις ανάγκες της χώρας για περισσότερα ή λιγότερα αγαθά. Αν και εφόσον υπάρχει σύνδεση τότε πιθανά να αποτυπωθεί επηρεάζοντας την διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Πειραιά.

1.4 ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΟ ΕΓΧΩΡΙΟ ΠΡΟΪΟΝ (GDP)

Το **ακαθάριστο εγχώριο προϊόν** (ή **ΑΕΠ**) (στα αγγλικά *Gross Domestic Product* - GDP) είναι το σύνολο όλων των προϊόντων και αγαθών που παράγει μια οικονομία, εκφρασμένο σε χρηματικές μονάδες. Είναι δηλαδή η συνολική αξία όλων των υλικών και άυλων αγαθών που παρήχθησαν εντός μιας χώρας σε διάστημα ενός έτους, ακόμα και αν μέρος αυτού παρήχθη από παραγωγικές μονάδες που ανήκουν σε κατοίκους του εξωτερικού.

Το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν εκφράζεται μαθηματικά ως εξής:

$$\mathbf{GDP = C + I + G + NX}$$

όπου: (C) κατανάλωση, (I) επένδυση, (G) δημόσιες δαπάνες για την αγορά αγαθών και υπηρεσιών και (NX) καθαρές εξαγωγές, δηλαδή εξαγωγές μείον τις εισαγωγές. Οι καθαρές εξαγωγές (NX) ονομάζονται και εμπορικό ισοζύγιο.

Κατανάλωση (consumption) είναι η δαπάνη που πραγματοποιούν τα νοικοκυριά για την αγορά αγαθών και υπηρεσιών, δηλαδή η συνολική τους κατανάλωση.

Επένδυση (investment) είναι η δαπάνη για την αγορά κεφαλαιουχικού εξοπλισμού, αποθεμάτων και κτιρίων, συμπεριλαμβανόμενης και της δαπάνης για την αγορά νέων κατοικιών. Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται και έξοδα αγοράς άυλων αγαθών, όπως τα έξοδα έρευνας και ανάπτυξης.

Δημόσιες δαπάνες (government expenses) είναι οι δαπάνες για την αγορά αγαθών και υπηρεσιών τις οποίες πραγματοποιούν η τοπική αυτοδιοίκηση, οι κυβερνήσεις των πολιτειών και η ομοσπονδιακή κυβέρνηση π.χ. αγορά υποβρυχίου για το ναυτικό.

Καθαρές εξαγωγές (net exports) είναι η δαπάνη για την αγορά αγαθών και υπηρεσιών που παράγονται στην εγχώρια οικονομία και αγοράζονται από αλλοδαπούς (εξαγωγές) μείον τη δαπάνη για την αγορά αγαθών και υπηρεσιών που παράγονται στην αλλοδαπή και αγοράζονται από τους κατοίκους της χώρας της οποίας το ΑΕΠ εξετάζεται.

1.4.1 ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΟ ΕΓΧΩΡΙΟ ΠΡΟΪΟΝ (GDP) ΕΛΛΑΔΑΣ

Η ελληνική οικονομία έχει στηριχτεί όλα αυτά τα χρόνια στον τουρισμό, τη βιομηχανική παραγωγή τροφίμων και την επεξεργασία καπνού, την υφαντουργία και τα χημικά. Ωστόσο εξέχουσα θέση κατέχει η ναυτιλία.

Σύμφωνα με επίσημα στατιστικά στοιχεία, από το 1990 και έπειτα, η μεγέθυνση του ΑΕΠ της Ελλάδος είναι κατά μέσον όρο υψηλότερη από αυτόν του μέσου όρου των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Παρ' όλα αυτά, η ελληνική οικονομία αντιμετωπίζει ίσως τα σημαντικότερα οικονομικά προβλήματα από τον Β' Παγκόσμιο πόλεμο και έπειτα.

Για πρώτη φορά από το 1993, ο ρυθμός μεγέθυνσης της ελληνικής οικονομίας γύρισε σε αρνητικό πρόσημο το 2009. Η παγκόσμια οικονομική κρίση ανέδειξε ακόμα παραπάνω το πρόβλημα της χώρας μας. Μια ένδειξη της τάσης υπερχρέωσης τα περασμένα χρόνια είναι το γεγονός ότι η αναλογία ιδιωτικών δανείων προς καταθέσεις ξεπέρασε τις 100 μονάδες (αναλογία δηλαδή μεγαλύτερη του 1 προς 1) κατά την διάρκεια του πρώτου εξαμήνου του έτους 2007.

Όπως λοιπόν προαναφέραμε, οι ρυθμοί μεταβολής του ΑΕΠ στην Ελλάδα από το 1960 και μετά ήταν υψηλότεροι από τους αντίστοιχους ρυθμούς στις περισσότερες από τις οικονομικά προηγμένες οικονομίες της Ευρώπης. Η Ελλάδα λοιπόν προσπάθησε να προσεγγίσει αυτές τις οικονομίες υιοθετώντας τεχνολογικές και οργανωσιακές μεθόδους που έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί με επιτυχία. Η ενσωμάτωση αυτών των μεθόδων στο κεφαλαιακό απόθεμα και τις εργασιακές διαδικασίες στην Ελλάδα, όπου η παραγωγικότητα είναι χαμηλότερη, οδηγεί σε ρυθμούς ανάπτυξης που υπερβαίνουν, μακροπρόθεσμα, τους αντίστοιχους ρυθμούς στις πιο προηγμένες ευρωπαϊκές οικονομίες, καθώς οι οικονομίες αυτές, έχοντας ήδη χρησιμοποιήσει τις πιο σύγχρονες τεχνολογικές και οργανωσιακές μεθόδους, έχουν λιγότερες ευκαιρίες ανάπτυξης.

Γενικά, σε μια χώρα στην οποία η παραγωγικότητα της εργασίας είναι χαμηλότερη σε σχέση με τις προηγμένες οικονομίες, δρουν αντίρροπες δυνάμεις που τείνουν τόσο στην πραγματική σύγκλιση όσο και στην πραγματική απόκλιση (Bliss&deMacedo 1990). Το συνδυασμένο αποτέλεσμα αυτών των αντίρροπων δυνάμεων (που οδηγούν είτε σε σύγκλιση είτε σε απόκλιση) εξαρτάται από τις ιδιαίτερες συνθήκες που επικρατούν σε κάθε ξεχωριστή χώρα. Στην περίπτωση της Ελλάδας, οι δυνάμεις της σύγκλισης επικράτησαν μετά το 1955 (παρόλο που η τάση της σύγκλισης ανατράπηκε για μια χρονική περίοδο περίπου 15 ετών, 1980-1995), καθώς οι «κοινωνικές ικανότητες» του εργατικού δυναμικού που αφορούν στη χρήση νέων τεχνολογιών και στην υιοθέτηση νέων οργανωσιακών μεθόδων συνέβαλαν σημαντικά στην αποτελεσματική χρήση των εισαγόμενων τεχνολογιών. (Ιωακείμογλου, 2008)

Ας δούμε λοιπόν την ετήσια "κίνηση" του ΑΕΠ της Ελλάδας καθώς ενδεχομένως να αποτελέσει έναν από τους παράγοντες για την δημιουργία του μοντέλου διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Πειραιά.

Στον παρακάτω πίνακα αποτυπώνεται το ΑΕΠ της Ελλάδας για τα έτη 1980-2014.(oecd.org, 2015)

Year	Greece GDP (\$)	Year	Greece GDP (\$)
1980	84270000000	1998	189754000000
1981	90705000000	1999	197197000000
1982	95242000000	2000	209166000000
1983	97934000000	2001	226659000000
1984	103448000000	2002	245880000000
1985	109437000000	2003	259648000000
1986	112223000000	2004	277605000000
1987	112487000000	2005	278911000000
1988	121417000000	2006	311725000000
1989	130931000000	2007	324007000000
1990	135774000000	2008	345353000000
1991	144643000000	2009	340416000000
1992	148975000000	2010	322345000000
1993	150079000000	2011	296717000000
1994	156339000000	2012	282448000000
1995	162951000000	2013	283041000000
1996	171104000000	2014	285984000000
1997	182208000000		

Πίνακας 5

1.4.2 ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΟ ΕΓΧΩΡΙΟ ΠΡΟΪΟΝ (GDP) ΕΥΡΩΠΗΣ

Ο Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (Ο.Ο.Σ.Α., στα αγγλικά OECD) είναι ένας οργανισμός που περιλαμβάνει όλα τα ευρωπαϊκά μέλη του ΟΟΣΑ (όχι απαραίτητα μέλη της ΕΕ). Το 2012 αυτά ήταν η Αυστρία, το Βέλγιο, η Τσεχική Δημοκρατία, η Δανία, η Εσθονία, η Φινλανδία, η Γαλλία, η Γερμανία, η Ελλάδα, η Ουγγαρία, η Ισλανδία, η Ιρλανδία, η Ιταλία, το Λουξεμβούργο, η Ολλανδία, η Νορβηγία, η Πολωνία, η Πορτογαλία, η Σλοβακία, η Σλοβενία, η Ισπανία, η Σουηδία, η Ελβετία, η Τουρκία και το Ηνωμένο Βασίλειο. Παρακάτω αποτυπώνεται αθροιστικά το ΑΕΠ των πιο πάνω χωρών. (oecd.org, 2015)

Έτος	Europe GDP	Έτος	Europe GDP
1980	3596164000000	1998	9796876000000
1981	3955162000000	1999	10153783000000
1982	4241405000000	2000	10913606000000
1983	4495769000000	2001	11424729000000
1984	4778873000000	2002	11847558000000
1985	5064908000000	2003	12151258000000
1986	5314027000000	2004	12824329000000
1987	5633222000000	2005	13521304000000
1988	6083308000000	2006	14738787000000
1989	6553379000000	2007	15618701000000
1990	7010230000000	2008	16325304000000
1991	7376074000000	2009	15928602000000
1992	7644741000000	2010	16452539000000
1993	7842091000000	2011	17219064000000
1994	8186547000000	2012	17432549000000
1995	8565758000000	2013	17714823000000
1996	8936896000000	2014	18229090000000
1997	9375826000000		

Πίνακας 6

1.4.3 ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΟ ΕΓΧΩΡΙΟ ΠΡΟΪΟΝ (GDP) ΗΝΩΜΕΝΩΝ ΠΟΛΙΤΕΙΩΝ ΑΜΕΡΙΚΗΣ

Οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής αποτέλεσαν και συνεχίζουν να αποτελούν μία από τις ισχυρότερες οικονομίες του πλανήτη. Η πορεία και η εξέλιξη της μέσα στα χρόνια έχει επηρεάσει σημαντικά άλλες μικρότερες οικονομίες κρατών. Στο παρακάτω πίνακα αποτυπώνεται το ΑΕΠ των ΗΠΑ σε ετήσια βάση στον παρακάτω πίνακα.(oecd.org, 2015)

Year	UnitedStates GDP	Year	UnitedStates GDP
1980	2862505000000	1998	9089168000000
1981	3210956000000	1999	9660624000000
1982	3344991000000	2000	10284779000000
1983	3638137000000	2001	10621824000000
1984	4040693000000	2002	10977514000000
1985	4346734000000	2003	11510670000000
1986	4590155000000	2004	12274928000000
1987	4870217000000	2005	13093726000000
1988	5252629000000	2006	13855888000000
1989	5657693000000	2007	14477635000000
1990	5979689000000	2008	14718582000000
1991	6174043000000	2009	14418739000000
1992	6539299000000	2010	14964372000000
1993	6878718000000	2011	15517926000000
1994	7308755000000	2012	16155255000000
1995	7664060000000	2013	16663160000000
1996	8100201000000	2014	17348072000000
1997	8608515000000		

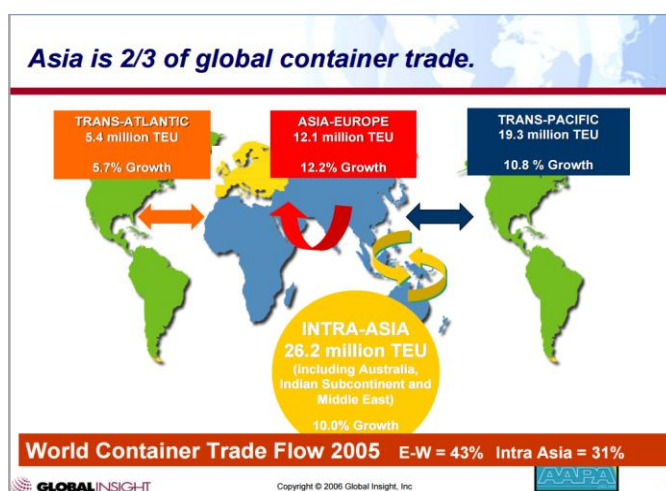
Πίνακας 7

1.4.4 ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΟ ΕΓΧΩΡΙΟ ΠΡΟΪΟΝ (GDP) ΚΙΝΑΣ

Η Κίνα αποτελεί σίγουρα την μεγάλη έκπληξη. Μια οικονομία που το 1980 είχε το 1/10 του ΑΕΠ των ΗΠΑ κατάφερε μέσα σε 35 χρόνια να αγγίξει το ΑΕΠ του βασικότερου ανταγωνιστή της. Τα 2/3 της παγκόσμιας διακίνησης container γίνεται διαμέσου της Ασίας (εικόνα 4) στην οποία ηγετικό ρόλο έχει η Κίνα.(transportationfortomorrow.com, 2015)

Ας δούμε στον παρακάτω πίνακα το ΑΕΠ της Κίνας (oecd.org, 2015).

Year	China GDP
1980	292888000000
1981	336884000000
1982	390275000000
1983	450011000000
1984	536713000000
1985	628733000000
1986	698042000000
1987	798584000000
1988	920050000000
1989	994866000000
1990	1142667000000
1991	1226000000000
1992	1369058000000
1993	1601242000000
1994	1863692000000
1995	2151437000000
1996	2430067000000
1997	2719020000000



Εικόνα 4

1998	3004045000000	2008	9843458000000
1999	3285624000000	2009	10833198000000
2000	3616328000000	2010	12109773000000
2001	4006227000000	2011	13495912000000
2002	4437228000000	2012	14782697000000
2003	4979640000000	2013	16157704000000
2004	5632108000000	2014	16157704000000
2005	6470176000000		
2006	7514486000000		
2007	8806386000000		

Πίνακας 8

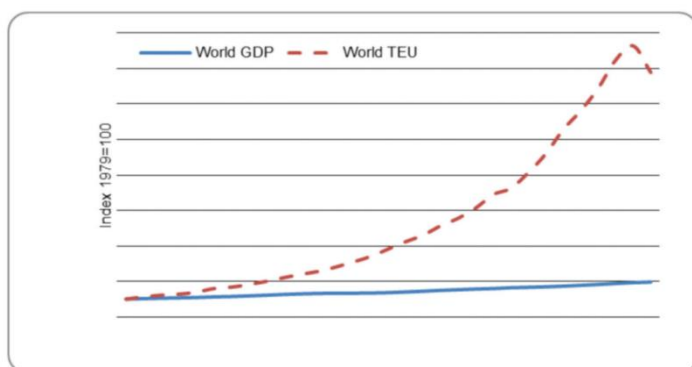
1.4.5 ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΟ ΕΓΧΩΡΙΟ ΠΡΟΪΟΝ (WORLDGDP)

Η συνισταμένη του ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος όλων των χωρών του πλανήτη αποτελεί το παγκόσμιο ακαθάριστο εγχώριο προϊόν.

Η διακύμανσή του αποτυπώνεται στον παρακάτω πίνακα για τα έτη 1980-2015 (oecd.org, 2015).

Year	World GDP (\$)	Year	World GDP (\$)	Year	World GDP (\$)
1980	8661740000000	1992	19593041000000	2004	34402293000000
1981	9686328000000	1993	20348564000000	2005	36439905000000
1982	10294644000000	1994	21418199000000	2006	39119961000000
1983	11018037000000	1995	22389343000000	2007	41286469000000
1984	11949348000000	1996	23536583000000	2008	42557181000000
1985	12809180000000	1997	24825459000000	2009	41680385000000
1986	13453923000000	1998	25832389000000	2010	43445082000000
1987	14301594000000	1999	27066049000000	2011	45312534000000
1988	15498274000000	2000	28963277000000	2012	46556918000000
1989	16730523000000	2001	30110679000000	2013	47667971000000
1990	17873999000000	2002	31232396000000	2014	49261392000000
1991	18736338000000	2003	32414526000000		

Πίνακας 9



Διάγραμμα 1

Κατά τα τελευταία 30 χρόνια, ο ρυθμός αύξησης του παγκόσμιου αριθμού εμπορευματοκιβωτίων ξεπέρασε σημαντικά την ανάπτυξη του παγκόσμιου ΑΕΠ, όπως απεικονίζεται και στο παρακάτω σχήμα. (Havenga, 2013)

1.5 Λιμενική υποδομή/ανταγωνιστικότητα/ιδιοκτησιακό καθεστώς

Λιμενική υποδομή : για τις φορτοεκφορτώσεις των εμπορευματοκιβωτίων απαιτούνται και οι ανάλογες ειδικές λιμενικές εγκαταστάσεις. Οι εγκαταστάσεις αυτές ονομάζονται containerterminals. Ουσιαστικά με τον όρο container terminals αναφερόμαστε σε προβλήτες ακριβώς έναντι μεγάλων σε έκταση συνήθως υποκείμενων χώρων με ειδικούς γερανούς (γερανογέφυρες), μεταφορείς "τρέιλερς" αλλά και άλλο ειδικό μηχανολογικό εξοπλισμό, όπου καταλήγουν τα containers προς φορτοεκφόρτωση.

Λιμενική ανταγωνιστικότητα : η ύπαρξη αναπτυξιακής στρατηγικής βασισμένη στις δυνατότητες της λιμενικής επιχείρησης (Resource – Based Strategy) είναι απαραίτητη. Με αυτήν την προσέγγιση η επιχείρηση δύναται να αναγνωρίσει τις βέλτιστες συνθήκες ανταγωνιστικότητας με την επικέντρωση τόσο σε παραγωγή με οικονομίες κλίμακας όσο και με οικονομίες φάσματος και δικτύωσης, με την απόκτηση ιδιαίτερων δυνατοτήτων που δεν μπορούν να υιοθετηθούν από ανταγωνιστές και την προσαρμογή σε αλλαγές στην αγορά.

Προκειμένου να υπάρχει ανταγωνιστικότητα είναι αρκετά εκείνα τα στοιχεία που πρέπει να αξιοποιηθούν. Η ανταγωνιστικότητα εξαρτάται από την ενεργοποίηση διάφορων παραγόντων. Όταν αυτοί οι παράγοντες ενεργοποιηθούν τότε οδηγούν το λιμάνι σε επίτευξη ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος (είτε με έλεγχο του κόστους είτε με διαφοροποίηση του λιμενικού προϊόντος).

Πιο συγκεκριμένα, η πολιτική κόστους αποτελεί ουσιαστικάτην προσπάθεια του λιμανιού να παρέχει υπηρεσίες χαμηλού κόστους στον πελάτη. Η στρατηγική διαφοροποίησης του λιμενικού προϊόντος περιλαμβάνει την παροχή εξειδικευμένων υπηρεσιών οι οποίες πιθανότατα δεν παρέχονται από άλλα λιμάνια. Κατά αυτόν τον τρόπο δημιουργείται αξία για τον πελάτη. Έτσι τα container terminals ξεφεύγουν από τον ανταγωνισμό σε επίπεδο υποδομών και ανωδομής και γίνονται ανταγωνιστικότερα στη διαδικασία επιλογής από το μεταφορέα ενώ ταυτόχρονα παρέχουν εξειδικευμένες και εις δυνατόν μοναδικές υπηρεσίες αναπτύσσοντας ιδιαίτερες ικανότητες που τους προσδίδουν ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα. (Μητράκος, 2014)

Ιδιοκτησιακό καθεστώς : η δόμηση και η διαχείριση των λιμένων εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως την γεωγραφική θέση του λιμένα, την κοινωνική δομή της χώρας αλλά και την οικονομική κατάσταση. Η Παγκόσμια Τράπεζα (WorldBank) παρουσίασε το 2001 το “WorldBankPortReformToolkit”. Αυτό, αποτέλεσε εργαλείο για ένα γενικό πλαίσιο κατευθυντήριων γραμμών για τη σωστή οργάνωση των διοικητικών λειτουργιών ενός λιμανιού.

Παρουσιάζει τέσσερις διαφορετικούς τύπους λιμένων (εικόνα 5):

- Public Service Port
- Tool Port
- Landlord Port
- Fully Privatized Port or Private Service Port

Βασικά μοντέλα λιμενικού ιδιοκτησιακού καθεστώτος

ΤΥΠΟΣ	ΥΠΟΔΟΜΗ	ΑΝΩΔΟΜΗ	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΆΛΛΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ
Public Service Port	ΔΗΜΟΣΙΑ	ΔΗΜΟΣΙΑ	ΔΗΜΟΣΙΑ	ΚΥΡΙΩΣ ΔΗΜΟΣΙΑ
Tool Port	ΔΗΜΟΣΙΑ	ΔΗΜΟΣΙΑ	ΙΔΙΩΤΙΚΗ	ΔΗΜΟΣΙΑ/ΙΔΙΩΤΙΚΗ
Landlord Port	ΔΗΜΟΣΙΑ	ΙΔΙΩΤΙΚΗ	ΙΔΙΩΤΙΚΗ	ΔΗΜΟΣΙΑ/ΙΔΙΩΤΙΚΗ
Private Service Port	ΙΔΙΩΤΙΚΗ	ΙΔΙΩΤΙΚΗ	ΙΔΙΩΤΙΚΗ	ΚΥΡΙΩΣ ΙΔΙΩΤΙΚΗ

Εικόνα 5

• *Public Service Port*: το μοντέλο παρουσιάζει έντονα δημόσιο χαρακτήρα. Η δημόσια λιμενική αρχή παρέχει όλες τις υπηρεσίες και είναι υπεύθυνη για τη λειτουργία ολόκληρου του λιμενικού συστήματος.

• *Tool Port* : Η λιμενική αρχή έχει την κυριότητα και την ευθύνη περαιτέρω ανάπτυξης και συντήρησης της λιμενικής υποδομής και ανωδομής, συμπεριλαμβανομένου του εξοπλισμού. Εδώ όμως την εμπορική λειτουργία χειρισμού του φορτίου αναλαμβάνουν ιδιωτικές εταιρείες μέσω συμβολαίων με τα οποία η λιμενική αρχή παραχωρεί αυτή τη δυνατότητα.

• *Landlord Port* : χαρακτηρίζεται από τον μεικτό προσανατολισμό του, δημόσιο και ιδιωτικό. Η λιμενική αρχή λειτουργεί ως ιδιοκτήτης της γης και ως ρυθμιστικός παράγοντας, ενώ το operation διεξάγεται από ιδιωτικούς φορείς. Η λιμενική υποδομή εκχωρείται (συνήθως με συμβόλαια leasing) σε ιδιωτικές διαχειρίστριες εταιρείες, οι οποίες αργότερα επενδύουν στην ανωδομή, συμπεριλαμβανομένων και των κτιριακών εγκαταστάσεων. Επιπλέον, εγκαθιστούν τον δικό τους εξοπλισμό, όπως γερανούς, μάντες, transtainers. Η εργασία στην αποβάθρα παρέχεται από τους ιδιωτικούς operators αλλά υπάρχει η δυνατότητα ένα μέρος του εργατικού δυναμικού να προσλαμβάνεται μέσω ενός ευρύτερου συστήματος πρόσληψης, που καλύπτει όλο το φάσμα των εργασιών του λιμένα.

- *Fully Privatized Port*: τα πλήρως ιδιωτικοποιημένα λιμάνια είναι αρκετά σπάνια και απαντώνται μόνο στο Ηνωμένο βασίλειο (Felixstowe, Southampton) και στη Νέα Ζηλανδία. Συνίσταται στην πλήρη κατοχή και λειτουργία από τον ιδιωτικό τομέα του εδάφους, της υποδομής και ανωδομής, του εξοπλισμού και την παροχή των λιμενικών υπηρεσιών.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συνοπτικά τα δυνατά και αδύνατα σημεία των τεσσάρων μοντέλων διοίκησης. (Μητράκος, 2014)

	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Public Port	1. Η ανάπτυξη ανωδομής και η διαχείριση λειτουργιών φορτίου είναι ευθύνες του ίδιου οργανισμού.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Δεν υπάρχει ή είναι περιορισμένος ο ρόλος του ιδιωτικού τομέα στις λειτουργίες διαχείρισης φορτίου. 2. Υπάρχει μικρή ικανότητα επίλυσης εργασιακών προβλημάτων, εφόσον η διαχείριση του λιμανιού είναι ο κύριος κάτοχος του λιμανιού. 3. Έλλειψη εσωτερικού ανταγωνισμού. 4. Άσκοπη χρήση κεφαλαίων και υποεπενδύσεων λόγω κρατικής παρέμβασης και εξάρτησης κρατικού προϋπολογισμού. 5. Οι λειτουργίες δεν προέρχονται από τους χρήστες και την αγορά. 6. Έλλειψη καινοτομίας
Tool Port	1. Οι επενδύσεις στην υποδομή και τον εξοπλισμό του λιμανιού (παράκτιο εξοπλισμό ή εξοπλισμό πλοίων), αποφασίζονται και παρέχονται από το δημόσιο τομέα αποφεύγοντας την επικάλυψη των εγκαταστάσεων.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ο διαχειριστής του λιμανιού και ο ιδιώτης επενδυτής μοιράζονται τις λειτουργίες διαχείρισης του φορτίου, δημιουργώντας αντικρουόμενες καταστάσεις. 2. Λόγω της μη κύριας κατοχής εξοπλισμού, οι ιδιώτες διαχειριστές λειτουργούν ως εργατικό δυναμικό και δεν αναπτύσσονται σε μεγάλη εταιρεία με ισχυρούς ισολογισμούς (αυτό προκαλεί αποσταθεροποίηση και περιορίζει τα μελλοντικά όρια επέκτασης της εταιρείας). 3. Κίνδυνος ύπαρξης υποεπενδύσεων 4. Έλλειψη καινοτομίας.
Landlord Port	<ol style="list-style-type: none"> 1. Η ενιαία οντότητα (ιδιωτικός τομέας) εκτελεί τις λειτουργίες διαχείρισης φορτίου, κατέχει και διαχειρίζεται τον εξοπλισμό φορτίου. Οι διαχειριστές των τερματικών σταθμών είναι πιο "πιστοί" στο λιμάνι και πιο σύμφωνοι σε αναγκαίες επενδύσεις ως συνέπεια μακροπρόθεσμων συμβολαίων τους. 2. Οι ιδιωτικές εταιρείες διαχείρισης τερματικών είναι ικανές στο να συμβαδίζουν με τις απαιτήσεις της αγοράς. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Κίνδυνος πλεονάζουσας παραγωγικότητας ως αποτέλεσμα πίεσης των διάφορων ιδιωτικών διαχειριστών. 2. Κίνδυνος παρερμηνείας της κατάλληλης χρονικής στιγμής για αύξηση της παραγωγικότητας.

Private Port	1. Μέγιστη ευελιξία στις επενδύσεις και τις λειτουργίες του λιμανιού. Μη απευθείας κρατική παρέμβαση. Η ιδιοκτησία του λιμανιού επιτρέπει την προσανατολισμένη στην αγορά ανάπτυξη και στις πολιτικές διατίμησης. Η στρατηγική θέση του λιμανιού επιτρέπει στον ιδιώτη να διευρύνει την έκταση των δραστηριοτήτων του λιμανιού.	1. Το κράτος μπορεί να χρειαστεί να επιβάλλει έναν ρυθμιστή λιμανιού για τον έλεγχο μονοπωλιακής συμπεριφοράς. 2. Το κράτος χάνει την ικανότητά του να επιβάλλει μακροχρόνια πολιτική οικονομικής ανάπτυξης με σεβασμό στην επιχείρηση του λιμανιού. 3. Σε περίπτωση ανάγκης αναδιαμόρφωσης του λιμανιού, το κράτος μπορεί να διαθέσει κεφάλαια για την επαναγορά του λιμανιού. 4. Σοβαρός κίνδυνος κερδοσκοπίας από ιδιώτες.
---------------------	---	--

Πίνακας 10

Από τον παραπάνω πίνακα μπορούμε εύκολα να συμπεράνουμε πως το μοντέλο ιδιοκτησιακού καθεστώτος με τα περισσότερα πλεονεκτήματα και ταυτόχρονα λιγότερα μειονεκτήματα είναι το landlord.

Σε αυτό το σημείο ας δούμε συγκεντρωτικά ποιά είναι τα μοντέλα διαχείρισης που χρησιμοποιούν τα βασικότερα ευρωπαϊκά λιμάνια. (Σπερδόκλης, 2015)

Λιμένας	Μοντέλο διαχείρισης
Ρότερνταμ	landlord
Αμβούργο	landlord
Antwerp	landlord
Βρέμη- Bremerhaven	landlord
Algericas	landlord
Βαλένθια	landlord
Felixstowe	Private
Πειραιάς	landlord
GioiaTauro	landlord
Marsaxlokk	Tool
Χάβρη	landlord
Zeebrugge	landlord
Γένοβα	landlord
Σαουθάπτον	Private
Βαρκελώνη	landlord
LaSpezia	landlord
Γκντανσκ	Tool
Λας Πάλμας	landlord

Πίνακας 11

Βλέπουμε λοιπόν ότι τα σημαντικότερα ευρωπαϊκά λιμάνια χρησιμοποιούν το μοντέλο landlord.

1.5.1 Ιδιοκτησιακό καθεστώς στο λιμάνι του Πειραιά

Ο λιμένας του Πειραιά ήταν μέχρι το 2009 αποκλειστικά δημόσιος (Public Port). Από το 2010 και μετά χρησιμοποιεί το landlord μοντέλο διαχείρισης. Πλέον Ο Προβλήτας Ι ανήκει και διαχειρίζεται από την Λιμενική Αρχή του Πειραιά (ΟΛΠ), ενώ ο Προβλήτας ΙΙ και σύντομα ο Προβλήτας ΙΙΙ ανήκει και διαχειρίζεται από ιδιωτικό φορέα (COSCO) για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

Το στοιχείο που άλλαξε ήταν η είσοδος της Σταθμός Εμπορευματοκιβωτίων Πειραιά ΣΕΠ Α.Ε. στον λιμένα του Πειραιά. Η ΣΕΠ ως γνωστόν εδρεύει στην Ελλάδα και είναι μία πλήρως ελεγχόμενη θυγατρική εταιρεία της COSCO Pacific Limited. Ανέλαβε, την ανακατασκευή του Προβλήτα ΙΙ ενώ ταυτόχρονα στοχεύει στην κατασκευή του Προβλήτα ΙΙΙ για την αύξηση της δυναμικότητας στη διαχείριση των πλοίων και εμπορευματοκιβωτίων.

Η ΣΕΠ, μήκους 800μέτρα και πλάτους 340μέτρα, έχει δυνατότητα υποδοχής πλοίων με βύθισμα μέχρι 16.5 μέτρα. Είναι τμήμα της Ελεύθερης Ζώνης, καταλαμβάνει έκταση 254.000 τ.μ. και έχει αποθηκευτική ικανότητα περίπου 5.000 TEUs σε θέσεις εδάφους.

Η ΣΕΠ σχεδιάστηκε και δημιουργήθηκε με βάση τα δεδομένα σύγχρονων τεχνολογιών και είναι εξοπλισμένο με σύγχρονα μηχανήματα χειρισμού εμπορευματοκιβωτίων. Μέσα στον σταθμό υπάρχουν εγκαταστάσεις και κλιμάκιο τεχνικής υποστήριξης. Η ΣΕΠ συνδέεται με διπλή σιδηροδρομική γραμμή με το εθνικό σιδηροδρομικό δίκτυο. Για τη φορτοεκφόρτωση των Ε/Κ από/προς σιδηροδρομικά βαγόνια χρησιμοποιείται 1 transtainer ανυψωτικής ικανότητας 50 τόνων. Η ΣΕΠ διαθέτει 380 ρευματολήπτες (380V) για Ε/Κ ψυγεία. Για τη διακίνηση, αποθήκευση και στοιβασία των Ε/Κ εντός του terminal χρησιμοποιούνται κυρίως straddlecarriers και πλήθος άλλων μηχανημάτων χειρισμού Ε/Κ: (tractors, frontlifts, trailers, περονοφόρα ανυψωτικά μηχανήματα κα). Τέλος διαθέτει ολοκληρωμένο πληροφοριακό σύστημα διαχείρισης εμπορευματοκιβωτίων που αναβαθμίζει τις υπηρεσίες του και αυξάνει την ανταγωνιστικότητά του.

Γενικά η ΣΕΠ διακρίνεται για:

- Την εξυπηρέτηση των πλοίων καθ' όλη τη διάρκεια του 24ώρου, 365 ημέρες το έτος με ενιαία τιμή (Flat Rates).
- Την υψηλή παραγωγικότητα στη φορτοεκφόρτωση και εξυπηρέτηση των πλοίων.
- Την ύπαρξη Τελωνειακού Κλιμακίου για ταχεία εξυπηρέτηση πελατών και φορτίου.

Τον Σταθμό Εμπορευματοκιβωτίων προσεγγίζουν σχεδόν όλες οι ναυτιλιακές γραμμές μεταφοράς Ε/Κ όπως: MSC, Maersk, Evergreen, COSCO, CMA CGM, ARKAS, ZIM, HaragLloyd, κα.

Τη μεγαλύτερη αύξηση στη διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων (containers) μεταξύ των σημαντικότερων λιμανιών του κόσμου παρουσίασε ο Πειραιάς την περίοδο 2009-2013, σύμφωνα με στοιχεία της Διεθνούς Ένωσης Λιμένων (IAPH - International Association of Ports and Harbors). (iaphworldports.org, 2015)

Τα στοιχεία της IAPH δείχνουν πως από 665.000 TEUs το 2009 (έτος που είχαν υπάρξει και πολυήμερες κινητοποιήσεις), ο Πειραιάς έφτασε τα 3.163.000 το 2013.

PORT LEAGUE Top 50 Ports ranked by 5-Year Increase Ratio 2009&2013 (1000TEU) (Table 5)

Rank	Port Name	2009	2013	Growth Rate (2013/2009)	Country
1	Piraeus	665	3,163	476%	Greece
2	Duisburg	935	3,000	321%	Germany
3	Dalian	4,552	10,860	239%	China
4	Taicang	1,513	3,267	216%	China
5	Yingkou	2,537	5,301	209%	China
6	Ambarli	1,836	3,378	184%	Turkey
7	Lianyungang	3,020	5,490	182%	China
8	Jakarta/Tanjung Priok	3,804	6,590	173%	Indonesia
9	Xiamen	4,680	8,010	171%	China
10	Ningbo	10,502	17,351	165%	China
11	Ho Chi Minh/Saigon	3,563	5,542	156%	Vietnam
12	Santos	2,252	3,445	153%	Brazil
13	Balboa	2,011	3,063	152%	Panama
14	Qingdao	10,260	15,520	151%	China
15	Tianjin	8,700	13,010	150%	China
16	Algeciras	3,042	4,500	148%	Spain
17	Busan	11,980	17,686	148%	Korea
18	Jeddah	3,091	4,561	148%	Saudi Arabia
19	Port Klang	7,309	10,350	142%	Malaysia
20	Khor Fakkan/Sharjah	2,750	3,800	138%	Oman
21	Guangzhou	11,190	15,309	137%	China
22	Shanghai	25,002	33,617	134%	China
23	Laem Chabang	4,537	6,031	133%	Thailand
24	Long Beach	5,067	6,730	133%	USA
25	Hamburg	7,007	9,302	133%	Germany
26	Tanjung Perak	2,270	3,001	132%	Indonesia
27	Vancouver BC	2,152	2,825	131%	Canada
28	Manila	2,874	3,770	131%	Philippine
29	Savannah	2,356	3,034	129%	USA
30	Bremen/Bremerhaven	4,535	5,830	129%	Germany
31	Tokyo	3,810	4,860	128%	Japan
32	Shenzhen	18,250	23,278	128%	China
33	Tanjung Pelepas	6,016	7,627	127%	Malaysia
34	Singapore	25,866	32,240	125%	Singapore
35	Colombo	3,464	4,306	124%	Sri Lanka
36	Port Said	3,300	4,100	124%	Egypt
37	Dubai	11,100	13,641	123%	UAE
38	Maasvlakte	2,260	2,750	122%	Malta
39	Felixstowe	3,100	3,740	121%	UK
40	New York/New Jersey	4,561	5,467	120%	USA
41	Rotterdam	9,743	11,621	119%	Netherlands
42	Valencia	3,653	4,327	118%	Spain
43	Antwerp	7,309	8,578	117%	Belgium
44	Kaohsiung	8,581	9,937	116%	China (Taiwan)
45	Los Angeles	7,261	7,868	108%	USA
46	Gioia Tauro	2,857	3,087	108%	Italy
47	Hong Kong	21,040	22,352	106%	China (SAR HK)
48	Yokohama	2,797	2,888	103%	Japan
49	Jawaharlal Nehru	4,111	4,162	101%	India
50	Salalah	3,490	3,340	96%	Oman
S.Total		308,561	417,505	135%	
Share of Top 50 ports (%)		65.3%	64.1%		
World Total		472,273	651,099	138%	

1) Source: For 2009 figure, "Containerisation International Yearbook" (2004-2012) data was used. For 2013, "Top 100 ports 2014 of Containerisation International" data was used.

2) Figure of World Total were based on UNCTAD data "Review of Maritime Transport"

Πίνακας 12

Παρακάτω αποτυπώνεται η διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων την πενταετία 2009-2013 στα μεγαλύτερα ευρωπαϊκά λιμάνια, όπου ο Πειραιάς κατέχει το 2013 την 8η θέση σε απόλυτα μεγέθη, την 1η θέση όμως σε επίπεδο αύξησης σε σχέση με το 2009. (iaphworldports.org, 2015)

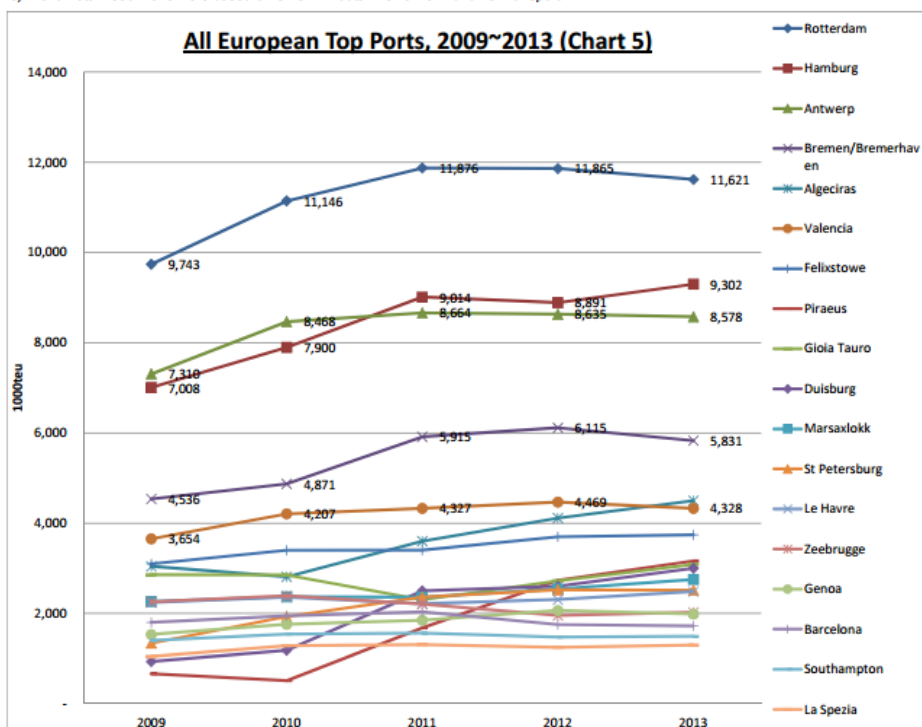
All European Top Ports, 2009-2013 (1000 TEU) (Table 7)

Rank	Port	2009	2010	2011	2012	2013	Growth Rate (2013/2009)	Country	Region
1	Rotterdam	9,743	11,146	11,876	11,865	11,621	119%	Netherlands	N.Europe
2	Hamburg	7,008	7,900	9,014	8,891	9,302	133%	Germany	N.Europe
3	Antwerp	7,310	8,468	8,664	8,635	8,578	117%	Belgium	N.Europe
4	Bremen/Bremerhaven	4,536	4,871	5,915	6,115	5,831	129%	Germany	N.Europe
5	Algeciras	3,043	2,810	3,602	4,114	4,501	148%	Spain	Med.Europe
6	Valencia	3,654	4,207	4,327	4,469	4,328	118%	Spain	Med.Europe
7	Felixstowe	3,100	3,400	3,400	3,700	3,740	121%	UK	N.Europe
8	Piraeus	665	513	1,680	2,734	3,164	476%	Greece	Med.Europe
9	Gioia Tauro	2,857	2,851	2,305	2,721	3,087	108%	Italy	Med.Europe
10	Duisburg	935	1,181	2,500	2,600	3,000	321%	Germany	N.Europe
11	Marsaxlokk	2,260	2,371	2,360	2,540	2,750	122%	Malta	Med.Europe
12	St Petersburg	1,342	1,931	2,365	2,524	2,515	187%	Russia	N.Europe
13	Le Havre	2,241	2,358	2,215	2,306	2,486	111%	France	N.Europe
14	Zeebrugge	2,258	2,390	2,206	1,953	2,026	90%	Belgium	N.Europe
15	Genoa	1,534	1,759	1,847	2,064	1,988	130%	Italy	Med.Europe
16	Barcelona	1,800	1,946	2,034	1,756	1,720	96%	Spain	Med.Europe
17	Southampton	1,400	1,540	1,563	1,475	1,491	107%	UK	N.Europe
18	La Spezia	1,046	1,285	1,307	1,247	1,298	124%	Italy	Med.Europe
S.Total		56,731	62,928	69,180	71,709	73,426	129%		
Share of above European ports among world total (%)		12%	12%	12%	12%	11%			
World Total		472,273	540,816	587,484	616,675	651,099	138%		

1) Source: For 2008-2011, "Containerisation International Yearbook" (2004-2012) data was used. For 2012&2013, "Top 100 ports 2014 of Containerisation International" data was used.

2) Highlighted ports are ones achieved more than 150% increase in 5 years.

3) World Total 2009-2013 were based on UNCTAD data "Review of Maritime Transport"



Πίνακας 13

Για το 2014, σύμφωνα με στοιχεία που δημοσίευσε η διεθνής ναυτιλιακή επιθεώρηση Containerisation International, ο σταθμός εμπορευματοκιβωτίων του Πειραιά αύξησε κατά 13,3% τους όγκους του και διακίνησε κατά τη χρήση που έληξε τον Δεκέμβριο 3,585 εκατομμύρια εμπορευματοκιβώτια (teu) έναντι 3,163 εκατομμύρια το προηγούμενο έτος. Τα στοιχεία αυτά αφορούν τόσο τους προβλήτες II και III της Cosco όσο και τον προβλήτα I που διαχειρίζεται απευθείας η ΟΛΠ Α.Ε. Η επίδοση αυτή κατατάσσει τον Πειραιά στην πρώτη θέση όσον αφορά τον ρυθμό ανάπτυξης μεταξύ όλων των μεσογειακών λιμένων. Σε απόλυτα μεγέθη ο Πειραιάς έπεται μόνον των δύο μεγάλων μεσογειακών λιμανιών της Ισπανίας και συγκεκριμένα του Αλγκεθίρας και της Βαλένθια που κατέλαβαν την 1η και τη 2η θέση αντίστοιχα.(iaphworldports.org, 2015)

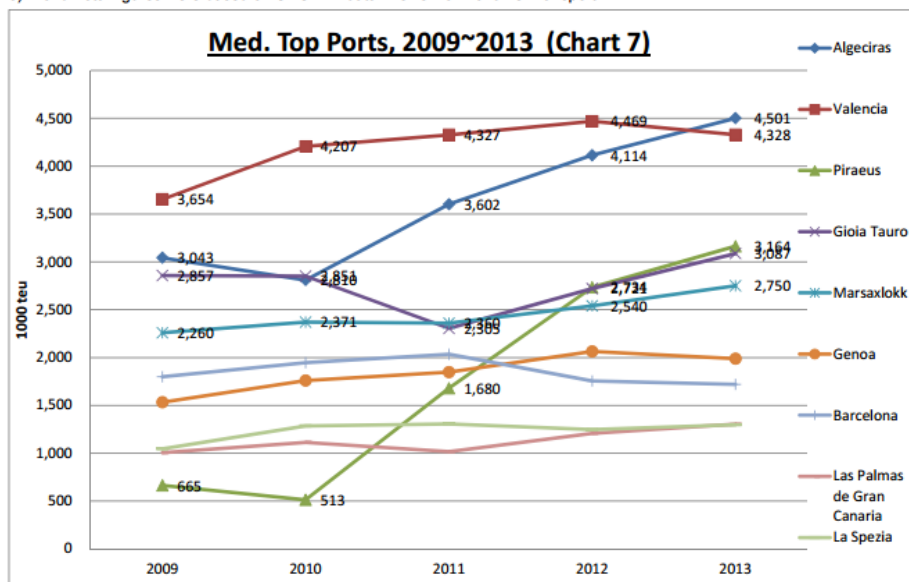
Mediterranean Top Ports, 2009~2013 (1000 TEU) (Table9)

Rank	Port	2009	2010	2011	2012	2013	Growth Rate (2013/2009)	Country
1	Algeciras	3,043	2,810	3,602	4,114	4,501	148%	Spain
2	Valencia	3,654	4,207	4,327	4,469	4,328	118%	Spain
3	Piraeus	665	513	1,680	2,734	3,164	476%	Greece
4	Gioia Tauro	2,857	2,851	2,305	2,721	3,087	108%	Italy
5	Marsaxlokk	2,260	2,371	2,360	2,540	2,750	122%	Malta
6	Genoa	1,534	1,759	1,847	2,064	1,988	130%	Italy
18	Barcelona	1,800	1,946	2,034	1,756	1,720	96%	Spain
7	Las Palmas de Gran Canaria	1,007	1,113	1,017	1,208	1,304	129%	Spain
8	La Spezia	1,046	1,285	1,307	1,247	1,298	124%	Italy
S.Total		17,866	18,856	20,479	22,853	24,140	135%	
Share among world Total		4%	3%	3%	4%	4%		
World Total		472,273	540,816	587,484	616,675	651,099	138%	

1) Source: For 2008~2011, "Containerisation International Yearbook" (2004~2012) data was used. For 2012, "Top 100 ports 2013 of Containerisation International" data was used.

2) Highlighted ports are ones achieved more than 150% increase in 5 years.

3) World Total figures were based on UNCTAD data "Review of Maritime Transport"



Πίνακας 14

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφέρουμε πως ο Πειραιάς υπερκέρασε το 2014 τον τουρκικό εμπορευματικό σταθμό στο λιμάνι του Αμπαρλί (Μπέλλος, 2015). Ωστόσο, όπως αναφέρουν χαρακτηριστικά κύκλοι της ελληνικής λιμενικής βιομηχανίας, τα μεγέθη αυτά του Πειραιά περιορίζονται κυρίως από την έλλειψη διαθέσιμης δυναμικότητας. Σαφές θέμα δυναμικότητας έχει ο προβλήτας Ι που διαχειρίζεται ο ΟΛΠ. Έτσι, παρ' ότι η Cosco μπορεί να φέρει επιπλέον φορτία, δεν υπάρχουν ακόμα οι απαραίτητες υποδομές για να τα διαχειριστεί. Για αυτό το λόγο άλλωστε αποφάσισε η Cosco να επενδύσει άλλα 230 εκατομμύρια ευρώ για την κατασκευή και τον εξοπλισμό του δυτικού τμήματος του προβλήτα ΙΙΙ.

Ο Πειραιάς έχει ήδη γίνει ένα από τα λιγιστά containerterminal στη Μεσόγειο που μπορεί και εξυπηρετεί τα μεγαλύτερα σε μέγεθος containershipαντίστοιχης πάντα χωρητικότητας. Η ΣΕΠ Α.Ε., αναφέρει μάλιστα πως έχουν κλείσει ήδη περισσότερες από τέσσερις εβδομαδιαίες τακτικές προσεγγίσεις τέτοιων μεγάλων πλοίων από την Ασία. Ταυτόχρονα, εξυπηρετούνται κανονικά πλοία με μέσο όρο αφίξεων 6-7 πλοίων την ημέρα. Υπάρχουν πλέον εβδομαδιαίες συνδέσεις με τις αγορές στην Άπω Ανατολή, την Ευρώπη, τη Μαύρη Θάλασσα και την Ανατολική Ακτή των ΗΠΑ, καθώς και με τις αναδυόμενες οικονομίες στη Βόρεια Αφρική.

Σύμφωνα με νέες πληροφορίες, έως τέλος Οκτωβρίου του 2015, θα έχουν υποβληθεί οι δεσμευτικές προσφορές για την απόκτηση πλειοψηφικού πακέτου μετοχών του ΟΛΠ σχολίασε στο ΑΠΕ-ΜΠΕ στέλεχος του ΤΑΙΠΕΔ. Αυτό σημαίνει πρακτικά πως το λιμάνι του Πειραιά θα γίνει πλήρως ιδιωτικοποιημένο καθώς και το πλειοψηφικό πακέτο του ΟΛΠ θα βρίσκεται στα χέρια ιδιώτη.

Αναμένεται λοιπόν από το ΤΑΙΠΕΔ και τον υπουργό Ναυτιλίας η ολοκλήρωση του σχεδίου νόμου προκειμένου να περάσει στη Βουλή, που θα ορίζει τους όρους χρήσης και εκμετάλλευσης της γης, των κτισμάτων και της υποδομής της χερσαίας ζώνης του λιμανιού, το ποσοστό του ετήσιου ανταλλάγματος προς το κράτος (που αυτή τη στιγμή είναι 2% επί του κύκλου εργασιών), ενώ θα αφαιρεθούν από τον Οργανισμό Λιμένος Πειραιώς οι διοικητικές και ρυθμιστικές εξουσίες. Με λίγα λόγια θα δημιουργηθεί μια αρχή λιμένος στην οποία και θα μεταφερθούν οι διοικητικές και ρυθμιστικές εξουσίες του ΟΛΠ. Ανάλογα με τις επενδύσεις του νέου επενδυτή στο λιμάνι του ΟΛΠ, θα διατεθεί στη συνέχεια και επιπλέον ποσοστό μέχρι και το 67% συνολικά της επιχείρησης.

Οι βασικοί διεκδικητές για το λιμάνι του Πειραιά είναι η Cosco, η APM Terminals και η ICTS.

1.6 Παραγωγικότητα και δείκτες μέτρησης αυτής

Η παραγωγικότητα αποτελεί τον λόγο ή τη σχέση μεταξύ των επιτευχθέντων χρήσιμων αποτελεσμάτων (εκροή), και των πόρων ή μέσων που δαπανήθηκαν για την επίτευξή τους (εισροή). Έτσι οι παραγωγικοί συντελεστές που είναι συνήθως η γη, η εργασία και το κεφάλαιο που εκλαμβάνονται ως πόροι που δαπανήθηκαν, συνεπώς εισροή, αποτελούν τον παρανομαστή του κλάσματος, που είτε εκλαμβάνονται όλοι μαζί, είτε ένας ένας χωριστά, με αντίστοιχο προσδιορισμό της παραγωγικότητας κατά είδος.

Η παραγωγική διαδικασία σε έναν τερματικό σταθμό γίνεται σε τρεις φάσεις: φάση φορτοεκφόρτωσης, φάση διαχείρισης του φορτίου εντός του τερματικού σταθμού και φάση παράδοσης-παραλαβής του φορτίου στα χερσαία μέσα μεταφοράς. Είναι λοιπόν λογικό να υπάρχουν και πολλοί δείκτες μέτρησης της παραγωγικότητας του λιμανιού.

Παρακάτω παρουσιάζονται τρεις από τα Διάγραμμα 2 κεντρικούς δείκτες παραγωγικότητας ενός λιμανιού (Σπερδόκλης, 2015).

- Η ετήσια διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων προς τη συνολική έκταση [**TEUs/m²**] : πρόκειται για δείκτη μέτρησης της παραγωγικότητας του εδάφους. Ο δείκτης αυτός ορίζεται ως το πηλίκο της ετήσιας διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων (TEUs) προς τη συνολική έκταση (m²) των τερματικών εμπορευματοκιβωτίων του εξεταζόμενου λιμένα.

Παρουσιάζεται παρακάτω διαγραμματική απεικόνιση των (TEUs/m²) ανά λιμένα βασισμένη σε στατιστικά στοιχεία του 2013.

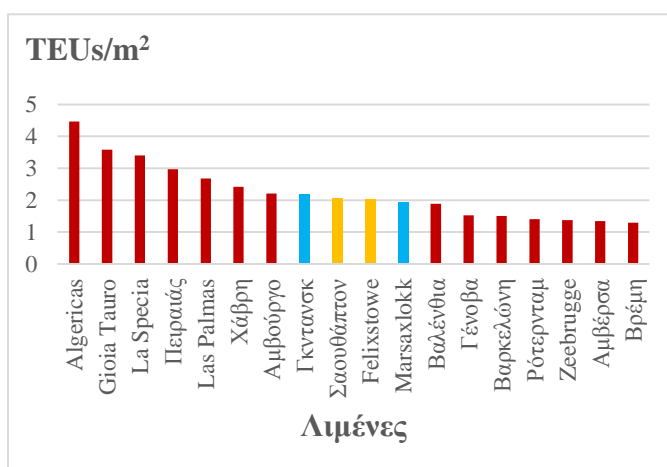
Είναι προφανές πως όσο μεγαλύτερος είναι ο δείκτης παραγωγικότητας εδάφους τόσο καλύτερη είναι η εκμετάλλευση λιμενικού εδάφους. Ο Πειραιάς βρίσκεται στην 4η θέση για το έτος 2013. Οι μεγαλύτεροι σε έκταση λιμένες βρίσκονται στις τελευταίες θέσεις του διαγράμματος, στοιχείο που φανερώνει πως υπάρχουν αρκετά περιθώρια βελτίωσης της εκμετάλλευσής τους.

Με κόκκινο χρώμα

αναπαρίστανται οι landlord,

με κίτρινο οι fully privatized και με θαλασσί

οι tool λιμένες.

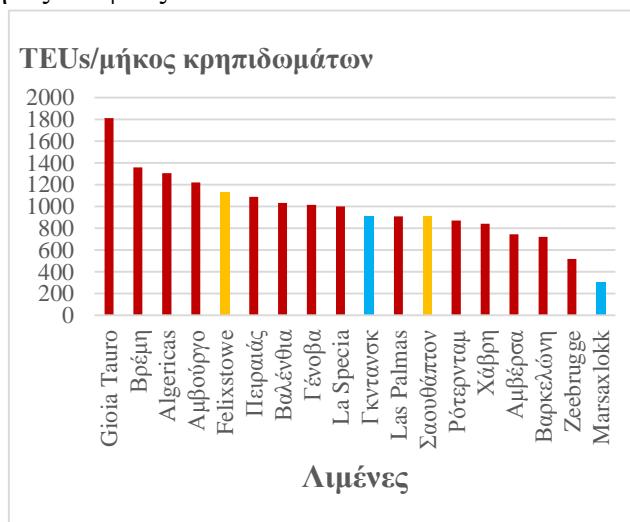


Διάγραμμα 2

- Η ετήσια διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων (TEUs) προς το συνολικό μήκος κρηπιδωμάτων [TEUs/m] : Ο συγκεκριμένος δείκτης, μπορεί να ενταχθεί στην κατηγορία των δεικτών παραγωγικότητας εδάφους.

Παρουσιάζεται παρακάτω διαγραμματική απεικόνιση (TEUs/μήκος κρηπιδωμάτων) ανά λιμένα βασισμένη σε στατιστικά στοιχεία του 2013 (εικόνα 14).

Όσο μεγαλύτερος είναι ο δείκτης TEUs/μήκος κρηπιδωμάτων, τόσο καλύτερη είναι η εκμετάλλευση του λιμενικού εδάφους. Παρατηρούμε πως ο Πειραιάς βρίσκεται στην 6η θέση.



Διάγραμμα 3

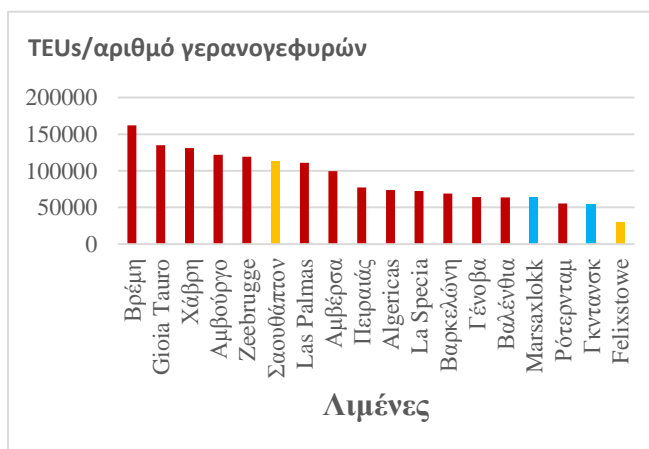
Με κόκκινο χρώμα αναπαρίστανται οι landlord, με κίτρινο οι fully privatized και με θαλασσί οι tool λιμένες.

- Η ετήσια διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων προς το συνολικό αριθμό γερανογεφυρών [TEUs/αριθμό γερανογεφυρών] : δείκτης για τη μέτρηση της παραγωγικότητας των γερανών φορτοεκφόρτωσης. Ουσιαστικά υπολογίζουμε πόσα TEUs διαχειρίζεται σε ετήσια βάση κάθε γερανογέφυρα.

Παρουσιάζεται παρακάτω διαγραμματική απεικόνιση (TEUs/αριθμό γερανογεφυρών) ανά λιμένα βασισμένη σε στατιστικά στοιχεία του 2013.

Όσο μεγαλύτερος είναι ο δείκτης TEUs/αριθμό γερανογεφυρών, τόσο καλύτερη είναι η διαχείριση της φάσεως της φορτοεκφόρτωσης του λιμένα. Ο Πειραιάς παρατηρούμε πως βρίσκεται στην ένατη θέση.

Με κόκκινο χρώμα αναπαρίστανται οι landlord, με κίτρινο οι fully privatized και με θαλασσί οι tool λιμένες.



Διάγραμμα 4

Συγκεντρωτικά λοιπόν, στους τρεις κυριότερους δείκτες, ο Πειραιάς κατείχε για το έτος 2013 τις θέσεις:

- TEUs/συνολική έκταση λιμανιού : 4η θέση
- TEUs/μήκος κρηπιδομάτων : 6η θέση
- TEUs/αριθμό γερανογεφυρών : 9η θέση

Συμπεραίνουμε λοιπόν πως για να καταλαμβάνει το λιμάνι του Πειραιά τέτοιες καλές θέσεις την πενταετία 2009-2013, έχει αφενός μεν αξιοποιήσει σε σημαντικό βαθμό το έδαφος του αφετέρου το μηχανολογικό εξοπλισμό που διαθέτει. Σίγουρα η συνεισφορά της Cosco στην επίτευξη αυτών των αποτελεσμάτων είναι ιδιαίτερης σημασίας.

Επιπλέον μπορούμε να παρατηρήσουμε πως το μοντέλο landlord έχει αποφέρει τα ικανοποιητικότερα αποτελέσματα κατέχοντας τις πρώτες θέσεις στους τρεις δείκτες που περιγράψαμε.

Όσον αφορά τη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία θα ασχοληθούμε μόνο με τους τελευταίους δύο δείκτες παραγωγικότητας, δηλαδή TEUs/μήκος κρηπιδομάτων και TEUs/αριθμό γερανογεφυρών. Για τον πρώτο δείκτη παρ'ότι έγινε εκτενής έρευνα και αναζήτηση στοιχείων στον οργανισμό λιμένος Πειραιά, δεν ήταν δυνατή η παροχή στατιστικών από το 1980 ως το 2009 που να δείχνουν ποιά ήταν η αξιοποιήσιμη έκταση του ΣΕΜΠΟ σε ετήσια βάση. Ως εκ τούτου, θα λάβουμε υπόψη μας μόνο τους δύο τελευταίους δείκτες. Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί πως στο νευρωνικό δίκτυο δεν θα εισαχθούν ως λόγοι αλλά ως αριθμός κρηπιδωμάτων και αριθμός γερανογεφυρών. Σε περίπτωση που εισάγαμε λόγους τότε η έξοδος που θέλουμε να προβλέψουμε θα υπήρχε σε αυτούς τους λόγους. Κάτι τέτοιο θα μπορούσε να προκαλέσει αστάθεια στο σύστημά μας, γι' αυτό και αποφεύγεται.

Πιο συγκεκριμένα, στις ημέρες μας:

- ο ΟΛΠ διαθέτει(olp.gr, 2015)

7 Ship To Shore Cranes:

4 Over Super Post Panamax (22–wide/65 tons under Spreader) Twin-lift
3 Panamax (13–wide / 65 tons under Spreader) Twin-lift

- η ΣΕΠ διαθέτει στον προβλήτα II 12 Post-Panamax και 6 ολοκαίνουργιες Super Post-Panamax Γερανογέφυρες ενώ στον προβλήτα III προστέθηκαν 7 ολοκαίνουργιες Super-Super Post-Panamax Γερανογέφυρες με δυνατότητα εξυπηρέτησης των μεγαλύτερων πλοίων μεταφοράς containers στον κόσμο(pct.com.gr, 2015).

1.6.1 Αριθμός γερανογεφυρών και μήκος κρηπιδωμάτων στο λιμάνι του Πειραιά

Με τη βοήθεια του τμήματος Συντήρησης Μηχανολογικού Εξοπλισμού του ΟΛΠ αλλά και από στοιχεία που έχουν αναρτηθεί στο website της Cosco (ΣΕΠ) καταφέραμε να συγκεντρώσουμε τα παρακάτω στατιστικά στοιχεία για τα έτη 1980-2014.(pct.com.gr, 2015)

Έτος	ΑΡΙΘΜΟΣ ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΩΝ	Μήκος κρηπιδωμάτων (m)	Έτος	ΑΡΙΘΜΟΣ ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΩΝ	Μήκος κρηπιδωμάτων (m)
1980	2	300	1998	6	1067
1981	2	300	1999	6	1067
1982	2	300	2000	10	1762
1983	3	570	2001	10	1762
1984	3	570	2002	10	1762
1985	3	570	2003	10	1762
1986	3	570	2004	10	1762
1987	3	570	2005	10	1762
1988	3	570	2006	14	1762
1989	3	570	2007	14	1762
1990	3	570	2008	14	1762
1991	3	570	2009	14	1762
1992	3	570	2010	22	2635
1993	5	1367	2011	25	2635
1994	6	1367	2012	25	2635
1995	6	1067	2013	25	3235
1996	6	1067	2014	25	3235
1997	6	1067			

Πίνακας 15

1.7 ΙΣΟΤΙΜΙΑΣΥΝΑΛΛΑΓΜΑΤΟΣ (EXCHANGERATE)

Η σχέση μεταξύ των εισαγωγών και των εξαγωγών μιας χώρας και η ισοτιμία του, είναι μια περίπλοκη λόγω του βρόχου ανάδρασης μεταξύ τους. Η συναλλαγματική ισοτιμία έχει επίδραση στο εμπορικό πλεόνασμα (ή έλλειμμα), η οποία με τη σειρά του επηρεάζει τη συναλλαγματική ισοτιμία, και ούτω καθεξής. Σε γενικές γραμμές, ωστόσο, ένα ασθενέστερο εθνικό νόμισμα τονώνει τις εξαγωγές και καθιστά τις εισαγωγές πιο ακριβές. Αντιστρόφως, ένα ισχυρό εγχώριο νόμισμα εμποδίζει τις εξαγωγές και καθιστά τις εισαγωγές φθηνότερες.

Στον διπλανό πίνακα αποτυπώνεται η ισοτιμία συναλλάγματος €/ \$ σε ετήσια βάση από το 1980 έως και σήμερα. Τα στοιχεία πάρθηκαν από την τράπεζα της Ελλάδος (bankofgreece.gr, 2015). Μέχρι το 2002 η Ελλάδα χρησιμοποιούσε δραχμή, άρα η ισοτιμία δραχμής/δολλαρίου μετατράπηκε σε €/ \$ θεωρώντας ότι 1€ = 340.75 δραχμές.

Year	Exchange rate €/ \$	Year	Exchange rate €/ \$
1980	0,1264	1998	0,8673
1981	0,1627	1999	0,8970
1982	0,1960	2000	1,0724
1983	0,2579	2001	1,1166
1984	0,3307	2002	0,9456
1985	0,4056	2003	1,1312
1986	0,4107	2004	1,2439
1987	0,3974	2005	1,2441
1988	0,4163	2006	1,2556
1989	0,4767	2007	1,3705
1990	0,4652	2008	1,4708
1991	0,5349	2009	1,3948
1992	0,5597	2010	1,3257
1993	0,6728	2011	1,3920
1994	0,7120	2012	1,2848
1995	0,6799	2013	1,3281
1996	0,7064	2014	1,3285
1997	0,8013		

Πίνακας 16

1.8 Χωρητικότητα containership

Δύο από τις μεγαλύτερες ναυτιλιακές εταιρείες με τεράστια πορεία στο χώρο της μεταφοράς φορτίων έχουν κατασκευάσει δύο από τα μεγαλύτερα σε χωρητικότητα containership.

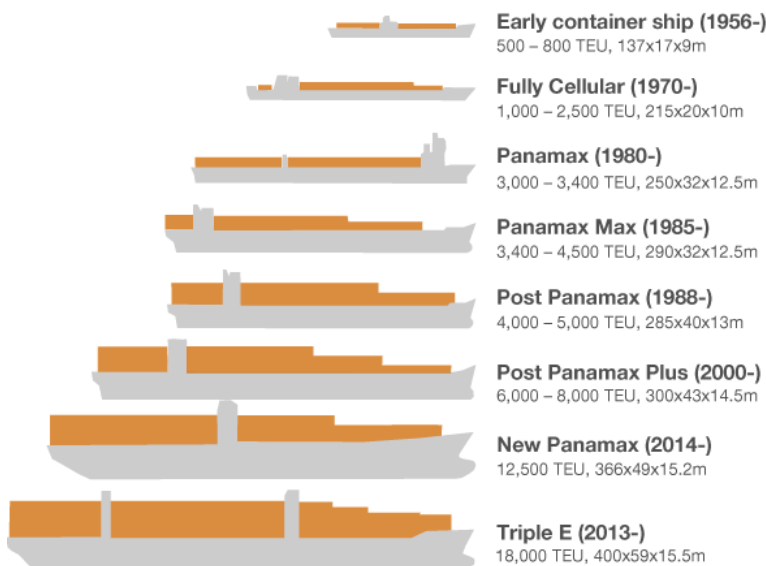
Αξίζει λοιπόν να αναφέρουμε πως η CMA CGM παρέλαβε πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων με την ονομασία Vasco de Gama στις 27 Ιουλίου 2015. Το πλοίο αυτό κατασκευάστηκε στην Κίνα από την ChinaStateShipbuildingCorporation (CSSC), έχει χωρητικότητα περίπου 18.000 TEU, πλάτος 399 μέτρα και μήκος 54 μέτρα. Είναι το μεγαλύτερο πλοίο στον στόλο της CMA CGM ενώ αποτελεί το μεγαλύτερο containership που κατασκευάστηκε ποτέ σε κινεζικό ναυπηγείο.

Ωστόσο, το μεγαλύτερο containership στον κόσμο είναι αυτό της Maersk το TripleE με χωρητικότητα πάνω από 18.000 TEU. Το όνομα «Triple E» προέρχεται από τρεις βασικές αρχές σχεδιασμού: οικονομία κλίμακας, ενεργειακή απόδοση και βελτιωμένος προς το περιβάλλον. Αυτά τα πλοία είναι τα πιο αποδοτικά πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων ανά ισοδύναμη μονάδα είκοσι ποδών του φορτίου. Τα πλοία είναι 400 μέτρα (1.312 πόδια) μήκος και 59 μέτρα (194 πόδια) πλάτος. Λόγω μεγάλου πλάτους δεν μπορούν να διασχίσουν τη διώρυγα του Παναμά, αλλά μπορούν να διασχίσουν τη διώρυγα του Σουέζ. (maersk.com, 2015)

Παρακάτω απεικονίζεται η εξέλιξη των containerships τα τελευταία 50 χρόνια (Brooks, 2014). Η τάση είναι η δημιουργία όλο και μεγαλύτερης χωρητικότητας πλοίων με μικρότερη κατανάλωση καυσίμου.

Evolution of container ships

TEU: twenty-foot equivalent units,
length x width x depth below water in metres



Adapted with permission from The Geography of Transport Systems, Jean-Paul Rodrigue

Εικόνα 6

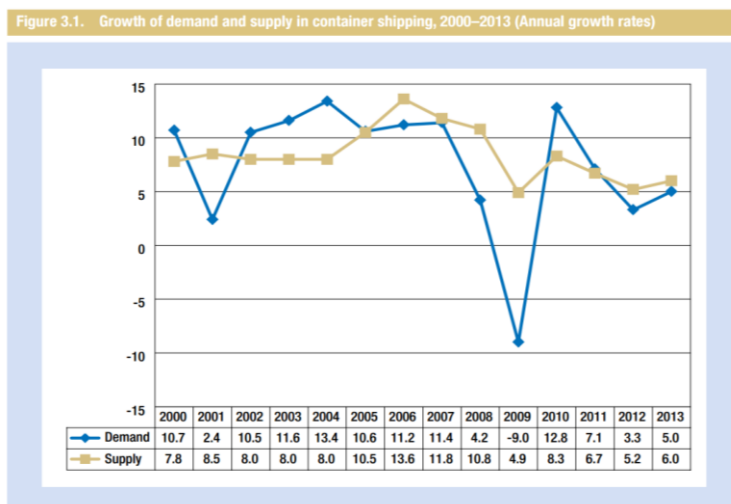
1.9 NAYΛOΣ CONTAINER (container freight rate)

Τον τελευταίο καιρό πολλές έρευνες έχουν γίνει με σκοπό να προσφέρουν μια καλύτερη εικόνα σχετικά με το κόστος που έχει η ναύλωση ενός container. Πολλοί είναι οι παράγοντες που επηρέασαν και συνεχίζουν να συντελούν στις εκάστοτε μεταβολές του. Μεταξύ αυτών ο ανταγωνισμός ανάμεσα στις ναυτιλιακές εταιρείες, η τεχνολογική εξέλιξη των containerships και η τιμή του πετρελαίου. Ωστόσο, η προσφορά και η ζήτηση μεταφορικής ικανότητας είναι οι πιο καθοριστικές μεταβλητές στο ισοζύγιο καθορισμού των ναύλων.

Η προσφορά μεταφορικής ικανότητας είναι αρνητικά συσχετισμένη με το επίπεδο των ναύλων αλλά εξετάζοντας τις δυο μεταβλητές με χρονική μετάθεση παρατηρείται αντιστροφή του προσήμου της συσχέτισης. Αυτό σημαίνει πως η αντιστροφή της σχέσης προσφοράς και ναύλων στο πεδίο του χρόνου λειτουργεί εξισορροπιστικά στο ναυτιλιακό σύστημα. Η προσφορά συμμετέχει ενεργά στον καθορισμό των ναύλων.

Όπως η προσφορά, έτσι και η ζήτηση μεταφορικής ικανότητας καθορίζει το επίπεδο των ναύλων και περιγράφει σε σημαντικό βαθμό την κατάσταση της ναυτιλίας. Η ζήτηση είναι ανελαστική και δεν αντιστρέφει το πρόσημο της συσχέτισης στο πεδίο του χρόνου με τη μεταβλητή του ναύλου. (Ζαχαριουδάκης, 2007)

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται τα ποσοστά μεταβολής της προσφοράς και της ζήτησης αριθμού container σε παγκόσμιο επίπεδο για τα έτη 2010 έως 2013. Η μεταβολή της ζήτησης από θετικό σε αρνητικό πρόσημο για το έτος 2009 αιτιολογείται από την πρώτη εμφάνιση της οικονομικής κρίσης σε πολλές χώρες του πλανήτη (unctad.org).



Source: Compiled by the UNCTAD secretariat on the basis of data from *Clarkson Container Intelligence Monthly*, various issues.
Note: Supply data refer to total container-carrying fleet capacity, including multi-purpose and other vessels with some container-carrying capacity. Demand growth is based on million TEU lifts. The data for 2013 are projected figures.

Διάγραμμα 5

Σύμφωνα με τον οίκο Drewry, το καταστροφικό τρίγωνο της υπερπροσφοράς χωρητικότητας, της χαμηλής ζήτησης και της επιθετικής τιμολογιακής πολιτικής αποτελεί το μεγαλύτερο κίνδυνο για την εύρυθμη λειτουργία και αποδοτικότητα στη ναυτιλία τακτικών γραμμών.

Όπως βλέπουμε στον παρακάτω πίνακα τα στατιστικά στοιχεία που μπορέσαμε να βρούμε για την τιμή του ναύλου μεταξύ Ασίας-Ευρώπης είναι μόνο για τα έτη 1994-2014. Οι ετήσιες αυτές τιμές ναύλων προέκυψαν ως ο μέσος όρος βασικών διαδρομών μεταξύ Ασίας και Ευρώπης (Weimar-Rasmussen).

CONTAINER FREIGHT RATE (\$)	
ASIA-EUROPE	
1994	1140
1995	1275
1996	1152
1997	1042
1998	852
1999	736
2000	764
2001	706
2002	681
2003	755
2004	781
2005	814
2006	796
2007	856
2008	1088
2009	1269
2010	1639
2011	819
2012	1450
2013	1054
2014	1161

Πίνακας 17

1.9.1 ΑΚΑΤΕΡΓΑΣΤΟΠΕΤΡΕΛΑΙΟ (CRUDEOIL)

Το πετρέλαιο θεωρείται ένα αγαθό στρατηγικής και οικονομικής σημασίας αφού αποτελεί την πρώτη ύλη, είτε πρωτογενώς είτε δευτερογενώς, για την παράγωγη αγαθών και υπηρεσιών. Οι έντονες διακυμάνσεις επηρεάζουν τις οικονομίες των χωρών αφού αύξηση της τιμής του συνεπάγεται αύξηση στην τιμή σε ένα εύρος αγαθών και υπηρεσιών.

Θα μπορούσαμε να πούμε πως στην τιμή του ναύλου εμπεριέχεται ως έναν βαθμό και η τιμή του πετρελαίου καθότι οι αυξομειώσεις της τιμής του πετρελαίου επηρεάζουν το κόστος ναύλωσης ενός container ship. Κατά την εισαγωγή του στο νευρωνικό δίκτυο θα μελετηθεί συνδυαστικά με την τιμή του ναύλου αλλά και ως ανεξάρτητος παράγοντας.

Οι ετήσιες τιμές ακατέργαστου πετρελαίου αποτυπώνονται στον παρακάτω πίνακα.(eia.gov, 2015)

YEAR	Crude oil price	YEAR	Crude oil price
1980	\$97,82	1998	\$17,62
1981	\$97,10	1999	\$24,68
1982	\$82,76	2000	\$38,32
1983	\$70,06	2001	\$29,57
1984	\$66,13	2002	\$31,38
1985	\$59,70	2003	\$35,87
1986	\$30,23	2004	\$45,22
1987	\$38,00	2005	\$59,59
1988	\$29,38	2006	\$69,72
1989	\$34,70	2007	\$77,12
1990	\$39,59	2008	\$102,36
1991	\$32,73	2009	\$65,49
1992	\$30,89	2010	\$82,75
1993	\$26,58	2011	\$108,54
1994	\$24,95	2012	\$104,79
1995	\$26,77	2013	\$100,24
1996	\$31,29	2014	\$90,12
1997	\$27,41		

Πίνακας 18

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2° : ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

2.1 Εισαγωγή

Τα νευρωνικά δίκτυα προσομοιάζουν τον τρόπο που διαχειρίζεται ο εγκέφαλος τις πληροφορίες και χρησιμοποιούνται λόγω της ιδιότητάς τους να ανιχνεύουν πολυδιάστατες - μη γραμμικές συναρτήσεις, χαρακτηριστικό πολύ χρήσιμο για τη διαμόρφωση και εξέταση δυναμικών συστημάτων, όπως αυτό της διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων.

Στο κεφάλαιο αυτό αναπτύσσεται η έννοια και στοιχεία που αφορούν τα Νευρωνικά Δίκτυα όπως το βασικό δομικό στοιχείο αυτών που είναι ο Νευρώνας. Αναλύονται οι βασικές αρχές και η δομή ενός Νευρωνικού Δικτύου (Επίπεδα εισόδου, εξόδου, ενδιάμεσα) ενώ ταυτόχρονα γίνεται διάκριση σε κατηγορίες και εφαρμογές.

2.2 Νευρώνας

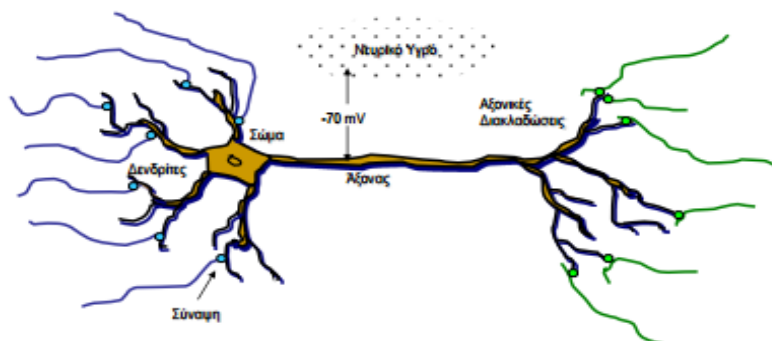
Η ιδέα ανάπτυξης των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων, στηρίζεται στη δομή των βιολογικών Νευρωνικών δομών του εγκεφάλου. Ένα βιολογικό Νευρωνικό Δίκτυο αποτελείται από χημικές συνδέσεις και λειτουργίες Νευρώνων. Κάθε Νευρώνας μπορεί να συνδέεται με πολλούς άλλους και να δημιουργούνται έτσι πολύπλοκα πλέγματα. Εκτιμάται πως ο ανθρώπινος εγκέφαλος αποτελείται από περίπου 10 δις Νευρώνες.

Ο Νευρώνας (Βιολογικός και Τεχνητός) αποτελούν στοιχειώδεις μονάδες επεξεργασίας πληροφορίας. Το πιο σημαντικό στοιχείο του νευρώνα είναι η ευαισθησία που τον διέπει. Αντιδρά σε διάφορα εξωτερικά ερεθίσματα. Η αντίδραση αυτή έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή παλμών μικρής διάρκειας. Πιο συγκεκριμένα παρατηρούμε πως οι συνδέσεις μεταξύ δύο νευρώνων (συνάψεις) μεταφέρουν το σήμα και εκεί γίνεται άθροιση όλων των σημάτων εισόδου. Αν η συνολική ένταση της εισόδου ξεπερνάει ένα κατώτατο όριο (κατώφλι θ), ο Νευρώνας γίνεται στιγμιαία ενεργός και παράγει ένα παλμό ο οποίος μεταφέρεται μέσα από τον Άξονα σε συνάψεις με άλλους Νευρώνες. Σε αντίθετη περίπτωση ο νευρώνας παραμένει αδρανής. Καταλαβαίνουμε λοιπόν πως ο νευρώνας είναι δυαδικό στοιχείο (Διαμαντάρας, 2011).

Όταν ο νευρώνας είναι αδρανής, υπάρχει μια διαφορά δυναμικού περίπου -70mV μεταξύ της εξωτερικής επιφάνειάς του και του εσωτερικού του.

Μέγιστοι (παλμοί/sec)/νευρώνα = 1000.

Στο παρακάτω σχήμα έχουμε τη αναπαράσταση ενός βιολογικού νευρώνα.



Εικόνα7

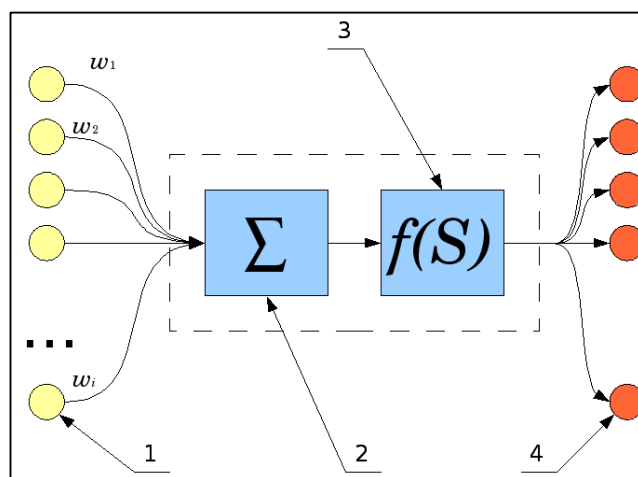
Δένδριτες : Σημεία εισόδου ηλεκτρικών σημάτων

Συνάψεις : Σημεία σύνδεσης μεταξύ νευρώνων

Άξονας : Έξοδος ηλεκτρικών σημάτων

Ο ανθρώπινος εγκέφαλος έχει περίπου 10^{10} νευρώνες ($10^9 - 10^{11}$). Κάθε νευρώνας έχει περίπου 10^4 συνάψεις (οι οποίες όμως σε κάποιες περιπτώσεις φτάνουν και τις $2 \cdot 10^5$) Ένας αριθμός νευρώνων, μαζί με τις συνδέσεις του, αποτελεί ένα νευρωνικό δίκτυο (Κεντρικό Νευρικό Σύστημα). Οι νευρώνες πιστεύεται ότι δεν πολλαπλασιάζονται. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος ενός υγιούς ενήλικα χάνει περίπου 1000 νευρώνες την ημέρα. Περισσότεροι νευρώνες χάνονται για όσους πίνουν, καπνίζουν κλπ.. Οι συνάψεις συνεχώς μεταβάλλονται.

Την αρχή αυτή λειτουργίας του ανθρώπινου (βιολογικού) νευρώνα προσομοιώνει ο Τεχνητός Νευρώνας. Έχουμε σήμα εισόδου (u_i) και βάρη για κάθε τιμή (w_i , αντίστοιχο των συνάψεων). Υπολογίζεται το άθροισμα $S = \sum w_i u_i$ και αν αυτό είναι μεγαλύτερο από μια τιμή θ (κατώφλι), ο Νευρώνας εκπέμπει έξοδο z . Η έξοδος z μπορεί να είναι συνεχής ή διακριτή ανάλογα με τη συνάρτηση ενεργοποίησης ($f(S)$) και οδηγείται στην είσοδο άλλων Νευρώνων. Συνήθως περιορίζεται στο διάστημα $[0,1]$ ή $[-1,1]$.



Εικόνα 8

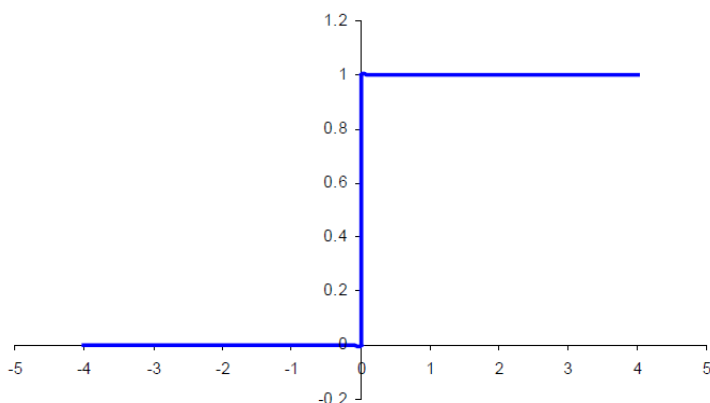
Άρα τα βασικά στοιχεία ενός Νευρώνα είναι οι συντελεστές βαρύτητας w_i , ο αθροιστής $S = \sum w_i u_i$, το κατώφλι θ και η Συνάρτηση Ενεργοποίησης $f(S)$ που δίνει την έξοδο. Το κατώφλι θ συνήθως δίνεται στο Νευρώνα ως μία επιπλέον είσοδος με συντελεστή βαρύτητας -1. (Ρεφανίδης, 2011)

Η υπολογιστική ισχύ του νευρωνικού δικτύου οφείλεται στην παράλληλη κατανομημένη δομή του και ακολούθως στην ικανότητά του να μαθαίνει και ως εκ τούτου να γενικεύει. Έτσι, τα νευρωνικά δίκτυα μπορούν και δίνουν καλές προσεγγιστικές λύσεις σε αρκετά περίπλοκα προβλήματα. Μερικά από τα πλεονεκτήματα των νευρωνικών δικτύων είναι η μη γραμμικότητα, η αντιστοίχιση εισόδου-εξόδου, ο παράλληλος τρόπος λειτουργίας, η προσαρμοστικότητα, η ανοχή σε βλάβες, η ομοιομορφία ανάλυσης και σχεδίασης, η αναλογία με τη νευροφυσιολογία του εγκεφάλου, η δυνατότητα θεώρησής τους ως κατανομημένη μνήμη και ως μνήμη συσχέτισης και η ικανότητά τους για αναγνώριση προτύπων.

2.3 Συνάρτηση Ενεργοποίησης

Η Συνάρτηση Ενεργοποίησης (ΣΕ) δέχεται είσοδο το άθροισμα των εισόδων επί τα αντίστοιχα βάρη και δίνει το σήμα εξόδου το οποίο αποτελεί είσοδο για άλλους Νευρώνες. Τα βάρη μπορούν να πάρουν οποιαδήποτε τιμή αλλά συνήθως τα κανονικοποιούμε (π.χ. άθροισμα βαρών = 1). Χρησιμοποιούνται διαφόρων ειδών ΣΕ ανάλογα με το είδος της πληροφορίας που επεξεργαζόμαστε (είσοδος), τη μορφή του αναμενόμενου αποτελέσματος (έξοδος) αλλά και τη κατηγορία/δομή του δικτύου. Υπάρχουν πολλές συναρτήσεις ενεργοποίησης. Παρακάτω βλέπουμε τρεις από τις πιο χαρακτηριστικές περιπτώσεις.(Ρεφανίδης, 2011)

Στους νευρώνες με βηματική συνάρτηση, η έξοδος μπορεί να είναι 0 ή 1.

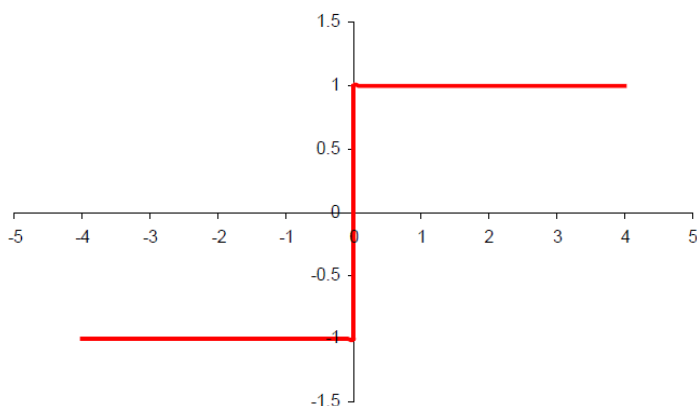


Βηματική Συνάρτηση

$$f(S) = \begin{cases} 1, & \text{αν } S > 0 \\ 0, & \text{αν } S \leq 0 \end{cases}$$

Εικόνα 9

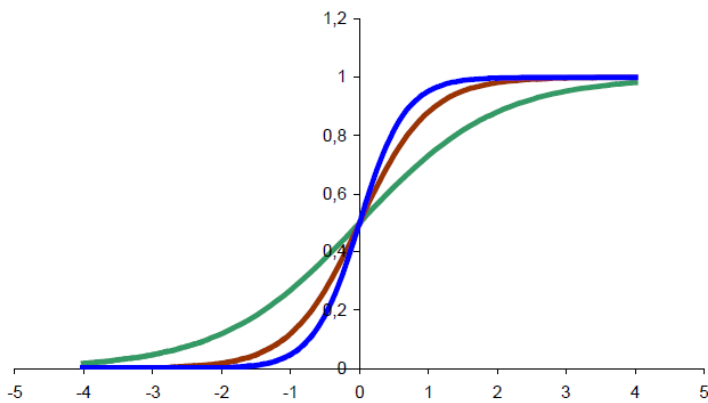
Στους νευρώνες με συνάρτηση προσήμου, η έξοδος μπορεί να είναι -1 ή 1.



Συνάρτηση Προσήμου

$$f(S) = \begin{cases} 1, & \text{αν } S > 0 \\ -1, & \text{αν } S \leq 0 \end{cases}$$

Εικόνα 10



Εικόνα 11

Σιγμοειδής Συνάρτηση

$$f(S) = \frac{1}{1 + e^{-aS}}$$

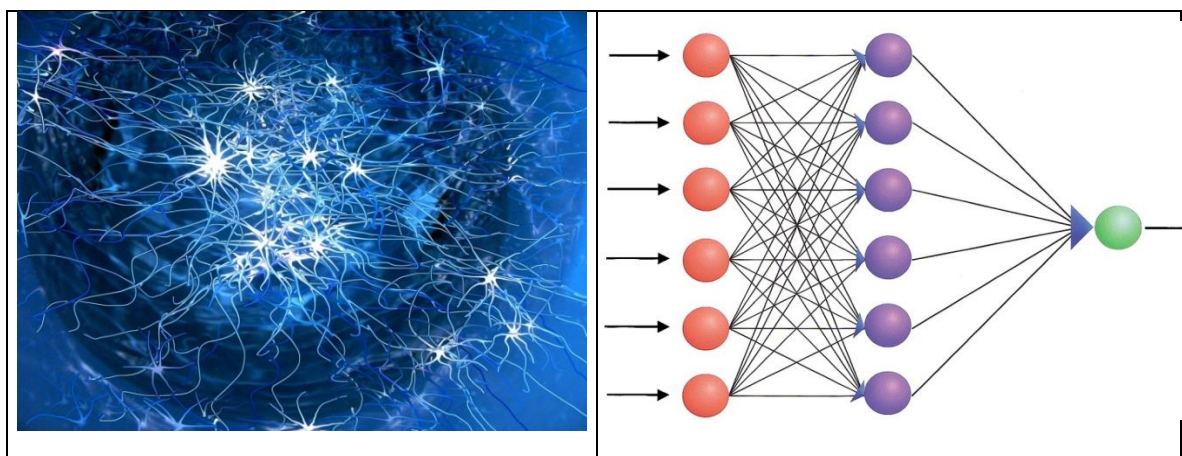
Στους νευρώνες με σιγμοειδή συνάρτηση, η έξοδος μπορεί να είναι οποιοσδήποτε πραγματικός αριθμός από το 0 έως το 1.

2.4 Κατηγορίες Νευρωνικών Δικτύων

Τα Νευρωνικά Δίκτυα αποτελούνται από Νευρώνες διασυνδεδεμένους μεταξύ τους δημιουργώντας απλά ή πολύπλοκα πλέγματα.

Το βιολογικό Νευρωνικό Δίκτυο του ανθρώπινου εγκεφάλου, αποτελείται από $10^9 - 10^{10}$ Νευρώνες με κάθε νευρώνα να έχει περίπου 10^4 συνάψεις γεγονός που το καθιστά μοναδικό υπολογιστικό σύστημα.

Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα είναι οργανωμένα σε επίπεδα τα οποία μπορούν να λειτουργούν προς μία κατεύθυνση η και με ανατροφοδότηση μεταξύ των επιπέδων. Στην εικόνα 12 απεικονίζεται γραφικά η πολυπλοκότητα των συνδέσεων ενός βιολογικού νευρωνικού δικτύου ενώ αποδίδεται και μια τυπική δομή ενός τεχνητού ΝΔ.



Εικόνα 12

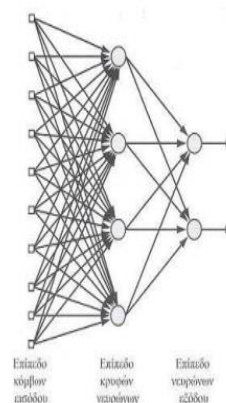
Συνήθως οι νευρώνες είναι οργανωμένοι σε επίπεδα. Έχουμε ένα επίπεδο εισόδου, ένα επίπεδο εξόδου και ενδιάμεσα κρυφά επίπεδα (κανένα, ένα ή και περισσότερα).

Εκτός από τον αριθμό των επιπέδων, ένα νευρωνικό δίκτυο χαρακτηρίζεται σχετικά με τον τρόπο σύνδεσης από επίπεδο σε επίπεδο. Έτσι διακρίνονται σε πλήρως συνδεδεμένα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (fullyconnected) στα οποία κάθε νευρώνας συνδέεται με όλους τους νευρώνες του επόμενου επιπέδου, και μερικώς συνδεδεμένα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (partiallyconnected), στα οποία υπάρχουν νευρώνες που δεν συνδέονται με όλους τους νευρώνες του επόμενου επιπέδου.

Ανάλογα με τη φορά σύνδεσης από επίπεδο σε επίπεδο, συναντώνται δύο ομάδες δικτύων που ορίζουν τις δύο μεγάλες κατηγορίες τεχνητών νευρωνικών δικτύων.

Η πρώτη κατηγορία ορίζεται από τα δίκτυα πρόσθιας τροφοδότησης ενός επιπέδου, με απλή ανατροφοδότηση (feedforward) στα οποία δεν υπάρχουν συνδέσεις μεταξύ νευρώνων ενός επιπέδου και νευρώνων προηγούμενου επιπέδου. Οι νευρώνες δηλαδή απλά μεταφέρουν το σήμα.

Η δεύτερη κατηγορία είναι τα δίκτυα με ανατροφοδότηση (feedback ή recurrent), στα οποία υπάρχουν συνδέσεις μεταξύ νευρώνων ενός επιπέδου και νευρώνων προηγούμενων επιπέδων.



Εικόνα 13

Τέλος ανάλογα με το είδος της μάθησης που ακολουθείται (προσδιορισμός βαρών συνδέσεων μεταξύ νευρώνων), ορίζονται δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία τεχνητών νευρωνικών δικτύων εκπαιδεύεται χωρίς επίβλεψη (unsupervised learning) και η δεύτερη εκπαιδεύεται με επίβλεψη (supervised learning) χρησιμοποιώντας ένα σύνολο από παραδείγματα εκπαίδευσης (training set).

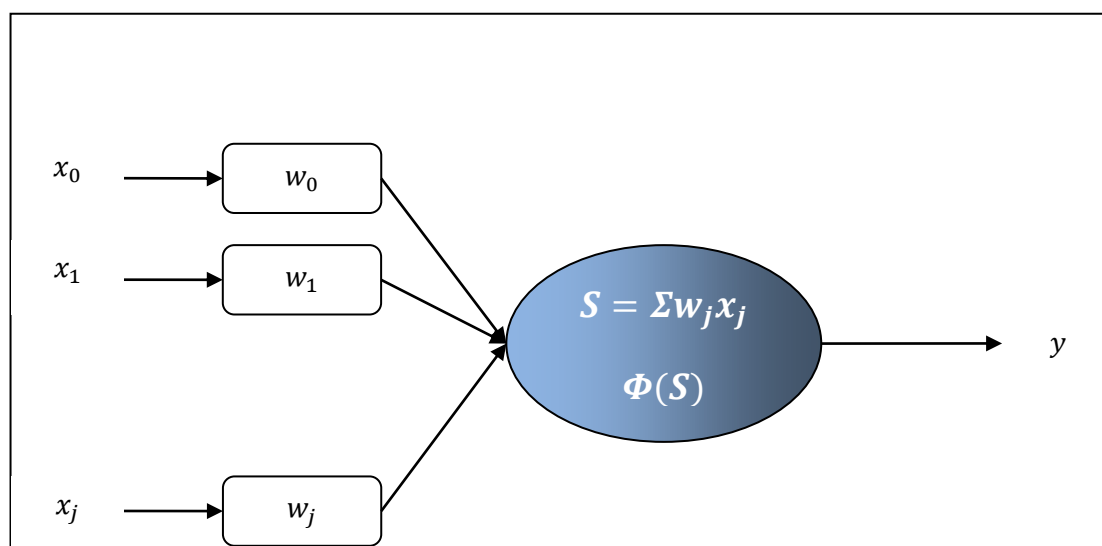
Η επιβλεπόμενη μάθηση είναι η πιο συνήθης στην εκπαίδευση των νευρωνικών δικτύων και γι'αυτόν ακριβώς τον λόγο θα ασχοληθούμε αναλυτικότερα στην επόμενη παράγραφο.

2.5 Εκπαίδευση Νευρωνικών Δικτύων

Η έννοια της εκπαίδευσης νευρωνικών δικτύων αναφέρεται στον προσδιορισμό των βαρών στις συνδέσεις μεταξύ νευρώνων. Για να εκπαιδύσουμε το τεχνητό νευρωνικό δίκτυο απαιτείται ένα σύνολο από παραδείγματα εκπαίδευσης (trainingset). Για κάθε παράδειγμα ελέγχουμε αν η έξοδος που δίνεται είναι σωστή και υπολογίζουμε τη διόρθωση κάθε συντελεστή για να μειώσουμε τη διαφορά.

2.5.1 Κανόνας Δέλτα (Delta Rule)

Ο κανόνας Δέλτα δίνει τη διόρθωση των συντελεστών που προκύπτει από τη χρήση κάθε παραδείγματος. Στη συνέχεια θα γίνει αναφορά σε εφαρμογή του Κανόνα Δέλτα για συνάρτηση ενεργοποίησης $\Phi(S)$, η οποία δίνει την τιμή y (έξοδος νευρώνα) (Διαμαντάρας, 2011).



Εικόνα 14

Για την εκπαίδευση του νευρώνα δίνονται – επιλέγονται τα παρακάτω στοιχεία τα οποία είναι υπεύθυνα για τη διαμόρφωση του τελικού αποτελέσματος :

- ❖ **Αρχικές τιμές βαρών w_j .** Μπορούμε να δώσουμε π.χ. μηδενικές αρχικές τιμές. Στη συνέχεια με διαδοχικές διορθώσεις μεταβάλλονται οι συντελεστές ώστε να προκύψει η βέλτιστη προσαρμογή στα δεδομένα εκπαίδευσης.
- ❖ **Ρυθμός μάθησης d .** Καθορίζει πόσο γρήγορα συγκλίνει η μάθηση. Μεγάλος ρυθμός μάθησης μπορεί να δώσει ταχύτερη σύγκλιση αλλά και ταλάντωση γύρω

από τις βέλτιστες τιμές βαρών Μικρός ρυθμός μάθησης οδηγεί σε πιο αργή σύγκλιση, ενώ μπορεί να παγιδεύσει σε τοπικά ακρότατα.

- ❖ **Σύνολο δεδομένων εκπαίδευσης.** Είναι i σετ από δεδομένα. Κάθε σετ έχει τις τιμές x_1, x_2, \dots, x_j . Ο O είναι η τιμή της επιθυμητής εξόδου και μετά την εκπαίδευση πρέπει να προσεγγίζεται από την έξοδο του νευρωνικού δικτύου (z). Η μεταβλητή x_0 είναι ίδια για όλα τα παραδείγματα εκπαίδευσης και αποτελεί την τιμή του κατωφλιού (θ).
- ❖ **Συνάρτηση σφάλματος.** Πρόκειται για τη ποσότητα εκείνη που θα καθορίσει μετρήσιμη την απόκλιση της τιμής εξόδου του νευρώνα (z) και της επιθυμητής τιμής (o). Πολύ συχνά χρησιμοποιείται η συνάρτηση :

$$E = (z - o)^2$$

Για συνεχείς συναρτήσεις ενεργοποίησης θέλουμε να αλλάξουμε περισσότερο τα βάρη που επηρεάζουν πολύ το σφάλμα, διότι τέτοια βάρη δημιουργούν ένα ασταθές δίκτυο.

Ο ρυθμός αύξησης του σφάλματος ως προς τα βάρη (j) για κάθε παράδειγμα εκπαίδευσης (i) δίνεται :

$$\frac{\partial E}{\partial w_{j(i)}} = 2(z_i - o_i) \frac{\partial(z_i - o_i)}{\partial w_j} = 2(z_i - o_i) \frac{\partial(\Phi(\sum w_j x_{ji}))}{\partial w_j} = 2(z_i - o_i) \frac{\partial(\Phi(s_i))}{\partial s_i} \frac{\partial s_i}{\partial w_j}$$

$$\frac{\partial E}{\partial w_{j(i)}} = 2(z_i - o_i) \Phi'(s_i) x_j$$

Τα βάρη w_j θα πρέπει να αλλάξουν προς κατεύθυνση αντίθετη του ρυθμού αύξησης του σφάλματος. Άρα μπορούμε να κάνουμε διόρθωση :

$$\Delta w_j = -d \frac{\partial E}{\partial w_{j(i)}} = -d \cdot (z_i - o_i) \Phi'(s_i) x_j$$

Το d εδώ απορροφά το συντελεστή 2. Για τη περίπτωση της σιγμοειδούς συνάρτησης ισχύει :

$$\Phi'(s_i) = \Phi(s_i)(1 - \Phi(s_i))$$

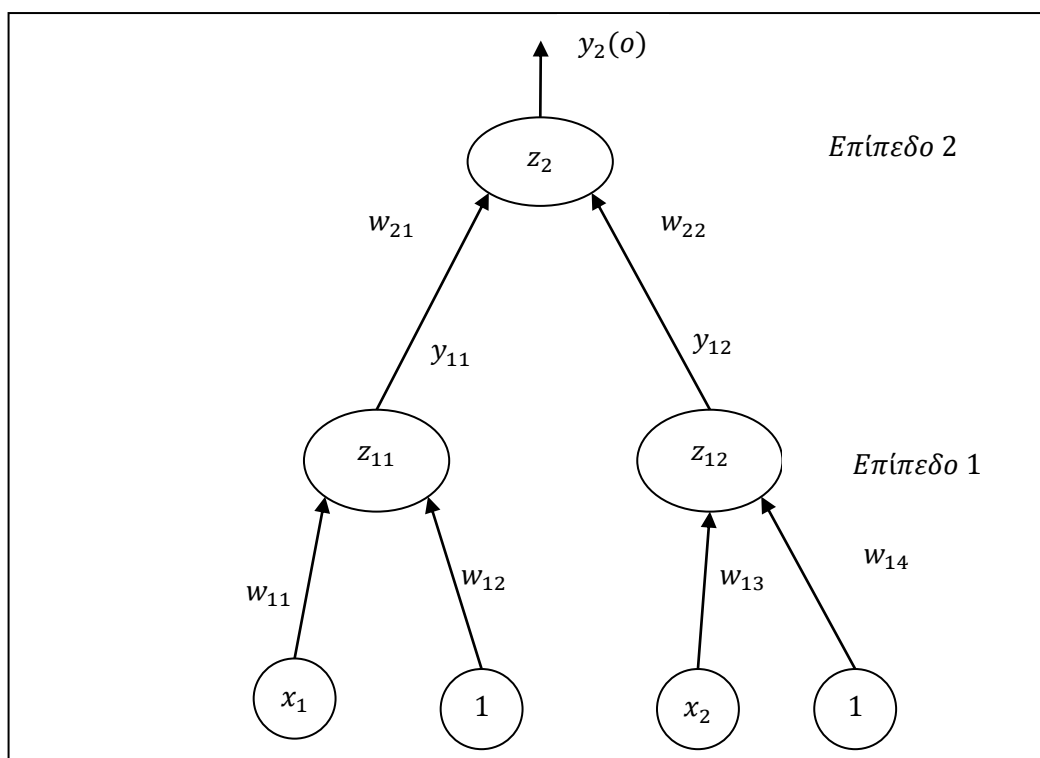
Οπότε ο Κανόνας Δέλτα γίνεται : $\Delta w_j = -d \frac{\partial E}{\partial w_{j(i)}} = -d \cdot (z_i - o_i) z_i (1 - z_i) x_j$

2.5.2 BackPropagation

Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα αποτελούνται από 2 και πάνω επίπεδα έχοντας πολύπλοκες συνδέσεις και πολλά βάρη. Γεννάται το ερώτημα λοιπόν, πως μπορούμε να υπολογίσουμε τις διορθώσεις στα βάρη για κάθε νευρώνα.

Την απάντηση δίνει ο αλγόριθμος Οπισθοδιάδοσης σφάλματος (Back Propagation Algorithm). Η προσέγγιση αυτή υλοποιεί τις διορθώσεις των βαρών για κάθε παράδειγμα εκπαίδευσης σε δύο βήματα. Σε πρώτη φάση έχοντας τις τιμές εισόδου, τις αρχικές τιμές των βαρών και τη τοπολογία, υπολογίζουμε όλα τα στοιχεία του δικτύου κάνοντας ένα πέρασμα προς τα εμπρός. Στη συνέχεια, αφού πρώτα έχουμε υπολογίσει τις σχέσεις μεταβολής σφάλματος ως προς κάθε συντελεστή βάρους, υπολογίζουμε τις διορθώσεις στα βάρη χρησιμοποιώντας τον κατάλληλο ρυθμό μάθησης d (Ρεφανίδης, 2011). Ακολουθεί παράδειγμα υπολογισμού των ρυθμών μεταβολής καθώς και υπολογισμός διόρθωσης των βαρών για δύο διαφορετικά νευρωνικά δίκτυα.

1ο παράδειγμα

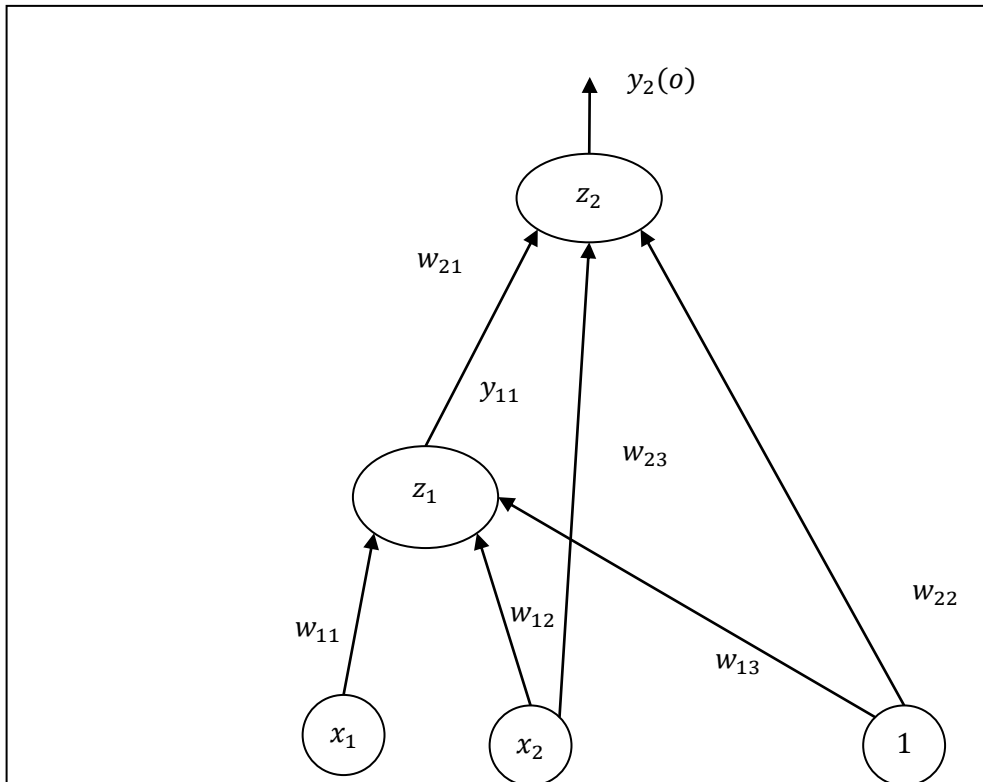


Εικόνα 15

Σφάλμα	$E = \frac{1}{2}(o - y_2)^2$
--------	------------------------------

$\frac{\partial E}{\partial y_2}$	$\frac{\partial E}{\partial y_2} = -(o - y_2)$
$\frac{\partial E}{\partial z_2}$	$\frac{\partial E}{\partial z_2} = \frac{\partial y_2}{\partial z_2} \frac{\partial E}{\partial y_2} = y_2(1 - y_2) \frac{\partial E}{\partial y_2} = -y_2(1 - y_2)(o - y_2)$
$\frac{\partial E}{\partial w_{21}}$	$\frac{\partial E}{\partial w_{21}} = \frac{\partial z_2}{\partial w_{21}} \frac{\partial E}{\partial z_2} = y_{11} \frac{\partial E}{\partial z_2} = -y_{11}y_2(1 - y_2)(o - y_2)$
$\frac{\partial E}{\partial w_{22}}$	$\frac{\partial E}{\partial w_{22}} = \frac{\partial z_2}{\partial w_{22}} \frac{\partial E}{\partial z_2} = y_{12} \frac{\partial E}{\partial z_2} = -y_{12}y_2(1 - y_2)(o - y_2)$
$\frac{\partial E}{\partial y_{11}}$	$\frac{\partial E}{\partial y_{11}} = \frac{\partial z_2}{\partial y_{11}} \frac{\partial E}{\partial z_2} = w_{21} \frac{\partial E}{\partial z_2} = -w_{21}y_2(1 - y_2)(o - y_2)$
$\frac{\partial E}{\partial y_{12}}$	$\frac{\partial E}{\partial y_{12}} = \frac{\partial z_2}{\partial y_{12}} \frac{\partial E}{\partial z_2} = w_{22} \frac{\partial E}{\partial z_2} = -w_{22}y_2(1 - y_2)(o - y_2)$
$\frac{\partial E}{\partial z_{11}}$	$\frac{\partial E}{\partial z_{11}} = \frac{\partial y_{11}}{\partial z_{11}} \frac{\partial E}{\partial y_{11}} = y_{11}(1 - y_{11}) \frac{\partial E}{\partial y_{11}} = -y_{11}(1 - y_{11})w_{21}y_2(1 - y_2)(o - y_2)$
$\frac{\partial E}{\partial z_{12}}$	$\frac{\partial E}{\partial z_{12}} = \frac{\partial y_{12}}{\partial z_{12}} \frac{\partial E}{\partial y_{12}} = y_{12}(1 - y_{12}) \frac{\partial E}{\partial y_{12}} = -y_{12}(1 - y_{12})w_{22}y_2(1 - y_2)(o - y_2)$
$\frac{\partial E}{\partial w_{11}}$	$\frac{\partial E}{\partial w_{11}} = \frac{\partial z_{11}}{\partial w_{11}} \frac{\partial E}{\partial z_{11}} = x_1 \frac{\partial E}{\partial z_{11}} = -x_1y_{11}(1 - y_{11})w_{21}y_2(1 - y_2)(o - y_2)$
$\frac{\partial E}{\partial w_{12}}$	$\frac{\partial E}{\partial w_{12}} = \frac{\partial z_{11}}{\partial w_{12}} \frac{\partial E}{\partial z_{11}} = 1 \frac{\partial E}{\partial z_{11}} = -y_{11}(1 - y_{11})w_{21}y_2(1 - y_2)(o - y_2)$
$\frac{\partial E}{\partial w_{13}}$	$\frac{\partial E}{\partial w_{13}} = \frac{\partial z_{12}}{\partial w_{13}} \frac{\partial E}{\partial z_{12}} = x_2 \frac{\partial E}{\partial z_{12}} = -x_2y_{12}(1 - y_{12})w_{22}y_2(1 - y_2)(o - y_2)$
$\frac{\partial E}{\partial w_{14}}$	$\frac{\partial E}{\partial w_{14}} = \frac{\partial z_{12}}{\partial w_{14}} \frac{\partial E}{\partial z_{12}} = 1 \frac{\partial E}{\partial z_{12}} = -y_{12}(1 - y_{12})w_{22}y_2(1 - y_2)(o - y_2)$

2ο παράδειγμα



Εικόνα 16

Σφάλμα	$E = \frac{1}{2}(o - y_2)^2$
$\frac{\partial E}{\partial y_2}$	$\frac{\partial E}{\partial y_2} = -(o - y_2)$
$\frac{\partial E}{\partial z_2}$	$\frac{\partial E}{\partial z_2} = \frac{\partial y_2}{\partial z_2} \frac{\partial E}{\partial y_2} = y_2(1 - y_2) \frac{\partial E}{\partial y_j} = -y_2(1 - y_2)(o - y_2)$

$\frac{\partial E}{\partial w_{21}}$	$\frac{\partial E}{\partial w_{21}} = \frac{\partial z_2}{\partial w_{21}} \frac{\partial E}{\partial z_2} = y_{11} \frac{\partial E}{\partial z_2} = -y_{11}y_2(1-y_2)(o-y_2)$
$\frac{\partial E}{\partial w_{22}}$	$\frac{\partial E}{\partial w_{22}} = \frac{\partial z_2}{\partial w_{22}} \frac{\partial E}{\partial z_2} = 1 \frac{\partial E}{\partial z_2} = -y_2(1-y_2)(o-y_2)$
$\frac{\partial E}{\partial w_{23}}$	$\frac{\partial E}{\partial w_{23}} = \frac{\partial z_2}{\partial w_{23}} \frac{\partial E}{\partial z_2} = x_2 \frac{\partial E}{\partial z_2} = -x_2y_2(1-y_2)(o-y_2)$
$\frac{\partial E}{\partial y_{11}}$	$\frac{\partial E}{\partial y_{11}} = \frac{\partial z_2}{\partial y_{11}} \frac{\partial E}{\partial z_2} = w_{21} \frac{\partial E}{\partial z_2} = -w_{21}y_2(1-y_2)(o-y_2)$
$\frac{\partial E}{\partial z_1}$	$\frac{\partial E}{\partial z_1} = \frac{\partial y_1}{\partial z_1} \frac{\partial E}{\partial y_1} = y_1(1-y_1) \frac{\partial E}{\partial y_1} = -y_1(1-y_1)w_{21}y_2(1-y_2)(o-y_2)$
$\frac{\partial E}{\partial w_{11}}$	$\frac{\partial E}{\partial w_{11}} = \frac{\partial z_1}{\partial w_{11}} \frac{\partial E}{\partial z_1} = x_1 \frac{\partial E}{\partial z_1} = -x_1y_1(1-y_1)w_{21}y_2(1-y_2)(o-y_2)$
$\frac{\partial E}{\partial w_{12}}$	$\frac{\partial E}{\partial w_{12}} = \frac{\partial z_1}{\partial w_{12}} \frac{\partial E}{\partial z_1} = x_2 \frac{\partial E}{\partial z_1} = -x_2y_1(1-y_1)w_{21}y_2(1-y_2)(o-y_2)$
$\frac{\partial E}{\partial w_{13}}$	$\frac{\partial E}{\partial w_{13}} = \frac{\partial z_1}{\partial w_{13}} \frac{\partial E}{\partial z_1} = 1 \frac{\partial E}{\partial z_1} = -y_1(1-y_1)w_{21}y_2(1-y_2)(o-y_2)$

Πίνακας 20

3.1 Εισαγωγή

Η παρούσα διπλωματική εργασία, εκτός από τη θεωρητική αναφορά στα Νευρωνικά δίκτυα και τις πιθανές εφαρμογές στη διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Πειραιά, προχωράει στην εφαρμογή της μεθόδου και τη διερεύνηση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν.

Η εφαρμογή δομείται στο μαθηματικό πακέτο MatLab 2011b, αξιοποιώντας το πρόσθετο πακέτο που αποτελεί σύνολο εργαλείων για την ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων.

3.2 Δεδομένα

Όπως αναφέρθηκε στο πρώτο κεφάλαιο, τα δεδομένα των διαφόρων παραμέτρων που εξετάσαμε στο πρώτο κεφάλαιο θα χρησιμοποιηθούν με στόχο τη διερεύνηση της ενδεχόμενης συμβολής τους. Στην μελέτη αυτή, τα δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν είναι σε ετήσια βάση. Είναι σίγουρο πως αν τα δεδομένα ήταν σε μηνιαία ή τουλάχιστον τριμηνιαία βάση θα έδιναν αποτελέσματα που θα προσέγγιζαν καλύτερα το μοντέλο που επιθυμούμε να φτιάξουμε. Ωστόσο κάτι τέτοιο δεν θα είχε πρακτική σημασία καθώς το σημαντικότερο δεδομένο για την επαλήθευση της ορθότητας του μοντέλου μας, που είναι ο αριθμός διακίνησης container στο λιμάνι του Πειραιά, είναι διαθέσιμο μόνο σε ετήσια βάση. Παρακάτω αναφέρουμε τις παραμέτρους των οποίων τα δεδομένα (από το 1980 έως και το 2014) αξιοποιήθηκαν στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία :

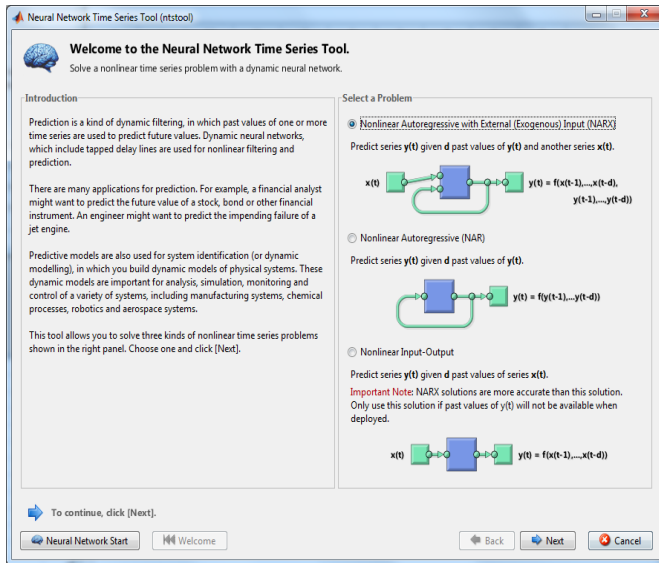
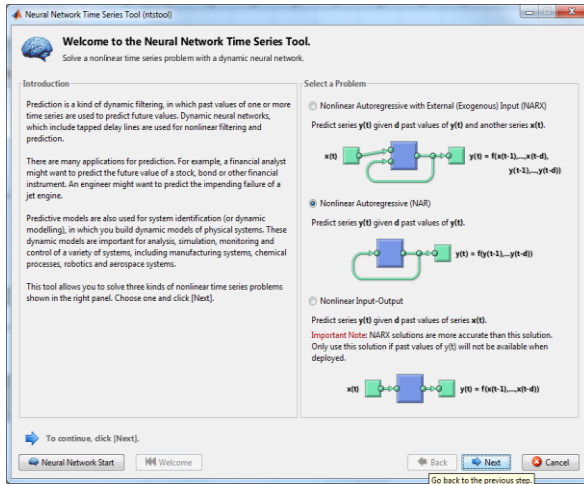
- ❖ Ιστορικό αριθμού διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων.
- ❖ Ιστορικό χωρητικότητας TEU container ships
- ❖ Ιδιοκτησιακό καθεστώς στο λιμάνι του Πειραιά.
- ❖ Ιστορικό αριθμού γερανογεφυρών και μήκους κρηπιδωμάτων από το 1980 έως και σήμερα.
- ❖ Ιστορικό τιμών ναύλου container.
- ❖ Ιστορικό τιμών GDP
- ❖ Ιστορικό τιμών ισοτιμίας συναλλάγματος €/\$.
- ❖ Ιστορικό τιμών ακατέργαστου πετρελαίου.
- ❖ Ιστορικό πληθυσμού Ελλάδας.

Οι τιμές των παραπάνω παραμέτρων είχαν κατά περίπτωση διαφορετικό εύρος και τάξη μεγέθους. Για παράδειγμα το ΑΕΠ της Ελλάδας ήταν τάξη μεγέθους 10^{12} την στιγμή που η ισοτιμία συναλλάγματος είναι τάξη μεγέθους 10^0 . Το γεγονός αυτό αφενός δημιουργεί αστάθεια στο μοντέλο αφετέρου δεν ακολουθεί τις συνήθεις συναρτήσεις νευρώνων (π.χ. βηματική $[0,1]$, προσήμου $[-1,1]$, σιγμοειδής $[0,1]$). Για να αντιμετωπιστεί το γεγονός αυτό έγινε κανονικοποίηση των τιμών (αναγωγή σε εύρος $[-1,+1]$).

Κατά τη δόμηση του μοντέλου έγινε κυρίως χρήση κάθε μιας παραμέτρου ξεχωριστά. Ωστόσο σε ορισμένες περιπτώσεις εισήλθαν παραπάνω από μία παράμετροι και εφόσον διαπιστώσαμε ότι το σύστημά μας δεν επωφελείται, αρχίσαμε να αφαιρούμε μία μία, με λίγα λόγια λειτουργήσαμε αντίστροφα.

3.3 Δομή Νευρωνικού Δικτύου

Κατά την εφαρμογή, δημιουργήθηκαν πολλαπλά τεχνητά νευρωνικά δίκτυα με χρήση της εφαρμογής MatLab. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε δίκτυο Nonlinear Autoregressive και Nonlinear Autoregressive with External Input. Η εκπαίδευση έγινε με τον αλγόριθμο BackPropagation.



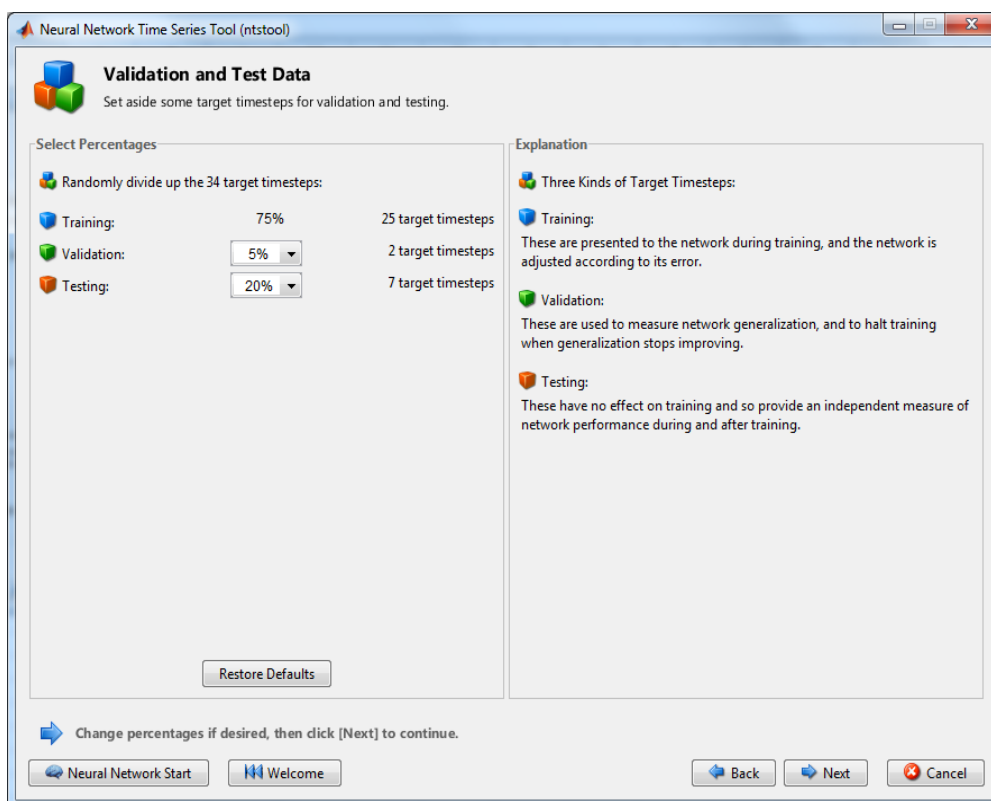
Εικόνα 17

3.4 Προετοιμασία Δεδομένων

Για τη διαχείριση των δεδομένων συντάχθηκαν υποπρογράμματα σε γλώσσα MatLab τα οποία διαχειρίζονταν τα κανονικοποιημένα δεδομένα ώστε να εξαχθούν τα ζητούμενα αποτελέσματα .

Ταυτόχρονα γινόταν διαχωρισμός των διαθέσιμων δεδομένων σε δεδομένα εκπαίδευσης (training), αξιολόγησης (validation) και δοκιμής (test). Τα δεδομένα εκπαίδευσης χρησιμοποιούνται για την εκπαίδευση του συστήματος, τα δεδομένα αξιολόγησης χρησιμοποιούνται για το καθορισμό επίτευξης σύγκλισης. Τα δεδομένα δοκιμής δεν υπεισέρχονται στη διαδικασία της εκπαίδευσης αλλά χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση του αποτελέσματος.

Συνηθίζεται να γίνεται διαχωρισμός των δεδομένων σε αναλογία 70%, 15% και 15%. Ωστόσο, λόγω της έλλειψης πολλών δεδομένων προτιμήθηκε να αυξήσουμε τα δεδομένα εκπαίδευσης και δοκιμής κατά 5% ώστε να διατίθεται μεγαλύτερο δείγμα για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων. Άρα η αναλογία που χρησιμοποιήθηκε ήταν 75%, 5% και 20% αντίστοιχα, όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 18

3.5 Στάδια δόμησης μοντέλου

Πρώτη μεταβλητή που χρησιμοποιείται είναι το ιστορικό τιμών διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Πειραιά. Αρχικά χρησιμοποιείται η τελευταία τιμή και ακολούθως οι δύο τελευταίες τιμές ώστε να έχουμε ένα ικανοποιητικό βάθος ανατροφοδότησης. Όλα αυτά χρησιμοποιώντας 20 νευρώνες, καθότι τα δεδομένα μας είναι ακόμη λιγοστά. Καθώς εισέρχονται περισσότερες παράμετροι στο σύστημά μας μεταβάλλεται η πολυπλοκότητα του δικτύου. Διατηρούμε αφενός μεν σταθερό το βάθος ανατροφοδότησης, αφετέρου αυξάνουμε τους νευρώνες σε 40 και 60 προκείμενου να πετύχουμε καλύτερη εκπαίδευση και μικρότερα σφάλματα. Μαζί με την πρόβλεψη της τιμής αξιολογείται και η πρόβλεψη του προσήμου της μεταβολής καθώς αποτελεί κρίσιμο σημείο για την στρατηγική επένδυση σε ένα λιμάνι. Δίνεται δε, ως ποσοστό της ορθής πρόβλεψης στο σύνολο. Να σημειωθεί σε αυτό το σημείο πως η πρόβλεψή μας γίνεται πάντα σε ετήσια βάση.

Σταδιακά λοιπόν προστίθενται όλες οι υπόλοιπες παράμετροι και γίνεται αξιολόγηση της επίδρασής τους καθώς συμμετέχουν συνήθως μία μία στο ΤΝΔ.

3.6 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων

Για να μπορέσει να αξιολογηθεί το βέλτιστο των μοντέλων που δομούνται, είναι απαραίτητη η χρήση μέτρων που ορίζουν το βαθμό προσαρμογής του ΤΝΔ στα δεδομένα που χρησιμοποιούμε. Μετά από κάθε επεξεργασία δίδονται τετραγωνικά σφάλματα (MSE) τα οποία φανερώνουν το βαθμό προσαρμογής του δικτύου ξεχωριστά για κάθε σετ δεδομένων (training, validation, test) ώστε να είναι δυνατή η ανίχνευση overfitting.

Ακόμα δημιουργείται γράφημα που παρουσιάζει τις τιμές στόχους αλλά και τις τιμές πρόβλεψης. Έτσι μπορούμε να επιβεβαιώσουμε τη προσαρμογή και εποπτικά να αξιολογήσουμε το αποτέλεσμα. Δίνεται σε μορφή ποσοστού ο αριθμός ορθής πρόβλεψης της φοράς. Κάθε μεταβολή μπορεί να έχει φορά θετική η αρνητική. Το ποσοστό μας δίνει το βαθμό ταύτισης με τα πραγματικά δεδομένα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο : ΕΡΕΥΝΑ

4.1 Εισαγωγή

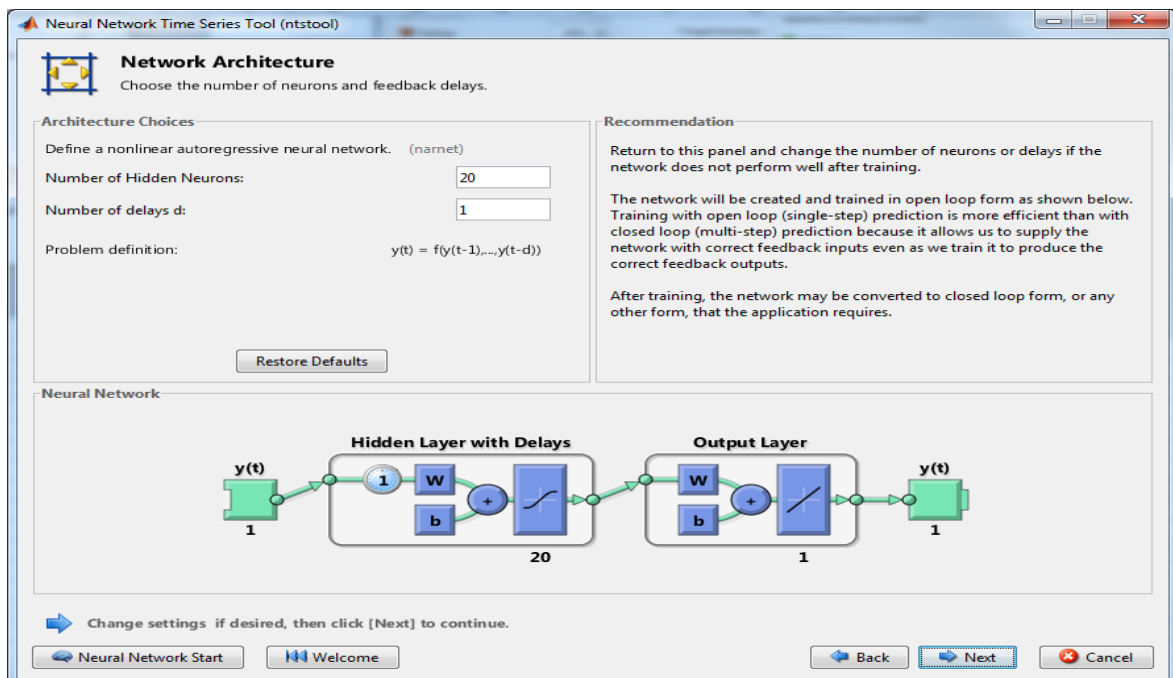
Το παρόν κεφάλαιο παρουσιάζει τη διαδικασία και τα αποτελέσματα της έρευνας όπως προέκυψε για τη περίπτωση μελέτης της διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Πειραιά. Σε κάθε βήμα δίνονται οι παράμετροι του δικτύου αριθμός νευρώνων, βάθος ανατροφοδότησης, τα δεδομένα εισόδου, γράφημα και στατιστικά στοιχεία προσαρμογής. Παράλληλα γίνεται σχολιασμός του αποτελέσματος περιορισμένης έκτασης.

4.2 Επεξεργασία

Αρχίζει η διαδικασία δημιουργίας τεχνητού νευρωνικού δικτύου..

4.2.1 1 past value Πειραιά με 20 νευρώνες

Στοιχεία εισόδου η τελευταία τιμή ετήσιας διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Πειραιά προκειμένου να προβλεφθεί η επόμενη, χρησιμοποιώντας 20 νευρώνες.



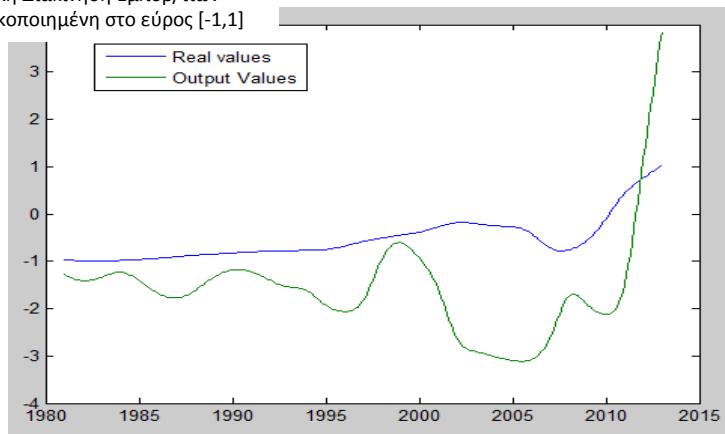
Εικόνα 19

	Στοιχείο	Τιμή
data	Δεδομένα εισόδου	1 past value Piraeus
	Βήμα τιμών	1 έτος
model	Βάθος ανατροφοδότησης	1 τιμή
	Αριθμός νευρώνων	20
Trainingdata	size	25
	MSE	2,41
Validatedata	size	2
	MSE	$5,08 \cdot 10^{-1}$
Testdata	size	7
	MSE	2,41
	Ratio προσήμου	33.33 %

Πίνακας 21

Ακολούθως σχεδιάζουμε σε κοινό διάγραμμα τις τιμές στόχους και τις τιμές πρόβλεψης του νευρωνικού δικτύου.

Συνολική Διακίνηση Εμπορ/τιων
κανονικοποιημένη στο εύρος [-1,1]



Διάγραμμα 6

Από το διπλανό διάγραμμα συμπεραίνουμε πως τα δεδομένα εισόδου είναι φτωχά με αποτέλεσμα να υπάρχει τεράστια απόκλιση μεταξύ των πραγματικών δεδομένων και των δεδομένων εξόδου.

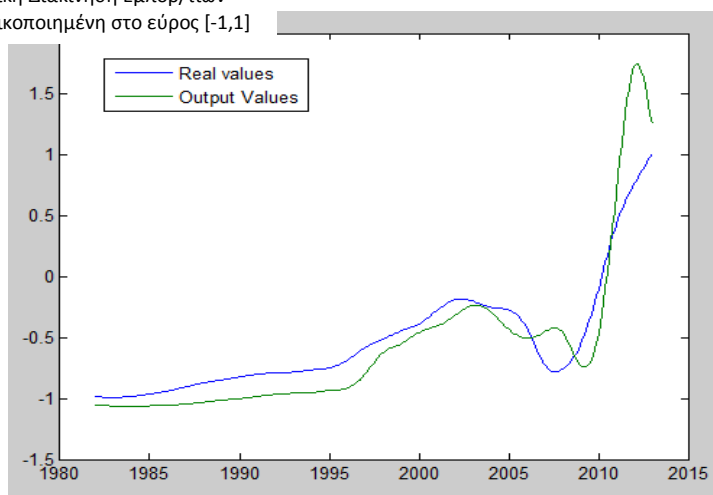
4.2.2 2 past values Πειραιά με 20 νευρώνες

Στοιχεία εισόδου οι δύο τελευταίες τιμές ετήσιας διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων του Πειραιά.

	Στοιχείο	Τιμή
data	Δεδομένα εισόδου	2 pastvalues Piraeus
	Βήμα τιμών	1 έτος
model	Βάθος ανατροφοδότησης	2 τιμές
	Αριθμός νευρώνων	20
Trainingdata	size	25
	MSE	$3,71 \cdot 10^{-2}$
Validatedata	size	2
	MSE	$2,73 \cdot 10^{-2}$
Testdata	size	7
	MSE	$4,30 \cdot 10^{-1}$
	Ratio προσήμου	43.75 %

Πίνακας 22

Συνολική Διακίνηση Εμπορ/τιων
κανονικοποιημένη στο εύρος [-1,1]



Διάγραμμα 7

Παρατηρείται προσαρμογή στις πραγματικές τιμές αλλά με χρονική υστέρηση. Τα δεδομένα εισόδου είναι ακόμη φτωχά με αποτέλεσμα απλώς να ακολουθείται η προηγούμενη τιμή, και να μην έχουμε πρόβλεψη αλλά διαφορά φάσης.

4.2.3 3 past values Πειραιά με 20 νευρώνες

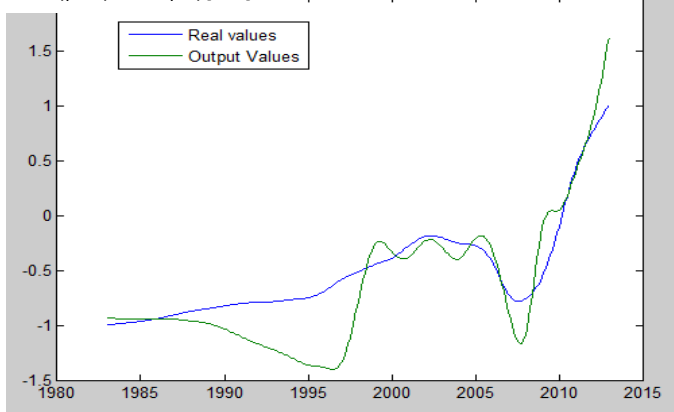
Στοιχεία εισόδου οι τρεις τελευταίες τιμές ετήσιας διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων του Πειραιά.

	Στοιχείο	Τιμή
data	Δεδομένα εισόδου	3 pastvalues Piraeus
	Βήμα τιμών	1 έτος
model	Βάθος ανατροφοδότησης	3 τιμές
	Αριθμός νευρώνων	20
Trainingdata	size	25
	MSE	$2,63 \cdot 10^{-3}$
Validatedata	size	2
	MSE	$1,7 \cdot 10^{-6}$
Testdata	size	7
	MSE	$7,43 \cdot 10^{-1}$
	Ratio προσήμου	54.84 %

Πίνακας 23

Μπορούμε να δούμε πως η εισροή περισσότερων δεδομένων οδηγεί σε μικρότερο σφάλμα στα trainingdata, όμως το σφάλμα των testdata ανεβαίνει. Άρα, η συνάρτηση ενεργοποίησης δεν ανταποκρίνεται σε ικανοποιητικό βαθμό στις τιμές στόχους (που δεν χρησιμοποιήθηκαν για την εκπαίδευση του νευρωνικού αλλά για την επαλήθευσή του). Για αυτό το λόγο θα κρατήσουμε 2pastvalues για την περαιτέρω δόμηση του μοντέλου μας.

Συνολική Διακίνηση Εμπορ/τιων
κανονικοποιημένη στο εύρος [-1,1]



Διάγραμμα 8

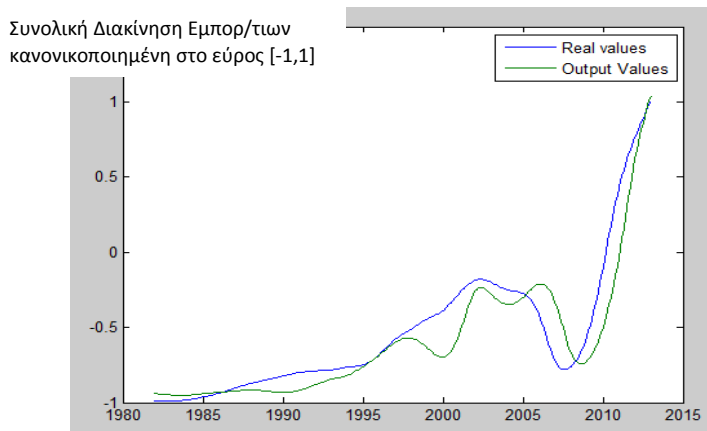
4.2.4 2 past values Πειραιά με 40 νευρώνες

Στοιχεία εισόδου οιδύο τελευταίες τιμές ετήσιας διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων του Πειραιά. Αυτήν την φορά θα δοκιμάσουμε να χρησιμοποιήσουμε 40 νευρώνες αντί για 20.

	Στοιχείο	Τιμή
data	Δεδομένα εισόδου	2 pastvalues Piraeus
	Βήμα τιμών	1 έτος
model	Βάθος ανατροφοδότησης	2 τιμές
	Αριθμός νευρώνων	40
Trainingdata	size	25
	MSE	$3,15 \cdot 10^{-2}$
Validatedata	size	2
	MSE	$6,66 \cdot 10^{-2}$
Testdata	size	7
	MSE	$7,04 \cdot 10^{-2}$
	Ratio προσήμου	46.88 %

Πίνακας 24

Από τον παραπάνω πίνακα βλέπουμε πως τα σφάλματα των trainingκαι test data βελτιώθηκαν σε σχέση με αυτά που είχαμε για 20 νευρώνες. Χρονική υστέρηση συνεχίζει να υπάρχει. Η πρόβλεψη του προσήμου της μεταβολής παραμένει σχετικά σε χαμηλά επίπεδα καθώς δεν έχουμε εισάγει δεδομένα περισσότερων παραμέτρων, παρά μόνο περισσότερους νευρώνες.



Διάγραμμα 9

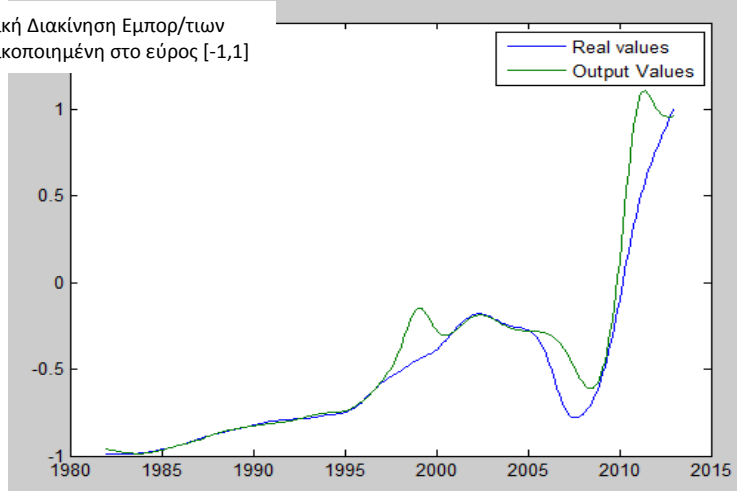
4.2.5 2 past values Πειραιά με 60 νευρώνες

Στοιχεία εισόδου οιδύο τελευταίες τιμές ετήσιας διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων του Πειραιά. Αυτήν την φορά θα δεικνύσουμε να χρησιμοποιήσουμε 60 νευρώνες αντί για 40.

	Στοιχείο	Τιμή
data	Δεδομένα εισόδου	2 pastvalues Piraeus
	Βήμα τιμών	1 έτος
model	Βάθος ανατροφοδότησης	2 τιμές
	Αριθμός νευρώνων	60
Trainingdata	size	25
	MSE	$4,46 \cdot 10^{-5}$
Validatedata	size	2
	MSE	$3,62 \cdot 10^{-4}$
Testdata	size	7
	MSE	$2,57 \cdot 10^{-1}$
	Ratio προσήμου	87.5 %

Πίνακας 25

Συνολική Διακίνηση Εμπορ/τιων
κανονικοποιημένη στο εύρος [-1,1]



Διάγραμμα 10

Αυξάνοντας τους νευρώνες σε 60, επιτυγχάνεται μεγάλη μείωση του MSE των training data $4,46 \cdot 10^{-5}$. Όμως κάτι τέτοιο δεν είναι αποδεκτό καθότι το νευρωνικό δίκτυο έχει αποκτήσει όπως λέμε "μνήμη" (overfitting). Με λίγα λόγια δεν προβλέπει τις τιμές, απλά τις θυμάται. Επομένως αποφασίζουμε να κρατήσουμε ως βέλτιστη λύση 2pastvalues με 40 νευρώνες.

4.2.6 2 past values Πειραιά + Rotterdam + Barcelona

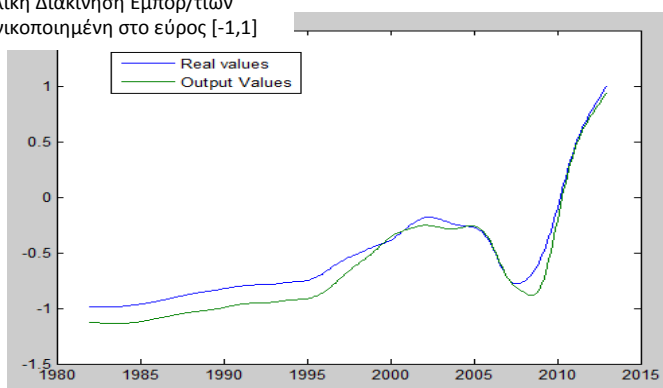
Στοιχεία εισόδου οιδύο τελευταίες τιμές ετήσιας διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Πειραιά αλλά και οι ετήσιες διακινήσεις των λιμανιών Rotterdam και Barcelona.

	Στοιχείο	Τιμή
data	Δεδομένα εισόδου	2 past values Piraeus, Rotterdam, Barcelona
	Βήμα τιμών	1 έτος
model	Βάθος ανατροφοδότησης	2 τιμές
	Αριθμός νευρώνων	40
Trainingdata	size	25
	MSE	$1,61 \cdot 10^{-2}$
Validatedata	size	2
	MSE	$2,75 \cdot 10^{-3}$
Testdata	size	7
	MSE	$4,05 \cdot 10^{-2}$
	Ratio προσήμου	56.25 %

Πίνακας 26

Η προσθήκη των δεδομένων των λιμανιών Rotterdam και Barcelona βλέπουμε πως επιδρά θετικά στο νευρωνικό μας δίκτυο, εξαλείφοντας σε μεγάλο βαθμό την χρονική

Συνολική Διακίνηση Εμπορ/τιων κανονικοποιημένη στο εύρος [-1,1]



Διάγραμμα 11

υστέρηση. Επιπρόσθετα, υπάρχει περαιτέρω μείωση των σφαλμάτων ενώ η πρόβλεψη του προσήμου της μεταβολής ανέβηκε στο 56.25%. Βλέπουμε λοιπόν πως τα λιμάνια λειτουργούν εκτός από ανταγωνιστικά και συμπληρωματικά, «παρασύρουν» δηλαδή το ένα το άλλο.

4.2.7 2 past values Πειραιά + Rotterdam + Barcelona + Greece population

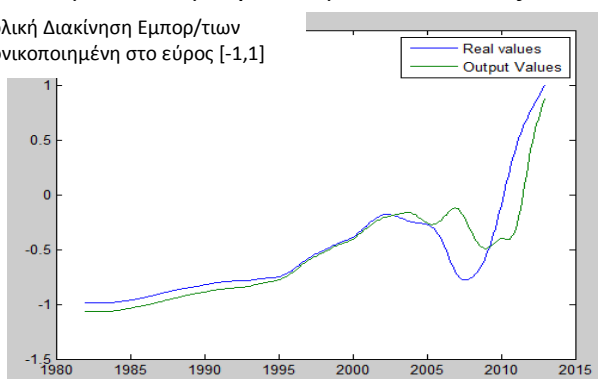
Στοιχεία εισόδου οι δύο τελευταίες τιμές ετήσιας διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Πειραιά, οι ετήσιες διακινήσεις των λιμανιών Rotterdam και Barcelona και οι ετήσιες τιμές του πληθυσμού της Ελλάδας

	Στοιχείο	Τιμή
data	Δεδομένα εισόδου	2 past values Piraeus, Rotterdam, Barcelona, Greece population
	Βήμα τιμών	1 έτος
model	Βάθος ανατροφοδότησης	2 τιμές
	Αριθμός νευρώνων	40
Trainingdata	size	25
	MSE	$2,47 \cdot 10^{-3}$
Validatedata	size	2
	MSE	$3,95 \cdot 10^{-1}$
Testdata	size	7
	MSE	$2,73 \cdot 10^{-1}$
	Ratio προσήμου	56.25 %

Πίνακας 27

Το ratioπροσήμου παρέμεινε ίδιο όπως και πριν. Το σφάλμα των training data βελτιώθηκε, όχι όμως και το σφάλμα των test data που αυξήθηκε και το οποίο είναι και το πιο σημαντικό καθότι δείχνει την προσαρμογή του νευρωνικού στα πραγματικά δεδομένα. Συμπεραίνουμε λοιπόν πως ο πληθυσμός της Ελλάδας έχει ανεπαίσθητη

Συνολική Διακίνηση Εμπορ/τιων
κανονικοποιημένη στο εύρος [-1,1]



Διάγραμμα 12

επίδραση στο μοντέλο μας και έτσι αποφασίζουμε να μην την συμπεριλάβουμε ως παράμετρο. Πιθανή ερμηνεία αυτού : μεγάλο μέρος του φορτίου προορίζεται είτε για μεταφόρτωση, είτε για μεταπώληση σε χώρες του εξωτερικού, όχι δηλαδή για ίδια κατανάλωση.

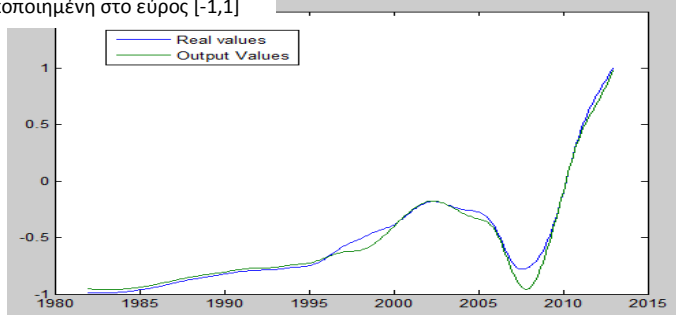
4.2.8 2 past values Πειραιά + Rotterdam + Barcelona + Greece GDP

Στοιχεία εισόδου οι δύο τελευταίες τιμές ετήσιας διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Πειραιά, οι ετήσιες διακινήσεις των λιμανιών Rotterdam και Barcelona και το ΑΕΠ της Ελλάδας

	Στοιχείο	Τιμή
data	Δεδομένα εισόδου	2 past values Piraeus, Rotterdam, Barcelona, Greece GDP
	Βήμα τιμών	1 έτος
model	Βάθος ανατροφοδότησης	2 τιμές
	Αριθμός νευρώνων	40
Trainingdata	size	25
	MSE	$3,11 \cdot 10^{-4}$
Validatedata	size	2
	MSE	$5,93 \cdot 10^{-2}$
Testdata	size	7
	MSE	$8,14 \cdot 10^{-3}$
	Ratio προσήμου	75.00 %

Πίνακας 28

Εισάγοντας το ΑΕΠ της Ελλάδας, παρατηρούμε αρκετά σημαντική σύγκλιση των συνολική Διακίνηση Εμπορ/τιων κανονικοποιημένη στο εύρος [-1,1]



Διάγραμμα 13

outputs του νευρωνικού με τις τιμές στόχους. Μάλιστα το σφάλμα των test data κυμαίνεται σε τάξη μεγέθους 10^{-3} . Το ratioπροσήμου φτάνει το 75%. Συμπεραίνουμε λοιπόν πως το ΑΕΠ της Ελλάδας κατέχει ιδιαίτερη θέση στην δόμηση του μοντέλου μας.

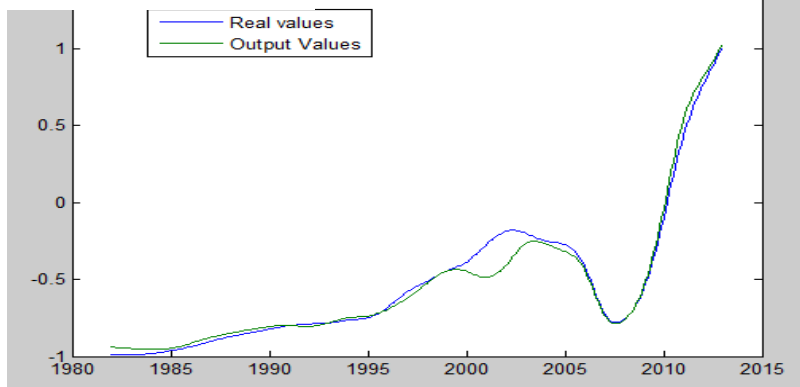
4.2.9 2 past values Πειραιά + Rotterdam + Barcelona + GDP(Greece, Europe, China, USA, World) με 60 νευρώνες

Στοιχεία εισόδου οιδύο τελευταίες τιμές ετήσιας διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Πειραιά, οι ετήσιες διακινήσεις των λιμανιών Rotterdam και Barcelona και τα ΑΕΠ της : Ελλάδας, Ευρώπης, Κίνας, ΗΠΑ και το Παγκόσμιο ΑΕΠ. Επειδή ο όγκος των δεδομένων έχει αυξηθεί, προχωράμε σε αύξηση των νευρώνων από 40 σε 60 για την καλύτερη αξιοποίηση/συσχετισμό των δεδομένων και πιθανά την λήψη καλύτερων προβλέψεων.

	Στοιχείο	Τιμή
data	Δεδομένα εισόδου	2 past values Piraeus, Rotterdam, Barcelona, GDP(Greece, Europe, China, USA, World)
	Βήμα τιμών	1 έτος
model	Βάθος ανατροφοδότησης	2 τιμές
	Αριθμός νευρώνων	60
Trainingdata	size	25
	MSE	$4,37 \cdot 10^{-4}$
Validatedata	size	2
	MSE	$1,59 \cdot 10^{-4}$
Testdata	size	7
	MSE	$2,96 \cdot 10^{-2}$
	Ratio προσήμου	78.13 %

Πίνακας 29

Συνολική Διακίνηση Εμπορ/τιων
κανονικοποιημένη στο εύρος [-1,1]



Διάγραμμα 14

Ναι μεν το ratioπροσήμου αυξήθηκε ελάχιστα, όμως το MSE των test data αυξήθηκε. Επομένως τα ΑΕΠ που προσθέσαμε στο σύστημά μας δεν αποφέρουν καλύτερα αποτελέσματα. Ενδεχομένως να μπορούσαν να συνεισφέρουν κάποια από αυτά. Για το λόγο αυτό στην επόμενη υποενότητα, θα δοκιμάσουμε να αφαιρέσουμε το ΑΕΠ των ΗΠΑ και το Παγκόσμιο. Η επιλογή να κρατήσουμε τα ΑΕΠ της Ευρώπης και Κίνας γίνεται διότι εκτιμάται (σύμφωνα και με τα όσα παρουσιάσαμε στο 1ο κεφάλαιο) πώς η Ελλάδα εξυπηρετεί την Ευρώπη ως πύλη εισόδου, ενώ η Κίνα είναι ο βασικότερος προμηθευτής πρώτων υλών και προϊόντων.

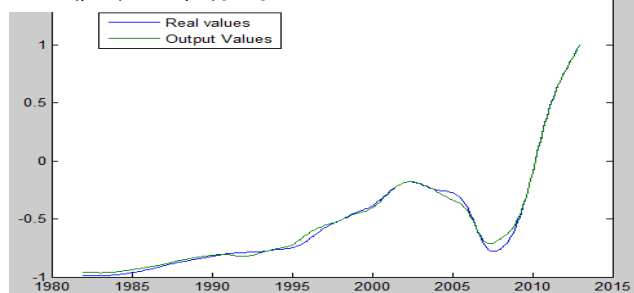
4.2.10 2 past values Πειραιά + Rotterdam + Barcelona + GDP(Greece, Europe, China)

Στοιχεία εισόδου οι δύο τελευταίες τιμές ετήσιας διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Πειραιά, οι ετήσιες διακινήσεις των λιμανιών Rotterdam και Barcelona και τα ΑΕΠ της : Ελλάδας, Ευρώπης, Κίνας.

	Στοιχείο	Τιμή
data	Δεδομένα εισόδου	2 pastvalues Piraeus, Rotterdam, Barcelona, GDP(Greece, Europe, China)
	Βήμα τιμών	1 έτος
model	Βάθος ανατροφοδότησης	2 τιμές
	Αριθμός νευρώνων	60
Trainingdata	size	25
	MSE	$1,5 \cdot 10^{-4}$
Validatedata	size	2
	MSE	$2,37 \cdot 10^{-3}$
Testdata	size	7
	MSE	$7,08 \cdot 10^{-3}$
	Ratio προσήμου	84.38 %

Πίνακας 30

Συνολική Διακίνηση Εμπορ/τιων κανονικοποιημένη στο εύρος [-1,1]



Διάγραμμα 15

Τα σφάλματα των training data και test data μειώθηκαν ακόμα παραπάνω. Παρατηρείται σύγκλιση των τιμών πρόβλεψης με τις πραγματικές τιμές. Το ratioπροσήμου αυξήθηκε στο 84,38%. Θα μπορούσαμε λοιπόν να πούμε πως τα ΑΕΠ της Ευρώπης και Κίνας συμβάλουν και αυτά στο μοντέλο μας, άρα τα κρατάμε.

4.2.11 2 past values Πειραιά + Rotterdam + Barcelona + GDP(Greece, Europe, China) + (γερανογέφυρες+κρηπιδώματα)Πειραιά

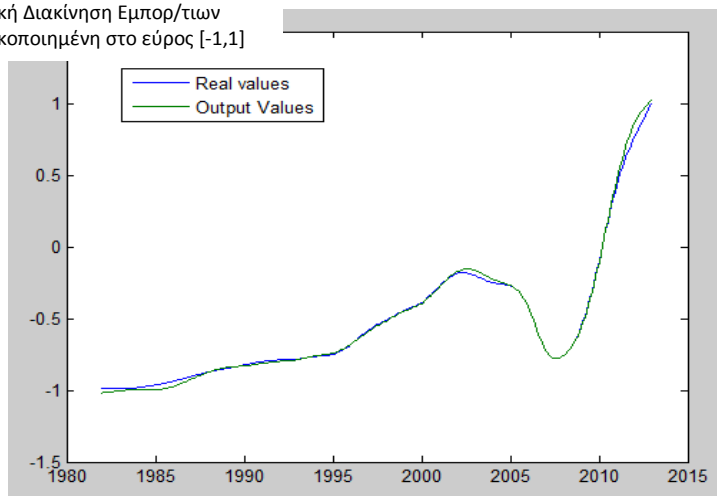
Νέο στοιχείο εισόδου σε σχέση με τα προηγούμενα, οι γερανογέφυρες και τα κρηπιδώματα που έχει στην κατοχή του ο λιμένας του Πειραιά. Σε αυτό το σημείο χρειάζεται να υπενθυμιστεί πώς δεν εισάγουμε τους λόγους TEUs/αρ.γερανογεφυρών και TEUs/μήκος κρηπιδωμάτων καθότι τότε θα υπήρχε άμεσος συσχετισμός των παραμέτρων που εισάγουμε με την έξοδο που προσπαθούμε να προβλέψουμε.

	Στοιχείο	Τιμή
data	Δεδομένα εισόδου	2 past values Piraeus, Rotterdam, Barcelona, GDP(Greece, Europe, China), (γερανογέφυρες+κρηπιδώματα)Πειραιά
	Βήμα τιμών	1 έτος
model	Βάθος ανατροφοδότησης	2 τιμές
	Αριθμός νευρώνων	60
Trainingdata	size	25
	MSE	$6,57 \cdot 10^{-5}$
Validatedata	size	2
	MSE	$1,82 \cdot 10^{-3}$
Testdata	size	7
	MSE	$5,31 \cdot 10^{-3}$
	Ratio προσήμου	87.5 %

Πίνακας 31

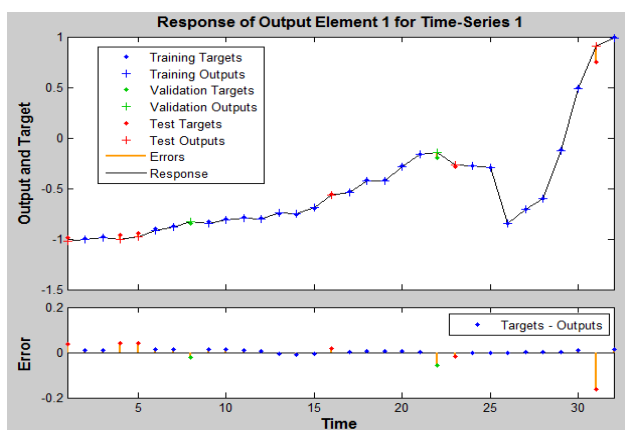
Με την εισαγωγή των δύο αυτών δεδομένων που αποτελούν αμιγώς χαρακτηριστικά στοιχεία του λιμανιού του Πειραιά, βλέπουμε τα σφάλματα να μικραίνουν ακόμη παραπάνω και να επιτυγχάνεται με αυτόν τον τρόπο πολύ μεγάλη

Συνολική Διακίνηση Εμπορ/τιων
κανονικοποιημένη στο εύρος [-1,1]



σύγκλιση. Το ποσοστό πρόβλεψης του προσήμου αγγίζει το 87,5%. Συμπεραίνουμε λοιπόν πως ο αριθμός γερανογεφυρών και το μήκος κρηπιδωμάτων συντελούν στην τελική μοντελοποίηση.

Στο δεύτερο διάγραμμα μπορούμε να δούμε την σύγκλιση των training targets και των training outputs, ενώ παράλληλα αποτυπώνονται τα έτη όπου έγιναν τα test (κατά τυχαίο τρόπο από το νευρωνικό δίκτυο) και το σφάλμα τους (απεικονίζεται με πορτοκαλί γραμμή).



Διάγραμμα 16

Αξίζει να αναφερθεί πως το έτος 2012 παρατηρείται το μεγαλύτερο σφάλμα. Από το 2010 που εισήχθη η Cosco αυξήθηκαν σημαντικά τα συνολικά νούμερα διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Πειραιά. Ως εκ τούτου, είναι λογικό να υπάρχει μια μικρή αδυναμία προσέγγισης των πραγματικών δεδομένων στα έτη αυτά καθώς ο παράγοντας Cosco ανατρέπει τα έως τότε δεδομένα. Ωστόσο θα προσπαθήσουμε να καλύψουμε αυτήν την αδυναμία εισάγοντας στην επόμενη υποενοότητα την παράμετρο του ιδιοκτησιακού καθεστώτος στο λιμάνι του Πειραιά.

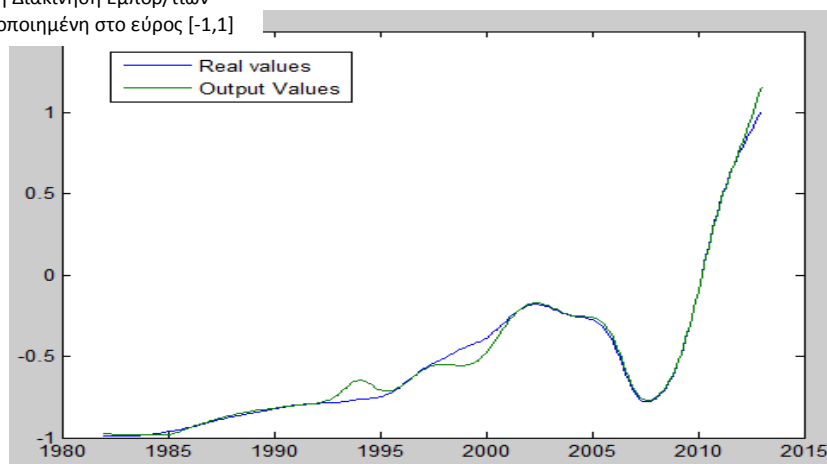
4.2.12 2 past values Πειραιά + Rotterdam + Barcelona + GDP(Greece, Europe, China) + (γερανογέφυρες+κρηπιδώματα)Πειραιά + ιδιοκτησιακό καθεστώς Πειραιά

Το νέο στοιχείο που εισάγουμε σε αυτήν την υποενότητα είναι το ιδιοκτησιακό καθεστώς στο λιμάνι του Πειραιά. Ο Πειραιάς μέχρι και το 2009 ήταν PublicServicePort. Όμως όπως αναφέρθηκε αναλυτικά στο κεφάλαιο 1, από το 2010 αποκτά και ιδιωτικό χαρακτήρα και γίνεται Landlord Port.

	Στοιχείο	Τιμή
data	Δεδομένα εισόδου	2 pastvaluesPiraeus, Rotterdam, Barcelona, GDP(Greece, Europe, China), (γερανογέφυρες+κρηπιδώματα)Πειραιά, ιδιοκτησιακό καθεστώς λιμανιού Πειραιά
	Βήμα τιμών	1 έτος
model	Βάθος ανατροφοδότησης	2 τιμές
	Αριθμός νευρώνων	60
Trainingdata	size	25
	MSE	$2,82 \cdot 10^{-5}$
Validatedata	size	2
	MSE	$1,93 \cdot 10^{-2}$
Testdata	size	7
	MSE	$1,01 \cdot 10^{-2}$
	Ratio προσήμου	81.25 %

Πίνακας 32

Συνολική Διακίνηση Εμπορ/των
κανονικοποιημένη στο εύρος [-1,1]



Διάγραμμα 17

Η είσοδος της Cosco στο λιμάνι του Πειραιά προσεγγίζεται σε ικανοποιητικό βαθμό όπως βλέπουμε και στο παρακάτω διάγραμμα. Ωστόσο παρατηρούνται μεγάλα σφάλματα τα προηγούμενα έτη. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί ως εξής: για τα έτη 1980-2008, εισήχθησαν στο νευρωνικό δίκτυο οι τιμές -1 (το -1 είναι κανονικοποιημένη τιμή, για το διάστημα όπου ο Πειραιάς ήταν publicport). Όμως αυτό επιδρά αρνητικά δημιουργώντας σφάλματα. Αντιθέτως η τιμή +1 που μπαίνει για τα έτη 2010-2013 (landlordport) συντελεί στην μείωση των σφαλμάτων. Συνολικά όμως, θα μπορούσαμε να πούμε πως τα σφάλματα αυξήθηκαν ειδικά στα testdata. Ως εκ τούτου η παράμετρος του ιδιοκτησιακού καθεστώτος στο λιμάνι του Πειραιά δεν μπορεί να προσφέρει στο μοντέλο που φτιάχνουμε, παρ'όλο που επί της ουσίας αποτελεί μια σημαντική παράμετρο. Θα μπορούσαμε όμως να πούμε πως η επίδραση αυτής αποτυπώνεται μέσα από δύο άλλες παραμέτρους που έχουμε ήδη συμπεριλάβει στο μοντέλο μας και είναι η αύξηση του μήκους κρηπιδωμάτων και του αριθμού γερανογεφυρών.

4.2.13 2 past values Πειραιά + Rotterdam + Barcelona + GDP(Greece, Europe, China) + (γερανογέφυρες+κρηπιδώματα)Πειραιά + exchangerate

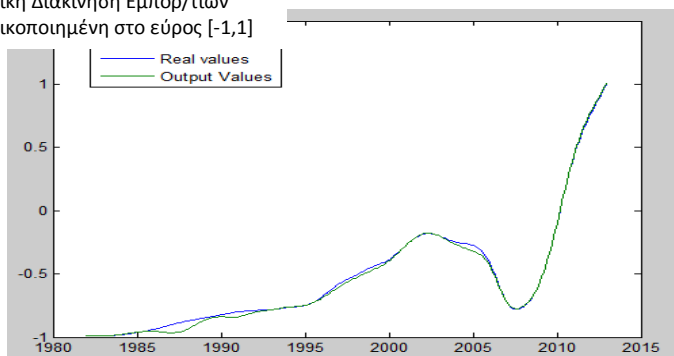
Η ισοτιμία συναλλάγματος αποτελεί μια ξεχωριστή παράμετρο αφού συνήθως επηρεάζει τις εισαγωγές μιας χώρας. Την εισάγουμε και αυτή στο νευρωνικό δίκτυο ώστε να δούμε αν θα προκύψει ικανοποιητικότερη προσέγγιση.

	Στοιχείο	Τιμή
data	Δεδομένα εισόδου	2 pastvaluesPiraeus, Rotterdam, Barcelona, GDP(Greece, Europe, China), (γερανογέφυρες+κρηπιδώματα)Πειραιά, ισοτιμία συναλλάγματος
	Βήμα τιμών	1 έτος
model	Βάθος ανατροφοδότησης	2 τιμές
	Αριθμός νευρώνων	60
Trainingdata	size	25
	MSE	$3,21 \cdot 10^{-5}$
Validatedata	size	2
	MSE	$3,21 \cdot 10^{-3}$
Testdata	size	7
	MSE	$3,56 \cdot 10^{-3}$
	Ratio προσήμου	87.5 %

Πίνακας 33

Το ratioπροσήμου παραμένει στο 87,5%, ενώ τα σφάλματα παρουσιάζουν λίγο καλύτερες τιμές σε σχέση με αυτά με αυτά που είχαμε βρει χωρίς την ισοτιμία

Συνολική Διακίνηση Εμπορ/τιων
κανονικοποιημένη στο εύρος [-1,1]



Διάγραμμα 18

συναλλάγματος. Το γεγονός αυτό μας ωθεί στην απόφαση να συμπεριληφθεί και η ισοτιμία συναλλάγματος στο μοντέλο μας. Θυμίζουμε σε αυτό το σημείο πως ασθενέστερο εθνικό νόμισμα (\$), ευνοεί τις εισαγωγές στην χώρα μας.

4.2.14 2 past values Πειραιά + Rotterdam + Barcelona + GDP(Greece, Europe, China) + (γερανογέφυρες+κρηπιδώματα)Πειραιά +exchange rate+ container ship size

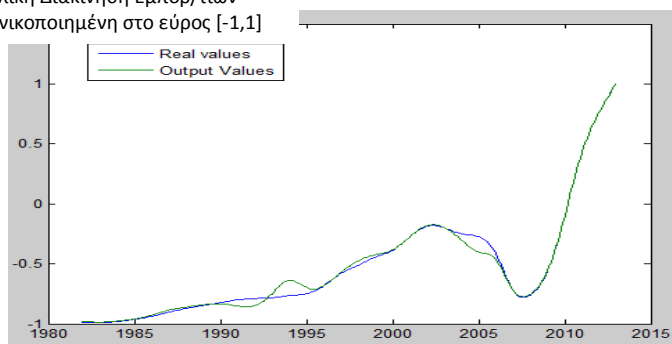
Συνεχίζουμε την δόμηση του νευρωνικού μας δικτύου εισάγοντας το μέγεθος των containership.

	Στοιχείο	Τιμή
data	Δεδομένα εισόδου	2 past values Piraeus, Rotterdam, Barcelona, GDP(Greece, Europe, China), (γερανογέφυρες+κρηπιδώματα)Πειραιά, exchange rate, container ship size
	Βήμα τιμών	1 έτος
model	Βάθος ανατροφοδότησης	2 τιμές
	Αριθμός νευρώνων	60
Trainingdata	size	25
	MSE	$5,19 \cdot 10^{-6}$
Validatedata	size	2
	MSE	$2,48 \cdot 10^{-2}$
Testdata	size	7
	MSE	$9,35 \cdot 10^{-3}$
	Ratio προσήμου	90.63 %

Πίνακας 34

Βλέπουμε πως υπάρχει καλύτερη προσέγγιση του ratio προσήμου. Παρ'όλα αυτά το μέσο τετραγωνικό σφάλμα στα test data αυξήθηκε, πιθανότατα επειδή από το 1988-

Συνολική Διακίνηση Εμπορ/τιων
κανονικοποιημένη στο εύρος [-1,1]



Διάγραμμα 19

1999 η χωρητικότητα των container ship παραμένει σταθερή, επηρεάζοντας αρνητικά και δημιουργώντας κατ' επέκατσιν μεγαλύτερα σφάλματα. Άρα η παράμετρος αυτή δεν θα συμπεριληφθεί στο μοντέλο μας.

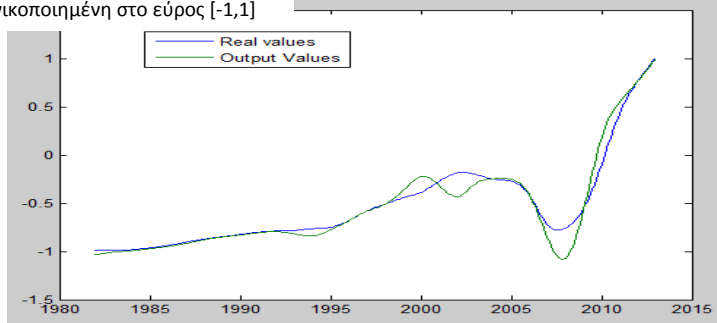
4.2.15 2 past values Πειραιά + Rotterdam + Barcelona + GDP(Greece, Europe, China) + (γερανογέφυρες+κρηπιδώματα)Πειραιά +exchange rate +crude oil price +container freight rate

Προσθέτουμε δύο ακόμη παραμέτρους που υπάρχει πιθανότητα και μεταξύ τους συσχέτιση για να δούμε αν επιδρούν θετικά στο μοντέλο μας. Την τιμή του ακατέργαστου πετρελαίου και την τιμή του ναύλου για να έρθει ένα container ship από την Ασία στην Ευρώπη.

	Στοιχείο	Τιμή
data	Δεδομένα εισόδου	2 past values Piraeus, Rotterdam, Barcelona, GDP(Greece, Europe, China), (γερανογέφυρες+κρηπιδώματα)Πειραιά, exchange rate, crude oil price, container freight rate
	Βήμα τιμών	1 έτος
model	Βάθος ανατροφοδότησης	2 τιμές
	Αριθμός νευρώνων	60
Trainingdata	size	25
	MSE	$3,96 \cdot 10^{-5}$
Validatedata	size	2
	MSE	$1,44 \cdot 10^{-1}$
Testdata	size	7
	MSE	$7,75 \cdot 10^{-2}$
	Ratio προσήμου	87.5 %

Πίνακας 35

Συνολική Διακίνηση Εμπορ/τιων
κανονικοποιημένη στο εύρος [-1,1]



Διάγραμμα 20

Τα σφάλματα μεγάλωσαν αρκετά. Επομένως, ο συνδυασμός των δύο αυτών παραμέτρων δεν ωφελεί το μοντέλο μας.

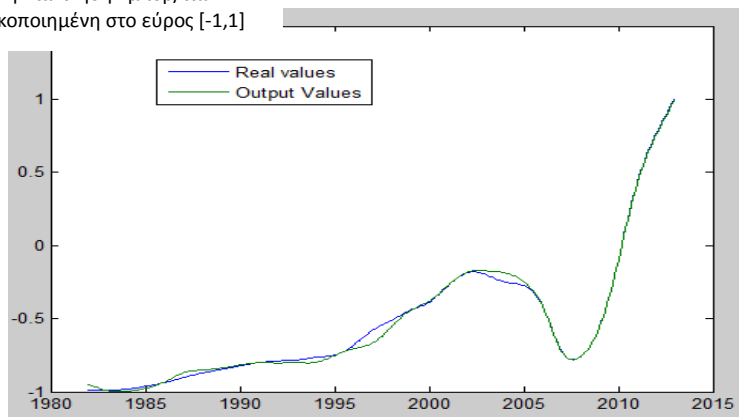
Αποφασίζουμε λοιπόν να αφαιρέσουμε την παράμετρο του ναύλου όπου και τα στοιχεία που έχουμε στην κατοχή μας είναι ελλιπή, και κρατάμε μόνο τις τιμές του ακατέργαστου πετρελαίου.

Το τεχνητό νευρωνικό δίκτυο μας δίνει τα παρακάτω αποτελέσματα.

	Στοιχείο	Τιμή
data	Δεδομένα εισόδου	2 past values Piraeus, Rotterdam, Barcelona, GDP(Greece, Europe, China), (γερανογέφυρες+κρηπιδώματα)Πειραιά, exchange rate, crude oil price,
	Βήμα τιμών	1 έτος
model	Βάθος ανατροφοδότησης	2 τιμές
	Αριθμός νευρώνων	60
Trainingdata	size	25
	MSE	$6,17 \cdot 10^{-5}$
Validatedata	size	2
	MSE	$3,21 \cdot 10^{-3}$
Testdata	size	7
	MSE	$6,37 \cdot 10^{-3}$
	Ratio προσήμου	75 %

Πίνακας 36

Συνολική Διακίνηση Εμπορ/τιων
κανονικοποιημένη στο εύρος [-1,1]



Διάγραμμα 21

Παρατηρούμε πως και πάλι απομακρυνόμαστε από τον στόχο μας καθώς ναι μεν τα σφάλματα είναι αποδεκτά όμως το ratioπροσήμου πέφτει στο 75%.

Επομένως ούτε και η παράμετρος αυτή θα εισαχθεί στο μοντέλο μας.

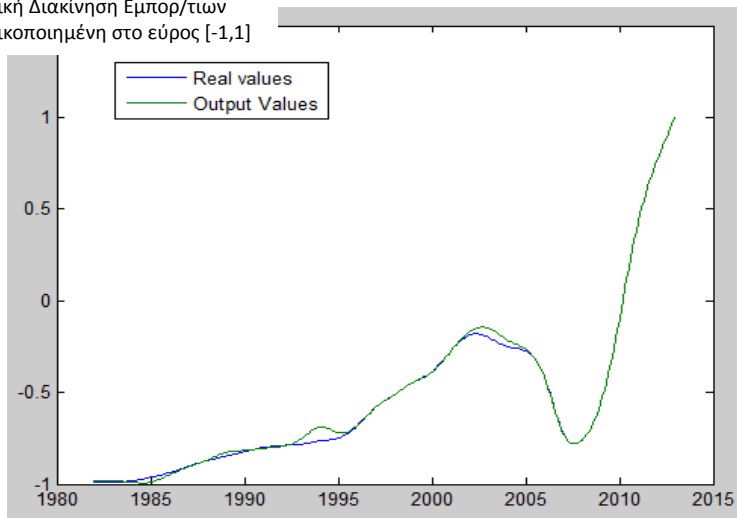
4.2.16 2 past values Πειραιά + Rotterdam + Barcelona + GDP(Greece, Europe, China) + (γερανογέφυρες+κρηπιδώματα)Πειραιά + exchangerate με 80 νευρώνες

Έχοντας καταλήξει στις παραμέτρους που επηρεάζουν το σύστημά μας, αποφασίζουμε να αυξήσουμε τους νευρώνες ώστε να δούμε αν υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης των σφαλμάτων αλλά και του ποσοστού πρόβλεψης του προσήμου. Βάζουμε 80 νευρώνες αντί για 60 και τα αποτελέσματα που προκύπτουν αποτυπώνονται στον παρακάτω πίνακα.

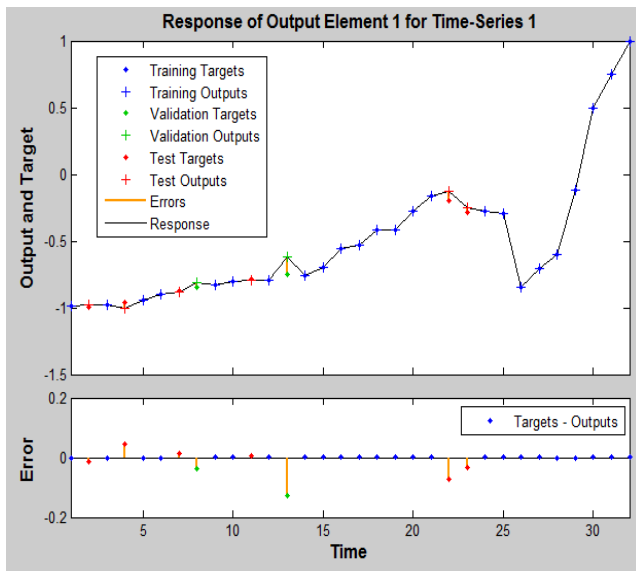
Στοιχείο		Τιμή
data	Δεδομένα εισόδου	2 past values Piraeus, Rotterdam, Barcelona, GDP(Greece, Europe, China), (γερανογέφυρες+κρηπιδώματα)Πειραιά, exchange rate,
	Βήμα τιμών	1 έτος
model	Βάθος ανατροφοδότησης	2 τιμές
	Αριθμός νευρώνων	80
Trainingdata	size	25
	MSE	$2,11 \cdot 10^{-9}$
Validatedata	size	2
	MSE	$8,7 \cdot 10^{-3}$
Testdata	size	7
	MSE	$1,49 \cdot 10^{-3}$
Ratio προσήμου		90.63 %

Πίνακας 37

Συνολική Διακίνηση Εμπορ/τιων
κανονικοποιημένη στο εύρος [-1,1]



Βλέπουμε ότι το σφάλμα στα training data μειώθηκε πάρα πολύ, ωστόσο δεν υπάρχει φαινόμενο μνήμης αφού μειώθηκε αρκετά και το MSE των test data. Επιπλέον το ποσοστό πρόβλεψης του προσήμου φτάνει για πρώτη φορά το 90.63%. Συμπεραίνουμε λοιπόν πως η αύξηση των νευρώνων μας οδηγεί σε ακόμα καλύτερα



αποτελέσματα προσέγγισης των τιμών στόχων που είναι τα ετήσια νούμερα διακίνησης αριθμού container στο λιμάνι του Πειραιά.

Στο διπλανό διάγραμμα φαίνονται οι αποκλίσεις για κάθε κατηγορία ανά έτος (training, validation, test). Ειδικά τα σφάλματα των test data είναι εμφανώς μειωμένα με αποτέλεσμα να υπάρχει ικανοποιητική σύγκλιση.

Διάγραμμα 22

4.2.17 2 past values Πειραιά + Rotterdam + Barcelona + GDP(Greece, Europe, China) + (γερανογέφυρες+κρηπιδώματα)Πειραιά + exchangerate με 100 νευρώνες

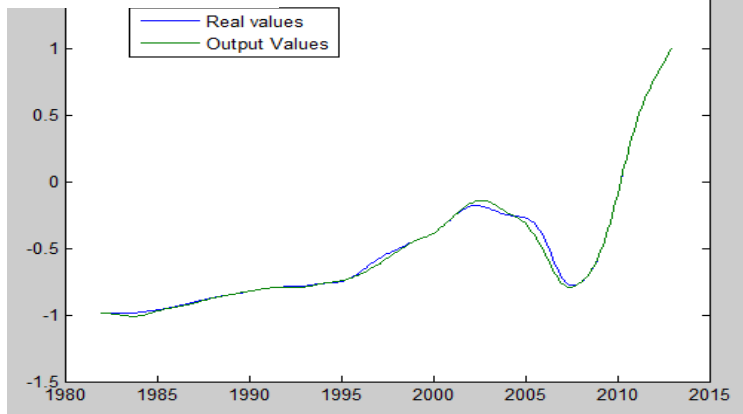
Με τις ήδη υπάρχουσες παραμέτρους προχωράμε σε χρησιμοποίηση 100 νευρώνων ώστε να διαπιστώσουμε αν υπάρχει δυνατότητα περαιτέρω βελτίωσης.

Στοιχείο		Τιμή
data	Δεδομένα εισόδου	2 past values Piraeus, Rotterdam, Barcelona, GDP(Greece, Europe, China), (γερανογέφυρες+κρηπιδώματα)Πειραιά, exchange rate,
	Βήμα τιμών	1 έτος
model	Βάθος ανατροφοδότησης	2 τιμές
	Αριθμός νευρώνων	100
Trainingdata	size	25
	MSE	$3,6 \cdot 10^{-10}$
Validatedata	size	2
	MSE	$3,58 \cdot 10^{-3}$
Testdata	size	7
	MSE	$6,42 \cdot 10^{-3}$
Ratio προσήμου		93.75 %

Πίνακας 38

Στους 100 νευρώνες το ποσοστό πρόβλεψης του προσήμου έφτασε το 93,75%. Το MSE των training data μειώθηκε ακόμη παραπάνω όμως το MSE των test data αυξήθηκε, στοιχείο που καταδεικνύει πως έχουμε για ακόμη μία φορά φαινόμενο overfitting. Επομένως για καλύτερη προσέγγιση των πραγματικών δεδομένων, αποφασίζουμε να

Συνολική Διακίνηση Εμπορ/τιων
κανονικοποιημένη στο εύρος [-1,1]



Διάγραμμα 23

μείνουμε στους 80 νευρώνες με όλες τις παραπάνω παραμέτρους να περιλαμβάνονται στην μοντελοποίηση της διακίνησης των εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Πειραιά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο : ΣΥΝΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνονται τα κύρια συμπεράσματα της διπλωματικής εργασίας. Πιο συγκεκριμένα γίνεται αναφορά στα αποτελέσματα της επεξεργασίας των δεδομένων και τη δημιουργία τεχνητού νευρωνικού δικτύου, με σκοπό τη πρόβλεψη τόσο της συνολικής διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Πειραιά, όσο και του προσήμου μεταβολής χρησιμοποιώντας ως ανεξάρτητες μεταβλητές ένα σύνολο στοιχείων που αναφέρονται σε ιστορικό διακίνησης άλλων ευρωπαϊκών λιμένων, μακροοικονομικά στοιχεία της χώρας μας και άλλων χωρών, αλλά και στοιχεία που αφορούν αποκλειστικά και μόνο το λιμάνι του Πειραιά

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα βασικά συμπεράσματα όπως προκύπτουν από τον συνδυασμό όσων αναφερθήκαν στη παρουσίαση του θεωρητικού τμήματος της διπλωματικής καθώς και των διαπιστώσεων της έρευνας πεδίου.

5.2 Περιγραφή αποτελεσμάτων

Ύστερα από διαδοχικές προσπάθειες δημιουργίας τεχνητού νευρωνικού δικτύου με στοιχεία εισόδου από ένα πλήθος πληροφοριών, δημιουργείται ένα μοντέλο το οποίο προσεγγίζει τις πραγματικές τιμές με ικανοποιητική ακρίβεια και προβλέπει το πρόσημο της μεταβολής με ποσοστό επιτυχίας που αγγίζει και το 90%.

Τα στοιχεία εισόδου που τελικά χρησιμοποιήθηκαν είναι οι τελευταίες δύο τιμές της συνολικής διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Πειραιά, η διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων στους λιμένες του Rotterdam και Barcelona, το ΑΕΠ της Ελλάδας, το ΑΕΠ της Ευρώπης και της Κίνας, οι γερανογέφυρες και το μήκος κρηπιδωμάτων του λιμένα Πειραιώς και τέλος η ισοτιμία συναλλάγματος €/ \$ πάντα για τα έτη 1980-2014. Ο αριθμός των νευρώνων που χρησιμοποιήθηκαν ανέρχονται στους ογδόντα.

Σε αυτό το σημείο κρίνεται για μία ακόμη φορά απαραίτητο να τονισθεί, πως τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής θα μπορούσαν να ήταν πληρέστερα αν υπήρχαν περισσότερα δεδομένα για τις παραμέτρους που σχετίζονται με το φαινόμενο που μελετήσαμε. Αναζήτηση στοιχείων έγινε και μάλιστα προς διάφορες κατευθύνσεις. Ωστόσο η παροχή δεδομένων ήταν ορισμένες φορές ανεπαρκής. Ευελπιστούμε πως τα επόμενα χρόνια, η πληροφορία θα είναι ευκολότερα προσβάσιμη στο ευρύ κοινό συντελώντας έτσι στην διευκόλυνση τέτοιου είδους εργασιών.

5.3 Βασικά Συμπεράσματα Διπλωματικής Εργασίας

5.3.1 Αντικείμενο πρόβλεψης

Το μοντέλο που δομείται από το τεχνητό νευρωνικό δίκτυο, είναι ικανό να προβλέψει τις τιμές της ετήσιας διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Πειραιά. Είθισται να εξετάζεται και το πρόσημο της μεταβολής αντί της τιμής αυτής καθεαυτής, διότι είναι περισσότερο αξιολογήσιμη η ορθή πρόβλεψή του αλλά και γιατί το δίκτυο πετυχαίνει καλύτερες προσεγγίσεις.

5.3.2 Αριθμός νευρώνων

Ο αριθμός των νευρώνων που χρησιμοποιείται καθορίζει τη πολυπλοκότητα των σχέσεων που μπορεί να ερμηνεύσει το δίκτυο. Έτσι όσο περισσότερες μεταβλητές εισάγουμε, τόσο συνθετότερες σχέσεις επιθυμούμε να δημιουργήσουμε, επομένως τόσο περισσότερους νευρώνες χρησιμοποιούμε.

Στον αντίποδα ο μελετητής οφείλει να προσέξει το γεγονός της υπερπροσαρμογής (overfit), δηλαδή τη κατάσταση κατά την οποία το δίκτυο λόγω πολλών νευρώνων εκπαιδεύεται να θυμάται και όχι να ερμηνεύει, αλλά και το κόστος επεξεργασίας καθώς μεγάλος αριθμός νευρώνων πολλαπλασιάζει το χρόνο εκπαίδευσης μεγεθύνοντας τις απαιτήσεις για επεξεργαστική ισχύ. Η εφαρμογή της παρούσας κατέληξε σε δομή που χρησιμοποιεί 80 νευρώνες.

5.3.3 Βάθος ανατροφοδότησης

Μία από τις πιο σημαντικές μεταβλητές είναι οι περασμένες τιμές που χρησιμοποιούνται ως βάση για τη πρόβλεψη της τρέχουσας. Η απόφαση που πρέπει να λάβει ο μελετητής, είναι πόσες προηγούμενες τιμές θα χρησιμοποιεί κατά την ανατροφοδότηση. Απαραίτητη κρίνεται η ισορροπία μεταξύ λίγων τιμών που δε θα είναι ικανές να ανιχνεύσουν μοτίβα και πολλών τιμών που θα οδηγήσουν σε overfit, δηλαδή θα εκπαιδεύσει το δίκτυο να θυμάται και όχι να εξηγεί. Ωστόσο στην περίπτωση της συγκεκριμένης διπλωματικής αυτή η ισορροπία θα ήταν ευκολότερα προσεγγίσιμη αν υπήρχαν δεδομένα σε τριμηνιαία, μηνιαία ή ακόμα καλύτερα και εβδομαδιαία βάση. Ύστερα από δοκιμές, κρίθηκε ως ικανοποιητικό βάθος ανατροφοδότησης το διάστημα των δύο προηγούμενων τιμών.

5.3.4 Μεταβλητές

Η βέλτιστη πρόβλεψη στηρίζεται στη χρήση μεταβλητών που δίνουν στοιχεία για κάθε πιθανή επιρροή. Οι πιθανές προσβλέπουσες έρχονται από διαφορετικές αφετηρίες και έχουν συγκεκριμένη διάσταση να ερμηνεύσουν. Το TND αναλαμβάνει να ανιχνεύσει τις σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών αυτών με στόχο τη πρόβλεψη. Από τη φύση τους βέβαια, τα νευρωνικά δίκτυα αποτελούν ένα τρόπο σύνδεσης δεδομένων και σχέσεων που υπακούν σε ιδιαίτερα πολύπλοκους, κατά κύριο λόγο μη γραμμικούς κανόνες, με τρόπο που δεν επιτρέπουν την θεωρητική ερμηνεία του τρόπου συμμετοχής κάθε μεταβλητής εισόδου. Παρόλα αυτά μπορούμε να δούμε κάθε μεταβλητή που τελικά αποφασίσαμε να χρησιμοποιήσουμε στο μοντέλο μας και να ερμηνεύσουμε που στοχεύει.

->Συνολική διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Rotterdam : δίνει δεδομένα τα οποία μπορούν να συνεισφέρουν στην μοντελοποίηση της διακίνησης του Πειραιά, καθώς τα λιμάνια αυτά εξυπηρετούν την περιοχή της Ευρώπης και λειτουργούν κατά περίπτωση ανταγωνιστικά ή συμπληρωματικά.

->Συνολική διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι της Barcelona : δίνει δεδομένα τα οποία μπορούν να συνεισφέρουν στην μοντελοποίηση της διακίνησης του Πειραιά, καθώς τα λιμάνια αυτά εξυπηρετούν την περιοχή της Ευρώπης και λειτουργούν κατά περίπτωση ανταγωνιστικά ή συμπληρωματικά.

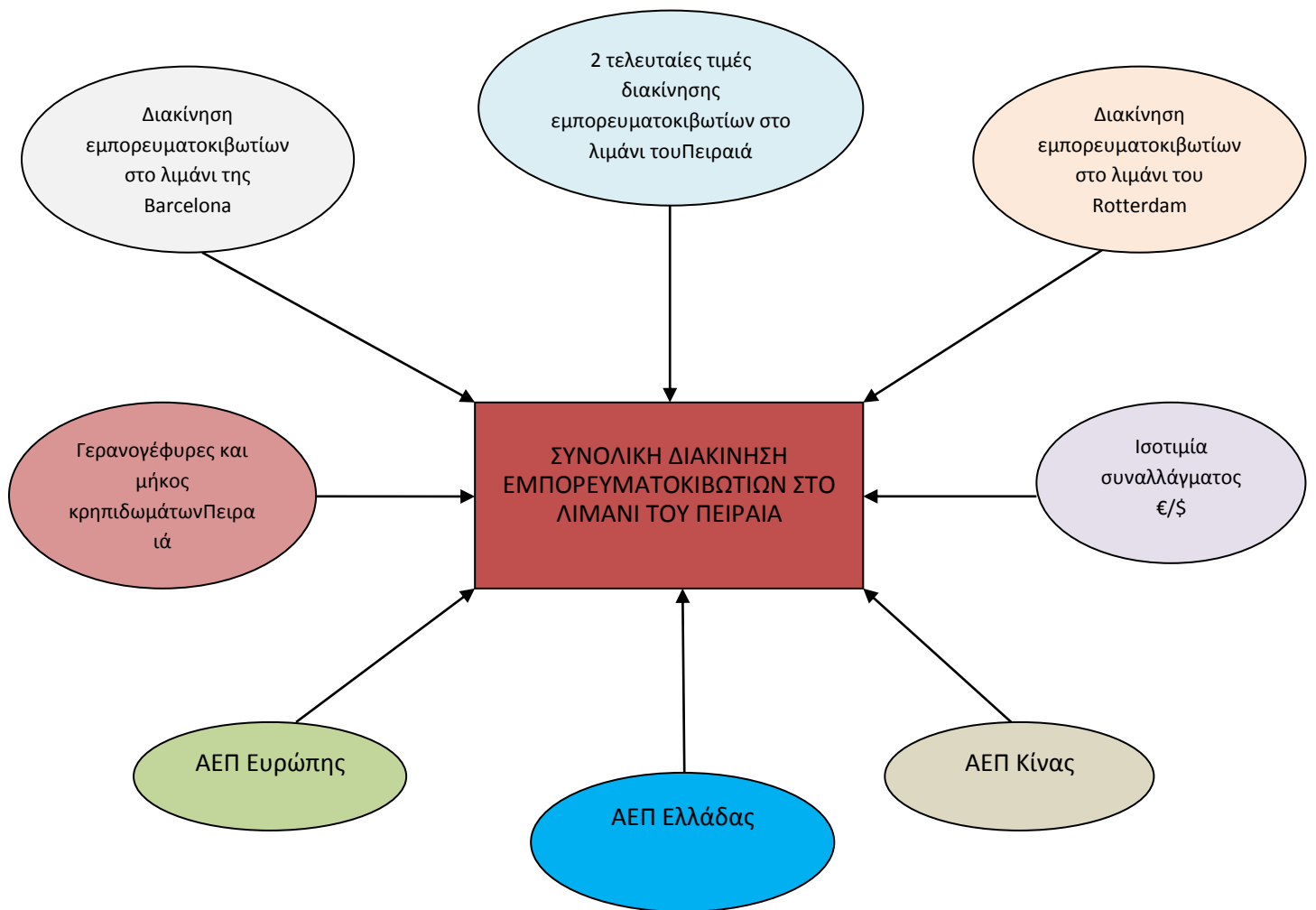
->ΑΕΠ Ελλάδας: μακροοικονομικό μέγεθος που φανερώνει τα επίπεδα δραστηριότητας της χώρας και ορίζει το επίπεδο της οικονομικής δραστηριότητας στη χώρα.

->ΑΕΠ Ευρώπης :μακροοικονομικό μέγεθος που φανερώνεται επίπεδο της οικονομικής δραστηριότητας στην Ευρώπη. Αποτελεί σύνθεση πολλών επιμέρους ΑΕΠ, και φανερώνει την τάση που υπάρχει σε ευρύτερο επίπεδο.

-> ΑΕΠ Κίνας :μακροοικονομικό μέγεθος που φανερώνει τα επίπεδα δραστηριότητας της χώρας και ορίζει το επίπεδο της οικονομικής δραστηριότητας στη χώρα. Το ΑΕΠ της μεγαλύτερης ανερχόμενης δύναμης σίγουρα έχει αντίκτυπο και στις οικονομίες άλλων κρατών, ειδικά αυτών που βασίζονται στην ναυτιλία όπως η Ελλάδα.

->Γερανογέφυρες και μήκος κρηπιδωμάτων του λιμένος Πειραιά : οι δύο αυτές μεταβλητές αποτυπώνουν το μέγεθος του μηχανολογικού εξοπλισμού που χρησιμοποιεί το λιμάνι του Πειραιά στο αντίστοιχο μήκος κρηπιδωμάτων, προκειμένου να ανταποκριθεί στην συνολική διακίνηση container. Αποτελούν δηλαδή δείκτες παραγωγικότητας του λιμανιού (συνηθέστερα ως TEUs/γερανογέφυρες και TEUs/μήκος κρηπιδωμάτων).

->Ισοτιμία συναλλάγματος : στοιχείο που δείχνει το κατά πόσο ωφέλιμες είναι οι εισαγωγές container στο λιμάνι του Πειραιά.



Εικόνα 20 : Μοντελοποίηση διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Πειραιά

5.4 Επίλογος

Η χρήση του δικτύου όπως προέκυψε από την έρευνα, έδωσε ικανοποιητική ερμηνεία και πρόβλεψη, χρησιμοποιώντας εσωτερικές μη γραμμικές σχέσεις μονάδων που λόγω πολυπλοκότητας δε μπορεί να τυποποιήσει ο άνθρωπος. Αυτή είναι η δύναμη και η αδυναμία ταυτόχρονα του νευρωνικού συστήματος. Μπορεί να δομήσει ιδιαίτερα σύνθετες σχέσεις που όμως δεν συνδέονται με κάποια θεωρία (τουλάχιστον όχι εμφανώς και σε πρώτη ανάγνωση). Παρ' όλα αυτά η ιδιαίτερη ικανότητα των τεχνητών νευρωνικών δικτύων να δίνουν λύσεις όπου η πολυπλοκότητα ξεπερνάει το όριο της αντίληψης, τα καθιστούν ιδανικούς υποψήφιους ερμηνείας και πρόβλεψης. Όσο μάλλον το κόστος επεξεργασίας πέφτει και ταυτόχρονα η διάθεση δεδομένων γίνεται όλο και απλούστερη υπόθεση, θα κερδίζουν έδαφος σε επιστήμες της συμπεριφοράς και της ψυχολογίας.

Τέτοιες επιρροές έχει και ο χώρος της ναυτιλίας. Μία πτυχή αυτής είναι και το ζήτημα που εξετάστηκε στην συγκεκριμένη διπλωματική. Συνεπώς αυξάνεται ο βαθμός διείσδυσης της τεχνητής ευφυΐας μέρα με τη μέρα. Το βασικότερο όλων σε μια τέτοια προσέγγιση είναι να γίνονται αντιληπτά τα όρια αυτής. Ασύμμετρη πληροφόρηση, αστάθμητα γεγονότα, έκτακτες παρεμβάσεις και κρίσιμες καταστάσεις είναι στοιχεία που ένα νευρωνικό δίκτυο θα δυσκολευτεί πολύ να προβλέψει ενώ θα το κάνει με μεγαλύτερη ευκολία ένας πολιτικός – οικονομικός αναλυτής. Θα μπορέσει όμως να ανιχνεύσει αυτοβούλως και με μοναδικό τρόπο κάθε είδους περίεργη και μη γραμμική συσχέτιση κρύβουν τα δεδομένα, αρκεί να του δοθούν οι κατάλληλες πληροφορίες

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Havenga, J. H. (2013). Forecasting South African Containers For International Trade.
- 2) Weimar-Rasmussen, H. 2010.
- 3) Brooks, M. R. (2014). internationaltransportforum.org.
- 4) eia.gov. (2015).
- 5) iaphworldports.org. (2015).
- 6) maersk.com. (2015).
- 7) oecd.org. (2015).
- 8) portdebarcelona.cat. (2015).
- 9) portofrotterdam. (2015).
- 10) transportationfortomorrow.com. (2015).
- 11) unctad.org. 2013.
- 12) Διαμαντάρας, Κ. (2011). Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα.
- 13) Ζαχαριουδάκης, Π. Γ. (2007). Ανάπτυξη εργαλείων λήψης αποφάσεων στην ναυτιλία.
- 14) Ιωακείμογλου, Η. (2008). Η ελληνική οικονομία 1960-2007.
- 15) Μητράκος, Ε. (2014). Κριτική Προσέγγιση των Μορφών Διοίκησης.
- 16) Παπαδάκης, Μ. (2012). Ο πληθυσμός της Ελλάδας.
- 17) Ρεφανίδης, Γ. (2011). Νευρωνικά Δίκτυα.
- 18) Σπερδόκλης, Σ. (2015). Μοντέλα διαχείρισης τερματικών σταθμών εμπορευματοκιβωτίων.

19) bankofgreece.gr (2015)

20) olp.gr. (2015).

21) pct.com.gr. (2015).