

Μοντελοποίηση της
παρεμπόδισης νέων τεχνολογιών
από ομάδες ιδιωτικών
συμφερόντων με νευρο-ασαφείς
μεθόδους

Neuro-fuzzy modeling of the anti-technology
collective action of private groups

5/12/2013

Πολυτεχνείο Κρήτης, Σχολή Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης
Τσακαλάκη Αικατερίνη

Ευχαριστίες

Πρώτα από όλους, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κύριο Ατσαλάκη Γεώργιο για την αμέριστη και συνεχή καθοδήγηση, βοήθεια και στήριξη στην πορεία της διεκπεραίωσης της μεταπτυχιακής αυτής εργασίας, καθώς και τα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς επιτροπής, κύριο Ζοπουνίδη Κωνσταντίνο και κύριο Δούμπο Μιχάλη. Έπειτα, ευχαριστώ από καρδιάς την οικογένεια μου που είναι στο πλάι μου όλα αυτά τα χρόνια και μου συμπαραστέκεται ηθικά και οικονομικά ώστε να μπορέσω να πραγματοποιήσω τα όνειρα και τους στόχους μου. Ειδικά, ευχαριστώ τον πατέρα μου Γιάννη που μου δίνει παραδείγματα προς μίμηση στη ζωή και αξίες και τον αδερφό μου Γιώργο που ήταν πάντα δίπλα μου σε όλα τα προβλήματα που αντιμετώπιζα κατά την εκπόνηση της μεταπτυχιακής εργασίας όσον αφορά τον προγραμματισμό σε Matlab. Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στους φίλους και τις φίλες μου που με βοήθησαν με κάθε τρόπο και υπήρξαν δίπλα μου στις καλές και κακές στιγμές όλο αυτό το διάστημα εκπόνησης της μεταπτυχιακής εργασίας και ιδιαίτερα στον Χρήστο, ο οποίος ήταν συνεχώς δίπλα μου, με βοηθούσε και με εμπύχωνε.

Αυτή η μεταπτυχιακή διατριβή είναι αφιερωμένη εξαιρετικά στη μητέρα μου Στέλλα, η οποία μου έδωσε ένα τεράστιο λόγο να εκτιμάω τη ζωή και να αντιμετωπίζω όλα τα προβλήματα με θάρρος, δύναμη και χαμόγελο, διότι αν υπάρχει υγεία είναι όλα εφικτά! Σε αγαπάω πάρα πολύ μανούλα!

Περίληψη

Σε όλες τις κοινωνίες, κατά τη διάρκεια διάφορων ιστορικών περιόδων, διαφαίνεται ότι η υιοθέτηση νέων τεχνολογιών και η προσαρμογή των κοινωνιών αυτών σε αυτές τις νέες τεχνολογίες, αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για τη βελτίωση του ρυθμού οικονομικής μεγέθυνσής τους και κατ'επέκταση την ευημερία της κοινωνίας. Παρόλα αυτά, η ύπαρξη διαφόρων ομάδων ιδιωτικών συμφερόντων οι οποίες λειτουργούν με τη μορφή συντεχνιών, λόμπυ, καρτέλ, συμπαιγνιών και τα λοιπά, εμποδίζουν την είσοδο και υιοθέτηση των νέων τεχνολογιών, με αποτέλεσμα να επιβραδύνεται τόσο ο ρυθμός οικονομικής μεγέθυνσης όσο και η οικονομική ανάπτυξη αυτών των κοινωνιών. Αυτή η διαπίστωση οδηγεί στην ανάγκη να εξεταστεί στην παρούσα μεταπτυχιακή εργασία το μέγεθος της επίδρασης της δράσης αυτών των ιδιωτικών ομάδων στην υιοθέτηση νέων τεχνολογιών. Η προτεινόμενη μεταπτυχιακή εργασία θα μοντελοποιήσει, μέσω της ανάπτυξης ενός νεύρο-ασαφούς συστήματος, τις επιπτώσεις από τη δράση των ομάδων ιδιωτικών συμφερόντων σε σχέση με την προσαρμογή των κοινωνιών σε καινοτομίες και κατ'επέκταση το αποτέλεσμα που έχουν αυτές οι επιπτώσεις στην οικονομική ανάπτυξη των κοινωνιών αυτών. Ως εισόδοι για την μοντελοποίηση χρησιμοποιούνται η παραγωγικότητα του προσωπικού, οι άμεσες ξένες επενδύσεις και οι τιμές καταναλωτών και ως έξοδος η ανταγωνιστικότητα της οικονομίας. Η αύξηση των τιμών των δύο πρώτων εισόδων και η μείωση της τρίτης εισόδου σημαίνει ότι αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της οικονομίας και επομένως, η επιβράδυνση στην υιοθέτηση νέων τεχνολογιών, εξαιτίας της δράσης των ομάδων ιδιωτικών συμφερόντων, μειώνεται. Το μοντέλο εφαρμόστηκε στην Ελλάδα, τη Γαλλία, την Ιταλία, την Ισπανία, την Πορτογαλία και τη Γερμανία.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	1
1.1 Τα ερωτήματα του Mancur Olson	1
1.2 Η λογική του Mancur Olson και η άποψη του Μαυρογορδάτου	1
1.3 Οι επιπτώσεις της λογικής του Mancur Olson	5
1.4 Οι αναπτυγμένες δημοκρατίες μετά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο	11
1.5 Ενοποίηση επικρατειών και εξωτερικό εμπόριο	12
1.6 Ανισότητα, διακρίσεις και ανάπτυξη	15
1.7 Στασιμοπληθωρισμός, ανεργία και επιχειρηματικοί κύκλοι: Μια εξελικτική προσέγγιση της μακροοικονομικής	17
1.8 Η σχέση κομμάτων και οργανώσεων ειδικών συμφερόντων στην Ελλάδα	21
2. Θεωρητικό υπόβαθρο	26
2.1 Ασαφής λογική (Fuzzy Logic)	26
2.1.1 Ιστορία	26
2.1.2 Ασαφή σύνολα	27
2.1.3 Συνεπαγωγές	27
2.1.4 Προσεγγιστικός συλλογισμός	28
2.1.5 Ασαφείς ελεγκτές	28
2.1.6 Ασαφοποίηση εισόδων	29
2.1.7 Μηχανισμός συμπερασμού	29
2.1.8 Αποασαφοποίηση εξόδων	31
2.1.9 Ανάλυση κανόνων	31
2.1.10 Συναρτήσεις συμμετοχής	32
2.2 Νευρωνικά Δίκτυα (Neural Networks)	32
2.2.1 Ιστορία	33
2.2.2 Η Δομή-Σύντομη Περιγραφή	33
2.2.3 Συναρτήσεις Ενεργοποίησης	35
2.2.4 Αρχιτεκτονικές Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων	35
2.2.5 Εκπαίδευση-Μάθηση	36
2.3 Νεύρο-ασαφή συστήματα (υβριδικά συστήματα)	38
2.3.1 Χρήσιμες Πληροφορίες	38
2.4 Προσαρμοστικό νεύρο-ασαφές σύστημα εξαγωγής συμπεράσματος (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System-ANFIS)	44
2.4.1 Η αρχιτεκτονική του ANFIS	44
2.4.2 Υβριδικός αλγόριθμος εκπαίδευσης	49

2.4.3 Εκτιμητής ελαχίστων τετραγώνων (least-squares estimator).....	49
2.4.4 Οπισθοδρόμηση για πρώσο-τροφοδοτούμενα δίκτυα	51
2.4.5 Συνδυασμός βαθμωτής ελαχιστοποίησης και εκτιμητή ελαχίστων τετραγώνων .	57
2.4.6 Περιορισμοί του ANFIS.....	60
3. Σχετική βιβλιογραφία και έρευνα όσον αφορά τις ομάδες ειδικών συμφερόντων και τις προβλέψεις με τη μέθοδο ANFIS	60
3.1 Ομάδες ειδικών συμφερόντων	61
3.2 Καρτέλ	61
3.3 Πρόβλεψη καρτέλ	63
3.4 Πρόβλεψη ανταγωνιστικότητας.....	64
3.5 Πρόβλεψη παραγωγικότητας προσωπικού	65
3.6 Πρόβλεψη τιμών καταναλωτών.....	65
3.7 Πρόβλεψη άμεσων ξένων επενδύσεων.....	65
4. Επεξήγηση της επιλογής συγκεκριμένων μεταβλητών ως εισόδους και εξόδους του ANFIS	66
4.1 Ερμηνεία των μεταβλητών που επιλέχθηκαν ως εισοδοι και έξοδοι για κάθε χώρα ..	68
4.1.1 Ελλάδα.....	69
4.1.2 Γαλλία	72
4.1.3 Ιταλία	76
4.1.4 Ισπανία	80
4.1.5 Πορτογαλία	84
4.1.6 Γερμανία.....	88
5. Αποτελέσματα από τη χρήση της μεθοδολογίας ANFIS	92
5.1 Ελλάδα.....	94
5.2 Γαλλία.....	96
5.3 Ιταλία.....	99
5.4 Ισπανία	102
5.5 Πορτογαλία	105
5.6 Γερμανία.....	108
6. Εξαγωγή σφαλμάτων για κάθε μία από τις έξι χώρες	111
7. Συμπεράσματα-Μελλοντική Έρευνα.....	113
8. Βιβλιογραφία.....	116
8.1 Ελληνόγλωσση.....	116
8.2 Ξενόγλωσση.....	117

1. Εισαγωγή

1.1 Τα ερωτήματα του Mancur Olson

Στο βιβλίο του με τίτλο 'Η άνοδος και η παρακμή των εθνών' (2007), ο συγγραφέας Mancur Olson επιχειρεί να εξηγήσει την άνοδο και την παρακμή διάφορων πολιτισμών και να συσχετίσει αυτή την άνοδο ή την παρακμή αντίστοιχα με τη δράση συντεχνιών στις κοινωνίες αυτές. Παρατηρεί, λοιπόν, ότι οι μεγάλες πόλεις των βορειοανατολικών και των παλαιότερων μεσοδυτικών πολιτειών έχουν παρακμάσει σημαντικά, ενώ οι περισσότερες πολιτείες στη Δύση και στο Νότο έχουν αναπτυχθεί τάχιστα και αναφέρει ότι αυτή η αλλαγή και μεταστροφή στην ευημερία δεν έχει εξηγηθεί ικανοποιητικά από άλλους συγγραφείς ή επιστήμονες. Ερωτήματα που απασχολούν τον συγγραφέα είναι το γιατί εμφανίζεται ακούσια ανεργία και κάποιες φορές πλήττει μεγάλο τμήμα του πληθυσμού μιας χώρας, όπως και το γιατί κάποιες κοινωνίες είναι ανεπίδεκτες διακυβέρνησης με την έννοια ότι οι κυβερνήσεις σε ορισμένες χώρες είτε δεν κυβέρνησαν είτε δεν έλεγξαν τις κοινωνίες τους τόσο καλά όσο στο παρελθόν.

Πολλές απόψεις έχουν διατυπωθεί σχετικά με αυτά τα ερωτήματα που προβληματίζουν τον συγγραφέα, όπως ότι η γρήγορη οικονομική μεγέθυνση στη Δυτική Γερμανία και τη μεταπολεμική Ιαπωνία οφείλεται στην ανοικοδόμηση των χωρών αυτών με τις τελευταίες τεχνολογίες και καινοτομίες αφού η βιομηχανία και ο εξοπλισμός τους καταστράφηκαν κατά τη διάρκεια του πολέμου και στην εργατικότητα των ατόμων. Αντίθετα, η αργή οικονομική μεγέθυνση της Μεγάλης Βρετανίας αποδίδεται στη διάθεση των Βρετανών γιασχόλη, στην αντίσταση στην αλλαγή και στην απουσία συνεργασιμότητας των βρετανών εργατών, στη δύναμη των εργατικών συνδικάτων και στην έλλειψη βούλησης για επιχειρηματικές ενέργειες σχετικές με καινοτομία. Όλες αυτές οι απόψεις έχουν ως κοινό χαρακτηριστικό το γεγονός ότι τονίζουν κάποιο διακριτικό γνώρισμα που υποτίθεται ότι έχει κάθε κοινωνική τάξη και καταλήγουν να είναι ad hoc εξηγήσεις και συνεπώς μη επαρκείς. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι κάθε χώρα, κάθε ιστορική περίοδος και κάθε άνθρωπος εν γένει είναι μοναδικοί ποικιλοτρόπως οπότε δεν μπορεί να συμπεράνει κανείς ότι υπάρχει κάποια αιτιώδης σχέση ανάμεσα σε μια κατάσταση, όπως είναι ο υψηλός ρυθμός οικονομικής μεγέθυνσης, και σε ένα διακριτικό γνώρισμα και έτσι κάθε εξήγηση πρέπει να ταιριάζει σε στοιχεία ή παρατηρήσεις εκτός από εκείνα από τα οποία προκύπτει. Επομένως, μια εξήγηση αρχίζει να είναι πειστική όταν έχει 'ισχύ', δηλαδή εξηγεί μεγάλο αριθμό φαινομένων, όταν εξηγεί ποικίλα είδη γεγονότων οπότε μια τέτοια εξήγηση ή θεωρία έχει, κατά τον William Whewell (αναφορά από Mancur Olson, σελ. 41), 'σύναμμα' και όταν τα εξηγεί με 'φειδώ'.

1.2 Η λογική του Mancur Olson και η άποψη του Μαυρογορδάτου

Στο βιβλίο του, ο Mancur Olson αναφέρει ότι θεωρείται δεδομένο πολλές φορές το γεγονός ότι μια ομάδα που αποτελείται είτε από άτομα είτε από επιχειρήσεις έχει την

τάση να θέλει να προωθήσει κάποιο κοινό συμφέρον, εφόσον αυτό το κοινό συμφέρον το έχουν όλοι σε αυτή την ομάδα. Παρόλα αυτά, αν αυτές οι ομάδες έρθουν αντιμέτωπες με μονοπώλια τα οποία καταστρέφουν τα συμφέροντά τους τότε θα οργανωθούν σε συνδικάτα, όπως είναι τα εργατικά συνδικάτα και σε οργανώσεις, όπως είναι οι αγροτικές οργανώσεις. Άρα, όταν το συμφέρον είναι κοινό στην ομάδα τότε το όφελος από οποιαδήποτε θυσία κάνει ένα άτομο για να εξυπηρετήσει αυτό το συμφέρον μοιράζεται με τον καθένα στην ομάδα. Οπότε, με αυτό τον τρόπο κάθε άτομο λαμβάνει μόνο ένα μικρό μερίδιο του οφέλους από όποιες θυσίες πραγματοποιεί, με αποτέλεσμα ακόμη και εκείνα τα άτομα που δεν συνεισφέρουν τίποτα να λάβουν τα ίδια οφέλη με τα άτομα που συνεισέφεραν στην επιτυχία κάποιου σκοπού ή στην εξυπηρέτηση κάποιων συμφερόντων. Επακόλουθο είναι ότι, κάτω από αυτές τις συνθήκες, μεγάλες ομάδες αποτελούμενες από ορθολογικά άτομα δεν θα δράσουν για το συμφέρον της ομάδας τους.

Ο Μαυρογορδάτος (1998) αναφέρει ότι, σε αντίθεση με τα κόμματα τα οποία επιδιώκουν να κατακτήσουν και να ασκήσουν την εξουσία, οι ομάδες πίεσης επιδιώκουν μόνο να επηρεάσουν την εξουσία. Επίσης, τόσο ο φιλελευθερισμός όσο και ο μαρξισμός υποστηρίζουν ότι οι επαγγελματικές οργανώσεις είναι πρωταρχική μορφή οργάνωσης των κοινωνικών τάξεων και δέχονται την ύπαρξη της κοινωνίας των πολιτών (civil society), η οποία αποτελείται πρωτίστως από τις επαγγελματικές οργανώσεις. Ο πλουραλισμός είναι ένα σύστημα, το οποίο συγκροτείται από πολλές, μη υποχρεωτικές, ανταγωνιστικές, μη ιεραρχημένες οργανώσεις που δεν έχουν κάποια αναγνώριση, έλεγχο ή οικονομική ενίσχυση από το Κράτος ούτε κάποια μονοπωλιακή ισχύ. Από την άλλη, ο κορπορατισμός είναι ένα σύστημα, το οποίο συγκροτείται από συγκεκριμένες, υποχρεωτικές, μη ανταγωνιστικές, ιεραρχημένες οργανώσεις που έχουν κάποια αναγνώριση, έλεγχο ή οικονομική ενίσχυση από το Κράτος και διαθέτουν κάποια μονοπωλιακή ισχύ. Ο Offe (1981) αναλύει τις τέσσερις πτυχές στήριξης των οργανώσεων από το Κράτος, δηλαδή σε τι βαθμό το εύρος εκπροσώπησης τους προσδιορίζεται από το Κράτος, σε τι βαθμό η εσωτερική λειτουργία τους ρυθμίζεται από το Κράτος, σε τι βαθμό οι πόροι τους παρέχονται από το Κράτος με τη μορφή επιδοτήσεων, αναγκαστικής εγγραφής των μελών, φοροαπαλλαγών ή πρόσβασης στα κρατικά μέσα ενημέρωσης και σε τι βαθμό δίνεται σε αυτές από το Κράτος αναγνώριση, άδεια, θεσμικός ρόλος ή δικαίωμα αυτοδιοίκησης. Επιπρόσθετα, ο Schmitter (1979) διαχώρισε τον κρατικό από τον κοινωνικό κορπορατισμό, λέγοντας ότι ο κρατικός κορπορατισμός σχεδιάζεται και επιβάλλεται από το Κράτος, ενώ ο κοινωνικός κορπορατισμός προκύπτει αυτόνομα από την ίδια την κοινωνική εξέλιξη. Ο συγγραφέας παραθέτει στο βιβλίο και τον όρο της 'οργανωτικής πυκνότητας', η οποία σημαίνει το ποσοστό μελών μιας οργάνωσης στο σύνολο των δυνητικών μελών της, δηλαδή όσων υποτίθεται ότι εκπροσωπεί.

Στο βιβλίο 'Η λογική της συλλογικής δράσης' του Mancur Olson, αναφέρεται ότι οι υπηρεσίες οργανώσεων, όπως οι αγροτικές οργανώσεις, τα καρτέλ, τα λόμπι, οι επαγγελματικές ενώσεις και τα εργατικά σωματεία προσφέρουν τις υπηρεσίες τους σε όλους όσους ανήκουν σε αυτές και από αυτή την άποψη παραλληλίζονται με τις

κυβερνήσεις. Συγκεκριμένα, τα λόμπι και οι κοινοπραξίες ομοειδών επιχειρήσεων (καρτέλ) δημιουργούν συλλογικά αγαθά για όλα τα μέλη τους όταν πετυχαίνουν υψηλότερες τιμές ή μισθούς και όταν πετυχαίνουν κάποια αλλαγή στη νομοθεσία. Εφόσον τα άτομα που υπάρχουν σε αυτές τις ομάδες σκέφτονται, δρουν και συμπεριφέρονται ορθολογικά, τότε υπάρχει κάτι άλλο πέραν των συλλογικών αγαθών που προσφέρουν οι οργανώσεις αυτές, το οποίο εξηγεί την ύπαρξή τους.

Σύμφωνα με το συγγραφέα, επιλεκτικό κίνητρο είναι το κίνητρο κάθε ατόμου μιας ομάδας ή οργάνωσης, βάσει του οποίου επιλέγουν εάν θα συμμετέχουν ή όχι στην πρόνοια για το συλλογικό αγαθό. Αυτό το κίνητρο μπορεί να είναι είτε θετικό είτε αρνητικό. Αρνητικό επιλεκτικό κίνητρο είναι μια τιμωρία ή μια απώλεια που απευθύνεται σε εκείνα τα άτομα τα οποία δεν βοηθούν στην πρόνοια του συλλογικού αγαθού, όπως για παράδειγμα οι επιβολές προστίμων πέραν των φόρων σε όσους δεν έχουν πληρώσει τους φόρους τους. Θετικό επιλεκτικό κίνητρο είναι για παράδειγμα οι εισφορές που πληρώνουν τα μέλη διάφορων οργάνωσεων και οι οποίες είτε περιλαμβάνονται σε ασφάλιστρα που πληρώνουν τα μέλη σε συνεταιριστικές ασφαλιστικές εταιρείες είτε εκπίπτουν αυτομάτως από τα 'επικουρικά μερίσματα' ('patronage dividends') των οργάνωσεων αυτών. Θετικά επιλεκτικά κίνητρα δημιουργούνται στα άτομα και τους δίνουν το κίνητρο να συμμετέχουν ενεργά στις όποιες παρασκηνακές δράσεις και προσπάθειες πραγματοποιούν οι οργανώσεις στις οποίες ανήκουν, ώστε να προωθήσουν τα συμφέροντά τους, όπως οι δικαστικές διενέξεις των οργάνωσεων και η δημοσιότητα και άλλες πληροφορίες που προκύπτουν από την πολιτική δραστηριότητα των οργάνωσεων. Άλλη περίπτωση θετικού επιλεκτικού κινήτρου είναι η απόδοση σεβασμού και τιμής σε όσα μέλη της ομάδας θυσιάζονται προς όφελος της ομάδας.

Τα κοινωνικά επιλεκτικά κίνητρα, ενώ είναι ισχυρά και ανέξοδα, είναι διαθέσιμα σε συγκεκριμένες περιπτώσεις και περιορίζονται από την κοινωνική ετερογένεια κάποιων από τις ομάδες που ωφελούνται από κάποιο συλλογικό αγαθό. Δηλαδή, αυτή η ετερογένεια εμποδίζει την κοινωνική αλληλεπίδραση, η οποία απαιτείται για να απολαύσουν τα άτομα επιλεκτικά κίνητρα, ακόμη και όταν ο αριθμός των εμπλεκόμενων ατόμων είναι μικρός και εμποδίζει, επίσης, τη συμφωνία των ατόμων όσον αφορά τη φύση οποιουδήποτε συλλογικού αγαθού. Ας σημειωθεί ότι, όταν υπάρχει κοινωνική ομοιογένεια, τότε επιτυγχάνεται ευκολότερα συναίνεση ανάμεσα στα άτομα και διατίθενται ευκολότερα τα κοινωνικά επιλεκτικά κίνητρα στα άτομα, οπότε οι πολιτικοί διαχειριστές (political managers) προσπαθούν να αυξήσουν την κοινωνική ομοιογένεια μέσω της κατήχησης και της επιλεκτικής στρατολόγησης των μελών μιας ομάδας. Ωστόσο, όταν όλα τα μέλη μιας ομάδας λαμβάνουν σχεδόν τα ίδια οφέλη με εκείνο που πραγματοποιεί τις μεγαλύτερες θυσίες, τότε αυτό το μέλος δεν έχει κίνητρο να αφιερώσει αρκετό χρόνο ώστε να σκεφτεί τι συμφέρει την ομάδα. Το καλύτερο που θα μπορούσε να γίνει θα ήταν όλα τα μέλη της ομάδας να εξαναγκαστούν με κάποιο τρόπο να αφιερώνουν περισσότερο χρόνο στο να βρουν πώς θα προάγει η ομάδα με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τα συμφέροντά τους.

Είναι αναμενόμενο, επομένως, ότι άτομα σε μεγάλες ομάδες χωρίς επιλεκτικά κίνητρα παρέχουν με τη θέλησή τους συλλογικά αγαθά όταν το κόστος μιας τέτοιας παροχής είναι πολύ μικρό και δεν τα παρέχουν όταν το κόστος αυτό είναι πολύ μεγάλο. Ένα άτομο που σκέφτεται και δρα ορθολογικά, συλλογίζεται τι θα πετύχει εάν πραγματοποιήσει διάφορες θυσίες, όπως προσφορά χρημάτων ή αφιέρωση προσωπικού χρόνου και διαπιστώνει ότι όταν ανήκει σε μια μεγάλη ομάδα, τότε η συνεισφορά του δεν επιφέρει κάποια μεγάλη διαφορά στην ποσότητα του συλλογικού αγαθού που παρέχεται. Ως παράδειγμα, παρατίθεται η περίπτωση δύο επιχειρήσεων ίσου μεγέθους σε έναν κλάδο, για τις οποίες συλλογικά αγαθά που παρέχονται είναι η ευνοϊκή νομοθεσία και η υψηλότερη τιμή των προϊόντων του κλάδου, οπότε εφόσον εδώ υπάρχουν μόνο δύο επιχειρήσεις και η αναλογία κόστους-οφέλους από τη συλλογική δράση είναι αρκετά ευνοϊκή, τότε υπάρχει δράση για το συλλογικό συμφέρον ακόμη και χωρίς επιλεκτικά κίνητρα. Άρα, αφού υπάρχει αλληλεξάρτηση επιχειρήσεων ή ατόμων κάποιας ομάδας, με την έννοια ότι όταν κάποιο άτομο ή επιχείρηση δρα οφείλει να λαμβάνει υπόψη τις επιπτώσεις των επιλογών του στις επιλογές των υπολοίπων, τότε υπάρχει κίνητρο ώστε να διαπραγματευτούν μεταξύ τους για πιθανά αμοιβαία πλεονεκτήματα. Εφόσον το κόστος αυτής της διαπραγμάτευσης είναι μικρό, τα άτομα ή οι επιχειρήσεις συνεχίζουν να διαπραγματεύονται μέχρι να μεγιστοποιηθεί το όφελος για αυτούς, το γνωστό βέλτιστο για την ομάδα αποτέλεσμα (group-optimal outcome) ή 'βέλτιστο κατά Pareto'. Παρόλα αυτά, μια διαπραγμάτευση ενδέχεται να αποτύχει είτε να καταλήξει σε συμφωνία για συλλογική δράση είτε να καταλήξει σε ένα βέλτιστο για την ομάδα αποτέλεσμα και οφείλεται στο γεγονός ότι κάθε επιχείρηση ή άτομο επιθυμεί το μεγαλύτερο μερίδιο από τα ομαδικά οφέλη, οπότε ενδέχεται να απειλήσει ότι θα παρεμποδίσει ή θα υποσκάψει τη συλλογική δράση, δηλαδή θα 'αρνηθεί τη συγκατάθεση' ('holdout') εφόσον δεν λάβει το μερίδιο που επιθυμεί.

Επομένως, όσο μεγαλώνει ο αριθμός των ατόμων ή των επιχειρήσεων που ωφελούνται από κάποιο συλλογικό αγαθό, τόσο μικραίνει το μερίδιο του οφέλους που λαμβάνει κάθε άτομο ή επιχείρηση μεμονωμένα λόγω της δράσης και των θυσιών που πραγματοποιεί. Εφόσον, λοιπόν, δεν υπάρχουν επιλεκτικά κίνητρα τότε το κίνητρο για ομαδική δράση μειώνεται όσο αυξάνεται το μέγεθος της ομάδας, οπότε οι μεγάλες ομάδες ενεργούν λιγότερο για το κοινό τους συμφέρον σε σχέση με τις μικρές ομάδες. Εάν πάλι υπάρχουν επιλεκτικά κίνητρα, τότε είναι πιο πιθανό τα άτομα ή οι επιχειρήσεις να δράσουν συλλογικά για να αποκτήσουν κάποια συλλογικά αγαθά σε σχέση με τις περιπτώσεις ατόμων ή επιχειρήσεων όπου δεν υπάρχουν επιλεκτικά κίνητρα. Γενικά, οι οργανωμένες ομάδες έχουν πρόσβαση σε επιλεκτικά κίνητρα, όπως οι εργατικές οργανώσεις οι οποίες επιδέχονται εξαναγκασμό μέσω πικετοφορίας και οι οποίες έρχονται σε αντίθεση με τους καταναλωτές, τους ανέργους, τους φορολογούμενους και τους έχοντες χαμηλά εισοδήματα που δεν ανήκουν σε αντίστοιχες οργανώσεις.

1.3 Οι επιπτώσεις της λογικής του Mancur Olson

Στο βιβλίο του 'Η άνοδος και η παρακμή των εθνών' (2007) ο Mancur Olson καταγράφει τις επιπτώσεις της λογικής που αναπτύσσει και αυτές παρατίθενται αυτούσιες παρακάτω:

1. Δεν θα υπάρχουν χώρες που πραγματώνουν συμμετρική οργάνωση όλων των ομάδων με ένα κοινό συμφέρον και εξ αυτού επιτυγχάνουν βέλτιστα αποτελέσματα μέσω εκτενούς διαπραγμάτευσης.
2. Σταθερές κοινωνίες με αμετάβλητα σύνορα τείνουν να συσσωρεύουν περισσότερες συμπαιγνίες και οργανώσεις συλλογικής δράσης με την πάροδο του χρόνου.
3. Μέλη 'μικρών' ομάδων έχουν δυσανάλογη οργανωτική ισχύ συλλογικής δράσης και αυτή η δυσαναλογία φθίνει αλλά δεν εξαφανίζεται με την πάροδο του χρόνου σε σταθερές κοινωνίες.
4. Συνολικά, οργανώσεις ειδικών συμφερόντων και συμπαιγνίες μειώνουν την αποδοτικότητα και το αθροιστικό εισόδημα στις κοινωνίες εντός των οποίων δρουν και κάνουν την πολιτική πιο διχαστική.
5. Οι συσσωματικές οργανώσεις έχουν κάποιο κίνητρο να καθιστούν την κοινωνία εντός της οποίας λειτουργούν πιο ευημερούσα, και ένα κίνητρο να αναδιανέμουν εισόδημα στα μέλη τους με όσο το δυνατό λιγότερο υπερβάλλον βάρος, και να παύουν μια τέτοια αναδιανομή αν η ποσότητα που αναδιανέμεται δεν είναι σημαντική σε σχέση με το κοινωνικό κόστος της αναδιανομής.
6. Οι διανεμητικές συσπειρώσεις λαμβάνουν αποφάσεις πιο αργά από τα άτομα και τις επιχειρήσεις από τις οποίες αποτελούνται, τείνουν να έχουν υπερφορτωμένες ημερήσιες διατάξεις και υπερφορτωμένα τραπέζια διαπραγμάτευσης, και ρυθμίζουν πιο συχνά τιμές παρά ποσότητες.
7. Οι διανεμητικές συσπειρώσεις επιβραδύνουν την ικανότητα μιας κοινωνίας να υιοθετεί νέες τεχνολογίες και να ανακατανέμει πόρους ανταποκρινόμενη σε μεταβαλλόμενες συνθήκες, και δι'αυτού μειώνουν τον ρυθμό της οικονομικής μεγέθυνσης.
8. Οι διανεμητικές συσπειρώσεις, άπαξ είναι αρκετά μεγάλες για να πετύχουν, είναι αποκλείουσες και επιζητούν να περιορίσουν την ποικιλομορφία εισοδημάτων και αξιών του σώματος των μελών τους.
9. Η συσσώρευση διανεμητικών συσπειρώσεων αυξάνει την πολυπλοκότητα της ρύθμισης, τον ρόλο της κυβέρνησης και την πολυπλοκότητα των αντιλήψεων, και αλλάζει την κατεύθυνση της κοινωνικής εξέλιξης.

Όσον αφορά την πρώτη επίπτωση, αυτή σχετίζεται με το αν μια κοινωνία μπορεί, μέσω διαπραγμάτευσης ομάδων ή οργανώσεων, να οργανωθεί και να λειτουργήσει με τον ίδιο τρόπο που θα το έκανε μια ορθολογική ή αποδοτική οικονομία. Έτσι, συμφέρει τις οργανωμένες ομάδες να επιλέξουν πολιτικές, οι οποίες μπορεί να μην ωφελούν την κοινωνία συνολικά, αλλά ωφελούν τις ίδιες αφού το κόστος αυτών των πολιτικών μοιράζεται δυσανάλογα στις ομάδες που δεν είναι οργανωμένες, όπως οι

άνεργοι, οι καταναλωτές, οι φορολογούμενοι και οι έχοντες χαμηλά εισοδήματα, οι οποίοι δεν μπορούν να διαπραγματευτούν εφόσον δεν έχουν επιλεκτικά κίνητρα ή μικρό μέγεθος ώστε να μπορέσουν να οργανωθούν.

Η δεύτερη επίπτωση έχει να κάνει με την εμφάνιση οργανώσεων συλλογικής δράσης με την πάροδο του χρόνου. Επισημαίνεται ότι ακόμα και οι μικρές ομάδες αντιμετωπίζουν δυσκολίες όταν διαπραγματεύονται, διότι κάθε πλευρά επιθυμεί να έχει το χαμηλότερο τμήμα του κόστους και πολλές φορές, κατά τη διάρκεια της διαπραγμάτευσης, έχει κίνητρο να αρνείται να συγκατατεθεί για όσο διάστημα κρίνει αναγκαίο. Πόσο μάλλον όταν υπάρχουν μεγάλες ομάδες, οι οποίες δρουν συλλογικά μόνο μέσω επιλεκτικών κινήτρων, τότε οι δυσκολίες που εμφανίζονται είναι ακόμα μεγαλύτερες και ειδικά στην περίπτωση όπου επιλεκτικό κίνητρο είναι ο εξαναγκασμός, εκτός από δυσκολίες υπάρχουν και κίνδυνοι, αφού σε κανέναν δεν αρέσει να τον εξαναγκάζουν και ο εξαναγκασμός καθίσταται εφικτός μόνο μέσω ισχυρής ηγεσίας και ευνοϊκών συνθηκών.

Δυσκολίες προκύπτουν και όταν επιλεκτικά κίνητρα είναι η κοινωνική πίεση και οι κοινωνικές ανταμοιβές. Όταν υπάρχει κοινωνική αλληλεπίδραση σε μια ομάδα ή οργάνωση, τα πράγματα δεν είναι τόσο δύσκολα, όμως πρέπει να δημιουργείται ένα πλεόνασμα για τα άτομα, το οποίο να θέλουν να το διατηρήσουν ακόμα και όταν φορολογηθούν για το κόστος του συλλογικού αγαθού. Φυσικά και διάφορες συμπληρωματικότητες, οι οποίες υπάρχουν ανάμεσα σε δραστηριότητες που προσφέρουν ένα συλλογικό αγαθό και σε δραστηριότητες που παράγουν εισόδημα μπορούν να προκύψουν ή να ανακαλυφθούν και να αξιοποιηθούν από ευρηματικούς ηγέτες.

Οι οργανώσεις συλλογικής δράσης που αναδεικνύονται και ειδικά οι μεγάλες, μπορεί να χρειάζονται αρκετό καιρό για να εμφανιστούν, αλλά άπαξ και εδραιωθούν, τότε συνεχίζουν να υπάρχουν και να επιβιώνουν μέχρι να προκύψει κάποια κοινωνική ανακατάταξη ή κάποια μορφή βίας ή αστάθειας. Άρα, όσο περνάει ο καιρός τόσο αυξάνονται οι ομάδες ή οργανώσεις που απολαμβάνουν τις ευνοϊκές συνθήκες και την πολιτική ηγεσία, οι οποίες είναι απαραίτητες για την επιτυχή οργάνωσή τους και τόσο αυξάνεται η πιθανότητα αυτές οι ομάδες ή οργανώσεις που ήδη υπάρχουν να έχουν πετύχει το μέγιστο δυναμικό τους.

Αναφορικά με την τρίτη επίπτωση, αυτή δείχνει ότι οι μικρές ομάδες είναι πιο πιθανό να οργανωθούν, ώστε να δράσουν συλλογικά και συνήθως οργανώνονται με μικρότερη καθυστέρηση σε σχέση με τις μεγάλες ομάδες.

Όσον αφορά την τέταρτη επίπτωση, λογικά μια ομάδα ή οργάνωση εξυπηρετεί τα συμφέροντά της, βοηθώντας παράλληλα την κοινωνία μέσα στην οποία ανήκει και λειτουργεί να γίνει πιο παραγωγική, κάτι το οποίο ενέχει κάποιο κόστος φυσικά. Μια ομάδα ή οργάνωση εξυπηρετεί τα μέλη της είτε κάνοντας την κοινωνία πιο αποδοτική, δηλαδή, όπως χαρακτηριστικά καταγράφεται, κάνοντας την πίτα που παράγει η κοινωνία μεγαλύτερη, ώστε τα μέλη να λάβουν μεγαλύτερα κομμάτια είτε

αποσπώντας μεγαλύτερα κομμάτια αυτής της πίτας για τα μέλη της. Γενικά, μια οργάνωση που δρα συλλογικά, ακριβώς όπως και κάποιο μέλος της, το οποίο δρα συλλογικά, ωφελεί την κοινωνία και της προσφέρει κάποιο δημόσιο αγαθό, λαμβάνοντας μόνο ένα τμήμα των κερδών από αυτές τις δράσεις, ενώ επωμίζεται όλο το κόστος αυτών των δράσεων.

Τα κέρδη από συλλογικές δράσεις αναδιανέμονται, μόνο εφόσον η μείωση στην αξία που έχει η παραγωγή μιας κοινωνίας είναι εκατό ή περισσότερες φορές μεγαλύτερη από την ποσότητα που κερδίζει κάθε μέλος μιας οργάνωσης από αυτή την αναδιανομή. Οι οργανώσεις συλλογικής δράσης αποκαλούνται ‘διανεμητικές συσπειρώσεις’ (‘distributional coalitions’), διότι εστιάζουν πολύ την προσοχή τους σε διαπληκτισμούς για τη διανομή των εισοδημάτων και του πλούτου και όχι τόσο στην παραγωγή επιπρόσθετης εκροής στην κοινωνία στην οποία ζουν και λειτουργούν. Οι οργανώσεις αυτές πετυχαίνουν την αύξηση του εισοδήματος των μελών τους και την παράλληλη μείωση της εκροής και της αποδοτικότητας της κοινωνίας μέσω παρασκευαστικής δράσης, η οποία έχει ως στόχο να γίνει αύξηση κάποιας τιμής ή να γίνει φορολόγηση κάποιων τύπων εισοδήματος σε χαμηλότερες κλίμακες από άλλα εισοδήματα. Επομένως, υπάρχει κίνητρο να μετακινηθούν επιπλέον πόροι σε κάποιο κλάδο ή δραστηριότητα που ωφελείται από υψηλότερες τιμές ή χαμηλότερους φόρους, έως ότου οι μετά φόρου αποδόσεις στην ευνοούμενη περιοχή να συμπίπτουν με εκείνες της υπόλοιπης οικονομίας. Όμως, στην περίπτωση όπου οι ευνοϊκές αυτές συνθήκες προκύπτουν λόγω νομοθεσίας ειδικών συμφερόντων, τότε οι επιπλέον πόροι προσθέτουν λιγότερο στην αξία της εκροής της κοινωνίας και οι οργανώσεις ωφελούνται λιγότερο, λαμβάνοντας μόνο το κεφαλαιακό κέρδος από τα περιουσιακά στοιχεία που εξειδικεύονται στον κλάδο που ευνοείται συν τα μεταβατικά κέρδη από τη μετακίνηση των πόρων σε εκείνη την περιοχή.

Άλλος τρόπος για να αυξηθεί το εισόδημα των μελών μιας οργάνωσης είναι μέσω σύμπραξης σε κοινοπραξία (καρτέλ), διαμέσου του οποίου τα μέλη συμφωνούν να μειώσουν την παραγωγή με σκοπό να πουλήσουν σε υψηλότερη τιμή. Σε αυτή την περίπτωση, η κοινωνία λαμβάνει μικρή αναλογία αγαθών που πωλούνται σε μονοπωλιακή τιμή και μεγάλη αναλογία αγαθών που πωλούνται σε ανταγωνιστική τιμή. Φυσικά, τα αποτελεσματικά καρτέλ δεν επιτρέπουν την είσοδο σε επιχειρήσεις οι οποίες έχουν επίσης αυξήσει την τιμή. Περιπτώσεις κατά τις οποίες μια οργάνωση επιδιώκει να αυξήσει την αποδοτικότητα της κοινωνίας είναι εκείνες όπου τα δημόσια αγαθά που παρέχει η κυβέρνηση ωφελούν κυρίως τα μέλη της οργάνωσης, δηλαδή τους αυξάνουν το εισόδημα και τους μειώνουν το κόστος, και όπου τα συλλογικά αγαθά που προσφέρει η οργάνωση στα μέλη της αυξάνουν την παραγωγική αποτελεσματικότητά τους. Έτσι, όταν οι οργανώσεις ειδικών συμφερόντων αποκτούν μεγαλύτερη σημασία και τα ζητήματα διανομής εισοδήματος μεγαλύτερη αξία, τότε η πολιτική ζωή γίνεται πιο διχαστική.

Σχετικά με την πέμπτη περίπτωση, προφανώς και μια συσσωματική οργάνωση ειδικών συμφερόντων έχει διαφορετικά κίνητρα για συλλογική δράση και ενδιαφέρεται πολύ για την παραγωγικότητα της κοινωνίας, αφού τα μέλη της έχουν άλλο βαθμό

ωφέλειας από τις θυσίες και τις προσπάθειες που καταβάλουν, σε σχέση με μια οργάνωση που εκπροσωπεί μικρό τμήμα της κοινωνίας. Μια συσσωματική οργάνωση αναλογίζεται την επίδραση που έχουν οι πολιτικές της στην αποδοτικότητα της κοινωνίας και διαπραγματεύεται με άλλες οργανώσεις, ώστε να γίνει η κοινωνία πιο παραγωγική. Παρόλα αυτά, μια οργάνωση ειδικών συμφερόντων που είναι μικρή σε σχέση με μια χώρα, μπορεί να είναι συσσωματική σε σχέση με μια επιχείρηση ή ένα κλάδο. Όσο πιο συσσωματική είναι μια οργάνωση τόσο αυξάνει η μονοπωλιακή ισχύς, και ακόμη και όταν μια οργάνωση επεκτείνεται από το επιχειρηματικό στο κλαδικό μέγεθος, υπάρχει πιθανότητα να είναι μικρή σε σχέση με τη χώρα ή την κοινωνία, οπότε δεν θα ενδιαφερθεί για την αποδοτικότητα και παραγωγικότητα της κοινωνίας. Παρατηρείται ότι, σε κάποιες χώρες υπάρχουν εργατικά ή σοσιαλιστικά κόμματα που προέκυψαν από συνδικάτα με ηγέτες, οι οποίοι, όμως, έχουν λιγότερο τοπικιστική αντίληψη, διότι έχουν ένα συσσωματικό σώμα ψηφοφόρων. Σε άλλες χώρες υπάρχουν συντηρητικά κόμματα που υποστηρίζονται από επιχειρηματικούς και επαγγελματικούς συλλόγους, ωστόσο κάποιες φορές δεν δέχονται να συμπεριφερθούν ευνοϊκά σε αυτούς τους συλλόγους ή λόμπι, διότι επιθυμούν να ωφεληθεί ένα ακμάζων εθνικό εκλογικό σώμα.

Η έκτη επίπτωση αναφέρεται στο γεγονός ότι οι οργανώσεις ειδικών συμφερόντων λαμβάνουν αποφάσεις πιο αργά από τις επιχειρήσεις ή τα μέλη από τα οποία αποτελούνται. Οι λόγοι που τις οδηγούν σε αυτή την αργή λήψη αποφάσεων είναι ότι πρέπει να χρησιμοποιήσουν είτε συναινετική διαπραγμάτευση (consensual bargaining) είτε καταστατικές διαδικασίες (constitutional procedures) είτε συνδυασμό και των δύο αυτών μεθόδων στη λήψη αποφάσεων. Όταν υπάρχει συναινετική διαπραγμάτευση, τα μέλη μιας οργάνωσης πρέπει να διαπραγματευτούν, έως ότου υπάρξει συμφωνία σχετικά με μια ενιαία σειρά δράσεων και με τη διανομή του κόστους αυτών των δράσεων. Αυτή η ομοφωνία και η συναίνεση έχουν στόχο να οδηγήσουν σε ένα βέλτιστο ομαδικό επίπεδο πρόνοιας για συλλογικά αγαθά. Ως παράδειγμα, αναφέρεται η συμπαιγνία ανάμεσα σε ολιγοπωλητές, οι οποίοι συμφωνούν να μειώσουν την ποσότητα που πουλάνε ώστε να πετύχουν υψηλότερη τιμή. Ενδέχεται κάποιες επιχειρήσεις, οι οποίες δεν έχουν συμφωνήσει και έχουν τη ικανότητα να παράγουν τόσο, ώστε να εκμεταλλευτούν βραχυπρόθεσμα τις μειώσεις των άλλων επιχειρήσεων, να ωφεληθούν πουλώνοντας τόσο περισσότερο. Με αυτό τον τρόπο θα κατέβει η τιμή σε ανταγωνιστικό επίπεδο και έτσι, οι επιχειρήσεις που συμφώνησαν, θα μείνουν με μια ανταγωνιστική τιμή και πολύ μικρές ποσότητες προς πώληση. Πολλές φορές, κατά τη διάρκεια συναινετικής διαπραγμάτευσης, κάποια άτομα μπορεί να απαιτήσουν δυσανάλογο μερίδιο οφέλους από τη συλλογική δράση ως αντάλλαγμα για την συνεργασία τους ή να απειλήσουν ότι θα αρνηθούν να συμφωνήσουν. Σε τέτοιες περιπτώσεις απαιτείται πολύς χρόνος ώστε να επιτευχθεί ομοφωνία.

Όταν υπάρχουν καταστατικές διαδικασίες, οι αποφάσεις λαμβάνονται με κάποιους κανόνες και αυτό γίνεται κυρίως όταν οι ομάδες είναι μεγάλες και αποτελούνται από πολλά μέλη, μεταξύ των οποίων η διαπραγμάτευση καθίσταται δύσκολη. Κάποιες

φορές εφαρμόζεται και σε μικρές ομάδες, όταν στόχος είναι να μειωθεί το κόστος διαπραγμάτευσης. Η λήψη αποφάσεων με αυτό τον τρόπο είναι αργή, διότι οι αποφάσεις τίθενται σε αναμονή μέχρι όλοι να συζητήσουν διεξοδικά και λεπτομερώς ή εκείνοι που επιθυμούν και προωθούν κάποια αλλαγή πολιτικής να αναγκάσουν τους υπόλοιπους που εμμένουν στην παλιά πολιτική να αποχωρήσουν ή μέχρι την επόμενη συνεδρίαση του συμβουλίου ή μέχρι την επόμενη ετήσια συνέλευση. Ενδέχεται επίσης, ακόμα και αν κανένα από τα μέλη δεν έχει αλλάξει στάση και άποψη, να ανακληθούν ειλημμένες αποφάσεις ή να αντικατασταθούν από διαφορετικές αποφάσεις.

Όταν υπάρχουν πολλαπλές αποφάσεις που πρέπει να παρθούν και όταν υπάρχει βραδύτητα στη λήψη των αποφάσεων, τότε αυτά τα δύο μαζί οδηγούν σε υπερφορτωμένη ημερήσια διάταξη (crowded agenda). Έτσι, κάποια θέματα διαπραγματεύονται μετά από πολύ καθυστέρηση ή και καθόλου, ενώ κάποιες συμφωνίες ή συμβόλαια παραμένουν ίδια κι ας μην είναι βέλτιστα υπό νέες συνθήκες. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι για να επιτευχθεί μια νέα συμφωνία μέσω διαπραγμάτευσης απαιτείται χρόνος και υπάρχει και αβεβαιότητα σχετικά με την επίτευξη συμφωνίας. Για αυτό το λόγο, δημιουργούνται επιτροπές και υποεπιτροπές για να αμβλύνουν το φαινόμενο των υπερφορτωμένων ημερήσιων διατάξεων, όμως κάποιες φορές τυχαίνει και αυτές να έχουν υπερφορτωμένες ημερήσιες διατάξεις. Η ύπαρξη υπερφορτωμένων ημερήσιων διατάξεων ή υπερφορτωμένων τραπέζιων διαπραγματεύσεων οδηγεί τις οργανώσεις στην εύρεση αντικειμενικών τρίτων (outsiders), κανόνων αρχαιότητας ή φόρμουλων με σκοπό να μοιραστεί το κόστος της συλλογικής δράσης ανάμεσα στα μέλη τους. Μια οργάνωση ειδικών συμφερόντων αναλώνει πολύ χρόνο στη λήψη αποφάσεων σχετικά με τις πολιτικές της και τις απαραίτητες διαδικασίες για την αλλαγή της κυβερνητικής πολιτικής και έπειτα στην ενασχόληση με τους συνεργάτες και τους ανταγωνιστές της. Έτσι, η λήψη αποφάσεων γίνεται ακόμη πιο βραδύτερη. Επιπλέον, οι οργανώσεις ειδικών συμφερόντων προτιμούν να ρυθμίζουν τις τιμές ή τους μισθούς παρά τις ποσότητες που πωλούνται. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, οι τιμές και οι μισθοί να παραμένουν ίδιοι ή ανελαστικοί στην περίπτωση τομέων όπου οι οργανώσεις είναι σημαντικές και οι πωλούμενες ποσότητες να αλλάζουν, στα διαστήματα που μεσολαβούν ανάμεσα στις αποφάσεις.

Όσον αφορά την έβδομη επίπτωση, ***η σταδιακή συσσώρευση οργανώσεων ειδικών συμφερόντων οδηγεί σε μείωση του ρυθμού οικονομικής μεγέθυνσης μιας κοινωνίας. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι διανεμητικές συσπειρώσεις επηρεάζουν την προσαρμογή μιας οικονομίας και κοινωνίας στην αλλαγή και την παραγωγή νέων τεχνολογιών και καινοτομιών σε αυτή και έτσι μειώνεται ο ρυθμός οικονομικής μεγέθυνσης.*** Η αργή λήψη αποφάσεων, οι υπερφορτωμένες ημερήσιες διατάξεις και τα υπερφορτωμένα τραπέζια διαπραγματεύσεων που αναφέρθηκαν παραπάνω για τις οργανώσεις ειδικών συμφερόντων συντελούν στην καθυστέρηση μιας κοινωνίας να προσαρμοστεί σε αλλαγές και νέες τεχνολογίες. Επιπρόσθετα, ο ρυθμός οικονομικής μεγέθυνσης μιας κοινωνίας μειώνεται, μέσω μείωσης του

ρυθμού ανακατανομής των πόρων από τη μια δραστηριότητα στην άλλη ή από τον ένα κλάδο στον άλλο λόγω εμφάνισης καινοτομιών. Αυτό γίνεται με παρασκηνακή δράση και διεκδίκηση κυβερνητικών εγγυήσεων για εξαγορά του χρέους επιχειρήσεων που φθίνουν (bail-outs) με σκοπό να καθυστερήσει ή να αποτραπεί ολότελα η μεταφορά πόρων σε κλάδους ή δραστηριότητες με μεγαλύτερη παραγωγικότητα. Εν ολίγοις, η μετακίνηση πόρων σε μια περιοχή που ακμάζει περιορίζεται τόσο από την αύξηση της μονοπωλιακής τιμής όσο και από την ποσότητα που οι προηγούμενοι εργάτες θέλουν να παρέχουν. Αν, για παράδειγμα, αυξηθεί η ζήτηση για εργασία σε κάποιο επάγγελμα ή κλάδο όπου υπάρχουν σωματεία ή επαγγελματικοί σύλλογοι, τότε οι οργανώσεις αυτές ζητούν αύξηση του μισθού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μειώνεται η ποσότητα εργασίας που αγοράζεται από τον ακμάζοντα κλάδο και ως εκ τούτου να μειώνεται η μεγέθυνση και η αποδοτικότητα. Άρα, όταν υπάρχουν φραγμοί εισόδου τότε επιβραδύνονται οι απαραίτητες ανακατανομές πόρων. Σε συνδυασμό με την αργή υιοθέτηση νέων τεχνολογιών που προέρχεται από τις οργανώσεις ειδικών συμφερόντων, μειώνεται σε σημαντικό βαθμό ο ρυθμός οικονομικής μεγέθυνσης μιας κοινωνίας.

Η όγδοη επίπτωση αναφέρεται στο ότι οι οργανώσεις ειδικών συμφερόντων που στοχεύουν στη διανομή, πρέπει να είναι αποκλειστικές (exclusive), δηλαδή δέχονται λιγότερα μέλη, ώστε να διανέμονται περισσότερα κέρδη σε κάθε μέλος. Επίσης, υποστηρίζεται ότι οργανώσεις παρόμοιων εισοδημάτων και αξιών είναι πιθανότερο να συμφωνούν, εφόσον καθένας παίρνει ομοιόμορφες ποσότητες και τύπους συλλογικών αγαθών, και πρέπει να ανέχεται τις ίδιες ομαδικές πολιτικές.

Τέλος, αναφορικά με την ένατη επίπτωση, οι διανεμητικές συσπειρώσεις επηρεάζουν την κυβερνητική πολιτική με παρασκηνακές δράσεις και την αγορά με συμπαιγνιακές δράσεις. Έτσι, εκτός από την αποδοτικότητα, την παραγωγικότητα, την οικονομική μεγέθυνση και τον αποκλεισμό εισερχόμενων στην κοινωνία, επηρεάζεται και η σπουδαιότητα και σημαντικότητα διάφορων θεσμών και δραστηριοτήτων. Αυτό σημαίνει ότι, με αυτές τις δράσεις που πραγματοποιούν οι οργανώσεις, αφιερώνουν περισσότερους πόρους στην πολιτική και στις δραστηριότητες τους παρά στην παραγωγή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να επηρεάζονται οι απόψεις και η κουλτούρα που διαμορφώνονται στην κοινωνία. Επιπλέον, με τις παρασκηνακές δράσεις των οργάνωσεων, αυξάνεται η πολυπλοκότητα των ρυθμίσεων και των δραστηριοτήτων της κυβέρνησης και δημιουργούνται ειδικές ρήτρες και εξαιρέσεις. Έτσι, οι οργανώσεις πετυχαίνουν τους στόχους τους όταν τα ζητήματα είναι πολύπλοκα και λεπτομερή και ο μέσος πολίτης έχει μικρό κίνητρο να ελέγχει τη δημόσια πολιτική. Όπως αναφέρει και ο Schultze (αναφορά από Mancur Olson, σελ. 148), εντοπίζονται και καταργούνται διάφορα 'παραθυράκια', χωρίς όμως να αγνοείται το υψηλό κόστος και η μεγάλη πολυπλοκότητα των ρυθμίσεων.

Όταν αυξάνεται η πολυπλοκότητα των ρυθμίσεων τότε αυξάνεται και η γραφειοκρατία και το μέγεθος της κυβέρνησης, ώστε να είναι διαχειρίσιμη αυτή η αύξηση. Επίσης, αυξάνονται και οι κυβερνητικές δαπάνες και προγράμματα, τα οποία

εξυπηρετούν τις οργανώσεις ειδικών συμφερόντων. Επιπρόσθετα, όταν αυξάνεται η πολυπλοκότητα των αντιλήψεων τότε μεταβάλλονται η διάρθρωση των κινήτρων και η κατεύθυνση της εξέλιξης σε μια κοινωνία. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι αυξάνεται το κίνητρο για διεκδίκηση μεγαλύτερου μεριδίου από την παραγωγή και η ανταμοιβή για διεκδίκηση δικαιωμάτων και αιτημάτων μέσω διαπραγματεύσεων ή πολύπλοκων αντιλήψεων. Επομένως, η ζωή είναι λιγότερο παραγωγική, ειδικά μακροπρόθεσμα, όταν υπάρχουν μικρές ομάδες που μπορούν να οργανωθούν αρκετά εύκολα, σε αντίθεση με τους άνεργους και τους φτωχούς, οι οποίοι δεν έχουν επιλεκτικά κίνητρα για να οργανωθούν σε ομάδες.

Σημειώνεται ότι, η οικονομική κατάσταση μιας κοινωνίας αλλάζει συνεχώς και κυρίως λόγω της προόδου της επιστημονικής γνώσης, αφού λιγότερο δυναμικές κοινωνίες έχουν την ευκαιρία να εκμεταλλευτούν καινοτομίες από το εξωτερικό και από σημαντικές επιστημονικές ανακαλύψεις. Άλλες αλλαγές στις οποίες πρέπει να προσαρμοστεί μια κοινωνία είναι αλλαγές στις προτιμήσεις των καταναλωτών, αλλαγές στον καιρό, ανακαλύψεις πόρων ή νέων τεχνολογιών και αλλαγές στις μεθόδους παραγωγής, με σκοπό να διατηρήσει την αποδοτικότητά της και να εκμεταλλευτεί πιθανές ευκαιρίες για οικονομική μεγέθυνση. Επίσης, στις περισσότερες αγορές οι επιχειρήσεις διαλέγουν την τιμή στην οποία θα πουλήσουν και η αναλογία τιμής πώλησης-πωλούμενης ποσότητας είναι αντιστρόφως ανάλογη. Όταν δεν υπάρχουν οργανώσεις ειδικών συμφερόντων, τότε δεν υπάρχει κάποιο εμπόδιο εισόδου σε κάποιο κλάδο ή στην αντιγραφή κάποιας επικερδούς δραστηριότητας. Έτσι, υπάρχει κίνητρο εισόδου εφόσον τα κέρδη ή οι αποδόσεις είναι παραπάνω από τα κανονικά σε κάποιο κλάδο. Υπό αυτές τις συνθήκες, χρειάζεται συνεχής προσπάθεια από κάθε επιχείρηση ώστε να αναπτυχθεί και να επιβιώσει σε ένα τέτοιο περιβάλλον. Φυσικά, ο βαθμός μονοπωλίου μειώνεται όταν υπάρχουν επιχειρήσεις με μεγάλα κέρδη, οι οποίες προσελκύουν εισόδο ή αντιγραφή, έτσι ώστε να υπάρχουν υποκατάστατα των προϊόντων ή υπηρεσιών αυτών των επιχειρήσεων που ξεχωρίζουν.

1.4 Οι αναπτυγμένες δημοκρατίες μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο

Με βάση τα όσα έχουν καταγραφεί παραπάνω, εξυπακούεται ότι χώρες, στις οποίες οι διανεμητικές συσπειρώσεις έχουν αποδυναμωθεί ή εξαφανιστεί λόγω ολοκληρωτικών κυβερνήσεων, αστάθειας, πολέμου ή ξένης κατοχής, αναπτύσσονται γρηγορότερα. Αντιθέτως, χώρες με διαρκή σταθερότητα χωρίς ανακατατάξεις ή εισβολές για μεγάλο χρονικό διάστημα, όπως η Ιαπωνία, η Γαλλία και η Γερμανία, συσσωρεύουν ολοένα και περισσότερες διανεμητικές συσπειρώσεις, οι οποίες επιδρούν αρνητικά στο ρυθμό οικονομικής μεγέθυνσης των χωρών. Για παράδειγμα, η Βρετανία έχει αποκτήσει πολλές οργανώσεις ειδικών συμφερόντων, με αποτέλεσμα οι θεσμοί να έχουν γίνει άκαμπτοι και να αργεί πολύ η προσαρμογή της σε νέες συνθήκες και τεχνολογίες.

Σχετικά με τη Βρετανία, μια ad hoc εξήγηση για την αργή οικονομική της μεγέθυνση ρίχνει το βάρος στην ταξική συνείδηση, η οποία υποτίθεται ότι ενθαρρύνει συντηρητικές συμπεριφορές που αποκλείουν εισερχόμενους και καινοτόμους,

διατηρεί παλιές προκαταλήψεις αναφορικά με εμπορικές επιδιώξεις και διεκδικήσεις και μειώνει την κοινωνική κινητικότητα. Από την άλλη πλευρά, η Ελβετία, σύμφωνα με τον Lehner (αναφορά από Mancur Olson, σελ. 188), έχει περιοριστικές συνταγματικές ρυθμίσεις, οι οποίες δυσκολεύουν τη θέσπιση νέας νομοθεσίας και κατά συνέπεια και τα λόμπι να πετύχουν τους σκοπούς τους, ενώ μειώνουν τις απώλειες της χώρας από τέτοιες ομάδες και από τη συνένωση σε καρτέλ.

Σε μεταγενέστερες εποχές, ήταν εφικτή σε μεγαλύτερο βαθμό η δημιουργία μεγαλύτερων οργανώσεων ειδικών συμφερόντων, διότι βελτιώθηκαν οι μεταφορές και οι επικοινωνίες, καθώς και οι απαιτούμενες δεξιότητες μεγάλων οργανώσεων. Επίσης, οι μικρές και σχετικά ομοιογενείς κοινωνίες είναι πιο πιθανό να έχουν συσσωματικές οργανώσεις σε σχέση με μεγάλες και ετερογενείς κοινωνίες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι οργανώσεις ειδικών συμφερόντων της Σουηδίας και της Νορβηγίας, οι οποίες είναι συσσωματικές και μάλιστα σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό συγκριτικά με τις οργανώσεις της Μεγάλης Βρετανίας και των Ηνωμένων Πολιτειών. Οι συσσωματικές οργανώσεις δεν έχουν κάποια τάση να συγχωνευτούν ή να αντικαταστήσουν οργανώσεις περιορισμένου εύρους, εφόσον κάτι τέτοιο θα υποβίβαζε ή θα εξουδετέρωνε κάποιους από τους ηγέτες των οργανώσεων. Σε μια κοινωνία με πολλές συσσωματικές οργανώσεις, δεν υπάρχει κάποιος διορθωτικός μηχανισμός των σφαλμάτων παρά μόνο η αντίδραση στις οπισθοδρομήσεις (setbacks) που υφίσταται η κοινωνία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, να μην μπορεί κανείς να εγγυηθεί ότι οι συσσωματικές οργανώσεις θα λειτουργούν πάντα με συνεπείς τρόπους αναφορικά με την ευημερία της κοινωνίας τους ή ότι κοινωνίες, στις οποίες υπάρχουν συσσωματικές οργανώσεις, θα ευημερούν πάντα.

Ο συγγραφέας επισημαίνει ότι μπορεί αποτελέσματα που προκύπτουν, με βάση τη θεωρία που προτείνει, να μην οφείλονται μεν στην τύχη, ενδέχεται δε όμως να υπάρχει κάποιος κρυφός, αλλά συστηματικός παράγοντας, ο οποίος δημιουργεί ή οδηγεί σε παραπλανητικά αποτελέσματα και τυχαίνει να δίνει τη διάρθρωση αποτελεσμάτων που η θεωρία κάνει κάποιον να προσδοκά.

Καταγράφεται ότι στη Βρετανία και στις Ηνωμένες Πολιτείες υπάρχουν κακές επιδόσεις στους παλιούς κλάδους και στις βαριές βιομηχανίες, διότι επιδέχονται εύκολα συνδικαλισμό και ολιγοπωλιακή συμπαγνία και ενδέχεται να υπάρχουν σε αυτούς μεγάλοι αριθμοί αντιπροέδρων και άλλων επιχειρησιακών γραφειοκρατών, οι οποίοι έχουν διάφορα προνόμια.

1.5 Ενοποίηση επικρατειών και εξωτερικό εμπόριο

Σύμφωνα με τον συγγραφέα, τα έξι ιδρυτικά μέλη της Ευρωπαϊκής Οικονομικής Κοινότητας αναπτύχθηκαν με γρήγορους ρυθμούς μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, ειδικά συγκρινόμενα με τους ρυθμούς ανάπτυξης της Βρετανίας, των Ηνωμένων Πολιτειών, της Αυστραλίας και της Νέας Ζηλανδίας. Αυτή η οικονομική μεγέθυνση ευνοήθηκε ιδιαίτερα κατά τη δεκαετία του 1960, όπου και άρχισε να λειτουργεί η Κοινή Αγορά. Η Κοινή Αγορά δημιούργησε μια ευρύτερη περιοχή μέσα στην οποία επιτρέπεται το ελεύθερο εμπόριο και η ελεύθερη κυκλοφορία εργασίας, κεφαλαίου

και επιχειρήσεων, ενώ μετατέθηκε η εξουσία για αποφάσεις σχετικές με δασμούς και διάφορα άλλα θέματα στις πρωτεύουσες καθενός από τα έξι αυτά ιδρυτικά μέλη της Ευρωπαϊκής Οικονομικής Κοινότητας. Ένα τέτοιο χώρο, όπου επιτρέπεται το ελεύθερο εμπόριο και η κινητικότητα των συντελεστών παραγωγής και μπορούν να μεταβληθούν διάφοροι θεσμοί χρειάστηκαν και οι Ηνωμένες Πολιτείες, οι οποίες ιδρύθηκαν από δεκατρείς ανεξάρτητες πρώην αποικίες.

Η εμπορική και βιομηχανική επανάσταση οδήγησαν στη δημιουργία νέων πόλεων ή στη μετατροπή χωριών σε πόλεις. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα μεγάλες πρωτεύουσες, όπως το Παρίσι και το Λονδίνο, να αναπτυχθούν ως διοικητικά κέντρα και καταναλωτές τμήματος του νέου πλούτου, χωρίς όμως να αποτελούν πηγές οικονομικής μεγέθυνσης. Εμφανίστηκαν πολύ ευνοϊκές συγκυρίες και συνθήκες για συλλογική δράση καρτέλ, αποτέλεσμα των οποίων ήταν οι συντεχνίες, οι οποίες εν τέλει επηρέασαν και πολλές φορές έλεγχαν τις κωμοπόλεις όπου λειτουργούσαν. Οι συντεχνίες έχασαν την μονοπωλιακή ισχύ και πολιτική επιρροή τους, όταν τις τοπικές επικράτειες αντικατέστησαν οι οικονομικά ενοποιημένες και πανεθνικές επικράτειες. Επιπλέον, το μήκος των δασμολογικών εμποδίων μειώνεται κατά πολύ εξαιτίας της μετατόπισης των εμπορικών περιορισμών από το κοινοτικό στο εθνικό επίπεδο. Συνάγεται, επομένως, το συμπέρασμα ότι σε περιοχές όπου υπήρχε ενοποίηση επικρατειών παρατηρείται μεγαλύτερη οικονομική μεγέθυνση από ότι σε περιοχές με τοπικιστικούς περιορισμούς.

Αναφέρεται ότι οι ευγενείς, ως μια μεγάλη οργάνωση ειδικών συμφερόντων, απέφευγαν τη φορολόγηση και ο Λουδοβίκος, εξαιτίας οικονομικής στενότητας που προέκυπτε από πολέμους και άλλες διαμάχες, παραχωρούσε μονοπωλιακά δικαιώματα σε συντεχνίες με αντάλλαγμα ειδικούς φόρους. Επίσης, οι Ηνωμένες Πολιτείες σημείωσαν ταχεία οικονομική ανάπτυξη και αυτή οφείλεται στην προσθήκη νέων περιοχών στη χώρα οπότε χρειάζονταν μεγαλύτερες συσπειρώσεις για να δημιουργηθούν καρτέλ ή λόμπι, στην εκτεταμένη μετανάστευση που κι αυτή εμπόδιζε με τη σειρά της τη δημιουργία καρτέλ και φυσικά στο γεγονός ότι οι Ηνωμένες Πολιτείες μπόρεσαν να ξεκινήσουν χωρίς παρελθόν διανεμητικών συσπειρώσεων και οργανώσεων ειδικών συμφερόντων. Σύμφωνα με τον Jean-Francois Hennart (1983) στο 'The political Economy of Comparative Growth Rates: The Case of France', στη Γαλλία οι απώλειες από τη συνένωση σε καρτέλ είναι μεγάλες, καθώς οι άδειες (licences) και οι ποσοτώσεις είχαν απομακρύνει τον ανταγωνισμό που προέρχεται από ξένες επιχειρήσεις, από τη γαλλική αγορά. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα, οι εμπορικές και επαγγελματικές ενώσεις να καθορίζουν τις τιμές και να κατανέμουν τις πρώτες ύλες και την παραγωγή σε πολλούς τομείς. Η συγχώνευση επικρατειών με υψηλούς δασμούς, ακόμη και όταν η ενοποιημένη επικράτεια έχει πάλι υψηλούς δασμούς, οδηγεί σε μείωση των δασμολογικών εμποδίων. Ωστόσο, μια κοινωνία όπου οι δασμοί είναι χαμηλοί, λαμβάνει περισσότερα οφέλη από το εμπόριο.

Ο συγγραφέας αναφέρεται στη θεωρία του συγκριτικού πλεονεκτήματος και ειδικότερα σε ένα τμήμα της, το οποίο λέει ότι οι διαφορές που υπάρχουν στο κόστος

παραγωγής προϊόντων ή υπηρεσιών ενθαρρύνουν την καθιέρωση συνθηκών ελεύθερου εμπορίου, λόγω του συγκριτικού πλεονεκτήματος. Οι διαφορές αυτές έχουν να κάνουν με διαφορές στους φυσικούς πόρους κάθε χώρας, στους συντελεστές παραγωγής κάθε χώρας και στις οικονομίες κλίμακας που υπάρχουν όταν διαφορετικές χώρες ειδικεύονται στην παραγωγή διαφορετικών προϊόντων ή υπηρεσιών. Όταν επικρατεί ελεύθερο εμπόριο και δεν λαμβάνεται υπόψη το κόστος μεταφοράς, τότε κάθε χώρα παράγει μόνο εκείνα τα προϊόντα των οποίων το κόστος είναι χαμηλότερο σε σχέση με άλλες χώρες. Οι πόροι που διαθέτει μια χώρα θα μπορούσαν να αποδώσουν περισσότερη πολύτιμη παραγωγή (valued output) για αυτήν, εφόσον προσφερθούν για δραστηριότητες όπου η χώρα έχει συγκριτικό πλεονέκτημα και οι όποιες εισπράξεις χρησιμοποιηθούν για την αγορά εισαγωγών. Οι εξαγωγείς μιας χώρας που οργανώνονται σε καρτέλ και λόμπι μπορούν με τους δασμούς να πωλούν τα προϊόντα τους στην εγχώρια αγορά σε υψηλότερη τιμή και ταυτόχρονα να μετακινούν μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής τους στην παγκόσμια αγορά, αυξάνοντας με αυτό τον τρόπο το εισόδημά τους. Άρα, φαίνεται ότι τα κέρδη που προκύπτουν από το ελεύθερο εμπόριο δεν οφείλονται στη θεωρία του συγκριτικού πλεονεκτήματος και στις διαφορές κόστους παραγωγής από χώρα σε χώρα. Αντίθετα, οφείλονται στους περιορισμούς που έχουν οι ομάδες ειδικών συμφερόντων εξαιτίας του ελεύθερου εμπορίου και της κινητικότητας των συντελεστών παραγωγής.

Στην περίπτωση όπου επιτρέπεται η είσοδος ξένων ή πολυεθνικών επιχειρήσεων σε μια χώρα, τότε αυτές φέρνουν νέες ιδέες και κάνουν την τοπική αγορά και οικονομία πιο ανταγωνιστική, διαλύοντας συχνά τα όποια καρτέλ υπάρχουν. Αυτός είναι και ο λόγος που καταναλωτές και εργαζόμενοι συχνά επηρεάζονται και πείθονται ότι η είσοδος ξένων επιχειρήσεων είναι ανεπιθύμητη. Αυτή η επιρροή προέρχεται από τοπικές επιχειρήσεις, των οποίων τα συμφέροντα θίγονται με την είσοδο ξένων επιχειρήσεων σε μια χώρα στην οποία δραστηριοποιούνται και έχουν οργανωθεί σε καρτέλ. Επίσης, οι οργανώσεις ειδικών συμφερόντων θέτουν περιορισμούς στη μετανάστευση και εισροή εργαζομένων στις χώρες όπου δραστηριοποιούνται, χρησιμοποιώντας έλεγχο και εξετάσεις πιστοποίησης ώστε να εμποδίσουν την είσοδο επαγγελματιών από άλλες χώρες στη χώρα που δρουν και αναπτύσσονται. Άρα, το μέγεθος εισροής εργασίας από άλλες χώρες επηρεάζει τη δύναμη των οργανώσεων ειδικών συμφερόντων των εργαζομένων, αποδυναμώνοντας τους, μειώνοντας τη μονοπωλιακή ισχύ τους και υπονομεύοντας την καρτελοποίησή τους. Άλλωστε, ο Charles Kindleberger (αναφορά από Mancur Olson, σελ. 281) υποστηρίζει ότι οι οικονομίες που αναπτύσσονται γρήγορα και αυξάνεται το κατά κεφαλήν εισόδημά τους είναι εκείνες οι οποίες αποδέχτηκαν τη νεότερη εργασία. Αυτό το εξηγεί με το μοντέλο οικονομικής μεγέθυνσης του Arthur Lewis (1954) και την 'απεριόριστη ποσότητα εργασίας'.

Συνοψίζοντας, η δημιουργία καρτέλ και λόμπι μειώνεται, όταν συνδυάζεται το ελεύθερο εμπόριο και η κινητικότητα συντελεστών παραγωγής με άλλες πολιτικές. Αυτό, όμως, δεν σημαίνει ότι οι λύσεις που βρίσκονται με αυτό τον τρόπο είναι

μόνιμες ή συνολικές. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι διανεμητικές συσπειρώσεις έχουν το κίνητρο και συχνά και την ισχύ να μην επιτρέπουν αλλαγές, οι οποίες θα τους εμπόδιζαν να λάβουν μεγάλα μερίδια της κοινωνικής παραγωγής.

1.6 Ανισότητα, διακρίσεις και ανάπτυξη

Στο βιβλίο του 'Η άνοδος και η παρακμή των εθνών' (2007), ο Mancur Olson αναφέρει ότι παρατηρείται ύπαρξη συντεχνιών και διανεμητικών συσπειρώσεων σε μη δυτικές κοινωνίες, όπως μουσουλμανικές χώρες, η Κίνα, η Βαβυλώνια, το Βυζάντιο και άλλες, με τις ίδιες επιβλαβείς επιδράσεις στους ρυθμούς οικονομικής μεγέθυνσης. Για παράδειγμα, στην Κίνα απαγορευόταν η είσοδος σε ξένες επιχειρήσεις, έως ότου άνοιξαν συγκεκριμένα λιμάνια και τους επιτράπηκε η είσοδος, ενώ άργησε η χρήση νέων τεχνολογιών εξαιτίας των συντεχνιών, όπως νέων τεχνολογιών στην εξόρυξη άνθρακα, στην επεξεργασία μεταξιού, στα τριβεία του καρπού της σόγιας, στη μεταφορά μέσω ατμόπλοιων και στους σιδηρόδρομους. Επίσης, η ίδια η κυβέρνηση, η οποία ήταν οργανωμένη από συντεχνίες, σαμπόταρε ή αποθάρρυνε την εισαγωγή διάφορων τύπων παραγωγής με σύγχρονη δυτική τεχνολογία. Παρόμοια είναι και η περίπτωση της Ιαπωνίας, όπου υπήρχαν ισχυρές συντεχνίες που ονομάζονταν ζα και οι οποίες ενθαρρύνονταν από τους σογκούν (κληρονομικοί αρχιστράτηγοι) και τους ντάιμυο (φεουδαλικοί άρχοντες) που τους πουλούσαν μονοπωλιακά δικαιώματα. Αυτές εμπόδιζαν την είσοδο σε ξένες επιχειρήσεις, περιορίζαν την παραγωγή και καθόριζαν τις τιμές μέχρι τη στιγμή που εκθρονίστηκαν από ανακατατάξεις που πραγματοποιήθηκαν και οδήγησαν στην Παλινόρθωση του Meiji. Έτσι, η Ιαπωνία αύξησε τους ρυθμούς οικονομικής μεγέθυνσής της, κυρίως λόγω της προόδου που σημείωσε η γεωργία και οι ιδιωτικές επιχειρήσεις, όπως οι εξαγωγές τσαγιού και μεταξιού. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι σημαντικότεροι ιάπωνες επιχειρηματίες αυτής της περιόδου προέρχονται από τους κατώτερους σαμουράι ή από γεωργικές και εμπορικές οικογένειες αγροτικών περιοχών και όχι από συντεχνίες.

Όσον αφορά τις κοινωνικές τάξεις που επικρατούν σε διάφορες χώρες και πολιτισμούς, στην Ινδία το σύστημα της κάστας ευνοεί ομάδες και καταδικάζει άλλες, θεωρώντας την επαφή μαζί τους μολυσματική και αναγκάζοντας τις να καθαρίζουν τις τουαλέτες και να μαζεύουν τα πτώματα των ζώων. Αυτό το σύστημα οδηγεί την κοινωνία της Ινδίας σε μεγάλες ανισότητες σχετικά με τις ευκαιρίες που έχουν τα μέλη αυτής της κοινωνίας. Πολλές φορές, οι κάστες έχουν τα χαρακτηριστικά και συμπεριφέρονται σαν οργανώσεις ειδικών συμφερόντων, ελέγχοντας την είσοδο σε επαγγελματικούς κλάδους και δραστηριότητες, ορίζοντας μονοπωλιακά τις τιμές και πραγματοποιώντας διαπραγματεύσεις. Οι κάστες έχουν τα οφέλη μιας διανεμητικής συσπείρωσης, τα οποία εξαιρούνται εάν επιτραπεί στους γιους και γαμπρούς των μελών μιας κάστας να εισέλθουν σε αυτήν και να αυξηθεί έτσι ο πληθυσμός της κάστας. Όταν τα μέλη μιας κάστας έχουν κόρες και θέλουν να μη χάσουν τα οφέλη που τους αναλογούν από τη συλλογική δράση της κάστας, επιβάλλουν στους γιους οι οποίοι εισέρχονται σε μια κάστα να παντρευτούν με τις κόρες τους. Για να μπορέσει μια κάστα να διατηρηθεί για πολλές γενιές, χρησιμοποιεί

διάφορες τεχνικές, όπως την πρωτοτοκία ή την ενδογαμία. Στην περίπτωση της ενδογαμίας, η κάστα πρέπει να είναι μεγάλη ώστε να αποφευχθεί η αιμομιξία, ενώ τα μέλη της κάστας ενθαρρύνουν προκαταλήψεις αναφορικά με την εθνικότητα, τον πολιτισμό, τη φυλή, την ομιλία και τον τρόπο ζωής. Αυτό έχει ως σκοπό να αποφευχθεί η εξωγαμία και να χάσουν, έτσι, τα μέλη, τα οφέλη που αποκομίζουν από τις συλλογικές δράσεις της κάστας.

Παρόμοιας λογικής είναι και το σύστημα του απαρτχάιντ στη Νότιο Αφρική, όπου υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός μιγάδων, τους οποίους η κυβέρνηση της Νοτίου Αφρικής αντιμετωπίζει με προκατάληψη και τους διαχωρίζει φυλετικά από τους Αφρικανούς, τους Ευρωπαίους και τους Ασιάτες. Κατά συνέπεια, οι αφρικανοί εργάτες μπορούσαν να μάθουν γρήγορα και με μικρό κόστος εξειδικευμένες εργασίες, κάτι το οποίο συνέφερε τους εργοδότες. Αυτό, όμως, δεν συνέφερε τους υψηλόμισθους ευρωπαίους εργαζομένους με τα συνδικάτα τους που πραγματοποίησαν απεργίες, οι οποίες οδήγησαν σε αλλαγές στην εργατική πολιτική στη Νότιο Αφρική. Έτσι, οι αφρικανοί εργάτες αποκλείστηκαν με διάφορες μεθόδους, όπως η αποζημίωση για κάποια εργασία. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα, οι εργοδότες να μην έχουν κίνητρο να προσλάβουν αφρικανούς εργάτες, αλλά ευρωπαίους εργάτες. Αυτό οδήγησε σε αύξηση των μισθών των ευρωπαϊών εργατών και σε περαιτέρω μείωση των μισθών των αφρικανών εργατών, αφού συγκεντρώθηκε πολύ εργατικό δυναμικό σε τομείς που ήταν προσβάσιμοι σε Αφρικανούς. Επομένως, η φθινή αφρικανική εργασία δίνει ένα ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στις επιχειρήσεις έναντι των ξένων επιχειρήσεων. Κατά συνέπεια, οι επιχειρήσεις προσλαμβάνουν ευρωπαίους εργάτες και πληρώνουν παραπάνω για συγκεκριμένες δεξιότητες και οι ευρωπαίοι εργαζόμενοι αποκομίζουν κέρδη και οφέλη από μια τέτοια κατάσταση.

Εάν όλες οι άλλες παράμετροι είναι ίδιες, τότε γρηγορότερους ρυθμούς οικονομικής μεγέθυνσης βιώνουν κοινωνίες στις οποίες έχουν συμβεί ανακατατάξεις, αλλά πρόκειται να εμφανίσουν σταθερότητα στο άμεσο μέλλον. Επιπλέον, οι ασταθείς κοινωνίες μπορεί να έχουν λιγότερες οργανώσεις ειδικών συμφερόντων οι οποίες έχουν μικρή ισχύ, αλλά οι μικρές ομάδες που υπάρχουν σε αυτές μπορούν ευκολότερα να συμμετέχουν σε συμπαιγνία. Οι μικρές ομάδες σε ασταθείς κοινωνίες δεν αποτελούν απειλή για κάποιον δικτάτορα ή μια χούντα και περνάνε απαρατήρητες, δρώντας μόνο όταν υπάρξει χαλάρωση ή εξάλειψη της καταπίεσης από ολοκληρωτικά καθεστώτα και ηγέτες. Άρα, οι μικρές ομάδες οργανώνονται γρήγορα και επηρεάζουν την κυβέρνηση κάποιας χώρας. Έτσι, οι πολιτικές σε ασταθείς χώρες ενδέχεται να αλλάζουν γρήγορα εξαιτίας αυτών των ομάδων. Οι μικρές ομάδες σε ασταθείς κοινωνίες σαφώς και έχουν διαφορετικά συμφέροντα σε διαφορετικές κοινωνίες σε διαφορετικές χρονικές περιόδους. Για παράδειγμα, σε μια χώρα μπορεί να έχουν συμφέρον για υποκατάσταση εισαγωγών και σε μια άλλη χώρα για εξαγωγές, ενώ σε μια χρονική περίοδο μπορεί να είναι μεταποιητικές επιχειρήσεις και σε μια άλλη χρονική περίοδο να είναι ολιγαρχικοί γαιοκτήμονες.

Όταν υπάρχει συνένωση των βιομηχανιών σε καρτέλ, τότε αυτές μπορούν να επιβιώσουν ακόμη και αν πληρώνουν μισθούς παραπάνω από το ανταγωνιστικό

επίπεδο. Η μονοπωλιακή ισχύς οδηγεί σε εμφάνιση συνδικάτων, χωρίς όμως αυτό να είναι πάντα απαραίτητο, και σε αποκόμιση μεγαλύτερων κερδών. Στην πρωτεύουσα, ο πληθυσμός ασκεί μεγαλύτερη επιρροή στη δημόσια πολιτική είτε είναι φτωχοί είτε πλούσιοι σε σχέση με τους αγρότες στην επαρχία. Αυτό οφείλεται στις ελλείψεις του συστήματος μεταφορών. Επιπρόσθετα, στην πρωτεύουσα η κυβέρνηση απειλείται περισσότερο από τυχόν απεργίες, διαδηλώσεις και αναταραχές που συμβαίνουν. Ο Arthur Okun (1975) στο βιβλίο του *Equality and Efficiency: The Big Trade-off*, υποστηρίζει ότι οι κυβερνήσεις εξομαλύνουν ανισότητες οι οποίες προέρχονται από τη λειτουργία των αγορών. Άλλοι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι οι οργανώσεις ειδικών συμφερόντων μειώνουν τις ανισότητες, οι οποίες προέρχονται από τις ανταγωνιστικές αγορές. Για παράδειγμα, αν κάθε μέλος μιας κοινωνίας συνεισφέρει στην άμβλυση της φτώχειας με την ψήφιση της επιβολής υποχρεωτικής φορολόγησης σε όλα τα μέλη μιας κοινωνίας, ώστε να εισπραχθούν κάποια χρήματα τα οποία θα διατεθούν για τις ανάγκες των φτωχών μελών, τότε η κυβέρνηση μιας κοινωνίας όντως θα περιορίσει τις ανισότητες που επικρατούν. Έτσι, εάν το κεφάλαιο μπορεί να εισέλθει σε μια κοινωνία τότε όλο και περισσότερο κεφάλαιο μετακινείται σε κοινωνίες με χαμηλότερους μισθούς. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνονται οι μισθοί των πιο φτωχών ατόμων. Δυστυχώς, η πλειοψηφία του πληθυσμού παγκοσμίως ζει μέσα στη φτώχεια και αυτό οφείλεται στις πολλές ανόητες, κακές ή ασταθείς πολιτικές και θεσμούς που εμποδίζουν την οικονομική μεγέθυνση.

Μια οικονομία μπορεί να αναπτύσσεται γρήγορα, χωρίς να είναι ταυτόχρονα βέλτιστη ή τέλεια αποτελεσματική. Ειδικά όταν δεν υπάρχουν καρτέλ, τότε η οικονομία παρομοιάζεται με έφηβο ο οποίος κάνει πολλά λάθη, αλλά αναπτύσσεται σύντομα χωρίς κάποια ιδιαίτερη προσπάθεια. Υπάρχει η λεγόμενη ιδεολογία *laissez-faire*, η οποία υποστηρίζει ότι η καλύτερη κυβέρνηση είναι αυτή που κυβερνά λιγότερο και αφήνει ελεύθερες τις αγορές να λειτουργήσουν και να λύσουν τα όποια προβλήματα υπάρχουν. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της Ιαπωνίας, όπου μετά την Παλινόρθωση του Meiji η παρέμβαση της κυβέρνησης μειώθηκε. Παρόλα αυτά, αυτή η ιδεολογία παραβλέπει το ρόλο και τη λειτουργία των διανεμητικών συσπειρώσεων. Αυτό αποδεικνύεται από το γεγονός ότι στη Μεγάλη Βρετανία, κατά τη διάρκεια του 19^{ου} και αρχές του 20^{ου} αιώνα, εφαρμόστηκε αυτή η ιδεολογία και είχε ως αποτέλεσμα να αυξηθούν πάρα πολύ οι διανεμητικές συσπειρώσεις, να μειωθούν οι ρυθμοί οικονομικής μεγέθυνσης και τα επίπεδα εισοδήματος και έτσι να εμφανιστεί η λεγόμενη βρετανική ασθένεια.

1.7 Στασιμοπληθωρισμός, ανεργία και επιχειρηματικοί κύκλοι: Μια εξελικτική προσέγγιση της μακροοικονομικής

Ο συγγραφέας Mancur Olson μελετά και αναλύει κάποιες θεωρίες, οι οποίες είναι το μονεταριστικό μοντέλο, το μοντέλο του Keynes, το μοντέλο της 'ισορροπίας ορθολογικών προσδοκιών' και το μοντέλο της 'ανισορροπίας'. Συνήθως, το μοντέλο της ανισορροπίας θεωρείται μια σύγχρονη μορφή του μοντέλου του Keynes και το μονεταριστικό μοντέλο ταυτίζεται ή μοιάζει αρκετά με το μοντέλο της ισορροπίας ορθολογικών προσδοκιών. Οι διαφορές ανάμεσα στις θεωρίες έγκεινται στο ότι οι

μονεταριστές λένε ότι οι μοναδικές συστηματικές και σημαντικές πηγές αλλαγής του επιπέδου του ονομαστικού εισοδήματος είναι οι αλλαγές στην ποσότητα του χρήματος, ενώ το μοντέλο του Keynes λέει ότι στη διαμόρφωση του επιπέδου ζήτησης στην οικονομία παίζουν σημαντικό ρόλο τόσο τα ελλείμματα και πλεονάσματα του προϋπολογισμού όσο και η δημοσιονομική πολιτική.

Το μοντέλο του Keynes αναφέρει ότι υπάρχουν δυνάμεις, οι οποίες επηρεάζουν τους μισθούς και το έκαναν με τέτοιο τρόπο που δεν εξηγείται με θεωρίες σχετικά με αύξηση ή μείωση της ζήτησης για εργασία. Τόσο το μοντέλο του Keynes όσο και το μοντέλο της ανισορροπίας δεν εξηγούν πειστικά και ουσιαστικά το γιατί και για πόσο χρονικό διάστημα είναι προσκολλημένοι οι μισθοί σε κάποιο επίπεδο και τι είναι αυτό που καθορίζει την προσκόλληση αυτή των μισθών σε συγκεκριμένα επίπεδα. Συνήθως, οι οργανώσεις ειδικών συμφερόντων επιφέρουν προσκολλημένους μισθούς και τιμές, επειδή αυτές διαθέτουν υπερφορτωμένες ημερήσιες διατάξεις και τραπέζια διαπραγματεύσεων και έτσι αλλάζει αργά μια τιμή ή ένας μισθός από τη στιγμή που έχουν καθοριστεί. Άρα, σε τομείς όπου δρουν πολλές διανεμητικές συσπειρώσεις, οι τιμές και οι μισθοί είναι περισσότερο προσκολλημένοι. Επίσης, σε κλάδους όπου υπάρχουν πολλές μικρές ομάδες, οι οποίες οργανώνονται γρήγορα, παρατηρείται μικρότερη ελαστικότητα στις τιμές και τους μισθούς. Όταν οι μισθοί και οι τιμές καθορίζονται σε μεγαλύτερο επίπεδο από εκείνο που η αγορά εκκαθαρίζει, τότε κάποιος εργοδότης επιλέγει να προσλάβει εργαζομένους με περισσότερες δεξιότητες από ότι ανταγωνιστικούς μισθούς. Σε περίπτωση που εμφανιστεί απροσδόκητος πληθωρισμός, μειώνονται η ακούσια ανεργία και οι απώλειες από το μονοπάτι που προέρχεται από τα καρτέλ και τα λόμπι, οπότε μια κοινωνία γίνεται πιο παραγωγική. Αντίθετα, σε περίπτωση που εμφανιστεί απροσδόκητος αποπληθωρισμός, αυξάνονται η ακούσια ανεργία και οι απώλειες από το μονοπάτι που προέρχεται από τα καρτέλ και τα λόμπι, ενώ οι τιμές είναι πιο πάνω από τα επίπεδα εκκαθάρισης της αγοράς, οπότε μια κοινωνία γίνεται λιγότερο παραγωγική. Κατά συνέπεια, μειώνονται οι μακροπρόθεσμες επενδύσεις και η ζήτηση σε προϊόντα, εργασία ή άλλους συντελεστές παραγωγής και υπάρχει ύφεση ή κρίση. Αξίζει πάντως να σημειωθεί ότι στις περισσότερες οικονομίες κάποιες τιμές και μισθοί δεν καθορίζονται από οργανώσεις ειδικών συμφερόντων. Αντίθετα, υπάρχουν διάφοροι τομείς όπου οι ανισορροπίες στις τιμές εμμένουν για μεγάλα χρονικά διαστήματα και τουλάχιστον ένας τομέας όπου οι τιμές μπορούν να είναι εκτός ισορροπίας μόνο στιγμιαία. Επίσης, με την πάροδο του χρόνου μια κοινωνία, η οποία χαρακτηρίζεται από σχετική σταθερότητα, βιώνει μεγαλύτερη ανεργία και απώλεια εκροής για κάθε μείωση στη συνολική ζήτηση.

Αντιθέτως, το μονεταριστικό μοντέλο και το μοντέλο ισορροπίας ορθολογικών προσδοκιών αναφέρουν ότι αλλαγές στην ποσότητα χρήματος οδηγούν σε αλλαγές στο ονομαστικό εισόδημα. Επιπλέον, αναφέρουν ότι η πραγματική εκροή προσδιορίζεται τόσο από τη νομισματική και δημοσιονομική πολιτική όσο και από τη διαθεσιμότητα των πόρων και της τεχνολογίας. Παρόλα αυτά, δεν εξηγούν την ακούσια ή τη μαζική και παρατεταμένη ανεργία. Αντ'αυτού, έχουν αναπτύξει

μοντέλα 'αναζήτησης', τα οποία λένε ότι προσωρινά συμφέρει τον εργαζόμενο να χρησιμοποιεί όλο το χρόνο που έχει στη διάθεσή του για να αναζητήσει την καλύτερη δυνατή εργασία. Έτσι, έως τότε είτε αρνείται κάποια άλλη απασχόληση είτε σπουδάζει είτε απλώς απολαμβάνει τον ελεύθερο του χρόνο. Μεγάλο ρόλο παίζει η διαφορετική πληροφόρηση ή εκτίμηση σχετικά με την πορεία του επιπέδου τιμών και μισθών ανάμεσα στους άνεργους εργαζόμενους και στους εργαζόμενους που διατηρούν την δουλειά τους και τους εργοδότες. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι άνεργοι εργαζόμενοι επιλέγουν να επενδύσουν για κάποιο διάστημα σε εκπαίδευση και περαιτέρω μόρφωση ή να περιμένουν, απολαμβάνοντας τον ελεύθερο χρόνο που έχουν, μέχρι να τους προσφερθεί μια δουλειά στον πραγματικό μισθό που θέλουν να πετύχουν. Όμως, ενδέχεται οι άνεργοι εργαζόμενοι να κάνουν λάθος σχετικά με την πορεία του επιπέδου τιμών και μισθών και να πραγματοποιούν αυτές τις ενέργειες 'άδικα' μέχρι να ανακαλύψουν ότι οι εκτιμήσεις τους είναι λανθασμένες. Πολλά άτομα θεωρούν τον εαυτό τους άνεργο, όταν οι διαθέσιμες θέσεις εργασίας δεν αφορούν το επάγγελμά τους. Επίσης, θεωρούν τον εαυτό τους άνεργο, όταν είναι προκατειλημμένοι σχετικά με την ηλικία τους, θεωρώντας τον εαυτό τους μεγάλο σε ηλικία για να επενδύσουν σε νέες δεξιότητες, οι οποίες απαιτούν εκπαίδευση, κατάρτιση ή εργασία σε αντίστοιχη επιχείρηση με την προηγούμενη στην οποία εργαζόνταν και είχαν εξειδικευτεί. Πολλές φορές, οι εργαζόμενοι και οι εργοδότες συνάπτουν μεταξύ τους ένα σιωπηρό συμβόλαιο με σκοπό τη μεγιστοποίηση του κοινού κέρδους και των δύο και τη μείωση της ανεργίας. Ωστόσο, αυτό συνήθως είναι δύσκολο, διότι ο εργοδότης δεν ξέρει την αξία που έχει για τον εργαζόμενο ο ελεύθερος χρόνος και ο εργαζόμενος δεν ξέρει την ποσότητα εργασίας που θεωρεί ο εργοδότης ότι θα αυξήσει το εισόδημά του ίδιου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην μπορεί να βρεθεί εύκολα ο μισθός και η ποσότητα εργασίας που οδηγούν στο μέγιστο κοινό κέρδος και συνήθως ο εργαζόμενος καταλήγει να εργάζεται λιγότερο. Οι εργαζόμενοι με ίδιες ή ανταγωνιστικές δεξιότητες έχουν συμφέρον να εμποδίζουν τη σύναψη τέτοιων συμβολαίων, διότι η επιπλέον εργασία θα οδηγήσει σε μείωση του οριακού εισοδηματικού προϊόντος της εργασίας και κατά συνέπεια σε μείωση και των μισθών τους. Κάτι τέτοιο μπορεί να πραγματοποιηθεί, μόνο εάν αυτοί οι εργαζόμενοι, οι οποίοι έχουν τέτοιο σκοπό, είναι οργανωμένοι σε καρτέλ ή λόμπι. Δεν αποκλείεται η περίπτωση να συμφέρει και τους εργοδότες να εμποδίσουν τη σύναψη τέτοιων συμβολαίων, ώστε να διατηρήσουν τους μισθούς κάτω από τα ανταγωνιστικά επίπεδα, οπότε οργανώνονται και αυτοί σε καρτέλ ή λόμπι. Πάντως, ακόμη και αν οι εργαζόμενοι μετακινηθούν και βρουν εργασία σε τομείς όπου επικρατούν ευέλικτες τιμές, θα εξακολουθεί να υπάρχει ακούσια ανεργία σε κάποιο βαθμό λόγω της αναζήτησης και της αναμονής σε ουρές.

Διάφορες προσωρινές μέθοδοι προτείνονται για την μείωση της ανεργίας, οι οποίες όμως σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να θεωρούνται ιδανικές λύσεις, πανάκεια και υποκατάστατα έγκυρων θεσμών και μικροοικονομικών πολιτικών, καθώς και καλών δημοσιονομικών και νομισματικών πολιτικών. Αυτές είναι φόροι σε επιχειρήσεις, οι οποίες αυξάνουν τους μισθούς και επιδοτήσεις σε επιχειρήσεις, οι οποίες προσλαμβάνουν εργαζομένους από κατηγορίες στις οποίες επικρατεί υψηλή ανεργία.

Το μοντέλο του Keynes δεν μπορεί να εξηγήσει την ταυτόχρονη ύπαρξη υψηλών ποσοστών ανεργίας και υψηλού πληθωρισμού. Κάποιες φορές, ο πληθωρισμός και ο στασιμοπληθωρισμός εξηγούνται με τη θεωρία της 'ώθησης κόστους', η οποία αποδίδει τον πληθωρισμό και το στασιμοπληθωρισμό σε αυξήσεις τιμών και μισθών που προέρχονται από οργανώσεις ειδικών συμφερόντων με μονοπωλιακή ισχύ. Επίσης, μια μακροοικονομική θεωρία πρέπει να μπορεί να εξηγήσει διάφορα φαινόμενα και καταστάσεις σε μικροοικονομικό επίπεδο και να μπορεί να εξηγήσει τις μικρές υφέσεις, την ακούσια και εκούσια ανεργία, όπως και γιατί η ανεργία παρουσιάζεται συχνότερα σε ομάδες με μικρότερες δεξιότητες και παραγωγικότητα, για παράδειγμα στους έφηβους ή τις φυλετικές μειονότητες. Ακόμη, πρέπει να εμπεριέχει τόσο την έννοια της ισορροπίας όσο και την έννοια της ανισορροπίας, να είναι αρκετά απλή και φειδωλή, να είναι συνεπής αναφορικά με τις περιόδους οικονομικής άνθησης και τις περιόδους οικονομικής ύφεσης, να μπορεί να εξηγήσει ουσιαστικά τις διαφορές που υπάρχουν από κοινωνία σε κοινωνία και από μια ιστορική περίοδο σε μια άλλη και αφορούν κάποιο μακροοικονομικό πρόβλημα και να διαθέτει μεγάλη ερμηνευτική δύναμη για εξω-μακροοικονομικά φαινόμενα.

Εν κατακλείδι, ο συγγραφέας Mancur Olson υποστηρίζει ότι η θεωρία που προτείνει συμφωνεί με την γρήγορη οικονομική μεγέθυνση της Δυτικής Γερμανίας, της Ιαπωνίας, των έξι εθνών που ίδρυσαν την Κοινή Αγορά, της Κορέας, της Ταϊβάν, της Σιγκαπούρης, του Χονγκ-Κονγκ και του αμερικανικού Νότου και Δύσης και με την αργή οικονομική μεγέθυνση της Βρετανίας, της Κίνας και των βορειοανατολικών και παλαιότερων μεσοδυτικών περιοχών των ΗΠΑ. Επιπλέον, η θεωρία αυτή εξηγεί καλύτερα από άλλες την ταξική δομή της Βρετανίας, το σύστημα της κάστας στην Ινδία και τις φυλετικές διακρίσεις στη Νότιο Αφρική, καθώς και τις υφέσεις, την ακούσια ανεργία, τον στασιμοπληθωρισμό και διάφορα άλλα μακροοικονομικά φαινόμενα. Κατά τη γνώμη του συγγραφέα, μια κοινωνία, η οποία αποτελείται κατά κόρον από οργανώσεις ειδικών συμφερόντων, θα προσπαθήσει να αποτρέψει τις απώλειες που αυτές επιφέρουν και να αυξήσει την ευημερία και την αποδοτικότητά της, εφαρμόζοντας έξυπνες και αποφασιστικές δημόσιες πολιτικές. Δηλαδή, θα μπορούσε να ανακαλέσει όποιες ρυθμίσεις και νομοθεσίες υπέρ των διανεμητικών συσπειρώσεων υπάρχουν και να εφαρμόσει πιο αυστηρούς νόμους κατά των καρτέλ και λόμπι, τα οποία χρησιμοποιούν την μονοπωλιακή ισχύ τους για να αποσπάσουν τιμές και μισθούς πάνω από τα ανταγωνιστικά επίπεδα.

Κλείνοντας, αναφέρεται ότι προσδοκία του συγγραφέα Mancur Olson αποτελεί η ολοένα μεγαλύτερη, με την πάροδο του χρόνου, απόκτηση συνείδησης από τους επιστήμονες και μελετητές του συγκεκριμένου θέματος, σχετικά με τις απώλειες που επιφέρουν σε μια κοινωνία οι οργανώσεις ειδικών συμφερόντων όσον αφορά τους ρυθμούς οικονομικής μεγέθυνσης, τις ίσες ευκαιρίες, τη σωστή και συνετή διακυβέρνηση, την πλήρη απασχόληση και την κοινωνική παραγωγικότητα. Σκοπός είναι να διαδοθεί αυτή η διαπίστωση και επίγνωση σε όλο και περισσότερα άτομα μιας κοινωνίας, έτσι ώστε να μειωθούν σημαντικά αυτές οι απώλειες.

1.8 Η σχέση κομμάτων και οργανώσεων ειδικών συμφερόντων στην Ελλάδα

Στο βιβλίο του 'Μεταξύ Πιτυοκάμπη και Προκρούστη: Οι επαγγελματικές οργανώσεις στη σημερινή Ελλάδα' (1998), ο συγγραφέας Μαυρογορδάτος αναφέρει ότι τα πρώτα χρόνια που κυβερνούσε το ΠΑΣΟΚ, νομιμοποιήθηκαν οργανωμένες εργατικές και αγροτικές οργανώσεις. Παρόλα αυτά, αυτή η νομιμοποίηση σήμαινε την εξ ολοκλήρου και υποχρεωτική ρύθμιση των οργανώσεων μέχρι τελευταίας λεπτομέρειας, μέσω νομοθεσίας της κυβέρνησης και πολλές φορές, μέσω δικαστικού διορισμού προσωρινών διοικήσεων. Τα κόμματα εξασφαλίζουν την αναλογική εκπροσώπησή τους στα διοικητικά όργανα των οργανώσεων ειδικών συμφερόντων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να εκλείπει πλέον η αυτονομία των οργανώσεων ειδικών συμφερόντων και να θεωρούνται θεμιτές και νόμιμες, εάν αποτελούν αντίγραφο της Βουλής και μικρογραφία αυτής.

Στην Ισπανία, την Ιταλία και την Πορτογαλία υπάρχει ίδια συμπάθεια για τις οργανώσεις των μισθωτών και των βιομηχάνων και μεγαλύτερη συμπάθεια για τις οργανώσεις μικρών επιχειρηματιών, φανερώνοντας έτσι την ενδιάμεση ταξική θέση των ατόμων. Αντίθετα, στην Ελλάδα υπάρχουν τα δύο άκρα, οι οργανώσεις των βιομηχάνων από τη μια μεριά και οι οργανώσεις των αγροτών, μισθωτών και μικρών επιχειρηματιών από την άλλη μεριά. Αυτός ο αχαλίνωτος λαϊκισμός που εμφανίζεται στην Ελλάδα οφείλεται στη μικροαστική κοινωνική της δομή, στο μεγάλο ποσοστό παραοικονομίας και στο μεγάλο ποσοστό δημοσίων υπαλλήλων. Αυτή η μικροαστική κοινωνική δομή της Ελλάδας γίνεται φανερή στον αγροτικό τομέα, όπου οι αγρότες δεν διαφοροποιούνται βάσει της ιδιοκτησίας τους, αλλά υπάρχει μια ενιαία αγροτική τάξη μικροϊδιοκτητών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην υπάρχουν ανταγωνιστικές οργανώσεις με αντίθετα συμφέροντα, όπως στην Ισπανία, την Ιταλία και την Πορτογαλία όπου υπάρχουν άλλες οργανώσεις για τους μεγάλους γαιοκτήμονες, άλλες για τους μικρούς και μεσαίους αγρότες και άλλες για το αγροτικό προλεταριάτο. Επίσης, στον αγροτικό τομέα συνυπάρχει τόσο η κορπορατική δομή, με τη μορφή των αγροτικών συνεταιρισμών, όσο και η πλουραλιστική δομή, με τη μορφή των αγροτικών συλλόγων. Ας σημειωθεί όμως ότι, μέχρι πρόσφατα, αποκλειστική μορφή, σε αντίθεση με άλλες χώρες, υπήρξε η μορφή των αγροτικών συνεταιρισμών. Οι αγροτικοί συνεταιρισμοί είναι τοπικές και νομικά αυτοτελείς οργανώσεις, οι οποίες ιδρύονται ελεύθερα και είναι μέλη Ενώσεων ανά επαρχία ή νομό, με τις Ενώσεις να είναι μέλη της Πανελληνίας Συνομοσπονδίας Ενώσεων Γεωργικών Συνεταιρισμών (ΠΑΣΕΓΕΣ).

Κατά τη διάρκεια της δικτατορίας, δεν καταστράφηκαν οι προϋπάρχουσες δομές των επαγγελματικών οργανώσεων, αλλά διαλύθηκαν μόνο συγκεκριμένα συνδικάτα και αγροτικοί σύλλογοι λόγω της ταύτισής τους με την Αριστερά και διορίστηκαν συγκεκριμένες διοικήσεις για τις οργανώσεις. Επιπλέον, το καθεστώς της δικτατορίας ανέπτυξε στενές σχέσεις με τους εμπόρους, τους βιοτέχνες και τους επαγγελματίες.

Με τη μετάβαση από τη δικτατορία στη δημοκρατία, καλλιεργήθηκε η εντύπωση ότι οι επαγγελματικές οργανώσεις είναι 'πηλός' στα χέρια υπουργών και συμβούλων

αυτών και μπορούν να αναπλάθονται ανάλογα με χρήση διάφορων νομοθετημάτων. Έτσι, για παράδειγμα, στελέχη του ΠΑΣΟΚ, τα οποία ήταν και μέλη επαγγελματικών οργανώσεων αναγκάστηκαν να στηρίξουν και να εφαρμόσουν τη νομοθεσία και πολιτική της κυβέρνησης του ΠΑΣΟΚ, αγνοώντας τα συλλογικά συμφέροντα που εξυπηρετούσαν, όντας αφοσιωμένοι στον 'Πρόεδρο' και φοβούμενοι πιθανή διαγραφή. Έρχεται, λοιπόν, στο προσκήνιο ο όρος 'Gleichschaltung', ο οποίος σημαίνει 'συντονισμό' ή 'συγχρονισμό' και χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στη Γερμανία το 1933. Δηλαδή, η 'Gleichschaltung' επιθυμεί να μετατρέψει όλες τις επαγγελματικές οργανώσεις σε αντίγραφα της Βουλής όσον αφορά την κομματική σύνθεση. Εργαλείο αυτής της λογικής υπήρξε η 'απλή' αναλογική, ένα εκλογικό σύστημα, το οποίο εφαρμόστηκε αναγκαστικά στις επαγγελματικές οργανώσεις. Επίσης, για καθαρά κομματικούς σκοπούς αντικαταστάθηκαν οι εκλεγμένες διοικήσεις των επαγγελματικών οργανώσεων με προσωρινές διοικήσεις, διορισμένες από την κυβέρνηση. Η 'απλή' αναλογική εφαρμόστηκε στους αγροτικούς συνεταιρισμούς, με την κυβέρνηση να εκβιάζει με διάλυση όποιας οργάνωσης δεν προσαρμοστεί εντός τριών μηνών και τη διάλυση όποιων διοικήσεων δεν κάνουν εκλογές σε ένα ή δύο μήνες. Με αυτό τον τρόπο μετατρέπονται οι αγροτικοί συνεταιρισμοί από οικονομικές οργανώσεις σε εκλογικούς μηχανισμούς, οι οποίοι εξαρτώνται από την εκάστοτε κυβέρνηση και τις κρατικές επιδοτήσεις που αυτή τους παρέχει. Επίσης, η κυβέρνηση επέτρεπε την ύπαρξη μόνο ενός αγροτικού συνεταιρισμού σε κάθε πόλη ή χωριό και μόνο μιας Ένωσης ανά νομό. Αυτή η συγχώνευση των Ενώσεων σε μία ανά νομό δεν εφαρμόστηκε τελικά χάρη στην αντίσταση των 23 Ενώσεων. Τα δύο μόνιμα και άλυτα προβλήματα, τα οποία επηρέαζαν τις σχέσεις της ΠΑΣΕΓΕΣ με την Κυβέρνηση, ήταν τα μεγάλα χρέη των αγροτικών συνεταιρισμών που ολοένα και συσσωρεύονταν και η συνεχής ανάγκη τους για χρηματοδότηση.

Οι αγροτικοί σύλλογοι άρχισαν να εμφανίζονται ως αμφισβήτηση απέναντι στην κρατική υποστήριξη που λάμβαναν οι αγροτικοί συνεταιρισμοί. Ο νόμος 1361 που ψήφισε η κυβέρνηση, επέτρεπε στους αγροτικούς συλλόγους να εκδίδουν πιστοποιητικά αγροτικής ιδιότητας για τις συναλλαγές των αγροτών με το Κράτος. Τοπικοί αγροτικοί σύλλογοι συγκροτούν ομοσπονδίες ανά νομό, οι οποίες με τη σειρά τους συγκροτούν συνομοσπονδίες και εφαρμόστηκε και σε αυτούς η αναλογική. Αναφέρεται ότι το ΚΚΕ και το ΠΑΣΟΚ δημιούργησαν τη ΓΕΣΑΣΕ για να αμφισβητήσουν το μονοπώλιο εκπροσώπησης που είχε η ΠΑΣΕΓΕΣ όταν κυβερνούσε η ΝΔ, οδηγώντας έτσι την ΝΔ να δημιουργήσει με τη σειρά της τη ΣΥΔΑΣΕ για τον ίδιο ακριβώς λόγο. Παρατηρείται, λοιπόν, μια φοβερή εξάρτηση των αγροτικών οργανώσεων από το Κράτος, τόσο σε οικονομικό όσο και σε θεσμικό επίπεδο, αφού η ύπαρξη και η λειτουργία των οργανώσεων εξαρτάται από τις μεταβαλλόμενες διαθέσεις του εκάστοτε Υπουργού Γεωργίας. Αυτή η εξάρτηση οδηγεί σε κομματική πειθαρχία των μελών των αγροτικών οργανώσεων και υποταγή τους στον εκάστοτε Υπουργό Γεωργίας, με αποτέλεσμα την περαιτέρω ενίσχυση του Κράτους.

Όσον αφορά τους μισθωτούς, το ελληνικό εργατικό κίνημα βασίζεται σε πάρα πολλά πρωτοβάθμια σωματεία, τα οποία είναι νομικά αυτοτελή, ιδρύονται ελεύθερα και ανήκουν είτε σε πανελλαδικές ομοσπονδίες είτε σε τοπικά εργατικά κέντρα, τα οποία συλλέγουν τα σωματεία μιας πόλης ή περιφέρειας. Οι πανελλαδικές ομοσπονδίες και τα τοπικά εργατικά κέντρα συγκροτούν την πανελλαδική συνομοσπονδία Γενική Συνομοσπονδία Εργατών Ελλάδας (ΓΣΕΕ). Το ελληνικό εργατικό κίνημα εξαρτάται οικονομικά σε πολύ μεγάλο βαθμό από το Κράτος και συγκεκριμένα από τις επιχορηγήσεις ενός κρατικού οργανισμού που ιδρύθηκε το 1931 και λέγεται Εργατική Εστία. Οι πόροι αυτού του οργανισμού προέρχονται από υποχρεωτικές εισφορές των εργοδοτών και των μισθωτών. Εκτός από τις επιχορηγήσεις της Εργατικής Εστίας, πολλές φορές ο Υπουργός Εργασίας διαθέτει, σύμφωνα με την κρίση του, σημαντικά κονδύλια για τη στήριξη των ελληνικών εργατικών σωματείων. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι, 96% των εσόδων της ΓΣΕΕ τα τελευταία τρία χρόνια προέρχονται από κρατικές επιχορηγήσεις. Οι δημόσιοι υπάλληλοι είναι οργανωμένοι ξεχωριστά στην πανελλήνια συνομοσπονδία ΑΔΕΔΥ, η οποία ιδρύθηκε το 1945 και είναι οικονομικά αυτάρκης. Αν συγκρίνει κανείς τις δύο αυτές συνομοσπονδίες, θα διαπιστώσει ότι διαφέρουν αναφορικά με τους στόχους και τις στρατηγικές τους και ότι τα σωματεία που ανήκουν στην ΑΔΕΔΥ είναι πιο ισχυρά από τα σωματεία που ανήκουν στη ΓΣΕΕ. Τα κόμματα επενέβησαν και στη ΓΣΕΕ, μετατρέποντας τα πρωτοβάθμια σωματεία σε τοπικά τμήματα κλαδικών συνδικάτων και τα εργατικά κέντρα σε τοπικά τμήματα της ΓΣΕΕ. Πρέπει να αναφερθεί ότι κύρια πηγή του κακού είναι η πολύ εύκολη ίδρυση εργατικών σωματείων, ώστε να ιδρυθούν νέα, να διατηρηθούν ή να διαλυθούν εργατικά κέντρα και ομοσπονδίες ή να ιδρυθούν απλά για προσωπικό κέρδος. Επιπλέον, είναι δύσκολος ο έλεγχος της ύπαρξης και λειτουργίας τους και αυτό οφείλεται στο μικρό μέγεθός τους, στη διασπορά τους και στο πλήθος τους. Έτσι, μετά τη δικτατορία, η αλλαγή των δομών του ελληνικού εργατικού κινήματος δεν μπόρεσε να πραγματοποιηθεί λόγω ασυμβίβαστων κομματικών στρατηγικών με σκοπό τον έλεγχο μιας ενιαίας ΓΣΕΕ.

Στο βιβλίο αυτό, τονίζεται το γεγονός ότι η ύπαρξη κομματικών παρατάξεων εντός των οργανώσεων ειδικών συμφερόντων εμποδίζει τη συγκρότηση σωστών, λειτουργικών και εύρωστων οργανώσεων. Αυτό οδηγεί σε μια γενικευμένη κρίση και αποτελμάτωση των οργανώσεων αυτών, μετατρέποντάς τις σε μη αποτελεσματικές οργανώσεις με πολλές διαμάχες ανάμεσα στις κομματικές παρατάξεις. Άρα, το ελληνικό συνδικαλιστικό κίνημα, όντας μια οργάνωση ειδικών συμφερόντων, παραμένει εγκλωβισμένο και δέσμιο του κρατικού κορπορατισμού, ο οποίος το εξέθρεψε.

Παρομοίως, στον επιχειρηματικό κόσμο υπάρχει διαχωρισμός ανάμεσα στους εφοπλιστές, τους εμπόρους και τους βιομηχάνους, οι οποίοι θεωρούνται 'μεγάλοι' και στους βιοτέχνες και τους επαγγελματίες, οι οποίοι θεωρούνται 'μικροί'. Οι τράπεζες είναι κυρίως κρατικές και υπάρχει ακόμα διαχωρισμός ανάμεσα στη βιομηχανία, το εμπόριο και τη ναυτιλία ανά κλάδο και ανά περιοχή. Ψήγματα ενότητας προσφέρουν τα επιμελητήρια, τα οποία όμως απέχουν από τον σκοπό των Εμπορικών και

Βιομηχανικών Επιμελητηρίων που προορίζονταν για να εκπροσωπήσουν με μοναδικό τρόπο τον επιχειρηματικό κόσμο συνολικά. Κατά τη διάρκεια διακυβέρνησης του ΠΑΣΟΚ, οι επιχειρηματίες δέχτηκαν τρομερές επιθέσεις από την ίδια την κυβέρνηση, τον τύπο και τη ραδιοτηλεόραση και συγκεκριμένα πρόσωπα του επιχειρηματικού κόσμου μετατρέπονται σε εξιλαστήρια θύματα για σωρεία εγκλημάτων. Ο επιχειρηματικός κόσμος άρχισε να ξαναβρίσκει τη χαμένη του αίγλη και τα κέρδη του μετά το σταθεροποιητικό πρόγραμμα που εφαρμόστηκε τον Οκτώβριο του 1985.

Οι εφοπλιστές είναι οργανωμένοι στην Ένωση Ελλήνων Εφοπλιστών (ΕΕΕ), η οποία ιδρύθηκε το 1916 και ανασυστάθηκε το 1923, ενώ ταυτόχρονα ανήκουν και στα Εμπορικά και Βιομηχανικά Επιμελητήρια. Επιπλέον, από το 1935 υπάρχει η Ελληνική Επιτροπή Ναυτιλιακής Συνεργασίας (Greek Shipping Cooperation Committee) του Λονδίνου, η οποία ονομάζεται και 'Κομμίτη' και εκπροσωπεί τις πιο ισχυρές ελληνικές επιχειρήσεις εφοπλιστών με έδρα το Λονδίνο ή τη Νέα Υόρκη. Ο τομέας των εφοπλιστών αποτελεί υπόδειγμα κλαδικού κορπορατισμού, καθώς υπάρχει μόνιμη συνεργασία ανάμεσα στο Κράτος, το κεφάλαιο και την εργασία και η Πανελλήνια Ναυτική Ομοσπονδία (ΠΝΟ) χρηματοδοτείται από τις συνδρομές που παρακρατούνται από τις αποδοχές όλων των ναυτικών.

Οι βιομήχανοι, από την άλλη, οργανώνονται στο Σύνδεσμο Ελληνικών Βιομηχανιών (ΣΕΒ), ο οποίος ιδρύθηκε το 1907. Ο ΣΕΒ διατηρεί άψογες σχέσεις με τα δύο μεγάλα κόμματα και κατά τη διάρκεια της δικτατορίας, τα κέρδη των βιομηχάνων αυξάνονται εξαιτίας διαφόρων ευνοϊκών κυβερνητικών μέτρων και ρυθμίσεων. Από το 1979, ωστόσο, μέλη του ΣΕΒ μπορούν να είναι μόνο επιχειρήσεις και για αυτό άλλωστε μετονομάζεται σε Σύνδεσμο Ελληνικών Βιομηχανιών από Σύνδεσμο Ελλήνων Βιομηχάνων.

Όσον αφορά τους εμπόρους, αυτοί εκπροσωπούνται από τοπικούς Εμπορικούς Συλλόγους, με κύριους συλλόγους τον Εμπορικό Σύλλογο Αθηνών (ΕΣΑ), τον Εμπορικό Σύλλογο Πειραιώς (ΕΣΠ) και τον Εμπορικό Σύλλογο Θεσσαλονίκης (ΕΣΘ). Κατά τη διάρκεια διακυβέρνησης του ΠΑΣΟΚ, οι έμποροι δέχτηκαν τρομερές επιθέσεις από την κυβέρνηση, κατηγορήθηκαν για φοροδιαφυγή και κερδοσκοπία. Επίσης, διάφοροι Υπουργοί Εμπορίου ανακοίνωσαν σωρεία μέτρων χωρίς προηγούμενη συνεννόηση και δεν αναγνώρισαν την ύπαρξη του Συντονιστικού Συμβουλίου Εμπορικών Συλλόγων Ελλάδος (ΣΣΕΣΕ). Αντίθετα, οι επαγγελματίες και οι βιοτέχνες εκπροσωπούνται από τη Γενική Συνομοσπονδία Επαγγελματιών και Βιοτεχνών Ελλάδος (ΓΣΕΒΕ).

Η επιχειρηματική αλληλεγγύη και η αγανάκτηση για ορισμένες αποφάσεις και μέτρα της εκάστοτε κυβέρνησης οδήγησαν στην ίδρυση του Εθνικού Συμβουλίου Ιδιωτικής Πρωτοβουλίας (ΕΣΙΠ), με σκοπό αυτό να αποτελέσει μια κορυφαία συνομοσπονδία όλων των επιχειρηματιών. Αυτός ο σκοπός, όμως, δεν μπόρεσε να πραγματοποιηθεί λόγω αντίθετων προσωπικών και κλαδικών συμφερόντων και ενδεχόμενων κομματικών συγκρούσεων και διαιρέσεων. Εφόσον το ΕΣΙΠ εκπροσωπεί εμπόρους, βιομήχανους, βιοτέχνες, επαγγελματίες και άλλες δραστηριότητες ιδιωτικού τομέα,

τότε στο Διοικητικό του Συμβούλιο υπάρχει ίσος αριθμός θέσεων για κάθε κατηγορία που εκπροσωπείται και μια θέση Αντιπροέδρου. Το ΕΣΠΠ δεν μπόρεσε να πετύχει και να ορθοποδήσει, διότι κάθε κατηγορία προτιμούσε να δρα μόνη της έτσι ώστε να μην αμφισβητείται η ύπαρξή της και να δημιουργείται μια ασπίδα προστασίας κάθε κατηγορίας ενάντια στις υπόλοιπες.

Παρόλα αυτά, η κυβέρνηση προσπάθησε με νομοσχέδια να εκδημοκρατίσει τις οργανώσεις των βιοτεχνών, των εμπόρων και των επαγγελματιών, ρυθμίζοντας τα καταστατικά όργανα, τις αρμοδιότητες και τη λειτουργία τους. Επιβλήθηκε ξανά η ‘απλή’ αναλογική ως εκλογικό σύστημα στα σωματεία, τις ομοσπονδίες και τις συνομοσπονδίες, ενώ απαιτήθηκε ανώτατο όριο στα ποσά συνδρομής και εφαρμογή νέων αρχαιρεσιών σε ορισμένες προθεσμίες. Επομένως, στόχος αυτού του ‘εκδημοκρατισμού’ είναι να εισαχθούν ‘μικρομεσαίες’ οργανώσεις στις ήδη υπάρχουσες ‘κλειστές’ οργανώσεις και να εξασφαλιστεί η εκλογή υποψηφίων του ΠΑΣΟΚ.

Αναφορικά με τα επιμελητήρια, το 1925 δημιουργήθηκαν τα Επαγγελματικά και τα Βιοτεχνικά Επιμελητήρια, το 1935 δημιουργήθηκε το Ξενοδοχειακό Επιμελητήριο Ελλάδος (ΞΕΕ) και το 1936 δημιουργήθηκε το Ναυτικό Επιμελητήριο Ελλάδος (ΝΕΕ). Τα επιμελητήρια είναι πιο σημαντικά για τους εμπόρους από ότι για τους βιομηχάνους, αντλούν μεγάλη εκλογική δύναμη στις επαρχίες και τα μέλη τους εγγράφονται υποχρεωτικά σε αυτά. Η έννοια της ‘Gleichschaltung’ που αναφέρθηκε παραπάνω, εφαρμόζεται και στα επιμελητήρια, οδηγώντας είτε στη συγχώνευση των επιμελητηρίων σε δύο ανά νομό, ένα για τους εμπόρους και επαγγελματίες και ένα για τους βιοτέχνες και βιομήχανους είτε στη δημιουργία ενός επιμελητηρίου ανά νομό με τρία τμήματα, ένα για το εμπόριο, ένα για τη μεταποίηση και ένα για τις υπηρεσίες. Σκοπός είναι να αφανιστούν οι έμποροι και οι βιομήχανοι ανάμεσα στους επαγγελματίες και τους βιοτέχνες, να εξασφαλιστεί η εκλογή υποψηφίων του ΠΑΣΟΚ, να αυξηθούν οι παρεμβάσεις του Υπουργού Εμπορίου και να αντικατασταθεί η πανελλήνια Ένωση Εμπορικών και Βιομηχανικών Επιμελητηρίων με πολλές περιφερειακές ενώσεις που θα μπορούν εύκολα να ελέγχονται.

Τέλος, οι αλλαγές κυβερνήσεων επιφέρουν αβεβαιότητα και ρευστότητα σχετικά με τις επαγγελματικές οργανώσεις. Ειδικά όταν εφαρμόζεται η ‘απλή’ αναλογική, τότε οι επαγγελματικές οργανώσεις χειραγωγούνται από τα κόμματα, διαβρώνονται και συγκρούονται κομματικά, με αποτέλεσμα τη διάλυση της συνοχής τους. Επίσης, με την ‘απλή’ αναλογική διευκολύνεται η εξωτερική επέμβαση των κομμάτων και δεν εκπροσωπούνται, δυστυχώς, οι ίδιοι οι ενδιαφερόμενοι στις επαγγελματικές οργανώσεις. Με την εφαρμογή της ‘απλής’ αναλογικής, οι επαγγελματικές οργανώσεις δεν μπορούν να έχουν δικές τους πολιτικές και μακροπρόθεσμο προγραμματισμό, δεν έχουν δική τους υπόσταση, δεν μπορούν να σχηματίσουν πλειοψηφία για συγκρότηση σε σώμα, δηλαδή εκλογή προέδρου, γενικού γραμματέα και τα λοιπά και οδηγούνται σε απραξία και πλήρη παράλυση. Άλλωστε, όπως υποστηρίζει ο ‘σιδηρούς νόμος της ολιγαρχίας’ του Michels (1997), οι μαζικές οργανώσεις περιέρχονται στον έλεγχο μιας κλειστής ολιγαρχίας. Έτσι, οι

επαγγελματικές οργανώσεις στην Ελλάδα πέφτουν θύματα αυτού του νόμου, στον οποίο κλειστή ολιγαρχία είναι τα κόμματα. Δηλαδή, τα μέλη των επαγγελματικών οργανώσεων αναγκάζονται να ψηφίσουν όπως θα ψηφίζαν στις βουλευτικές εκλογές και παραβιάζουν βασικές συνδικαλιστικές λογικές. Αυτή η εμμονή του ΠΑΣΟΚ με την ‘Gleichschaltung’ είχε ως αποτέλεσμα την εξάρθρωση και το βιασμό της κοινωνίας των πολιτών με προκρούστειο τρόπο σε ένα γραφειοκρατικά προκατασκευασμένο καλούπι που διέθετε το ΠΑΣΟΚ. Τόσα χρόνια, η κοινωνία των πολιτών διαιρείται και αφανίζεται από το Κράτος, περιμένοντας παθητικά τη λύτρωσή της είτε μέσω αλλαγής κυβέρνησης είτε μέσω αλλαγής πολιτικής. Αντίθετα, οι επαγγελματικές οργανώσεις δεν δημιούργησαν κοινό μέτωπο αντίστασης, αλλά περίμεναν προστασία και επέμβαση του Κράτους έναντι αλλήλων. Οι μόνες οργανώσεις που δημιούργησαν κοινά μέτωπα αντίστασης ενάντια στον κομματικό Πιτυοκάμπτη και στον κρατικό Προκρούστη είναι οι τοπικές επαγγελματικές οργανώσεις και οι συντεχνίες, πραγματοποιώντας τοπικές εξεγέρσεις και συντεχνιακές κινητοποιήσεις. Λογικά, τα δύο κόμματα της αντιπολίτευσης, η ΝΔ και το ΚΚΕ, θα μπορούσαν να δημιουργήσουν κοινό μέτωπο για την προστασία της κοινωνίας των πολιτών, αλλά δεν το έκαναν. Αντιθέτως, συμφέρει τα δύο αυτά κόμματα να εφαρμόζεται η ‘απλή’ αναλογική, να έχουν απεριόριστη ελευθερία λόγου οι εκπρόσωποι παρατάξεων στα συνέδρια και τις συνελεύσεις των επαγγελματικών οργανώσεων και να συνεχίζεται επ’άοριστον η κομματική χειραγώγηση και διάβρωση των επαγγελματικών οργανώσεων.

Επιπροσθέτως, σύμφωνα με το συγγραφέα Γιώργο Θ. Μαυρογορδάτο, συνάγεται το συμπέρασμα ότι ο κρατικός κορπορατισμός αίρει την θεμελιώδη και βασική έννοια της ελευθερίας του συνεταιρίζεσθαι και ότι οι επαγγελματικές οργανώσεις μπορούν να αποτελέσουν κριτήριο παγίωσης της δημοκρατίας, κριτήριο, όμως, το οποίο δεν ικανοποιούν οι οργανώσεις αυτές ειδικά στην Ελλάδα.

2. Θεωρητικό υπόβαθρο

2.1 Ασαφής λογική (Fuzzy Logic)

2.1.1 Ιστορία

Στα μέσα του 1960, ο Lotfi A. Zadeh του πανεπιστημίου Berkeley της Καλιφόρνια εφηύρε την θεωρία των ασαφών συνόλων, η οποία λέει ότι συνήθως στον κόσμο που ζούμε, τα αντικείμενα γύρω μας ανήκουν σε διάφορα σύνολα με διαφορετικούς βαθμούς συμμετοχής. Για παράδειγμα, η κλάση των "ψηλών ανθρώπων" δεν έχει αυστηρό κριτήριο συμμετοχής. Ο ασαφής ορισμός κλάσεων παίζει πολύ μεγάλο ρόλο στην ανθρώπινη επικοινωνία. Το 1965, ο Zadeh θεμελίωσε πλήρως την θεωρία των ασαφών συνόλων και της ασαφής λογικής, ολοκληρώνοντας την δουλειά αρκετών άλλων μαθηματικών μέχρι τότε. Η θεωρία του Zadeh δέχθηκε μεγάλη αμφισβήτηση κυρίως στην Αμερική. Την δεκαετία του 1970, και συγκεκριμένα το 1975, ο Ebrahim H. Mamdani, μηχανικός στο πανεπιστήμιο Queen Mary του Λονδίνου δοκίμασε, σε

συνεργασία με τον S. Assilian, για πρώτη φορά την ασαφή λογική για την ανάπτυξη ενός ελεγκτή ατμομηχανής.

Η θεωρία συνόλων αρχικά αναπτύχθηκε από τον Cantor (1874). Η θεωρία του δέχθηκε μεγάλη αμφισβήτηση και τελικά πέθανε το 1918 σε ψυχιατρική κλινική. Σύνοιο είναι οποιαδήποτε συλλογή - ομάδα ομοειδών πραγμάτων (πραγμάτων που έχουν ή ικανοποιούν μία συγκεκριμένη ιδιότητα). Τα μέλη της ομάδας αυτής καλούνται στοιχεία του συνόλου. Το πλήθος των στοιχείων ενός συνόλου καλείται πληθικός αριθμός του συνόλου και συμβολίζεται συνήθως με N. Υπάρχουν πεπερασμένα και άπειρα σύνολα, ανάλογα με το αν ο πληθικός τους αριθμός είναι πεπερασμένος ή άπειρος.

2.1.2 Ασαφή σύνολα

Ένα ασαφές σύνολο (fuzzy set) ορίζεται ως ένα σύνολο διατεταγμένων ζευγών $(x, \mu(x))$ όπου $x \in X$ και $\mu(x) \in [0,1]$. Το σύνολο X αποτελεί ένα ευρύτερο σύνολο αναφοράς (universe of discourse) που περιλαμβάνει όλα τα αντικείμενα στα οποία μπορεί να γίνει αναφορά. Η τιμή $\mu_A(x)$ λέγεται συνάρτηση συμμετοχής (membership function) ή βαθμός αλήθειας (degree of truth) και συμβολίζει το βαθμό συμμετοχής του x στο A και παίρνει τιμές στο διάστημα [0,1]. Η διαφορά των ασαφών συνόλων συγκριτικά με την κλασική θεωρία συνόλων είναι ότι στα ασαφή σύνολα ισχύει $\mu_A(x) \in \{0,1\}$, δηλαδή το x είτε ανήκει στο A [$\mu_A(x) = 1$] είτε δεν ανήκει [$\mu_A(x) = 0$]. Το ασαφές σύνολο ορίζεται ως: $A = \sum_X \mu_A / X$ στην διακριτή περίπτωση και $A = \int \mu_A / X$ στην περίπτωση που το X είναι ένα συνεχές διάστημα.

2.1.3 Συνεπαγωγές

Έστω οι προτάσεις p = "x ανήκει στο σύνολο A" και q = "y ανήκει στο σύνολο B" όπου A και B είναι κλασικά σύνολα. Η πρόταση "p συνεπάγεται q" που θα συμβολίζεται $R : p \rightarrow q$, ερμηνεύεται ως $\neg(p \wedge \neg q)$, δηλαδή ότι δεν μπορεί να αληθεύει το p και να μην αληθεύει το q. Η πλήρης ερμηνεία της συνεπαγωγής είναι ότι ο βαθμός αλήθειας της $p \rightarrow q$ καθορίζει κατά πόσο το q αληθεύει τουλάχιστον κατά τον ίδιο βαθμό όσο το p. Έτσι, σύμφωνα με την κλασική λογική, ο πίνακας αλήθειας της φυσικής συνεπαγωγής είναι ο ακόλουθος πίνακας 2.1.3.1:

Πίνακας 2.1.3.1: Πίνακας αλήθειας της φυσικής συνεπαγωγής

p	q	$p \rightarrow q$
1	1	1
1	0	0
0	1	1
0	0	1

Μια επέκταση της φυσικής συνεπαγωγής $R : p \rightarrow q$ χρησιμοποιώντας ασαφή σύνολα A και B είναι η σχέση R μεταξύ των A και B.

$$\mu_R(x, y) = \begin{cases} 1, & \mu_A(x) \leq \mu_B(y) \\ 0, & \mu_A(x) > \mu_B(y) \end{cases}$$

Αυτή η σχέση ονομάζεται αυστηρή συνεπαγωγή. Ο πιο διαδεδομένος τελεστής συνεπαγωγής στα ασαφή σύνολα είναι αυτός του Mamdani, ο οποίος ορίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\mu_R(x, y) = \min\{\mu_A(x), \mu_B(y)\}$$

2.1.4 Προσεγγιστικός συλλογισμός

Στην συμπερασματική συλλογιστική δεδομένων αληθών προτάσεων, το συμπέρασμα που βγαίνει δεν μπορεί να είναι ψευδές. Κλασικό παράδειγμα συμπερασματικής συλλογιστικής είναι το ακόλουθο:

<u>Πρόταση:</u>	Όλοι οι άνθρωποι είναι θνητοί
<u>Γεγονός:</u>	Ο Σωκράτης είναι άνθρωπος
<u>Συμπέρασμα:</u>	Ο Σωκράτης είναι θνητός

Ο έλεγχος διαδικασιών ή συστημάτων με ασαφείς ελεγκτές προϋποθέτει την ύπαρξη κάποιων λεκτικών κανόνων που περιγράφουν τις αντιδράσεις ενός ανθρώπου χειριστή. Αυτοί οι κανόνες περιγράφονται από ένα σύνολο προτάσεων της μορφής "AN A τότε B". Είναι προφανές ότι σε πολύπλοκες διαδικασίες δεν είναι γνωστοί όλοι οι κανόνες εκ των προτέρων. Άρα, ζητείται ένας μηχανισμός που μπορεί να παίρνει αποφάσεις με ελλιπή στοιχεία, κάτι που η ασαφής λογική αποδεικνύεται ότι μπορεί να κάνει.

Στον προσεγγιστικό συλλογισμό και την ασαφή λογική, ο σημαντικότερος κανόνας συνεπαγωγής είναι ο Generalized Modus Ponens (GMP) για τον οποίο ισχύει:

<u>ΠρότασηR:</u>	AN x είναι A TOTE y είναι B
<u>Γεγονός:</u>	x είναι A
<u>Συμπέρασμα:</u>	y είναι B

Στόχος είναι η εύρεση ενός συμπεράσματος, έχοντας σαν δεδομένα τα αίτια. Το συμπέρασμα B προκύπτει από την σύνθεση του A και του πίνακα αλήθειας της συνεπαγωγής. Η σύνθεση, όπως έχει ήδη αναφερθεί, μπορεί να οριστεί με διάφορους τελεστές. Αν τώρα υπάρχουν παραπάνω από μία συνεπαγωγές R^1, R^2, \dots, R^n , τότε ο συνδυασμός αυτών των σχέσεων γίνεται με "OR", χρησιμοποιώντας συνήθως τον τελεστή max.

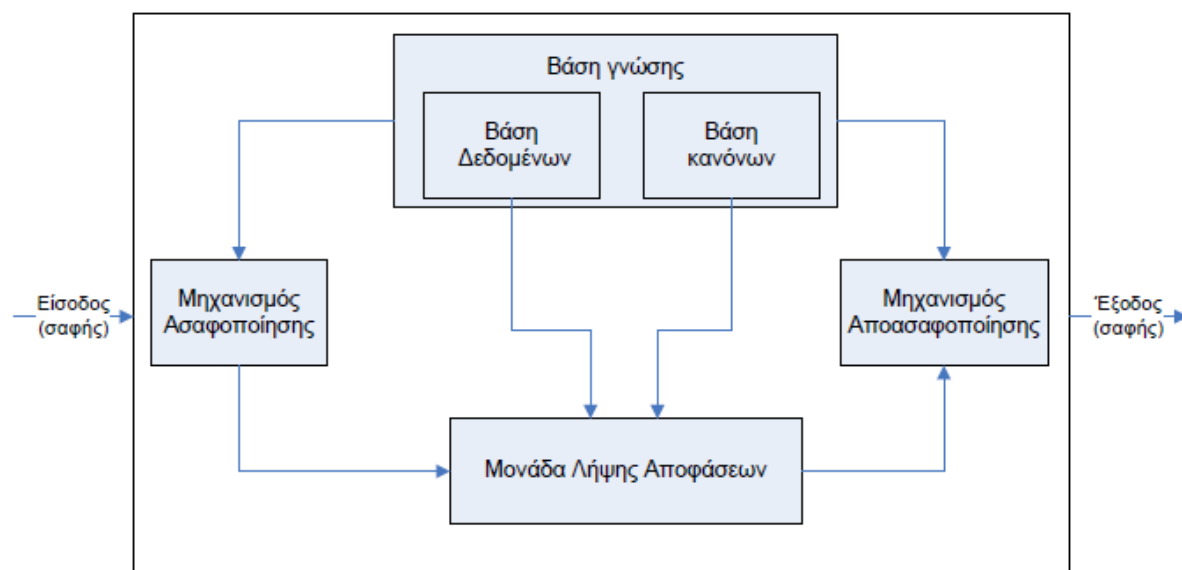
2.1.5 Ασαφείς ελεγκτές

Τα βασικά στοιχεία ενός ασαφούς ελεγκτή είναι τα ακόλουθα:

- Βάση γνώσης: Σε αυτήν είναι αποθηκευμένοι οι κανόνες ελέγχου για το έλεγχο της διαδικασίας.
- Ασαφή σύνολα: Έχοντας ορίσει τα ασαφή σύνολα, είναι δυνατή η μετάφραση των λεκτικών κανόνων της βάσης γνώσης σε μαθηματικούς κανόνες.

- Ασαφοποιητής: Αναλαμβάνει την μετατροπή των πραγματικών τιμών των μεταβλητών εισόδου του ελεγκτή σε ασαφή σύνολα.
- Μηχανισμός συμπερασμού: Εκεί παράγονται μέσω συνεπαγωγών τα ασαφή σύνολα των συμπερασμάτων.
- Αποασαφοποιητής: Τα ασαφή σύνολα των συμπερασμάτων μετατρέπονται σε πραγματικούς αριθμούς, έτσι ώστε να είναι δυνατή η μετάδοση της δράσης ελέγχου στην διαδικασία.

Η δομή ενός ασαφούς ελεγκτή απεικονίζεται στο παρακάτω διάγραμμα 2.1.5.1:



Διάγραμμα 2.1.5.1: Δομή ενός ασαφούς ελεγκτή (πηγή: Ατσαλάκης κ.α., 2008)

2.1.6 Ασαφοποίηση εισόδων

Οι εισοδοί σε έναν ασαφή ελεγκτή είναι σήματα, δηλαδή σαφείς μεταβλητές, για αυτό και απαιτείται ως πρώτο βήμα η ασαφοποίησή τους. Η ασαφοποίηση μπορεί να γίνει είτε με χρήση πίνακα τιμών είτε μέσα από μια αποτίμηση μιας συνάρτησης.

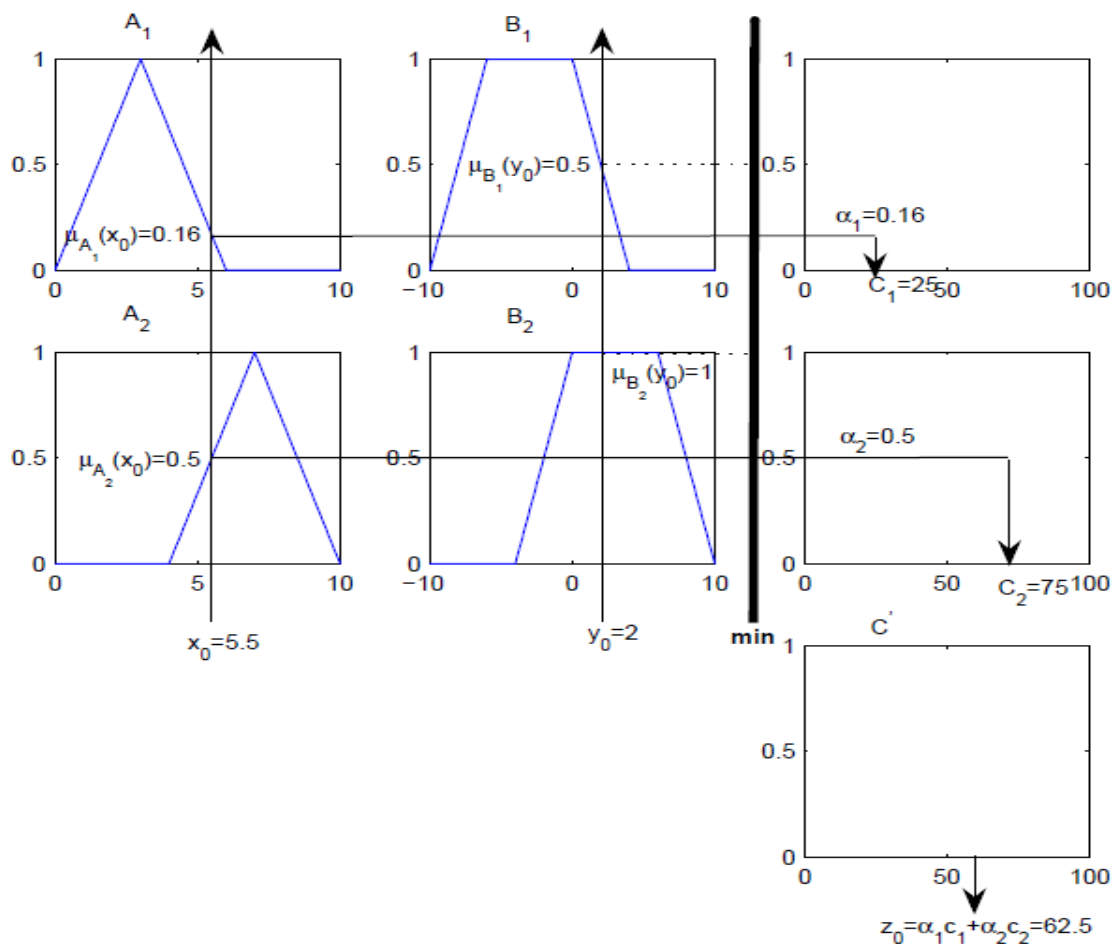
2.1.7 Μηχανισμός συμπερασμού

Ο μηχανισμός συμπερασμού για να οριστεί πλήρως χρειάζεται να οριστεί ο τελεστής συνεπαγωγής, ο τελεστής σύνθεσης που χρησιμοποιείται, το συνδυαστικό μεταξύ των κανόνων, και ο τελεστής "ΚΑΙ" που ενώνει τις προϋποθέσεις των κανόνων.

Το ασαφές μοντέλο τύπου Sugeno προτάθηκε από τους Takagi, Sugeno και Kang (1985, 1988), σε μια προσπάθεια να αναπτύξουν μια συστηματική προσέγγιση που θα τους επιτρέψει την παραγωγή ασαφών κανόνων από ένα συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων εισόδου-εξόδου. Ένας τυπικός ασαφής κανόνας για το ασαφές μοντέλο τύπου Sugeno έχει την ακόλουθη μορφή: Αν x είναι A και y είναι B , τότε $z = f(x,y)$, όπου τα A και B είναι ασαφή σύνολα στην υπόθεση (antecedent), ενώ το $z =$

$f(x,y)$ είναι μια σαφής (crisp) συνάρτηση στην απόδοση (consequent). Συνήθως το $f(x,y)$ είναι ένα πολυώνυμο των μεταβλητών εισόδου x και y , αλλά μπορεί να είναι οποιαδήποτε συνάρτηση, αρκεί να μπορεί να περιγράψει κατάλληλα την έξοδο του μοντέλου εντός της ασαφούς περιοχής που καθορίζεται από την υπόθεση (antecedent) του κανόνα.

Στο παρακάτω σχήμα 2.1.7.1 απεικονίζεται ο απλοποιημένος Sugeno-Takagi ελεγκτής:



Σχήμα 2.1.7.1: Απλοποιημένος Sugeno-Takagi ελεγκτής (πηγή: Βολογιαννίδης Σ., 2009)

Ο στόχος είναι να παραχθεί ένα ασαφές σύνολο ως απόφαση του ελεγκτή. Τα συστήματα που χρησιμοποιούν Sugeno μηχανισμό συμπερασμού είναι περισσότερο ακριβή, αλλά απαιτούν περισσότερο υπολογιστικό χρόνο. Αντίθετα, εκείνα που χρησιμοποιούν Mamdani μηχανισμό συμπερασμού ερμηνεύονται πιο εύκολα και απαιτούν λιγότερο υπολογιστικό χρόνο, αλλά είναι λιγότερο ακριβή. Ο πίνακας 2.1.7.2 παρουσιάζει συνοπτικά τους τελεστές:

Πίνακας 1.1.7.2: Συνοπτική παρουσίαση τελεστών

<u>Τελεστής "AND"</u>	<u>Τελεστής "OR"</u>	<u>Τελεστής συνεπαγωγής</u>	<u>Τελεστής σύνθεσης</u>
Mamdani (max)	Mamdani (min)	Αυστηρή	Mamdani (max – min)
Probor	Larsen (prod)	Gödel	Larsen (max – prod)
		Larsen (prod)	max – average
		Mamdani (min)	

2.1.8 Αποασαφοποίηση εξόδων

Για να προκύψει τελικά μια σαφής ενέργεια ελέγχου, πρέπει στο ασαφές σύνολο C να εφαρμοστεί μια από τις παρακάτω τεχνικές αποασαφοποίησης:

- Αποασαφοποίηση κέντρου βάρους (Center of area - Centroid): Η έξοδος υπολογίζεται από τον τύπο $z = \frac{\sum y_i \mu_C(y_i)}{\sum \mu_C(y_i)}$ στην διακριτή περίπτωση και $z = \frac{\int y_i \mu_C(y_i)}{\int \mu_C(y_i)}$ στην συνεχή περίπτωση.
- Αποασαφοποίηση μικρότερου των μεγίστων (Smallest of maxima – SOM): Η έξοδος είναι το μικρότερο σε απόλυτη τιμή από τα y_i που έχουν την μέγιστη τιμή συμμετοχής στο C.
- Αποασαφοποίηση μεγαλύτερου των μεγίστων (Largest of maxima – LOM): Η έξοδος είναι το μεγαλύτερο σε απόλυτη τιμή από τα y_i που έχουν την μέγιστη τιμή συμμετοχής στο C.
- Αποασαφοποίηση μέσου των μεγίστων (Middle of maxima - MOM): Η έξοδος είναι ο μέσος όρος όλων των στοιχείων y_i $i = 1, \dots, N$ που παίρνουν την μέγιστη τιμή στο C και υπολογίζεται από τον τύπο $z = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i$.

2.1.9 Ανάλυση κανόνων

Η σχεδίαση ενός ασαφούς ελεγκτή εντοπίζεται κυρίως στην εύρεση κατάλληλων κανόνων, έτσι ώστε το κλειστό σύστημα να ικανοποιεί κάποιες δεδομένες προϋποθέσεις. Στην θεωρία των ασαφών ελεγκτών δεν υπάρχουν συγκεκριμένες διαδικασίες, έτσι ώστε να σχεδιαστεί ένας τέτοιος ελεγκτής. Αντιθέτως, στη γραμμική θεωρία αυτομάτου ελέγχου υπάρχουν τεχνικές, όπως ο γεωμετρικός τόπος ριζών, τα διαγράμματα Nyquist και τα λοιπά. Το πρόβλημα είναι ότι η σχέση εισόδου-εξόδου του ελεγκτή είναι μη γραμμική και πολύ δύσκολη να περιγραφεί μαθηματικά. Παρόλα αυτά, δημιουργήθηκαν κάποια τεστ, τα οποία δείχνουν αν μια βάση κανόνων πληροί κάποια βασικά κριτήρια. Τα βασικά κριτήρια για την ανάλυση των κανόνων είναι τα ακόλουθα:

1. Πληρότητα - Είναι αρκετοί οι κανόνες που δημιουργήθηκαν;
2. Συνέπεια - Μήπως οι κανόνες αλληλοσυγκρούονται;
3. Πλεονασμός - Μήπως υπάρχουν στη βάση κανόνων κάποιοι περιττοί κανόνες;

4. Αλληλεπίδραση - Υπάρχουν κάποιοι κανόνες που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους;

2.1.10 Συναρτήσεις συμμετοχής

Υπάρχουν πολλοί τύποι συναρτήσεων συμμετοχής, αλλά εδώ παρατίθενται οι δύο κυριότερες συναρτήσεις συμμετοχής, οι οποίες είναι οι εξής:

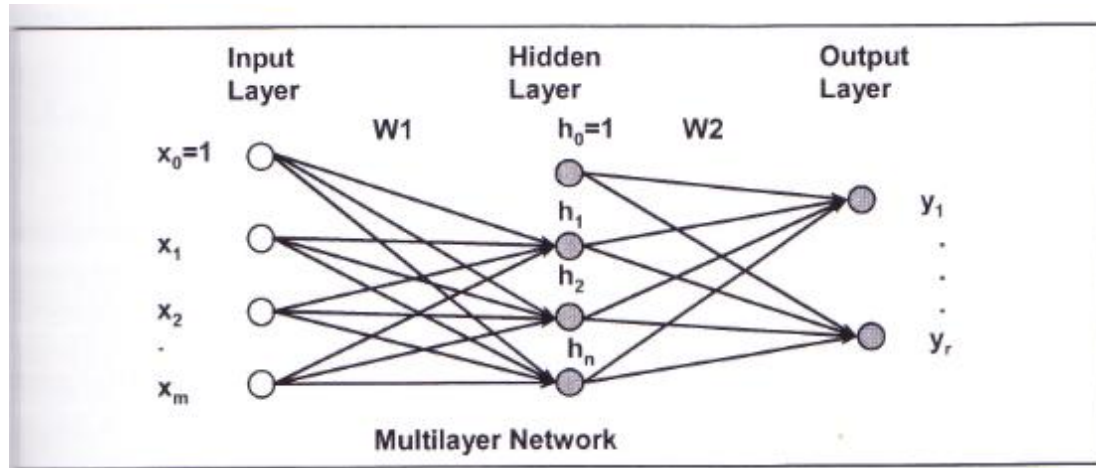
- Συναρτήσεις συμμετοχής γενικευμένης καμπανοειδούς μορφής (Generalized bell Mfs). Η γενικευμένη καμπανοειδής συνάρτηση συμμετοχής προσδιορίζεται από τρεις παραμέτρους $\{a, b, c\}$, όπου η παράμετρος b είναι συνήθως θετική. Ο τύπος της γενικευμένης καμπανοειδούς συνάρτησης συμμετοχής είναι ο ακόλουθος: $gbellmf(x, a, b, c) = \frac{1}{1 + \left|\frac{x-c}{a}\right|^2}$.

- Συναρτήσεις συμμετοχής γκαουσιανής μορφής (Gaussian Mfs). Μια γκαουσιανή συνάρτηση συμμετοχής προσδιορίζεται από δύο παραμέτρους $\{c, \sigma\}$. Ο τύπος της γκαουσιανής συνάρτησης συμμετοχής είναι ο ακόλουθος: $gaussmf(x, c, \sigma) = \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x-c}{\sigma}\right)^2\right)$.

Το δυσκολότερο σημείο είναι η επιλογή των ασαφών μεταβλητών, των τιμών τους και των κανόνων με τους οποίους θα συνδυαστούν. Ο προσδιορισμός των διαφόρων συναρτήσεων συμμετοχής συνήθως γίνεται αυτόματα με τη χρήση τεχνικών των νευρωνικών δικτύων. Άλλα σημεία που απαιτούν προσοχή είναι η επιλογή κατάλληλου τελεστή συνεπαγωγής, της μεθόδου αποασαφοποίησης και τα λοιπά. Ένα από τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει ένα σύστημα ασαφούς συλλογιστικής είναι η σταθερότητα, δηλαδή η ικανότητά του να εμφανίζει καλή συμπεριφορά σε όλο το φάσμα τιμών εισόδου. Συνήθως, η σταθερότητα συμπεριλαμβάνεται σαν ασαφής μεταβλητή στην περιγραφή του συστήματος και οι σχετικοί κανόνες ρυθμίζουν τη συμπεριφορά του συστήματος σε ακραίες καταστάσεις.

2.2 Νευρωνικά Δίκτυα (Neural Networks)

Η δομή ενός νευρωνικού δικτύου πρόσθιας φοράς με πολλαπλά επίπεδα (feedforward multilayer neural network) απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα 2.2.1:



Σχήμα 2.2.1: Δομή νευρωνικού δικτύου πρόσθιας φοράς με πολλαπλά επίπεδα (feedforward multilayer neural network-πηγή: Hines W., 1997)

2.2.1 Ιστορία

Η μελέτη υπολογιστικών συστημάτων που βασίζονται σε πρότυπα του ανθρώπινου εγκεφάλου ξεκίνησε το 1943 από τους McCulloch και Pitts οι οποίοι σχεδίασαν το πρώτο νευρωνικό δίκτυο. Η πολυπλοκότητα του ανθρώπινου εγκεφάλου είναι τέτοια, έτσι ώστε απαγορεύει την πλήρη κατανόησή του. Ακόμα και η κατανόηση της λειτουργίας ενός νευρώνα του ανθρώπινου εγκεφάλου είναι φοβερά πολύπλοκη. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος αποτελείται από 10^{10} νευρώνες, με κάθε νευρώνα να έχει αρκετές χιλιάδες συνδέσεις. Βασικά χαρακτηριστικά του ανθρώπινου εγκεφάλου είναι η αναγνώριση προτύπων (pattern recognition), ο συνειρμός, η πολυπλοκότητα και η ανεκτικότητα στο θόρυβο.

Ένας νευρώνας ενεργοποιείται όταν το σήμα εισόδου του γίνεται μεγαλύτερο από μία τιμή. Οι συνάψεις (συνδέσεις νευρώνων) μπορεί να είναι είτε διεγερτικές είτε ανασταλτικές. Ο νευρώνας έχει ένα κυτταρικό σώμα, μια δενδρική δομή εισόδων που ονομάζονται δενδρίτες και μια δενδρική δομή εξόδων που ονομάζονται άξονες. Οι άξονες συνδέονται με δενδρίτες άλλων νευρώνων μέσω των συνάψεων. Τα ηλεκτροχημικά σήματα εισόδων διαδίδονται μέσω των δενδριτών στο κυτταρικό σώμα και έπειτα μέσω των αξόνων σε άλλους νευρώνες. Αντίστοιχες δομές ακολουθούνται και στα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα.

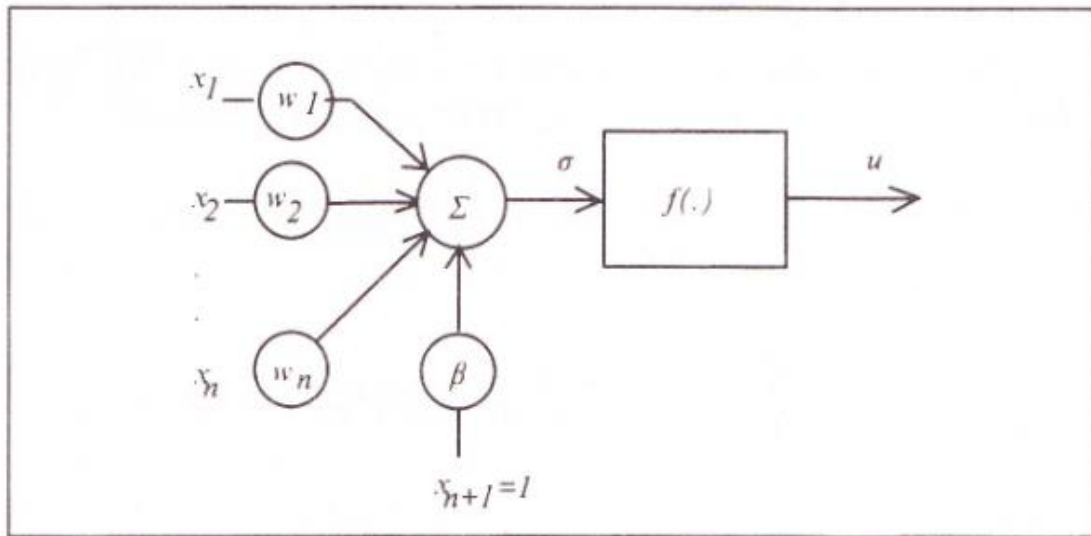
2.2.2 Η Δομή-Σύντομη Περιγραφή

Το νευρωνικό δίκτυο είναι ένα δίκτυο από υπολογιστικούς κόμβους (νευρώνες) συνδεδεμένους μεταξύ τους. Είναι εμπνευσμένο από το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ), το οποίο προσπαθεί να προσομοιώσει. Στην ουσία, πρόκειται για ένα σύστημα επεξεργασίας της πληροφορίας που αποτελείται από στρώματα (layers), κάθε ένα από τα οποία αποτελείται από στοιχεία επεξεργασίας που καλούνται νευρώνες.

Οι νευρώνες είναι τα δομικά στοιχεία του δικτύου. Υπάρχουν δύο είδη νευρώνων, οι νευρώνες εισόδου και οι υπολογιστικοί νευρώνες. Οι νευρώνες εισόδου (inputs) δεν υπολογίζουν τίποτα, μεσολαβούν ανάμεσα στις εισόδους του δικτύου και τους

υπολογιστικούς νευρώνες. Οι υπολογιστικοί νευρώνες πολλαπλασιάζουν τις εισόδους τους με τα συναπτικά βάρη (weights) και υπολογίζουν το άθροισμα του γινομένου. Κάθε νευρώνας εκτελεί μία προκαθορισμένη μαθηματική λειτουργία και παράγει μία και μόνη έξοδο. Το άθροισμα που προκύπτει είναι το όρισμα της συνάρτησης ενεργοποίησης (activation function). Ο κάθε νευρώνας λειτουργεί ανεξάρτητα από τους υπόλοιπους.

Στο παρακάτω σχήμα 2.2.2.1 απεικονίζεται το μοντέλο νευρώνα:



Σχήμα 2.2.2.1: Μοντέλο νευρώνα (πηγή: Ροβέρτος-Ε. Κ., 1998)

Το μοντέλο του νευρώνα που παρουσιάζεται παραπάνω περιλαμβάνει επίσης και ένα εξωτερικό βάρος b_k . Το βάρος b_k έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση ή την μείωση της τιμής που δίνει σαν είσοδο το δίκτυο στην συνάρτηση ενεργοποίησης, ανάλογα με το αν είναι αρνητικό ή θετικό. Το βάρος αυτό καλείται πόλωση ή κατώφλι (bias, threshold). Η τιμή της εισόδου του είναι πάντα η μονάδα, $x_0 = 1$. Με μαθηματικούς όρους, μπορεί να περιγραφεί ένας νευρώνας k από το παρακάτω ζεύγος εξισώσεων :

$$u_k = \sum_{j=1}^m w_{kj} x_j$$

$$y_k = \Phi(u_k - b_k)$$

όπου x_1, x_2, \dots, x_m είναι τα εισερχόμενα σήματα, $w_{k1}, w_{k2}, \dots, w_{km}$ είναι τα βάρη των συνάψεων του νευρώνα k , u_k είναι η έξοδος του γραμμικού συνδυαστή, $\Phi(\cdot)$ είναι η συνάρτηση ενεργοποίησης και y_k είναι το σήμα που δίνει σαν έξοδο ο νευρώνας k .

Η δεύτερη εξίσωση δείχνει την ιδιαίτερη σημασία του βάρους b_k . Εάν το συνολικό άθροισμα από τις υπόλοιπες εισόδους του νευρώνα είναι μεγαλύτερο από την τιμή αυτή, τότε ο νευρώνας ενεργοποιείται. Εάν είναι μικρότερο, τότε ο νευρώνας παραμένει ανενεργός.

Οι δυνατότητες ενός νευρωνικού δικτύου περιγράφονται πλήρως στο ακόλουθο αποδεδειγμένο θεώρημα: **Ένα νευρωνικό δίκτυο, με δύο επίπεδα ικανών για εκπαίδευση βαρών, μπορεί να προσεγγίσει οποιαδήποτε μη γραμμική συνάρτηση** (Dayhoff και DeLeo, 2001).

2.2.3 Συναρτήσεις Ενεργοποίησης

Η συνάρτηση ενεργοποίησης ορίζει την έξοδο του νευρώνα σε σχέση με την δυνατότητα ενεργοποίησης στην είσοδό του. Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι συναρτήσεων ενεργοποίησης και είναι οι εξής:

1. Η συνάρτηση κατώφλι (Threshold function), η οποία δίνεται από τον ακόλουθο τύπο:
$$\Phi(u) = \begin{cases} 1, & u \geq 0 \\ 0, & \text{else} \end{cases}$$
2. Τμηματικά γραμμική συνάρτηση (Piecewise Linear Function), η οποία δίνεται από τον ακόλουθο τύπο:
$$\Phi(u) = \begin{cases} 1, & u \geq \frac{1}{2} \\ u, & \frac{1}{2} > u > \frac{1}{2} \\ 0, & \text{αλλιώς} \end{cases}$$
3. Σιγμοειδής συνάρτηση ενεργοποίησης (sigmoid activation function), η οποία δίνεται από τον ακόλουθο τύπο:
$$\Phi(u) = \frac{1}{1+e^{-au}}$$
. Η σιγμοειδής συνάρτηση είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη συνάρτηση ενεργοποίησης για την κατασκευή Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων. Ορίζεται ως μια γνησίως αύξουσα συνάρτηση που είναι ομαλή και ασυμπτωτική.

2.2.4 Αρχιτεκτονικές Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων

Ο τρόπος με τον οποίο οι νευρώνες ενός Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου είναι δομημένοι είναι στενά συνδεδεμένος με τον αλγόριθμο εκπαίδευσης που χρησιμοποιείται για το δίκτυο. Γενικά, υπάρχουν τρεις βασικές διαφορετικές κλάσεις αρχιτεκτονικών δικτύου και είναι οι εξής:

1. Πρόσω τροφοδοτούμενα Δίκτυα Ενός Επιπέδου (Single Layer Feed forward networks): Στα νευρωνικά δίκτυα οι νευρώνες του δικτύου οργανώνονται σε διάφορα επίπεδα. Η πιο απλή μορφή νευρωνικού δικτύου με επίπεδα είναι ένα νευρωνικό δίκτυο με ένα επίπεδο. Στην περίπτωση αυτή, υπάρχει ένα επίπεδο με κόμβους εισόδου που προβάλλονται σε ένα επίπεδο εξόδου με νευρώνες όπου γίνονται οι υπολογισμοί, ενώ το αντίθετο δεν ισχύει, δεν γίνεται δηλαδή να υπάρξει πορεία από τους νευρώνες εξόδου στους κόμβους εισόδου. Σε αυτή την περίπτωση, το δίκτυο είναι ένα αυστηρά εμπρόσθιας τροφοδότησης (feed forward) δίκτυο και καλείται Feed forward Δίκτυο Ενός Επιπέδου. Με τον όρο ένα επίπεδο, εννοείται το επίπεδο εξόδου που περιέχει και τους νευρώνες όπου

γίνονται οι υπολογισμοί. Σημειώνεται ότι δεν υπολογίζεται το επίπεδο εισόδου με τους κόμβους εισόδου, διότι σε αυτό δεν γίνονται καθόλου υπολογισμοί.

2. Πρόσω τροφοδοτούμενα Δίκτυα Πολλαπλών Επιπέδων (Multilayer Feed forward Networks): Η δεύτερη κλάση εμπρόσθιας τροφοδότησης νευρωνικών δικτύων διαφέρει από την πρώτη στην ύπαρξη ενός ή περισσότερων κρυφών επιπέδων, των οποίων οι νευρώνες καλούνται κρυφοί νευρώνες. Η λειτουργία των κρυφών νευρώνων είναι να παρεμβάλλονται μεταξύ των κόμβων εισόδου και των νευρώνων εξόδου του δικτύου. Με την προσθήκη ενός ή περισσότερων κρυφών επιπέδων, το δίκτυο έχει την δυνατότητα να προσεγγίζει συναρτήσεις μεγαλύτερης πολυπλοκότητας. Οι κόμβοι εισόδου στο επίπεδο εισόδου του δικτύου παρέχουν τα στοιχεία των προτύπων εισόδου, με την μορφή διανυσμάτων, τα οποία γίνονται εισοδοί στους νευρώνες του δεύτερου επιπέδου, δηλαδή του πρώτου κρυφού επιπέδου. Τα σήματα εξόδου των νευρώνων του δεύτερου κρυφού επιπέδου, γίνονται σήματα εισόδου στο τρίτο επίπεδο και συνεχίζεται κατά αυτό τον τρόπο η ροή των σημάτων μεταξύ των επιπέδων του δικτύου μέχρι να φτάσουν στο επίπεδο εξόδου. Συνήθως, οι νευρώνες σε κάθε επίπεδο του δικτύου, παίρνουν σαν είσοδο, τα σήματα εξόδου από τους νευρώνες του προηγούμενου επιπέδου μόνο. Το σύνολο των σημάτων εξόδου στο επίπεδο εξόδου (τελευταίο επίπεδο του δικτύου), αποτελεί και την απάντηση του δικτύου για τα δεδομένα που εισάγονται στους κόμβους εισόδου. Γενικά, ένα δίκτυο με m κόμβους εισόδου, h_1 νευρώνες στο πρώτο κρυφό επίπεδο, h_2 νευρώνες στο δεύτερο κρυφό επίπεδο, ..., h_n νευρώνες στο n -οστό κρυφό επίπεδο και q νευρώνες στο επίπεδο εξόδου, αναφέρεται σαν ένα $m - h_1 - h_2 - \dots - h_n - q$ δίκτυο.
3. Αναδρομικά Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (Recurrent Neural Networks): Ένα Αναδρομικό Τεχνητό Νευρωνικό Δίκτυο (ΑΤΝΔ) διαφέρει από ένα πρόσω τροφοδοτούμενο δίκτυο στο γεγονός ότι περιέχει έναν τουλάχιστον βρόγχο ανατροφοδότησης. Αυτό σημαίνει ότι σε έναν τουλάχιστον νευρώνα, το σήμα εξόδου του επηρεάζει το σήμα που έρχεται στην είσοδο του νευρώνα. Για παράδειγμα, ένα ΑΤΝΔ μπορεί να αποτελείται από ένα μόνο επίπεδο νευρώνων όπου κάθε νευρώνας επιστρέφει το σήμα εξόδου του σαν σήμα εισόδου σε όλους τους άλλους νευρώνες του επιπέδου.

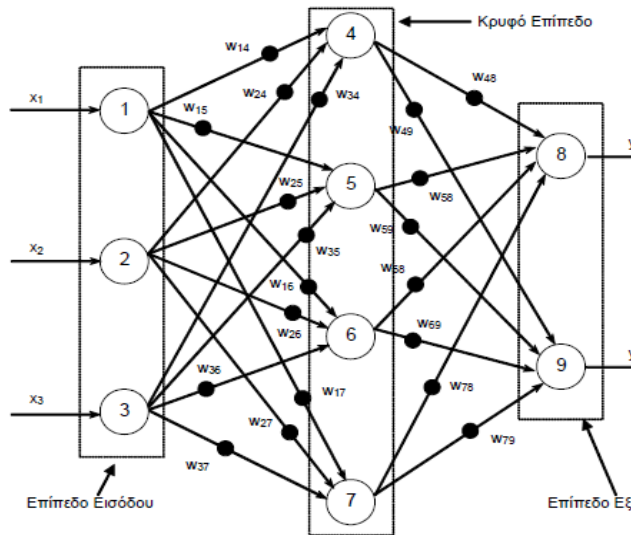
2.2.5 Εκπαίδευση-Μάθηση

Τα βάρη αποτελούν τα στοιχεία μνήμης της αντίστοιχης διάταξης νευρώνων. Οι τιμές που παίρνουν τα βάρη καθορίζονται από την διαδικασία μάθησης. Όλες οι μέθοδοι εκμάθησης κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες, οι οποίες είναι οι εξής:

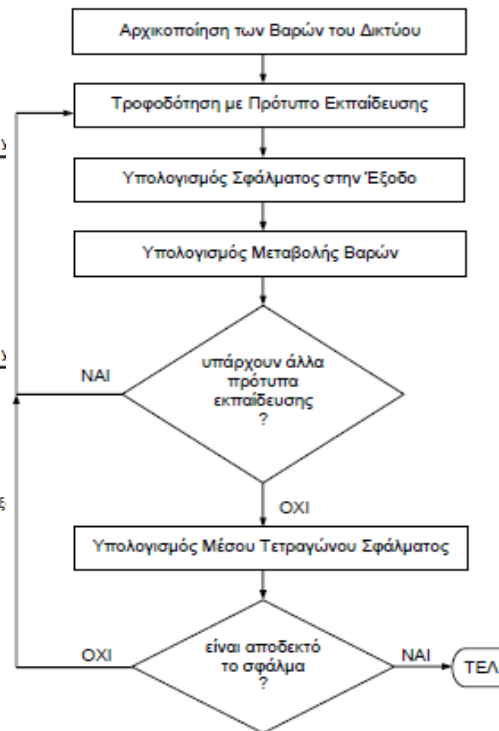
1. Εκπαίδευση με επίβλεψη (supervised learning): Διαδικασία στην οποία απαιτείται κάποιο διάνυσμα εξόδου, το οποίο αντιστοιχεί στις επιθυμητές τιμές. Οι μέθοδοι που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία είναι η εκμάθηση με διόρθωση σφάλματος (error correction learning), η στοχαστική εκμάθηση (stochastic learning) και τα hardwired systems.
2. Εκπαίδευση χωρίς επίβλεψη (unsupervised learning): Διαδικασία η οποία

βασίζεται μόνο στην τοπική πληροφορία κατά την διάρκεια της εκπαίδευσης. Παραδείγματα αλγορίθμων εκπαίδευσης χωρίς επίβλεψη είναι ο αλγόριθμος Hebbian, ο διαφορικός αλγόριθμος Hebbian και ο Min-Max αλγόριθμος.

Παρακάτω παρατίθενται δύο σχήματα, όπου το 2.2.5.1 απεικονίζει ένα παράδειγμα Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου και το 2.2.5.2 απεικονίζει τη διαδικασία εκπαίδευσης ενός Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου:



Σχήμα 2.2.5.1: Παράδειγμα Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου (πηγή: Βλαχάβας κ.α., 2006)



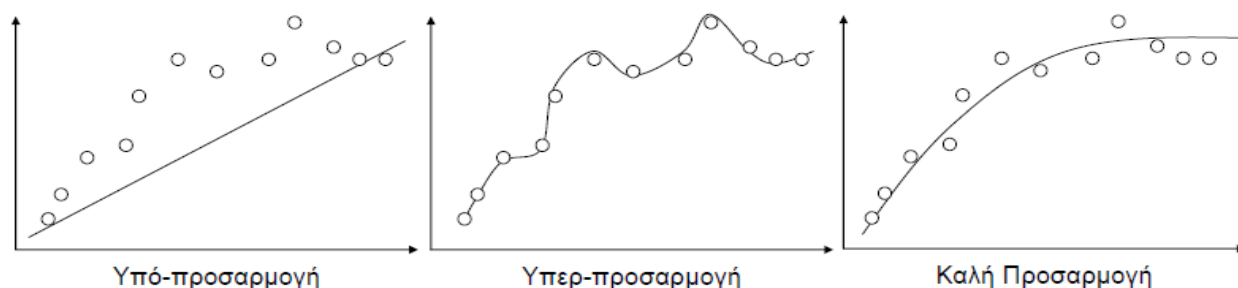
Σχήμα 2.2.5.2: Διαδικασία εκπαίδευσης ενός Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου (πηγή: Βλαχάβας κ.α., 2006)

Η εκπαίδευση ενός δικτύου βασίζεται στην ανάστροφη μετάδοση του σφάλματος (back propagation). Η αναπροσαρμογή των βαρών γίνεται από το επίπεδο εξόδου προς το επίπεδο εισόδου με εφαρμογή της διαδικασίας βελτιστοποίησης επικλινούς καθόδου (gradient descent optimization procedure), η οποία ελαχιστοποιεί το μέσο τετραγωνικό σφάλμα E μεταξύ της εξόδου του δικτύου και της επιθυμητής εξόδου, για ένα συγκεκριμένο πλήθος διανυσμάτων εκπαίδευσης.

Η εκπαίδευση τελειώνει όταν τα αποτελέσματα που δίνει βρίσκονται εντός κάποιων προδιαγραφών που δίνονται από τον χρήστη ή/και την μορφή του προβλήματος. Εξαιρετικά σημαντικός παράγοντας στην εκπαίδευση ενός νευρωνικού δικτύου είναι ο αριθμός εποχών εκπαίδευσης. Ως εποχή (epoch) εννοούμε την χρήση όλων των δεδομένων εκπαίδευσης (από το δίκτυο) για μία φορά. Μικρός αριθμός εποχών εκπαίδευσης συνήθως οδηγεί σε άσχημα αποτελέσματα, ενώ μεγάλος αριθμός εποχών εκπαίδευσης οδηγεί στην υπερεκπαίδευση και απαιτεί περισσότερο υπολογιστικό χρόνο. Υπερεκπαίδευση εμφανίζεται όταν το νευρωνικό δίκτυο προσαρμοστεί πολύ

καλά στα δεδομένα εκπαίδευσης και μόνο σε αυτά. Οι αναφορές σε μικρό και μεγάλο αριθμό εποχών είναι σχετικές και αναφέρονται στο εκάστοτε πρόβλημα.

Το παρακάτω σχήμα 2.2.5.3 απεικονίζει χαρακτηριστικές περιπτώσεις εκπαιδευμένων Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων:



Σχήμα 2.2.5.3: Χαρακτηριστικές περιπτώσεις εκπαιδευμένων Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων (πηγή: Βλαχάβας κ.α., 2006)

2.3 Νεύρο-ασαφή συστήματα (υβριδικά συστήματα)

2.3.1 Χρήσιμες Πληροφορίες

Τα νευρωνικά δίκτυα αποτελούν μια πολύ ελκυστική μέθοδο αναγνώρισης προτύπων, αλλά δεν προσφέρονται για την εξήγηση της διαδικασίας λήψης της απόφασης. Μπορούν να θεωρηθούν ως μαύρο κουτί (black box), όπου η εξαγωγή γνώσης από το εκπαιδευμένο δίκτυο είναι αρκετά δύσκολη. Όπως είναι φυσικό, θα ήταν επιθυμητό να υπήρχε πρόσβαση στο συλλογιστικό μηχανισμό των νευρωνικών δικτύων, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα ευκολότερης διαχείρισης και κατασκευής τους. Από την άλλη πλευρά, η επιβολή εξωτερικής γνώσης στο σώμα ενός νευρωνικού δικτύου αναφορικά με ένα συγκεκριμένο πρόβλημα είναι αρκετά δύσκολη. Ένα ακόμα μειονέκτημα που εμφανίζουν τα νευρωνικά δίκτυα είναι ότι γενικά δεν είναι γνωστή η ακριβής μορφή της αρχιτεκτονικής του δικτύου και, συνεπώς, η δομή του καθορίζεται μόνο μέσω πειραματικών διαδικασιών.

Η ασαφής λογική μπορεί να εξηγήσει τη συμπεριφορά της λειτουργίας ενός συστήματος χρησιμοποιώντας κανόνες, και έχει το μεγάλο πλεονέκτημα ότι δεν απαιτεί ακρίβεια της πληροφορίας. Στις περιπτώσεις, όμως, που δεν υπάρχει διαθέσιμη εξωτερική γνώση, η δυνατότητα εφαρμογής των ασαφών συστημάτων περιορίζεται. Επίσης, διάφορα ζητήματα εμφανίζουν δυσκολίες, όπως ο ακριβής διαμερισμός του χώρου εισόδων και εξόδων ενός προβλήματος σε ασαφή σύνολα, οι τιμές των παραμέτρων των συναρτήσεων συμμετοχής και ο ακριβής αριθμός των ασαφών κανόνων, με αποτέλεσμα τον περιορισμό της σημαντικής ισχύος που χαρακτηρίζει την ασαφή λογική.

Τα νευρωνικά δίκτυα και τα ασαφή συστήματα μπορούν να θεωρηθούν ως ισοδύναμες μέθοδοι, όσον αφορά τη δυνατότητα εφαρμογής τους σε ένα ευρύ φάσμα προβλημάτων. Όλοι οι παραπάνω λόγοι οδήγησαν στη γένεση νέων συνδυασμών των

μεθόδων αυτών με κύριο στόχο την εξουδετέρωση όλων των παραπάνω μειονεκτημάτων. Τα υβριδικά συστήματα υπολογιστικής νοημοσύνης (hybrid computational intelligent systems) περιλαμβάνουν μια σύνθεση των δύο παραπάνω μεθόδων.

Τα συστήματα που βασίζονται στην ασαφή λογική και αυτά που βασίζονται στα ΤΝΔ έχουν πολύ διαφορετικές απαιτήσεις κατά την εφαρμογή τους. Για παράδειγμα, τα ασαφή συστήματα είναι κατάλληλα όταν υπάρχει αρκετή γνώση ειδικού για την εξεταζόμενη διαδικασία, ενώ τα συστήματα ΤΝΔ είναι χρήσιμα σε περιπτώσεις όπου υπάρχουν αρκετά μετρήσιμα δεδομένα για την εξεταζόμενη διαδικασία. Και οι δύο προσεγγίσεις κατασκευάζουν μη-γραμμικά συστήματα βασισμένα πάνω σε συνεχείς μεταβλητές, με τη διαφορά ότι η μεταχείριση των νευρωνικών συστημάτων γίνεται με τρόπο αριθμητικό- ποσοτικό, ενώ η μεταχείριση των ασαφών συστημάτων γίνεται με τρόπο συμβολικό-ποιοτικό.

Τα νεύρο-ασαφή συστήματα, όμως, παρουσιάζουν τόσο συμβολικά όσο και αριθμητικά χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα, μπορούν μέσω λειτουργιών βάσει κανόνων να κάνουν επεξεργασία των μεταχειρισμένων από αυτά συμβόλων (symbolic processing via rule-base operations). Από την άλλη πλευρά, οι συναρτήσεις συμμετοχής επιτρέπουν στα ασαφή συστήματα την αριθμητική επεξεργασία των καθορισμένων λεκτικών μεταβλητών που μεταχειρίζονται. Κατά συνέπεια, η σύνθεση νευρωνικών και ασαφών συστημάτων οδηγεί σε μια νέα κατάσταση, όπου το ασαφές σύστημα παρέχει ένα ισχυρό υπόβαθρο για την αναπαράσταση της γνώσης των ειδικών, ενώ τα ΤΝΔ παρέχουν ικανότητες μάθησης και είναι κατάλληλα για υπολογιστικά αποτελεσματικές εφαρμογές μέσω υπολογιστή. Η σημασία της σύνθεσης αυτής εξάγεται και από τις διαφορές των ξεχωριστών αυτών συστημάτων, καθώς τα ΤΝΔ δεν παρέχουν ένα ισχυρό πλαίσιο για αναπαράσταση γνώσης, ενώ οι ελεγκτές ασαφούς λογικής δεν διακρίνονται για την ικανότητα αυτόματης μάθησης. Τα υβριδικά νεύρο-ασαφή συστήματα μπορούν να δημιουργηθούν με τρεις τρόπους, οι οποίοι είναι οι εξής:

1. Neural Fuzzy Systems: Σε αυτού του είδους τα συστήματα, τα νευρωνικά δίκτυα χρησιμοποιούνται ως εργαλεία μέσα σε ένα ασαφές μοντέλο.
2. Fuzzy Neural Networks: Τα δίκτυα αυτά ουσιαστικά συνιστούν την ασαφοποίηση του συμβατικού μοντέλου νευρωνικού δικτύου.
3. Fuzzy-neural Hybrid System: Τα συστήματα αυτά συνίστανται στην ενσωμάτωση τεχνολογίας ασαφούς λογικής και νευρωνικών δικτύων σε υβριδικά συστήματα.

Για τις δύο πρώτες κατηγορίες, η σύνθεση νεύρο-ασαφών συστημάτων προκύπτει παρέχοντας σε ένα νευρωνικό δίκτυο την ικανότητα χειρισμού ασαφούς πληροφορίας (fuzzy-neural network - FNN) και ενισχύοντας ένα ασαφές σύστημα με νευρωνικά δίκτυα, προκειμένου να βελτιωθούν χαρακτηριστικά, όπως η ευελιξία, η ταχύτητα και η προσαρμοστικότητα (neural-fuzzy systems – NFS). Σε ένα FNN, οι είσοδοι, τα βάρη των συνδέσεων και οι έξοδοι του δικτύου αποτελούν ασαφή υποσύνολα ή ένα

σύνολο από τιμές συμμετοχής σε ασαφή σύνολα. Για τη μοντελοποίηση αυτών των δικτύων χρησιμοποιούνται λεκτικές τιμές, όπως "μικρό, μεσαίο, μεγάλο", ή ασαφείς αριθμοί. Νευρωνικά δίκτυα που χρησιμοποιούν ασαφείς νευρώνες χαρακτηρίζονται επίσης FNN, καθώς θεωρούνται ικανά να επεξεργαστούν ασαφείς πληροφορίες. Ένα νεύρο-ασαφές σύστημα (NFS) από την άλλη, έχει ως σκοπό την πραγματοποίηση της διαδικασίας ασαφούς συλλογιστικής (fuzzy reasoning), όπου τα βάρη των συνδέσεων του δικτύου αντιστοιχούν στις παραμέτρους της ασαφούς συλλογιστικής. Χρησιμοποιώντας αλγόριθμους μάθησης της μορφής backpropagation, το NFS μπορεί να αναγνωρίσει ασαφείς κανόνες και να "μάθει" τις συναρτήσεις συμμετοχής της ασαφούς συλλογιστικής. Συγκεκριμένα, το NFS θα πρέπει να είναι ικανό να "μάθει" λεκτικούς κανόνες και συναρτήσεις συμμετοχής ή να βελτιστοποιεί τους ήδη υπάρχοντες κανόνες ή συναρτήσεις συμμετοχής. Υπάρχουν τρεις προσεγγίσεις για αυτό και είναι οι εξής:

- 1) Το σύστημα ξεκινά χωρίς κανόνες και δημιουργεί νέους κανόνες μέχρι το πρόβλημα της μάθησης να επιλυθεί. Η δημιουργία ενός νέου κανόνα προκύπτει από ένα πρότυπο εκμάθησης που δεν καλύπτεται αρκετά από την τρέχουσα βάση κανόνων.
- 2) Το σύστημα ξεκινά με όλους εκείνους τους κανόνες που μπορούν να δημιουργηθούν από το διαμερισμό των μεταβλητών και διαγράφει ανεπαρκείς κανόνες από τη βάση κανόνων με κριτήριο την αξιολόγηση της απόδοσής τους.
- 3) Το σύστημα ξεκινά με μια βάση κανόνων που αποτελείται από σταθερό αριθμό κανόνων. Κατά τη διαδικασία της εκμάθησης, οι κανόνες αντικαθίστανται μέσω μιας διαδικασίας βελτιστοποίησης.

Αναφορικά με την τρίτη προσέγγιση, τόσο οι τεχνικές ασαφούς λογικής, όσο και οι τεχνικές των νευρωνικών δικτύων παίζουν καθοριστικό ρόλο σε ένα υβριδικό σύστημα. Εκτελούν τις δραστηριότητές τους για διαφορετικές λειτουργίες του συστήματος. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκει το ANFIS (Adaptive Network based Fuzzy Inference System Adaptive ή αλλιώς Adaptive Neuro Fuzzy Inference System). Εμπεικλείοντας το σύστημα ασαφούς συμπερασμού σε ένα πλαίσιο προσαρμοστικών δικτύων (adaptive networks), προκύπτει η δομή του ANFIS (Jang et al., 1997).

Τα πρόσφατα αναπτυγμένα νεύρο-ασαφή συστήματα, τα οποία ενσωματώνουν τις επιθυμητές αρχές τόσο των ασαφών συστημάτων όσο και των νευρωνικών δικτύων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη ασαφών κανόνων με "φυσικό" τρόπο. Η μάθηση στα νεύρο-ασαφή συστήματα καταλήγει σε κατανοήσιμους λεκτικούς κανόνες της μορφής "εάν - τότε". Είναι εξαιρετικά χρήσιμα στην επεξήγηση της συλλογιστικής που κρύβεται πίσω από κάθε αποτέλεσμα τους, ενώ οι κανόνες "εάν - τότε" που παράγουν είναι αρκετά απλοί, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα έμπειρο σύστημα, σε περίπτωση που χρειαστεί. Οι κανόνες αυτής της μορφής, επίσης, επιτρέπουν τη χρησιμοποίηση τόσο ποιοτικών όσο και ποσοτικών δεδομένων.

Πέρα από τους κανόνες στους οποίους καταλήγουν τα νεύρο-ασαφή συστήματα, εξωτερικά καθορισμένες οδηγίες μπορούν να εισαχθούν ως "εάν - τότε" κανόνες. Το σύστημα χρησιμοποιεί και τα δύο σύνολα, δηλαδή εκείνα που δημιουργούνται από παραδείγματα εκμάθησης και εκείνα που καθορίζονται από το χρήστη ως οδηγίες για σκοπούς ταξινόμησης. Η διαδικασία παροχής οδηγιών είναι εξαιρετικά χρήσιμη σε περιπτώσεις, όπου πρόσθετη πληροφόρηση παρέχεται από τον ειδικό στο συγκεκριμένο αντικείμενο που εξετάζεται. Συνήθως, στις πραγματικές εφαρμογές, οι οδηγίες αυτές παρέχουν πληροφορίες που δεν είναι διαθέσιμες στο σύνολο των δεδομένων εκμάθησης, και είναι το αποτέλεσμα της εμπειρικής γνώσης του ειδικού που ασχολείται πολλά χρόνια με το συγκεκριμένο αντικείμενο. Ανάλογη παροχή οδηγιών σε νευρωνικό δίκτυο δεν είναι εύκολο να υπάρξει, παρά το ότι μια χρονοβόρα κατάλληλη προσαρμογή των βαρών από το χρήστη θα μπορούσε να την καταστήσει δυνατή. Εξαιτίας της ασαφοποίησης των δεδομένων εισόδου, οι μεταβλητές εισόδου στο νεύρο-ασαφές σύστημα παίρνουν μερικές ασαφοποιημένες τιμές (για παράδειγμα, μικρό, μεσαίο, μεγάλο), αντί για μια μεγάλη γκάμα πραγματικών αριθμητικών τιμών. Το γεγονός αυτό συνεπάγεται μεγάλη μείωση του χρόνου μάθησης για το νεύρο-ασαφές σύστημα.

Τα κύρια χαρακτηριστικά των νεύρο-ασαφών συστημάτων συνοψίζονται στα ακόλουθα:

1. Κατασκευή ευέλικτου, μη-τυπικού μοντέλου για τα δεδομένα εκπαίδευσης με τη μορφή ασαφών κανόνων (fuzzy rules).
2. Χρησιμοποίηση a priori γνώσης για το πρόβλημα.
3. Η αρχική γνώση μπορεί εύκολα να προσαρμοστεί βάσει των δεδομένων εκπαίδευσης με νευρωνικούς αλγόριθμους μάθησης.
4. Η γνώση είναι άμεσα προσπελάσιμη με τη μορφή κανόνων (rules). Οι κανόνες είναι της μορφής : Εάν (if) <συνθήκες (conditions) > τότε (then) <αποτελέσματα (consequents)>.
5. Ο τρόπος διατύπωσης των κανόνων είναι πολύ κοντά στην κοινή ανθρώπινη λογική και συνεπώς η δυνατότητα των ασαφών συστημάτων για παροχή επεξηγήσεων του τρόπου εξαγωγής ενός συμπεράσματος είναι εξαιρετικά αποτελεσματική.

Τα κυριότερα ολοκληρωμένα νεύρο-ασαφή συστήματα που παρουσιάζονται στην διεθνή βιβλιογραφία είναι τα ακόλουθα:

- Το Adaptive Network based Fuzzy Inference System (ANFIS) το οποίο δημιουργήθηκε από τον J.S.R. Jang (Jang, 1993). Το ANFIS ανήκει στα προσαρμοστικά δίκτυα (adaptive networks), τα οποία ομοιάζουν με τα νευρωνικά δίκτυα. Το προσαρμοστικό δίκτυο αποτελείται από τους προσαρμοστικούς και τους μη προσαρμοστικούς κόμβους (adaptive, non-adaptive nodes). Ουσιαστικά το προσαρμοστικό δίκτυο είναι ένα πολύ-επίπεδο δίκτυο πρόσθιας τροφοδότησης (multi-layer feed-forward network), στο οποίο κάθε κόμβος εκτελεί μία

συγκεκριμένη λειτουργία πάνω στα εισερχόμενα σήματα και πάνω στο σύνολο των παραμέτρων που αντιστοιχούν στο συγκεκριμένο κόμβο. Οι κόμβοι συνδέονται μέσω κατευθυντήριων συνδέσμων (directional links). Μερικοί ή όλοι οι κόμβοι είναι προσαρμόσιμοι, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι το αποτέλεσμα καθενός από αυτούς τους κόμβους εξαρτάται από τις παραμέτρους που σχετίζονται με αυτόν τον κόμβο, και ο κανόνας μάθησης προσδιορίζει πώς αυτοί οι παράμετροι θα πρέπει να μεταβληθούν για την ελαχιστοποίηση ενός προκαθορισμένου μέτρου σφάλματος. Το είδος της λειτουργίας του κάθε κόμβου μπορεί να ποικίλει από κόμβο σε κόμβο, και η επιλογή της λειτουργίας ενός κόμβου εξαρτάται από τη συνολική επεξεργασία πάνω στις εισόδους και την έξοδο που το προσαρμοστικό δίκτυο πρέπει να εκτελέσει.

- Το Mamdani Integrated Neuro-Fuzzy System το οποίο δημιουργήθηκε από τους E.H. Mamdani και S. Assilian (1975). Χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο μάθησης back-propagation, προκειμένου να προσαρμόσει τις παραμέτρους των συναρτήσεων συμμετοχής.
- Το Takagi-Sugeno Integrated Neuro-fuzzy system, (Sugeno και Takagi, 1985) το οποίο χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο μάθησης backpropagation για την προσαρμογή των συναρτήσεων συμμετοχής και την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων για τον υπολογισμό του γραμμικού μέρους των κανόνων.
- Το Fuzzy Adaptive Learning Control Network-FALCON (Lin και Lin, 1997). Χρησιμοποιεί το μηχανισμό συμπερασμού Mamdani με αρχιτεκτονική πέντε επιπέδων. Ο αλγόριθμος μάθησης είναι υβριδικός και εξελίσσεται σε δύο φάσεις. Στην αρχική φάση καθορίζονται τα κέντρα και τα βάρη των συναρτήσεων συμμετοχής με τεχνικές μάθησης self-organized. Στη δεύτερη φάση εφαρμόζεται ο αλγόριθμος backpropagation για την προσαρμογή των παραμέτρων των συναρτήσεων συμμετοχής.
- Το FuNe, το οποίο δημιουργήθηκε από τους S.K. Halgamuge και M. Glesner (1994). Παράγει ασαφείς κανόνες με την χρήση δεδομένων βασισμένο στις τεχνικές μάθησης των νευρωνικών δικτύων. Στην πρώτη φάση εξάγονται τυχαίοι κανόνες και στην δεύτερη φάση με τη χρήση των δεδομένων εκπαίδευσης οι κανόνες βελτιστοποιούνται. Δεν υπάρχουν περιορισμοί στον αριθμό των μεταβλητών εισόδου και εξόδου. Κάθε μεταβλητή μπορεί να έχει μέχρι τρεις ασαφείς εισόδους.
- Το GARIC (General Approximate Reasoning-based Intelligent Control), το οποίο δημιουργήθηκε από τους H.R. Berenji and P. Khedkar (1992). Αποτελείται από ένα νευρο-ασαφές δίκτυο, το οποίο μαθαίνει με τη χρήση μεθόδων βαθμωτής κατάβασης. Περιλαμβάνει τρία κύρια τμήματα: α) Action Evaluation Network (AEN), β) Action Selection Network (ASN) και γ) Stochastic Action Modifier (SAM).
- Το Neuro-Fuzzy Controller (NEFCON), το οποίο δημιουργήθηκε από τους D. Nauck και R. Kruse (1994). Έχει την δυνατότητα να μαθαίνει ασαφή σύνολα και

ασαφείς κανόνες, χρησιμοποιώντας τον μηχανισμό συμπερασμού Mamdani. Η διαδικασία μάθησης χωρίζεται σε δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση το σύστημα μαθαίνει τους κανόνες και στη δεύτερη φάση βελτιστοποιεί τους κανόνες, μεταβάλλοντας τα ασαφή σύνολα των κανόνων. Η μάθηση των κανόνων γίνεται με δύο μεθόδους. Η πρώτη μέθοδος είναι η incremental και χρησιμοποιείται όταν η σωστή έξοδος δεν είναι γνωστή, οπότε οι κανόνες δημιουργούνται με βάση υπολογισμένες τιμές της εξόδου. Καθώς εξελίσσεται η εκπαίδευση όλο και περισσότεροι κανόνες προστίθενται σύμφωνα με τις απαιτήσεις των δεδομένων. Η δεύτερη μέθοδος είναι η decremental, στην οποία αρχικά οι κανόνες δημιουργούνται λόγω της ασαφούς διαίρεσης των διαστημάτων των μεταβλητών και στη συνέχεια κατά την διαδικασία της μάθησης απαλείφονται οι κανόνες που δεν χρησιμοποιούνται. Και οι δύο μέθοδοι χρησιμοποιούν ένα ασαφές σφάλμα E, το οποίο αποτυπώνει την ποιότητα του συστήματος, για να δημιουργηθούν και να βελτιστοποιηθούν οι κανόνες. Οι συναρτήσεις συμμετοχής των κανόνων μεταβάλλονται σύμφωνα με τον αλγόριθμο Fuzzy Error Backpropagation.

- Το Neuro-Fuzzy Classification-NEFCLASS (Nauck και Kruse, 1995). Εξάγει ασαφείς κανόνες από τα δεδομένα τα οποία μπορούν να διαιρεθούν σε σαφείς περιοχές (ταξινόμηση). Η βάση δεδομένων του συστήματος προσεγγίζει μια άγνωστη συνάρτηση f , η οποία αναπαριστά το πρόβλημα της ταξινόμησης και αντιστοιχίζει κάθε τιμή της εισόδου x στην τάξη της C_i .
- Το Neuro-Fuzzy Function Approximation-NEFPROX (Nauck και Kruse, 1999). Αποτελεί μια τροποποιημένη έκδοση του NEFCON χωρίς την reinforcement μάθηση και χρησιμοποιείται για να προσεγγίσει μια συνάρτηση. Σε σχέση με το ANFIS, μπορεί να χρησιμοποιήσει εκτός από Sugeno, και Mamdani μηχανισμό συμπερασμού.
- Το Fuzzy Inference Environment Software with Tuning-FINEST (Tano et al., 1996). Βελτιστοποιεί το μηχανισμό συμπερασμού μόνο του. Χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο backpropagation για την βελτιστοποίηση των παραμέτρων.
- Το Self Constructing Neural Fuzzy Inference Network-SONFIN (Juang και Lin, 1998). Χρησιμοποιεί ένα Takagi-Sugeno μηχανισμό συμπερασμού. Οι ασαφείς κανόνες δημιουργούνται και προσαρμόζονται, καθώς η διαδικασία μάθησης εξελίσσεται και ταυτόχρονα δημιουργούνται η δομή και οι παράμετροι του συστήματος.
- Το Fuzzy Net-FUN (Sulzberger et al., 1993). Μπορεί να αναπαραστήσει λογικές εκφράσεις μέσω ασαφών κανόνων και συναρτήσεων συμμετοχής σε ένα δίκτυο με βάση τις συναρτήσεις ενεργοποίησης κάποιων ειδικών νευρώνων.
- Τα Evolving Fuzzy Neural Networks (EFuNN) και Dynamic Evolving Fuzzy Neural Networks (dmFFuNNs) (Kasabov, 1998). Και τα δύο συστήματα βασίζονται στη μεθοδολογία Evolving Connectionist Systems (ECOS), καθώς χρησιμοποιούν υβριδικό (με επίβλεψη και χωρίς επίβλεψη) αλγόριθμο μάθησης.

2.4 Προσαρμοστικό νεύρο-ασαφές σύστημα εξαγωγής συμπεράσματος (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System-ANFIS)

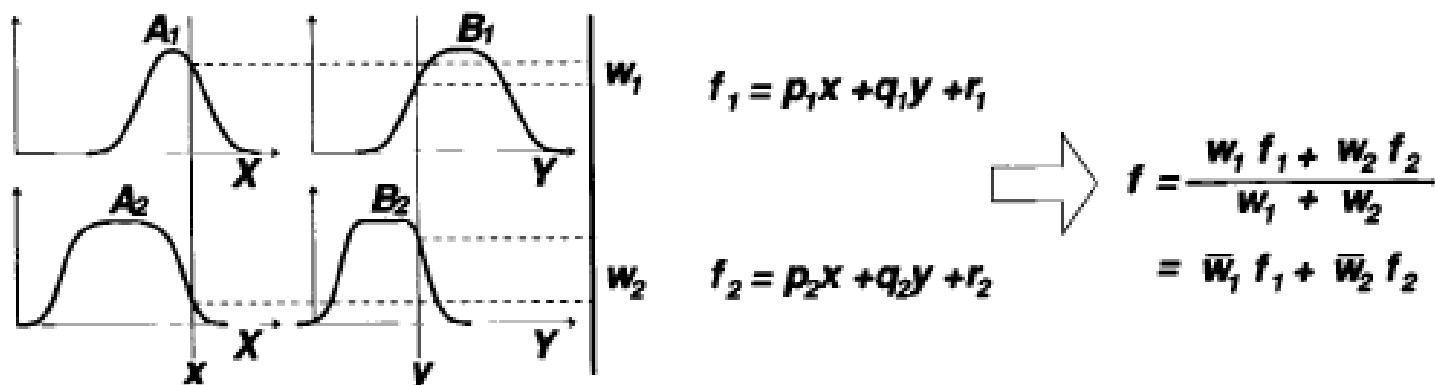
2.4.1 Η αρχιτεκτονική του ANFIS

Ο αλγόριθμος ANFIS είναι από τους κυριότερους, αλλά και ταυτόχρονα από τους πρώτους που εφαρμόστηκαν στο πεδίο της νεύρο-ασαφούς προσέγγισης προβλημάτων. Παρακάτω περιγράφεται το δίκτυο, υποθέτοντας ότι το πρόβλημα το οποίο θα αναλυθεί έχει δύο εισόδους x και y και μία έξοδο z .

Υποθέτοντας ένα πρώτης τάξης μοντέλο Sugeno, τότε μία τυπική βάση κανόνων (rule base) θα μπορούσε να είναι η εξής:

Κανόνας 1: Εάν το x είναι A_1 και το y είναι B_1 τότε $f_1 = p_1 \cdot x + q_1 \cdot y + r_1$

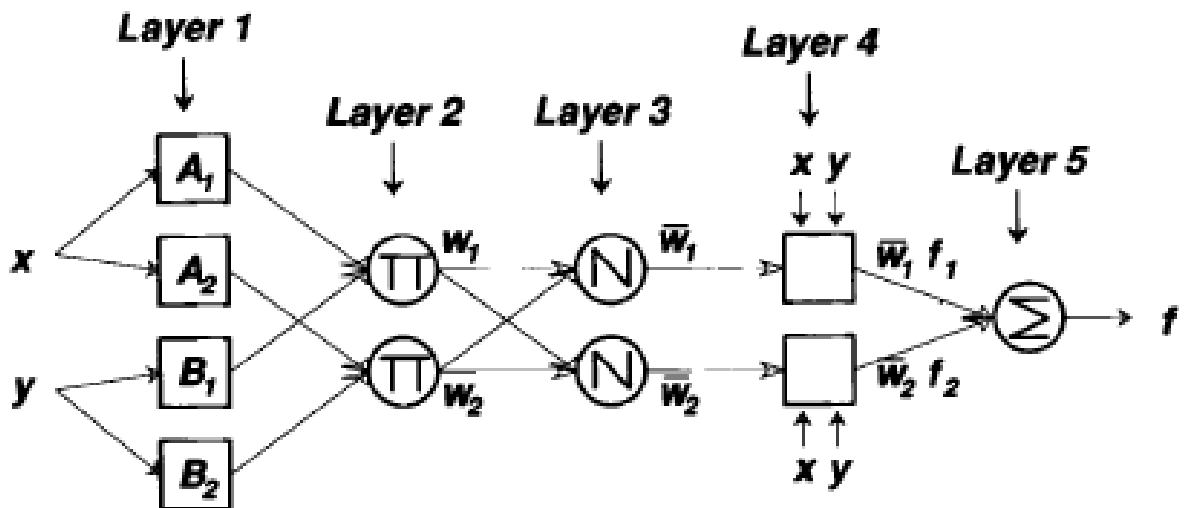
Κανόνας 2: Εάν το x είναι A_2 και το y είναι B_2 τότε $f_2 = p_2 \cdot x + q_2 \cdot y + r_2$



Σχήμα 2.4.1.1: Ένα διπλής εισόδου πρώτης εντολής (first-order) ασαφές μοντέλο Sugeno με δύο κανόνες (πηγή: Jang J.S.R., 1993)

Το παρακάτω σχήμα 2.4.1.1 δείχνει με απλό τρόπο τη διαδικασία συμπερασμού (inference procedure) του μοντέλου Sugeno, στην περίπτωση όπου για t-operator έχει επιλεγεί η τομή των δύο ασαφών συνόλων (A,B), οπότε $\mu_{A \cap B}(x) = \min[\mu_A(x), \mu_B(x)]$.

Όπως γίνεται φανερό, η έξοδος z του πρωτοβάθμιου μοντέλου Sugeno είναι ένας σταθμικός μέσος όρος. Η αντίστοιχη αναπαράσταση του δικτύου ANFIS παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα 2.4.1.2:



Σχήμα 2.4.1.2: Αρχιτεκτονική ANFIS (πηγή: Jang J.S.R., 1993)

Το παραπάνω σχήμα 2.4.1.2 απεικονίζει τον συλλογιστικό μηχανισμό (reasoning), για αυτό το μοντέλο Sugeno και η αντίστοιχη ισοδύναμη αρχιτεκτονική του ANFIS έχουν παρόμοιες συναρτήσεις στους κόμβους του ίδιου επιπέδου. Παρακάτω παρουσιάζεται πιο αναλυτικά η διεργασία που εκτελείται σε κάθε επίπεδο:

Επίπεδο 1: Κάθε κόμβος i σε αυτό το επίπεδο είναι ένας προσαρμόσιμος (adaptive) κόμβος με μια συνάρτηση κόμβου :

$$O_{1,i} = \mu_{A_i}(x) \text{ για } i = 1,2 \text{ ή}$$

$$O_{1,i} = \mu_{B_{i-2}}(y) \text{ για } i = 3,4$$

όπου x (ή y) η είσοδος στον κόμβο και A_i (ή B_{i-2}) η γλωσσική μεταβλητή (small, large, και τα λοιπά) που σχετίζεται με αυτή τη συνάρτηση του κόμβου.

Με άλλα λόγια, το $O_{1,i}$, είναι ο βαθμός συμμετοχής του A ($= A_1, A_2, B_1$ ή B_2) και καθορίζει το βαθμό στον οποίο η είσοδος x (ή y) ικανοποιεί τον ποσοτικοποιητή A . Εδώ, η συνάρτηση συμμετοχής για το A μπορεί να είναι οποιαδήποτε κατάλληλη παραμετρική συνάρτηση συμμετοχής, όπως, για παράδειγμα, η καμπανοειδής:

$$\mu_A(x) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x - c_i}{\alpha_i} \right|^{2b}}$$

Όπου $\{\alpha_i, b_i, c_i\}$ είναι το σύνολο των παραμέτρων.

Καθώς οι τιμές αυτών των παραμέτρων αλλάζουν, οι συναρτήσεις ποικίλλουν ανάλογα, παρουσιάζοντας έτσι διάφορες μορφές της συνάρτησης συμμετοχής για το

ασαφές σύνολο A . Οι παράμετροι σε αυτό το επίπεδο αναφέρονται ως αρχικοί παράμετροι (premise parameters).

Επίπεδο 2: Κάθε κόμβος σε αυτό το επίπεδο είναι ένας σταθερός (fixed) κόμβος Π, του οποίου η έξοδος είναι το γινόμενο όλων των εισερχόμενων σημάτων:

$$O_{2,i} = w_i = \mu_{A_i}(x)\mu_{B_i}(y), \quad i = 1,2$$

Κάθε κόμβος-έξοδος αντιπροσωπεύει το βαθμό ενεργοποίησης ενός κανόνα (firing strength). Γενικά, οποιοσδήποτε άλλες T-norm (operators) που σημαίνουν τον ασαφή τελεστή AND μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν συνάρτηση κόμβων σε αυτό το επίπεδο.

Επίπεδο 3: Κάθε κόμβος σε αυτό το επίπεδο είναι ένας σταθερός κόμβος Ν. Ο ι-οστός κόμβος υπολογίζει το λόγο του βαθμού ενεργοποίησης (firing strength) του ι-οστού κανόνα στο άθροισμα των βαθμών ενεργοποίησης όλων των κανόνων:

$$O_{3,i} = \bar{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2}, i = 1,2$$

Για ευκολία, οι έξοδοι αυτού του επιπέδου ονομάζονται κανονικοποιημένοι βαθμοί ενεργοποίησης (normalized firing strengths).

Επίπεδο 4: Κάθε κόμβος i σε αυτό το επίπεδο είναι ένας προσαρμόσιμος κόμβος με μία συνάρτηση κόμβου:

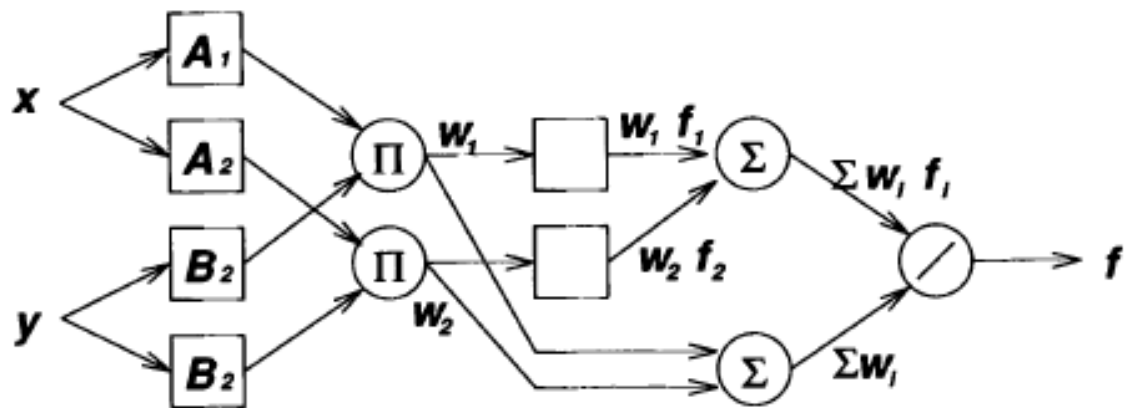
$$O_{4,i} = \bar{w}_i f_i = \bar{w}_i(p_i \cdot x + q_i \cdot y + r_i)$$

Όπου \bar{w}_i είναι ο κανονικοποιημένος βαθμός ενεργοποίησης από το επίπεδο 3 και $\{p_i, q_i, r_i\}$ το σύνολο των παραμέτρων. Οι παράμετροι σε αυτό το επίπεδο αναφέρονται ως επακόλουθοι (consequent parameters).

Επίπεδο 5: Ο μοναδικός κόμβος σε αυτό το επίπεδο είναι ένας σταθερός κόμβος Σ που υπολογίζει τη συνολική έξοδο ως το ολικό άθροισμα όλων των εισερχόμενων σημάτων:

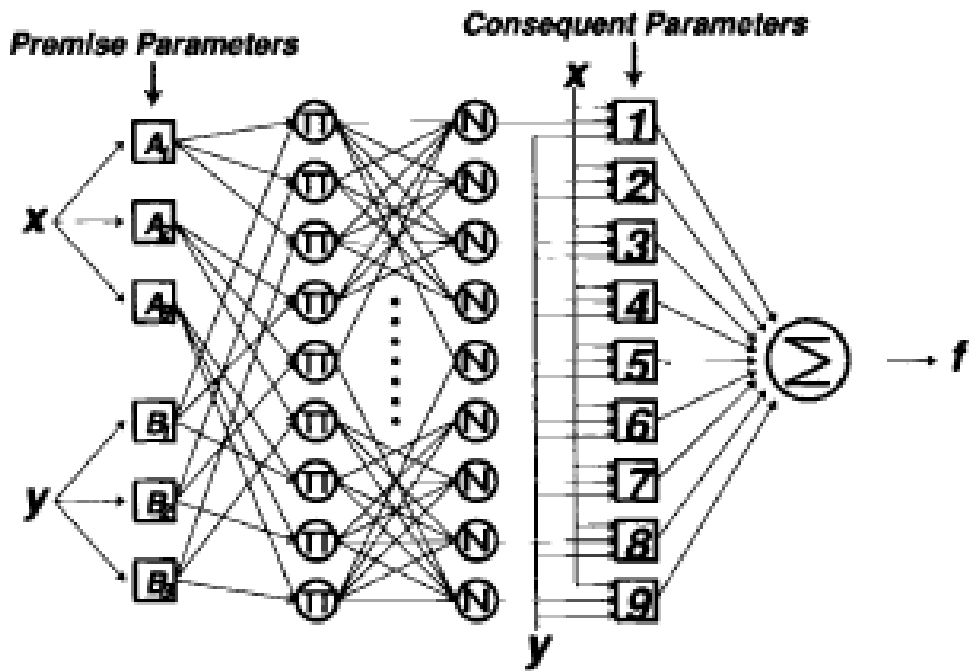
$$\text{συνολική έξοδος} = O_{5,1} = \sum_i \bar{w}_i f_i = \frac{\sum_i w_i f_i}{\sum_i w_i}$$

Αυτό το προσαρμοστικό δίκτυο είναι λειτουργικά ισοδύναμο με το ασαφές μοντέλο Sugeno. Μπορούν να συνδυάστουν τα επίπεδα 3 και 4 για να προκύψει ένα ισοδύναμο δίκτυο με τέσσερα μόνο επίπεδα. Με το ίδιο δείγμα μπορεί να πραγματοποιηθεί η κανονικοποίηση των βαρών στο τελευταίο επίπεδο. Το σχήμα 2.4.1.3 απεικονίζει ένα ANFIS αυτού του τύπου. Στην ακραία περίπτωση, μπορεί να συρρικνωθεί ακόμα και όλο το δίκτυο, σε έναν μόνο προσαρμοστικό κόμβο με το ίδιο σύνολο παραμέτρων. Η ανάθεση συναρτήσεων κόμβων και η σύνθεση του δικτύου είναι αυθαίρετες, εφόσον κάθε κόμβος και κάθε επίπεδο πραγματοποιούν λειτουργίες που είναι σημαντικές και έχουν δυνατότητα να αποτελούνται από επιμέρους τμήματα.

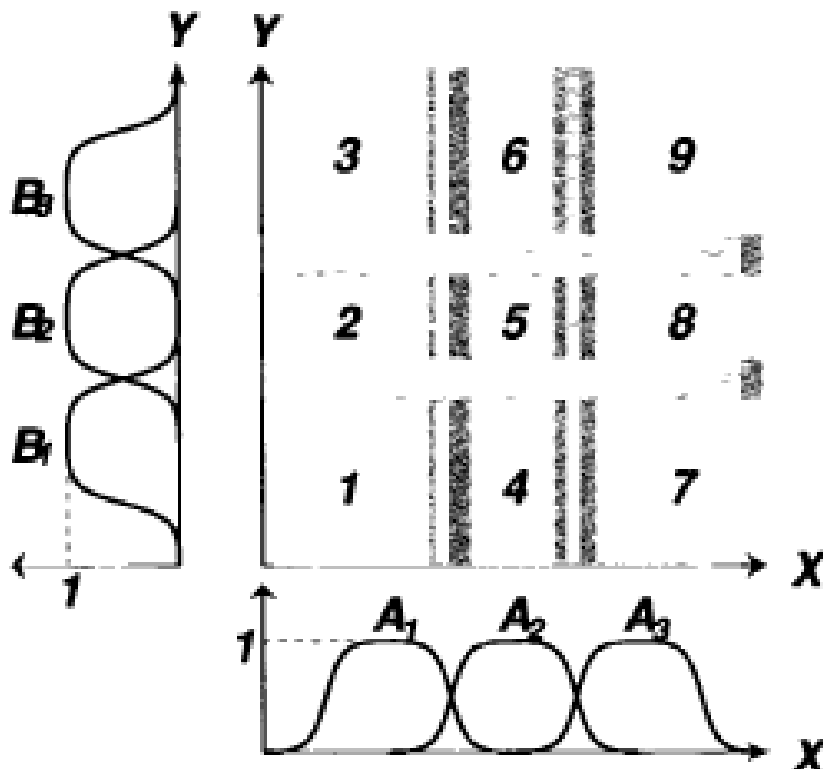


Σχήμα 2.4.1.2: Αρχιτεκτονική ANFIS για το ασαφές μοντέλο Sugeno, όπου η κανονικοποίηση βαρών γίνεται στο τελευταίο επίπεδο (πηγή: Jang et al., 1997)

Εκτός από το μηχανισμό συμπερασμού του Sugeno, μπορεί να κατασκευάσει το ANFIS και με το μοντέλο Mamdani. Το Sugeno χρησιμοποιείται περισσότερο συχνά, μιας και διακρίνεται για την διαφάνεια και την αποτελεσματικότητά του. Στο σχήμα 2.4.1.4 (α) απεικονίζεται μια αρχιτεκτονική ANFIS που είναι ισοδύναμη με ένα ασαφές μοντέλο Sugeno πρώτου βαθμού δυο εισόδων και εννέα κανόνων, όπου σε κάθε είσοδο θεωρείται ότι αντιστοιχούν τρεις συναρτήσεις συμμετοχής. Το σχήμα 2.4.1.4 (β) απεικονίζει πως δύο διαστάσεων χώρος εισόδου είναι χωρισμένος σε εννέα υπέρθετες (overlapping) ασαφείς περιοχές, όπου κάθε μια ελέγχεται από ένα ασαφή κανόνα εάν-τότε (if-then). Αυτό σημαίνει ότι το μέρος των προϋποθέσεων ενός κανόνα προσδιορίζει μια ασαφή περιοχή, ενώ το μέρος των συμπερασμάτων προσδιορίζει την έξοδο μέσα στην περιοχή.



Σχήμα 2.4.1.3 (α): Αρχιτεκτονική ANFIS για το ασαφές μοντέλο Sugeno με δύο εισόδους και εννέα κανόνες (πηγή: Jang J.S.R., 1993)



Σχήμα 2.4.1.4 (β): Ο χώρος εισόδου χωρισμένος σε εννέα ασαφείς περιοχές (πηγή: Jang J.S.R., 1993)

2.4.2 Υβριδικός αλγόριθμος εκπαίδευσης

Το ANFIS χρησιμοποιεί έναν υβριδικό αλγόριθμο εκμάθησης για να προσδιορίσει τις παραμέτρους του ασαφούς συστήματος τύπου Sugeno. Εφαρμόζει έναν συνδυασμό της μεθόδου ελαχίστων τετραγώνων (least-squares) και της μεθόδου οπισθόδρομης βαθμωτής ελαχιστοποίησης (backpropagation gradient descent) για την εκπαίδευση παραμέτρων των συναρτήσεων συμμετοχής του FIS, ώστε να μιμηθεί ένα δοσμένο σύνολο δεδομένων εκπαίδευσης.

2.4.3 Εκτιμητής ελαχίστων τετραγώνων (least-squares estimator)

Στο γενικό πρόβλημα ελαχίστων τετραγώνων, η έξοδος του γραμμικού μοντέλου y δίνεται από τη γραμμικά παραμετροποιημένη έκφραση:

$$y = \theta_1 f_1(u) + \theta_2 f_2(u) + \dots + \theta_n f_n(u) \quad \text{εξ. 1}$$

Όπου $u = [u_1, \dots, u_p]^T$ είναι το διάνυσμα εισόδου του μοντέλου, f_1, \dots, f_n είναι γνωστές συναρτήσεις του u και $\theta_1, \dots, \theta_n$ είναι άγνωστες παράμετροι που θα υπολογιστούν. Η παραπάνω εξίσωση καλείται συνάρτηση παλινδρόμησης, και τα θ_i ονομάζονται συντελεστές παλινδρόμησης.

Για να προσδιοριστούν οι άγνωστες παράμετροι θ_i , συνήθως πρέπει να εκτελεστούν πειράματα για να βρεθεί ένα σύνολο δεδομένων εκπαίδευσης που αποτελείται από τα ζευγάρια δεδομένων $\{(u_i; y_i), i = 1, \dots, m\}$; τα οποία αντιπροσωπεύουν τα επιθυμητά ζευγάρια εισόδου-εξόδου του συστήματος στόχου που θα μοντελοποιηθεί. Η αντικατάσταση κάθε ζευγαριού στοιχείων στην εξίσωση 1 παράγει ένα σύνολο γραμμικών εξισώσεων m :

$$\left\{ \begin{array}{l} f_1(u_1)\theta_1 + f_2(u_1)\theta_2 + \dots + f_n(u_1)\theta_n = y_1, \\ f_1(u_2)\theta_1 + f_2(u_2)\theta_2 + \dots + f_n(u_2)\theta_n = y_2, \\ \vdots \\ f_1(u_m)\theta_1 + f_2(u_m)\theta_2 + \dots + f_n(u_m)\theta_n = y_m \end{array} \right\} \quad \text{εξ. 2}$$

Σε μορφή πινάκων, οι προηγούμενες εξισώσεις μπορούν να γραφτούν σε συνοπτική μορφή:

$$\mathbf{A}\boldsymbol{\theta} = \mathbf{y} \quad \text{εξ. 3}$$

όπου A είναι ένας $m \times n$ πίνακας (πίνακας σχεδιασμού):

$$A = \begin{bmatrix} f_1(u_1) & \dots & f_n(u_1) \\ \vdots & & \vdots \\ f_1(u_m) & \dots & f_n(u_m) \end{bmatrix}$$

$\boldsymbol{\theta}$ είναι ένα $n \times 1$ διάνυσμα άγνωστων παραμέτρων:

$$\boldsymbol{\theta} = \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \vdots \\ \theta_n \end{bmatrix}$$

και \mathbf{y} είναι ένα $m \times 1$ διάνυσμα εξόδου:

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_m \end{bmatrix}$$

Η i -οστή σειρά του ενωμένου πίνακα δεδομένων $[A \ ; \ y]$, που δηλώνεται με $[a_i^T \ ; \ y_i]$ σχετίζεται με το i -οστό ζευγάρι δεδομένων $(u_i \ ; \ y_i)$ μέσω της

$$a_i^T = [f_1(u_i), \dots, f_n(u_i)]$$

Το μεγαλύτερο μέρος των υπολογισμών βασίζεται στους πίνακες A και y , ενώ μερικές φορές γίνεται αναφορά στο $(a_i^T \ ; \ y_i)$ ως το i -οστό ζευγάρι δεδομένων του συνόλου δεδομένων εκπαίδευσης.

Για να προσδιοριστεί μεμονωμένα το άγνωστο διάνυσμα θ , είναι απαραίτητο να ισχύει $m \geq n$. Αν ο A είναι τετραγωνικός ($m = n$) και αντιστρέψιμος, τότε η εξίσωση 3 μπορεί να λυθεί ως προς τον άγνωστο x και γίνεται:

$$\theta = A^{-1} y$$

Ο m είναι συνήθως μεγαλύτερος από τον n , που σημαίνει ότι υπάρχουν περισσότερα ζευγάρια στοιχείων από τις παραμέτρους. Σε αυτήν την περίπτωση, μια ακριβής λύση που να ικανοποιεί όλες τις m εξισώσεις δεν είναι πάντα δυνατή, δεδομένου ότι τα στοιχεία μπορεί να μολυνθούν από θόρυβο, ή το μοντέλο μπορεί να μην είναι κατάλληλο για την περιγραφή του συστήματος στόχου. Κατά συνέπεια, η εξίσωση 3 πρέπει να τροποποιηθεί με την ενσωμάτωση ενός διανύσματος λάθους e για να αποτελέσει το τυχαίο λάθος θορύβου ή το τυχαίο λάθος διαμόρφωσης ως εξής:

$$A\theta + e = y$$

Τώρα, αντί της εύρεσης της ακριβούς λύσης στην εξίσωση 3, πρέπει να βρεθεί το $\theta = \hat{\theta}$ που ελαχιστοποιεί το άθροισμα του τετραγωνικού σφάλματος και ορίζεται ως :

$$E(\theta) = \sum_{i=1}^m (y_i - a_i^T \theta)^2 = e^T e = (y - A\theta)^T (y - A\theta) \quad \text{εξ.4}$$

όπου $e = y - A\theta$ είναι το διάνυσμα λάθους που παράγεται από μια συγκεκριμένη επιλογή του θ . Πρέπει να σημειωθεί ότι το $E(\theta)$ είναι σε τετραγωνική μορφή και έχει ένα μοναδικό ελάχιστο $\theta = \hat{\theta}$. Το ακόλουθο θεώρημα δηλώνει έναν απαραίτητο όρο που ικανοποιείται από τον εκτιμητή ελαχίστων τετραγώνων $\hat{\theta}$.

Ορισμός 1. Εκτιμητής ελαχίστων τετραγώνων

Το τετραγωνικό σφάλμα στην εξίσωση 6 ελαχιστοποιείται όταν $\theta = \hat{\theta}$, ο οποίος καλείται εκτιμητής ελαχίστων τετραγώνων (LSE) και ο οποίος ικανοποιεί την κανονική εξίσωση

$$A^T A \hat{\theta} = A^T y$$

Αν ο $A^T A$ είναι αντιστρέψιμος, ο $\hat{\theta}$ είναι μοναδικός και δίνεται από την :

$$\hat{\theta} = (A^T A)^{-1} A^T y$$

2.4.4 Οπισθοδρόμηση για πρώσο-τροφοδοτούμενα δίκτυα

Η ενότητα αυτή παρουσιάζει ένα βασικό κανόνα εκμάθησης για προσαρμόσιμα δίκτυα, που είναι στην ουσία η πιο απλή μέθοδος βαθμωτής ελαχιστοποίησης. Το κεντρικό μέρος αυτού του κανόνα εκμάθησης αφορά στο πως να επιλεγεί επαναληπτικά ένα διάνυσμα κλίσης, στο οποίο κάθε στοιχείο ορίζεται ως η παράγωγος ενός μέτρου σφάλματος ως προς μια παράμετρο. Αυτό γίνεται με τη βοήθεια του κανόνα αλυσίδας, ενός βασικού τύπου για το διαφορισμό σύνθετων συναρτήσεων, ο οποίος αναλύεται σε κάθε εγχειρίδιο μαθηματικών. Η διαδικασία εύρεσης ενός διανύσματος κλίσης σε ένα δίκτυο αναφέρεται γενικά σαν οπισθοδρόμηση (backpropagation), επειδή το διάνυσμα κλίσης υπολογίζεται σε κατεύθυνση αντίθετη από τη ροή της εξόδου κάθε κόμβου. Μόλις επιλεγεί η κλίση, διάφορες τεχνικές βελτιστοποίησης και παλινδρόμησης βασισμένες στις παραγώγους είναι διαθέσιμες για την ενημέρωση των παραμέτρων. Ειδικότερα, εάν χρησιμοποιούμε το διάνυσμα κλίσης σε μια απλή μέθοδο βαθμωτής ελαχιστοποίησης, το προκύπτον παράδειγμα εκμάθησης αναφέρεται συχνά ως **κανόνας οπισθόδρομης εκμάθησης**.

Έστω ότι ένα δεδομένο πρωσοτροφοδοτούμενο προσαρμόσιμο δίκτυο στην αναπαράστασή του σε επίπεδα έχει L επίπεδα και το επίπεδο l (όπου $l = 0, 1, \dots, L$; $l = 0$ αντιπροσωπεύει το επίπεδο εισαγωγής) έχει $N(l)$ κόμβους. Τότε η έξοδος και η συνάρτηση του κόμβου i [$i = 1, \dots, N(l)$] στο επίπεδο l μπορούν να αναπαρασταθούν σαν $x_{l,i}$ και $f_{l,i}$ αντίστοιχα. Ας υποθεθεί ότι δεν υπάρχει καμία σύνδεση μεταξύ μη συνεχόμενων στρωμάτων. Δεδομένου ότι η έξοδος ενός κόμβου εξαρτάται από τα εισερχόμενα σήματα και το σύνολο παραμέτρων του κόμβου, προκύπτει η ακόλουθη γενική έκφραση για τη συνάρτηση των κόμβων $f_{l,i}$:

$$x_{l,i} = f_{l,i} (x_{l-1,1}, \dots, x_{l-1,N(l-1)}, \alpha, \beta, \gamma, \dots)$$

όπου α, β, γ και τα λοιπά είναι οι παράμετροι αυτού του κόμβου.

Υποθέτοντας ότι το δοσμένο σύνολο δεδομένων εκπαίδευσης έχει P καταχωρήσεις, μπορεί να οριστεί ένα μέτρο σφάλματος για την p -οστή ($1 \leq p \leq P$) καταχώρηση των δεδομένων εκπαίδευσης ως το άθροισμα των τετραγωνικών σφαλμάτων:

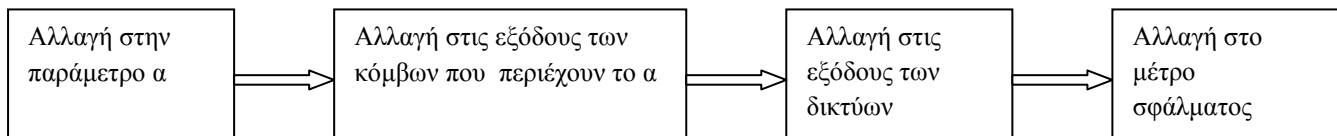
$$E_p = \sum_{k=1}^{N(l)} (d_k - x_{L,k})^2 \quad \text{εξ. 2}$$

Όπου d_k είναι το k -οστό συστατικό του p -οστού επιθυμητού διανύσματος εξόδου και $x_{L,k}$ είναι το k -οστό συστατικό του πραγματικού διανύσματος εξόδου που παράγεται με την παρουσίαση του p -οστού διανύσματος εισόδου στο δίκτυο. Για σημειογραφική απλότητα, παραλείπεται ο δείκτης p και από το d_k και από το $x_{L,k}$. Προφανώς, όταν το E_p είναι ίσο με το μηδέν, το δίκτυο είναι ικανό να αναπαράγει ακριβώς το επιθυμητό διάνυσμα εξόδου στο p -οστό ζευγάρι δεδομένων εκπαίδευσης. Ο στόχος εδώ είναι να ελαχιστοποιηθεί ένα συνολικό μέτρο σφάλματος, που ορίζεται ως:

$$E = \sum_{p=1}^P E_p \quad \text{εξ. 3}$$

Επιπλέον, ας υποθεθεί ότι το E_p εξαρτάται μόνο από τους κόμβους εξόδου.

Για να χρησιμοποιηθεί η βαθμωτή ελαχιστοποίηση ώστε να ελαχιστοποιηθεί το μέτρο σφάλματος, πρέπει πρώτα να βρεθεί το διάνυσμα κλίσης. Πριν υπολογιστεί το διάνυσμα κλίσης, πρέπει να παρατηρηθούν οι ακόλουθες αιτιώδεις σχέσεις:



όπου τα βέλη \implies δείχνουν τις αιτιώδεις σχέσεις. δηλαδή, μια μικρή αλλαγή σε μια παράμετρο a θα επηρεάσει την έξοδο του κόμβου που περιέχει το a . Αυτό με τη σειρά του θα επηρεάσει την έξοδο του τελευταίου επιπέδου και συνεπώς το μέτρο σφάλματος.

Η βασική αρχή στον υπολογισμό του διανύσματος κλίσης είναι να περαστούν μια σειρά από πληροφορίες παραγώγων, ξεκινώντας από το επίπεδο εξόδου και πηγαίνοντας ανάποδα από επίπεδο σε επίπεδο έως ότου καταλήξει η διαδικασία στο επίπεδο εισόδου.

Το σήμα σφάλματος $\epsilon_{l,i}$ ορίζεται σαν τη παράγωγο του μέτρου σφάλματος E_p ως προς την έξοδο του κόμβου i στο επίπεδο l , λαμβάνοντας υπόψη και τις άμεσες και τις έμμεσες πορείες.

$$\epsilon_{l,i} = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_{l,i}} \quad \text{εξ. 4}$$

Η έκφραση αυτή ονομάστηκε διατεταγμένη παράγωγος από τον Werbos (1990).

Το σήμα σφάλματος για τον i -οστό κόμβο εξόδου (στο επίπεδο L) μπορεί να υπολογιστεί απευθείας:

$$\epsilon_{1,i} = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_{1,i}} = \frac{\partial E_p}{\partial x_{1,i}} \quad \text{εξ. 5}$$

Αυτό ισούται με $\epsilon_{L,i} = -2(d_i - x_{L,i})$ αν το E_p ορίζεται όπως στην εξίσωση 2. Για τον εσωτερικό κόμβο στην i -οστή θέση του επιπέδου l το σήμα σφάλματος μπορεί να βρεθεί από τον κανόνα αλυσίδας (εξ. 6):

$$\begin{aligned} \epsilon_{l,i} &= \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_{l,i}} \quad \text{error signal at layer } l \\ &= \sum_{m=1}^{N(l+1)} \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_{l+1,m}} \frac{\partial f_{l+1,m}}{\partial x_{l,i}} \quad \text{error signal at layer } l+1 \\ &= \sum_{m=1}^{N(l+1)} \epsilon_{l+1,m} \frac{\partial f_{l+1,m}}{\partial x_{l,i}} \quad \text{εξ. 6} \end{aligned}$$

όπου $0 \leq l \leq L-1$, δηλαδή το σήμα σφάλματος ενός εσωτερικού κόμβου στο στρώμα l μπορεί να εκφραστεί ως γραμμικός συνδυασμός των κόμβων στο στρώμα $l+1$. Επομένως, για οποιαδήποτε l και i [και $1 \leq i \leq N(l)$], μπορούν να βρεθούν τα:

$$\epsilon_{l,i} = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_{l,i}}$$

εφαρμόζοντας πρώτα την εξίσωση 5 μία φορά για να υπολογιστούν τα σήματα σφάλματος στο επίπεδο εξόδου, και έπειτα εφαρμόζοντας την εξίσωση 6 επαναληπτικά έως ότου καταλήξει η διαδικασία στο επιθυμητό επίπεδο l . Η διαδικασία αυτή καλείται οπισθοδρόμηση, δεδομένου ότι τα σήματα σφάλματος λαμβάνονται διαδοχικά από το επίπεδο εξόδου προς το επίπεδο εισόδου.

Το διάνυσμα κλίσης ορίζεται ως η παράγωγος του μέτρου σφάλματος ως προς κάθε παράμετρο. Έτσι, πρέπει να εφαρμοστεί ο κανόνας αλυσίδας ξανά για να βρεθεί το διάνυσμα κλίσης. Εάν a είναι μια παράμετρος του i -οστού κόμβου στο επίπεδο l , τότε ισχύει:

$$\frac{\partial^+ E_p}{\partial a} = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_{l,i}} \frac{\partial f_{l,i}}{\partial a} = \epsilon_{l,i} \frac{\partial f_{l,i}}{\partial a} \quad \text{εξ. 7}$$

Ας σημειωθεί ότι αν επιτραπεί στην παράμετρο a να μοιράζεται μεταξύ διαφορετικών κόμβων, τότε η εξίσωση 7 πρέπει να αλλαχθεί σε μια πιο γενική μορφή:

$$\frac{\partial^+ E_p}{\partial \alpha} = \sum_{x^* \in S} \frac{\partial^+ E_p}{\partial x^*} \frac{\partial f^*}{\partial \alpha} \quad \text{εξ. 8}$$

όπου S είναι το σύνολο των κόμβων που περιέχουν το α σαν παράμετρο ενώ x^* και f^* είναι η έξοδος και η συνάρτηση, αντίστοιχα, ενός γενικού κόμβου στο S .

Η παράγωγος του γενικού μέτρου σφάλματος E ως προς το α είναι

$$\frac{\partial^+ E_p}{\partial \alpha} = \sum_{p=1}^P \frac{\partial^+ E_p}{\partial \alpha} \quad \text{εξ. 9}$$

Συνεπώς, για την απλούστερη βαθμωτή ελαχιστοποίηση χωρίς ελαχιστοποίηση γραμμών, ο τύπος για τη γενική παράμετρο α είναι :

$$\Delta \alpha = -n \frac{\partial^+ E_p}{\partial \alpha}$$

όπου το n είναι ο ρυθμός εκμάθησης, το οποίο μπορεί να εκφραστεί περαιτέρω ως:

$$n = \frac{k}{\sqrt{\sum_{\alpha} \left(\frac{\partial E}{\partial \alpha} \right)^2}}$$

όπου το k είναι το μέγεθος βήματος, το μήκος δηλαδή κάθε μετάβασης κατά μήκος της κατεύθυνσης κλίσης στο διάστημα παραμέτρου. Συνήθως, το μέγεθος βήματος μπορεί να αλλαχθεί για να μεταβληθεί η ταχύτητα της σύγκλισης.

Όταν ένα πρωσοτροφοδοτούμενο δίκτυο n -κόμβων αναπαριστάται στην τοπολογική του διάταξη, μπορεί να υπολογιστεί το μέτρο σφάλματος E_p ως η έξοδος ενός επιπλέον κόμβου με ένδειξη $n+1$, του οποίου η συνάρτηση κόμβου f_{n+1} μπορεί να οριστεί από τις εξόδους κάθε κόμβου με μικρότερη ένδειξη. Επομένως, το E_p μπορεί να εξαρτάται άμεσα από οποιουσδήποτε κόμβους. Εφαρμόζοντας πάλι τον κανόνα αλυσίδας, ισχύει ο ακόλουθος συνοπτικός τύπος για τον υπολογισμό του σήματος σφάλματος:

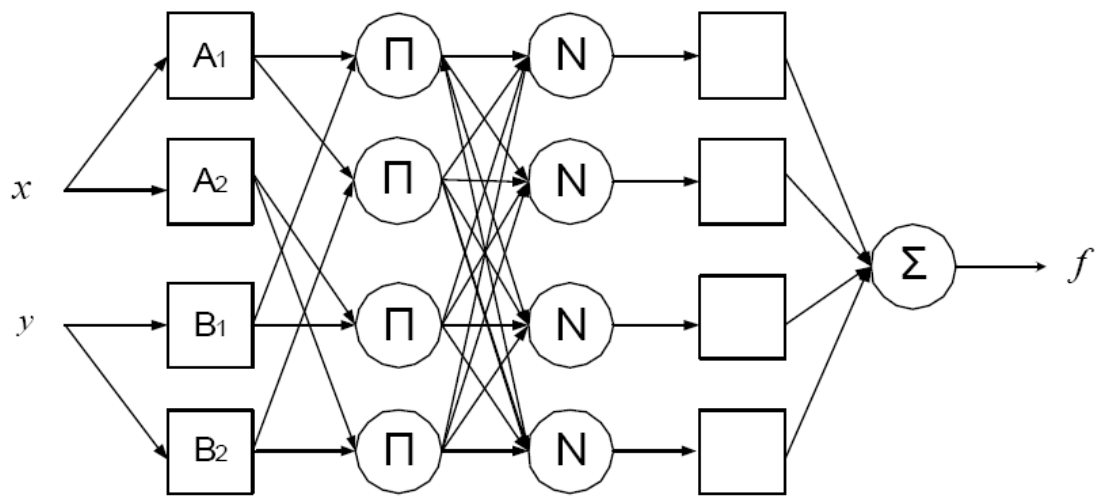
$$\epsilon_i = \frac{\partial E_p}{\partial x_i}$$

$$\epsilon_i = \frac{\partial f_{n+1}}{\partial x_i} + \sum_{i < j \leq n} \epsilon_j \frac{\partial f_j}{\partial x_i}$$

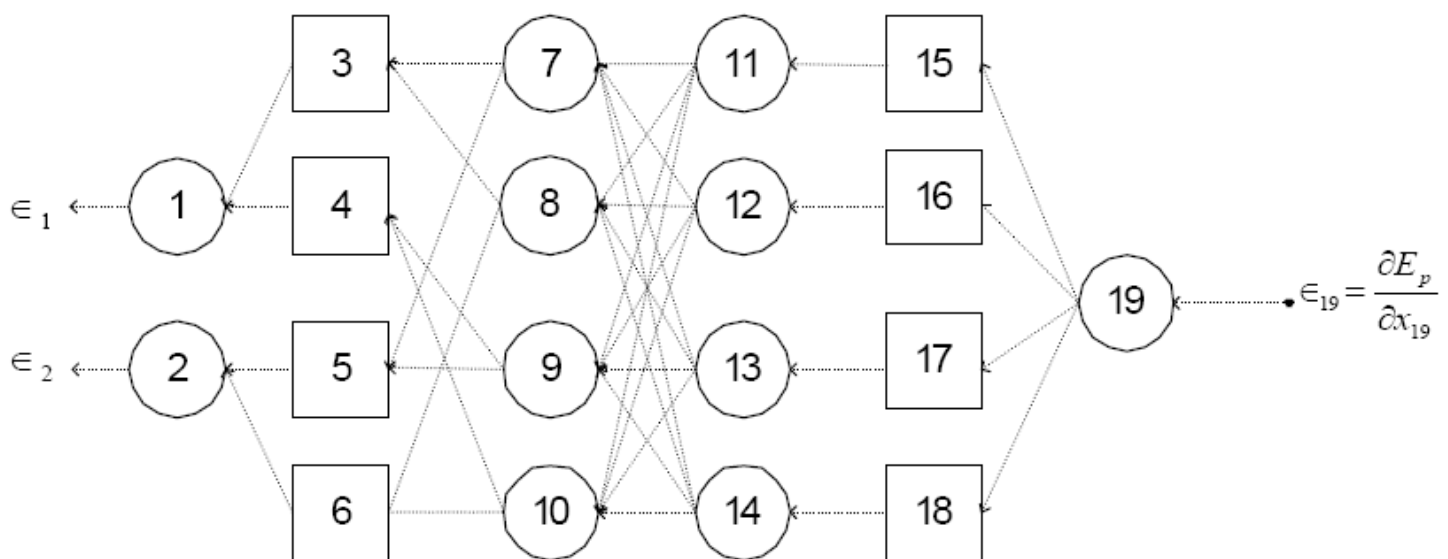
όπου ο πρώτος όρος δείχνει μια άμεση επίδραση του x_i στο E_p μέσω της άμεσης διαδρομής από τον κόμβο i στον κόμβο $n+1$ και κάθε όρος παραγώγου στο άθροισμα

δείχνει την έμμεση επίδραση του x_i στο E_p . Μόλις βρεθεί το σήμα σφάλματος για κάθε κόμβο, τότε το διάλυμα κλίσης για τις παραμέτρους παράγεται όπως πριν.

Ένας άλλος συστηματικός τρόπος να υπολογιστούν τα σήματα σφάλματος είναι μέσω της αναπαράστασης του δικτύου διάδοσης σφάλματος (ή του μοντέλου ευαισθησίας), το οποίο λαμβάνεται από το αρχικό προσαρμόσιμο δίκτυο με την αντιστροφή των συνδέσεων και την παροχή των σημάτων σφάλματος στο επίπεδο εξόδου ως είσοδοι στο νέο δίκτυο. Τα ακόλουθα σχήματα 2.4.4.5 (α) και 2.4.4.5 (β) δείχνουν το μοντέλο ANFIS με δύο εισόδους και μία έξοδο και το δίκτυο διάδοσης σφάλματος του αντίστοιχα:



Σχήμα 2.4.4.4 (α): Το προσαρμόσιμο δίκτυο (μοντέλο ANFIS) με δύο εισόδους και μία έξοδο (πηγή: Jang et al., 1997)



Σχήμα 2.4.4.5 (β): Το δίκτυο διάδοσης σφάλματος του ANFIS (πηγή: Jang et al., 1997)

Τώρα θα υπολογιστούν τα σήματα σφάλματος στους εσωτερικούς κόμβους. Χρησιμοποιούνται τα f_i και x_i για το συμβολισμό της συνάρτησης και της εξόδου του κόμβου i . Η έξοδος του κόμβου i είναι το σήμα σφάλματος αυτού του κόμβου στο πραγματικό προσαρμόσιμο δίκτυο. Σε σύμβολα, αν επιλεγθεί το τετραγωνικό μέτρο σφάλματος για E_p τότε ισχύει το ακόλουθο: $\epsilon_{19} = -2(d_{19} - x_{19})$

Αυτό είναι επειδή ο κόμβος 19 είναι μόνο ένας κόμβος προσωρινής αποθήκευσης στο δίκτυο διάδοσης σφάλματος. Για τους κόμβους 15, 16, 17 και 18 ισχύουν:

$$\epsilon_{18} = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_{18}} = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_{19}} \frac{\partial f_{19}}{\partial x_{18}} = \epsilon_{19} \frac{\partial f_{19}}{\partial x_{18}}$$

$$\epsilon_{17} = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_{17}} = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_{19}} \frac{\partial f_{19}}{\partial x_{17}} = \epsilon_{19} \frac{\partial f_{19}}{\partial x_{17}}$$

$$\epsilon_{16} = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_{16}} = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_{19}} \frac{\partial f_{19}}{\partial x_{16}} = \epsilon_{19} \frac{\partial f_{19}}{\partial x_{16}}$$

$$\epsilon_{15} = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_{15}} = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_{19}} \frac{\partial f_{19}}{\partial x_{15}} = \epsilon_{19} \frac{\partial f_{19}}{\partial x_{15}}$$

Αυτό είναι επειδή όλοι αυτοί οι κόμβοι εξαρτώνται από τον κόμβο 19. Αυτό ισχύει και για τους κόμβους 11, 12, 13 και 14 με τη διαφορά ότι κάθε ένας από αυτούς εξαρτάται από διαφορετικό κόμβο:

$$\epsilon_{14} = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_{14}} = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_{18}} \frac{\partial f_{18}}{\partial x_{14}} = \epsilon_{18} \frac{\partial f_{18}}{\partial x_{14}}$$

$$\epsilon_{13} = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_{13}} = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_{17}} \frac{\partial f_{17}}{\partial x_{13}} = \epsilon_{17} \frac{\partial f_{17}}{\partial x_{13}}$$

$$\epsilon_{12} = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_{12}} = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_{16}} \frac{\partial f_{16}}{\partial x_{12}} = \epsilon_{16} \frac{\partial f_{16}}{\partial x_{12}}$$

$$\epsilon_{11} = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_{11}} = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_{15}} \frac{\partial f_{15}}{\partial x_{11}} = \epsilon_{15} \frac{\partial f_{15}}{\partial x_{11}}$$

Αντιθέτως, οι κόμβοι 7, 8, 9 και 10 εξαρτώνται από τέσσερις διαφορετικούς κόμβους όπως φαίνεται στο σχήμα 5. Έτσι, ισχύει:

$$\epsilon_{10} = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_{10}} = \epsilon_{14} \frac{\partial f_{14}}{\partial x_{10}} + \epsilon_{13} \frac{\partial f_{13}}{\partial x_{10}} + \epsilon_{12} \frac{\partial f_{12}}{\partial x_{10}} + \epsilon_{11} \frac{\partial f_{11}}{\partial x_{10}}$$

$$\epsilon_9 = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_9} = \epsilon_{14} \frac{\partial f_{14}}{\partial x_9} + \epsilon_{13} \frac{\partial f_{13}}{\partial x_9} + \epsilon_{12} \frac{\partial f_{12}}{\partial x_9} + \epsilon_{11} \frac{\partial f_{11}}{\partial x_9}$$

$$\epsilon_8 = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_8} = \epsilon_{14} \frac{\partial f_{14}}{\partial x_8} + \epsilon_{13} \frac{\partial f_{13}}{\partial x_8} + \epsilon_{12} \frac{\partial f_{12}}{\partial x_8} + \epsilon_{11} \frac{\partial f_{11}}{\partial x_8}$$

$$\epsilon_7 = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_7} = \epsilon_{14} \frac{\partial f_{14}}{\partial x_7} + \epsilon_{13} \frac{\partial f_{13}}{\partial x_7} + \epsilon_{12} \frac{\partial f_{12}}{\partial x_7} + \epsilon_{11} \frac{\partial f_{11}}{\partial x_7}$$

Οι κόμβοι 3, 4, 5 και 6 εξαρτώνται από δύο διαφορετικούς κόμβους και σαν αποτέλεσμα προκύπτουν οι ακόλουθες σχέσεις:

$$\epsilon_6 = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_6} = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_{10}} \frac{\partial f_{10}}{\partial x_6} + \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_8} \frac{\partial f_8}{\partial x_6} = \epsilon_{10} \frac{\partial f_{10}}{\partial x_6} + \epsilon_8 \frac{\partial f_8}{\partial x_6}$$

$$\epsilon_5 = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_5} = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_9} \frac{\partial f_9}{\partial x_5} + \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_7} \frac{\partial f_7}{\partial x_5} = \epsilon_9 \frac{\partial f_9}{\partial x_5} + \epsilon_7 \frac{\partial f_7}{\partial x_5}$$

$$\epsilon_4 = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_4} = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_{10}} \frac{\partial f_{10}}{\partial x_4} + \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_9} \frac{\partial f_9}{\partial x_4} = \epsilon_{10} \frac{\partial f_{10}}{\partial x_4} + \epsilon_9 \frac{\partial f_9}{\partial x_4}$$

$$\epsilon_3 = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_3} = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_8} \frac{\partial f_8}{\partial x_3} + \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_7} \frac{\partial f_7}{\partial x_3} = \epsilon_8 \frac{\partial f_8}{\partial x_3} + \epsilon_7 \frac{\partial f_7}{\partial x_3}$$

Τέλος, οι κόμβοι 1 και 2 εξαρτώνται από δύο κόμβους και έτσι ισχύει:

$$\epsilon_2 = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_2} = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_6} \frac{\partial f_6}{\partial x_2} + \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_5} \frac{\partial f_5}{\partial x_2} = \epsilon_6 \frac{\partial f_6}{\partial x_2} + \epsilon_5 \frac{\partial f_5}{\partial x_2}$$

$$\epsilon_1 = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_1} = \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_4} \frac{\partial f_4}{\partial x_1} + \frac{\partial^+ E_p}{\partial x_3} \frac{\partial f_3}{\partial x_1} = \epsilon_4 \frac{\partial f_4}{\partial x_1} + \epsilon_3 \frac{\partial f_3}{\partial x_1}$$

2.4.5 Συνδυασμός βαθμωτής ελαχιστοποίησης και εκτιμητή ελαχίστων τετραγώνων

Η έξοδος ενός προσαρμοσμένου δικτύου είναι γραμμική σε μερικές από τις παραμέτρους του δικτύου. Έτσι, μπορούν να προσδιοριστούν αυτές οι γραμμικές παράμετροι με τη γραμμική μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων που περιγράφηκε παραπάνω. Αυτή η προσέγγιση οδηγεί σε ένα υβριδικό κανόνα εκμάθησης που συνδυάζει τη βαθμωτή ελαχιστοποίηση (SD) και τον εκτιμητή ελαχίστων τετραγώνων (LSE) για γρήγορο προσδιορισμό των παραμέτρων.

Από την αρχιτεκτονική δομή του ANFIS παρατηρείται ότι οι τιμές των παραμέτρων από τις προϋποθέσεις είναι προκαθορισμένες (αμετάβλητες) και η ολική έξοδος μπορεί να εκφραστεί ως γραμμικός συνδυασμός των παραμέτρων από τα συμπεράσματα. Σε σύμβολα, η έξοδος f στο σχήμα 4 (β) ξαναγράφεται:

$$f = \frac{w_1}{w_1 + w_2} f_1 + \frac{w_2}{w_1 + w_2} f_2 = \bar{w}_1(p_1x + q_1y + r_1) + \bar{w}_2(p_2x + q_2y + r_2)$$

$$= (\bar{w}_1x)p_1 + (\bar{w}_1y)q_1 + (\bar{w}_1)r_1 + (\bar{w}_2x)p_2 + (\bar{w}_2y)q_2 + (\bar{w}_2)r_2$$

η οποία είναι γραμμική στις παραμέτρους των συμπερασμάτων $p_1, q_1, r_1, p_2, q_2,$ και r_2 .

Έστω ότι:

S = σύνολο όλων των παραμέτρων

S_1 = σύνολο των (μη γραμμικών) παραμέτρων από τις προϋποθέσεις

S_2 = σύνολο των (γραμμικών) παραμέτρων από τα συμπεράσματα

Το προσαρμόσιμο δίκτυο έχει μία έξοδο που αναπαριστάται ως:

$$o = F(i, S)$$

όπου i είναι το διάνυσμα των μεταβλητών εισόδου, S είναι το σύνολο των παραμέτρων, και F είναι η συνολική συνάρτηση που εφαρμόζεται από το προσαρμόσιμο δίκτυο.

Στην εξίσωση $S = S_1 \oplus S_2$ όπου $H(.)$ και $F(.)$ είναι η ταυτοτική συνάρτηση και η συνάρτηση του FIS αντίστοιχως και στην εξίσωση η H ο F είναι γραμμική στα στοιχεία του S , τότε εφαρμόζοντας την H στην εξίσωση $o = F(i, S)$, προκύπτει ότι

$H(o) = H \circ F(Bi, S)$. Το \oplus αντιπροσωπεύει την άμεση άθροιση (direct sum). Η $H(.)$ είναι η ταυτοτική συνάρτηση και η $F(.)$ είναι η συνάρτηση του συστήματος ασαφούς συμπερασμού αντίστοιχα. Κατά συνέπεια, ο υβριδικός αλγόριθμος μάθησης που αναπτύχθηκε παραπάνω μπορεί να εφαρμοστεί άμεσα.

Αναλυτικότερα, όπως συμβαίνει και στα νευρωνικά δίκτυα, θα ξεχωρίσουν δύο φάσεις στη διαδικασία εκπαίδευσης που είναι οι εξής:

1. Πέρασμα προς τα εμπρός (forward pass): Στη φάση αυτή το σήμα εισόδου διαδίδεται από το επίπεδο 1 μέχρι το επίπεδο 4 και οι παράμετροι (p_i, q_i, r_i) $i = 1, 2$ εκτιμώνται με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων.
2. Πέρασμα προς τα πίσω (backward pass): Στη φάση αυτή, έχοντας μία ένδειξη του λάθους, πραγματοποιείται μία διόρθωση κατά μία ποσότητα που ορίζεται από τη μέθοδο της βαθμωτής κατάβασης (gradient descent), των μεταβλητών a_i, b_i, c_i .

Το ANFIS διασπά το σύνολο των παραμέτρων του σε δύο υποσύνολα, εκ των οποίων το ένα αποτελεί γραμμικό σύνολο παραμέτρων και, επομένως, είναι δυνατόν να εκπαιδευτεί με γραμμικούς αλγόριθμους, όπως η μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων (least squared). Οι γραμμικοί αλγόριθμοι μάθησης επιτυγχάνουν συνολικά ελάχιστα

(global minimums) της συνάρτησης κόστους στο χώρο των παραμέτρων τους και είναι αποδοτικοί από πλευράς απαιτούμενου υπολογιστικού χρόνου. Το δεύτερο υποσύνολο παραμέτρων εκπαιδεύεται με αλγόριθμους που μπορούν να δημιουργήσουν μη-γραμμικές απεικονίσεις, όπως η βαθμωτή κατάβαση (gradient descent). Οι αλγόριθμοι αυτοί είναι απαιτητικοί από πλευράς απαιτούμενου χρόνου εκπαίδευσης και δεν υπάρχει εγγύηση για την πραγματοποίηση του συνολικού ελαχίστου της συνάρτησης κόστους στον χώρο των παραμέτρων τους. Ο αλγόριθμος μάθησης του ANFIS συνδυάζει περάσματα προς τα εμπρός και προς τα πίσω. Στο πέρασμα εμπρός γίνεται η μάθηση του συνόλου των γραμμικών παραμέτρων και στο πέρασμα προς τα πίσω γίνεται η προσαρμογή των μη-γραμμικών αντίστοιχα. Στον παρακάτω πίνακα 2.4.5.1 συνοψίζονται οι δραστηριότητες του κάθε περάσματος:

Πίνακας 2.4.5.1: Δραστηριότητες κατά την εκπαίδευση (πηγή: Jang et al., 1997)

	Εμπροσθόδρομο πέρασμα	Οπισθόδρομο πέρασμα
Παράμετροι προϋποθέσεων	Προκαθορισμένες (αμετάβλητες)	Βαθμωτή φθίνουσα μέθοδος
Παράμετροι συμπερασμάτων	Εκτιμήτρια ελαχίστων τετραγώνων	Προκαθορισμένες (αμετάβλητες)
Σήματα	Έξοδοι των κόμβων	Σήματα σφάλματος

Το πλεονέκτημα της μεθόδου έγκειται στο γεγονός της ύπαρξης τόσο γραμμικών όσο και μη γραμμικών μεθόδων, κάτι το οποίο την καθιστά ταχύτερη από τα κλασικά νευρωνικά δίκτυα. Οι παράμετροι των συμπερασμάτων που βρίσκονται με αυτόν τον τρόπο, είναι βέλτιστες υπό την προϋπόθεση ότι οι παράμετροι των προϋποθέσεων είναι προκαθορισμένες (αμετάβλητες). Αναλόγως, η υβριδική προσέγγιση συγκλίνει πολύ γρηγορότερα μιας και μειώνει τις διαστάσεις του διαστήματος αναζήτησης της αρχικής καθαρής μεθόδου οπισθόδρομης διάδοσης.

Μέχρι τώρα χρησιμοποιούνταν προκαθορισμένες και αυθαίρετα επιλεγμένες συναρτήσεις συμμετοχής. Πολλές φορές υπάρχει μια συλλογή από δεδομένα εισόδου /εξόδου και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα προκαθορισμένο μοντέλο βασισμένο στα στοιχεία αυτά, ώστε να καθίσταται γνωστό ποιες συναρτήσεις συμμετοχής και με ποιες παραμέτρους να χρησιμοποιηθούν. Τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί το ANFIS, ώστε να βρούμε τις καταλληλότερες συναρτήσεις συμμετοχής.

Οι νευρο-προσαρμοστικές τεχνικές είναι αρκετά απλές. Έτσι, παρέχεται μια μέθοδος ώστε το ασαφές μοντέλο να εκπαιδευτεί με τις πληροφορίες που του δίνει το σύνολο των δεδομένων, ώστε να υπολογιστούν οι παράμετροι των συναρτήσεων συμμετοχής. Σκοπός είναι η εύρεση του καλύτερου τρόπου, ώστε να επιτρέπεται στο σύστημα εξαγωγής συμπερασμάτων να ανιχνεύει τα δεδομένα εισόδου/εξόδου. Η μέθοδος αυτή είναι παρόμοια με αυτή των νευρωνικών δικτύων.

Η προσαρμογή των παραμέτρων των συναρτήσεων συμμετοχής από ένα ANFIS γίνεται με αλγόριθμους εκμάθησης είτε μόνο backpropagation είτε με έναν υβριδικό αλγόριθμο, συνδυασμό backpropagation και μεθόδου ελαχίστων τετραγώνων.

Ο υπολογισμός των παραμέτρων αυτών, που αλλάζουν κατά τη διάρκεια της διαδικασίας εκμάθησης, διευκολύνεται από ένα βαθμωτό διάνυσμα που δείχνει πόσο καλά το FIS μοντελοποιεί τα δεδομένα εισόδου/εξόδου για το εν λόγω σύνολο παραμέτρων. Μόλις αποκτηθεί το βαθμωτό διάνυσμα, μπορεί να εφαρμοστεί κάποιος από τους πολλούς αλγόριθμους βελτιστοποίησης, για να βελτιωθούν αυτές οι παράμετροι, ούτως ώστε να μειωθεί το μέγεθος του σφάλματος (συνήθως το άθροισμα των τετραγώνων των διαφορών μεταξύ πραγματικών και επιθυμητών τιμών).

2.4.6 Περιορισμοί του ANFIS

Οι κυριότεροι περιορισμοί του ANFIS που αναφέρονται στην διεθνή βιβλιογραφία είναι οι εξής:

-Βασίζεται σε ένα FIS τύπου Sugeno.

-Έχει μια έξοδο, που λαμβάνεται με τη μέθοδο αποασαφοποίησης σταθμισμένου μέσου. Όλες οι συναρτήσεις συμμετοχής εξόδου πρέπει να είναι ίδιου τύπου, είτε γραμμικές είτε σταθερές.

-Δεν μπορεί να γίνεται κοινή χρήση κανόνων. Διαφορετικοί κανόνες δεν μπορούν να έχουν την ίδια συνάρτηση συμμετοχής εξόδου.

-Πρέπει να υπάρχουν βάρη σε κάθε κανόνα.

-Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε συνάρτηση συμμετοχής, παρά μόνο προκαθορισμένες που επιβάλλουν οι ορισμοί του ANFIS.

3. Σχετική βιβλιογραφία και έρευνα όσον αφορά τις ομάδες ειδικών συμφερόντων και τις προβλέψεις με τη μέθοδο ANFIS

Το μοντέλο που προτείνεται στην παρούσα μελέτη για την μοντελοποίηση των επιπτώσεων των ομάδων ειδικών συμφερόντων (όπως καρτέλ, συμπαιγνίες συντεχνίες και τα λοιπά) στην επιβράδυνση υιοθέτησης νέων τεχνολογιών αποτελείται από τρεις εισόδους: την παραγωγικότητα του προσωπικού, τις άμεσες ξένες επενδύσεις και τις τιμές καταναλωτών και. Η έξοδος του μοντέλου είναι η ανταγωνιστικότητα της οικονομίας της χώρας. Η αύξηση των τιμών των δύο πρώτων εισόδων και η μείωση της τρίτης εισόδου σημαίνει ότι αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της οικονομίας και επομένως, η επιβράδυνση στην υιοθέτηση νέων τεχνολογιών, εξαιτίας της δράσης των ομάδων ιδιωτικών συμφερόντων, μειώνεται.

Σε αυτό το κεφάλαιο παρατίθεται ενδεικτική σχετική βιβλιογραφία και έρευνα αναφορικά με τις ομάδες ειδικών συμφερόντων, τις επιδράσεις τους στην ανταγωνιστικότητα και με τις προβλέψεις με τη μέθοδο ANFIS σχετικά με τα καρτέλ, την ανταγωνιστικότητα, την παραγωγικότητα προσωπικού, τις τιμές καταναλωτών και τις άμεσες ξένες επενδύσεις. Σημειώνεται ότι από έρευνα που έγινε στην υπάρχουσα βιβλιογραφία δεν βρέθηκε κάποιο άρθρο που να παραθέτει κάποιο μοντέλο, το οποίο προβλέπει την επιρροή των καρτέλ στην οικονομία μιας χώρας, χρησιμοποιώντας τις μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή την εργασία. Για αυτό το λόγο, παρατίθενται εδώ, ενδεικτικά, ορισμένα άρθρα που σχετίζονται μεμονωμένα με τα καρτέλ, την ανταγωνιστικότητα, την παραγωγικότητα προσωπικού, τις τιμές καταναλωτών ή τις άμεσες ξένες επενδύσεις.

3.1 Ομάδες ειδικών συμφερόντων

Στις ομάδες ειδικών συμφερόντων αναφέρονται οι Μητσόπουλος και Πελαγίδης (2012), καταγράφοντας ότι στην Ελλάδα υπάρχουν ισχυρές και 'εύπορες' ομάδες ειδικών συμφερόντων, οι οποίες είναι στενά συνδεδεμένες με διάφορους πολιτικούς και ευνοούνται από κυβερνητικές παρεμβάσεις και ρυθμίσεις. Αποτέλεσμα αυτής της συνεργασίας είναι η ασυλία των πολιτικών αυτών από διώξεις για πιθανές παρανομίες και φυσικά μια λαμπρή και μακροχρόνια πολιτική σταδιοδρομία. Επίσης, σχέσεις με τις ομάδες ειδικών συμφερόντων διατηρούν και τα ελληνικά μέσα ενημέρωσης και τις βοηθούν, ώστε να αποκομίζουν μεγάλα οφέλη.

Επιπλέον, οι Ζοπουνίδης και Ατσαλάκης (2013) αναφέρονται στην ύπαρξη καρτέλ, λόμπι και συντεχνιών σε διάφορες χώρες και οικονομίες ανά τους αιώνες, στις επιπτώσεις που έχουν στην οικονομία μιας χώρας και δίνουν ως παράδειγμα ομάδας ειδικών συμφερόντων, τα κλειστά επαγγέλματα που επικρατούν στην Ελλάδα.

Τέλος, αναφορά στις ειδικές ομάδες συμφερόντων γίνεται από τον Ιορδάνογλου (2013) και ειδικότερα, στις σχέσεις που αναπτύσσονται ανάμεσα σε αυτές και στο κράτος, τις κυβερνήσεις και τα πολιτικά κόμματα.

3.2 Καρτέλ

Όσον αφορά τα καρτέλ, ο Notaro (2013) χρησιμοποιεί μεθόδους ποσοτικοποίησης των ζημιών που προκαλούν οι συμπράξεις επιχειρήσεων και η αντιανταγωνιστική (anticompetitive) τους συμπεριφορά, τις οποίες εφαρμόζει στο καρτέλ ζυμαρικών στην Ιταλία που ανακαλύφθηκε από την Ιταλική Αρχή Ανταγωνισμού (Italian Competition Authority) το 2007. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιεί την προσέγγιση της ψευδομεταβλητής (dummy variable approach), τη μέθοδο επιδράσεων δυναμικής αντιμετώπισης (dynamic treatment effects (DTE) method) και τις λεγόμενες μεθόδους ευθείας γραμμής (straight-line methods) για να εκτιμήσει την υπερφόρτωση (overcharge) καρτέλ. Επίσης, δείχνει πόσο σημαντική είναι μια κατάλληλη εφαρμογή αντιμονοπωλιακής νομοθεσίας (antitrust enforcement) και τα κοινωνικά οφέλη που απορρέουν από αυτή, καθώς και ότι τα όρια που επιβλήθηκαν από την Ιταλική Αρχή Ανταγωνισμού ήταν κάτω από τα 'βέλτιστα' επίπεδα.

Ο Mncube (2013) μελετάει κατά πόσο τα μέλη ενός καρτέλ μπορούν να διατηρήσουν τη συνεργασία με την πάροδο του χρόνου και υπό την απειλή ελεύθερης εισόδου επιχειρήσεων, δείχνοντας ότι οι επιχειρήσεις που είναι οργανωμένες σε καρτέλ μπορούν να αποτρέψουν την είσοδο σε άλλες επιχειρήσεις απειλώντας με τιμολόγηση κάτω του κόστους (below-cost pricing). Ο συγγραφέας παρέχει αποδείξεις τέτοιων επιθετικών συμπεριφορών μέσω τιμολόγησης κάτω του κόστους στην καρτελοποιημένη βιομηχανία ψωμιού (bread industry) της Νότιας Αφρικής, συγκρίνοντας τις τιμές με τα μέσα μεταβλητά κόστη (average variable costs).

Ο Petersen (2013) αναλύει, χρησιμοποιώντας δεδομένα 154 κρατών από το 1960 έως το 2005, εάν ο αντιμονοπωλιακός νόμος έχει θετική επίδραση στη δημοκρατία και την οικονομική ανάπτυξη. Έτσι, βρίσκει ότι ο αντιμονοπωλιακός νόμος έχει θετική επίδραση στο επίπεδο του κατά κεφαλήν ΑΕΠ (GDP per capita) και στην οικονομική ανάπτυξη μετά από δέκα χρόνια. Αντιθέτως, ο αντιμονοπωλιακός νόμος δεν έχει σημαντική θετική επίδραση στο επίπεδο της δημοκρατίας. Συμπεραίνει ότι αυτά τα αποτελέσματα ενδεχομένως να οφείλονται στην τρέχουσα δομή των υπαρχόντων αντιμονοπωλιακών νόμων, οι οποίοι έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να προωθούν την οικονομική αποτελεσματικότητα αντί να εμποδίζουν την οικονομική συγκέντρωση (economic concentration).

Οι Fendekova και Fendek (2013) παρουσιάζουν τη μαθηματική τυποποίηση του μοντέλου τιμής ισορροπίας (equilibrium price) και της προμήθειας συμμετεχόντων σε σύμπραξη σε καρτέλ (supply of the cartel agreement participants) και δείχνουν την κοινωνική αναποτελεσματικότητα ενός τέτοιου συστήματος λήψης αποφάσεων. Επιπλέον, αναλύουν λεπτομερώς την τιμολόγηση που κάνουν τα καρτέλ, λαμβάνοντας υπόψη διάφορα κόστη παραγωγών.

Ο Loderer (1985) εξετάζει κατά πόσο οι υψηλές τιμές πετρελαίου της τελευταίας δεκαετίας θα μπορούσαν να είναι αποτέλεσμα συμπαιγνίας παραγωγών (producer collusion). Έτσι, βρίσκει ότι ο Οργανισμός Χωρών Εξαγωγής Πετρελαίου (Organization of Petroleum Exporting Countries-OPEC) δεν επηρέασε τις τιμές πετρελαίου τα έτη εκτίναξης (skyrocketing) των τιμών (1974-1980), αλλά τις επηρέασε τα έτη μαλακώματος (softening) των τιμών (1981-1983).

Ο Dick (1996) εξετάζει το γιατί κάποια καρτέλ επιβιώνουν για δεκαετίες, ενώ άλλα υπονομεύονται γρήγορα από πόλεμο τιμών και είσοδο άλλων επιχειρήσεων και αποδίδει αυτή τη διακύμανση στις διαφορές που έχουν τα καρτέλ στα κόστη αυτό-επιβολής (self-enforcement) και αξίας υπηρεσιών (service value) που παρέχουν στα μέλη τους. Επιπρόσθετα, ο συγγραφέας βρίσκει ότι τα καρτέλ που επιβιώνουν για περισσότερο χρονικό διάστημα, τείνουν να εξάγουν σε μικρούς αγοραστές, να έχουν ευρεία κάλυψη βιομηχανίας, να λειτουργούν σε περιόδους σταθερών τιμών και αυξανόμενης ζήτησης και να πωλούν κάτω από δευτερεύουσες συμφωνίες με ξένους ανταγωνιστές.

Παρόμοια προσέγγιση γίνεται από τον Marquez (1994), ο οποίος ποσοτικοποιεί τη σημασία διάφορων καθοριστικών παραγόντων του προσδόκιμου ζωής των διεθνών ενεργών καρτέλ αυτού του αιώνα, θεωρώντας ότι η βέλτιστη διάρκεια ενός καρτέλ είναι συνάρτηση της δομής της αγοράς και της αύξησης της ζήτησης. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι είτε τα μερίδια αγοράς είτε η συγκέντρωση των καρτέλ παρατείνουν το προσδόκιμο ζωής τους, ενώ η μεγαλύτερη ζήτηση μειώνει τη διάρκεια ζωής τους χωρίς, όμως, να είναι αξιόπιστη αυτή η διαπίστωση. Επίσης, βρίσκει ότι η διάρκεια ζωής των καρτέλ είναι ευαίσθητη ως προς την περίοδο δραστηριοποίησής τους (period of activity) και την κάλυψη χωρών από αυτά (country coverage).

Οι Cristian και Stamate (2011) καταγράφουν την ανάγκη επανεκτίμησης των καρτέλ και την ύπαρξη περισσότερο συνεκτικών και λογικών δημόσιων πολιτικών, καθώς και την ύπαρξη μεγαλύτερης συνοχής στον Ευρωπαϊκό Νόμο Ανταγωνισμού (European Competition Law), δεδομένου ότι οι πολιτικές ανταγωνισμού σε όλο τον κόσμο και ειδικά στην Ευρωπαϊκή Ένωση σταδιακά διέρχονται σε μια περισσότερο οικονομική προσέγγιση για την αξιολόγηση των επιπτώσεων που έχουν οι επιχειρηματικές πρακτικές στην ευημερία και για την αντιμετώπιση των καρτέλ.

Οι Roller και Steen (2006) εξετάζουν την αποτελεσματικότητα ενός καρτέλ, δηλαδή την ικανότητά του να επιτυγχάνει μεγιστοποίηση κερδών βάσει ενός συγκεκριμένου κανόνα μοιράσματος (sharing rule). Πραγματοποιούν, έτσι, μια ανάλυση ευημερίας (welfare analysis) και ένα λεπτομερή προσδιορισμό της λειτουργίας ενός Νορβηγικού καρτέλ τσιμέντου ώστε να εξετάσουν την αποτελεσματικότητα ενός καρτέλ.

Οι Qaqaya και Lipimile (2008) εξετάζουν τις επιπτώσεις αντανταγωνιστικών επιχειρηματικών πρακτικών, ανάμεσα στις οποίες είναι και η σύμπραξη επιχειρήσεων σε καρτέλ, σε ανεπτυγμένες χώρες. Ομοίως, οι Levenstein et al. (2003) μελετούν τις επιπτώσεις διεθνών καρτέλ που καθορίζουν τις τιμές (international price-fixing cartels) σε ανεπτυγμένες χώρες, κυρίως σε ευρωπαϊκές χώρες και στην Αμερική, και αναζητούν πιθανά διορθωτικά μέτρα σε διάφορες πολιτικές.

Ο Ciarreta (2012) εκτιμά τις επιπτώσεις των ρυθμιστικών πολιτικών και των πολιτικών ανταγωνισμού στις τιμές και στις πραγματικές πωλήσεις στη Σουηδία κατά την περίοδο 1976-1990. Βρίσκει, λοιπόν, ότι οι τιμές ήταν υψηλότερες σε αγορές που επηρεάζονται από οριζόντια συμπαιγνία (horizontal collusion) και επομένως χαμηλότερες πραγματικές πωλήσεις. Αυτό είναι λογικό και αναμενόμενο, δεδομένου ότι οι τιμές τείνουν να αυξάνονται γύρω από σχηματισμούς καρτέλ.

3.3 Πρόβλεψη καρτέλ

Το μόνο άρθρο που βρέθηκε σχετικά με πρόβλεψη των καρτέλ είναι αυτό των Grout και Sonderegger (2005), στο οποίο χρησιμοποιείται ένα οικονομικό μοντέλο για την πρόβλεψη της πιθανότητας ύπαρξης καρτέλ σε ένα μεγάλο αριθμό ταξινομημένων βιομηχανιών. Το μοντέλο αυτό παρέχει μια συνολική εκτίμηση για να υποδείξει κανείς κατά πόσο είναι πιθανό μια αγορά να περιέχει κάποιο καρτέλ.

3.4 Πρόβλεψη ανταγωνιστικότητας

Όσον αφορά την ανταγωνιστικότητα, οι Ca'Zorzi και Schnatz (2007) εξηγούν και προβλέπουν τις εξαγωγές στην περιοχή της Ευρώπης, αναφέροντας ότι μέτρα που βασίζονται σε τιμές καταναλωτών και παραγωγών είναι καλές προσεγγίσεις της ανταγωνιστικότητας στις τιμές και τα κόστη στην περιοχή της Ευρώπης.

Οι Ming-yong et al. (2007) προβλέπουν την ανταγωνιστικότητα στις εξαγωγές κινέζικων προϊόντων στο Συνεταιρισμό Νοτιοανατολικών Ασιατικών Εθνών (Association of Southeast Asian Nations-ASEAN), χρησιμοποιώντας το υπολογίσιμο μοντέλο γενικής ισορροπίας (computable general equilibrium model). Έτσι, δείχνουν ότι η δημιουργία αυτής της περιοχής ελεύθερου εμπορίου ανάμεσα στην Κίνα και το Συνεταιρισμό Νοτιοανατολικών Ασιατικών Εθνών συμβάλει στη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας στις εξαγωγές των περισσότερων κινέζικων προϊόντων στο Συνεταιρισμό Νοτιοανατολικών Ασιατικών Εθνών, ενώ είναι επιβλαβής για ορισμένα προϊόντα, όπως τα πετροχημικά προϊόντα.

Παρόμοια προσέγγιση αποτελεί το άρθρο των Mao-xing και Min-rong (2008), στο οποίο γίνεται πρόβλεψη της συνολικής ανταγωνιστικότητας της επαρχιακής οικονομίας (provincial economy) στην Κίνα, χρησιμοποιώντας διάφορα μοντέλα πρόβλεψης.

Οι Fernandez και Ordonez de Pablos (2004) προβλέπουν την ανταγωνιστικότητα της οικονομίας της Ισπανίας μέσω της κατάστασης της ισπανικής βιομηχανίας κατασκευών, χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία Box-Jenkins και θεωρώντας τρεις χρονοσειρές για αυτή τη μεθοδολογία, τη συνολική ποσότητα διαγωνισμών (tendering), την κατανάλωση σιμέντου και το συνολικό αριθμό σπιτιών που χτίζονται.

Οι Shami et al. (2011) προβλέπουν την ανταγωνιστικότητα μιας βασισμένης στη γνώση οικονομίας (knowledge based economy-KBE) ενός έθνους, χρησιμοποιώντας τρεις διαφορετικές μεθόδους πρόβλεψης, την ανάλυση με δεδομένα του πίνακα (panel data analysis), τεχνητά νευρωνικά δίκτυα και γραμμική πολλαπλή παλινδρόμηση.

Οι Faruqui και Gupta (1986) προβλέπουν τη διεθνή ανταγωνιστικότητα της Αμερικής μέσω της αμερικάνικης βιομηχανίας, εκφράζοντας το συνολικό εμπορικό ισοζύγιο (aggregate trade balance) με όρους ανάπτυξης του ΑΕΠ (GNP growth), συγκριτικών κοστών παραγωγής και ελαστικότητας εισαγωγών, δημιουργώντας εμπειρικές σχέσεις ανάμεσα στις συνολικές εξαγωγικές επιδόσεις και την ελαστικότητα εισαγωγών και εκφράζοντας τη σύνθεση των εμπορευμάτων του εμπορίου (commodity composition of trade) με όρους επιπέδου βιομηχανικής ανάπτυξης.

Οι Pocs et al. (2010) προβλέπουν τις τάσεις σε συγκεκριμένους τομείς της οικονομίας της Λετονίας και την ανταγωνιστικότητα της Λετονίας, χρησιμοποιώντας το σετ των οργάνων μοντελοποίησης (set of modeling instruments).

3.5 Πρόβλεψη παραγωγικότητας προσωπικού

Όσον αφορά την παραγωγικότητα προσωπικού, οι Thomas και Sakarcan (1994) προβλέπουν την παραγωγικότητα προσωπικού, χρησιμοποιώντας δύο μεθόδους, την διαίρεση των συνολικών εργατοωρών με το ποσοστό ολοκλήρωσης της δραστηριότητας και το μοντέλο παραγόντων (factor model) που αναπτύσσει μια καμπύλη πρόβλεψης του προσωπικού με την παραγωγικότητα.

Οι Sonmez και Rowings (1998) δημιουργούν ένα μοντέλο για τη μοντελοποίηση και πρόβλεψη της παραγωγικότητας προσωπικού στις κατασκευές, χρησιμοποιώντας μια μεθοδολογία βασισμένη σε τεχνικές μοντελοποίησης με παλινδρόμηση και νευρωνικά δίκτυα.

3.6 Πρόβλεψη τιμών καταναλωτών

Όσον αφορά τις τιμές καταναλωτών, δεν βρέθηκε κάποιο άρθρο με άμεση πρόβλεψη των τιμών καταναλωτών, αλλά με πρόβλεψη καταναλωτικών δαπανών. Ειδικότερα, ο Hymans (1970) εξηγεί και προβλέπει τις καταναλωτικές δαπάνες σε διαρκή αγαθά και συγκεκριμένα στα αυτοκίνητα, χρησιμοποιώντας κάποια μοντέλα πρόβλεψης.

Ο Garner (1991) προβλέπει τις καταναλωτικές δαπάνες και εξετάζει κατά πόσο οι έρευνες αυτοπεποίθησης καταναλωτών (consumer confidence surveys) μπορούν να προβλέψουν τις καταναλωτικές δαπάνες, οπότε και οι οικονομολόγοι θα πρέπει να τις λάβουν σοβαρά υπόψη τους.

Παρόμοια προσέγγιση πραγματοποιεί και η Mueller (2012), η οποία εξετάζει την προβλεπτική ικανότητα και επιτυχία ερευνών καταναλωτικής συμπεριφοράς σε συνδυασμό με έναν αριθμό οικονομικών μεταβλητών, μέσω παλινδρομήσεων χρονοσειρών που καλύπτουν τα έτη 1952-1961. Αυτές οι έρευνες καταναλωτικής αισιοδοξίας και αυτοπεποίθησης πραγματοποιούνται από το κέντρο ερευνητικών μελετών (Survey Research Center), από το 1951, δύο με τέσσερις φορές το χρόνο, σε μια προσπάθεια να βελτιωθούν οι μέθοδοι πρόβλεψης των καταναλωτικών δαπανών.

3.7 Πρόβλεψη άμεσων ξένων επενδύσεων

Όσον αφορά τις άμεσες ξένες επενδύσεις, δεν βρέθηκε κάποιο άρθρο σχετικό με πρόβλεψη αυτών και έτσι θα παρατεθούν άλλα άρθρα σχετικά με αυτές. Συγκεκριμένα, οι Chowdhury και Manrotas (2006) εξετάζουν την αιτιώση σχέση ανάμεσα στις άμεσες ξένες επενδύσεις και την οικονομική ανάπτυξη, χρησιμοποιώντας μια οικονομετρική μεθοδολογία για τη μελέτη της κατεύθυνσης της αιτιότητας ανάμεσα στις δύο μεταβλητές και δεδομένα από το 1969 έως το 2000 για τη Χιλή, τη Μαλαισία και την Ταϊλάνδη. Βρίσκουν, έτσι, ότι στην περίπτωση της Χιλής, το ΑΕΠ επηρεάζει τις άμεσες ξένες επενδύσεις, ενώ στην περίπτωση των άλλων δύο χωρών, υπάρχει αιτιότητα δύο κατευθύνσεων ανάμεσα στις δύο μεταβλητές.

Οι Aristotelous και Fountas (1996) χρησιμοποιούν μια προσέγγιση για να δουν ποιοι παράγοντες καθορίζουν τις άμεσες ξένες επενδύσεις στην Ευρωπαϊκή Ένωση και

βρίσκουν ότι οι ροές άμεσων ξένων επενδύσεων στην Ευρωπαϊκή Ένωση εξαρτώνται από το μέγεθος της αγοράς και την πραγματική συναλλαγματική ισοτιμία.

Οι Barrell και Pain (1997) αναζητούν τους παράγοντες της συνεχούς ανάπτυξης των άμεσων ξένων επενδύσεων και βρίσκουν ότι σημαντικός παράγοντας αυτής της ανάπτυξης είναι η απόκτηση περιουσιακών στοιχείων βασισμένων στη γνώση από συγκεκριμένες εταιρείες (acquisition of firm-specific knowledge-based assets), θεωρώντας ότι τέτοιες επενδύσεις είναι πιθανό να είναι ένα σημαντικό κανάλι για τη διάχυση ιδεών και τεχνολογιών.

Τέλος, οι Hermes και Lensink (2010) ερευνούν το ρόλο που παίζει η ανάπτυξη του οικονομικού συστήματος στην ενίσχυση της θετικής σχέσης ανάμεσα στις άμεσες ξένες επενδύσεις και την οικονομική ανάπτυξη. Έτσι, βρίσκουν ότι τριάντα επτά χώρες από τις εξήντα επτά που υπάρχουν στο σετ δεδομένων έχουν ένα επαρκώς αναπτυγμένο οικονομικό σύστημα έτσι ώστε να μπορούν οι άμεσες ξένες επενδύσεις να συμβάλουν θετικά στην οικονομική ανάπτυξη και οι περισσότερες από αυτές τις χώρες είναι στη Λατινική Αμερική και στην Ασία.

4. Επεξήγηση της επιλογής συγκεκριμένων μεταβλητών ως εισόδους και εξόδους του ANFIS

Σε αυτό το κεφάλαιο θα εξηγηθούν οι λόγοι που επιλέχθηκαν η παραγωγικότητα του προσωπικού, οι τιμές των καταναλωτών και οι άμεσες ξένες επενδύσεις ως εισοδοί και η ανταγωνιστικότητα ως έξοδος του νευρο-ασαφούς συστήματος ANFIS ώστε να γίνει η πρόβλεψη για κάθε χώρα.

Το μοντέλο εφαρμόστηκε σε δεδομένα των παρακάτω χωρών: Ελλάδα, Γαλλία, Ιταλία, Ισπανία, Πορτογαλία και Γερμανία.

Σύμφωνα με την παραπάνω θεωρία περί συλλογικής δράσης (επίπτωση 7), οι διανεμητικές συσπειρώσεις παρεμβαίνουν στην ικανότητα μιας οικονομίας να προσαρμοστεί στην αλλαγή, να υιοθετήσει νέες τεχνολογίες και να παράγει νέες καινοτομίες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα αυτές να μειώνουν την ανταγωνιστικότητα της οικονομίας και κατ' επέκταση να μειώνουν την ανάπτυξη του ΑΕΠ ή ακόμα και να την καθιστούν αρνητική.

Για να προσδιορίσουμε τον βαθμό υιοθέτησης νέων τεχνολογιών, ως έξοδος του συστήματος θεωρήθηκε η ανταγωνιστικότητα, και όχι το ΑΕΠ. Ο λόγος που δεν επιλέχθηκε το ΑΕΠ ως έξοδος είναι ότι η αύξηση του ΑΕΠ μπορεί να επέλθει, όχι μόνο από την αύξηση της παραγωγής προϊόντων και υπηρεσιών, αλλά και από την αύξηση των Δημοσίων Δαπανών. Η αύξηση όμως του ΑΕΠ με τεχνητή ζήτηση, λόγω αύξησης των δημοσίων δαπανών, δεν σημαίνει ότι η οικονομία γίνεται ανταγωνιστικότερη. Στην Ελλάδα, για παράδειγμα, η σημαντική αύξηση του ΑΕΠ την δεκαετία του 2000 (2000-2007) δεν δημιούργησε ανταγωνιστικότερη οικονομία, καθόσον βασίστηκε στην δημιουργία τεχνητής ζήτησης με υπερδανεισμό του κράτους

και τεράστιες δημόσιες δαπάνες (Ατσαλάκης κ.α., 2013). Οπότε, θεωρήθηκε πιο αντικειμενική έξοδος η ανταγωνιστικότητα της οικονομίας παρά το ΑΕΠ.

Τρεις μεταβλητές επιλέχθηκαν ως εισοδοί στο μοντέλο:

- 1) η παραγωγικότητα του προσωπικού
- 2) οι άμεσες ξένες επενδύσεις
- 3) οι τιμές καταναλωτών

Η αύξηση των τιμών των δύο πρώτων εισόδων και η μείωση της τρίτης εισόδου σημαίνει ότι αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της οικονομίας και επομένως, η επιβράδυνση στην υιοθέτηση νέων τεχνολογιών, εξαιτίας της δράσης των ομάδων ιδιωτικών συμφερόντων, μειώνεται.

Αν η παραγωγικότητα του προσωπικού είναι αυξημένη τότε αυξάνονται τα κέρδη των επιχειρήσεων (οπότε ένα μέρος διανέμεται στο προσωπικό) από καινοτομίες εξοικονόμησης κόστους, αυξάνεται η υιοθέτηση νέων τεχνολογιών και αυξάνεται η συνολική ανταγωνιστικότητα της οικονομίας. Σύμφωνα με τον Mancur Olson, εάν η αύξηση κερδών που επιφέρουν οι καινοτομίες εξοικονόμησης κόστους διανεμηθεί στους εργαζόμενους τότε οι νέες τεχνολογίες γίνονται αποδεκτές. Συγκεκριμένα, θα μπορούσαν να δημιουργηθούν οι εξής κανόνες:

Εάν η αύξηση κερδών από την καινοτομία εξοικονόμησης κόστους διανέμεται πολύ στους εργαζόμενους τότε η νέα τεχνολογία είναι πολύ αποδεκτή.

Εάν η αύξηση κερδών από την καινοτομία εξοικονόμησης κόστους διανέμεται μέτρια στους εργαζόμενους τότε η νέα τεχνολογία είναι λίγο αποδεκτή.

Εάν η αύξηση κερδών από την καινοτομία εξοικονόμησης κόστους δεν διανέμεται καθόλου στους εργαζόμενους τότε η νέα τεχνολογία είναι πολύ ελάχιστα αποδεκτή.

Αν οι τιμές των καταναλωτών είναι μειωμένες τότε λειτουργεί ο ανταγωνισμός που μειώνει τα μονοπώλια και τα καρτέλ, οι επιχειρήσεις γίνονται πιο ανταγωνιστικές και αυξάνεται η υιοθέτηση νέων τεχνολογιών, οπότε αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα. Σύμφωνα με τον Mancur Olson, εάν οι συμπαιγνίες που κάνουν τα λόμπι και οι κοινοπραξίες επιχειρήσεων αποσπών μεγάλα δικαιώματα μονοπωλίου τότε οι νέες τεχνολογίες γίνονται ελάχιστα αποδεκτές. Συγκεκριμένα, θα μπορούσαν να δημιουργηθούν οι εξής κανόνες:

Εάν η συμπαιγνία είναι πολύ μονοπωλιακή τότε η νέα τεχνολογία είναι ελάχιστα αποδεκτή.

Εάν η συμπαιγνία είναι λίγο μονοπωλιακή τότε η νέα τεχνολογία είναι μέτρια αποδεκτή.

Εάν η συμπαιγνία δεν είναι καθόλου μονοπωλιακή τότε η νέα τεχνολογία είναι πολύ αποδεκτή.

Στη συνέχεια, αν οι άμεσες ξένες επενδύσεις είναι αυξημένες τότε αυξάνεται η μεταφορά πόρων, δηλαδή κεφαλαίων και εργασίας, από ένα κλάδο σε άλλο κλάδο, αναπτύσσονται τομείς που έχουν μεγαλύτερη παραγωγικότητα και αυξάνεται η υιοθέτηση νέων τεχνολογιών. Σύμφωνα με τον Mancur Olson, εάν οι ομάδες ειδικών συμφερόντων εμποδίζουν τη μεταφορά πόρων από ένα κλάδο σε άλλο τότε οι νέες τεχνολογίες γίνονται ελάχιστα αποδεκτές. Συγκεκριμένα, θα μπορούσαν να δημιουργηθούν οι εξής κανόνες:

Εάν η μεταφορά πόρων είναι πολύ δύσκολη τότε η νέα τεχνολογία είναι ελάχιστα αποδεκτή.

Εάν η μεταφορά πόρων είναι δύσκολη τότε η νέα τεχνολογία είναι μέτρια αποδεκτή.

Εάν η μεταφορά πόρων είναι πολύ εύκολη τότε η νέα τεχνολογία είναι πολύ αποδεκτή.

4.1 Ερμηνεία των μεταβλητών που επιλέχθηκαν ως εισοδοι και έξοδοι για κάθε χώρα

Τα δεδομένα για τις άμεσες ξένες επενδύσεις (foreign direct investments), την παραγωγικότητα προσωπικού (labour productivity) και τις τιμές καταναλωτών (consumer prices) κάθε χώρας συγκεντρώθηκαν από την ιστοσελίδα του Οργανισμού για Οικονομική Συνεργασία και Ανάπτυξη (Organization for Economic Cooperation and Development-OECD). Αντίθετα, τα δεδομένα για την ανταγωνιστικότητα κάθε χώρας συγκεντρώθηκαν από την ιστοσελίδα της Ευρωπαϊκής Κεντρικής Τράπεζας (European Central Bank). Όλα τα δεδομένα για όλες αυτές τις μεταβλητές λαμβάνονται ανά τρίμηνο, από το πρώτο τρίμηνο του 1995 έως το τέταρτο τρίμηνο του 2010. Σημειώνεται ότι τα δεδομένα για την παραγωγικότητα προσωπικού και για τις άμεσες ξένες επενδύσεις ήταν εκφρασμένα ανά έτη και μετατράπηκαν σε τρίμηνα, κάνοντας χρήση του προγράμματος EViews 7 και συγκεκριμένα της εντολής Constant-match sum. Με το πρόγραμμα αυτό, κάθε τρίμηνο κάθε έτους θα έχει την τιμή που έχει κάθε έτος, διαιρεμένη με 4, διότι κάθε έτος έχει τέσσερα τρίμηνα.

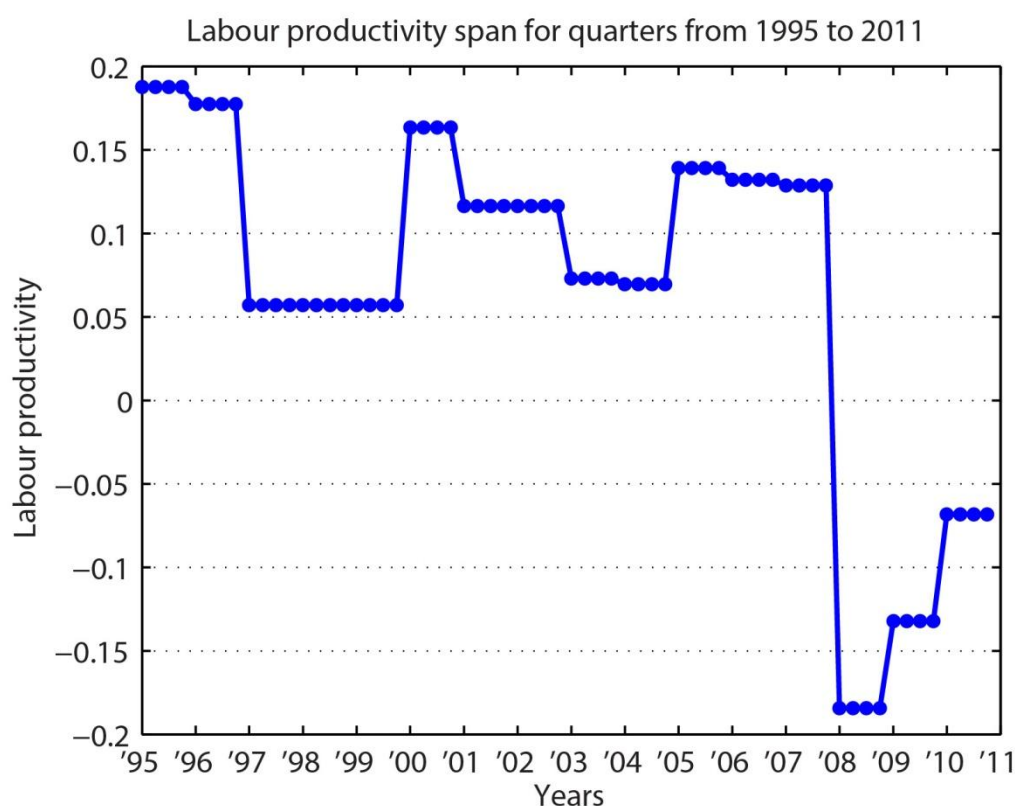
Τα δεδομένα για τις τιμές καταναλωτών αφορούν όλα τα αντικείμενα που μπορεί να αγοράσει ένας καταναλωτής και τα δεδομένα αυτά εκφράζουν την ποσοστιαία μεταβολή από την προηγούμενη περίοδο, δηλαδή από το ίδιο τρίμηνο του προηγούμενου έτους. Τα δεδομένα για την παραγωγικότητα προσωπικού εκφράζουν την ανάπτυξη (growth) της παραγωγικότητας προσωπικού στη συνολική οικονομία (total economy) μιας χώρας. Τα δεδομένα για τις άμεσες ξένες επενδύσεις αφορούν τις εισροές (inflows) άμεσων ξένων επενδύσεων, δίνονται σε εκατομμύρια δολάρια Ηνωμένων Πολιτειών (USD million) και εκφράζουν τις επενδύσεις που ενδιαφέρεται να κάνει μια τοπική επιχείρηση μιας χώρας (άμεσος επενδυτής-direct investor) σε μια επιχείρηση μιας άλλης χώρας (άμεση επιχείρηση για επένδυση-direct investment enterprise). Τα δεδομένα για την ανταγωνιστικότητα αφορούν την ανταγωνιστικότητα μιας χώρας σχετικά με τις τιμές (prices) και τα κόστη (costs) της, λαμβάνοντας υπόψη τις πραγματικές σταθμισμένες συναλλαγματικές ισοτιμίες (real effective exchange rates) και εκφράζουν την ποσοστιαία μεταβολή από την προηγούμενη περίοδο,

δηλαδή από το ίδιο τρίμηνο του προηγούμενου έτους. Σημειώνεται ότι τα δεδομένα για την παραγωγικότητα προσωπικού και για τις άμεσες ξένες επενδύσεις δεν εξέφραζαν την ποσοστιαία μεταβολή από την προηγούμενη περίοδο, δηλαδή από το ίδιο τρίμηνο του προηγούμενου έτους, με αποτέλεσμα να μην είναι ίδιου τύπου με τα δεδομένα για τις τιμές καταναλωτών και την ανταγωνιστικότητα. Αυτό οδηγεί σε ανομοιομορφία δεδομένων, η οποία οδηγεί σε μεγάλες αποκλίσεις ανάμεσα στις πραγματικές τιμές της ανταγωνιστικότητας και τις τιμές της ανταγωνιστικότητας που προβλέπει το μοντέλο ANFIS. Επομένως, αποφασίστηκε να μετατραπούν με χρήση του Excel τα δεδομένα αυτά με τέτοιο τρόπο, ώστε να εκφράζουν εν τέλει ποσοστιαίες μεταβολές και να μπορέσει το μοντέλο ANFIS να δώσει αποτελέσματα με μικρότερες αποκλίσεις από τις πραγματικές τιμές.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα σχήματα με τα δεδομένα της παραγωγικότητας του προσωπικού, των τιμών των καταναλωτών, των άμεσων ξένων επενδύσεων και της ανταγωνιστικότητας για κάθε χώρα που χρησιμοποιήθηκαν στο σύστημα ως είσοδοι και έξοδοι αντίστοιχα.

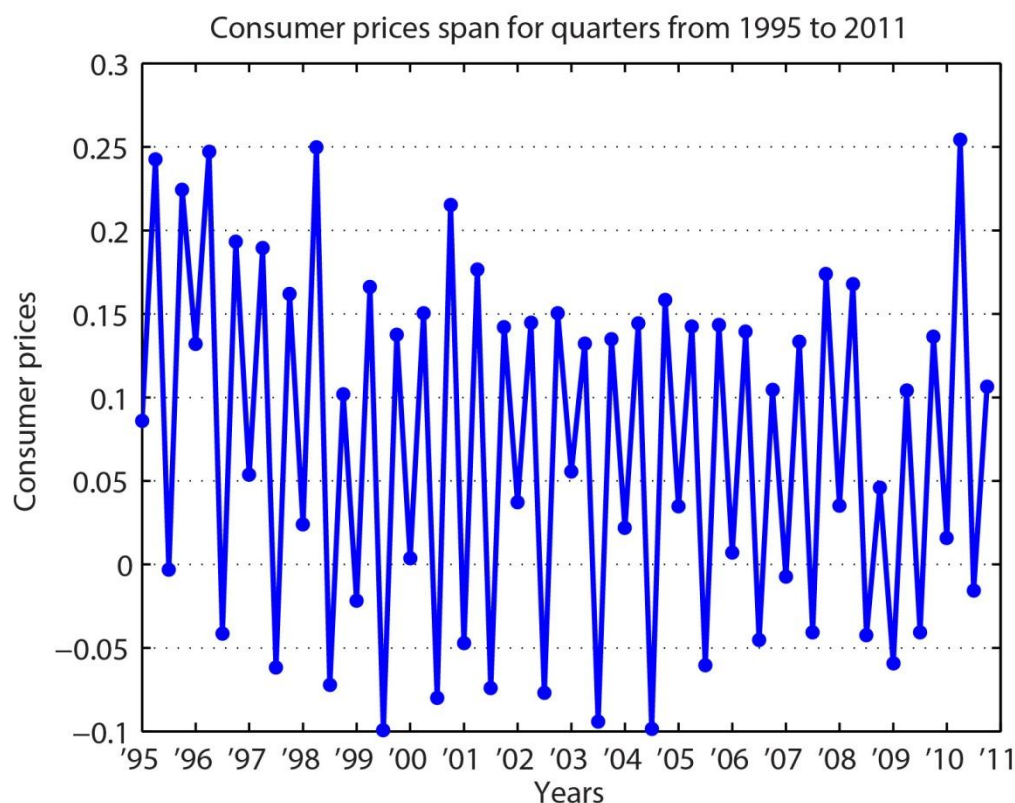
4.1.1 Ελλάδα

Τα σχήματα 4.1.1.1, 4.1.1.2, 4.1.1.3 και 4.1.1.4 δείχνουν τα δεδομένα της παραγωγικότητας του προσωπικού, των τιμών των καταναλωτών, των άμεσων ξένων επενδύσεων και της ανταγωνιστικότητας που χρησιμοποιήθηκαν στο σύστημα ως είσοδοι και έξοδοι αντίστοιχα.



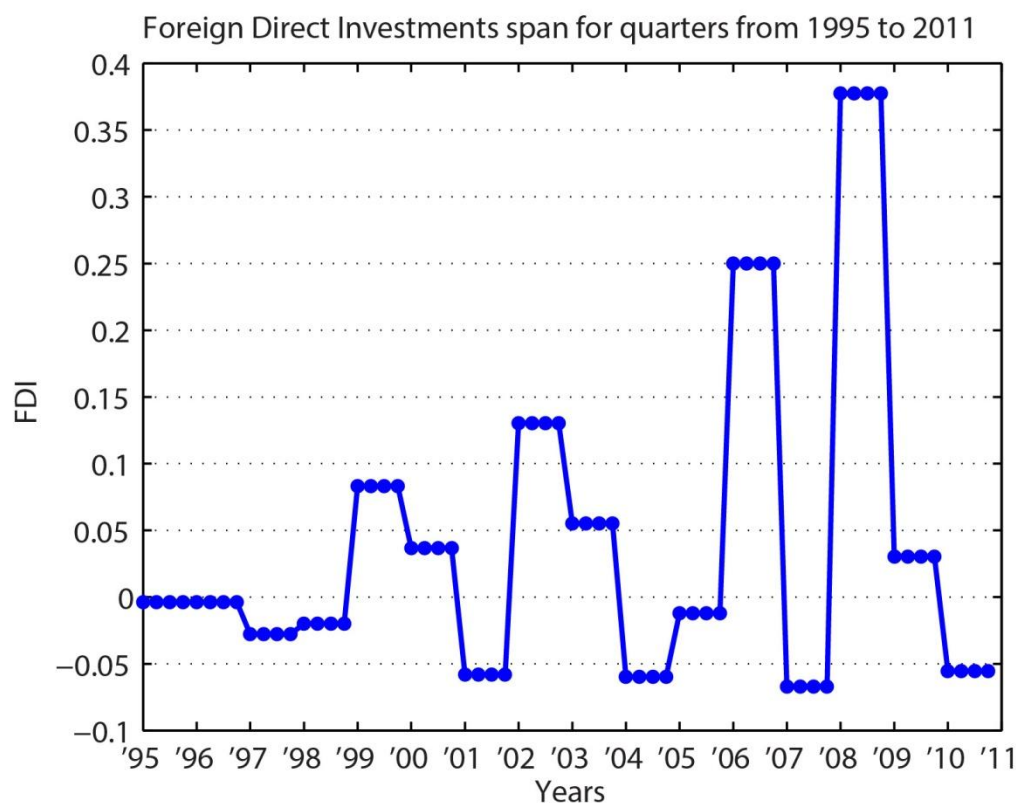
Σχήμα 4.1.1.1: Παραγωγικότητα προσωπικού Ελλάδας

Στο σχήμα 4.1.1.1 φαίνεται ότι η παραγωγικότητα προσωπικού μειώνεται από το τέταρτο τρίμηνο του 1996 έως το πρώτο τρίμηνο του 1997, από το τέταρτο τρίμηνο του 2001 έως το πρώτο τρίμηνο του 2002, από το τέταρτο τρίμηνο του 2002 έως το πρώτο τρίμηνο του 2003 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2007 έως το πρώτο τρίμηνο του 2008, ενώ αμελητέα μείωση παρατηρείται από το τέταρτο τρίμηνο του 1995 έως το πρώτο τρίμηνο του 1996, από το τέταρτο τρίμηνο του 2003 έως το πρώτο τρίμηνο του 2004, από το τέταρτο τρίμηνο του 2005 έως το πρώτο τρίμηνο του 2006 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2006 έως το πρώτο τρίμηνο του 2007. Αντίθετα, αυξάνεται από το τέταρτο τρίμηνο του 1999 έως το πρώτο τρίμηνο του 2000, από το τέταρτο τρίμηνο του 2004 έως το πρώτο τρίμηνο του 2005, από το τέταρτο τρίμηνο του 2008 έως το πρώτο τρίμηνο του 2009 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 έως το πρώτο τρίμηνο του 2010.



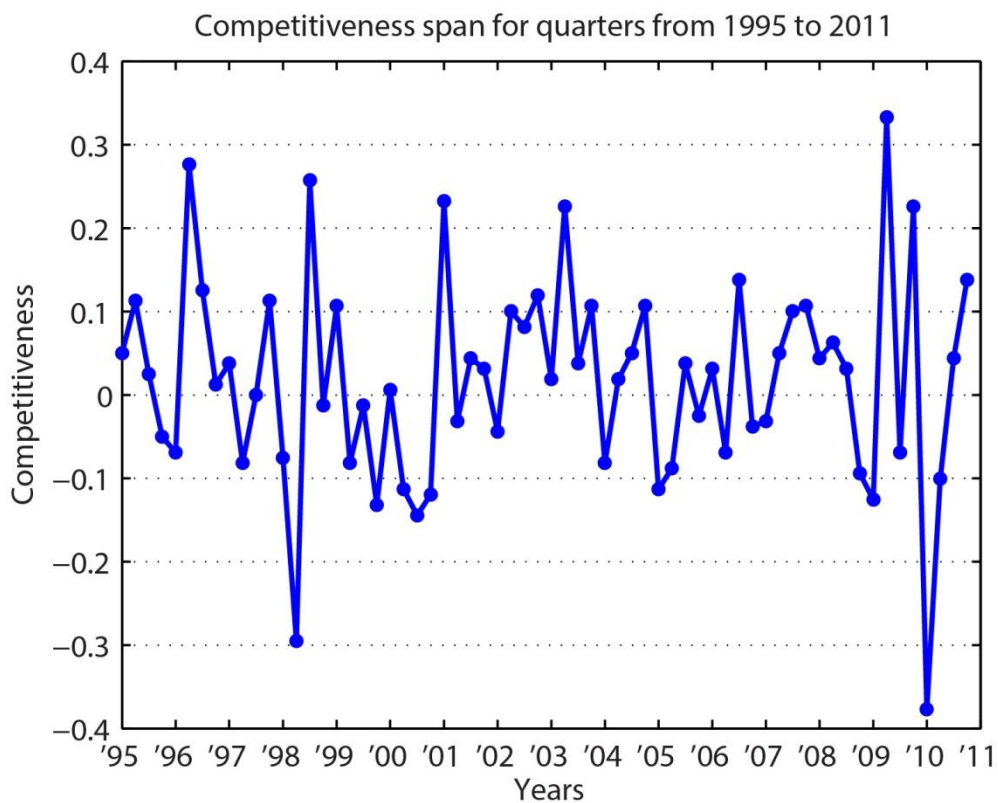
Σχήμα 4.1.1.2: Τιμές καταναλωτών Ελλάδας

Στο σχήμα 4.1.1.2 φαίνεται ότι οι τιμές καταναλωτών μεταβάλλονται κατά κύριο λόγο περίπου από -0,05 έως 0,21 για όλα τα έτη από το 1995 έως το 2010.



Σχήμα 4.1.1.3: Άμεσες ξένες επενδύσεις Ελλάδας

Στο σχήμα 4.1.1.3 φαίνεται ότι οι άμεσες ξένες επενδύσεις μειώνονται από το τέταρτο τρίμηνο του 1999 έως το πρώτο τρίμηνο του 2000, από το τέταρτο τρίμηνο του 2000 έως το πρώτο τρίμηνο του 2001, από το τέταρτο τρίμηνο του 2002 έως το πρώτο τρίμηνο του 2003, από το τέταρτο τρίμηνο του 2003 έως το πρώτο τρίμηνο του 2004, από το τέταρτο τρίμηνο του 2006 έως το πρώτο τρίμηνο του 2007, από το τέταρτο τρίμηνο του 2008 έως το πρώτο τρίμηνο του 2009 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 έως το πρώτο τρίμηνο του 2010, ενώ αμελητέα μείωση παρατηρείται από το τέταρτο τρίμηνο του 1996 έως το πρώτο τρίμηνο του 1997. Αντίθετα, αυξάνονται από το τέταρτο τρίμηνο του 1998 έως το πρώτο τρίμηνο του 1999, από το τέταρτο τρίμηνο του 2001 έως το πρώτο τρίμηνο του 2002, από το τέταρτο τρίμηνο του 2004 έως το πρώτο τρίμηνο του 2005, από το τέταρτο τρίμηνο του 2005 έως το πρώτο τρίμηνο του 2006 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2008 έως το πρώτο τρίμηνο του 2009, ενώ αμελητέα αύξηση παρατηρείται από το τέταρτο τρίμηνο του 1997 έως το πρώτο τρίμηνο του 1998.

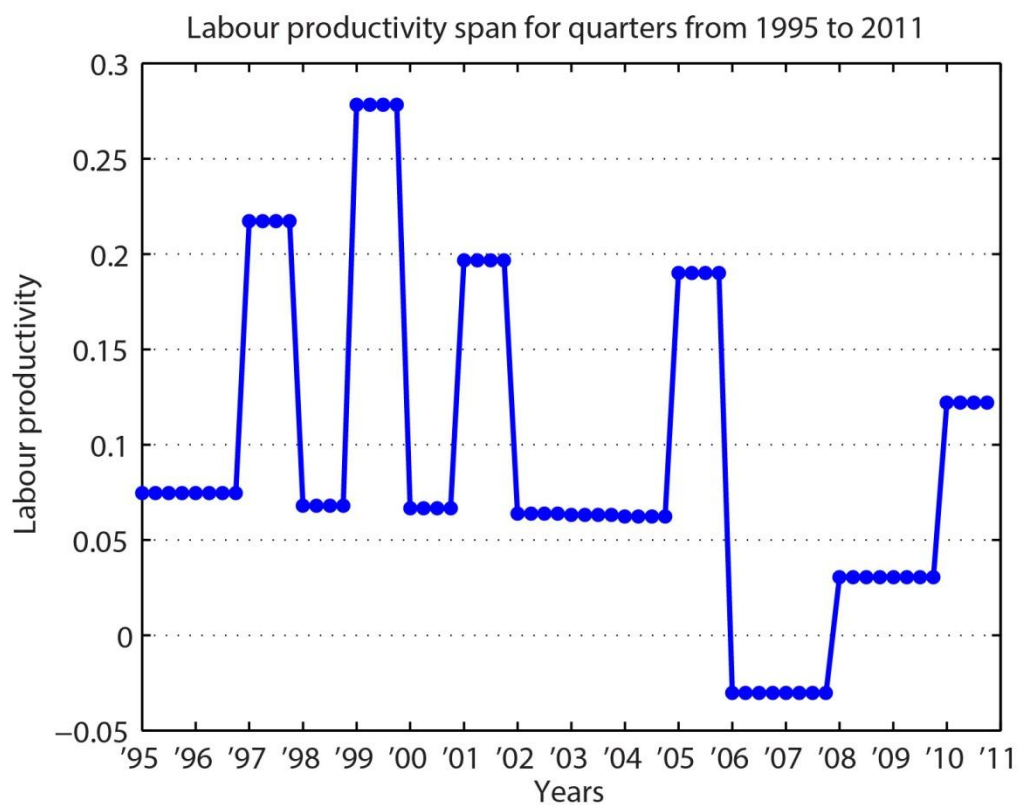


Σχήμα 4.1.1.4: Ανταγωνιστικότητα Ελλάδας

Στο σχήμα 4.1.1.4 φαίνεται ότι η ανταγωνιστικότητα μεταβάλλεται κατά κύριο λόγο περίπου από -0,15 έως 0,2 για όλα τα έτη από το 1995 έως το 2010.

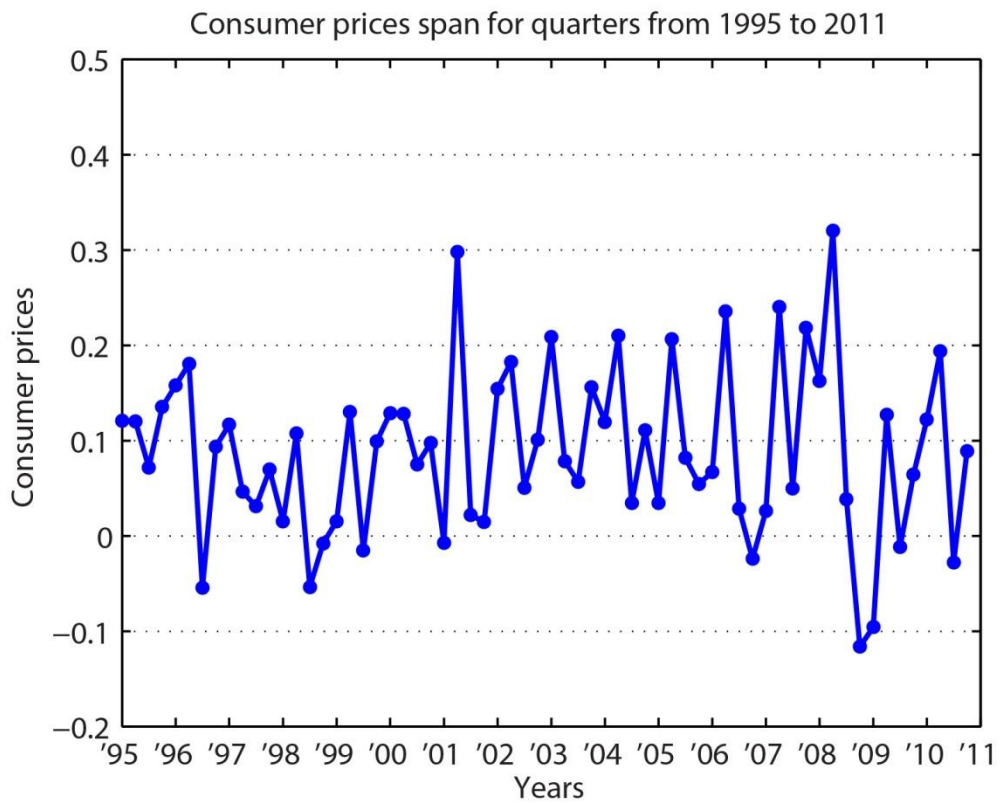
4.1.2 Γαλλία

Τα σχήματα 4.1.2.1, 4.1.2.2, 4.1.2.3 και 4.1.2.4 δείχνουν τα δεδομένα της παραγωγικότητας του προσωπικού, των τιμών των καταναλωτών, των άμεσων ξένων επενδύσεων και της ανταγωνιστικότητας που χρησιμοποιήθηκαν στο σύστημα ως εισοδοι και έξοδος αντίστοιχα.



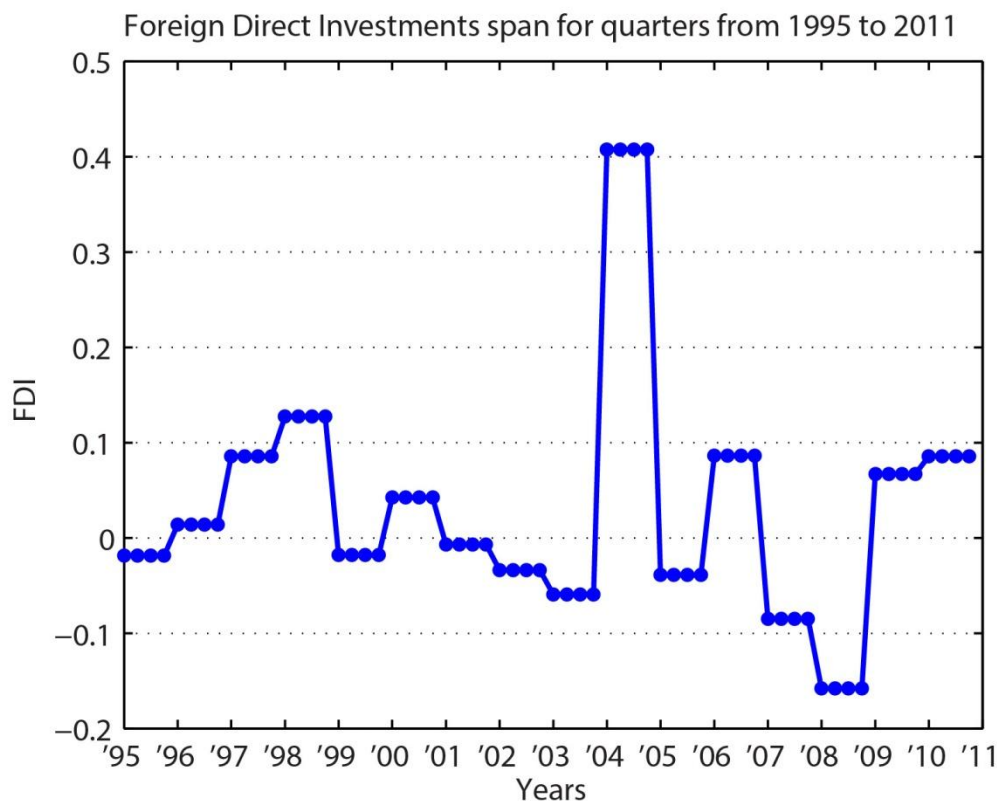
Σχήμα 4.1.2.1: Παραγωγικότητα προσωπικού Γαλλίας

Στο σχήμα 4.1.2.1 φαίνεται ότι η παραγωγικότητα προσωπικού μειώνεται από το τέταρτο τρίμηνο του 1997 έως το πρώτο τρίμηνο του 1998, από το τέταρτο τρίμηνο του 1999 έως το πρώτο τρίμηνο του 2000, από το τέταρτο τρίμηνο του 2001 έως το πρώτο τρίμηνο του 2002 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2005 έως το πρώτο τρίμηνο του 2006. Αντίθετα, αυξάνεται από το τέταρτο τρίμηνο του 1996 έως το πρώτο τρίμηνο του 1997, από το τέταρτο τρίμηνο του 1998 έως το πρώτο τρίμηνο του 1999, από το τέταρτο τρίμηνο του 2000 έως το πρώτο τρίμηνο του 2001, από το τέταρτο τρίμηνο του 2004 έως το πρώτο τρίμηνο του 2005, από το τέταρτο τρίμηνο του 2007 έως το πρώτο τρίμηνο του 2008 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 έως το πρώτο τρίμηνο του 2010.



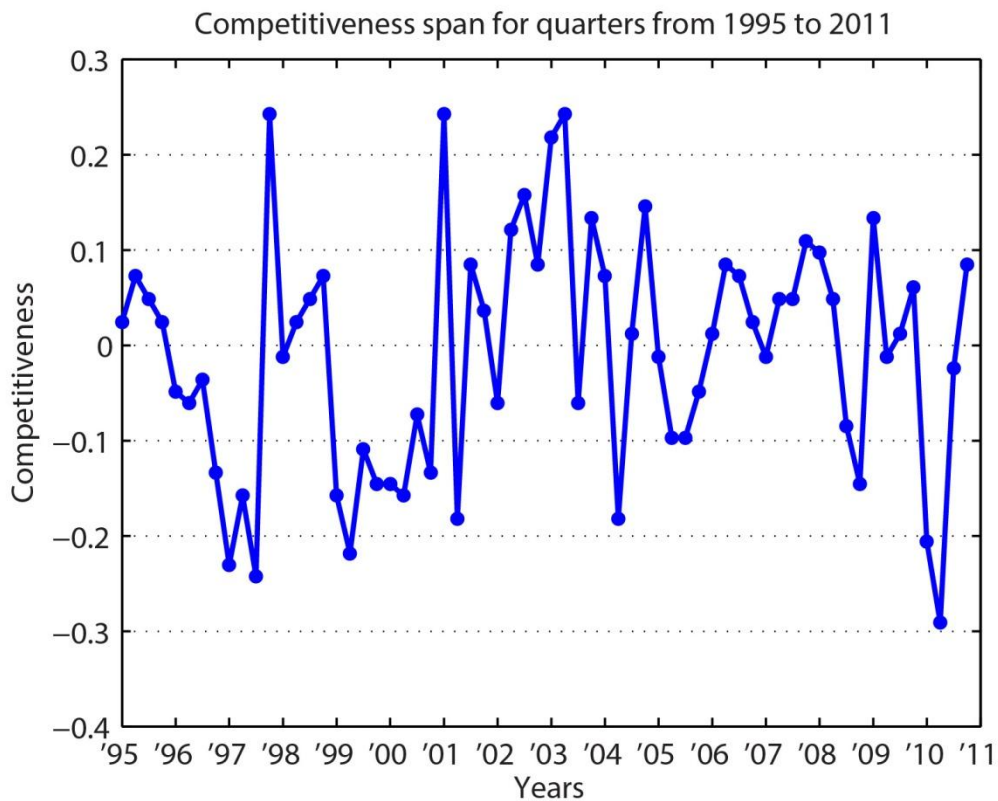
Σχήμα 4.1.2.2: Τιμές καταναλωτών Γαλλίας

Στο σχήμα 4.1.2.2 φαίνεται ότι οι τιμές καταναλωτών μεταβάλλονται κατά κύριο λόγο περίπου από -0,02 έως 0,21 για όλα τα έτη από το 1995 έως το 2010.



Σχήμα 4.1.2.3: Άμεσες ξένες επενδύσεις Γαλλίας

Στο σχήμα 4.1.2.3 φαίνεται ότι οι άμεσες ξένες επενδύσεις μειώνονται από το τέταρτο τρίμηνο του 1998 έως το πρώτο τρίμηνο του 1999, από το τέταρτο τρίμηνο του 2000 έως το πρώτο τρίμηνο του 2001, από το τέταρτο τρίμηνο του 2004 έως το πρώτο τρίμηνο του 2005, από το τέταρτο τρίμηνο του 2006 έως το πρώτο τρίμηνο του 2007 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2007 έως το πρώτο τρίμηνο του 2008, ενώ αμελητέα μείωση παρατηρείται από το τέταρτο τρίμηνο του 2001 έως το πρώτο τρίμηνο του 2002 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2002 έως το πρώτο τρίμηνο του 2003. Αντίθετα, αυξάνονται από το τέταρτο τρίμηνο του 1995 έως το πρώτο τρίμηνο του 1996, από το τέταρτο τρίμηνο του 1996 έως το πρώτο τρίμηνο του 1997, από το τέταρτο τρίμηνο του 1997 έως το πρώτο τρίμηνο του 1998, από το τέταρτο τρίμηνο του 1999 έως το πρώτο τρίμηνο του 2000, από το τέταρτο τρίμηνο του 2003 έως το πρώτο τρίμηνο του 2004, από το τέταρτο τρίμηνο του 2005 έως το πρώτο τρίμηνο του 2006 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2008 έως το πρώτο τρίμηνο του 2009, ενώ αμελητέα αύξηση παρατηρείται από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 έως το πρώτο τρίμηνο του 2010.

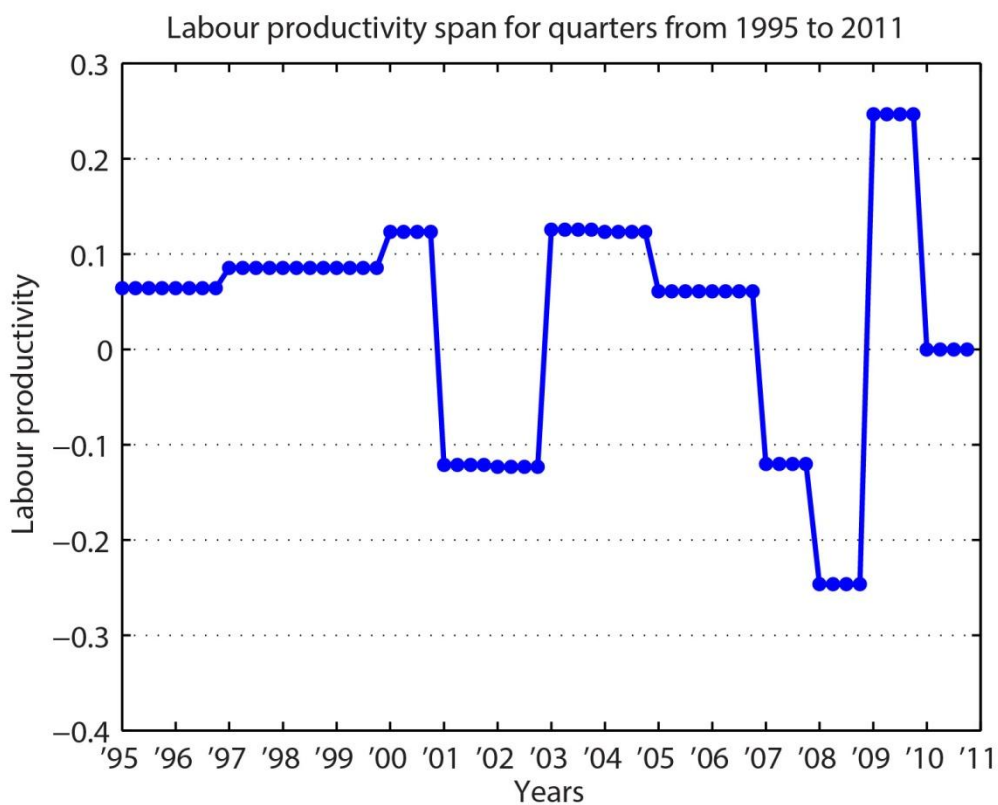


Σχήμα 4.1.2.4: Ανταγωνιστικότητα Γαλλίας

Στο σχήμα 4.1.2.4 φαίνεται ότι η ανταγωνιστικότητα μεταβάλλεται κατά κύριο λόγο περίπου από -0,2 έως 0,15 για όλα τα έτη από το 1995 έως το 2010.

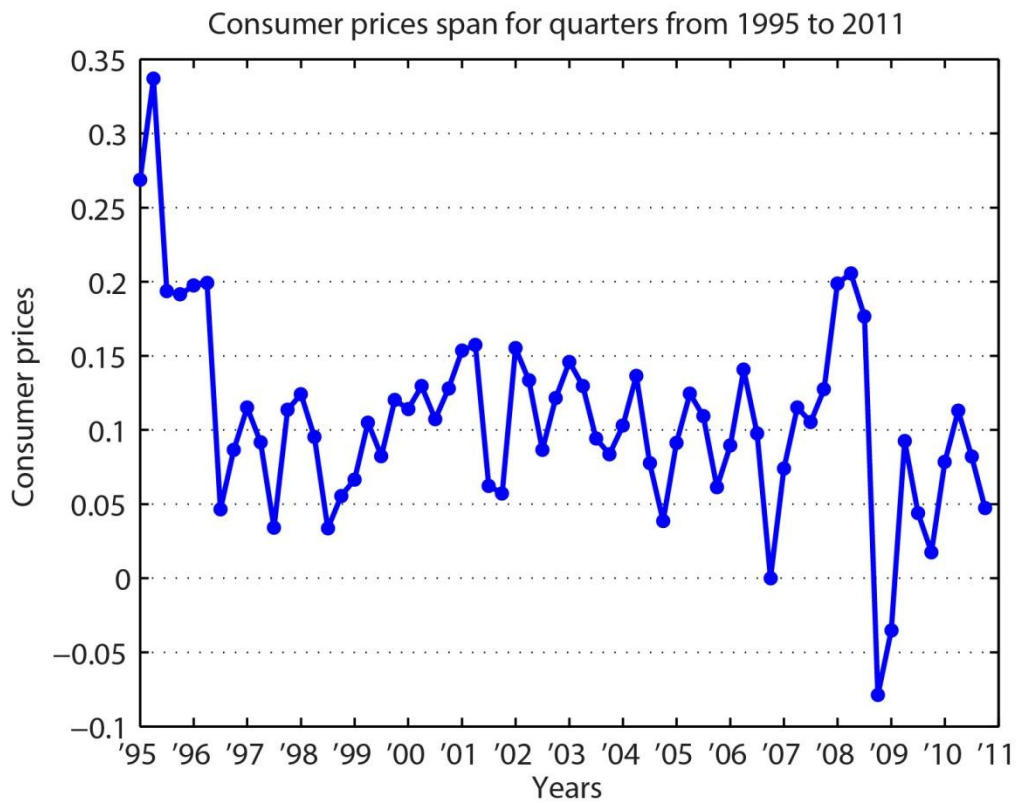
4.1.3 Ιταλία

Τα σχήματα 4.1.3.1, 4.1.3.2, 4.1.3.3 και 4.1.3.4 δείχνουν τα δεδομένα της παραγωγικότητας του προσωπικού, των τιμών των καταναλωτών, των άμεσων ξένων επενδύσεων και της ανταγωνιστικότητας που χρησιμοποιήθηκαν στο σύστημα ως εισοδοί και έξοδος αντίστοιχα.



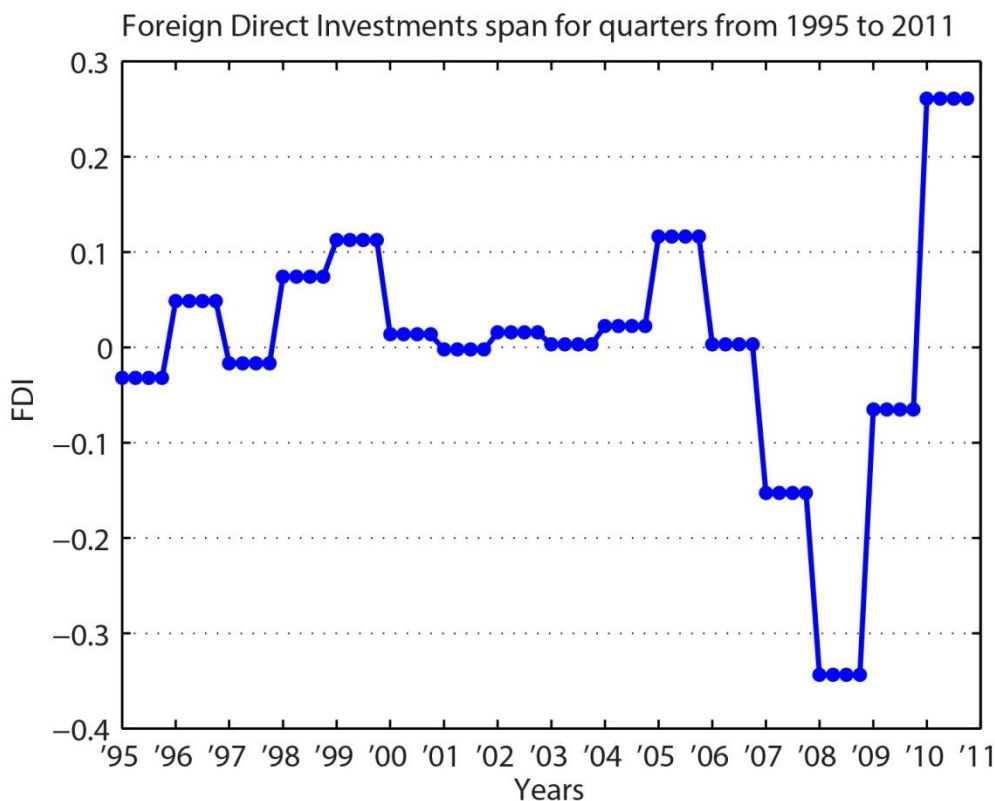
Σχήμα 4.1.3.1: Παραγωγικότητα προσωπικού Ιταλίας

Στο σχήμα 4.1.3.1 φαίνεται ότι η παραγωγικότητα προσωπικού μειώνεται από το τέταρτο τρίμηνο του 2001 έως το πρώτο τρίμηνο του 2002, από το τέταρτο τρίμηνο του 2005 έως το πρώτο τρίμηνο του 2006, από το τέταρτο τρίμηνο του 2007 έως το πρώτο τρίμηνο του 2008 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 έως το πρώτο τρίμηνο του 2010. Αντίθετα, αυξάνεται από το τέταρτο τρίμηνο του 2002 έως το πρώτο τρίμηνο του 2003 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2008 έως το πρώτο τρίμηνο του 2009, ενώ αμελητέα αύξηση παρατηρείται από το τέταρτο τρίμηνο του 1996 έως το πρώτο τρίμηνο του 1997 και από το τέταρτο τρίμηνο του 1999 έως το πρώτο τρίμηνο του 2000.



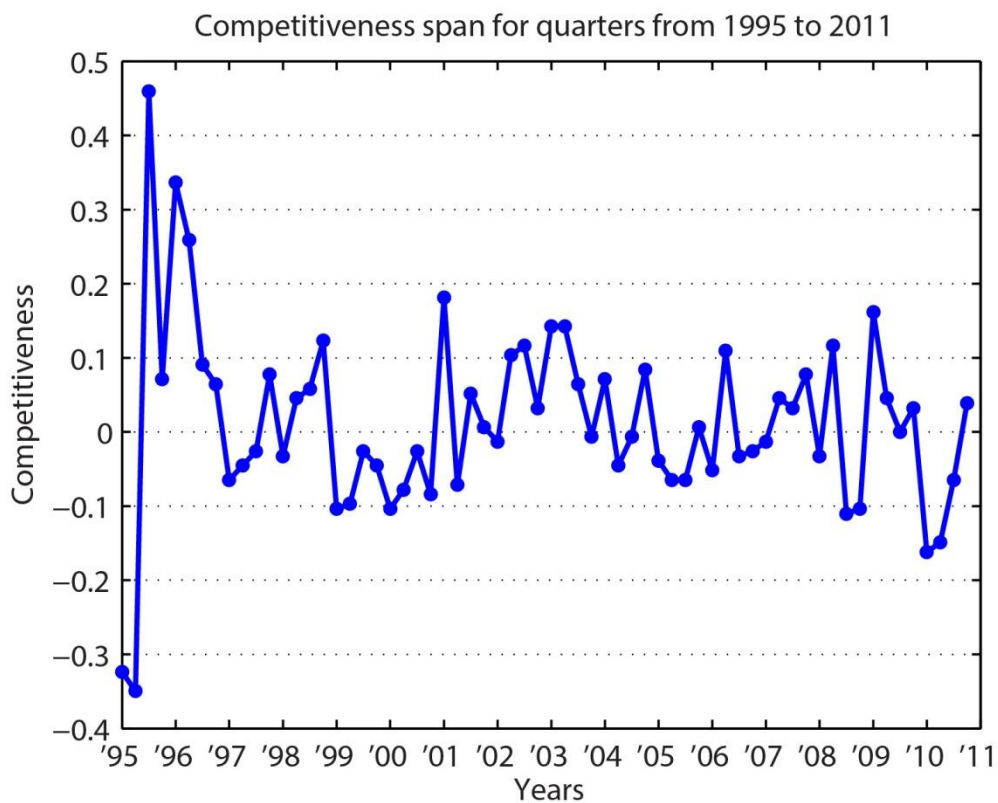
Σχήμα 4.1.3.2: Τιμές καταναλωτών Ιταλίας

Στο σχήμα 4.1.3.2 φαίνεται ότι οι τιμές καταναλωτών μεταβάλλονται κατά κύριο λόγο περίπου από 0,04 έως 0,2 για όλα τα έτη από το 1995 έως το 2010.



Σχήμα 4.1.3.3: Άμεσες ξένες επενδύσεις Ιταλίας

Στο σχήμα 4.1.3.3 φαίνεται ότι οι άμεσες ξένες επενδύσεις μειώνονται από το τέταρτο τρίμηνο του 1996 έως το πρώτο τρίμηνο του 1997, από το τέταρτο τρίμηνο του 1999 έως το πρώτο τρίμηνο του 2000, από το τέταρτο τρίμηνο του 2005 έως το πρώτο τρίμηνο του 2006, από το τέταρτο τρίμηνο του 2006 έως το πρώτο τρίμηνο του 2007 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2007 έως το πρώτο τρίμηνο του 2008, ενώ αμελητέα μείωση παρατηρείται από το τέταρτο τρίμηνο του 2000 έως το πρώτο τρίμηνο του 2001 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2002 έως το πρώτο τρίμηνο του 2003. Αντίθετα, αυξάνονται από το τέταρτο τρίμηνο του 1995 έως το πρώτο τρίμηνο του 1996, από το τέταρτο τρίμηνο του 1997 έως το πρώτο τρίμηνο του 1998, από το τέταρτο τρίμηνο του 1998 έως το πρώτο τρίμηνο του 1999, από το τέταρτο τρίμηνο του 2004 έως το πρώτο τρίμηνο του 2005, από το τέταρτο τρίμηνο του 2008 έως το πρώτο τρίμηνο του 2009 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 έως το πρώτο τρίμηνο του 2010, ενώ αμελητέα αύξηση παρατηρείται από το τέταρτο τρίμηνο του 2001 έως το πρώτο τρίμηνο του 2002 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2003 έως το πρώτο τρίμηνο του 2004.

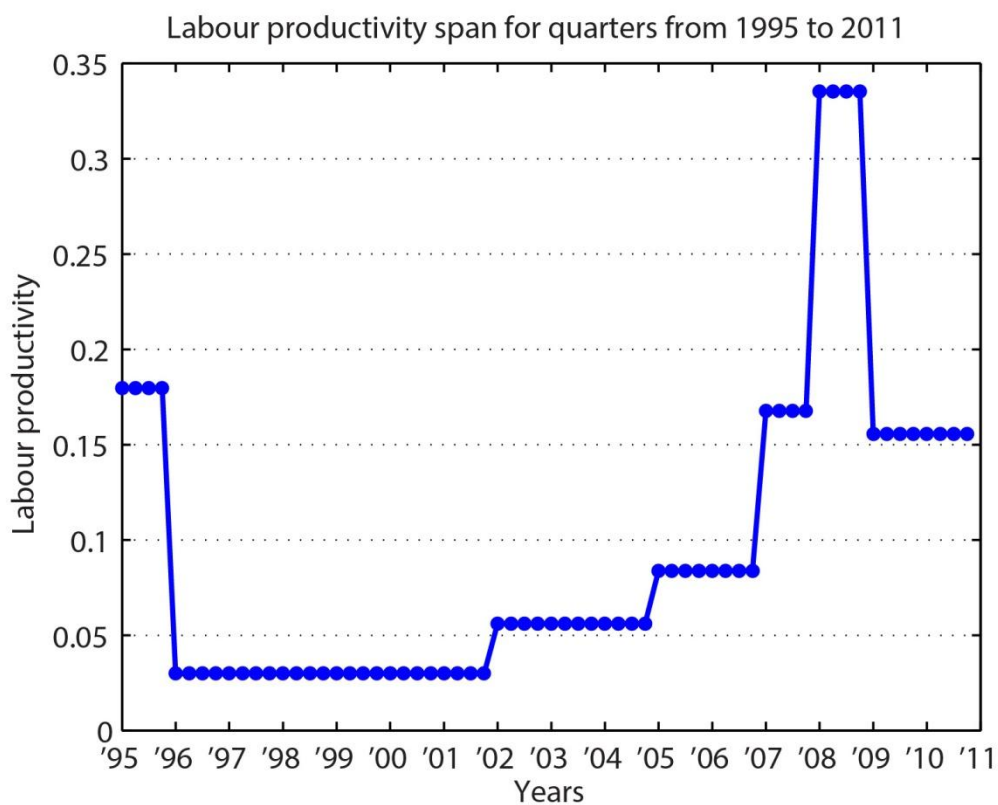


Σχήμα 4.1.3.4: Ανταγωνιστικότητα Ιταλίας

Στο σχήμα 4.1.3.4 φαίνεται ότι η ανταγωνιστικότητα μεταβάλλεται κατά κύριο λόγο περίπου από -0,1 έως 0,18 για όλα τα έτη από το 1995 έως το 2010.

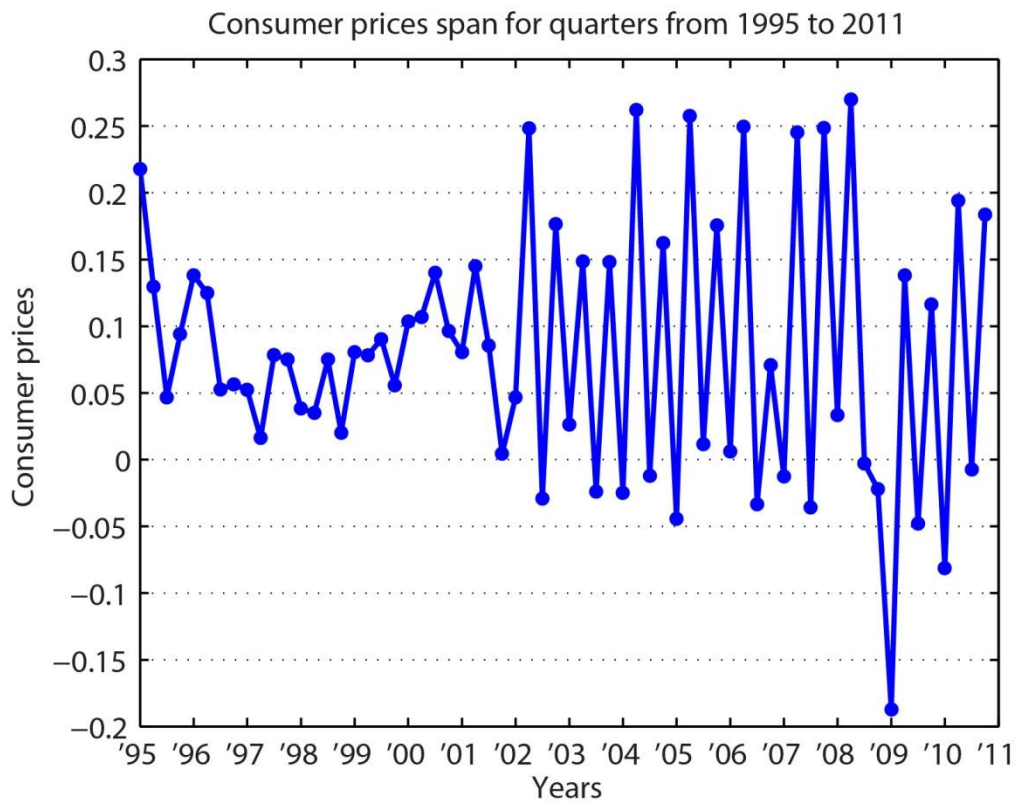
4.1.4 Ισπανία

Τα σχήματα 4.1.4.1, 4.1.4.2, 4.1.4.3 και 4.1.4.4 δείχνουν τα δεδομένα της παραγωγικότητας του προσωπικού, των τιμών των καταναλωτών, των άμεσων ξένων επενδύσεων και της ανταγωνιστικότητας που χρησιμοποιήθηκαν στο σύστημα ως εισοδοι και έξοδος αντίστοιχα.



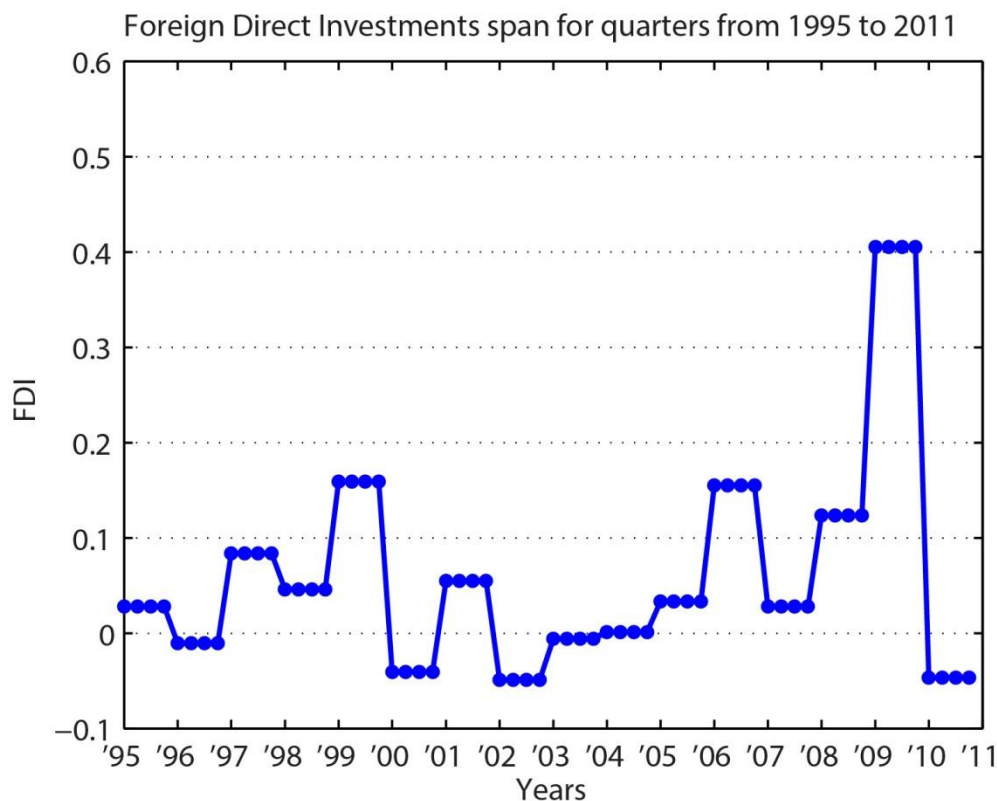
Σχήμα 4.1.4.1: Παραγωγικότητα προσωπικού Ισπανίας

Στο σχήμα 4.1.4.1 φαίνεται ότι η παραγωγικότητα προσωπικού μειώνεται από το τέταρτο τρίμηνο του 1995 έως το πρώτο τρίμηνο του 1996 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2008 έως το πρώτο τρίμηνο του 2009. Αντίθετα, αυξάνεται από το τέταρτο τρίμηνο του 2001 έως το πρώτο τρίμηνο του 2002, από το τέταρτο τρίμηνο του 2004 έως το πρώτο τρίμηνο του 2005, από το τέταρτο τρίμηνο του 2006 έως το πρώτο τρίμηνο του 2007 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2007 έως το πρώτο τρίμηνο του 2008. Τέλος, παραμένει σταθερή από το δεύτερο τρίμηνο του 2009 έως το 2010.



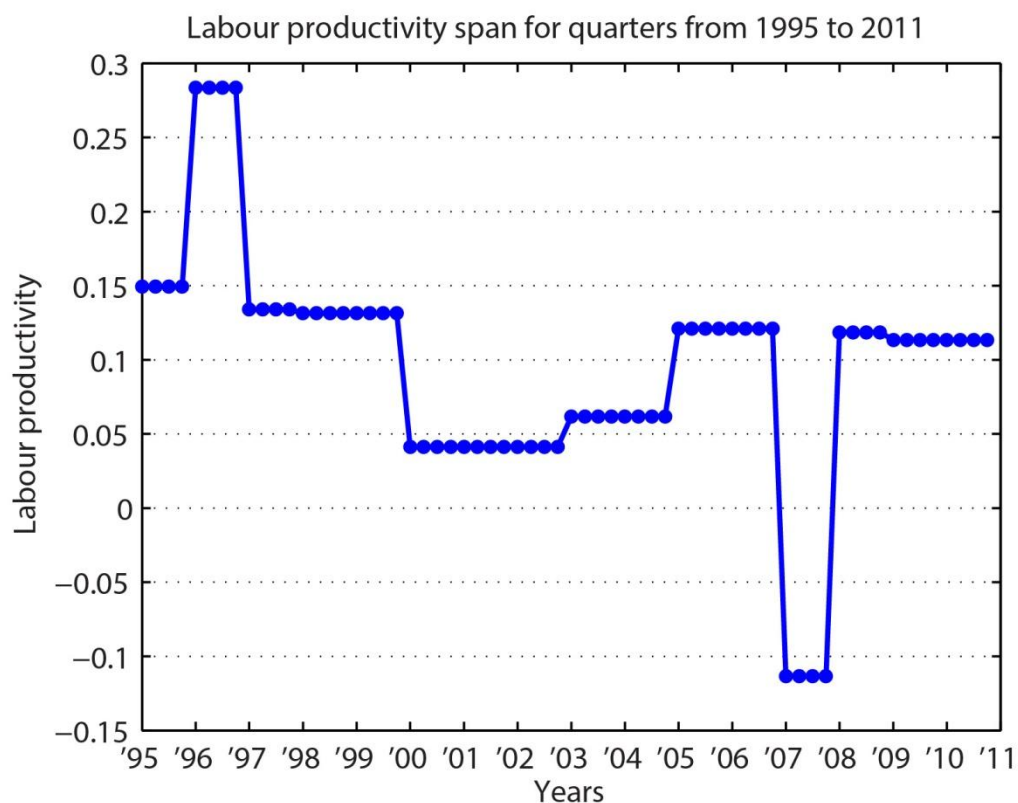
Σχήμα 4.1.4.2: Τιμές καταναλωτών Ισπανίας

Στο σχήμα 4.1.4.2 φαίνεται ότι οι τιμές καταναλωτών μεταβάλλονται κατά κύριο λόγο περίπου από -0,09 έως 0,19 για όλα τα έτη από το 1995 έως το 2010.



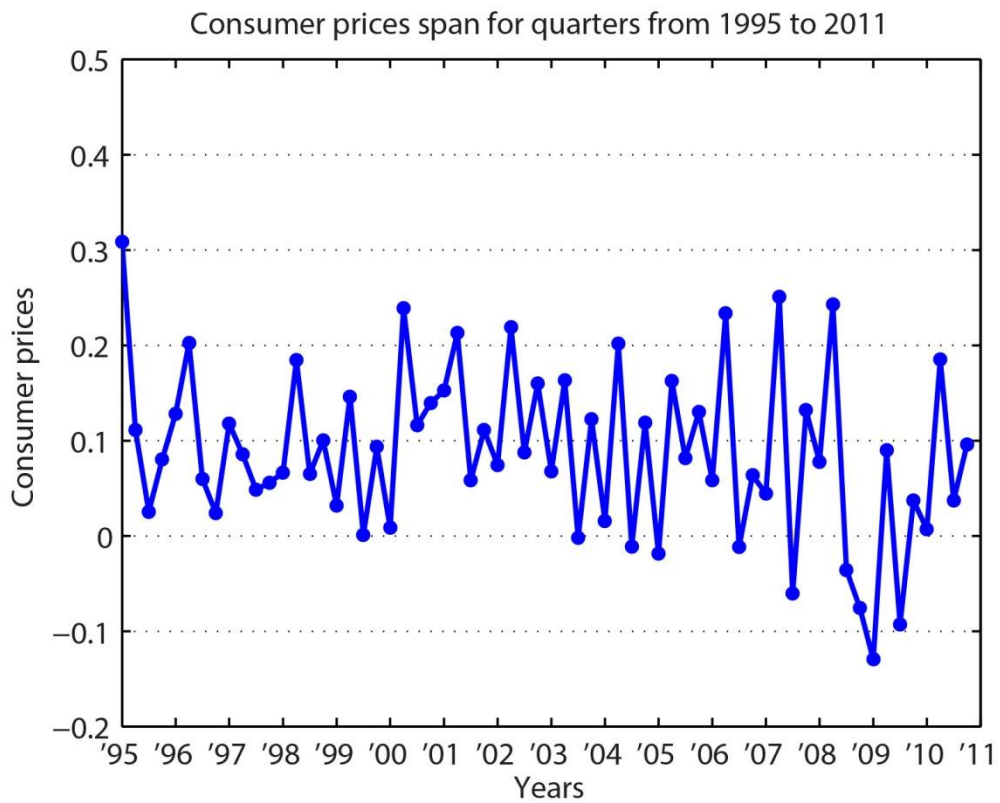
Σχήμα 4.1.4.3: Άμεσες ξένες επενδύσεις Ισπανίας

Στο σχήμα 4.1.4.3 φαίνεται ότι οι άμεσες ξένες επενδύσεις μειώνονται από το τέταρτο τρίμηνο του 1995 έως το πρώτο τρίμηνο του 1996, από το τέταρτο τρίμηνο του 1997 έως το πρώτο τρίμηνο του 1998, από το τέταρτο τρίμηνο του 1999 έως το πρώτο τρίμηνο του 2000, από το τέταρτο τρίμηνο του 2001 έως το πρώτο τρίμηνο του 2002, από το τέταρτο τρίμηνο του 2006 έως το πρώτο τρίμηνο του 2007 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 έως το πρώτο τρίμηνο του 2010. Αντίθετα, αυξάνεται από το τέταρτο τρίμηνο του 1996 έως το πρώτο τρίμηνο του 1997, από το τέταρτο τρίμηνο του 1998 έως το πρώτο τρίμηνο του 1999, από το τέταρτο τρίμηνο του 2000 έως το πρώτο τρίμηνο του 2001, από το τέταρτο τρίμηνο του 2002 έως το πρώτο τρίμηνο του 2003, από το τέταρτο τρίμηνο του 2004 έως το πρώτο τρίμηνο του 2005, από το τέταρτο τρίμηνο του 2005 έως το πρώτο τρίμηνο του 2006, από το τέταρτο τρίμηνο του 2007 έως το πρώτο τρίμηνο του 2008 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2008 έως το πρώτο τρίμηνο του 2009, ενώ αμελητέα αύξηση παρατηρείται από το τέταρτο τρίμηνο του 2003 έως το πρώτο τρίμηνο του 2004.



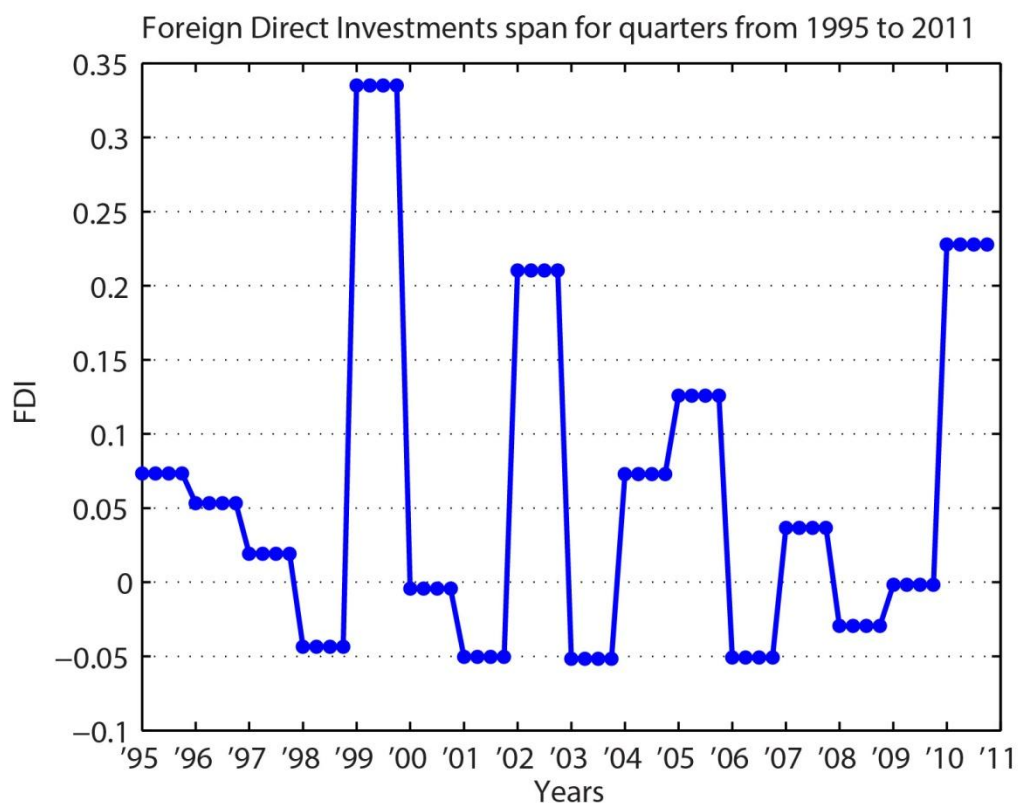
Σχήμα 4.1.5.1: Παραγωγικότητα προσωπικού Πορτογαλίας

Στο σχήμα 4.1.5.1 φαίνεται ότι η παραγωγικότητα προσωπικού μειώνεται από το τέταρτο τρίμηνο του 1996 έως το πρώτο τρίμηνο του 1997, από το τέταρτο τρίμηνο του 1997, από το τέταρτο τρίμηνο του 1999 έως το πρώτο τρίμηνο του 2000 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2006 έως το πρώτο τρίμηνο του 2007, ενώ αμελητέα μείωση παρατηρείται από το τέταρτο τρίμηνο του 1997 έως το πρώτο τρίμηνο του 1998 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2008 έως το πρώτο τρίμηνο του 2009. Αντίθετα, αυξάνεται από το τέταρτο τρίμηνο του 1995 έως το πρώτο τρίμηνο του 1996, από το τέταρτο τρίμηνο του 2004 έως το πρώτο τρίμηνο του 2005 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2007 έως το πρώτο τρίμηνο του 2008, ενώ αμελητέα αύξηση παρατηρείται από το τέταρτο τρίμηνο του 2003 έως το πρώτο τρίμηνο του 2003. Τέλος, παραμένει σταθερή από το δεύτερο τρίμηνο του 2009 έως το 2010.



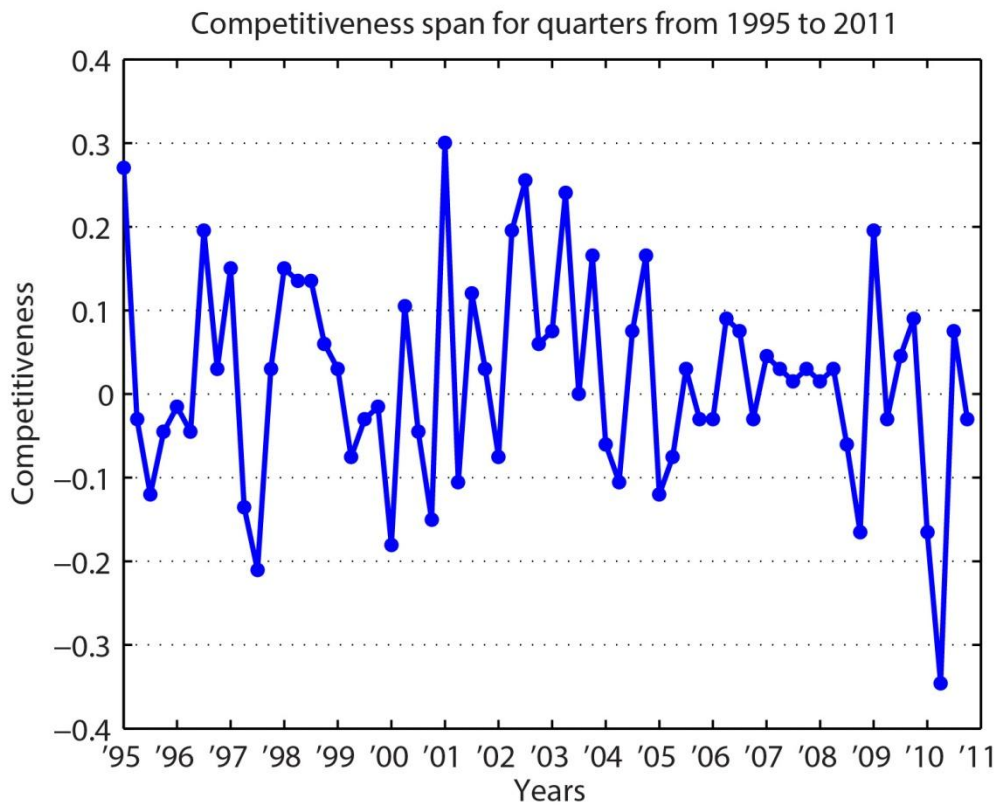
Σχήμα 4.1.5.2: Τιμές καταναλωτών Πορτογαλίας

Στο σχήμα 4.1.5.2 φαίνεται ότι οι τιμές καταναλωτών μεταβάλλονται κατά κύριο λόγο περίπου από -0,02 έως 0,24 για όλα τα έτη από το 1995 έως το 2010.



Σχήμα 4.1.5.3: Άμεσες ξένες επενδύσεις Πορτογαλίας

Στο σχήμα 4.1.5.3 φαίνεται ότι οι άμεσες ξένες επενδύσεις μειώνονται από το τέταρτο τρίμηνο του 1995 έως το πρώτο τρίμηνο του 1996, από το τέταρτο τρίμηνο του 1996 έως το πρώτο τρίμηνο του 1997, από το τέταρτο τρίμηνο του 1997 έως το πρώτο τρίμηνο του 1998, από το τέταρτο τρίμηνο του 1999 έως το πρώτο τρίμηνο του 2000, από το τέταρτο τρίμηνο του 2000 έως το πρώτο τρίμηνο του 2001, από το τέταρτο τρίμηνο του 2002 έως το πρώτο τρίμηνο του 2003, από το τέταρτο τρίμηνο του 2005 έως το πρώτο τρίμηνο του 2006, από το τέταρτο τρίμηνο του 2007 έως το πρώτο τρίμηνο του 2008. Αντίθετα, αυξάνονται από το τέταρτο τρίμηνο του 1998 έως το πρώτο τρίμηνο του 1999, από το τέταρτο τρίμηνο του 2001 έως το πρώτο τρίμηνο του 2002, από το τέταρτο τρίμηνο του 1998 έως το πρώτο τρίμηνο του 1999, από το τέταρτο τρίμηνο του 2003 έως το πρώτο τρίμηνο του 2004, από το τέταρτο τρίμηνο του 2004 έως το πρώτο τρίμηνο του 2005, από το τέταρτο τρίμηνο του 2006 έως το πρώτο τρίμηνο του 2007, από το τέταρτο τρίμηνο του 2008 έως το πρώτο τρίμηνο του 2009 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 έως το πρώτο τρίμηνο του 2010.

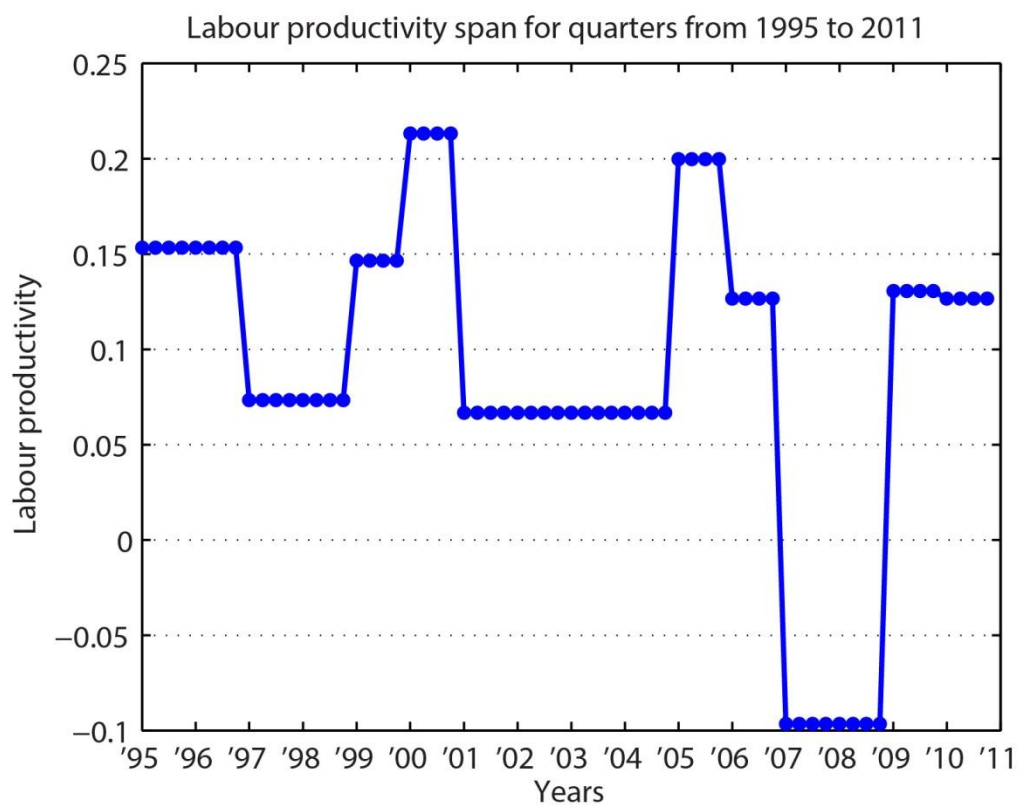


Σχήμα 4.1.5.4: Ανταγωνιστικότητα Πορτογαλίας

Στο σχήμα 4.1.5.4 φαίνεται ότι η ανταγωνιστικότητα μεταβάλλεται κατά κύριο λόγο περίπου από -0,19 έως 0,2 για όλα τα έτη από το 1995 έως το 2010.

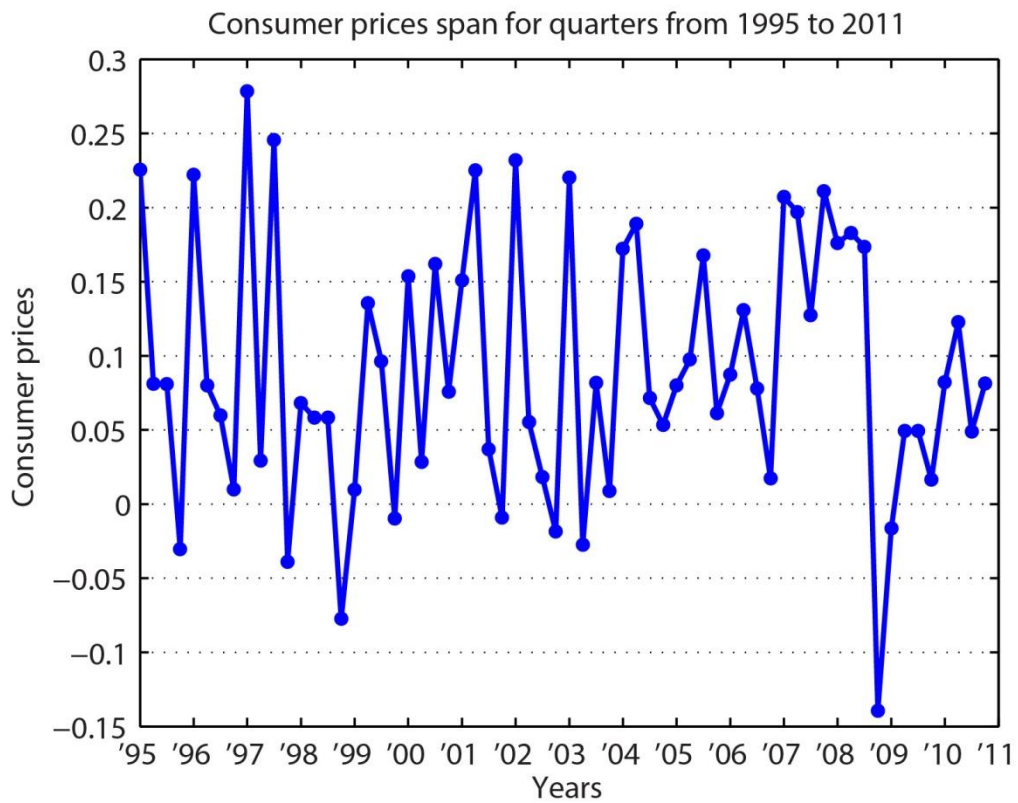
4.1.6 Γερμανία

Τα σχήματα 4.1.6.1, 4.1.6.2, 4.1.6.3 και 4.1.6.4 δείχνουν τα δεδομένα της παραγωγικότητας του προσωπικού, των τιμών των καταναλωτών, των άμεσων ξένων επενδύσεων και της ανταγωνιστικότητας που χρησιμοποιήθηκαν στο σύστημα ως εισοδοί και έξοδος αντίστοιχα.



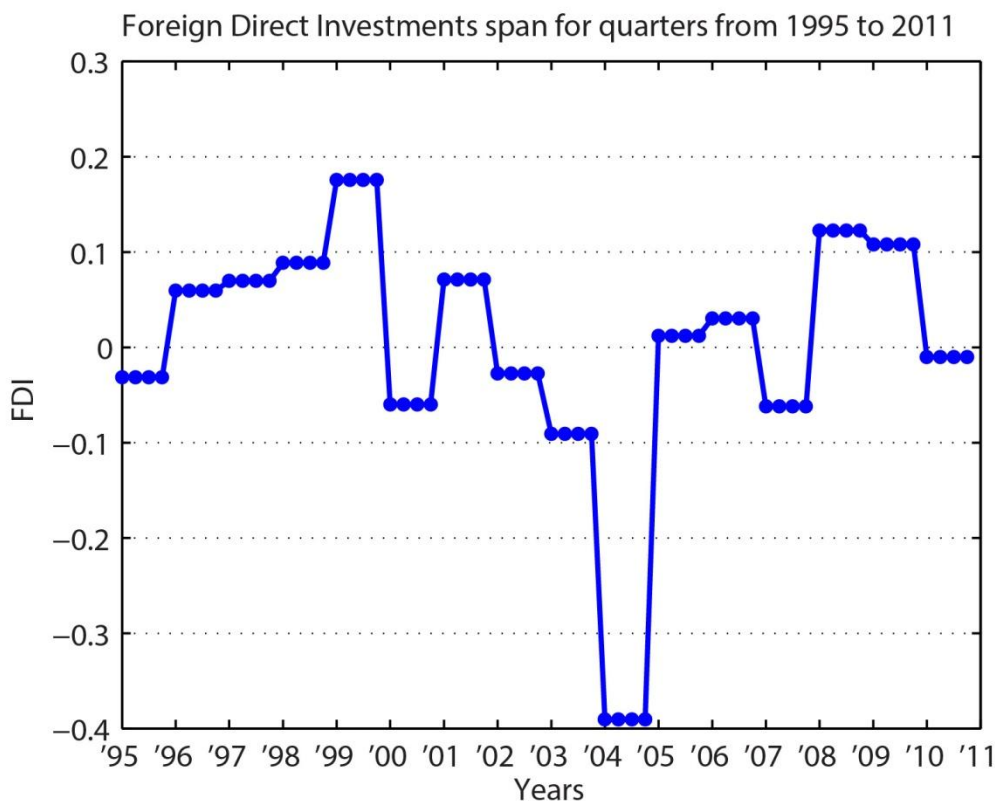
Σχήμα 4.1.6.1: Παραγωγικότητα προσωπικού Γερμανίας

Στο σχήμα 4.1.6.1 φαίνεται ότι η παραγωγικότητα προσωπικού μειώνεται από το πρώτο τρίμηνο του 1996 έως το πρώτο τρίμηνο του 1997, από το τέταρτο τρίμηνο του 2000 έως το πρώτο τρίμηνο του 2001, από το τέταρτο τρίμηνο του 2006 έως το πρώτο τρίμηνο του 2007, από το τέταρτο τρίμηνο του 2007 έως το πρώτο τρίμηνο του 2008, ενώ αμελητέα μείωση παρατηρείται από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 έως το πρώτο τρίμηνο του 2010. Αντίθετα, αυξάνεται από το τέταρτο τρίμηνο του 1998 έως το πρώτο τρίμηνο του 1999, από το τέταρτο τρίμηνο του 1999 έως το πρώτο τρίμηνο του 2000, από το τέταρτο τρίμηνο του 2004 έως το πρώτο τρίμηνο του 2005 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2008 έως το πρώτο τρίμηνο του 2009.



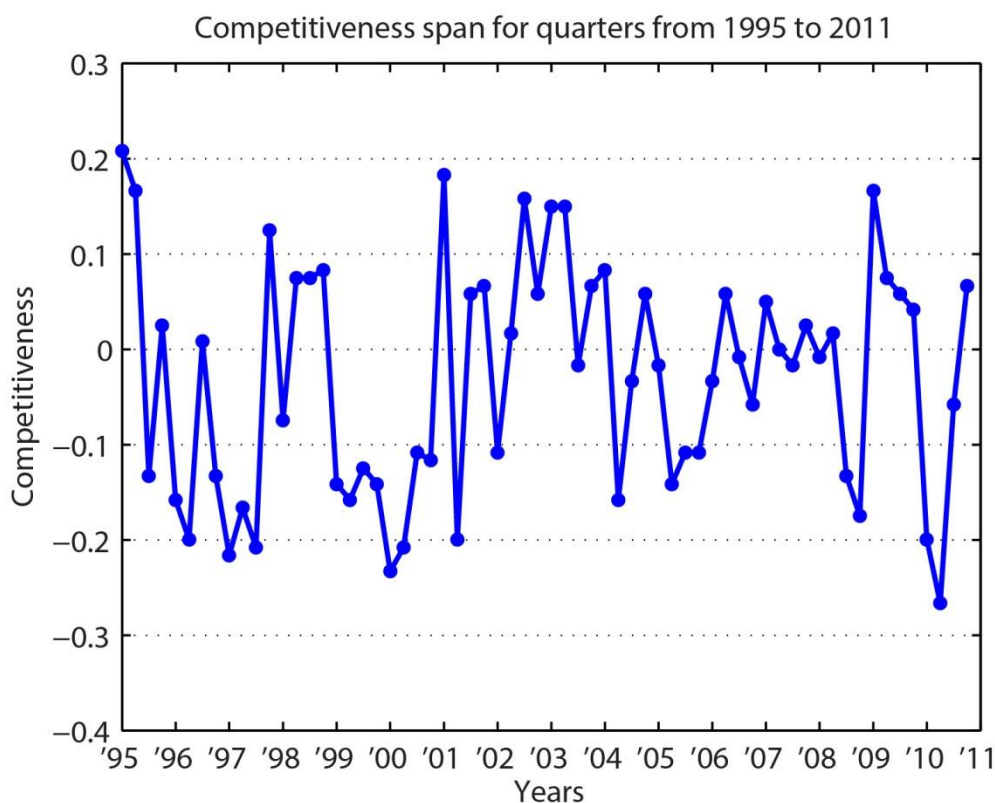
Σχήμα 4.1.6.2: Τιμές καταναλωτών Γερμανίας

Στο σχήμα 4.1.6.2 φαίνεται ότι οι τιμές καταναλωτών μεταβάλλονται κατά κύριο λόγο περίπου από -0,03 έως 0,23 για όλα τα έτη από το 1995 έως το 2010.



Σχήμα 4.1.6.3: Άμεσες ξένες επενδύσεις Γερμανίας

Στο σχήμα 4.1.6.3 φαίνεται ότι οι άμεσες ξένες επενδύσεις μειώνονται από το τέταρτο τρίμηνο του 1999 έως το πρώτο τρίμηνο του 2000, από το τέταρτο τρίμηνο του 2001 έως το πρώτο τρίμηνο του 2002, από το τέταρτο τρίμηνο του 2002 έως το πρώτο τρίμηνο του 2003, από το τέταρτο τρίμηνο του 2003 έως το πρώτο τρίμηνο του 2004, από το τέταρτο τρίμηνο του 2006 έως το πρώτο τρίμηνο του 2007 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 έως το πρώτο τρίμηνο του 2010, ενώ αμελητέα μείωση παρατηρείται από το τέταρτο τρίμηνο του 2008 έως το πρώτο τρίμηνο του 2009. Αντίθετα, αυξάνονται από το τέταρτο τρίμηνο του 1995 έως το πρώτο τρίμηνο του 1996, από το τέταρτο τρίμηνο του 1998 έως το πρώτο τρίμηνο του 1999, από το τέταρτο τρίμηνο του 2000 έως το πρώτο τρίμηνο του 2001, από το τέταρτο τρίμηνο του 2004 έως το πρώτο τρίμηνο του 2005 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2007 έως το πρώτο τρίμηνο του 2008, ενώ αμελητέα αύξηση παρατηρείται από το τέταρτο τρίμηνο του 1996 έως το πρώτο τρίμηνο του 1997, από το τέταρτο τρίμηνο του 1997 έως το πρώτο τρίμηνο του 1998 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2005 έως το πρώτο τρίμηνο του 2006.



Σχήμα 4.1.6.4: Ανταγωνιστικότητα Γερμανίας

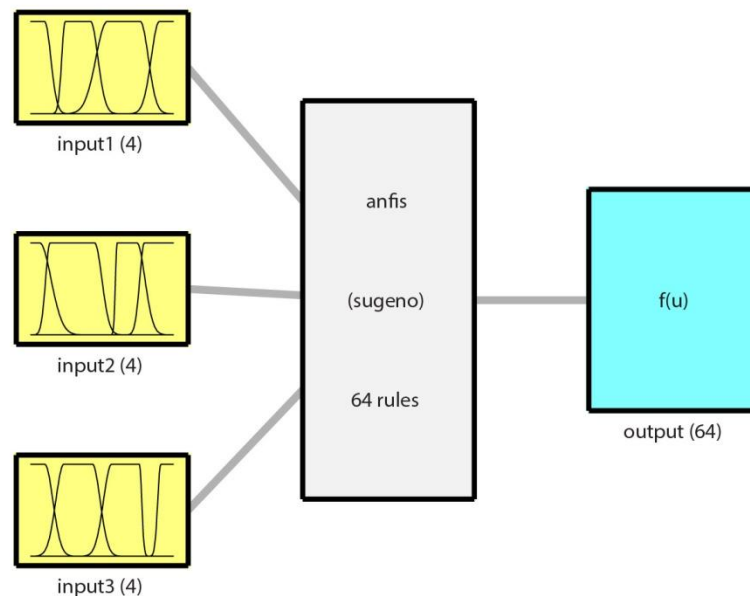
Στο σχήμα 4.1.6.4 φαίνεται ότι η ανταγωνιστικότητα μεταβάλλεται κατά κύριο λόγο περίπου από -0,2 έως 0,18 για όλα τα έτη από το 1995 έως το 2010.

5. Αποτελέσματα από τη χρήση της μεθοδολογίας ANFIS

Σε αυτή τη μεταπτυχιακή εργασία δημιουργήθηκε ένας αλγόριθμος που κάνει χρήση της μεθόδου ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System), δηλαδή μιας προσαρμοστικής μηχανής συμπερασμού νευρο-ασαφούς λογικής, ο οποίος τρέχει σε περιβάλλον Matlab με τη βοήθεια του fuzzy logic toolbox, το οποίο περιέχει όλα τα απαραίτητα εργαλεία για την ολοκληρωμένη ανάπτυξη και αναλυτική χρήση του ANFIS. Ο αλγόριθμος δέχεται ως είσοδο τις τριμηνιαίες τιμές της παραγωγικότητας του προσωπικού (labour productivity), των τιμών των καταναλωτών (consumer prices) και των άμεσων ξένων επενδύσεων (foreign direct investments) για την Ελλάδα, τη Γαλλία, την Ιταλία, την Ισπανία, την Πορτογαλία και τη Γερμανία από το πρώτο τρίμηνο του 1995 έως το τέταρτο τρίμηνο του 2010 και με βάση αυτές τις παρελθοντικές τιμές παράγει ως έξοδο την πρόβλεψη για τις τιμές της ανταγωνιστικότητας (competitiveness) αυτών των έξι χωρών τα επόμενα τρίμηνα.

Από τα 256 δεδομένα που υπάρχουν συνολικά, τα 230, δηλαδή το 90% των συνολικών δεδομένων, χρησιμοποιήθηκαν για την εκπαίδευση του μοντέλου και τα υπόλοιπα 26, δηλαδή το 10% των συνολικών δεδομένων, χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση του μοντέλου.

Έπειτα δημιουργείται το ANFIS, χρησιμοποιώντας το fuzzy logic toolbox, το οποίο υπολογίζει τις καταλληλότερες παραμέτρους των συναρτήσεων συμμετοχής (MF parameters). Στο σχήμα 5.1 παρουσιάζεται η δομή του ANFIS που χρησιμοποιήθηκε για την Ελλάδα. Διακρίνονται οι τρεις εισοδοί με τις συναρτήσεις συμμετοχής, ο μηχανισμός συμπερασμού με εξήντα τέσσερις κανόνες και η έξοδος του συστήματος. Η δομή παραμένει ίδια και για τις υπόλοιπες πέντε χώρες, με μόνη αλλαγή τις διαφορετικές συναρτήσεις συμμετοχής που έχει κάθε είσοδος.



System anfis: 3 inputs, 1 outputs, 64 rules

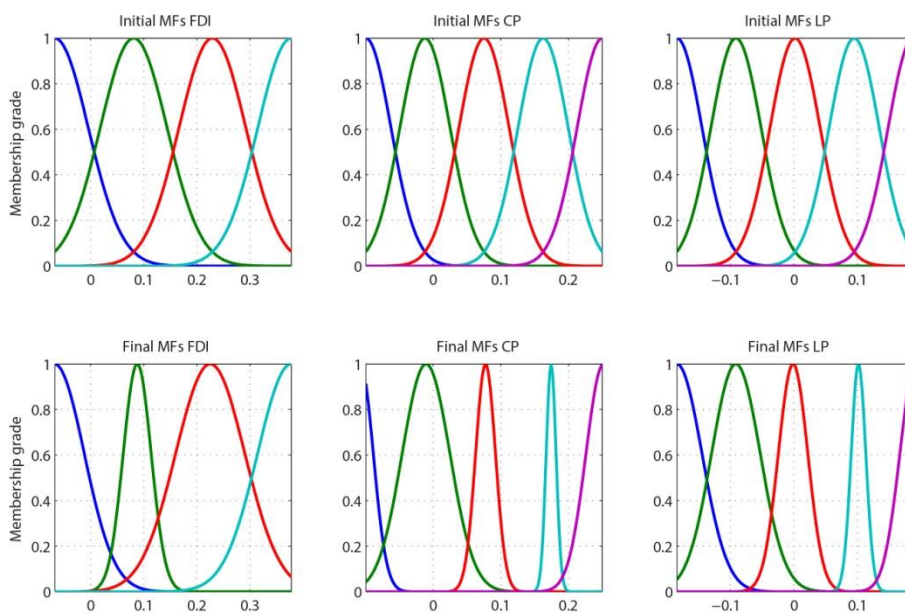
Σχήμα 5.1: Δομή του ANFIS για την Ελλάδα

Ας σημειωθεί ότι τη δομή του ANFIS συνιστούν τρεις εισοδοί και μια έξοδος, το οποίο σημαίνει ότι το σύστημα πρόβλεψης χρησιμοποιείται για να προβλέψει τις επόμενες τριμηνιαίες τιμές της ανταγωνιστικότητας των έξι χωρών που προαναφέρθηκαν, βασιζόμενο σε προηγούμενες τιμές της παραγωγικότητας προσωπικού, των τιμών των καταναλωτών και των άμεσων ξένων επενδύσεων. Η μέθοδος της δοκιμής και σφάλματος χρησιμοποιείται, ώστε να αποφασιστεί ο τύπος και ο αριθμός συναρτήσεων συμμετοχής, ο αριθμός εποχών και το μέγεθος βήματος, τα οποία καλύτερα περιγράφουν το μοντέλο και παρέχουν το μικρότερο σφάλμα.

Παρακάτω, παρουσιάζονται τα βασικά διαγράμματα που προέκυψαν από τη χρήση του νευρο-ασαφούς συστήματος ANFIS για κάθε χώρα από τις έξι που εξετάστηκαν συνολικά.

5.1 Ελλάδα

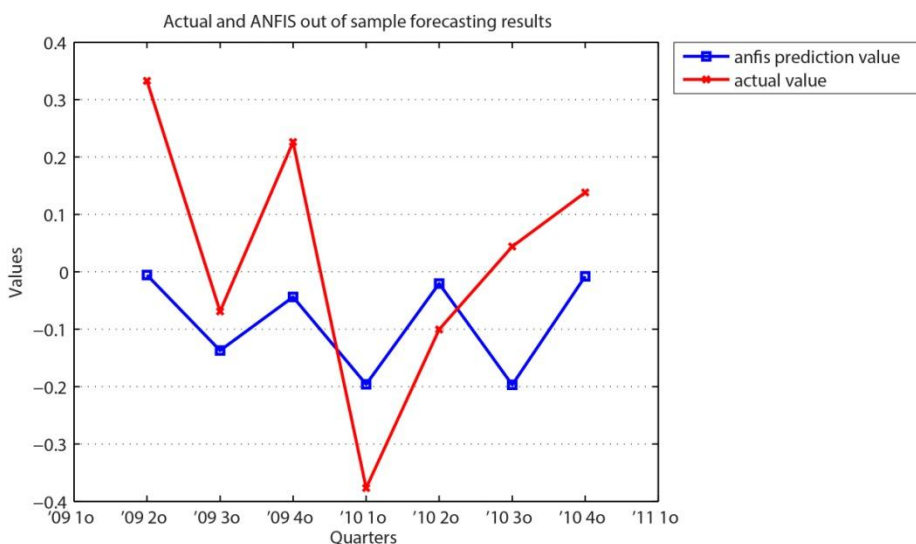
Οι αρχικές συναρτήσεις συμμετοχής κάθε μεταβλητής εισόδου που προέκυψαν από την προσαρμογή των παραμέτρων τους με τη βοήθεια του ANFIS πριν, όμως, από την εκπαίδευση του μοντέλου και οι τελικές συναρτήσεις συμμετοχής που προέκυψαν μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας εκπαίδευσης του μοντέλου ANFIS παρουσιάζονται στο σχήμα 5.1.1. Στην προκειμένη περίπτωση, ο βέλτιστος ασαφής συμπερασμός επιτυγχάνεται μετά από 2000 εποχές με τέσσερις συναρτήσεις συμμετοχής τύπου Gauss για τις άμεσες ξένες επενδύσεις, πέντε συναρτήσεις συμμετοχής τύπου Gauss για τις τιμές των καταναλωτών και πέντε συναρτήσεις συμμετοχής τύπου Gauss για την παραγωγικότητα προσωπικού και το μέγεθος βήματος να ορίζεται σε 0.001.



Σχήμα 5.1.1: Αρχικές και τελικές συναρτήσεις συμμετοχής

Από το σχήμα 5.1.1 παρατηρείται ότι η σύγκριση ανάμεσα στις αρχικές και στις τελικές συναρτήσεις συμμετοχής των δεδομένων εισόδου υποδηλώνει μεγάλες διαφορές και το μοντέλο κατέληξε σε αξιοσημείωτη απόκλιση ανάμεσα στις αρχικές και τελικές συναρτήσεις συμμετοχής.

Τέλος, στο σχήμα 5.1.2 φαίνεται η σύγκριση ανάμεσα στις πραγματικές τιμές της ανταγωνιστικότητας και στις τιμές που προκύπτουν από την πρόβλεψη με τη μέθοδο ANFIS.



Σχήμα 5.1.2: Σύγκριση μεταξύ πραγματικών τιμών και τιμών από το ANFIS

Από το σχήμα 5.1.2 παρατηρείται ότι από το δεύτερο τρίμηνο του 2009 στο τρίτο τρίμηνο του 2009, από το τρίτο τρίμηνο του 2009 στο τέταρτο τρίμηνο του 2009, από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 στο πρώτο τρίμηνο του 2010, από το πρώτο τρίμηνο του 2010 στο δεύτερο τρίμηνο του 2010 και από το τρίτο τρίμηνο του 2010 στο τέταρτο τρίμηνο του 2010 οι πραγματικές τιμές της ανταγωνιστικότητας και οι τιμές που προκύπτουν από την πρόβλεψη με τη μέθοδο ANFIS είναι αρκετά πανομοιότυπες και ακολουθούν την ίδια τάση αύξησης ή μείωσης, το οποίο σημαίνει ότι το μοντέλο λειτουργεί αρκετά ικανοποιητικά. Αντίθετα, από το δεύτερο τρίμηνο του 2010 στο τρίτο τρίμηνο του 2010 αυτές οι τιμές αποκλίνουν αρκετά μεταξύ τους και ενώ οι πραγματικές τιμές έχουν τάση αύξησης, το μοντέλο πρόβλεψης έχει τάση μείωσης, το οποίο σημαίνει ότι το μοντέλο χάνει την αποτελεσματικότητά και την αξιοπιστία του.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, έχουν υποθεθεί κάποιες σχέσεις ανάμεσα στις εισόδους και την έξοδο, δηλαδή όταν αυξάνεται η παραγωγικότητα προσωπικού τότε αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα μιας χώρας, ενώ όταν μειώνεται η παραγωγικότητα προσωπικού τότε μειώνεται η ανταγωνιστικότητα μιας χώρας. Αντίστοιχα, όταν μειώνονται οι τιμές καταναλωτών τότε αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα μιας χώρας, ενώ όταν αυξάνονται οι τιμές καταναλωτών τότε μειώνεται η ανταγωνιστικότητα και όταν μειώνονται οι άμεσες ξένες επενδύσεις τότε μειώνεται η ανταγωνιστικότητα μιας χώρας, ενώ όταν αυξάνονται οι άμεσες ξένες επενδύσεις τότε αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα μιας χώρας. Έτσι, εξετάζεται εδώ το κατά πόσο με τα συγκεκριμένα δεδομένα εισόδων και εξόδου που έχουν επιλεγεί, επιβεβαιώνονται ή όχι αυτές οι σχέσεις εισόδων-εξόδου που έχουν υποθεθεί για κάθε χώρα και συγκεκριμένα για την Ελλάδα.

Για την Ελλάδα, η παραγωγικότητα προσωπικού μειώνεται σταθερά σε όλα τα τρίμηνα του 2009, οι άμεσες ξένες επενδύσεις αυξάνονται σταθερά σε όλα τα τρίμηνα

του 2009 και οι τιμές καταναλωτών μειώνονται από το δεύτερο τρίμηνο στο τρίτο τρίμηνο του 2009, ενώ αυξάνονται από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2009. Από την άλλη, η ανταγωνιστικότητα μειώνεται από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2009, ενώ αυξάνεται από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2009. Κατά τη μετάβαση από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 στο πρώτο τρίμηνο του 2010, μειώνεται η ανταγωνιστικότητα, οι άμεσες ξένες επενδύσεις και οι τιμές καταναλωτών, ενώ αυξάνεται η παραγωγικότητα προσωπικού. Έτσι, παρατηρείται ότι η σχέση παραγωγικότητας προσωπικού-ανταγωνιστικότητας επιβεβαιώνεται για τη μετάβαση από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2009, αφού, εφόσον μειώνεται η παραγωγικότητα προσωπικού, μειώνεται η ανταγωνιστικότητα της Ελλάδας. Αντίστοιχα, η σχέση άμεσων ξένων επενδύσεων-ανταγωνιστικότητας επιβεβαιώνεται για τη μετάβαση από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2009 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 στο πρώτο τρίμηνο του 2010, αφού, εφόσον από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2009 αυξάνονται οι άμεσες ξένες επενδύσεις, αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της Ελλάδας και αφού, εφόσον από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 στο πρώτο τρίμηνο του 2010 μειώνονται οι άμεσες ξένες επενδύσεις, μειώνεται η ανταγωνιστικότητα της Ελλάδας. Τέλος, η σχέση τιμών καταναλωτών-ανταγωνιστικότητας δεν επιβεβαιώνεται για καμιά μετάβαση ανάμεσα στα τρίμηνα του 2009.

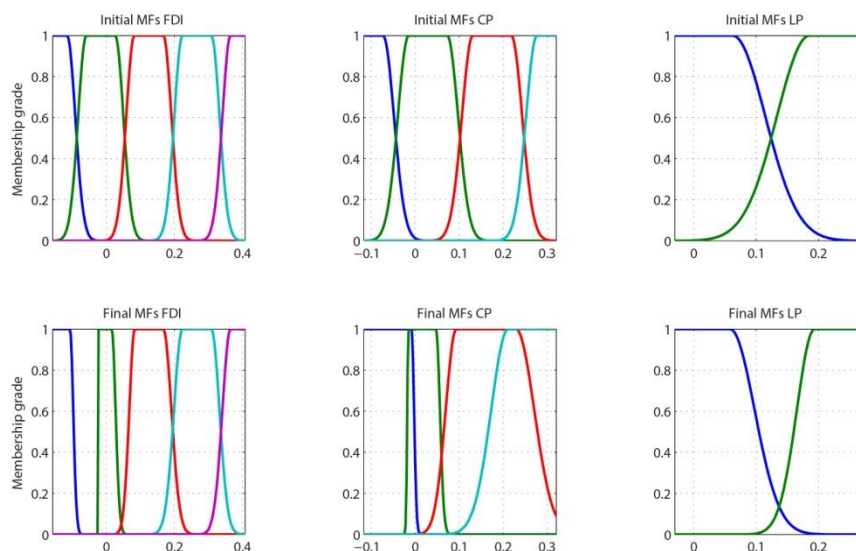
Εν συνεχεία, η παραγωγικότητα προσωπικού μειώνεται σταθερά σε όλα τα τρίμηνα του 2010, οι άμεσες ξένες επενδύσεις μειώνονται σταθερά σε όλα τα τρίμηνα του 2010 και οι τιμές καταναλωτών αυξάνονται από το πρώτο στο δεύτερο τρίμηνο του 2010, μειώνονται από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2010 και αυξάνονται από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2010. Από την άλλη, η ανταγωνιστικότητα αυξάνεται από το πρώτο στο δεύτερο, από το δεύτερο στο τρίτο και από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2010. Έτσι, παρατηρείται ότι η σχέση παραγωγικότητας προσωπικού-ανταγωνιστικότητας και η σχέση άμεσων ξένων επενδύσεων-ανταγωνιστικότητας δεν επιβεβαιώνεται για καμιά μετάβαση ανάμεσα στα τρίμηνα του 2010. Τέλος, η σχέση τιμών καταναλωτών-ανταγωνιστικότητας επιβεβαιώνεται για τη μετάβαση από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2010, αφού, εφόσον μειώνονται οι τιμές καταναλωτών, αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της Ελλάδας.

Σε γενικές γραμμές κατά τις περιόδους αξιολόγησης (16 τρίμηνα) το μοντέλο καταφέρνει να συλλάβει τις σχέσεις εισόδων-εξόδου αρκετά ικανοποιητικά, καθόσον οι προβλέψεις κάθε τριμήνου ακολουθούν την πραγματική τάση της ανταγωνιστικότητας (μείωση ή αύξηση).

5.2 Γαλλία

Οι αρχικές συναρτήσεις συμμετοχής κάθε μεταβλητής εισόδου που προέκυψαν από την προσαρμογή των παραμέτρων τους με τη βοήθεια του ANFIS πριν, όμως, από την εκπαίδευση του μοντέλου και οι τελικές συναρτήσεις συμμετοχής που προέκυψαν μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας εκπαίδευσης του μοντέλου ANFIS

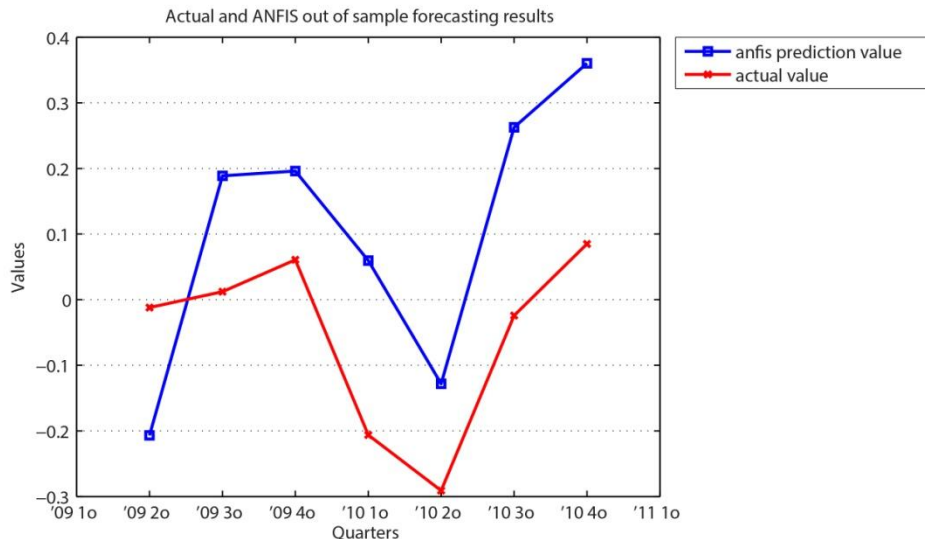
παρουσιάζονται στο σχήμα 5.2.1. Στην προκειμένη περίπτωση, ο βέλτιστος ασαφής συμπερασμός επιτυγχάνεται μετά από 1000 εποχές με πέντε συναρτήσεις συμμετοχής τύπου Gauss 2 για τις άμεσες ξένες επενδύσεις, τέσσερις συναρτήσεις συμμετοχής τύπου Gauss 2 για τις τιμές των καταναλωτών και δύο συναρτήσεις συμμετοχής τύπου Gauss 2 για την παραγωγικότητα προσωπικού και το μέγεθος βήματος να ορίζεται σε 0.01.



Σχήμα 5.2.1: Αρχικές και τελικές συναρτήσεις συμμετοχής

Από το σχήμα 5.2.1 παρατηρείται ότι η σύγκριση ανάμεσα στις αρχικές και στις τελικές συναρτήσεις συμμετοχής των δεδομένων εισόδου υποδηλώνει μεγάλες διαφορές για τις συναρτήσεις συμμετοχής των τιμών καταναλωτών και το μοντέλο κατέληξε σε αξιοσημείωτη απόκλιση ανάμεσα στις αρχικές και τελικές συναρτήσεις συμμετοχής, ενώ για τις συναρτήσεις συμμετοχής των άμεσων ξένων επενδύσεων και της παραγωγικότητας προσωπικού υποδηλώνει μικρές διαφορές και το μοντέλο κατέληξε σε επαρκή ομοιότητα ανάμεσα στις αρχικές και τελικές συναρτήσεις συμμετοχής.

Τέλος, στο σχήμα 5.2.2 φαίνεται η σύγκριση ανάμεσα στις πραγματικές τιμές της ανταγωνιστικότητας και στις τιμές που προκύπτουν από την πρόβλεψη με τη μέθοδο ANFIS.



Σχήμα 5.2.2: Σύγκριση μεταξύ πραγματικών τιμών και τιμών από το ANFIS

Από το σχήμα 5.2.2 παρατηρείται ότι από το τρίτο τρίμηνο του 2009 στο τέταρτο τρίμηνο του 2009, από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 στο πρώτο τρίμηνο του 2010, από το πρώτο τρίμηνο του 2010 στο δεύτερο τρίμηνο του 2010, από το δεύτερο τρίμηνο του 2010 στο τρίτο τρίμηνο του 2010 και από το τρίτο τρίμηνο του 2010 στο τέταρτο τρίμηνο του 2010 οι πραγματικές τιμές της ανταγωνιστικότητας και οι τιμές που προκύπτουν από την πρόβλεψη με τη μέθοδο ANFIS είναι αρκετά πανομοιότυπες και ακολουθούν την ίδια τάση αύξησης ή μείωσης, το οποίο σημαίνει ότι το μοντέλο λειτουργεί αρκετά ικανοποιητικά. Αντίθετα, από το δεύτερο τρίμηνο του 2009 στο τρίτο τρίμηνο του 2009 αυτές οι τιμές αποκλίνουν αρκετά μεταξύ τους και ενώ οι πραγματικές τιμές έχουν μικρή τάση αύξησης, το μοντέλο πρόβλεψης έχει μεγάλη τάση αύξησης και προς άλλη κατεύθυνση από εκείνη των πραγματικών τιμών, το οποίο σημαίνει ότι το μοντέλο χάνει την αποτελεσματικότητα και την αξιοπιστία του.

Έπειτα, εξετάζεται το κατά πόσο με τα συγκεκριμένα δεδομένα εισόδων και εξόδου που έχουν επιλεγεί, επιβεβαιώνονται ή όχι αυτές οι σχέσεις εισόδων-εξόδου που έχουν υποτεθεί για τη Γαλλία.

Για την Γαλλία, η παραγωγικότητα προσωπικού αυξάνεται σταθερά σε όλα τα τρίμηνα του 2009, οι άμεσες ξένες επενδύσεις αυξάνονται σταθερά σε όλα τα τρίμηνα του 2009 και οι τιμές καταναλωτών μειώνονται από το δεύτερο τρίμηνο στο τρίτο τρίμηνο του 2009, ενώ αυξάνονται από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2009. Από την άλλη, η ανταγωνιστικότητα αυξάνεται από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2009 και από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2009. Κατά τη μετάβαση από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 στο πρώτο τρίμηνο του 2010, μειώνεται η ανταγωνιστικότητα, ενώ αυξάνονται η παραγωγικότητα προσωπικού, οι άμεσες ξένες επενδύσεις και οι τιμές καταναλωτών. Έτσι, παρατηρείται ότι η σχέση παραγωγικότητας προσωπικού-ανταγωνιστικότητας επιβεβαιώνεται για όλες τις

μεταβάσεις ανάμεσα στα τρίμηνα του 2009, αφού, εφόσον αυξάνεται η παραγωγικότητα προσωπικού, αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της Γαλλίας. Αντίστοιχα, η σχέση άμεσων ξένων επενδύσεων-ανταγωνιστικότητας επιβεβαιώνεται για όλες τις μεταβάσεις ανάμεσα στα τρίμηνα του 2009, αφού, εφόσον αυξάνονται οι άμεσες ξένες επενδύσεις, αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της Γαλλίας. Τέλος, η σχέση τιμών καταναλωτών-ανταγωνιστικότητας επιβεβαιώνεται για τη μετάβαση από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2009 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 στο πρώτο τρίμηνο του 2010, αφού, εφόσον από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2009 μειώνονται οι τιμές καταναλωτών, αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της Γαλλίας και αφού, εφόσον από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 στο πρώτο τρίμηνο του 2010 αυξάνονται οι τιμές καταναλωτών, μειώνεται η ανταγωνιστικότητα της Γαλλίας.

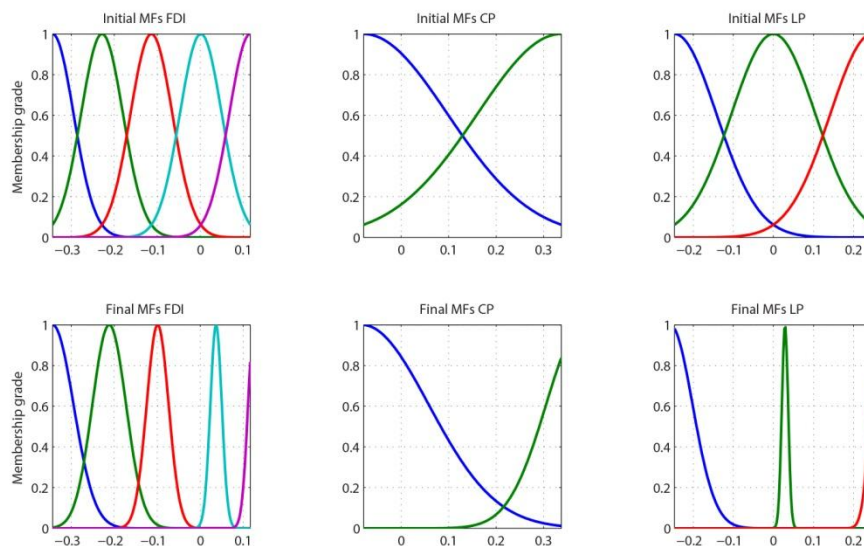
Εν συνεχεία, η παραγωγικότητα προσωπικού αυξάνεται σταθερά σε όλα τα τρίμηνα του 2010, οι άμεσες ξένες επενδύσεις αυξάνονται σταθερά σε όλα τα τρίμηνα του 2010 και οι τιμές καταναλωτών αυξάνονται από το πρώτο στο δεύτερο τρίμηνο του 2010, μειώνονται από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2010 και αυξάνονται από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2010. Από την άλλη, η ανταγωνιστικότητα μειώνεται από το πρώτο στο δεύτερο τρίμηνο του 2010, αυξάνεται από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2010 και αυξάνεται από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2010. Έτσι, παρατηρείται ότι η σχέση παραγωγικότητας προσωπικού-ανταγωνιστικότητας επιβεβαιώνεται για τη μετάβαση από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2010 και από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2010, αφού, εφόσον αυξάνεται η παραγωγικότητα προσωπικού, αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της Γαλλίας. Αντίστοιχα, η σχέση άμεσων ξένων επενδύσεων-ανταγωνιστικότητας επιβεβαιώνεται για τη μετάβαση από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2010 και από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2010, αφού, εφόσον αυξάνονται οι άμεσες ξένες επενδύσεις, αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της Γαλλίας. Τέλος, η σχέση τιμών καταναλωτών-ανταγωνιστικότητας επιβεβαιώνεται για τη μετάβαση από το πρώτο στο δεύτερο τρίμηνο του 2010 και από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2010, αφού, εφόσον από το πρώτο στο δεύτερο τρίμηνο του 2010 αυξάνονται οι τιμές καταναλωτών, μειώνεται η ανταγωνιστικότητα της Γαλλίας και αφού, εφόσον από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2010 μειώνονται οι τιμές καταναλωτών, αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της Γαλλίας.

Σε γενικές γραμμές κατά τις περιόδους αξιολόγησης (16 τρίμηνα) το μοντέλο καταφέρνει να συλλάβει τις σχέσεις εισόδων-εξόδου αρκετά ικανοποιητικά, καθόσον οι προβλέψεις κάθε τριμήνου ακολουθούν την πραγματική τάση της ανταγωνιστικότητας (μείωση ή αύξηση).

5.3 Ιταλία

Οι αρχικές συναρτήσεις συμμετοχής κάθε μεταβλητής εισόδου που προέκυψαν από την προσαρμογή των παραμέτρων τους με τη βοήθεια του ANFIS πριν, όμως, από την εκπαίδευση του μοντέλου και οι τελικές συναρτήσεις συμμετοχής που προέκυψαν μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας εκπαίδευσης του μοντέλου ANFIS παρουσιάζονται στο σχήμα 5.3.1. Στην προκειμένη περίπτωση, ο βέλτιστος ασαφής

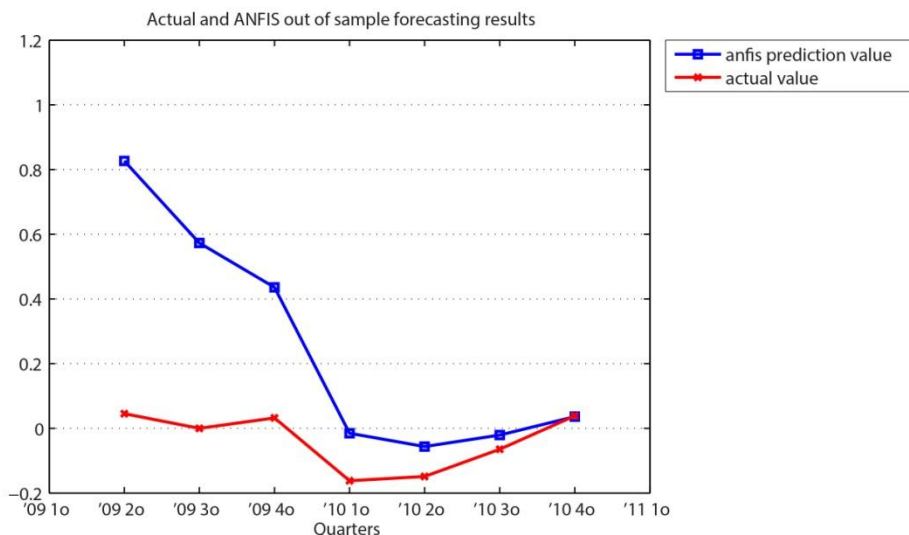
συμπερασμός επιτυγχάνεται μετά από 1000 εποχές με πέντε συναρτήσεις συμμετοχής τύπου Gauss για τις άμεσες ξένες επενδύσεις, δύο συναρτήσεις συμμετοχής τύπου Gauss για τις τιμές των καταναλωτών και τρεις συναρτήσεις συμμετοχής τύπου Gauss για την παραγωγικότητα προσωπικού και το μέγεθος βήματος να ορίζεται σε 0.01.



Σχήμα 5.3.1: Αρχικές και τελικές συναρτήσεις συμμετοχής

Από το σχήμα 5.3.1 παρατηρείται ότι η σύγκριση ανάμεσα στις αρχικές και στις τελικές συναρτήσεις συμμετοχής των δεδομένων εισόδου υποδηλώνει μεγάλες διαφορές για τις συναρτήσεις συμμετοχής των τιμών καταναλωτών και της παραγωγικότητας προσωπικού και το μοντέλο κατέληξε σε αξιοσημείωτη απόκλιση ανάμεσα στις αρχικές και τελικές συναρτήσεις συμμετοχής, ενώ για τις συναρτήσεις συμμετοχής των άμεσων ξένων επενδύσεων υποδηλώνει μικρές διαφορές και το μοντέλο κατέληξε σε επαρκή ομοιότητα ανάμεσα στις αρχικές και τελικές συναρτήσεις συμμετοχής.

Τέλος, στο σχήμα 5.3.2 φαίνεται η σύγκριση ανάμεσα στις πραγματικές τιμές της ανταγωνιστικότητας και στις τιμές που προκύπτουν από την πρόβλεψη με τη μέθοδο ANFIS.



Σχήμα 5.3.2: Σύγκριση μεταξύ πραγματικών τιμών και τιμών από το ANFIS

Από το σχήμα 5.3.2 παρατηρείται ότι από το δεύτερο τρίμηνο του 2009 στο τρίτο τρίμηνο του 2009, από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 στο πρώτο τρίμηνο του 2010, από το πρώτο τρίμηνο του 2010 στο δεύτερο τρίμηνο του 2010, από το δεύτερο τρίμηνο του 2010 στο τρίτο τρίμηνο του 2010 και από το τρίτο τρίμηνο του 2010 στο τέταρτο τρίμηνο του 2010 οι πραγματικές τιμές της ανταγωνιστικότητας και οι τιμές που προκύπτουν από την πρόβλεψη με τη μέθοδο ANFIS είναι αρκετά πανομοιότυπες και ακολουθούν την ίδια τάση αύξησης ή μείωσης, το οποίο σημαίνει ότι το μοντέλο λειτουργεί αρκετά ικανοποιητικά. Αντίθετα, από το τρίτο τρίμηνο του 2009 στο τέταρτο τρίμηνο του 2009 αυτές οι τιμές αποκλίνουν αρκετά μεταξύ τους και ενώ οι πραγματικές τιμές έχουν τάση αύξησης, το μοντέλο πρόβλεψης έχει τάση μείωσης, το οποίο σημαίνει ότι το μοντέλο χάνει την αποτελεσματικότητα και την αξιοπιστία του.

Έπειτα, εξετάζεται το κατά πόσο με τα συγκεκριμένα δεδομένα εισόδων και εξόδου που έχουν επιλεγεί, επιβεβαιώνονται ή όχι αυτές οι σχέσεις εισόδων-εξόδου που έχουν υποθεθεί για την Ιταλία.

Για την Ιταλία, η παραγωγικότητα προσωπικού αυξάνεται σταθερά σε όλα τα τρίμηνα του 2009, οι άμεσες ξένες επενδύσεις μειώνονται σταθερά σε όλα τα τρίμηνα του 2009 και οι τιμές καταναλωτών μειώνονται από το δεύτερο τρίμηνο στο τρίτο τρίμηνο του 2009 και από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2009. Από την άλλη, η ανταγωνιστικότητα μειώνεται από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2009 και αυξάνεται από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2009. Κατά τη μετάβαση από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 στο πρώτο τρίμηνο του 2010, μειώνεται η ανταγωνιστικότητα και η παραγωγικότητα προσωπικού, ενώ αυξάνονται οι άμεσες ξένες επενδύσεις και οι τιμές καταναλωτών. Έτσι, παρατηρείται ότι η σχέση παραγωγικότητας προσωπικού-ανταγωνιστικότητας επιβεβαιώνεται για τη μετάβαση από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2009 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 στο

πρώτο τρίμηνο του 2010, αφού, εφόσον από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2009 αυξάνεται η παραγωγικότητα προσωπικού, αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της Ιταλίας και αφού, εφόσον από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 στο πρώτο τρίμηνο του 2010 μειώνεται η παραγωγικότητα προσωπικού, μειώνεται η ανταγωνιστικότητα της Ιταλίας. Αντίστοιχα, η σχέση άμεσων ξένων επενδύσεων-ανταγωνιστικότητας επιβεβαιώνεται για τη μετάβαση από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2009, αφού, εφόσον μειώνονται οι άμεσες ξένες επενδύσεις, μειώνεται η ανταγωνιστικότητα της Ιταλίας. Τέλος, η σχέση τιμών καταναλωτών-ανταγωνιστικότητας επιβεβαιώνεται για τη μετάβαση από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2009 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 στο πρώτο τρίμηνο του 2010, αφού, εφόσον από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2009 μειώνονται οι τιμές καταναλωτών, αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της Ιταλίας και αφού, εφόσον από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 στο πρώτο τρίμηνο του 2010 αυξάνονται οι τιμές καταναλωτών, μειώνεται η ανταγωνιστικότητα της Ιταλίας.

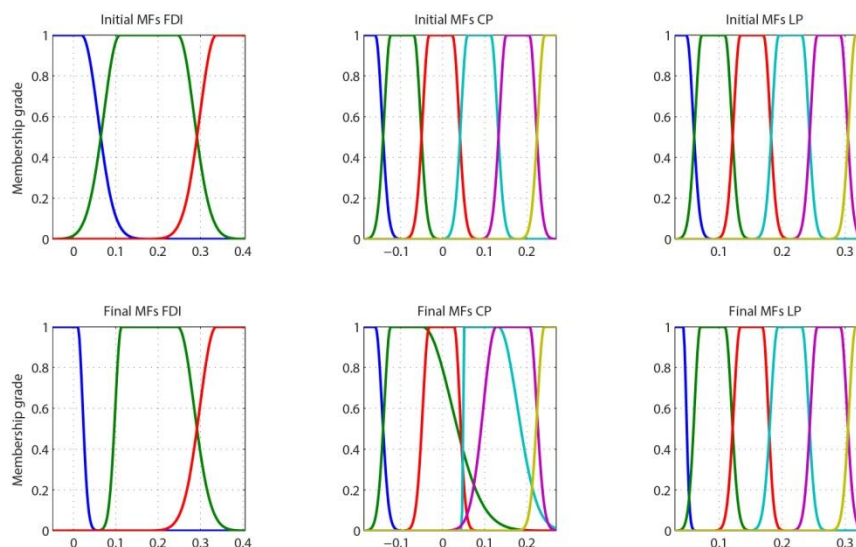
Εν συνεχεία, η παραγωγικότητα προσωπικού είναι μηδέν σε όλα τα τρίμηνα του 2010, οι άμεσες ξένες επενδύσεις αυξάνονται σταθερά σε όλα τα τρίμηνα του 2010 και οι τιμές καταναλωτών αυξάνονται από το πρώτο στο δεύτερο τρίμηνο του 2010, μειώνονται από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2010 και μειώνονται από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2010. Από την άλλη, η ανταγωνιστικότητα αυξάνεται σε όλα τα τρίμηνα του 2010. Έτσι, παρατηρείται ότι η σχέση παραγωγικότητας προσωπικού-ανταγωνιστικότητας δεν μπορεί να προσδιοριστεί για κανένα τρίμηνο του 2010. Αντίστοιχα, η σχέση άμεσων ξένων επενδύσεων-ανταγωνιστικότητας επιβεβαιώνεται για όλες τις μεταβάσεις ανάμεσα στα τρίμηνα του 2010, αφού, εφόσον αυξάνονται οι άμεσες ξένες επενδύσεις, αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της Ιταλίας. Τέλος, η σχέση τιμών καταναλωτών-ανταγωνιστικότητας επιβεβαιώνεται για τη μετάβαση από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2010 και από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2010, αφού, εφόσον από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2010 μειώνονται οι τιμές καταναλωτών, αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της Ιταλίας και αφού, εφόσον από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2010 μειώνονται οι τιμές καταναλωτών, αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της Ιταλίας.

Σε γενικές γραμμές κατά τις περιόδους αξιολόγησης (16 τρίμηνα) το μοντέλο καταφέρνει να συλλάβει τις σχέσεις εισόδων-εξόδου αρκετά ικανοποιητικά, καθόσον οι προβλέψεις κάθε τριμήνου ακολουθούν την πραγματική τάση της ανταγωνιστικότητας (μείωση ή αύξηση).

5.4 Ισπανία

Οι αρχικές συναρτήσεις συμμετοχής κάθε μεταβλητής εισόδου που προέκυψαν από την προσαρμογή των παραμέτρων τους με τη βοήθεια του ANFIS πριν, όμως, από την εκπαίδευση του μοντέλου και οι τελικές συναρτήσεις συμμετοχής που προέκυψαν μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας εκπαίδευσης του μοντέλου ANFIS παρουσιάζονται στο σχήμα 5.4.1. Στην προκειμένη περίπτωση, ο βέλτιστος ασαφής συμπερασμός επιτυγχάνεται μετά από 1000 εποχές με τρεις συναρτήσεις συμμετοχής τύπου Gauss 2 για τις άμεσες ξένες επενδύσεις, έξι συναρτήσεις συμμετοχής τύπου

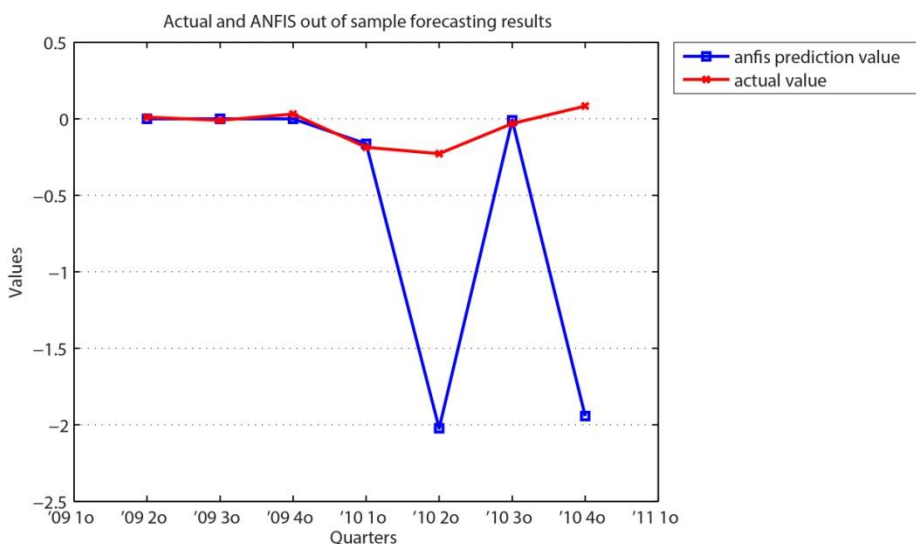
Gauss 2 για τις τιμές των καταναλωτών και έξι συναρτήσεις συμμετοχής τύπου Gauss 2 για την παραγωγικότητα προσωπικού και το μέγεθος βήματος να ορίζεται σε 0.01.



Σχήμα 5.4.1: Αρχικές και τελικές συναρτήσεις συμμετοχής

Από το σχήμα 5.4.1 παρατηρείται ότι η σύγκριση ανάμεσα στις αρχικές και στις τελικές συναρτήσεις συμμετοχής των δεδομένων εισόδου υποδηλώνει μεγάλες διαφορές για τις συναρτήσεις συμμετοχής των άμεσων ξένων επενδύσεων και των τιμών καταναλωτών και το μοντέλο κατέληξε σε αξιοσημείωτη απόκλιση ανάμεσα στις αρχικές και τελικές συναρτήσεις συμμετοχής, ενώ για τις συναρτήσεις συμμετοχής της παραγωγικότητας προσωπικού υποδηλώνει μικρές διαφορές και το μοντέλο κατέληξε σε επαρκή ομοιότητα ανάμεσα στις αρχικές και τελικές συναρτήσεις συμμετοχής.

Τέλος, στο σχήμα 5.4.2 φαίνεται η σύγκριση ανάμεσα στις πραγματικές τιμές της ανταγωνιστικότητας και στις τιμές που προκύπτουν από την πρόβλεψη με τη μέθοδο ANFIS.



Σχήμα 5.4.2: Σύγκριση μεταξύ πραγματικών τιμών και τιμών από το ANFIS

Από το σχήμα 5.4.2 παρατηρείται ότι από το δεύτερο τρίμηνο του 2009 στο τρίτο τρίμηνο του 2009, από το τρίτο τρίμηνο του 2009 στο τέταρτο τρίμηνο του 2009, από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 στο πρώτο τρίμηνο του 2010, από το πρώτο τρίμηνο του 2010 στο δεύτερο τρίμηνο του 2010 και από το δεύτερο τρίμηνο του 2010 στο τρίτο τρίμηνο του 2010 οι πραγματικές τιμές της ανταγωνιστικότητας και οι τιμές που προκύπτουν από την πρόβλεψη με τη μέθοδο ANFIS είναι αρκετά πανομοιότυπες και ακολουθούν την ίδια τάση αύξησης ή μείωσης, το οποίο σημαίνει ότι το μοντέλο λειτουργεί αρκετά ικανοποιητικά. Αντίθετα, από το τρίτο τρίμηνο του 2010 στο τέταρτο τρίμηνο του 2010 αυτές οι τιμές αποκλίνουν αρκετά μεταξύ τους και ενώ οι πραγματικές τιμές έχουν μικρή τάση αύξησης, το μοντέλο πρόβλεψης έχει μεγάλη τάση μείωσης και προς άλλη κατεύθυνση από εκείνη των πραγματικών τιμών, το οποίο σημαίνει ότι το μοντέλο χάνει την αποτελεσματικότητα και την αξιοπιστία του.

Έπειτα, εξετάζεται το κατά πόσο με τα συγκεκριμένα δεδομένα εισόδων και εξόδου που έχουν επιλεγεί, επιβεβαιώνονται ή όχι αυτές οι σχέσεις εισόδων-εξόδου που έχουν υποθεθεί για την Ισπανία.

Για την Ισπανία, η παραγωγικότητα προσωπικού αυξάνεται σταθερά σε όλα τα τρίμηνα του 2009, οι άμεσες ξένες επενδύσεις αυξάνονται σταθερά σε όλα τα τρίμηνα του 2009 και οι τιμές καταναλωτών μειώνονται από το δεύτερο τρίμηνο στο τρίτο τρίμηνο του 2009 και αυξάνονται από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2009. Από την άλλη, η ανταγωνιστικότητα μειώνεται από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2009 και αυξάνεται από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2009. Κατά τη μετάβαση από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 στο πρώτο τρίμηνο του 2010, μειώνεται η ανταγωνιστικότητα, οι άμεσες ξένες επενδύσεις και οι τιμές καταναλωτών, ενώ αυξάνεται η παραγωγικότητα προσωπικού. Έτσι, παρατηρείται ότι η σχέση παραγωγικότητας προσωπικού-ανταγωνιστικότητας επιβεβαιώνεται για τη μετάβαση

από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2009, αφού, εφόσον αυξάνεται η παραγωγικότητα προσωπικού, αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της Ισπανίας. Αντίστοιχα, η σχέση άμεσων ξένων επενδύσεων-ανταγωνιστικότητας επιβεβαιώνεται για τη μετάβαση από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2009 και από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 στο πρώτο τρίμηνο του 2010, αφού, εφόσον από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2009 αυξάνονται οι άμεσες ξένες επενδύσεις, αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της Ισπανίας και αφού, εφόσον από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 στο πρώτο τρίμηνο του 2010 μειώνονται οι άμεσες ξένες επενδύσεις, μειώνεται η ανταγωνιστικότητα της Ισπανίας. Τέλος, η σχέση τιμών καταναλωτών-ανταγωνιστικότητας δεν επιβεβαιώνεται για καμιά μετάβαση ανάμεσα στα τρίμηνα του 2009.

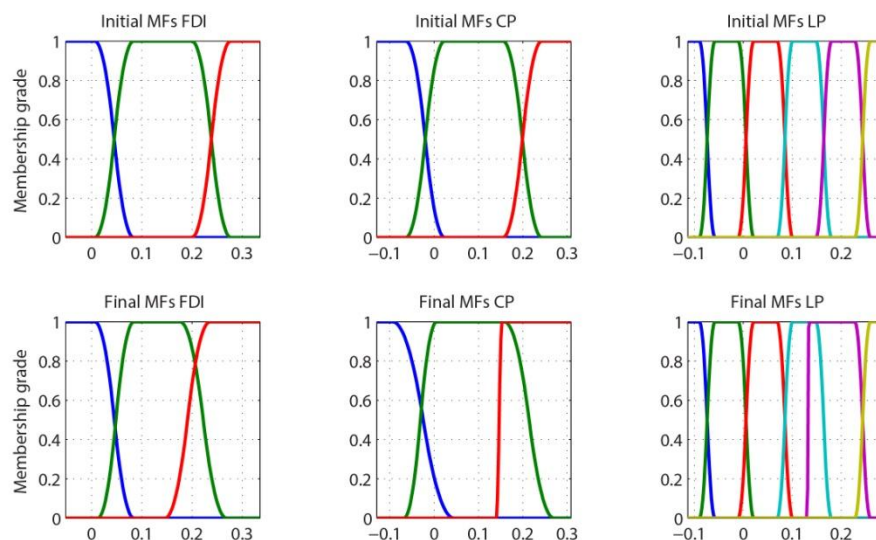
Εν συνεχεία, η παραγωγικότητα προσωπικού αυξάνεται σταθερά σε όλα τα τρίμηνα του 2010, οι άμεσες ξένες επενδύσεις μειώνονται σταθερά σε όλα τα τρίμηνα του 2010 και οι τιμές καταναλωτών αυξάνονται από το πρώτο στο δεύτερο τρίμηνο του 2010, μειώνονται από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2010 και αυξάνονται από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2010. Από την άλλη, η ανταγωνιστικότητα αυξάνεται σε όλα τα τρίμηνα του 2010. Έτσι, παρατηρείται ότι η σχέση παραγωγικότητας προσωπικού-ανταγωνιστικότητας επιβεβαιώνεται για τη μετάβαση από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2010 και από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2010, αφού, εφόσον από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2010 αυξάνεται η παραγωγικότητα προσωπικού, αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της Ισπανίας και αφού, εφόσον από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2010 αυξάνεται η παραγωγικότητα προσωπικού, αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της Ισπανίας. Αντίστοιχα, η σχέση άμεσων ξένων επενδύσεων-ανταγωνιστικότητας επιβεβαιώνεται για τη μετάβαση από το πρώτο στο δεύτερο τρίμηνο του 2010, αφού, εφόσον μειώνονται οι άμεσες ξένες επενδύσεις, μειώνεται η ανταγωνιστικότητα της Ισπανίας. Τέλος, η σχέση τιμών καταναλωτών-ανταγωνιστικότητας επιβεβαιώνεται για τη μετάβαση από το πρώτο στο δεύτερο τρίμηνο του 2010 και από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2010, αφού, εφόσον από το πρώτο στο δεύτερο τρίμηνο του 2010 αυξάνονται οι τιμές καταναλωτών, μειώνεται η ανταγωνιστικότητα της Ισπανίας και αφού, εφόσον από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2010 μειώνονται οι τιμές καταναλωτών, αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της Ισπανίας.

Σε γενικές γραμμές κατά τις περιόδους αξιολόγησης (16 τρίμηνα) το μοντέλο καταφέρνει να συλλάβει τις σχέσεις εισόδων-εξόδου αρκετά ικανοποιητικά, καθόσον οι προβλέψεις κάθε τριμήνου ακολουθούν την πραγματική τάση της ανταγωνιστικότητας (μείωση ή αύξηση).

5.5 Πορτογαλία

Οι αρχικές συναρτήσεις συμμετοχής κάθε μεταβλητής εισόδου που προέκυψαν από την προσαρμογή των παραμέτρων τους με τη βοήθεια του ANFIS πριν, όμως, από την εκπαίδευση του μοντέλου και οι τελικές συναρτήσεις συμμετοχής που προέκυψαν μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας εκπαίδευσης του μοντέλου ANFIS παρουσιάζονται στο σχήμα 5.5.1. Στην προκειμένη περίπτωση, ο βέλτιστος ασαφής

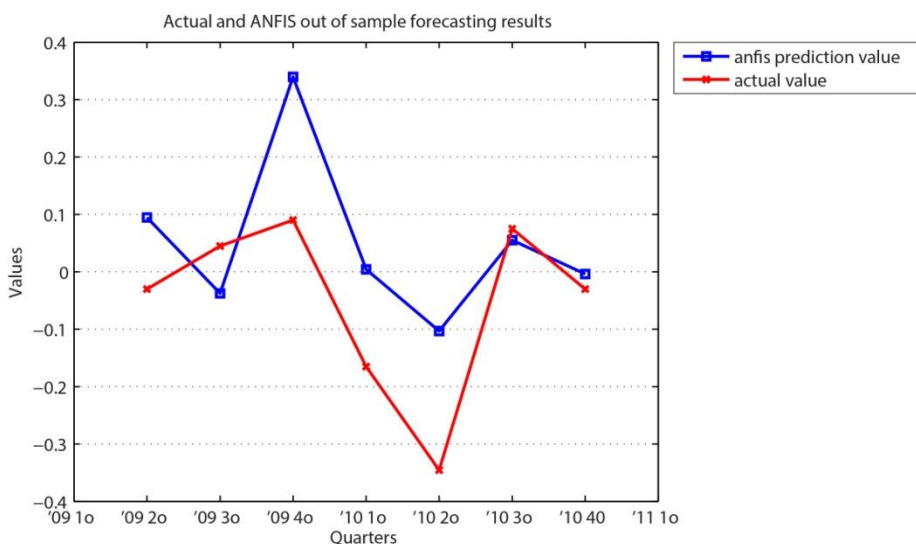
συμπερασμός επιτυγχάνεται μετά από 1000 εποχές με τρεις συναρτήσεις συμμετοχής τύπου Pi για τις άμεσες ξένες επενδύσεις, τρεις συναρτήσεις συμμετοχής τύπου Pi για τις τιμές των καταναλωτών και έξι συναρτήσεις συμμετοχής τύπου Pi για την παραγωγικότητα προσωπικού και το μέγεθος βήματος να ορίζεται σε 0.01.



Σχήμα 5.5.1: Αρχικές και τελικές συναρτήσεις συμμετοχής

Από το σχήμα 5.5.1 παρατηρείται ότι η σύγκριση ανάμεσα στις αρχικές και στις τελικές συναρτήσεις συμμετοχής των δεδομένων εισόδου υποδηλώνει μεγάλες διαφορές για τις συναρτήσεις συμμετοχής των άμεσων ξένων επενδύσεων και των τιμών καταναλωτών και το μοντέλο κατέληξε σε αξιοσημείωτη απόκλιση ανάμεσα στις αρχικές και τελικές συναρτήσεις συμμετοχής, ενώ για τις συναρτήσεις συμμετοχής της παραγωγικότητας προσωπικού υποδηλώνει μικρές διαφορές και το μοντέλο κατέληξε σε επαρκή ομοιότητα ανάμεσα στις αρχικές και τελικές συναρτήσεις συμμετοχής.

Τέλος, στο σχήμα 5.5.2 φαίνεται η σύγκριση ανάμεσα στις πραγματικές τιμές της ανταγωνιστικότητας και στις τιμές που προκύπτουν από την πρόβλεψη με τη μέθοδο ANFIS.



Σχήμα 5.5.2: Σύγκριση μεταξύ πραγματικών τιμών και τιμών από το ANFIS

Από το σχήμα 5.5.2 παρατηρείται ότι από το τρίτο τρίμηνο του 2009 στο τέταρτο τρίμηνο του 2009, από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 στο πρώτο τρίμηνο του 2010, από το πρώτο τρίμηνο του 2010 στο δεύτερο τρίμηνο του 2010, από το δεύτερο τρίμηνο του 2010 στο τρίτο τρίμηνο του 2010 και από το τρίτο τρίμηνο του 2010 στο τέταρτο τρίμηνο του 2010 οι πραγματικές τιμές της ανταγωνιστικότητας και οι τιμές που προκύπτουν από την πρόβλεψη με τη μέθοδο ANFIS είναι αρκετά πανομοιότυπες και ακολουθούν την ίδια τάση αύξησης ή μείωσης, το οποίο σημαίνει ότι το μοντέλο λειτουργεί αρκετά ικανοποιητικά. Αντίθετα, από το δεύτερο τρίμηνο του 2009 στο τρίτο τρίμηνο του 2009 αυτές οι τιμές αποκλίνουν αρκετά μεταξύ τους και ενώ οι πραγματικές τιμές έχουν τάση αύξησης, το μοντέλο πρόβλεψης έχει τάση μείωσης, το οποίο σημαίνει ότι το μοντέλο χάνει την αποτελεσματικότητα και την αξιοπιστία του.

Έπειτα, εξετάζεται το κατά πόσο με τα συγκεκριμένα δεδομένα εισόδων και εξόδου που έχουν επιλεγεί, επιβεβαιώνονται ή όχι αυτές οι σχέσεις εισόδων-εξόδου που έχουν υποτεθεί για την Πορτογαλία.

Για την Πορτογαλία, η παραγωγικότητα προσωπικού αυξάνεται σταθερά σε όλα τα τρίμηνα του 2009, οι άμεσες ξένες επενδύσεις μειώνονται σταθερά σε όλα τα τρίμηνα του 2009 και οι τιμές καταναλωτών μειώνονται από το δεύτερο τρίμηνο στο τρίτο τρίμηνο του 2009 και αυξάνονται από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2009. Από την άλλη, η ανταγωνιστικότητα αυξάνεται σε όλα τα τρίμηνα του 2009. Κατά τη μετάβαση από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 στο πρώτο τρίμηνο του 2010, μειώνεται η ανταγωνιστικότητα και οι τιμές καταναλωτών, ενώ αυξάνεται η παραγωγικότητα προσωπικού και οι άμεσες ξένες επενδύσεις. Έτσι, παρατηρείται ότι η σχέση παραγωγικότητας προσωπικού-ανταγωνιστικότητας επιβεβαιώνεται για όλες τις μεταβάσεις ανάμεσα στα τρίμηνα του 2009, αφού, εφόσον αυξάνεται η παραγωγικότητα προσωπικού, αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της Πορτογαλίας.

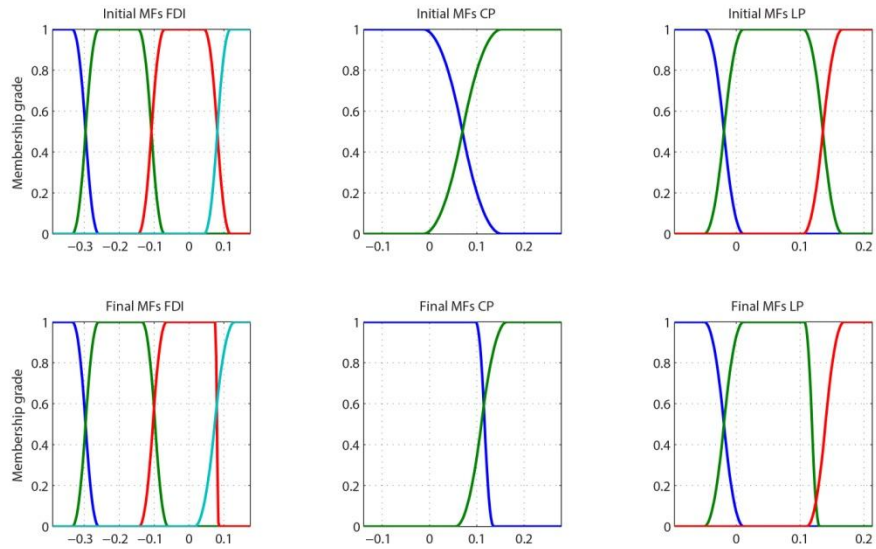
Αντίστοιχα, η σχέση άμεσων ξένων επενδύσεων-ανταγωνιστικότητας δεν επιβεβαιώνεται για καμιά μετάβαση ανάμεσα στα τρίμηνα του 2009. Τέλος, η σχέση τιμών καταναλωτών-ανταγωνιστικότητας επιβεβαιώνεται για τη μετάβαση από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2009, αφού, εφόσον οι τιμές καταναλωτών μειώνονται, αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της Πορτογαλίας. Επιπλέον, για τη μετάβαση από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 στο πρώτο τρίμηνο του 2010 δεν επιβεβαιώνεται καμία από τις σχέσεις εισόδων-εξόδου.

Εν συνεχεία, η παραγωγικότητα προσωπικού αυξάνεται σταθερά σε όλα τα τρίμηνα του 2010, οι άμεσες ξένες επενδύσεις αυξάνονται σταθερά σε όλα τα τρίμηνα του 2010 και οι τιμές καταναλωτών αυξάνονται από το πρώτο στο δεύτερο τρίμηνο του 2010, μειώνονται από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2010 και αυξάνονται από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2010. Από την άλλη, η ανταγωνιστικότητα μειώνεται από το πρώτο στο δεύτερο τρίμηνο του 2010, αυξάνεται από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2010 και μειώνεται από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2010. Έτσι, παρατηρείται ότι η σχέση παραγωγικότητας προσωπικού-ανταγωνιστικότητας επιβεβαιώνεται για τη μετάβαση από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2010, αφού, εφόσον από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2010 αυξάνεται η παραγωγικότητα προσωπικού, αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της Πορτογαλίας. Αντίστοιχα, η σχέση άμεσων ξένων επενδύσεων-ανταγωνιστικότητας επιβεβαιώνεται για τη μετάβαση από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2010, αφού, εφόσον αυξάνονται οι άμεσες ξένες επενδύσεις, αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της Πορτογαλίας. Τέλος, η σχέση τιμών καταναλωτών-ανταγωνιστικότητας επιβεβαιώνεται για όλες τις μεταβάσεις ανάμεσα στα τρίμηνα του 2010, αφού, εφόσον από το πρώτο στο δεύτερο τρίμηνο του 2010 αυξάνονται οι τιμές καταναλωτών, μειώνεται η ανταγωνιστικότητα της Πορτογαλίας, αφού, εφόσον από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2010 μειώνονται οι τιμές καταναλωτών, αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της Πορτογαλίας και αφού, εφόσον από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2010 αυξάνονται οι τιμές καταναλωτών, μειώνεται η ανταγωνιστικότητα της Πορτογαλίας.

Σε γενικές γραμμές κατά τις περιόδους αξιολόγησης (16 τρίμηνα) το μοντέλο καταφέρνει να συλλάβει τις σχέσεις εισόδων-εξόδου αρκετά ικανοποιητικά, καθόσον οι προβλέψεις κάθε τριμήνου ακολουθούν την πραγματική τάση της ανταγωνιστικότητας (μείωση ή αύξηση).

5.6 Γερμανία

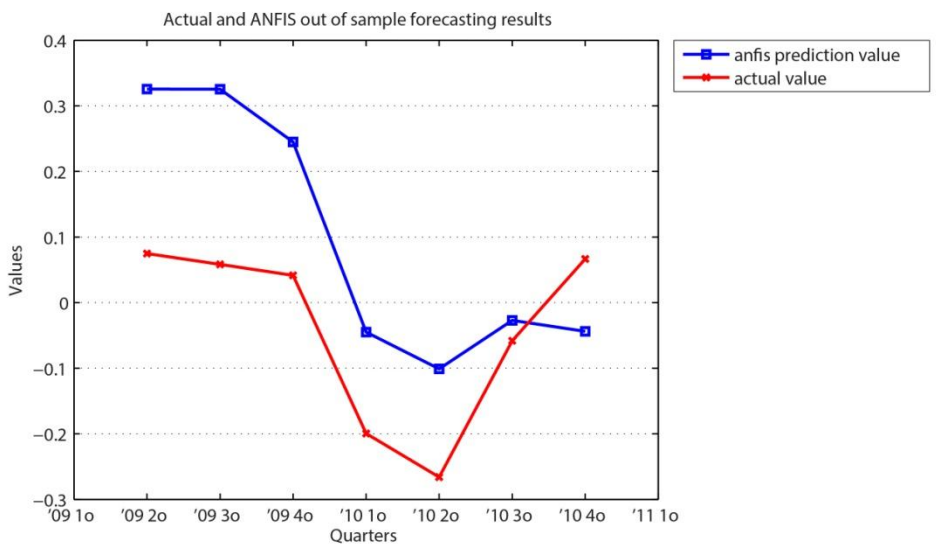
Οι αρχικές συναρτήσεις συμμετοχής κάθε μεταβλητής εισόδου που προέκυψαν από την προσαρμογή των παραμέτρων τους με τη βοήθεια του ANFIS πριν, όμως, από την εκπαίδευση του μοντέλου και οι τελικές συναρτήσεις συμμετοχής που προέκυψαν μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας εκπαίδευσης του μοντέλου ANFIS παρουσιάζονται στο σχήμα 5.6.1. Στην προκειμένη περίπτωση, ο βέλτιστος ασαφής συμπερασμός επιτυγχάνεται μετά από 1000 εποχές με τέσσερις συναρτήσεις συμμετοχής τύπου Pi για τις άμεσες ξένες επενδύσεις, δύο συναρτήσεις συμμετοχής τύπου Pi για τις τιμές των καταναλωτών και τρεις συναρτήσεις συμμετοχής τύπου Pi για την παραγωγικότητα προσωπικού και το μέγεθος βήματος να ορίζεται σε 0.01.



Σχήμα 5.6.1: Αρχικές και τελικές συναρτήσεις συμμετοχής

Από το σχήμα 5.6.1 παρατηρείται ότι η σύγκριση ανάμεσα στις αρχικές και στις τελικές συναρτήσεις συμμετοχής των δεδομένων εισόδου υποδηλώνει μικρές διαφορές και το μοντέλο κατέληξε σε επαρκή ομοιότητα ανάμεσα στις αρχικές και τελικές συναρτήσεις συμμετοχής.

Τέλος, στο σχήμα 5.6.2 φαίνεται η σύγκριση ανάμεσα στις πραγματικές τιμές της ανταγωνιστικότητας και στις τιμές που προκύπτουν από την πρόβλεψη με τη μέθοδο ANFIS.



Σχήμα 5.6.2: Σύγκριση μεταξύ πραγματικών τιμών και τιμών από το ANFIS

Από το σχήμα 5.6.2 παρατηρείται ότι από το δεύτερο τρίμηνο του 2009 στο τρίτο τρίμηνο του 2009, από το τρίτο τρίμηνο του 2009 στο τέταρτο τρίμηνο του 2009, από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 στο πρώτο τρίμηνο του 2010, από το πρώτο τρίμηνο του 2010 στο δεύτερο τρίμηνο του 2010 και από το δεύτερο τρίμηνο του 2010 στο τρίτο τρίμηνο του 2010 οι πραγματικές τιμές της ανταγωνιστικότητας και οι τιμές που προκύπτουν από την πρόβλεψη με τη μέθοδο ANFIS είναι αρκετά πανομοιότυπες και ακολουθούν την ίδια τάση αύξησης ή μείωσης, το οποίο σημαίνει ότι το μοντέλο λειτουργεί αρκετά ικανοποιητικά. Αντίθετα, από το τρίτο τρίμηνο του 2010 στο τέταρτο τρίμηνο του 2010 αυτές οι τιμές αποκλίνουν αρκετά μεταξύ τους και ενώ οι πραγματικές τιμές έχουν τάση αύξησης, το μοντέλο πρόβλεψης έχει τάση μείωσης, το οποίο σημαίνει ότι το μοντέλο χάνει την αποτελεσματικότητα και την αξιοπιστία του.

Έπειτα, εξετάζεται το κατά πόσο με τα συγκεκριμένα δεδομένα εισόδων και εξόδου που έχουν επιλεγεί, επιβεβαιώνονται ή όχι αυτές οι σχέσεις εισόδων-εξόδου που έχουν υποθεθεί για την Γερμανία.

Για την Γερμανία, η παραγωγικότητα προσωπικού αυξάνεται σταθερά σε όλα τα τρίμηνα του 2009, οι άμεσες ξένες επενδύσεις αυξάνονται σταθερά σε όλα τα τρίμηνα του 2009 και οι τιμές καταναλωτών μειώνονται από το δεύτερο τρίμηνο στο τρίτο τρίμηνο του 2009 και από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2009. Από την άλλη, η ανταγωνιστικότητα μειώνεται σε όλα τα τρίμηνα του 2009. Κατά τη μετάβαση από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 στο πρώτο τρίμηνο του 2010, μειώνεται η ανταγωνιστικότητα, οι άμεσες ξένες επενδύσεις και η παραγωγικότητα προσωπικού, ενώ αυξάνονται οι τιμές καταναλωτών. Έτσι, παρατηρείται ότι η σχέση παραγωγικότητας προσωπικού-ανταγωνιστικότητας, η σχέση άμεσων ξένων επενδύσεων-ανταγωνιστικότητας και η σχέση τιμών καταναλωτών-ανταγωνιστικότητας δεν επιβεβαιώνονται για καμιά μετάβαση ανάμεσα στα τρίμηνα του 2009. Επιπλέον, για τη μετάβαση από το τέταρτο τρίμηνο του 2009 στο πρώτο τρίμηνο του 2010 δεν επιβεβαιώνεται καμία από τις σχέσεις εισόδων-εξόδου.

Εν συνεχεία, η παραγωγικότητα προσωπικού αυξάνεται σταθερά σε όλα τα τρίμηνα του 2010, οι άμεσες ξένες επενδύσεις μειώνονται σταθερά σε όλα τα τρίμηνα του 2010 και οι τιμές καταναλωτών αυξάνονται από το πρώτο στο δεύτερο τρίμηνο του 2010, μειώνονται από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2010 και αυξάνονται από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2010. Από την άλλη, η ανταγωνιστικότητα μειώνεται από το πρώτο στο δεύτερο τρίμηνο του 2010, αυξάνεται από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2010 και αυξάνεται από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2010. Έτσι, παρατηρείται ότι η σχέση παραγωγικότητας προσωπικού-ανταγωνιστικότητας επιβεβαιώνεται για τη μετάβαση από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2010 και από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2010, αφού, εφόσον από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2010 αυξάνεται η παραγωγικότητα προσωπικού, αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της Γερμανίας και αφού, εφόσον από το τρίτο στο τέταρτο τρίμηνο του 2010 αυξάνεται η παραγωγικότητα προσωπικού, αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της Γερμανίας. Αντίστοιχα, η σχέση άμεσων ξένων επενδύσεων-ανταγωνιστικότητας επιβεβαιώνεται για τη μετάβαση από το πρώτο στο δεύτερο

τρίμηνο του 2010, αφού, εφόσον μειώνονται οι άμεσες ξένες επενδύσεις, μειώνεται η ανταγωνιστικότητα της Γερμανίας. Τέλος, η σχέση τιμών καταναλωτών-ανταγωνιστικότητας επιβεβαιώνεται για τη μετάβαση από το πρώτο στο δεύτερο τρίμηνο του 2010 και από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2010, αφού, εφόσον από το πρώτο στο δεύτερο τρίμηνο του 2010 αυξάνονται οι τιμές καταναλωτών, μειώνεται η ανταγωνιστικότητα της Γερμανίας και αφού, εφόσον από το δεύτερο στο τρίτο τρίμηνο του 2010 μειώνονται οι τιμές καταναλωτών, αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της Γερμανίας.

Σε γενικές γραμμές κατά τις περιόδους αξιολόγησης (16 τρίμηνα) το μοντέλο καταφέρνει να συλλάβει τις σχέσεις εισόδων-εξόδου αρκετά ικανοποιητικά, καθόσον οι προβλέψεις κάθε τριμήνου ακολουθούν την πραγματική τάση της ανταγωνιστικότητας (μείωση ή αύξηση).

Εξετάζοντας τις παραπάνω έξι χώρες, κυρίως λόγω της ακριβούς πρόβλεψης της τάσης της ανταγωνιστικότητας κάθε χώρας, συνάγεται το συμπέρασμα ότι το μοντέλο ανταποκρίνεται επιτυχώς στις τιμές των εισόδων. Επομένως, η αρχική υπόθεση ότι η παραγωγικότητα του προσωπικού, οι τιμές καταναλωτών και οι άμεσες ξένες επενδύσεις αποδεικνύουν την ύπαρξη επιβράδυνσης στον βαθμό υιοθέτησης νέων τεχνολογιών επιβεβαιώνεται από την σύλληψη της τάσης της ανταγωνιστικότητας της κάθε οικονομίας.

6. Εξαγωγή σφαλμάτων για κάθε μία από τις έξι χώρες

Έπειτα, μετά από την εκτέλεση του αλγορίθμου που εμπεριέχει το νευρο-ασαφές σύστημα ANFIS, ακολουθεί η εξαγωγή τεσσάρων τύπων σφαλμάτων ώστε να μπορέσει να γίνει η σύγκριση τόσο μεταξύ των διαφόρων δοκιμών που γίνονται όσον αφορά τον αριθμό και τύπο συναρτήσεων συμμετοχής, τον αριθμό εποχών, και το μέγεθος βήματος όσο και μεταξύ των διαφόρων χωρών όσον αφορά το πόσο αποκλίνει η πρόβλεψη των τιμών ανταγωνιστικότητας με το ANFIS από τις πραγματικές τιμές. Τα σφάλματα αυτά είναι τα εξής τέσσερα :

-Το μέσο τετραγωνικό σφάλμα (mean squared error-MSE)

$$MSE = \frac{1}{N} \cdot \sum_{t=1}^N e_t^2$$

Όπου e_t είναι η διαφορά ανάμεσα στις τιμές που προβλέπει το ANFIS και στις πραγματικές τιμές.

- Η ρίζα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (root mean squared error-RMSE)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N e_t^2}{N}}$$

Όπου e_t είναι η διαφορά ανάμεσα στις τιμές που προβλέπει το ANFIS και στις πραγματικές τιμές.

-Το μέσο απόλυτο σφάλμα (mean absolute error-MAE)

$$MAE = \frac{1}{N} \cdot \sum_{t=1}^N |e_t|$$

Όπου e_t είναι η διαφορά ανάμεσα στις τιμές που προβλέπει το ANFIS και στις πραγματικές τιμές.

-Το μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (mean absolute percentage error-MAPE)

$$MAPE = \frac{100}{N} \cdot \sum_{t=1}^N |e_t| = \frac{100}{N} \cdot \sum_{t=1}^N \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|$$

Όπου A_t είναι οι πραγματικές τιμές και F_t είναι οι τιμές που προβλέπει το ANFIS.

Κατά τη διάρκεια της φάσης αξιολόγησης, τα εκτός δείγματος δεδομένα διενεργούνται (carried out) και η έξοδος του μοντέλου συγκρίνεται με τα πραγματικά δεδομένα του επόμενου τριμήνου. Η λειτουργικότητα του μοντέλου εξετάζεται χρησιμοποιώντας τα τέσσερα σφάλματα που αναφέρθηκαν παραπάνω. Ο πίνακας 6.1 συνοψίζει τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης:

Πίνακας 6.1: Στατιστική λειτουργία του μοντέλου ANFIS

	Ελλάδα	Γαλλία	Ιταλία	Ισπανία	Πορτογαλία	Γερμανία
MSE	0,0575	0,0489	0,1618	1,0391	0,0248	0,0343
RMSE	0,2398	0,2212	0,4023	1,0193	0,1573	0,1851
MAE	0,1837	0,2139	0,2918	0,5630	0,1307	0,1689
MAPE	82,0823	710,7007	-	518,0976	165,9921	234,4722

Με βάση αυτά τα σφάλματα για κάθε χώρα, παρατηρείται ότι αν συγκριθούν αυτά τα σφάλματα ανάμεσα στις έξι χώρες που εξετάστηκαν, προκύπτει ότι η Πορτογαλία έχει το μικρότερο μέσο τετραγωνικό σφάλμα (MSE), το οποίο είναι 0,0248, τη μικρότερη ρίζα μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMSE), η οποία είναι 0,1573 και το μικρότερο μέσο απόλυτο σφάλμα (MAE), το οποίο είναι 0,1307. Αντίθετα, η Ελλάδα έχει το μικρότερο μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (MAPE), το οποίο είναι 82,0823. Σημειώνεται ότι για την Ιταλία, το μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (MAPE) δεν μπόρεσε να υπολογιστεί για τεχνικούς λόγους. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στον τύπο για αυτό το σφάλμα οι πραγματικές τιμές A_t που βρίσκονται στον παρονομαστή πρέπει να είναι διάφορες του μηδενός. Όμως, στην περίπτωση της

Ιταλίας, υπάρχουν μηδενικές τιμές για τις τιμές καταναλωτών στο τέταρτο τρίμηνο του 2006, για την παραγωγικότητα προσωπικού σε όλα τα τρίμηνα του 2010 και για την ανταγωνιστικότητα στο τρίτο τρίμηνο του 2009. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να απειρίζεται αυτό το σφάλμα και επομένως, να μην μπορεί να υπολογιστεί.

7. Συμπεράσματα-Μελλοντική Έρευνα

Αυτή η μεταπτυχιακή εργασία παρουσιάζει ένα σύστημα ασαφούς συμπερασμού για την προσδιορισμό της επιβράδυνσης των ομάδων συμφερόντων στην υιοθέτηση νέων τεχνολογιών. Οι ομάδες ιδιωτικών συμφερόντων παρεμβαίνουν στην ικανότητα μιας οικονομίας να προσαρμοστεί στην αλλαγή, να υιοθετήσει νέες τεχνολογίες και να παράγει νέες καινοτομίες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα αυτές να μειώνουν την ανταγωνιστικότητα της οικονομίας και κατ' επέκταση να μειώνουν την ανάπτυξη του ΑΕΠ ή ακόμα και να την καθιστούν αρνητική.

Για να προσδιοριστεί ο βαθμός υιοθέτησης νέων τεχνολογιών, ως έξοδος του συστήματος θεωρήθηκε η ανταγωνιστικότητα της οικονομίας.

Τρεις μεταβλητές επιλέχθηκαν ως είσοδοι στο μοντέλο: η παραγωγικότητα του προσωπικού, οι άμεσες ξένες επενδύσεις και οι τιμές καταναλωτών για τον προσδιορισμό της ανταγωνιστικότητας της Ελλάδας, της Γαλλίας, της Ιταλίας, της Ισπανίας, της Πορτογαλίας και της Γερμανίας. Σκοπός είναι ο προσδιορισμός των επιπτώσεων των ομάδων συμφερόντων στην υιοθέτηση νέων τεχνολογιών. Η αύξηση των τιμών των δύο πρώτων εισόδων και η μείωση της τρίτης εισόδου σημαίνει ότι αυξάνεται η ανταγωνιστικότητα της οικονομίας της κάθε χώρας και επομένως, η επιβράδυνση στην υιοθέτηση νέων τεχνολογιών, εξαιτίας της δράσης των ομάδων ιδιωτικών συμφερόντων, μειώνεται.

Το μοντέλο αναπτύσσεται χρησιμοποιώντας λογισμικό Matlab. Τα αποτελέσματα της πρόβλεψης είναι ικανοποιητικά και ενθαρρυντικά. Η θεωρία της ασαφούς λογικής μπόρεσε να κάνει καλή πρόβλεψη όσον αφορά τη μοντελοποίηση αβέβαιων δεδομένων. Το ANFIS και η χρήση του για την πρόβλεψη των τριμηνιαίων τιμών της ανταγωνιστικότητας αυτών των έξι χωρών έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, όμως τα πλεονεκτήματα υπερτερούν. Κάποια μειονεκτήματα είναι ότι η πολυπλοκότητά του σημαίνει μεγαλύτερες ανάγκες σε τεχνολογικό εξοπλισμό και επεξεργαστική ισχύ, δηλαδή ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση του αλγορίθμου και την εξαγωγή αποτελεσμάτων είναι μεγαλύτερος σε σχέση με ένα πιο απλό μοντέλο και επίσης το γεγονός ότι απαιτούνται πολλά δεδομένα για την καλύτερη εκπαίδευση του μοντέλου, καθώς λίγα δεδομένα δεν δίνουν τα επιθυμητά αποτελέσματα, δηλαδή την καλύτερη δυνατή πρόβλεψη με το μικρότερο δυνατό σφάλμα. Αντίθετα, τα πλεονεκτήματα είναι περισσότερα και είναι τα εξής:

- Είναι απλό να διατηρηθεί και να εφαρμοστεί στην πρόβλεψη πρακτικά.
- Συνδυάζει τις δυνατότητες των ασαφών συστημάτων και των νευρωνικών δικτύων.

- Το σύστημα που βασίζεται σε ασαφείς κανόνες ενσωματώνει την ευελιξία της ανθρώπινης διαδικασίας λήψης αποφάσεων μέσω της χρήσης της θεωρίας ασαφών συστημάτων και κάνει χρήση ασαφών γλωσσικών όρων οι οποίοι περιγράφονται από συναρτήσεις συμμετοχής.
- Απαιτεί λιγότερες και απλούστερες μεθόδους δοκιμής και σφάλματος για τη βελτιστοποίηση της αρχιτεκτονικής του.
- Είναι μη γραμμικό και ικανό να προσαρμόζεται και να μαθαίνει γρήγορα από αριθμητικές και γλωσσικές γνώσεις.
- Είναι μια χωρίς μοντέλο, εύκολη στην εφαρμογή προσέγγιση. Σε αντίθεση με παραδοσιακές μεθόδους χρονοσειρών, χρειάζεται λίγη εκπαίδευση για να υπολογιστούν οι προβλέψεις με το ANFIS. Εφαρμόζει μια διαδικασία που εφαρμόζεται μεμονωμένα (single-fitting) σε μη γραμμικές καταστάσεις, χωρίς την ανάγκη καθιέρωσης ενός τυπικού μοντέλου για το πρόβλημα το οποίο επιλύεται. Έτσι, δεν απαιτείται καμία εκ των προτέρων πληροφορία για να καθοριστεί η εμπειρική σχέση μεταξύ ερμηνευτικών (explanatory) και προβλεπόμενων μεταβλητών και η καταλληλότητα της μεθόδου ελέγχεται πάντα εκ των υστέρων.
- Η διαφανής δομή κανόνων του ANFIS επιτρέπει στον ερευνητή να εξάγει πληροφορίες σχετικά με την εμπειρική σχέση μεταξύ των δεδομένων εισόδου και των δεδομένων εξόδου κατά τη διάρκεια του χρόνου που τρέχει το μοντέλο και να παρέχει συνοπτικές εξηγήσεις.

Όσον αφορά τα διαγράμματα σύγκρισης των πραγματικών τιμών με τις τιμές που προβλέπει το ANFIS για κάθε χώρα, συμπεραίνεται ότι αυτή η συμπεριφορά και η απόκλιση που προκύπτει ανάμεσα στις πραγματικές τιμές ανταγωνιστικότητας και στις τιμές που προβλέπει το ANFIS για όλες τις χώρες, καθώς και ο διαφορετικός βαθμός απόκλισης για κάθε χώρα, οφείλεται στη φύση των δεδομένων εισόδου και εξόδου που χρησιμοποιούνται στο μοντέλο, στα λίγα δεδομένα εισόδου και εξόδου που υπάρχουν για κάθε χώρα, καθώς πρέπει να είναι της ίδιας χρονικής περιόδου για όλες τις χώρες και της ίδιας μορφής, εδώ τριμηνιαία, και στο διαφορετικό βαθμό διακύμανσης που αυτά παρουσιάζουν για κάθε χώρα. Επίσης, το γεγονός ότι δεν επιβεβαιώνονται είτε σε κάποια τρίμηνα είτε σε όλα τα τρίμηνα του 2009 ή του 2010 για όλες τις χώρες, κάποιες ή όλες οι σχέσεις εισόδων-εξόδων που έχουν υποτεθεί, οφείλεται είτε στις μετατροπές των τιμών της παραγωγικότητας προσωπικού και των άμεσων ξένων επενδύσεων από ετήσιες σε τριμηνιαίες με χρήση του προγράμματος EViews είτε στις μετατροπές των ίδιων τιμών σε ποσοστιαίες μεταβολές από έτος σε έτος με χρήση του Excel ώστε να είναι όλα τα δεδομένα ομοιόμορφα και ίδιου τύπου. Επιπρόσθετα, οφείλεται στο γεγονός ότι, λόγω των μετατροπών των τιμών της παραγωγικότητας προσωπικού και των άμεσων ξένων επενδύσεων ενδέχεται οι τιμές αυτές που προκύπτουν να επηρεάζουν τις τιμές των τιμών καταναλωτών και της ανταγωνιστικότητας και επομένως την απόδοση του μοντέλου πρόβλεψης ANFIS. Και αυτό, διότι το μοντέλο πρόβλεψης ANFIS παράγει αποτελέσματα αθροιστικά,

οπότε αυτή η επιρροή που ασκούν η παραγωγικότητα προσωπικού και οι άμεσες ξένες επενδύσεις στις τιμές καταναλωτών και την ανταγωνιστικότητα οδηγεί στη μη βέλτιστη δημιουργία κανόνων από το μοντέλο πρόβλεψης ANFIS.

Εξετάζοντας τις παραπάνω έξι χώρες, κυρίως λόγω της ακριβούς πρόβλεψης της τάσης της ανταγωνιστικότητας κάθε χώρας, συνάγεται το συμπέρασμα ότι το μοντέλο ανταποκρίνεται επιτυχώς στις τιμές των εισόδων. Επομένως, η αρχική υπόθεση ότι η παραγωγικότητα του προσωπικού, οι τιμές καταναλωτών και οι άμεσες ξένες επενδύσεις αποδεικνύουν την ύπαρξη επιβράδυνσης στον βαθμό υιοθέτησης νέων τεχνολογιών επιβεβαιώνεται από την σύλληψη της τάσης της ανταγωνιστικότητας της κάθε οικονομίας.

Πιθανές ενέργειες που θα μπορούσαν να γίνουν, έτσι ώστε να βελτιωθούν τα αποτελέσματα που προκύπτουν με το νευρο-ασαφές σύστημα ANFIS και να υπάρχουν ακόμη μικρότερα σφάλματα και καλύτερη προσαρμογή ανάμεσα στις πραγματικές τιμές και τις τιμές που προβλέπει το ANFIS, είναι οι εξής:

- Η εισαγωγή περισσότερων μεταβλητών εισόδου πέραν των τριών που ήδη χρησιμοποιήθηκαν, οι οποίες σχετίζονται με την έξοδο που θα προβλέψει το ANFIS.
- Η εισαγωγή περισσότερων μεταβλητών εξόδου για πρόβλεψη με το μοντέλο ANFIS και οι οποίες σχετίζονται με τις εισόδους που έχουν εισαχθεί.
- Η εύρεση και επιλογή περισσότερων μεταβλητών εισόδου όσον αφορά τη χρονική τους διάσταση, για παράδειγμα μηνιαίες τιμές ή ημερήσιες τιμές, όπου αυτό καθίσταται δυνατό.
- Η εύρεση ίδιων μεταβλητών όσον αφορά τη χρονική τους διάσταση, οι οποίες αφορούν την ίδια χρονική περίοδο και είναι, όπου αυτό καθίσταται δυνατό, ομοιόμορφες και ίδιου τύπου, για παράδειγμα ποσοστιαίες μεταβολές των τιμών αυτών από έτος σε έτος, ώστε να μπορεί το ANFIS να κάνει σωστή και κατά το δυνατόν (με το μικρότερο δυνατό σφάλμα) ακριβή πρόβλεψη.
- Η επιλογή διαφορετικού αριθμού εποχών και διαφορετικού μεγέθους βήματος για όλες τις δυνατές συναρτήσεις συμμετοχής, όσον αφορά τον αριθμό και τον τύπο τους.
- Η διαφορετική διάσπαση των δεδομένων για την εκπαίδευση και την αξιολόγηση, δηλαδή να επιλεγεί διαφορετικός αριθμός δεδομένων για εκπαίδευση και διαφορετικός αριθμός δεδομένων για αξιολόγηση.
- Η διαφορετική μετατροπή των δεδομένων της παραγωγικότητας προσωπικού και των άμεσων ξένων επενδύσεων από ετήσια σε τριμηνιαία, κάνοντας χρήση άλλων εντολών του EViews 7 εκτός της Constant-match sum. Άλλες εντολές είναι η Constant-match average, η οποία σε κάθε τρίμηνο κάθε έτους εισάγει την ίδια τιμή που έχει κάθε έτος, η Quadratic-match average, η οποία πραγματοποιεί μια αποκλειστική τοπική τετραγωνική παρεμβολή (proprietary local quadratic interpolation) ανάμεσα στα ετήσια δεδομένα ώστε να μετατραπούν σε τριμηνιαία, η Quadratic-match sum, η οποία διαιρεί κάθε

ετήσιο δεδομένο με τον αριθμό των ετήσιων δεδομένων που υπάρχουν προτού πραγματοποιήσει την αποκλειστική τοπική τετραγωνική παρεμβολή, η Linear-match last, η οποία εισάγει την τιμή που έχει κάθε έτος στο τελευταίο τρίμηνο του κάθε έτους και μετά πραγματοποιεί γραμμική παρεμβολή (linear interpolation) για να βρεθούν οι τιμές των υπόλοιπων τριών τριμήνων και η Cubic-match last, η οποία λειτουργεί όπως η Linear-match last, με μόνη διαφορά ότι χρησιμοποιεί μια κυβική spline (cubic spline) για να πραγματοποιήσει παρεμβολή.

- Η σύγκριση των αποτελεσμάτων του ANFIS για αυτές τις χώρες με αποτελέσματα του ANFIS για άλλες χώρες.
- Η σύγκριση των αποτελεσμάτων του ANFIS με αποτελέσματα από άλλα μοντέλα, τα οποία στηρίζονται πάνω σε άλλες θεωρίες και μεθοδολογίες, όπως νευρωνικά δίκτυα, ασαφής λογική, γραμμικά μοντέλα, μη γραμμικά μοντέλα, μοντέλα παλινδρόμησης, στοχαστικά μοντέλα και τα λοιπά.

Εν κατακλείδι, αυτά τα αποτελέσματα πρόβλεψης μπορούν να παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες και καθοδήγηση στους οικονομικούς αναλυτές και τους αναλυτές αγοράς, στους επιχειρηματίες και φυσικά στις κυβερνήσεις των εκάστοτε χωρών. Το ANFIS δίνει πολύ καλά αποτελέσματα πρόβλεψης και επομένως μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη οικονομικών μεγεθών και χρονοσειρών, αρκεί να τροφοδοτηθεί με τα κατάλληλα δεδομένα. Εν τούτοις, συνίσταται περαιτέρω έρευνα με τις πιθανές ενέργειες που προτάθηκαν προηγουμένως, προκειμένου να βελτιωθούν τα αποτελέσματα πρόβλεψης.

8. Βιβλιογραφία

8.1 Ελληνόγλωσση

Ατσαλάκης, Γ., Βαλαβάνης Κ., Ζοπουνίδης Κ. (2008). *Τεχνικές Χρηματοοικονομικών Προβλέψεων, Σειρά: Διοίκηση και Χρηματοοικονομική*, Εκδ. Κλειδάριθμος, Αθήνα

Ατσαλάκης, Γ., Ζοπουνίδης Κ. (2013). *Απλές Οικονομικές Λογικές Αναδιάταξης και Ανάκαμψης της Οικονομίας και των Επιχειρήσεων, Σειρά: Διοίκηση και Χρηματοοικονομική*, Εκδ. Κλειδάριθμος, Αθήνα

Ατσαλάκης, Γ., Ατσαλάκη, Ι., Ζοπουνίδης, Κ. (2013). *Οικονομική ανάπτυξη με παραγωγή και όχι τεχνική οικονομική μεγέθυνση*, Άρθρο δημοσιευμένο στα Χανιώτικα Νέα, Παρασκευή 8 Νοεμβρίου

Βλαχάβας, Ι., Κεφαλάς, Π., Βασιλειάδης, Ν., Κόκκορας, Φ., Σακελλαρίου, Η. (2006). *Τεχνητή Νοημοσύνη*, Γ' Έκδοση, Εκδ. Πανεπιστημίου Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη

Βολογιαννίδης, Σ. (2009). *Ευφυής Έλεγχος, Θεωρία και Εφαρμογές, Διδακτικές Σημειώσεις Τμήματος Πληροφορικής και Επικοινωνιών, Τομέας Αρχιτεκτονικής Υπολογιστικών και Βιομηχανικών Εφαρμογών, ΤΕΙ Σερρών*

Ιορδάνογλου, Ι. Χρυσάφης (2013). *Κράτος και ομάδες συμφερόντων: Μια κριτική της παραδεδεγμένης σοφίας*, Εκδ. Πόλις, Αθήνα

Μαυρογορδάτος, Θ. Γιώργος (1998). *Μεταξύ Πιτυοκάμπη και Προκρούστη: Οι επαγγελματικές οργανώσεις στη σημερινή Ελλάδα*, Εκδ. Οδυσσέας, Αθήνα

Μητσόπουλος, Μ., Πελαγίδης Θ. (2012). *Κατανοώντας την κρίση στην Ελλάδα*, Εκδ. Ψυχογιός, Αθήνα

Michels, R. (1997). *Η κοινωνιολογία των πολιτικών κομμάτων στη σύγχρονη δημοκρατία: Έρευνες γύρω από τις ολιγαρχικές τάσεις του ομαδικού βίου*, Εκδ. Γνώση, Αθήνα

Olson, M. (2007). *Η άνοδος και η παρακμή των εθνών: Οικονομική Μεγέθυνση, Στασιμότητα και Κοινωνικές Ακαμψίες*, Εκδ. Παπαζήση, Αθήνα

Ροβέρτος, Ε.Κ. (1998). *Υπολογιστική νοημοσύνη στον έλεγχο συστημάτων*, Εκδ. Π. Τραυλός- Ε. Κωσταράκη, Αθήνα

8.2 Ξενόγλωσση

Aristotelous, K., Fountas, S. (1996). An Empirical Analysis of Inward Foreign Direct Investment Flows in the EU with Emphasis on the Market Enlargement Hypothesis, *Journal of Common Market Studies*, Vol. 34, No. 4, pp. 571-583

Arnould, T., Oyama, T., Tano S. (1996). Deep combination of fuzzy inference and neural network in fuzzy inference software-FINEST, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 82, No. 2, pp. 151-160

Assilian, S., Mamdani E.H. (1975). An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller, *International Journal of Man-Machine Studies*, Vol. 7, No. 1, pp. 1-13

Barrell, R., Pain, N. (1997). Foreign Direct Investment, Technological Change, And Economic Growth Within Europe, *The Economic Journal*, Vol. 107, No. 445, pp. 1770-1786

Berenji, H.R., Khedkar P. (1992). Learning and tuning fuzzy logic controllers through reinforcements, *IEEE Transactions on Neural Networks*, Vol. 3, No. 5, pp. 724-740

Cantor, G. (1874). Über eine Eigenschaft des Inbegriffes aller reellen algebraischen Zahlen, *Journal für die Reine und Angewandte Mathematik*, Vol. 77, pp. 258–262

- Ca'Zorzi, M., Schnatz, B. (2007). Explaining and Forecasting Euro Area Exports: Which Competitiveness Indicator Performs Best?, *ECB Working Paper Series*, No. 833
- Chowdhury, A., Mavrotas, G. (2006). FDI and Growth: What Causes What?, *The World Economy*, Vol. 29, No. 1, pp. 9-19
- Ciarreta, A. (2012). Cartels and regulation: effects on prices and real sales in Sweden (1976-1990), *European Journal of Law and Economics*, Vol. 34, No. 1, pp. 127-146
- Cristian, R. Musetescu, Stamate, A. (2011). Formal Rules Versus an Economic Approach in Dealing with Cartels: The Need for More Coherence in European Competition Law, *Romanian Journal of European Affairs*, Vol. 11, No. 4, pp. 92-102
- Dayhoff, E. Judith, DeLeo, M. James (2001). Artificial neural networks: Opening the black box, *Cancer*, Vol. 91, No. 8, pp. 1615-1635
- Dick, R. Andrew (1996). When are cartels stable contracts?, *Journal of Law and Economics*, Vol. 39, No. 1, pp. 241-283
- Faruqui, A., Gupta, P. (1986). Forecasting the international competitiveness of American industry: a preliminary assessment, *Energy Technology*, Vol. 13
- Fendekova, E., Fendek M. (2013). Analysis of cartel equilibrium model and guarantee the conditions of economic competition, *Proceedings of the 7th Professor Aleksander Zelias International Conference on Modelling and Forecasting of Socio-Economic Phenomena*, 7-10 May, Zakopane, Poland, pp. 65-72
- Fernandez, P. Jose, Ordonez de Pablos, P. (2004). A study of the competitiveness of the Spanish construction industry, *World Review of Science, Technology and Sustainable Development*, Vol. 1, No. 1, pp. 50-59
- Garner, A. C. (1991). Forecasting Consumer Spending: Should Economists Pay Attention to Consumer Confidence Surveys?, *Economic Review*, Vol. 76, No. 3, pp. 57-71
- Glesner, M., Halgamuge S.K. (1994). Neural Networks in Designing Fuzzy Systems for Real World Applications, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 65, No. 1, pp. 1-12
- Grout, A. Paul, Sonderegger S. (2005). Predicting cartels, *Office of Fair Trading*, pp. 1-125
- Hennart, J.-F. (1983). The Political Economy of Growth, In D. Mueller, ed. *The Political Economy of Comparative Growth Rates: the Case of France*, New Haven and London: Yale University Press, pp.176-202
- Hermes, N., Lensink, R. (2010). Foreign direct investment, financial development and economic growth, *The Journal of Development Studies*, Vol. 40, No. 1, pp. 142-163

- Hines, W. (1997). *Matlab supplement to Fuzzy and Neural Approaches in Engineering*, John Wiley and Sons, Inc, New York
- Hymans, H. Saul (1970). Consumer Durable Spending: Explanation and Prediction, *Brookings Papers on Economic Activity*, Vol. 1970, No. 2, pp. 173-206
- Jang, J.S.R. (1993). ANFIS: Adaptive network-based fuzzy inference system. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, Vol. 23, No. 3, pp. 665-685
- Jang, J.S.R., Sun, C.-T., Mizutani, E. (1997). *Neuro-fuzzy and soft computing: a computational approach to learning and machine intelligence*, ed. Prentice Hall, New Jersey
- Juang, C.-F., Lin C.-T. (1998). An online self-constructing neural fuzzy inference network and its applications, *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, Vol. 6, No. 1, pp. 12-32
- Kasabov, N. (1998). Evolving fuzzy neural networks-Algorithms, applications and biological motivation, *Methodologies for the Conception, Design, and Applications of Soft Computing*, pp. 271-274
- Kruse, R., Nauck D. (1994). NEFCON-I: an X-Window based simulator for neural fuzzy controllers, *IEEE World Congress on Computational Intelligence*, Vol. 3, pp. 1638-1643
- Kruse, R., Nauck D. (1995). NEFCLASS: A Neuro-Fuzzy Approach for the Classification of Data, In George, K.M., Carrol, Janice H., Deaton, Ed, Oppenheim, Dave and Hightower, Jim, eds. *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Computing*, 26-28 Feb., Nashville, pp. 461-465
- Kruse, R., Nauck D. (1999). Neuro-fuzzy systems for function approximation, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 101, No. 2, pp. 261-271
- Levenstein, M., Suslow, V., Oswald L. (2003). International Price-Fixing Cartels and Developing Countries: A Discussion of Effects and Policy Remedies, *NBER Working Paper*, No. 9511
- Lewis, W. Arthur (1954). Economic Development with Unlimited Supplies of Labor, *Manchester School of Economic and Social Studies*, Vol. 22, No. 2, pp. 139-191
- Lin, C.-J., Lin C.-T. (1997). An ART-Based Fuzzy Adaptive Learning Control Network, *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, Vol. 5, No. 4, pp. 477-496
- Loderer, C. (1985). A Test of the OPEC Cartel Hypothesis: 1974-1983, *The Journal of Finance*, Vol. 40, No. 3, pp. 991-1006
- Mao-xing, H., Min-rong, L. (2008). On the Methods of Evaluation and Forecasting of Overall Competitiveness of Provincial Economy in China, *Education and Social*

Sciences: Journal of Fujian Normal University(Philosophy and Social Sciences Edition), No. 1

Marquez, J. (1994). Life expectancy of international cartels: An empirical analysis, *Review of Industrial Organization*, Vol. 9, No. 3, pp. 331-341

McCulloch, W., Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity, *Bulletin of Mathematical Biophysics*, Vol. 7, pp. 115 – 133

Ming-yong, L., Kun-yu, W., Shu-jin, Z. (2007). Forecasting Research on Export Competitiveness of Chinese Products to ASEAN- By Computable General Equilibrium Model, *Economics and Management: The Theory and Practice of Finance and Economics*, No. 4

Mncube, L. (2013). Strategic entry deterrence: Pioneer foods and the bread cartel, *Journal of Competition Law and Economics*, Vol. 9, No. 3, pp. 637-654

Mueller, E. (2012). Ten Years of Consumer Attitude Surveys: Their Forecasting Record, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 58, No. 304, pp. 899-917

Notaro, G. (2013). Methods for quantifying antitrust damages: The pasta cartel in Italy, *Journal of Competition Law and Economics*, Vol. 9, No. 3

Offe, C. (1981). The Attribution of Public Status to Interest Groups: Observations on the West German Case, In S. Berger, ed. *Organizing Interests in Western Europe*, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 123-158

Okun, M. Arthur (1975). *Equality and Efficiency: The Big Tradeoff*, The Brookings Institution, Washington

Petersen, N. (2013). Antitrust law and the promotion of democracy and economic growth, *Journal of Competition Law and Economics*, Vol. 9, No. 3, pp. 593-636

Pocs, R., Auzina-Emsina, A., Ozolina, V., Skribans V., Komkova, J. (2010), *LZP Ekonomikas*, pp. 111-118

Qaqaya, H., Lipimile, G. (2008). The effects of anti-competitive business practices on developing countries and their development prospects, *United Nations Conference on Trade and Development*, pp. 3-659

Roller, L.-H., Steen F. (2006). On the Workings of a Cartel: Evidence from the Norwegian Cement Industry, *The American Economic Review*, Vol. 96, No. 1, pp. 321-338

Schmitter, P. C. (1979). Still the Century of Corporatism?, In P. C. Schmitter and G. Lehmbruch, eds. *Trends Toward Corporatist Intermediation*, London: Sage Publications, pp. 7-52

- Shami, A. Ahmad, Lotfi, A., Lai E., Coleman, S. (2011). Forecasting Macro-Knowledge Competitiveness: Integrating Panel Data and Computational Intelligence, *Proceedings of the 31st Annual International Symposium on Forecasting*, 26-29 June, Prague, Czech Republic
- Sonmez, R., Rowings, E. James (1998). Construction Labor Productivity Modeling with Neural Networks, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 124, No. 6, pp. 498-504
- Sugeno, M., Takagi, T. (1985). Fuzzy identification of systems and its applications to modeling and control, *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, Vol. 15, No. 1, pp. 116-132
- Sugeno, M., Kang, G.T. (1988). Structure identification of fuzzy model, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 28, No. 1, pp. 15-33
- Sulzberger, S.M., Tschichold-Gurman, N., Vestli S.J. (1993). FUN: Optimization of fuzzy rule based systems using neural networks, *IEEE International Conference on Neural Networks*, Vol. 1, pp. 312-316
- Thomas, Randolph H., Sakarcan, S. Ahmet (1994). Forecasting Labor Productivity Using Factor Model, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 120, No. 1, pp. 228-239
- Werbos, J. Paul (1990). Backpropagation through time: what it does and how to do it, *Proceedings of the IEEE*, Vol. 78, No. 10, pp. 1550-1560
- Zadeh, A. Lotfi (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, Vol. 8, pp. 338–353
- Zadeh, A. Lotfi (1965). Fuzzy sets and systems, In J. Fox, ed. *System Theory*. Brooklyn, NY: Polytechnic Press, pp. 29–39