

Η ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΓΟΡΑ ΩΣ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Δρ. Δημήτριος Καραπιστόλης

Περίληψη

Στο άρθρο αυτό παρουσιάζεται μια νέα αντίληψη της λειτουργίας του χρηματιστηρίου και των καταστάσεων που δημιουργούνται από τους συμμετέχοντες σε μία χρηματιστηριακή αγορά. Η νέα αυτή αντίληψη βασίζεται στο ότι κάθε χρηματαγορά αποτελεί ένα οικονομικό σύστημα ενταγμένο στο γενικότερο σύστημα οικονομικής οργάνωσης, όπου η ανθρώπινη συμπεριφορά αποτελεί πρωταρχικό συστατικό της στοιχείο. Η ποικιλία των πληροφοριών που δέχεται το σύστημα από το περιβάλλον του και τα μηνύματα που εκπέμπει προς αυτό, σε συνδυασμό με το απροσδόκητο της συμπεριφοράς των στοιχείων της, αποτελούν παραμέτρους που χαρακτηρίζουν την κεφαλαιαγορά ως ανοικτό σύστημα. Η πολυπλοκότητα ενός τέτοιου σύνθετου συστήματος δημιουργεί προϋποθέσεις εφαρμογής της θερμοδυναμικής των μη αναστρέψιμων καταστάσεων, οι οποίες διέπονται από το γενικότερο νόμο της αυξανόμενης εντροπίας, σε βαθμό τέτοιο ώστε η χρηματιστηριακή αγορά να μπορεί **για πρώτη φορά στην Ελλάδα**, ενδεχομένως και στην **παγκόσμια βιβλιογραφία** να θεωρηθεί ως ένα θερμοδυναμικό σύστημα.

Άποψη η οποία διατυπώθηκε όταν εκπονούσα την διδακτορική μου διατριβή την περίοδο 1993-1996 με τίτλο «**Δημιουργία λογισμικού για την επιλογή του φερέγγυου χαρτοφυλακίου με μεθόδους της ανάλυσης δεδομένων**». [Καραπιστόλης Δ., 1996] Φυσικά δεν φανταζόμουν ότι την ίδια εποχή ένα ρεύμα σκέψεων από επιστήμονες στόχευε να λύσει τα προβλήματα της Οικονομίας με την χρήση των αρχών και των νόμων της Φυσικής, βάζοντας τα θεμέλια για τη δημιουργία ενός νέου επιστημονικού κλάδου, την **Οικονομική Φυσική (Econophysics)**.

Η αντιμετώπιση αυτή εκείνη την εποχή αποτέλεσε και ίσως αποτελεί και σήμερα ένα πρωτόγνωρο και αδιαμφισβήτητο γεγονός το οποίο εντάσσει το συγκεκριμένο πόνημα, δίχως καμία αμφιβολία στο πεδίο της Οικονομικής Φυσικής, αποτελώντας ένα σκαπανέα του νέου αυτού κλάδου της Οικονομίας.

1. Εισαγωγή

Το περιβάλλον μιας χρηματιστηριακής αγοράς προσδιορίζεται από τις οικονομικές σχέσεις και τις δραστηριότητες οι οποίες αναπτύσσονται μεταξύ των οικονομικών παραγόντων που σχετίζονται μ' αυτό.

Το σύνολο των δραστηριοτήτων αυτών εκλαμβάνεται στη παρούσα εργασία ως ένα ανοικτό σύστημα, δηλαδή ένα Ενιαίο Σύνολο που αποτελείται από αλληλένδετα μέρη, όπως λ.χ οι εισηγμένες εταιρείες με τις μετοχές που εξέδωσαν, οι χρηματιστηριακοί παράγοντες, το επενδυτικό κοινό κ.λ.π, τα οποία αποτελούν τα συστατικά του στοιχείο. Και τούτο διότι:

α) καθορίζεται από το σκοπό του που είναι η ικανοποίηση των εταιρειών για εξεύρεση κεφαλαίων και του επενδυτικού κοινού να τοποθετεί τα κεφάλαιά του, αποκομίζοντας οικονομικά οφέλη.

β) Ζωογονείται από τη δράση των παραγόντων του

γ) χαρακτηρίζεται από αλληλεπιδράσεις. Η προσφορά και η ζήτηση αυθόρμητα ή όχι καθορίζουν τις τιμές, αλλά οι τιμές καθορίζουν με τη σειρά τους το επίπεδο προσαρμογής της προσφοράς και της ζήτησης, οι οποίες εξαρτώνται από την κοινωνικοοικονομική κατάσταση τη δεδομένη χρονική στιγμή, η οποία δεν είναι ποτέ η ίδια με καμιά προηγούμενη, αλλά ούτε είναι πιθανόν να είναι ίδια με καμιά μελλοντική.

Η σημερινή αντίληψη περί χρηματιστηριακής αγοράς συνίσταται στο ότι η αγορά αυτή εξαρτάται από διάφορους κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες χωρίς να θεωρεί το αστάθμητο της ανθρώπινης συμπεριφοράς ως πρωταρχικό συστατικό στοιχείο του οικονομικού αυτού συστήματος. Όταν η παράμετρος αυτή δεν αγνοείται, όπως συμβαίνει επί του προκειμένου με

την παρούσα εργασία, τότε αποτελεί τον βασικό λόγο να προσλαμβάνεται η συγκεκριμένη αγορά ως ζωντανό ανοικτό σύστημα.

Για τον λόγο αυτό και σύμφωνα με την άποψη που θα τεκμηριωθεί στη συνέχεια, η πολυπλοκότητα που παρουσιάζει ένα τέτοιο σύστημα, αντιμετωπίζεται αποτελεσματικά με την αντίληψη της θερμοδυναμικής των μη αναστρέψιμων καταστάσεων, οι οποίες ως γνωστόν διέπονται από το γενικό νόμο της αυξανόμενης εντροπίας. [Prigogine I. 1945]

Δεν πρέπει να λησμονείται ότι η τυχαιότητα της κίνησης των τιμών των μετοχών είναι απόρροια της αντίληψης ότι η χρηματιστηριακή αγορά διέπεται από ντετερμινιστική αιτιοκρατία, αντίληψη την οποία σήμερα πλέον οφείλει κανείς να αμφισβητήσει μετά από την πληθώρα ερευνών που πραγματοποιήθηκαν στα μεγαλύτερα χρηματιστήρια του κόσμου, [Peters E.1991 pp. 27-42] και. [Συριόπουλος κ. 1996], τα συμπεράσματα των οποίων διαπιστώθηκε ότι ισχύουν και στο Χρηματιστήριο Αξιών των Αθηνών [Συριόπουλος Κ, και Σιρλαντζής Κ.,1994]

Με την ντετερμινιστική αντίληψη, που όπως θα διαφανεί διαφέρει ουσιαστικά της προτεινόμενης αντίληψης, σαφώς συστημικού χαρακτήρα, οι παρουσιαζόμενες μεταβολές των τιμών των μετοχών θεωρούνται ότι οφείλονται στην απλή επίδραση της προσφοράς και της ζήτησης που δημιουργείται κατά τη διάρκεια των συνεδριάσεων του χρηματιστηρίου. Αποτέλεσμα της αντίληψης αυτής είναι ότι στην κατάρτιση ενός χαρτοφυλακίου μετοχών να λαμβάνεται ως πρωταρχικό συστατικό στοιχείο της ανάλυσης, ο οικονομικός κίνδυνος που εκφράζεται μέσω της διακύμανσης του χαρτοφυλακίου.

Θεωρώντας συστημικά την πραγματικότητα και προσεγγίζοντας θερμοδυναμικά και όχι μηχανιστικά τη χρηματιστηριακή αγορά, εισάγεται στο σκεπτικό το στοιχείο μιας συνεχώς διαφοροποιούμενης και εξελισσόμενης κατάστασης στο πλαίσιο της οποίας ποιοτικοί παράγοντες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο δίπλα στους ποσοτικούς. Μια τέτοια θεώρηση επιτρέπει την αποκάλυψη μιας ενδιαφέρουσας πολυπλοκότητας που επιζητεί αποτελεσματική διαχείριση, μιας πολυπλοκότητας που συλλαμβάνεται ως έννοια και όχι ως μετά-έννοια του συστήματος.[Hadjiconstantinou G.,1996].

Το συμβατικό, το αφαιρετικό, το απλοποιητικό και το δυναμικό στοιχείο παραχωρούν τη θέση τους στο πολύπλοκο, το εξελισσόμενο και στο θερμοδυναμικό, ενώ το τυχαίο γεγονός ή οι απροσδόκητες εκτιμήσεις που πηγάζουν από το αστάθμητο της ανθρώπινης συμπεριφοράς, επιχειρείται να ληφθούν υπόψη αποκαλύπτοντας το εύθραυστο των εκάστοτε διαμορφούμενων σταθερών και ισόρροπων δήθεν καταστάσεων [Prigogine I και Stengers 1986, σ.173-206]

2. Συστημική προσέγγιση ενός οικονομικού φαινομένου

Μιλώντας για Συστημική Προσέγγιση μιλάμε για ένα βασικό αναπροσανατολισμό της επιστημονικής σκέψης. Θα ήταν ίσως σοφό να αποφύγουμε ακόμη να μιλάμε για μια νέα επιστήμη αναμένοντας καλύτερα τις εξελίξεις. Δεν θα ήταν όμως ιδιαίτερα παρακινδυνευμένο να μιλήσουμε για μια διαφορετική μεθοδολογία ικανή να προσεγγίσει τον πολύπλοκο κόσμο που μας περιβάλλει κατά τρόπο περισσότερο αποτελεσματικό.

Σωστότερο εντούτοις είναι να θεωρήσουμε τον «Συστημισμό» ως μία διαφορετική προσέγγιση της πραγματικότητας που επιτρέπει μια επανατοποθέτηση της έννοιας και του περιεχομένου της αποτελεσματικότητας της ανθρώπινης σκέψης και δράσης συντελώντας στην εποικοδομητικότερη εναρμόνιση αποφάσεων και επιπτώσεων. Μπορούμε να την θεωρήσουμε ως μία προσέγγιση διεπιστημονική η οποία συμπληρώνει τα κενά της ανάλυσης στο χώρο της έρευνας και της Τεχνολογίας συλλαμβάνοντας τον εμπειρικό κόσμο ως σχηματοποίηση αλληλοσυνδεδεμένων δραστηριοτήτων.[Χατζικωνσταντίνου Γ. 1985, σελ. 264],[De Rosnay J.,1975 σελ. 83-128], [Decleris M, 1991,σελ. 13-102].

Είναι γνωστό ότι η Καρτεσιανή αναλυτική σκέψη συνέβαλε τα μέγιστα στην πρόοδο της γνώσης. Ενδιαφέρθηκε εντούτοις στο παρελθόν και ενδιαφέρεται ακόμη σήμερα για τις μερικές αιτιότητες που συνήθως τις συλλαμβάνει απομονωμένες από το γενικό τους πλαίσιο. Το γνωστό «ceteris paribus» είναι συνηθισμένο και συχνά απαραίτητο. Το σύνολο οδηγείται στα πρωταρχικά του στοιχεία, τα πιο απλά, με σκοπό την επί μέρους μελέτη τους και την αποκάλυψη των μορφών και της φύσης των αλληλεπιδράσεων που υφίστανται μεταξύ τους. Και έπειτα παρεμβαίνοντας σε μια μεταβλητή κάθε φορά , ο αναλυτής επιχειρεί να αποκομίσει

γενικούς νόμους που επιτρέπουν την πρόγνωση των ιδιοτήτων του συνόλου κάτω από διαφορετικές συνθήκες [Χατζηκωνσταντίνου Γ. 1985, σελ. 152-182].

Η αρχή αυτή της τμηματοποίησης αποτελεί τη βάση της αναλυτικής μεθόδου που κατευθύνει στην εξειδίκευση της επιστημονικής σκέψης, ενώ συγχρόνως παρουσιάζεται χρήσιμη μεν αλλά και εν πολλοίς αναποτελεσματική σ' ότι αφορά την καθολική θεώρηση καταστάσεων υψηλού βαθμού πολυπλοκότητας (πολυσύνθετα και υπερσύνθετα συστήματα, όπου ο «θόρυβος», είτε απορροφάται, είτε αποτελεί απαραίτητο στοιχείο της ύπαρξής τους). Αναμφιβόλως η καθολική θεώρηση των πραγμάτων, όσο αυτή είναι εφικτή, αποτελεί την απαραίτητη προϋπόθεση για την κατανόηση των εξελισσόμενων φαινομένων κατά τρόπο συνεχή και δομημένο. Η αντίληψη λοιπόν που εισάγει η Συστημική Προσέγγιση είναι ότι η ολότητα αποτελεί κάτι διαφορετικό από το άθροισμα των μερών, αφού έχει διαφορετικές ιδιότητες από εκείνες που παρουσιάζουν τα τμήματα που τη συνθέτουν θεωρούμενα χωριστά [Χατζηκωνσταντίνου Γ. 1986, σελ. 271].

Ένα σύστημα επομένως είναι κάτι περισσότερο ή και κάτι λιγότερο από το απλό άθροισμα των μερών που το συναποτελούν. Και τούτο διότι είτε αυξηθεί είτε μειωθεί ο αριθμός των επί μέρους στοιχείων του συστήματος, μεταξύ των τμημάτων του εμφανίζονται νέες ιδιότητες ή παύουν να υφίστανται ορισμένες από αυτές που ήδη υπήρχαν.

Η αναλυτική μέθοδος, όπως προηγουμένως αναφέρθηκε, αποκαλύπτει τις μερικές αιτιότητες οι οποίες όμως είναι απομονωμένες από το πλαίσιο μέσα στο οποίο εντάσσονται, με επακόλουθο συνδυαζόμενες να μην ανασυνθέτουν επαρκώς την πραγματικότητα. Η Συστημική Προσέγγιση αντιθέτως κατευθύνει τη σκέψη του ερευνητή, μέσω της ιεράρχησης των επιπέδων οργάνωσης του δομημένου συνόλου, μέχρι τη γνώση και αποκάλυψη των διαρθρωτικών λειτουργιών του συστήματος, λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψη τις αλληλεπιδράσεις και αλληλεξαρτήσεις των επί μέρους συστατικών του συστήματος. Θα προσέθετε δε κανείς ότι επειδή η διάκριση αιτίου και αποτελέσματος κατά την αλληλεπίδραση των επί μέρους στοιχείων ενός πολύπλοκου συστήματος δεν εξηγείται πάντα με την ύπαρξη μιας αιτιώδους σχέσης εξάρτησης [Καραπιστόλης Δ. 2001, σελ.144], είναι ενδιαφέρουσα η καλλιέργεια μιας διαφορετικής μεθόδου σκέψης, η οποία να μην είναι αιτιοκρατική, αλλά να εμφανίζεται διαποτισμένη από το τελεολογικό στοιχείο.

Με άλλα λόγια η μέθοδος πρέπει να ενδιαφέρεται για την ανακάλυψη των διαρθρωτικών δομών του συστήματος, την σκοπιμότητα που εξυπηρετούν το ίδιο και οι δομές του, καθώς και τις επιλογές που πραγματοποιούν τα υποσυστήματα που το συναποτελούν. Το κέντρο βάρους του ενδιαφέροντος μετατοπίζεται από τη διερεύνηση των επί μέρους συνθηκών ισορροπίας ή τη γενική ισορροπία των στοιχείων που διαμορφώνουν το σύστημα, στη διερεύνηση και την αξιολόγηση των αλληλεπιδράσεων και των αλληλεξαρτήσεων που αναφύονται μεταξύ αυτών. Στο πλαίσιο ενός τέτοιου σκεπτικού θα έλεγε κανείς ότι ο καλύτερος τρόπος για να προσεγγίσουμε συστημικά τη χρηματιστηριακή πραγματικότητα είναι να μελετήσουμε τη γένεση, τις δομές και τις αλληλεξαρτήσεις της αγοράς αυτής, λαμβάνοντας υπόψη τις ανθρώπινες αντιδράσεις και τους θεσμούς που την διέπουν. Μια τέτοια μελέτη καθιστά απαραίτητη τη διεπιστημονική συνεργασία δεδομένου ότι απευθύνεται σ' ένα αντικείμενο σημαντικής πολυπλοκότητας και πολυμορφίας και είναι επιδεκτική μιας θερμοδυναμικής και εξελικτικού χαρακτήρα λογικής που διαφοροποιείται αυτής του κυρίαρχου μηχανικισμού. [Καραπιστόλης Δ., 1999]

Η πολυπλοκότητα παύοντας έτσι να διατηρεί το χαρακτήρα μιας μετά-έννοιας καθίσταται έννοια πραγματική και ουσιαστικός παράγοντας του υπό μελέτη συστήματος. Η πολυπλοκότητα καθίσταται συνάρτηση της εξέλιξης του συστήματος και το αντίστροφο. Ένα σύστημα εξελίσσεται πολυπλοκοποιούμενο και πολυπλοκοποιείται εξελισσόμενο.

Γίνεται ίσως έτσι αντιληπτό ότι με τη βοήθεια της συστημικής προσέγγισης και του θερμοδυναμικού χαρακτήρα λογικής της (σύστημα-εξελικτική διαδικασία-τάση προς αποδιοργάνωση-αντίσταση στη μεταλλαγή), μελετώνται καταστάσεις ιδιαίτερα πολύπλοκες, όπου οι μεταβλητές είναι πολυάριθμες, συνδεδεμένες όχι απαραίτητα με γραμμικές σχέσεις, όπως επί του προκειμένου με τη χρηματιστηριακή αγορά. [Συριόπουλος Κ., 1996, σελ 135-138]. Η πεισματική προσπάθεια ανακάλυψης μιας ουσιαστικά ανύπαρκτης ισορροπίας, κάτω από την αμφίβολη θεώρηση μιας γενικώς ισχύουσας γραμμικότητας που συνήθως υιοθετείται

από τους οικονομικούς αναλυτές, αποβαίνει προσπάθεια άνευ σημαντικής ή ουσιαστικής μακροχρόνιας προοπτικής σ' ότι αφορά τουλάχιστον στη χρηματιστηριακή αγορά.

Προσεγγίζοντας συστημικά την πραγματικότητα με σκοπό την κατανόηση οποιουδήποτε πολύπλοκου προβλήματος, ο ερευνητής προσπαθεί να σχεδιάσει ένα συστημικό πρότυπο, δίχως να αλλοιώσει ή να απλοποιήσει τη συνολική εικόνα του φαινομένου. Στην προσπάθεια αυτή οφείλει να λάβει σοβαρά υπόψη ότι κάθε ανθρώπινο σύστημα οργάνωσης λ.χ το χρηματιστήριο, δεν υπακούει τυφλά στους ελέγχους της «τεχνολογίας» που κατασκευάστηκαν για τη χειραγώγηση της λειτουργίας του. Αυτό δεν σημαίνει βέβαια και ανυπαρξία ή πλήρη αναποτελεσματικότητα των υποσυστημάτων ελέγχου της συμπεριφοράς κάθε εξελιγμένου συστήματος οργάνωσης.

Η προσπάθεια κατανόησης ενός πολύπλοκου προβλήματος δεν μπορεί αποκλειστικά να στηρίζεται σε οποιαδήποτε μορφής «μοναδική σκέψη». Η απόλυτη πίστη στη «μοναδικότητα της σκέψης» η ex-ante απόρριψη εναλλακτικών μορφών λογικής καταλήγει σε ιδεολογικού χαρακτήρα παραδοχές που εμποδίζουν τελικά την αποκάλυψη της επιστημονικής αλήθειας και συχνά συσκοτίζουν την πραγματικότητα. Η κρίση του επιστήμονα που επιχειρεί να προσεγγίσει συστημικά ένα φαινόμενο, αποτελεί μία πνευματική εκδήλωση ποιοτικού χαρακτήρα που είναι εξ' ίσου απαραίτητη με την ικανότητά του να χειρίζεται αναλυτικές μεθόδους και σκέψεις.

Έτσι δεν πρέπει να διαφεύγει το γεγονός ότι κάθε οικονομικό μοντέλο, μαθηματική περιγραφή ενός φαινομένου, είναι εκ των πραγμάτων μία αφαίρεση, διότι ή αγνοεί ή περικλύπτει κάτι από την πραγματικότητα την οποία θέλει να αντιπροσωπεύσει. Και τούτο διότι η εκάστοτε στρατηγική κατασκευής ενός μοντέλου έγκειται στις ικανότητες του ερευνητή. Οι παράμετροι που επιλέγει δεν είναι κατ' ανάγκη αυτές που θα δώσουν την πληρέστερη εικόνα του συστήματος, αλλά κυρίως αυτές που ο ερευνητής θεωρεί σημαντικότερες.

Εξ' άλλου ο ερευνητής στηρίζεται σε αξιωματική περιγραφή των δομών του συστήματος που περιγράφει το μοντέλο, όπως για παράδειγμα το είδος του ανταγωνισμού, τον ορθολογικό επενδυτή, τη μεγιστοποίηση της χρησιμότητας του καταναλωτή, καταστάσεις ιδανικές σίγουρα, όμως μακριά από το να ανταποκρίνονται πλήρως στην πολύπλοκη πραγματικότητα και στον ποιοτικό χαρακτήρα της οικονομικής ζωής. [Ζουμπουλάκης Μ. 1995,1996]. Οι εξισώσεις συμπεριφοράς, καρδιά κάθε μοντέλου και έκφραση των θεωριών που το κατασκευάζουν, δεν είναι δυνατόν να συμπεριλάβουν το σύνολο των πτυχών του προβλήματος που περιγράφουν. Όσο για την διάρκεια της συμπεριφοράς του μοντέλου, αυτή είναι το κύριο σημείο στο οποίο μειονεκτούν τα περισσότερα οικονομικά μοντέλα, λόγω ακριβώς των ατελειών που προαναφέρθηκαν. Η αιτία είναι απλή. Ο άνθρωπος διδάσκεται από τα λάθη του ή απομνημονεύει τις κακοτυχίες του, με αποτέλεσμα να μη δρα πάντοτε με τον ίδιο τρόπο, αλλά να προσαρμόζει την συμπεριφορά του ανάλογα με την εκάστοτε κατάσταση, δίχως καμιά προειδοποίηση.

Αν, λοιπόν, η μοντελοποίηση ενός πολύπλοκου φαινομένου είναι εκ των πραγμάτων μια συνήθως δύσκολη υπόθεση, μία διέξοδος που προσφέρεται είναι η αναζήτηση της συνδρομής της συστημικής προσέγγισης που οπωσδήποτε στοχεύει στη αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας και συνεχώς εξελισσόμενης πραγματικότητας.

2.1 Περί συστήματος

Συνείδηση αποτελεί για τον καθένα ότι όλο και πιο πολύπλοκα και αλληλεξαρτώμενα τεχνολογικά και μη συστήματα επηρεάζουν την καθημερινή μας ζωή. Η μελέτη και η προσπάθεια κατανόησης ενός συστήματος περνά μέσα από τη σύλληψη της «νοημοσύνης» που διέπει τη λειτουργία του, δίνοντας τη δυνατότητα προσέγγισης της ουσίας της δημιουργίας αυτής καθεαυτής του συστήματος.

Ένας γενικός ορισμός καθορίζει ότι σύστημα είναι μια διάταξη ή σύνολο αντικειμένων, καταστάσεων ή παραγόντων συνδεδεμένων κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να αποτελούν μια ολότητα. Κάθε σύνολο είναι εφοδιασμένο με ορισμένες σχέσεις οι οποίες καθορίζουν τις δραστηριότητες που πρέπει να αναδειχθούν στις εισόδους του, για να προκύψουν οι έξοδοι.

Τα συστήματα χαρακτηρίζονται είτε ως ανοικτά είτε ως κλειστά. Ένα ανοικτό σύστημα βρίσκεται σε διαρκή επικοινωνία με το περιβάλλον του. Εκπέμπει και δέχεται πληροφορίες

από τα συστήματα που το περιβάλλουν ή σχετίζονται μ' αυτό. Γεννά δυνάμεις που αντιστρατεύονται τη φυσική του τάση για αποδιοργάνωση και αταξία. Πρόκειται ακριβώς γι' αυτό που ονομάζεται αντισταθμιστική ανάδραση (Feed back compensateur).

Η ύπαρξη αυτού του τύπου της ανάδρασης βρίσκεται στη βάση των φαινομένων της ομοιόστασης (homeostasie), δηλαδή της αντίστασης στη μεταλλαγή, χάρη στη οποία τα ανοικτά συστήματα διατηρούν την εσωτερική τους συνοχή [Passet R.,1996 σ.52].

Μαθηματικά ένα ανοικτό σύστημα μπορεί να το αντιστοιχίσουμε με ένα τελεστή T , ο οποίος ενεργεί στο διάνυσμα εισόδου U , για να δώσει ως αποτέλεσμα το διάνυσμα εξόδου Y . [Διάμεσης Ι.,1986 σ.108]. Δηλαδή

$$Y=T \cdot U \quad (1)$$

Όταν ένα σύστημα ανταλλάσσει μεν πληροφορίες με το ευρύτερο συστημικό του περιβάλλον, όχι όμως και ύλη, δηλαδή χωρίς να είναι αποκομμένο από τον έξω κόσμο χρησιμοποιεί αποκλειστικά για τη συντήρησή του τα δικά του αποθέματα, στο μέτρο των δράσεων και αντιδράσεων που επιτελούνται στο εσωτερικό του, τότε το σύστημα αυτό θεωρείται κλειστό. [Prigogine I. και Stengers I.,1986 σελ.184]

Μπορούμε, τέλος, να υποστηρίξουμε ότι σύστημα είναι ένα σύνολο στοιχείων σε αλληλεπίδραση με συγκεκριμένη σκοπιμότητα, το οποίο δεν είναι ομοιογενές και αδιαφοροποίητο, αλλά εμφανίζεται περισσότερο ως ένα σύνολο συναφές και δομημένο, το οποίο αποτελείται από επίπεδα οργάνωσης τα οποία είναι και αυτά συστήματα. [Χατζηκωνσταντίνου Γ.,1985 σ.271-316].

2.2 Η έννοια της πληροφορίας

Με τον όρο πληροφορία στη συστημική προσέγγιση εννοούμε τον ποιοτικό συντελεστή ο οποίος καθορίζει διαχρονικά τη θέση ή την κατάσταση ενός συστήματος.

Τις πληροφορίες τις διακρίνουμε σε στοιχειώδεις και σε σύνθετες. Η εξέλιξη βέβαια ενός φαινομένου είναι απόρροια της αλληλουχίας εμφάνισης ενδεχομένων άλλων λιγότερο πιθανών και άλλων περισσότερο. Κάθε ενδεχόμενο ενός συνόλου είναι φορέας μιας ποσότητας πληροφορίας, η οποία συνδέεται με το σύνολο των στοιχείων K του συνόλου. Έτσι καθορίστηκε ότι η μεταφερομένη ποσότητα πληροφορίας ενός ενδεχομένου είναι μία αύξουσα συνάρτηση της μορφής $H(x) = \log_2 K$, η οποία αποτελεί την εξίσωση του Hartley [Volle M.,1985 σ.50].

Η συνάρτηση $H(x)$ προσδιορίζει την ποσότητα πληροφορίας που είναι απαραίτητη για να εντοπιστεί ένα στοιχείο μεταξύ K στοιχείων ενός συνόλου.

Βάσει αυτού του ορισμού η έννοια της πληροφορίας διαφέρει σημαντικά από αυτή που χρησιμοποιείται καθημερινά. Η φράση ή καλύτερα το μήνυμα «φερέγγυα μετοχή» είναι μια διάταξη 15 "στοιχείων" (συμπεριλαμβανομένου του κενού) από ένα σύνολο 24 στοιχείων, η οποία περικλείει ποσότητα πληροφορίας $15 \log_2 24$ BIT (μονάδων πληροφορίας), ίση δηλαδή με το μήνυμα «ερυτ τθω σδφρκ» το οποίο δεν έχει κανένα νόημα [Καραπιστόλης δ. Δ. 2022].

Εξ αυτού προκύπτει ότι το πληροφοριακό περιεχόμενο ενός μηνύματος συνδέεται αποκλειστικά με τη δομή που παρουσιάζει και όχι με το νόημά του.

Στην περίπτωση που ένα "κείμενο" είναι σχετικά δύσκολο στη κατανόησή του, όπως λ.χ ένας μεγάλος σε διάσταση πίνακας διπλής εισόδου, η μελέτη σε βάθος της δομής του επιτρέπει να αντιληφθούμε ευκολότερα το περιεχόμενο των πληροφοριών που περικλείει. Αυτός ο τρόπος μελέτης δεν αντικαθιστά την "ανάγνωση" του πίνακα, η οποία αποτελεί συνήθως μια διαδικασία υποκειμενική μεν, αλλά απαραίτητη για την κατανόηση του περιεχομένου του.

Αν θέλουμε να υπολογίσουμε την μεταφερόμενη μέση ποσότητα πληροφορίας από ένα στοιχειώδες μήνυμα που εκπέμπεται από ένα σύνθετο φαινόμενο I , το οποίο αποτελείται από k ανεξάρτητα στοιχειώδη ενδεχόμενα, χρησιμοποιούμε τον παρακάτω τύπο του C.E Shannon [Volle M.,1985,σελ.52]

Έστω τώρα ότι έχουμε ένα χαρακτηριστικό I με N διαβαθμίσεις, που καθορίζουν στο σύνολο E ισάριθμες κλάσεις, και ότι κάθε κλάση E_i ($i=1,...,N$) έχει k_i στοιχεία.

Τότε η πληροφορία η σχετική με το σύνολο E που παρέχεται από το χαρακτηριστικό I ισούται με

$$H(I) = \sum_i p_i \log_2 \frac{1}{p_i} \quad (2)$$

$$\text{όπου} \quad p_i = \frac{k_i}{k} \quad \text{και} \quad k = \sum k_i \quad (3)$$

Η ποσότητα H(I) καλείται **εντροπία** του διαμελισμού του E η οποία αντιπροσωπεύει την ένταση με την οποία εμφανίζεται το μήνυμα I, παρατηρούμε δε ότι η εντροπία H(I) δεν εξαρτάται από τη φύση του χαρακτηριστικού ούτε από τον τύπο των διαβαθμίσεων, αλλά αποκλειστικά από την κατανομή των συχνοτήτων p_i .

Επειδή ισχύει

$$p_i \leq 1 \quad \text{και} \quad \log \frac{1}{p_i} \geq 0 \quad (4)$$

συνεπάγεται ότι

$$H(I) \geq 0 \quad (5)$$

Από το συνδυασμό των σχέσεων (4) και (5) προκύπτει ότι στην περίπτωση όπου η εντροπία είναι μέγιστη, τα στοιχεία του διαμελισμού έχουν την ελάχιστη δυνατή προβλεψιμότητα. Είναι λοιπόν φανερό ότι η εξελικτική πορεία ενός συστήματος προς την κατάσταση μέγιστης εντροπίας το οδηγεί στην αταξία, μία έννοια απόλυτα συνυφασμένη με αυτή της μη προβλεψιμότητας.

Με βάση, λοιπόν, τα προαναφερόμενα τίθεται το εξής ερώτημα : ο ερευνητής ενός οικονομικού συστήματος μελετώντας την κεφαλαιαγορά ποιον από τους τρεις παρακάτω τρόπους πρέπει να χρησιμοποιεί για να βγάξει τα συμπεράσματά του ;

- α) να μετρά την ποσότητα της μεταφερόμενης πληροφορίας από το σύστημα
- β) να αξιολογεί μετά από ανάγνωση των δεδομένων τα τεκταινόμενα σ' αυτό
- γ) ή να εντοπίζει και να εξηγεί τις δομικές διαφοροποιήσεις που υφίσταται το σύστημα από τις εισροές και τις εκροές μεγάλου πλήθους πληροφοριών που σχετίζονται με τις διεργασίες που συμβαίνουν μέσα σ' αυτό.

Πριν δοθεί η απάντηση σ' αυτό το ερώτημα κρίνεται σκόπιμο να γίνουν κατανοητές ορισμένες έννοιες και σχέσεις.

2.2.1 Σχέση πληροφορίας και ενέργειας

Ως γνωστόν η ενέργεια είναι κοινός παρονομαστής όλων των αγαθών ελεύθερων και μη, αφού κάθε υλικό μπορεί να εκφραστεί με το ποσό της ενέργειας που περικλείει. Έτσι κάθε παραγωγικό κεφάλαιο είναι αποτέλεσμα ενός έργου εκφρασμένου σε ενεργειακές μονάδες και λειτουργεί χάρη σε μία προσφορά ενέργειας παράγοντας ένα μετρήσιμο μηχανικό έργο. Απ' αυτή την άποψη κάθε οικονομική δραστηριότητα χρησιμοποιεί ενέργεια, ως εκ τούτου η Οικονομία δεν θα μπορούσε να διαφύγει της εντροπίας.

Ο Boltzmann εκφράζοντας την εντροπία ενός θερμοδυναμικού συστήματος με τη παρακάτω σχέση

$$S = -k \cdot \sum p(i) \cdot \log_e p(i) \quad (6)$$

δεν είχε σίγουρα υπόψη του τον τύπο (2) του C.E Shannon, [Shannon C.E(1948)] ο οποίος υπολογίζει, όπως προαναφέραμε τη μεταφερόμενη ποσότητα πληροφορίας ενός ενδεχομένου. [Passet R. σελ.60].

Παρατηρώντας τους τύπους (6) και (2) διαπιστώνουμε ότι διαφέρουν μόνο κατά μια σταθερά, τη λεγόμενη σταθερά του Boltzmann. [COURBAGE M., [1991 σελ. 316-328]. Συνεπώς η πληροφορία και η ενέργεια δεν είναι άσχετες μεταξύ τους [Passet R., 1987 σ.254-255].

2.2.2 Η έννοια της τάξης

Η έννοια της τάξης που επικρατεί στα στοιχεία ενός συστήματος κατά τον R.Passet [Passet R.,1996 σ.161-164] σχετίζεται με τις καθορισμένες σχέσεις που επιβάλλονται σ' αυτά. Έτσι μέγιστη αταξία θα έχουμε όταν κάθε στοιχείο θα μπορούσε να επιλέξει ελεύθερα τη "θέση" του.

Ο μέγιστος βαθμός τάξεως, αντιθέτως, είναι εκείνος στον οποίο το κάθε στοιχείο δε μπορεί να καταλάβει παρά μόνο μία θέση. Η τάξη επομένως είναι ένας τρόπος καθορισμού του βαθμού δόμησης του συστήματος και ασφαλώς συνδέεται λόγω της σχέσεως (2) με την εντροπία του συστήματος.

2.3 Θερμοδυναμική και εντροπία

Η έννοια που δεσπόζει ως γνωστόν στη θερμοδυναμική είναι η εντροπία του συστήματος. Η έννοια αυτή η οποία έχει χαρακτήρα περισσότερο συστημικό παρά αναλυτικό, προήλθε από την ανάγκη να εκφραστεί η διάκριση μεταξύ των ωφέλιμων ανταλλαγών ενέργειας του συστήματος (δεσμευμένη ενέργεια) και την ελεύθερη ενέργεια (σκεδασμένη ενέργεια) που η απώλειά της δεν είναι αναστρέψιμη.

Πρόκειται επί του προκειμένου για την κλασική ή στατιστική θερμοδυναμική που οπωσδήποτε χαρακτηρίζεται από έντονο ντετερμινισμό. Η εισαγωγή όμως της έννοιας της σκεδασμένης ενέργειας και των σκεδαστικών δομών, επέτρεψε την καλλιέργεια της μοντέρνας θερμοδυναμικής της ανισορροπίας, η οποία όχι μόνο άμβλυνε τον ντετερμινισμό των κλασικών θεωρήσεων, αλλά ανέδειξε τη δυνατότητα μετάθεσης της τελικής εντροπιακής φάσης κάθε ανοικτού συστήματος οργάνωσης.

Η εντροπία S όπως την εισήγαγε ο Clausius [Prigogine I. και Stengers I.,1986 σελ.174] αποτελεί συνάρτηση της κατάστασης του συστήματος. Αν λοιπόν συμβολίσουμε με dS τη μεταβολή της εντροπίας, η μεταβολή αυτή μπορεί να εκφραστεί βάσει της σχέσης

$$dS = d_e S + d_i S \quad (7)$$

Ο όρος $d_e S$ αναφέρεται στις ανταλλαγές (echanges) ενέργειας του περιβάλλοντος με το σύστημα, εκφράζοντας τις αναστρέψιμες διεργασίες οι οποίες θα έχουν θετικό ή αρνητικό πρόσημο ανάλογα με τη φορά των ανταλλαγών.

Ο όρος $d_i S$ αναφέρεται στις μη αναστρέψιμες διεργασίες μέσα (inside) στο σύστημα που το οδηγούν στην αποδιοργάνωση και την αταξία, την φυσική ιδιότητα κάθε ανοικτού συστήματος.

Η σχέση (7) υποδηλώνει ότι οι μεταβολές δεν είναι ισοδύναμες για ένα θερμοδυναμικό σύστημα.

Ο Clausius απέδειξε ότι όλες οι μη αναστρέψιμες διεργασίες (π.χ η αγωγή της θερμότητας) έτσι και η παραγωγή εντροπίας $d_i S$ είναι πάντοτε θετική ή μηδέν στην περίπτωση που δεν υπάρχουν αναστρέψιμες διεργασίες. Συνεπώς η μεταβολή $d_i S$ είναι διαχρονικά μονότονη, δηλαδή ισχύει

$$d_i S = \geq 0 \quad (8)$$

Η αύξηση της εντροπίας αντιστοιχεί στην «αυθόρμητη» εξέλιξη του συστήματος Έτσι η εντροπία γίνεται "ένδειξη εξέλιξης" ή ένα "βέλος του χρόνου", όπως εύστοχα την αποκάλεσε ο Eddington και συνώνυμη των φυσικών διεργασιών μέσα στο σύστημα. Οι διεργασίες αυτές οδηγούν το σύστημα σε θερμοδυναμική ισορροπία, δηλαδή σε κατάσταση μέγιστης εντροπίας, άρα μέγιστης αποδιοργάνωσης που σε μηχανιστικούς όρους εκφράζεται ως πλήρης ανισορροπία. [Prigogine I. και Stengers I.,1986 σελ.176].

Για ένα θερμοδυναμικό σύστημα όλες οι μεταβολές των καταστάσεων που υφίσταται δεν είναι ισοδύναμες.

Η διαπίστωση αυτή προέρχεται από τη διατύπωση της εξίσωσης $dS = d_e S + d_i S$ όπου η αυθόρμητη μεταβολή προς την ισορροπία $d_i S$ είναι διαφορετική από τη μεταβολή $d_e S$ που προσδιορίζεται και ελέγχεται από τις τροποποιήσεις των συνοριακών συνθηκών.

Ο Max Planck τόνιζε ότι η διαφορά ανάμεσα στους δύο τύπους μεταβολών $d_e S$ και $d_i S$ τοποθετείται στο γεγονός ότι η $d_i S$ περιγράφει την προσέγγιση του συστήματος προς μια κατάσταση που το «ελκύει» και από την οποία δεν θα απομακρυνθεί με την «ελεύθερη θέλησή» του. [Prigogine I. και Stengers I., 1986 σελ.178]

Από την άλλη το περιεχόμενο και η μορφή των αναστρέψιμων διεργασιών $d_e S$ ωθούν το σύστημα σε μορφές συμπεριφοράς που εμφανίζουν ίση τάση προς την αρχική όσο και προς την τελική κατάσταση. Αυτός είναι ο λόγος που το πέρασμα από τη μια προς την άλλη κατάσταση γίνεται προς τις δύο κατευθύνσεις.

Προσεγγίζοντας λοιπόν θερμοδυναμικά την πραγματικότητα οφείλουμε να αντιληφθούμε ότι όλες οι εκτός θερμοδυναμικής ισορροπίας καταστάσεις είναι δημιουργοί εξελίξεων προς την ίδια κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας. Το σύστημα όταν φθάσει σε θερμοδυναμική ισορροπία, δηλαδή σε πλήρη στασιμότητα, επομένως σε μέγιστη εντροπία, παρουσιάζει μία χαρακτηριστική ιδιότητα η οποία λέγεται σκέδαση. Το σύστημα δηλαδή «ξεχνά» τις αρχικές του συνθήκες, μ' άλλα λόγια ξεχνά τον τρόπο με τον οποίο έχει προπαρασκευαστεί, με αποτέλεσμα να «ξεφεύγει» προς μία μη προβλέψιμη κατεύθυνση.

Το αντίθετο συμβαίνει κατά τη δυναμική εξέλιξη ενός συστήματος που υιοθετείται από την μηχανιστική λογική προσέγγισης του πραγματικού κόσμου. Στην περίπτωση αυτή το σύστημα ακολουθεί δοσμένη τροχιά η οποία εξαρτάται από τις αρχικές συνθήκες που μονοσήμαντα την καθορίζουν.

Γίνεται έτσι ίσως σαφέστερη η κατανόηση των διαφοροποιήσεων που υπάρχουν μεταξύ δυναμικής (μηχανιστικής) και θερμοδυναμικής (εξελικτικής συστημικής) λογικής. Η υιοθέτηση επί του προκειμένου της δεύτερης, αποδίδει τη μορφή, αποκαλύπτει το χαρακτήρα και διαμορφώνει την επιχειρηματολογία της παρούσης εργασίας και του τρόπου μέσω του οποίου επιχειρεί να αντιμετωπίσει το κεντρικό ερώτημα.

Η σύγχρονη θερμοδυναμική εισάγει και την έννοια των σκεδαστικών δομών (structures dissipatives), οι οποίες αποτελούν σκόρπιες συσσωρεύσεις στοιχείων. Η έννοια αυτή τονίζει από τη μια τη στενή σύνδεση που υπάρχει μεταξύ δομής και τάξης και από την άλλη τη σύνδεση μεταξύ σκέδασης και σπατάλης ενέργειας. Η αλληλεπίδραση ενός συστήματος με το περιβάλλον του εντός του πλαισίου που επιβάλλουν οι συνοριακές συνθήκες γίνεται αφετηρία για το σχηματισμό νέων εξελικτικών καταστάσεων, δηλαδή των σκεδαστικών δομών. Θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι οι σκεδαστικές δομές αντανakλούν ουσιαστικά τη συνολική κατάσταση ανισορροπίας που τις παρήγαγε. Οι παράμετροι που περιγράφουν αυτές τις δομές οφείλουν να είναι μακροσκοπικές.

Ο Henry Atlan [Atlan H., 1972] προσδιόρισε τη μεταβολή της εντροπίας στη μονάδα του χρόνου βάσει της παρακάτω σχέσης

$$dS/dt = d_e S/dt + d_i S/dt \quad (9)$$

Επομένως ένα σύστημα το οποίο ανταλλάσσει πληροφορίες με το περιβάλλον μπορεί να βρεθεί σε μια από τις παρακάτω θερμοδυναμικές καταστάσεις

$$\blacklozenge \text{ την κατάσταση ανισορροπίας όταν ισχύει } ds/dt > 0 \quad (10)$$

$$\blacklozenge \text{ την κατάσταση ισορροπίας (στασιμότητας) όταν ισχύει } ds/dt = 0 \quad (10a)$$

Όταν αναφερόμαστε σε στάσιμη κατάσταση όλα τα μεγέθη που περιγράφουν το σύστημα γίνονται χρονικά ανεξάρτητα. Συνεπώς σε μια στάσιμη κατάσταση η χρονική μεταβολή μηδενίζεται, δηλαδή έχουμε $dS=0$.

Από τη σχέση (9) προκύπτει ότι σε στάσιμη κατάσταση (θερμοδυναμική ισορροπία) ισχύει :

$$d_e S/dt = - d_i S/dt \quad (11)$$

Επειδή όπως προαναφέραμε ισχύει πάντοτε $d_i S > 0$ συνεπάγεται από τη σχέση (11) ότι $d_e S < 0$. Η ροή πληροφορίας από το περιβάλλον προς το σύστημα προσδιορίζει μια αρνητική ροή εντροπίας η οποία αντισταθμίζεται από την παραγωγή εντροπίας $d_i S$ που οφείλεται σε μη αντιστρέψιμες διεργασίες στο εσωτερικό του συστήματος.

Η αρνητική ροή εντροπίας $d_e S$ καλούμενη και **αντιεντροπία** ή **αρνητική εντροπία**, προσδιορίζει τη μεταφορά της εντροπίας του συστήματος στο περιβάλλον του, δηλαδή σε στάσιμη κατάσταση η δραστηριότητα του συστήματος αυξάνει την εντροπία του περιβάλλοντος. [Χατζηκωνσταντίνου Γ. 1986, σελ. 21-26]

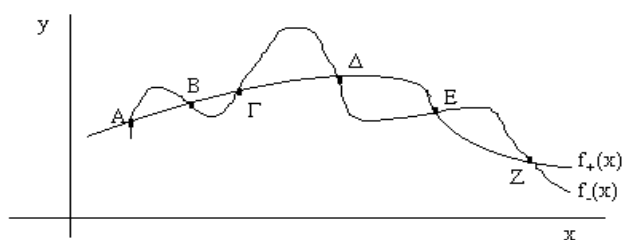
Η αρνητική εντροπία $d_e S$ λειτουργεί ως δραστηριότητα που δομεί το σύστημα, ενώ η εντροπία $d_i S$ ως δραστηριότητα που αποδιοργανώνει τη συστημική συνοχή. Ο δε J.Tonnellat [Tonnellat J.,1977] υποστηρίζει ότι οι διεργασίες αυτές είναι υπαίτιες της αύξησης της πολυπλοκότητας του συστήματος.

Στη θερμοδυναμική επομένως η εντροπία είναι το μέγεθος το οποίο επιτρέπει την εκτίμηση της ελάττωσης της ενέργειας ενός συστήματος χαρακτηρίζοντας συγχρόνως και το βαθμό αταξίας του.

Έτσι η αντίληψη της θερμοδυναμικής των μη αναστρέψιμων καταστάσεων [Prigogine I.,1967] υποστηρίζει ότι τα ανοικτά συστήματα βρίσκονται σε διαρκή στατική κατάσταση ανισορροπίας, συντηρούμενα με τις απολήψεις και αποκρίσεις που πραγματοποιούν από και προς το περιβάλλον διατηρώντας με αυτό τον τρόπο τη δομή και λειτουργία τους στο μέτρο που οι συνοριακές καταστάσεις ή το εξωτερικό περιβάλλον τους παραμένει λίγο-πολύ αναλλοίωτο.

Γενικά μια κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας περιγράφεται ως εξής: Για τη μεταβλητή X (λ.χ το Γενικό Δείκτη Τιμών του χρηματιστηρίου) παίρνουμε τη χρονική της εξέλιξη $dx/dt=f(x)$. Σε κάθε περίπτωση η $f(x)$ είναι δυνατόν να αναλυθεί σε δύο μη αρνητικές συναρτήσεις που αντιπροσωπεύουν η μεν πρώτη $f_+(x)$ "οφέλη", η δε δεύτερη $f_-(x)$ "απώλειες" (διάγραμμα 1)

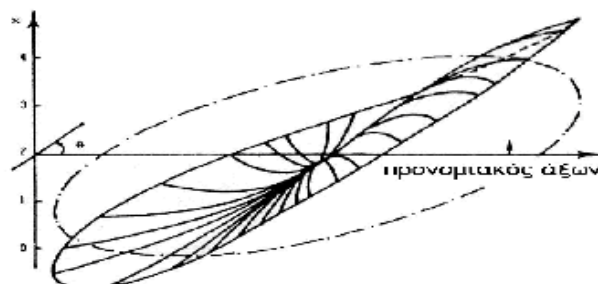
Η συνάρτηση $f(x)$ τότε ισούται με $f(x)=f_+(x)+f_-(x)$



διάγραμμα 1:Ανάλυση της συνάρτησης $f(x)$ σε δύο μη αρνητικές συναρτήσεις

Στάσιμες καταστάσεις $dx/dt=0$ αντιστοιχούν σε τιμές όπου ισχύει $f_+(x)=f_-(x)$. Οι καταστάσεις αυτές αποδίδονται από τις τομές των δύο γραφικών παραστάσεων $f_+(x)$ και $f_-(x)$. Αν οι δύο αυτές συναρτήσεις είναι γραμμικές υπάρχει μόνο ένα σημείο τομής, ενώ αν είναι μη γραμμικές, όπως στο διάγραμμα 1, το πλήθος των τομών είναι μεγαλύτερο της μονάδας.

Σχετικά με τις σκεδαστικές δομές οι οποίες είναι συμβατές πάντοτε με δεδομένο σύνολο συνοριακών συνθηκών, αυξάνονται όταν το πρόβλημα μελετάται σε περισσότερες της μιας διαστάσεις. Στην περίπτωση λ.χ δύο διαστάσεων η χωρικά δομημένη στάσιμη κατάσταση (διάγραμμα 2) μπορεί να χαρακτηριστεί από την εμφάνιση ενός προνομιακού άξονα.



διάγραμμα 2:Στάσιμη κατάσταση σε δύο διαστάσεις. Εμφάνιση ενός προνομιακού άξονα. Πηγή: [Prigogine I. και Stengers I.,1986,σ.211]

Η εμφάνιση του προνομιακού άξονα μας οδηγεί να εγκαταλείψουμε την ιδέα της ομοιόμορφης επίδρασης των παραγόντων που επηρεάζουν το σύστημα. Εμφανίζονται τότε κάποιες ιδιαιτερότητες. Το σύστημα αποκτά ένα φυσικό μέγεθος που είναι συνάρτηση των παραμέτρων που το περιγράφουν, διαφορετικό από το μέγεθος που επιβάλλουν οι συνοριακές του συνθήκες.

Το σύστημα προσδιορίζει έτσι μόνο του το δικό του ίδιο μέγεθος, καθορίζει δηλαδή μια περιοχή που είναι τοπολογικά δομημένη, όπου η τάξη πλέον είναι εμφανής.

Συνεπώς σε συνθήκες μακριά από την ισορροπία παρουσιάζονται διάφορες διεργασίες αυτοοργάνωσης που οδηγούν το σύστημα αφενός στην εμφάνιση των σκεδαστικών δομών, αφετέρου οι μη γραμμικές διεργασίες έχουν ως αποτέλεσμα να δρουν αναδραστικά πάνω στην αιτία που στοχεύει στη μεταλλαγή του συστήματος. [Prigogine I. και Stengers I., 1986, σ.212]

Η θερμοδυναμική, λοιπόν, ταυτίζει την εξέλιξη του συστήματος με παραγωγή εντροπίας, ενώ την ισορροπία με κατάσταση μέγιστης αταξίας, πέρα από την οποία κάθε επί πλέον παραγωγή εντροπίας είναι αδύνατη. Επομένως διαπιστώνεται εύκολα ότι η εντροπία ενός συστήματος έχει άμεση σχέση με την οργάνωση (ή την δομή) του συστήματος και με την ενέργεια που εγκλείει

Έχοντας ονομάσει ελεύθερη ενέργεια ενός συστήματος την διαθέσιμη ενέργεια που μπορεί να μετασχηματιστεί σε έργο, διαπιστώνουμε ότι σε κατάσταση μέγιστης εντροπίας αυτή η ενέργεια είναι μηδέν και δε μπορεί να πάρει θετική τιμή παρά μόνο αν το σύστημα λάβει συγκεκριμένη δομή. Η παρατήρηση αυτή απορρέει από το δεύτερο θερμοδυναμικό αξίωμα που μας πληροφορεί ότι έργο παράγεται μόνο όταν το σύστημα υφίσταται μεταβολή της κατάστασής του. [Passet R., 1997, σελ. 163-164]

Έτσι όσο ένα σύστημα απομακρύνεται από την κατάσταση μέγιστης εντροπίας η δομήσή του αποκτά μια ιδιαίτερη σημασία, αφού αυξάνεται η ελεύθερη ενέργεια που περικλείει, με αποτέλεσμα το παρεχόμενο μηχανικό έργο να είναι όλο και μεγαλύτερο.

Η αύξηση όμως της ελεύθερης ενέργειας συνδέεται άμεσα με την αύξηση της ποσότητας πληροφορίας που αντλείται από το σύστημα. Με δεδομένο, ότι κάθε μέσο που δημιουργεί πληροφορία καταναλώνει αρνητική εντροπία την οποία μετατρέπει σε πληροφορία [Ζαχαρόπουλος Ζ., 1990 σελ.8], μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι ένα θερμοδυναμικό σύστημα, όπως και κάθε σύστημα, καθίσταται παραγωγικό δια μέσου της πληροφορίας που περικλείει.

3 Η χρηματιστηριακή αγορά ως θερμοδυναμικό σύστημα

Η χρηματιστηριακή αγορά, λοιπόν, ως σύνθετο σύστημα διακρίνεται από την ποικιλία των εισροών που δέχεται από το περιβάλλον του με μορφή ρευμάτων πληροφορίας. Τα μέρη που συνθέτουν τη χρηματαγορά αποτελούν ένα οργανωμένο σύνολο, το οποίο παρουσιάζει περίπλοκες διασυνδέσεις, ώστε οτιδήποτε συμβεί σ' ένα από τα μέρη αυτά να επηρεάζει σε διάφορο βαθμό τα υπόλοιπα, δίχως όμως το τελικό αποτέλεσμα να αποτελεί άθροισμα των επί μέρους αντιδράσεων.

Οι εκροές του συστήματος είναι και αυτές πολυσύνθετες και διαπλεκόμενες μεταξύ τους. Αναφέρονται κυρίως στα οικονομικά μηνύματα που εκπέμπει η χρηματιστηριακή αγορά προς κάθε κατεύθυνση, καθώς και στα οικονομικά αποτελέσματα που προκύπτουν μετά από κάθε συνεδρίαση.

Οι αλληλεξαρτήσεις και αλληλεπιδράσεις των παραγόντων που δρουν στη χρηματιστηριακή αγορά παράγουν διαρκώς καταστάσεις ανισορροπίας οι οποίες αντανakλώνται στις σκεδαστικές δομές που δημιουργούνται από τη διαφορετική συνοχή των στοιχείων του συστήματος που αποτελούν τα διάφορα επίπεδα οργάνωσης και οι οποίες είναι συμβατές πάντοτε με δεδομένο σύνολο συνοριακών συνθηκών, δηλαδή κανόνων λειτουργίας του συστήματος.

Κάτω από τέτοιου είδους παραδοχές η χρηματιστηριακή αγορά τυχαίνει μελέτης, ερμηνείας και γενικότερης θεώρησης της λειτουργίας της, ως θερμοδυναμικό του οποίου η εξελικτική πορεία διακρίνεται από χαοτική συμπεριφορά και όχι απλώς ως σύστημα μηχανιστικής λειτουργίας.

Διαφαίνονται επομένως δύο καταστάσεις :

- ♦ ότι για την κατανόηση της λειτουργίας μιας χρηματιστηριακής αγοράς δεν αρκεί μόνο η δημιουργία ενός πακέτου προδιαγραφών.
- ♦ ότι το σύστημα τείνει κυρίως να εξισορροπεί δυνάμεις προερχόμενες από το εσωτερικό του.

Κατά τη διαχρονική, λοιπόν, εξέλιξη της χρηματιστηριακής αγοράς συμβαίνουν αναστρέψιμες και μη διεργασίες, οι οποίες εκδηλώνονται, όπως προαναφέραμε, μέσω των μεταβολών $d_e S$ και $d_i S$.

Αν θεωρήσουμε ως σύνολο συννοητικών συνθηκών το νομικό πλαίσιο εντός του οποίου δραστηριοποιούνται τα συστατικά στοιχεία του συστήματος μαζί με τις μακροσκοπικές παραμέτρους που χρησιμοποιούνται για την περιγραφή της εξελικτικής του πορείας, τότε οι μεταβολές $d_e S$ προσδιορίζονται και ελέγχονται από αυτό το σύνολο.

Ως αναστρέψιμες δε διεργασίες μέσα στη χρηματιστηριακή αγορά αντιστοιχούσες στις μεταβολές $d_e S$ μπορούν να χαρακτηριστούν οι εξής καταστάσεις : η προσωρινή αναστολή διαπραγμάτευσης των μετοχών μιας εταιρείας, η εισαγωγή μιας νέας επιχείρησης στη χρηματαγορά, καθώς και οι παρεμβάσεις της Επιτροπής Κεφαλαιαγοράς στη διαμόρφωση των ανώτερων και κατώτερων ορίων διακύμανσης των τιμών των μετοχών. Βέβαια ως η πλέον αναστρέψιμη διεργασία πρέπει να θεωρείται ο μηχανισμός προσφοράς και ζήτησης των μετοχών για προσδιορισμό της δίκαιης τιμής αυτών.

Όσον αφορά τις μη αναστρέψιμες διεργασίες $d_i S$ η σπουδαιότερη από αυτές που συμβαίνουν στο εσωτερικό του συστήματος οφείλονται στον παράγοντα **προσδοκία** των συμμετεχόντων να αποκομίσουν οικονομικά οφέλη από τις πραγματοποιούμενες καθημερινές συνεδριάσεις του χρηματιστηρίου, καθόσον κανείς δεν επενδύει γνωρίζοντας εκ των προτέρων ότι θα έχει ζημία.

Σε συνδυασμό με τον παράγοντα **συνειδητοποίηση**, δηλαδή την επιδεξιότητα, την ικανότητα αφομοίωσης και επεξεργασίας των πληροφοριών που διακρίνει τους συμμετέχοντες στη χρηματιστηριακή αγορά, είναι οι κύριες διεργασίες που δημιουργούν την εντροπία αυτού του συστήματος.

Πάντως μεταξύ των διεργασιών που λαμβάνουν χώρα στο σύστημα, ειδικά οι μη αναστρέψιμες έχουν τεράστια δομική αξία, επειδή το σύστημα δεν υφίσταται χωρίς αυτές. Πράγματι η χρηματιστηριακή αγορά τρέφεται από τις προσδοκίες όσων συμμετέχουν σ' αυτήν, ενώ η ικανότητα συνειδητοποίησης των συμμετεχόντων αποτελεί τον κύριο μοχλό κάθε αντίδρασής τους, οπότε η παραγόμενη από αυτές εντροπία $d_i S$ είναι διαχρονικά μονότονη, κάτι που σημαίνει ότι έχει την κατεύθυνση του μέλλοντος και ποτέ του παρελθόντος.

Συνεπώς το να στρέφεται κανείς στο παρελθόν για να αποκαλύψει τις μελλοντικές προσδοκίες και την ικανότητα συνειδητοποίησης των οικονομούντων στη κεφαλαιαγορά είναι παρακινδυνευμένο, διότι η συνολική συμπεριφορά όσων συμμετέχουν στη χρηματιστηριακή αγορά θεωρούμενη ως χαοτική όχι μόνο δεν είναι προβλέψιμη, αλλά είναι και ευαίσθητη στις αρχικές συνθήκες.

Αποτέλεσμα αυτής της αντίληψης είναι ότι για την περιγραφή της χρηματιστηριακής αγοράς πρέπει να αποφεύγεται η χρησιμοποίηση οικονομετρικών υποδειγμάτων. Αντί αυτών ο αναλυτής οφείλει να στρέψει την προσοχή του στην ανακάλυψη των ιεραρχικών επιπέδων οργάνωσης των εισηγμένων εταιρειών και των διαρθρωτικών καταστάσεων που αναδύονται από την παραγόμενη εντροπία, καθόσον η εντροπία επί του προκειμένου συλλαμβάνεται ως ο βαθμός ομοιομορφοποίησης του συστήματος, δηλαδή η τάση προς μεγιστοποίηση των αποκομιζόμενων κερδών από τους συμμετέχοντες στις χρηματιστηριακές δραστηριότητες.

Η χρηματιστηριακή αγορά, λοιπόν, είναι δυνατόν να θεωρηθεί ως θερμοδυναμικό σύστημα. Τούτο διότι στο εσωτερικό της δημιουργούνται κάθε τόσο αντιθέσεις που διαμορφώνουν εξελίξεις είτε προς την κατεύθυνση της αυξανόμενης εντροπίας είτε προς την αντίθετη κατεύθυνση, χαρακτηριστική ιδιότητα των πολύπλοκων συστημάτων.

Σχετικά με την εξελικτική πορεία του συστήματος πρέπει να αναφερθεί ότι μετά από κάθε άνοιγμα της χρηματιστηριακής αγοράς προκαλείται πάντοτε διαταραχή στο σύστημα, η οποία αντικατοπτρίζεται στο Γενικό Δείκτη Τιμών (Γ.Δ.Τ.) του χρηματιστηρίου, προσφέροντας στους συμμετέχοντες οφέλη και ζημίες ($f_+(x)$ και $f_-(x)$ αντίστοιχα).

Το σύστημα, λοιπόν, με το κλείσιμο της συνεδρίασης βρίσκεται σε θερμοδυναμική κατάσταση ανισορροπίας, αφού σε κάθε χρονική μεταβολή του Γ.Δ.Τ ισχύει $dX/dt > 0$.

Υπάρχουν βέβαια και οι καταστάσεις στασιμότητας (ή θερμοδυναμικής ισορροπίας όπου $dX/dt = 0$) το πλήθος των οποίων είναι οπωσδήποτε μεγαλύτερο της μονάδας. Αυτό έχει ως συνέπεια αφενός η εξελικτική πορεία της χρηματιστηριακής αγοράς να λογίζεται ως μη γραμμική, αφετέρου το σύστημα να θεωρείται ευσταθές, αφού μετά από πεπερασμένο πλήθος διαταραχών επανέρχεται σε θέση ισορροπίας, διαφορετική βέβαια από εκείνη που κατείχε προηγουμένως.

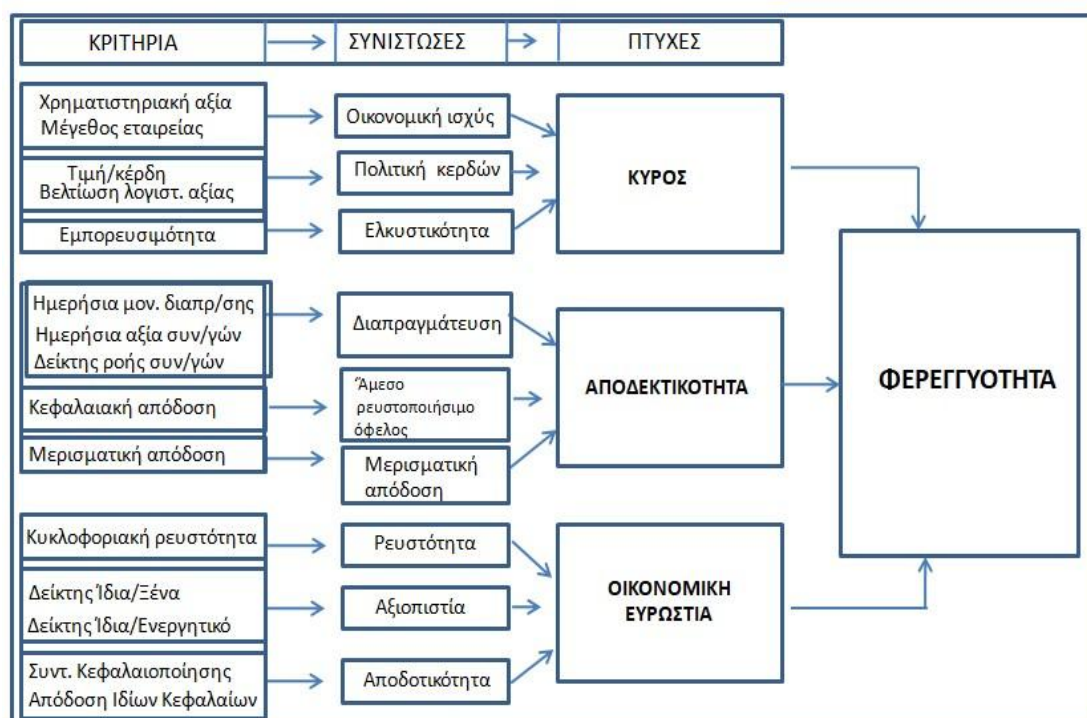
Όσον αφορά στις σκεδαστικές δομές της χρηματιστηριακής αγοράς αυτές αφορούν αποκλειστικά τις διαμορφούμενες ομαδοποιήσεις των εταιρειών, οι οποίες οφείλονται στις μη γραμμικές αλληλεξαρτήσεις και αλληλεπιδράσεις των μεταβλητών που δημιουργούνται από τις συννοριακές συνθήκες οι οποίες εκφράζονται μέσω διαφορετικών κριτηρίων όπως λ.χ η χρηματιστηριακή αξία, η εμπορευσιμότητα, ο λόγος P/E, η κυκλοφοριακή ρευστότητα κ.α. Οι μεταβλητές αυτές καθορίζουν τα διάφορα επίπεδα οργάνωσης του συστήματος ανάλογα με τις επιδόσεις που παρουσιάζουν οι εταιρείες ως προς τα κριτήρια αυτά.

Οι αλληλεξαρτήσεις των μεταβλητών αυτών δημιουργούν νέες μεταβλητές τους λεγόμενους **παράγοντες**. Οι παράγοντες αυτοί δημιουργούν τους προνομιακούς άξονες, οι οποίοι αποτελούν δομημένες στάσιμες καταστάσεις, τους λεγόμενους **παραγοντικούς άξονες**.

Οι παραγοντικοί άξονες όταν συγκεκριμενοποιηθούν πληροφορούν καταρχήν για το φυσικό μέγεθος της χρηματιστηριακής αγοράς το οποίο είναι διαφορετικό από αυτό που επιβάλλουν οι συννοριακές συνθήκες, μέσω των μεταβλητών που χρησιμοποιούνται για την περιγραφή του συστήματος. Κατά δεύτερο λόγο υπενθυμίζουν την ανομοιομορφη επίδραση των παραγόντων στη διαμόρφωση των επιπέδων οργάνωσης των εταιρειών που συμμετέχουν στην κεφαλαιαγορά.

Οι παραγοντικοί άξονες προσδιορίζουν ακόμη την γενεσιουργό αιτία της δομικής διαφοροποίησης της χρηματιστηριακής αγοράς, η οποία δεν είναι άλλη από την **φερεγγυότητα** που αναδύουν οι εταιρείες αυτές στα πλαίσια των δραστηριοτήτων τους εντός και εκτός χρηματιστηριακής αγοράς. Συγχρόνως συγκεκριμενοποιούν, όπως θα δούμε παρακάτω (πίνακας 1) και τις μακροσκοπικές παραμέτρους που περιγράφουν τις διαμορφούμενες δομές μέσω των πτυχών και των συνιστώσων της φερεγγυότητας που τις συνθέτουν.[Καραπιστόλης Δ., 1996]

Πίνακας 1: Κριτήρια, συνιστώσες και πτυχές της φερεγγυότητας



Συνεπώς στο ερώτημα που τέθηκε "τι οφείλει να κάνει ένας οικονομολόγος για να μελετήσει την κεφαλαιαγορά", η απάντηση είναι η εξής: ο αναλυτής υστερώντας συνήθως να αξιολογήσει την ποσότητα πληροφορίας που διατρέχει το σύστημα, οφείλει καταρχήν να στρέψει την προσοχή του στον προσδιορισμό της ελεύθερης ενέργειας που περικλείει η κεφαλαιαγορά (δηλαδή στην αξιοποιήσιμη ποσότητα πληροφορίας), προκειμένου να επιλέξει την αποτελεσματικότερη μορφή δράσης.

Στο μέτρο που αδυνατεί να προσδιορίσει την ελεύθερη ενέργεια του συστήματος προτείνεται όπως κατά την εξέλιξη αυτού να αξιολογήσει τις προκαλούμενες συνέπειες που οφείλονται στην παραγωγή εντροπίας από δύο κυρίως παράγοντες: την προσδοκία και την συνειδητοποίηση των συμμετεχόντων στη χρηματιστηριακή αγορά.

Οι συνέπειες αυτές εκδηλώνονται με συγκεκριμένες δομικές αλλαγές οι οποίες στοχεύουν στην απομάκρυνση του συστήματος από τη κατάσταση μέγιστης εντροπίας και οι οποίες αποτυπώνονται σε διάφορα επίπεδα οργάνωσης, τα οποία ξεχωρίζουν μεταξύ τους από την κλιμακούμενη φερεγγυότητα που διακρίνει τα στοιχεία που τα συνθέτουν [Καραπιστόλης Δ., 1999].

4. Συμπεράσματα

Με την θεώρηση της χρηματιστηριακής αγοράς ως θερμοδυναμικού συστήματος ο αναλυτής αποκτά μια βαθύτερη και σφαιρικότερη αντίληψη για τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να την αντιμετωπίσει στηριζόμενος στο ότι:

- ♦ Γνωρίζει πως το σύστημα βρίσκεται σε διαρκή στατική κατάσταση ανισορροπίας, συντηρούμενο με τις απολήψεις και αποκρίσεις ποικίλων πληροφοριών που πραγματοποιεί με το περιβάλλον του
- ♦ Μπορεί και εντοπίζει την εντροπιακή κατάσταση του συστήματος, αφού είναι το αίτιο παραγωγής κάθε είδους πληροφορίας
- ♦ Γνωρίζει την ενεργειακή κατάσταση του συστήματος, οπότε μπορεί να προσδιορίσει τις σχέσεις μεταξύ των στοιχείων του συστήματος.. Αυτό έχει ως συνέπεια να μπορεί να μελετά τα διαμορφούμενες δομές της χρηματιστηριακής αγοράς. Επομένως είναι σε θέση να περιγράψει τη λογική των ενεργειών των εμπλεκόμενων παραγόντων, να οριοθετήσει τα επίπεδα οργάνωσης του συστήματος και συγχρόνως να εξηγήσει την εμφανιζόμενη δόμηση.
- ♦ Έχει τη δυνατότητα να μελετήσει τους "θορύβους" (διαταραχές) που παρουσιάζονται σε κάθε επίπεδο του συστήματος. Οι θόρυβοι αυτοί δεν είναι ίδιοι στα διάφορα επίπεδα, λόγω της διαφορετικής συνοχής των στοιχείων που αποτελούν τα επίπεδα αυτά.
- ♦ Τέλος προσδιορίζει μακροσκοπικές παραμέτρους που περιγράφουν τις διαμορφούμενες σκεδαστικές δομές της χρηματιστηριακής αγοράς, οι οποίες αντανακλούν τις καταστάσεις ανισορροπίας που τις παρήγαγαν.

Η διαφορετική συνοχή κάθε επιπέδου προοιωνίζει την ύπαρξη ποικίλων λειτουργιών μεταξύ των στοιχείων του επιπέδου, συνεπώς διαφορετικών δομών. Η μελέτη της εντροπίας του συστήματος οφείλει να γίνει με μεθόδους της ανάλυσης δεδομένων, οι οποίες μπορούν να μας οδηγήσουν σε ασφαλή συμπεράσματα κυρίως λόγω της τεκμηρίωσης των αιτίων που οδηγούν το σύστημα σε συγκεκριμένες αντιδράσεις. Έτσι η δομική προσέγγιση που πραγματοποιεί ο αναλυτής του επιτρέπει να κατανοήσει την ύπαρξη των δυνάμεων εκείνων μεταξύ των στοιχείων του συστήματος που συνδέονται με σύνθετες σχέσεις και οι οποίες προκαλούν συνήθως στις υπάρχουσες δομές μεταλλαγές με βραδείς ρυθμούς. Οι ρυθμοί είναι βραδείς λόγω της ύπαρξης αντισταθμιστικών αναδράσεων, οι οποίες αντιτίθενται στους μηχανισμούς που ενισχύουν τις αρχικές ανισορροπίες του συστήματος.

Η ύπαρξη επομένως διαφορετικών δομών στη χρηματιστηριακή αγορά οφείλονται κυρίως στις μη γραμμικές αλληλεπιδράσεις και αλληλεξαρτήσεις παραγόντων πάνω στα στοιχεία του συστήματος, οι οποίες τελικά διαμορφώνουν διάφορα επίπεδα οργάνωσης του συστήματος. Οι παράγοντες αυτοί, τους οποίους ο αναλυτής οφείλει να προσδιορίσει, συντιθέμενοι μεταξύ τους αποτελούν την γενεσιουργό αιτία της δομικής διαφοροποίησης του συστήματος, δηλαδή

τη φερεγγυότητα που αναδύουν οι εισηγμένες εταιρείες στη κεφαλαιαγορά, ενώ η εξελικτική πορεία του θερμοδυναμικού αυτού συστήματος οφείλεται στη συνδυασμένη ενέργεια της προσδοκίας των συμμετεχόντων για οικονομικά οφέλη και της ικανότητας συνειδητοποίησης των συστατικών του στοιχείων.

Η αναπτυχθείσα αντίληψη βρίσκει εφαρμογή στη νέα μέθοδο αξιολόγησης και διαχείρισης χρηματιστηριακών χαρτοφυλακίων, την οποία προτείνω, ως **Συνθετική Προσέγγιση** των τιμών των μετοχών, βάσει της οποίας ο αναλυτής προσδιορίζει το Φερέγγυο χαρτοφυλάκιο, [Καραπιστόλης Δ 1999], δηλαδή το σύνολο των εταιρειών που βρίσκεται στο υψηλότερο επίπεδο οργάνωσης του συστήματος. Το σύνολο αυτό το οποίο αναλύεται με πολυπαραγοντικές μεθόδους ανάλυσης δεδομένων [Καραπιστόλης Δ.2022], παρέχει στον επενδυτή ένα μακροχρόνιο εύλογο κέρδος με λιγότερες επεμβάσεις στη σύνθεσή του, λόγω της βραδείας μεταλλαγής των δομών του συστήματος.

Το γεγονός αυτό μειώνει εξαιρετικά το κόστος διαφοροποίησης του χαρτοφυλακίου, έτσι ώστε η προκύπτουσα ωφέλεια να κρίνεται από κάθε ορθολογικό επενδυτή άκρως ενδιαφέρουσα, αφού αυξάνει σημαντικά την πραγματική απόδοση του χαρτοφυλακίου.

Η προτεινόμενη προσέγγιση της χρηματιστηριακής αγοράς, προσέγγιση θερμοδυναμικής έμπνευσης, συστημικού επομένως και όχι μηχανιστικού ως ήδη έχει αναφερθεί περιεχομένου, προσφέρει κατά την άποψή μας σημαντικό πεδίο αναζητήσεων και προβληματισμών. Η δυνάμενη να προκληθεί συζήτηση μεταξύ των ειδικών, προϋποθέτει γνώση των εκατέρωθεν αντιλήψεων και κατανόηση του διαφορετικού περιεχομένου των εννοιών "δυναμική εξέλιξη" και "θερμοδυναμική εξέλιξη" ενός συστήματος..

Η ανάπτυξη των Εθνικών χρηματιστηριακών αγορών και η επισυμβαίνουσα Χρηματιστηριακή Παγκοσμιοποίηση, αυξάνοντας κατά τρόπο εντυπωσιακό την πολυπλοκότητα των καταστάσεων και δημιουργώντας συνθήκες συχνά ανυπέρβλητων δυσκολιών σ' ότι αφορά ακόμη και τη σύλληψη του μεγέθους της αναδυόμενης πληροφορίας, επιβάλλει το ξεπέρασμα των εγκλωβισμών σε κατεστημένα σχήματα "μοναδικών" αναλύσεων.

Σήμερα περισσότερο από κάθε άλλη φορά, έχει μεγάλη σημασία όχι μόνο η αποφυγή απλοποιήσεων που συσκοτίζουν την αλήθεια, αλλά και η επιδίωξη της αποτελεσματικότερης διαχείρισης της πολυπλοκότητας που διέπει κάθε οικονομικό σύστημα και αναμφίβολα τη χρηματιστηριακή αγορά.

Βιβλιογραφία

A. Ελληνική

Διάμεσης Ι.(1986). «Τι είναι η θεωρία Συστημάτων: Τεχνολογική άποψη» Επιμέλεια Μ. Δεκλερής . Εκδόσεις Σάκκουλα. Αθήνα- Κομοτινή.

Ζαχαρόπουλος Ζ. (1990) «Χρονοσειρές» .Αθήνα Έκδοση του ιδίου.

Ζουμπουλάκης Μ(1996) «Η νεοκλασική αρχή της ορθολογικότητας και η σχέση της με την πραγματικότητα». Βήμα των Κοινωνικών Επιστημών. Νο 18 σελ.5-32

Καραπιστόλης Δ.,(1996) «Δημιουργία λογισμικού για την κατάρτιση φερέγγυου χαρτοφυλακίου με μεθόδους της ανάλυσης δεδομένων». Διδακτορική διατριβή υποβληθείσα στο Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Μακεδονίας. Θεσσαλονίκη

Καραπιστόλης Δημήτριος (1999) «Φερέγγυο χαρτοφυλάκιο. Συνθετική προσέγγιση της εξέλιξης των χρηματιστηριακών τιμών των μετοχών». Εκδόσεις Ανικούλα Θεσσαλονίκη

Καραπιστόλης Δημήτριος (2001) Διαχείριση χαρτοφυλακίων και αξιολόγηση αμοιβαίων κεφαλαίων. Εκδόσεις Ανικούλα. Θεσσαλονίκη

Καραπιστόλης Δημήτριος (2022) Πολυδιάστατη Στατιστική ανάλυση δεδομένων. Εκδόσεις Α. Αλτιντζή. Θεσσαλονίκη

Prigogine I και Stengers I (1986) «Τάξη και χάος». Εκδόσεις Κέδρος. Αθήναι

- Συριόπουλος Κ και Σιρλαντζής Κ. (1994) «Χρηματιστηριακές διακυμάνσεις και προσδιοριστικό χάος». Σπουδαί Τόμος 43 Τεύχος 3-4 σελ.193-211.
- Συριόπουλος Κ. (1996).«Ανάλυση και έλεγχοι μονομεταβλητών χρηματοοικονομικών χρονολογικών σειρών». Εκδόσεις Ανικούλα. Θεσσαλονίκη
- Χατζικωνσταντίνου Γ. (1985) «Οικονομικά συστήματα και συστημική σκέψη» Τόμος Α. Εκδόσεις Σάκκουλας. Θεσσαλονίκη
- Χατζικωνσταντίνου Γ. (1986) «Η αβεβαιότητα και η θερμοδυναμική της ανισορροπίας στην Οικονομία». Εκδόσεις Παρατηρητής. Θεσσαλονίκη

B. Ξένη

- Atlan H. (1972) «*L'organisation biologique et la theorie de l' information*». Hermann. Paris
- Courbage M (1991) «*Entropie thermodynamique et information*». In fractals. Dimension non entiers et applications. Pp.132-140. Editions Masson. Paris
- Decleris M. (1991) «*Handbook of Systems Science*». European Systems Union. Hellenic Systems Society. Athens.
- De Rosney J. (1975) «*Le Macroscopie*». Edition Seuil. Paris
- Hatzikonstantinou G. (1996) «A la recherche d'une approche interdisciplinaire en economie. L' ouverture a la complexite». Risque Nature et Societe. Actes du congres Delphes. Publications de la Sorbonne 1996. Pp.63-70
- Passet R. (1996) «*L' economie et le vivant*». 2me editions Economica. Paris
- Peters E. (1994) «*Chaos and order in the Capital Markets*». John Willey & Sons Inc. New York
- Prigogine I. (1945) «*L' etude thermodynamique des Phenomenes irreversibles*». These d' agregation presente a la faculte des Sciences de l' Universite de Bruxelles
- Prigogine I. (1967) «*Introduction a la thermodynamique des phenomenes irreversibles*». Dunod Paris
- Shannon C.E.,(1948):"The Mathematical Theory of Communication". Bell System Technical Journal,47,pp. 379.
- Tonnelat J. (1977) «*Thermodynamique et biologie*». Tome I. Maloin Doin Paris.
- Volle M.,(1985):"Analyse des données".Economica Paris.
- Zouboulakis M. (1995), «*Le debat sur le realisme des hypotheses dans les annees 1870*». *Revue Economique*. Vol .46 No3 pp.973-981