



Διπλωματική Εργασία

*Ανάπτυξη δείκτη τιμών έργων τέχνης με χρήση
πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων
και ηδονικής παλινδρόμησης*

Επιβλέπων Καθηγητής : Κωνσταντίνος Ζοπουνίδης

ΚΟΚΚΙΝΑΚΗ ΜΑΡΙΑ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

Χανιά, Φεβρουάριος 2024

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής, σηματοδοτείται ο τερματισμός των μεταπτυχιακών μου σπουδών στο πρόγραμμα 'Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης' στο Πολυτεχνείο Κρήτης . Σε αναφορά της συγκεκριμένης ενότητας, επιθυμώ να εκφράσω τις ευχαριστίες μου προς όλους εκείνους που συνέβαλαν στην πραγματοποίησή της. Ιδιαίτερως, θέλω να αποτίσω φόρο τιμής στον αξιότιμο κ. Ζοπουνίδη Κωνσταντίνο, καθηγητή μου, για την εκτίμηση και την εμπιστοσύνη του κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας. Επιπλέον, αφιερώνω αυτό το έργο στη μνήμη του αγαπητού καθηγητή και πρώην κοσμήτορα της σχολής μας, κ. Ευάγγελου Γρηγορούδη, με τον οποίο συνεργαστήκαμε αρμονικά και αφοσιωμένα.

Επιπλέον, εκφράζω τις ευγνωμοσύνες μου προς τους γονείς και τους φίλους μου, οι οποίοι πάντα με στήριξαν και με ενθάρρυναν κατά τη διάρκεια αυτής της διαδρομής.

Περιεχόμενα

| | |
|---|----|
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ | 7 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 | 9 |
| 1.1 Κύρια χαρακτηριστικά της αγοράς έργων τέχνης | 9 |
| 1.1.1 Κόστος συναλλαγής και ρευστότητα | 9 |
| 1.1.2 Ιδιωτικοποίηση και Χρηματοδότηση | 9 |
| 1.1.3 Συγκέντρωση και πώληση | 9 |
| 1.1.4 Ευαισθησία σε μακροοικονομικούς κύκλους | 10 |
| 1.1.5 Έλλειψη Ρύθμισης, Φοροαποφυγή και Φορολογική Διαφυγή | 10 |
| 1.1.6 Η αγορά τέχνης παγκοσμιοποιείται ολοένα και περισσότερο | 11 |
| 1.1.7 Η αγορά τέχνης επηρεάζεται από την ανισότητα του πλούτου | 12 |
| 1.2 Γιατί η οικονομία και η τέχνη είναι στενά συνδεδεμένες | 13 |
| 1.2.1 Τέχνη και οικονομία | 13 |
| 1.2.2 Προσφορά και ζήτηση στην αγορά τέχνης | 14 |
| 1.2.3 Καθορισμός της τιμής της τέχνης | 15 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 | 17 |
| 2.1 Η έννοια της μεταβλητής | 17 |
| 2.2 Ονομαστικές, Ιεραρχικές, Ισοδιαστημικές, Αναλογικές, Μεταβλητές | 17 |
| 2.2.1 Κατηγορικές ή Ονομαστικές μεταβλητές | 17 |
| 2.2.2 Ιεραρχικές ή Διατάξιμες ή Τακτικές μεταβλητές | 17 |
| 2.2.3 Ισοδιαστημικές μεταβλητές | 17 |
| 2.2.4 Αναλογικές μεταβλητές | 17 |
| 2.3 Η έννοια της παλινδρόμησης | 19 |
| 2.3.1 Η απλή γραμμική παλινδρόμηση | 20 |
| 2.3.2 Πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση | 21 |
| 2.4 Ηδονική Μέθοδος Παλινδρόμησης | 22 |
| 2.5 Ανάλυση δεδομένων του προβλήματος | 22 |
| 2.6 Εφαρμογή του μοντέλου της ηδονικής παλινδρόμησης | 25 |
| 2.7 Αποτελέσματα και γραφική αναπαράστασή τους | 27 |
| 2.8 Χρηματοοικονομικές μεταβλητές για τη δημιουργία συσχετίσεων με το δείκτη τιμών έργων τέχνης | 30 |
| 2.8.1 Επιτόκιο - UK | 30 |
| 2.8.2 Τιμές κατοικιών -US | 31 |
| 2.8.3 Τιμές κατοικιών -UK | 32 |
| 2.8.4 Ακαθάριστο εγχώριο προϊόν - US | 33 |
| 2.8.5 Ακαθάριστο εγχώριο προϊόν -UK | 34 |

| | |
|---|----|
| 2.8.6 Δείκτης τιμών καταναλωτή - US | 35 |
| 2.8.7 Απόδοση ομολόγων -US | 36 |
| 2.8.8 Απόδοση ομολόγων - UK..... | 37 |
| 2.8.9 NASDAQ Composite - ΔείκτηςNASDAQ..... | 38 |
| 2.8.10 ΔείκτηςDowJones..... | 39 |
| 2.8.11 S&P 500 Index - Δείκτης S&P 500..... | 40 |
| 2.9 Ο συντελεστής συσχέτισης..... | 41 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 | 44 |
| 3.1 Γραμμικός προγραμματισμός..... | 44 |
| 3.2 Βασικές αρχές της πολυκριτήριας μεθόδου MUSA..... | 44 |
| 3.2.1 Μαθηματική ανάπτυξη μοντέλου..... | 47 |
| 3.3 Αποτελέσματα γραμμικού προβλήματος..... | 52 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4..... | 59 |
| 4.1 Συμπεράσματα και αποτελέσματα | 59 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 | 62 |
| 5.1 Βιβλιογραφία..... | 62 |

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αγορά έργων τέχνης αποτελεί ένα ιδιαίτερα σημαντικό κομμάτι της παγκόσμιας οικονομίας, με μεγάλη προστιθέμενη αξία και συνεισφορά στο Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ) πολλών χωρών. Σύμφωνα με εκτιμήσεις, οι παγκόσμιες πωλήσεις σε έργα τέχνης και αντίκες υπολογίζονται περίπου στα 64.1 δις δολάρια το 2019, ενώ πάνω από 20 δις δολάρια είναι η συνεισφορά διάφορων υποστηρικτικών υπηρεσιών (McAndrew, 2020). Η προστιθέμενη αξία της αγοράς τέχνης δε βασίζεται μόνο στις επιχειρήσεις που συνδέονται άμεσα με το εμπόριο τέχνης, αλλά και σε επιχειρήσεις που προσφέρουν άλλες πρόσθετες υπηρεσίες (π.χ. διαφήμιση και μάρκετινγκ, συσκευασία, μεταφορές, ταξίδια, ασφάλιση, συντήρηση και αποκατάσταση, φιλοξενία και ψυχαγωγία) που υποστηρίζουν θέσεις εργασίας έντασης γνώσης και υψηλής ειδίκευσης. Επιπρόσθετα, εκδηλώσεις στην αγορά τέχνης (π.χ. εκθέσεις τέχνης) μπορεί να ενισχύσουν την πολιτιστική ελκυστικότητα συγκεκριμένων προορισμών.

Το σημαντικότερο πρόβλημα στην αγορά τέχνης αφορά την ερμηνεία της διακύμανσης των τιμών ή την προσπάθεια προσδιορισμού των παραγόντων εκείνων που επηρεάζουν τις προτιμήσεις των πιθανών αγοραστών. Η σχετική βιβλιογραφία αναφορικά με τις προτιμήσεις των αγοραστών έργων τέχνης παρουσιάζει αντικρουόμενα αποτελέσματα, κυρίως διότι τα έργα τέχνης μπορεί μεν να θεωρηθούν ως άυλα αγαθά, αλλά ταυτόχρονα έχουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που συνδέονται με την έμπνευση, τη δημιουργικότητα και τα συναισθήματα (Alpugu, 2014; Grahametal., 2010). Έτσι, η πλειοψηφία των σχετικών μελετών προέρχεται από την οικονομική επιστήμη, όπου τα αντικείμενα τέχνης θεωρούνται επενδύσεις, χωρίς να λαμβάνουν υπόψη συγκεκριμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά (Ashenfelter and Graddy, 2011).

Αυτή η διπλωματική εργασία επικεντρώνεται στην ανάπτυξη ενός νέου δείκτη τιμών για έργα τέχνης, με στόχο όχι μόνο την πρόβλεψη των τιμών, αλλά κυρίως την ανάλυση της συμπεριφοράς των αγοραστών και την επίδραση των οικονομικών συνθηκών σε αυτές. Η συγκεκριμένη έρευνα αποτελεί τμήμα συνεργασίας της Σχολής Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης του Πολυτεχνείου Κρήτης (Καθ. Ε. Γρηγορούδης, Καθ. Κ. Ζοπουνίδης) με το AudenciaBusinessSchool (Prof. E. Galariotis, Prof. L. Noel).

Με βάση τα προηγούμενα, η πρωτοτυπία της παρακάτω διπλωματικής εστιάζεται στα ακόλουθα σημεία:

- Η έρευνα χρησιμοποιεί μια μεγάλη βάση δεδομένων από έργα ArtDeco(έπιπλα), η οποία περιλαμβάνει περίπου 2200 αντικείμενα και καλύπτει μια μεγάλη χρονική περίοδο (1959-2004). Τα συγκεκριμένα δεδομένα έχουν συλλεχθεί από δημοπρασίες έργων τέχνης και, σε αντίθεση με προγενέστερες έρευνες, δίνουν τη δυνατότητα χρήσης ποιοτικών χαρακτηριστικών που μπορεί να επηρεάσουν τις προτιμήσεις των αγοραστών (Noel, 2009).
- Παρά την ύπαρξη σημαντικού πλήθους οικονομικών μελετών, η χρήση της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων στην ανάπτυξη ενός δείκτη τιμών για έργα τέχνης είναι σχετικά περιορισμένη (Grigoroudisetal., 2021).

- Η πλειοψηφία των προηγούμενων μελετών στο συγκεκριμένο θέμα, επικεντρώνεται είτε στην πρόβλεψη των τιμών έργων τέχνης είτε στην εκ των υστέρων συσχέτιση των τιμών με το οικονομικό περιβάλλον. Αντίθετα, η συγκεκριμένη ερευνητική προσπάθεια εστιάζει στην ανάλυση της συμπεριφοράς του αγοραστή, ενσωματώνοντας τις τρέχουσες οικονομικές συνθήκες στις προτιμήσεις του.

Με βάση τα παραπάνω η δομή της εργασίας συνοψίζεται στις εξής ενότητες :

- Στο πρώτο κεφάλαιο προσφέρεται μια εισαγωγή στην έννοια της τέχνης, τα χαρακτηριστικά της, καθώς και τον τρόπο που σχετίζεται η τέχνη με την οικονομία.
- Στο κεφάλαιο 2 γίνεται η ανάλυση της βάσης δεδομένων ArtDeco καθώς και της εφαρμογής της μεθόδου ηδονικής παλινδρόμησης. Με βάση αυτή τη μέθοδο δημιουργείται ένας δείκτης τιμών έργων τέχνης ο οποίος στη συνέχεια συγκρίνεται με άλλους χρηματοοικονομικούς δείκτες. Ακόμα γίνεται αριθμητική και εικονική παρουσίαση των αποτελεσμάτων.
- Στο κεφάλαιο 3 παρουσιάζεται η θεωρία και η εφαρμογή της πολυκριτήριας ανάλυσης. Με τη βοήθεια της μεθόδου γραμμικού προγραμματισμού γίνεται η μοντελοποίηση και λύση του προβλήματος . Τέλος παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του γραμμικού προβλήματος.
- Στο κεφάλαιο 4 γίνεται μια ανασκόπηση των αποτελεσμάτων της διπλωματικής εργασίας καθώς και των συμπερασμάτων που εξήχθησαν.
- Στο κεφάλαιο 5 παρουσιάζονται οι βιβλιογραφικές πηγές μέσω των οποίων εκπονήθηκε η παρακάτω μεταπτυχιακή εργασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Κύρια χαρακτηριστικά της αγοράς έργων τέχνης

Η αγορά τέχνης παρουσιάζει τουλάχιστον επτά ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που την κάνουν να διαφέρει από άλλες αγορές. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι σημαντικό να κατανοηθούν και αναλύονται εκτενώς στη συνέχεια.

1.1.1 Κόστος συναλλαγής και ρευστότητα.

Οι πίνακες ζωγραφικής, τα γλυπτά, τα σχέδια, οι εκτυπώσεις, τα αντικείμενα είναι μοναδικά και ετερογενή αντικείμενα. Η νομισματική τους αποτίμηση δεν είναι προφανής, καθώς εξαρτώνται από πολύπλοκες δομές και από τη διαθεσιμότητα των έργων τέχνης, τα αριστουργήματα τείνουν να σημειώνουν σπάνιες πωλήσεις. Η εύρεση αγοραστών και η δυνατότητα πλαστογραφίας υποδηλώνει ότι το κόστος των συναλλαγών δεν είναι ασήμαντο, και συχνά απαιτεί τη διαμεσολάβηση των οίκων δημοπρασιών και των γκαλερί τέχνης που χρεώνουν σημαντικές αμοιβές για τις υπηρεσίες τους, συμπεριλαμβανομένης της επαλήθευσης της γνησιότητας και της προέλευσης του έργου τέχνης. Επιπλέον, και σε σχέση με τα παραπάνω, η δυνατότητα ενός συλλέκτη ή αγοραστή να μετατρέψει τη ζωγραφική ή τη γλυπτική σε άμεσα διαθέσιμα μετρητά με χαμηλό κόστος μπορεί να περιοριστεί. Αυτή είναι μια αγορά με πιθανή έλλειψη ρευστότητας, τουλάχιστον για αγοραστές και πωλητές που δεν διαθέτουν άμεσα διαθέσιμη πρόσβαση σε πιστώσεις και εγγυήσεις που σχετίζονται με την τέχνη. Αντίθετα, χρηματοοικονομικά περιουσιακά στοιχεία, όπως μετοχές και ομόλογα, μπορούν να αγοραστούν και να πωληθούν εύκολα καθώς συχνά υποστηρίζονται από καλά εδραιωμένη υποδομή που μειώνει το κόστος συναλλαγής και επαλήθευσης τυποποιημένων προϊόντων.

1.1.2 Ιδιωτικοποίηση και Χρηματοδότηση

Η αυξανόμενη ιδιωτική ιδιοκτησία έργων τέχνης υψηλής αξίας από ιδιώτες συλλέκτες και από πλούσιες οικογένειες έχουν πολλές επιπτώσεις στη σχετική θέση της αγοράς τέχνης στη κοινωνία. Στις μέρες μας οι ιδιώτες συλλέκτες έχουν ενεργή συμμετοχή σε συμβούλια μουσείων καθώς και σε άλλους μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς στους οποίους τόσο δανείζουν και δωρίζουν κομμάτια από τις συλλογές τους όσο και συνεισφέρουν με χρηματοδοτήσεις. Σε μια εποχή όπου η δημόσια χρηματοδότηση στην τέχνη συρρικνώνεται, η παρουσία των ιδιωτών σε καλλιτεχνικά ιδρύματα επηρεάζει την ισορροπία μεταξύ του ιδιωτικού και δημόσιου τομέα στον τομέα της τέχνης. Η αγορά τέχνης χρηματοδοτείται όλο και περισσότερο από οικογενειακά γραφεία, εμπορικές τράπεζες και επενδυτικά ταμεία τέχνης που τώρα επενδύουν ενεργά στην τέχνη, κυρίως για λογαριασμό των πλούσιων πελατών τους. Ένα βασικό καθήκον της χρηματοοικονομικής ανάλυσης είναι η σύγκριση των ποσοστών απόδοσης, προσαρμοσμένων με βάση τον κίνδυνο, μεταξύ διαφορετικών περιουσιακών στοιχείων για τον εντοπισμό της απουσίας ή παρουσίας ανεκμετάλλετων ευκαιριών αρμπιτράζ. Εμπειρικές μελέτες με χρήση ιστορικών δεδομένων των τιμών των έργων τέχνης (συχνά με βάση δημοπρασίες) και αλλαγές αποτίμησης από ολόκληρες συλλογές, δείχνουν ότι το μέσο ποσοστό απόδοσης (κέρδη κεφαλαίου από τις αξίες κτήσης) από τη διαπραγμάτευση έργων τέχνης δεν διαφέρουν από την επιστροφή μετοχών διακράτησης ή ομολόγων αφού προσαρμοστούν με ασφάλιστρα κινδύνου, μεσοπρόθεσμα έως μακροπρόθεσμα.

1.1.3 Συγκέντρωση και πόλωση.

Η παγκόσμια αγορά τέχνης παρουσιάζει χαρακτηριστικά μιας πολωμένης αγοράς στην οποία το μεγαλύτερο μέρος του αριθμού των συναλλαγών (όγκος) είναι

συγκεντρωμένος στο χαμηλότερο άκρο της αγοράς, ενώ το μεγαλύτερο μέρος της αξίας πωλήσεων (τιμές επί πωληθείσες ποσότητες) συγκεντρώνεται στο υψηλότερο άκρο της αγοράς. Η μεσαία κατηγορία της αγοράς συμπιέζεται από την ανώτερο άκρο (σε αξία) και το κατώτερο (σε όγκο). Η πώληση αντανάκλαται, μεταξύ άλλων με διάφορους τρόπους, παρουσία ισχυρών αντιπροσώπων σε διεθνείς εκθέσεις τέχνης (ένα όλο και περισσότερο σημαντικό τρόπο πώλησης τέχνης) που λαμβάνουν χώρα σε πόλεις όπως τη Νέα Υόρκη, το Μαϊάμι, τη Βασιλεία, το Λονδίνο, που συναγωνίζεται με γκαλερί μεσαίου και μικρού μεγέθους. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι τρόποι συνάντησης αγοραστών και πωλητών έργων τέχνης έχουν μεταβληθεί με την πάροδο του χρόνου, με τις επισκέψεις σε γκαλερί να έχουν μειωθεί τα τελευταία χρόνια. Το τμήμα δημοπρασίας της αγοράς (μέρος της δευτερογενούς αγοράς), ένα σημαντικό παραδοσιακό εργαλείο πώλησης τέχνης. Οι κανόνες μιας κερδοσκοπικής αγοράς όπου κυριαρχούν οι μεγάλοι παίκτες και ο χρηματοοικονομικός κλάδος έχουν την τάση να μειώνουν την επιρροή των καλλιτεχνών. Παρά το γεγονός ότι δημιούργησαν την αξία των έργων τέχνης, οι καλλιτέχνες ασκούν περιορισμένο έλεγχο στο τι θα συμβεί στη συνέχεια στη δημιουργία τους. Μια άλλη τάση είναι η αυξανόμενη σημασία των διαδικτυακών πωλήσεων, που αποτελούν το κύριο μέσο πώλησης έργων τέχνης στις μέρες μας. Το ανώτερο άκρο της αγοράς τέχνης χαρακτηρίζεται από άκρως προσωπικές σχέσεις και μάλλον σκοτεινές πρακτικές σχετικά με την τιμή και την αμοιβή (ασφάλιστρα αγοραστών και πωλητών) σε δημοπρασίες. Πληροφορίες σχετικά με την τιμή στην οποία αναμένεται να πουληθούν τα κομμάτια, υπόκεινται συχνά σε χειραγώγηση και δεν φτάνουν σε όλους τους υποψήφιους αγοραστές. Πολλές φορές, οι τιμές είναι καθορισμένες σε μη ρεαλιστικά χαμηλές, κάτι που προσελκύει πιθανούς αγοραστές, αν και σε άλλες περιπτώσεις, οι τιμές είναι διογκωμένες, μειώνοντας τους αγοραστές από το να δημιουργήσουν ενδιαφέρον για συγκεκριμένα κομμάτια — κάτι που είναι πιθανό να πωληθεί σε προνομιούχους πλειοδότες. Οι τιμές ορισμένων καλλιτεχνών που προωθούνται από γκαλερί μπορεί να είναι επίσης <<φουσκωμένες>>.

1.1.4 Ευαισθησία σε μακροοικονομικούς κύκλους

Η εμπειρία της αγοράς τέχνης στις δύο πρώτες δεκαετίες του 21ου αιώνα δείχνει σημαντική ευαισθησία στον μακροοικονομικούς κύκλους στις φάσεις της επέκτασης και της ύφεσης. Τα συνολικά στοιχεία δείχνουν ότι η αγορά τέχνης τείνει να συμπεριφέρεται με προκυκλικό τρόπο, με τις συνολικές πωλήσεις/όγκους να αυξάνονται κατά την άνοδο, και καθοδικά στις πτώσεις του οικονομικού κύκλου. Ο ανοδικός και ο καθοδικός κύκλος μπορούν να επηρεάσουν διαφορετικά τα διάφορα τμήματα της αγοράς. Ενώ οι πτώσεις και τα κραχ μπορεί να επηρεάσουν πιθανώς όλα τα τμήματα της αγοράς η ανάκαμψη μετά την κρίση ευνόησε, κυρίως, μεγάλους οίκους δημοπρασιών και μεγάλες γκαλερί, με αυτούς που βρίσκονταν στο μεσαίο-χαμηλό άκρο να υστερούν.

1.1.5 Έλλειψη Ρύθμισης, Φοροαποφυγή και Φορολογική Διαφυγή

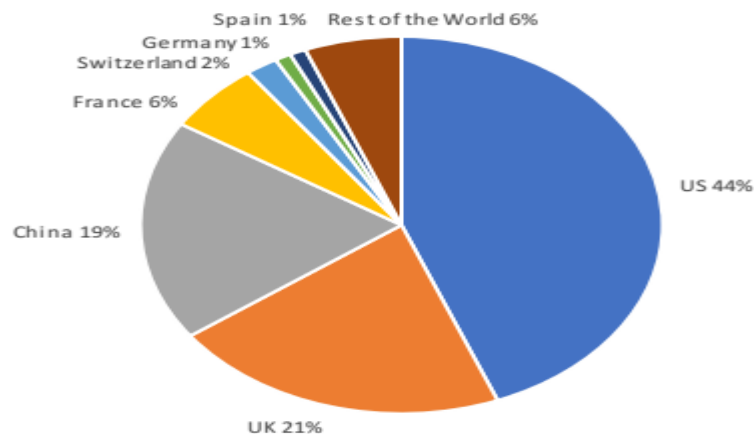
Σε αντίθεση με την αγορά τίτλων και άλλων, η αγορά τέχνης είναι σε μεγάλο βαθμό ανεξέλεγκτη με τους αγοραστές έργων τέχνης να είναι ελάχιστα προστατευμένοι από χειριστικές πρακτικές ορισμένων μεσάζων. Επιπλέον οι κορυφαίοι συλλέκτες χρησιμοποιούν όλο και περισσότερο έργα τέχνης ως επενδύσεις για να μειώσουν τους φόρους τους. Πιο ανησυχητικό είναι το τεκμήριο ότι ορισμένοι συμμετέχοντες χρησιμοποιούν αυτήν την αγορά για το καθαρισμό χρήματος που προέρχεται από παράνομες ενέργειες. Ένας μηχανισμός για να διατηρούνται τα έργα τέχνης

προστατευμένα από το δημόσιου τομέα και από τη φορολογία είναι η ύπαρξη συγκεκριμένων εγκαταστάσεων που ονομάζονται <<freerports>>. Πρόκειται για εξελιγμένες φυσικές εγκαταστάσεις που αποθηκεύουν πολύτιμους πίνακες ζωγραφικής, γλυπτά, εκτυπώσεις εκτός από άλλα είδη πολυτελείας όπως ακριβά αυτοκίνητα, κρασί, χρυσό και διαμάντια. Ιστορικά, οι εγκαταστάσεις αυτές προέκυψαν ως αφορολόγητες εγκαταστάσεις και χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση εμπορευμάτων ενώ το εμπόρευμα βρίσκεται σε διαμετακόμιση σε άλλους προορισμούς, το λόγο για τον οποίο οι τελωνειακές αρχές επέτρεπαν την αναστολή δασμών και φόρων μέχρι να φτάσουν στον τελικό προορισμό τους. Τώρα το εμπόρευμα «σε διαμετακόμιση» είναι έργο τέχνης που μπορεί να διατηρηθεί για μεγάλο διάστημα (αρκετά χρόνια) περιμένοντας να αυξηθεί η τιμή του. Τέτοιες εγκαταστάσεις αποθήκευσης για έργα τέχνης και άλλα είδη πολυτελείας βρίσκονται στη Γενεύη, Ζυρίχη, Λουξεμβούργο, Μονακό, Σιγκαπούρη και Πεκίνο. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα <<freerports>> που βρίσκονται περίπου στα ίδια μέρη όσο αφορά τη φορολογία για τη λήψη τραπεζικών καταθέσεων υποδηλώνουν την ύπαρξη μιας παγκόσμιας βιομηχανίας όπου προστατεύει τον πλούτο και την αποφυγή των φόρων που απασχολεί διάφορα μέσα για το σκοπό αυτό.

1.1.6 Η αγορά τέχνης παγκοσμιοποιείται ολοένα και περισσότερο

Μια άλλη σημαντική τάση είναι η διεθνοποίηση της αγοράς τέχνης. Από τα μέσα του 19^{ου} αιώνα έως τις αρχές του 20^{ου} αιώνα, η βρετανική και η γαλλική αγορά ήταν κυρίαρχοι στον κόσμο της τέχνης, αλλά από τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, οι Ηνωμένες Πολιτείες άρχισαν να χαρακτηρίζονται ως η πιο σημαντική αγορά τέχνης στον κόσμο. Η αγορά των ΗΠΑ το 2018 αποτελούσε το 44% των παγκόσμιων πωλήσεων έργων τέχνης. Ο κυρίαρχος ρόλος των ΗΠΑ συνδέεται με τη μεγάλη υποδομή των γκαλερί τους και των οίκων δημοπρασιών, από τα ευνοϊκά φορολογικά και ρυθμιστικά πλαίσια. Η αμερικανική ηγεμονία στον κόσμο της τέχνης σχετίζεται και με το γεγονός ότι οι ΗΠΑ φιλοξενούν τη μεγαλύτερη συγκέντρωση των προσωπικών πλουτών στον κόσμο. Κατά τις δεκαετίες του '70 και του '80, η ασιατική περιφερειακή αγορά τέχνης άρχισε να ανεβαίνει, κυριαρχούμενη από την Ιαπωνία, μια χώρα που γνώριζε, εκείνη την εποχή, υψηλούς ρυθμούς οικονομικής ανάπτυξης, πλεονάσματα του ισοζυγίου πληρωμών και άνθηση των αγορών μετοχών και ακινήτων. Επιπλέον, το γεν ανατιμήθηκε έναντι των κύριων δυτικών νομισμάτων, καθιστώντας το φθηνότερο από Ιάπωνες συλλέκτες τέχνης να αγοράσουν δυτική τέχνη και ευνοώντας τη συμμετοχή της Ιαπωνίας στο παγκόσμια σκηνή συλλογής έργων τέχνης. Ο τομέας της ιαπωνικής τέχνης, ωστόσο, κατέρρευσε στις αρχές της δεκαετίας του 1990, καθώς το χρηματιστήριο της Ιαπωνίας κατέρρευσε και η οικονομία εισήλθε σε μια μακρά περίοδο στασιμότητας με συμπίεσμένες τιμές περιουσιακών στοιχείων που κατέστρεψαν μεγάλα ποσά χρηματοοικονομικού πλούτου. Αυτό οδήγησε σε πτώση των πωλήσεων από ιαπωνικές γκαλερί τέχνης και οίκους δημοπρασιών. Από την αρχή της δεκαετίας του 2000, ωστόσο, η Κίνα έχει μετατραπεί στην κύρια ασιατική αγορά τέχνης μετά από εξαιρετικά γρήγορη κινεζική ανάπτυξη μια διαδικασία που συνοδεύεται από τη συγκέντρωση του πλούτου στην κορυφή της διανομής, σε μικρές οικονομικές ελίτ εκατομμυριούχων και δισεκατομμυριούχων. Η αγορά του Χονγκ Κονγκ ήταν ιδιαίτερα ενεργή μαζί με την εξάπλωση των γκαλερί και τον ερχομό δυτικών οίκων δημοπρασιών στην Κίνα. Το μερίδιο της Κίνας στις παγκόσμιες πωλήσεις έργων τέχνης ήταν δεύτερο σε σημασία το 2017 (21%), αλλά μειώθηκε στο 19 % το 2018, ξεπερνώντας, κατά δύο ποσοστιαίες μονάδες, από το Ηνωμένο Βασίλειο. Η συνδυασμένη αγορά τέχνης των ΗΠΑ, του Ηνωμένου Βασιλείου και της Κίνας συγκέντρωσε το 84% των συνολικών

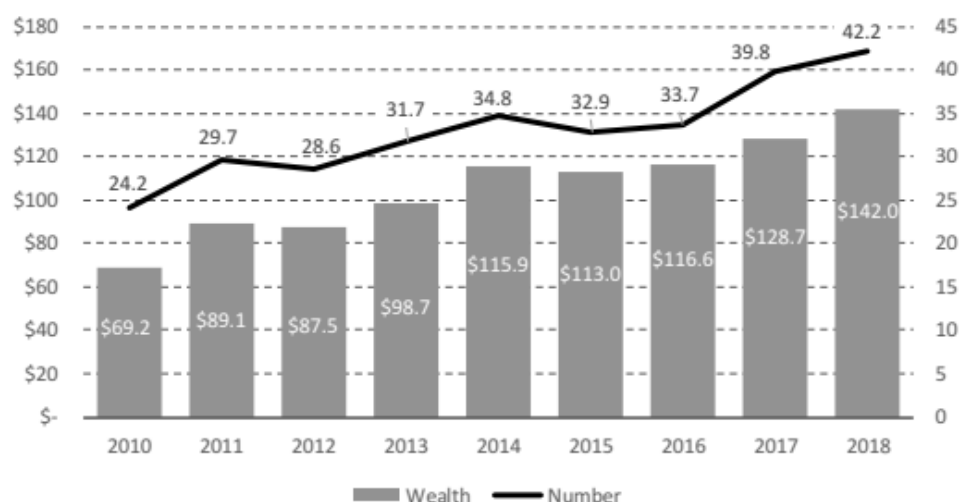
πωλήσεων σε έργα τέχνης το 2018 ακολουθούμενη από τη Γαλλία, τη Γερμανία και την Ελβετία.



Source: Art Market 2019

1.1.7 Η αγορά τέχνης επηρεάζεται από την ανισότητα του πλούτου

Τα στοιχεία δείχνουν ότι η ανάπτυξη της αγοράς τέχνης και η κυριαρχία του ανώτερου επιπέδου της συν έπεσε με την ταχεία αύξηση του αριθμού των εύπορων ανθρώπων και των περιουσιακών τους στοιχείων που προκάλεσε παράλληλη αύξηση στα περιουσιακά τους στοιχεία στην παγκόσμια οικονομία. Όπως φαίνεται στο σχήμα, από το 2010 και το 2018 ο αριθμός των εκατομμυριούχων (άτομα με καθαρή περιουσία πάνω από 1 εκατομμύριο) έχει αυξηθεί από 24,2 εκατομμύρια σε 42,2 εκατομμύρια και τα περιουσιακά τους στοιχεία έχουν αυξηθεί από 69,2 τρισεκατομμύρια σε 142 τρισεκατομμύρια, αντίστοιχα, σχεδόν διπλασιάζονται σε διάστημα εννέα ετών.



Source: Art Market 2019

Η κορυφαία σημασία της αγοράς τέχνης των ΗΠΑ σχετίζεται με το γεγονός ότι οι Ηνωμένες Πολιτείες συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο αριθμό εκατομμυριούχων (43 %

του κόσμου), υπερεκατομμυριούχοι (49%) και δισεκατομμυριούχοι, (32%), για το 2017. Με τη σειρά της, η Κίνα έρχεται τρίτη από την άποψη εκατομμυριούχων (6 %) και δεύτεροι όσον αφορά τους υπερεκατομμυριούχους (13 %) και δισεκατομμυριούχους (26 %), που δείχνει τη συγκρότηση μιας ισχυρής πλούσιας ελίτ στην Κίνα με πολύ υψηλή αγοραστική δύναμη. Αν και χρειάζεται περισσότερη έρευνα για τα συγκεκριμένα κανάλια μέσω των οποίων επηρεάζει ο πλούτος τη λειτουργία της αγοράς τέχνης και τις τιμές τους μπορούμε να αναγνωρίσουμε μερικά από αυτά:

(α) Μια ύφεση συνήθως μειώνει τις τιμές των περιουσιακών στοιχείων και την αξία του πλούτου, επηρεάζοντας έτσι τη ζήτηση για έργα τέχνης (ένα αρνητικό που προκαλείται από την ύφεση «επίδραση πλούτου»).

(β) Στην περίπτωση ορισμένων έργων τέχνης (π.χ. αυτά που είναι πιο πολύτιμα, π.χ. DaVinci, Monet, Koons, Picasso) γίνονται «ασφαλές καταφύγιο» περιουσιακά στοιχεία, η ύφεση το επαγόμενο αποτέλεσμα θα μπορούσε να αναστραφεί.

(γ) Ο βαθμός συγκέντρωσης πλούτου στην κορυφή τείνει να παράγει κατάτμηση την αγορά τέχνης, καθώς προκαλεί τη δημιουργία μιας εξειδικευμένης αγοράς για έργα τέχνης υψηλής αξίας.

(δ) Η ζήτηση για έργα τέχνης φαίνεται να συσχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με τον αριθμό και τα αποθέματα πλούτου εκατομμυριούχων και δισεκατομμυριούχων.

1.2 Γιατί η οικονομία και η τέχνη είναι στενά συνδεδεμένες

Τα περισσότερα προϊόντα τέχνης μπορούν να ταξινομηθούν ως άυλα αγαθά. Χαρακτηρίζουν τη λογική σύνδεση με το πάθος, την έμπνευση, τη δημιουργικότητα και τα συναισθήματα. Οι καλλιτέχνες παρέχουν διάφορες συνεισφορές που δημιουργούν αξία στην ανάπτυξη της κοινωνίας. Μια ζωή χωρίς τέχνη θα ήταν άχρωμη και ανομοιομορφή σε κάποιο βαθμό. Για παράδειγμα, στις θλιβερές και χαρούμενες στιγμές, όλοι αναζητούν καταφύγιο στην τέχνη. Η μουσική είναι επίσης ένας τρόπος έκφρασης των συναισθημάτων των ανθρώπων και προβολής των συναρπαστικών στιγμών και των συναισθημάτων τους. Ωστόσο, από την άλλη πλευρά, οικονομικά είναι μια πρόκληση για τον καλλιτέχνη να χτίσει μια ταπεινή ζωή με αξιοπρέπεια και ακεραιότητα. Οι καλλιτέχνες είναι αναγκαίο να δημιουργήσουν στρατηγικές μάρκετινγκ καθώς και οικονομικούς πόρους. Αυτή η τάση αυξάνεται παράλληλα με τις καλλιτεχνικές δραστηριότητες και την επιτυχία τους. Επιπλέον, μέσα από τη παγκοσμιοποίηση, η τέχνη στράφηκε σε έναν τεράστιο οικονομικό τομέα, που προσέφερε δισεκατομμύρια αγαθά και των δυνατότητα απασχόλησης. Για το λόγο αυτό, είναι ουσιαστικά ωφέλιμο να εξετάσει το θέμα αυτό από οικονομική άποψη.

1.2.1 Τέχνη και οικονομία

Στην αρχή του πολιτισμού οι άνθρωποι ζούσαν ως κυνηγοί ή τροφοσυλλέκτες. Σε αυτή τη νομαδική κοινωνία όλα τα τρόφιμα προέρχονταν από άγρια φυτά και ζώα. Η σημαντικότερη προτεραιότητά τους ήταν να ικανοποιήσουν τις βασικές καθημερινές τους ανάγκες όπως τροφή και ρουχισμό. Αυτού του είδους οι πρωταρχικές ενέργειες καθορίζονται και ως οι πρώτες οικονομικές δραστηριότητες των ανθρώπων. Τότε επικοινωνούσαν μεταξύ τους με διαφορετικούς τρόπους έκφρασης. Άρχισαν λοιπόν να σχεδιάζουν εικόνες του θηράματός τους για να εξασφαλίσουν τις απαιτήσεις

τους. Ανακαλύφθηκαν σχέδια σε τοίχους σπηλαίων. Η γέννηση της μουσικής είναι επίσης συνέπεια μιας τέτοιας ανάγκης για επικοινωνία και έκφραση συναισθημάτων. Ο κόσμος προσπάθησε να ξεχύσει τη λύπη και τις χαρούμενες στιγμές του με το κλάμα και το γέλιο. Με την πάροδο του χρόνου αυτές οι ευγενικές προσπάθειες μετατρέπονται σε μελωδία και μουσική διδασκαλία με επιτάχυνση της αισθητικής. Κατά συνέπεια, η γέννηση της οικονομίας καθώς και της τέχνης ασχολούνταν πρωτίστως με βασικές απαιτήσεις των ανθρώπινων όντων. Με την πάροδο του χρόνου οι οικονομικές αλλά και καλλιτεχνικές δραστηριότητες απέκτησαν νέες διαστάσεις. Στην πραγματικότητα, η οικονομία αφορά την αποτελεσματικότητα, την ισότητα, την ανάπτυξη και τη σταθερότητα σε ένα οικονομικό σύστημα. Ομοίως η τέχνη διαδραματίζει συμπληρωματικό ρόλο με την επίτευξη αυτού του στόχου. Η οικονομία βασίζεται σε πραγματικές προσπάθειες και πραγματικές ενέργειες. Η καλλιτεχνική δημιουργία βασίζεται επίσης σε πραγματικές ενεργοποιήσεις και παραστάσεις των εμπνευστών τους. Επίσης ο καλλιτέχνης συντελεί στη δημιουργία φυσικών και μη αντικειμένων. Επιπλέον, η οικονομία εξετάζει πώς αλληλοεπιδρούν άνθρωποι και οικονομία. Ομοίως, οι καλλιτέχνες αφιερώνουν τον χρόνο και τη δημιουργικότητά τους για να ικανοποιήσουν τις ανάγκες και τις επιθυμίες τους. Το πιο σημαντικό, η τέχνη και η οικονομία επωφελούνται αμοιβαία η μία από την άλλη. Η τέχνη διαδραματίζει βασικό ρόλο στην ενίσχυση των αποτελεσμάτων των οικονομικών δραστηριοτήτων. Ειδικά στις αναπτυσσόμενες χώρες, η τέχνη παίρνει το ρόλο της χαλάρωσης, της έμπνευσης, της δημιουργικότητας, της τόνωσης και της ενίσχυσης των συμμετεχόντων στις οικονομικές δραστηριότητες, όπως η παρακίνηση των εργαζομένων, των εργοδοτών και των καταναλωτών. Στις μέρες μας, η μουσική και η ζωγραφική αποτελούν μέρος του επιχειρηματικού περιβάλλοντος. Η τέχνη είναι επίσης ένα ουσιαστικό μέρος στο τομέα της διαφήμισης και του μάρκετινγκ. Χωρίς αυτή τη ρύθμιση η ζήτηση για πολλά προϊόντα και υπηρεσίες θα ήταν χαμηλότερη από το αναμενόμενο.

1.2.2 Προσφορά και ζήτηση στην αγορά τέχνης

Η ζήτηση για προϊόντα τέχνης εξαρτάται ουσιαστικά από το επίπεδο εκπαίδευσης καθώς και το καθεστώς ευημερίας στην κοινωνία. Η τέχνη και τα καλλιτεχνικά προϊόντα θεωρούνται μακροπρόθεσμο κοινωνικό κεφάλαιο. Η τέχνη έγινε κίνητρο για τον εκσυγχρονισμό και τη δημιουργικότητα σε μία κοινωνία. Με άλλα λόγια, η ζήτηση για εκθέσεις τέχνης αποτελεί μια δευτερεύουσα θέση για τους καταναλωτές. Το γεγονός αυτό δημιουργεί πολλά οικονομικά μειονεκτήματα για τους καλλιτέχνες. Γεγονός είναι ότι, η αγορά τέχνης δεν έχει εδραιωθεί σύμφωνα με τη θεωρία της προσφοράς και της ζήτησης. Βασίστηκε στην προσφορά. Έτσι δεν υπάρχει άμεση ζήτηση για ένα καλλιτεχνικό προϊόν. Αντίθετα, οι καλλιτέχνες παράγουν χωρίς συγκεκριμένη ζήτηση. Επιπλέον, οι καλλιτέχνες στο στάδιο δημιουργίας και παραγωγής των έργων τέχνης τους προσπαθούν να απαντήσουν σε ερωτήματα όπως πώς μπορούν να αποτυπωθούν τα προβλήματα της κοινωνίας στο έργο, ή πώς μπορεί να τραβήξει τη προσοχή της κοινωνίας ώστε να αντιμετωπιστούν συγκεκριμένα προβλήματα, ή ακόμα τι είδους προκλήσεις της κοινωνίας πρέπει να διεκπεραιωθούν και πώς μπορούν να γίνουν εμφανείς. Κατά συνέπεια, τα προϊόντα τέχνης δημιουργούνται υπό το φως αυτών των βασικών ερωτημάτων. Επομένως η επιρροή και τα αποτελέσματά τους είναι μακροχρόνια και αποτελεσματικά. Αυτό λέγεται δημιουργικότητα. Ως αποτέλεσμα, ένα κοινωνικό πρόβλημα μπορεί να αναδειχθεί αποτελεσματικά μέσα από καλλιτεχνικά έργα.

1.2.3 Καθορισμός της τιμής της τέχνης

Η καλλιτεχνική διαδικασία δημιουργίας όπως η γραφή, η ζωγραφική και η κατασκευή των γλυπτών δεν υπόκεινται σε φόρο μέχρι να φτάσουν στον καταναλωτή στην αγορά. Αυτό είναι ένα πλεονέκτημα για τη διαδικασία δημιουργίας της τέχνης. Ωστόσο, αυτό δεν είναι αρκετό για τους καλλιτέχνες ώστε να ξεπεράσουν τα οικονομικά εμπόδια που αντιμετωπίζουν. Το κόστος παραγωγής αλλά και ο χρόνος εισόδου στην αγορά των έργων τέχνης δεν λαμβάνονται υπόψη σε ότι αφορά το προσδιορισμό της τιμής τους. Στη πραγματικότητα, ένας καλλιτέχνης δεν μπορεί να αυτοκαθορίσει την αξία του δικού του έργου τέχνης. Η κοινωνία καθορίζει την τιμή των έργων τέχνης. Αλλά η πραγματική αξία των έργων τέχνης καθορίζεται από τον χρόνο και την ποιότητα της τέχνης. Έτσι είναι κάποιοι καλλιτέχνες οι οποίοι γίνονται διάσημοι μετά θάνατον. Γιατί οι καλλιτέχνες είναι οραματιστές στοχαστές και τα οράματα τους μπορούν να γίνουν κατανοητά και να εκτιμηθούν μετά από δεκαετίες. Για να αποφευχθεί αυτό, πρέπει να μνηθεί στη τέχνη η κοινωνία ολόκληρη ώστε να συνειδητοποιήσει περισσότερα για την αξία της τέχνης. Το έργο τέχνης έχει την έννοια της άπειρης αξίας. Η τιμή τους δεν είναι αντικειμενική αλλά υποκειμενική και ενίοτε εξαρτάται από το μορφωτικό επίπεδο και το όραμα των καταναλωτών. Γι' αυτό οι περισσότερες πωλήσεις γίνονταν με δημοπρασίες. Δεδομένου ότι τα προϊόντα τέχνης είναι σαν δημόσια αγαθά, κανείς δε μπορεί να αποτραπεί από τα οφέλη τους ακόμη και αν δεν συμμετείχαν στην αγορά ή διαδικασία δημιουργίας. Ως εκ τούτου, οι καλλιτέχνες πρέπει να υποστηρίζονται αλλά και να ενθαρρύνονται από δημόσιες και ιδιωτικές επιδοτήσεις. Αν και η προσφορά της τέχνης δεν καθορίζεται άμεσα από τους καταναλωτές, ωστόσο η σωστή τέχνη στον σωστό χρόνο μπορεί να δημιουργήσει τεράστια ζήτηση και κατά συνέπεια θα αντιμετωπιστεί με αύξηση της προσφοράς καλλιτεχνικών προϊόντων.

Οι αγορές έργων τέχνης θεωρούνται ως συνήθεις ανταγωνιστικές αγορές στις οποίες γίνεται ο σχηματισμός τιμών σύμφωνα με τον μηχανισμό της προσφοράς και της ζήτησης. Το κίνητρο για την αγορά τέχνης επομένως θεωρείται κυρίως ως οικονομική κερδοσκοπία: ηπροσδοκία πραγματοποίησης κέρδους από μεταγενέστερη πώληση (Baumol 1986). Οι συμμετέχοντες στην αγορά της τέχνης είναι αβέβαιοι για το εάν τα προς αγορά αγαθά έχουν καλλιτεχνική αξία καθόλου, πόσο μάλλον μακροπρόθεσμη οικονομική αξία. Ως εκ τούτου, οι αγοραστές αναλαμβάνουν έναν κίνδυνο στο βαθμό που η απόφασή τους για την κατανάλωση ή την επένδυση δεν μπορεί να υπολογιστεί με ορθολογικό τρόπο. Η αβεβαιότητα προκύπτει στην αγορά της τέχνης γιατί ούτε το κόστος παραγωγής ούτε οι αντικειμενικές λειτουργίες των αντικειμένων τέχνης παρέχουν ενδείξεις για να βοηθήσουν στην διαμόρφωση κατάλληλης τιμής. Τα έργα τέχνης δεν μπορούν να συγκριθούν με προϊόντα από άλλους «κατασκευαστές» της ίδιας «ποιότητας, μεγέθους και στυλ» προκειμένου να εκτιμηθεί η αγοραία τιμή τους λόγω ότι υπάρχει έλλειψη των αντικειμενικών κριτηρίων τα οποία διατίθενται συνήθως σε άλλες αγορές βασικών προϊόντων που υποστηρίζουν την τιμή. Οι αγοραστές αντιμετωπίζουν επίσης αβεβαιότητα σχετικά με την ακριβή ποιότητα του προϊόντος σε άλλες αγορές. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε μια ασύμμετρη κατανομή πληροφοριών σχετικά με την ποιότητα του προϊόντος (Akerlof 1970) ή σε άγνωστες πτυχές σε οποιοδήποτε από τα συμβαλλόμενα μέρη κατά το χρόνο σύνταξης της σύμβασης πώλησης. Το τελευταίο ισχύει ιδιαίτερα στην περίπτωση των εξατομικευμένων περιουσιακών στοιχείων για επένδυση που εννοείται ότι είναι «μοναδικά». Αλλά και στις δύο περιπτώσεις η αβεβαιότητα για τη ποιότητα ενός

προϊόντος έγκειται στην έλλειψη γνώσης σχετικά με τον στόχο των ιδιοτήτων του. Μέχρι να ολοκληρωθεί μια σύμβαση, πιθανές συγκρούσεις μεταξύ αγοραστών και πωλητών για τέτοιες «ημιτελείς συμβάσεις» μπορεί να μετριαστούν μέσω του προκαθορισμού μηχανισμών ρύθμισης των συγκρούσεων(μειώσεις τιμών, επιτροπές διαιτησίας, εγγυήσεις), μειώνοντας έτσι την αβεβαιότητα. Συγκρίσιμοι μηχανισμοί για τη μείωση της αβεβαιότητας στην τέχνη δεν είναι εφικτές, γιατί η αξία ενός έργου τέχνης δεν προκύπτει από αντικειμενικές ιδιότητες στο ίδιο το έργο, αλλά μάλλον από μια διαδικασία υποκειμενικής αναγνώρισης της καλλιτεχνικής αξίας. Ως εκ τούτου, η αβεβαιότητα σχετικά με την επαρκή τιμή για την τέχνη προκύπτει από το ενδεχόμενο του τι χαρακτηρίζεται ως ποιότητα. Τα σήματα ποιότητας βασίζονται στην υποβολή των κρίσεων που έγιναν από θεατές ενός έργου τέχνης. Η αβεβαιότητα για την καλλιτεχνική αξία ενός έργου μπορεί επομένως να νοηθεί ως αβεβαιότητα ως προς την ορθότητα αυτών των κρίσεων για την καλλιτεχνική του ποιότητα. Ως εκ τούτου, υποθέτουμε ότι η μείωση της αβεβαιότητας στην αγορά τέχνης δεν επιτυγχάνεται μόνο μέσω συμφωνίας για την καλλιτεχνική ποιότητα αυτή καθαυτή, αλλά πιο συγκεκριμένα μέσω υποκειμενικής συμφωνίας για τη σημασία των καλλιτεχνικών κρίσεων. Ιδιαίτερα τα σχολεία τέχνης και τα ενδιάμεσα ιδρύματα στον τομέα της τέχνης (γκαλερί, μουσεία, οίκοι, δημοπρασιών, περιοδικά τέχνης, κριτικοί, κ.λπ.) κρίνονται ως προς τη σημασία τους για την ποιότητα της τέχνης. Οι θεσμοί στον κόσμο της τέχνης είναι έτσι ώστε διαφοροποιούνται ανάλογα με τη φήμη τους και τις κρίσεις τους και αποτιμώνται με διαφορετικούς τρόπους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Η έννοια της μεταβλητής

Σημαντικό στην κατασκευή ενός μοντέλου παλινδρόμησης είναι η σωστή επιλογή και ταξινόμηση των μεταβλητών, καθώς και η κατάλληλη κωδικοποίησή τους. Αυτό θα επηρεάσει την ικανότητα πρόβλεψης του μοντέλου. Οι μεταβλητές αντιπροσωπεύουν χαρακτηριστικά που μπορούν να ποικίλουν και να λαμβάνουν διάφορες τιμές ή να εκφράζονται με διαφορετικές αναλογίες. Η έννοια αυτή συνδέεται στενά με τη μέτρηση και μπορεί να είναι ποσοτική ή ποιοτική. Η ποικιλομορφία των τιμών τους αντιπροσωπεύεται από τη διανομή τους. (Ηλιοπούλου, 2015).

2.2 Ονομαστικές, Ιεραρχικές, Ισοδιαστημικές, Αναλογικές, Μεταβλητές

2.2.1 Κατηγορικές ή Ονομαστικές μεταβλητές

Σύμφωνα με την πρόταση του Stevens (1946) , στον τομέα της επιστήμης, διακρίνουμε τέσσερα είδη μεταβλητών και με βάση αυτά, τέσσερα είδη μέτρησης. Πρώτον, έχουμε τις κατηγορικές ή ονομαστικές μεταβλητές, οι οποίες περιγράφουν περισσότερο τις ποιοτικές παρά τις ποσοτικές διαφορές. Για τη δημιουργία αυτών των μεταβλητών, πρέπει να εξασφαλιστούν δύο προϋποθέσεις: α) η αμοιβαία αποκλειστικότητα των κατηγοριών και β) η εξαντλητικότητά τους. Οι κατηγορικές μεταβλητές περιγράφουν διαφορές στα χαρακτηριστικά αλλά δεν αναφέρονται σε ποσοτικές αξίες. Ακολουθούν οι διατάξιμες ή τακτικές μεταβλητές, στις οποίες ισχύουν κριτήρια ταξινόμησης και μπορούν να ταξινομηθούν με βάση μία ιεραρχία. Οι κατηγορίες κατατάσσονται με βάση εξωτερικά κριτήρια και η ταξινόμησή τους αποτυπώνει διαφορετικά χαρακτηριστικά

2.2.2 Ιεραρχικές ή Διατάξιμες ή Τακτικές μεταβλητές

Η ιεραρχική ταξινόμηση αντικατοπτρίζει τη φύση της μεταβλητής, με τις παρατηρήσεις να ομαδοποιούνται σε κατηγορίες με μια σειρά. Οι αποστάσεις μεταξύ των κατηγοριών δεν μετρώνται με κοινή μονάδα μέτρησης, όπως στις ποσοτικές μεταβλητές. Για παράδειγμα, η κατανομή του εδάφους σε υψομετρικές κατηγορίες. Η ιεραρχική ταξινόμηση δεν περιγράφει την ποσότητα της διαφοράς μεταξύ των κατηγοριών, αλλά την διάταξή τους σε μία σειρά. Γενικά, οι διατάξιμες μεταβλητές είναι ποιοτικές, μπορούν να ταξινομηθούν, και επιτρέπεται η πράξη της ανισότητας.

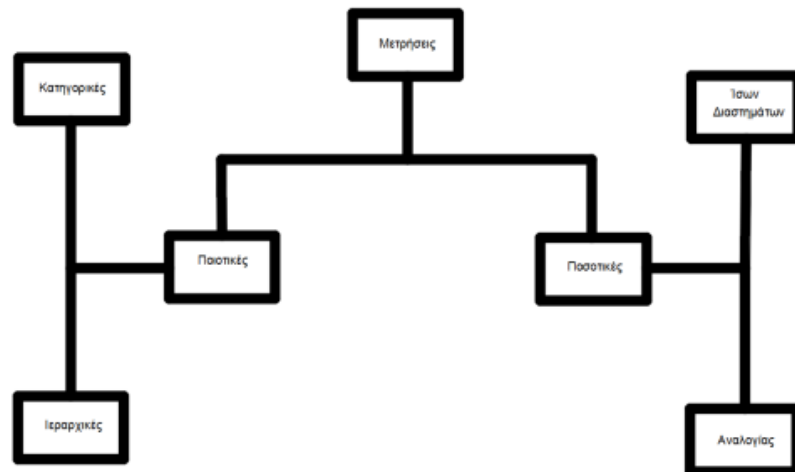
2.2.3 Ισοδιαστημικές μεταβλητές

Ακολουθούν οι μεταβλητές ισοδιαστημικού διαστήματος, όπου οι αριθμητικές τιμές αντιστοιχούν σε μεγαλύτερο ή μικρότερο επίπεδο της ιδιότητας που παρουσιάζεται. Σε αυτήν την περίπτωση, οι τιμές αντικατοπτρίζουν ισότιμες διαφορές στην ιδιότητα αυτή. Επιπλέον των προηγούμενων χαρακτηριστικών, επιβεβαιώνεται ότι οι ισοδιαστημικές μεταβλητές κυρίως αφορούν ποσοτικές μετρήσεις, όπου οι αριθμητικές τιμές επιτρέπουν συγκρίσεις και πράξεις όπως η πρόσθεση και η αφαίρεση (παράδειγμα: επίπεδο ορόφων σε ένα κτίριο ή θερμοκρασία).

2.2.4 Αναλογικές μεταβλητές

Τέλος, οι αναλογικές μεταβλητές, γνωστές και ως κλίμακες αναλογίας, διαθέτουν τις ίδιες ιδιότητες με τις κλίμακες ίσων διαστημάτων, με την προσθήκη της τιμής 0 που αναπαριστά την πραγματική απουσία του χαρακτηριστικού που μελετά η μεταβλητή.

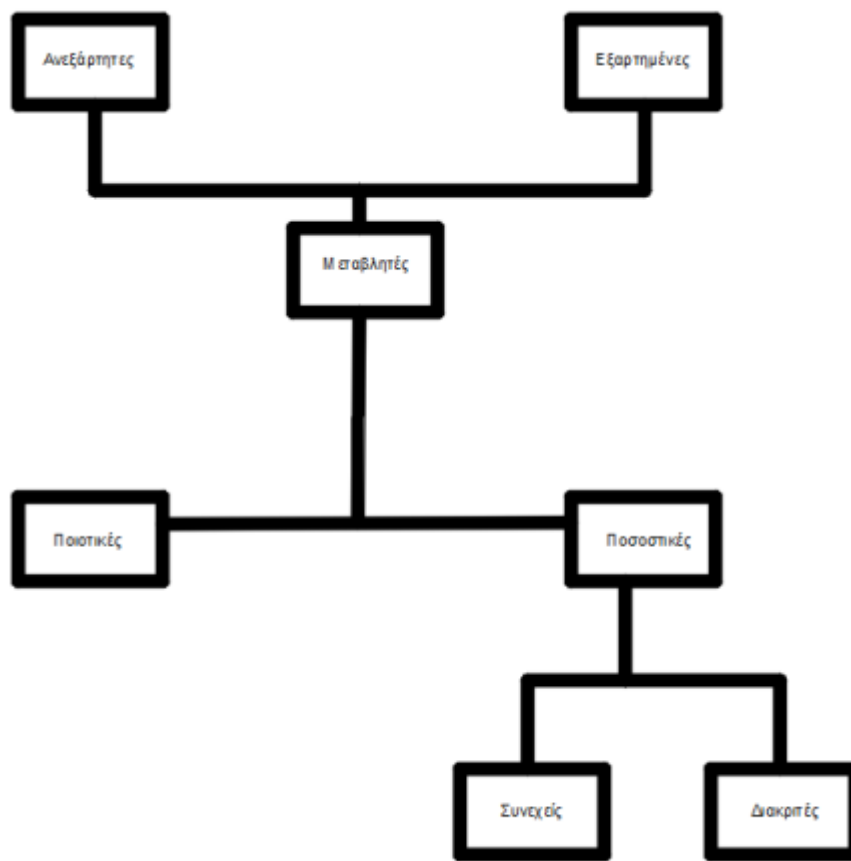
Γενικά, οι αναλογικές μεταβλητές αφορούν ποσοτικές μετρήσεις, είναι συνεχείς και επιτρέπουν συγκρίσεις αναλογιών, καθώς και πράξεις όπως ο πολλαπλασιασμός και η διαίρεση (παράδειγμα: παλαιότητα κτιρίου σε έτη). Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η σειρά των μετρήσεων.



Οι μεταβλητές μπορούν να χωριστούν σε δύο κύριες κατηγορίες: ασυνεχείς και συνεχείς. Οι ονομαστικές και οι ιεραρχικές μεταβλητές είναι ασυνεχείς, παίρνοντας έναν πεπερασμένο αριθμό τιμών που αντιστοιχούν σε κατηγορίες, ενώ οι ισοδιαστημικές και αναλογικές μπορούν να είναι είτε ασυνεχείς είτε συνεχείς. Οι συνεχείς μεταβλητές παίρνουν τιμές από ένα διάστημα τιμών, μεταξύ των οποίων υπάρχει μια τιμή για κάθε δύο τιμές, ενώ οι ασυνεχείς μπορεί να λάβουν συγκεκριμένες, διακριτές τιμές. Οι διχοτομικές μεταβλητές είναι μια ειδική περίπτωση ονομαστικών μεταβλητών που παίρνουν μόνο δύο τιμές (πχ. 0-1, υπάρχει αποθήκη στο ακίνητο ΝΑΙ – ΟΧΙ) και χρησιμοποιούνται για στατιστική ανάλυση. Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων πρέπει να λαμβάνει υπόψη τη φύση των χαρακτηριστικών που απεικονίζονται. (Ηλιοπούλου 2015).

Η ανάλυση των αιτιώδων σχέσεων μεταξύ φαινομένων περιλαμβάνει τη διάκριση των μεταβλητών σε δύο κύριες κατηγορίες: τις ανεξάρτητες και τις εξαρτημένες μεταβλητές. Η ανεξάρτητη μεταβλητή θεωρείται η αιτία της εξαρτημένης μεταβλητής, ενώ η εξαρτημένη μεταβλητή εξαρτάται από την ανεξάρτητη μεταβλητή. Ο ερευνητής παρεμβαίνει στις τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής προκειμένου να προκαλέσει μεταβολές στην εξαρτημένη μεταβλητή. Κατά την ανάλυση, οι ανεξάρτητες μεταβλητές μπορούν να θεωρηθούν ως επεξηγηματικές, ενώ η εξαρτημένη μεταβλητή ως μεταβλητή απόκρισης.

Στο ακόλουθο γράφημα 2.2 παρουσιάζονται οι περιπτώσεις μεταβλητών.



2.3 Η έννοια της παλινδρόμησης

Η ανάλυση παλινδρόμησης (regression analysis) ορίζεται από ένα σύνολο στατιστικών διαδικασιών που στοχεύουν στην αξιολόγηση της συσχέτισης μεταξύ μεταβλητών σε ένα σύνολο δεδομένων προς εκτίμηση. Ειδικότερα η ανάλυση παλινδρόμησης στοχεύει στον προσδιορισμό της σχέσης μεταξύ μιας μεταβλητής που απαραίτητως λαμβάνει συνεχείς αριθμητικές τιμές και ορίζεται ως εξαρτημένη μεταβλητή και μιας ή περισσότερων άλλων μεταβλητών που αναφέρονται ως ανεξάρτητες μεταβλητές και οι οποίες μπορεί να είναι οποιοδήποτε τύπου δεδομένων. Η αξιολόγηση της σχέσης των μεταβλητών αυτών αποσκοπεί στο να μελετήσει εάν και πόσο οι τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής επηρεάζονται από τις τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών με τρόπο που συμφωνούν με τις παρατηρούμενες τιμές των μεταβλητών αυτών. Για αυτό η ανάλυση παλινδρόμησης απαιτεί τη διαθεσιμότητα πραγματικών παρατηρούμενων τιμών των μεταβλητών αυτών οι οποίες θα αναλυθούν και από εκεί θα εξαχθεί η σχέση των υπό εξέταση μεταβλητών. Κύριος στόχος της παλινδρόμησης είναι τόσο να περιγράψει και να εξηγήσει τη σχέση των τιμών των μεταβλητών αυτών και δη της εξαρτημένης και των ανεξάρτητων μεταβλητών όσο και για να προβλέψει τις τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής βάσει των τιμών των ανεξαρτήτων μεταβλητών.

2.3.1 Η απλή γραμμική παλινδρόμηση

Σε άλλα λόγια, η σχέση μεταξύ της εξαρτημένης και των ανεξάρτητων μεταβλητών εκφράζεται μέσω της εξίσωσης παλινδρόμησης, η οποία αναζητείται για να αντικατοπτρίσει την πραγματική σχέση μεταξύ αυτών των μεταβλητών και κατά συνέπεια σκοπός της παλινδρόμησης είναι η αναζήτηση της εξίσωσης εκείνης που καλύτερα από όλες συλλαμβάνει την πραγματική σχέση των μεταβλητών αυτών. Η εξίσωση αυτή εμφανίζεται με οποιαδήποτε αλγεβρική μορφή ωστόσο δεν είναι εφικτό να νοηθεί ως ντετερμινιστική συνάρτηση με την αυστηρή μαθηματική έννοια αλλά ως μια στατιστική σχέση μεταξύ της εξαρτημένης και των ανεξάρτητων μεταβλητών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η ερμηνεία και η εφαρμογή των αποτελεσμάτων ενός μοντέλου παλινδρόμησης να απαιτεί να γίνεται με πολύ συγκεκριμένο τρόπο. Στην εξίσωση παλινδρόμησης συνηθίζεται η εξαρτημένη μεταβλητή να εμφανίζεται στο αριστερό σκέλος της ενώ οι ανεξάρτητες μεταβλητές εμφανίζονται στο δεξί. Παράδειγμα μιας απλής εξίσωσης / απλού μοντέλου παλινδρόμησης όπως φαίνεται στη συνέχεια, η μεταβλητή Κατανάλωση είναι η εξαρτημένη μεταβλητή που λαμβάνει συνεχείς τιμές ενώ η μεταβλητή Εισόδημα είναι η ανεξάρτητη μεταβλητή :

$$\text{Κατανάλωση} = \beta_1 \text{Εισόδημα} + \beta_0$$

Αυτό που επιχειρεί να επιτύχει η παραπάνω εξίσωση είναι να κατανοήσει τη σχέση μεταξύ της ετήσιας κατανάλωσης ενός νοικοκυριού και του εισοδήματος μέσω ενός μοντέλου παλινδρόμησης. Με άλλα λόγια, προσπαθεί να αναδείξει πώς το εισόδημα ενός νοικοκυριού επηρεάζει την κατανάλωσή του, χρησιμοποιώντας συντελεστές ή παραμέτρους που προκύπτουν από την ανάλυση των δεδομένων εκπαίδευσης.

Οι συντελεστές β_1 και β_0 που εμφανίζονται στο παραπάνω μοντέλο παλινδρόμησης καλούνται παράμετροι ή συντελεστές του μοντέλου παλινδρόμησης και στόχος της ανάλυσης παλινδρόμησης είναι να προσδιοριστούν οι τιμές για το συγκεκριμένο μοντέλο από τα δεδομένα εκπαίδευσης. Στην ανάλυση παλινδρόμησης οι άγνωστες ποσότητες είναι οι συντελεστές β , ενώ οι τιμές των εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών είναι γνωστές από το σύνολο εκπαίδευσης. Οι συντελεστές επιχειρούν να συλλάβουν εάν και πόσο ισχυρά μια ανεξάρτητη μεταβλητή επηρεάζει την τιμή της εξαρτημένης. Ο συντελεστής β_0 καλείται επίσης και σταθερός όρος. Εξαιτίας της αναγκαιότητας ύπαρξης των δεδομένων εκπαίδευσης για τον προσδιορισμό των παραμέτρων παλινδρόμησης β , η παλινδρόμηση ανήκει στην κατηγορία μοντέλων επιβλεπόμενης μάθησης.

Το προαναφερθέν μοντέλο παλινδρόμησης αποκαλείται απλό γραμμικό διότι συνδέει δύο μεταβλητές (Κατανάλωση και Εισόδημα) με γραμμικό τρόπο, δηλαδή υποθέτει ότι η Κατανάλωση αυξάνεται ή μειώνεται κατά σταθερό ποσοστό για κάθε μονάδα αλλαγής του Εισοδήματος. Αυτό σημαίνει ότι η σχέση μεταξύ τους απεικονίζεται ως ευθεία γραμμή σε ένα διάγραμμα.

Συνηθίζεται επίσης μοντέλα παλινδρόμησης να γράφονται λαμβάνοντας υπόψιν τις παρατηρήσεις στο σύνολο δεδομένων εκπαίδευσης και τότε η μορφή της γίνεται

$$\text{Κατανάλωση}_i = \beta_1 \text{Εισόδημα}_i + \beta_0$$

Όπου ο δείκτης i αναφέρεται στην i -οστή παρατήρηση του συνόλου δεδομένων εκπαίδευσης και εκφράζει το γεγονός ότι η τιμή της μεταβλητής Κατανάλωση στην παρατήρηση i στο σύνολο εκπαίδευσης συσχετίζεται με την τιμή της μεταβλητής Εισόδημα στην ίδια παρατήρηση.

2.3.2 Πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση

Όταν σε μια εξίσωση παλινδρόμησης υπάρχουν περισσότερες από δύο ανεξάρτητες μεταβλητές, τότε αυτή η μορφή μοντέλου αναφέρεται ως πολλαπλής παλινδρόμησης (multiple regression model) όπως φαίνεται στη συνέχεια :

$$\text{Κατανάλωση} = \beta_1 \text{Εισόδημα} + \beta_2 \text{Αριθμός_ατόμων_νοικοκυριού} + \beta_0$$

Σε αυτό το μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης, προσπαθούμε να εξετάσουμε τη σχέση μεταξύ της μεταβλητής κατανάλωσης και άλλων ανεξάρτητων μεταβλητών, όπως το εισόδημα και ο αριθμός των ατόμων στο νοικοκυριό. Αυτό σημαίνει ότι προσπαθούμε να διαπιστώσουμε πώς αυτές οι μεταβλητές επηρεάζουν την κατανάλωση, χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο που λαμβάνει υπόψη τους πολλαπλούς παράγοντες. Ο στόχος είναι να εκτιμήσουμε τις τιμές των συντελεστών του μοντέλου παλινδρόμησης έτσι ώστε να προσαρμοστεί καλύτερα στα δεδομένα που έχουμε στη διάθεσή μας.

Δύο λόγοι θεωρούνται από τους πιο βασικούς και είναι αυτοί για τους οποίους συντάσσεται κι εκτιμάται ένα μοντέλο παλινδρόμησης που προσπαθεί να ταιριάζει καλά στα δεδομένα εκπαίδευσης :

1. Για να προβλέψουμε την τιμή μιας εξαρτημένης μεταβλητής με μεγαλύτερη ακρίβεια, βασιζόμαστε μόνο στις τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών. Αν έχουμε ήδη προσδιορίσει ένα μοντέλο παλινδρόμησης με ένα σύνολο δεδομένων, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αυτό το μοντέλο για να προβλέψουμε μελλοντικές τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής, αν γνωρίζουμε τις τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών.
2. Η διακύμανση της εξαρτημένης μεταβλητής μπορεί να εξηγηθεί και να ερμηνευθεί βάσει των τιμών των ανεξάρτητων μεταβλητών, με σκοπό να γενικευτεί αυτή η εξήγηση σε ολόκληρο τον πληθυσμό. Η διακύμανση αυτή αποτελεί σημαντική πτυχή της μεταβλητής και η μελέτη της μπορεί να γίνει μέσω της μεθόδου της παλινδρόμησης. Συγκεκριμένα, προσπαθούμε να δούμε αν οι ανεξάρτητες μεταβλητές σε ένα μοντέλο παλινδρόμησης μπορούν να εξηγήσουν τη διακύμανση της εξαρτημένης μεταβλητής.

2.4 Ηδονική Μέθοδος Παλινδρόμησης

Η μέθοδος της ηδονικής παλινδρόμησης βασίζεται στη θεωρία των ηδονικών μοντέλων, η οποία εξετάζει τον τρόπο με τον οποίο τα χαρακτηριστικά ενός ακινήτου επηρεάζουν την τιμή του. Η θεωρία των ηδονικών μοντέλων συγκροτήθηκε από τον Rosen (1974) και βασίστηκε στη θεωρία του Lancaster (1966) σύμφωνα με την οποία η χρηστικότητα ενός αγαθού είναι απόρροια των χαρακτηριστικών και των ιδιοτήτων του. Ο Rosen λοιπόν επέκτεινε την ιδέα στην αγορά κατοικίας και ανέπτυξε τη θεωρία των ηδονικών μοντέλων. Αυτή η μέθοδος θεωρεί κάθε ακίνητο ως μοναδικό και αποτελείται από διαφορετικά χαρακτηριστικά. Κάθε χαρακτηριστικό έχει μια συγκεκριμένη αξία, η οποία συμβάλλει στον καθορισμό της συνολικής τιμής του ακινήτου. Πιο συγκεκριμένα οι ηδονικές τιμολογιακές τεχνικές έχουν στόχο στο να αναδείξουν τον τρόπο με τον οποίο ορισμένα χαρακτηριστικά των ιδιοκτησιών επηρεάζουν τις τιμές πώλησης και διαμορφώνουν την αγορά γης. Η αξία λοιπόν κάθε ακινήτου αποτελεί ένα συνδυασμό ο οποίος δημιουργείται από ένα σταθερό αριθμό χαρακτηριστικών και η τελική τιμή είναι το σταθμικό άθροισμα της τιμής των επιμέρους χαρακτηριστικών του. Κάθε τύπος ακινήτου ερμηνεύεται ως διάνυσμα που αποτελεί συνισταμένη των επιμέρους χαρακτηριστικών. Ένα ηδονικό μοντέλο προσδιορίζει την αξία των επιμέρους χαρακτηριστικών μιας κατοικίας μέσω του προσδιορισμού ενός ολοκληρωμένου μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης. Με την σωστή επιλογή των παραμέτρων που περιλαμβάνονται και την παλινδρόμηση που θα περιγράψει καλύτερα τη σχέση της εξαρτημένης και των ανεξάρτητων μεταβλητών εκτιμάται όσο το δυνατόν καλύτερα η αξία του ακινήτου. Η εξαρτημένη μεταβλητή στα ηδονικά μοντέλα είναι η αξία γης ανά ιδιοκτησία ενώ οι ανεξάρτητες μεταβλητές είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν και καθορίζουν την εξαρτημένη, δηλαδή αποτελεί το σύνολο των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του ακινήτου καθώς και των ιδιομορφιών ή των ιδιομορφιών της γειτονιάς του. Με άλλα λόγια, αυτό σημαίνει ότι το ηδονικό μοντέλο παλινδρόμησης υποθέτει ότι οι παράμετροι παραμένουν σταθερές και ακολουθούν γραμμικές συναρτήσεις στον χώρο

2.5 Ανάλυση δεδομένων του προβλήματος

Η έρευνα χρησιμοποιεί μια μεγάλη βάση δεδομένων από έργα ArtDeco(έπιπλα), η οποία περιλαμβάνει 1894 αντικείμενα και καλύπτει μια μεγάλη χρονική περίοδο (1959-2004). Τα συγκεκριμένα δεδομένα έχουν συλλεχθεί από δημοπρασίες έργων τέχνης και, σε αντίθεση με προγενέστερες έρευνες, δίνουν τη δυνατότητα χρήσης ποιοτικών χαρακτηριστικών που μπορεί να επηρεάσουν τις προτιμήσεις των αγοραστών (Noel, 2009). Στην έρευνα χρησιμοποιούνται διάφορες επεξηγηματικές μεταβλητές που περιγράφουν είτε εγγενή χαρακτηριστικά του έργου τέχνης ή χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τη πώληση. Όσο αφορά τα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τη πώληση γνωρίζουμε, την ημερομηνία που πωλήθηκε ένα έργο τέχνης, τη τοποθεσία που δημοπρατήθηκε, τη τιμή που πωλήθηκε. Ακόμα γνωρίζουμε χαρακτηριστικά που αφορούν το έργο τέχνης και που σχετίζονται άμεσα με το ύψος της τιμής πώλησης και τα οποία αναλύονται παρακάτω.

Στο παρακάτω πίνακα φαίνεται ο χαρακτηρισμός των μεταβλητών. Οι μεταβλητές διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες στις δυαδικές, στις κλιμακωτές και στις αριθμητικές. Όσο αφορά τις δυαδικές μεταβλητές στη στατιστική και στην οικονομετρία και ιδιαίτερα στην ανάλυση παλινδρόμησης, μια δυαδική μεταβλητή

είναι αυτή που παίρνει μόνο μια τιμή 0 ή 1 για να δείξει την απουσία ή παρουσία αντίστοιχα κάποιου κατηγορηματικού αποτελέσματος που αναμένεται να μετατοπίσει το αποτέλεσμα. Οι κανονικές ή κλιμακωτές μεταβλητές είναι ένας κατηγορικός, στατιστικός τύπος δεδομένων όπου οι μεταβλητές έχουν φυσικές ταξινομημένες κατηγορίες και οι αποστάσεις μεταξύ των κατηγοριών είναι γνωστές. Οι αριθμητικές μεταβλητές είναι μεταβλητές των οποίων οι τιμές είναι ταξινομημένες και οι οποίες μπορούν να πολλαπλασιαστούν με ένα βαθμωτό, και για την οποία το μέγεθος των διαφορών στις τιμές είναι σημαντικό.

| <i>Χαρακτηριστικά έργων</i> | <i>Είδος μεταβλητής</i> |
|--------------------------------|-------------------------|
| Υπογραφή του καλλιτέχνη | Δυαδική |
| Αναφορές του έργου | Δυαδική |
| Προέλευση του έργου | Κλιμακωτή |
| Εξειδίκευση | Κλιμακωτή |
| Σχολή τέχνης | Κλιμακωτή |
| Έγγραφα/Κριτικές του έργου | Δυαδική |
| Βιβλιογραφία του έργου | Δυαδική |
| Έκθεση του έργου | Δυαδική |
| Υλικό του έργου | Κλιμακωτή |
| Κατάσταση διατήρησης του έργου | Κλιμακωτή |
| Όγκος του έργου | Αριθμητική |

- Η υπογραφή είναι μια δυαδική μεταβλητή με την οποία με 1 δηλώνουμε ότι υπάρχει υπογραφή και με 0 ότι δεν υπάρχει. Πολλοί διάσημοι πίνακες δεν έχουν την υπογραφή του δημιουργού τους. Αυτό συνέβη κατά τον 17^ο αιώνα από τους Ιταλούς και συνεχίστηκε και κατά τον 18^ο αιώνα. Η έλλειψη υπογραφής διαδραματίζει ρόλο στην αύξηση της αβεβαιότητας και επηρεάζει την αξιολόγηση της αξίας του έργου.
- Οι αναφορές για ένα αντικείμενο τέχνης χαρακτηρίζονται από μια δυαδική μεταβλητή και αφορά την επικύρωση από ειδικό ή καταχώρηση από τον ίδιο το καλλιτέχνη. Η ύπαρξη αναφορών μπορεί να μειώσει τις αβεβαιότητες και να επηρεάσει θετικά τη τιμή του. Με τη τιμή 1 δηλώνεται η ύπαρξη των αναφορών και με τη τιμή 0 η απουσία τους.
- Η προέλευση ενός έργου μπορεί να δημιουργήσει αμφιβολίες σχετικά με την ιστορία της ιδιοκτησίας του και την αξία του. Ερωτήματα που μπορεί να προκύψουν περιλαμβάνουν εάν προέρχεται από συλλογή γνωστού συλλέκτη ή εάν έχει προηγουμένως πωληθεί σε υψηλή τιμή λόγω του ενθουσιασμού

γύρω από τον συλλέκτη. Οι τιμές που καθορίζονται σε τέτοιες πωλήσεις ενδέχεται να μην ανταποκρίνονται στην πραγματική αξία του έργου σε μελλοντικές πωλήσεις. Η προέλευση ενός αντικειμένου σχετίζεται στενά με τις αβεβαιότητες σχετικά με την τιμή του. Για αυτή τη μεταβλητή χρησιμοποιείται μια τακτική κλίμακα 5 σημείων. Αυτά τα σημεία είναι αν προέρχεται από γνωστή συλλογή γεγονότος που εγγυάται την ποιότητά του και τη σίγουρη αγορά του, αν γνωρίζουμε το καλλιτέχνη από τον οποίο έχει αποθηκευτεί και διατηρηθεί ασφαλές το έργο, αν υπάρχουν άλλες γνωστές προελεύσεις εκτός των συλλογών, αν θεωρείται το έργο επαγγελματικό δηλαδή αν το αντικείμενο έχει παρουσιαστεί χωρίς επιτυχία στην αγορά και επομένως φαίνεται λιγότερο ελκυστικό, και τέλος αν η προέλευσή του είναι άγνωστη γεγονός που αυξάνει τις αβεβαιότητες ως προς την αξία του.

- Η εξειδίκευση αποτελεί μια κλιμακωτή μεταβλητή και σχετίζεται με την αξιοπιστία των ειδικών. Μετριέται σε μια τακτική κλίμακα 6 βαθμών. Τα τρία πρώτα επίπεδα (1,2,3) αναφέρονται σε ανεξάρτητους ειδικούς οι οποίοι χαρακτηρίζονται από μεγάλη αξιοπιστία, τα δύο επόμενα επίπεδα (4,5) αναφέρονται σε οίκους δημοπρασιών και χαρακτηρίζονται από μέτρια αξιοπιστία και τέλος το επίπεδο 6 αναφέρεται σε όλους τους άλλους ειδικούς οι οποίοι χαρακτηρίζονται από χαμηλότερη αξιοπιστία.
- Το κριτήριο σχολή τέχνης αποτελεί μια ακόμα κλιμακωτή μεταβλητή. Μοντελοποιεί τις τάσεις στην αγορά ArtDeco όπως εμφανίζονται στην τιμή των αντικειμένων που πωλούνται. Μετριέται χρησιμοποιώντας μια τακτική κλίμακα 6 βαθμών. Η πρώτη βαθμίδα χαρακτηρίζει το σύγχρονο, η δεύτερη το μοντέρνο, η τρίτη το λειτουργικό η τέταρτη αναφέρεται σε αντικείμενα που έχουν ανατεθεί σε συγκεκριμένους καλλιτέχνες αλλά με χαμηλότερη εμπιστοσύνη, η πέμπτη αναφέρεται στην ύπαρξη αντικειμένων παρόμοιο στυλ από συγκεκριμένους καλλιτέχνες, η έκτη βαθμίδα υποδηλώνει την ανωνυμία.
- Τα έγγραφα και οι κριτικές ενός έργου τέχνης αποτελούν μια δυαδική μεταβλητή. Εάν ένα άρθρο αναφέρεται στο αντικείμενο αυτό, μπορεί να επηρεαστεί θετικά η τιμή του. Με τη τιμή 1 δηλώνεται η ύπαρξη εγγράφων ή κριτικών του έργου και με 0 η απουσία τους.
- Η βιβλιογραφία του έργου είναι μια δυαδική μεταβλητή η οποία αναφέρεται σε εκδόσεις βιβλίων που αναφέρουν το αντικείμενο της τέχνης. Οι εκδόσεις βιβλίων μπορεί να υποδηλώνουν τη γενική αναγνώριση από τους ιστορικούς τέχνης και έτσι να επηρεάσουν τη τιμή ενός αντικειμένου. Σε αυτή τη περίπτωση με 1 δηλώνεται η ύπαρξη βιβλιογραφίας και με 0 η απουσία της.
- Η έκθεση του έργου είναι μια δυαδική μεταβλητή η οποία μπορεί να αυξήσει το ενδιαφέρον για ένα καλλιτέχνη και να μειώσει πιθανές αβεβαιότητες σχετικά με τη μελλοντική του θέση στην αγορά τέχνης. Με 1 δηλώνεται ότι υπάρχει έκθεση του έργου και με 0 ότι δεν υπάρχει.
- Τα υλικά του έργου αποτελούν μια κλιμακωτή μεταβλητή. Το υλικό είναι ένας σημαντικός παράγοντας όσον αφορά την ποιότητα των αντικειμένων διακοσμητικής τέχνης. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι τα έργα που χρησιμοποιούν λάδι ως μέσο ζωγραφικής εκτιμούνται υψηλότερα σε τιμή σε σχέση με αυτά που χρησιμοποιούν ακρυλικά, τέμπερα ή ακουαρέλες. Το ίδιο ισχύει και για τα έργα που ζωγραφίζονται σε καμβά, τα οποία αποτιμώνται

υψηλότερα σε σχέση με αυτά σε άλλες επιφάνειες, όπως το χαρτί. Η υψηλότερη τιμή συνδέεται τόσο με την μεγαλύτερη διάρκεια των έργων όσο και με την απαιτούμενη επιδεξιότητα στην τεχνική εκτέλεσής τους. Αυτή η μεταβλητή μετρίεται χρησιμοποιώντας μια τακτική κλίμακα 4 βαθμών οι οποίες αποτελούνται από σπάνιο υλικό, σύγχρονο υλικό, κοινό υλικό και από τη βαθμίδα όπου δεν υπάρχουν πληροφορίες για το υλικό.

- Η μεταβλητή κατάσταση διατήρησης του έργου είναι μια κλιμακωτή μεταβλητή και επηρεάζει την τιμή. Συνήθως, τα έργα που διατηρούνται και συντηρούνται σωστά έχουν υψηλότερη αξία, ενώ αυτά που είναι σε κακή κατάσταση μπορεί να χάσουν έως και 80% της αξίας τους. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η ανακαίνιση των έργων μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια υλικού ή ακόμα και καλλιτεχνικής αξίας. Χρησιμοποιείται μια κλίμακα 4 βαθμών για τη μεταβλητή αυτή η οποία χωρίζεται σε άριστη κατάσταση, σε καλή κατάσταση, στη κατάσταση στην οποία υπάρχουν προβλήματα στο αντικείμενο και στη κατάσταση που δεν υπάρχουν πληροφορίες για το αντικείμενο μια περίπτωση που συνεπάγεται με υψηλή αβεβαιότητα.
- Όγκος είναι μια αριθμητική μεταβλητή για την οποία πολλές μελέτες έχουν δείξει θετική συσχέτιση τιμής και μεγέθους ενός έργου. Η σχέση μεταξύ τιμής και μεγέθους ενός έργου είναι συνήθως θετική, ωστόσο υπάρχει ένα κρίσιμο σημείο όπου η τιμή επηρεάζεται από το μέγεθος του έργου. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι αγοραστές προτιμούν έργα που ταιριάζουν στις επιφάνειες των τοίχων τους ή των χώρων που θέλουν να διακοσμήσουν. Ως εκ τούτου, η ζήτηση για μεγάλα έργα είναι περιορισμένη, με αποτέλεσμα να διαμορφώνεται η τιμή των μεγάλων έργων σε χαμηλά επίπεδα.

2.6 Εφαρμογή του μοντέλου της ηδονικής παλινδρόμησης

Στην παρούσα διπλωματική για την υλοποίηση της ηδονικής ανάλυσης παλινδρόμησης θα χρησιμοποιηθεί το πρόγραμμα R – Studio. Στην R χρησιμοποιείται ο τύπος ο οποίος είναι μια έκφραση της R η οποία καθορίζει τη μορφή του μοντέλου με τις ανάλογες μεταβλητές. Ως παράδειγμα για να οριστεί ότι η Y είναι γραμμικός συνδυασμός δύο επεξηγηματικών μεταβλητών X1 και X2, χρησιμοποιείται ο ακόλουθος τύπος :

$$Y \sim X_1 + X_2$$

Η περισπωμένη διαχωρίζει την εξαρτημένη μεταβλητή από τις επεξηγηματικές μεταβλητές. Αλλιώς εφαρμόζεται το μοντέλο :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 * X_1 + \beta_2 * X_2$$

Ο τύπος εκφράζει την ύπαρξη του σταθερού όρου στο μοντέλο (β_0). Ωστόσο είναι δυνατόν να αφαιρεθεί ο σταθερός όρος από το μοντέλο προσθέτοντας στον τύπο του μοντέλου τον όρο -1 σαν επεξηγηματική μεταβλητή :

$$Y \sim -1 + X_1 + X_2$$

Όταν ορίζονται κατηγορικές μεταβλητές δηλαδή παράγοντες σαν επεξηγηματικές μεταβλητές στα μοντέλα η συνάρτηση μοντελοποίησης εφαρμόζει έναν σταθερό όρο για κάθε επίπεδο της μεταβλητής. Για παράδειγμα για να επιτευχθεί η κατασκευή του

γραμμικού μοντέλου με εξαρτημένη μεταβλητή μισθό (salary) και επεξηγηματικές μεταβλητές την ηλικία (age) η οποία είναι συνεχής και το φύλο (gender) η οποία είναι παράγοντας ορίζεται ως εξής :

$$salary \sim age + gender$$

Στο παρόν έργο, θα εξεταστεί η χρήση πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης. Αυτή η μέθοδος εφαρμόζεται όταν η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχής, και το μοντέλο που θα χρησιμοποιηθεί είναι το γραμμικό μοντέλο με γενική μορφή:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 * X_1 + \beta_2 * X_2 + \dots + \beta_n * X_n$$

Όπου Y είναι η εξαρτημένη μεταβλητή, X_1, \dots, X_n το σύνολο των επεξηγηματικών μεταβλητών. Οι συντελεστές παλινδρόμησης βνεκτιμούνται με τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων.

Η ανάλυση των γραμμικών μοντέλων στην R γίνεται με την εντολή lm() όπως παρουσιάζεται παρακάτω :

Call:

```
lm1<-lm(formula = TIMH ~ Artistic_School + Volume + Material + Signature +  
Bibliography + Exhibition + Preservation + Origin + Expertise +  
Reference + Documents + Y1959 + Y1960 + Y1968 + Y1969 + Y1970 +  
Y1971 + Y1972 + Y1973 + Y1974 + Y1975 + Y1976 + Y1977 + Y1978 +  
Y1979 + Y1980 + Y1981 + Y1982 + Y1983 + Y1984 + Y1985 + Y1986 +  
Y1987 + Y1988 + Y1989 + Y1990 + Y1991 + Y1992 + Y1993 + Y1994 +  
Y1995 + Y1996 + Y1997 + Y1998 + Y1999 + Y2000 + Y2001 + Y2002 +  
Y2003+ Y2004, data = database)  
summary(lm1)  
capture.output(summary(lm1),file="output.txt")
```

Σε αυτό το σημείο σημειώνεται ότι δημιουργούμε τη μεταβλητή Year η οποία απευθύνεται στη χρονιά πώλησης του κάθε έργου αντίστοιχα. Έτσι για τη χρονιά που έγινε η πώληση του κάθε έργου τέχνης η μεταβλητή Year θα λαμβάνει τη τιμή 1. Όποτε κάθε χρονιά αντιστοιχεί και σε μια μεταβλητή.

Τα δεδομένα έχουν τη παρακάτω μορφή :

| Date | Artistic_School | Volume | Material | Signature | Bibliography | Exhibition | Preservation | Orig | Experts | Reference | Documents | Price | TIMH | Y1959 | Y1960 | Y1968 | Y1969 | Y1970 | Y1971 | Y1972 | Y1973 | Y1974 | Y1975 | |
|-----------|-----------------|--------|----------|-----------|--------------|------------|--------------|------|---------|-----------|-----------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| 21/3/1959 | 6 | 0.312 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 2 | 0 | 0 | 1415.0 | 7,25 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21/3/1959 | 6 | 1.163 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 2 | 0 | 0 | 1556.5 | 7,35 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21/3/1959 | 6 | 0.484 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 2 | 0 | 0 | 2830.0 | 7,95 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21/3/1959 | 6 | 1.199 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 2 | 0 | 0 | 2405.5 | 7,79 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21/3/1959 | 6 | 0.720 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 2 | 0 | 0 | 2830.0 | 7,95 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21/3/1959 | 6 | 1.100 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 2 | 1 | 0 | 4103.5 | 8,32 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21/3/1959 | 6 | 0.413 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 2 | 0 | 0 | 1018.8 | 6,93 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21/3/1959 | 6 | 1.163 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 2 | 0 | 0 | 2122.5 | 7,66 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23/3/1960 | 6 | 0.743 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 68.3 | 4,22 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23/3/1960 | 6 | 0.860 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 136.6 | 4,92 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23/3/1960 | 6 | 1.132 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 2 | 0 | 0 | 273.2 | 5,61 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23/3/1960 | 6 | 2.326 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 2 | 0 | 0 | 519.1 | 6,25 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23/3/1960 | 6 | 0.413 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 2 | 0 | 0 | 273.2 | 5,61 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23/3/1960 | 6 | 0.413 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 2 | 0 | 0 | 245.9 | 5,50 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23/3/1960 | 6 | 0.775 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 2 | 0 | 0 | 546.4 | 6,30 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23/3/1960 | 6 | 0.329 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 2 | 0 | 0 | 409.8 | 6,02 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23/3/1960 | 6 | 1.199 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 2 | 0 | 0 | 232.2 | 5,45 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23/3/1960 | 6 | 0.329 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 2 | 0 | 0 | 88.8 | 4,49 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23/3/1960 | 6 | 0.484 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 2 | 0 | 0 | 1092.8 | 7,00 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23/3/1960 | 6 | 0.413 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 2 | 0 | 0 | 273.2 | 5,61 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17/2/1968 | 6 | 1.989 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1956.8 | 7,58 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5/5/1969 | 6 | 0.340 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 4353.6 | 8,38 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2/3/1970 | 6 | 0.377 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 7172.3 | 8,88 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2/3/1970 | 6 | 0.844 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 2850.5 | 7,96 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2/3/1970 | 6 | 0.824 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 4597.6 | 8,43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10/3/1971 | 5 | 0.866 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 236.1 | 5,46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10/3/1971 | 6 | 0.674 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 2610.4 | 7,87 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10/3/1971 | 6 | 1.283 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1044.1 | 6,95 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24/3/1971 | 6 | 0.664 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 7918.1 | 8,98 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24/3/1971 | 6 | 0.065 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1348.7 | 7,21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

2.7 Αποτελέσματα και γραφική αναπαράστασή τους

Για να εξάγουμε ένα πιο ομαλό γράφημα έγιναν αρκετές προσπάθειες και δοκιμές της ανάλυσης παλινδρόμησης , με τη παρακάτω να ξεχωρίζει.

Υπάρχουν αρκετοί τρόποι επεξεργασίας των δεδομένων οι οποίοι εξετάστηκαν έτσι ώστε να βελτιωθούν τα αποτελέσματα της ανάλυσης παλινδρόμησης από τα αρχικά δεδομένα που παρουσιάστηκαν.

- Ένας από αυτούς είναι η ενοποίηση των βαθμίδων των κλιμακωτών μεταβλητών δηλαδή της προέλευσης του έργου, της εξειδίκευσης , των υλικών του έργου και της κατάστασης διατήρησης του έργου.
- Άλλη δοκιμή αφορούσε την παράβλεψη μεταβλητών.
- Ακόμα μια προσπάθεια ήταν η παράβλεψη των έργων τέχνης που είχαν αρκετά ακραίες τιμές πώλησης από τα διαστήματα τιμών.

Τα αποτελέσματα που θα παρουσιαστούν παρακάτω αποτελούνται από ένα τελικό σύνολο 2024 έργων τέχνης τα οποία κυμαίνονται στο εύρος τιμών πώλησης [29.5 , 116986] . Για να πάρουμε τα αποτελέσματα από την ανάλυση παλινδρόμησης έχουν παραλειφθεί ακόμα οι χρονιές 1972 και 1999.

Το μοντέλο παλινδρόμησης μετατρέπεται όπως φαίνεται στη συνέχεια.

Call:

$\ln(\text{formula} = \text{LN}(\text{PRICE}) \sim \text{Artistic_School} + \text{Volume} + \text{Material} + \text{Signature} + \text{Bibliography} + \text{Exhibition} + \text{Preservation} + \text{Origin} + \text{Expertise} + \text{Reference} + \text{Documents} + \text{Y1959} + \text{Y1960} + \text{Y1968} + \text{Y1969} + \text{Y1970} +$

```

Y1971 + Y1973 + Y1974 + Y1975 + Y1976 + Y1977 + Y1978 + Y1979 +
Y1980 + Y1981 + Y1982 + Y1983 + Y1984 + Y1985 + Y1986 + Y1987 +
Y1988 + Y1989 + Y1990 + Y1991 + Y1992 + Y1993 + Y1994 + Y1995 +
Y1996 + Y1997 + Y1998 + Y2000 + Y2001 + Y2002 + Y2003 + Y2004,
data = database)
summary(lm1)
capture.output(summary(lm1),file="output.txt")

```

Τα αποτελέσματα που εξάγονται είναι τα παρακάτω :

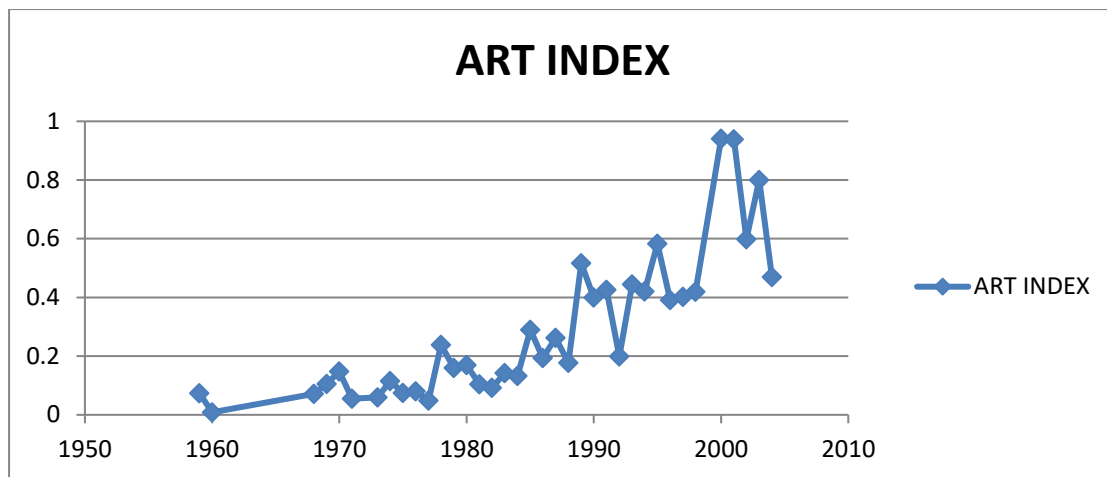
Residuals:

| Residuals: | | | |
|-----------------|------------|-----------|---------|
| | Min | 1Q | Median |
| | -42.121 | -0.8743 | 0.0776 |
| | 0.9377 | | |
| Coefficients: | | | |
| | Estimate | Std. | Error |
| (Intercept) | 7.850.733 | 0.239208 | 32.820 |
| Artistic_School | 0.375802 | 0.022548 | 16.667 |
| Volume | 0.026754 | 0.063108 | 0.424 |
| Material | 0.152531 | 0.029302 | 5.205 |
| Signature | -0.039963 | 0.072110 | -0.554 |
| Bibliography | 0.142706 | 0.105960 | 1.347 |
| Exhibition | -0.039815 | 0.150997 | -0.264 |
| Preservation | -0.036311 | 0.063812 | -0.569 |
| Origin | -0.061625 | 0.025587 | -2.408 |
| Expertise | 0.003356 | 0.025147 | 0.133 |
| Reference | 0.198311 | 0.087729 | 2.261 |
| Documents | 0.043685 | 0.155553 | 0.281 |
| Y1959 | -2.608.355 | 0.505883 | -5.156 |
| Y1960 | -4.756.858 | 0.423261 | -11.239 |
| Y1968 | -2.644.625 | 1.388.760 | -1.904 |
| Y1969 | -2.254.786 | 1.372.385 | -1.643 |
| Y1970 | -1.915.440 | 0.800864 | -2.392 |
| Y1971 | -2.909.631 | 0.415860 | -6.997 |
| Y1973 | -2.815.791 | 1.375.615 | -2.047 |
| Y1974 | -2.166.053 | 0.429859 | -5.039 |
| Y1975 | -2.594.799 | 0.342707 | -7.571 |
| Y1976 | -2.528.104 | 0.360867 | -7.006 |

| | | | |
|--------------|------------|--------------|----------|
| Y1977 | -3.016.464 | 0.334154 | -9.027 |
| Y1978 | -1.435.603 | 0.531748 | -2.700 |
| Y1979 | -1.837.981 | 0.251536 | -7.307 |
| Y1980 | -1.773.943 | 0.203402 | -8.721 |
| Y1981 | -2.263.611 | 0.218166 | -10.376 |
| Y1982 | -2.380.286 | 0.248865 | -9.565 |
| Y1983 | -1.952.930 | 0.261933 | -7.456 |
| Y1984 | -2.023.175 | 0.257900 | -7.845 |
| Y1985 | -1.239.793 | 0.203573 | -6.090 |
| Y1986 | -1.640.288 | 0.180803 | -9.072 |
| Y1987 | -1.339.267 | 0.271428 | -4.934 |
| Y1988 | -1.728.588 | 0.218146 | -7.924 |
| Y1989 | -0.661957 | 0.181264 | -3.652 |
| Y1990 | -0.917161 | 0.222237 | -4.127 |
| Y1991 | -0.854892 | 0.217003 | -3.940 |
| Y1992 | -1.612.310 | 0.180853 | -8.915 |
| Y1993 | -0.811733 | 0.184096 | -4.409 |
| Y1994 | -0.866760 | 0.207361 | -4.180 |
| Y1995 | -0.540189 | 0.203618 | -2.653 |
| Y1996 | -0.940019 | 0.193419 | -4.860 |
| Y1997 | -0.912127 | 0.171396 | -5.322 |
| Y1998 | -0.870241 | 0.187964 | -4.630 |
| Y2000 | -0.061062 | 0.159790 | -0.382 |
| Y2001 | -0.063997 | 0.161423 | -0.396 |
| Y2002 | -0.513439 | 0.178915 | -2.870 |
| Y2003 | -0.223047 | 0.160175 | -1.393 |
| Y2004 | -0.756330 | 0.178268 | -4.243 |
| --- | | | |
| Signif. | codes: | 0 | ‘***’ |
| Residual | Standard | error: | 1.365 |
| | (2 | observations | deleted |
| Multiple | R-squared: | 0.3975 | Adjusted |
| F-statistic: | 29.41 | on | 48 |

Η εντολή summary χρησιμοποιείται για τον t έλεγχο για τους συντελεστές της παλινδρόμησης με μηδενική υπόθεση $\beta_n = 0$. Επίσης δίνεται εκτίμηση για τη διακύμανση των υπολοίπων όπως και ο συντελεστής μεταβλητότητας R^2 από τον οποίο συμπεραίνεται ότι περίπου το 39,75% της διακύμανσης εξηγείται από τις δυο επεξηγηματικές μεταβλητές. Τέλος δίνεται η τιμή της στατιστικής συνάρτησης F για τον στατιστικό έλεγχο ο οποίος ελέγχει αν όλοι οι συντελεστές παλινδρόμησης είναι ταυτόχρονα ίσοι με 0, το οποίο και απορρίπτεται.

Από τα αποτελέσματα της πρώτης στήλης γίνεται η διαμόρφωση των τιμών για να εξάγουμε το παρακάτω σχήμα.

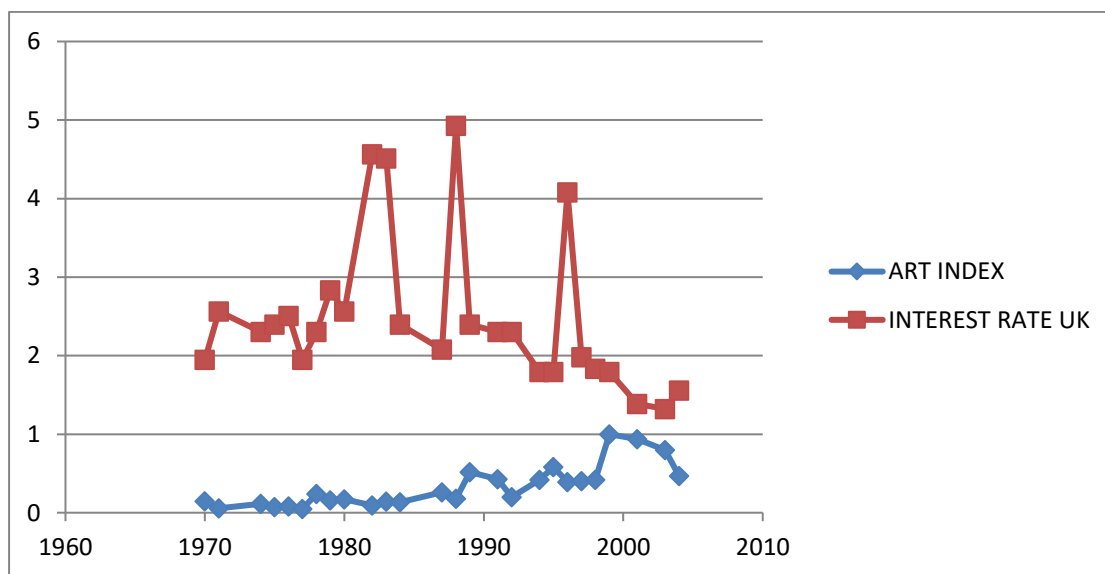


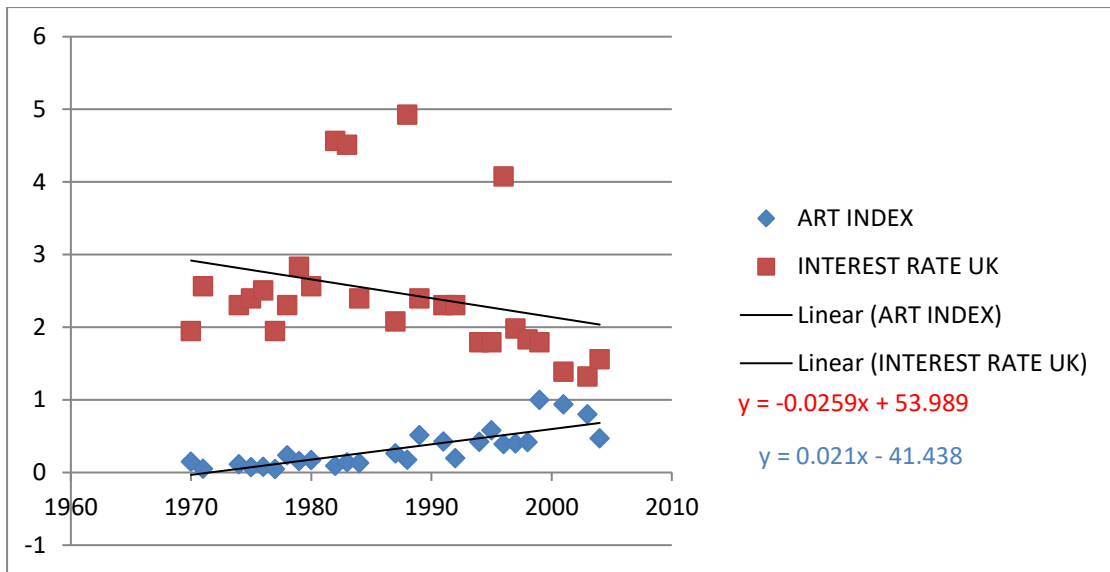
Παραπάνω απεικονίζεται γραφικά ο δείκτης τιμών έργων τέχνης έτσι όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης .

2.8 Χρηματοοικονομικές μεταβλητές για τη δημιουργία συσχετίσεων με το δείκτη τιμών έργων τέχνης

2.8.1Επιτόκιο - UK

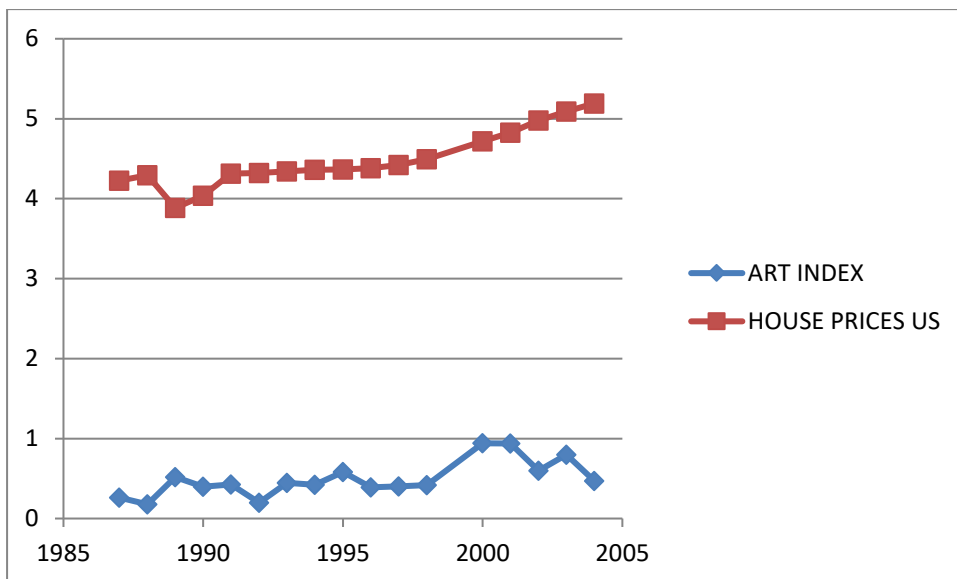
Τα δεδομένα προέρχονται από τον ιστότοπο της Τράπεζας της Αγγλίας www.bankofengland.co.uk. Το επιτόκιο είναι είτε ελάχιστο επιτόκιο δανεισμού, ελάχιστο επιτόκιο συναλλαγής ζώνης 1 ή επιτόκιο επαναγοράς ανάλογα με την εποχή.

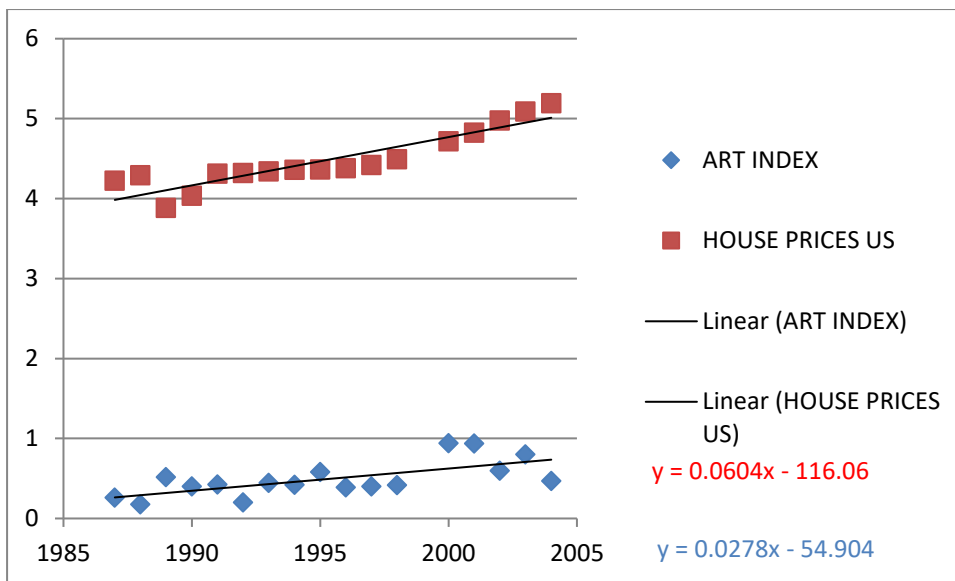




2.8.2 Τιμές κατοικιών -US

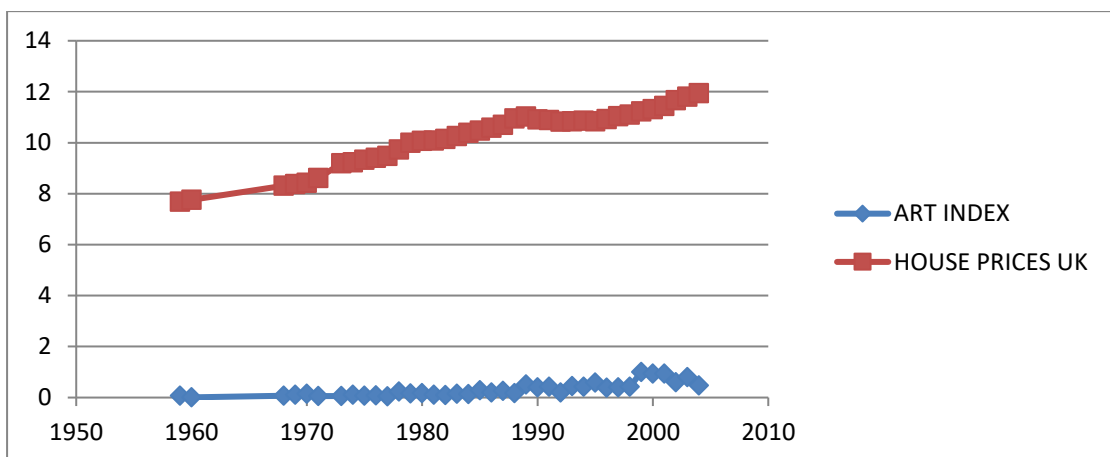
Δείκτης Case-Shiller για τις τιμές κατοικιών στις ΗΠΑ. Τα δεδομένα προέρχονται από τα δεδομένα S&P Case-Shiller και περιλαμβάνουν τόσο τον εθνικό δείκτη όσο και τους δείκτες για 20 περιφέρειες. Οι δείκτες δημιουργούνται χρησιμοποιώντας μια μεθοδολογία επαναλαμβανόμενων πωλήσεων.

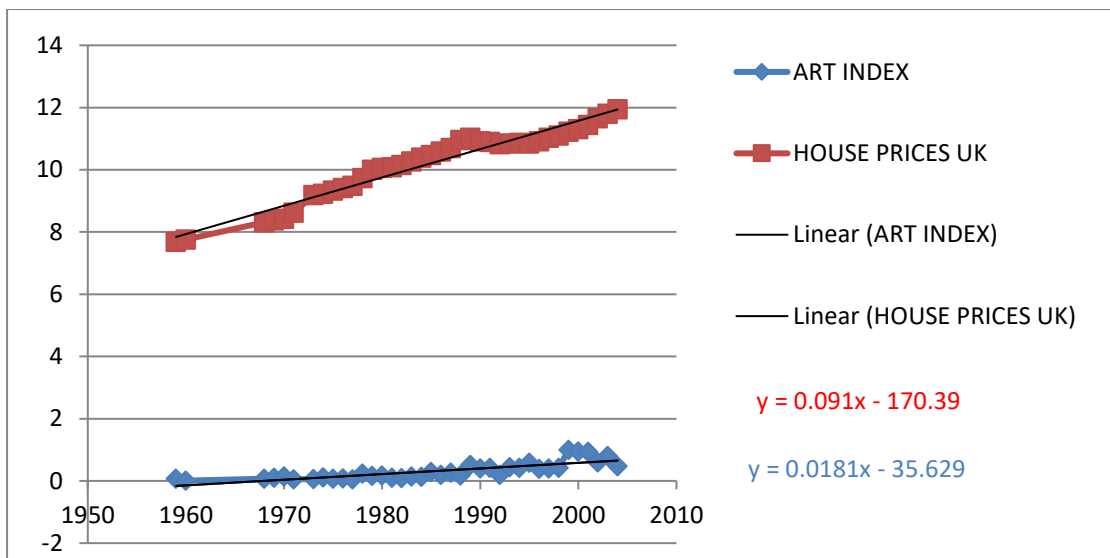




2.8.3 Τιμές κατοικιών -UK

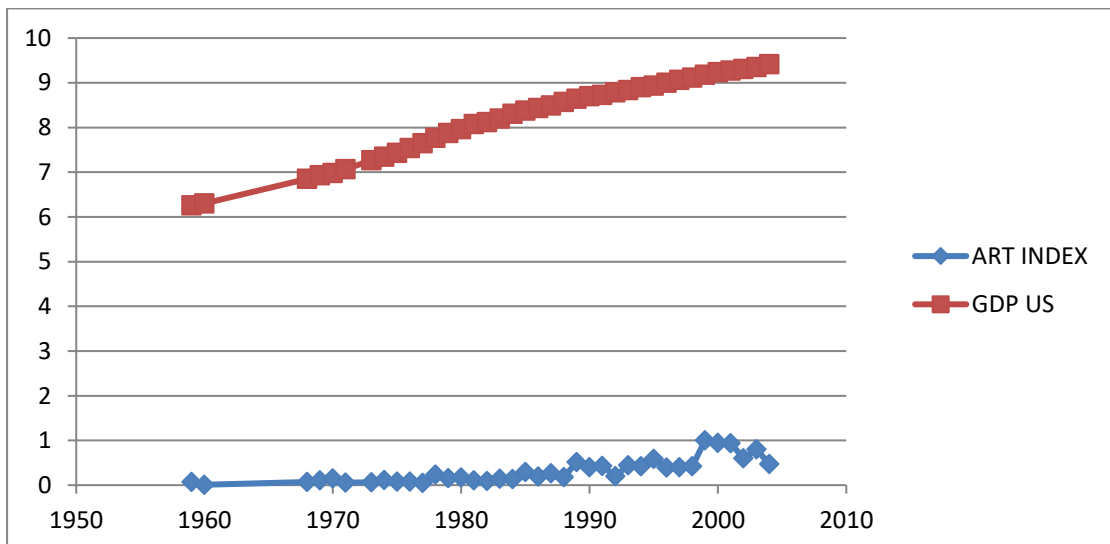
Τιμές κατοικιών στο Ηνωμένο Βασίλειο από το 1953 ως μηνιαίες χρονοσειρές.

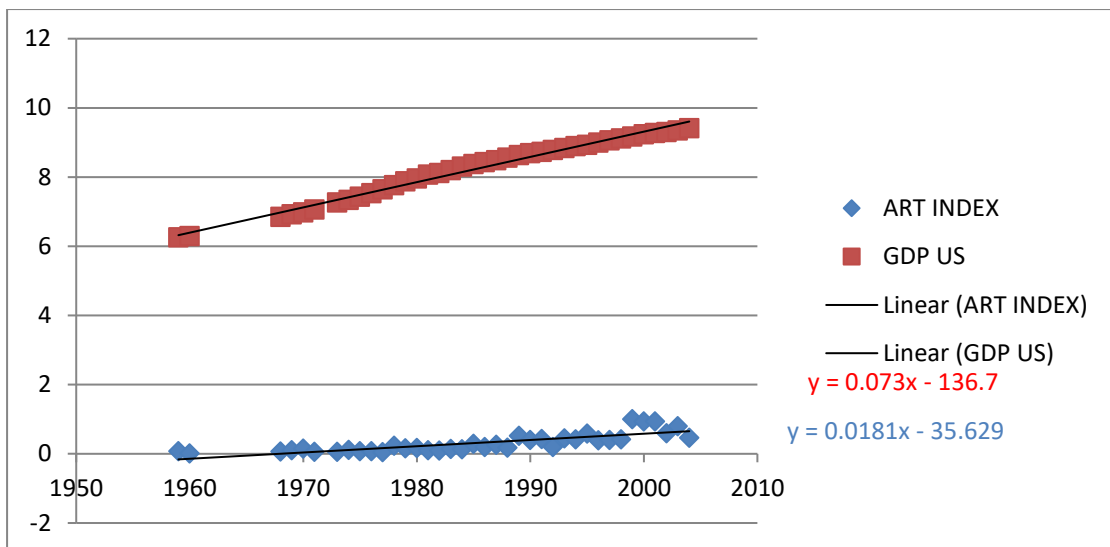




2.8.4 Ακαθάριστο εγχώριο προϊόν - US

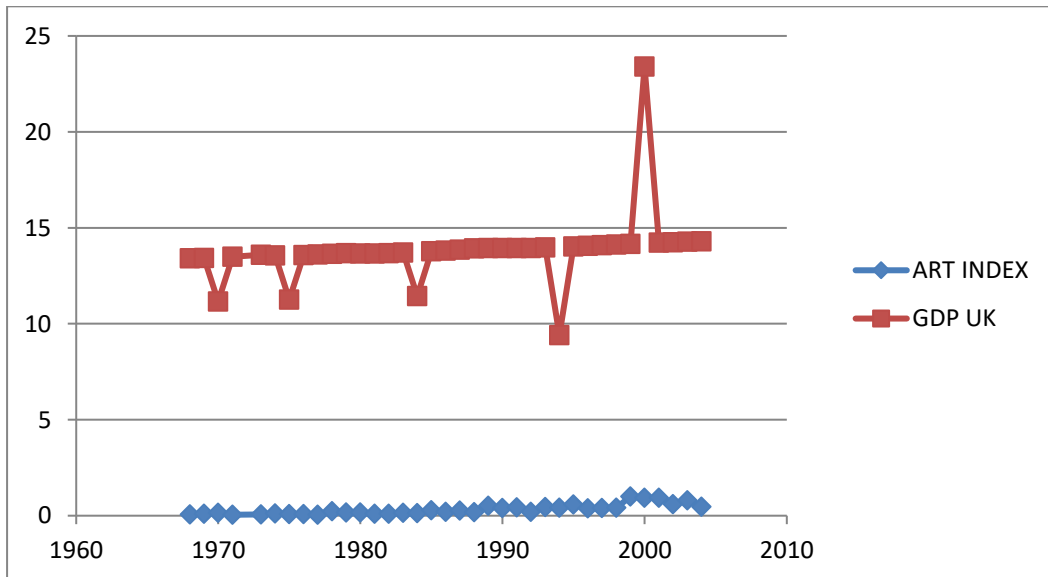
Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ) των Ηνωμένων Πολιτειών (ΗΠΑ) τόσο ονομαστικό όσο και πραγματικό σε ετήσια και τριμηνιαία βάση. Παρέχονται ετήσια στοιχεία από το 1930 και τριμηνιαία στοιχεία από το 1947.

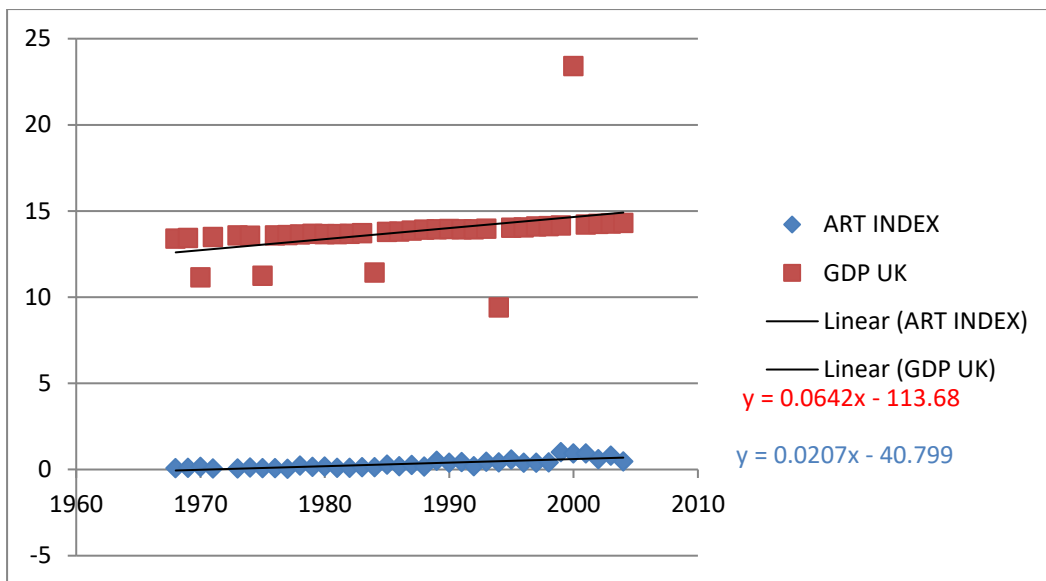




2.8.5 Ακαθάριστο εγχώριο προϊόν -UK

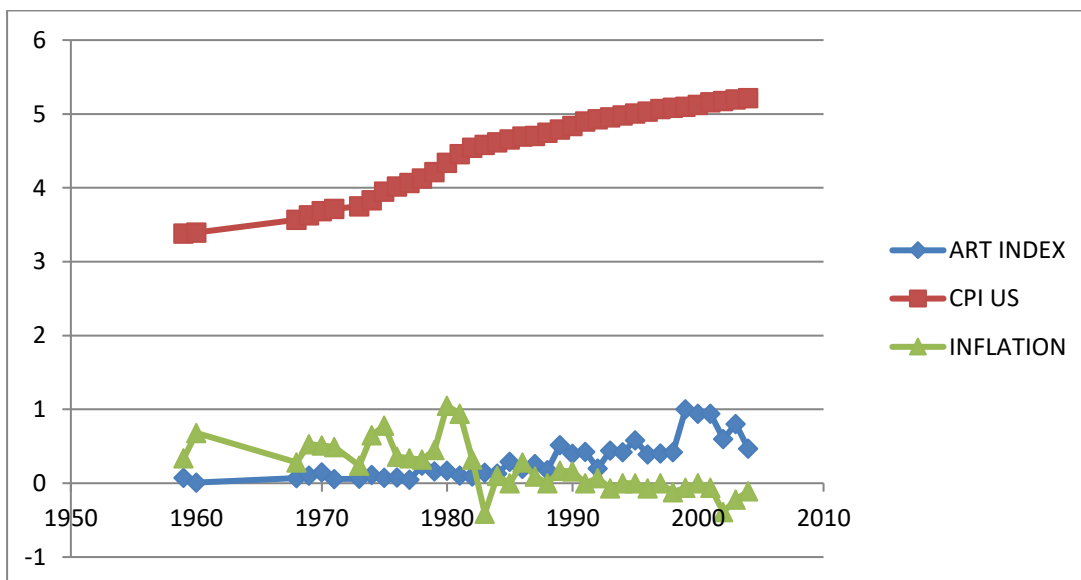
Το πραγματικό ΑΕΠ του Ηνωμένου Βασιλείου από το 1948 από το Γραφείο Εθνικής Στατιστικής. Τα ετήσια και τριμηνιαία στοιχεία στο μέτρο ΑΕΠ είναι μια αλυσιδωτή μέτρηση όγκου και είναι εποχικά προσαρμοσμένα.

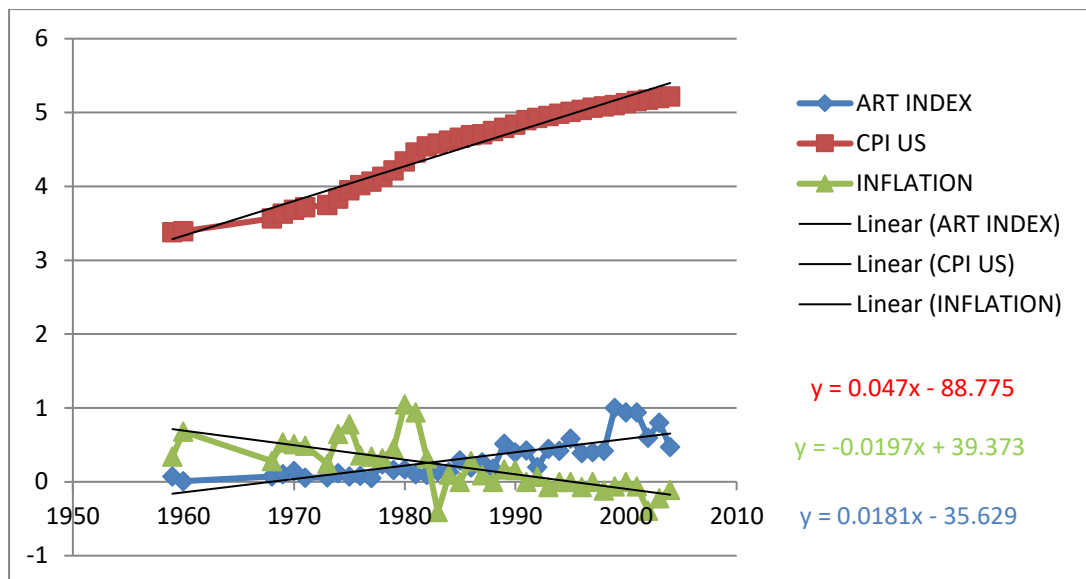




2.8.6 Δείκτης τιμών καταναλωτή - US

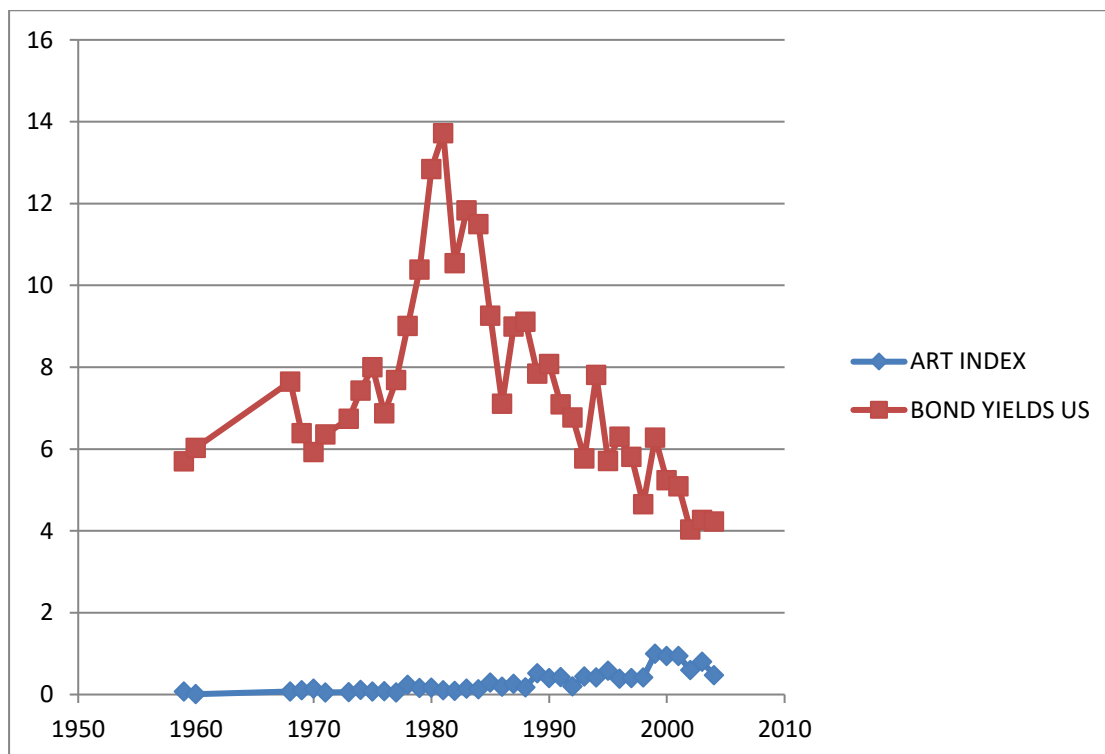
Δείκτης Τιμών Καταναλωτή για όλους τους Αστικούς Καταναλωτές (CPI-U) από το Γραφείο Στατιστικών Εργασίας του Υπουργείου Εργασίας των ΗΠΑ. Αυτή είναι μια μηνιαία χρονοσειρά από τον Ιανουάριο του 1913.

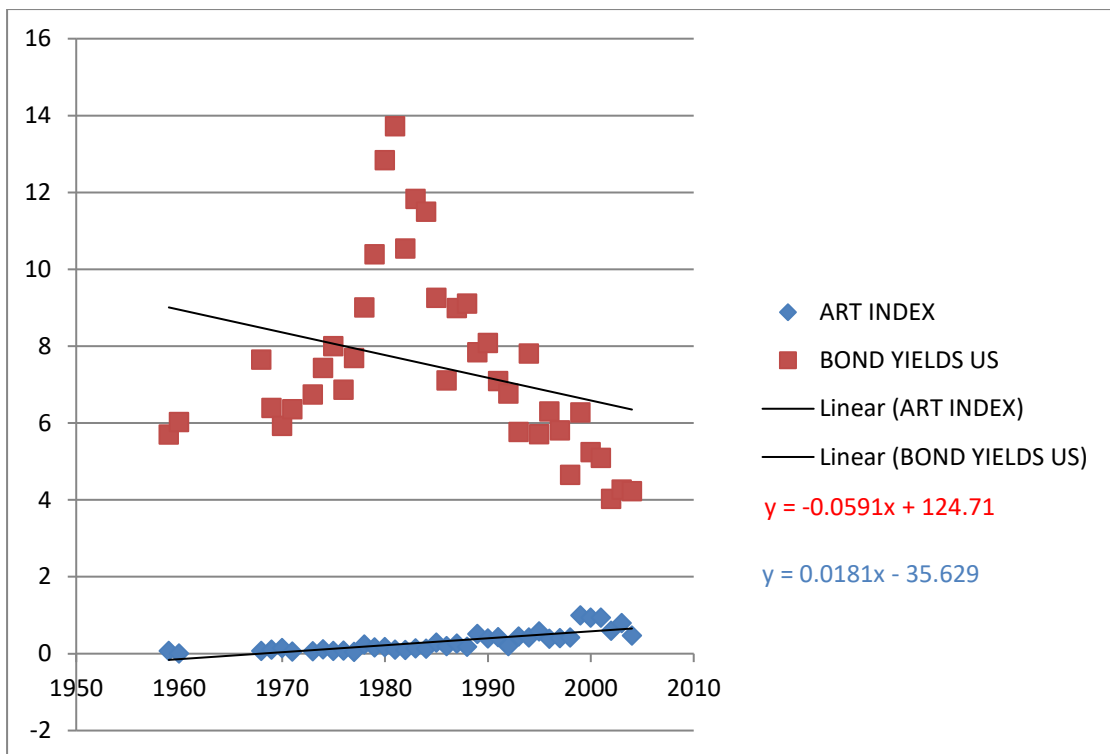




2.8.7 Απόδοση ομολόγων -US

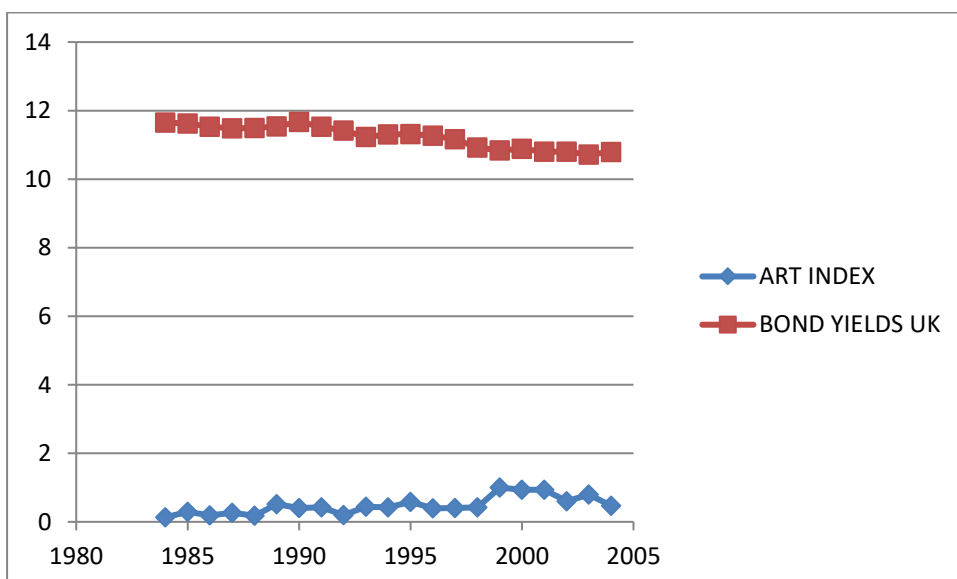
Ονομαστικές αποδόσεις 10 ετών σε κρατικά ομόλογα των ΗΠΑ από την Federal Reserve. Η απόδοση του 10ετούς κρατικού ομολόγου θεωρείται τυπικός δείκτης των μακροπρόθεσμων επιτοκίων.

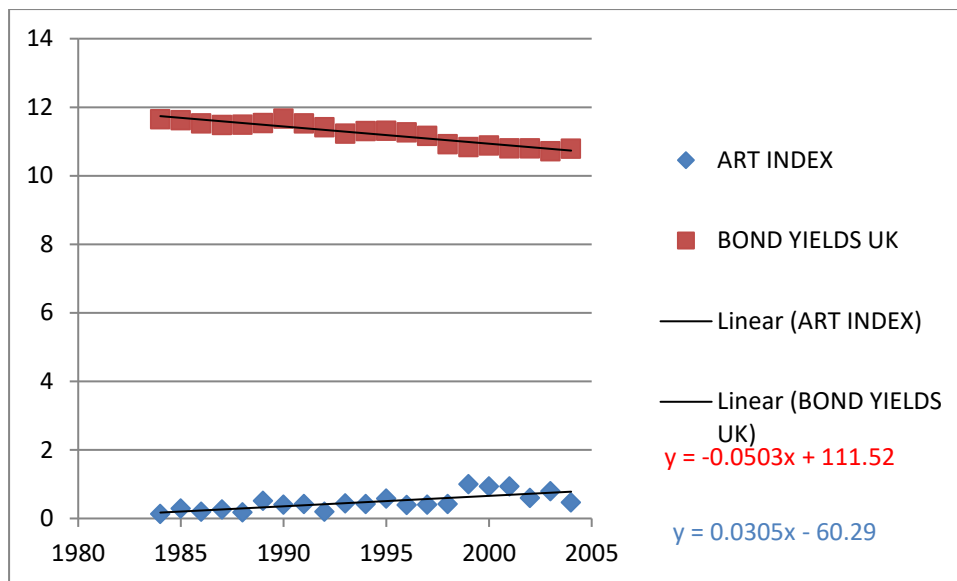




2.8.8 Απόδοση ομολόγων - UK

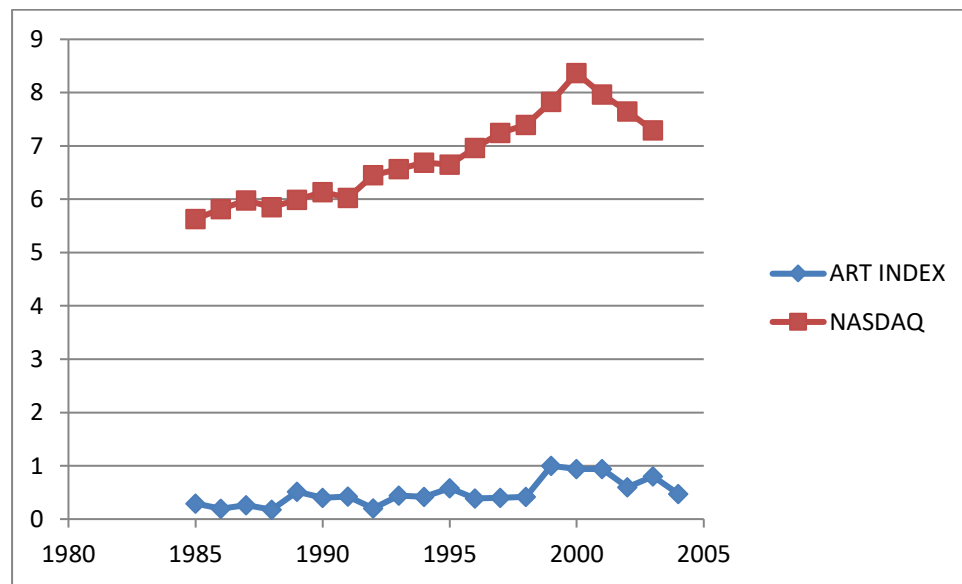
Ονομαστικές αποδόσεις 10 ετών σε κρατικά ομόλογα του Ηνωμένου Βασιλείου από την τράπεζα της Αγγλίας. Η απόδοση του 10ετούς κρατικού ομολόγου θεωρείται τυπικός δείκτης των μακροπρόθεσμων επιτοκίων.

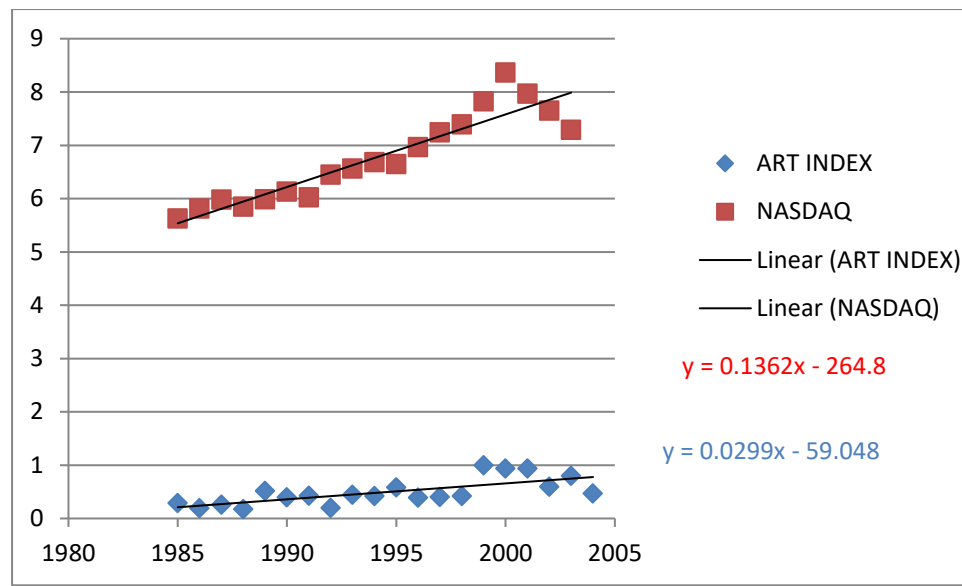




2.8.9 NASDAQ Composite - Δείκτης NASDAQ

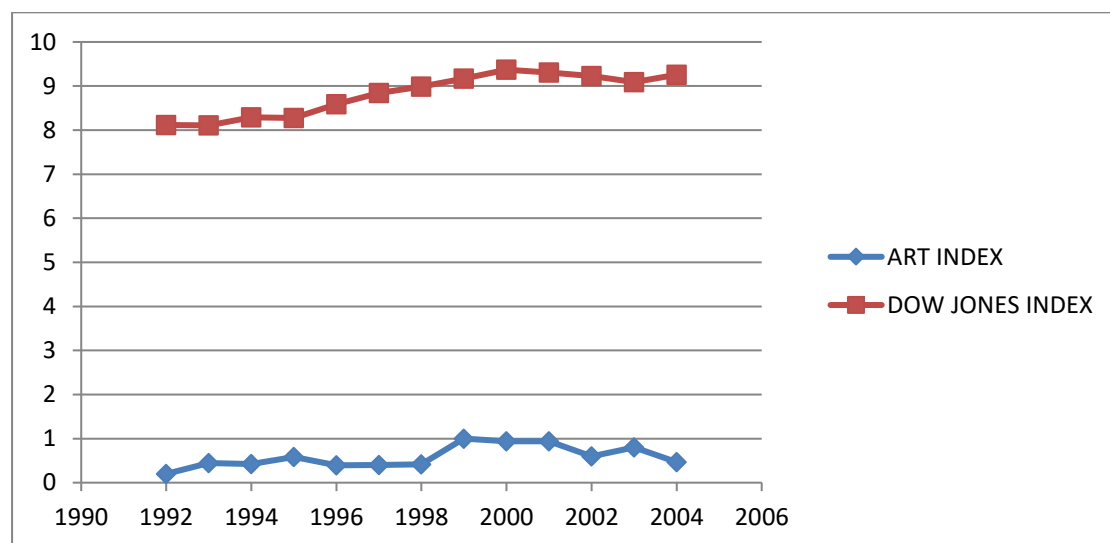
To **Nasdaq Stock Market** (National Association of Securities Dealers Automated Quotations Stock Market) είναι ένα αμερικανικό χρηματιστήριο με έδρα τη Νέα Υόρκη. Βρίσκεται στη δεύτερη θέση στη λίστα των χρηματιστηρίων με τις υψηλότερες κεφαλαιοποιήσεις των μετοχών που συναλλάσσονται, μετά το Χρηματιστήριο της Νέας Υόρκης. Η πλατφόρμα ανταλλαγής ανήκει στη Nasdaq, η οποία κατέχει επίσης το Nasdaq Nordic δίκτυο χρηματιστηρίων και πολλά χρηματιστήρια μετοχών και δικαιωμάτων προαίρεσης με έδρα τις ΗΠΑ.

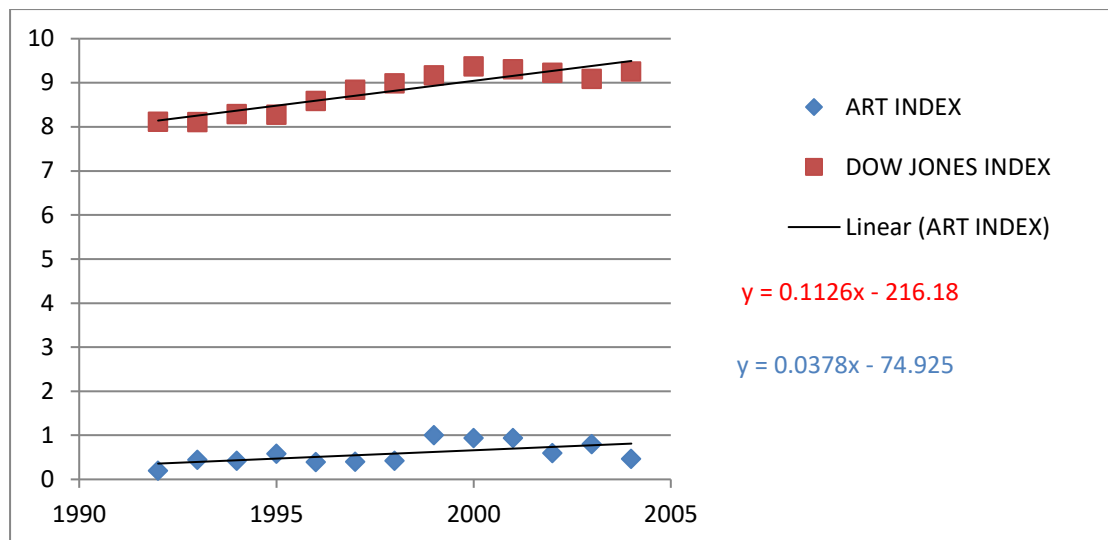




2.8.10 Δείκτης Dow Jones

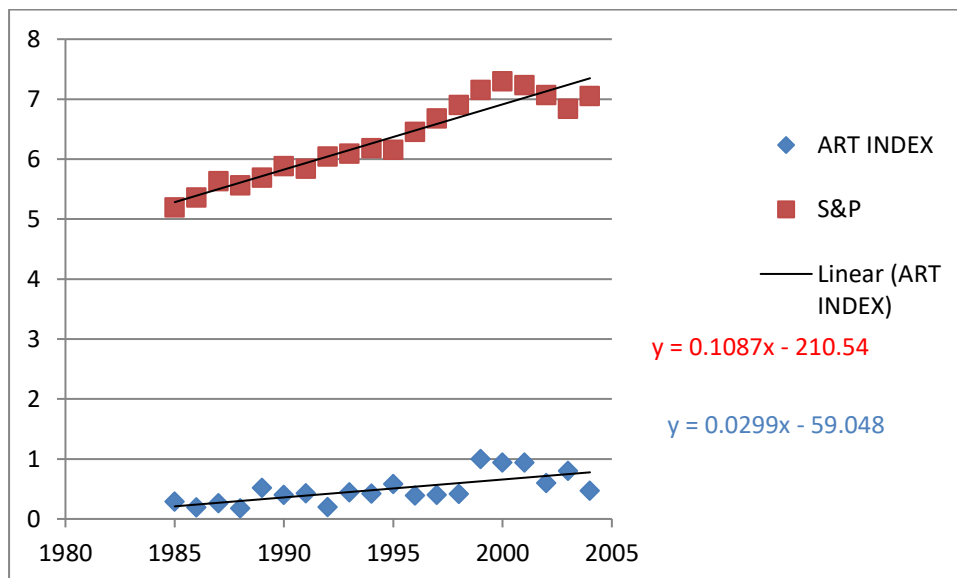
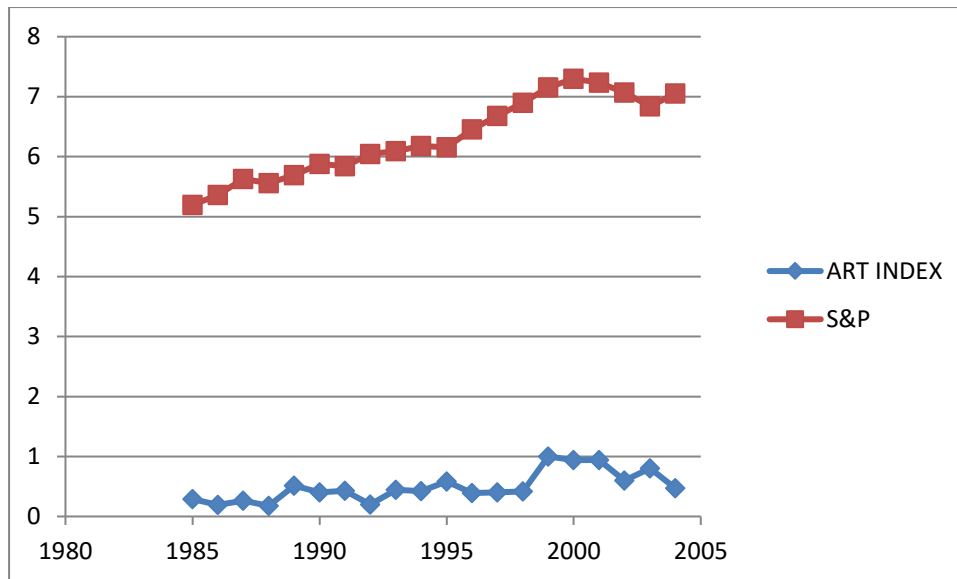
Ο **Dow Jones Industrial Average (DJIA)**, ο **Dow Jones**, είναι ένας χρηματιστηριακός δείκτης 30 εξέχων εταιρειών εισηγμένων σε χρηματιστήρια των Ηνωμένων Πολιτειών. Ο DJIA είναι ένας από τους παλαιότερους και πιο συχνά ακολουθούμενους δείκτες μετοχών. Πολλοί επαγγελματίες θεωρούν ότι είναι μια ανεπαρκής εκπροσώπηση του συνολικού χρηματιστηρίου των ΗΠΑ σε σύγκριση με έναν ευρύτερο δείκτη αγοράς όπως ο S&P 500. Η DJIA περιλαμβάνει μόνο 30 μεγάλες εταιρείες. Είναι σταθμισμένη ως προς την τιμή, σε αντίθεση με τους χρηματιστηριακούς δείκτες που χρησιμοποιούν κεφαλαιοποίηση αγοράς. Επιπλέον, το DJIA δεν χρησιμοποιεί σταθμισμένο αριθμητικό μέσο όρο.





2.8.11 S&P 500 Index - Δείκτης S&P 500

Είναι συντομογραφία της ονομασίας του δείκτη Standard & Poor's 500, ενός δείκτη για τις μεγαλύτερες (βάσει αξίας) εισηγμένες αμερικανικές εταιρείες στις αγορές του NYSE και του NASDAQ. Ο δείκτης περιλαμβάνει 500 κορυφαίες εταιρείες και αποτυπώνει περίπου το 80% κάλυψης της διαθέσιμης κεφαλαιοποίησης της αγοράς, με την Apple, τη Microsoft και την Exxon ως τις τρεις μεγαλύτερες εταιρείες. Όπως όλοι οι σημαντικοί δείκτες, ο S&P 500 χρησιμοποιεί το πρότυπο GICS (Global Industry Classification Standard, Παγκόσμιο πρότυπο ταξινόμησης κλάδων/τομέων) για να κατατάξει τις εταιρείες σε τομείς όπως ενέργεια, υγεία, χρηματοοικονομικές υπηρεσίες, πληροφορική και λιανικό εμπόριο. Η μεγάλη εμβέλεια και η μεθοδολογία στάθμισης τον κάνουν να ξεχωρίζει από δείκτες όπως ο Dow Jones Industrial Average ή ο NASDAQ. Πολλοί είναι αυτοί που τον θεωρούν ως τον πιο αντιπροσωπευτικό της αγοράς μετοχών των ΗΠΑ και ως κορυφαίο μέσο ένδειξης τάσεων για την οικονομία των ΗΠΑ..



2.9 Ο συντελεστής συσχέτισης

Ο βαθμός της γραμμικής συσχέτισης δύο τυχαίων μεταβλητών X και Y με διασπορά σ_X^2 και σ_Y^2 αντίστοιχα και συνδιασπορά $\sigma_{XY} = Cov(X, Y) = E(X, Y) - E(X)E(Y)$ μετρίεται με τον συντελεστή συσχέτισης (correlation coefficient) ρ που ορίζεται ως

$$\rho = \frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X \sigma_Y}$$

Ο συντελεστής συσχέτισης ρ όπως και η συνδιασπορά σ_{XY} εκφράζει το βαθμό και τον τρόπο που οι δύο μεταβλητές συσχετίζονται δηλαδή πως η μια τυχαία μεταβλητή μεταβάλλεται ως προς την άλλη. Η σ_{XY} παίρνει τιμές που εξαρτώνται από το πεδίο τιμών των X και Y ενώ ο συντελεστής ρ παίρνει τιμές στο διάστημα $[-1,1]$. Οι χαρακτηριστικές τιμές του ρ ερμηνεύονται ως εξής :

- $\rho=1$ υπάρχει τέλεια θετική συσχέτιση μεταξύ των X και Y
- $\rho=0$ δεν υπάρχει καμία (γραμμική) συσχέτιση μεταξύ των X και Y
- $\rho=-1$ υπάρχει τέλεια αρνητική συσχέτιση μεταξύ των X και Y

Όταν $\rho=\pm 1$ η σχέση είναι αιτιοκρατική και όχι πιθανοκρατική γιατί γνωρίζοντας την τιμή της μιας τυχαίας μεταβλητής γνωρίζουμε και την τιμή της άλλης τυχαίας μεταβλητής ακριβώς. Όταν ο συντελεστής συσχέτισης είναι κοντά στο -1 ή 1 η γραμμική συσχέτιση των δύο τυχαίων μεταβλητών είναι ισχυρή ενώ όταν πλησιάζει το 0 οι τυχαίες μεταβλητές είναι πρακτικά ασυσχέτιστες.

Στο παρακάτω πίνακα φαίνονται οι συσχετίσεις του δείκτη τιμών έργων τέχνης με τους χρηματοοικονομικούς δείκτες που παρουσιάστηκαν παραπάνω.

| <i>Χρηματοοικονομικός Δείκτης</i> | <i>Τιμή συσχέτισης</i> |
|-----------------------------------|------------------------|
| Τιμέςκατοικιών – US | 0,549 |
| Τιμέςκατοικιών – UK | 0,736 |
| Ακαθάριστο εγχώριο προϊόν – US | 0,776 |
| Ακαθάριστο εγχώριο προϊόν – UK | 0,478 |
| Δείκτης τιμών καταναλωτή – US | -0,466 |
| Απόδοση ομολόγων – US | -0,473 |
| Απόδοση ομολόγων - UK | -0,757 |
| Δείκτης NASDAQ | -0,635 |
| Δείκτης Dow Jones | -0,562 |
| Δείκτης S&P 500 | -0,647 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Γραμμικός προγραμματισμός

Ο γραμμικός προγραμματισμός αναφέρεται σε μια σειρά υπολογιστικών τεχνικών που χρησιμοποιούνται για να βρεθεί το μέγιστο ή το ελάχιστο μιας γραμμικής συνάρτησης, υπό περιορισμούς που εκφράζονται μέσω γραμμικών ανισοτήτων. Συνήθως αυτό γίνεται για τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας ή της δομής ενός συστήματος, χρησιμοποιώντας ένα μαθηματικό μοντέλο που περιγράφει το σύστημα και τις αλληλεπιδράσεις των στοιχείων του. Η μοντελοποίηση αυτή επιδιώκει συνήθως τη βελτιστοποίηση μιας συνάρτησης, με τους περιορισμούς του μοντέλου να αποτελούνται από φυσικά περιορισμένους πόρους ή περιορισμούς λειτουργίας. Η θεωρία αυτή βασίζεται στη μαθηματική ανάλυση γραμμικών ανισοτήτων, με τις πρώτες εφαρμογές της να προέρχονται από την οικονομική θεωρία τη δεκαετία του 1930.

Ο γραμμικός προγραμματισμός αποτελεί ένα από τα πιο δημοφιλή μοντέλα στην επιχειρησιακή έρευνα και τη διοίκηση γενικότερα. Οι εφαρμογές του σε πραγματικά προβλήματα λήψης αποφάσεων έχουν γνωρίσει μεγάλη επιτυχία, από την επίλυση προβλημάτων κατανομής πόρων έως τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας ενός συστήματος. Ο γραμμικός προγραμματισμός εφαρμόζεται σε πολλούς τομείς, όπως η κατανομή εργατικού δυναμικού και πόρων σε παραγωγικές διαδικασίες, η επιλογή επενδύσεων και η ανάθεση πόρων σε διάφορες υπηρεσίες. Στόχος του είναι η μεγιστοποίηση των κερδών ή η ελαχιστοποίηση των κοστών, λαμβάνοντας υπόψη περιορισμούς όπως η διαθεσιμότητα πόρων και οι απαιτήσεις λειτουργίας. Μέσω μαθηματικών μοντέλων και αντικειμενικών συναρτήσεων, προσεγγίζονται προβλήματα απόφασης με στόχο τη βέλτιστη λειτουργία του συστήματος. Παρόλα αυτά, η αύξηση της πολυπλοκότητας των συστημάτων και οι συνθήκες ανταγωνιστικότητας καθιστούν την εφαρμογή αυτή όχι πάντα εφικτή.

3.2 Βασικές αρχές της πολυκριτήριας μεθόδου MUSA

Η μέθοδος MUSA (MulticriteriaSatisfactionAnalysis) εκφράζει την πολυκριτηριακή προσέγγιση καθώς δίνει λύση στο πρόβλημα της μέτρησης και ανάλυσης της ικανοποίησης. Η μεθοδολογία στηρίζεται στην πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων υποθέτοντας τις βασικές αρχές της αναλυτικής – συνθετικής προσέγγισης.

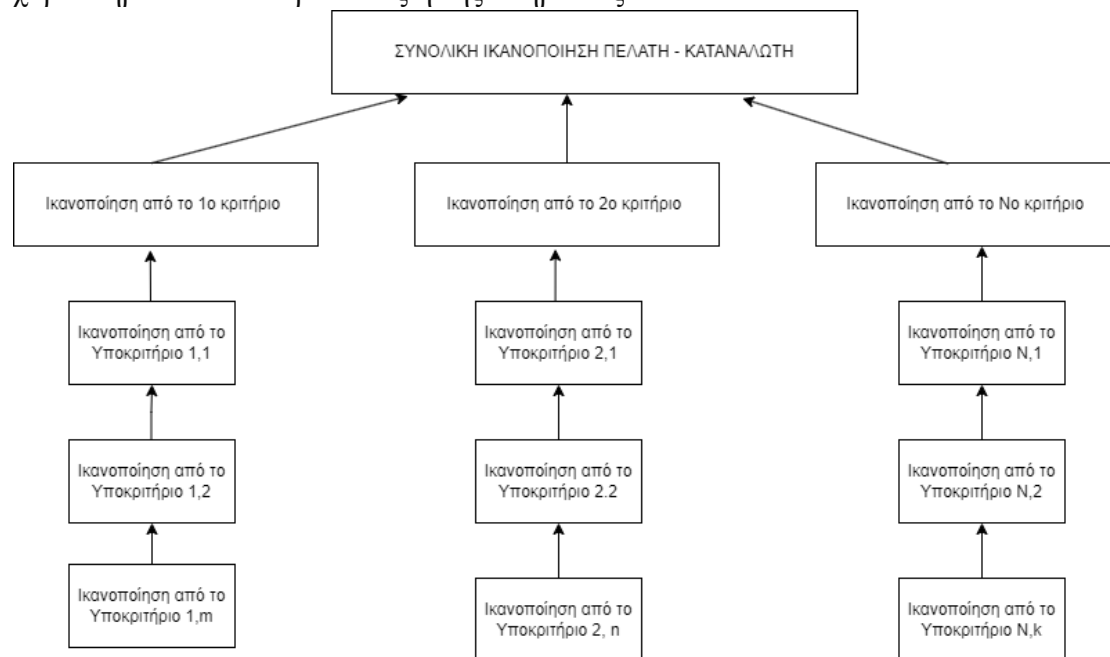
Οι βασικές υποθέσεις που αφορούν την εξέλιξη της μεθόδου MUSA εστιάζονται στα εξής σημεία :

- Ορθολογικός καταναλωτής : Η συγκεκριμένη υπόθεση σχετίζεται με την ύπαρξη ορθολογικών καταναλωτών και συναντάται στο σύνολο του χώρου της επιστήμης των Αποφάσεων.
- Κριτήριο Ικανοποίησης : Η μέθοδος MUSA υποθέτει την ύπαρξη ενός συνόλου χαρακτηριστικών του εξεταζόμενου προϊόντος ή υπηρεσίας σύμφωνα με τα οποία οι πελάτες αντιλαμβάνονται την ικανοποίησή τους. Το σύνολο αυτό των χαρακτηριστικών αποτελεί τα κριτήρια ικανοποίησης των πελατών και οφείλει να πληροί συγκεκριμένες ιδιότητες.

- Προσθετικό μοντέλο σύνθεσης : Η μέθοδος βασίζεται στην ύπαρξη ενός προσθετικού μοντέλου σύνθεσης του συνόλου των κριτηρίων ικανοποίησης και ειδικότερα μιας προσθετικής συνάρτησης χρησιμότητας – αξιών (additivevaluefunction) . Στα πλαίσια της πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων οι συναρτήσεις αυτές πληρούν την ιδιότητα της μονοτονίας.

Το μοντέλο έχει τα εξής πλεονεκτήματα. Το μοντέλο είναι ικανό να χειριστεί εξίσου καλά τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά δεδομένα. Η συλλογή δεδομένων μπορεί να είναι εύκολη μέσω κατάλληλων ερωτηματολογίων. Τα αποτελέσματα του μοντέλου παρέχουν στους αναλυτές τη δυνατότητα να αξιολογήσουν τη συμπεριφορά των πελατών. Επιπλέον, το μοντέλο δεν απαιτεί ισχυρές υποθέσεις σχετικά με την ικανοποίηση των πελατών ή τη συμπεριφορά των καταναλωτών γενικότερα.

Ο βασικός στόχος της μεθόδου MUSA είναι να συνθέσει τις προτιμήσεις πελατών σε μια ποσοτική μαθηματική συνάρτηση αξιών. Αυτό σημαίνει ότι προσπαθεί να αναπαραστήσει την ικανοποίηση ενός πελάτη βασιζόμενη σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του προϊόντος ή της υπηρεσίας.



Η εκτίμηση της ικανοποίησης ενός συνόλου πελατών μπορεί να θεωρηθεί ως ένα πρόβλημα στο επιστημονικό πεδίο της πολυκριτήριας ανάλυσης υποθέτοντας ότι η συνολική ικανοποίηση ενός πελάτη εξαρτάται από ένα σύνολο κριτηρίων (X_1, X_2, \dots, X_n).

Τα κριτήρια που ονομάζονται μεταβλητές ικανοποίησης στη μέθοδο MUSA αιτιολογούν την έννοια της αναλυτικής-συνθετικής προσέγγισης. Τα δεδομένα συλλέγονται μέσω ενός ειδικευμένου ερωτηματολογίου, όπου οι πελάτες αξιολογούν τις υπηρεσίες που λαμβάνουν, εκφράζοντας τη συνολική και την επιμέρους ικανοποίησή τους για κάθε κριτήριο του προϊόντος ή της υπηρεσίας. Οι προτιμήσεις αξιολογούνται με μια προκαθορισμένη ποιοτική κλίμακα, και το μοντέλο της MUSA

προσπαθεί να εκτιμήσει τη συνολική και τις επιμέρους συναρτήσεις ικανοποίησης με βάση αυτά τα δεδομένα από τους πελάτες.

Στον επόμενο πίνακα παραθέτεται ο ορισμός των μεταβλητών της πολυκριτήριας μεθοδολογίας.

| | |
|------------|--|
| Y | Συνολική ικανοποίηση του πελάτη |
| A | Αριθμός επιπέδων της κλίμακας συνολικής ικανοποίησης |
| y^m | Το m επίπεδο συνολικής ικανοποίησης ($m=1,2,\dots,\alpha$) |
| N | Αριθμός κριτηρίων |
| X_i | Ικανοποίηση του πελάτη σύμφωνα με το i κριτήριο ($i=1,2,\dots,n$) |
| α_i | Αριθμός επιπέδων της κλίμακας ικανοποίησης του κριτηρίου i |
| x_i^k | Το k επίπεδο ικανοποίησης του κριτηρίου i ($k=1,2,\dots,\alpha_i$) |
| Y^* | Συνάρτηση αξιών του Y (συνάρτηση ολικής ικανοποίησης) |
| y^{*m} | Αξία του y^m επιπέδου ικανοποίησης |
| X_i^* | Συνάρτηση αξιών του X_i (συνάρτηση μερικής ικανοποίησης) |
| x_i^{*k} | Αξία του x_i^k επιπέδου ικανοποίησης |

Η μέθοδος MUSA ακολουθεί τις γενικές αρχές της ποιοτικής ανάλυσης παλινδρόμησης υπό περιορισμούς χρησιμοποιώντας τεχνικές γραμμικού προγραμματισμού για την επίλυση της. Η βασική εξίσωση της γραμμικής ανάλυσης παλινδρόμησης έχει ως εξής :

$$Y^* = \sum_{i=1}^n b_i X_i^*$$

$$\sum_{i=1}^n b_i = 1$$

Όπου οι συναρτήσεις Y^* και X_i^* είναι κανονικοποιημένες στο διάστημα $[0,100]$ ενώ b_i είναι ο συντελεστής βάρους του κριτηρίου i .

Οι περιορισμοί κανονικοποίησης μπορούν να γραφούν :

$$y^{*1} = 0 \quad , \quad y^{*\alpha} = 100$$

$$x_i^{*1} = 0 \quad , \quad x_i^{*\alpha_i} = 100 \quad \text{για } i = 1, 2, \dots, n$$

Οι σχέσεις προτίμησης μοντελοποιούν τους περιορισμούς μονοτονίας των συναρτήσεων Y^* και X^* και έχουν ως εξής :

$$y^{*m} \leq y^{*(m+1)} \leftrightarrow y^m \leq y^{m+1} \text{ για } m = 1, 2, \dots, \alpha - 1$$

$$x_i^{*k} \leq x_i^{*(k+1)} \leftrightarrow x_i^k \leq x_i^{k+1} \text{ για } k = 1, 2, \dots, \alpha_i - 1$$

Όπου :

\geq προτίμηση ή ισοδυναμία

\leq μη προτίμηση

Σημειώνεται ότι οι Y^* και X_i^* είναι μονότονες και αύξουσες διακριτές συναρτήσεις.

3.2.1 Μαθηματική ανάπτυξη μοντέλου

Η μέθοδος MUSA προσπαθεί να εκτιμήσει μια συλλογική συνάρτηση αξιών (collective value function) Y^* και ένα σύνολο μερικών συναρτήσεων ικανοποίησης X_i^* με βάση τις γνώμες των πελατών έχοντας ως αντικειμενικό σκοπό την επίτευξη της μεγαλύτερης δυνατής συμφωνίας ανάμεσα στη συνάρτηση Y^* και στις απόψεις των πελατών Y . Πιο αναλυτικά θα πρέπει να σημειωθεί ότι :

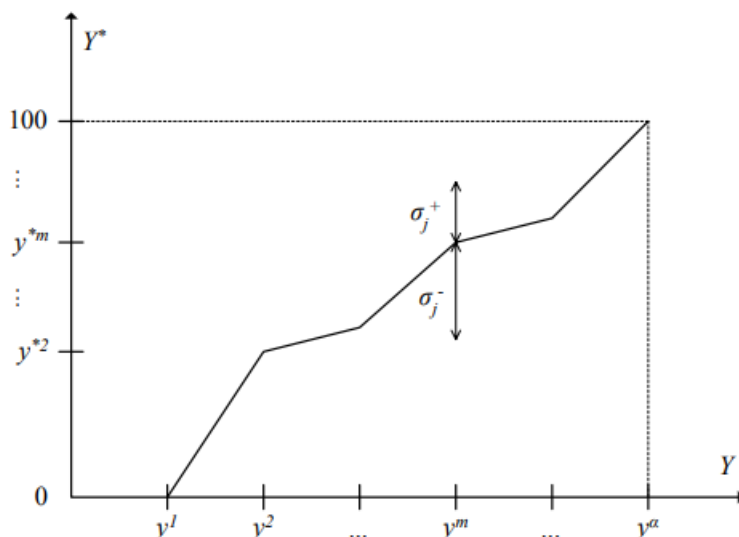
- Οι συναρτήσεις Y^* και X_i^* εκφράζουν τις προτιμήσεις ενός συνόλου καταναλωτών
- Η μέθοδος MUSA συνθέτει ένα σύνολο διαφορετικών απόψεων ικανοποίησης σε μοναδικές συναρτήσεις Y^* και X_i^*
- Η σύνθεση αυτή γίνεται με τις μικρότερες δυνατές αποκλίσεις

Με βάση τη προηγούμενη διαμόρφωση του προβλήματος κι εισάγοντας μια διπλή μεταβλητή σφάλματος όπως στην UTASTAR η βασική εξίσωση της ποιοτικής ανάλυσης παλινδρόμησης παίρνει την ακόλουθη μορφή

$$Y = \sum_{i=1}^n b_i X_i^* - \sigma^+ + \sigma^-$$

Όπου Y^* είναι η εκτίμηση της συλλογικής συνάρτησης αξιών Y^* , σ^+ και σ^- είναι αντίστοιχα το σφάλμα υπερεκτίμησης και υποεκτίμησης.

Η παραπάνω εξίσωση ισχύει για κάθε ένα πελάτη που έχει εκφράσει μια συγκεκριμένη άποψη ικανοποίησης και για το λόγο αυτό οι μεταβλητές σφάλματος θα πρέπει να ορισθούν για κάθε πελάτη χωριστά.



Εξετάζοντας προσεκτικά την εξίσωση (1) είναι εύκολο να παρατηρηθεί η ομοιότητα της μεθόδου MUSA είτε με τις βασικές αρχές του γραμμικού προγραμματισμού στόχων, είτε με τη μεθοδολογία της γραμμικής παλινδρόμησης υπό περιορισμούς και ειδικότερα με την οικογένεια των μοντέλων προσθετικής ανάλυσης UTA.

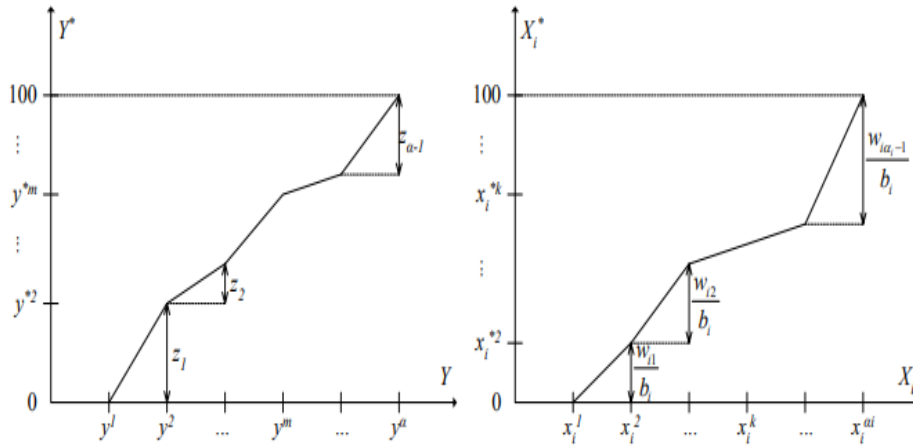
Σύμφωνα με τις υποθέσεις και τους ορισμούς που έχουν αναφερθεί το πρόβλημα της εκτίμησης της ικανοποίησης πελατών μπορεί πλέον να μορφοποιηθεί ως ένα πρόβλημα μαθηματικού προγραμματισμού με στόχο την ελαχιστοποίηση του αθροίσματος των μεταβλητών σφάλματος υπό τους περιορισμούς :

- Βασική εξίσωση ποιοτικής ανάλυσης παλινδρόμησης για κάθε πελάτη.
- Περιορισμοί κανονικοποίησης των Y^* και X_i^* στο διάστημα $[0,100]$
- Περιορισμοί μονοτονίας των Y^* και X_i^*

Το μέγεθος του προηγούμενου μαθηματικού προγράμματος μπορεί να ελαττωθεί με στόχο τη μείωση της υπολογιστικής δυσκολίας εύρεσης της βελτίωσης λύσης, εξαλείφοντας το σύνολο των περιορισμών μονοτονίας. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση νέων μεταβλητών οι οποίες εκφράζουν τα διαδοχικά βήματα αύξησης των συναρτήσεων Y^* και X_i^* και ορίζονται ως εξής

$$z_m = y^{*m+1} - y^{*m} \quad \text{για } m = 1, 2, \dots, \alpha - 1$$

$$w_{ik} = b_i x_i^{*k+1} - b_i x_i^{*k} \quad \text{για } k = 1, 2, \dots, \alpha_i - 1 \text{ και } i = 1, 2, \dots, n$$



Χρησιμοποιώντας την εξίσωση (5) οι αρχικές μεταβλητές απόφασης του γραμμικού προγράμματος γράφονται :

$$y^{*m} = \sum_{t=1}^{m-1} z_t \text{ για } m = 2, 3, \dots, a$$

$$b_i x_i^{*k} = \sum_{t=1}^{k-1} w_{it} \text{ για } k = 2, 3, \dots, a_i \text{ και } i = 1, 2, \dots, n$$

Οπότε εισάγοντας τις νέες μεταβλητές z_m και w_{ik} και χρησιμοποιώντας τις εξισώσεις (5) και (6) η εξίσωση παλινδρόμησης (4) γίνεται :

$$\sum_m z_m = \sum_i \sum_k w_{ik} - \sigma^+ + \sigma^-$$

Πιο συγκεκριμένα έστω ότι ο πελάτης j έχει εκφράσει την ικανοποίηση του με βάση τις καθορισμένες ποιοτικές κλίμακες Y και X_i δηλαδή :

$$\text{ολική ικανοποίηση } \overline{y^j} = y^{tj} \text{ και } \overline{y^j} \in Y = \{y^1, y^2, \dots, y^{tj}, \dots, y^a\}$$

$$\text{μερική ικανοποίηση } \overline{x^{ji}} = x_i^{tji} \text{ και } \overline{x^{ji}} \in X_i = \{x_i^1, x_i^2, \dots, x_i^{tji}, \dots, x_i^{a_i}\}$$

$$\text{για } i = 1, 2, \dots, n$$

Τότε για την εξίσωση (7) θα ισχύει :

$$\sum_{m=1}^{t_j-1} z_m = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{t_{ji}-1} w_{ik} - \sigma^+ + \sigma^- \quad \forall j$$

Άρα η τελική μορφή του γραμμικού προγράμματος έχει ως εξής :

$$[min]F = \sum_{j=1}^M \sigma_j^+ + \sigma_j^-$$

Υπό τους περιορισμούς

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{t_{ji}-1} w_{ik} - \sum_{m=1}^{t_j-1} z_m - \sigma_j^+ + \sigma_j^- = 0 \text{ για } j = 1, 2, \dots, M$$

$$\sum_{m=1}^{\alpha-1} z_m = 100$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{\alpha_{it}} w_{ik} = 100$$

$$z_m \geq 0, w_{ik} \geq 0 \quad \forall m, i, k$$

$$\sigma_j^+ \geq 0, \sigma_j^- \geq 0 \quad \text{για } j = 1, 2, \dots, M$$

Όπου Μ ο συνολικός αριθμός των πελατών

Οι αρχικές μεταβλητές του προβλήματος υπολογίζονται με βάση τη βέλτιστη λύση του προηγούμενου γραμμικού προγράμματος αφού αποδεικνύεται ότι :

$$y^{*m} = \sum_{t=1}^{m-1} Z_t \quad \text{για } m = 2, 3, \dots, \alpha$$

$$b_i = \frac{\sum_{t=1}^{\alpha_i-1} w_{it}}{100} \quad \text{για } i = 1, 2, \dots, n$$

$$x_i^{*k} = 100 \frac{\sum_{t=1}^{k-1} w_{it}}{\sum_{t=1}^{\alpha_i-1} w_{it}} \text{ για } i = 1, 2, \dots, n \text{ και } k = 2, 3, \dots, \alpha_i$$

Τα οριακά σημεία των συναρτήσεων ικανοποίησης y^{*1}, x_i^{*1} υπολογίζονται με βάση τους περιορισμούς κανονικοποίησης (2).

$$[min] \sum_{j=1}^k \frac{1}{y_j} (\sigma_j^+ + \sigma_j^-)$$

Υπο τους περιορισμούς

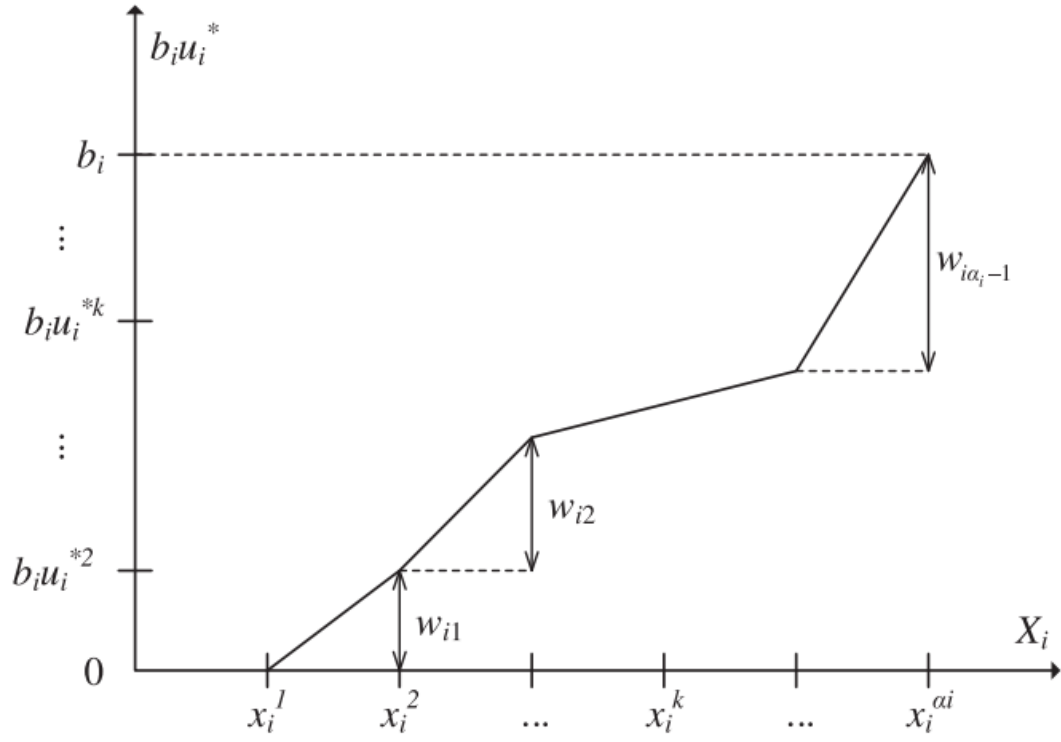
$$u_o + \sum_{i=1}^n u_{ij} - \sigma_j^+ + \sigma_j^- = y_j \quad \forall j$$

$$\sigma_j^+, \sigma_j^- \geq 0 \quad \forall j$$

$$\tilde{y}_j = u_o + \sum_{i=1}^n b_i u_i^* \quad \mu \varepsilon \quad u_i^{*1} = 0 \quad \kappa \alpha \iota \quad u_i^{*\alpha_i} = 1$$

$$\tilde{y}_j = u_o + \sum_{i=1}^n b_i u_i^* - \sigma_j^+ + \sigma_j^-$$

$$w_{it} = b_i u_i^{*t+1} - b_i u_i^{*t} \quad \gamma \iota \alpha \quad t = 1, 2, \dots, \alpha_i - 1 \quad \kappa \alpha \iota \quad i = 1, 2, \dots, n$$



$$w_{it} = w'_{it} + \gamma_i \gamma \iota \alpha \quad t = 1, 2, \dots, \alpha_i - 1 \quad \kappa \alpha \iota \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$[min] F = \sum_{j=1}^k (\sigma_j^+ + \sigma_j^-)$$

Υπό τους περιορισμούς

$$u_o + \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{\alpha_i-1} c_{ij}^t w'_{it} - \sigma_j^+ + \sigma_j^- = y_j - \sum_{i=1}^n \gamma_i \sum_{t=1}^{\alpha_i-1} c_{ij}^t \quad \forall j$$

$$\sum_{t=1}^{\alpha_i-1} w'_{it} = b_i - \gamma_i(\alpha_i - 1) \quad \forall i$$

$$u_o, b_i, w'_{it}, \sigma_j^+, \sigma_j^- \geq 0 \quad \forall i, j, t$$

$$0 \quad \text{για } x_{ij} \leq x_i^t$$

$$c_{ij}^t = \frac{x_{ij} - x_i^t}{x_i^{t+1} - x_i^t} \gamma_i x_i^t < x_{ij} \quad \forall i, j \text{ και } t = 1, 2, \dots, \alpha_i - 1$$

$$1 \quad \text{για } x_{ij} \geq x_i^{t+1}$$

$$b_i = \sum_{t=1}^{\alpha_i-1} (w'_{it} + \gamma_i) \gamma_i \alpha_i i = 1, 2, \dots, n$$

$$u_i^{*t} = \frac{\sum_{s=1}^{t-1} (w'_{is} + \gamma_i)}{\sum_{s=1}^{\alpha_i-1} (w'_{is} + \gamma_i)} \quad \text{για } i = 1, 2, \dots, n \text{ και } t = 2, 3, \dots, \alpha_i$$

3.3 Αποτελέσματα γραμμικού προβλήματος

Η μοντελοποίηση του και η επίλυση του γραμμικού προβλήματος γίνεται με τη βοήθεια του EXCEL.

Στους επόμενους πίνακες φαίνονται τα αποτελέσματα του γραμμικού προγράμματος καθώς και οι τιμές των b_i και u_i^{*t} όπως διαμορφώνονται.

| | | | | | | | |
|------------|----------|------------|----------|-----------|----------|------------|----------|
| w11 | 0,659358 | w71 | 0,255228 | γ2 | 0 | b6 | 0,112243 |
| w12 | 0,660101 | w72 | 0 | γ3 | 0 | b7 | 7,537688 |
| w13 | 0,198425 | w73 | 0 | γ4 | 0 | b8 | 0 |
| w14 | 1,020815 | w81 | 0 | γ5 | 0 | b9 | 0,620361 |
| w15 | 0,037582 | w82 | 0 | γ6 | 0,056122 | b10 | 0,328235 |
| w21 | 0 | w83 | 0 | γ7 | 2,427487 | b11 | 0 |
| w22 | 0 | w84 | 0 | γ8 | 0 | | |

| | | | | | |
|-------------|-----------------|-------------|----------|------------|----------|
| w23 | 0,720863 | w91 | 0 | γ9 | 0 |
| w24 | 1,576175 | w92 | 0,620361 | γ10 | 0,328235 |
| w31 | 0,317488 | w93 | 0 | γ11 | 0 |
| w32 | 0,312756 | w94 | 0 | b1 | 2,576281 |
| w33 | 0 | w95 | 0 | b2 | 16,48261 |
| w41 | 0 | w101 | 0 | b3 | 0,630243 |
| w51 | 0,137045 | w111 | 0 | b4 | 0 |
| w61 | 0 | γ1 | 0 | b5 | 0,137045 |
| b1 = | 2,576281 | | | | |
| b2= | 16,48261 | | | | |
| b3= | 0,630243 | | | | |
| b4= | 0 | | | | |
| b5= | 0,137045 | | | | |
| b6= | 0,056122 | | | | |
| b7= | 2,682715 | | | | |
| b8= | 0 | | | | |
| b9= | 0,620361 | | | | |
| b10= | 0,328235 | | | | |
| b11= | 0 | | | | |

| | | | |
|------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|----------|
| U₁² = | 0,255934 | U₆² = | 1 |
| U₁³= | 0,256222 | U₇²= | 1 |
| U₁⁴= | 0,07702 | U₇³= | 1 |
| U₁⁵= | 0,396236 | U₇⁴ = | 1 |
| U₁⁶= | 0,014588 | U₈² = | 0 |
| U₂² = | 0 | U₈³= | 0 |
| U₂³= | 0 | U₈⁴ = | 0 |
| U₂⁴ = | 0,043735 | U₈⁵= | 0 |
| U₂⁵= | 1 | U₉² = | 0 |
| U₃² = | 0,503754 | U₉³= | 1 |
| U₃³= | 1 | U₉⁴ = | 1 |
| U₃⁴ = | 1 | U₉⁵= | 1 |
| U₄² = | 1 | U₉⁶= | 1 |
| U₅² = | 1 | U₁₀² = | 1 |
| | | U₁₁² = | 1 |

Όπου :

- $b1 = w11 + w12 + w13 + w14 + w15 + \gamma1$
- $b2 = w21 + w22 + w23 + w24 + \gamma2$
- $b3 = w31 + w32 + w33 + \gamma3$
- $b4 = w41 + \gamma4$
- $b5 = w51 + \gamma5$

- $b_6 = w_{61} + \gamma_6$
 - $b_7 = w_{71} + w_{72} + w_{73} + \gamma_7$
 - $b_8 = w_{81} + w_{82} + w_{83} + w_{84} + \gamma_8$
 - $b_9 = w_{91} + w_{92} + w_{93} + w_{94} + w_{95} + \gamma_9$
 - $b_{10} = w_{101} + \gamma_{10}$
 - $b_{11} = w_{11} + \gamma_{11}$
-
- $U_1^2 = w_{11} + \gamma_1 / w_{11} + w_{12} + w_{13} + w_{14} + w_{15} + \gamma_1$
 - $U_1^3 = w_{11} + w_{12} + \gamma_1 / w_{11} + w_{12} + w_{13} + w_{14} + w_{15} + \gamma_1$
 - $U_1^4 = w_{11} + w_{12} + w_{13} + \gamma_1 / w_{11} + w_{12} + w_{13} + w_{14} + w_{15} + \gamma_1$
 - $U_1^5 = w_{11} + w_{12} + w_{13} + w_{14} + \gamma_1 / w_{11} + w_{12} + w_{13} + w_{14} + w_{15} + \gamma_1$
 - $U_1^6 = w_{11} + w_{12} + w_{13} + w_{14} + w_{15} + \gamma_1 / w_{11} + w_{12} + w_{13} + w_{14} + w_{15} + \gamma_1$
 - $U_2^2 = w_{21} + \gamma_2 / w_{21} + w_{22} + w_{23} + w_{24} + \gamma_2$
 - $U_2^3 = w_{21} + w_{22} + \gamma_2 / w_{21} + w_{22} + w_{23} + w_{24} + \gamma_2$
 - $U_2^4 = w_{21} + w_{22} + w_{23} + \gamma_2 / w_{21} + w_{22} + w_{23} + w_{24} + \gamma_2$
 - $U_2^5 = w_{21} + w_{22} + w_{23} + w_{24} + \gamma_2 / w_{21} + w_{22} + w_{23} + w_{24} + \gamma_2$
 - $U_3^2 = w_{31} + \gamma_3 / w_{31} + w_{32} + w_{33} + \gamma_3$
 - $U_3^3 = w_{31} + w_{32} + \gamma_3 / w_{31} + w_{32} + w_{33} + \gamma_3$
 - $U_3^4 = w_{31} + w_{32} + w_{33} + \gamma_3 / w_{31} + w_{32} + w_{33} + \gamma_3$
 - $U_4^2 = w_{41} + \gamma_4 / w_{41} + \gamma_4$
 - $U_5^2 = w_{51} + \gamma_5 / w_{51} + \gamma_5$
 - $U_6^2 = w_{61} + \gamma_6 / w_{61} + \gamma_6$
 - $U_7^2 = w_{71} + \gamma_7 / w_{71} + w_{72} + w_{73} + \gamma_7$
 - $U_7^3 = w_{71} + w_{72} + \gamma_7 / w_{71} + w_{72} + w_{73} + \gamma_7$
 - $U_7^4 = w_{71} + w_{72} + w_{73} + \gamma_7 / w_{71} + w_{72} + w_{73} + \gamma_7$
 - $U_8^2 = w_{81} + \gamma_8 / w_{81} + w_{82} + w_{83} + w_{84} + \gamma_8$
 - $U_8^3 = w_{81} + w_{82} + \gamma_8 / w_{81} + w_{82} + w_{83} + w_{84} + \gamma_8$
 - $U_8^4 = w_{81} + w_{82} + w_{83} + \gamma_8 / w_{81} + w_{82} + w_{83} + w_{84} + \gamma_8$
 - $U_8^5 = w_{81} + w_{82} + w_{83} + w_{84} + \gamma_8 / w_{81} + w_{82} + w_{83} + w_{84} + \gamma_8$
 - $U_9^2 = w_{91} + \gamma_9 / w_{91} + w_{92} + w_{93} + w_{94} + w_{95} + \gamma_9$
 - $U_9^3 = w_{91} + w_{92} + \gamma_9 / w_{91} + w_{92} + w_{93} + w_{94} + w_{95} + \gamma_9$
 - $U_9^4 = w_{91} + w_{92} + w_{93} + \gamma_9 / w_{91} + w_{92} + w_{93} + w_{94} + w_{95} + \gamma_9$
 - $U_9^5 = w_{91} + w_{92} + w_{93} + w_{94} + \gamma_9 / w_{91} + w_{92} + w_{93} + w_{94} + w_{95} + \gamma_9$
 - $U_9^6 = w_{91} + w_{92} + w_{93} + w_{94} + w_{95} + \gamma_9 / w_{91} + w_{92} + w_{93} + w_{94} + w_{95} + \gamma_9$
 - $U_{10}^2 = w_{101} + \gamma_{10} / w_{101} + \gamma_{10}$
 - $U_{11}^2 = w_{111} + \gamma_{11} / w_{111} + \gamma_{11}$

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μετά – βελτιστοποίησης τα οποία εξήχθησαν από τη λύση του παρακάτω γραμμικού προβλήματος

υπό όλους τους περιορισμούς του παραπάνω γραμμικού προβλήματος

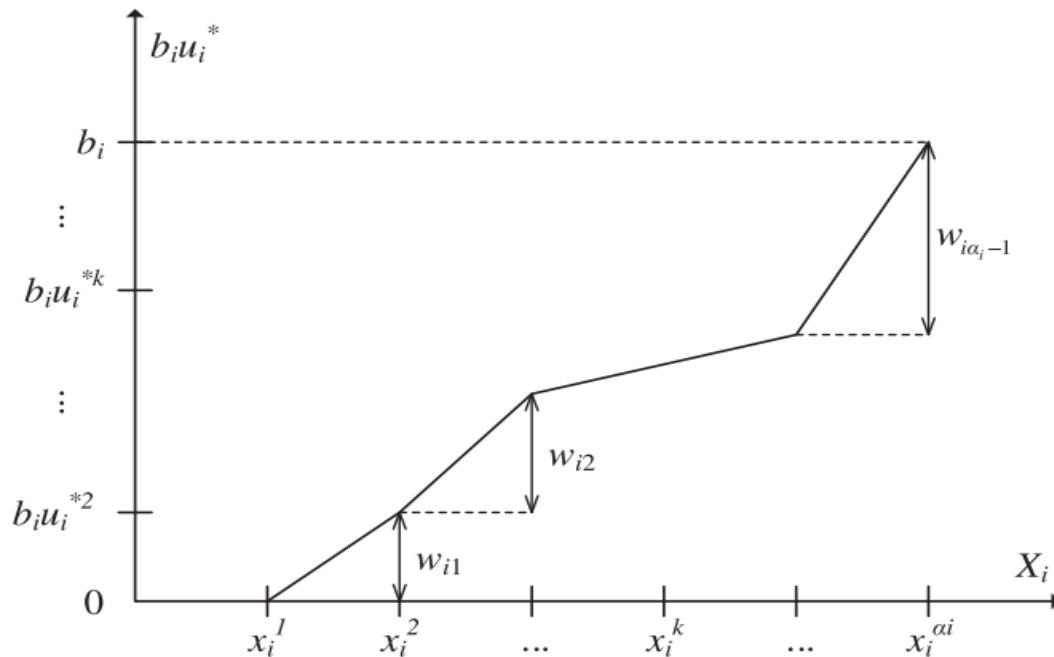
| | | | | | | | |
|------------|----------|-----------------------------|----------|------------------------------|----------|------------|----------|
| w11 | 0 | w71 | 0,848648 | γ2 | -0,21394 | b6 | 0,387871 |
| w12 | 0 | w72 | 0 | γ3 | 2,521175 | b7 | 0,848648 |
| w13 | 0,445984 | w73 | 0 | γ4 | 0 | b8 | 1,064756 |
| w14 | 0,176627 | w81 | 0,671135 | γ5 | 0 | b9 | 0 |
| w15 | 0 | w82 | 0 | γ6 | 0,193936 | b10 | 0 |
| w21 | 0,969747 | w83 | 0 | γ7 | 0 | b11 | 0 |
| w22 | 0 | w84 | 0,393621 | γ8 | 0 | | |
| w23 | -0,27132 | w91 | 0 | γ9 | 0,062707 | | |
| w24 | 83,28125 | w92 | -0,31354 | γ10 | 0 | | |
| w31 | 0 | w93 | 0 | γ11 | 0 | | |
| w32 | 0 | w94 | 0 | b1 | 2,832196 | | |
| w33 | 0 | w95 | 0 | b2 | 83,12393 | | |
| w41 | 0 | w101 | 0 | b3 | 7,563526 | | |
| w51 | 0,993908 | w111 | 0 | b4 | 0 | | |
| w61 | 0 | γ1 | 0 | b5 | 0,993908 | | |

b1 = 0,622611
b2= 83,76574
b3= 2,521175
b4= 0
b5= 0,993908
b6= 0,193936
b7= 0,848648
b8= 1,064756
b9= -0,25083
b10= 0
b11= 0

| | | |
|--------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| $U_1^2 = 0$ | $U_3^4 = 1$ | $U_9^2 = -0,25$ |
| $U_1^3 = 0$ | $U_4^2 = 0$ | $U_9^3 = 1$ |
| $U_1^4 = 0,716312$ | $U_5^2 = 1$ | $U_9^4 = 1$ |
| $U_1^5 = 1$ | $U_6^2 = 1$ | $U_9^5 = 1$ |
| $U_1^6 = 1$ | $U_7^2 = 1$ | $U_9^6 = 1$ |
| $U_2^2 = 0,009023$ | $U_7^3 = 1$ | $U_{10}^2 = 0$ |
| $U_2^3 = 0,009023$ | $U_7^4 = 1$ | $U_{11}^2 = 0$ |

$$\begin{array}{ll}
U_2^4 = & 0,005784 \quad U_8^2 = & 0,063032 \\
U_2^5 = & 1 \quad U_8^3 = & 1 \\
U_3^2 = & 1 \quad U_8^4 = & 1 \\
U_3^3 = & 1 \quad U_8^5 = & 1
\end{array}$$

Αν υποθέσουμε ότι για το μοντέλο του προβλήματος δεν ισχύει η παρακάτω μορφή



Αλλά χρησιμοποιούμε μια παραλλαγή στην οποία μετατοπίζεται η αρχή των αξόνων στον αρνητικό κάθετο άξονα με αποτέλεσμα να έχουμε αλλαγή στο μοντελοποίηση του προβλήματος.

Για παράδειγμα έστω ότι έχουμε ένα κριτήριο που χωρίζεται σε 5 υποκριτήρια(1,2,3,4,5). Με τη προηγούμενη μοντελοποίηση θα αποτελούσαν από τέσσερα w, δηλαδή το w11,w12,w13,w14 και όταν θα ήμασταν στο υποκριτήριο 1 τότε το w11=0. Με τη παραλλαγή που εφαρμόζουμε η διαφορά βρίσκεται ότι τώρα θα υπάρχουν τα w11,w12,w13,w14,w15 και για το υποκριτήριο 1 η τιμή του w11 θα ισούται με -1.

| | | | | | | | |
|------------|----------|------------|----------|-----------|----------|------------|----------|
| w11 | 0 | w71 | 0,114108 | γ2 | 1,359475 | b6 | 0,135391 |
| w12 | 1,30602 | w72 | 0 | γ3 | 1,168273 | b7 | 0 |
| w13 | 0,124484 | w73 | 0 | γ4 | 0 | b8 | 0 |
| w14 | 1,078193 | w81 | 0 | γ5 | 0 | b9 | 0 |
| w15 | 0 | w82 | 0 | γ6 | 0 | b10 | 0,385037 |
| w21 | 0,019838 | w83 | 0 | γ7 | 0 | b11 | 0 |
| w22 | 0,535926 | w84 | 0 | γ8 | 0 | | |

| | | | | | |
|-------------|-----------------|-------------|----------|------------|----------|
| w23 | 0,465956 | w91 | 0 | γ9 | 0 |
| w24 | 0,581608 | w92 | 0 | γ10 | 0,149444 |
| w31 | 0 | w93 | 0 | γ11 | 0 |
| w32 | 33,14014 | w94 | 0,099049 | b1 | 3,588493 |
| w33 | 0 | w95 | 0 | b2 | 0,201076 |
| w41 | 0,395202 | w101 | 0 | b3 | 0 |
| w51 | 0,072028 | w111 | 0 | b4 | 0 |
| w61 | 0 | γ1 | 0 | b5 | 0,133279 |
| b1 = | 2,508697 | | | | |
| b2= | 2,962802 | | | | |
| b3= | 34,30841 | | | | |
| b4= | 0,395202 | | | | |
| b5= | 0,072028 | | | | |
| b6= | 0 | | | | |
| b7= | 0,114108 | | | | |
| b8= | 0 | | | | |
| b9= | 0,099049 | | | | |
| b10= | 0,149444 | | | | |
| b11= | 0 | | | | |

| | | | | | |
|------------------------------------|-----------------|------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------|
| U₁² = | 0 | U₅² = | 1 | U₉⁶ = | 1 |
| U₁³ = | 0,520597 | U₆² = | 1 | U₁₀² = | 1 |
| U₁⁴ = | 0,049621 | U₇² = | 1 | U₁₁² = | 1 |
| U₁⁵ = | 0,429782 | U₇³ = | 1 | | |
| U₁⁶ = | 0 | U₇⁴ = | 1 | | |
| U₂² = | 0,45543 | U₈² = | 0 | | |
| U₂³ = | 0,18758 | U₈³ = | 0 | | |
| U₂⁴ = | 0,344849 | U₈⁴ = | 0 | | |
| U₂⁵ = | 0,541152 | U₈⁵ = | 0 | | |
| U₃² = | 0 | U₉² = | 0 | | |
| U₃³ = | 0,965948 | U₉³ = | 0 | | |
| U₃⁴ = | 0,965948 | U₉⁴ = | 0 | | |
| U₄² = | 1 | U₉⁵ = | 1 | | |

Τα αποτελέσματα της μετά – βελτιστοποίησης φαίνονται παρακάτω

| | | | | | | | |
|------------|---------|------------|---|-------------|---------|------------|---------|
| w11 | 0 | w42 | 0 | w93 | 0 | γ9 | 0 |
| w12 | 0,96022 | w51 | 0 | w94 | 0 | γ10 | 0 |
| w13 | 0,35974 | w52 | 0 | w95 | 0 | γ11 | 0 |
| w14 | 0,94948 | w61 | 0 | w96 | 0 | b1 | 2,26945 |
| w15 | 0 | w62 | 0 | w101 | 0,98337 | b2 | 0 |

| | | | | | | | |
|------------|---------|------------|---------|-----------------------------|---------|------------|---------|
| w16 | 0 | w71 | 0 | w102 | 0 | b3 | 12,3063 |
| w21 | 0,18938 | w72 | 0 | w111 | 0,83138 | b4 | 0,34347 |
| w22 | 0,29508 | w73 | 0 | w112 | 0 | b5 | 2,35651 |
| w23 | 0,46586 | w74 | 0 | γ1 | 0 | b6 | 0,65882 |
| w24 | 1,49911 | w81 | 0 | γ2 | -0,6124 | b7 | 0 |
| w25 | 0 | w82 | 0,99167 | γ3 | 4,05276 | b8 | 0,99167 |
| w31 | 0 | w83 | 0 | γ4 | 0 | b9 | 5,78514 |
| w32 | 0,14805 | w84 | 0 | γ5 | 1,17826 | b10 | 0,98337 |
| w33 | 0 | w85 | 0 | γ6 | 0,32941 | b11 | 0,83138 |
| w34 | 0 | w91 | 2,91301 | γ7 | 0 | | |
| w41 | 0,34347 | w92 | 2,87212 | γ8 | 0 | | |

b1 = 2,269451
b2= 1,837068
b3= 4,200818
b4= 0,343466
b5= 1,178257
b6= 0,329412
b7= 0
b8= 0,991671
b9= 5,785137
b10= 0,983371
b11= 0,831384

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Συμπεράσματα και αποτελέσματα

Στο κεφάλαιο 2 αναλύθηκε η μέθοδος της ηδονικής παλινδρόμησης και δημιουργήθηκε ένας δείκτης τιμής για τη βάση δεδομένων έργων τέχνης ArtDeco. Στο παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η τιμή συσχέτισης του δείκτη τιμών έργων τέχνης σε σχέση με διάφορους χρηματοοικονομικούς δείκτες. Αυτό που παρατηρείται είναι ότι το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν στην Αμερική ($\rho=0,776$) έχει τη μεγαλύτερη επίδραση στο δείκτη τιμών έργων τέχνης, με την απόδοση ομολόγων ($\rho=-0,757$) και τις τιμές κατοικιών ($\rho=0,736$) στο Ηνωμένο Βασίλειο να ακολουθούν. Τη μικρότερη επίδραση την έχουν ο δείκτης τιμών καταναλωτή ($\rho=-0,466$) και η απόδοση ομολόγων ($\rho=-0,473$) στην Αμερική.

| <i>Χρηματοοικονομικός Δείκτης</i> | <i>Τιμή συσχέτισης</i> |
|-----------------------------------|------------------------|
| Τιμές κατοικιών – US | 0,549 |
| Τιμές κατοικιών – UK | 0,736 |
| Ακαθάριστο εγχώριο προϊόν – US | 0,776 |
| Ακαθάριστο εγχώριο προϊόν – UK | 0,478 |
| Δείκτης τιμών καταναλωτή – US | -0,466 |
| Απόδοση ομολόγων – US | -0,473 |
| Απόδοση ομολόγων - UK | -0,757 |
| Δείκτης NASDAQ | -0,635 |
| Δείκτης Dow Jones | -0,562 |

| | |
|-----------------|--------|
| Δείκτης S&P 500 | -0,647 |
|-----------------|--------|

Στο κεφάλαιο 3 επιλύθηκε το πρόβλημα της πολυκριτήριας ανάλυσης και εξήχθησαν τα βάρη των κριτηρίων που επηρεάζουν τη διαμόρφωση της τιμής ενός έργου τέχνης . Αυτά φαίνονται στο παρακάτω πίνακα.

| <i>Χαρακτηριστικά έργων τέχνης</i> | <i>Βάρη</i> |
|------------------------------------|-------------|
| Σχολή τέχνης | 0,63 |
| Όγκος του έργου | 0,72 |
| Υλικό του έργου | 0,31 |
| Υπογραφή του καλλιτέχνη | 0,13 |
| Βιβλιογραφία του έργου | 0 |
| Έκθεση του έργου | 0,25 |
| Κατάσταση διατήρησης του έργου | 0 |
| Προέλευση του έργου | 0 |
| Εξειδίκευση | 0,62 |
| Αναφορές του έργου | 0 |
| Έγγραφα/Κριτικές του έργου | 0 |

Όποτε παρατηρείται ότι ο όγκος του έργου έχει τη μεγαλύτερη επίδραση στη τιμή πώλησης ενός έργου τέχνης . Η υπόθεση ότι οι αγοραστές προτιμούν έργα με μέγεθος που ταιριάζει στις επιφάνειες των τοίχων ή των χώρων τους επιβεβαιώνεται και μέσω αριθμητικών δεδομένων. Η ζήτηση για μεγάλα έργα συνήθως περιορίζεται, οδηγώντας σε χαμηλότερες τιμές για έργα τεράστιων διαστάσεων. Τα χαρακτηριστικά σχολή τέχνης , εξειδίκευση του καλλιτέχνη , υλικό του έργου , έκθεση του έργου και τελευταίο την υπογραφή του καλλιτέχνη να ακολουθούν κατά σειρά. Η γνώση του στυλ που χαρακτηρίζει το κάθε έργο αν είναι σύγχρονο, μοντέρνο, λειτουργικό, αν προέρχεται από άσημους καλλιτέχνες ή καλλιτέχνες με παρόμοιο στυλ ή αν είναι ανώνυμο αποτελεί το δεύτερο χαρακτηριστικό διαμόρφωσης μιας τιμής. Συνεχίζοντας έχουμε το χαρακτηριστικό της εξειδίκευσης όπου η τιμή επηρεάζεται αν έχουμε ανεξάρτητους ειδικούς με μεγάλη αξιοπιστία , αν αναφερόμαστε σε οίκους δημοπρασιών με μέτρια αξιοπιστία ή αν αναφερόμαστε σε μια τρίτη κατηγορία ειδικών οι οποίοι χαρακτηρίζονται από χαμηλότερη αξιοπιστία. Σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν και τα υλικά του κάθε έργου, ο διαχωρισμός έγκειται στο σπάνιο υλικό, στο σύγχρονο υλικό, στο κοινό υλικό και στη περίπτωση όπου δεν υπάρχουν

πληροφορίες για το υλικό. Ακόμα η έκθεση του έργου η οποία μπορεί να αυξήσει το ενδιαφέρον για ένα καλλιτέχνη και να μειώσει πιθανές αβεβαιότητες σχετικά με τη μελλοντική του θέση στην αγορά τέχνης αποτελεί ακόμα ένα χαρακτηριστικό που επηρεάζει τη διαμόρφωση τιμής των έργων. Η παρουσία ή απουσία υπογραφής σε ένα έργο έχει κρίσιμο ρόλο στον προσδιορισμό της τιμής του. Η έλλειψη υπογραφής δημιουργεί αβεβαιότητα και επηρεάζει αρνητικά τον καθορισμό της τιμής του έργου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 Βιβλιογραφία

Christophe Spaenjers & William N. Goetzmann & Elena Mamonova & (2015). The economics of aesthetics and record prices for art since 1701. Exploration in Economic History 57 (2015) 79-94. Ανακτήθηκε από www.sciencedirect.com.

Evangelos Grigoroudis & Laurent Noel & Emilios Galariotis & Constantin Zopounidis (2020) . An ordinal regression approach for analyzing consumer preferences in the art market. European Journal of Operational Research. Ανακτήθηκε από www.elsevier.com/locate/ejor.

Jiangping Mei & Michael Moses (2002). Art as an Investment and the Underperformance of Masterpieces.

Noel Laurent (2012). Profitability of Investments in art : results and perspectives. Audencia Nantes – School of Management. Ανακτήθηκε από inoel@audencia.com.

Dorota Witkowska (2014). An Application of Hedonic Regression to Evaluate Prices of Polish Paintings. Ανακτήθηκε από Springerlink.com.

Σκλήρης Ν. Φώτιος (2019) . Διερεύνηση μοντέλων παλινδρόμησης για την εκτίμηση αξίας ακινήτων. (Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία) . Αθήνα: Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής.

Ζάρας Πολυζώης (2019). Καινοτομία και Προοπτικές του RealEstate–Εμπειρική Διερεύνηση. (Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία) . Αθήνα: Πανεπιστήμιο Πειραιώς.

Αθανασία Κατσαούνη (2019). Η τέχνη ως χρηματοοικονομική επένδυση . (Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία) . Αθήνα: Πανεπιστήμιο Πειραιώς.

Σίσκος Γ. (2009). Γραμμικός προγραμματισμός. Αθήνα : Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

Ζοπουνίδης, Κ. & Δούμπος, Κ (2021). Πολυκριτήρια Υποστήριξη Αποφάσεων σε Επιχειρήσεις & Οργανισμούς . Αθήνα : ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ Σ. ΙΚΕ.

Ματσατσίνης, Ν. (2010). ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ. Αθήνα : ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ.

<https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/ECON1332/Lectures/Lecture%203/06Regression.pdf>

<https://datahub.io/core/interest-rates-gb>

<https://datahub.io/core/house-prices-us>

<https://datahub.io/core/house-prices-uk>

<https://datahub.io/core/gdp-us>

<https://datahub.io/core/gdp-uk>

<https://datahub.io/core/cpi-us>

<https://datahub.io/core/bond-yields-us-10y>

<https://datahub.io/core/bond-yields-uk-10y>

<https://finance.yahoo.com/quote/%5EGSPC/history?p=%5EGSPC>

<https://finance.yahoo.com/quote/%5EDJI/history?p=%5EDJI>

<https://finance.yahoo.com/quote/%5EIXIC?p=^IXIC&.tsrc=fin-srch>