



**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΙ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

## **Εμπειρική Μελέτη της Εξέλιξης της Ποιότητας του Κώδικα Ανοιχτού Λογισμικού**



της φοιτήτριας:

**Τριανταφυλλίδου Νόνας**

αρ. μητρώου 05/2777

Επιβλέπων καθηγητής:

**Αμπατζόγλου Απόστολος**

Θεσσαλονίκη 2012





## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία εξετάστηκε η εξέλιξη της δομικής ποιότητας των έργων ανοιχτού λογισμικού. Με τον όρο δομική ποιότητα αναφερόμαστε σε χαρακτηριστικά ποιότητας τα οποία γίνονται αντιληπτά από τη πλευρά των προγραμματιστών, όπως η σύζευξη, η συνοχή και η πολυπλοκότητα. Τόσο στη βιβλιογραφία, όσο και εμπειρικά, η δομική ποιότητα του λογισμικού παρουσιάζεται ως άρρηκτα συνδεδεμένη με αρκετά χαρακτηριστικά του λογισμικού, όπως το κόστος συντήρησης, η επεκτασιμότητα και η παραγωγή προσαρμοσμένων στις ανάγκες του πελάτη εφαρμογές, που αποφέρουν οικονομικά οφέλη στις επιχειρήσεις.

Η ερευνητική μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε ήταν μια μελέτη περίπτωσης, που αποτελεί έναν από τους τρεις πιο διαδεδομένους τρόπους εμπειρικής αξιολόγησης τεχνικών και τεχνολογιών που είναι ενεργές για αρκετό χρονικό διάστημα. Τα αποτελέσματα της μελέτης ανέδειξαν σημαντικές διαφοροποιήσεις τόσο στο επίπεδο της δομικής ποιότητας του λογισμικού μεταξύ των διαφόρων κατηγοριών λογισμικού, καθώς και στο ρυθμό μεταβολής τους.

Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας παρουσιάζονται κάποιες εισαγωγικές έννοιες, όπως το ανοιχτό λογισμικό και οι μετρικές ποιότητας. Στη συνέχεια, στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανασκόπησης της βιβλιογραφίας σχετικά με την εξέλιξη του λογισμικού. Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, ενώ στο τέταρτο παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα της εμπειρικής μελέτης. Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι κίνδυνοι της εγκυρότητας, οι μελλοντικές προεκτάσεις και τα συμπεράσματα.

## **ABSTRACT**

In this MSc thesis we investigated the evolution of structural quality characteristics, of open source software. The term structural quality means all quality characteristics that are perceived by developers, such as coupling, cohesion and complexity. In literature, so as intuitively, structural quality is highly correlated to aspects such as maintainability cost, ease of extensibility and software customization that are very important concerning the financial benefits of software companies.

The research method that has been used is a case study, which is one of the three most common practices for empirically validating and evaluating techniques are active for a respectable amount of time. The results of the study suggested that there are several important differences in the actual quality values and to increase/decrease rate of software quality, among open source software genres.

The first chapter of the thesis presents some introductory meanings, such as open source software and software quality measurements. Next, in the second chapter, we present the results of a systematic literature review on the evolution of software quality. In the third chapter, the methodology that has been followed is presented, in chapter four, the results of the empirical study are presented. Finally, by the end of the thesis, threats to validity, future worked and conclusions are presented.

# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	2
ABSTRACT .....	3
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ .....	4
<b>1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>6</b>
1.1 ΑΝΟΙΧΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ .....	6
1.2 ΜΕΤΡΙΚΕΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΚΩΔΙΚΑ.....	9
1.2.1 <i>Coupling between Object Classes (CBO)</i> .....	12
1.2.2 <i>Cyclomatic Complexity (CC)</i> .....	13
1.2.3 <i>Coupling Factor (CF)</i> .....	13
1.2.4 <i>Comments Ratio(CR)</i> .....	14
1.2.5 <i>Lines of Code (LOC)</i> .....	14
1.2.6 <i>LCOM - Lack Of Cohesion Of Methods</i> .....	15
1.2.7 <i>Weighted Methods per Class (WMC)</i> .....	16
1.2.8 <i>Number of Classes (NOC)</i> .....	16
1.2.9 <i>Fan-out (FO), Fan-in (FI)</i> .....	16
1.3 ΜΕΤΡΙΚΕΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ.....	17
1.3.1 <i>Ανάπτυξη Μοντέλων Ποιότητας</i> .....	17
1.3.1.1 Προσδιορισμός Χαρακτηριστικών Ποιότητας Σχεδιασμού (L1) .....	18
1.3.1.2 Προσδιορισμός των ιδιοτήτων Αντικειμενοστρεφούς Σχεδιασμού (L2) .....	20
1.3.1.3 Προσδιορισμός των Μετρικών Αντικειμενοστρεφούς Σχεδιασμού(L3) .....	21
1.3.1.4 Προσδιορισμός Συστατικών Αντικειμενοστρεφούς Σχεδιασμού(L4) .....	23
1.3.1.4.1 Αναγνώριση Ιδιοτήτων Ποιότητας για κάθε Συστατικό.....	23
1.3.1.5 Σύνδεση των Ιδιοτήτων Ποιότητας με τις Ιδιότητες Σχεδιασμού (L34).....	24
1.3.1.6 Εφαρμογή Μετρικών Σχεδιασμού στις Ιδιότητες Σχεδιασμού (L23).....	24
1.3.1.7 Σύνδεση Ιδιοτήτων Σχεδιασμού με τα Χαρακτηριστικά Ποιότητας (L12).....	26
Απόδοση Βαρύτητας στη Συσχέτιση Σχεδιαστικών Ιδιοτήτων και Ποιότητας.....	27
1.3.1.8 Βελτίωση και Προσαρμογή του Μοντέλου .....	28
<b>2 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ .....</b>	<b>29</b>
2.1 ΕΞΕΛΙΞΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ .....	29
2.1.1 <i>Εμπειρικές Μελέτες για την Εξέλιξη του Λογισμικού</i> .....	30
2.1.1.1 Μελέτη των Νόμων Εξέλιξης Λογισμικού.....	30
2.1.1.2 Τύποι οντοτήτων για τη μελέτη της εξέλιξης F/OSS.....	32
2.1.1.3 Άλλες Εμπειρικές μελέτες για την Εξέλιξη του Λογισμικού .....	33
2.1.2 <i>Πρότυπα για την εξέλιξη του λογισμικού ανοικτού κώδικα</i> .....	38
2.2 ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ .....	46

<b>3</b>	<b>ΕΜΠΕΙΡΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ.....</b>	<b>49</b>
3.1	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	49
3.1.1	Τα ερωτήματα της έρευνας.....	49
3.1.2	Πλάνο της μελέτης περίπτωσης.....	49
3.1.3	Μέθοδοι Ανάλυσης Δεδομένων.....	50
3.2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ.....	51
3.3	ΈΛΕΓΧΟΣ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ.....	62
<b>4</b>	<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>112</b>
4.1	ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ (REUSABILITY) .....	112
4.2	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ (FUNCTIONALITY) .....	113
4.3	ΕΠΕΚΤΑΣΙΜΟΤΗΤΑ (EXTENDIBILITY) .....	113
4.4	ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ (UNDERSTANDABILITY) .....	114
4.5	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ (EFFECTIVENESS).....	114
4.6	ΕΥΕΛΙΞΙΑ (FLEXIBILITY).....	115
4.7	ΜΕΓΕΘΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ (DESIGN SIZE) .....	116
4.8	ΙΕΡΑΡΧΙΑ (HIERARCHIES).....	117
4.9	ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑ (INHERITANCE) .....	117
4.10	ΣΥΖΕΥΞΗ (COUPLING) .....	118
4.11	ΣΥΝΟΧΗ (COHESION) .....	119
4.12	ΣΥΝΘΕΣΗ (AGGREGATION- COMPOSITION) .....	120
4.13	ΠΟΛΥΜΟΡΦΙΣΜΟΣ (POLYMORPHISM).....	121
4.14	ΑΦΑΙΡΕΣΗ (ABSTRACTION).....	122
4.15	ΕΝΘΥΛΑΚΩΣΗ (ENCAPSULATION).....	123
4.16	ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ (COMPLEXITY) .....	124
4.17	ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ (MESSAGING).....	124
<b>5</b>	<b>ΕΠΙΛΟΓΟΣ .....</b>	<b>126</b>
	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>127</b>

# 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια ιστορική αναδρομή στο «ανοιχτό λογισμικό». Αναλύονται οι έννοιες Ανοιχτό και Ελεύθερο Λογισμικό καθώς και οι διαφορές που παρουσιάζουν. Στη συνέχεια γίνεται μια εισαγωγή στις μετρικές λογισμικού και η ανάλυση των μετρικών Αντικειμενοστρεφούς σχεδίασης. Επίσης υπάρχει μια αναφορά στις μετρικές κοινότητας λογισμικού.

## 1.1 Ανοιχτό Λογισμικό

Το ανοιχτό λογισμικό παρουσιάζει έντονο ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια και αποτελεί ένα σύγχρονο μοντέλο ανάπτυξης. Περιλαμβάνει μια σειρά από άδειες χρήσης προκειμένου να διασφαλιστεί ότι ο πηγαίος κώδικας θα είναι διαθέσιμος. Ο πηγαίος κώδικας διατίθεται ελεύθερα για τροποποίηση, εξέταση και χρησιμοποίηση σε άλλες εφαρμογές και μπορεί να διαθέτει διαφορετικές άδειες χρήσης. Όταν αναφερόμαστε στο ανοιχτό λογισμικό δεν εννοούμε απαραίτητα ότι ο κώδικας του είναι δωρεάν, αλλά κυρίως στην ελευθερία που δίνεται σε κάθε χρήστη να εξετάσει και να χρησιμοποιήσει τον κώδικα. Συνήθως οι προγραμματιστές ανοιχτού λογισμικού έχουν ένα κεντρικό πρόσωπο ή μια ομάδα ατόμων που συλλέγουν τον κώδικα ανάπτυξης για τις «επίσημες» εκδόσεις και τον καθιστούν ευρέως διαθέσιμο για διανομή.

Το Ελεύθερο Λογισμικό δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να αντιγράψουν, να τροποποιούν, να διανέμουν, να μελετούν και να βελτιώνουν τον κώδικα. Σύμφωνα με τον R. Stallman κάθε λογισμικό δεν είναι ελεύθερο μόνο και μόνο επειδή είναι ανοιχτού κώδικα. Συχνά το ελεύθερο λογισμικό αναφέρεται και σαν λογισμικό ανοιχτού κώδικα ή ανοιχτό λογισμικό ωστόσο οι έννοιες αυτές δεν είναι ταυτόσημες.

Η διαδικασία ανάπτυξης του ανοιχτού λογισμικού διαφέρει ριζικά από το συνηθισμένο βιομηχανικό στίλ ανάπτυξης. Τα συστήματα ανοιχτού λογισμικού αποτελούνται από ένα μεγάλο αριθμό εθελοντών, οι οποίοι συνεργάζονται μεταξύ τους και επιλέγουν από μόνοι τους την εργασία που θα αναλάβουν, δεν υπάρχει κάποιο σχέδιο έργου, χρονοδιάγραμμα ή λίστα παραδοτέων.

Οι συμμετέχοντες είναι γεωγραφικά κατανεμημένοι, εργάζονται σε διαφορετικές τοποθεσίες και συντονίζουν τη δραστηριότητα τους σχεδόν αποκλειστικά με email. Παρά την αποδυνάμωση των παραδοσιακών τρόπων στον συντονισμό των εργασιών,



τα αποτελέσματα ανάπτυξης συστημάτων ανοιχτού λογισμικού φαίνεται να είναι ισοδύναμα ή και ανώτερα από το λογισμικό που αναπτύσσεται πιο παραδοσιακά. Τα λάθη εντοπίζονται και διορθώνονται πολύ γρήγορα. Ο κώδικας γράφεται με δημιουργικό τρόπο. Δεν υπάρχει πλέον καμία αμφισβήτηση ότι τα συστήματα ανοιχτού λογισμικού παράγουν λογισμικό υψηλής ποιότητας.

Ο ορισμός του ανοιχτού λογισμικού σύμφωνα με το OSI (Open source Initiative) αναφέρει ότι το ανοιχτό λογισμικό δεν σημαίνει μόνο πρόσβαση στον πηγαίο κώδικα. Οι όροι διανομής του ανοιχτού κώδικα πρέπει να πληρούν τα ακόλουθα κριτήρια.

*1. Ελεύθερη Διανομή:*

Η άδεια δεν πρέπει να περιορίζει τη διανομή του λογισμικού (δωρεά ή πώληση).

*2. Πηγαίος κώδικας:*

Το πρόγραμμα πρέπει να περιέχει τον πηγαίο κώδικα, και να επιτρέπει τη διανομή του και σε μεταγλωττισμένη μορφή. Όταν το πρόγραμμα δεν διανέμεται με τον πηγαίο κώδικα, πρέπει να υπάρχει δυνατότητα απόκτησης του πηγαίου κώδικα όπου το κόστος του δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το λογικό. Ο πηγαίος κώδικας πρέπει να είναι σε τέτοια μορφή έτσι ώστε ο προγραμματιστής να μπορεί να τροποποιεί το πρόγραμμα. Και πρέπει να γραφτεί με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να είναι σαφής και κατανοητός.

*3. Παραγόμενο Λογισμικό:*

Η άδεια πρέπει να επιτρέπει τις αλλαγές στα έργα καθώς και τη διανομή τους υπό τους ίδιους όρους άδειας του αρχικού λογισμικού.

*4. Ακεραιότητα του πηγαίου κώδικα του συγγραφέα:*

Υπάρχει περίπτωση η άδεια να περιορίζει κατά κάποιο τρόπο τον πηγαίο κώδικα να διανέμεται και να τροποποιείται αν η άδεια επιτρέπει μόνο τη διανομή μικρών αρχείων κώδικα. Η άδεια πρέπει να επιτρέπει τη διανομή του κώδικα που έχει τροποποιηθεί και μπορεί να απαιτήσει ότι τα έργα που παράγονται να έχουν διαφορετικό όνομα ή διαφορετικό αριθμό έκδοσης από το αρχικό λογισμικό.

*5. Καμία διάκριση εναντίον ατόμων ή ομάδων:*

Η άδεια δεν πρέπει να κάνει διακρίσεις εις βάρος ατόμων ή ομάδας ατόμων.

*6. Κανένας περιορισμός στους τομείς χρήσης:*

Η άδεια δεν πρέπει να περιορίζει κανέναν να κάνει χρήση του προγράμματος σε ένα συγκεκριμένο τομέα. Για παράδειγμα, δεν μπορεί να περιορίσει ή να απαγορεύσει τη χρήση των προγραμμάτων σε επιχειρήσεις ή σε κάποια γενετική έρευνα.

### *7. Διανομή Άδειας:*

Τα δικαιώματα που έχει ένα πρόγραμμα πρέπει να ισχύουν σε όλους όσους το πρόγραμμα διανέμεται χωρίς πρόσθετες άδειες .

### *8. Η άδεια δεν πρέπει να αναφέρεται συγκεκριμένα για ένα προϊόν:*

Τα δικαιώματα που έχει ένα πρόγραμμα δεν πρέπει να εξαρτώνται ότι το πρόγραμμα αποτελεί μέρος της συγκεκριμένης διανομής λογισμικού. Αν το πρόγραμμα προέρχεται από κείνη τη διανομή και χρησιμοποιείται ή διανέμεται με τους όρους της άδειας όλα τα μέρη όπου διανέμεται το πρόγραμμα πρέπει να έχουν τα ίδια δικαιώματα όπως εκείνα που χορηγούνται από κοινού με την αρχική διανομή λογισμικού.

### *9. Η άδεια δεν επιτρέπεται να περιορίζει κάποιο άλλο λογισμικό:*

Η άδεια δεν πρέπει να θέτει περιορισμούς σε άλλα λογισμικά που διανέμονται μαζί με άλλα προγράμματα. Για παράδειγμα, η άδεια δεν πρέπει να αναγκάζει ότι τα άλλα προγράμματα που διανέμονται να είναι ανοιχτού κώδικα

### *10. Η άδεια χρήσης πρέπει να είναι ουδέτερης τεχνολογίας:*

Κανένας όρος της άδειας χρήσης δεν πρέπει να βασίζεται σε μια ορισμένη τεχνολογία ή διεπαφή.

Το λειτουργικό σύστημα Linux γνώρισε μεγάλη εμπορική επιτυχία και θεωρείται από πολλούς ανταγωνιστής άλλων αντίστοιχων συστημάτων όπως είναι τα Windows. Άλλα έργα ανοιχτού κώδικα είναι το Apache Server το πιο διαδομένο, Mozilla και Perl. Ο κύριος υποστηρικτής του λογισμικού ανοιχτού κώδικα ήταν ο Richard Stallman ο οποίος στα μέσα της δεκαετίας του '80 δημιούργησε την εταιρεία Ίδρυμα Ελεύθερου Λογισμικού (Free Software Foundation, FSF), και η κύρια αποστολή του ήταν να δώσει το δικαίωμα στους χρήστες να χρησιμοποιούν, να μελετούν, να αντιγράψουν, να τροποποιούν και να αναδιανέμουν τον κώδικα ανάλογα με τις ανάγκες τους.

Το 1983 ο Stallman ξεκίνησε το GNU project με σκοπό να δημιουργήσει ελεύθερο λογισμικό συμβατό με το UNIX. Θεωρούσε ότι ο πηγαίος κώδικας θα πρέπει να μοιράζεται και να διανέμεται ελεύθερα. Κύριο συστατικό στην προσπάθεια του Stallman για την ανάπτυξη του ελεύθερου λογισμικού ήταν να διαμορφώσει μια σειρά από άδειες χρήσεις που θα αποτρέψει τις επιχειρήσεις από τη δωρεάν λήψη λογισμικού και τη χρήση του για εμπορικούς σκοπούς. Ο Stallman το 1989 ανέπτυξε το GNU General Public License για την αντιμετώπιση αυτού του θέματος. Η άδεια GPL ουσιαστικά επιτρέπει την αντιγραφή, την διανομή και την τροποποίηση του λογισμικού σύμφωνα με τις άδειες που παρέχει, υπό την προϋπόθεση ότι δεν θα εμποδίζει τους άλλους να

κάνουν το ίδιο. Από τη στιγμή που ο κώδικας είχε άδεια GPL οτιδήποτε προέρχεται από τον κώδικα ή οτιδήποτε περιλαμβάνει ο κώδικας πρέπει επίσης να καλύπτεται από την άδεια χρήσης. Ωστόσο οι απόψεις του Stallman δημιούργησαν κάποιες αντιδράσεις μιας και ο όρος “ελεύθερο λογισμικό” απέκτησε αρνητική σημασία. Το 1997 μια ομάδα ατόμων από την κοινότητα ελεύθερου λογισμικού αποφάσισε να αντιμετωπίσει αυτό το πρόβλημα με σκοπό να υποστηρίξουν το ελεύθερο λογισμικό. Η αρχική απόφαση της ομάδας, οδήγησε στο Open Source Initiative (OSI), και επέλεξαν τον όρο «λογισμικό ανοιχτού κώδικα» για την καμπάνια τους. Ήθελαν να επεκτείνουν την έννοια του open source να περιλαμβάνει μια σειρά από άδειες

Δημιουργός του πυρήνα Linux είναι ο Linus Torvalds, από το όνομα του προήλθε και η ονομασία Linux. Ο Linus ανέπτυξε τον πυρήνα του Linux με τη χρήση διάφορων προγραμμάτων και βιβλιοθηκών από το GNU του R.Stallman. Γι’ αυτό και το σύστημα πολλές φορές αναφέρεται ως GNU/Linux. Το Linux παίζει σημαντικό ρόλο σε εταιρείες πληροφορικής, σε ερευνητικά εργαστήρια πανεπιστημίων καθώς και στην ανάπτυξη νέων εταιρειών. Ο Linus μοίραζε τον κώδικα του Linux μέσω του Internet σε μια ομάδα προγραμματιστών από όλο τον κόσμο οι οποίοι πρόσθεσαν νέες λειτουργίες καθώς και διόρθωσαν κάποια προβλήματα που είχε ο πυρήνας. Με αυτόν τον τρόπο ο πυρήνας του Linux συνεχίζει να αναπτύσσεται ως σήμερα από μια συντονισμένη ομάδα εθελοντών μαζί με τον Linus που είναι και ο κύριος συντονιστής του συστήματος.

## 1.2 Μετρικές Ποιότητας Λογισμικού σε Επίπεδο Κώδικα

Κατά τη διάρκεια της σχεδίασης και ανάπτυξης ενός έργου υπάρχει μια δυσκολία στον καθορισμό μετρήσιμων ποσοτήτων, αυτό το πρόβλημα μπορεί να λυθεί με τη βοήθεια των μετρικών. Με τη χρήση των μετρικών μπορούμε να καθορίσουμε κατά πόσο ένα πρόγραμμα θα είναι αξιόπιστο, συντηρήσιμο και φιλικό προς τους χρήστες χωρίς όμως αυτά τα χαρακτηριστικά να προσδιοριστούν με μετρήσιμες ποσότητες. Ο στόχος των μετρικών είναι ο εντοπισμός και η μέτρηση των βασικών παραμέτρων που επηρεάζουν την ανάπτυξη του λογισμικού. Έχουν να κάνουν με τις μετρήσεις του προϊόντος λογισμικού και τη διαδικασία με την οποία αυτό εξελίσσεται.

Πολλοί θεωρούν ότι οι όροι «μετρική» και «μέτρο» είναι ισοδύναμοι. Ο όρος μετρική αναφέρεται κυρίως σε απλές ιδιότητες όπως είναι το πλήθος των γραμμών κώδικα ή η κυκλωματική πολυπλοκότητα, αντίθετα ο όρος μέτρο αναφέρεται σε συσχετισμούς ιδιοτήτων ή για την πρόβλεψη κάποιων χαρακτηριστικών όπως είναι η

πολυπλοκότητα ή το κόστος. Μετρική είναι μια εμπειρική αντικειμενική αντιστοίχιση ενός αριθμού ή συμβόλου σε μια οντότητα με στόχο να χαρακτηρίσει ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό της οντότητας αυτής.

Οι μετρικές λογισμικού αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι στην τεχνολογία λογισμικού. Όλο και περισσότεροι πελάτες προσδιορίζουν τις μετρικές ποιότητας ως μέρος των απαιτήσεών τους. Τα βιομηχανικά πρότυπα όπως το ISO 9000 και τα βιομηχανικά μοντέλα όπως το Software Engineering Institute's (SEI) Capability Maturity Model Integrated (CMMI) συμπεριλαμβάνουν επίσης τις μετρήσεις. Οι εταιρείες χρησιμοποιούν τις μετρικές για την καλύτερη κατανόηση, παρακολούθηση και έλεγχο των έργων λογισμικού.

Ο όρος μετρικές λογισμικού έχει διαφορετική σημασία σε διαφορετικούς ανθρώπους. Σύμφωνα με τον Goodman «η συνεχής εφαρμογή των τεχνικών μέτρησης βασίζεται στην διαδικασία ανάπτυξης λογισμικού και των προϊόντων της προκειμένου να παρέχει σημαντικές πληροφορίες, όπου η χρήση αυτών των τεχνικών βελτιώνει την διαδικασία και τα προϊόντα λογισμικού».

Η χρήση της μέτρησης είναι κοινή. Χρησιμοποιούμε μετρήσεις στην καθημερινή μας ζωή. Οι μετρήσεις χρησιμοποιούνται στους περισσότερους τομείς παραγωγής και κατασκευής για την εκτίμηση του κόστους και για την αξιολόγηση ποιότητας. Η επιστήμη και η μηχανική εξαρτώνται από την ακρίβεια των μετρήσεων που αυτές παρέχουν, αλλά τι σημαίνει στα αλήθεια η μέτρηση;

Σύμφωνα με τον Fenton, «η μέτρηση είναι η διαδικασία με την οποία οι αριθμοί και τα σύμβολα ορίζονται για τις ιδιότητες των οντοτήτων στον πραγματικό κόσμο με τέτοιο τρόπο ώστε να περιγράφουν τις οντότητες σύμφωνα με τους καθορισμένους κανόνες». Ενώ ο DeMacro αναφέρει ότι είναι αδύνατο να ελέγξουμε ότι δεν μπορούμε να μετρήσουμε. Πόσο μάλλον αν θέλουμε να εξασφαλίσουμε την ποιότητα για κάτι που δεν μπορεί να μετρηθεί.

Ο Berard ορίζει ότι η μετρική είναι μια μονάδα μέτρησης και χρησιμοποιείται για το σύνολο των μετρήσεων που πραγματοποιούνται πάνω σε μια συγκεκριμένη διαδικασία ή πάνω σε ένα συγκεκριμένο αντικείμενο.

Η διασφάλιση ποιότητας συνδέεται με την έννοια των μετρήσεων. Οι μετρικές εφαρμόζονται σε ένα λογισμικό προκειμένου να μετρηθούν όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά που συμβάλλουν στην ποιότητα του.

Η ποιότητα του λογισμικού αποτελεί ζήτημα από τις πρώτες μέρες του προγραμματισμού των υπολογιστών. Επομένως έχουν προκύψει πολλοί ορισμοί από διαφορετικούς συγγραφείς για την ποιότητα λογισμικού. Οι περισσότεροι ορισμοί είναι ανακριβείς και αφηρημένοι. Σύμφωνα με το πρότυπο του ISO 8402 ποιότητα είναι το σύνολο των χαρακτηριστικών που έχει μια οντότητα που της αποδίδουν την ικανότητα να ικανοποιεί εκφρασμένες και συνεπαγόμενες ανάγκες. Το διεθνές πρότυπο του ISO 9126 ορίζει κάποια ποιοτικά χαρακτηριστικά όπως είναι η λειτουργικότητα, η αξιοπιστία, η χρηστικότητα, η αποτελεσματικότητα, η συντηρησιμότητα και η φορητότητα.

Οι μετρικές λογισμικού μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες: μετρικές προϊόντος, μετρικές διαδικασίας και μετρικές έργου. Οι μετρικές προϊόντος σχετίζονται με το προϊόν για παράδειγμα τον πηγαίο κώδικα ή τις δηλώσεις ελέγχου και περιγράφουν κάποια σχεδιαστικά χαρακτηριστικά, το μέγεθος, την πολυπλοκότητα, την απόδοση και το επίπεδο ποιότητας. Χωρίζονται σε δύο άλλες κατηγορίες:

- A. Οι εσωτερικές μετρικές είναι αυτές που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση χαρακτηριστικών λογισμικού (αριθμός γραμμών κώδικα, ποσοστό των σχολίων, λάθη του κώδικα, χρόνος εκτέλεσης) μπορούν εύκολα να υπολογιστούν και χρειάζεται η σύνδεσή τους με τα εξωτερικά χαρακτηριστικά του λογισμικού που θέλουμε να μετρήσουμε.
- B. Οι εξωτερικές μετρικές είναι υψηλού επιπέδου και αναφέρονται ως μετρικές ποιότητας (Λειτουργικότητα (Functionality), Ποιότητα (Quality), Πολυπλοκότητα (Complexity), Αποτελεσματικότητα (Efficiency), Αξιοπιστία (Reliability), Συντηρησιμότητα (Maintainability)) Οι εξωτερικές μετρικές βασίζονται κυρίως σε κάποιες έρευνες με μορφή ερωτηματολογίων ή συνεντεύξεων για τη γνώμη που έχουν οι πελάτες, στη παρατήρηση του χρήστη στη μελέτη της συμπεριφοράς του κτλ. Επομένως οι εσωτερικές μετρικές μπορούν πιο εύκολα να υπολογιστούν σε σχέση με τις εξωτερικές και η συχνότητα εμφάνισης λαθών είναι μικρότερη.

Οι μετρικές διαδικασίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να βελτιώσουν την ανάπτυξη και τη συντήρηση του λογισμικού. Παραδείγματα περιλαμβάνουν την αφαίρεση των σφαλμάτων κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και το χρόνο απόκρισης για τη διόρθωση. Οι μετρικές έργου περιγράφουν τα χαρακτηριστικά του έργου και της εκτέλεσης. Τέτοια παραδείγματα είναι το πλήθος των προγραμματιστών, το κόστος, η παραγωγικότητα και το χρονοδιάγραμμα. Κάποιες μετρικές μπορεί να ανήκουν σε

πολλές κατηγορίες. Οι μετρικές ποιότητας λογισμικού είναι υποσύνολο των μετρικών λογισμικού που εστιάζουν σε θέματα ποιότητας του προϊόντος, της διαδικασίας και του έργου. Γενικά οι μετρικές ποιότητας σχετίζονται περισσότερο με τις μετρικές διαδικασίας και προϊόντος παρά με τις μετρικές έργου. Παρόλα αυτά, οι παράμετροι του έργου όπως για είναι ο αριθμός των προγραμματιστών και οι ικανότητές τους, το χρονοδιάγραμμα, το μέγεθος του έργου, και η δομή οργάνωσης του σίγουρα επηρεάζουν την ποιότητα του προϊόντος.

Η αντικειμενοστραφής προσέγγιση για την ανάπτυξη του λογισμικού έχει δημιουργήσει ένα αυξημένο ενδιαφέρον για τις μετρικές ανάπτυξης και μετρικές αξιολόγησης. Το αντικειμενοστραφές λογισμικό διαφέρει από το λογισμικό που αναπτύσσεται με συμβατικές μεθόδους. Γι αυτό και οι μετρικές που αναπτύσσονται για το αντικειμενοστραφές λογισμικό εστιάζουν στα ειδικά χαρακτηριστικά του όπως είναι η τοπικότητα, η ενσωμάτωση, απόκρυψη πληροφορίας και κληρονομικότητα. Παρακάτω παρουσιάζονται κάποιες αντικειμενοστραφείς μετρικές και μετρικές για δομημένο προγραμματισμό.

### **1.2.1 Coupling between Object Classes (CBO)**

Η μετρική CBO υπολογίζει τη σύζευξη μεταξύ των κλάσεων αντικειμένων. Μια κλάση μπορεί να έχει σύζευξη με μια άλλη στη περίπτωση που τα αντικείμενα των δύο κλάσεων αλληλεπιδρούν. Θεωρούμε ότι δύο κλάσεις είναι σε σύζευξη όταν οι μέθοδοι που έχουν οριστεί σε μια κλάση χρησιμοποιούν άλλες μεθόδους ή στιγμιότυπα μεταβλητών τα οποία είναι ορισμένα στη δεύτερη κλάση. Η μετρική CBO σχετίζεται με τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης μιας κλάσης. Η αυξημένη σύζευξη είναι ανεπιθύμητη, διότι η υπερβολική εξάρτηση των κλάσεων αποτρέπει την επαναχρησιμοποίηση. Επομένως οι κλάσεις πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο ανεξάρτητες μεταξύ τους προκειμένου να γίνει η χρήση τους και σε άλλες εφαρμογές. Με αυτόν τον τρόπο γίνεται πιο εύκολη η συντήρηση, η υλοποίηση και ο έλεγχος του λογισμικού. Επίσης οι αυξημένες τιμές της μετρικής CBO αυξάνουν την πιθανότητα σφαλμάτων στον κώδικα. Οι τιμές που πρέπει να έχει η CBO για τις διαδικασίες δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το 10. Προκειμένου να μειώσουμε τη τιμή της σε κάποια μέθοδο πρέπει να γίνει η διάσπασή της σε χωριστές μεθόδους. Αντίστοιχα η τιμή της CBO για τις κλάσεις δεν πρέπει να υπερβαίνει το 30. Σε περίπτωση που μια

κλάση έχει πολύ μεγάλη τιμή σύζευξης τότε η κλάση αυτή θα πρέπει να διασπαστεί σε περισσότερες κλάσεις στη μελλοντική σχεδίαση του συστήματος.

### 1.2.2 Cyclomatic Complexity (CC)

Η μετρική 'Κυκλωματική Πολυπλοκότητα' αρχικά προτάθηκε από τον McCabe με σκοπό να μετρήσει την πολυπλοκότητα του προγράμματος λογισμικού εξετάζοντας τον γράφο ροής του. Ορίζει τον αριθμό των ανεξάρτητων διαδρομών του γράφου που πρέπει να ελεγχθούν μέσω ενός αντίστοιχου αριθμού περιπτώσεων τεστ, που εξασφαλίζει ότι όλες οι εντολές του προγράμματος έχουν εκτελεστεί τουλάχιστον μια φορά. Η μετρική αυτή βασίζεται στο γεγονός ότι οι συνθήκες καθώς και οι δομές ελέγχου (if, for, while) αυξάνουν την πολυπλοκότητα του προγράμματος. Μπορεί να υπολογιστεί από τον τύπο, όπου οι κόμβοι παριστάνουν τις εντολές ενώ οι ακμές τη μεταφορά ελέγχου μεταξύ των κόμβων:

$$CC = E - N + 2P$$

Όπου E είναι το πλήθος των ακμών,

N είναι το πλήθος των κόμβων και,

P είναι το πλήθος των συνδεδεμένων τμημάτων (υπορουτίνες, διαδικασίες).

Η Κυκλωματική Πολυπλοκότητα προσδιορίζει την πολυπλοκότητα ενός τμήματος, δηλαδή μιας μεθόδου, αντικειμενοστραφούς κώδικα. Η μείωση της πολυπλοκότητας συνεπάγεται στην αύξηση των δυνατοτήτων ανάγνωσης γιατί ο κώδικας γίνεται πιο απλός, πιο κατανοητός και πιο εύκολα ελέγξιμος χωρίς να έχει μεγάλο αριθμό σχολίων. Επίσης υπάρχει ένας συσχετισμός της πολυπλοκότητας με τη συνοχή. Ένα τμήμα με υψηλή πολυπλοκότητα έχει χαμηλή συνοχή σε σχέση με ένα τμήμα που έχει χαμηλότερη πολυπλοκότητα. Τέλος, η μετρική αυτή σχετίζεται με τον αριθμό των γραμμών του κώδικα καθώς και με τον αριθμό των λαθών που μπορούν να εντοπιστούν σ' ένα πρόγραμμα.

### 1.2.3 Coupling Factor (CF)

Η μετρική παράγοντας σύζευξης είναι μια μετρική αντικειμενοστρεφούς σχεδιασμού (Metrics for Object-Oriented Design M.O.O.D). Η μετρική μετρά τη σύζευξη μεταξύ των κλάσεων εξαιρώντας τις σχέσεις κληρονομικότητας. Είναι ο λόγος του μέγιστου αριθμού των συζεύξεων στην κλάση προς τον πιθανό αριθμό των μη

κληρονομικών συζεύξεων σε ένα σύστημα. Ο στόχος είναι όσο το δυνατόν χαμηλότερη τιμή της.

#### **1.2.4 Comments Ratio(CR)**

Μετρά το ποσοστό των σχολίων που εμφανίζεται σε όλες τις γραμμές του κώδικα. Δείχνει κατά πόσο ο προγραμματιστής σχολιάζει τη μεθοδολογία που ακολουθεί για τη συγγραφή του κώδικα. Με τη βοήθεια των σχολίων ο κώδικας διαβάζεται εύκολα και γίνεται πιο κατανοητός. Προτείνεται το ποσοστό των σχολίων να φτάνει τουλάχιστον το 5% σε σχέση με το συνολικό ποσό των γραμμών του κώδικα.

#### **1.2.5 Lines of Code (LOC)**

Ο πιο εύκολος τρόπος για να μετρήσουμε το μέγεθος του προγράμματος είναι να υπολογίσουμε τις γραμμές του πηγαίου κώδικα (SLOC-source lines of code) ή τις χιλιάδες γραμμές κώδικα (KLOC).. Είναι η πιο παλιά και η πιο διαδεδομένη μετρική. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να μετρήσει κανείς τις γραμμές του κώδικα. Εξαρτάται από τι μετράμε παίρνουμε μεγάλο ή μικρό αριθμό γραμμών. Διαχωρίζουμε λοιπόν τις γραμμές ανάλογα με τον τύπο και τη λειτουργικότητά τους σε κενές γραμμές, γραμμές σχολίων, τις μη-εκτελέσιμες γραμμές, δηλώσεις εντολών, γραμμές που δημιουργούνται από κάποιο εργαλείο. Η πιο κοινή χρήση της είναι η μέτρηση των γραμμών που δεν είναι κενές ή των γραμμών που δεν έχουν σχόλια.

Η μετρική συνήθως χρησιμοποιείται για να προβλέψει τη συνολική προσπάθεια που απαιτείται για την ανάπτυξη του προγράμματος καθώς και την απόδοση των προγραμματιστών (παραγωγικότητα). Οι γραμμές του κώδικα δεν μπορούν να μετρήσουν την πολυπλοκότητα του λογισμικού, ωστόσο σχετίζονται με αυτή. Όσο περισσότερες είναι οι γραμμές του κώδικα τόσο αυξάνεται και η πολυπλοκότητα του λογισμικού.

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι της μετρικής: το φυσικό και το λογικό LOC. Παρόλο που οι ορισμοί αυτών των δύο τύπων ποικίλουν, ωστόσο ο πιο κοινός ορισμός του φυσικού LOC είναι η καταμέτρηση των γραμμών του πηγαίου κώδικα συμπεριλαμβάνοντας και τις γραμμές σχολίων. Περιλαμβάνει επίσης και τις κενές γραμμές του κώδικα. Το λογικό LOC μετρά τον αριθμό των δηλώσεων, όμως σε συγκεκριμένες γλώσσες υπολογιστών. Είναι πιο εύκολο η δημιουργία εργαλείων που μετρά το φυσικό LOC και οι ορισμοί του φυσικού LOC είναι πιο εύκολο να οριστούν.



Κατηγορίες της LOC είναι οι:

- LOC (Lines of Code): Μετρά τον συνολικό αριθμό των γραμμών που υπάρχουν στον πηγαίο κώδικα.
- NCLOC (Non-Commented Lines of Code): Μετρά τον συνολικό αριθμό γραμμών του πηγαίου κώδικα που δεν έχουν σχόλια.
- CLOC (Commented Lines of Code): Μετρά τον συνολικό αριθμό των γραμμών του πηγαίου κώδικα που περιέχουν σχόλια.
- CD (Comment Density): Είναι ο λόγος για την ποσοτικοποίηση του όγκου των σχολίων προς το μέγεθος του πηγαίου κώδικα.
- ES (Executable Statements): Μετρά τον αριθμό των εκτελέσιμων εντολών που υπάρχουν στον πηγαίο κώδικα.
- DSI (Delivered Source Instructions): Μετρά τον αριθμό των εντολών που θα παραδοθούν στον πελάτη δηλαδή δεν περιλαμβάνει τα πρωτότυπα ή τον κώδικα που γράφτηκε για έλεγχο.

### 1.2.6 LCOM - Lack Of Cohesion Of Methods

Η μετρική LCOM έχει προταθεί από τους Chidamber και Kemerer, και μετρά την έλλειψη συνοχής. Βασίζεται ότι κάθε μέθοδος που υπάρχει σε μια κλάση προσπελαίνει ένα ή και περισσότερα κοινά μέλη δεδομένων. Δύο μέθοδοι είναι συνεκτικές αν το σύνολο των δεδομένων που χρησιμοποιούν έχουν στοιχεία τα οποία είναι κοινά. Όσο περισσότερες είναι οι συνεκτικές μέθοδοι, τόσο μεγαλύτερη συνεκτικότητα υπάρχει και η τιμή της LCOM είναι χαμηλότερη, και αυτό οδηγεί στην αύξηση της πολυπλοκότητας. Σε αντίθετη περίπτωση αν η τιμή της LCOM είναι υψηλή τότε η συνεκτικότητα είναι χαμηλή. Μ' αυτόν τον τρόπο ο σχεδιασμός της κλάσης μπορεί να γίνει καλύτερα με την διάσπασή της σε δύο ή περισσότερες ανεξάρτητες κλάσης.

Η συνοχή μιας μονάδας αναφέρεται στην σχέση των συστατικών των μονάδων, δείχνει πόσο καλά τα συστατικά μέρη μιας μονάδας συνδέονται μεταξύ τους. Επιθυμητό είναι να έχουμε ισχυρή συνοχή μεταξύ των μερών. Μια μονάδα με υψηλή συνοχή εκτελεί μια βασική λειτουργία και δεν μπορεί να διασπαστεί σε δυο ξεχωριστές ενότητες εύκολα. Η υψηλή συνοχή στις μονάδες είναι περισσότερο κατανοητή, τροποποιήσιμη και διατηρήσιμη. Η έλλειψη συνοχής σε μια κλάση μειώνει την ενθουσία και αυξάνει την πολυπλοκότητα και την πιθανότητα εμφάνισης σφαλμάτων, δυσκολία στη συντήρηση και στην επαναχρησιμοποίηση.

### 1.2.7 Weighted Methods per Class (WMC)

Προτάθηκε πρώτη φορά από τους S.R Chidamber και C.F Kemerer και σχετίζεται με την έννοια της πολυπλοκότητας μιας κλάσης. Η μετρική 'Ζυγισμένος αριθμός Μεθόδων ανά κλάση' είναι το άθροισμα της πολυπλοκότητας όλων των μεθόδων μιας κλάσης. Είναι ο δείκτης που δείχνει πόσος χρόνος και πόση προσπάθεια απαιτείται για την ανάπτυξη και συντήρηση μιας συγκεκριμένης κλάσης. Οι υψηλές τιμές αυτής της μετρικής δείχνουν ότι απαιτείται μεγαλύτερη προσπάθεια για την ανάπτυξη και τη συντήρηση της κλάσης, Επίσης αν ο αριθμός των μεθόδων σε μια κλάση είναι αρκετά μεγάλος πιθανό είναι να δημιουργηθούν προβλήματα επαναχρησιμοποίησης της κλάσης.

Υπάρχουν 2 υποκατηγορίες αυτής της μετρικής

- Weighted Methods Per Class 1 (WMPC1), που αντιπροσωπεύει το άθροισμα της πολυπλοκότητας όλων των μεθόδων μιας κλάσης, όπου η κάθε κλάση σταθμίζεται από την κυκλωματική πολυπλοκότητά του.
- Weighted Methods Per Class 2 (WMPC2), που μετράει την πολυπλοκότητα της κλάσης, υποθέτοντας ότι μια κλάση που έχει περισσότερες μεθόδους από ότι κάποια άλλη είναι περισσότερο πολύπλοκη, και ότι μια μέθοδος με περισσότερες παραμέτρους είναι εξίσου πολύπλοκη.

### 1.2.8 Number of Classes (NOC)

Η μετρική αυτή υπολογίζει τον αριθμό των κλάσεων που υπάρχουν στο πρόγραμμα. Για να μειωθεί η τιμή της πρέπει να γίνει η μετακίνηση των κλάσεων σε χωριστές κλάσεις. Χρησιμοποιείται κυρίως για την εκτίμηση των αλλαγών που γίνονται στο πρόγραμμα καθώς και για τη σύγκριση με άλλα προγράμματα.

### 1.2.9 Fan-out (FO), Fan-in (FI)

Οι πιο απλές μετρικές σύζευξης είναι το fan-in και fan-out. Για μια μονάδα λογισμικού το fan-in είναι ο αριθμός των μονάδων που χρησιμοποιούν τη συγκεκριμένη μονάδα. Ενώ το fan-out είναι το αντίστροφο δηλαδή ο αριθμός των μονάδων λογισμικού που χρησιμοποιεί η συγκεκριμένη μονάδα. Ο στόχος είναι η ελαχιστοποίηση του αριθμού μονάδων με υψηλό fan-out. Μια μονάδα όταν ελέγχει μεγάλο αριθμό άλλων μονάδων, έχει ως αποτέλεσμα να εκτελεί πολλές εργασίες επομένως έχει κακή συνεκτικότητα. Αυτό οδηγεί στη δυσκολία εντοπισμού σφαλμάτων,

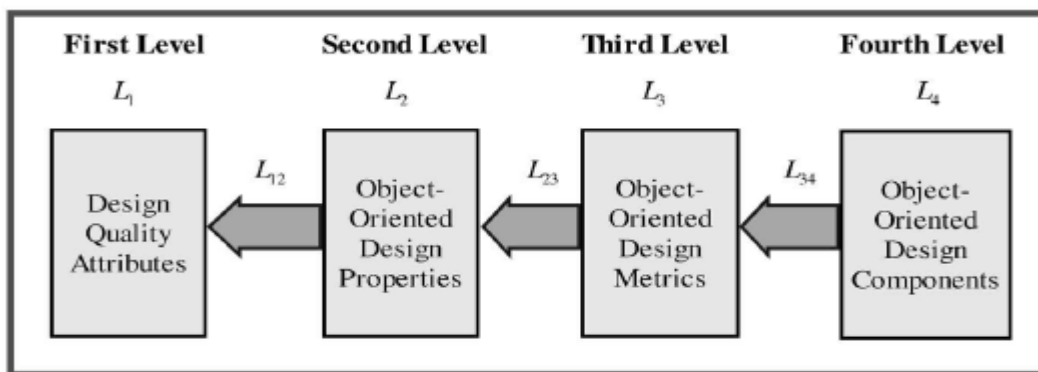
στην επαναχρησιμοποίηση και στην τροποποίηση. Επίσης πρέπει να γίνει μεγιστοποίηση του αριθμού των μονάδων που έχουν υψηλό fan-in. Διότι είναι προτιμότερο μια λειτουργία που εκτελείται συχνά να βρίσκεται σε μία μονάδα παρά να υλοποιείται σε πολλές άλλες.

### **1.3 Μετρικές Ποιότητας Λογισμικού σε Επίπεδο Σχεδίασης**

Σε αυτή την ενότητα γίνεται μια περιγραφή ενός βελτιωμένου ιεραρχικού μοντέλου για την αξιολόγηση των χαρακτηριστικών ποιότητας υψηλού επιπέδου στην αντικειμενοστρεφή σχεδίαση. Σ' αυτό το μοντέλο, οι ιδιότητες σχεδιασμού των κλάσεων, των αντικειμένων και οι συσχετίσεις τους αξιολογούνται με τη χρήση μετρικών αντικειμενοστεφής σχεδίασης. Αυτό το μοντέλο συσχετίζει ιδιότητες σχεδιασμού όπως είναι η ενθυλάκωση(encapsulation), σύζευξη (coupling) και συνοχή (cohesion) με χαρακτηριστικά ποιότητας υψηλού επιπέδου όπως η επαναχρησιμοποίηση(reusability), ευελιξία(flexibility), και η πολυπλοκότητα (complexity) χρησιμοποιώντας πληροφορίες από άλλες εμπειρικές μελέτες.

#### **1.3.1 Ανάπτυξη Μοντέλων Ποιότητας**

Τα πιο πρόσφατα μοντέλα ποιότητας αναπτύχθηκαν από τον Dromey. Αυτός εξετάζει μερικά προβλήματα των προηγούμενων μοντέλων ποιότητας όπως του McCall και του ISO 9126. Το πλαίσιο εργασίας είναι μια μεθοδολογία για την ανάπτυξη των μοντέλων ποιότητας «από κάτω προς τα πάνω», παρέχοντας μια προσέγγιση που εξασφαλίζει ότι οι λεπτομέρειες χαμηλού επιπέδου είναι καλά ορισμένες και υπολογίσιμες. Το πλαίσιο εργασίας του μοντέλου που προτείνει ο Dromey, όπως και τα προηγούμενα μοντέλα, βασίζεται στη διάσπαση των χαρακτηριστικών ποιότητας σε αντιληπτές ιδιότητες ποιότητας των τμημάτων ενός προϊόντος(απαιτήσεις, σχεδιασμός και υλοποίηση). Υπάρχουν τρία στοιχεία στο γενικό μοντέλο ποιότητας του Dromey: είναι οι ιδιότητες προϊόντος που επηρεάζουν την ποιότητα, κάποια χαρακτηριστικά ποιότητας υψηλού επιπέδου και ένα μέσο διασύνδεσης τους. Αυτή η μεθοδολογία χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη του Ιεραρχικού Μοντέλου για την Αξιολόγηση Ποιότητας Αντικειμενοστραφούς Σχεδιασμού (Quality Model for Object-Oriented Design, QMOOD) που επεκτείνει το γενικό μοντέλο ποιότητας του Dromey και περιλαμβάνει τα βήματα που φαίνονται στο Σχήμα 1 τα οποία και αναλύονται παρακάτω.



Σχήμα 1 - Επίπεδα και σχέσεις στο QMOOD

Το σχήμα 1 δείχνει τα τέσσερα επίπεδα ( $L_1$  μέχρι  $L_4$ ) και τις τρεις συσχετίσεις ( $L_{12}$ ,  $L_{23}$ ,  $L_{34}$ ) που χρησιμοποιούνται για να συνδέσουν τα τέσσερα επίπεδα στο QMOOD. Μετά τον καθορισμό των επιπέδων πρέπει να προσδιοριστούν και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά όπως είναι οι αντικειμενοστρεφείς σχεδιαστικές μετρικές, τα αντικειμενοστρεφή σχεδιαστικά συστατικά και ο καθορισμός των συσχετίσεων, που απαιτεί την σύνδεση του χαμηλότερου επιπέδου με το αμέσως επόμενο υψηλότερο επίπεδο.

### 1.3.1.1 Προσδιορισμός Χαρακτηριστικών Ποιότητας Σχεδιασμού ( $L_1$ )

Τα χαρακτηριστικά ποιότητας που χρησιμοποιούνται στο Πρότυπο ISO 9126 (λειτουργικότητα (functionality), αξιοπιστία (reliability), αποδοτικότητα (efficiency), χρηστικότητα (usability), συντηρησιμότητα (maintainability) και μεταφερσιμότητα (portability)) επιλέχθηκαν ως το αρχικό σύνολο χαρακτηριστικών ποιότητας στο μοντέλο QMOOD, για να δούμε αν συμβάλουν στον καθορισμό της ποιότητας και αν το σύνολο τους είναι αρκετά ευρύ ώστε να περιλαμβάνει όλες τις πτυχές της ποιότητας σχεδιασμού. Τα χαρακτηριστικά αξιοπιστία και χρηστικότητα εξαιρέθηκαν από το σύνολο γιατί βασίζονται κυρίως στην υλοποίηση και όχι στον σχεδιασμό. Ο όρος μεταφερσιμότητα (portability) είναι πιο κατάλληλος και αντικαταστάθηκε από τον όρο επεκτασιμότητα (extendibility), που αντικατοπτρίζει καλύτερα τα χαρακτηριστικά σχεδίασης. Επίσης ο όρος συντηρησιμότητα (maintainability) προϋποθέτει την ύπαρξη ενός προϊόντος λογισμικού και αντικαταστάθηκε από τον όρο «κατανόηση» (understandability), διότι επικεντρώνεται καλύτερα στα χαρακτηριστικά της σχεδίασης.

Ένας σημαντικός λόγος υιοθέτησης της αντικειμενοστρεφούς σχεδίασης ήταν η ικανότητα σχεδιασμού αξιόπιστων, προσαρμόσιμων και ευέλικτων συστημάτων

λογισμικού, πολύ γρήγορα. Ένας τρόπος για την επίτευξη αυτού του στόχου ήταν η επαναχρησιμοποίηση σε όλα τα επίπεδα της σχεδίασης. Αυτό δικαιολογεί την ένταξη της «επαναχρησιμοποίησης» ως ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό ποιότητας στον αντικειμενοστρεφή σχεδιασμό.

Η «ευελιξία» (flexibility) των συστημάτων λογισμικού αποτελεί επίσης ένα σημαντικό χαρακτηριστικό ανάπτυξης και τελικού-χρήστη. Για να μπορέσει το χαρακτηριστικό αυτό να αποτελεί μέρος των χαρακτηριστικών ποιότητας πρέπει να καθοριστεί στη φάση σχεδιασμού με την ενσωμάτωση των αρχιτεκτονικών λογισμικού. Αποφασίστηκε λοιπόν να συμπεριληφθεί το χαρακτηριστικό «ευελιξία» ως ένα από τα χαρακτηριστικά ποιότητας στο μοντέλο του σχεδιασμού. Μ' αυτόν τον τρόπο το αρχικό σύνολο των χαρακτηριστικών ποιότητας στο QMOOD διαμορφώνεται ως εξής : «λειτουργικότητα», «επεκτασιμότητα», «ικανότητα κατανόησης», «αποτελεσματικότητα», «επαναχρησιμοποίηση» και «ευελιξία».

Προκύπτει ότι το σύνολο αυτών των χαρακτηριστικών είναι αρκετά ευρύ για να επιτρέπει τον προσδιορισμό των επιθυμητών χαρακτηριστικών αντικειμενοστρεφών συστημάτων. Το σύνολο των χαρακτηριστικών δεν είναι απόλυτο μπορεί εύκολα να αλλάξει προκειμένου να αντιμετωπίσει διαφορετικούς στόχους και σκοπούς. Τα χαρακτηριστικά ποιότητας είναι αφηρημένες έννοιες και δεν είναι άμεσα παρατηρήσιμες, επίσης δεν υπάρχουν καθολικά αποδεκτοί ορισμοί για τα χαρακτηριστικά ποιότητας του QMOOD.

Quality Attribute	Definition
Reusability	Reflects the presence of object-oriented design characteristics that allow a design to be reapplied to a new problem without significant effort.
Flexibility	Characteristics that allow the incorporation of changes in a design. The ability of a design to be adapted to provide functionally related capabilities.
Understandability	The properties of the design that enable it to be easily learned and comprehended. This directly relates to the complexity of the design structure.
Functionality	The responsibilities assigned to the classes of a design, which are made available by the classes through their public interfaces.
Extendibility	Refers to the presence and usage of properties in an existing design that allow for the incorporation of new requirements in the design.
Effectiveness	This refers to a design's ability to achieve the desired functionality and behavior using object-oriented design concepts and techniques.

Πίνακας 1 - Ορισμοί Χαρακτηριστικών Ποιότητας

### 1.3.1.2 Προσδιορισμός των ιδιοτήτων Αντικειμενοστρεφούς Σχεδιασμού (L2)

Οι ιδιότητες σχεδιασμού είναι αντιληπτές και μπορούν άμεσα να αξιολογηθούν εξετάζοντας την εσωτερική και εξωτερική δομή, τις σχέσεις, την λειτουργικότητα των συστατικών σχεδιασμού, των χαρακτηριστικών, των μεθόδων και των κλάσεων. Η εκτίμηση του ορισμού κλάσης για τις εξωτερικές σχέσεις (τύπος κληρονομικότητας) με τις άλλες κλάσεις και η εξέταση των εσωτερικών συστατικών, χαρακτηριστικών και μεθόδων του, αποκαλύπτει σημαντικές πληροφορίες που αντικειμενικά περιγράφουν τα δομικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά της κλάσης και των αντικειμένων της.

Οι ιδιότητες σχεδιασμού της αφαίρεσης (abstraction), ενσωμάτωσης (encapsulation), σύζευξης (coupling), συνοχής (cohesion), πολυπλοκότητας (complexity), και του μεγέθους σχεδίου (design size) χρησιμοποιούνται ως ιδιότητες που αντιπροσωπεύουν τα χαρακτηριστικά ποιότητας σχεδιασμού σε δομημένο και αντικειμενοστρεφές περιβάλλον. Η μετάδοση των μηνυμάτων (messaging), η σύνθεση (aggregation), η κληρονομικότητα (inheritance), ο πολυμορφισμός (polymorphism) καθώς και οι ιεραρχίες των κλάσεων (hierarchies) αντιπροσωπεύουν νέες σχεδιαστικές έννοιες που παρουσιάζονται στο αντικειμενοστρεφές μοντέλο και είναι ζωτικής σημασίας για την ποιότητα και τον αντικειμενοστρεφή σχεδιασμό. Η αρχική έκδοση του QMOOD περιλαμβάνει και τα δύο σύνολα των ιδιοτήτων όπως ορίζονται στον Πίνακα 2.

Design Property	Definition
Design Size	Hierarchies are used to represent different generalization-specialization concepts in a design. It is a count of the number of non-inherited classes that have children in a design.
Hierarchies	Hierarchies are used to represent different generalization-specialization concepts in a design. It is a count of the number of non-inherited classes that have children in a design.
Abstraction	A measure of the generalization-specialization aspect of the design. Classes in a design which have one or more descendants exhibit this property of abstraction.
Encapsulation	Defined as the enclosing of data and behaviour within a single construct. In object-oriented designs the property specifically refers to designing classes that prevent access to attribute declarations by defining them to the private, thus protecting the internal representation of the objects.
Coupling	Defines the interdependency of an object on other objects in a design. It is measure of the number of other objects that would have to be accessed by an object in order for that object to function correctly.

Cohesion	Assess the relatedness of methods and attributes in a class. Strong overlap in the method parameters and attribute types is an indication of strong cohesion.
Composition	Measures the “part-of”, “has”, “consists-of”, or “part-whole” relationships, which are aggregation relationships in an object-oriented design.
Inheritance	A measure of the “is-a” relationship between classes. This relationship is related to the level of nesting of classes in an inheritance hierarchy.
Polymorphism	The ability to substitute objects whose interfaces match for on another at run-time. It is a measure of services that are dynamically determined at run-time in an object.
Messaging	A count of the number of public methods that are available as services to other classes. This is a measure of the services that a class provides.
Complexity	A measure of the degree of difficulty in understanding and comprehending the internal and external structure of classes and their relationships.

Πίνακας 2- Ορισμοί Ιδιοτήτων Σχεδιασμού

### 1.3.1.3 Προσδιορισμός των Μετρικών Αντικειμενοστρεφούς Σχεδιασμού(L3)

Όλες οι ιδιότητες που προσδιορίζονται στο μοντέλο QMOOD αντιπροσωπεύουν μια ιδιότητα ή ένα χαρακτηριστικό σχεδιασμού που ορίζεται χρησιμοποιώντας καλά ορισμένες μετρικές κατά τη διάρκεια της φάσης σχεδίασης.

Για τον αντικειμενοστρεφή σχεδιασμό, αυτή η πληροφορία θα πρέπει να περιλαμβάνει τον ορισμό των κλάσεων, τις ιεραρχίες των κλάσεων, και τις δηλώσεις των μελών των κλάσεων. Οι έρευνες για τις ήδη υπάρχουσες μετρικές αποκαλύπτουν ότι, υπάρχουν πολλές μετρικές που μπορούν να διαμορφωθούν και να χρησιμοποιηθούν στην αξιολόγηση μερικών ιδιοτήτων σχεδιασμού, όπως η αφαίρεση, η κληρονομικότητα και η ανταλλαγή μηνυμάτων. Ωστόσο, υπάρχουν πολλές άλλες ιδιότητες σχεδιασμού, όπως είναι η ενσωμάτωση και η σύνθεση, για τις οποίες δεν υπάρχουν αντικειμενοστρεφείς μετρικές. Ακόμη, ενώ οι μετρικές για την αξιολόγηση της πολυπλοκότητας, της συνοχής και της σύζευξης έχουν ήδη οριστεί, αυτές οι μετρικές απαιτούν σχεδόν ολοκληρωμένη υλοποίηση κλάσεων πριν μπορέσουν να υπολογιστούν, και γι' αυτό δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο QMOOD. Αυτό οδηγεί στον προσδιορισμό πέντε νέων μετρικών, μετρική πρόσβασης δεδομένων (Data Access Metric (DAM)), Μετρική άμεσης σύζευξης (direct class coupling metric (DCC)), μετρική συνοχής μεταξύ μεθόδων μιας κλάσης (cohesion among methods of class metric (CAM)), μετρική μέτρησης της συσσώρευσης (measure of aggregation metric

(MOA)), και η μετρική μέτρησης της λειτουργικής αφάιρησης (measure of functional abstraction metric MFA), και μπορούν να υπολογιστούν από τις πληροφορίες σχεδιασμού μόνο. Το σύνολο αυτών των μετρικών που χρησιμοποιείται στο QMOOD περιγράφεται στον Πίνακα 3.

<u>METRIC</u>	<u>NAME</u>	<u>DESCRIPTION</u>
DSC	Design Size in Classes	This metric is a count of the total number of classes in the design.
NOH	Number of Hierarchies	This metric is a count of the number of class hierarchies in the design.
ANA	Average Number of Ancestors	This metric value signifies the average number of classes from which a class inherits information. It is computed by determining the number of classes along all paths from the "root" class(es) to all classes in an inheritance structure.
DAM	Data Access Metric	This metric is the ratio of the number of private (protected) attributes to the total number of attributes declared in the class. A high value for DAM is desired. (Range 0 to 1)
DCC	Direct Class Coupling	This metric is a count of the different number of classes that a class is directly related to. The metric includes classes that are directly related by attribute declarations and message passing (parameters) in methods.
CAM	Cohesion Among Methods of Class	This metric computes the relatedness among methods of a class based upon the parameter list of the methods [3]. The metric is computed using the summation of the intersection of parameters of a method with the maximum independent set of all parameter types in the class. A metric value close to 1.0 is preferred. (Range 0 to 1)
MOA	Measure of Aggregation	This metric measures the extent of the part-whole relationship, realized by using attributes. The metric is a count of the number of data declarations whose types are user defined classes.
MFA	Measure of Functional Abstraction	This metric is the ratio of the number of methods inherited by a class to the total number of methods accessible by member methods of the class. (Range 0 to 1)
NOP	Number of Polymorphic Methods	This metric is a count of the methods that can exhibit polymorphic behavior. Such methods in C++ are marked as virtual.
CIS	Class Interface Size	This metric is a count of the number of public methods in a class
NOM	Number of Methods	This metric is a count of all the methods defined in a class.

Πίνακας 3- Περιγραφή Μετρικών Σχεδιασμού



#### **1.3.1.4 Προσδιορισμός Συστατικών Αντικειμενοστρεφούς Σχεδιασμού(L4)**

Τα συστατικά σχεδιασμού που είναι αναγνωρίσιμα και προσδιορίζουν την αρχιτεκτονική της αντικειμενοστρεφής σχεδίασης είναι τα αντικείμενα, οι κλάσεις καθώς και οι σχέσεις που έχουν μεταξύ τους. Τα αντικείμενα ενσωματώνουν τις δομές δεδομένων που αντιπροσωπεύουν τις ιδιότητες της κλάσης. Ένα σύνολο από λειτουργίες (μέθοδοι) που ορίζονται στις κλάσεις μπορούν να διαχειριστούν τα δεδομένα που είναι ενσωματωμένα στο αντικείμενο. Η ποιότητα του αντικειμένου καθορίζεται από τα συστατικά του δηλαδή ιδιότητες, μεθόδους, και άλλα αντικείμενα (σύνθεση). Άλλο συστατικό που μπορεί να προσδιοριστεί είναι οι γενικές-ειδικές δομές ή οι ιεραρχίες των κλάσεων που οργανώνουν τις κλάσεις που σχετίζονται. Επιπλέον ένα σύνολο συστατικών που μπορεί να βοηθήσει στην ανάλυση, υλοποίηση και αναπαράσταση ενός αντικειμενοστρεφούς σχεδιασμού πρέπει να περιλαμβάνει ιδιότητες, μεθόδους, αντικείμενα (κλάσεις), σχέσεις και ιεραρχίες κλάσεων.

Γενικά, όλες οι γλώσσες αντικειμενοστρεφούς προγραμματισμού παρέχουν συντακτική δομή για τα θεμελιώδη συστατικά σχεδίασης. Από τη στιγμή που οι αντικειμενοστρεφείς γλώσσες προγραμματισμού (C++) χρησιμοποιούνται για την σχεδιαστική αναπαράσταση, γι' αυτό και η ποιότητα σχεδιασμού μπορεί εύκολα να πραγματοποιηθεί με την αξιολόγηση αυτών των αυτόματα ανιχνεύσιμων συστατικών.

##### **1.3.1.4.1 Αναγνώριση Ιδιοτήτων Ποιότητας για κάθε Συστατικό**

Όταν φτάσουμε στο σύνολο των ιδιοτήτων ποιότητας για κάθε συστατικό σχεδίασης τότε αυτό θεωρείται ότι είναι μια εμπειρική διαδικασία. Η διαδικασία καθοδηγείται από ένα σύνολο ερωτήσεων, όπως: «Τι ρόλο παίζει το συστατικό στη σχεδίαση;», «Ποια είναι η σημασία των συστατικών στη σχεδίαση;», «Ποιες οι διαφορετικές μορφές που έχει το συστατικό;».

Οι πληροφορίες αυτές είναι απαραίτητες για την αξιολόγηση των ιδιοτήτων και πρέπει να είναι διαθέσιμες κατά τη διάρκεια της φάσης σχεδιασμού. Επίσης πρέπει να υπάρχουν πολλές πληροφορίες στην αναπαράσταση των συστατικών για την αναγνώριση και την αξιολόγηση των ιδιοτήτων ποιότητας, με σαφή τρόπο.

Τα χαρακτηριστικά είναι τα θεμελιώδη στοιχεία στον προσδιορισμό ενός αντικειμένου και η δήλωσή τους υποστηρίζεται άμεσα στις αντικειμενοστρεφείς γλώσσες προγραμματισμού. Το σύνολο των ιδιοτήτων επηρεάζουν άμεσα την ποιότητα ενός αντικειμένου, και επιπλέον την συνολική ποιότητα σχεδίασης και πρέπει να

περιλαμβάνουν: όνομα, ενσωμάτωση, μέγεθος, τύπους, σχέσεις και δυνατότητα απαρίθμησης.

Οι δηλώσεις μεθόδων επίσης υποστηρίζονται άμεσα στις γλώσσες προγραμματισμού. Οι ιδιότητες των μεθόδων επηρεάζουν την ποιότητα μιας κλάσης είτε άμεσα είτε έμμεσα, γι' αυτό και οι δηλώσεις πρέπει να περιλαμβάνουν: όνομα, ενσωμάτωση, τύπους παραμέτρων, μηχανισμούς περάσματος παραμέτρων, αριθμό παραμέτρων και ανάλυση.

Οι κλάσεις στις αντικειμενοστρεφείς γλώσσες περιγράφονται με τη συντακτική δομή για να είναι εύκολα αναγνωρίσιμες. Το σύνολο ιδιοτήτων που μπορεί να επηρεάσουν τη συνολική ποιότητα σχεδιασμού περιλαμβάνουν : όνομα, τύπους κληρονομικότητας και ενσωμάτωσης, αριθμός των γονέων, αριθμός των παιδιών, βάθος κληρονομικότητας, μέγεθος κλάσης, αριθμό μεθόδων και ιδιοτήτων, αριθμό εσωτερικών λειτουργιών, σύζευξη και συνοχή.

#### **1.3.1.5 Σύνδεση των Ιδιοτήτων Ποιότητας με τις Ιδιότητες Σχεδιασμού (L34)**

Οι ιδιότητες ποιότητας αντικειμένων ταξινομούνται με βάση τις ιδιότητες σχεδιασμού που επηρεάζουν. Έτσι παρόλο που το σύνολο των ιδιοτήτων ποιότητας των θεμελιωδών συστατικών (ιδιότητες, μέθοδοι και κλάσεις) είναι μεγάλο, είναι και ιδιαίτερα επικαλυπτόμενο. Για παράδειγμα, οι ιδιότητες, οι μέθοδοι και τα συστατικά της κλάσης έχουν ένα όνομα που αναφέρονται στις ιδιότητες ποιότητας. Όταν το όνομα είναι αυτό-περιγραφικό βοηθά στην καλύτερη κατανόηση και κατά συνέπεια επηρεάζει και την πολυπλοκότητα του σχεδιασμού. Οι ιδιότητες ποιότητας όπως είναι η ενθυλάκωση, αναγνωρίζεται για τις ιδιότητες, μεθόδους, και κλάσεις, και είναι ίδια με την γενική ιδιότητα ενθυλάκωσης. Παρόμοια, οι υπόλοιπες ιδιότητες ποιότητας που έχουν μείνει και προσδιορίζονται για τις ιδιότητες, μεθόδους και κλάσεις μπορούν να ομαδοποιηθούν σε ένα μικρότερο σύνολο έντεκα θεμελιωδών ιδιοτήτων που περιγράφονται στον Πίνακα 2.

#### **1.3.1.6 Εφαρμογή Μετρικών Σχεδιασμού στις Ιδιότητες Σχεδιασμού (L23)**

Οι μετρικές Design Size in Classes (DSC) και Number of Hierarchies (NOH) χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των δύο ιδιοτήτων σχεδιασμού Design Size και Hierarchies στο QMOOD. Η αφαίρεση αναφέρεται στην γενική-ειδική δομή του σχεδιασμού και αξιολογείται από τη μετρική Average Number of Ancestors (ANA). Ο

ορισμός της ιδιότητας ενθυλάκωσης στον Πίνακα 2 αναφέρει την πρόσβαση ελέγχου του χαρακτηριστικού των δηλώσεων στην κλάση η οποία αντικατοπτρίζεται στην περιγραφή της μετρικής Data Access Metric (DAM). Η μετρική Direct Class Coupling (DCC) είναι μια μέτρηση των κλάσεων που απευθείας σχετίζονται με την κλάση και επιπλέον χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της Σύζευξης μιας ιδιότητας σχεδιασμού. Οι μετρικές Cohesion among method of class (CAM), Measure of Aggregation (MOA), και Class Interface Size χρησιμοποιούνται για την μέτρηση των ιδιοτήτων Cohesion, Aggregation και Messaging.

Η κληρονομικότητα αναφέρεται στον βαθμό της επαναχρησιμοποίησης της λειτουργικότητας (μπορεί να μετρηθεί από την μετρική Measure of Functional Abstraction, MFA ) και μπορεί να επιτευχθεί με την δημιουργία των υποκλάσεων της υπάρχουσας κλάσης και κατά συνέπεια η μετρική MFA χρησιμοποιήθηκε για να μετρήσει την ιδιότητα της κληρονομικότητας στο QMOOD. Για τον αντικειμενοστρεφή σχεδιασμό που παρουσιάζεται στο συντακτικό της γλώσσας C++, η ιδιότητα σχεδιασμού Πολυμορφισμός είναι η μέτρηση των Εικονικών μεθόδων μιας κλάσης και αξιολογείται από την μετρική Number of Polymorphic Methods(NOP). Η μετρική Αριθμός των Μεθόδων (Number of Methods NOC) χρησιμοποιήθηκε για να μετρήσει την πολυπλοκότητα της κλάσης από τους Chidamber και Kemerer στην μετρική Weighted Methods Per Class (WMC). Όταν όλες οι μέθοδοι είναι εξίσου σταθμισμένες, η μετρική WMC έχει ίδια μέτρηση με την Number of Methods NOM στην κλάση. Ο Πίνακας 4 συνοψίζει τις μετρικές σχεδιασμού που χρησιμοποιούνται για να αξιολογήσουν τις έντεκα ιδιότητες σχεδιασμού του Πίνακα 3.

Design Property	Derived Design Metric
Design Size	Design Size in Classes (DSC)
Hierarchies	Number of Hierarchies (NOH)
Abstraction	Average Number of Ancestors (ANA)
Encapsulation	Data Access Metric (DAM)
Coupling	Direct Class Coupling (DCC)
Cohesion	Cohesion Among Methods in Class (CAM)
Composition	Measure of Aggregation (MOA)
Inheritance	Measure of Functional Abstraction (MFA)
Polymorphism	Number of Polymorphic Methods (NOP)
Messaging	Class Interface Size (CIS)
Complexity	Number of Methods (NOM)

Πίνακας 4 - Μετρικές Σχεδιασμού για τις Ιδιότητες Σχεδιασμού

### 1.3.1.7 Σύνδεση Ιδιοτήτων Σχεδιασμού με τα Χαρακτηριστικά Ποιότητας (L12)

Υπάρχουν διάφορες απόψεις για το πως οι ιδιότητες σχεδιασμού μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα σχεδίασης γι' αυτό το λόγο πραγματοποιήθηκε μια εκτενή ανασκόπηση δημοσιεύσεων και βιβλίων αντικειμενοστρεφούς ανάπτυξης.

Οι πληροφορίες από αυτήν την ανασκόπηση δείχνουν ότι η ιδιότητα αφαίρεσης έχει σημαντική επιρροή στα παρακάτω χαρακτηριστικά ποιότητας σχεδιασμού: ευελιξία (flexibility), αποτελεσματικότητα (effectiveness), λειτουργικότητα (functionality), και επεκτασιμότητα (extendibility).

Η ενσωμάτωση (encapsulation) θεωρήθηκε κατάλληλη για την ευελιξία (flexibility), την επαναχρησιμοποίηση (reusability) και την ικανότητα κατανόησης (understandability). Ενώ η χαμηλή σύζευξη (coupling) θεωρήθηκε κατάλληλη για την επεκτασιμότητα (extendibility), την ικανότητα κατανόησης (understandability) και την επαναχρησιμοποίηση (reusability). Οι υψηλότερες τιμές της σύζευξης επηρεάζουν αρνητικά αυτά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Η συνοχή (Cohesion) βλέπουμε ότι έχει σημαντική επιρροή στην επαναχρησιμοποίηση και στην ικανότητα κατανόησης του σχεδιασμού. Τα αντικείμενα επικοινωνούν με την ανταλλαγή μηνυμάτων και επιπλέον η απευθείας μετάδοση μηνυμάτων επηρεάζει την λειτουργικότητα και την αποτελεσματικότητα και βοηθά στην προώθηση της επαναχρησιμοποίησης.

Ενώ η χρήση της κληρονομικότητας προωθεί την εσωτερική επαναχρησιμοποίηση, την λειτουργικότητα, την επεκτασιμότητα και την αποτελεσματικότητα, έχει την δυνατότητα να επηρεάσει αρνητικά την ευελιξία και την ικανότητα κατανόησης.

Ομοίως, ενώ η προσεκτική χρήση της σύνθεσης αντικειμένων μπορεί σημαντικά να αυξήσει την εσωτερική επαναχρησιμοποίηση, την λειτουργικότητα και την ευελιξία, η υπερβολική και η λανθασμένη χρήση της μπορεί να κάνει τον σχεδιασμό δύσκολο στην κατανόηση. Η χρήση της σύνθεσης μπορεί επίσης να επηρεάσει την αποτελεσματικότητα και την επεκτασιμότητα. Ενώ η χρήση του πολυμορφισμού μπορεί να αυξήσει τις ιδιότητες σχεδιασμού όπως ευελιξία, επεκτασιμότητα, αποτελεσματικότητα και λειτουργικότητα, μπορεί επίσης να κάνει τον σχεδιασμό δύσκολο στην κατανόηση. Η πολυπλοκότητα (complexity) είναι ένας δείκτης της κατανόησης του σχεδιασμού. Γενικά, όσο πιο πολύπλοκος είναι ο σχεδιασμός, τόσο πιο δύσκολη είναι η κατανόησή του. Ο Πίνακας 5 δείχνει την επιρροή της κάθε ιδιότητας

σχεδιασμού στα χαρακτηριστικά της ποιότητας. Το βέλος προς τα πάνω (↑) δείχνει ότι η ιδιότητα σχεδιασμού έχει θετική επιρροή στα χαρακτηριστικά ποιότητας, ενώ το βέλος προς τα κάτω (↓) δείχνει ότι έχει αρνητική επιρροή.

	Reusability	Flexibility	Understandability	Functionality	Extendibility	Effectiveness
Design Size	↑			↑		
Hierarchies				↑		
Abstraction					↑	↑
Encapsulation		↑	↑			↑
Coupling						
Cohesion	↑		↑	↑		
Composition		↑				↑
Inheritance					↑	↑
Polymorphism		↑		↑	↑	↑
Messaging	↑			↑		
Complexity						

Πίνακας 5- Σχέσεις Ιδιοτήτων Σχεδιασμού

### Απόδοση Βαρύτητας στη Συσχέτιση Σχεδιαστικών Ιδιοτήτων και Ποιότητας

Η σημαντικότητα της συσχέτισης για τις μεμονωμένες ιδιότητες σχεδιασμού που επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά ποιότητας (Πίνακας 5), σταθμίζεται αναλογικά έτσι ώστε οι υπολογίσιμες τιμές όλων των χαρακτηριστικών ποιότητας να έχουν το ίδιο εύρος. Το εύρος από το 0 μέχρι το  $\pm 1$  επιλέχθηκε για να υπολογίσει τις τιμές των χαρακτηριστικών ποιότητας. Οι αρχικές τιμές ανάθεσης βαρών ήταν +1 ή +0.5 και χρησιμοποιήθηκαν για την θετικές επιρροές, ενώ η τιμή -1 ή -0.5 για τις αρνητικές επιρροές. Όμως οι τιμές αυτές άλλαξαν για να εξασφαλιστεί ότι στο άθροισμα των νέων τιμών όλων των ιδιοτήτων σχεδιασμού που επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά ποιότητας προστέθηκε το  $\pm 1$ . Τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 6. Επιλέχθηκε γιατί ήταν απλό και εύκολο στην εφαρμογή.

Quality Attribute	Index Computation Equation
Reusability	$-0.25 * \text{Coupling} + 0.25 * \text{Cohesion} + 0.5 * \text{Messaging} + 0.5 * \text{Design Size}$
Flexibility	$0.25 * \text{Encapsulation} - 0.25 * \text{Coupling} + 0.5 * \text{Composition} + 0.5 * \text{Polymorphism}$
Understandability	$-0.33 * \text{Abstraction} + 0.33 * \text{Encapsulation} - 0.33 * \text{Coupling} + 0.33 * \text{Cohesion} - 0.33 * \text{Polymorphism} - 0.33 * \text{Complexity} - 0.33 * \text{Design Size}$
Functionality	$0.12 * \text{Cohesion} + 0.22 * \text{Polymorphism} + 0.22 * \text{Messaging} + 0.22 * \text{Design Size} + 0.22 * \text{Hierarchies}$
Extendibility	$0.5 * \text{Abstraction} - 0.5 * \text{Coupling} + 0.5 * \text{Inheritance} + 0.5 * \text{Polymorphism}$
Effectiveness	$0.2 * \text{Abstraction} + 0.2 * \text{Encapsulation} + 0.2 * \text{Composition} + 0.2 * \text{Inheritance} + 0.2 * \text{Polymorphism}$

Πίνακας 6 – Ορισμοί Χαρακτηριστικών Ποιότητας

### **1.3.1.8 Βελτίωση και Προσαρμογή του Μοντέλου**

Το μοντέλο ποιότητας QMOOD επιτρέπει να γίνονται εύκολα αλλαγές έτσι ώστε να προσαρμόζεται σε διαφορετικές αναθέσεις βαρών, καινούριους σκοπούς και στόχους. Στο χαμηλό επίπεδο, οι μετρικές που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των ιδιοτήτων σχεδιασμού μπορεί να αλλάξουν, ή ακόμη ένα σύνολο ιδιοτήτων σχεδιασμού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση χαρακτηριστικών ποιότητας, επίσης και το σύνολο των χαρακτηριστικών ποιότητας μπορεί επίσης να υποστεί αλλαγές. Οι σχέσεις επιρροής που υπάρχουν στις ιδιότητες σχεδιασμού και στα χαρακτηριστικά ποιότητας, καθώς και οι αναθέσεις βαρών ενδέχεται να αλλάξουν προκειμένου να ανταποκρίνονται στους στόχους και στην πολιτική του κάθε οργανισμού.

## 2 Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται μια σύντομη βιβλιογραφική αναφορά σχετικά με τις εμπειρικές μελέτες για την Εξέλιξη του Λογισμικού. Αρχικά, εξετάζεται πως τα πρότυπα εξέλιξης ανοιχτού λογισμικού συγκρίνονται με προηγούμενες μελέτες κλειστού λογισμικού. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα διάφορων εμπειρικών μελετών που αφορούν την εξέλιξη του λογισμικού καθώς και δεδομένα ή ενδείξεις σχετικά με την μεταβολή και την εξέλιξη των προτύπων.

### 2.1 Εξέλιξη Κοινοτήτων Ανοιχτού Λογισμικού

Με τον όρο εξέλιξη λογισμικού εννοούμε την αλλαγή που υφίσταται το λογισμικό μετά την παράδοσή του για τη χρήση. Οι αλλαγές που πρέπει να υποστεί το λογισμικό είναι αναπόφευκτες γιατί εμφανίζονται νέες απαιτήσεις και πρέπει να γίνει διόρθωση σφαλμάτων. Η Δυναμική Εξέλιξη Λογισμικού είναι η μελέτη των αλλαγών που συμβαίνουν στο σύστημα. Το μεγαλύτερο μέρος της έρευνας έγινε από τον Lehman στη δεκαετία του 70 και 80 και στη πορεία από άλλους ερευνητές. Από αυτές τις μελέτες ο Lehman πρότεινε έναν αριθμό από νόμους που αφορούν τις αλλαγές που γίνονται στο σύστημα και είναι οι εξής:

#### 1. Συνεχής Αλλαγή (*Continuing Change*)

Το λογισμικό πρέπει να αλλάζει γιατί γίνεται όλο και λιγότερο χρήσιμο.

#### 2. Αυξανόμενη Πολυπλοκότητα (*Increasing Complexity*).

Καθώς το λογισμικό αλλάζει η δομή του γίνεται ολοένα και πιο πολύπλοκη. Απαιτούνται λοιπόν επιπλέον πόροι για τη διατήρηση και την απλοποίηση της δομής.

#### 3. Η εξέλιξη μεγάλου προγράμματος (*Large Program Evolution*).

Η εξέλιξη ενός προγράμματος είναι μια αυτορρυθμιζόμενη διεργασία. Κάποια χαρακτηριστικά του συστήματος όπως είναι το μέγεθος και ο χρόνος μεταξύ των εκδόσεων καθώς και ο αριθμός λαθών είναι προσεγγιστικά ανεξάρτητα από την κάθε έκδοση του συστήματος.

#### 4. Η σταθερότητα του οργανισμού (*Organisational Stability*).

Ο ρυθμός ανάπτυξης του λογισμικού κατά τη διάρκεια ζωής του είναι σταθερός και δεν εξαρτάται από τους πόρους που παρέχονται για την ανάπτυξη του συστήματος.

#### 5. Η Διατήρηση της Οικειότητας (*Conservation of Familiarity*).

Κατά τη διάρκεια ζωής του λογισμικού η αυξητική αλλαγή σε κάθε διανομή είναι σχεδόν σταθερή.

#### 6. Η Συνεχής Ανάπτυξη (*Continuing Growth*).

Η λειτουργικότητα των συστημάτων πρέπει μονίμως να αυξάνεται προκειμένου να διατηρηθεί η ικανοποίηση του χρήστη.

#### 7. Η μειούμενη ποιότητα (*Declining Quality*).

Η ποιότητα ενός συστήματος μειώνεται αν αυτό δεν μπορεί εύκολα να προσαρμοστεί στις αλλαγές του λειτουργικού του περιβάλλοντος.

#### 8. Το σύστημα ανατροφοδότησης (*Feedback System*).

Οι εξελικτικές διεργασίες περικλείουν συστήματα ανατροφοδότησης πολλαπλών εντολών και πολλαπλών βρόχων που μπορεί να πετύχουν σημαντική βελτίωση του προϊόντος. [66]

### 2.1.1 Εμπειρικές Μελέτες για την Εξέλιξη του Λογισμικού

Για να κατανοήσουμε την ανάπτυξη της θεωρίας εξέλιξης του λογισμικού, καθώς και το κατά πόσο και πως θα μπορούσε να επεκταθεί, είναι απαραίτητο να περιγράψουμε τι έχουν αναφέρει αντίστοιχες εμπειρικές μελέτες. Οι μελέτες αυτές που αφορούν στην εξέλιξη του ελεύθερου λογισμικού ανοικτού κώδικα (*Free/Open Source Software, F/OSS*) και παρουσιάζουν έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον.

#### 2.1.1.1 Μελέτη των Νόμων Εξέλιξης Λογισμικού

Οι πιο σημαντικές μελέτες που αφορούν την εξέλιξη ενός λογισμικού έχουν γίνει από τον M.M. Lehman και τους συνεργάτες του σε διάστημα 30 χρόνων και χρονολογούνται στα μέσα του 1970. Σε αυτές τις μελέτες πρότειναν 8 νόμους όπως αναφέρθηκαν παραπάνω [Lehman, et al., 1980-2001]. Εξέτασαν την εξέλιξη ενός σημαντικού αριθμού από μεγάλα έργα λογισμικού και από τις μετρήσεις τους, προέκυψαν οι προτεινόμενοι νόμοι. Οι νόμοι προσπαθούν να ερμηνεύσουν τα φαινόμενα που παρατηρούνται στις εκδόσεις λογισμικού, στα συστήματα και στις E-type εφαρμογές.

Οι νόμοι καθώς και η θεωρία μπορούν να επαναδιατυπωθούν [36], αλλά αυτό απαιτεί κάποιες υποθέσεις που δεν αναφέρονται στους νόμους, όπως εξηγεί ο J. F.Ramil [51]. Ωστόσο υπάρχουν κάποιες δυσκολίες στην εφαρμογή των νόμων, για παράδειγμα πόσος θα πρέπει να είναι αριθμός των συστημάτων, ώστε να είναι επαρκή



για την αιτιολόγηση της σχετικής μελέτης, και τι είδους συστήματα πρέπει να χρησιμοποιούνται, ποιες είναι οι συνέπειες της απόρριψης ή της αναδιατύπωσης των νόμων, και πως θα μπορούσαν να βελτιωθούν [22][66]. Οι πιο πρόσφατες μελέτες που έχουν δημοσιευθεί από τους Lehman και τους συνεργάτες του, παρέχουν δεδομένα για τις εκδόσεις πέντε συστημάτων λογισμικού : δύο λειτουργικά συστήματα (IBM OS 360, ICL VME Kernel), ένα Χρηματοοικονομικό Σύστημα (Logica FW), δύο εκδόσεις μεγάλων συστημάτων τηλεπικοινωνιών πραγματικού χρόνου, και ένα σύστημα (Matra BAE Dynamics).

Επίσης έχουν διεξαχθεί κάποιες άλλες μελέτες που παρουσιάζουν ανάπτυξη αλλά τα αποτελέσματά τους δεν είναι ευρέως διαθέσιμα. Τα αποτελέσματα συνοψίζονται σε καμπύλες ανάπτυξης [41]. Στην γραφική παράσταση ο άξονας Χ συμβολίζει τον αριθμό ακολουθίας της έκδοσης του λογισμικού που έχει αναλυθεί, ενώ ο άξονας-Υ συμβολίζει το μέγεθος του συστήματος (που έχει μετρηθεί σε αριθμό των μονάδων) μετά από την πρώτη έκδοση. Οι γραφικές παραστάσεις δείχνουν ότι κατά τη διάρκεια της εξέλιξης (ή της διαδικασίας συντήρησης), στο σύστημα δημιουργείται μια καμπύλη ανάπτυξης [64]στη φάση ζωή της εφαρμογής, Ο TurSKI καταλήγει ότι η ανάπτυξη ενός συστήματος συνήθως επιβραδύνεται, καθώς το σύστημα μεγαλώνει σε όγκο και πολυπλοκότητα.

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τις γραφικές παραστάσεις εξηγούν τον πρώτο(συνεχή αλλαγή), δεύτερο (αυξανόμενη πολυπλοκότητα) και έκτο νόμο(συνεχή ανάπτυξη). Ο τρίτος ο τέταρτος και ο πέμπτος νόμος χρειάζονται περισσότερη επεξεργασία, ο 7ος νόμος αφορά την ποιότητα και δεν μπορεί να παρατηρηθεί απ' ευθείας. Ο 8ος νόμος αναφέρεται στα συστήματα ανατροφοδότησης, αποτελεί μια σύνθεση των προηγούμενων νόμων και ενισχύεται από τους.

Γενικά το σύνολο των δεδομένων που έχουν χρησιμοποιηθεί στις μελέτες του Lehman μπορούν να αιτιολογήσουν και να υποστηρίξουν τις αρχικές εκδόσεις των νόμων. [42].

Παρόλα αυτά δεν είναι ξεκάθαρο εάν το σύνολο των δεδομένων που χρησιμοποιείται στις έρευνες αποτελεί αντιπροσωπευτικό δείγμα και αν οι νόμοι μπορούν να ερμηνευθούν ώστε να παρέχουν καθοδήγηση για το είδος των συστημάτων που πρέπει να μελετηθεί. Είναι φανερό ότι η πλειοψηφία των συστημάτων είναι μεγάλου μεγέθους, και προορίζεται για μεγάλες επιχειρήσεις. Επιπλέον, μερικά από τα δεδομένα και τα συστήματα λογισμικού που εξετάζονται από τον Lehman, είναι

εμπιστευτικά και δεν είναι διαθέσιμα για όλους. Κατά συνέπεια, οι μελετητές δεν μπορούν να έχουν εύκολη πρόσβαση στα συστήματα και στα δεδομένα για περαιτέρω μελέτη.

### 2.1.1.2 Τύποι οντοτήτων για τη μελέτη της εξέλιξης F/OSS

Οι κύριοι τύποι των οντοτήτων λογισμικού είναι οι εκδόσεις, οι εφαρμογές, η διαδικασία ανάπτυξης και τα μοντέλα. Το καθένα από αυτά μπορεί να οριστεί ως εξής.

F/OSS Releases -- Γενικά, τα μεγάλα F/OSS συστήματα συνεχίζουν να αυξάνονται με το χρόνο, όπως αναφέρεται στον 6ο νόμο του Lehman. Οι σταθερές και οι ασταθείς εκδόσεις των F/OSS διανέμονται παγκοσμίως. Οι εκδόσεις alpha, beta, candidate και οι σταθερές εκδόσεις είναι διαθέσιμες για τους χρήστες, ενώ οι ασταθείς εκδόσεις είναι για τους προγραμματιστές που συμβάλλουν ενεργά στις ενημερώσεις του λογισμικού. Οι πολλαπλές πλατφόρμες των εκδόσεων λογισμικού συγχρονίζονται και κατανέμονται την ίδια στιγμή, αν και μπορεί να διαφέρουν όταν προστίθενται νέες πλατφόρμες (παράλληλα). Η εξέλιξη τους γίνεται με μια μη παραδοσιακή διαδικασία μεταξύ των σταθερών εκδόσεων. Οι εκδόσεις επίσης μπορούν να ονομαστούν με σχήματα ιεραρχικής ονοματολογίας, μερικές φορές με τρία ή και τέσσερα επίπεδα ένθετης αρίθμησης για τις σταθερές και τις ασταθείς εκδόσεις που απευθύνονται σε διαφορετικό κοινό. Ωστόσο η πλειοψηφία των συστημάτων, κυρίως αυτών που είναι μικρού και μεσαίου μεγέθους, δεν συνεχίζουν να αυξάνονται ίσως επειδή το λογισμικό δεν χρησιμοποιείται εντατικά. [8].

F/OSS Systems – Τα προγράμματα ελευθέρου λογισμικού αναπτύσσονται από τα πρώτα ορίσματα που εισάγονται στην εφαρμογή ή τις απαιτούμενες αλλαγές που πρέπει να γίνουν, σε ένα υπάρχον σύστημα το οποίο διανέμεται και εγκαθίσταται ως ένα πρόγραμμα. Τα συστήματα μπορεί να είναι μικρού (<5K SLOC<sup>2</sup>), μεσαίου (5K-100K SLOC), μεγάλου (100K-1000K SLOC) ή πολύ μεγάλου μεγέθους (>1MSLOC), όπου τα δύο τελευταία είναι λιγότερα σε αριθμό, αλλά και περισσότερο γνωστά. Τα περισσότερα μεγάλα προγράμματα ή συστήματα του F/OSS μπορεί να υπάρχουν σε διαφορετικές εκδόσεις, που σχετίζονται όμως μεταξύ τους και προορίζονται για διαφορετικές πλατφόρμες εφαρμογών (MS Windows, Solaris, GNU/Linux, Mac OS X).

F/OSS Applications – Μεγάλη ποικιλία εφαρμογών F/OSS έχει ερευνηθεί για τα πρότυπα εξέλιξης. Αυτά που εξετάστηκαν σε βάθος μέχρι στιγμής είναι ο πυρήνας του Linux, Debian Linux distributions<sup>3</sup>, Mono, Apache Web server, Mozilla Web browser,

Berkeley DB, GNOME ένα σύστημα για την επιφάνεια εργασίας για τον τελικό χρήστη, PostgreSQL DBMS, καθώς και πολλά άλλα. Έχουν γίνει μελέτες για εφαρμογές F/OSS για εκατοντάδες έως και πάνω από 40K συστήματα. [43].

F/OSS Process— Τα συστήματα F/OSS αναπτύχθηκαν και συντηρήθηκαν σύμφωνα με κάποιες διαδικασίες ανάπτυξης. Μικρός αριθμός από πρόσφατες μελέτες παρατηρεί, περιγράφει και συγκρίνει τις διαδικασίες ανάπτυξης των F/OSS με τις παραδοσιακές διαδικασίες στην τεχνολογία λογισμικού [52],[44],[57],[58],[61] έτσι ώστε να σημειωθούν οι διαφορές που εμφανίζονται στις δραστηριότητες και στην οργάνωση της διαδικασίας των F/OSS. Επίσης οι δραστηριότητες που αφορούν τις διαδικασίες έκδοσης των έργων ανοικτού κώδικα μπορεί να ακολουθούν τη δική τους διαδικασία ανάπτυξης και μπορεί να είναι διαφορετική από αυτή που ακολουθούν τα συστήματα κλειστού λογισμικού.

Models of F/OSS Process – Τα υπάρχοντα μοντέλα διαδικασιών ανάπτυξης λογισμικού [Scacchi 2002b] δεν λαμβάνονται υπόψη στις δραστηριότητες ανάπτυξης των F/OSS [31][57][59].

Οι διαδικασίες έκδοσης και packaging μπορεί μερικές φορές να διαφέρουν ή να είναι ίδιες, εξαρτάται από τα συστήματα εφαρμογών λογισμικού και ανάπτυξης. Η διαδικασία ανάπτυξης του F/OSS διαφέρει ριζικά από τη διαδικασία ανάπτυξης του κλειστού λογισμικού έτσι όπως έχει μελετηθεί στους νόμους ανάπτυξης λογισμικού. Οι νόμοι αυτοί εφαρμόζονται, σε μεγάλο βαθμό για τον υπολογισμό της ανάπτυξης του F/OSS.

### **2.1.1.3 Άλλες Εμπειρικές μελέτες για την Εξέλιξη του Λογισμικού**

Έχουν διεξαχθεί και δημοσιευθεί κατά καιρούς ένα σύνολο από άλλες εμπειρικές μελέτες. Ο σκοπός είναι να αναφέρουμε ένα δείγμα από αυτές, οι οποίες εξετάζουν μη-ανοικτά συστήματα λογισμικού και κατά πόσο ακολουθούν, διαφεύδουν, επεκτείνουν ή βελτιώνουν τους νόμους και τη θεωρία εξέλιξης.

Οι Bendifallah et al. στο [6] παρουσιάζουν κάποια ποιοτικά δεδομένα και την ανάλυση από δύο συγκριτικές μελέτες περιπτώσεων που φανερώνουν ότι παρόμοια συστήματα λογισμικού με παρόμοιες ρυθμίσεις έχουν διαφορετική πορεία εξέλιξης. Αναφέρουν ότι οι διαφορές μπορούν να αποδοθούν από το πώς οι συντηρητές και οι τελικοί χρήστες αντιμετωπίζουν τα απρόοπτα στον χώρο εργασίας τους κατά τη διάρκεια συντήρησης των συστημάτων τους.

Οι Tamai et al. στο [63] παρουσιάζουν δεδομένα και κάποιες παρατηρήσεις για ένα μεγάλο σύστημα λογισμικού. Αναφέρουν ότι η διάρκεια ζωής του λογισμικού είναι περίπου 10 χρόνια, κατά μέσο όρο, και ότι οι μικρές εφαρμογές λογισμικού τείνουν να έχουν μικρότερη διάρκεια ζωής. Επίσης αναφέρουν ότι τα συστήματα διαχείρισης (για παράδειγμα οι back office εφαρμογές) έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από ότι τα συστήματα mission-critical. Τέλος, αναφέρουν ότι ορισμένες εταιρίες ακολουθούν πολιτικές που θέτουν την προβλεπόμενη διάρκεια ζωής μιας εφαρμογής του συστήματος από την αρχική έκδοση, και χρησιμοποιούν αυτές τις πληροφορίες για τις επόμενες γενιές του συστήματος.

Οι Perry et al. στο [49] αναφέρουν τα συμπεράσματα που προκύπτουν από μια μελέτη περίπτωσης που αφορά την ανάπτυξη μεγάλων τηλεπικοινωνιακών συστημάτων και δείχνουν αλλαγές που γίνονται μεταξύ των εκδόσεων του συστήματος λογισμικού είναι παράλληλες. Η έννοια της παράλληλης αλλαγής, που μπορεί να αλληλεπιδρά και να αποσταθεροποιεί τις δραστηριότητες συντήρησης λογισμικού, δεν διευκρινίζεται με σαφή τρόπο από τους νόμους εξέλιξης του λογισμικού.

Η πρώτη συστηματική μελέτη των νόμων Belady και Lehman, έγινε από έναν μαθητή του Lehman, τον Chong Hok Yuen [9][10][11]. Η δουλειά του παρουσιάστηκε σε μια σειρά από 3εις εμπειρικές μελέτες, που δημοσιεύτηκαν το 1985, 1987, και 1988, όπου για μεγάλο χρονικό διάστημα ανέλυσε τα σφάλματα που υπήρχαν σε ένα μεγάλο λειτουργικό σύστημα. Έγινε περιγραφή  $4^{\omega}$  ανεξάρτητων μεταβλητών, όμως περιγράφονται μόνο δύο σύνολα αποτελεσμάτων, η τάξη προτεραιότητας (σοβαρότητας) και ο χρόνος απόκρισης. Αναφέρετε μια σειρά αποτελεσμάτων σχετικά με την εμφάνιση και διόρθωση σφαλμάτων και κάποιες παρατηρήσεις. Είναι ενδιαφέρον ότι ο χρόνος που απαιτείται για τη διόρθωση σφαλμάτων δεν αυξάνεται έτσι όπως θα μπορούσαμε να αναμένουμε λόγω της πολυπλοκότητας του συστήματος. Ο συγγραφέας προτείνει ότι η έρευνά του μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση αυτών των καταστάσεων παρατηρώντας το χρόνο απόκρισης ή τον αριθμό των διορθώσεων που εκκρεμούν και επιτρέπει τους διαχειριστές να αναλάβουν δράση για την απόδοση του συστήματος.

Ο Yuen εξετάζει τους πέντε νόμους του Belady και Lehman για τη δυναμική εξέλιξη. Επανεξετάζει τρία διαφορετικά συστήματα των Belady, Lehman, και επιπλέον ένα πλήθος από κάποια άλλα συστήματα, εξετάζει τις εξαρτημένες μεταβλητές συμπεριλαμβάνοντας τον αριθμό και το ποσοστό των μονάδων που χειρίζονται. Αφού

επανεξετάζει τα δεδομένα από προηγούμενες μελέτες, τα χαρακτηριστικά που παρατηρούνται στο OS/ 360 δεν εμφανίζονται απαραίτητα στα άλλα συστήματα, οι δύο πρώτοι νόμοι υποστηρίζονται ενώ οι υπόλοιποι όχι. Ωστόσο σημειώνει ότι οι τελευταίοι νόμοι βασίζονται περισσότερο σε ανθρώπινους οργανισμούς που εμπλέκονται με τη διαδικασία συντήρησης και όχι με τις ιδιότητες του λογισμικού. Στο [11] ο Yuen συνεχίζει να εξετάζει τα δεδομένα από το «B» λειτουργικό σύστημα, μόνο που αυτή τη φορά συμπεριλαμβάνει κάποιες πληροφορίες για εμπορικούς χρήστες του συστήματος, και αναφέρει με λεπτομέρεια πως θα πρέπει να αποφευχθούν ή να επιδιορθωθούν τα σφάλματα.

Ακόμη επισημάνει ότι οι προηγούμενες μελέτες έτσι όπως ορίζει ο ίδιος για την «παγκόσμια» συντήρηση δεδομένων παρατηρούνται σε «παγκόσμιο» επίπεδο, τείνουν να δείξουν κάποια πρότυπα. Αυτά τα αποτελέσματα οδήγησαν στη Δυναμική Εξέλιξη. Εξετάζει την συντήρηση μεγάλου μέρους λογισμικού στο υπό-επίπεδο(sublevel) καθώς και σε “παγκόσμιο” επίπεδο. Τα αποτελέσματα αναλύθηκαν για πέντε εκδόσεις.

Οι Tetsuo Tamai et al. στο [63] χρησιμοποίησαν ερωτηματολόγια στις ιαπωνικές οργανώσεις για να εξετάσουν τις αντικαταστάσεις των εφαρμογών λογισμικού στο διάστημα 5 χρόνων. Αναφέρουν ότι το λογισμικό μικρότερων διαστάσεων τείνει να έχει μικρότερη διάρκεια ζωής, καθώς και ότι οι administrative (personnel, accounting) εφαρμογές έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από ότι επιχειρηματικές εφαρμογές (sales support, manufacturing).

Οι Cook et al. στο [12] εξέτασαν δέκα εκδόσεις ενός τηλεφωνικού διακόπτη(real time telephone switch) πραγματικού χρόνου από μια εταιρία τηλεπικοινωνιών στη Γερμανία. Στόχος τους ήταν η παραγοντική ανάλυση των μετρικών λογισμικού για την πολυπλοκότητα. Επίσης εξέτασαν την εξέλιξη ενός συστήματος και βρήκαν ότι υποστηρίζονται οι νόμοι Εξέλιξης, η συνεχής αλλαγή, αυξανόμενη εντροπία, και η συνολική αλλαγή δεν είναι ομοιόμορφη.

Οι Gefen et al. στο [21] εξέτασαν δύο πρότυπα για τη συντήρηση και τροποποίηση λογισμικού για να προσδιορίσουν αν η κατανομή συντήρησης λογισμικού είναι ομοιογενής. Μελέτησαν τις αναφορές προβλημάτων λογισμικού (Software Problem Reports) από το 4GL σύστημα. Αυτές οι αναφορές χαρακτηρίζονται από τύπο τροποποίησης (διορθωτικό ή προσαρμοστικό), και από τον αριθμό της νέας εφαρμογής. Επιπλέον, παρατήρησαν το πλήθος των τροποποιήσεων που προκαλούνται από τις προηγούμενες τροποποιήσεις και διαπίστωσαν ότι το ποσοστό

των τροποποιήσεων συντήρησης μειώνεται με το χρόνο στο σύνολό του, όχι όμως αν εμφανιστούν σε μεμονωμένες φάσεις, τις οποίες χαρακτηρίζουν ως “σταθεροποίηση”, “βελτίωση” και “επέκταση”.

Σε μια σχετική πρόσφατη μελέτη από τον Basili et al.[3] ο οποίος εξέτασε 25 εκδόσεις 10 διαφορετικών συστημάτων στη NASA Goddard, συμπεριλαμβάνοντας 100 συστήματα λογισμικού με 4.5 εκατομμύρια γραμμές κώδικα (LOC). Ο στόχος της μελέτης ήταν να χαρακτηρίσει τους τύπους των εργασιών συντήρησης και να εξετάσει τη συνολική προσπάθεια και τη συνολική κατανομή σε όλα τα έργα συντήρησης. Η διάρκεια συλλογής δεδομένων ήταν 18 μήνες. Μελέτησε τρεις κατηγορίες συντήρησης που προσδιόρισε ο Swanson (διορθωτική, προσαρμοστική) και ένα σύνολο δραστηριοτήτων συντήρησης για τη κάθε κατηγορία. Βρήκαν ότι οι προσπάθειες διόρθωσης λαθών, απαιτούν μεμονωμένη δραστηριότητα ενώ οι αναβαθμίσεις απαιτούν περισσότερο χρόνο ελέγχου και πιστοποίηση. Οι προσπάθειες για τον σχεδιασμό, την κωδικοποίηση και τη μονάδα ελέγχου (CUT) ήταν παρόμοιες για τις δύο κατηγορίες.

Ο Lehman και οι συνεργάτες του άρχισαν μια νέα σειρά από έρευνες για την εξέλιξη του λογισμικού, που επισημαίνεται ως FEAST έργο. Σε μια πρόσφατη μελέτη, περιγράφουν μια εμπειρική ανάλυση ενός παλιού συστήματος συναλλαγών. Από το σύνολο των 100 εκδόσεων εξέτασαν τις 21. Για τη κάθε έκδοση σημείωσαν το μέγεθος όσον αφορά τον αριθμό των μονάδων καθώς και τον αριθμό των μονάδων που άλλαξε. Επιπλέον, έγιναν κάποια στατιστικά μοντέλα για το μέγεθος της μονάδας ανά έκδοση. Έδειξαν ότι τα πρότυπα ανάπτυξης συστήματος καθιερώθηκαν στην 6<sup>η</sup> έκδοση. Στο άρθρο αυτό συνοψίζουν και ανανεώνουν τους 8 νόμους που αναφέρονται στην εξέλιξη λογισμικού. [40]

Οι Robles-Martínez et al. στο [53] προτείνουν μια μεθοδολογία βασισμένη στην ανάλυση του πηγαίου κώδικα στα αποθετήρια του CVS, από τρεις διαφορετικές οπτικές γωνίες: μέγεθος του πηγαίου κώδικα, αλληλεπίδραση με το σύστημα εκδόσεων και πληροφορίες συγγραφέα. Ο συνδυασμός των τριών προσεγγίσεων παρέχει λεπτομερή και ολοκληρωμένη εικόνα των έργων και της εξέλιξης τους. Αυτή η προσέγγιση εφαρμόζεται στο σύστημα MONO.

Οι Robles-Martínez et al. στο [55] εξετάζουν τη σχέση και τις διαφορές που υπάρχουν μεταξύ του πηγαίου κώδικα και των άλλων αρχείων, αναλύοντας το λογισμικό K Desktop Environment (KDE). Παρουσιάζεται μια ολοκληρωμένη μελέτη

αυτών των αρχείων και της εξέλιξής τους στο χρόνο, αναζητούν πρότυπα και προσπαθούν να εισάγουν από αυτά κάποιες συμπεριφορές των προγραμματιστών με διαφορετικά προφίλ, καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η μελέτη αυτών των αντικειμένων μπορεί να προσφέρει μια άλλη αντίληψη σε συστήματα λογισμικού.

Οι Robles-Martínez et al. στο [54] παρουσιάζουν μια μεθοδολογία για τη μέτρηση και την ανάλυση μεγάλων έργων ελεύθερου λογισμικού. Τα δεδομένα που είναι δημόσια διαθέσιμα και χρησιμοποιούνται για την ανάλυση, λαμβάνονται από το CVS(ένα σύστημα διαχείρισης εκδόσεων αρχείων) . Με εργαλεία CVSanaly που έχουν εφαρμοστεί για αυτή τη μεθοδολογία μπορούν να γίνουν μετρήσεις και αναλύσεις με αυτόματο τρόπο παρέχοντας ιστορικά και πραγματικού χρόνου δεδομένα για το έργο.

Οι K. Crowston et al. στο [15] χρησιμοποιούν δεδομένα που συλλέγονται από 7477 έργα ανοικτού λογισμικού που φιλοξενούνται από το SourceForge. Προτείνουν ότι ένα πρόγραμμα OSS αντιπροσωπεύει στην πραγματικότητα μια εικονική οργάνωση. Αυτή η εικονική οργάνωση είναι σε θέση να αναπτύξει ένα γρήγορο και αξιόπιστο λογισμικό. Τα αποτελέσματα είναι χρήσιμα στο να κατανοήσουμε ποια έργα είναι πιθανό να πετύχουν χρησιμοποιώντας την OSS προσέγγιση.

Η μελέτη του Sandeep Krishnamurthy [35] βασίζεται σε 100 ώριμα προϊόντα του Sourceforge. Θέτει το ερώτημα αν το μοντέλο ανάπτυξης προϊόντος, που βασίζεται στην κοινότητα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν στοιχείο αναγνώρισης του μέσου προϊόντος OSS. Καταλήγει στο συμπέρασμα ότι πλειοψηφία των έργων OSS αναπτύσσεται από μικρό αριθμό ατόμων.

Οι Capiluppi et al. στο [7] παρατηρούν δώδεκα έργα (Arla, Gnuparted, Mutt, Weasel, Bubblemon, Calamaris, Dailystrips, disc-cover, Edna, Motion, Rblcheck, Xautolock). Παρουσιάζουν μια οριζόντια προσέγγιση και στοχεύουν στον χαρακτηρισμό των έργων ανοικτού λογισμικού. Εστιάζουν βαθύτερα στη συλλογή δεδομένων, γιατί πέρα από τις διαθέσιμες μετρικές που μπορούν να υπολογιστούν αυτόματα, υπάρχουν κι άλλα χαρακτηριστικά των έργων που μπορούν να επεκταθούν ή να υπολογιστούν με το χέρι.

Οι Kevin Crowston et al. στο [14] επιλέγουν έργα από το SourceForge που έχουν πάνω από 7 προγραμματιστές και είχαν περισσότερα από 100 σφάλματα τον Απρίλιο 2002. Αναλύουν τις τέσσερις μετρικές(τον αριθμό των μελών στην κοινότητα ανάπτυξης, την δραστηριότητα έργου, την απόδοση διόρθωσης σφαλμάτων, και τον αριθμό των downloads) για τον υπολογισμό επιτυχίας των προγραμμάτων ανοικτού

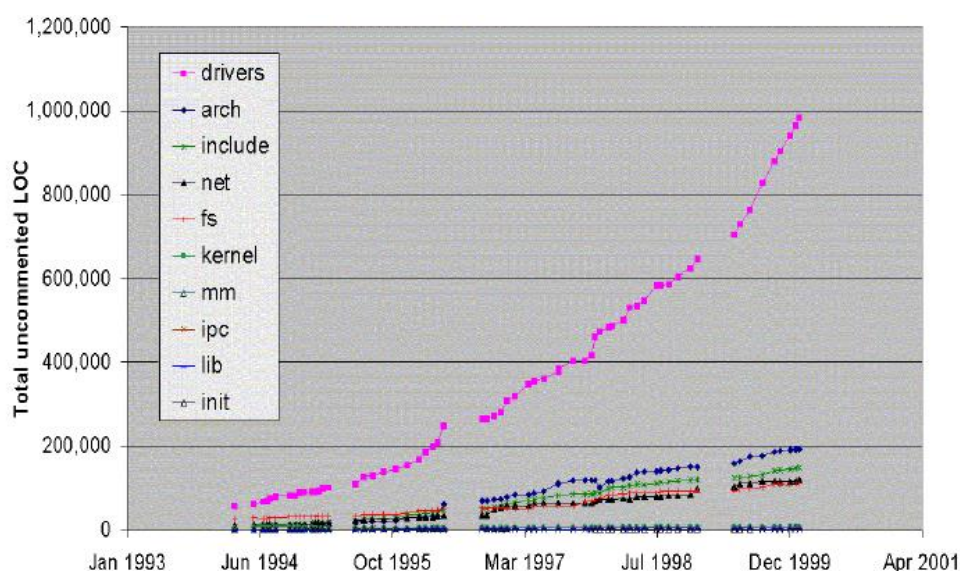
λογισμικού. Ο στόχος της ανάλυσης τους είναι να αξιολογήσουν την εγκυρότητα αυτών των μετρικών, πως αυτές σχετίζονται μεταξύ τους και κυρίως τι γνώσεις παρέχουν για τη διαδικασία ανάπτυξης στα διάφορα έργα λογισμικού.

Οι Audris Mockus et al. στο [44] παρουσιάζουν την ανάπτυξη και τη συντήρηση δύο μεγάλων έργων λογισμικού ανοικτού κώδικα, Apache server και Mozilla. Αναφέρουν κάποιες υποθέσεις και συγκρίνουν το Apache με άλλα εμπορικά έργα. Στη συνέχεια δοκιμάζουν και βελτιώνουν κάποιες από αυτές τις υποθέσεις, που βασίζονται στην ανάλυση των δεδομένων Mozilla.

### 2.1.2 Πρότυπα για την εξέλιξη του λογισμικού ανοικτού κώδικα

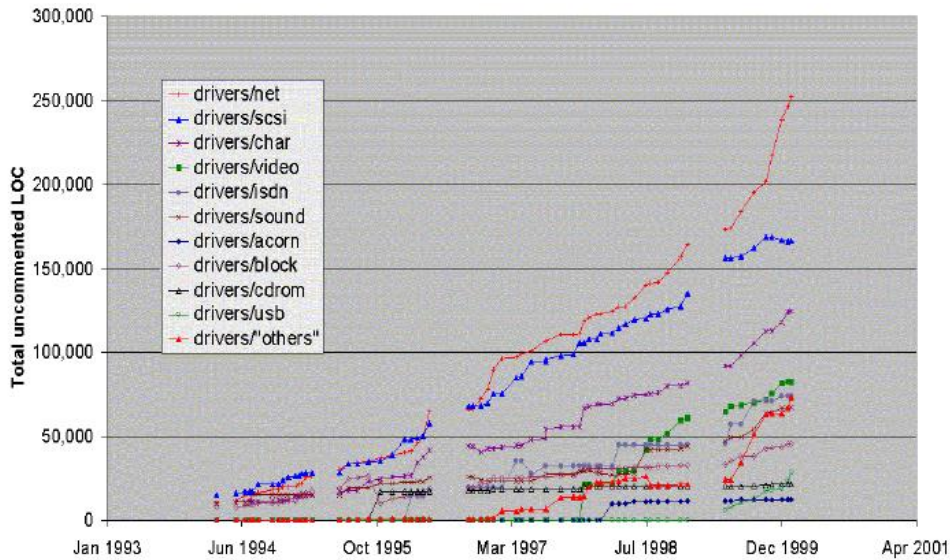
Εδώ παρουσιάζονται κάποια παραδείγματα από μελέτες όπου εξέτασαν F/OSS συστήματα, και επικεντρώνονται κυρίως για το πώς τα αποτελέσματά τους μπορούν να συγκριθούν με εκείνα του Lehman και των συνεργατών του.

Οι Godfrey et al. στο [24] παρουσίασαν μια έρευνα για την ανάπτυξη του Linux κατά το διάστημα 1994-1999, και βρήκαν ότι ο ρυθμός ανάπτυξής του είναι super-linear (δηλαδή παραπάνω από γραμμικός), όπως εμφανίζεται στα σχήματα 2 έως 4. Βρήκαν επίσης παρόμοια πρότυπα στα συστήματα F/OSS για το πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου Vim. Οι Schach et al. στο [56] αναφέρουν τα αποτελέσματα της έρευνας για τον Linux Kernel για τις 96 εκδόσεις [24] και δείχνουν ότι η μονάδα σύζευξης (ή διασύνδεσης) αυξάνεται με εκθετικό (superlinear) ρυθμό. Τα δεδομένα εμφανίζονται στο σχήμα 5.

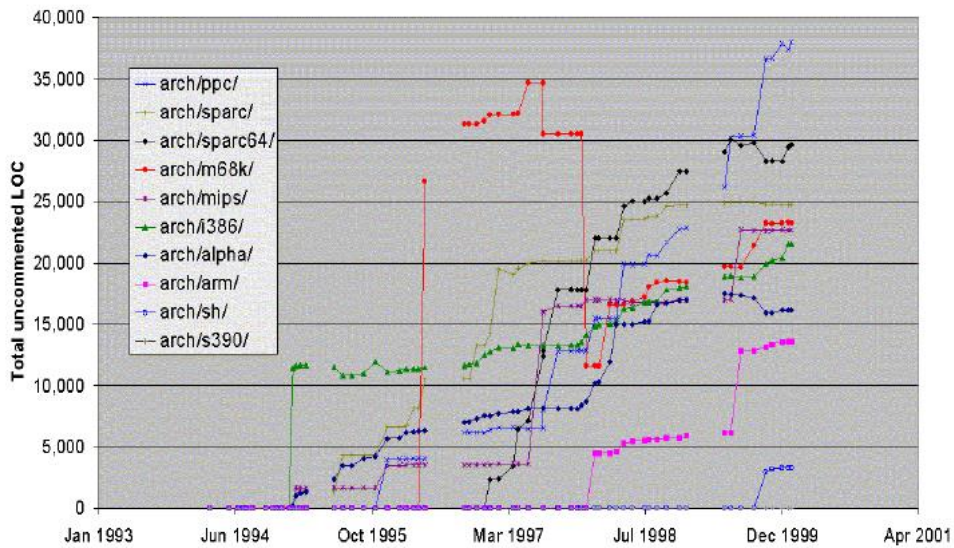


Σχήμα 2 – Δεδομένα που δείχνουν την ανάπτυξη του μεγέθους μεγάλων υποσυστημάτων του πυρήνα του Linux 1994-1999

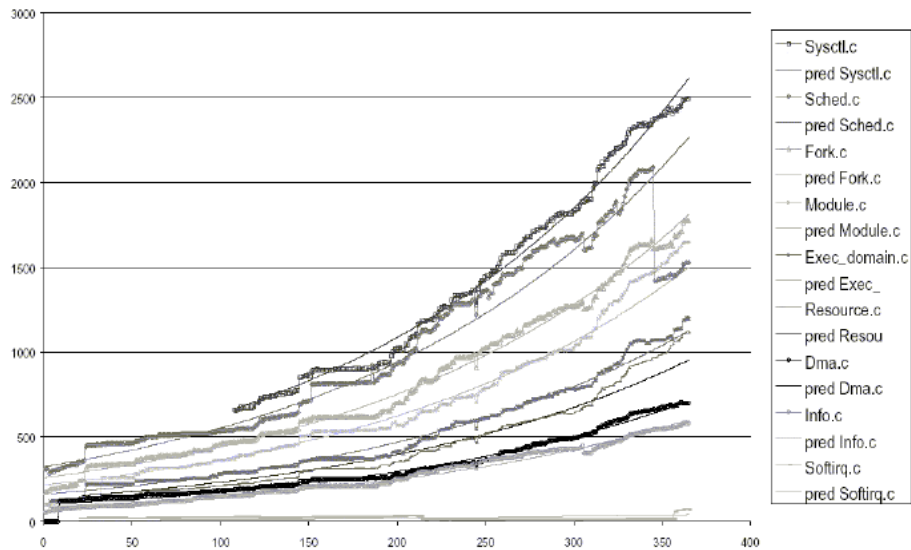




Σχήμα 3- Δεδομένα που δείχνουν την ανάπτυξη του μεγέθους οδηγών συσκευών του πυρήνα του Linux 1994-1999

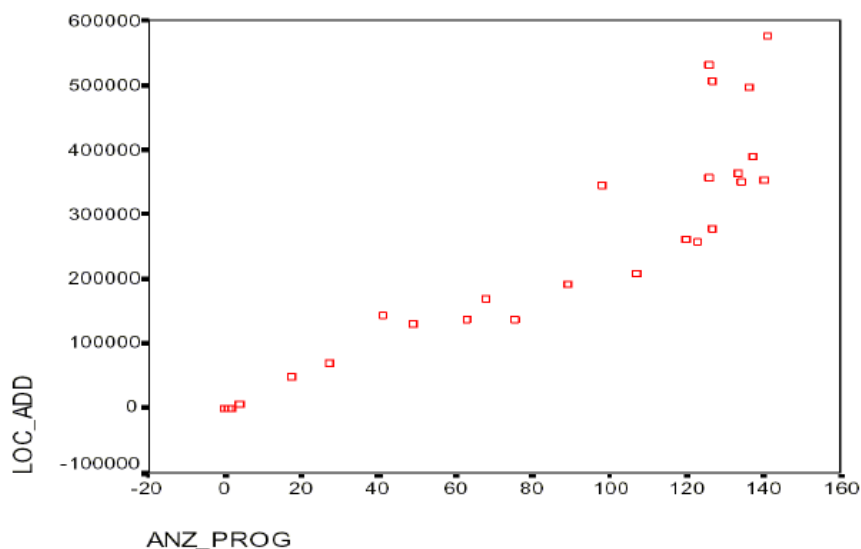


Σχήμα 4- Δεδομένα που δείχνουν την ανάπτυξη του μεγέθους του πυρήνα του Linux για διαφορετικές αρχιτεκτονικές



Σχήμα 5- Μετρήσεις έναντι προβλέψεων της σύζευξης των μονάδων κώδικα του πυρήνα του Linux στις διάφορες γενιές

Οι Koch et al. στο [33] μελέτησαν το GNOME ένα σύστημα για την επιφάνεια εργασίας για τον τελικό χρήστη, (2M+ SLOC) και τα δεδομένα τους δείχνουν ότι το μέγεθος του πηγαίου κώδικα αυξάνεται κατά τη διάρκεια των εκδόσεων με υπέρ-γραμμικό τρόπο καθώς ο αριθμός των προγραμματιστών που συμβάλλουν στον κώδικα του GNOME αυξάνεται. Τα δεδομένα από την έρευνά τους απεικονίζονται στο σχήμα 6.



Σχήμα 6- Ανάπτυξη των γραμμών κώδικα που προστέθηκαν με την αύξηση του πλήθους των προγραμματιστών του GNOME

Σύμφωνα με τους Gonzalez-Barahona et al. στο [25] στα μέσα του 2001, η διανομή του Debian GNU/Linux 2.2 έχει αυξηθεί σε περισσότερο από 55M SLOC, και από τότε έχει υπερβεί στα 100M SLOC στο Debian 3.0.

Η O'Mahony στο [47] παρουσιάζει κάποια δεδομένα από τη δική της μελέτη για το Debian Gnu/Linux που εκτείνεται από το 0.01 του 1993 ως το 3.0 στα τέλη του 2002, δείχνει ότι η το μέγεθος της διανομής αυξάνεται τα τελευταία 5 χρόνια. Τέλος, οι Gonzalez-Barahona et al. [26]παρέχουν δεδομένα για την ανάπτυξη κοινότητας του έργου Apache και του αριθμού των μονάδων, αποκαλύπτοντας και πάλι την superlinear ανάπτυξη στο διάστημα (1999-2004).

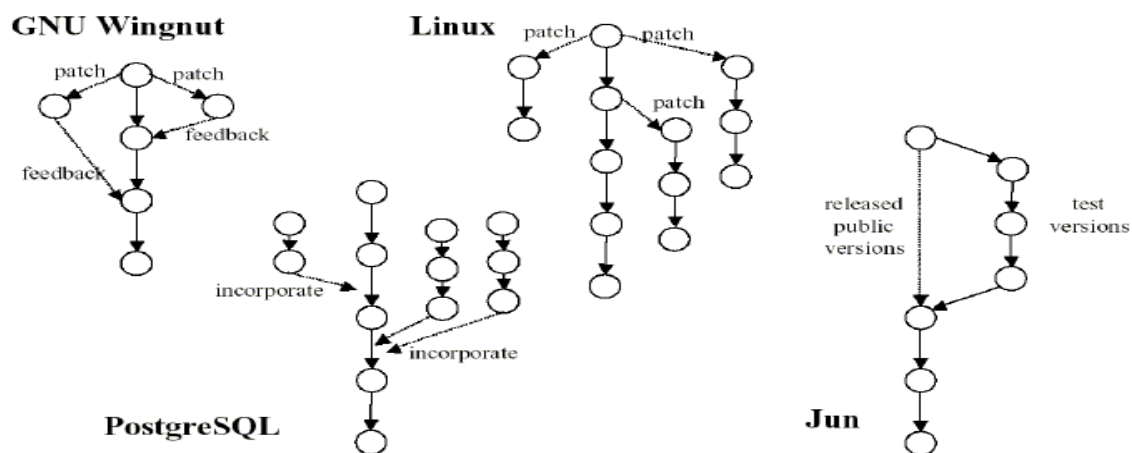
Σε αντίθεση με τους Godfrey and Tu στο [24] που βρήκαν γραμμική ανάπτυξη στα συστήματα Fetchmail, X-Windows, και Gcc (the GNU compiler collection), και υπογραμμική ανάπτυξη στο Pine(email client), το οποίο διαφέρει από το προηγούμενο σύνολο συστημάτων.

Γιατί υπάρχει τόσο μεγάλος ρυθμός ανάπτυξης σε κάποια συστήματα F/OSS(όπως είναι το Linux Kernel, Vim, GNOME, Mono, Debian GNU/Linux distribution, και το έργο Apache), ενώ σε άλλα όχι?

Οι Godfrey and Tu στο [24] στην περίπτωση του πυρήνα Linux αναφέρουν ότι (α) ένα μεγάλο μέρος του πηγαίου κώδικα σχετίζεται με προγράμματα οδήγησης συσκευών (β) μεγάλο μέρος του κώδικα προορίζεται για διαφορετικές πλατφόρμες, όπως φαίνεται στο Σχήμα 4, και (γ) η συνεισφορά στον κώδικα είναι ανοιχτή σε όποιον κάνει την απαιτούμενη προσπάθεια. Επίσης παρατηρούν ότι (δ) τα configurations είναι συγκεκριμένα για τη πλατφόρμα hardware ή την αρχιτεκτονική (Σχήμα 4), και χρησιμοποιούν το 15% του συνολικού πηγαίου κώδικα.

Είναι πιθανό αυτές οι υποθέσεις να ισχύουν και για το GNOME, Vim, Mono and the Apache project, γιατί τα configurations του πηγαίου κώδικα είναι συγκεκριμένα σε διαφορετικά λειτουργικά συστήματα. (Linux, BSD, Windows, or Mac OS/X). Ωστόσο δεν είναι ξεκάθαρο γιατί ισχύει ή όχι για τα συστήματα Fetchmail, X-Windows, Gcc and Pine. Ίσως επειδή τα τελευταία συστήματα είναι μεγαλύτερα σε ηλικία και μπορεί να αναπτύσσονται σε ένα παλαιότερο τεχνολογικό σύστημα (pre-WEB). Ενώ οι Cook et al. στο [13] στη μελέτη σύγκρισης για τα κλειστά συστήματα λογισμικού Logica FW, και το F/OSS σύστημα DB system, βρήκαν ότι η ανάπτυξη τους κατά τη διάρκεια των εκδόσεων, δεν είναι ομοιόμορφα κατανομημένα.

Παρόμοια αποτελέσματα φαίνονται στο Σχήμα 4 από τον Godfrey and Tu [2000]. Οι Nakakoji, Yamamoto, et al., στο [46] αναφέρουν συμπεράσματα από μια συγκριτική μελέτη περίπτωσης τεσσάρων συστημάτων F/OSS, Linux Kernel, Postgres DBMS, GNUWingnut και Jun a 3D graphics library. Τα στοιχεία που προκύπτουν δείχνουν ότι τα συστήματα αυτά παρουσιάζουν διαφορετικά πρότυπα εξέλιξης όπως φαίνεται στο Σχήμα 7. Δείχνει επίσης ότι είναι απαραίτητο να κατανοήσουμε τα πρότυπα ηλικίας και αρχιτεκτονικής των υποσυστημάτων και των μονάδων μεταξύ των εκδόσεων του λογισμικού, είτε σε ανοιχτά είτε σε κλειστά συστήματα λογισμικού, για να κατανοήσουμε καλύτερα αν το σύστημα εξελίσσεται [23]. Αυτή η παρατήρηση προκύπτει από άλλες μελέτες [63][20][18][49].



Σχήμα 7 – Πρότυπα Εξέλιξης συστημάτων λογισμικού που διασπóνται ή ενóνονται κατά την εξέλιξη τεσσάρων έργων ΕΛ/ΛΑΚ

Οι Hunt και Johnson στο [30] αποκάλυψαν την κατανομή του Pareto στον βαθμό συμμετοχής των developers στα έργα του F/OSS, από ένα δείγμα πληθυσμού >30K έργων που βρέθηκε στο SourceForge Web. Τα αποτελέσματά τους δείχνουν ότι η πλειοψηφία των έργων Ελεύθερου λογισμικού έχει μόνο ένα developer, ενώ μικρό ποσοστό έχει μεγαλύτερη ομάδα συμμετοχής.

Οι Madey et al. στο [43] σε μια μελέτη παρόμοια με εκείνη του Hunt και Johnson, διαπίστωσαν ότι η a power law κατανομή χαρακτηρίζει το μέγεθος των έργων F/OSSD για πληθυσμό έργων 40K που άντλησαν από το SourceForge.

Οι Hars και Ou στο [27] ανέφεραν μια παρόμοια τάση, και βρήκαν σύμφωνα με τη δική τους έρευνα ότι περισσότερο από το 60% των developers του F/OSS συμμετέχουν σε άλλα 2-10 έργα ανάπτυξης.

Επίσης οι Capilupppi et al. στο [18] άντλησαν δεδομένα από το SourceForge, χρησιμοποίησαν ένα δείγμα από 400 έργα F/OSSD. Βρήκαν ότι η πλειοψηφία των συστημάτων είναι μικρού ή μεσαίου μεγέθους, και μόνο ένα μικρό ποσοστό είναι μεγάλου μεγέθους. Μόνο τα μεγάλα συστήματα F/OSS τείνουν να έχουν ομάδες ανάπτυξης με περισσότερους από έναν προγραμματιστές. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν μπορούν επίσης να συγκριθούν με τη μελέτη των Tamai και Torimitsu [63] και καταλήγουν ότι τα μικρά συστήματα έχουν μικρότερη διάρκεια ζωής, σε σύγκριση με τα μεγαλύτερα F/OSS συστήματα. Αυτό δείχνει ότι τα αποτελέσματα των ερευνών που αφορούν μεγάλα συστήματα, δεν είναι αντιπροσωπευτικά για την πλειοψηφία των έργων F/OSS. Οι Di Penta et al. στο [17] παρέχουν δεδομένα από μια μελέτη περίπτωσης που εστιάζει στην επανακωδικοποίηση μεγάλων εφαρμογών F/OSS, το GRASS που είναι ένα γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών, και λειτουργεί σε ένα μικρό υπολογιστή χειρός. Η προσπάθειά τους είχε ως στόχο τη μείωση των επαναλήψεων κώδικα, την διαγραφή των μη χρησιμοποιούμενων αρχείων καθώς και την αναδόμηση των βιβλιοθηκών και την αναδιοργάνωσή τους σε κοινές βιβλιοθήκες.

Οι τεχνικές αναβάθμισης συστημάτων λογισμικού ειδικά σε επίπεδο αρχιτεκτονικής δεν έχουν αναφερθεί στους νόμους εξέλιξης λογισμικού. Για παράδειγμα η ελαχιστοποίηση και η αναδόμηση μειώνει το μέγεθος μιας εφαρμογής, και οδηγεί στη βελτίωση της ποιότητας του κώδικα.

Ο Scacchi στο [59] αναφέρει τα αποτελέσματα από μια μελέτη για το έργο GNUenterprise, και βρίσκει ότι η εφαρμογή E-Commerce παρουσιάζει ανάπτυξη καθώς μεγαλώνει και συγχωνεύεται με άλλα ανεξάρτητα συστήματα F/OSS, που κανένα από αυτά δεν σχεδιάστηκε για συγχώνευση. Χαρακτηρίζει αυτή την ασυνεχή ανάπτυξη της λειτουργικότητας και του μεγέθους F/OSS συστημάτων ως architectural bricolage. Αυτό φαίνεται στο Σχήμα 4.

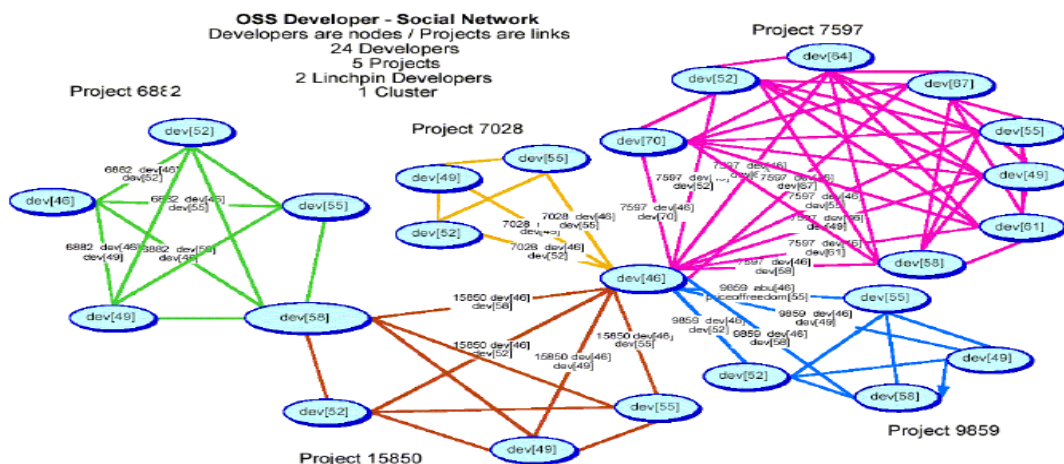
Ο Mockus et al. στο [44] παρουσίασε μια συγκριτική μελέτη περίπτωσης του εξυπηρετητή (server) Apache και Mozilla Web browser. Φαίνεται ότι είναι ευκολότερο να διατηρηθεί η ποιότητα των χαρακτηριστικών του συστήματος για F/OSS κατά τη διάρκεια των εκδόσεων, σε σύγκριση με τα εμπορικά συστήματα τηλεπικοινωνιών κλειστού κώδικα. Επίσης απέδειξαν ότι τα μεγάλα έργα F/OSS πρέπει να έχουν 10-15 προγραμματιστές στην ομάδα ανάπτυξης για να διατηρηθεί η εξέλιξή τους. Αυτός ο δείκτης δείχνει το μέγεθος της ομάδας που πετυχαίνουν μεγάλο ρυθμό ανάπτυξης.

Ωστόσο δεν είναι ξεκάθαρο εάν και πόσο καιρό μπορεί να διατηρηθεί η ανάπτυξη και γιατί ο αριθμός των developers μεταβάλλεται με το χρόνο.

Ο Scacchi [57][59][19][31] και οι συνεργάτες του παρουσιάζουν τα αποτελέσματα που προκύπτουν από συγκριτικές μελέτες περίπτωσης των έργων F/OSS, σε διαφορετικές κοινότητες. Βρήκαν ότι οι απαιτήσεις και οι διαδικασίες έκδοσης διαφέρουν από τα αναμενόμενα χαρακτηριστικά στην τεχνολογία λογισμικού. Επίσης αναφέρουν ότι η εξέλιξη των F/OSS εξαρτάται από την εξέλιξη της κοινότητας προγραμματιστών και την κοινότητα υποστήριξης λογισμικού.

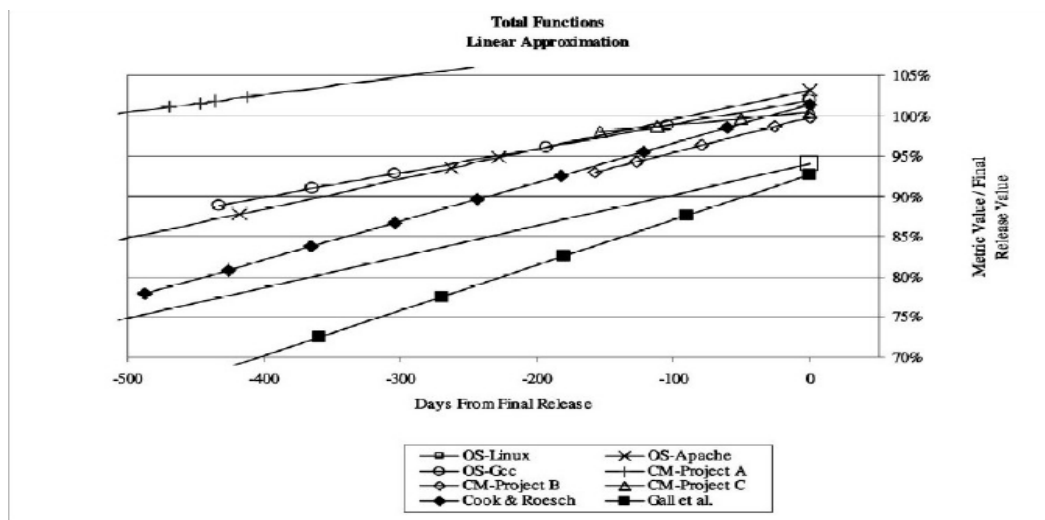
Οι Nakakoji et al στο [46] αναφέρουν ότι τα τέσσερα συστήματα που ερευνούν, συν-εξελίσσονται με τις κοινότητες των προγραμματιστών που τα διατηρούν. Τέλος Gonzalez-Barahona et al στο [26] παρουσιάζουν λεπτομερές σύνολο δεδομένων που οραματίζεται την ανάπτυξη της κοινότητας των προγραμματιστών σε διάστημα 5 χρόνων που αντιστοιχεί στην αύξηση του αριθμού των μονάδων που ενσωματώνονται στο έργο Apache.

Οι Von Hippel et al στο [29] αναφέρουν τα αποτελέσματα στις μελέτες τους και δείχνουν ότι κάποιοι τελικοί χρήστες στα έργα F/OSS γίνονται προγραμματιστές, κι ότι οι περισσότεροι προγραμματιστές είναι τελικοί χρήστες, επιτρέποντας έτσι την ταυτόχρονη εξέλιξη του συστήματος και τη κοινότητα χρηστών-developer. Αυτό προκύπτει και από άλλες μελέτες [44][57][46]. Τέλος, οι Hars και Ou [27], οι Madey et al στο [43] βρήκαν ότι κάποιοι developers τους οποίους χαρακτηρίζουν ως linchpin developers, συμμετέχουν σε πολλά έργα. Αυτοί οι developers δημιουργούν κοινωνικά δίκτυα και διασυνδέουν έργα F/OSS για να μοιράζονται τον πηγαίο κώδικα. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 8.



Σχήμα 8 – Κοινωνικό Δίκτυο Προγραμματιστών ΕΛ/ΛΑΚ μεταξύ πέντε διαφορετικών έργων μέσω δύο κοινών προγραμματιστών.

Ωστόσο, σε όλες τις μελέτες ξεκινώντας από αυτή των Mockus et al στο [44], δεν υπάρχουν αντίστοιχες παρατηρήσεις ή νόμοι που να αναφέρονται για την εξέλιξη των συστημάτων κλειστού λογισμικού. Προφανώς αυτό δεν σημαίνει ότι τα πρότυπα δεν εμφανίζονται στην εξέλιξη του κλειστού λογισμικού. Αντίθετα, προκύπτει ότι κάποιες άλλες μεταβλητές και πρότυπα που δεν υπολογίζονται στις προηγούμενες μελέτες, μπορούν να είναι σημαντικοί παράγοντες και να συμβάλλουν στην εξέλιξη του λογισμικού. Σε μια μελέτη που συγκρίνει ανοικτά και κλειστά συστήματα[48], βρήκαν ότι η συνολική εξέλιξη και των δύο συστημάτων είναι σύμφωνη με τους νόμους Εξέλιξης Λογισμικού, για τα συστήματα που εξέτασαν. Κυρίως στη μοντελοποίηση της ανάπτυξης των συστημάτων, όπως φαίνεται στο Σχήμα 9, σχεδιάζουν γραμμικές προσεγγίσεις για να απεικονίσουν την ανάπτυξη του συστήματος με την πάροδο του χρόνου. Στην εξέλιξη των μεγάλων συστημάτων F/OSS, είναι απαραίτητο η κοινότητα των χρηστών, προγραμματιστών, και χρηστών-προγραμματιστών να συνδέονται. Τα παλαιότερα F/OSS συστήματα που μπορεί να εμφανίστηκαν πριν το F/OSS γνωρίσει ευρεία αναγνώριση, μπορεί να έχουν χαμηλό ποσοστό συν-εξέλιξης.



Σχήμα 9 – Γραμμική προσέγγιση της ανάπτυξης δείγματος ανοιχτού και κλειστού λογισμικού.

Οι Cusumano και Yoffie στο [16] παρουσιάζουν αποτελέσματα από μελέτες περίπτωσης για τη Microsoft και το Netscape και υποδεικνύουν την ισχυρή εξάρτηση που υπάρχει στην κυκλοφορία της alpha και beta έκδοσης για τη βελτίωση των χαρακτηριστικών του συστήματος. Δείχνουν ότι η ικανοποίηση των χρηστών μπορεί να βελτιωθεί εάν μειώσουμε το χρονικό διάστημα μεταξύ των εκδόσεων. Βρήκαν επίσης ότι οι μη σταθερές εκδόσεις (όπως η έκδοση alpha και beta) θα κυκλοφορήσουν για τους χρήστες με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν οι ίδιοι να συμμετέχουν στις δοκιμές

και στη διασφάλιση ποιότητας, και κατά συνέπεια να επηρεάζουν την εξέλιξη του λογισμικού. Η μελέτη τους δεν επιβεβαιώνει ούτε διαψεύδει τους νόμους εξέλιξης λογισμικού, εισάγουν όμως μια νέα δυναμική στην εξέλιξη του λογισμικού καθιστώντας την δραστηριότητα έκδοσης μια ανεξάρτητη μεταβλητή εξόδου.

## 2.2 Εξέλιξη Ποιότητας Ανοιχτού Λογισμικού

Οι Gall et al. στο [20] μελετούν ένα μεγάλο σύστημα τηλεπικοινωνιών. Η ανάπτυξη αυτού του συστήματος που έχει πάνω από 20 κυκλοφορίες, βρίσκει σύμφωνα τους νόμους του Lehman. Παρόλα αυτά, τα μεμονωμένα υποσυστήματα και οι μονάδες ακολουθούν ένα υπόδειγμα εξέλιξης που διαφέρει από τους νόμους του Lehman. Αντιθέτως μερικές φορές εμφανίζουν ανοδική ή καθοδική διακύμανση στο μέγεθός τους σχεδόν σε όλες τις εκδόσεις.

Ο Stefan Koch στο [34] αναλύει ένα μεγάλο δείγμα των έργων ανοιχτού κώδικα από το SourceForge.net. Εξετάζει διάφορες πτυχές των ζητημάτων της ανάπτυξης του ανοιχτού λογισμικού και τι επιπτώσεις έχουν στην εξέλιξη του λογισμικού, πως βοηθούν στην πρόβλεψη των μελλοντικών εξελίξεων, καθώς και στη συντήρηση του έργου κι άλλων χαρακτηριστικών του. Οι μετρικές που χρησιμοποιεί είναι η Line of Codes (LOC) και έναν δείκτη ανάπτυξης ή ωριμότητας. [Software evolution in open source projects—a large-scale investigation]

Οι Young Lee et al στο [37] παρουσιάζουν το JFreeChart, ένα σύστημα ανοικτού λογισμικού και πως εξελίσσεται στη διάρκεια του χρόνου βασισμένοι στο μέγεθος, στις μετρικές fan-in/out και στις μετρικές συνοχής. Παρατηρούν την εξέλιξη 22 εκδόσεων του JFreeChart. Η μελέτη έδειξε ότι υπάρχει σχέση στον αριθμό των κλάσεων και στις μετρικές συνοχής και fan-in/out, και ότι η ομάδα των κλάσεων που προστίθεται έχει καλύτερη ποιότητα από την ομάδα των κλάσεων που αφαιρούνται. Τα αποτελέσματα ακολουθούν τον 1ο, 2ο και 6ο νόμο του Lehman για την Εξέλιξη του Λογισμικού απορρίπτουν όμως τον 7ο νόμο.

Ο Ajlan Al-Ajlan στο [1] εξετάζει την εξέλιξη των συστημάτων ανοικτού λογισμικού με τη χρήση των Eclipse metrics. Χρησιμοποιεί δύο εκδόσεις του έργου Guice Software και αποκαλύπτει τις διαφορές ανάμεσα σ' αυτές τις εκδόσεις μέσα από πέντε μετρικές (Standard Cyclomatic Complexity Metric (SCCM) , Standard Line of Code in Method Metric (SLCM), The Standard Number of Statements Metric (SNSM))



και επίσης εξετάζει τρεις περιοχές στον κώδικα του Guice Software οι οποίες είναι μετρικές πακέτων, μετρικές τύπων και μετρικές μεθόδων.

Οι Murgia, et al. στο [45] εξάγουν δεδομένα από αποθετήρια πηγαίου κώδικα, όπως το CVS και SVN, και από τα συστήματα διαχείρισης σφαλμάτων όπως το Bugzilla. Τα δεδομένα του κώδικα Java αναλύονται με τη χρήση μιας σύνθετης προσέγγισης δικτύου όπου οι κλάσεις είναι οι κόμβοι και οι σχέσεις τους είναι οι ακμές. Ο γράφος χρησιμοποιείται επίσης για τον υπολογισμό των μετρικών Chidamber και Kemerer's. Η προσέγγιση χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση δύο μεγάλων έργων της Java, Netbeans και Eclipse, για να αξιολογήσει τη σχέση που υπάρχει μεταξύ των αντικειμενοστραφών μετρικών και της πρόβλεψης αριθμού σφαλμάτων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το σύστημα Eclipse αναπτύσσεται ακολουθώντας ευέλικτες μεθόδους, με συνεπή τρόπο, και η εξέλιξη του είναι προβλέψιμη. Ενώ η συμπεριφορά του Netbeans, είναι λιγότερο προβλέψιμη όσο αφορά τις αντικειμενοστραφείς μετρικές και τον μέσο αριθμό των ζητημάτων ανά CU. [Empirical study of software quality evolution in open source projects using agile practices]

Οι Chris F. Kemerer et al στο [32] παρουσιάζουν μια σειρά από μεθόδους (Phase Mapping) και τεχνικές που έχουν αναπτύξει και προσαρμόσει για την εμπειρική μελέτη της εξέλιξης του λογισμικού. Με σκοπό να εντοπίσουν και να κατανοήσουν τις φάσεις από τις οποίες περνά και τη διαδρομή που ακολουθεί το σύστημα λογισμικού και πως εξελίσσεται με την πάροδο του χρόνου. Δείχνουν τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την εφαρμογή των μεθόδων και των τεχνικών από άλλους τομείς για την ανάπτυξη του λογισμικού και πως παρά τις δυσκολίες η εξέλιξη του λογισμικού μπορεί να μελετηθεί εμπειρικά.

Οι Godfrey και Tu στο [22] μελέτησαν στο σύνολο 96 εκδόσεις του πυρήνα Linux, συμπεριλαμβάνοντας 34 σταθερές εκδόσεις και 62 εκδόσεις ανάπτυξης. Εξετάζουν την εξέλιξη του πυρήνα Linux σε επίπεδο συστήματος καθώς και σε επίπεδο υποσυστημάτων, συζητούν γιατί το Linux εξακολουθεί να παρουσιάζει συνεχή ανάπτυξη. Η συνεχής εξέλιξή του παρουσιάζει έκπληξη εξαιτίας του μεγέθους του (πάνω από δύο εκατομμύρια γραμμές κώδικα) και του μοντέλου ανάπτυξής του καθώς οι προηγούμενες μελέτες υπέθεταν ότι η ανάπτυξη ενός μεγάλου συστήματος τείνει να επιβραδύνει όσο το σύστημα μεγαλώνει. Χρειάζεται να γίνει εξέταση της φύσης των υποσυστημάτων και των προτύπων εξέλιξής τους προκειμένου κανείς να καταλάβει

πως και γιατί το σύστημα εξελίσσεται στο σύνολό του. [Evolution in Open Source Software: A Case Study]

Οι Israel Herraiz, et al. στο [28], συλλέγουν ένα μεγάλο αριθμό δειγμάτων του προγράμματος και εξετάζουν τις διαφορές που υπάρχουν στις μετρικές χαμηλού επιπέδου (όπως SLOC) και υψηλού επιπέδου (αρχεία) στα έργα ανοιχτού λογισμικού. Δείχνουν ότι τα πρότυπα εξέλιξης με τη χρήση μετρικών SLOC και η μέτρηση των αρχείων είναι παρόμοιες. Επίσης παρατηρούν ότι τα έργα που έχουν συλλέξει για τη μελέτη τους έχουν παρόμοια συμπεριφορά με τις προηγούμενες μελέτες που αφορούν την εξέλιξη του λογισμικού, ενώ κάποια άλλα όχι. [Comparison between SLOCs and number of files as size metrics for software evolution analysis]

Οι Stamelos et al. στο [62] αναφέρουν και αναλύουν τα αποτελέσματα που προκύπτουν από μια πιλοτική μελέτη περίπτωσης. Εξετάζουν την ποιότητα του πηγαίου κώδικα, και εντοπίζουν τις μετρικές δομής, πιο συγκεκριμένα μετρικές που σχετίζονται με το μέγεθος του έργου. Γι' αυτό το σκοπό υπολογίζουν χαρακτηριστικά ποιότητας 100 εφαρμογών που γράφτηκαν για το σύστημα Linux, με τη χρήση εργαλείων λογισμικού και συγκρίνουν τα αποτελέσματα με τα βιομηχανικά πρότυπα. Επίσης εξετάζουν το θέμα της τροποποίησης/διαμόρφωσης (modularity) στο ανοιχτό λογισμικό, ένα χαρακτηριστικό που θεωρείται κρίσιμο από τους υποστηρικτές του ανοιχτού κώδικα για τέτοιου είδους συστήματα. Αξιολογούν τη σχέση μεταξύ του μεγέθους των συστατικών της εφαρμογής και την μέτρηση της ποιότητας μέσω της ικανοποίησης του χρήστη. Καθορίζουν ότι ο μέσος όρος των συστατικών μιας εφαρμογής σχετίζεται αρνητικά με την ικανοποίηση των χρηστών. Υποστηρίζουν ότι η διαδικασία του ανοικτού κώδικα έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

1. τα προγραμματιστικά πρότυπα πρέπει να τηρούνται από τους συμμετέχοντες του έργου κατά την έναρξή του.
2. η στατική ανάλυση σε επίπεδο του πηγαίου κώδικα για την μέτρηση βελτιστοποίησης του κώδικα και τον έλεγχο συμμόρφωσης των κανόνων που επιβάλλονται.
3. η αξιοποίηση των αποτελεσμάτων μέτρησης για διαμόρφωση της νέας έκδοσης  
Φυσικά οι μετρήσεις μπορούν να αναλυθούν περισσότερο για τη βελτίωση της απόδοσης του έργου και να παρέχουν καθοδήγηση για νέα έργα ανοιχτού λογισμικού. Ωστόσο περισσότερες αποδείξεις χρειάζονται για την υποστήριξη κάθε ισχυρισμού που αφορά την ποιότητα. Η ανάλυση πρέπει να εφαρμόζεται σε περισσότερα από ένα έργα.

## 3 Εμπειρικές Μελέτες

Το κεφάλαιο αυτό, στοχεύει στην διερεύνηση της εξέλιξης των έργων λογισμικού ανοιχτού κώδικα ανά κατηγορία λογισμικού. Χρησιμοποιήσαμε μια εμπειρική μέθοδο, και πιο συγκεκριμένα μια μελέτη περίπτωσης, ώστε να μελετήσουμε αν εμφανίζονται διαφορές μεταξύ των τιμών στις μετρικές λογισμικού μεταξύ των κατηγοριών καθώς και αν υπάρχει διαφορά στο ρυθμός μεταβολής των μετρικών ανά κατηγορία.

### 3.1 Μεθοδολογία

Παρακάτω παρουσιάζουμε τη μεθοδολογία με την οποία δουλέψαμε, δηλαδή τα ερωτήματα της έρευνας, τη διαδικασία που ακολουθήσαμε στη μελέτη περίπτωσης και τις μεθόδους ανάλυσης των δεδομένων.

#### 3.1.1 Τα ερωτήματα της έρευνας

Στην ενότητα αυτή θέτουμε τα ερωτήματα που ερευνούμε στη μελέτη μας.

Q1: Υπάρχουν διαφορές στις τιμές των μετρικών χαμηλού επιπέδου ανά κατηγορία;

Q2: Υπάρχουν διαφορές στις τιμές των μετρικών υψηλού επιπέδου ανά κατηγορία;

Q3: Υπάρχει διαφορά στον ρυθμό μεταβολής των μετρικών χαμηλού επιπέδου ανά κατηγορία;

Q4: Υπάρχει διαφορά στον ρυθμό μεταβολής των μετρικών υψηλού επιπέδου ανά κατηγορία;

#### 3.1.2 Πλάνο της μελέτης περίπτωσης

Σύμφωνα με το [4], για να διενεργηθεί σωστή μια εμπειρική μελέτη, πρέπει να φτιάξουμε πρώτα ένα πλάνο μελέτης. Στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης το πλάνο αποτελείται από μια διαδικασία πέντε βημάτων:

1. Επιλογή των κατηγοριών του λογισμικού ανοιχτού κώδικα που θα μελετήσουμε.
2. Εύρεση ενός αριθμού εφαρμογών, που πληρούν τα κριτήρια επιλογής για κάθε κατηγορία.
3. Υπολογισμός μετρικών υψηλού και χαμηλού επιπέδου.
4. Σύνοψη των δεδομένων.

5. Ανάλυση των δεδομένων όσον αφορά τα ερωτήματα της έρευνας.

Σε αυτή τη μελέτη χρησιμοποιήσαμε έργα ανοιχτού λογισμικού που χωρίζονται στις εξής κατηγορίες: 1) Mobile 2) Internet 3) Text Editors 4) Scientific Engineering 5) Security 6) Printing 7) Terminals 8) Office Business 9) System 10) Education 11) Games Entertainment 12) Desktop Environment 13) Software Development 14) Communications 15) Multimedia.

Το SourceForge περιλαμβάνει χιλιάδες έργα ανοιχτού λογισμικού. Υπάρχουν τρία στάδια στη συλλογή δεδομένων από το SourceForge τα οποία είναι η λήψη ενημερωμένων δεδομένων, η ανάλυση και η σύνοψη. Για το κάθε στάδιο απαιτούνται κάποιες ξεχωριστές επιλογές μιας και το κάθε ένα από αυτά παρουσιάζει τις δικές του δυσκολίες. Επίσης είναι σημαντικό να εξασφαλιστεί ότι το SourceForge λειτουργεί σωστά στη διάρκεια της συλλογής δεδομένων. Στο στάδιο της σύνοψης απαιτείται ένα ιστορικό συμβάντων, μια ανάλυση για τη διάρκεια ζωής των δεδομένων και μια κατάσταση σφαλμάτων.

Πολλά ζητήματα πρέπει να εξεταστούν για την ανάλυση και την ερμηνεία των δεδομένων από το SourceForge. Πρέπει να γίνει προσεκτική εξέταση στην επιλογή των μεταβλητών ελέγχου οι οποίες πρέπει να είναι ξεχωριστές από τις μεταβλητές ανάλυσης. Επίσης στο SourceForge συναντάμε πλήθος από δεδομένα που είναι ανώνυμα δηλαδή δεν αντιστοιχούν σε κάποιον συμμετέχοντα. Για κάποιες αναλύσεις αυτό δεν έχει επιπτώσεις ενώ για κάποιες άλλες μπορεί να παίζει σημαντικό ρόλο. Τα έργα στο SourceForge έχουν διαφορετική μορφή, μέγεθος και δομή, με αποτέλεσμα τα δεδομένα να είναι πολύ ασύμμετρα.

### **3.1.3 Μέθοδοι Ανάλυσης Δεδομένων**

Παρακάτω παρουσιάζουμε τις μεταβλητές και τις μετρικές που χρησιμοποιήσαμε:

1. Όνομα Λογισμικού
2. Έκδοση
3. Κατηγορία
4. Reusability
5. Functionality
6. Extendibility

7. Understandability
8. Effectiveness
9. Flexibility
10. Design Size
11. Hierarchies
12. Inheritance
13. Coupling
14. Cohesion
15. Aggregation
16. Polymorphism
17. Abstraction
18. Encapsulation
19. Complexity
20. Messaging

Για κάθε μερική διατηρήθηκε μια μεταβλητή. Οι μεταβλητές είναι: απόλυτη τιμή, διαφορά και ρυθμός μεταβολής.

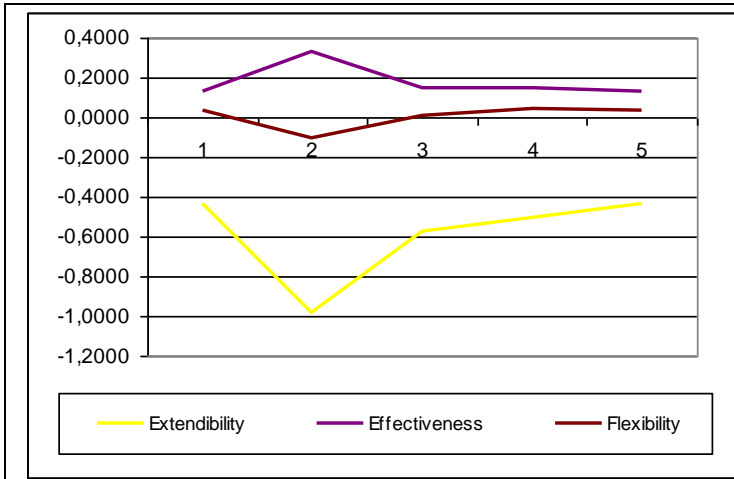
Κατά τη διάρκεια της ανάλυσης στην έρευνά μας, χρησιμοποιήσαμε στατιστικές τεχνικές οι οποίες είναι:

- Περιγραφική Στατιστική (Descriptive statistics)
- Έλεγχος Υποθέσεων (Independent sample t-test)

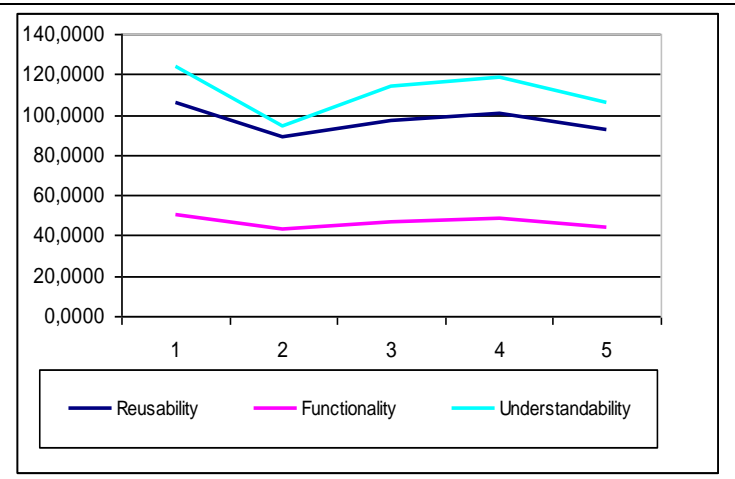
### **3.2 Περιγραφική Στατιστική**

Στην ενότητα της περιγραφικής στατιστικής θα παρουσιαστούν ενδεικτικά οι τιμές των μετρικών σε κάθε γενιά για ένα λογισμικό της κάθε υπό διερεύνηση κατηγορίας.

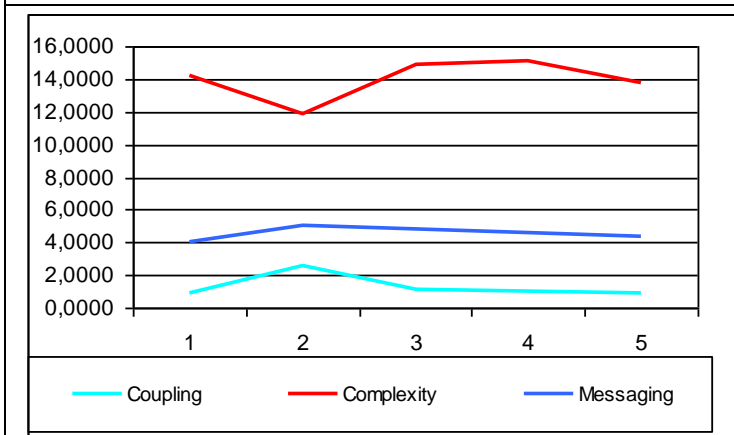
Πιο συγκεκριμένα, στις εικόνες 1 έως 4 παρουσιάζονται οι τιμές των μετρικών υψηλού και χαμηλού επιπέδου για το λογισμικό Mobile Sudoku Solver, της κατηγορίας Mobile.



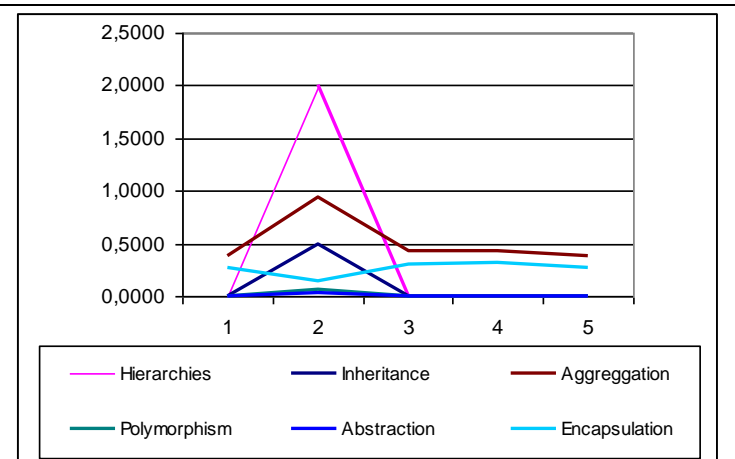
Εικόνα1



Εικόνα2

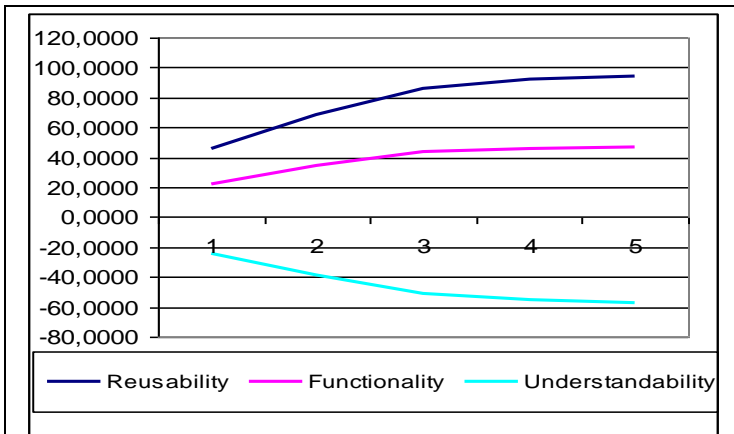


Εικόνα3

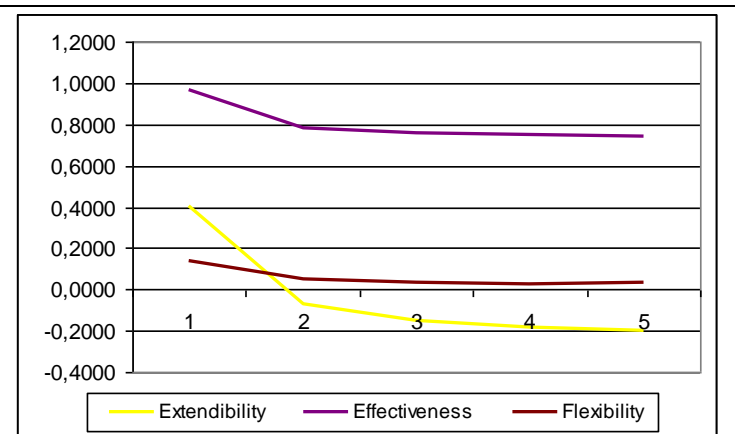


Εικόνα4

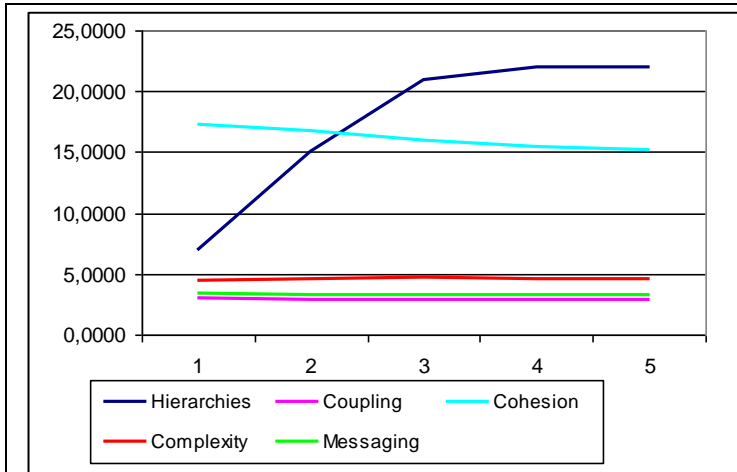
Στις εικόνες 5-8 παρουσιάζονται οι τιμές των μετρικών υψηλού και χαμηλού επιπέδου για το λογισμικό JGraphT, της κατηγορίας Internet.



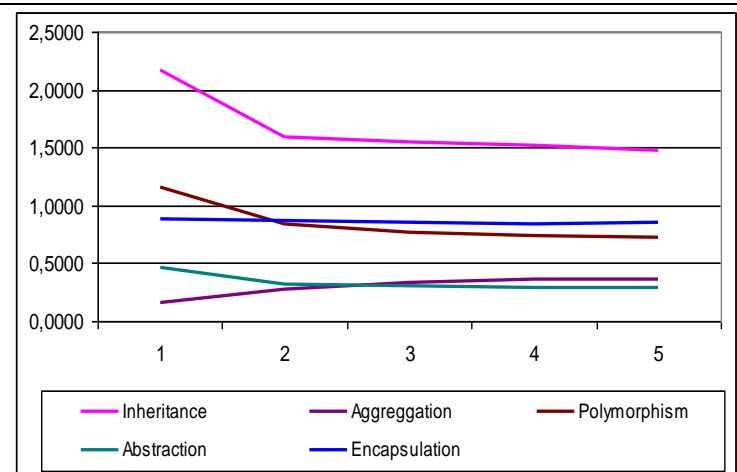
Εικόνα5



Εικόνα6

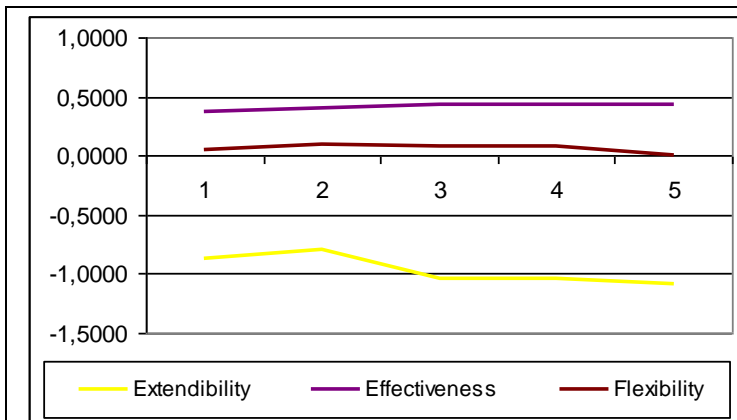


Εικόνα7

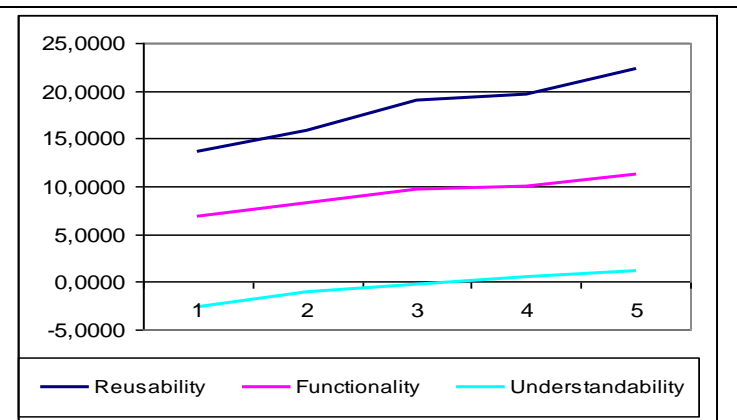


Εικόνα8

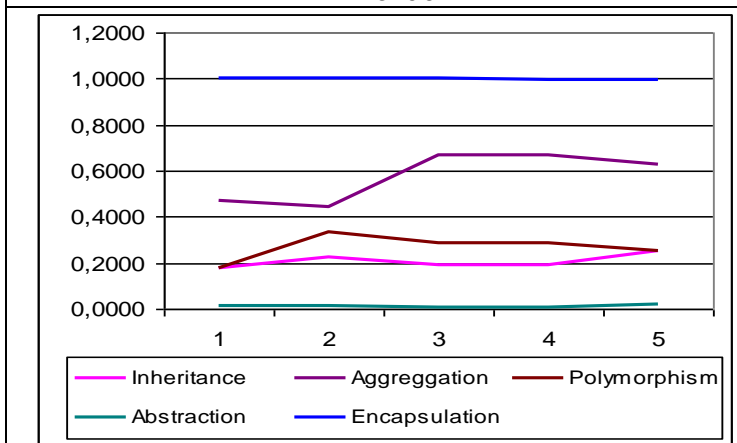
Στις εικόνες 9-12 παρουσιάζονται οι τιμές των μετρικών υψηλού και χαμηλού επιπέδου για το λογισμικό Jortho- Java Orthography Checker, της κατηγορίας Text Editors.



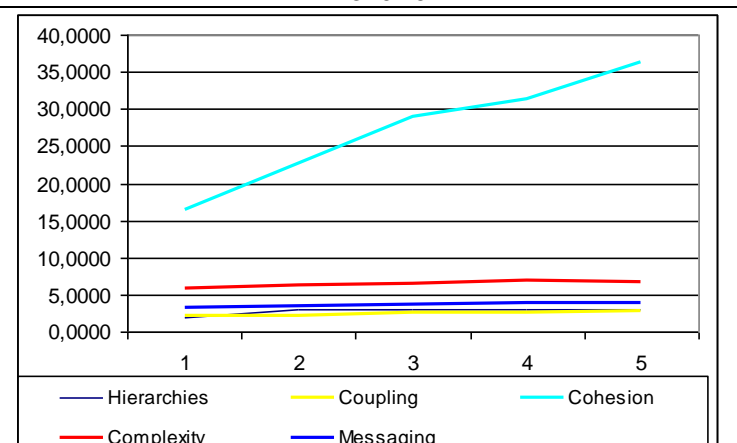
Εικόνα9



Εικόνα10

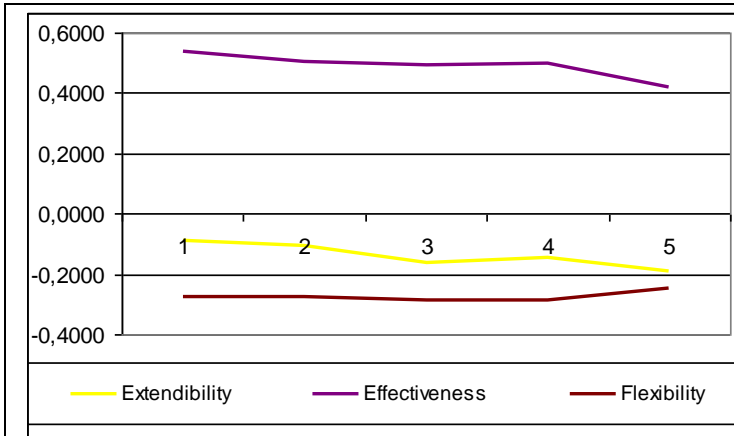


Εικόνα11

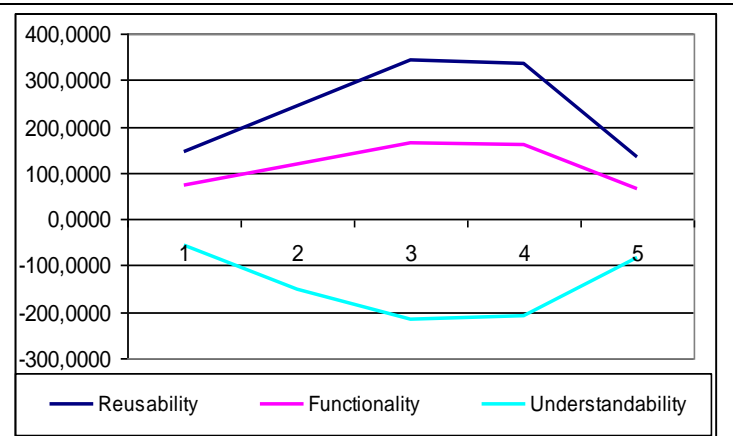


Εικόνα12

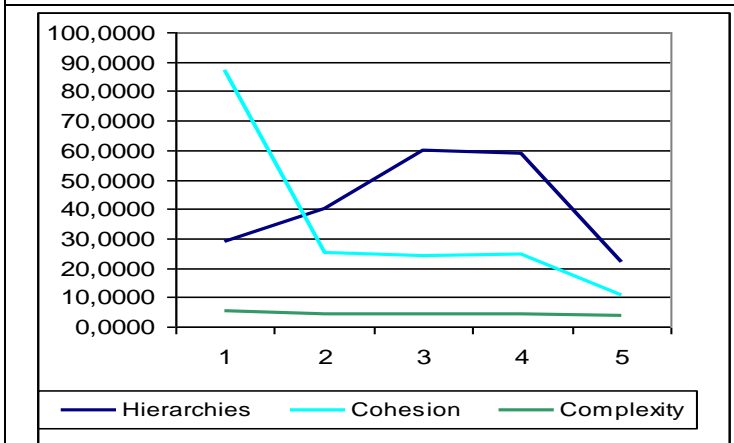
Στις εικόνες 13-16 παρουσιάζονται οι τιμές των μετρικών υψηλού και χαμηλού επιπέδου για το λογισμικό GeoAPI, της κατηγορίας Scientific Engineering



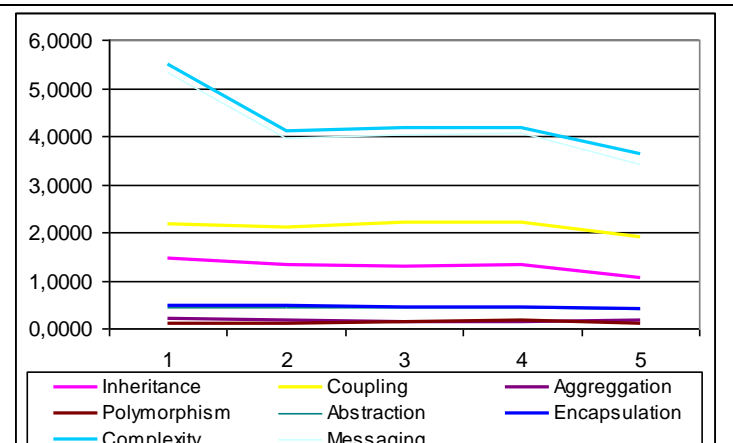
Εικόνα13



Εικόνα14

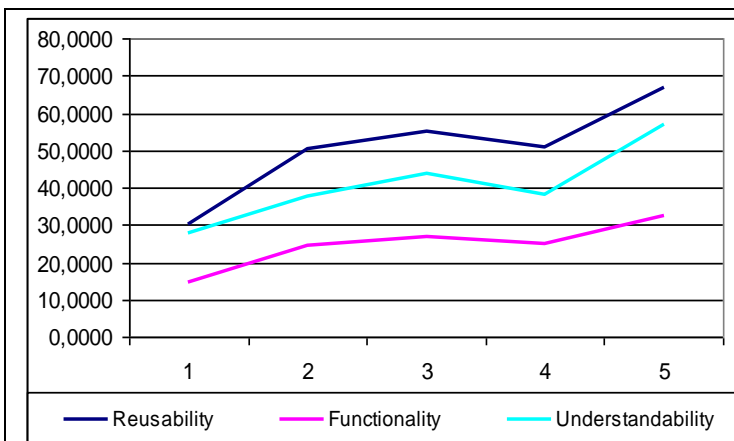


Εικόνα15

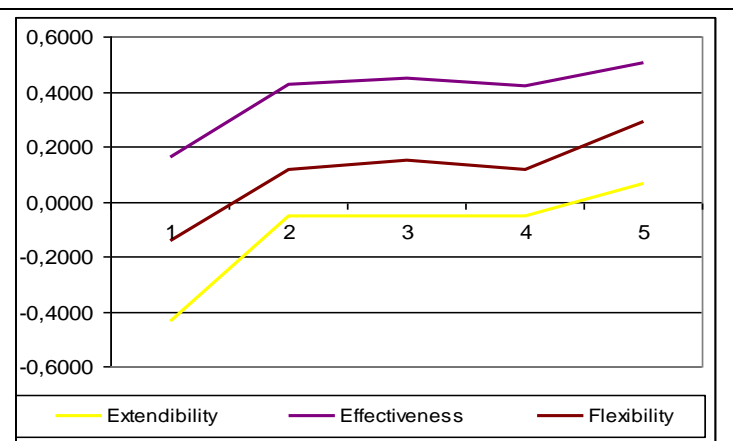


Εικόνα16

Στις εικόνες 17- 20 παρουσιάζονται οι τιμές των μετρικών υψηλού και χαμηλού επιπέδου για το λογισμικό JLine-Java console input library, της κατηγορίας Security.

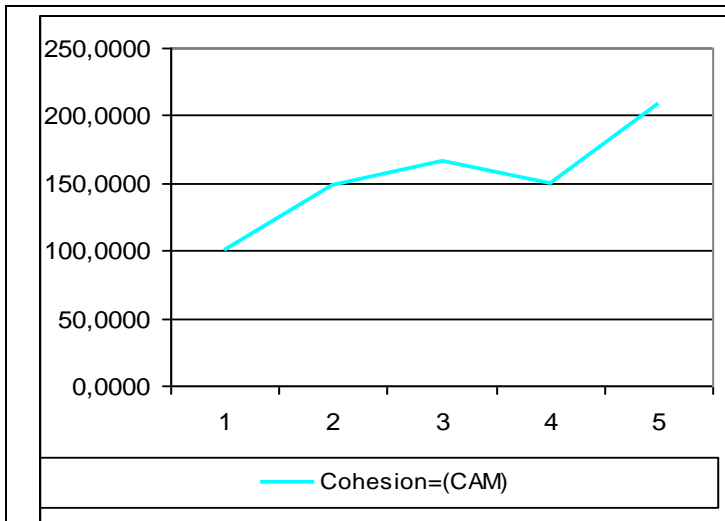


Εικόνα17

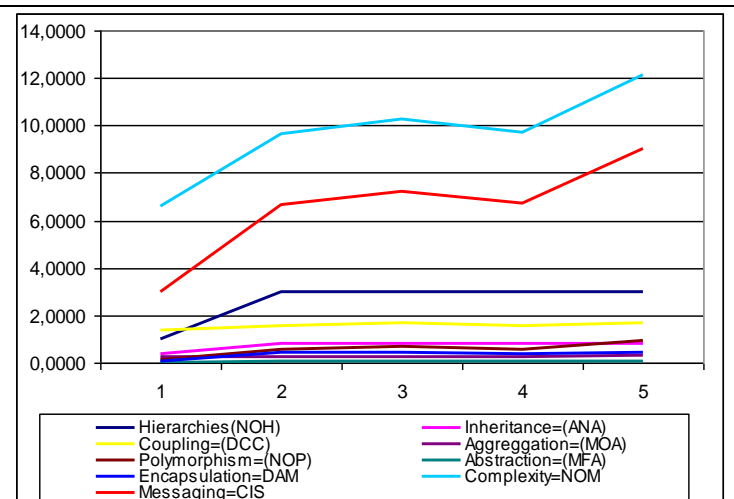


Εικόνα18



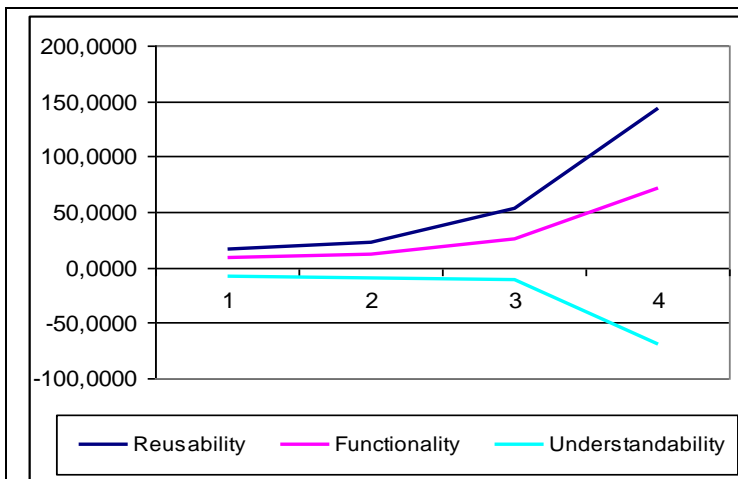


Εικόνα19

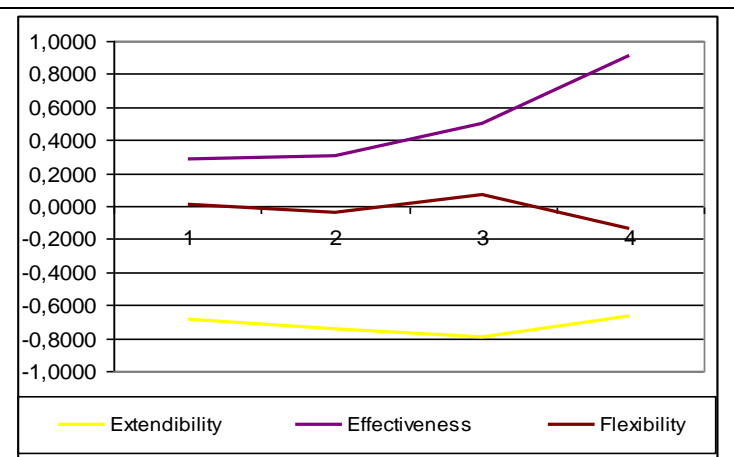


Εικόνα20

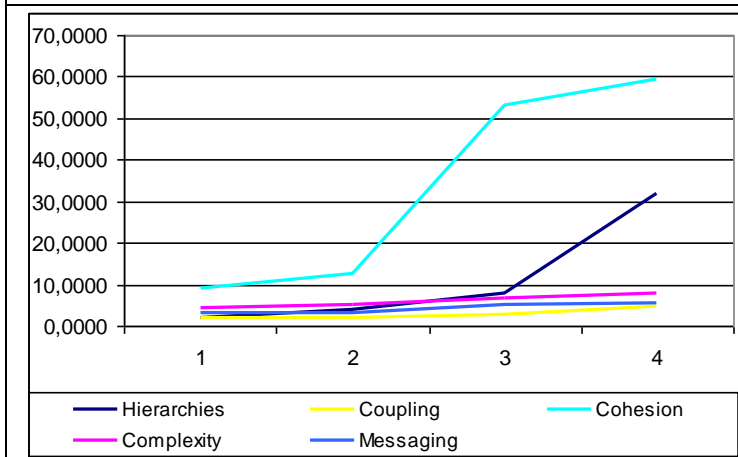
Στις εικόνες 21-24 παρουσιάζονται οι τιμές των μετρικών υψηλού και χαμηλού επιπέδου για το λογισμικό JasperEdit, της κατηγορίας Printing.



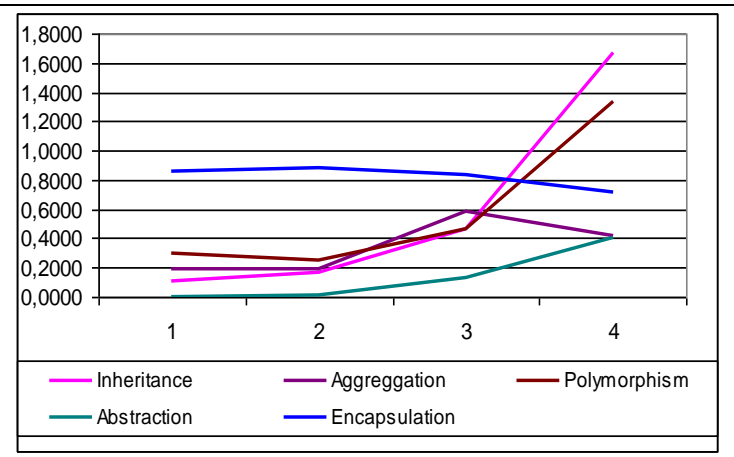
Εικόνα21



Εικόνα22

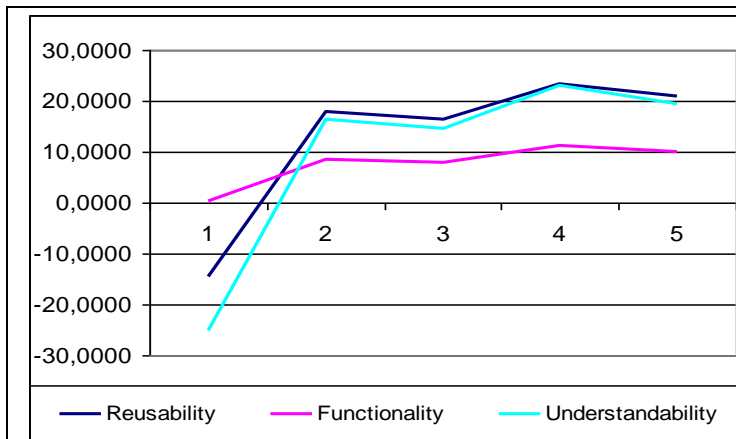


Εικόνα23

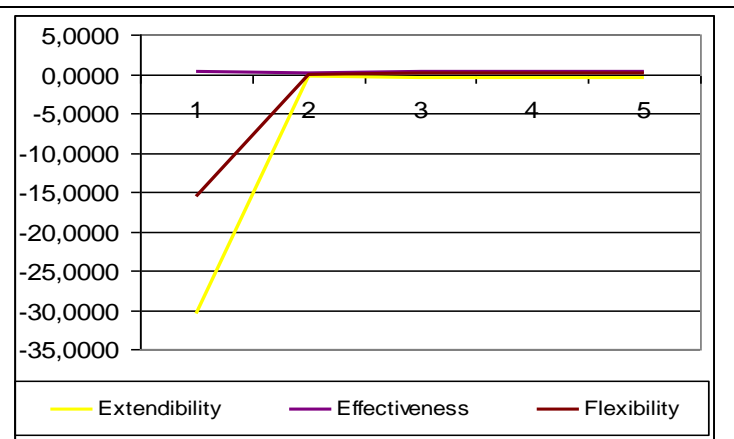


Εικόνα24

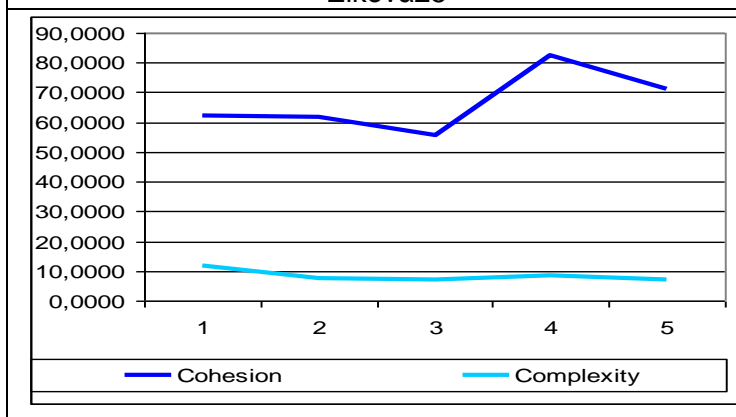
Στις εικόνες 25-28 παρουσιάζονται οι τιμές των μετρικών υψηλού και χαμηλού επιπέδου για το λογισμικό easyvost, της κατηγορίας Terminals.



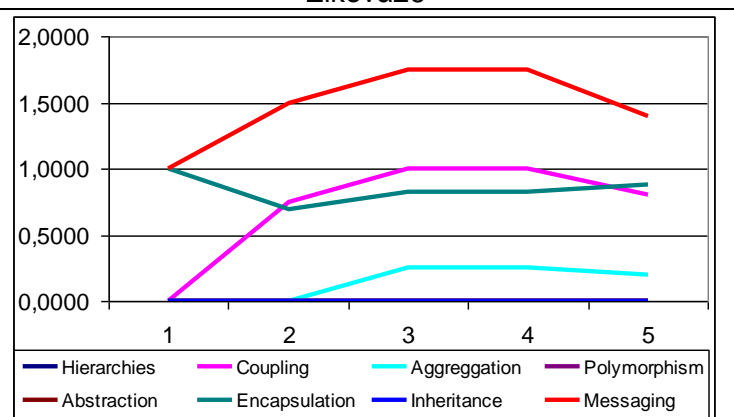
Εικόνα25



Εικόνα26

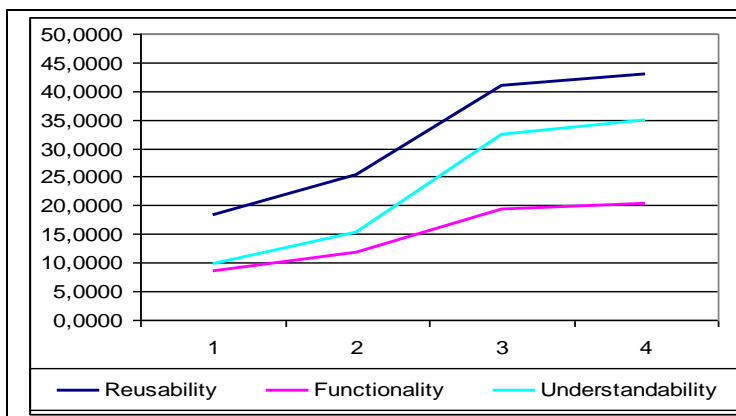


Εικόνα27

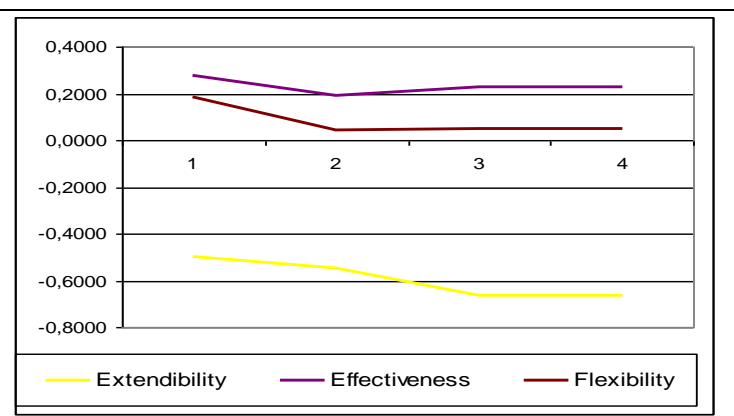


Εικόνα28

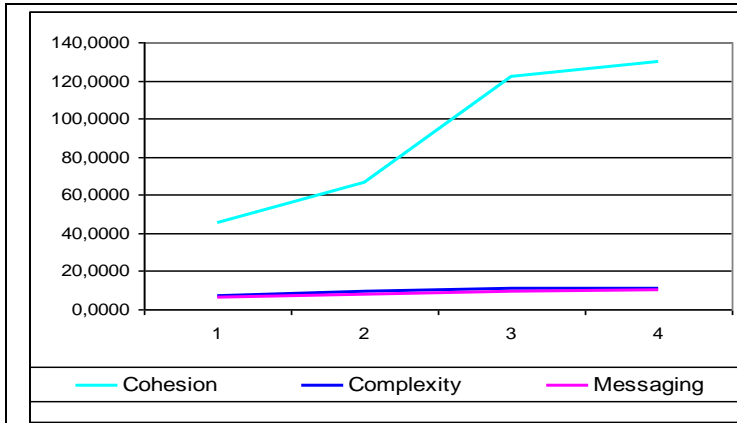
Στις εικόνες 29-32 παρουσιάζονται οι τιμές των μετρικών υψηλού και χαμηλού επιπέδου για το λογισμικό TextWiz console input library, της κατηγορίας Office Business.



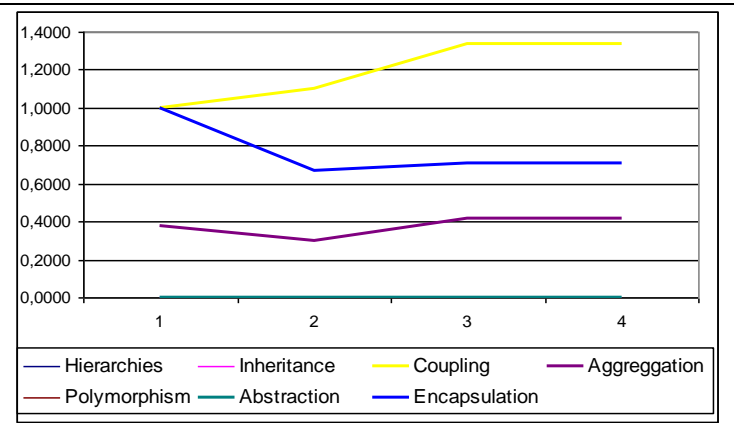
Εικόνα29



Εικόνα30

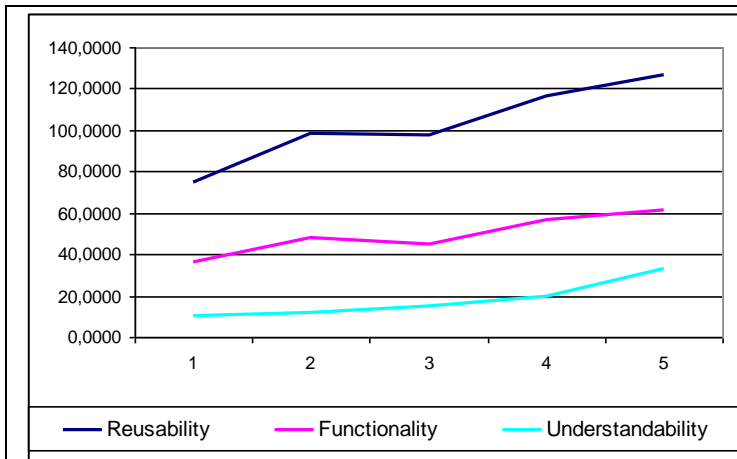


Εικόνα31

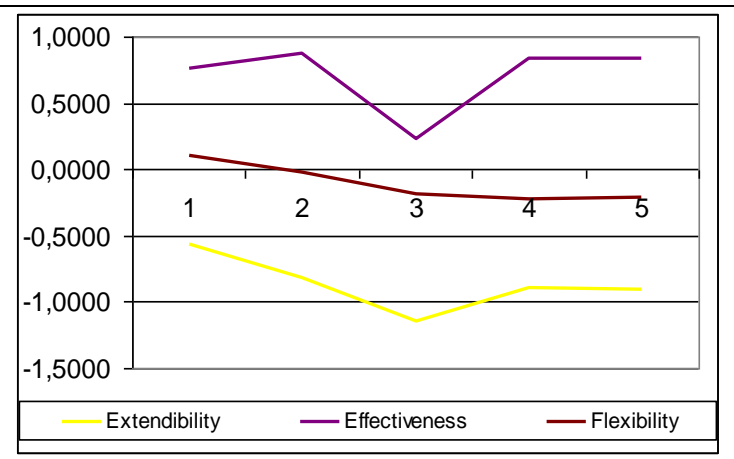


Εικόνα32

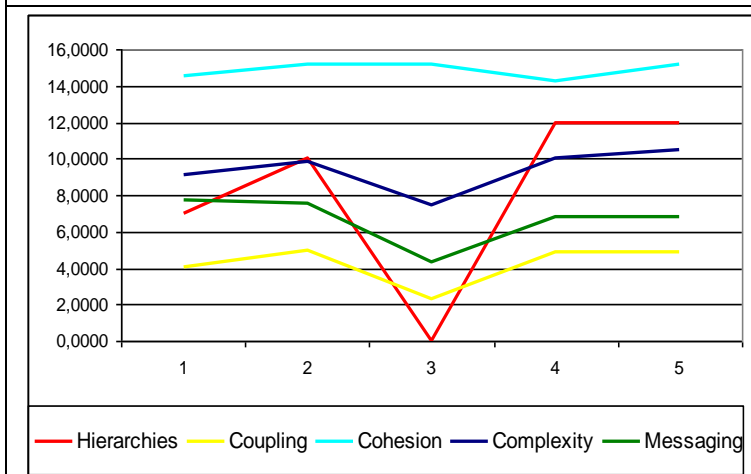
Στις εικόνες 33-36 παρουσιάζονται οι τιμές των μετρικών υψηλού και χαμηλού επιπέδου για το λογισμικό BlueCove, της κατηγορίας System.



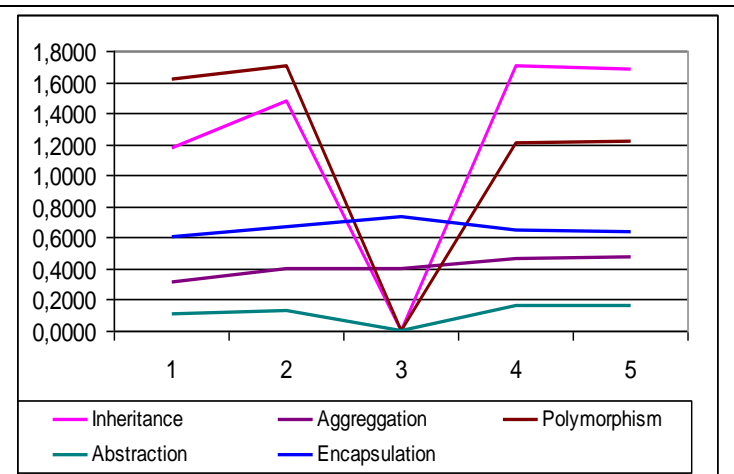
Εικόνα33



Εικόνα34

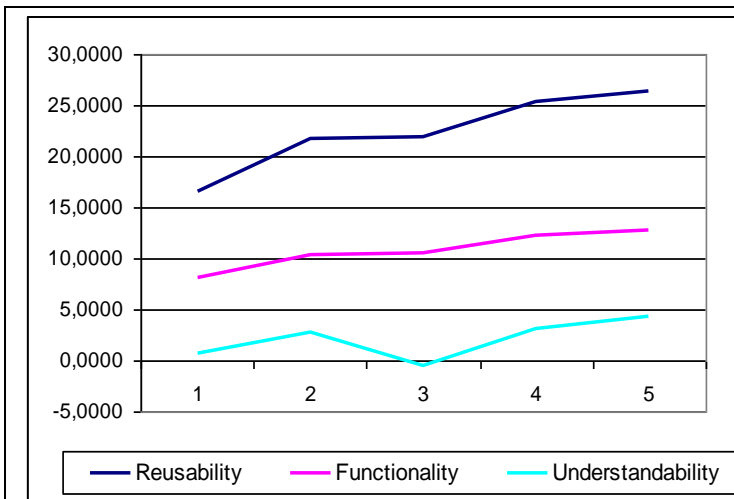


Εικόνα35

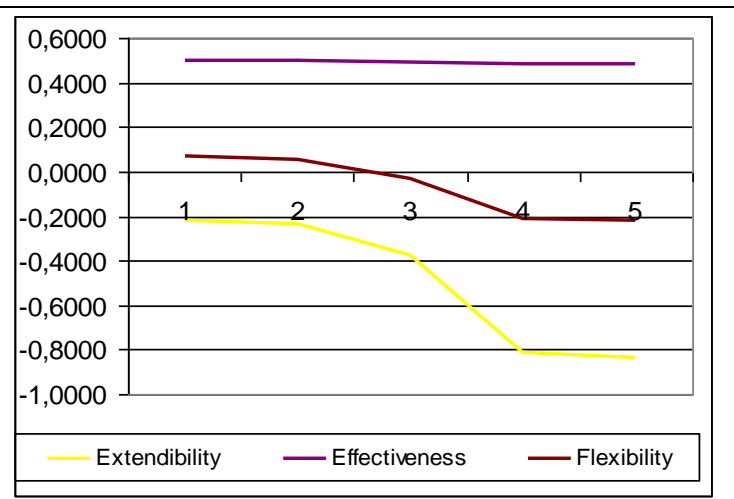


Εικόνα36

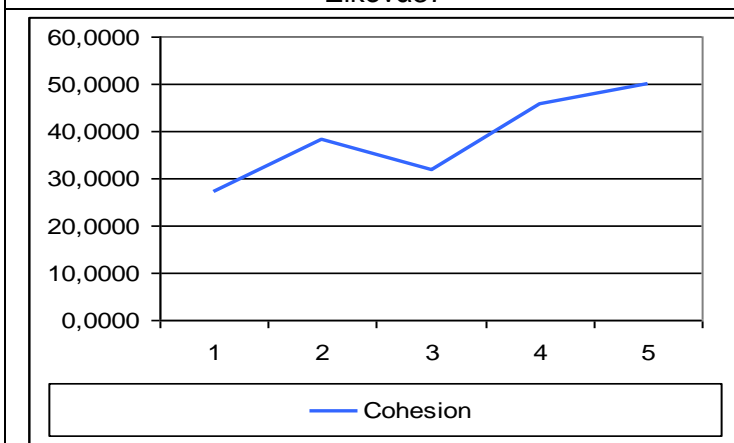
Στις εικόνες 37-40 παρουσιάζονται οι τιμές των μετρικών υψηλού και χαμηλού επιπέδου για το λογισμικό 3DHIV, της κατηγορίας Education.



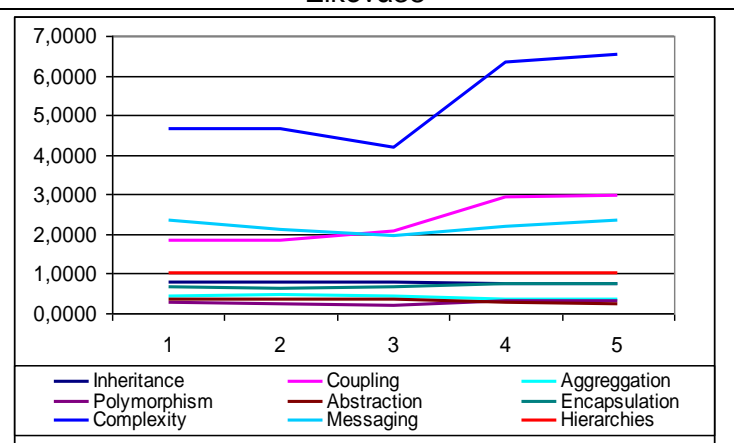
Εικόνα37



Εικόνα38

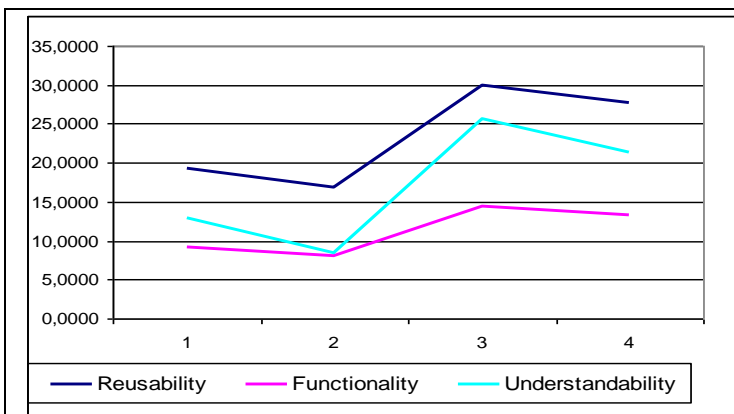


Εικόνα39

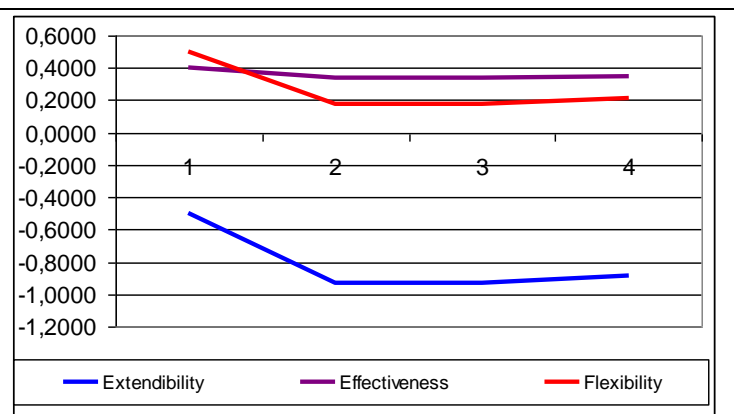


Εικόνα40

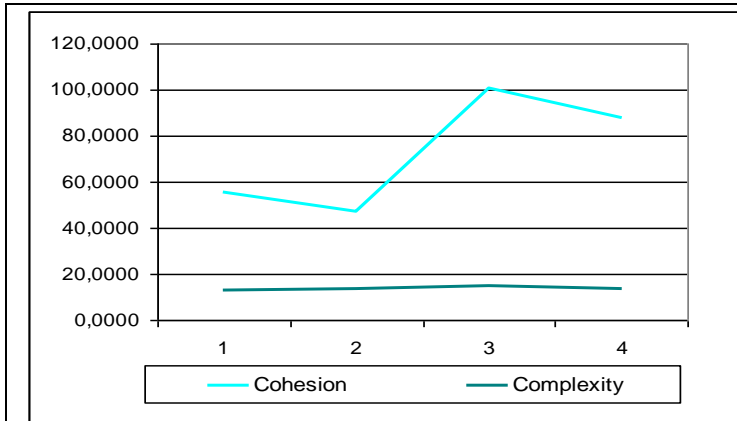
Στις εικόνες 41-44 παρουσιάζονται οι τιμές των μετρικών υψηλού και χαμηλού επιπέδου για το λογισμικό Free Sudoku, της κατηγορίας Games Entertainment.



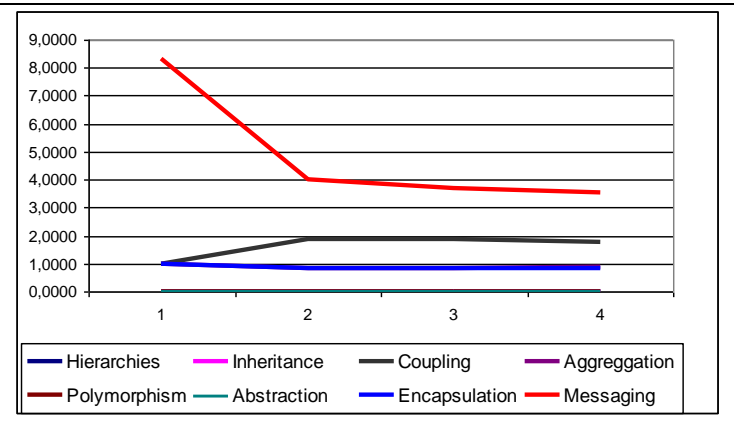
Εικόνα41



Εικόνα42

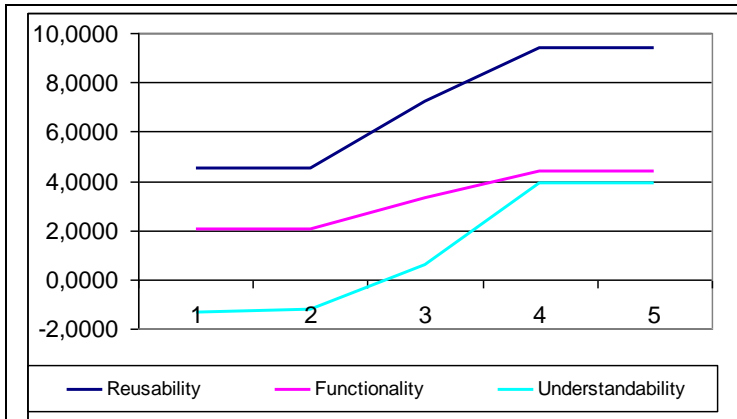


Εικόνα43

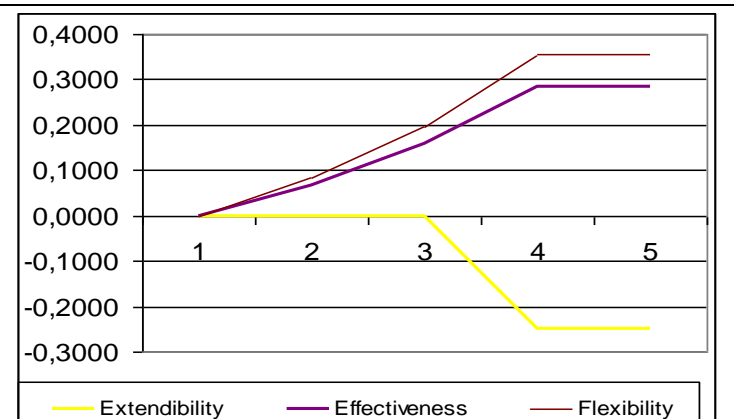


Εικόνα44

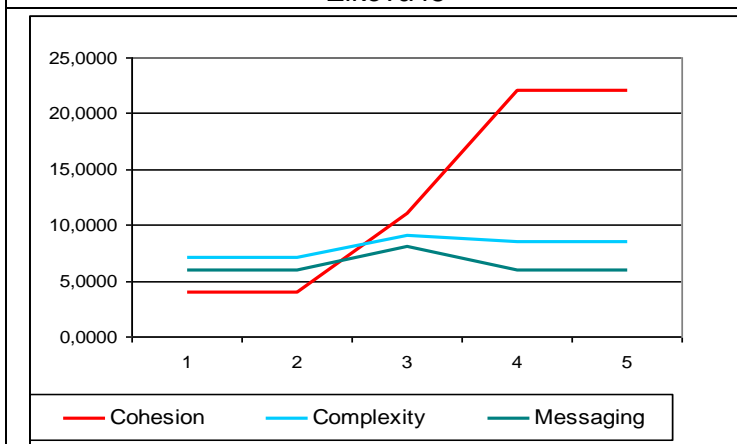
Στις εικόνες 45-48 παρουσιάζονται οι τιμές των μετρικών υψηλού και χαμηλού επιπέδου για το λογισμικό PrintMyFolders, της κατηγορίας Desktop Environment.



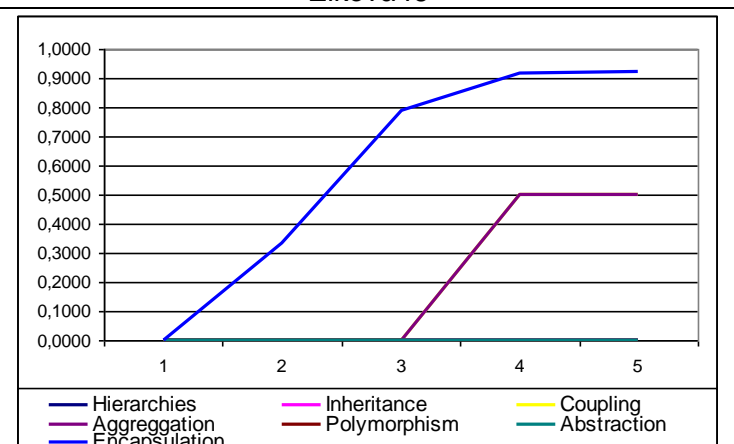
Εικόνα45



Εικόνα46

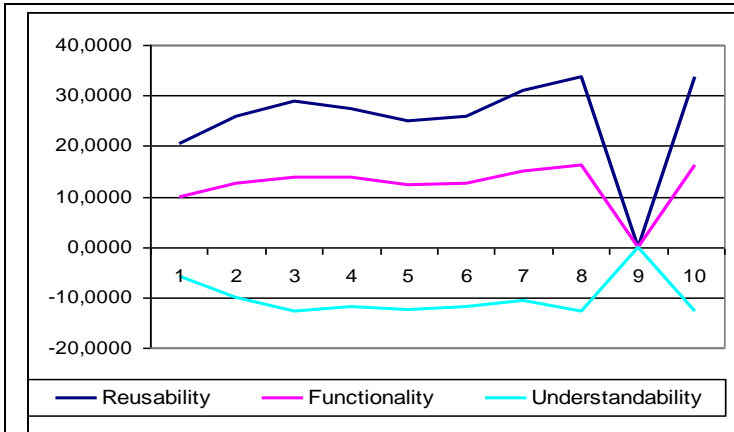


Εικόνα47

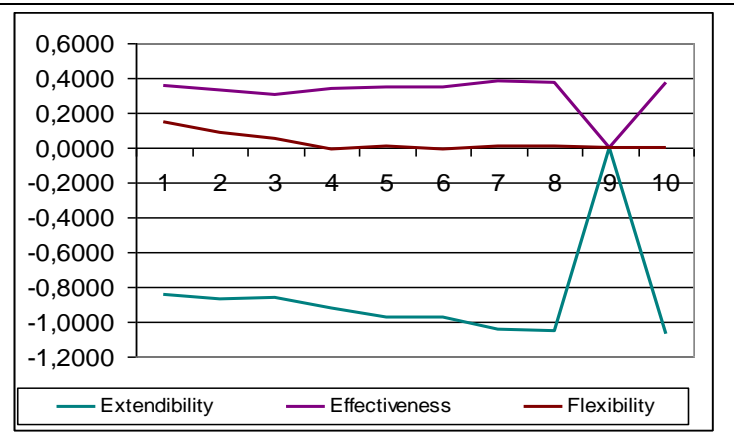


Εικόνα48

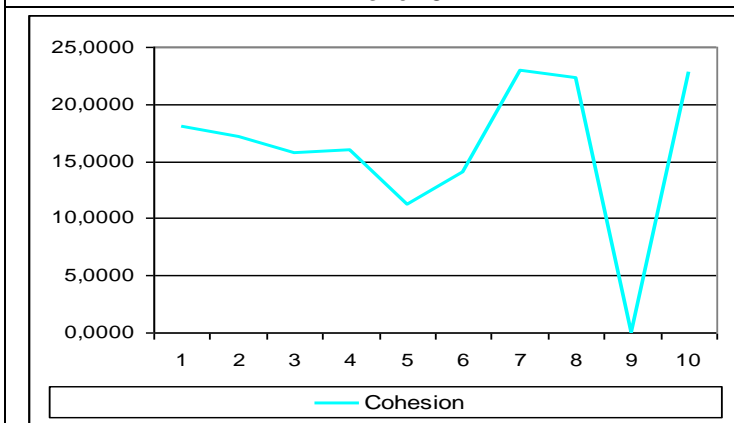
Στις εικόνες 49-52 παρουσιάζονται οι τιμές των μετρικών υψηλού και χαμηλού επιπέδου για το λογισμικό gted, της κατηγορίας Software Development.



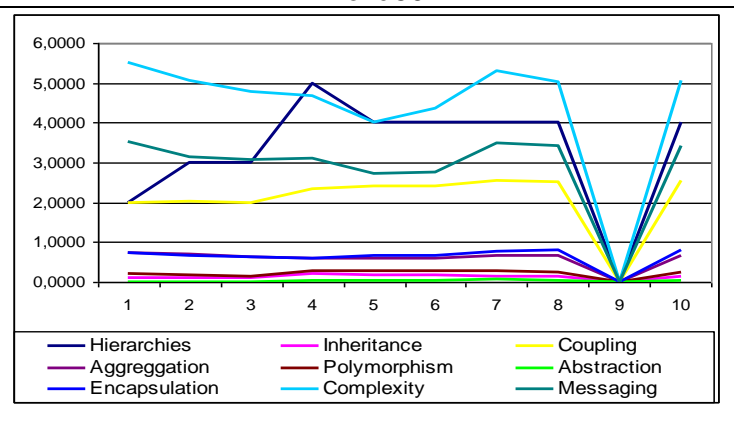
Εικόνα49



Εικόνα50

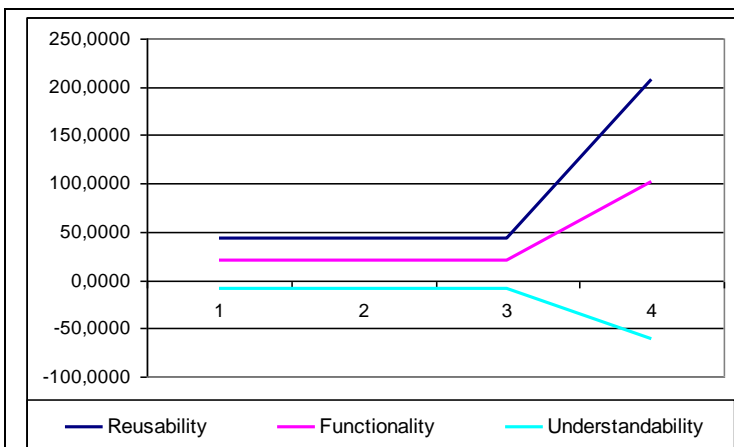


Εικόνα51

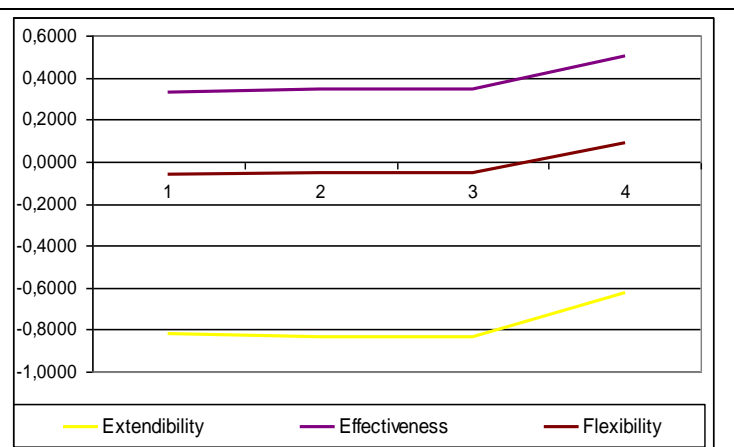


Εικόνα52

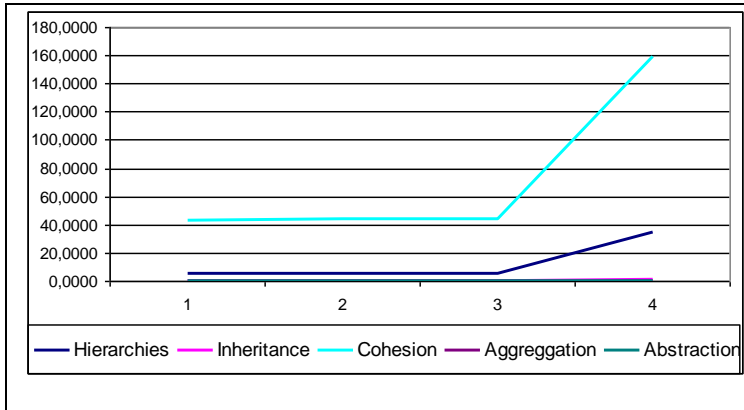
Στις εικόνες 53-56 παρουσιάζονται οι τιμές των μετρικών υψηλού και χαμηλού επιπέδου για το λογισμικό DBSchools, της κατηγορίας Communication.



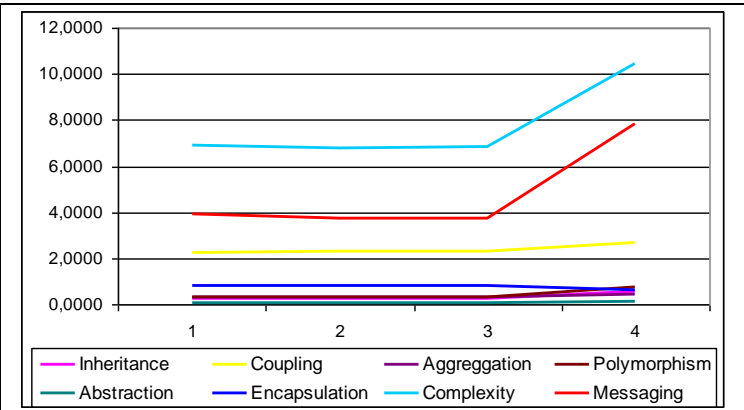
Εικόνα53



Εικόνα54

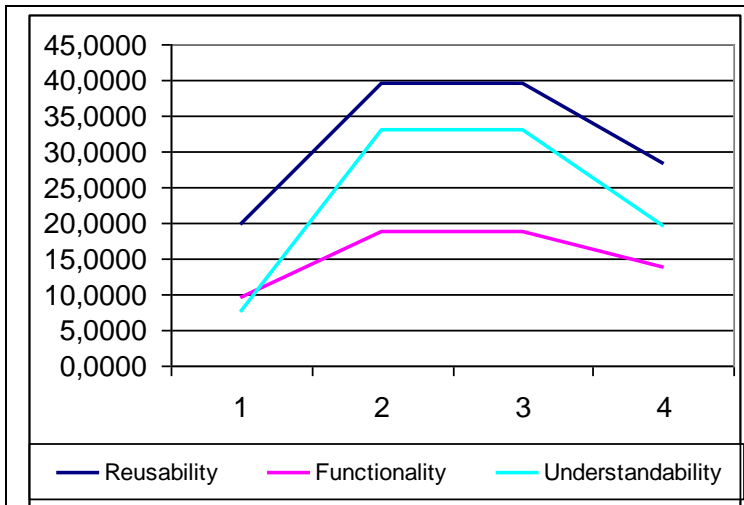


Εικόνα55

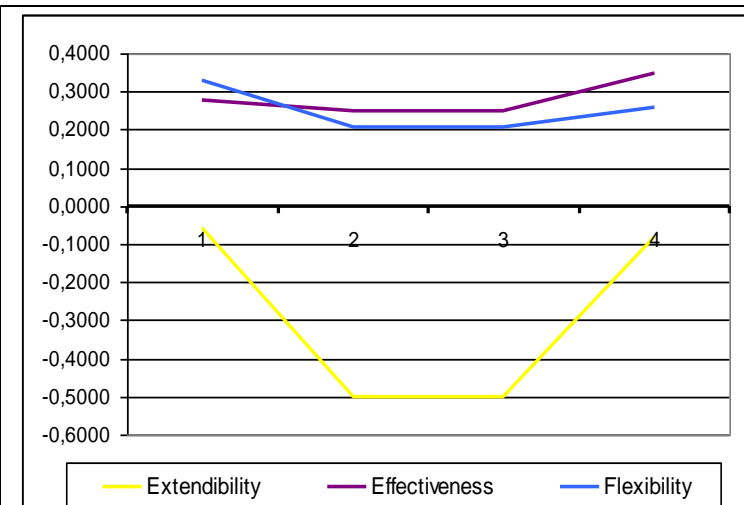


Εικόνα56

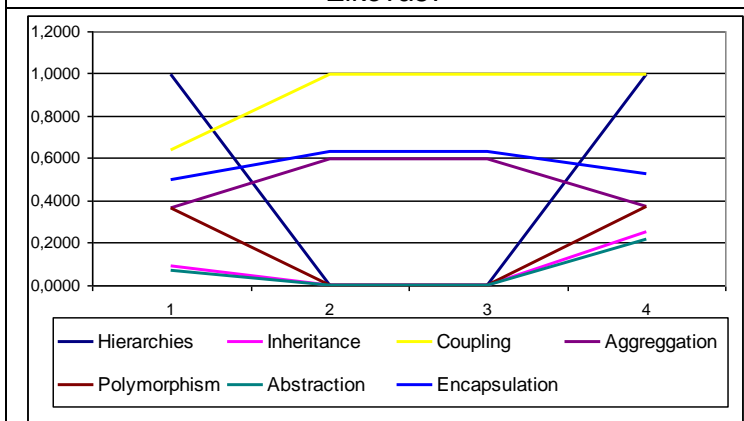
Στις εικόνες 57-60 παρουσιάζονται οι τιμές των μετρικών υψηλού και χαμηλού επιπέδου για το λογισμικό LiveWire, της κατηγορίας Multimedia.



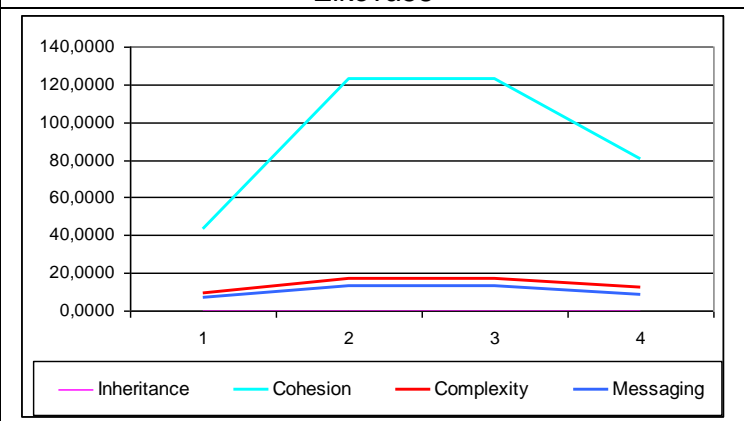
Εικόνα57



Εικόνα58



Εικόνα59



Εικόνα60

### 3.3 Έλεγχος Υποθέσεων

Στην ενότητα 3.3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου υποθέσεων για κάθε μετρική υψηλού και χαμηλού επιπέδου. Αρχικά, διερευνάται το εάν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά, οι απόλυτες τιμές των μετρικών μεταξύ των κατηγοριών, ενώ στη συνέχεια, το εάν διαφέρει στατιστικά σημαντικά ο ρυθμός μεταβολής της κάθε μετρικής, από κατηγορία σε κατηγορία.

Στους πίνακες 7-40, σε κάθε κελί εμφανίζονται τρεις τιμές, η πρώτη αναπαριστά τη μέση τιμή της κατηγορίας στη γραμμή, η δεύτερη αναπαριστά τη μέση τιμή της κατηγορίας στη στήλη, ενώ η τρίτη το επίπεδο της στατιστικής σημαντικότητας της εκάστοτε διαφοράς. Στο σημείο αυτό απαραίτητο κρίνεται να σημειωθεί ότι για να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά δυο τιμές, το sig (τρίτη τιμή) θα πρέπει να είναι μικρότερο του 0.05. Στη μελέτη μας, θεωρήσαμε στατιστικά σημαντικές και όσες διαφορές είχαν  $\text{sig} < 0.1$ .





Πίνακας 7 : Reusability Ρυθμός Μεταβολής

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	,075135 ,120256 ,548	,075135 ,430713 ,293	,075135 ,754421 ,169	,075135 2,362840 ,156	,075135 ,160893 ,395	,075135 -,004380 ,628	,075135 ,282983 ,115	,075135 ,289450 ,346	,075135 ,075832 ,991	,075135 ,026773 ,413	,075135 ,093883 ,828	,075135 ,139015 ,577	,075135 1,706766 ,257	,075135 ,140131 ,314
<b>Internet</b>		,120256 ,430713 ,356	,120256 ,754421 ,261	,120256 2,362840 ,049	,120256 ,160893 ,676	,120256 -,004380 ,451	,120256 ,282983 ,131	,120256 ,289450 ,449	,120256 ,075832 ,455	,120256 ,026773 ,081	,120256 ,093883 ,750	,120256 ,139015 ,867	,120256 1,706766 ,270	,120256 ,140131 ,735
<b>Text Editors</b>			,430713 ,754421 ,581	,430713 2,362840 ,173	,430713 ,160893 ,430	,430713 -,004380 ,233	,430713 ,282983 ,672	,430713 ,289450 ,718	,430713 ,075832 ,290	,430713 ,026773 ,228	,430713 ,093883 ,321	,430713 ,139015 ,400	,430713 1,706766 ,385	,430713 ,140131 ,384
<b>Scientific Engineering</b>				,754421 2,362840 ,276	,754421 ,160893 ,232	,754421 -,004380 ,139	,754421 ,282983 ,346	,754421 ,289450 ,380	,754421 ,075832 ,168	,754421 ,026773 ,258	,754421 ,093883 ,182	,754421 ,139015 ,274	,754421 1,706766 ,528	,754421 ,140131 ,241
<b>Security</b>					2,362840 ,160893 ,257	2,362840 -,004380 ,322	2,362840 ,282983 ,166	2,362840 ,289450 ,384	2,362840 ,075832 ,167	2,362840 ,026773 ,073	2,362840 ,093883 ,130	2,362840 ,139015 ,051	2,362840 1,706766 ,809	2,362840 ,140131 ,035
<b>Printing</b>						,160893 -,004380 ,353	,160893 ,282983 ,380	,160893 ,289450 ,577	,160893 ,075832 ,347	,160893 ,026773 ,032	,160893 ,093883 ,529	,160893 ,139015 ,866	,160893 1,706766 ,283	,160893 ,140131 ,816
<b>Terminals</b>							-,004380 ,282983 ,146	-,004380 ,289450 ,268	-,004380 ,075832 ,613	-,004380 ,026773 ,652	-,004380 ,093883 ,559	-,004380 ,139015 ,435	-,004380 1,706766 ,236	-,004380 ,140131 ,378
<b>Office Business</b>								,282983 ,289450 ,978	,282983 ,075832 ,105	,282983 ,026773 ,012	,282983 ,093883 ,149	,282983 ,139015 ,337	,282983 1,706766 ,322	,282983 ,140131 ,115
<b>System</b>								,289450 ,075832 ,138	,289450 ,026773 ,020	,289450 ,093883 ,392	,289450 ,139015 ,526	,289450 ,139015 ,243	,289450 1,706766 ,328	,289450 ,140131 ,184
<b>Education</b>									,075832 ,026773 ,185	,075832 ,093883 ,806	,075832 ,139015 ,548	,075832 ,139015 ,257	,075832 1,706766 ,257	,075832 ,140131 ,153
<b>Games Entertainment</b>											,026773 ,093883 ,272	,026773 ,139015 ,273	,026773 1,706766 ,243	,026773 ,140131 ,006
<b>Desktop Environment</b>												,093883 ,139015 ,706	,093883 1,706766 ,262	,093883 ,140131 ,528
<b>Software Development</b>													,139015 1,706766 ,276	,139015 ,140131 ,991
<b>Communications</b>														1,706766 ,140131 ,283

Πίνακας 8 : Reusability Απόλυτες Τιμές

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	104,933 88,3478 ,666	104,933 76,7696 ,480	104,933 247,806085 ,034	104,93 86,85817 ,664	104,933 150,8020 43,505	104,933 46,941840 ,096	104,933 209,8357 ,215	104,933 385,7063 ,189	104,933 96,37313 ,861	104,933 206,118656 ,272	104,933 126,432133 ,665	104,933 240,574615 ,314	104,933 135,795127 ,545	104,933 165,149228 ,266
<b>Internet</b>		88,3478 76,7696 ,721	88,3478 247,806085 ,026	88,3478 86,85817 ,966	88,3478 150,8020 43,341	88,3478 46,941840 ,100	88,3478 209,8357 ,121	88,3478 385,7063 38,054	88,347 96,37313 ,853	88,3478 206,118656 ,149	88,3478 126,432133 ,390	88,3478 240,574615 ,252	88,347 135,795127 ,298	88,3478 165,149228 ,139
<b>Text Editors</b>			76,769632 247,806085 ,032	76,76963 86,85817 ,780	76,76963 150,8020 43,267	76,76963 46,941840 ,270	76,76963 209,8357 04,057	76,76963 385,7063 38,073	76,76963 96,37313 ,660	76,76963 206,118656 ,153	76,76963 126,432133 ,276	76,76963 240,574615 ,220	76,76963 135,795127 ,208	76,76963 165,149228 ,080
<b>Scientific Engineering</b>				247,8060 86,85817 ,015	247,8060 150,8020 43,253	247,806085 46,941840 ,001	247,8060 209,8357 04,685	247,8060 385,7063 38,480	247,8060 96,37313 ,135	247,80608 206,118656 ,688	247,80608 126,432133 ,085	247,80608 240,574615 ,960	247,8060 135,795127 ,116	247,80608 165,149228 ,258
<b>Security</b>					86,85817 150,8020 43,343	86,858170 46,941840 ,194	86,85817 209,8357 ,124	86,85817 385,7063 38,324	86,85817 96,37313 ,836	86,858170 206,118656 ,190	86,858170 126,432133 ,401	86,858170 240,574615 ,251	86,858170 135,795127 ,312	86,858170 165,149228 ,131
<b>Printing</b>						150,80204 46,941840 ,111	150,8020 209,8357 ,535	150,8020 385,7063 ,372	150,8020 96,37313 ,448	150,80204 206,118656 ,598	150,80204 126,432133 ,735	150,80204 240,574615 ,532	150,80204 135,795127 ,836	150,80204 385,706338 ,848
<b>Terminals</b>							46,94184 209,8357 ,037	46,94184 385,7063 38,338	46,94184 96,37313 ,217	46,941840 206,118656 ,073	46,941840 126,432133 ,056	46,941840 240,574615 ,144	46,941840 135,795127 ,037	46,941840 165,149228 ,012
<b>Office Business</b>								209,8357 385,7063 38,442	209,8357 96,37313 ,199	209,835704 206,118656 ,974	209,835704 126,432133 ,317	209,835704 240,574615 ,837	209,835704 135,795127 ,377	209,835704 165,149228 ,601
<b>System</b>									385,7063 96,37313 ,192	385,706338 206,118656 ,612	385,706338 126,432133 ,195	385,706338 240,574615 ,691	385,706338 135,795127 ,127	385,706338 96,373132 ,195
<b>Education</b>										96,373132 206,118656 ,244	96,373132 126,432133 ,575	96,373132 240,574615 ,290	96,373132 135,795127 ,471	96,373132 165,149228 ,234
<b>Games Entertainment</b>											206,118656 126,432133 ,398	206,118656 240,574615 ,825	206,118656 135,795127 ,459	206,118656 165,149228 ,671
<b>Desktop Environment</b>												126,432133 240,574615 ,402	126,432133 135,795127 ,866	126,432133 165,149228 ,506
<b>Software Development</b>													240,574615 135,795127 ,443	240,574615 165,149228 ,583
<b>Communications</b>														135,795127 165,149228 ,620

Πίνακας 9 : Functionality Ρυθμός Μεταβολής

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	,077900 ,119428 ,590	,077900 ,441753 ,302	,077900 ,758140 ,174	,077900 2,353720 ,157	,077900 ,337729 ,132	,077900 1,028680 ,043	,077900 ,286409 ,127	,077900 ,279700 ,363	,077900 ,071526 ,923	,077900 ,025693 ,396	,077900 ,094830 ,846	,077900 ,136672 ,610	,077900 1,908838 ,270	,077900 ,138436 ,362
<b>Internet</b>		,119428 ,441753 ,358	,119428 ,758140 ,264	,119428 2,353720 ,049	,119428 ,337729 ,118	,119428 1,028680 ,009	,119428 ,286409 ,130	,119428 ,279700 ,463	,119428 ,071526 ,419	,119428 ,025693 ,083	,119428 ,094830 ,765	,119428 ,136672 ,877	,119428 1,908838 ,281	,119428 ,138436 ,747
<b>Text Editors</b>			,441753 ,758140 ,598	,441753 2,353720 ,179	,441753 ,337729 ,790	,441753 1,028680 ,574	,441753 ,286409 ,669	,441753 ,279700 ,685	,441753 ,071526 ,289	,441753 ,025693 ,234	,441753 ,094830 ,326	,441753 ,136672 ,397	,441753 1,908838 ,385	,441753 ,138436 ,384
<b>Scientific_Engineering</b>				,758140 2,353720 ,283	,758140 ,337729 ,425	,758140 1,028680 ,803	,758140 ,286409 ,353	,758140 ,279700 ,371	,758140 ,071526 ,168	,758140 ,025693 ,261	,758140 ,094830 ,186	,758140 ,136672 ,275	,758140 1,908838 ,504	,758140 ,138436 ,244
<b>Security</b>					2,353720 ,337729 ,299	2,353720 1,028680 ,596	2,353720 ,286409 ,167	2,353720 ,279700 ,382	2,353720 ,071526 ,166	2,353720 ,025693 ,073	2,353720 ,094830 ,131	2,353720 ,136672 ,051	2,353720 1,908838 ,875	2,353720 ,138436 ,035
<b>Printing</b>						,337729 1,028680 ,270	,337729 ,286409 ,815	,337729 ,279700 ,834	,337729 ,071526 ,109	,337729 ,025693 ,018	,337729 ,094830 ,232	,337729 ,136672 ,348	,337729 1,908838 ,346	,337729 ,138436 ,088
<b>Terminals</b>							1,028680 ,286409 ,125	1,028680 ,279700 ,340	1,028680 ,071526 ,042	1,028680 ,025693 ,007	1,028680 ,094830 ,035	1,028680 ,136672 ,035	1,028680 1,908838 ,642	1,028680 ,138436 ,004
<b>Office Business</b>								,286409 ,279700 ,977	,286409 ,071526 ,103	,286409 ,025693 ,013	,286409 ,094830 ,153	,286409 ,136672 ,326	,286409 1,908838 ,329	,286409 ,138436 ,111
<b>System</b>								,279700 ,071526 ,138	,279700 ,025693 ,021	,279700 ,094830 ,406	,279700 ,279700 ,537	,279700 ,136672 ,329	,279700 1,908838 ,329	,279700 ,138436 ,200
<b>Education</b>										,071526 ,025693 ,206	,071526 ,094830 ,747	,071526 ,136672 ,533	,071526 1,908838 ,268	,071526 ,138436 ,129
<b>Games Entertainment</b>											,025693 ,094830 ,253	,025693 ,136672 ,275	,025693 1,908838 ,257	,025693 ,138436 ,006
<b>Desktop Environment</b>												,094830 ,136672 ,724	,094830 1,908838 ,275	,094830 ,138436 ,546
<b>Software Development</b>													,136672 1,908838 ,286	,136672 ,138436 ,986
<b>Communications</b>														1,908838 ,138436 ,286

Πίνακας 10 : Functionality Απόλυτες Τιμές

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	51,6458 43,6827 ,677	51,6458 37,5090 ,474	51,6458 120,818 ,036	51,6458 43,16643 ,680	51,6458 72,46640 ,531	51,6458 24,112140 ,112	51,6458 102,9358 ,217	51,6458 185,894 ,193	51,6458 47,697853 ,871	51,6458 101,061700 ,277	51,6458 61,734538 ,680	51,6458 116,722723 ,316	51,6458 67,712273 ,535	51,6458 80,115652 ,283
<b>Internet</b>		43,6827 37,5090 ,698	43,6827 120,818 ,027	43,6827 43,16643 ,976	43,6827 72,46640 ,361	43,6827 24,112140 ,115	43,6827 102,9358 ,057	43,6827 185,894 ,056	43,6827 47,697853 ,852	43,6827 101,061700 ,153	43,6827 61,734538 ,404	43,6827 116,722723 ,254	43,6827 67,712273 ,301	43,6827 80,115652 ,129
<b>Text Editors</b>			37,5090 120,818 ,032	37,5090 43,16643 ,749	37,5090 72,46640 ,275	37,50909 24,112140 ,313	37,5090 102,9358 ,056	37,5090 185,894 ,074	37,5090 47,697853 ,644	37,5090 101,061700 ,156	37,5090 61,734538 ,276	37,5090 116,722723 ,218	37,5090 67,712273 ,204	37,5090 80,115652 ,082
<b>Scientific Engineering</b>				120,818 43,16643 ,015	120,818 72,46640 ,237	120,818 24,112140 ,001	120,818 102,9358 ,696	120,818 185,894 ,490	120,818 47,697853 ,137	120,818 101,061700 ,698	120,818 61,734538 ,084	120,818 116,722723 ,952	120,818 67,712273 ,131	120,818 80,115652 ,252
<b>Security</b>					43,16643 72,4664 ,365	43,166430 24,112140 ,205	43,16643 102,9358 ,126	43,1664 185,894 ,328	43,166430 47,697853 ,842	43,166430 101,061700 ,196	43,166430 61,734538 ,418	43,166430 116,722723 ,254	43,166430 67,712273 ,316	43,166430 80,115652 ,143
<b>Printing</b>						72,4664 24,1121 ,121	72,4664 102,9358 ,509	72,4664 185,894 ,370	72,4664 47,697853 ,475	72,4664 101,061700 ,577	72,4664 61,734538 ,756	72,4664 116,722723 ,521	72,4664 67,712273 ,894	72,4664 80,115652 ,832
<b>Terminals</b>							24,1121 102,935 ,039	24,1121 185,894 ,341	24,1121 47,697853 ,235	24,1121 101,061700 ,079	24,1121 61,734538 ,063	24,1121 116,722723 ,146	24,1121 67,712273 ,045	24,1121 80,115652 ,014
<b>Office Business</b>								102,935 185,894 ,624	102,935 47,697853 ,202	102,935 101,061700 ,973	102,935 61,734538 ,312	102,935 116,722723 ,848	102,935 67,712273 ,396	102,935 80,115652 ,584
<b>System</b>									185,894 47,697853 ,196	185,894 101,061700 ,619	185,894 61,734538 ,197	185,894 116,722723 ,694	185,894 67,712273 ,144	185,894 80,115652 ,198
<b>Education</b>										47,697853 101,061700 ,251	47,697853 61,734538 ,594	47,697853 116,722723 ,293	47,697853 67,712273 ,470	47,697853 80,115652 ,252
<b>Games Entertainment</b>											101,061700 61,734538 ,396	101,061700 116,722723 ,835	101,061700 67,712273 ,479	101,061700 80,115652 ,658
<b>Desktop Environment</b>												61,734538 116,722723 ,402	61,734538 67,712273 ,829	61,734538 80,115652 ,515
<b>Software Development</b>													116,722723 67,712273 ,458	116,722723 80,115652 ,580
<b>Communications</b>														67,712273 80,115652 ,674

Πίνακας 11: Extendibility Ρυθμός Μεταβολής

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	-,016955 ,057185 ,680	-,016955 ,014090 ,888	-,016955 ,086963 ,596	-,016955 ,081780 ,768	-,016955 ,083857 ,586	-,016955 ,160720 ,540	-,016955 ,490552 ,443	-,016955 ,070200 ,630	-,016955 ,090158 ,554	-,016955 ,034370 ,773	-,016955 ,039387 ,758	-,016955 ,002492 ,876	-,016955 ,062253 ,810	-,016955 ,036011 ,773
<b>Internet</b>		,057185 ,014090 ,764	,057185 ,086963 ,761	,057185 ,081780 ,339	,057185 ,083857 ,715	,057185 ,160720 ,667	,057185 ,490552 ,226	,057185 ,070200 ,835	,057185 ,090158 ,589	,057185 ,034370 ,664	,057185 ,039387 ,792	,057185 ,002492 ,241	,057185 ,062253 ,150	,057185 ,036011 ,761
<b>Text Editors</b>			,014090 ,086963 ,656	,014090 ,081780 ,618	,014090 ,083857 ,641	,014090 ,160720 ,588	,014090 ,490552 ,347	,014090 ,070200 ,699	,014090 ,090158 ,599	,014090 ,034370 ,886	,014090 ,039387 ,923	,014090 ,002492 ,622	,014090 ,062253 ,882	,014090 ,036011 ,882
<b>Scientific Engineering</b>				,086963 ,081780 ,304	,086963 ,083857 ,977	,086963 ,160720 ,768	,086963 ,490552 ,160	,086963 ,070200 ,867	,086963 ,090158 ,974	,086963 ,034370 ,579	,086963 ,039387 ,646	,086963 ,002492 ,357	,086963 ,062253 ,192	,086963 ,036011 ,628
<b>Security</b>					-,081780 ,083857 ,275	-,081780 ,160720 ,377	-,081780 ,490552 ,501	-,081780 ,070200 ,301	-,081780 ,090158 ,244	-,081780 ,034370 ,220	-,081780 ,039387 ,412	-,081780 ,002492 ,276	-,081780 ,062253 ,898	-,081780 ,036011 ,428
<b>Printing</b>						,083857 ,160720 ,751	,083857 ,490552 ,450	,083857 ,070200 ,857	,083857 ,090158 ,933	,083857 ,034370 ,471	,083857 ,039387 ,579	,083857 ,002492 ,213	,083857 ,062253 ,121	,083857 ,036011 ,560
<b>Terminals</b>							,160720 ,490552 ,306	,160720 ,070200 ,624	,160720 ,090158 ,613	,160720 ,034370 ,279	,160720 ,039387 ,618	,160720 ,002492 ,094	,160720 ,062253 ,381	,160720 ,036011 ,609
<b>Office Business</b>								-,490552 ,070200 ,348	-,490552 ,090158 ,373	-,490552 ,034370 ,308	-,490552 ,039387 ,370	-,490552 ,002492 ,267	-,490552 ,062253 ,308	-,490552 ,036011 ,215
<b>System</b>									,070200 ,090158 ,758	,070200 ,034370 ,532	,070200 ,039387 ,663	,070200 ,002492 ,207	,070200 ,062253 ,124	,070200 ,036011 ,639
<b>Education</b>										,090158 ,034370 ,315	,090158 ,039387 ,466	,090158 ,002492 ,044	,090158 ,062253 ,073	,090158 ,036011 ,450
<b>Games Entertainment</b>											,034370 ,039387 ,936	,034370 ,002492 ,407	,034370 ,062253 ,220	,034370 ,036011 ,980
<b>Desktop Environment</b>												,039387 ,002492 ,447	,039387 ,062253 ,255	,039387 ,036011 ,965
<b>Software Development</b>													,002492 ,062253 ,385	,002492 ,036011 ,592
<b>Communications</b>														-,062253 ,036011 ,279

Πίνακας 12: Extendibility Απόλυτες Τιμές

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	-,82797 -,78069 ,813	-,82797 -,60321 ,220	-,82797 20,917336 ,325	-,82797 -,566860 ,300	-,827975 -,669493 ,427	-,82797 -1,748820 ,167	-,82797 -,488022 ,135	-,82797 -,77552 ,860	-,82797 -,744705 ,692	-,82797 -,943294 ,581	-,82797 -,493488 ,083	-,82797 ,106469 ,118	-,82797 -,747794 ,661	-,82797 -,917437 ,642
<b>Internet</b>		-,78069 -,60321 ,197	-,78069 20,917336 ,326	-,78069 -,566860 ,338	-,78069 -,669493 ,487	-,78069 -1,748820 ,061	-,78069 -,488022 ,131	-,78069 -,77552 ,985	-,78069 -,744705 ,836	-,78069 -,943294 ,346	-,78069 -,493488 ,053	-,78069 ,106469 ,126	-,78069 -,747794 ,812	-,78069 -,917437 ,369
<b>Text Editors</b>			-,60321 20,91733 ,330	-,60321 -,566860 ,858	-,60321 -,669493 ,626	-,60321 -1,748820 ,022	-,60321 -,488022 ,504	-,60321 -,77552 ,515	-,603216 -,744705 ,356	-,60321 -,943294 ,027	-,60321 -,493488 ,360	-,60321 ,106469 ,268	-,60321 -,747794 ,190	-,60321 -,917437 ,025
<b>Scientific Engineering</b>				20,91733 -,566860 ,331	20,91733 -,669493 ,328	20,91733 -1,748820 ,306	20,91733 -,488022 ,333	20,9173 -,77552 ,326	20,91733 -,744705 ,327	20,91733 -,943294 ,322	20,91733 -,493488 ,332	20,91733 ,106469 ,346	20,91733 -,747794 ,327	20,91733 -,917437 ,323
<b>Security</b>					-,566860 -,669493 ,641	-,566860 -1,748820 ,188	-,566860 -,488022 ,745	-,56686 -,77552 ,504	-,566860 -,744705 ,442	-,566860 -,943294 ,111	-,566860 -,493488 ,728	-,566860 ,106469 ,261	-,566860 -,747794 ,385	-,566860 -,917437 ,117
<b>Printing</b>						-,669493 -1,7488 ,140	-,669493 -1,748820 ,343	-,66949 -1,7488 ,654	-,669493 -1,748820 ,664	-,669493 -,943294 ,115	-,669493 -,493488 ,231	-,669493 ,106469 ,183	-,669493 -,747794 ,570	-,669493 -,917437 ,204
<b>Terminals</b>							-1,7488 -,48802 ,050	-1,7488 -,48802 ,335	-1,7488 -,744705 ,123	-1,7488 -,943294 ,147	-1,7488 -,493488 ,028	-1,7488 ,106469 ,208	-1,7488 -,747794 ,023	-1,7488 -,917437 ,084
<b>Office Business</b>								-,48802 -,77552 ,333	-,48802 -,744705 ,209	-,48802 -,943294 ,027	-,48802 -,493488 ,976	-,48802 ,106469 ,313	-,48802 -,747794 ,140	-,48802 -,917437 ,024
<b>System</b>									-,77552 -,744705 ,913	-,77552 -,943294 ,552	-,77552 -,493488 ,304	-,77552 ,106469 ,157	-,77552 -,744705 ,916	-,77552 -,917437 ,600
<b>Education</b>										-,744705 -,943294 ,285	-,744705 -,493488 ,125	-,744705 ,106469 ,148	-,744705 -,747794 ,984	-,744705 -,917437 ,301
<b>Games Entertainment</b>											-,943294 -,493488 ,006	-,943294 ,106469 ,076	-,943294 -,747794 ,201	-,943294 -,917437 ,875
<b>Desktop Environment</b>												-,493488 ,106469 ,299	-,493488 -,747794 ,040	-,493488 -,917437 ,003
<b>Software Development</b>													-,106469 -,747794 ,100	-,106469 -,917437 ,056
<b>Communications</b>														-,747794 -,917437 ,188

Πίνακας 13: Understandability Ρυθμός Μεταβολής

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	-,030865 -,110718 ,800	-,030865 3,119790 ,464	-,030865 -,032623 ,998	-,030865 41,50865 ,161	-,03086 1,85919 ,238	-,030865 ,114460 ,477	-,030865 ,378213 ,355	-,03086 ,245775 ,208	-,030865 -,242011 ,262	-,030865 -,254480 ,379	-,030865 ,236383 ,241	-,030865 ,921188 ,265	-,030865 3,157138 ,340	-,030865 ,233049 ,430
<b>Internet</b>		-,110718 3,119790 ,389	-,110718 -,032623 ,933	-,110718 41,50865 ,047	-,11071 1,85919 ,113	-,110718 ,114460 ,519	-,110718 ,378213 ,352	-,11071 ,245775 ,319	-,110718 -,242011 ,703	-,110718 -,254480 ,707	-,110718 ,236383 ,336	-,110718 ,921188 ,252	-,110718 3,157138 ,329	-,110718 ,233049 ,435
<b>Text Editors</b>			3,119790 -,032623 ,358	3,119790 41,50865 ,125	3,11979 1,85919 ,788	3,119790 ,114460 ,485	3,119790 ,378213 ,525	3,11979 ,245775 ,504	3,119790 -,242011 ,435	3,119790 -,254480 ,430	3,119790 ,236383 ,503	3,119790 ,921188 ,615	3,119790 3,157138 ,994	3,119790 ,233049 ,409
<b>Scientific Engineering</b>				-,032623 41,50865 ,022	-,03262 1,85919 ,375	-,032623 ,114460 ,869	-,032623 ,378213 ,674	-,03262 ,245775 ,756	-,032623 -,242011 ,815	-,032623 -,254480 ,807	-,032623 ,236383 ,765	-,032623 ,921188 ,433	-,032623 3,157138 ,355	-,032623 ,233049 ,776
<b>Security</b>					41,5086 1,85919 ,267	41,508650 ,114460 ,345	41,50865 ,378213 ,135	41,5086 ,245775 ,346	41,508650 -,242011 ,170	41,508650 -,254480 ,081	41,508650 ,236383 ,134	41,508650 ,921188 ,050	41,508650 3,157138 ,058	41,508650 ,233049 ,034
<b>Printing</b>						1,859193 ,114460 ,374	1,859193 ,378213 ,456	1,85919 ,245775 ,410	1,859193 -,242011 ,205	1,859193 -,254480 ,116	1,859193 ,236383 ,281	1,859193 ,921188 ,655	1,859193 3,157138 ,734	1,859193 ,233049 ,174
<b>Terminals</b>							,114460 ,378213 ,569	,11446 ,245775 ,613	,114460 -,242011 ,157	,114460 -,254480 ,215	,114460 ,236383 ,643	,114460 ,921188 ,350	,114460 3,157138 ,362	,114460 ,233049 ,745
<b>Office Business</b>								,37821 ,245775 ,777	,378213 -,242011 ,184	,378213 -,254480 ,200	,378213 ,236383 ,763	,378213 ,921188 ,565	,378213 3,157138 ,408	,378213 ,233049 ,786
<b>System</b>								,245775 -,242011 ,065	,245775 -,254480 ,105	,245775 -,254480 ,972	,245775 ,236383 ,972	,245775 ,921188 ,435	,245775 3,157138 ,383	,245775 ,233049 ,973
<b>Education</b>									-,242011 -,254480 ,965	-,242011 -,254480 ,068	-,242011 ,236383 ,180	-,242011 ,921188 ,180	-,242011 3,157138 ,309	-,242011 ,233049 ,191
<b>Games Entertainment</b>											-,254480 ,236383 ,113	-,254480 ,921188 ,183	-,254480 3,157138 ,308	-,254480 ,233049 ,222
<b>Desktop Environment</b>												,236383 ,921188 ,430	,236383 3,157138 ,382	,236383 ,233049 ,993
<b>Software Development</b>													,921188 3,157138 ,515	,921188 ,233049 ,446
<b>Communications</b>														3,157138 ,233049 ,383



Πίνακας 14: Understandability Απόλυτες Τιμές

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	-11,680 -17,695 ,818	-11,680 -8,5670 ,902	-11,680 -36,745600 ,666	-11,680 28,59941 ,358	-11,680 22,6217 ,594	-11,680 6,781720 ,432	-11,680 -20,59581 ,895	-11,680 416,7350 ,311	-11,680 -23,247432 ,725	-11,680 -93,261206 ,160	-11,680 16,129479 ,473	-11,680 124,761051 ,424	-11,680 -46,761079 ,308	-11,680 -52,287493 ,235
<b>Internet</b>		-17,695 -8,5670 ,619	-17,69 -36,745600 ,731	-17,695 28,59941 ,257	-17,695 22,6217 ,338	-17,695 6,781720 ,120	-17,695 -20,59581 ,955	-17,695 416,7350 ,015	-17,695 -23,247432 ,843	-17,695 -93,261206 ,134	-17,695 16,129479 ,331	-17,695 124,761051 ,401	-17,695 -46,761079 ,327	-17,695 -52,287493 ,239
<b>Text Editors</b>			-8,5670 -36,745600 ,609	-8,5670 28,59941 ,353	-8,5670 22,6217 ,474	-8,5670 6,781720 ,280	-8,5670 -20,59581 ,831	-8,5670 416,7350 ,034	-8,5670 -23,247432 ,591	-8,5670 -93,261206 ,127	-8,5670 16,129479 ,469	-8,5670 124,761051 ,432	-8,567019 -46,761079 ,189	-8,567019 -52,287493 ,188
<b>Scientific Engineering</b>				-36,745 28,5994 ,317	-36,745 22,6217 ,461	-36,745 6,781720 ,423	-36,745 -20,59581 ,846	-36,745 416,7350 ,027	-36,745 -23,247432 ,819	-36,745 -93,261206 ,453	-36,745 16,129479 ,397	-36,745 124,761051 ,363	-36,745 -46,761079 ,867	-36,745 -52,287493 ,794
<b>Security</b>					28,5994 22,6217 ,932	28,5994 6,781720 ,569	28,5994 -20,59581 ,506	28,5994 416,7350 ,284	28,5994 -23,247432 ,251	28,5994 -93,261206 ,064	28,5994 16,129479 ,798	28,5994 124,761051 ,577	28,5994 -46,761079 ,108	28,5994 -52,287493 ,085
<b>Printing</b>						22,6217 6,781720 ,794	22,6217 -20,59581 ,621	22,6217 416,7350 ,206	22,6217 -23,247432 ,482	22,6217 -93,261206 ,152	22,6217 16,129479 ,924	22,6217 124,761051 ,568	22,6217 -46,761079 ,297	22,6217 -52,287493 ,260
<b>Terminals</b>							6,781720 -20,5958 ,672	6,781720 416,7350 ,331	6,781720 -23,247432 ,246	6,781720 -93,261206 ,068	6,781720 16,129479 ,774	6,781720 124,761051 ,485	6,781720 -46,761079 ,053	6,781720 -52,287493 ,031
<b>Office Business</b>								-20,5958 416,7350 ,089	-20,5958 -23,247432 ,969	-20,5958 -93,261206 ,382	-20,5958 16,129479 ,607	-20,5958 124,761051 ,421	-20,5958 -46,761079 ,705	-20,5958 -52,287493 ,646
<b>System</b>									416,7350 -23,247432 ,091	416,7350 -93,261206 ,023	416,7350 16,129479 ,086	416,7350 124,761051 ,509	416,7350 -46,761079 ,007	416,7350 -52,287493 ,007
<b>Education</b>										-23,247432 -93,261206 ,233	-23,247432 16,129479 ,326	-23,247432 124,761051 ,148	-23,247432 -46,761079 ,511	-23,247432 -52,287493 ,414
<b>Games Entertainment</b>											-93,261206 16,129479 ,080	-93,261206 124,761051 ,220	-93,261206 -46,761079 ,432	-93,261206 -52,287493 ,487
<b>Desktop Environment</b>												16,129479 124,761051 ,527	16,129479 -46,761079 ,129	16,129479 -52,287493 ,098
<b>Software Development</b>													124,761051 -46,761079 ,317	124,761051 -52,287493 ,302
<b>Communications</b>														-46,761079 -52,287493 ,880

Πίνακας 15: Effectiveness Ρυθμός Μεταβολής

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	,044770 ,028072 ,457	,044770 ,082577 ,405	,044770 ,039152 ,841	,044770 ,019870 ,684	,044770 ,076114 ,629	,044770 ,004480 ,406	,044770 ,407461 ,205	,044770 ,103237 ,330	,044770 ,012932 ,241	,044770 ,020233 ,011	,044770 ,085622 ,355	,044770 ,000720 ,054	,044770 ,031236 ,621	,044770 ,022578 ,406
<b>Internet</b>		,028072 ,082577 ,134	,028072 ,039152 ,557	,028072 ,019870 ,887	,028072 ,076114 ,227	,028072 ,004480 ,271	,028072 ,407461 ,063	,028072 ,103237 ,069	,028072 ,012932 ,366	,028072 ,020233 ,006	,028072 ,085622 ,073	,028072 ,000720 ,079	,028072 ,031236 ,859	,028072 ,022578 ,742
<b>Text Editors</b>			,082577 ,039152 ,225	,082577 ,019870 ,364	,082577 ,076114 ,928	,082577 ,004480 ,072	,082577 ,407461 ,168	,082577 ,103237 ,811	,082577 ,012932 ,168	,082577 ,020233 ,014	,082577 ,085622 ,955	,082577 ,000720 ,025	,082577 ,031236 ,152	,082577 ,022578 ,091
<b>Scientific Engineering</b>				,039152 ,019870 ,743	,039152 ,076114 ,386	,039152 ,004480 ,152	,039152 ,407461 ,038	,039152 ,103237 ,190	,039152 ,012932 ,192	,039152 ,020233 ,004	,039152 ,085622 ,172	,039152 ,000720 ,045	,039152 ,031236 ,706	,039152 ,022578 ,407
<b>Security</b>					,019870 ,076114 ,495	,019870 ,004480 ,795	,019870 ,407461 ,160	,019870 ,103237 ,385	,019870 ,012932 ,905	,019870 ,020233 ,496	,019870 ,085622 ,336	,019870 ,000720 ,583	,019870 ,031236 ,846	,019870 ,022578 ,963
<b>Printing</b>						,076114 ,004480 ,263	,076114 ,407461 ,228	,076114 ,103237 ,780	,076114 ,012932 ,240	,076114 ,020233 ,036	,076114 ,085622 ,893	,076114 ,000720 ,060	,076114 ,031236 ,279	,076114 ,022578 ,182
<b>Terminals</b>							,004480 ,407461 ,138	,004480 ,103237 ,331	,004480 ,012932 ,696	,004480 ,020233 ,273	,004480 ,085622 ,056	,004480 ,000720 ,856	,004480 ,031236 ,248	,004480 ,022578 ,410
<b>Office Business</b>								,407461 ,103237 ,274	,407461 ,012932 ,179	,407461 ,020233 ,067	,407461 ,085622 ,229	,407461 ,000720 ,044	,407461 ,031236 ,043	,407461 ,022578 ,043
<b>System</b>									,103237 ,012932 ,089	,103237 ,020233 ,010	,103237 ,085622 ,837	,103237 ,000720 ,015	,103237 ,031236 ,119	,103237 ,022578 ,064
<b>Education</b>										,012932 ,020233 ,074	,012932 ,085622 ,094	,012932 ,000720 ,468	,012932 ,031236 ,339	,012932 ,022578 ,591
<b>Games Entertainment</b>											,020233 ,085622 ,005	,020233 ,000720 ,224	,020233 ,031236 ,009	,020233 ,022578 ,022
<b>Desktop Environment</b>												,085622 ,000720 ,009	,085622 ,031236 ,102	,085622 ,022578 ,051
<b>Software Development</b>													,000720 ,031236 ,092	,000720 ,022578 ,200
<b>Communications</b>														,031236 ,022578 ,650

Πίνακας 16: Effectiveness Απόλυτες Τιμές

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	,562465 ,554549 ,924	,562465 ,409229 ,081	,562465 9,384826 ,319	,562465 ,545550 ,864	,562465 ,426514 ,186	,562465 ,574280 ,925	,562465 ,616913 ,584	,562465 ,474387 ,426	,562465 ,529474 ,705	,562465 ,542956 ,814	,562465 ,473650 ,347	,562465 ,850400 ,222	,562465 ,513702 ,558	,562465 ,513052 ,543
<b>Internet</b>		,554549 ,409229 ,018	,554549 9,384826 ,318	,554549 ,545550 ,908	,554549 ,426514 ,124	,554549 ,574280 ,860	,554549 ,616913 ,427	,554549 ,474387 ,390	,554549 ,529474 ,685	,554549 ,542956 ,834	,554549 ,473650 ,260	,554549 ,850400 ,195	,554549 ,513702 ,467	,554549 ,513052 ,433
<b>Text Editors</b>			,409229 9,384826 ,310	,409229 ,545550 ,105	,409229 ,426514 ,838	,409229 ,574280 ,183	,409229 ,616913 ,014	,409229 ,474387 ,495	,409229 ,529474 ,074	,409229 ,542956 ,030	,409229 ,473650 ,392	,409229 ,850400 ,057	,409229 ,513702 ,089	,409229 ,513052 ,076
<b>Scientific Engineering</b>				9,384826 ,545550 ,318	9,384826 ,426514 ,311	9,384826 ,574280 ,319	9,384826 ,616913 ,322	9,384826 ,474387 ,314	9,384826 ,529474 ,317	9,384826 ,542956 ,317	9,384826 ,473650 ,314	9,384826 ,850400 ,335	9,384826 ,513702 ,316	9,384826 ,513052 ,316
<b>Security</b>					,545550 ,426514 ,229	,545550 ,574280 ,816	,545550 ,616913 ,455	,545550 ,474387 ,505	,545550 ,529474 ,845	,545550 ,542956 ,973	,545550 ,473650 ,425	,545550 ,850400 ,193	,545550 ,513702 ,685	,545550 ,513052 ,670
<b>Printing</b>						,426514 ,574280 ,257	,426514 ,616913 ,059	,426514 ,474387 ,660	,426514 ,529474 ,236	,426514 ,574280 ,161	,426514 ,473650 ,611	,426514 ,850400 ,074	,426514 ,513702 ,292	,426514 ,513052 ,284
<b>Terminals</b>						,574280 ,616913 ,731	,574280 ,474387 ,455	,574280 ,529474 ,698	,574280 ,542956 ,780	,574280 ,474387 ,412	,574280 ,473650 ,412	,574280 ,850400 ,261	,574280 ,513702 ,594	,574280 ,513052 ,586
<b>Office Business</b>							,616913 ,474387 ,192	,616913 ,529474 ,295	,616913 ,542956 ,349	,616913 ,473650 ,117	,616913 ,850400 ,318	,616913 ,513702 ,196	,616913 ,513052 ,181	
<b>System</b>								,474387 ,529474 ,567	,474387 ,542956 ,461	,474387 ,473650 ,994	,474387 ,850400 ,117	,474387 ,513702 ,671	,474387 ,513052 ,670	
<b>Education</b>									,529474 ,542956 ,828	,529474 ,473650 ,467	,529474 ,850400 ,163	,529474 ,513702 ,801	,529474 ,513052 ,784	
<b>Games Entertainment</b>										,542956 ,473650 ,336	,542956 ,850400 ,178	,542956 ,513702 ,604	,542956 ,513052 ,575	
<b>Desktop Environment</b>											,473650 ,850400 ,107	,473650 ,513702 ,579	,473650 ,513052 ,107	
<b>Software Development</b>												,850400 ,513702 ,102	,850400 ,513052 ,107	
<b>Communications</b>													,513702 ,513052 ,990	

Πίνακας 17: Flexibility Ρυθμός Μεταβολής

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	-,14025 1,14056 ,274	-,14025 ,417480 ,307	-,140250 ,264435 ,228	-,140250 -5,778170 ,039	-,14025 -,81241 ,125	-,140250 -,587020 ,279	-,140250 2,839913 ,170	-,14025 -,17112 ,929	-,140250 ,227100 ,022	-,140250 ,015483 ,336	-,140250 -,356865 ,512	-,140250 1,745522 ,284	-,140250 1,520549 ,376	-,140250 ,057402 ,270
<b>Internet</b>		1,14056 ,417480 ,570	1,140569 ,264435 ,466	1,140569 -5,778170 ,023	1,14056 -,81241 ,124	1,140569 -,587020 ,158	1,140569 2,839913 ,482	1,14056 -,17112 ,297	1,140569 ,227100 ,434	1,140569 ,015483 ,336	1,140569 -,356865 ,215	1,140569 1,745522 ,772	1,140569 1,520549 ,862	1,140569 ,057402 ,355
<b>Text Editors</b>			,417480 ,264435 ,803	,417480 -5,778170 ,010	,417480 -,81241 ,094	,417480 -,587020 ,123	,417480 2,839913 ,214	,417480 -,17112 ,413	,417480 ,227100 ,724	,417480 ,015483 ,459	,417480 -,356865 ,209	,417480 1,745522 ,467	,417480 1,520549 ,569	,417480 ,057402 ,511
<b>Scientific Engineering</b>				,264435 -5,778170 ,001	,264435 -,81241 ,075	,264435 -,587020 ,094	,264435 2,839913 ,082	,264435 -,17112 ,457	,264435 ,227100 ,910	,264435 ,015483 ,457	,264435 -,356865 ,161	,264435 1,745522 ,405	,264435 1,520549 ,507	,264435 ,057402 ,547
<b>Security</b>					-5,7781 -,81241 ,134	-5,778170 -,587020 ,354	-5,778170 2,839913 ,063	-5,7781 -,17112 ,204	-5,778170 ,227100 ,033	-5,778170 ,015483 ,009	-5,778170 -,356865 ,035	-5,778170 1,745522 ,091	-5,778170 1,520549 ,103	-5,778170 ,057402 ,001
<b>Printing</b>						-812414 -,587020 ,711	-812414 2,839913 ,102	-81241 -,17112 ,358	-812414 ,227100 ,022	-812414 ,015483 ,030	-812414 -,356865 ,436	-812414 1,745522 ,162	-812414 1,520549 ,229	-812414 ,057402 ,020
<b>Terminals</b>							-,587020 2,839913 ,120	-,58702 -,17112 ,495	-,587020 ,227100 ,079	-,587020 ,015483 ,163	-,587020 -,356865 ,629	-,587020 1,745522 ,194	-,587020 1,520549 ,269	-,587020 ,057402 ,143
<b>Office Business</b>								2,83991 -,17112 ,174	2,839913 ,227100 ,265	2,839913 ,015483 ,130	2,839913 -,356865 ,138	2,839913 1,745522 ,689	2,839913 1,520549 ,639	2,839913 ,057402 ,068
<b>System</b>									-,171125 ,227100 ,254	-,171125 ,015483 ,568	-,171125 -,356865 ,748	-,171125 1,745522 ,291	-,171125 1,520549 ,381	-,171125 ,057402 ,656
<b>Education</b>										,227100 ,015483 ,176	,227100 -,356865 ,082	,227100 1,745522 ,387	,227100 1,520549 ,490	,227100 ,057402 ,328
<b>Games Entertainment</b>											,015483 -,356865 ,264	,015483 1,745522 ,325	,015483 1,520549 ,422	,015483 ,057402 ,815
<b>Desktop Environment</b>												-,356865 1,745522 ,238	-,356865 1,520549 ,323	-,356865 ,057402 ,226
<b>Software Development</b>													1,745522 1,520549 ,930	1,745522 ,057402 ,337
<b>Communications</b>														1,520549 ,057402 ,435

Πίνακας 18: Flexibility Απόλυτες Τιμές

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	,073190 ,024026 ,680	,073190 ,072226 ,992	,073190 -,086449 ,112	,073190 ,175440 ,465	,073190 -,059843 ,220	,073190 -,506540 ,109	,073190 ,250070 ,206	,073190 -,038200 ,516	,073190 ,170668 ,448	,073190 -,035575 ,331	,073190 ,171967 ,390	,073190 ,602918 ,329	,073190 ,031967 ,684	,073190 -,083861 ,135
<b>Internet</b>		,024026 ,072226 ,600	,024026 ,072226 ,216	,024026 ,175440 ,263	,024026 -,059843 ,397	,024026 -,506540 ,089	,024026 ,250070 ,093	,024026 -,038200 ,707	,024026 ,170668 ,230	,024026 -,035575 ,564	,024026 ,171967 ,168	,024026 ,602918 ,285	,024026 ,031967 ,931	,024026 -,083861 ,255
<b>Text Editors</b>			,072226 -,086449 ,012	,072226 ,175440 ,387	,072226 -,059843 ,089	,072226 -,506540 ,035	,072226 ,250070 ,133	,072226 -,038200 ,478	,072226 ,170668 ,345	,072226 -,035575 ,188	,072226 ,171967 ,249	,072226 ,602918 ,323	,072226 ,031967 ,548	,072226 -,083861 ,028
<b>Scientific Engineering</b>				-,086449 ,175440 ,039	-,086449 -,059843 ,711	-,086449 -,506540 ,063	-,086449 ,250070 ,000	-,086449 -,038200 ,751	-,086449 ,170668 ,016	-,086449 -,035575 ,514	-,086449 ,171967 ,003	-,086449 ,602918 ,133	-,086449 ,031967 ,060	-,086449 -,083861 ,969
<b>Security</b>					,175440 -,059843 ,071	,175440 -,506540 ,161	,175440 ,250070 ,621	,175440 -,038200 ,246	,175440 ,170668 ,973	,175440 -,035575 ,108	,175440 ,171967 ,979	,175440 ,602918 ,432	,175440 ,031967 ,236	,175440 -,083861 ,045
<b>Printing</b>						-,059843 -,506540 ,248	-,059843 -,506540 ,015	-,059843 -,038200 ,891	-,059843 ,170668 ,042	-,059843 -,035575 ,785	-,059843 ,171967 ,017	-,059843 ,602918 ,220	-,059843 ,031967 ,233	-,059843 -,083861 ,760
<b>Terminals</b>							-,506540 ,250070 ,045	-,506540 -,038200 ,389	-,506540 ,170668 ,069	-,506540 -,035575 ,110	-,506540 ,171967 ,039	-,506540 ,602918 ,208	-,506540 ,031967 ,029	-,506540 -,083861 ,095
<b>Office Business</b>								,250070 -,038200 ,123	,250070 ,170668 ,572	,250070 -,035575 ,027	,250070 ,171967 ,543	,250070 ,602918 ,516	,250070 ,031967 ,069	,250070 -,083861 ,008
<b>System</b>									-,038200 ,170668 ,236	-,038200 -,035575 ,987	-,038200 ,170668 ,212	-,038200 ,602918 ,248	-,038200 ,031967 ,650	-,038200 -,083861 ,769
<b>Education</b>										,170668 -,035575 ,075	,170668 ,171967 ,991	,170668 ,602918 ,425	,170668 ,031967 ,188	,170668 -,083861 ,021
<b>Games Entertainment</b>											-,035575 ,171967 ,037	-,035575 ,602918 ,238	-,035575 ,031967 ,409	-,035575 -,083861 ,566
<b>Desktop Environment</b>												,171967 ,602918 ,424	,171967 ,031967 ,109	,171967 -,083861 ,006
<b>Software Development</b>													,602918 ,031967 ,236	,602918 -,083861 ,204
<b>Communications</b>														,031967 -,083861 ,102

Πίνακας 19: Design Size Ρυθμός Μεταβολής

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	,104805 ,085282 ,667	,104805 ,731810 ,251	,104805 ,702731 ,245	,104805 ,047180 ,498	,104805 ,453107 ,060	,104805 ,193000 ,607	,104805 ,1,124783 ,263	,104805 ,240113 ,306	,104805 ,141868 ,637	,104805 ,055353 ,320	,104805 ,305622 ,027	,104805 ,176477 ,515	,104805 ,3,738166 ,294	,104805 ,171240 ,240
<b>Internet</b>		,085282 ,731810 ,172	,085282 ,702731 ,230	,085282 ,047180 ,638	,085282 ,453107 ,007	,085282 ,193000 ,239	,085282 ,1,124783 ,131	,085282 ,240113 ,131	,085282 ,141868 ,450	,085282 ,055353 ,481	,085282 ,305622 ,002	,085282 ,176477 ,396	,085282 ,3,738166 ,292	,085282 ,171240 ,101
<b>Text Editors</b>			,731810 ,702731 ,969	,731810 ,047180 ,214	,731810 ,453107 ,630	,731810 ,193000 ,340	,731810 ,1,124783 ,707	,731810 ,240113 ,392	,731810 ,141868 ,282	,731810 ,055353 ,217	,731810 ,305622 ,436	,731810 ,176477 ,316	,731810 ,3,738166 ,390	,731810 ,171240 ,205
<b>Scientific Engineering</b>				,702731 ,047180 ,207	,702731 ,453107 ,651	,702731 ,193000 ,341	,702731 ,1,124783 ,682	,702731 ,240113 ,396	,702731 ,141868 ,278	,702731 ,055353 ,209	,702731 ,305622 ,442	,702731 ,176477 ,314	,702731 ,3,738166 ,385	,702731 ,171240 ,301
<b>Security</b>				,047180 ,453107 ,127	,047180 ,453107 ,127	,047180 ,193000 ,430	,047180 ,1,124783 ,239	,047180 ,240113 ,366	,047180 ,141868 ,360	,047180 ,055353 ,922	,047180 ,305622 ,021	,047180 ,176477 ,315	,047180 ,3,738166 ,287	,047180 ,171240 ,167
<b>Printing</b>					,453107 ,193000 ,332	,453107 ,1,124783 ,468	,453107 ,240113 ,458	,453107 ,141868 ,121	,453107 ,055353 ,011	,453107 ,305622 ,438	,453107 ,176477 ,248	,453107 ,3,738166 ,343	,453107 ,171240 ,045	
<b>Terminals</b>						,193000 ,1,124783 ,312	,193000 ,240113 ,851	,193000 ,141868 ,774	,193000 ,055353 ,431	,193000 ,305622 ,538	,193000 ,176477 ,932	,193000 ,3,738166 ,307	,193000 ,171240 ,898	
<b>Office Business</b>							1,12478 ,240113 ,339	1,124783 ,141868 ,281	1,124783 ,055353 ,174	1,124783 ,305622 ,368	1,124783 ,176477 ,170	1,124783 ,3,738166 ,464	1,124783 ,171240 ,137	
<b>System</b>								,240113 ,141868 ,636	,240113 ,055353 ,113	,240113 ,305622 ,754	,240113 ,176477 ,772	,240113 ,3,738166 ,313	,240113 ,171240 ,731	
<b>Education</b>									,141868 ,055353 ,266	,141868 ,305622 ,115	,141868 ,176477 ,781	,141868 ,3,738166 ,299	,141868 ,171240 ,718	
<b>Games Entertainment</b>										,055353 ,305622 ,002	,055353 ,176477 ,268	,055353 ,3,738166 ,288	,055353 ,171240 ,034	
<b>Desktop Environment</b>											,305622 ,176477 ,315	,305622 ,3,738166 ,322	,305622 ,171240 ,127	
<b>Software Development</b>												,176477 ,3,738166 ,304	,176477 ,171240 ,963	
<b>Communications</b>														3,738166 ,171240 ,303

Πίνακας 20: Design Size Απόλυτες Τιμές

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	143,793 128,665 ,832	143,793 105,3596 ,597	143,793 362,998426 ,053	143,793 86,48166 ,405	143,793 167,567 ,840	143,793 49,4200 ,141	143,793 291,8123 ,330	143,793 85,1833 ,435	143,793 145,042984 ,989	143,793 362,094791 ,223	143,793 143,977775 ,998	143,793335 183,657051 ,627	143,793 221,654169 ,432	143,793 265,900726 ,229
<b>Internet</b>		128,665 105,359 ,681	128,665 362,998426 ,045	128,665 86,48166 ,414	128,665 167,567 ,723	128,665 49,4200 ,071	128,665 291,8123 ,166	128,665 85,1833 38 ,468	128,665 145,042984 ,843	128,665 362,094791 ,140	128,665 143,977775 ,827	128,665813 183,657051 ,422	128,665 221,654169 ,293	128,665 265,900726 ,154
<b>Text Editors</b>			105,359 362,998 ,047	105,359 86,48166 ,723	105,359 167,567 ,574	105,359 49,4200 ,219	105,359 291,8123 ,149	105,359 85,1833 ,741	105,359 145,042984 ,637	105,359 362,094791 ,144	105,359 143,977775 ,590	105,359 183,657051 ,263	105,359 221,654169 ,194	105,359 265,900726 ,130
<b>Scientific Engineering</b>				362,998 86,4816 ,008	362,998 167,567 ,165	362,998 49,4200 ,002	362,998 291,8123 ,671	362,998 85,1833 ,010	362,998 145,042984 ,072	362,998 362,094791 ,996	362,998 143,977775 ,052	362,998 183,657051 ,107	362,998 221,654169 ,253	362,998 265,900726 ,438
<b>Security</b>					86,4816 167,567 ,455	86,4816 49,4200 ,341	86,48166 291,8123 ,159	86,4816 85,1833 ,982	86,4816 145,042984 ,469	86,4816 362,094791 ,113	86,4816 143,977775 ,396	86,4816 183,657051 ,142	86,4816 221,654169 ,119	86,4816 265,900726 ,046
<b>Printing</b>						167,567 49,4200 ,267	167,567 291,8123 ,470	167,567 85,1833 ,463	167,567 145,042984 ,857	167,567 362,094791 ,322	167,567 143,977775 ,841	167,567 183,657051 ,890	167,567 221,654169 ,675	167,567 265,900726 ,453
<b>Terminals</b>							49,4200 291,812 ,093	49,4200 85,1833 ,471	49,4200 145,042984 ,214	49,4200 362,094791 ,071	49,4200 143,977775 ,131	49,4200 183,657051 ,027	49,4200 221,654169 ,037	49,4200 265,900726 ,012
<b>Office Business</b>								291,812 85,1833 ,164	291,812 145,042984 ,351	291,812 362,094791 ,746	291,812 143,977775 ,329	291,812 183,657051 ,471	291,812 221,654169 ,660	291,812 265,900726 ,872
<b>System</b>									85,1833 145,042984 ,486	85,1833 362,094791 ,116	85,1833 143,977775 ,427	85,1833 183,657051 ,176	85,1833 221,654169 ,137	85,1833 265,900726 ,057
<b>Education</b>										145,042984 362,094791 ,238	145,042984 143,977775 ,991	145,042984 183,657051 ,675	145,042984 221,654169 ,476	145,042984 265,900726 ,272
<b>Games Entertainment</b>											362,094791 143,977775 ,277	362,094791 183,657051 ,276	362,094791 221,654169 ,449	362,094791 265,900726 ,606
<b>Desktop Environment</b>												143,977775 183,657051 ,624	143,977775 221,654169 ,429	143,977775 265,900726 ,226
<b>Software Development</b>													183,657051 221,654169 ,695	183,657051 265,900726 ,407
<b>Communications</b>														221,654169 265,900726 ,697

Πίνακας 21: Hierarchies Ρυθμός Μεταβολής

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	,039845 ,067305 ,567	,039845 ,129340 ,292	,039845 1,029473 ,224	,039845 ,050480 ,913	,039845 ,346521 ,038	,039845 ,019320 ,609	,039845 ,312387 ,071	,039845 - ,012413 ,220	,039845 ,003795 ,435	,039845 ,022270 ,712	,039845 ,228757 ,068	,039845 ,160350 ,260	,039845 ,172298 ,112	,039845 ,112376 ,149
<b>Internet</b>		,067305 ,129340 ,407	,067305 1,029473 ,236	,067305 ,050480 ,860	,067305 ,346521 ,012	,067305 ,019320 ,161	,067305 ,312387 ,028	,067305 -,01241 ,032	,067305 ,003795 ,123	,067305 ,022270 ,291	,067305 ,228757 ,043	,067305 ,160350 ,374	,067305 ,172298 ,221	,067305 ,112376 ,317
<b>Text Editors</b>			,129340 1,029473 ,269	,129340 ,050480 ,503	,129340 ,346521 ,170	,129340 ,019320 ,162	,129340 ,312387 ,240	,129340 -,01241 ,078	,129340 ,003795 ,204	,129340 ,022270 ,194	,129340 ,228757 ,395	,129340 ,160350 ,804	,129340 ,172298 ,684	,129340 ,112376 ,838
<b>Scientific Engineering</b>				1,029473 ,050480 ,231	1,02947 ,346521 ,408	1,029473 ,019320 ,214	1,029473 ,312387 ,382	1,02947 -,01241 ,200	1,029473 ,003795 ,207	1,029473 ,022270 ,216	1,029473 ,228757 ,326	1,029473 ,160350 ,287	1,029473 ,172298 ,292	1,029473 ,112376 ,259
<b>Security</b>					,050480 ,346521 ,165	,050480 ,019320 ,734	,050480 ,312387 ,111	,050480 -,01241 ,540	,050480 ,003795 ,529	,050480 ,022270 ,767	,050480 ,228757 ,164	,050480 ,160350 ,413	,050480 ,172298 ,298	,050480 ,112376 ,523
<b>Printing</b>						,346521 ,019320 ,252	,346521 ,312387 ,872	,346521 -,01241 ,113	,346521 ,003795 ,022	,346521 ,022270 ,008	,346521 ,228757 ,529	,346521 ,160350 ,336	,346521 ,172298 ,339	,346521 ,112376 ,032
<b>Terminals</b>							,019320 ,312387 ,039	,019320 -,01241 ,219	,019320 ,003795 ,619	,019320 ,022270 ,930	,019320 ,228757 ,028	,019320 ,160350 ,167	,019320 ,172298 ,046	,019320 ,112376 ,358
<b>Office Business</b>								,312387 -,01241 ,166	,312387 ,003795 ,045	,312387 ,022270 ,020	,312387 ,228757 ,604	,312387 ,160350 ,365	,312387 ,172298 ,363	,312387 ,112376 ,062
<b>System</b>									-,012413 ,003795 ,631	-,012413 ,022270 ,336	-,012413 ,228757 ,013	-,012413 ,160350 ,094	-,012413 ,172298 ,018	-,012413 ,112376 ,122
<b>Education</b>										,003795 ,022270 ,648	,003795 ,228757 ,030	,003795 ,160350 ,134	,003795 ,172298 ,155	,003795 ,112376 ,049
<b>Games Entertainment</b>											,022270 ,228757 ,018	,022270 ,160350 ,188	,022270 ,172298 ,119	,022270 ,112376 ,046
<b>Desktop Environment</b>												,228757 ,160350 ,608	,228757 ,172298 ,624	,228757 ,112376 ,226
<b>Software Development</b>													,160350 ,172298 ,923	,160350 ,112376 ,648
<b>Communications</b>														,172298 ,112376 ,459



Πίνακας 22: Hierarchies Απόλυτες Τιμές

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	17,166660 15,575213 ,868	17,166660 11,444084 ,545	17,166660 39,416351 ,092	17,166660 13,338340 ,699	17,166660 14,684529 ,836	17,166660 8,720000 ,337	17,166660 34,749274 ,332	17,166660 9,550000 ,431	17,166660 18,031579 ,944	17,166660 40,783334 ,278	17,166660 16,551388 ,953	17,166660 19,826497 ,797	17,166660 29,911458 ,417	17,166660 26,278624 ,436
<b>Internet</b>		15,575213 11,444084 ,558	15,575213 39,416351 ,065	15,575213 13,338340 ,771	15,575213 14,684529 ,931	15,575213 8,720000 ,262	15,575213 34,749274 ,172	15,575213 9,550000 ,413	15,575213 18,031579 ,819	15,575213 40,783334 ,186	15,575213 16,551388 ,908	15,575213 19,826497 ,606	15,575213 29,911458 ,321	15,575213 26,278624 ,279
<b>Text Editors</b>			11,444084 39,416351 ,049	11,444084 13,338340 ,802	11,444084 14,684529 ,751	11,444084 8,720000 ,643	11,444084 34,749274 ,122	11,444084 9,550000 ,792	11,444084 18,031579 ,536	11,444084 40,783334 ,164	11,444084 16,551388 ,541	11,444084 19,826497 ,303	11,444084 29,911458 ,200	11,444084 26,278624 ,131
<b>Scientific Engineering</b>				39,416351 13,338340 ,030	39,416351 14,684529 ,074	39,416351 8,720000 ,006	39,416351 34,749274 ,807	39,416351 9,550000 ,012	39,416351 18,031579 ,129	39,416351 40,783334 ,952	39,416351 16,551388 ,067	39,416351 19,826497 ,110	39,416351 29,911458 ,575	39,416351 26,278624 ,325
<b>Security</b>					13,338340 14,684529 ,899	13,338340 8,720000 ,490	13,338340 34,749274 ,217	13,338340 9,550000 ,627	13,338340 18,031579 ,671	13,338340 40,783334 ,194	13,338340 16,551388 ,717	13,338340 19,826497 ,455	13,338340 29,911458 ,259	13,338340 26,278624 ,208
<b>Printing</b>						14,684529 8,720000 ,534	14,684529 34,749274 ,279	14,684529 9,550000 ,621	14,684529 8,720000 ,796	14,684529 40,783334 ,238	14,684529 16,551388 ,868	14,684529 19,826497 ,642	14,684529 29,911458 ,347	14,684529 26,278624 ,348
<b>Terminals</b>							8,720000 34,749274 ,123	8,720000 9,550000 ,894	8,720000 18,031579 ,356	8,720000 40,783334 ,122	8,720000 16,551388 ,302	8,720000 19,826497 ,131	8,720000 29,911458 ,130	8,720000 26,278624 ,057
<b>Office Business</b>								34,749274 9,550000 ,145	34,749274 18,031579 ,372	34,749274 40,783334 ,814	34,749274 16,551388 ,302	34,749274 19,826497 ,393	34,749274 29,911458 ,817	34,749274 26,278624 ,642
<b>System</b>									9,550000 18,031579 ,434	9,550000 40,783334 ,139	9,550000 16,551388 ,416	9,550000 19,826497 ,222	9,550000 29,911458 ,162	9,550000 26,278624 ,097
<b>Education</b>										18,031579 40,783334 ,307	18,031579 16,551388 ,898	18,031579 19,826497 ,875	18,031579 29,911458 ,470	18,031579 26,278624 ,515
<b>Games Entertainment</b>											40,783334 16,551388 ,257	40,783334 19,826497 ,284	40,783334 29,911458 ,653	40,783334 26,278624 ,507
<b>Desktop Environment</b>												16,551388 19,826497 ,727	16,551388 29,911458 ,376	16,551388 26,278624 ,370
<b>Software Development</b>													19,826497 29,911458 ,500	19,826497 26,278624 ,544
<b>Communications</b>														29,911458 26,278624 ,819

Πίνακας 23: Inheritance Ρυθμός Μεταβολής

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	,047545 ,067023 ,756	,047545 ,014670 ,548	,047545 ,094229 ,412	,047545 ,073830 ,132	,047545 ,296957 ,145	,047545 ,005360 ,352	,047545 ,077339 ,630	,047545 ,04903 ,064	,047545 ,010442 ,282	,047545 ,026220 ,712	,047545 ,096813 ,423	,047545 ,099180 ,520	,047545 ,027234 ,674	,047545 ,056709 ,873
<b>Internet</b>		,067023 ,014670 ,347	,067023 ,094229 ,636	,067023 ,073830 ,085	,067023 ,296957 ,095	,067023 ,005360 ,183	,067023 ,077339 ,869	,067023 ,04903 ,028	,067023 ,010442 ,157	,067023 ,026220 ,487	,067023 ,096813 ,631	,067023 ,099180 ,691	,067023 ,027234 ,419	,067023 ,056709 ,859
<b>Text Editors</b>			,014670 ,094229 ,103	,014670 ,073830 ,234	,014670 ,296957 ,046	,014670 ,005360 ,781	,014670 ,077339 ,252	,014670 ,04903 ,126	,014670 ,010442 ,573	,014670 ,026220 ,816	,014670 ,096813 ,131	,014670 ,099180 ,260	,014670 ,027234 ,740	,014670 ,056709 ,394
<b>Scientific Engineering</b>				,094229 ,073830 ,035	,094229 ,296957 ,094	,094229 ,005360 ,019	,094229 ,077339 ,765	,094229 ,04903 ,002	,094229 ,010442 ,029	,094229 ,026220 ,193	,094229 ,096813 ,963	,094229 ,099180 ,948	,094229 ,027234 ,104	,094229 ,056709 ,467
<b>Security</b>					,07383 ,296957 ,084	,073830 ,005360 ,246	,073830 ,077339 ,065	,07383 ,04903 ,722	,073830 ,010442 ,383	,073830 ,026220 ,193	,073830 ,096813 ,039	,073830 ,099180 ,070	,073830 ,027234 ,156	,073830 ,056709 ,094
<b>Printing</b>						,296957 ,005360 ,151	,296957 ,077339 ,173	,296957 ,04903 ,191	,296957 ,010442 ,075	,296957 ,026220 ,060	,296957 ,096813 ,212	,296957 ,099180 ,219	,296957 ,027234 ,015	,296957 ,056709 ,057
<b>Terminals</b>							,005360 ,077339 ,115	,005360 ,04903 ,065	,005360 ,010442 ,618	,005360 ,026220 ,589	,005360 ,096813 ,045	,005360 ,099180 ,171	,005360 ,027234 ,301	,005360 ,056709 ,179
<b>Office Business</b>								,077339 ,04903 ,016	,077339 ,010442 ,104	,077339 ,026220 ,376	,077339 ,096813 ,749	,077339 ,099180 ,785	,077339 ,027234 ,299	,077339 ,056709 ,718
<b>System</b>									,049038 ,010442 ,330	,049038 ,026220 ,101	,049038 ,096813 ,059	,049038 ,099180 ,043	,049038 ,027234 ,025	,049038 ,056709 ,021
<b>Education</b>										,010442 ,026220 ,450	,010442 ,096813 ,055	,010442 ,099180 ,141	,010442 ,027234 ,302	,010442 ,056709 ,164
<b>Games Entertainment</b>											,026220 ,096813 ,218	,026220 ,099180 ,345	,026220 ,027234 ,981	,026220 ,056709 ,563
<b>Desktop Environment</b>												,096813 ,099180 ,976	,096813 ,027234 ,091	,096813 ,056709 ,479
<b>Software Development</b>													,099180 ,027234 ,307	,099180 ,056709 ,580
<b>Communications</b>														,027234 ,056709 ,482

Πίνακας 24: Inheritance Απόλυτες Τιμές

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	,610645 ,679138 ,730	,610645 ,416835 ,322	,610645 44,668611 ,319	,610645 ,659380 ,832	,610645 ,607164 ,988	,610645 2,603480 ,029	,610645 ,687448 ,737	,610645 ,559062 ,838	,610645 ,444116 ,406	,610645 ,688113 ,713	,610645 ,472213 ,495	,610645 1,055008 ,260	,610645 ,592165 ,920	,610645 ,667767 ,764
<b>Internet</b>		,679138 ,416835 ,070	,679138 44,668611 ,320	,679138 ,659380 ,917	,679138 ,607164 ,721	,679138 2,603480 ,000	,679138 ,687448 ,965	,679138 ,559062 ,583	,679138 ,444116 ,123	,679138 ,688113 ,957	,679138 ,472213 ,182	,679138 1,055008 ,313	,679138 ,592165 ,501	,679138 ,667767 ,934
<b>Text Editors</b>			,416835 44,6686 ,317	,416835 ,659380 ,202	,416835 ,607164 ,339	,416835 2,603480 ,000	,416835 ,687448 ,145	,416835 ,559062 ,510	,416835 ,444116 ,851	,416835 ,688113 ,094	,416835 ,472213 ,710	,416835 1,055008 ,088	,416835 ,592165 ,157	,416835 ,667767 ,061
<b>Scientific Engineering</b>				44,6686 ,659380 ,320	44,6686 ,607164 ,319	44,6686 2,603480 ,341	44,6686 ,687448 ,320	44,6686 ,559062 ,318	44,6686 ,444116 ,317	44,6686 ,688113 ,320	44,6686 ,472213 ,317	44,6686 1,055008 ,324	44,6686 ,592165 ,319	44,66861 ,667767 ,320
<b>Security</b>					,659380 ,607164 ,822	,659380 2,603480 ,032	,659380 ,687448 ,899	,659380 ,559062 ,684	,659380 ,444116 ,268	,659380 ,688113 ,887	,659380 ,472213 ,340	,659380 1,055008 ,310	,659380 ,592165 ,702	,659380 ,667767 ,963
<b>Printing</b>						,607164 2,603480 ,029	,607164 ,687448 ,728	,607164 ,559062 ,850	,607164 ,444116 ,424	,607164 ,688113 ,705	,607164 ,472213 ,512	,607164 1,055008 ,258	,607164 ,592165 ,936	,607164 ,667767 ,754
<b>Terminals</b>							2,603480 ,687448 ,034	2,603480 ,559062 ,026	2,603480 ,444116 ,000	2,603480 ,688113 ,034	2,603480 ,472213 ,000	2,603480 1,055008 ,066	2,603480 ,592165 ,000	2,603480 ,667767 ,000
<b>Office Business</b>								,687448 ,559062 ,601	,687448 ,444116 ,203	,687448 ,688113 ,997	,687448 ,472213 ,265	,687448 1,055008 ,345	,687448 ,592165 ,582	,687448 ,667767 ,913
<b>System</b>								,559062 ,444116 ,601	,559062 ,444116 ,574	,559062 ,444116 ,695	,559062 ,472213 ,220	,559062 1,055008 ,220	,559062 ,592165 ,872	,559062 ,667767 ,608
<b>Education</b>										,444116 ,688113 ,148	,444116 ,472213 ,857	,444116 1,055008 ,105	,444116 ,592165 ,265	,444116 ,667767 ,116
<b>Games Entertainment</b>											,688113 ,472213 ,207	,688113 1,055008 ,333	,688113 ,592165 ,518	,688113 ,667767 ,896
<b>Desktop Environment</b>												,472213 1,055008 ,123	,472213 ,592165 ,379	,472213 ,667767 ,178
<b>Software Development</b>													1,055008 ,592165 ,207	1,055008 ,667767 ,294
<b>Communications</b>														,592165 ,667767 ,519

Πίνακας 25: Coupling Ρυθμός Μεταβολής

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	,081170 ,037074 ,135	,081170 ,142507 ,463	,081170 ,033102 ,179	,081170 ,053210 ,047	,081170 ,071914 ,832	,081170 ,131140 ,627	,081170 ,070939 ,776	,081170 ,023475 ,229	,081170 ,067226 ,759	,081170 ,029570 ,177	,081170 ,051691 ,481	,081170 ,016103 ,070	,081170 ,028353 ,032	,081170 ,030402 ,145
<b>Internet</b>		,037074 ,142507 ,134	,037074 ,033102 ,864	,037074 ,053210 ,137	,037074 ,071914 ,322	,037074 ,131140 ,067	,037074 ,070939 ,165	,037074 ,023475 ,728	,037074 ,067226 ,418	,037074 ,029570 ,779	,037074 ,051691 ,650	,037074 ,016103 ,356	,037074 ,028353 ,609	,037074 ,030402 ,756
<b>Text Editors</b>			,142507 ,033102 ,087	,142507 ,053210 ,045	,142507 ,071914 ,402	,142507 ,131140 ,926	,142507 ,070939 ,375	,142507 ,023475 ,169	,142507 ,067226 ,377	,142507 ,029570 ,169	,142507 ,051691 ,277	,142507 ,016103 ,074	,142507 ,028353 ,072	,142507 ,030402 ,093
<b>Scientific Engineering</b>				,033102 ,053210 ,159	,033102 ,071914 ,294	,033102 ,131140 ,349	,033102 ,070939 ,160	,033102 ,023475 ,813	,033102 ,067226 ,381	,033102 ,029570 ,903	,033102 ,051691 ,586	,033102 ,016103 ,504	,033102 ,028353 ,817	,033102 ,030402 ,912
<b>Security</b>					,053210 ,071914 ,064	,053210 ,131140 ,127	,053210 ,070939 ,053	,053210 ,023475 ,254	,053210 ,067226 ,077	,053210 ,029570 ,183	,053210 ,051691 ,109	,053210 ,016103 ,249	,053210 ,028353 ,013	,053210 ,030402 ,168
<b>Printing</b>						,071914 ,131140 ,567	,071914 ,070939 ,979	,071914 ,023475 ,318	,071914 ,067226 ,919	,071914 ,029570 ,281	,071914 ,051691 ,636	,071914 ,016103 ,134	,071914 ,028353 ,074	,071914 ,030402 ,250
<b>Terminals</b>							,131140 ,070939 ,552	,131140 ,023475 ,321	,131140 ,067226 ,541	,131140 ,029570 ,336	,131140 ,051691 ,447	,131140 ,016103 ,280	,131140 ,028353 ,013	,131140 ,030402 ,336
<b>Office Business</b>								,070939 ,023475 ,262	,070939 ,067226 ,925	,070939 ,029570 ,170	,070939 ,051691 ,581	,070939 ,016103 ,041	,070939 ,028353 ,028	,070939 ,030402 ,113
<b>System</b>									,023475 ,067226 ,381	,023475 ,029570 ,886	,023475 ,051691 ,542	,023475 ,016103 ,855	,023475 ,028353 ,897	,023475 ,030402 ,861
<b>Education</b>										,067226 ,029570 ,360	,067226 ,051691 ,728	,067226 ,016103 ,190	,067226 ,028353 ,137	,067226 ,030402 ,333
<b>Games Entertainment</b>											,029570 ,051691 ,547	,029570 ,016103 ,640	,029570 ,028353 ,961	,029570 ,030402 ,976
<b>Desktop Environment</b>												,051691 ,016103 ,296	,051691 ,028353 ,333	,051691 ,030402 ,520
<b>Software Development</b>													,016103 ,028353 ,541	,016103 ,030402 ,550
<b>Communications</b>														,028353 ,030402 ,912

Πίνακας 26: Coupling Ρυθμός Μεταβολής

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	3,05493 3,132590 ,874	3,05493 2,12477 ,060	3,05493 3,779823 ,111	3,054932 ,776560 ,550	3,05493 2,459136 ,326	3,05493 86,913420 ,000	3,05493 2,797778 ,581	3,05493 2,850000 ,798	3,05493 2,757253 ,557	3,05493 3,249428 ,703	3,05493 2,254813 ,118	3,05493 2,873846 ,697	3,05493 2,893340 ,725	3,05493 3,187526 ,784
<b>Internet</b>		3,13259 2,12477 ,008	3,13259 3,779823 ,044	3,13259 2,776560 ,308	3,13259 2,459136 ,202	3,13259 86,913420 ,000	3,13259 2,797778 ,337	3,13259 2,850000 ,704	3,13259 2,757253 ,351	3,13259 3,249428 ,774	3,13259 2,254813 ,031	3,13259 2,873846 ,456	3,13259 2,893340 ,481	3,13259 3,187526 ,883
<b>Text Editors</b>			2,12477 3,779823 ,000	2,12477 2,776560 ,058	2,12477 2,459136 ,515	2,12477 86,913420 ,000	2,12477 2,797778 ,049	2,12477 2,850000 ,337	2,12477 2,757253 ,111	2,12477 3,249428 ,006	2,12477 2,254813 ,737	2,12477 2,873846 ,028	2,12477 3,779823 ,021	2,12477 3,187526 ,004
<b>Scientific Engineering</b>				3,779823 2,776560 ,001	3,779823 2,459136 ,012	3,779823 86,913420 ,000	3,779823 2,797778 ,001	3,779823 2,850000 ,215	3,779823 2,757253 ,005	3,779823 3,249428 ,098	3,779823 2,254813 ,000	3,779823 2,873846 ,001	3,779823 2,893340 ,001	3,779823 3,187526 ,049
<b>Security</b>					2,776560 2,459136 ,523	2,776560 86,913420 ,000	2,776560 2,797778 ,945	2,776560 2,850000 ,910	2,776560 2,757253 ,958	2,776560 3,249428 ,402	2,776560 2,254813 ,279	2,776560 2,873846 ,753	2,776560 2,893340 ,698	2,776560 3,187526 ,467
<b>Printing</b>						2,459136 86,913420 ,000	2,459136 2,797778 ,496	2,459136 2,850000 ,633	2,459136 2,757253 ,577	2,459136 3,249428 ,149	2,459136 2,254813 ,701	2,459136 2,873846 ,406	2,459136 2,893340 ,380	2,459136 3,187526 ,164
<b>Terminals</b>							86,913420 2,797778 ,010	86,913420 2,850000 ,000	86,913420 2,757253 ,000	86,913420 3,249428 ,000	86,913420 2,254813 ,000	86,913420 2,873846 ,000	86,913420 2,893340 ,000	86,913420 3,187526 ,000
<b>Office Business</b>								2,797778 2,850000 ,923	2,797778 2,757253 ,912	2,797778 3,249428 ,267	2,797778 2,254813 ,142	2,797778 2,873846 ,818	2,797778 2,893340 ,750	2,797778 3,187526 ,326
<b>System</b>									2,850000 2,757253 ,902	2,850000 3,249428 ,598	2,850000 2,254813 ,434	2,850000 2,873846 ,974	2,850000 2,893340 ,952	2,850000 3,187526 ,649
<b>Education</b>										2,757253 3,249428 ,250	2,757253 2,254813 ,231	2,757253 2,873846 ,752	2,757253 2,893340 ,707	2,757253 3,187526 ,276
<b>Games Entertainment</b>											3,249428 2,254813 ,021	3,249428 2,873846 ,318	3,249428 2,893340 ,334	3,249428 3,187526 ,876
<b>Desktop Environment</b>												2,254813 2,873846 ,095	2,254813 2,893340 ,079	2,254813 3,187526 ,019
<b>Software Development</b>													2,873846 2,893340 ,948	2,873846 3,187526 ,353
<b>Communications</b>														2,893340 3,187526 ,372

Πίνακας 27: Cohesion Ρυθμός Μεταβολής

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	,307100 ,729890 ,503	,307100 ,421923 ,700	,307100 ,799650 ,446	,307100 ,5,321620 ,175	,307100 ,444750 ,714	,307100 ,-,033060 ,135	,307100 ,255970 ,854	,307100 ,722200 ,496	,307100 ,243747 ,800	,307100 ,119997 ,345	,307100 ,070600 ,316	,307100 ,133928 ,334	,307100 ,537551 ,492	,307100 ,213436 ,577
<b>Internet</b>		,729890 ,421923 ,622	,729890 ,799650 ,934	,729890 ,5,321620 ,107	,729890 ,444750 ,667	,729890 ,-,033060 ,201	,729890 ,255970 ,442	,729890 ,722200 ,992	,729890 ,243747 ,421	,729890 ,119997 ,308	,729890 ,070600 ,272	,729890 ,133928 ,319	,729890 ,537551 ,764	,729890 ,213436 ,386
<b>Text Editors</b>			,421923 ,799650 ,555	,421923 ,5,321620 ,102	,421923 ,444750 ,950	,421923 ,-,033060 ,031	,421923 ,255970 ,529	,421923 ,722200 ,617	,421923 ,243747 ,447	,421923 ,119997 ,159	,421923 ,070600 ,109	,421923 ,133928 ,130	,421923 ,537551 ,720	,421923 ,213436 ,243
<b>Scientific Engineering</b>				,799650 ,5,321620 ,086	,799650 ,444750 ,601	,799650 ,-,033060 ,174	,799650 ,255970 ,390	,799650 ,722200 ,925	,799650 ,243747 ,371	,799650 ,119997 ,269	,799650 ,070600 ,237	,799650 ,133928 ,278	,799650 ,537551 ,690	,799650 ,213436 ,339
<b>Security</b>					5,32162 ,444750 ,274	5,321620 ,-,033060 ,328	5,321620 ,255970 ,140	5,32162 ,722200 ,399	5,321620 ,243747 ,180	5,321620 ,119997 ,082	5,321620 ,070600 ,126	5,321620 ,133928 ,044	5,321620 ,537551 ,048	5,321620 ,213436 ,035
<b>Printing</b>						,444750 ,-,033060 ,136	,444750 ,255970 ,590	,444750 ,722200 ,664	,444750 ,243747 ,542	,444750 ,119997 ,159	,444750 ,070600 ,147	,444750 ,133928 ,137	,444750 ,537551 ,814	,444750 ,213436 ,237
<b>Terminals</b>							,-,033060 ,255970 ,102	,-,03306 ,722200 ,208	,-,033060 ,243747 ,032	,-,033060 ,119997 ,038	,-,033060 ,070600 ,539	,-,033060 ,133928 ,015	,-,033060 ,537551 ,029	,-,033060 ,213436 ,000
<b>Office Business</b>							,255970 ,722200 ,436	,255970 ,243747 ,953	,255970 ,243747 ,462	,255970 ,119997 ,462	,255970 ,070600 ,325	,255970 ,133928 ,505	,255970 ,537551 ,357	,255970 ,213436 ,813
<b>System</b>								,722200 ,243747 ,416	,722200 ,119997 ,054	,722200 ,133928 ,063	,722200 ,070600 ,082	,722200 ,133928 ,037	,722200 ,537551 ,764	,722200 ,213436 ,054
<b>Education</b>										,243747 ,119997 ,374	,243747 ,070600 ,229	,243747 ,133928 ,422	,243747 ,537551 ,296	,243747 ,213436 ,819
<b>Games Entertainment</b>											,119997 ,070600 ,634	,119997 ,133928 ,883	,119997 ,537551 ,198	,119997 ,213436 ,300
<b>Desktop Environment</b>												,070600 ,133928 ,529	,070600 ,537551 ,082	,070600 ,213436 ,140
<b>Software Development</b>													,133928 ,537551 ,153	,133928 ,213436 ,356
<b>Communications</b>														,537551 ,213436 ,222

Πίνακας 28: Cohesion Ρυθμός Μεταβολής

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	121,943 87,3017 ,422	121,943 89,2617 ,444	121,943 262,321185 ,311	121,943 180,4683 ,586	121,943 252,4738 ,311	121,943 537180 ,002	121,943 243,7681 ,349	121,943 1362,897 ,114	121,943 86,501400 ,380	121,943 92,442487 ,450	121,943 206,106862 ,361	121,943 578,625544 ,373	121,943 91,532431 ,427	121,943 120,048820 ,967
<b>Internet</b>		87,3017 89,2617 ,956	87,3017 262,321185 ,201	87,3017 180,4683 ,187	87,3017 252,4738 ,087	87,3017 537180 ,001	87,3017 243,7681 ,121	87,3017 1362,8971 ,022	87,3017 86,501400 ,980	87,3017 92,442487 ,867	87,3017 206,106862 ,109	87,3017 578,625544 ,337	87,3017 91,532431 ,886	87,3017 120,048820 ,408
<b>Text Editors</b>			89,2617 262,3211 ,205	89,2617 180,4683 ,197	89,2617 252,4738 ,117	89,2617 537180 ,001	89,2617 243,7681 ,163	89,2617 1362,8971 ,042	89,2617 86,501400 ,930	89,2617 92,442487 ,915	89,2617 206,106862 ,143	89,2617 578,625544 ,339	89,2617 91,532431 ,937	89,2617 120,048820 ,431
<b>Scientific Engineering</b>				262,3211 180,4683 ,623	262,3211 252,4738 ,960	262,3211 537180 ,054	262,3211 243,7681 ,919	262,3211 1362,8971 ,059	262,3211 86,501400 ,196	262,3211 92,442487 ,210	262,3211 206,106862 ,721	262,3211 578,625544 ,548	262,3211 91,532431 ,207	262,3211 120,048820 ,301
<b>Security</b>					180,4683 252,4738 ,684	180,4683 537180 ,101	180,4683 243,7681 ,691	180,4683 1362,8971 ,298	180,4683 86,501400 ,224	180,4683 92,442487 ,162	180,4683 206,106862 ,845	180,4683 578,625544 ,444	180,4683 91,532431 ,111	180,4683 120,048820 ,570
<b>Printing</b>						252,4738 537180 ,104	252,4738 243,7681 ,964	252,4738 1362,8971 ,248	252,4738 86,501400 ,194	252,4738 92,442487 ,108	252,4738 206,106862 ,784	252,4738 578,625544 ,538	252,4738 91,532431 ,052	252,4738 120,048820 ,171
<b>Terminals</b>							537180 243,7681 ,060	537180 1362,8971 ,306	537180 86,501400 ,040	537180 92,442487 ,044	537180 206,106862 ,022	537180 578,625544 ,260	537180 91,532431 ,062	537180 120,048820 ,000
<b>Office Business</b>								243,7681 1362,8971 ,138	243,7681 86,501400 ,219	243,7681 92,442487 ,158	243,7681 206,106862 ,801	243,7681 578,625544 ,523	243,7681 91,532431 ,231	243,7681 120,048820 ,338
<b>System</b>									1362,8971 86,501400 ,113	1362,8971 92,442487 ,038	1362,8971 206,106862 ,110	1362,8971 578,625544 ,570	1362,8971 91,532431 ,011	1362,8971 120,048820 ,015
<b>Education</b>										86,501400 92,442487 ,822	86,501400 206,106862 ,221	86,501400 578,625544 ,336	86,501400 91,532431 ,842	86,501400 120,048820 ,358
<b>Games Entertainment</b>											92,442487 206,106862 ,136	92,442487 578,625544 ,342	92,442487 91,532431 ,969	92,442487 120,048820 ,431
<b>Desktop Environment</b>												206,106862 578,625544 ,471	206,106862 91,532431 ,072	206,106862 120,048820 ,343
<b>Software Development</b>													578,625544 91,532431 ,287	578,625544 120,048820 ,370
<b>Communications</b>														91,532431 120,048820 ,404

Πίνακας 29: Aggregation Ρυθμός Μεταβολής

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminal s	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	,056205 ,030967 ,396	,056205 ,056103 ,998	,056205 ,026119 ,334	,056205 ,088800 ,026	,056205 ,052421 ,947	,056205 ,009980 ,048	,056205 ,014061 ,279	,056205 ,009413 ,133	,056205 ,065284 ,859	,056205 ,019060 ,018	,056205 ,161522 ,307	,056205 ,009788 ,033	,056205 ,044317 ,745	,056205 ,037211 ,553
<b>Internet</b>		,030967 ,056103 ,554	,030967 ,026119 ,826	,030967 ,088800 ,003	,030967 ,052421 ,574	,030967 ,009980 ,105	,030967 ,014061 ,599	,030967 ,009413 ,321	,030967 ,065284 ,350	,030967 ,019060 ,021	,030967 ,161522 ,095	,030967 ,009788 ,050	,030967 ,044317 ,651	,030967 ,037211 ,790
<b>Text Editors</b>			,056103 ,026119 ,460	,056103 ,088800 ,046	,056103 ,052421 ,957	,056103 ,009980 ,179	,056103 ,014061 ,431	,056103 ,009413 ,330	,056103 ,065284 ,884	,056103 ,019060 ,117	,056103 ,161522 ,334	,056103 ,009788 ,123	,056103 ,044317 ,820	,056103 ,037211 ,661
<b>Scientific Engineering</b>				,026119 ,088800 ,060	,026119 ,052421 ,626	,026119 ,009980 ,168	,026119 ,014061 ,718	,026119 ,009413 ,475	,026119 ,065284 ,411	,026119 ,019060 ,053	,026119 ,161522 ,054	,026119 ,009788 ,113	,026119 ,044317 ,556	,026119 ,037211 ,660
<b>Security</b>					,088800 ,052421 ,065	,088800 ,009980 ,181	,088800 ,014061 ,104	,088800 ,009413 ,123	,088800 ,065284 ,848	,088800 ,019060 ,088	,088800 ,161522 ,031	,088800 ,009788 ,049	,088800 ,044317 ,038	,088800 ,037211 ,043
<b>Printing</b>						,052421 ,009980 ,260	,052421 ,014061 ,514	,052421 ,009413 ,426	,052421 ,065284 ,848	,052421 ,019060 ,088	,052421 ,161522 ,328	,052421 ,009788 ,113	,052421 ,044317 ,887	,052421 ,037211 ,780
<b>Terminals</b>							,009980 ,014061 ,484	,009980 ,009413 ,439	,009980 ,065284 ,125	,009980 ,019060 ,711	,009980 ,161522 ,098	,009980 ,009788 ,994	,009980 ,044317 ,096	,009980 ,037211 ,089
<b>Office Business</b>								,014061 ,009413 ,888	,014061 ,065284 ,333	,014061 ,019060 ,315	,014061 ,161522 ,155	,014061 ,009788 ,463	,014061 ,044317 ,435	,014061 ,037211 ,501
<b>System</b>									,009413 ,065284 ,241	,009413 ,019060 ,213	,009413 ,161522 ,138	,009413 ,009788 ,385	,009413 ,044317 ,254	,009413 ,037211 ,264
<b>Education</b>										,065284 ,019060 ,082	,065284 ,161522 ,376	,065284 ,009788 ,046	,065284 ,044317 ,682	,065284 ,037211 ,559
<b>Games Entertainment</b>											,019060 ,161522 ,043	,019060 ,009788 ,669	,019060 ,044317 ,039	,019060 ,037211 ,024
<b>Desktop Environment</b>												,161522 ,009788 ,028	,161522 ,044317 ,134	,161522 ,037211 ,098
<b>Software Development</b>													,009788 ,044317 ,073	,009788 ,037211 ,052
<b>Communications</b>														,044317 ,037211 ,824



Πίνακας 30: Aggregation Απόλυτες Τιμές

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	,636380 ,487785 ,103	,636380 ,442558 ,045	,636380 ,629475 ,937	,636380 ,644040 ,953	,636380 ,410379 ,031	,636380 ,617320 ,929	,636380 ,554430 ,387	,636380 ,346925 ,051	,636380 ,620337 ,881	,636380 ,706097 ,483	,636380 ,442313 ,050	,636380 ,432200 ,030	,636380 ,502135 ,131	,636380 ,570820 ,485
<b>Internet</b>		,487785 ,442558 ,530	,487785 ,629475 ,024	,487785 ,644040 ,194	,487785 ,410379 ,342	,487785 ,617320 ,542	,487785 ,554430 ,356	,487785 ,346925 ,274	,487785 ,620337 ,141	,487785 ,706097 ,007	,487785 ,442313 ,546	,487785 ,432200 ,414	,487785 ,502135 ,818	,487785 ,570820 ,244
<b>Text Editors</b>			,442558 ,629475 ,008	,442558 ,644040 ,109	,442558 ,410379 ,709	,442558 ,617320 ,422	,442558 ,554430 ,155	,442558 ,346925 ,460	,442558 ,620337 ,063	,442558 ,706097 ,002	,442558 ,442313 ,998	,442558 ,432200 ,889	,442558 ,502135 ,390	,442558 ,570820 ,099
<b>Scientific Engineering</b>				,629475 ,644040 ,899	,629475 ,410379 ,953	,629475 ,617320 ,953	,629475 ,554430 ,279	,629475 ,346925 ,042	,629475 ,620337 ,915	,629475 ,706097 ,311	,629475 ,442313 ,012	,629475 ,432200 ,003	,629475 ,502135 ,032	,629475 ,570820 ,388
<b>Security</b>					,644040 ,410379 ,076	,644040 ,617320 ,906	,644040 ,554430 ,460	,644040 ,346925 ,071	,644040 ,620337 ,856	,644040 ,706097 ,617	,644040 ,442313 ,113	,644040 ,432200 ,089	,644040 ,502135 ,231	,644040 ,570820 ,543
<b>Printing</b>						,410379 ,617320 ,352	,410379 ,554430 ,102	,410379 ,346925 ,634	,410379 ,620337 ,043	,410379 ,706097 ,002	,410379 ,442313 ,719	,410379 ,432200 ,792	,410379 ,502135 ,248	,410379 ,570820 ,067
<b>Terminals</b>							,617320 ,554430 ,765	,617320 ,346925 ,263	,617320 ,620337 ,989	,617320 ,706097 ,677	,617320 ,442313 ,423	,617320 ,432200 ,395	,617320 ,502135 ,585	,617320 ,570820 ,825
<b>Office Business</b>								,554430 ,346925 ,126	,554430 ,620337 ,482	,554430 ,706097 ,074	,554430 ,442313 ,170	,554430 ,432200 ,104	,554430 ,502135 ,451	,554430 ,570820 ,832
<b>System</b>									,346925 ,620337 ,063	,346925 ,706097 ,016	,346925 ,442313 ,467	,346925 ,432200 ,503	,346925 ,502135 ,227	,346925 ,570820 ,101
<b>Education</b>										,620337 ,706097 ,385	,620337 ,442313 ,069	,620337 ,432200 ,043	,620337 ,502135 ,177	,620337 ,570820 ,594
<b>Games Entertainment</b>											,706097 ,442313 ,003	,706097 ,432200 ,001	,706097 ,502135 ,009	,706097 ,570820 ,107
<b>Desktop Environment</b>												,442313 ,432200 ,896	,442313 ,502135 ,411	,442313 ,570820 ,113
<b>Software Development</b>													,432200 ,502135 ,283	,432200 ,570820 ,062
<b>Communications</b>														,502135 ,570820 ,316

Πίνακας 31: Polymorphism Ρυθμός Μεταβολής

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	-,00868 ,070282 ,150	-,00868 ,231333 ,187	-,008680 ,089848 ,108	-,008680 ,099470 ,386	-,008680 ,113129 ,151	-,008680 ,039400 ,615	-,008680 ,2,213109 ,321	-,00868 ,04687 ,469	-,008680 ,019005 ,805	-,008680 ,018090 ,592	-,008680 ,474304 ,257	-,008680 ,012958 ,611	-,008680 ,069696 ,182	-,008680 ,077256 ,141
<b>Internet</b>		,070282 ,231333 ,230	,070282 ,089848 ,747	,070282 ,099470 ,789	,070282 ,113129 ,605	,070282 ,039400 ,091	,070282 ,2,213109 ,204	,070282 ,04687 ,032	,070282 ,019005 ,036	,070282 ,018090 ,296	,070282 ,474304 ,211	,070282 ,012958 ,172	,070282 ,069696 ,992	,070282 ,077256 ,904
<b>Text Editors</b>			,231333 ,089848 ,261	,231333 ,099470 ,543	,231333 ,113129 ,466	,231333 ,039400 ,082	,231333 ,2,213109 ,306	,231333 ,04687 ,069	,231333 ,019005 ,175	,231333 ,018090 ,153	,231333 ,474304 ,584	,231333 ,012958 ,087	,231333 ,069696 ,206	,231333 ,077256 ,234
<b>Scientific Engineering</b>				,089848 ,099470 ,955	,089848 ,113129 ,789	,089848 ,039400 ,065	,089848 ,2,213109 ,146	,089848 ,04687 ,025	,089848 ,019005 ,032	,089848 ,018090 ,208	,089848 ,474304 ,177	,089848 ,012958 ,171	,089848 ,069696 ,754	,089848 ,077256 ,843
<b>Security</b>				,099470 ,113129 ,939	,099470 ,113129 ,939	,099470 ,039400 ,418	,099470 ,2,213109 ,345	,099470 ,04687 ,430	,099470 ,019005 ,313	,099470 ,018090 ,442	,099470 ,474304 ,405	,099470 ,012958 ,310	,099470 ,069696 ,803	,099470 ,077256 ,850
<b>Printing</b>						,113129 ,039400 ,091	,113129 ,2,213109 ,348	,113129 ,04687 ,061	,113129 ,019005 ,048	,113129 ,018090 ,242	,113129 ,474304 ,399	,113129 ,012958 ,056	,113129 ,069696 ,611	,113129 ,077256 ,673
<b>Terminals</b>							-,039400 ,2,213109 ,314	-,03940 ,04687 ,899	-,039400 ,019005 ,690	-,039400 ,018090 ,327	-,039400 ,474304 ,230	-,039400 ,012958 ,329	-,039400 ,069696 ,106	-,039400 ,077256 ,084
<b>Office Business</b>								2,21310 ,04687 ,313	2,213109 ,019005 ,319	2,213109 ,018090 ,256	2,213109 ,474304 ,442	2,213109 ,012958 ,187	2,213109 ,069696 ,163	2,213109 ,077256 ,174
<b>System</b>								-,046875 ,019005 ,487	-,046875 ,018090 ,184	-,046875 ,018090 ,223	-,046875 ,474304 ,155	-,046875 ,012958 ,045	-,046875 ,069696 ,032	-,046875 ,077256 ,032
<b>Education</b>									-,019005 ,018090 ,302	-,019005 ,474304 ,246	-,019005 ,474304 ,246	-,019005 ,012958 ,185	-,019005 ,069696 ,062	-,019005 ,077256 ,041
<b>Games Entertainment</b>											,018090 ,474304 ,215	,018090 ,012958 ,888	,018090 ,069696 ,342	,018090 ,077256 ,271
<b>Desktop Environment</b>												,474304 ,012958 ,145	,474304 ,069696 ,173	,474304 ,077256 ,190
<b>Software Development</b>													,012958 ,069696 ,260	,012958 ,077256 ,189
<b>Communications</b>														,069696 ,077256 ,902

Πίνακας 32: Polymorphism Απόλυτες Τιμές

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	,648955 ,752318 ,646	,648955 ,421416 ,279	,648955 ,726558 ,703	,648955 ,784550 ,622	,648955 ,398514 ,249	,648955 ,157620 ,017	,648955 ,990409 ,223	,648955 ,638613 ,968	,648955 ,720095 ,782	,648955 ,524581 ,543	,648955 ,700000 ,833	,648955 ,1,844051 ,265	,648955 ,674146 ,909	,648955 ,534324 ,563
<b>Internet</b>		,752318 ,421416 ,042	,752318 ,421416 ,866	,752318 ,784550 ,894	,752318 ,398514 ,041	,752318 ,157620 ,000	,752318 ,990409 ,333	,752318 ,638613 ,606	,752318 ,720095 ,883	,752318 ,524581 ,142	,752318 ,700000 ,797	,752318 ,1,844051 ,304	,752318 ,674146 ,654	,752318 ,534324 ,136
<b>Text Editors</b>			,421416 ,726558 ,018	,421416 ,784550 ,125	,421416 ,398514 ,875	,421416 ,157620 ,019	,421416 ,990409 ,009	,421416 ,638613 ,297	,421416 ,720095 ,148	,421416 ,524581 ,421	,421416 ,700000 ,117	,421416 ,1,844051 ,181	,421416 ,674146 ,099	,421416 ,534324 ,337
<b>Scientific Engineering</b>				,726558 ,784550 ,794	,726558 ,398514 ,023	,726558 ,157620 ,042	,726558 ,990409 ,246	,726558 ,638613 ,658	,726558 ,720095 ,974	,726558 ,524581 ,093	,726558 ,700000 ,882	,726558 ,1,844051 ,216	,726558 ,674146 ,717	,726558 ,534324 ,081
<b>Security</b>					,784550 ,398514 ,112	,784550 ,157620 ,012	,784550 ,990409 ,481	,784550 ,638613 ,590	,784550 ,720095 ,812	,784550 ,524581 ,255	,784550 ,700000 ,743	,784550 ,1,844051 ,323	,784550 ,674146 ,641	,784550 ,534324 ,261
<b>Printing</b>						,398514 ,157620 ,060	,398514 ,990409 ,041	,398514 ,638613 ,265	,398514 ,720095 ,133	,398514 ,524581 ,368	,398514 ,700000 ,183	,398514 ,1,844051 ,175	,398514 ,674146 ,093	,398514 ,534324 ,299
<b>Terminals</b>						,157620 ,990409 ,076	,157620 ,638613 ,058	,157620 ,720095 ,006	,157620 ,524581 ,100	,157620 ,700000 ,132	,157620 ,1,844051 ,114	,157620 ,674146 ,000	,157620 ,534324 ,075	,157620 ,534324 ,075
<b>Office Business</b>							,990409 ,638613 ,205	,990409 ,720095 ,327	,990409 ,524581 ,025	,990409 ,700000 ,269	,990409 ,1,844051 ,426	,990409 ,674146 ,192	,990409 ,534324 ,011	,990409 ,534324 ,011
<b>System</b>								,638613 ,720095 ,746	,638613 ,524581 ,569	,638613 ,700000 ,796	,638613 ,1,844051 ,260	,638613 ,674146 ,868	,638613 ,534324 ,590	,638613 ,534324 ,590
<b>Education</b>									,720095 ,524581 ,328	,720095 ,700000 ,933	,720095 ,1,844051 ,293	,720095 ,674146 ,830	,720095 ,534324 ,337	,720095 ,534324 ,337
<b>Games Entertainment</b>										,524581 ,700000 ,298	,524581 ,1,844051 ,214	,524581 ,674146 ,306	,524581 ,534324 ,929	,524581 ,534324 ,929
<b>Desktop Environment</b>											,700000 ,1,844051 ,284	,700000 ,674146 ,896	,700000 ,534324 ,261	,700000 ,534324 ,261
<b>Software Development</b>													,1,844051 ,674146 ,271	,1,844051 ,534324 ,176
<b>Communications</b>														,674146 ,534324 ,311

Πίνακας 33: Abstraction Ρυθμός Μεταβολής

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	,079850 ,060633 ,805	,079850 -,010833 ,089	,079850 ,063354 ,765	,079850 -,086000 ,033	,079850 ,256307 ,523	,079850 -,000720 ,118	,079850 ,738126 ,316	,079850 -,05825 ,022	,079850 ,024463 ,474	,079850 ,074603 ,951	,079850 ,066152 ,821	,079850 ,021882 ,148	,079850 ,123536 ,733	,079850 ,040327 ,496
<b>Internet</b>		,060633 -,010833 ,252	,060633 ,063354 ,967	,060633 -,086000 ,079	,060633 ,256307 ,483	,060633 -,000720 ,314	,060633 ,738126 ,176	,060633 -,05825 ,080	,060633 ,024463 ,668	,060633 ,074603 ,880	,060633 ,066152 ,937	,060633 ,021882 ,532	,060633 ,123536 ,636	,060633 ,040327 ,763
<b>Text Editors</b>			-,010833 ,063354 ,029	-,010833 -,086000 ,062	-,010833 ,256307 ,145	-,010833 -,000720 ,488	-,010833 ,738126 ,186	-,010833 -,05825 ,166	-,010833 ,024463 ,565	-,010833 ,074603 ,235	-,010833 ,066152 ,029	-,010833 ,021882 ,099	-,010833 ,123536 ,263	-,010833 ,040327 ,185
<b>Scientific Engineering</b>				,063354 -,086000 ,026	,063354 ,256307 ,180	,063354 -,000720 ,011	,063354 ,738126 ,115	,063354 -,05825 ,004	,063354 ,024463 ,545	,063354 ,074603 ,880	,063354 ,066152 ,948	,063354 ,021882 ,170	,063354 ,123536 ,619	,063354 ,040327 ,549
<b>Security</b>					-,086000 ,256307 ,226	-,086000 -,000720 ,296	-,086000 ,738126 ,212	-,086000 -,05825 ,659	-,086000 ,024463 ,179	-,086000 ,074603 ,078	-,086000 ,066152 ,031	-,086000 ,021882 ,007	-,086000 ,123536 ,112	-,086000 ,040327 ,059
<b>Printing</b>						,256307 -,000720 ,350	,256307 ,738126 ,492	,256307 -,05825 ,259	,256307 ,024463 ,407	,256307 ,074603 ,517	,256307 ,066152 ,371	,256307 ,021882 ,393	,256307 ,123536 ,652	,256307 ,040327 ,168
<b>Terminals</b>							-,000720 ,738126 ,260	-,000720 -,05825 ,148	-,000720 ,024463 ,674	-,000720 ,074603 ,291	-,000720 ,066152 ,070	-,000720 ,021882 ,120	-,000720 ,123536 ,298	-,000720 ,040327 ,178
<b>Office_Business</b>								,738126 -,05825 ,226	,738126 ,024463 ,278	,738126 ,074603 ,245	,738126 ,066152 ,305	,738126 ,021882 ,143	,738126 ,123536 ,200	,738126 ,040327 ,131
<b>System</b>									-,058250 ,024463 ,217	-,058250 ,074603 ,087	-,058250 ,066152 ,011	-,058250 ,021882 ,029	-,058250 ,123536 ,140	-,058250 ,040327 ,025
<b>Education</b>										,024463 ,074603 ,585	,024463 ,066152 ,546	,024463 ,021882 ,966	,024463 ,123536 ,455	,024463 ,040327 ,811
<b>Games Entertainment</b>											,074603 ,066152 ,914	,074603 ,021882 ,401	,074603 ,123536 ,722	,074603 ,040327 ,654
<b>Desktop Environment</b>												,066152 ,021882 ,171	,066152 ,123536 ,643	,066152 ,040327 ,597
<b>Software Development</b>													,021882 ,123536 ,396	,021882 ,040327 ,576
<b>Communications</b>														,123536 ,040327 ,497

Πίνακας 34: Abstraction Απόλυτες Τιμές

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	,140915 ,139754 ,973	,140915 ,080145 ,077	,140915 ,195498 ,099	,140915 ,122020 ,707	,140915 ,114514 ,529	,140915 ,788380 ,000	,140915 ,143909 ,934	,140915 ,101325 ,363	,140915 ,103695 ,335	,140915 ,150169 ,803	,140915 ,095650 ,185	,140915 ,187721 ,216	,140915 ,131444 ,768	,140915 ,150565 ,764
<b>Internet</b>		,139754 ,080145 ,045	,139754 ,195498 ,049	,139754 ,122020 ,709	,139754 ,114514 ,514	,139754 ,788380 ,000	,139754 ,143909 ,897	,139754 ,101325 ,342	,139754 ,103695 ,301	,139754 ,150169 ,754	,139754 ,095650 ,137	,139754 ,187721 ,158	,139754 ,131444 ,762	,139754 ,150565 ,694
<b>Text Editors</b>			,080145 ,195498 ,000	,080145 ,122020 ,383	,080145 ,114514 ,374	,080145 ,788380 ,000	,080145 ,143909 ,050	,080145 ,101325 ,595	,080145 ,103695 ,496	,080145 ,150169 ,037	,080145 ,095650 ,596	,080145 ,187721 ,003	,080145 ,131444 ,064	,080145 ,150565 ,012
<b>Scientific Engineering</b>				,195498 ,122020 ,132	,195498 ,114514 ,039	,195498 ,788380 ,001	,195498 ,143909 ,098	,195498 ,101325 ,029	,195498 ,103695 ,718	,195498 ,150169 ,159	,195498 ,095650 ,001	,195498 ,187721 ,811	,195498 ,131444 ,015	,195498 ,150565 ,086
<b>Security</b>					,122020 ,114514 ,888	,122020 ,114514 ,000	,122020 ,143909 ,656	,122020 ,101325 ,702	,122020 ,103695 ,718	,122020 ,150169 ,573	,122020 ,095650 ,580	,122020 ,187721 ,200	,122020 ,131444 ,839	,122020 ,150565 ,540
<b>Printing</b>						,114514 ,788380 ,000	,114514 ,143909 ,470	,114514 ,101325 ,777	,114514 ,103695 ,799	,114514 ,150169 ,392	,114514 ,095650 ,625	,114514 ,187721 ,087	,114514 ,131444 ,648	,114514 ,150565 ,336
<b>Terminals</b>						,788380 ,143909 ,000	,788380 ,101325 ,000	,788380 ,103695 ,000	,788380 ,103695 ,000	,788380 ,150169 ,000	,788380 ,095650 ,000	,788380 ,187721 ,000	,788380 ,131444 ,000	,788380 ,150565 ,000
<b>Office_Business</b>							,143909 ,101325 ,315	,143909 ,103695 ,279	,143909 ,103695 ,260	,143909 ,150169 ,860	,143909 ,095650 ,136	,143909 ,187721 ,226	,143909 ,131444 ,681	,143909 ,150565 ,826
<b>System</b>								,101325 ,103695 ,957	,101325 ,150169 ,260	,101325 ,150169 ,886	,101325 ,095650 ,886	,101325 ,187721 ,057	,101325 ,131444 ,439	,101325 ,150565 ,216
<b>Education</b>									,103695 ,150169 ,223	,103695 ,095650 ,816	,103695 ,095650 ,816	,103695 ,187721 ,032	,103695 ,131444 ,403	,103695 ,150169 ,162
<b>Games Entertainment</b>										,150169 ,095650 ,104	,150169 ,187721 ,312	,150169 ,187721 ,552	,150169 ,131444 ,990	,150169 ,150565 ,990
<b>Desktop Environment</b>												,095650 ,187721 ,017	,095650 ,131444 ,195	,095650 ,150565 ,049
<b>Software Development</b>													,187721 ,131444 ,073	,187721 ,150565 ,236
<b>Communications</b>														,131444 ,150565 ,452

Πίνακας 35: Encapsulation Ρυθμός Μεταβολής

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	,023980 ,017213 ,696	,023980 ,002400 ,351	,023980 ,012096 ,488	,023980 ,185460 ,271	,023980 ,091493 ,514	,023980 ,000520 ,412	,023980 ,028957 ,891	,023980 ,032775 ,779	,023980 ,034100 ,781	,023980 ,015733 ,065	,023980 ,067387 ,278	,023980 ,007385 ,074	,023980 ,022330 ,951	,023980 ,113369 ,438
<b>Internet</b>		,017213 ,002400 ,466	,017213 ,012096 ,695	,017213 ,185460 ,434	,017213 ,091493 ,314	,017213 ,000520 ,104	,017213 ,028957 ,676	,017213 ,032775 ,600	,017213 ,034100 ,628	,017213 ,015733 ,073	,017213 ,067387 ,090	,017213 ,007385 ,063	,017213 ,022330 ,834	,017213 ,113369 ,403
<b>Text Editors</b>			,002400 ,012096 ,630	,002400 ,185460 ,133	,002400 ,091493 ,305	,002400 ,000520 ,876	,002400 ,028957 ,483	,002400 ,032775 ,365	,002400 ,034100 ,405	,002400 ,015733 ,444	,002400 ,067387 ,080	,002400 ,007385 ,627	,002400 ,022330 ,488	,002400 ,113369 ,339
<b>Scientific Engineering</b>				,012096 ,185460 ,057	,012096 ,091493 ,219	,012096 ,000520 ,228	,012096 ,028957 ,512	,012096 ,032775 ,488	,012096 ,034100 ,528	,012096 ,015733 ,124	,012096 ,067387 ,041	,012096 ,007385 ,131	,012096 ,022330 ,673	,012096 ,113369 ,378
<b>Security</b>					,185460 ,091493 ,699	,185460 ,000520 ,388	,185460 ,028957 ,278	,185460 ,032775 ,332	,185460 ,034100 ,332	,185460 ,015733 ,097	,185460 ,067387 ,414	,185460 ,007385 ,062	,185460 ,022330 ,121	,185460 ,113369 ,763
<b>Printing</b>						,091493 ,000520 ,462	,091493 ,028957 ,626	,091493 ,032775 ,644	,091493 ,034100 ,654	,091493 ,015733 ,213	,091493 ,067387 ,851	,091493 ,007385 ,176	,091493 ,022330 ,372	,091493 ,113369 ,896
<b>Terminals</b>							,000520 ,028957 ,385	- ,000520 ,032775 ,263	,000520 ,034100 ,313	,000520 ,015733 ,353	,000520 ,067387 ,064	,000520 ,007385 ,512	,000520 ,022330 ,324	,000520 ,113369 ,321
<b>Office Business</b>								,028957 ,032775 ,929	,028957 ,034100 ,913	,028957 ,015733 ,228	,028957 ,067387 ,425	,028957 ,007385 ,192	,028957 ,022330 ,869	,028957 ,113369 ,478
<b>System</b>								,032775 ,034100 ,976	,032775 ,015733 ,145	,032775 ,067387 ,438	,032775 ,007385 ,194	,032775 ,007385 ,194	,032775 ,022330 ,769	,032775 ,113369 ,493
<b>Education</b>									,034100 ,015733 ,183	,034100 ,067387 ,490	,034100 ,007385 ,240	,034100 ,007385 ,240	,034100 ,022330 ,770	,034100 ,113369 ,505
<b>Games Entertainment</b>											,015733 ,067387 ,021	,015733 ,007385 ,642	,015733 ,022330 ,165	,015733 ,113369 ,265
<b>Desktop Environment</b>												,067387 ,007385 ,011	,067387 ,022330 ,280	,067387 ,113369 ,700
<b>Software Development</b>													,007385 ,022330 ,223	,007385 ,113369 ,294
<b>Communications</b>														,022330 ,113369 ,435

Πίνακας 36: Encapsulation Απόλυτες Τιμές

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	,777045 ,713779 ,207	,777045 ,684745 ,148	,777045 ,707932 ,125	,777045 ,609870 ,006	,777045 ,601979 ,037	,777045 ,770880 ,961	,777045 ,708357 ,237	,777045 ,726100 ,339	,777045 ,759084 ,715	,777045 ,645806 ,025	,777045 ,658071 ,047	,777045 ,732992 ,339	,777045 ,668656 ,089	,777045 ,641787 ,030
<b>Internet</b>		,713779 ,684745 ,611	,713779 ,707932 ,894	,713779 ,609870 ,070	,713779 ,601979 ,146	,713779 ,770880 ,642	,713779 ,708357 ,924	,713779 ,726100 ,877	,713779 ,759084 ,353	,713779 ,645806 ,198	,713779 ,658071 ,338	,713779 ,732992 ,671	,713779 ,668656 ,381	,713779 ,641787 ,159
<b>Text Editors</b>			,684745 ,707932 ,658	,684745 ,609870 ,234	,684745 ,601979 ,387	,684745 ,770880 ,542	,684745 ,708357 ,712	,684745 ,726100 ,653	,684745 ,759084 ,246	,684745 ,645806 ,516	,684745 ,658071 ,680	,684745 ,732992 ,370	,684745 ,668656 ,785	,684745 ,641787 ,463
<b>Scientific Engineering</b>				,707932 ,609870 ,066	,707932 ,601979 ,115	,707932 ,770880 ,558	,707932 ,708357 ,994	,707932 ,726100 ,701	,707932 ,759084 ,239	,707932 ,645806 ,194	,707932 ,658071 ,353	,707932 ,732992 ,523	,707932 ,668656 ,396	,707932 ,641787 ,149
<b>Security</b>					,609870 ,601979 ,940	,609870 ,770880 ,341	,609870 ,708357 ,122	,609870 ,726100 ,058	,609870 ,759084 ,012	,609870 ,645806 ,631	,609870 ,658071 ,447	,609870 ,732992 ,027	,609870 ,668656 ,493	,609870 ,641787 ,574
<b>Printing</b>						,601979 ,770880 ,508	,601979 ,708357 ,225	,601979 ,726100 ,287	,601979 ,759084 ,060	,601979 ,645806 ,636	,601979 ,658071 ,558	,601979 ,732992 ,061	,601979 ,668656 ,470	,601979 ,641787 ,664
<b>Terminals</b>							,770880 ,708357 ,653	,770880 ,726100 ,806	,770880 ,759084 ,926	,770880 ,645806 ,338	,770880 ,658071 ,424	,770880 ,732992 ,730	,770880 ,668656 ,452	,770880 ,641787 ,331
<b>Office Business</b>								,708357 ,726100 ,766	,708357 ,759084 ,373	,708357 ,645806 ,300	,708357 ,658071 ,439	,708357 ,732992 ,648	,708357 ,668656 ,502	,708357 ,641787 ,259
<b>System</b>									,726100 ,759084 ,525	,726100 ,645806 ,155	,726100 ,658071 ,265	,726100 ,732992 ,887	,726100 ,668656 ,545	,726100 ,641787 ,356
<b>Education</b>										,759084 ,645806 ,053	,759084 ,658071 ,084	,759084 ,732992 ,559	,759084 ,668656 ,161	,759084 ,641787 ,061
<b>Games Entertainment</b>											,645806 ,658071 ,840	,645806 ,732992 ,078	,645806 ,668656 ,676	,645806 ,641787 ,941
<b>Desktop Environment</b>												,658071 ,732992 ,175	,658071 ,668656 ,859	,658071 ,641787 ,784
<b>Software Development</b>													,732992 ,668656 ,195	,732992 ,641787 ,055
<b>Communications</b>														,668656 ,641787 ,612

Πίνακας 37: Complexity Ρυθμός Μεταβολής

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	,010530 ,047495 ,205	,010530 ,048593 ,300	,010530 ,035956 ,344	,010530 ,130530 ,194	,010530 ,072729 ,184	,010530 ,067480 ,300	,010530 ,028174 ,688	,010530 ,093263 ,182	,010530 ,035016 ,505	,010530 ,031267 ,394	,010530 ,009387 ,521	,010530 ,014393 ,855	,010530 ,068828 ,135	,010530 ,040431 ,143
<b>Internet</b>		,047495 ,048593 ,978	,047495 ,035956 ,718	,047495 ,130530 ,291	,047495 ,072729 ,653	,047495 ,067480 ,840	,047495 ,028174 ,682	,047495 ,093263 ,459	,047495 ,035016 ,758	,047495 ,031267 ,587	,047495 ,009387 ,113	,047495 ,014393 ,231	,047495 ,068828 ,615	,047495 ,040431 ,791
<b>Text Editors</b>			,048593 ,035956 ,745	,048593 ,130530 ,371	,048593 ,072729 ,689	,048593 ,067480 ,852	,048593 ,028174 ,695	,048593 ,093263 ,494	,048593 ,035016 ,768	,048593 ,031267 ,642	,048593 ,009387 ,169	,048593 ,014393 ,289	,048593 ,068828 ,672	,048593 ,040431 ,814
<b>Scientific Engineering</b>				,035956 ,130530 ,193	,035956 ,072729 ,506	,035956 ,067480 ,750	,035956 ,028174 ,865	,035956 ,093263 ,351	,035956 ,035016 ,981	,035956 ,031267 ,866	,035956 ,009387 ,183	,035956 ,014393 ,392	,035956 ,068828 ,422	,035956 ,040431 ,853
<b>Security</b>					,130530 ,072729 ,676	,130530 ,067480 ,690	,130530 ,028174 ,454	,130530 ,093263 ,790	,130530 ,035016 ,478	,130530 ,031267 ,205	,130530 ,009387 ,131	,130530 ,014393 ,087	,130530 ,068828 ,645	,130530 ,040431 ,154
<b>Printing</b>						,072729 ,067480 ,961	,072729 ,028174 ,493	,072729 ,093263 ,784	,072729 ,035016 ,532	,072729 ,031267 ,336	,072729 ,009387 ,160	,072729 ,014393 ,120	,072729 ,068828 ,949	,072729 ,040431 ,353
<b>Terminals</b>							,067480 ,028174 ,707	,067480 ,093263 ,815	,067480 ,035016 ,750	,067480 ,031267 ,521	,067480 ,009387 ,455	,067480 ,014393 ,277	,067480 ,068828 ,989	,067480 ,040431 ,782
<b>Office Business</b>								,028174 ,093263 ,351	,028174 ,035016 ,895	,028174 ,031267 ,944	,028174 ,009387 ,438	,028174 ,014393 ,696	,028174 ,068828 ,449	,028174 ,040431 ,711
<b>System</b>									,093263 ,035016 ,375	,093263 ,031267 ,308	,093263 ,009387 ,118	,093263 ,014393 ,044	,093263 ,068828 ,711	,093263 ,040431 ,142
<b>Education</b>										,035016 ,031267 ,920	,035016 ,009387 ,292	,035016 ,014393 ,487	,035016 ,068828 ,480	,035016 ,040431 ,845
<b>Games Entertainment</b>											,031267 ,009387 ,205	,031267 ,014393 ,452	,031267 ,068828 ,340	,031267 ,040431 ,668
<b>Desktop Environment</b>												,009387 ,014393 ,423	,009387 ,068828 ,077	,009387 ,040431 ,091
<b>Software Development</b>													,014393 ,068828 ,150	,014393 ,040431 ,147
<b>Communications</b>														,068828 ,040431 ,443



Πίνακας 38: Complexity Απόλυτες Τιμές

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	10,024 8,4072 ,204	10,024 8,091968 ,154	10,024 9,124340 ,468	10,024 9,026330 ,578	10,024 13,49235 ,547	10,024 8,699440 ,294	10,024 10,61628 ,693	10,024 11,55790 ,568	10,024 8,744332 ,339	10,024 9,173297 ,509	10,024 10,506117 ,749	10,024000 11,877436 ,673	10,024 8,094698 ,122	10,024 8,892415 ,381
<b>Internet</b>		8,4072 8,091968 ,748	8,4072 9,124340 ,389	8,4072 9,026330 ,690	8,4072 13,49235 ,141	8,4072 8,699440 ,732	8,4072 10,61628 ,070	8,4072 11,55790 ,070	8,4072 8,744332 ,728	8,4072 9,173297 ,398	8,4072 10,506117 ,088	8,4072 11,877436 ,421	8,4072 8,094698 ,700	8,4072 8,892415 ,592
<b>Text Editors</b>			8,091968 9,124340 ,279	8,091968 9,026330 ,564	8,091968 13,49235 ,165	8,091968 8,699440 ,532	8,091968 10,61628 ,054	8,091968 11,55790 ,198	8,091968 8,744332 ,543	8,091968 9,173297 ,288	8,091968 10,506117 ,066	8,091968 11,877436 ,383	8,091968 8,094698 ,998	8,091968 8,892415 ,431
<b>Scientific Engineering</b>				9,124340 9,026330 ,949	9,124340 13,49235 ,148	9,124340 8,699440 ,606	9,124340 10,61628 ,208	9,124340 11,55790 ,156	9,124340 8,744332 ,685	9,124340 9,173297 ,955	9,124340 10,506117 ,247	9,124340 11,877436 ,522	9,124340 8,094698 ,186	9,124340 8,892415 ,790
<b>Security</b>					9,026330 13,49235 ,445	9,026330 8,699440 ,832	9,026330 10,61628 ,367	9,026330 11,55790 ,374	9,026330 8,744332 ,860	9,026330 9,173297 ,925	9,026330 10,506117 ,403	9,026330 11,877436 ,524	9,026330 8,094698 ,543	9,026330 8,892415 ,932
<b>Printing</b>						13,492350 8,699440 ,403	13,49235 10,61628 ,523	13,49235 11,55790 ,751	13,492350 8,744332 ,329	13,492350 8,699440 ,253	13,492350 10,506117 ,500	13,492350 11,877436 ,818	13,492350 8,094698 ,085	13,492350 8,892415 ,158
<b>Terminals</b>							8,699440 10,61628 ,114	8,699440 11,55790 ,372	8,699440 8,744332 ,976	8,699440 9,173297 ,597	8,699440 10,506117 ,139	8,699440 11,877436 ,460	8,699440 8,094698 ,455	8,699440 8,892415 ,829
<b>Office Business</b>								10,61628 11,55790 ,722	10,616287 8,744332 ,146	10,616287 9,173297 ,242	10,616287 10,506117 ,940	10,616287 11,877436 ,773	10,616287 8,094698 ,035	10,616287 8,892415 ,164
<b>System</b>									11,557900 8,744332 ,149	11,557900 9,173297 ,182	11,557900 10,506117 ,692	11,557900 11,877436 ,948	11,557900 8,094698 ,035	11,557900 8,892415 ,309
<b>Education</b>										8,744332 9,173297 ,669	8,744332 10,506117 ,174	8,744332 11,877436 ,469	8,744332 8,094698 ,482	8,744332 8,892415 ,883
<b>Games Entertainment</b>											9,173297 10,506117 ,283	9,173297 11,877436 ,530	9,173297 8,094698 ,209	9,173297 8,892415 ,766
<b>Desktop Environment</b>												10,506117 11,877436 ,754	10,506117 8,094698 ,045	10,506117 8,892415 ,196
<b>Software Development</b>													11,877436 8,094698 ,379	11,877436 8,892415 ,489
<b>Communications</b>														8,094698 8,892415 ,352

Πίνακας 39: Messaging Ρυθμός Μεταβολής

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	,019515 ,036723 ,488	,019515 ,171690 ,213	,019515 ,033727 ,657	,019515 ,147850 ,222	,019515 ,110257 ,147	,019515 ,123300 ,108	,019515 ,015413 ,902	,019515 ,089150 ,086	,019515 ,080289 ,205	,019515 ,003577 ,551	,019515 ,015152 ,388	,019515 ,019628 ,996	,019515 ,082828 ,117	,019515 ,050151 ,253
<b>Internet</b>		,036723 ,171690 ,122	,036723 ,033727 ,911	,036723 ,147850 ,138	,036723 ,110257 ,104	,036723 ,123300 ,072	,036723 ,015413 ,403	,036723 ,089150 ,151	,036723 ,080289 ,213	,036723 ,003577 ,104	,036723 ,015152 ,092	,036723 ,019628 ,351	,036723 ,082828 ,237	,036723 ,050151 ,504
<b>Text Editors</b>			,171690 ,033727 ,088	,171690 ,147850 ,891	,171690 ,110257 ,605	,171690 ,123300 ,728	,171690 ,015413 ,174	,171690 ,089150 ,424	,171690 ,080289 ,395	,171690 ,003577 ,093	,171690 ,015152 ,078	,171690 ,019628 ,079	,171690 ,082828 ,393	,171690 ,050151 ,140
<b>Scientific Engineering</b>				,033727 ,147850 ,164	,033727 ,110257 ,295	,033727 ,123300 ,409	,033727 ,015413 ,601	,033727 ,089150 ,176	,033727 ,080289 ,350	,033727 ,003577 ,294	,033727 ,015152 ,240	,033727 ,019628 ,606	,033727 ,082828 ,237	,033727 ,050151 ,566
<b>Security</b>					,147850 ,110257 ,814	,147850 ,123300 ,888	,147850 ,015413 ,192	,147850 ,089150 ,694	,147850 ,080289 ,657	,147850 ,003577 ,094	,147850 ,015152 ,130	,147850 ,019628 ,088	,147850 ,082828 ,505	,147850 ,050151 ,184
<b>Printing</b>						,110257 ,123300 ,914	,110257 ,015413 ,202	,110257 ,089150 ,778	,110257 ,080289 ,709	,110257 ,003577 ,041	,110257 ,015152 ,109	,110257 ,019628 ,049	,110257 ,082828 ,717	,110257 ,050151 ,199
<b>Terminals</b>						,123300 ,015413 ,329	,123300 ,089150 ,748	,123300 ,080289 ,696	,123300 ,080289 ,657	,123300 ,003577 ,031	,123300 ,015152 ,229	,123300 ,019628 ,041	,123300 ,082828 ,706	,123300 ,050151 ,490
<b>Office Business</b>							,015413 ,089150 ,085	,015413 ,080289 ,203	,015413 ,080289 ,696	,015413 ,003577 ,696	,015413 ,015152 ,472	,015413 ,019628 ,885	,015413 ,082828 ,116	,015413 ,050151 ,254
<b>System</b>								,089150 ,080289 ,869	,089150 ,080289 ,657	,089150 ,003577 ,033	,089150 ,015152 ,032	,089150 ,019628 ,068	,089150 ,082828 ,892	,089150 ,050151 ,288
<b>Education</b>										,080289 ,003577 ,057	,080289 ,015152 ,088	,080289 ,019628 ,090	,080289 ,082828 ,963	,080289 ,050151 ,415
<b>Games Entertainment</b>											,003577 ,015152 ,589	,003577 ,019628 ,442	,003577 ,082828 ,077	,003577 ,050151 ,041
<b>Desktop Environment</b>												,015152 ,019628 ,264	,015152 ,082828 ,044	,015152 ,050151 ,087
<b>Software Development</b>													,019628 ,082828 ,105	,019628 ,050151 ,143
<b>Communications</b>														,082828 ,050151 ,389

Πίνακας 40: Messaging Απόλυτες Τιμές

	Internet	Text Editors	Scientific Engineering	Security	Printing	Terminals	Office Business	System	Education	Games Entertainment	Desktop Environment	Software Development	Communication	Multimedia
<b>Mobile</b>	6,630485 5,945346 ,388	6,630485 5,230926 ,101	6,630485 6,333074 ,696	6,630485 6,549860 ,950	6,630485 9,028850 ,393	6,630485 4,788680 ,172	6,630485 7,373830 ,488	6,630485 6,206063 ,756	6,630485 5,831195 ,395	6,630485 5,545759 ,180	6,630485 6,960400 ,768	6,630485 9,616410 ,478	6,630485 5,616444 ,199	6,630485 5,967115 ,391
<b>Internet</b>		5,945346 5,230926 ,287	5,945346 6,333074 ,492	5,945346 6,549860 ,611	5,945346 9,028850 ,131	5,945346 4,788680 ,343	5,945346 7,373830 ,136	5,945346 6,206063 ,838	5,945346 5,831195 ,885	5,945346 5,545759 ,517	5,945346 6,960400 ,254	5,945346 9,616410 ,381	5,945346 5,616444 ,578	5,945346 5,967115 ,970
<b>Text Editors</b>			5,230926 6,333074 ,086	5,230926 6,549860 ,288	5,230926 9,028850 ,099	5,230926 4,788680 ,714	5,230926 7,373830 ,035	5,230926 6,206063 ,461	5,230926 5,831195 ,475	5,230926 5,545759 ,643	5,230926 6,960400 ,101	5,230926 9,616410 ,297	5,230926 5,616444 ,558	5,230926 5,967115 ,256
<b>Scientific Engineering</b>				6,333074 6,549860 ,852	6,333074 9,028850 ,131	6,333074 4,788680 ,216	6,333074 7,373830 ,262	6,333074 6,206063 ,904	6,333074 5,831195 ,509	6,333074 5,545759 ,175	6,333074 6,960400 ,520	6,333074 9,616410 ,432	6,333074 5,616444 ,195	6,333074 5,967115 ,495
<b>Security</b>				6,549860 9,028850 ,473	6,549860 4,788680 ,261	6,549860 7,373830 ,551	6,549860 6,206063 ,831	6,549860 5,831195 ,576	6,549860 5,545759 ,404	6,549860 6,960400 ,772	6,549860 9,616410 ,475	6,549860 5,616444 ,433	6,549860 5,967115 ,620	6,549860 5,967115 ,620
<b>Printing</b>					9,028850 4,788680 ,225	9,028850 7,373830 ,543	9,028850 6,206063 ,419	9,028850 5,831195 ,268	9,028850 5,545759 ,119	9,028850 6,960400 ,446	9,028850 9,616410 ,911	9,028850 5,616444 ,070	9,028850 5,967115 ,106	9,028850 5,967115 ,106
<b>Terminals</b>						4,788680 7,373830 ,079	4,788680 6,206063 ,382	4,788680 5,831195 ,419	4,788680 5,545759 ,527	4,788680 6,960400 ,139	4,788680 9,616410 ,262	4,788680 5,616444 ,487	4,788680 5,967115 ,332	4,788680 5,967115 ,332
<b>Office Business</b>							7,373830 6,206063 ,427	7,373830 5,831195 ,153	7,373830 5,545759 ,061	7,373830 6,960400 ,736	7,373830 9,616410 ,597	7,373830 5,616444 ,067	7,373830 5,967115 ,135	7,373830 5,967115 ,135
<b>System</b>								6,206063 5,831195 ,784	6,206063 5,545759 ,608	6,206063 6,960400 ,614	6,206063 9,616410 ,430	6,206063 5,616444 ,644	6,206063 5,967115 ,850	6,206063 5,967115 ,850
<b>Education</b>									5,831195 5,545759 ,720	5,831195 6,960400 ,314	5,831195 9,616410 ,370	5,831195 5,616444 ,782	5,831195 5,967115 ,859	5,831195 5,967115 ,859
<b>Games Entertainment</b>										5,545759 6,960400 ,132	5,545759 9,616410 ,332	5,545759 5,616444 ,907	5,545759 5,967115 ,476	5,545759 5,967115 ,476
<b>Desktop Environment</b>											6,960400 9,616410 ,532	6,960400 5,616444 ,180	6,960400 5,967115 ,314	6,960400 5,967115 ,314
<b>Software Development</b>												9,616410 5,616444 ,340	9,616410 5,967115 ,383	9,616410 5,967115 ,383
<b>Communications</b>													5,616444 5,967115 ,534	5,616444 5,967115 ,534

## 4 Αποτελέσματα

Στο κεφάλαιο 4, θα παρουσιαστεί η συζήτηση σχετικά με τα αποτελέσματα που παρατέθηκαν στο κεφάλαιο 3.3 αναφορικά με τις διαφορές των απόλυτων τιμών και το ρυθμό μεταβολής των μετρικών, ανά κατηγορία. Το κεφάλαιο έχει δομηθεί σε ενότητες, ανά μετρική όπου σε κάθε μια από αυτές συζητάμε δυο ερωτήματα της έρευνας, (α) σχετικά με την ύπαρξη διαφορών στις τιμές των μετρικών ανά κατηγορία και (β) σχετικά με την ύπαρξη διαφορών στον ρυθμό μεταβολής των μετρικών ανά κατηγορία.

### 4.1 Επαναχρησιμοποίηση (Reusability)

Σε ότι αφορά τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης (σε απόλυτες τιμές), μπορούμε να ξεχωρίσουμε τρεις κατηγορίες λογισμικού που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αρχικά, η κατηγορία Scientific Engineering (δεύτερη στη κατάταξη ανά μετρική επαναχρησιμοποίησης) προσφέρει στατιστικά σημαντικά πιο επαναχρησιμοποιήσιμο κώδικα από έξι κατηγορίες λογισμικού (Mobile, Internet, Terminals, Text Editors, Security και Desktop Environment). Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι η κατηγορία με την μεγαλύτερη μέση επαναχρησιμοποιησιμότητα (System) διαφέρει στατιστικά σημαντικά μόνο από τις εφαρμογές internet και text editors. Από την άλλη πλευρά, σε ότι αφορά τις πιο μη επαναχρησιμοποιήσιμες εφαρμογές, ξεχωρίζουν οι Text Editors και οι Terminal εφαρμογές. Οι δύο αυτές κατηγορίες αφενός έχουν το μικρότερο μέσο όρο επαναχρησιμοποιησιμότητας και αφετέρου διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από άλλες τέσσερις και έξι κατηγορίες λογισμικού αντίστοιχα (Text Editors: Scientific Engineering, Office Business, System/ και Terminal: Mobile, Scientific Engineering, Office Business, Games Entertainment, Communication, Multimedia)

Για την επαναχρησιμοποίηση (στο ρυθμό μεταβολής), ξεχωρίζουμε μια κατηγορία που διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Η κατηγορία Security προσφέρει στατιστικά σημαντικά πιο επαναχρησιμοποιήσιμο κώδικα από τις τέσσερις κατηγορίες λογισμικού (Internet, Games Entertainment, Software Development και Multimedia). Για τις μη επαναχρησιμοποιήσιμες εφαρμογές ξεχωρίζει η Games Entertainment στατιστικά σημαντικά από άλλες έξι κατηγορίες λογισμικού (Multimedia, Internet, Security, Printing, Office Business, Education). Επιπλέον παρατηρήθηκε ότι η

κατηγορία με την μικρότερη μέση επαναχρησιμοποιησιμότητα (Terminals) δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από κάποια κατηγορία.

## 4.2 Λειτουργικότητα (Functionality)

Σε ότι αφορά τη λειτουργικότητα(σε απόλυτες τιμές) ξεχωρίζουμε δύο κατηγορίες λογισμικού που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Η κατηγορία Scientific Engineering προσφέρει στατιστικά σημαντικά πιο λειτουργικό κώδικα από τις έξι κατηγορίες (Mobile, Internet, Text Editors, Security, Terminals, Desktop Environment). Παρατηρήθηκε ότι η κατηγορία με τη μεγαλύτερη μέση λειτουργικότητα System διαφέρει στατιστικά σημαντικά μόνο από τις εφαρμογές Internet και Text Editors. Από την άλλη πλευρά, σε ότι αφορά τις πιο μη λειτουργικές εφαρμογές ξεχωρίζει η Terminals που έχει τον μικρότερο μέσο όρο λειτουργικότητας και διαφέρει στατιστικά σημαντικά από άλλες έξι κατηγορίες (Office Business, Games Entertainment, Desktop Environment, Communications, Multimedia, Terminals )

Σε ότι αφορά τη λειτουργικότητα (στον ρυθμό μεταβολής) ξεχωρίζουμε δύο κατηγορίες που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Η κατηγορία Terminals προσφέρει στατιστικά σημαντικά πιο λειτουργικό κώδικα από τις επτά κατηγορίες (Education, Games Entertainment, Desktop Environment, Software Development, Multimedia, Mobile, Internet). Παρατηρήθηκε ότι η κατηγορία με τη μεγαλύτερη μέση λειτουργικότητα Security διαφέρει στατιστικά σημαντικά μόνο από τις εφαρμογές Internet, Multimedia και Games Entertainment. Σε ότι αφορά τις πιο μη λειτουργικές εφαρμογές ξεχωρίζει η Games Entertainment που έχει τον μικρότερο μέσο όρο λειτουργικότητας και διαφέρει στατιστικά σημαντικά από άλλες επτά κατηγορίες (Internet, Security, Printing, Terminals, Office Business, System, Multimedia)

## 4.3 Επεκτασιμότητα (Extendibility)

Σε ότι αφορά τη δυνατότητα επέκτασης σε (απόλυτες τιμές), μπορούμε να ξεχωρίσουμε τέσσερις κατηγορίες λογισμικού που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αρχικά, η κατηγορία Desktop Environment προσφέρει στατιστικά σημαντικά πιο επαναχρησιμοποιήσιμο κώδικα από έξι κατηγορίες λογισμικού (Communication, Multimedia, Mobile, Internet, Terminals, Games Entertainment ). Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι η κατηγορία με την μεγαλύτερη μέση τιμή επεκτασιμότητας είναι η Scientific Engineering η οποία δεν διαφέρει στατιστικά

σημαντικά από καμία άλλη εφαρμογή. Από την άλλη πλευρά, σε ότι αφορά τις πιο μη επεκτάσιμες εφαρμογές, ξεχωρίζουν οι Terminals, Games Entertainment και οι Multimedia εφαρμογές που έχουν και τον μικρότερο μέσο όρο επεκτασιμότητας. Οι τρεις αυτές κατηγορίες διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από άλλες έξι, τέσσερις και πέντε κατηγορίες λογισμικού αντίστοιχα (Terminals: Office Business, Desktop Entertainment, Multimedia, Communication, Internet, Text Editors. η Games Entertainment: Desktop Entertainment, Software Development, Text Editors, Office Business. η Multimedia: Text Editors, Terminals, Office Business, Desktop Environment, Software Engineering).

Στον ρυθμό μεταβολής της επέκτασης δεν εμφανίζονται ιδιαίτερα στατιστικές σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατηγοριών. Συγκεκριμένα στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρούνται στο Education με το Software Development και με το Communication.

#### **4.4 Κατανόηση (Understandability)**

Σε ότι αφορά τη δυνατότητα κατανόησης (σε απόλυτες τιμές), μπορούμε να ξεχωρίσουμε μόνο μία κατηγορία λογισμικού που διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Η κατηγορία System με την μεγαλύτερη μέση κατανοησιμότητα προσφέρει στατιστικά σημαντικά πιο κατανοήσιμο κώδικα από οχτώ κατηγορίες λογισμικού ( Education, Games Entertainment, Desktop Environment, Communication, Multimedia, Internet, Scientific Engineering, Office Business). Από τις μη κατανοήσιμες εφαρμογές, ξεχωρίζει η Games Entertainment που έχει και τον μικρότερο μέσο όρο κατανόησης και διαφέρει στατιστικά σημαντικά από άλλες τρεις κατηγορίες (Desktop Environment, Terminals, System)

Στον ρυθμό μεταβολής της κατανόησης ξεχωρίζουμε μία κατηγορία λογισμικού που διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Η κατηγορία Security με την μεγαλύτερη μέση κατανοησιμότητα προσφέρει στατιστικά σημαντικά πιο κατανοήσιμο κώδικα από έξι κατηγορίες λογισμικού (Internet, Scientific Engineering, Games Entertainment, Software Development, Communication, Multimedia).

#### **4.5 Αποτελεσματικότητα (Effectiveness)**

Ότι αφορά τη αποτελεσματικότητα σε απόλυτες τιμές, ξεχωρίζουμε μία κατηγορία λογισμικού που διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Η κατηγορία Text

Editors με το μικρότερο μέσο όρο αποτελεσματικότητας διαφέρει στατιστικά σημαντικά από άλλες οχτώ κατηγορίες (Office Business, Education, Games Entertainment, Software Development, Communication, Multimedia, Mobile και Internet)

Σε ότι αφορά την αποτελεσματικότητα στον ρυθμό μεταβολής, ξεχωρίζουμε τρεις κατηγορίες λογισμικού που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αρχικά, η κατηγορία Desktop Environment(τρίτη στην κατάταξη ανά μετρική αποτελεσματικότητας) προσφέρει στατιστικά σημαντικά πιο αποτελεσματικό κώδικα από έξι κατηγορίες λογισμικού (Internet, Terminals, Education, Games Entertainment, Software Development, Multimedia). Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι η κατηγορία με τη μεγαλύτερη μέση αποτελεσματικότητα είναι η Office Business διαφέρει στατιστικά σημαντικά μόνο από άλλες 6 εφαρμογές (Internet, Scientific Engineering, Games Entertainment, Software Development, Communication, Multimedia). Από την άλλη πλευρά, σε ότι αφορά τις πιο μη αποτελεσματικές εφαρμογές, ξεχωρίζουν οι Games Entertainment και Software Development εφαρμογές. Η Games Entertainment έχει το μικρότερο μέσο όρο αποτελεσματικότητας και διαφέρει στατιστικά σημαντικά από άλλες έντεκα κατηγορίες λογισμικού( Mobile, Internet, Text Editors, Scientific Engineering, Printing, Office Business, System, Education, Desktop Environment, Communication, Multimedia). Ενώ η Software Development διαφέρει στατιστικά σημαντικά από άλλες εννιά κατηγορίες λογισμικού (Mobile, Internet, Text Editors, Scientific Engineering, Printing, Office Business, System, Desktop Environment, Communication)

#### **4.6 Ευελιξία (Flexibility)**

Σε ότι αφορά τη δυνατότητα ευελιξίας (σε απόλυτες τιμές), μπορούμε να ξεχωρίσουμε τέσσερις κατηγορίες λογισμικού που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αρχικά, η κατηγορία Office Business προσφέρει στατιστικά σημαντικά πιο ευέλικτο κώδικα από επτά κατηγορίες λογισμικού (Internet, Scientific Engineering, Printing, Terminals, Games Entertainment, Communication, Multimedia). Από την άλλη πλευρά, σε ότι αφορά τις πιο μη ευέλικτες εφαρμογές, ξεχωρίζουν οι Scientific Engineering, Terminals, Multimedia εφαρμογές. Οι τρεις αυτές κατηγορίες αφενός έχουν το μικρότερο μέσο όρο ευελιξίας και αφετέρου διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από άλλες επτά, οχτώ, έξι κατηγορίες λογισμικού αντίστοιχα (*Scientific Engineering* : Text Editors, Security, Terminals, Office Business, Education, Desktop Environment, Communication και *Terminals*: Internet, Text Editors, Scientific Engineering, Office

Business, Education, Desktop Environment, Communication, Multimedia και *Multimedia*: Text Editors, Security, Terminals, Office Business, Education, Desktop Environment).

Σε ότι αφορά τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης στον ρυθμό μεταβολής μπορούμε να ξεχωρίσουμε τρεις κατηγορίες λογισμικού που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αρχικά, η κατηγορία Education προσφέρει στατιστικά σημαντικά πιο επαναχρησιμοποίησιμο κώδικα από πέντε κατηγορίες λογισμικού (Mobile, Security, Printing, Terminals και Desktop and Environment). Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι η κατηγορία με την μεγαλύτερη μέση ευελιξία (Office Business) διαφέρει στατιστικά σημαντικά μόνο από τις εφαρμογές Scientific Engineering, Security και Multimedia. . Από την άλλη πλευρά, σε ότι αφορά τις πιο μη ευέλικτες εφαρμογές, ξεχωρίζουν οι Security και Printing εφαρμογές. Οι δύο αυτές κατηγορίες αφενός έχουν το μικρότερο μέσο όρο ευελιξίας και αφετέρου διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από άλλες δέκα και πέντε κατηγορίες λογισμικού αντίστοιχα (Security: Mobile, Internet, Text Editors, Scientific Engineering, Office Business, Education, Games Entertainment, Desktop Environment, Software Development, Multimedia και Printing: Text Editors, Scientific Engineering, Education, Games Entertainment, Multimedia)

#### **4.7 Μέγεθος Σχεδίου (Design size)**

Σε ότι αφορά το μέγεθος σχεδίου σε απόλυτες τιμές, μπορούμε να ξεχωρίσουμε δύο κατηγορίες λογισμικού που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αρχικά, η κατηγορία Scientific Engineering (πρώτη στη κατάταξη ανά μετρική μεγέθους σχεδίου) έχει στατιστικά σημαντικά περισσότερες κλάσεις και διαφέρει στατιστικά σημαντικά από οχτώ κατηγορίες λογισμικού (Mobile, Internet, Text Editors, Security, Terminals, System, Education, Desktop Environment). Από την άλλη πλευρά, η κατηγορία Terminals έχει το μικρότερο μέσο όρο και διαφέρει στατιστικά σημαντικά από άλλες επτά κατηγορίες λογισμικού (Internet, Scientific Engineering, Office Business, Games Entertainment, Software Development, Communication, Multimedia).

Στον ρυθμό μεταβολής του μεγέθους σχεδίου ξεχωρίζουμε δύο κατηγορίες λογισμικού που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Η κατηγορία Printing και η Desktop Environment διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από άλλες τέσσερις κατηγορίες λογισμικού (*Printing*: Internet, Mobile, Games Entertainment, Multimedia /*Desktop Environment*: Mobile, Internet, Security, Games Entertainment).



Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι η κατηγορία με την μεγαλύτερη μέση τιμή σε μέγεθος σχεδιασμού είναι η Communication η οποία δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από καμία άλλη εφαρμογή.

#### **4.8 Ιεραρχία (Hierarchies)**

Σε ότι αφορά τον αριθμό των ιεραρχιών (σε απόλυτες τιμές), μπορούμε να ξεχωρίσουμε μία κατηγορία λογισμικού που διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Η κατηγορία Scientific Engineering εμφανίζει στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο αριθμό ιεραρχιών από επτά κατηγορίες λογισμικού (Mobile, Internet, Text Editors, Security, Printing, Terminals, και System). Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι η κατηγορία με την μεγαλύτερη μέση τιμή ιεραρχίας (Games Entertainment) δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από καμία άλλη εφαρμογή.

Στον ρυθμό μεταβολής στον αριθμό ιεραρχίας μπορούμε να ξεχωρίσουμε πέντε κατηγορίες λογισμικού που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες, Αρχικά, η κατηγορία Printing εμφανίζει στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο αριθμό ιεραρχιών από πέντε κατηγορίες λογισμικού (Mobile, Internet, Education, Games Entertainment, Multimedia). Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι η κατηγορία με την μεγαλύτερη μέση τιμή ιεραρχίας είναι η Scientific Engineering. Από την άλλη πλευρά, σε ότι αφορά τον μικρότερο αριθμό ιεραρχιών, ξεχωρίζουν οι Internet, System, Education και η Games Entertainment εφαρμογές. Οι κατηγορίες αυτές διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από *Internet*: Printing, Office Business, System, Desktop Environment/ *System*: Mobile, Text Editors, Desktop Environment, Software Development, Communication/ *Education*: Printing, Office Business, Desktop Environment, Multimedia / *Games Entertainment*: Printing, Office Business, Desktop Environment, Multimedia)

#### **4.9 Κληρονομικότητα (Inheritance)**

Σε ότι αφορά τα επίπεδα κληρονομικότητας (σε απόλυτες τιμές), μπορούμε να ξεχωρίσουμε δύο κατηγορίες λογισμικού που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αρχικά, η κατηγορία Terminals (πρώτη στη κατάταξη ανά μετρική κληρονομικότητας) εμφανίζει στατιστικά σημαντικά υψηλότερη κληρονομικότητα από 13 κατηγορίες λογισμικού (Mobile, Internet, Text Editors, Security, Printing, Office

Business, System, Education, Games Entertainment, Desktop Environment, Software Development, Communication, Multimedia). Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι η κατηγορία με την μεγαλύτερη μέση κληρονομικότητα (Scientific Engineering) δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από καμία εφαρμογή. Από την άλλη πλευρά, σε ότι αφορά τη χαμηλή κληρονομικότητα, ξεχωρίζει η Text Editors εφαρμογή. Η κατηγορία αυτή αφενός έχει το μικρότερο μέσο όρο κληρονομικότητας και αφετέρου διαφέρει στατιστικά σημαντικά από άλλες πέντε κατηγορίες λογισμικού αντίστοιχα (Internet, Terminals, Games Entertainment, Software Development, Multimedia)

Στον ρυθμό μεταβολής της κληρονομικότητας μπορούμε να ξεχωρίσουμε πέντε κατηγορίες λογισμικού που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες, Αρχικά, οι κατηγορίες Scientific Engineering, Printing και Desktop Environment εμφανίζουν στατιστικά σημαντικά υψηλή κληρονομικότητα από τις εξής κατηγορίες λογισμικού (*Scientific Engineering*: Security, Printing, Terminals, System, Education/*Printing*: Internet, Text Editors, Scientific Engineering, Security, Education, Games Entertainment, Communication, Multimedia/ *Desktop Environment*: Security, Terminals, System, Education, Communication). Από την άλλη πλευρά, σε ότι αφορά τη χαμηλή κληρονομικότητα, ξεχωρίζουν οι Security και System εφαρμογές. Οι δύο αυτές κατηγορίες αφενός έχουν το μικρότερο μέσο όρο κληρονομικότητας και αφετέρου διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από άλλες επτά και εννέα κατηγορίες λογισμικού αντίστοιχα (*Security*: Internet, Scientific Engineering, Printing, Office Business, Desktop Environment, Software Development και Multimedia/ *System*: Mobile, Internet, Scientific Engineering, Terminals, Office Business, Desktop Environment, Software Development, Communication, Multimedia).

#### **4.10 Σύζευξη (Coupling)**

Σε ότι αφορά τη σύζευξη (σε απόλυτες τιμές), μπορούμε να ξεχωρίσουμε τέσσερις κατηγορίες λογισμικού που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αρχικά, οι κατηγορίες Terminals και Scientific Engineering εμφανίζουν στατιστικά σημαντικά υψηλότερη σύζευξη από δεκατρείς και έντεκα κατηγορίες λογισμικού αντίστοιχα (Terminals: Mobile , Text Editors, Scientific Engineering, Security, Printing, Office Business, System, Education, Games Entertainment, Desktop Environment, Software Development, Communication, Multimedia/Scientific Engineering: Internet, Text Editors, Security, Printing, Terminals, Office Business, Education, Games

Entertainment, Software Development, Desktop Environment). Από την άλλη πλευρά, σε ότι αφορά την χαμηλότερη σύζευξη, ξεχωρίζουν οι text editors και οι Desktop Environment εφαρμογές. Οι δύο αυτές κατηγορίες έχουν το μικρότερο μέσο όρο σύζευξης αφετέρου διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από άλλες έξι κατηγορίες λογισμικού η καθεμία. (Text Editors: Mobile, Internet, Scientific Engineering, Terminals, Office Business, Games Entertainment/ Desktop Environment: Scientific Engineering, Terminals, Games Entertainment, Software Development, Communication, Multimedia)

Στον ρυθμό μεταβολής της σύζευξης, μπορούμε να ξεχωρίσουμε τρεις κατηγορίες λογισμικού που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αρχικά, η κατηγορία Text Editors εμφανίζει στατιστικά σημαντικά υψηλότερη σύζευξη από πέντε κατηγορίες λογισμικού (Scientific Engineering, Security, Software Development, Communication, Multimedia). Από την άλλη πλευρά, σε ότι αφορά την χαμηλότερη σύζευξη, ξεχωρίζουν οι Security και οι Communication εφαρμογές. Οι δύο αυτές κατηγορίες διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από έξι κατηγορίες λογισμικού (*Security*: Mobile, Text Editors, Printing, Office Business, Education, Communication/ και *Communication*: Mobile, Text Editors, Security, Printing, Terminals, Office Business)

#### **4.11 Συνοχή (Cohesion)**

Σε ότι αφορά τη συνοχή (σε απόλυτες τιμές), μπορούμε να ξεχωρίσουμε δύο κατηγορίες λογισμικού που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αρχικά, η κατηγορία System (δεύτερη στη κατάταξη ανά μετρική συνοχής) εμφανίζει στατιστικά σημαντικά υψηλότερη συνοχή από έξι κατηγορίες λογισμικού (Internet, Text Editors, Scientific Engineering, Games Entertainment, Communication, Multimedia). Από την άλλη πλευρά, σε ότι αφορά τη χαμηλότερη συνοχή, ξεχωρίζει η Terminals. Η κατηγορία αυτή αφενός έχει το μικρότερο μέσο όρο συνεκτικότητας και αφετέρου διαφέρει στατιστικά σημαντικά από άλλες δέκα κατηγορίες λογισμικού. (Terminals: Mobile, Internet, Text Editors, Scientific Engineering, Office Business, Education, Games Entertainment, Desktop Environment, Communication, Multimedia).

Στον ρυθμό μεταβολής της συνοχής, μπορούμε να ξεχωρίσουμε τρεις κατηγορίες λογισμικού που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αρχικά, οι κατηγορίες System και Security εμφανίζουν στατιστικά σημαντικά υψηλότερη συνοχή από άλλες τέσσερις και πέντε κατηγορίες λογισμικού αντίστοιχα (*System* :Games Entertainment, Desktop Environment, Software Development, Multimedia/ *Security*:

Scientific Engineering, Games Entertainment, Software Development, Communication, Multimedia). Από την άλλη πλευρά, σε ότι αφορά τη χαμηλότερη συνοχή, ξεχωρίζουν οι Terminals εφαρμογές. Η κατηγορία αυτή διαφέρει στατιστικά σημαντικά από άλλες έξι κατηγορίες λογισμικού και έχει το μικρότερο μέσο όρο (Terminals: Text Editors, Education, Games Entertainment, Software Development, Communication, Multimedia).

#### 4.12 Σύνθεση (Aggregation- Composition)

Σε ότι αφορά τη σύνθεση (σε απόλυτες τιμές), μπορούμε να ξεχωρίσουμε εννιά κατηγορίες λογισμικού που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αρχικά, οι κατηγορίες Mobile, Scientific Engineering, Education και Games Entertainment προσφέρουν στατιστικά σημαντικά πιο συνεκτικό κώδικα κάνοντας τη χρήση σύνθεσης. (*Mobile*: Text Editors, Printing, System, Desktop Environment, Software Development/ *Scientific Engineering*: Internet, Text Editors, Printing, System, Desktop Environment, Software Development, Communication/*Education*: Text Editors, Printing, System, Desktop Environment, Software Development/*Games Entertainment*: Desktop Environment, Software Development, Communication, Internet, Text Editors, Printing, Office Business, System). Από την άλλη πλευρά, σε ότι αφορά τις εφαρμογές με το λιγότερο συνεκτικό κώδικα μέσω σύνθεσης, ξεχωρίζουν Text Editors, Printing, System, Desktop Environment, Software Engineering εφαρμογές. Οι πέντε αυτές κατηγορίες έχουν το μικρότερο μέσο όρο σύνθεσης. (*Text Editors*: Mobile, Scientific Engineering, Education, Games Entertainment, Multimedia/ *Printing*: Mobile, Scientific Engineering, Security, Education, Games Entertainment, Multimedia/ *System*: Mobile, Scientific Engineering, Security, Education, Games Entertainment/ *Desktop Environment*: Internet, Scientific Engineering, Education, Games Entertainment/ *Software Development*: Multimedia, Internet, Scientific Engineering, Security, Education, Games Entertainment).

Στον ρυθμό μεταβολής της σύνθεσης μπορούμε να ξεχωρίσουμε τέσσερις κατηγορίες λογισμικού που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αρχικά, η κατηγορία Desktop Environment (δεύτερη στη κατάταξη ανά μετρική σύνθεσης) προσφέρει στατιστικά σημαντικά πιο συνεκτικό κώδικα κάνοντας τη χρήση σύνθεσης από επτά κατηγορίες λογισμικού (Software Development, Multimedia, Internet, Scientific Engineering, Security, Terminals, Games Entertainment). Από την

άλλη πλευρά, σε ότι αφορά τις σε ότι αφορά τις εφαρμογές με το λιγότερο συνεκτικό κώδικα μέσω σύνθεσης, ξεχωρίζουν οι Security, Games Entertainment και οι Software Development εφαρμογές. Οι τρεις αυτές κατηγορίες διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από άλλες έντεκα, εννέα και επτά κατηγορίες λογισμικού αντίστοιχα (Security: Mobile, Internet, Text Editors, Scientific Engineering, Printing, Education, Games Entertainment, Desktop Environment, Software Development, Communication, Multimedia/ Games Entertainment: Mobile, Internet, Scientific Engineering, Security, Printing, Education, Desktop Environment, Communication, Multimedia/ Software Development: Communication, Multimedia, Internet, Mobile, Security, Education, Desktop Environment)

#### **4.13 Πολυμορφισμός (Polymorphism)**

Σε ότι αφορά τον πολυμορφισμό (σε απόλυτες τιμές), μπορούμε να ξεχωρίσουμε τέσσερις κατηγορίες λογισμικού που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αρχικά, οι κατηγορίες Scientific Engineering και Office Business προσφέρουν στατιστικά σημαντικά πιο πολυμορφική συμπεριφορά από πέντε κατηγορίες λογισμικού (*Scientific Engineering*: Text Editors, Printing, Terminals, Games Entertainment, Multimedia/ *Office Business*: Text Editors, Printing, Terminals, Games Entertainment, Multimedia). Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι η κατηγορία με τον μεγαλύτερο μέσο όρο πολυμορφισμού (Software) δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από άλλες εφαρμογές. Από την άλλη πλευρά, σε ότι αφορά τη λιγότερο πολυμορφική συμπεριφορά , ξεχωρίζουν οι Printing και οι Terminal εφαρμογές. Οι δύο αυτές κατηγορίες έχουν το μικρότερο μέσο όρο πολυμορφισμού και διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από άλλες πέντε και έντεκα κατηγορίες λογισμικού αντίστοιχα (Printing: Internet, Scientific Engineering, Terminals, Office Business, Communication/ Terminals: Mobile, Internet, Text Editors, Scientific Engineering, Security, Printing, Office Business, System, Education, Communication, Multimedia).

Στον ρυθμό μεταβολής της πολυμορφισμού μπορούμε να ξεχωρίσουμε τέσσερις κατηγορίες λογισμικού που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αρχικά, η κατηγορία Printing προσφέρει στατιστικά σημαντικά πιο πολυμορφική συμπεριφορά από τέσσερις κατηγορίες λογισμικού (Terminals, System, Education, Software Development). Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι η κατηγορία με την μεγαλύτερη μέση τιμή πολυμορφισμού (Desktop Environment) δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά

από άλλες εφαρμογές. Από την άλλη πλευρά, σε ότι αφορά λιγότερο πολυμορφική συμπεριφορά, ξεχωρίζουν οι Terminals, System, Education εφαρμογές. Οι τρεις αυτές κατηγορίες έχουν το μικρότερο μέσο όρο πολυμορφισμού και διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις εξής κατηγορίες λογισμικού (*Terminals*: Internet, Text Editors, Scientific Engineering, Printing, Multimedia/ *System*: Internet, Text Editors, Scientific Engineering, Printing, Communication, Multimedia/ *Education*: Internet, Scientific Engineering, Printing, Communication, Multimedia)

#### 4.14 Αφαίρεση (Abstraction)

Σε ότι αφορά την αφαιρετικότητα (σε απόλυτες τιμές), μπορούμε να ξεχωρίσουμε τέσσερις κατηγορίες λογισμικού που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αρχικά, οι κατηγορίες Scientific Engineering, Terminals, Software Development με την μεγαλύτερη αφαιρετικότητα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις εξής κατηγορίες λογισμικού (*Scientific Engineering*: Text Editors, Terminals, Office Business, System, Education, Desktop Environment, Communication/ *Terminals*: Mobile, Internet, Text Editors, Scientific Engineering, Security, Printing, Office Business, System, Education, Games Entertainment, Desktop Environment, Software Development, Communication, Multimedia/ *Software Development*: Text Editors, Printing, Terminals, System, Education, Desktop Environment, Communication). Από την άλλη πλευρά, σε ότι αφορά σε εφαρμογές με τη λιγότερη αφαιρετικότητα, ξεχωρίζει η Text Editors εφαρμογή. Η κατηγορία αυτή αφενός έχει το μικρότερο μέσο όρο αφαίρεσης και αφετέρου διαφέρει στατιστικά σημαντικά από άλλες επτά κατηγορίες λογισμικού (Scientific Engineering, Terminals, Office Business, Games Entertainment, Software Development, Communication, Multimedia).

Στον ρυθμό μεταβολής της αφαιρετικότητας μπορούμε να ξεχωρίσουμε πέντε κατηγορίες λογισμικού που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αρχικά, οι κατηγορίες με την μεγαλύτερη αφαιρετικότητα είναι η Scientific Engineering και η Desktop Environment διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις εξής κατηγορίες λογισμικού (*Scientific Engineering*: Text Editors, Security, Terminals, System, / *Desktop Environment*: Text Editors, Security, Terminals, System). Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι η κατηγορία με την μεγαλύτερη μέση τιμή αφαίρεσης (Office Business) δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από καμία άλλη εφαρμογή. Από την άλλη πλευρά, σε ότι αφορά σε εφαρμογές με τη λιγότερη αφαιρετικότητα, ξεχωρίζουν οι Text

Editors, Security, System εφαρμογές. Οι τρεις αυτές κατηγορίες αφενός έχουν το μικρότερο μέσο όρο αφαίρεσης και αφετέρου διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις εξής κατηγορίες λογισμικού (*Text Editors*: Mobile, Scientific Engineering, Security, Desktop Environment, Software Development/ *Security*: Mobile, Internet, Text Editors, Scientific Engineering, Games Entertainment, Desktop Environment, Software Development, Multimedia/ *System*: Mobile, Internet, Scientific Engineering, Games Entertainment, Desktop Environment, Software Development, Multimedia)

#### 4.15 Ενθυλάκωση (Encapsulation)

Σε ότι αφορά τη δυνατότητα ενθυλάκωσης (σε απόλυτες τιμές), μπορούμε να ξεχωρίσουμε τέσσερις κατηγορίες λογισμικού που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αρχικά, οι κατηγορίες Mobile, Education και Software Development προσφέρουν στατιστικά σημαντικά πιο ενθυλακωμένο κώδικα από τις εξής κατηγορίες λογισμικού (*Mobile*: Security, Printing, Games Entertainment, Desktop Environment, Communication, Multimedia/ *Education*: Games Entertainment, Desktop Environment, Multimedia, Security, Printing/ *Software Development*: Multimedia, Security, Printing, Games Entertainment). Σε ότι αφορά τις πιο μη ενθυλακωμένες εφαρμογές, ξεχωρίζει η Security εφαρμογή και διαφέρει στατιστικά σημαντικά από έξι κατηγορίες λογισμικού. (Mobile, Internet, Scientific Engineering, System, Education, Software Development). Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι η κατηγορία με την μικρότερη μέση ενθυλάκωση (Printing) διαφέρει στατιστικά σημαντικά μόνο από τις εφαρμογές Education, Software Development και Mobile.

Στον ρυθμό μεταβολής της ενθυλάκωσης μπορούμε να ξεχωρίσουμε τρεις κατηγορίες λογισμικού που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αρχικά η κατηγορία Desktop Environment (πρώτη στη κατάταξη ανά μετρική ενθυλάκωσης) προσφέρει στατιστικά σημαντικά πιο ενθυλακωμένο κώδικα από έξι κατηγορίες λογισμικού (Internet, Text Editors, Scientific Engineering, Security και Desktop and Environment). Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι η κατηγορία με την μεγαλύτερη μέση ενθυλάκωση (Security) διαφέρει στατιστικά σημαντικά μόνο από τις εφαρμογές Games Entertainment, Software Development και Scientific Engineering. Από την άλλη πλευρά, σε ότι αφορά τις πιο μη ενθυλακωμένες εφαρμογές, ξεχωρίζουν Games Entertainment και η Software Development εφαρμογές. Οι δύο αυτές κατηγορίες αφενός έχουν το μικρότερο μέσο όρο ενθυλάκωσης και αφετέρου διαφέρουν στατιστικά

σημαντικά από άλλες τέσσερις κατηγορίες λογισμικού( *Games Entertainment: Desktop Environment, Mobile, Internet, Security/ Software Development: Mobile, Internet, Security, Desktop Environment*)

#### **4.16 Πολυπλοκότητα (Complexity)**

Σε ότι αφορά τη δυνατότητα πολυπλοκότητας (σε απόλυτες τιμές), μπορούμε να ξεχωρίσουμε μία κατηγορία λογισμικού που διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Ότι αφορά τις λιγότερο πολύπλοκες εφαρμογές ξεχωρίζει η κατηγορία *Communication* που διαφέρει στατιστικά σημαντικά από άλλες τέσσερις κατηγορίες λογισμικού. (*Printing, Office Business, System, Desktop Environment*). Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι η κατηγορία με τη μικρότερη μέση πολυπλοκότητα (*Text Editors*) διαφέρει στατιστικά σημαντικά μόνο από την εφαρμογή *Desktop Environment*.

Στον ρυθμό μεταβολής της πολυπλοκότητας δεν εμφανίζονται ιδιαίτερα στατιστικές σημαντικές διαφορές μεταξύ των κατηγοριών. Συγκεκριμένα η κατηγορία *Security* διαφέρει στατιστικά σημαντικά με το *Software Development* και η *Communication* με το *Desktop Environment*.

#### **4.17 Μετάδοση μηνυμάτων (Messaging)**

Σε ότι αφορά τη μετάδοση μηνυμάτων (σε απόλυτες τιμές), μπορούμε να ξεχωρίσουμε μία κατηγορία λογισμικού που διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Η κατηγορία *Office Business* μεταδίδει στατιστικά σημαντικά περισσότερα μηνύματα από τέσσερις κατηγορίες λογισμικού (*Terminals, Text Editors, Games Entertainment, Communication*). Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι η κατηγορία με την μεγαλύτερη μέση τιμή μετάδοσης μηνυμάτων (*Printing*) διαφέρει στατιστικά σημαντικά μόνο από την εφαρμογή *Communication*.

Στον ρυθμό μεταβολής της μετάδοσης μηνυμάτων μπορούμε να ξεχωρίσουμε πέντε κατηγορίες λογισμικού που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αρχικά οι κατηγορίες *Text Editors* και η *System* μεταδίδουν στατιστικά σημαντικά περισσότερα μηνύματα από τέσσερις και πέντε κατηγορίες λογισμικού αντίστοιχα (*Text Editors: Scientific Engineering, Games Entertainment, Desktop Environment, Software Development/ System: Games Entertainment, Desktop Environment, Software Development, Mobile, Office Business*). Από την άλλη πλευρά οι εφαρμογές με το μικρότερο μέσο όρο μετάδοσης μηνυμάτων είναι οι *Games Entertainment*,



Desktop Environment, Software Development και διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις εξής κατηγορίες λογισμικού (*Games Entertainment*: Text Editors, Security, Printing, Terminals, System, Education, Communication, Multimedia/ *Desktop Environment*: Communication, Multimedia, Internet, Text Editors, System, Education/ *Software Development*: Text Editors, Security, Printing, Terminals, System, Education)

## 5 Επίλογος

Η ενότητα αυτή, ασχολείται με την παρουσίαση των κινδύνων εγκυρότητας (threats to validity) της μελέτης, πιθανές μελλοντικές προεκτάσεις καθώς και κάποια συμπεράσματα.

Σε κάθε εμπειρική μελέτη υπάρχουν διάφοροι κίνδυνοι για την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων, όπως για παράδειγμα η γενίκευση του εκτός του πεδίου εφαρμογής της μελέτης. Εφόσον τα αντικείμενα της δικής μας μελέτης περίπτωσης είναι εφαρμογές ανοιχτού λογισμικού, τα αποτελέσματα ίσως να μην αφορούν αντίστοιχες εφαρμογές κλειστού λογισμικού. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι το μέγεθος του δείγματος που πήραμε είναι αρκετά μικρό συγκριτικά με το συνολικό πλήθος των εφαρμογών ανοιχτού λογισμικού, η μελέτη έχει γίνει μόνο για 15 κατηγορίες λογισμικού, και η γενίκευση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από το δείγμα για το τι ισχύει στο σύνολο του πληθυσμού δεν αποτελεί ασφαλή τρόπο όσον αφορά την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων.

Η πτυχιακή εργασία παρουσιάζει μια μεθοδολογία που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την διερεύνηση της εξέλιξης των έργων λογισμικού ανοιχτού κώδικα. Η μεθοδολογία δείχνει τις διαφορές που εμφανίζονται μεταξύ των τιμών στις μετρικές λογισμικού μεταξύ των 15 κατηγοριών καθώς και τις διαφορές στον ρυθμό μεταβολής των μετρικών ανά κατηγορία. Τα αποτελέσματα της μελέτης περίπτωσης έδειξαν ότι υπάρχουν μεταβολές από γενιά σε γενιά σε όλα τα είδη λογισμικού.

Σαν μελλοντική εργασία, η πτυχιακή θα μπορούσε να λάβει υπόψη της, μετρικές κοινότητας λογισμικού και να προσπαθήσει να συσχετίσει την εξέλιξη της δομικής ποιότητας με την εξέλιξη της κοινότητας που τα αναπτύσσει. Επιπλέον, η μελέτη θα μπορούσε να επεκταθεί μέσω της συμπερίληψης επιπλέον έργων και επιπλέον κατηγοριών.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- [1] Ajlan Al-Ajlan, (2009), “The Evolution of Open Source Software using Eclipse Metrics” , 2009, International Conference on New Trends in Information and Service Science
- [2] Jagdish Bansiya, Member, IEEE, and Carl G. Davis, Fellow, IEEE(2002), “A Hierarchical Model for Object-Oriented Design Quality Assessment”
- [3] V.R. Basili, L.C. Briand, S. Condon, Y.-M. Kim, W. Melo, and J. Valett, <sup>a</sup>Understanding and Predicting the Process of Software Maintenance Releases,<sup>o</sup> Proc. 18th Int'l Conf. Software Eng., Berlin, 1996.
- [4] R. Basili, Richard W. Selby, David H. Hutchens, Experimentation in Software Engineering Victor, IEEE Trans. Software Engineering, Vol, se-12, No. 7, 1986
- [5] Belady LA, Lehman MM. A model of large program development. IBM Systems Journal 1976; 15(3):225–252.
- [6] S. Bendifallah and W. Scacchi, Understanding Software Maintenance Work, IEEE Trans. Software Engineering, 13(3), 311-323, March 1987. Reprinted in D. Longstreet (ed.), Tutorial on Software Maintenance and Computers, IEEE Computer Society, 1990.
- [7] Capiluppi A, Lago P, Morisio M. Evidences in the evolution of OS projects through Changelog analyses. Proceedings 3rd Workshop on Open Source Software Engineering, 25th International Conference on Software Engineering, 2003;19–24.
- [8] A. Capiluppi, P. Lago, and M. Morisio, Characteristics of Open Source Projects, Proc. 7th European Conference on Software Maintenance and Reengineering, March 2003
- [9] C.K.S. Chong Hok Yuen, <sup>a</sup>An Empirical Approach to the Study of Errors in Large Software under Maintenance,<sup>o</sup> Proc. Second Conf. Software Maintenance, IEEE, Washington, DC., 1985.
- [10] C.K.S. Chong Hok Yuen, <sup>a</sup>A Statistical Rationale for Evolution Dynamics Concepts,<sup>o</sup> Proc. Conf. Software Maintenance, Austin, Tex., 1987.
- [11] C.K.S. Chong Hok Yuen, <sup>a</sup>On Analyzing Maintenance Process Data at the Global and Detailed Levels: A Case Study,<sup>o</sup> Proc. Fourth Conf. Software Maintenance, IEEE, Phoenix, Az., 1988.

- [12] C.R. Cook and A. Roesch, <sup>a</sup>Real-Time Software Metrics,<sup>o</sup> J.Systems and Software, vol. 24, no. 3, pp. 223±237, 1994
- [13] S. Cook, H. Ji and R. Harrison, Software Evolution and Software Evolvability, unpublished manuscript, University of Reading, UK, 2000.
- [14] Crowston K, Annabi H, Howison J, Masango C. Towards a portfolio of FLOSS project success measures. Collaboration, Conflict and Control: The 4th Workshop on Open Source Software Engineering (ICSE 2004), 2004.
- [15] Crowston K, Scozzi B. Open source software projects as virtual organizations: Competency rallying for software development. IEE Proceedings—Software Engineering 2002; 149(1):3–17
- [16] M.A. Cusumano and D.B. Yoffie, Software Development on Internet Time, Computer, 60-70, October 1999.
- [17] M. Di Penta, M. Neteler, G. Antonio, and E. Merlo, Knowledge-Based Library Refactoring for an Open Source Project, Proc. IEEE Working Conf. Reverse Engineering, Richmond VA, October 2002.
- [18] S.G. Eick, T.L. Graves, A.F. Karr, J.S. Marron, and A. Mockus, Does Code Decay? Assessing the Evidence from Change Management Data, IEEE Trans. SoftwareEngineering, 27(1), 1-12, January 2001.
- [19] M. Elliott and W. Scacchi, Free Software Development: Cooperation and Conflict in a Virtual Organizational Culture, in S. Koch (ed.), Free/Open Source Software Development, Idea Press, 2004 (to appear).
- [20] H. Gall, M. Jayazeri, R. Kloesch and G. Trausmuth, Software Evolution Observations Based on Product Release History, Proc. 1997 Intern. Conf. Software Maintenance (ICSM'97), Bari, IT, October 1997.
- [21] D. Gefen and S.L. Schneberger, <sup>a</sup>The Non-Homogeneous Maintenance Periods: A Case Study of Software Modifications,<sup>o</sup> Proc. Conf. Software Maintenance, IEEE, Monterey, Calif., 1996.
- [22] B. Glaser and A. Strauss, The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research, Aldine Publishing, Chicago, IL, 1976.
- [23] M.W. Godfrey and E.H.S. Lee, Secrets from the Monster: Extracting Mozilla's Software Architecture, Proc. Second Intern. Symp. Constructing Software Engineering Tools (CoSET-00), Limerick, Ireland, June 2000.

- [24] Godfrey MW, Tu Q. Evolution in open source software: A case study. Proceedings International Conference on Software Maintenance, 2000; 131–142.
- [25] J.M Gonzalez-Barahona, M.A. Ortuno Perez, P. de las Heras Quiros, J. Centeno Gonzalez, and V. Matellan Olivera, Counting Patatoes: The Size of Debian 2.2, UpgradeMagazine, II(6), 60-66, December 2001.
- [26] J.M Gonzalez-Barahona, L. Lopez, and G. Robles, Community Structure of modules in the Apache project, Proc. 4th Workshop on Open Source Software Engineering, Edinburgh, Scotland, May 2004
- [27] A. Hars and S. Ou, Working for Free? Motivations for Participating in Open-Source Software Projects, Intern. J. Electronic Commerce, 6(3), 25-39, 2002.
- [28] Herraiz I, Robles G, Gonzalez-Barahona JM, Capiluppi A, Ramil JF. Comparison between SLOCs and number of files as size metrics for software evolution analysis. Proceedings 10th European Conference on Software Maintenance and Reengineering, 2006.
- [29] E. von Hippel and R. Katz, Shifting Innovation to Users via Toolkits, Management Science, 48(7), 821-833, July 2002.
- [30] F. Hunt and P. Johnson, On the Pareto Distribution of SourceForge Projects, in C. Gacek and B. Arief (eds.), Proc. Open Source Software Development Workshop, 122-129, Newcastle, UK, February 2002.
- [31] C. Jensen and W. Scacchi, Simulating an Automated Approach to Discovery and Modeling of Open Source Software Development Processes, Proc. 4th Software Process Simulation and Modeling Workshop (ProSim'03), Portland, OR, May 2003.
- [32] Kemerer CF, Slaughter S. An empirical approach to studying software evolution. IEEE Transactions on Software Engineering 1999; 25(4):493–509.
- [33] S. Koch and G. Schneider, Results from Software Engineering Research into Open Source Development Projects Using Public Data, Diskussionspapiere zum Tätigkeitsfeld Informationsverarbeitung und Informationswirtschaft, Hans R. Hansen und Wolfgang H. Janko (Hrsg.), Nr. 22, Wirtschaftsuniversität Wien, 2000.
- [34] Stefan Koch, (2007), “Software evolution in open source projects—a large-scale Investigation”, Journal of Software Maintenance and Evolution: Research and Practice J. Softw. Maint. Evol.: Res. Pract. 2007; 19:361–382

- [35] Krishnamurthy S. Cave or community? An empirical investigation of 100 mature open source projects. *First Monday* 2002; 7(6). Available at:[http://www.firstmonday.org/issues/issue7\\_6/krishnamurthy/](http://www.firstmonday.org/issues/issue7_6/krishnamurthy/)
- [36] I. Lakatos, *Proofs and Refutations: The Logic of Mathematical Discovery*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1976.
- [37] Young Lee, Jeong Yang and Kai H. Chang, (2007), “Metrics and Evolution in Open Source Software”
- [40] M.M. Lehman, J.F. Ramil, P.D. Wernick, D.E. Perry, and W.M. Turski, “Metrics and Laws of Software Evolution—The Nineties View,” *Proc. Fourth Int’l Software Metrics Symp., Metrics ’97*, Albuquerque, N.M., 1997.
- [41] Lehman MM, Ramil JF and Sandler U, *An Approach to Modelling Long-Term Growth Trends in Software Systems*, *Proc. ICSM 2001*, 6 - 10 Nov., Florence, Italy
- [42] M.M. Lehman and J.F. Ramil, *An Overview of Some Lessons Learnt in FEAST*, *Proc. Eighth Workshop on Empirical Studies of Software Maintenance (WESS’02)*, Montreal, CA, 2002.
- [43] G. Madey, V. Freeh, and R. Tynan, *The Open Source Software Development Phenomenon: An Analysis Based on Social Network Theory*. *Proc. Americas Conference on Information Systems (AMCIS2002)*. 1806-1813, Dallas, TX, 2002.
- [44] Mockus A, Fielding R, Herbsleb J. Two case studies of open source software development: Apache and Mozilla. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology* 2002; 11(3):309–346.
- [45] Alessandro Murgia, Giulio Concas, Sandro Pinna, Roberto Tonelli and Ivana Turnu, “Empirical study of software quality evolution in open source projects using agile practices”
- [46] K. Nakakoji, Y. Yamamoto, Y. Nishinaka, K. Kishida, and Y. Ye, *Evolution Patterns of Open-Source Software Systems and Communities*, *Proc. 2002 Intern. Workshop Principles of Software Evolution*, 76-85, 2002.
- [47] S. O’Mahony, *Developing Community Software in a Commodity World*, in M. Fisher and G. Downey (eds.), *Frontiers of capital: Ethnographic Reflections on the New Economy*, Social Science Research Council, (to appear), 2003.
- [48] J.W. Paulson, G. Succi, and A. Eberlein, *An Empirical Study of Open-Source and Closed-Source Software Products*, *IEEE Trans. Software Engineering*, 30(4), 246-256, April 2004.

- [49] D.E. Perry, H.P. Siy, and L.G. Votta, Parallel Changes in Large-Scale Software Development: An Observational Case Study, *ACM Trans. Software Engineering and Methodology*, 10(3), 308-337, 2001.
- [50] K.R. Popper, *Conjectures and Refutations*, Routledge & Kagen, 1963.
- [51] J. F.Ramil, Laws of Software Evolution and their Empirical Support, Invited PanelStatement, Proc. ICSM 2002, Montreal, 3-6 Oct 2002, p. 71
- [52] C.R. Reis and R.P.M. Fortes, An Overview of the Software Engineering Process and Tools in the Mozilla Project, Proc. Workshop on Open Source Software Development, 155-175, Newcastle, UK, February 2002.
- [53] Robles-Martinez G, Gonzalez-Barahona JM, Centeno-Gonzalez J, Matellan-Olivera V, Rodero-Merino L. Studying the evolution of libre software projects using publicly available data. Proceedings 3rd Workshop on Open Source Software Engineering, 25th International Conference on Software Engineering, 2003; 111–116.
- [54] Robles G, Koch S, Gonz´alez-Barahona JM. Remote analysis and measurement of libre software systems by means of the CVSanaly tool. Proceedings 2nd ICSE Workshop on Remote Analysis and Measurement of Software Systems, 26th International Conference on Software Engineering, 2004.
- [55] Robles G, Gonzalez-Barahona JM, Merelo JJ. Beyond source code: The importance of other artifacts in software development (a case study). *Journal of Systems and Software* 2006; 79(9):1233–1248.
- [56] S.R. Schach, B. Jin, D.R. Wright, G.Z. Heller, and A.J. Offutt, Maintainability of the Linux Kernel, *IEE Proceedings – Software*, 149(1), 18-23, February 2002.
- [57] W. Scacchi, Understanding the Requirements for Developing Open Source Software Systems, *IEE Proceedings – Software*, 149(1), 24-39, February 2002a.
- [58] W. Scacchi, Process Models for Software Engineering, in J. Marciniak (ed.), *Encyclopedia of Software Engineering*, 2nd Edition, John Wiley and Sons Inc., New York 993-1005, 2002b.
- [59] W. Scacchi, Open EC/B: A Case Study in Electronic Commerce and Open Source Software Development, technical report, Institute for Software Research, July 2002c.
- [60] Walt Scacchi, (2003), “Understanding Open Source Software Evolution: Applying, Breaking, and Rethinking the Laws of Software Evolution”, Institute for Software Research University of California, Irvine

- [61] W. Scacchi, Free/Open Source Software Development in the Game Community, IEEE Software, 21(1), 59-67, January/February 2004.
- [62] Ioannis Stamelos, Lefteris Angelis, Apostolos Oikonomou and Georgios L. Bleris, "Code quality analysis in open source software development", Info Systems J (2002) 12, 43–60
- [63] T. Tamai and Y. Torimitsu, Software Lifetime and its Evolution Process over Generations, Proc. Conf. Software Maintenance, 63-69, November 1992.
- [64] W.Turski, Reference Model for Smooth Growth of Software Systems, IEEE Trans. Software Engineering, 22(8), 599-600, August 1996.
- [65] Weiss D. Measuring success of open source projects using web search engines. Proceedings 1st International Conference on Open Source Systems, 2005; 93–99.
- [66] R. Yin, *Case Study Research: Design and Methods (Second Edition)*, Sage Publications, Newbury Park, CA. 1994.
- [67] Θ. Παχίδης Διαχείριση Έργων Λογισμικού - Ποιότητα Λογισμικού