



ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ Τ.Ε.Ι. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Αξιολόγηση Έργων Ανοιχτού Λογισμικού
Με Μετρικές Κοινότητας ΕΛΛΑΚ**

Της Φοιτήτριας:

Κουταλιανού Ιφιγένεια (01/1825)

Επιβλέπων Καθηγητής:

Αμπατζόγλου Απόστολος

Θεσσαλονίκη 2012

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία αφορά μια εμπειρική μελέτη που έχει ως στόχο να εξετάσει την εξέλιξη των μετρικών κοινότητας σε έργα ανοιχτού λογισμικού.

Το ανοιχτό λογισμικό αποτελεί μια από τις πλέον ανερχόμενες τεχνολογίες στον τομέα του λογισμικού. Ένας από τους πλέον σημαντικούς παράγοντες κατά την αξιολόγηση των έργων ανοιχτού λογισμικού, είναι η αξιολόγηση της κοινότητας που υποστηρίζει και αναπτύσσει το έργο. Πιο συγκεκριμένα, κύριος στόχος της εργασίας είναι η στατιστική αξιολόγηση και σύγκριση της εξέλιξης των μετρικών κοινότητας, μεταξύ των διάφορων κατηγοριών λογισμικού. Για το λόγο αυτό πραγματοποιήθηκε μια μελέτη περίπτωσης σε έργα ανοιχτού λογισμικού διαφόρων κατηγοριών.

ABSTRACT

This graduate essay regards an empirical study that aims to examine the development of community metrics in open source projects. Open source software is one of the most promising technologies in the field of software. One of the most important factors in the evaluation of open source projects is the assessment of the community that supports and develops the project. More specifically, the main objective of this essay is a statistical evaluation and comparison of the evolution of community metrics among various types of software. For this reason there was a case study in open source projects of different categories.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στον επιβλέποντα καθηγητή αυτής της πτυχιακής εργασίας, κ.Αμπατζόγλου Απόστολο και στην οικογένεια κ τους φίλους μου που στάθηκαν δίπλα μου με υπομονή και κατανόηση και προθυμία να με στηρίξουν με οποιονδήποτε τρόπο.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	2
ABSTRACT	3
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	4
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
1.1 Ανοιχτό Λογισμικό	6
1.1.1 Sourceforge.net	11
1.1.2 Έργα Ανοιχτού Λογισμικού	12
1.2 Εμπειρικές Μελέτες	13
1.2.1 Μελέτες Περίπτωσης	13
1.2.2 Μεθοδολογία Σύνταξης Μελέτης Περίπτωσης	14
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ	16
2.1 Εμπειρικές Μελέτες – Εξέλιξη Λογισμικού	16
2.1.1 Belady and Lehman	16
2.1.2 Yuen	17
2.1.3 Tamai and Torimitsu	17
2.1.5 Gefen and Schneberger	18
2.1.6 Basili et al.	18
2.1.7 Lehman et al.	19
2.2 Πρότυπα εξέλιξης λογισμικού ανοικτού κώδικα	19
2.2.1 Τύποι οντοτήτων για τη μελέτη της εξέλιξης F/OSS	19
2.2.2 Πρότυπα για την εξέλιξη του λογισμικού ανοικτού κώδικα	21
3. ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΜΕΤΡΙΚΩΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ	29

3.1 Μεθοδολογία	29
3.1.1 Τα ερωτήματα της έρευνας	29
3.1.2 Πλάνο της μελέτης περίπτωσης	29
3.1.3 Μέθοδοι Ανάλυσης Δεδομένων	30
3.2 Αποτελέσματα	31
3.2.1 Περιγραφική Στατιστική	32
3.2.2 Έλεγχος Μεταβλητών ως προς την κανονική κατανομή	44
3.2.3 Έλεγχος Υποθέσεων	74
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	85
5. ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑΣ	88
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	89
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	90

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το Ελεύθερο Λογισμικό ή Λογισμικό Ανοιχτού Κώδικα (ΕΛ/ΛΑΚ) είναι κάθε πρόγραμμα ηλεκτρονικού υπολογιστή το οποίο μπορεί κάποιος να τροποποιήσει ή/και να αναδιανείμει ελεύθερα, χωρίς τον περιορισμό της καταβολής κάποιου ποσού για την άδεια χρήσης. Με άλλα λόγια το ΕΛ/ΛΑΚ δεν έχει ιδιοκτήτες, ανήκει σε όλους και κατά μία έννοια θα μπορούσαμε να το χαρακτηρίσουμε κοινωνικό αγαθό. Η φιλοσοφία ανάπτυξης ενός τέτοιου λογισμικού έχει κερδίσει σημαντικό έδαφος τα τελευταία χρόνια, καθώς τα συλλογικά οφέλη που προκύπτουν είναι πολύ σημαντικά.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αναλύσει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο το Ελεύθερο Λογισμικό και να παρουσιάσει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που πιθανόν να έχει.

1.1. Ανοιχτό Λογισμικό

Στα πρωταρχικά χρόνια του προγραμματισμού, το λογισμικό διανέμονταν μαζί με το πηγαίο κώδικα. Ειδικότερα, το λογισμικό ήταν άμεσα συνδεδεμένο με το υλικό του κατασκευαστή. Εξαιτίας της πολυπλοκότητας και του κόστους ανάπτυξης (καθώς και της σχετικά περιορισμένης ισχύος που διέθεταν οι πρώτοι υπολογιστές), των επιχειρηματικών μοντέλων των κατασκευαστών (μοντέλα που βασίζονταν στην πώληση του υλικού), καθώς και άλλων παραγόντων, οι χρήστες ελεύθερα διαμοιράζονταν τον πηγαίο κώδικα των εφαρμογών με συνεργατικό τρόπο, κάτι που οδήγησε στη δημιουργία ομάδων χρηστών, μερικές από τις οποίες είναι ακόμα ενεργές. Με την αποσύνδεση του υλικού από το λογισμικό, στις αρχές της δεκαετίας του 1970, εμφανίστηκαν στην αγορά τα πρώτα προϊόντα λογισμικού με τη μορφή “πακέτου”. Σταδιακά, λοιπόν, η διάδοση του πηγαίου κώδικα σταμάτησε να γίνεται ευρύτατα, καθώς οι πωλητές λογισμικού άρχισαν σταδιακά να αποκρύβουν τον κώδικα. Η εμπορευματοποίηση του λογισμικού που επικρατούσε παρείχε στους χρήστες κάποια οφέλη αλλά δεν υπήρχε παραμετροποίηση του λογισμικού στις ανάγκες του καθενός. Αντιλαμβανόμενος ο Richard Stallman αυτόν τον ανασταλτικό παράγοντα στην ανάπτυξη του λογισμικού και στην πρόοδο της τεχνολογίας των υπολογιστών, ξεκίνησε το GNU project με σκοπό να παρέχει ελεύθερο UNIX. Στα χρόνια

που προηγήθηκαν αυτού του βήματος, οι προγραμματιστές του GNU είχαν δημιουργήσει μια ποικιλία από καινοτόμα ανοιχτού κώδικα εργαλεία. Ο Richard Stallman ήταν και ο πρώτος που εισήγαγε τον όρο “ελεύθερο λογισμικό” (free software) και ίδρυσε το Ίδρυμα Ελεύθερου Λογισμικού (Free Software Foundation) το 1983 προκειμένου να βρεθεί ένας τρόπος διατήρησης της ελευθερίας των χρηστών να μελετούν, να κατανοούν και να τροποποιούν το λογισμικό, μέσα στο πλαίσιο του πνεύματος, που διέπει την κοινότητα των hackers και αφορά την απρόσκοπτη διάχυση των πληροφοριών. Αργότερα, ο οργανισμός “Open Source Initiative” πρότεινε τον όρο “λογισμικό ανοιχτού κώδικα” (open source software), πιθανότατα προκειμένου να αποφευχθεί η παρερμηνεία του αγγλικού όρου “free”, ο οποίος χρησιμοποιήθηκε από το FSF για την απόδοση της έννοιας της ελευθερίας και όχι της έννοιας δωρεάν.

Η δημιουργία του Linux το 1991, ενός ελεύθερου, συμβατού με το UNIX, λειτουργικού συστήματος, άλλαξε πολύ την στάση των προγραμματιστών προς τον κώδικα ανοιχτού λογισμικού. Ο δημιουργός του πυρήνα Linux, Linus Torvalds, πέτυχε τις προσδοκίες του, δημιουργώντας μια ομάδα προγραμματιστών και ατόμων που συνεισέφεραν στην ανάπτυξη μέσω του Internet. Ο Linus έδινε σε κυκλοφορία νέες εκδόσεις του λειτουργικού συστήματος και οι υπόλοιποι προγραμματιστές έκαναν αποσφαλμάτωση και πρόσθεταν νέες λειτουργίες. Ο Eric Raymond, ένας ευαγγελιστής του ανοιχτού-κώδικα, ονόμασε αυτή την προσέγγιση μοντέλο “Bazaar”, υποδηλώνοντας έτσι τη χαοτική αλλά αποτελεσματική οργάνωση των προγραμματιστών στο Internet, σε αντίθεση με τη παραδοσιακή προσέγγιση “Cathedral” που επικρατούσε μέχρι τότε.

Το κλειδί στο λογισμικό ανοιχτού-κώδικα είναι η διαθεσιμότητα του πηγαίου κώδικα, καθώς επιτρέπει στους χρήστες με ειδικές προγραμματιστικές ικανότητες να το προσαρμόσουν στις προσωπικές τους απαιτήσεις και να εξαλείψουν τα σφάλματα που εμφανίζονται στη χρήση. Η ευρέως διαδεδομένη χρήση της άδειας ελεύθερου λογισμικού, GNU General Public License, εγγυάται ότι ο καθένας μπορεί να τροποποιήσει και να αναδιανείμει προγράμματα, έχοντας ως προϋπόθεση ότι δεν εμποδίζει άλλους από το να πράξουν το ίδιο.

Στις μέρες μας υπάρχουν αναρίθμητες εφαρμογές και προγράμματα ανοιχτού-κώδικα. Γνωστά παραδείγματα είναι το λειτουργικό σύστημα Linux, ο Apache Server, η Perl, το Mozilla κ.α. Μερικά από τα προγράμματα αυτά βγάζουν εκτός συναγωνισμού εμπορικά προγράμματα αντίστοιχου είδους και πολλές εταιρίες όπως η Apple και η Sun Microsystems κάνουν χρήση των προγραμμάτων αυτών.

Ένα λογισμικό για να θεωρηθεί ελεύθερο ή/και ανοιχτού κώδικα, οφείλει να πληροί κάποιες βασικές προδιαγραφές οι οποίες πρέπει να αποτυπώνονται και στην άδεια χρήσης του. Οι σημαντικότερες εξ αυτών είναι:

- **Η ελεύθερη αναδιανομή του λογισμικού**

Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι οποιοσδήποτε μπορεί να διαθέσει ή και να πουλήσει το ΕΛΛΑΚ με όποιον τρόπο το επιθυμεί χωρίς κανένας να μπορεί να τον περιορίσει. Είναι δύσκολο να γίνει κατανοητό πως μπορεί να πωλείται κάτι το οποίο διατίθεται και δωρεάν, ωστόσο ίσως θα μπορούσε να γίνει αντιληπτό με το παρακάτω παράδειγμα. Ένα πολύ μεγάλο πρόγραμμα μεγέθους αρκετών εκατοντάδων MBs μπορεί να διατίθεται δωρεάν σε κάποιο απομακρυσμένο διακομιστή ωστόσο να απαιτεί πολλές ώρες για να μεταφορτωθεί (downloading) τοπικά. Παράλληλα, ο προγραμματιστής ή η εταιρία που ανέπτυξε το πρόγραμμα ή ακόμα και κάποιος τρίτος μπορεί να αναλάβει την διαδικασία της μεταφόρτωσης, της εγγραφής του προγράμματος σε κάποιο αποθηκευτικό μέσο, την συσκευασία του και την αποστολή του στο χώρο του αγοραστή έναντι κάποιου τιμήματος το οποίο είναι σαφώς μικρότερο από το κόστος απόκτησης εμπορικού λογισμικού κλειστού κώδικα. Ο τελικός χρήστης είναι αυτός που θα επιλέξει το κόστος άλλα και τον τρόπο που θα αποκτήσει το πρόγραμμα που τον ενδιαφέρει. Η ελεύθερη αναδιανομή, αποτρέπει από οποιαδήποτε εταιρία ή προγραμματιστή που εργάστηκε για την ανάπτυξη του προγράμματος, να περιορίσει την περαιτέρω διάδοσή του για οικονομικούς ή άλλους λόγους.^{3,4}

- **Η διάθεση του πηγαίου κώδικα**

Είναι απαραίτητο μαζί με το εκτελέσιμο πρόγραμμα να παρέχεται και ο πηγαίος κώδικας του προγράμματος αυτού. Θα πρέπει δηλαδή εκτός από τον εκτελέσιμο κώδικα που είναι κατανοητός μόνο στους υπολογιστές να υπάρχει και η αρχική μορφή του κώδικα που ανέπτυξαν οι προγραμματιστές.

- **Η δυνατότητα για τροποποίηση του αρχικού προγράμματος.**

Το νέο πρόγραμμα το οποίο θα προκύψει από τις αλλαγές μπορεί να διατίθεται με την ίδια άδεια χρήσης όπως το αρχικό πρόγραμμα. Με το τρόπο αυτό επιχειρείται, χωρίς όμως να επιβάλλεται, οι βελτιωμένες εκδόσεις του προγράμματος να συνεχίσουν να είναι προσιτές σε όλους. Θεωρείται επίσης ηθικά σωστό όταν αξιοποιείται η εργασία τρίτων, να επιστρέφεται στην κοινότητα κάποιο τμήμα των παραγόμενων αποτελεσμάτων. Ο όρος αυτός ωστόσο δεν αποτρέπει την χρησιμοποίηση Λογισμικού Ανοικτού Κώδικα σε εμπορικές εφαρμογές, ούτε αναγκάζει τις εταιρίες που έχουν επενδύσει στην βελτίωση του να κοινοποιήσουν τις αλλαγές τις οποίες έχουν πραγματοποιήσει αν δεν το επιθυμούν.

- **Η απαγόρευση οποιωνδήποτε διακρίσεων σχετικά με το ποιος μπορεί να χρησιμοποιήσει καθώς και για ποιόν σκοπό ένα πρόγραμμα ΕΛΛΑΚ.**

Στόχος είναι η ευρύτερη δυνατή χρήση και εξάπλωση του ΕΛΛΑΚ. Συνεπώς δεν είναι δυνατός ο περιορισμός της χρήσης εφαρμογών ΕΛΛΑΚ σε κατηγορίες χρηστών, όπως για παράδειγμα «επιτρέπεται η χρήση μόνο σε μαθητές, σπουδαστές και φοιτητές» ή για συγκεκριμένους σκοπούς «απαγορεύεται η επιχειρηματική ή εμπορική χρήση αυτού του προϊόντος».

Πέρα από την διαφοροποίηση στις άδειες χρήσης του ΕΛΛΑΚ από αντίστοιχες άδειες χρήσης λογισμικού κλειστού κώδικα, δεν υπάρχουν πολλές άλλες διαφορές ορατές στον απλό χρήστη. Στην πραγματικότητα εάν κάποιος χρήστης δεν δει την άδεια χρήσης που συνοδεύει το πρόγραμμα ή την εφαρμογή που χρησιμοποιεί δεν μπορεί να γνωρίζει εάν πρόκειται για ΕΛΛΑΚ ή για «εμπορικό λογισμικό».

1.1.1 Sourceforge.net

Το sourceforge είναι ένα αποθετήριο ανοικτού κώδικα, όπως το Google code, το Bitbucket, το Github και πολλά άλλα. Το Sourceforge.net ξεκίνησε να λειτουργεί το 2009 και φιλοξενήσει πάνω από 230.000 έργων ανοικτού λογισμικού. Δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες του να ανεβάζουν δικά τους έργα ανοικτού λογισμικού και να συμμετέχουν σε έργα άλλων. Επίσης δίνει τη δυνατότητα σε όλους τους χρήστες αλλά και στους απλούς επισκέπτες να κατεβάζουν έργα αλλά και να έχουν πρόσβαση στο κώδικα τους.

Στο sourceforge.net φιλοξενούνται μερικά από τα πιο δημοφιλή έργα ανοικτού λογισμικού στο κόσμο όπως το Mozilla firefox, το Wamp server και το 7-zip.

sourceforge Search Browse Blog Help Log In or Join

SOLUTION CENTERS Smarter Commerce Go Parallel HTML5 Smarter IT Events Newsletters

Find, Create, and Publish Open Source software for free

Search from thousands of software titles Search

TODAY: 4,480,797 DOWNLOADS 6,896 CODE COMMITS 7,162 FORUM POSTS 1,057 BUGS TRACKED MORE DETAILS

Project of the Month

- Rigs of Rods**
Rigs of Rods is a 3D simulator game where you can drive, fly and sail various vehicles using an accurate and unique soft-body physics engine. [Read more](#) **Download**
- PNotes**
PNotes is light-weight, flexible, skinnable manager of virtual notes on your desktop. It supports multiple languages, individual note's settings, ... **Download**
- TORCS - The Open Racing Car Simulator**
TORCS, The Open Racing Car Simulator is a highly portable multi platform car racing simulation. It is used as ordinary car racing game, as AI racing ... **Download**
- MediathekView**
Das Programm durchsucht die Mediathek verschiedener Sender (ARD, ZDF, Arte, 3Sat, MDR, NDR, ORF, SF), lädt Beiträge mit einem Programm eigener Wahl ... **Download**
- Orwell Dev-C++**
A portable C/C++/C++11 IDE **Download**

@sourceforge

ChEBI: Chemical Entities of Biological Interest - a database of chemical compounds and other molecular entities. - <http://www.ebi.ac.uk/chebi/>

Επίσης ο χρήστης μπορεί να προσπελάσει πληροφορίες όπως

- τη λειτουργικότητα του έργου,
- τα γενικά χαρακτηριστικά του,
- το κοινό στο οποίο απευθύνεται ,
- την ημερομηνία της πρώτης έκδοσης του έργου

Μία ακόμη δυνατότητα που έχει ο χρήστης είναι να παρακολουθεί την πορεία ενός έργου και να βλέπει πόσο ενεργό είναι ένα έργο μέσω μετρικών κοινότητας.

1.1.2 Έργα Ανοιχτού Λογισμικού

Τα έργα ανοιχτού λογισμικού αποτελούνται από τρία κύρια συστατικά στοιχεία: τη κοινότητα των δημιουργών, τη κοινότητα των χρηστών και το λογισμικό προϊόν. Ο προσδιορισμός της επιτυχίας στο ανοιχτο λογισμικο είναι μια ασαφής έννοια που μπορεί να έχει πολλές διαφορετικές σημασίες ανάλογα με τα προγράμματα και τους υποστηρικτές του.

Ένας σημαντικός παράγοντας επιτυχίας ενός έργου ανοιχτού λογισμικού είναι η συνεισφορά των δημιουργων του λογισμικού και ο βαθμός χρήσης του λογισμικού, καθώς και η δομική του ποιότητα. Ακριβώς επειδή τα προγράμματα ανοιχτού λογισμικού συχνά στηρίζονται στην εθελοντική εισαγωγή πληροφοριών, η προσέλκυση και η παρακίνηση συμμετεχόντων (ενδιαφέρον χρηστών) αποτελεί σημαντικό παράγοντα στην επιτυχία του έργου.

Κάποιες άλλες μετρησεις αφορούν στο επίπεδο επικοινωνητικότητας του εκάστοτε έργου, δηλαδή πόσο συχνά διορθώνονται οι ατέλειες, τι ανταπόκριση υπάρχει στις απαιτήσεις του έργου και πόσες νέες εκδόσεις του λογισμικού ανακοινώνονται. Το πρώτο βήμα που πρέπει να κάνει κανείς είναι να προσδιορίσει τις διαδικασίες ανοιχτού λογισμικού και να καταλάβει τον ρόλο της επίτευξης της υψηλής ποιότητας ειδικότερα όσον αφορά την ανάπτυξη και εξέλιξη του κώδικα.

1.2 Εμπειρικές Μελέτες

Σύμφωνα με τον Wohlin, υπάρχουν τρεις βασικές προσεγγίσεις εμπειρικής έρευνας, οι μελέτες πεδίου, οι μελέτες περίπτωσης και τα πειράματα. Η επιλογή της προσέγγισης που θα ακολουθηθεί γίνεται συνήθως λαμβάνοντας υπόψη τη φύση και το αντικείμενο της εκάστοτε έρευνας.

Η τεχνική των μελετών περίπτωσης χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση έργων, ενεργειών ή εργασιών. Καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης συλλέγονται δεδομένα για έναν συγκεκριμένο σκοπό τα οποία συνήθως περνούν από στατιστική ανάλυση για την εξαγωγή αποτελεσμάτων. Τα πειράματα διεξάγονται συνήθως σε εργαστηριακό περιβάλλον, που παρέχει υψηλά επίπεδα ελέγχου. Τα υποκείμενα του πειράματος που έχουν επιλεγεί με βάση ορισμένα κριτήρια, εξετάζονται τυχαία σε κάποια καθήκοντα. Έπειτα ακολουθεί στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων του πειράματος, ενώ υπολογίζεται και ο βαθμός χειραγώγησης ορισμένων μεταβλητών. Η διαφορά μεταξύ μιας μελέτης περίπτωσης και ενός πειράματος είναι ότι το δείγμα των μεταβλητών που χρησιμοποιούνται σε ένα πείραμα μπορεί να χειραγωγηθεί, ενώ σε μια μελέτη περίπτωσης το δείγμα των μεταβλητών προέρχεται από την αναπαράσταση μιας πραγματικής κατάστασης. Τέλος, μια μελέτη πεδίου, χρησιμοποιείται συνήθως για την διεξαγωγή μιας αναδρομικής εξέτασης, όταν για παράδειγμα ένα εργαλείο ή μια τεχνική χρησιμοποιείται για ένα χρονικό διάστημα. Η μελέτη γίνεται με χρήση ερωτηματολογίων που διανέμονται σε ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα πληθυσμού που θέλουμε να μελετήσουμε. Τα αποτελέσματα της έρευνας αναλύονται και στην τελική φάση γενικεύονται για τον πληθυσμό απ' όπου προέρχονταν το δείγμα.

Στο κεφάλαιο 3 παρουσιάζεται μια μελέτης περίπτωσης. Η πληθώρα των εφαρμογών ανοιχτού κώδικα αναγάγει την μελέτη περίπτωσης στη βέλτιστη προσέγγιση έρευνας.

1.2.1 Μελέτες Περίπτωσης

Μια μελέτη περίπτωσης συντάσσεται για να μελετήσει μια οντότητα ή ένα φαινόμενο μέσα σε συγκεκριμένα χρονικά πλαίσια. Ο ερευνητής συγκεντρώνει λεπτομερείς πληροφορίες συχνά εφαρμόζοντας διάφορες διαδικασίες συλλογής πληροφοριών.

Οι μελέτες περίπτωσης είναι ιδανικές για την βιομηχανική αξιολόγηση μεθόδων και εργαλείων της μηχανικής λογισμικού γιατί μπορούν να αποφύγουν κλιμακωτά αυξανόμενα

προβλήματα. Ένα πλεονέκτημα των μελετών περίπτωσης είναι ότι προσφέρουν ευκολία στη φάση του σχεδιασμού και προγραμματισμού των εργασιών, ενώ μειονεκτήματα είναι ότι τα αποτελέσματα που προκύπτουν είναι δύσκολο να γενικευθούν και ακόμα δυσκολότερο να αποκωδικοποιηθούν. Στην περίπτωση που η επίδραση μιας διαδικασίας αλλαγής είναι πολύ διαδεδομένη, τότε μια μελέτη περίπτωσης είναι πιο κατάλληλη. Αυτό συμβαίνει επειδή η επίδραση μιας αλλαγής μπορεί να αξιολογηθεί μόνο σε υψηλό επίπεδο αφαίρεσης, γιατί μια διαδικασία τροποποίησης, περιλαμβάνει μικρότερες και πιο λεπτομερείς αλλαγές πέραν της διαδικασίας ανάπτυξης και επειδή τα αποτελέσματα μιας αλλαγής δεν μπορούν πάντα να είναι άμεσα ορατά.

Η έρευνα μέσω μελετών περίπτωσης είναι μια καθιερωμένη μέθοδος που χρησιμοποιείται για εμπειρικές μελέτες σε διάφορες επιστήμες. Στα πλαίσια της μηχανικής λογισμικού, οι μελέτες περίπτωσης χρησιμοποιούνται όχι μόνο για να αξιολογήσουν πώς και γιατί συμβαίνουν συγκεκριμένα φαινόμενα, αλλά και για να αξιολογήσουν διαφορές, όπως για παράδειγμα μεταξύ δυο σχεδιαστικών μεθόδων.

1.2.2 Μεθοδολογία Σύνταξης Μελέτης Περίπτωσης

Σύμφωνα με την Kitchenham τα βήματα που απαιτούνται για να συντάξει κανείς μια μελέτη περίπτωσης περιλαμβάνουν: (α) Ορισμό μιας υπόθεσης. (β) Επιλογή ορισμένων εφαρμογών, (γ) Επιλογή της μεθόδου σύγκρισης, (δ) Ελαχιστοποίηση των παραγόντων σύγχυσης, (ε) Σχεδιασμό πλάνου για την μελέτη περίπτωσης, (στ) Παρακολούθηση της μελέτης περίπτωσης, (ζ) Ανάλυση και αναφορά των αποτελεσμάτων

Για να ορίσουμε την υπόθεση, ξεκινάμε ορίζοντας την επίδραση που περιμένουμε να έχει η μέθοδος. Ο ορισμός αυτός πρέπει να είναι αρκετά λεπτομερής, και να ξεκαθαρίζει τις μετρήσεις που πρέπει να γίνουν για να προκύψει το αποτέλεσμα. Επίσης, είναι σημαντικό να οριστεί τι δεν αναμένεται να συμβεί. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό γιατί επίσημα δεν μπορούμε να αποδείξουμε ότι μια υπόθεση αληθεύει. Μπορούμε μόνο να την καταρρίψουμε. Γι αυτό δηλώνουμε και μια μηδενική υπόθεση για να δείξουμε ότι δεν υπάρχει διαφοροποίηση στην μεταχείριση.

Κατά την επιλογή των εφαρμογών, είναι σημαντικό να επιλέξουμε εφαρμογές του ίδιου τύπου με αυτές που μας ενδιαφέρουν. Η επιλογή πρέπει να βασίζεται όχι μόνο στον τύπο της εφαρμογής, αλλά και στην συχνότητα που ο κάθε τύπος αναπτύσσεται.

Για το τρίτο βήμα πρέπει να έχουμε κατά νου, ότι η μελέτη περίπτωσης είναι από την φύση της συγκριτική μέθοδος όσον αφορά τα αποτελέσματά δύο ή περισσότερων μεθόδων. Για

να επιβεβαιώσουμε την εσωτερική εγκυρότητα, πρέπει να βρούμε μια έγκυρη βάση για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της μελέτης περίπτωσης. Για να επιτευχθεί αυτό υπάρχουν τρεις τρόποι: (1) Να επιλέξουμε ένα παρόμοιο έργο για να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα, (2) να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα χρησιμοποιώντας μια νέα μέθοδο αντίθετη με τη γραμμή της μεθόδου που εμείς χρησιμοποιούμε και (3) εφόσον η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί σε ανεξάρτητα συστατικά, να την εφαρμόσουμε τυχαία σε ορισμένα μόνο συστατικά προϊόντων.

Το τέταρτο βήμα αφορά την ελαχιστοποίηση των παραγόντων σύγχυσης. Τέτοιοι παράγοντες μπορεί να είναι η εκμάθηση του τρόπου χρήσης μιας μεθόδου ή ενός εργαλείου κατά τη διάρκεια της προσπάθειας αξιολόγησής του, η χρήση είτε πολύ ενθουσιώδους είτε πολύ δύσπιστου προσωπικού σχετικά με τη χρήση της μεθόδου ή του εργαλείου, η σύγκριση διαφορετικών τύπων εφαρμογών, κ.α. Ορισμένες φορές, μπορούμε να ελέγξουμε τη σύγχυση, μετρώντας τον παράγοντα σύγχυσης και ρυθμίζοντας τα αποτελέσματα ανάλογα.

Στην επόμενη φάση, το πλάνο αναγνωρίζει και καταγράφει όλες τις πτυχές που πρέπει να διευθετηθούν για την ομαλή διεξαγωγή της αξιολόγησης της μεθόδου. Σε αυτές, συμπεριλαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα, οι διαδικασίες συλλογής δεδομένων και το ανθρώπινο δυναμικό που είναι υπεύθυνο για τη συλλογή και ανάλυση των δεδομένων.

Η παρακολούθηση της μελέτης περίπτωσης σύμφωνα με το πλάνο του προηγούμενου βήματος, επιβεβαιώνει ότι οι μέθοδοι ή τα εργαλεία που εξετάζονται χρησιμοποιούνται σωστά, και ότι όλοι οι παράγοντες που θα μπορούσαν να προδιαθέσουν τα αποτελέσματα καταγράφονται. Αυτό, θα βοηθήσει στο τέλος της έρευνας στην συγγραφή μιας αναφοράς αξιολόγησης με σκοπό την πρόταση αλλαγών στις διαδικασίες.

Τέλος, για την ανάλυση και αναφορά των αποτελεσμάτων, η διαδικασία που ακολουθείται κάθε φορά, εξαρτάται από τον αριθμό των δεδομένων που πρέπει να αναλυθούν.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, παρουσιάζεται μια βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με την εξέλιξη των έργων ανοιχτού λογισμικού, ως προς την κοινότητα που τα υποστηρίζει.

2.1 Εμπειρικές Μελέτες – Εξέλιξη Λογισμικού

Η εν λόγω έρευνα αποσκοπεί στην εμπειρική μελέτη της εξέλιξης του λογισμικού. Ως εκ τούτου, το πρώτο βήμα ήταν η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας στην περιοχή εξέλιξης λογισμικού. Αρχικά παρατηρήθηκε, ότι υπάρχει μια σχετική έλλειψη εμπειρικών εργασιών στην περιοχή. Ωστόσο, βρήκαμε μια σειρά από άρθρα που δημοσιεύθηκαν πριν από την εργασία, τα οποία συνοψίζονται παρακάτω, με ιδιαίτερη έμφαση σε θέματα ερευνητικής μεθόδου, σύμφωνα με το στόχο αυτού του υποκεφαλαίου.

2.1.1 Belady and Lehman

Η πρώτη εμπειρική εργασία που παραθέτω είναι των Belady και Lehman. Στην εργασία τους στη δεκαετία του '70 εμπλέκονται 20 εκδόσεις του λογισμικού OS/360 (λειτουργικά συστήματα), και ίσως αποτελεί τη πρώτη εμπειρική έρευνα επικεντρωμένη στην δυναμική συμπεριφορά ενός σχετικά μεγάλου και ώριμου (12 ετών) συστήματος. Οι συγγραφείς εκάναν μια σειρά παρατηρήσεων σχετικά με την αύξηση του μεγέθους και της πολυπλοκότητας του συστήματος, το οποίο τους οδήγησε να συμπεράνουνε πέντε νόμους της δυναμικής εξέλιξης του λογισμικού: Συνεχής αλλαγή, αυξανόμενη πολυπλοκότητα, το θεμελιώδη νόμο της εξέλιξης προγράμματος, διατήρηση οργανωτική σταθερότητα, και τη διατήρηση των εξοικειωμένων. Αυτοί οι νόμοι αναπτύχθηκαν περαιτέρω σε ένα έγγραφο που δημοσιεύθηκε το 1980. Σε αυτό το μοναδικό έργο, ο συγγραφέας (Lehman) αναλύει την

έννοια των νόμων στο πλαίσιο των πραγματικών συστημάτων. Τα εμπειρικά στοιχεία που παρουσιάζονται αφορούν ένα μικρό αριθμό από μεταγενέστερες εκδόσεις. Πρώτον, υποστηρίζεται, μέσω γραφικής παρουσίασης των δεδομένων, ότι υποστηρίζονται οι πέντε προαναφερθέντες νόμοι της εξέλιξης. Στη συνέχεια, μια λεπτομερής ανάλυση δείχνει πώς η γνώση που αποκτήθηκε μέσα από την ανάλυση των πρώτων 19 εκδόσεων του λογισμικού μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σχεδιασμό απελευθέρωσης της 20^{ης}. Το γεγονός αυτό δείχνει πώς μερικές αρχικές εκτιμήσεις ήταν πιθανό να είναι αισιόδοξες και

με οπιοδήποτε τρόπο ανακριβής, μέχρι να διορθωθεί με την πρόσβαση στα ιστορικά δεδομένα, και είναι ένα χρήσιμη η επίδειξη της πρακτικής εφαρμογής αυτού του τύπου της έρευνας.

2.1.2 Yuen

Το έργο του παρουσιάστηκε σε μια σειρά τριών εμπειρικών μελετών, που δημοσιεύθηκαν το 1985, 1987 και το 1988. Αρχικά, μελετήθηκαν σε χρονική διάρκεια 19 μηνών δεδομένα για bugs (ελάττωμα) από ένα μεγάλο λειτουργικό σύστημα. Τα δεδομένα αναλύθηκαν για τέσσερις διαφορετικούς μήνες (1, 7, 13, και 19). Επτά εξαρτημένες μεταβλητές περιγράφονται, αλλά περιγράφονται μόνο δύο σύνολα αποτελεσμάτων, σχετικά με την τάξη προτεραιότητας (σοβαρότητας) και ο χρόνος απόκρισης. Ο συγγραφέας αναφέρει μια σειρά από αποτελέσματα που αφορούν σε ανακάλυψη και διόρθωση ελαττωμάτων, συμπεριλαμβανομένων των παρατηρήσεων ότι οι ελλείψεις έχουν την τάση να ανακαλυφθούν σε γενεές, και τείνουν να συγκεντρώνονται λίγο μετά την ολοκλήρωση της γενιάς. Ενδιαφέρον, παρουσιάζει ότι ο χρόνος που περνά δεν μπορεί να καθορίσει το πλήθος των ελαττωμάτων, όπως θα μπορούσε να αναμένεται, λόγω της αύξησης της πολυπλοκότητας του συστήματος. Ο συγγραφέας προτείνει ότι η έρευνά του μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ανιχνεύσει τη βελτίωση/επιδείνωση των καταστάσεων παρατηρώντας την τάση στο χρόνο απόκρισης ή στον αριθμό των εκκρεμών διορθώσεων και έτσι επιτρέπει στους διαχειριστές να αναλάβουν δράσεις για τη βελτίωση της διαδικασίας και της απόδοσης του συστήματος. Στη συνέχεια ο Yuen εκτελεί δοκιμές στους πέντε νόμους του Lehman σχετικά με τη δυναμική εξέλιξη. Επανεξετάζει τρία διαφορετικά συστήματα από τους Belady και Lehman, καθώς και διάφορα άλλα συστήματα, και κοιτάζει μια ποικιλία των εξαρτημένων μεταβλητών, συμπεριλαμβανομένου του αριθμού και του ποσοστού των μονάδων χειρισμού.

2.1.3 Tamai and Torimitsu

Οι Tetsuo Tamai και Yohsuke Torimitsu χρησιμοποίησαν μια έρευνα ερωτηματολογίου των ιαπωνικών οργανώσεων με σκοπό να εξετάσουν την αντικατάσταση λογισμικού επιχειρηματικών εφαρμογών μέσα σε μια 5-ετή περίοδο. Αναφέρουν μια σειρά από περιγραφικά αποτελέσματα για 95 σημεία δεδομένων, συμπεριλαμβανομένου του γεγονότος ότι το λογισμικό μικρότερης κλίμακας τείνει να έχει μικρότερη διάρκεια ζωής,

καθώς και ότι οι διοικητικές εφαρμογές τύπου (π.χ., προσωπικό, λογιστική) τείνουν να έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από ό,τι υποστηρίζουν επιχειρηματικές εφαρμογές τύπου (π.χ., υποστήριξη πωλήσεων, παραγωγής).

2.1.4 Cook and Roesch

Οι συγγραφείς Cook και Roesch εξέτασαν 10 προϊόντα με διάρκεια ζωής άνω των 18 μηνών σε πραγματικό χρόνο από μια γερμανική εταιρεία τηλεπικοινωνιών, και υποστήριξαν ότι βρήκαν υποστήριξη για τους νόμους της εξέλιξης, επικαλούμενοι τις συνεχείς αλλαγές, την αύξηση της εντροπίας, και το γεγονός ότι η συνολική αλλαγή δεν είναι ομοιόμορφη. Στο σύστημα αναπτύχθηκαν από 223 έως 359 λειτουργίες κατά τη διάρκεια της περιόδου που είχε μελετηθεί.

2.1.5 Gefen and Schneberger

Οι Gefen και Schneberger εξέτασαν δύο πρότυπα κατανομής των τροποποιήσεων συντήρησης λογισμικού για να προσδιοριστεί εάν η κατανομή συντήρησης λογισμικού είναι ομοιογενής.

Οι συγγραφείς μελέτησαν Αναφορές Προβλημάτων Λογισμικού (SPRs) από ένα σύστημα 4ης γενιάς, συλλέγοντας μηνιαία στοιχεία. Αυτά τα SPRs χαρακτηρίζονται από τον τύπο τροποποίησης, καθώς και από τον αριθμό των νέων αιτήσεων. Παρατήρησαν ότι το ποσοστό των τροποποιήσεων συντήρησης μειώνεται με την πάροδο του χρόνου στο σύνολό τους.

2.1.6 Basili et al.

Μια σχετικά πιο πρόσφατη μελέτη από τον Basili εξέτασε 25 εκδόσεις λογισμικού, του Goddard της NASA, συμπεριλαμβανομένων πάνω από 100 συστήματα λογισμικού, συνολικού ύψους περίπου 4,5 εκατομμύρια LOC. Η εστίαση της μελέτης ήταν να χαρακτηρίσει τους τύπους των δραστηριοτήτων συντήρησης και να εξετάσει τόσο τη συνολική προσπάθεια αλλά και τη κατανομή της προσπάθειας σε αυτά τα έργα συντήρησης. Η συλλογή δεδομένων διήρκεσε 18 μήνες. Η μελέτη εξέτασε τους τρεις τύπους συντήρησης (διορθωτικά, προσαρμοστική, τελειοποιητικός) και ένα σύνολο εργασιών συντήρησης για το καθένα. Οι συγγραφείς βρήκαν ότι οι προσπάθεια διόρθωσης

σφάλματος απαιτεί σημαντική δραστηριότητα, ενώ σε αναβαθμίσεις απαιτείται περισσότερος χρόνος για την επιθεώρηση και την πιστοποίηση.

2.1.7 Lehman et al.

Ο Lehman και οι συνεργάτες του έχουν ξεκινήσει μια νέα σειρά από έρευνες σχετικά με την εξέλιξη του λογισμικού. Σε ένα άρθρο, περιγράφουν μια εμπειρική ανάλυση 8-χρονών ενός χρηματοπιστωτικού συστήματος συναλλαγών. Από το σύνολο των 100 γενεών (συμπεριλαμβανομένων των πολύ μικρών ad hoc γενεών για συγκεκριμένους πελάτες), οι ερευνητές εξέτασαν 21 γενιές που εκτείνονται σε 5 χρόνια εξέλιξης. Για κάθε έκδοση σημειώθηκε το μέγεθος της όσον αφορά τον αριθμό των μονάδων και τον αριθμό των μονάδων που έχουν αλλάξει. Επιπλέον, διενεργήθηκε στατιστική μοντελοποίηση, με στόχο την ανάπτυξη ενός μοντέλου ανάπτυξης για το μέγεθος μονάδας ανά γενιά χρησιμοποιώντας ένα αντίστροφο τετράγωνο μοντέλο. Ένα από τα αποτελέσματα του μοντέλου αυτού ήταν ότι η παρατηρούμενη αύξηση του συστήματος εμφανίστηκε από την έκτη έκδοση. Το άρθρο αυτό, επίσης, συνοψίζει και ενημερώσεις από τους οκτώ νόμους της εξέλιξης του λογισμικού.

2.2 Πρότυπα εξέλιξης λογισμικού ανοιχτού κώδικα

Η ανάπτυξη του F/OSS έχει εμφανιστεί και διαδοθεί σε όλο τον κόσμο της τεχνολογίας λογισμικού, κυρίως τα τελευταία χρόνια. Η ανάπτυξή του συμπίπτει με την εξάπλωση και τη χρήση του Internet και του World Wide Web. Υποστηρίζει την ευρεία πρόσβαση σε απομακρυσμένες πληροφορίες και την ικανότητα σε ομάδες ανθρώπων με κοινές ιδέες να μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους.

2.2.1 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. 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.

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.

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 που διανέμεται και εγκαθίσταται ως ένα πρόγραμμα.

Τα συστήματα μπορεί να είναι μικρού(<5K SLOC²), 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 (e.g., MS Windows, Solaris, GNU/Linux, Mac OS X).

Πολλά από αυτά δομούνται ως κατανεμημένα συστήματα, συστήματα που έχουν ρυθμιστεί για τη χρήση των scripts (π.χ., χρησιμοποιώντας Perl, Python, Tcl), middleware ή ως modules, (e.g., Apache, Mozilla, and now Firefox support independently developed plug-in modules).

F/OSS Applications – Η μεγαλύτερη ποικιλία εφαρμογών F/OSS έχει ερευνηθεί για τα πρότυπα εξέλιξης. Αυτά που εξετάστηκαν σε βάθος μέχρι στιγμής είναι ο πυρήνας του Linux, Debian Linux distributions³, 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.

F/OSS Process— Τα συστήματα F/OSS αναπτύχθηκαν και συντηρήθηκαν ακολουθώντας κάποιες διαδικασίες ανάπτυξης. Ωστόσο δεν είναι ξεκάθαρο αν οι διαδικασίες αυτές, όπως αναφέρονται στο μπορούν να θεωρηθούν ως μια μονολιθική διαδικασία, ή αν κάποιες συγκεκριμένες δραστηριότητες λογισμικού ακολουθούν σαφείς διαδικασίες ανάπτυξης που επίσης μπορούν να εξελιχθούν είτε ανεξάρτητα είτε από κοινού.

Μικρός αριθμός από πρόσφατες μελέτες παρατηρεί, περιγράφει και συγκρίνει τις διαδικασίες ανάπτυξης των F/OSS με τις παραδοσιακές διαδικασίες έτσι ώστε να σημειωθούν οι διαφορές που εμφανίζονται στις δραστηριότητες και στην οργάνωση της διαδικασίας των F/OSS. Επιπλέον οι δραστηριότητες αυτές έχουν τη δική τους διαδικασία που μπορεί να μην αντικατοπτρίζεται με αυτές που συμμετέχουν στην κυκλοφορία των συστημάτων κλειστού κώδικα . 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 δεν λαμβάνονται υπόψη στις δραστηριότητες ανάπτυξης των F/OSS.

Οι διαδικασίες έκδοσης και packaging μπορεί μερικές φορές να διαφέρει ή να είναι ίδια, εξαρτάται από τα συστήματα εφαρμογών λογισμικού και ανάπτυξης (e.g., a Web site για ανοικτό λογισμικό, a corporate portal for closed source). Η διαδικασία ανάπτυξης του ΕΛ/ΛΑΚ 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.

2.2.2 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 και Tu 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 1 έως 3. Βρήκαν επίσης παρόμοια πρότυπα στα συστήματα F/OSS για το πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου Vim. Ο Schach αναφέρει τα αποτελέσματα της έρευνας για τον Linux Kernel για τις 96 εκδόσεις και δείχνει ότι η μονάδα σύζευξης (ή διασύνδεσης) αυξάνεται με εκθετικό (superlinear) ρυθμό. Τα δεδομένα εμφανίζονται στο σχήμα 4.

Οι Koch and Schneider 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 υπερ-γραμμικό τρόπο

καθώς ο αριθμός των προγραμματιστών που συμβάλλουν στον κώδικα του GNOME αυξάνεται. Τα δεδομένα από την έρευνά τους απεικονίζονται στο σχήμα 5.

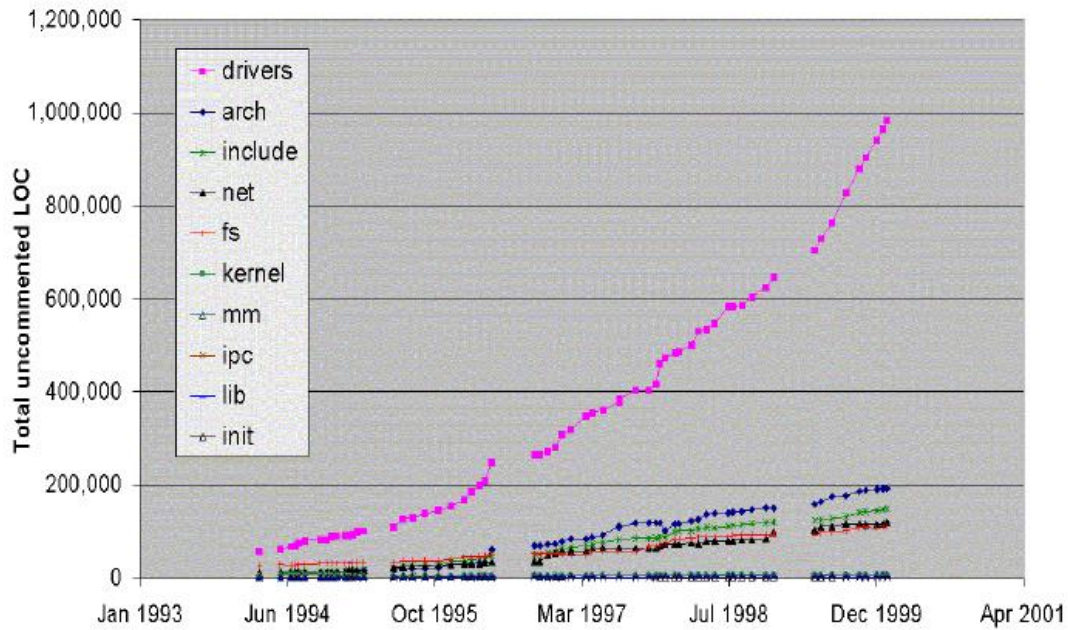


Figure 1. Data revealing the size and growth of major sub-systems in the Linux Kernel during 1994-1999 [Source: Godfrey and Tu 2000].

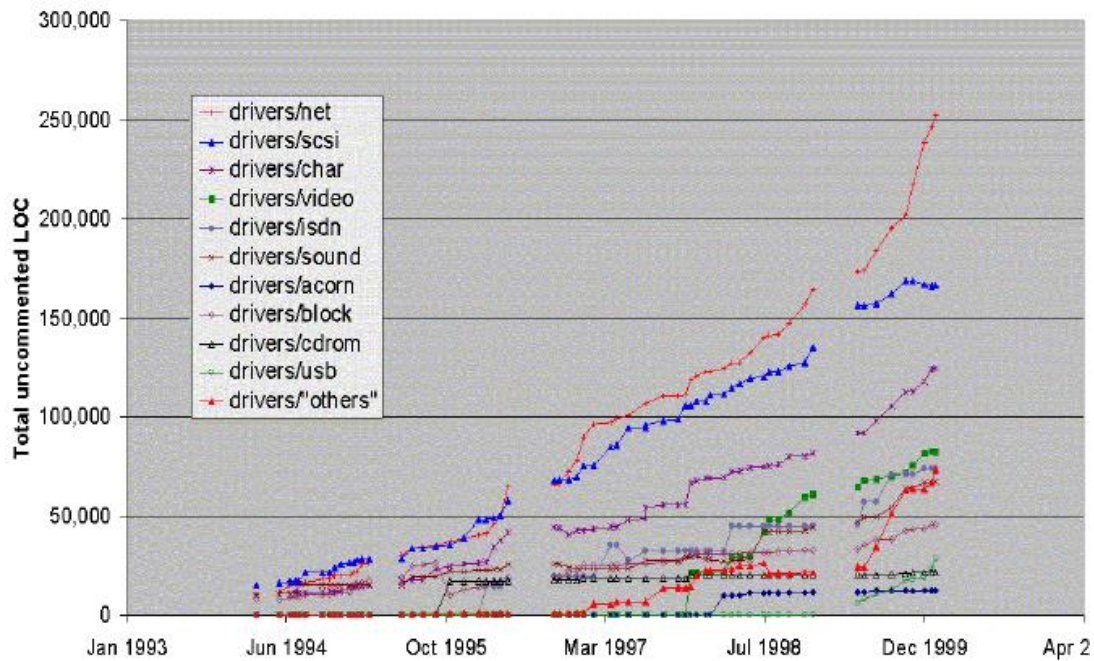


Figure 2. Data revealing the size and growth of device drivers in the Linux Kernel during 1994-1999 [Source: Godfrey and Tu 2000].

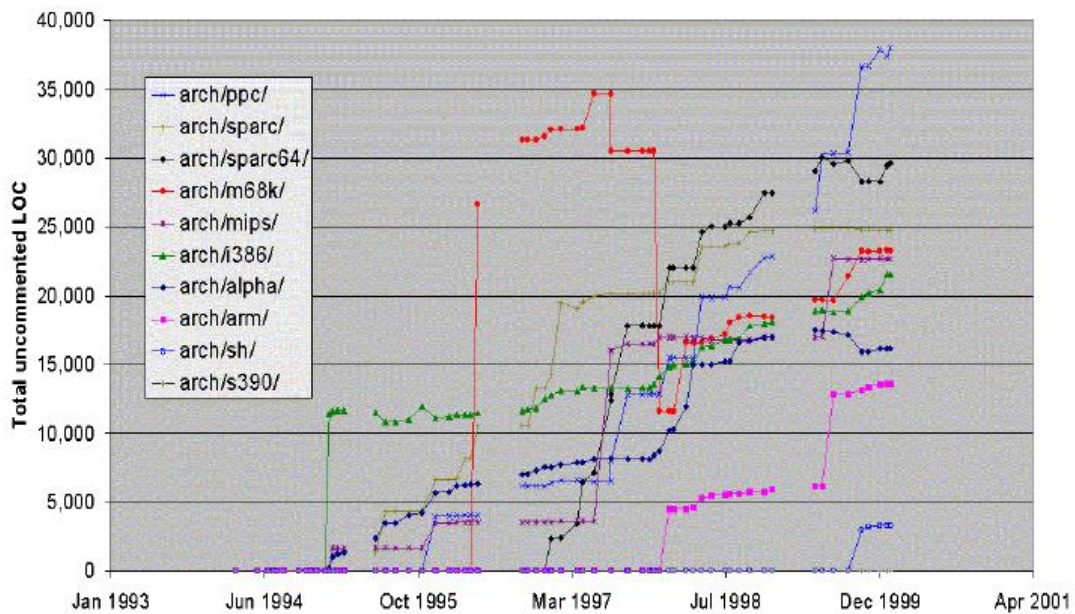


Figure 3. Data revealing the size and growth of the Linux Kernel for different computer platform architectures during 1994-1999 [Source: Godfrey and Tu 2000].

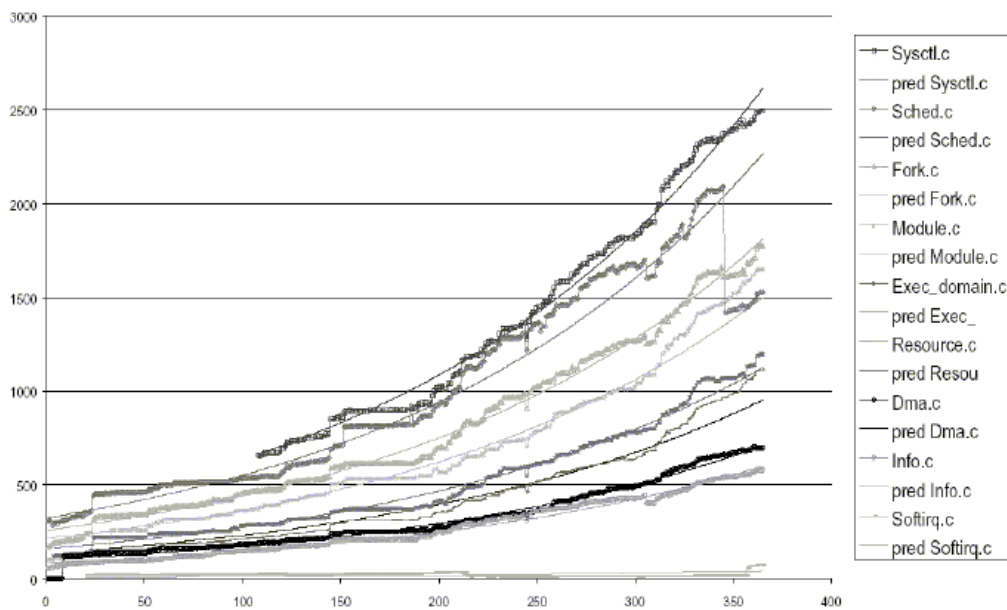


Figure 4. Measured (discrete points) versus predicted (smooth curves) of common coupling of source code modules in the Linux Kernel across releases [Source: Schach, Jin, *et al.*, 2002].

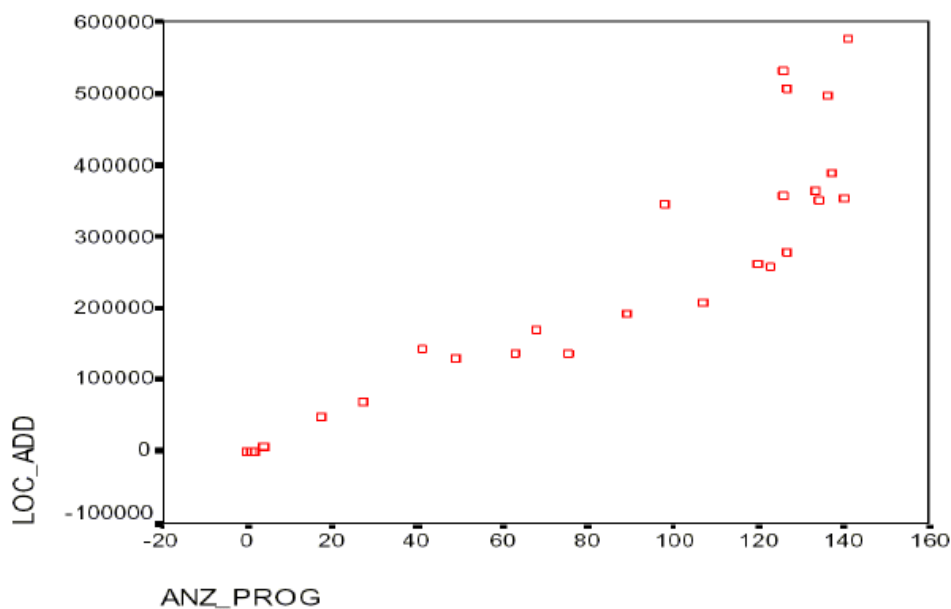


Figure 5. Growth of the lines of source code added as the number of software developers contributing code to the GNOME user interface grows [Source: Koch and Schneider 2000].

Οι Robles-Martinez, Gonzalez-Barahona, αναφέρουν στην μελέτη τους για το Mono (μια F/OSS εφαρμογή των υπηρεσιών της Microsoft's .NET, βιβλιοθήκες, και διεπαφές), ότι οι μετρήσεις τους δείχνουν super-linear ρυθμό ανάπτυξης στο μέγεθος του κώδικα και στον αριθμό των ενημερώσεων του κώδικα.

Σύμφωνα με τους Gonzalez-Barahona, Ortuno Perez 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 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, Lopez, and Robles 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 που βρήκαν γραμμική ανάπτυξη στα συστήματα Fetchmail, X-Windows, and Gcc (the GNU compiler collection), και υπο-γραμμική 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 στην περίπτωση του πυρήνα Linux αναφέρουν ότι (α) Ένα μεγάλο μέρος του πηγαίου κώδικα σχετίζεται με προγράμματα οδήγησης συσκευών (b) μεγάλο μέρος του κώδικα προορίζεται για διαφορετικές πλατφόρμες, όπως φαίνεται στο σχήμα 3, και (c) η συνεισφορά στον κώδικα είναι ανοιχτή σε όποιον κάνει την απαιτούμενη προσπάθεια. Επίσης παρατηρούν ότι (d) τα configurations είναι συγκεκριμένα για τη πλατφόρμα hardware ή την αρχιτεκτονική 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, Ji, and

Harrison 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 κατανομημένη.

Οι Nakakoji, Yamamoto αναφέρουν συμπεράσματα από μια συγκριτική μελέτη περίπτωσης τεσσάρων συστημάτων F/OSS, Linux Kernel, Postgres DBMS, GNUWingnut, and Jun a 3D graphics library. Τα στοιχεία που προκύπτουν δείχνουν ότι τα συστήματα αυτά παρουσιάζουν διαφορετικά πρότυπα εξέλιξης όπως φαίνεται στο σχήμα 6. 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. Αυτή η παρατήρηση προκύπτει από άλλες μελέτες

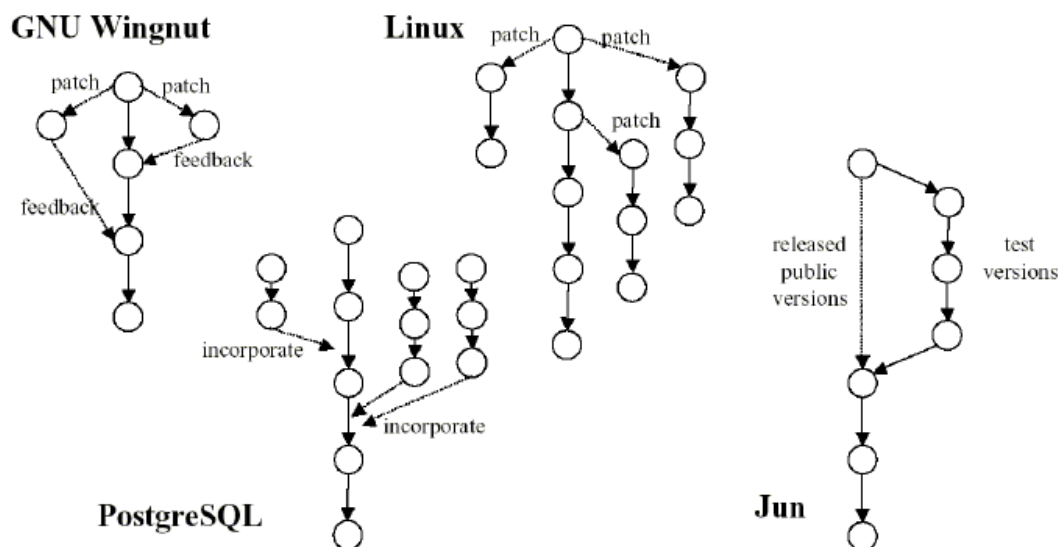


Figure 6. Patterns of software system evolution forking and joining across releases (nodes in each graph) for four different F/OSS systems
[Source: Nakakoji, Yamamoto, *et al.*, 2002]

Οι Hunt και Johnson 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, Freeh, και Tynan 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 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 Capiluppi, Lago, and Morisio άντλησαν δεδομένα από το SourceForge, χρησιμοποίησαν ένα δείγμα από 400 έργα F/OSSD. Βρήκαν ότι η πλειοψηφία των συστημάτων στο δείγμα τους 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, 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, Neteler 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 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.

Οι Mockus, Fielding, Herbsleb παρουσίασε μια συγκριτική μελέτη περίπτωσης του εξυπηρετητή (server) Apache (<100K SLOC) και Mozilla Web browser (2M+ SLOC), 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 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, την κοινότητα υποστήριξης λογισμικού.

Οι Nakakoji, Yamamoto αναφέρουν ότι τα τέσσερα συστήματα που ερευνούν, συνεχίζονται με τις κοινότητες των προγραμματιστών που τα διατηρούν. Τέλος Gonzalez-Barahona, Lopez, and Robles 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 and Katz αναφέρουν τα αποτελέσματα τις μελέτες τους και δείχνουν ότι κάποιοι τελικοί χρήστες στα έργα F/OSS γίνονται προγραμματιστές, κι ότι οι περισσότεροι προγραμματιστές είναι τελικοί χρήστες του συστήματος που αναπτύσσεται, επιτρέποντας έτσι την ταυτόχρονη εξέλιξη του συστήματος και τη κοινότητα χρηστών-developer. Αυτό προκύπτει και από άλλες μελέτες. Τέλος, άλλοι όπως οι like Hars and Ou, Madey, Freeh, and Tynan 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.

Ωστόσο, σε όλες τις μελέτες ξεκινώντας από αυτή των Mockus, Fielding και Herbsleb, δεν υπάρχουν αντίστοιχες παρατηρήσεις ή νόμοι που να αναφέρονται για την εξέλιξη των συστημάτων κλειστού λογισμικού. Προφανώς αυτό δεν σημαίνει ότι πρότυπα δεν εμφανίζονται στην εξέλιξη του κλειστού λογισμικού. Αντίθετα, προκύπτει ότι 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 λογισμικού, Paulson, Succì, and Eberlein βρήκαν ότι η συνολική εξέλιξη και των δύο συστημάτων είναι σύμφωνη με τους νόμους Εξέλιξης Λογισμικού, για τα συστήματα που εξέτασαν. 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.

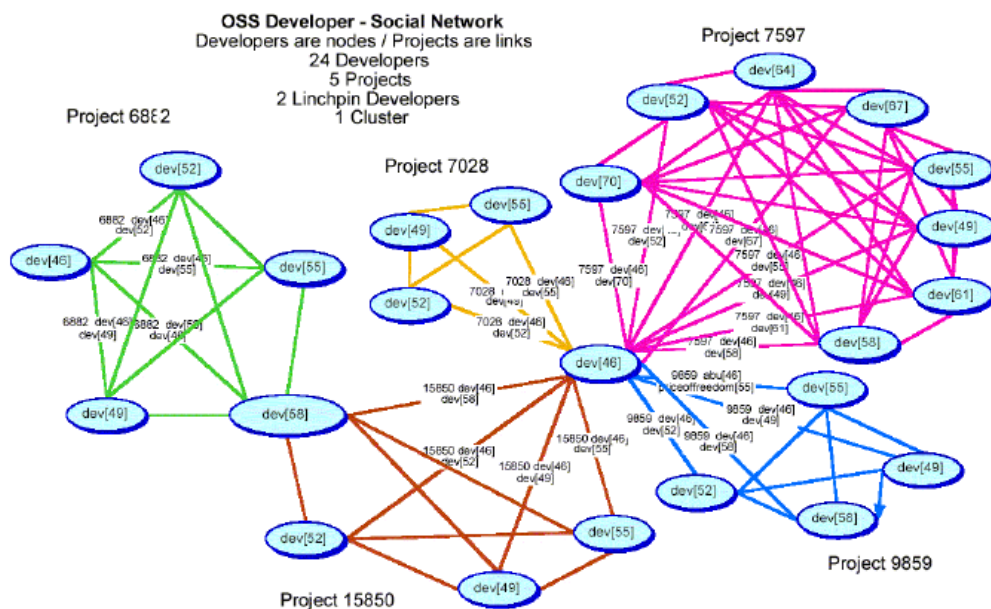


Figure 7. A social network of F/OSS developers that interlinks five different projects through two linchpin developers, dev[46] and dev[58] [Source: Madey, Freeh, and Tynan 2002].

3. ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΜΕΤΡΙΚΩΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Η ενότητα αυτή, στοχεύει στην διερεύνηση της εξέλιξης των μετρικών κοινότητας λογισμικού ανοιχτού κώδικα. Ειδικότερα χρησιμοποιήσαμε μια εμπειρική μέθοδο, δηλαδή μια μελέτη περίπτωσης ώστε να αξιολογήσουμε την εξέλιξη των προαναφερθέντων μετρικών, καθώς και τυχόν διαφοροποιήσεις μεταξύ των κατηγοριών λογισμικού.

3.1 Μεθοδολογία

Σύμφωνα με την μεθοδολογία διεξαγωγής μιας μελέτης περίπτωσης που περιγράφεται αναλυτικά στο κεφάλαιο 1.2.2, παρουσιάζουμε την μεθοδολογία με την οποία δουλέψαμε, δηλαδή τα ερωτήματα της έρευνας, τη διαδικασία που ακολουθήθηκε κατά τη 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.

RQ1: Ποια η εξέλιξη των μετρικών κοινότητας ανοιχτού λογισμικού;

RQ2: Υπάρχουν διαφορές στην εξέλιξη των μετρικών από κατηγορία σε κατηγορία;

3.1.2 Πλάνο της μελέτης περίπτωσης

Προκειμένου να εκτελεστεί σωστή η μεθοδολογία για μια εμπειρική μέθοδο, πρέπει να οριστεί προσεκτικά ένα πλάνο μελέτης. Στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης το πλάνο αυτό αποτελείται από μια διαδικασία πέντε βημάτων:

1. Επιλογή των κατηγοριών του λογισμικού ανοιχτού κώδικα που θα μελετήσουμε
2. Υπολογισμός των μετρικών κοινότητας για κάθε γενιά του λογισμικού
3. Σύνοψη των δεδομένων
4. Ανάλυση των δεδομένων όσον αφορά τα ερωτήματα της έρευνας.

Στη μελέτη αυτή, οι εφαρμογές που επιλέξαμε είναι 10 κατηγορίες ανοιχτού λογισμικού

1) Audio / Video 2) Business & Enterprise 3) Communications 4) Development 5) Home & Education 6) Games 7) Graphics 8) Science & Engineering 9) Security & Utilities 10) System Administration.

3.1.3 Μέθοδοι Ανάλυσης Δεδομένων

Το σύνολο των δεδομένων που προέκυψαν μετά τον υπολογισμό των μετρικών αποτελεί τα αριθμητικά μας δεδομένων Συμπληρώνοντας τη φάση της προεπεξεργασίας κάθε εφαρμογή χαρακτηρίζεται από 31 μεταβλητές:

1. αύξων αριθμός
2. όνομα
3. κατηγορία
4. Downloads
5. Bugs opened
6. Bugs closed
7. Patches open
8. Patches closed
9. Patches pending
7. Feature requests opened
8. Features request closed
9. Read Transactions
10. Write Transactions
11. Write Files
12. Diff_Downloads
13. Diff_Bugs opened
14. Diff_Bugs closed
15. Diff_Patches open
16. Diff_Patches closed
17. Diff_Feature requests opened

18. Diff_Features request closed
19. Diff_Read Transactions
20. Diff_Write Transactions
21. Diff_Write Files
22. Pct_Downloads
23. Pct_Bugs opened
24. Pct_Bugs closed
25. Pct_Patches open
26. Pct_Patches closed
27. Pct_Feature requests opened
28. Pct_Features request closed
29. Pct_Read Transactions
30. Pct_Write Transactions
31. Pct_Write Files

Οι μεταβλητές με το πρόθεμα diff αφορούν στη διαφορά της μετρικής από τη προηγούμενη γενιά, ενώ αυτές με το pct, αφορούν στη ποσοστία μεταβολή από τη προηγούμενη γενιά. Κατά τη διάρκεια της ανάλυσης στην έρευνά μας, χρησιμοποιήσαμε στατιστικές τεχνικές. Αυτές οι τεχνικές είναι:

- Περιγραφική Στατιστική (Descriptive statistics)
- Έλεγχος Υποθέσεων (τεχνική Mann Whitney test)

3.2 Αποτελέσματα

Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζουμε τα ευρήματα της εμπειρικής μας μελέτης. Πιο συγκεκριμένα, στη ενότητα 3.2.1 παρουσιάζονται τα ευρήματα της στατιστικής επεξεργασίας με εργαλεία περιγραφικής στατιστικής (μέσος όρος και γραφήματα). Στην ενότητα 3.2.2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν στον έλεγχο για το εάν το δείγμα ακολουθεί την κανονική κατανομή, ενώ η ενότητα 3.2.3 παρουσιάζει τον έλεγχο υποθέσεων.

3.2.1 Περιγραφική Στατιστική

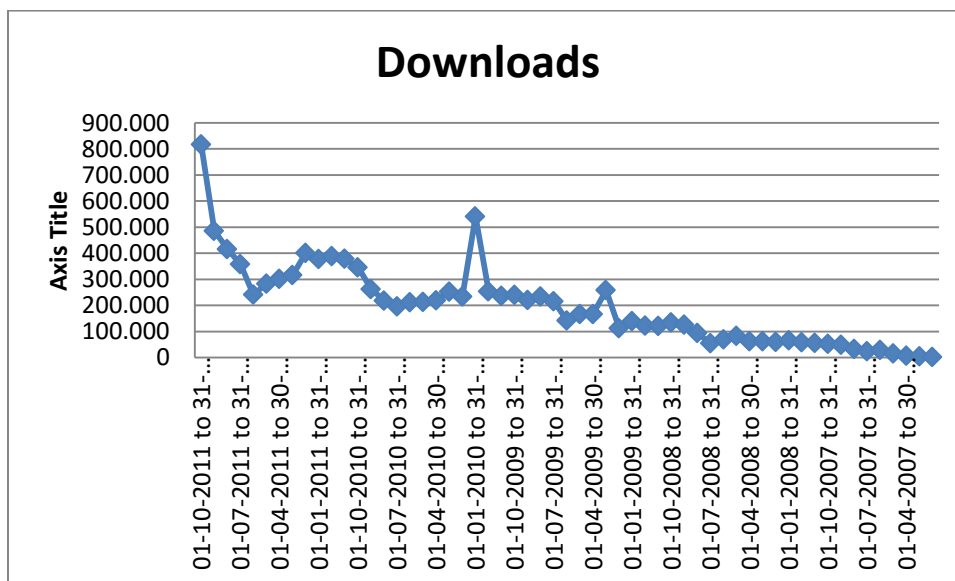
Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται τα παραδοσιακά περιγραφικά στατιστικά για τις μετρικές κοινότητας, χωρισμένα ανά κατηγορία και μετρική κοινότητας λογισμικού.

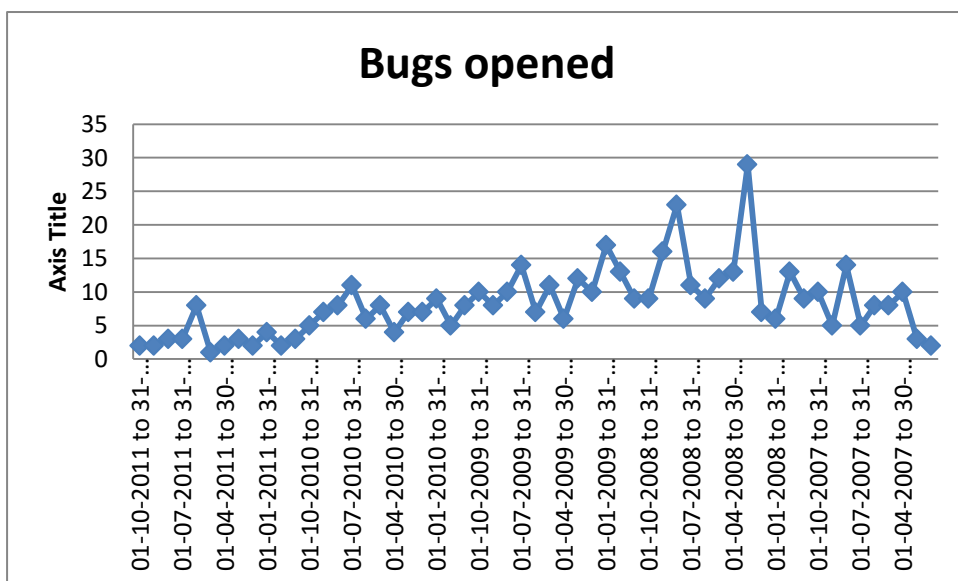
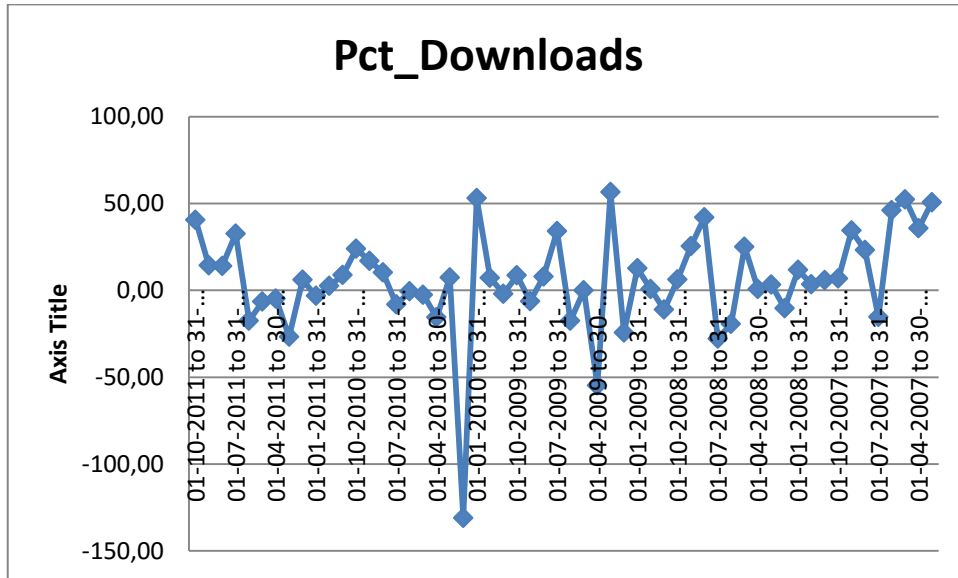
		N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Downloads	Audio & Video	20	5,885450	1,0536669	130,0588	372303,0000
	Business & Enterprise	20	1574,4375	3,0181852	42,7143	13003,6774
	Communications	20	1,549273	3,6160980	236,1695	155936,0247
	Development	20	5861,2365	5,2871427	554,7763	21552,5000
	Home & Education	20	6167,5736	1,7766941	14,8460	80851,1783
	Games	20	2,187333	3,6737779	370,5480	144604,3690
	Graphics	20	1,046337	1,7196271	307,4530	75286,5970
	Science & Engineering	20	8682,9260	1,7378161	792,7530	79649,0080
	Security & Utilities	20	2,281651	5,1157901	,0000	221101,8130
	System Administration	20	6171,3373	8,7385994	321,4000	30866,0830
Bugs Opened	Audio & Video	20	3,980398	3,9415340	,0000	11,9652
	Business & Enterprise	20	3,608613	10,6011036	,0000	47,2742
	Communications	20	4,044728	7,1279575	,0377	31,6667
	Development	20	4,268544	10,5496883	,0000	47,2742
	Home & Education	20	,630175	1,0296980	,0000	4,2340
	Games	20	9,083400	16,7973690	,0170	50,2400
	Graphics	20	4,557400	10,4773528	,0000	44,9430
	Science & Engineering	20	2,751750	2,7838124	,0900	8,1140
	Security & Utilities	20	6,356000	20,9545168	,0000	94,6320
	System Administration	20	5,506200	21,0214493	,0000	94,6320
Bugs Closed	Audio & Video	20	2,939293	3,3113550	,0000	11,7913
	Business & Enterprise	20	3,604739	10,3837571	,0000	46,0968
	Communications	20	3,608428	6,9172769	,0377	28,8333
	Development	20	4,213655	10,3966016	,0000	46,0968
	Home & Education	20	,482940	,9424649	,0000	4,0700
	Games	20	7,720250	15,4600209	,0120	51,5120
	Graphics	20	3,813300	8,6878104	,0000	36,0000
	Science & Engineering	20	2,305000	2,4371547	,0430	6,2420
	Security & Utilities	20	2,170050	4,6867415	,0000	19,0740
	System Administration	20	1,629750	4,3234707	,0000	19,0740
Patches Opened	Audio & Video	20	,958812	1,0581961	,0000	3,9901
	Business & Enterprise	20	,319609	,7240391	,0000	2,6538
	Communications	20	,174121	,2624223	,0000	,8333
	Development	20	,305204	,5158694	,0000	2,2258
	Home & Education	20	,026913	,0492770	,0000	,2030
	Games	20	1,041500	2,8565757	,0000	12,2560
	Graphics	20	1,006650	2,7358910	,0000	11,0810
	Science & Engineering	20	,416450	,8907675	,0000	3,5660
	Security & Utilities	20	,103850	,2238113	,0000	,7500
	System Administration	20	,044650	,0805503	,0000	,2920
Patches Closed	Audio & Video	20	,714553	1,1171923	,0000	4,1782

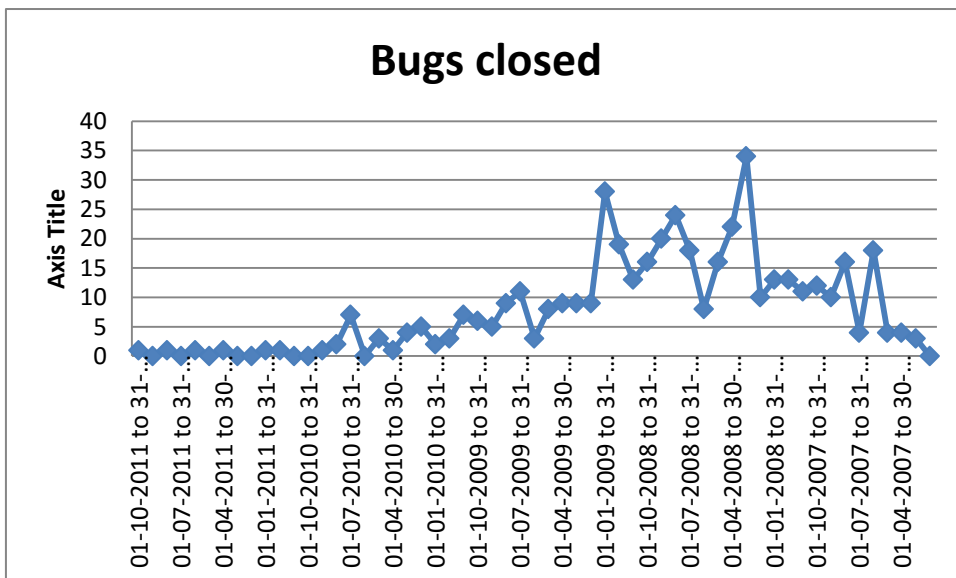
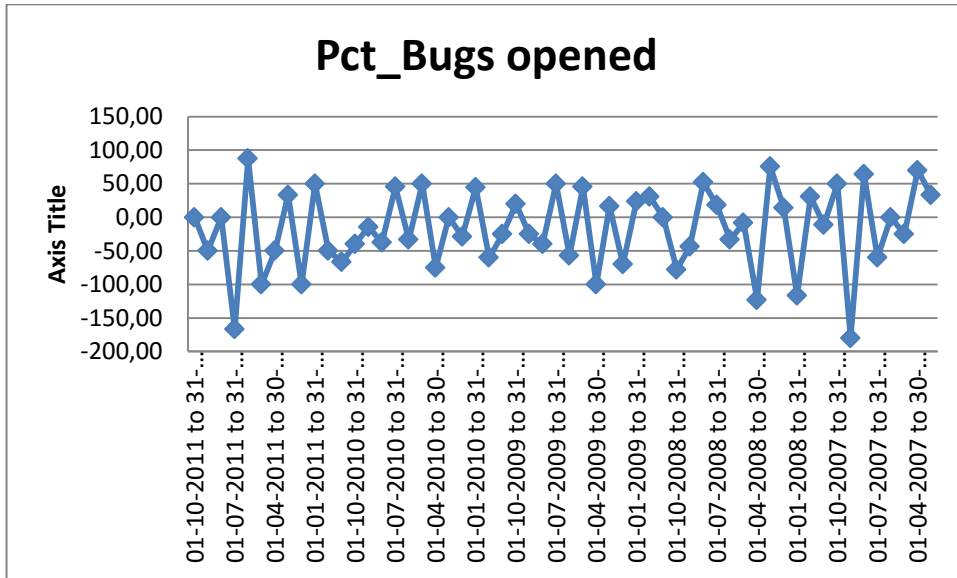
	Business & Enterprise	20	,274063	,6432155	,0000	2,1538
	Communications	20	,144404	,2167566	,0000	,7193
	Development	20	,253668	,4258118	,0000	1,8065
	Home & Education	20	,018063	,0425602	,0000	,1720
	Games	20	1,034750	2,8947441	,0000	12,5370
	Graphics	20	,823450	2,5211123	,0000	11,2500
	Science & Engineering	20	,349050	,8452079	,0000	3,7350
	Security & Utilities	20	,085450	,1965206	,0000	,7400
	System Administration	20	,034350	,0777941	,0000	,2650
Feature Requests Opened	Audio & Video	20	1,932902	2,1650652	,0000	7,7700
	Business & Enterprise	20	1,506432	3,6955691	,0000	16,1613
	Communications	20	1,069975	1,1619762	,0000	3,4286
	Development	20	1,644501	3,6435932	,0000	16,1613
	Home & Education	20	,245207	,3335980	,0000	1,3590
	Games	20	3,350250	11,2178128	,0000	50,6940
	Graphics	20	,573950	,6858834	,0000	2,9160
	Science & Engineering	20	,909800	,9750595	,0110	3,0440
	Security & Utilities	20	2,050900	3,8061284	,0000	14,8650
	System Administration	20	1,119350	2,5001313	,0000	10,2210
Feature Requests Closed	Audio & Video	20	,836447	1,2570238	,0000	4,3000
	Business & Enterprise	20	1,156996	2,8092184	,0000	12,1613
	Communications	20	,599920	,6922796	,0000	2,0656
	Development	20	1,195021	2,7490864	,0000	12,1613
	Home & Education	20	,164866	,3382953	,0000	1,4610
	Games	20	2,631150	9,3046919	,0000	41,9350
	Graphics	20	,308850	,3954772	,0000	1,4430
	Science & Engineering	20	,539450	,6401128	,0000	1,8000
	Security & Utilities	20	1,206500	2,9797454	,0000	13,0630
	System Administration	20	,922500	1,7651480	,0000	6,1250
Read Transactions	Audio & Video	20	1297,2264	2,3173991	,0000	9393,8406
	Business & Enterprise	20	508,83725	1,5317768	,1905	6670,9677
	Communications	20	265,62653	491,778619	,0000	1413,6393
	Development	20	483,88670	1,4752262	1,0244	6670,9677
	Home & Education	20	254,54649	634,300890	,0470	2596,8550
	Games	20	2109,8755	5,5202968	1,4070	22026,4790
	Graphics	20	528,42620	1,1181833	11,9000	5127,3060
	Science & Engineering	20	1279,3288	1,5925214	198,5700	5645,1850
	Security & Utilities	20	105,06825	329,445367	,0000	1444,0330
	System Administration	20	58,592000	100,820365	,3210	437,2690
Write Transactions	Audio & Video	20	30,130695	41,3248386	,0000	154,4667
	Business & Enterprise	20	24,938226	58,0257481	,0000	258,8387
	Communications	20	11,862781	23,2107268	,0000	75,9016
	Development	20	21,897863	57,9532612	,0000	258,8387
	Home & Education	20	15,724302	26,4857411	,0000	93,6720
	Games	20	57,982600	81,3177240	,3220	283,1490

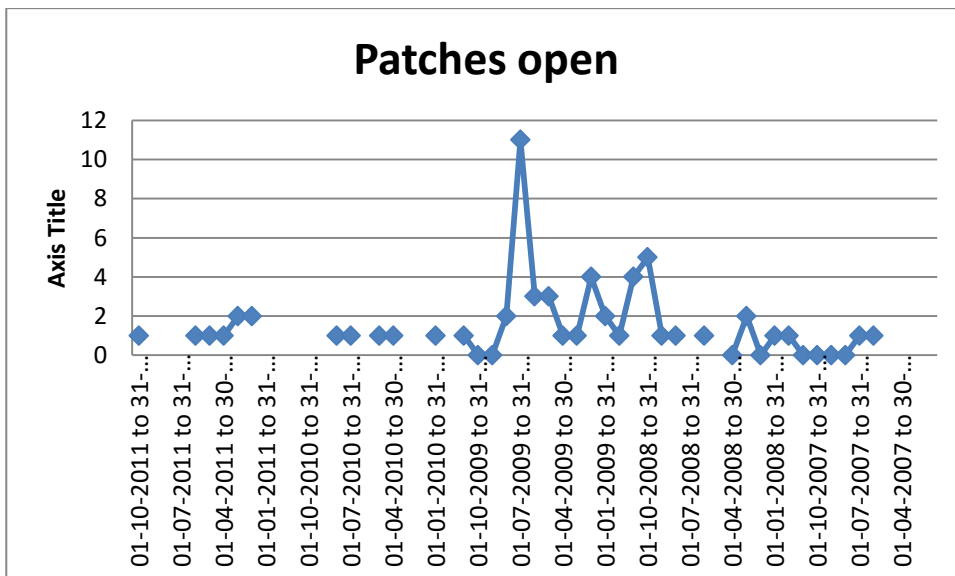
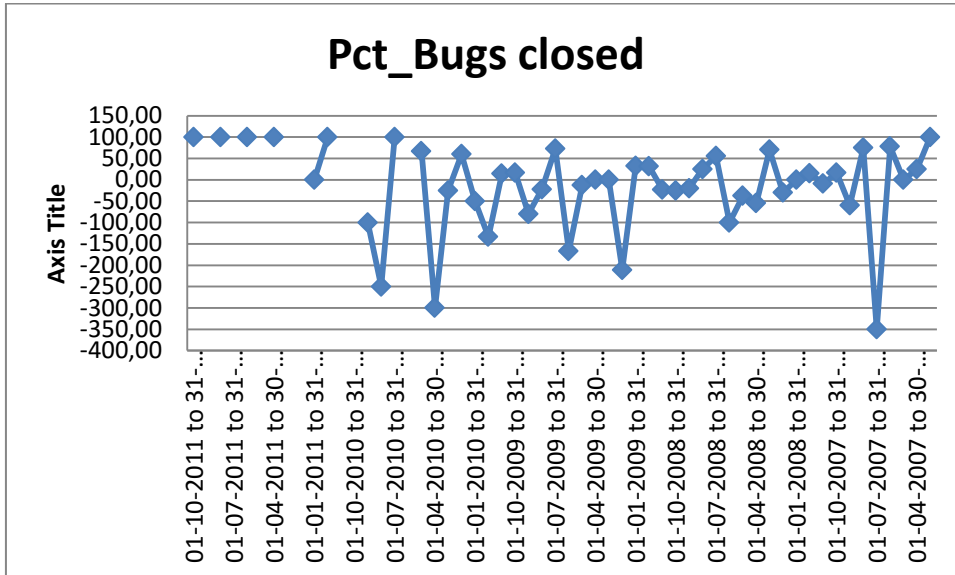
	Graphics	20	13,500050	16,6868844	,0000	61,0570
	Science & Engineering	20	32,775050	46,7176628	,2360	192,0430
	Security & Utilities	20	8,623450	21,4036164	,0000	75,9020
	System Administration	20	11,744150	18,8935349	,0000	65,3750
Write Files	Audio & Video	20	340,87370	492,677120	,0000	1963,9556
	Business & Enterprise	20	256,71086	763,685201	,0000	3461,6129
	Communications	20	80,421968	130,290467	,0000	438,0328
	Development	20	274,47689	776,723859	,0000	3481,3548
	Home & Education	20	153,25380	247,204693	,0000	969,5250
	Games	20	299,91025	504,745237	17,9830	1785,3040
	Graphics	20	115,11015	208,061127	,0000	902,7740
	Science & Engineering	20	296,74800	490,823687	6,8460	2122,4240
	Security & Utilities	20	69,300400	134,502157	,0000	438,0330
	System Administration	20	68,448700	116,927256	,0000	443,4120

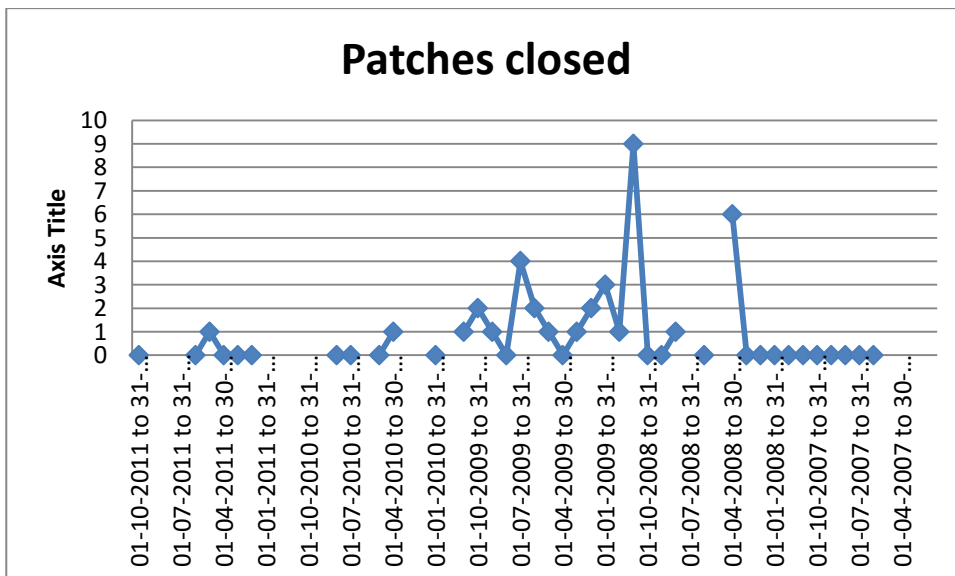
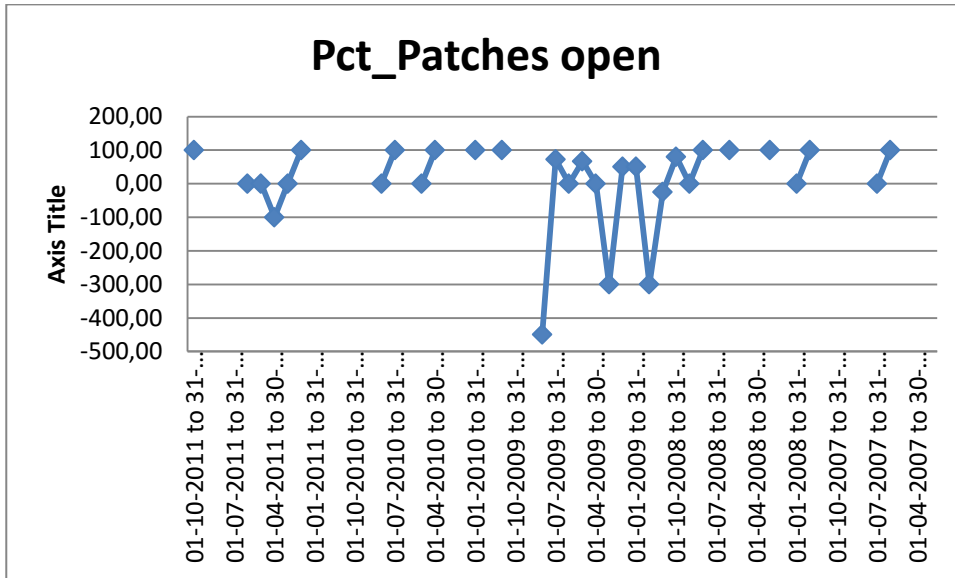
Στη συνέχεια και για τη καλύτερη κατανόηση της πορείας των έργων θα παρουσιάσω τη διαγραμματική εξέλιξη μιας μεταβλητών downloads, pct_downloads, bugs opened , pct_bugs opened, bugs closed, pct_bugs closed, patches open, pct_patches open, patches closed, pct_patches closed, featured requests opened, pct_featured requests opened, featured requests closed, pct_featured requests closed, read transactions, pct_read transactions, write transactions, pct_write transactions, write files και pct_write files , για ένα ενδεικτικό έργο(SMPlayer) από τη πρώτη κατηγορία.

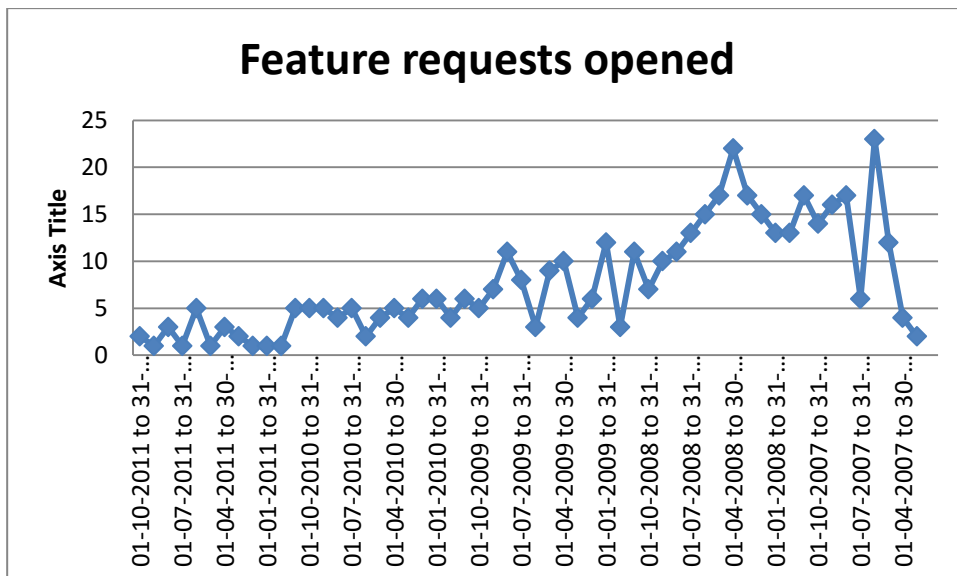
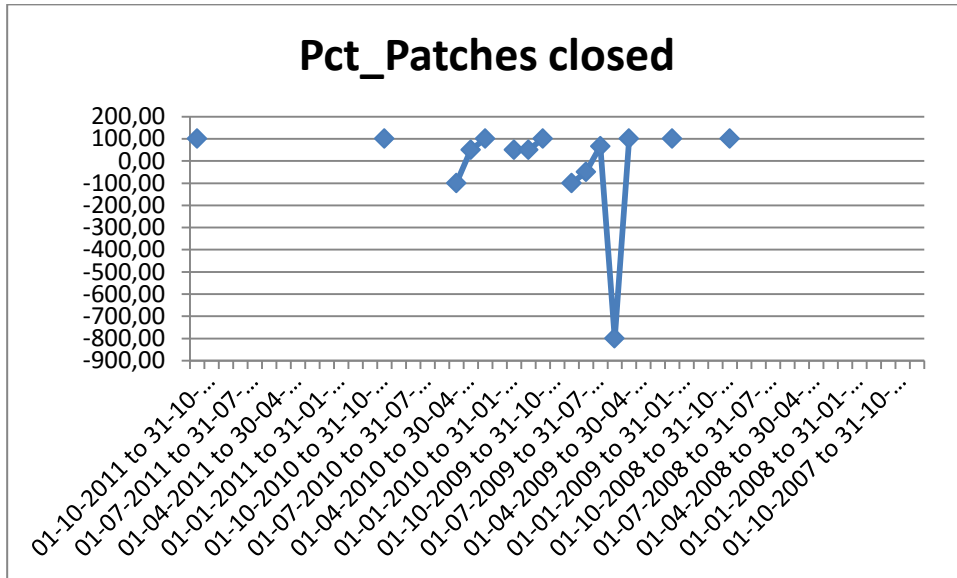


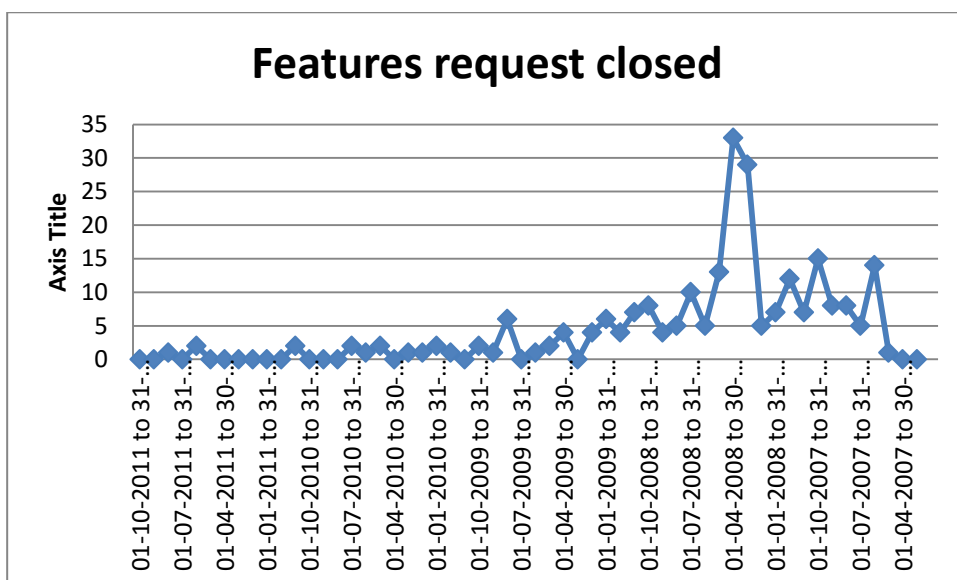
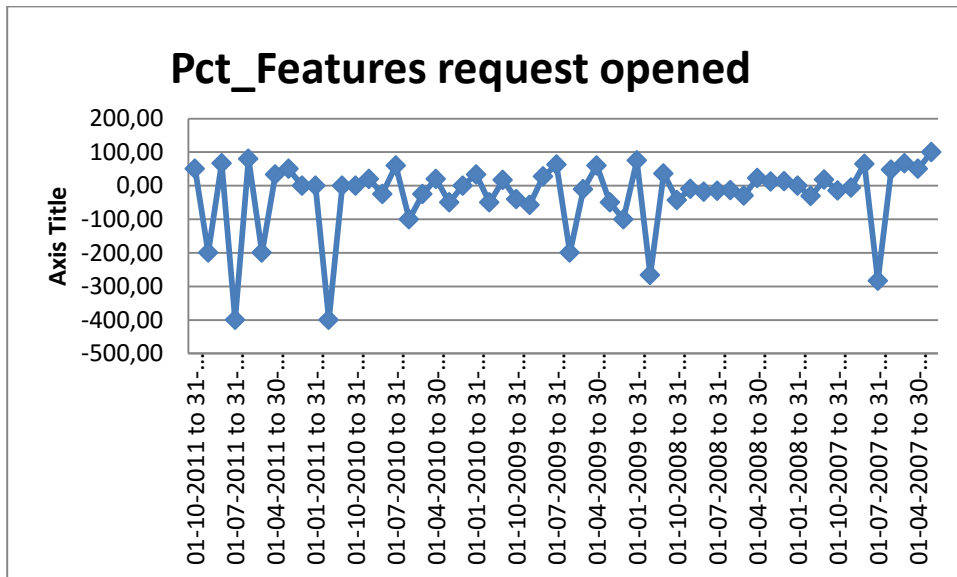


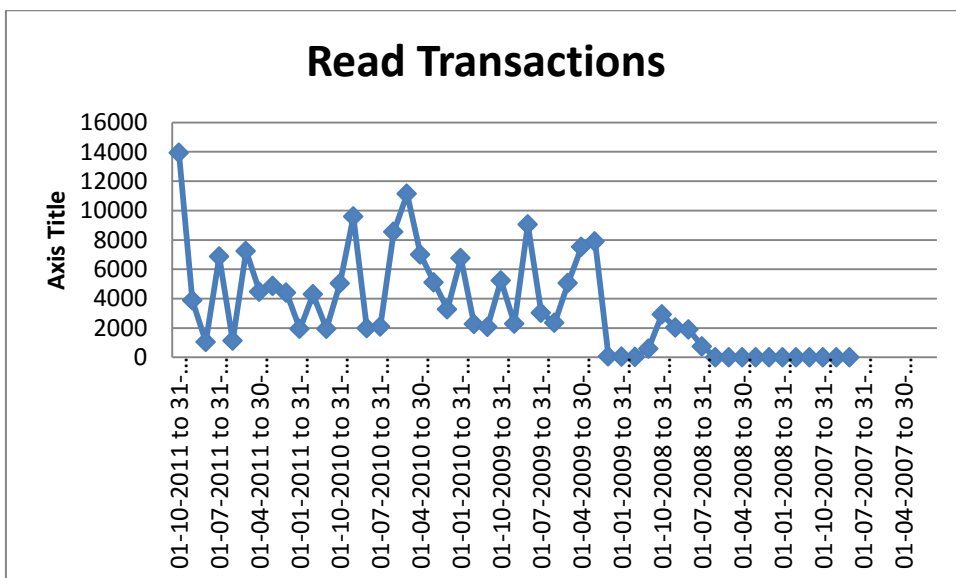
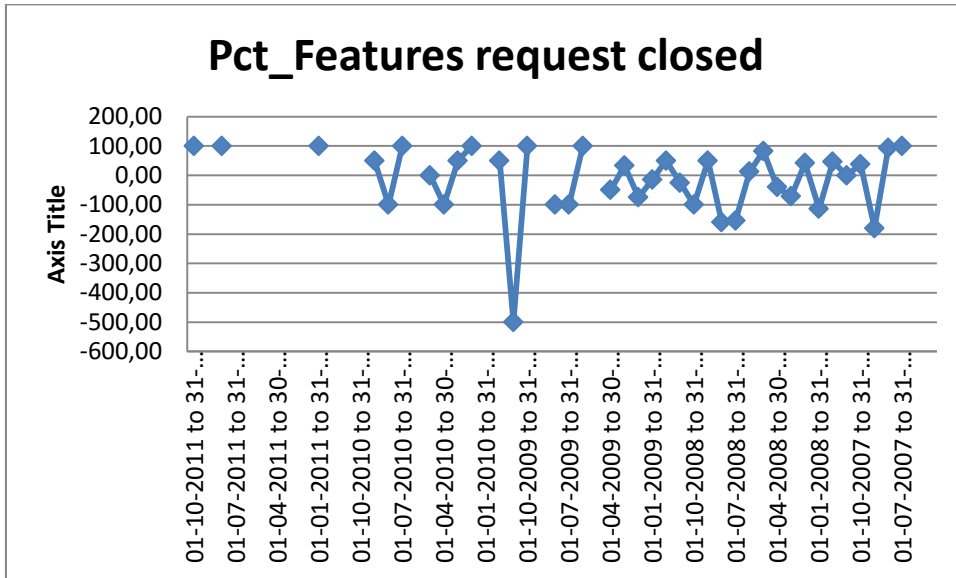


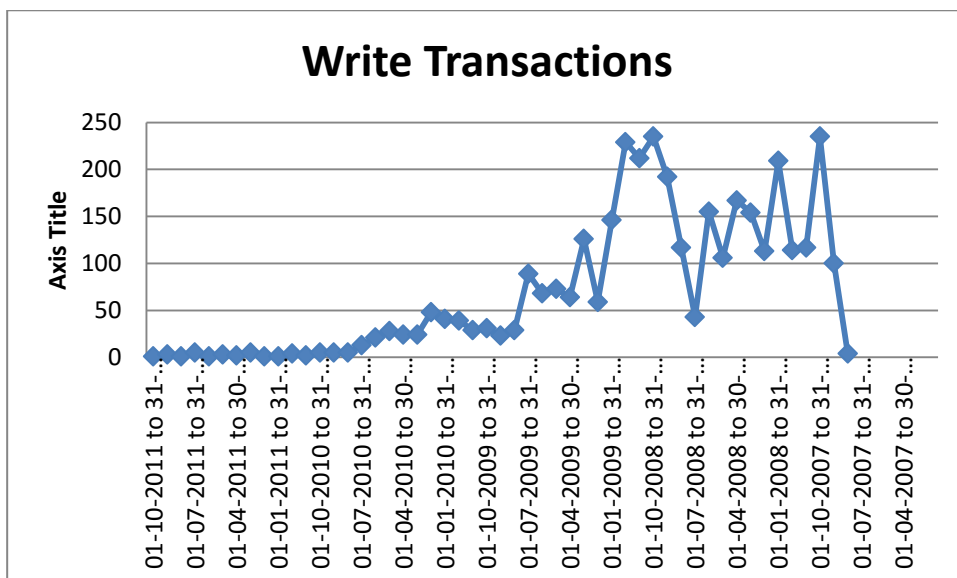
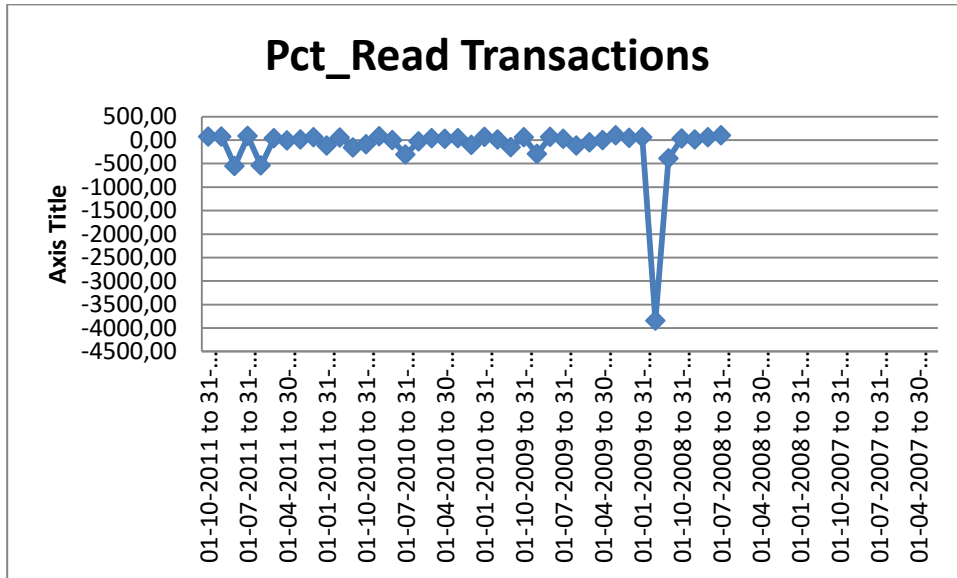


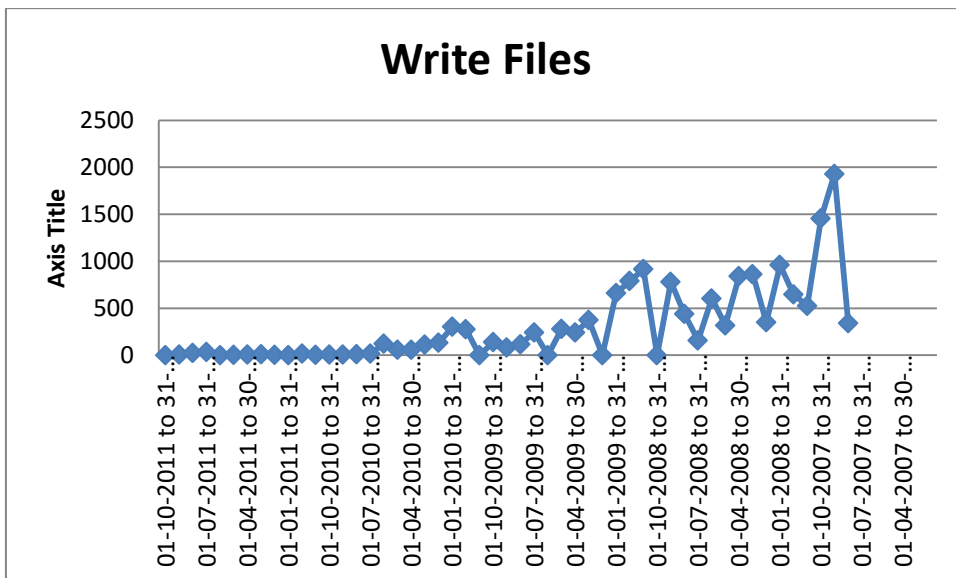
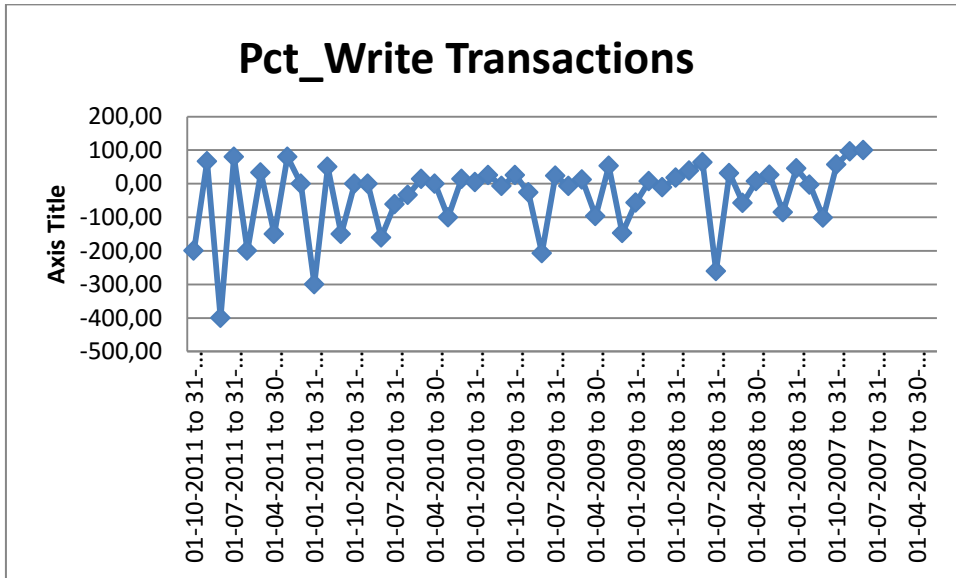


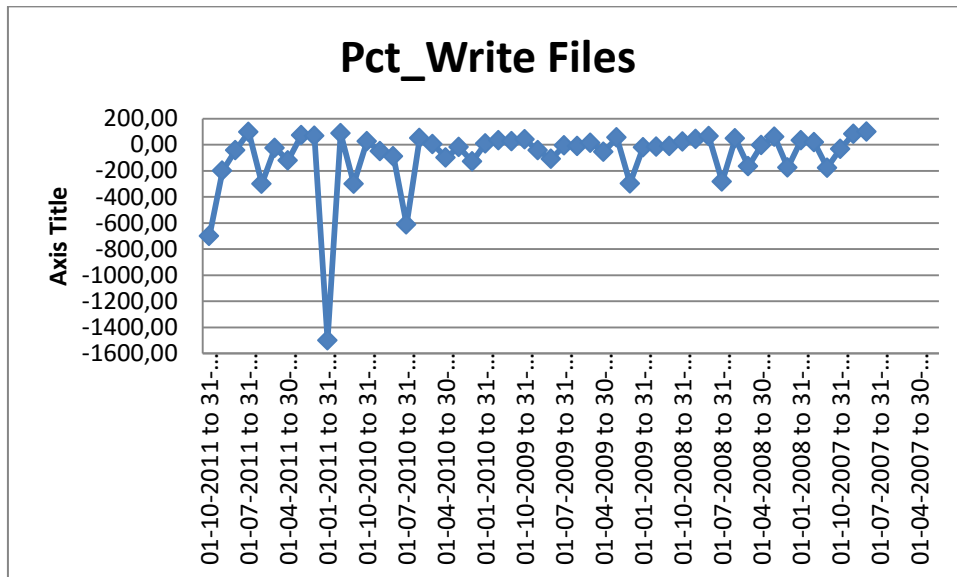








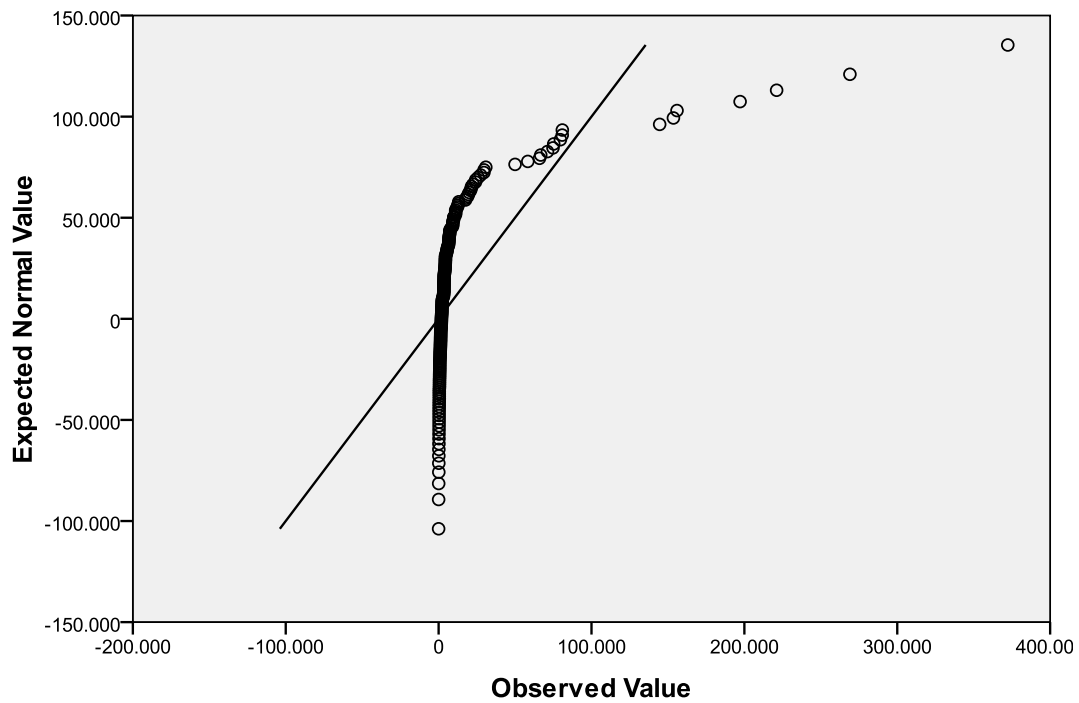




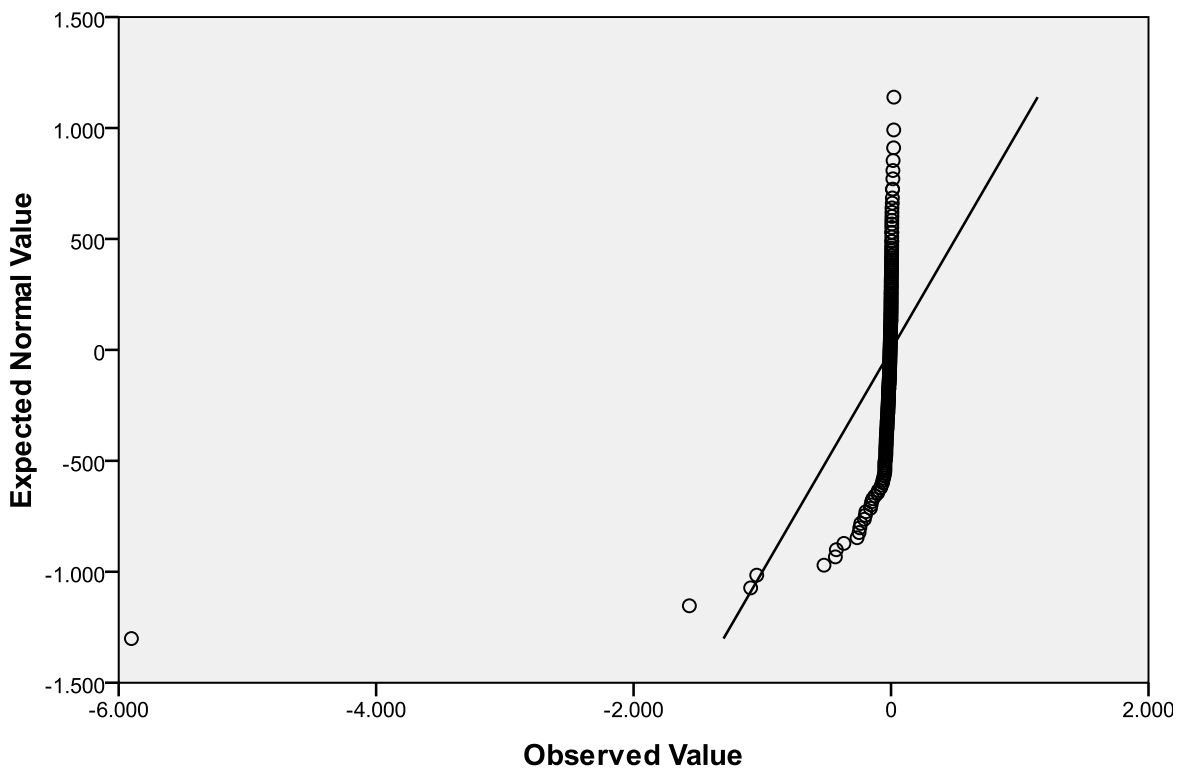
3.2.2 Έλεγχος Μεταβλητών ως προς την κανονική κατανομή

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου για το εάν οι μεταβλητές του δείγματος ακολουθούν την κανονική κατανομή. Η συγκεκριμένη παρατήρηση είναι απαραίτητη και προηγείται πάντα του ελέγχου υποθέσεων, καθώς μεταβλητές που ακολουθούν την κανονική κατανομή ελέγχονται με interdependent sample t-test, ενώ αυτές που δεν την ακολουθούν με Mann-Whitney test. Όπως φαίνεται από τα παρακάτω διαγράμματα καμία μεταβλητή δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή,

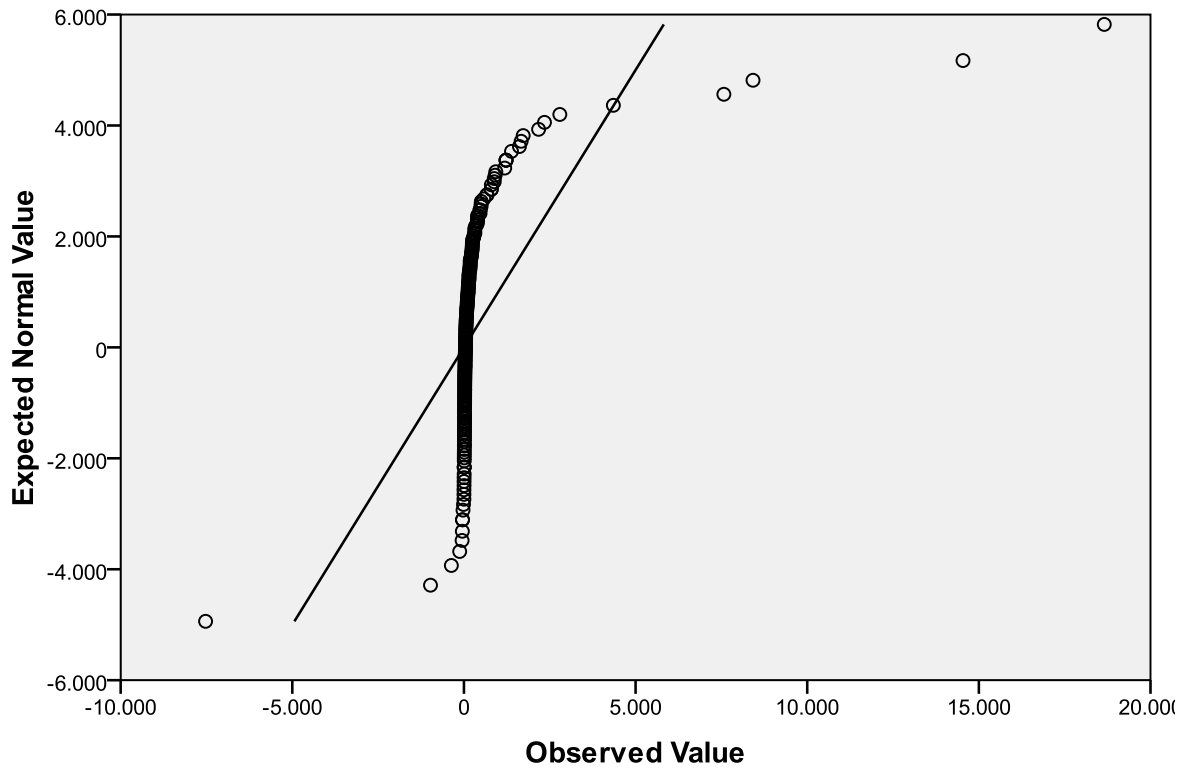
Normal Q-Q Plot of Downloads

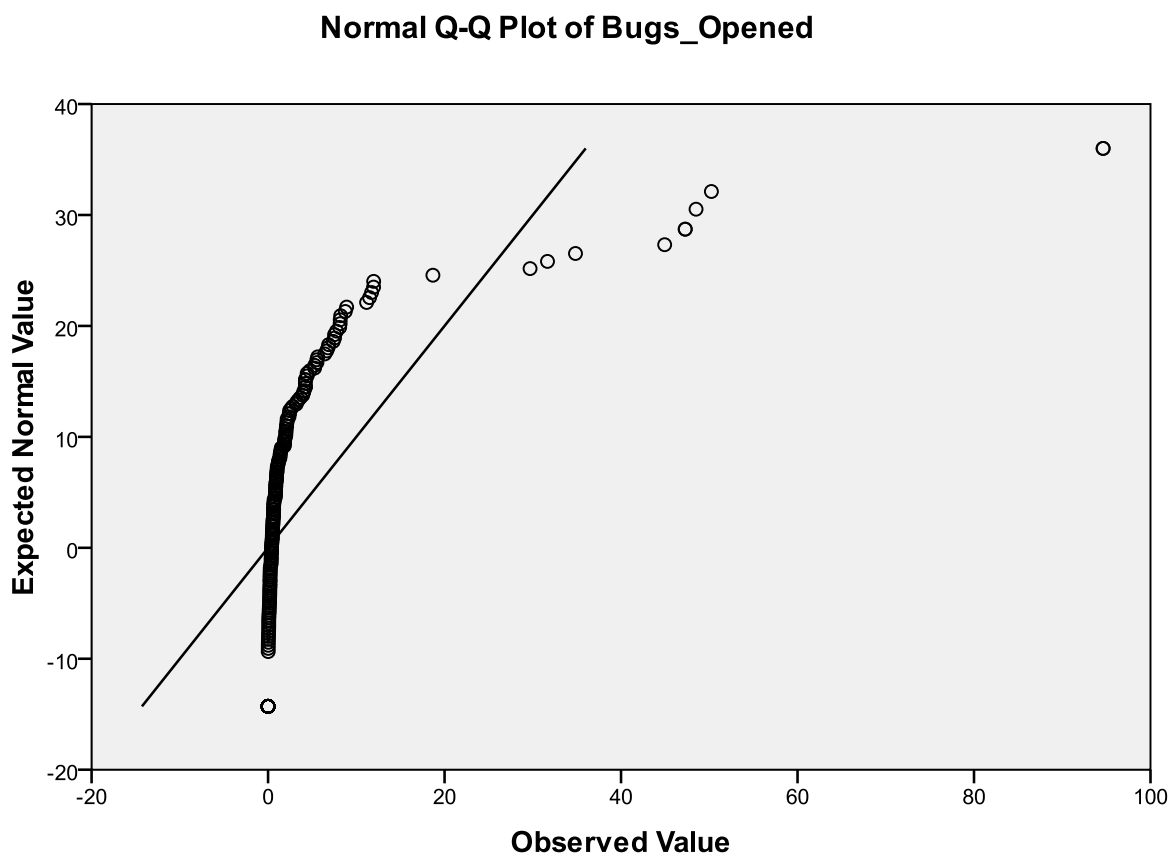


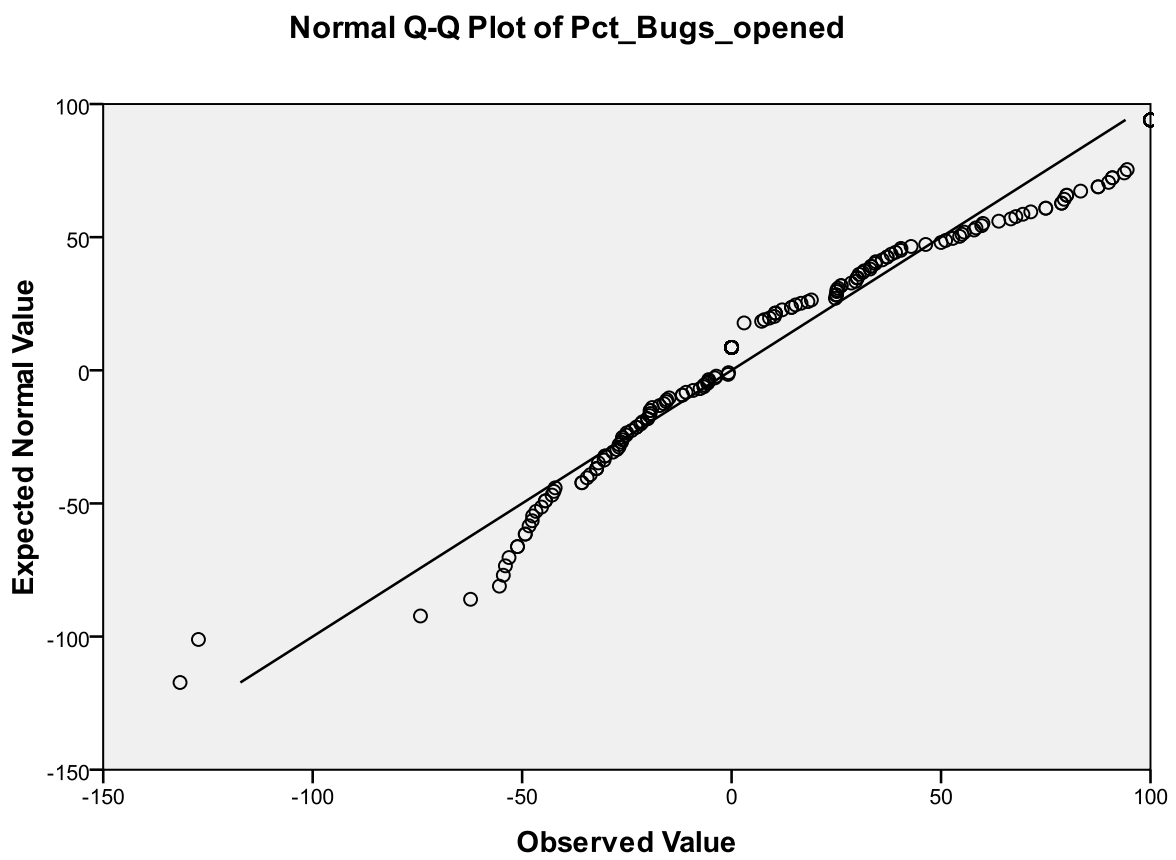
Normal Q-Q Plot of Pct_Downloads



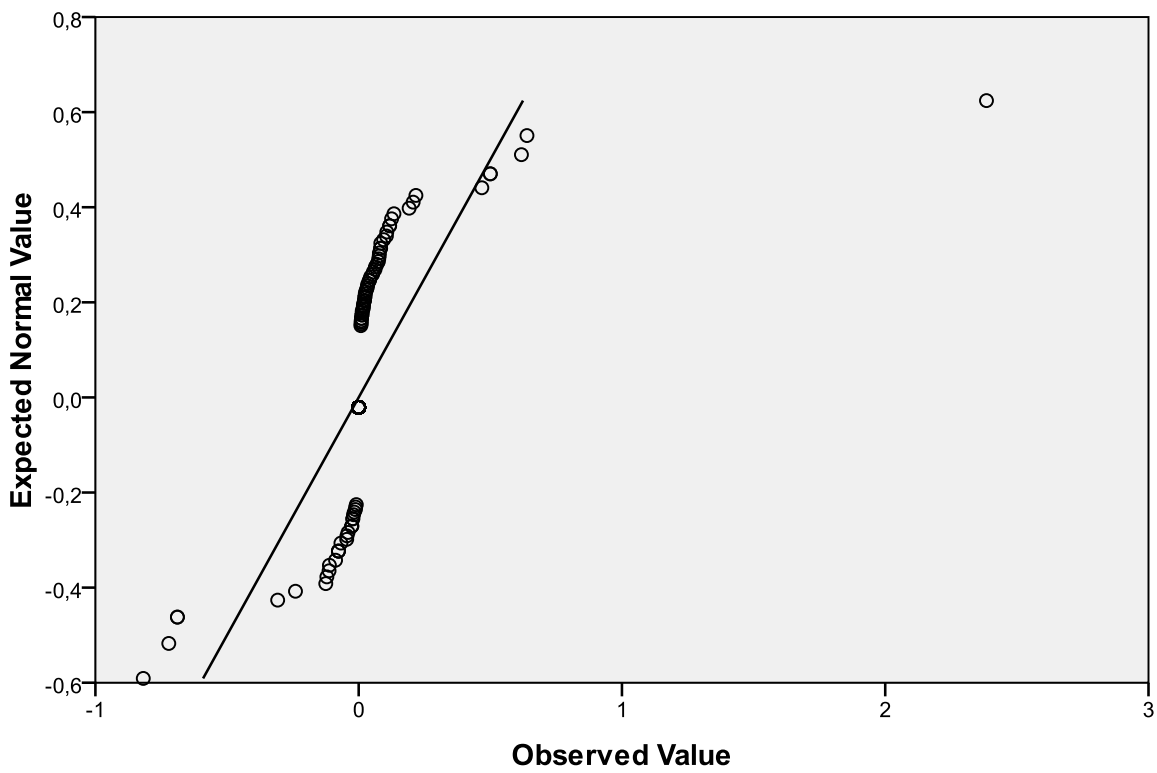
Normal Q-Q Plot of Diff_Downloads

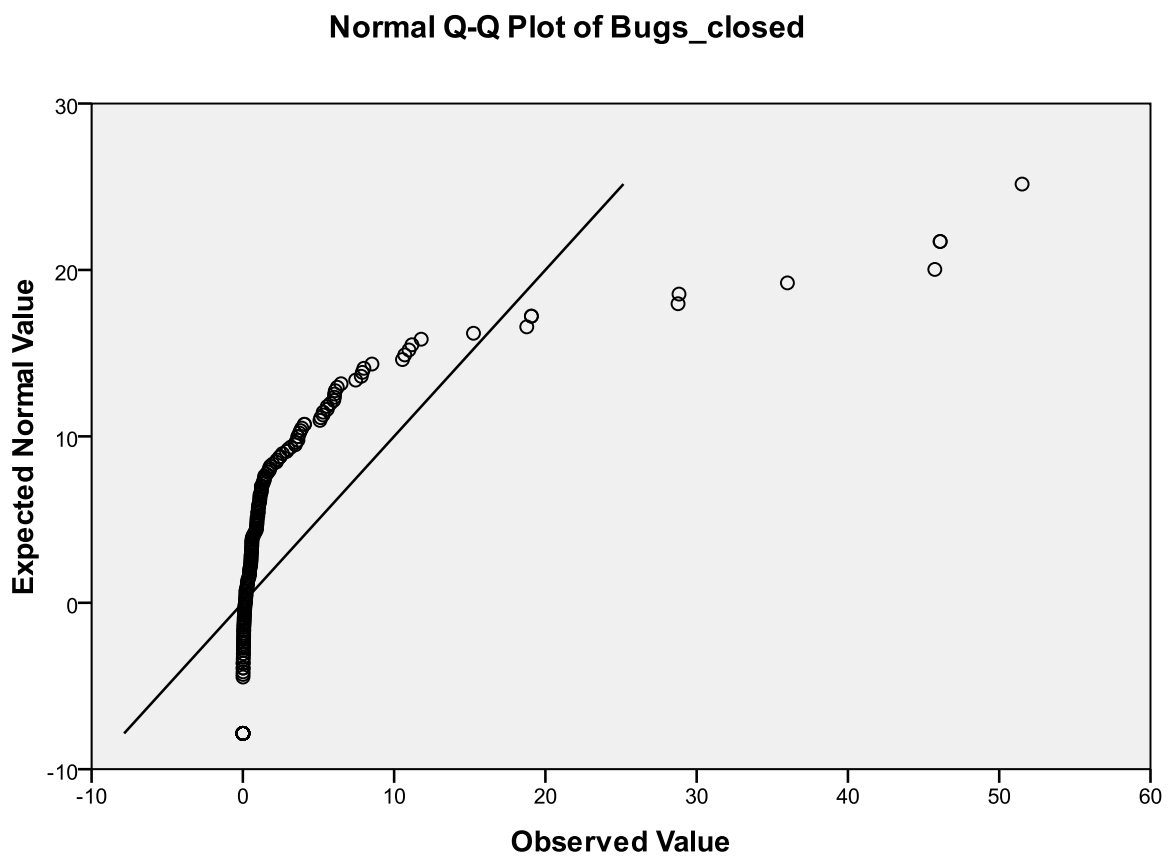


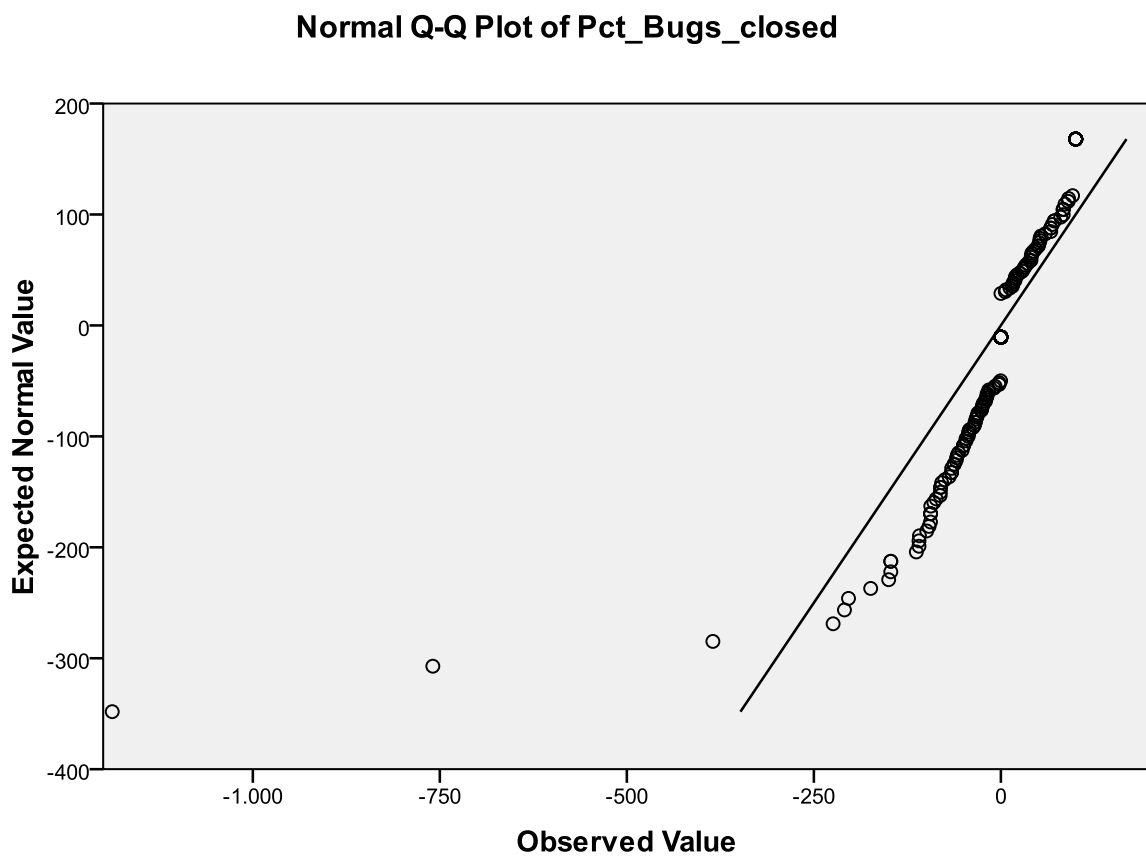




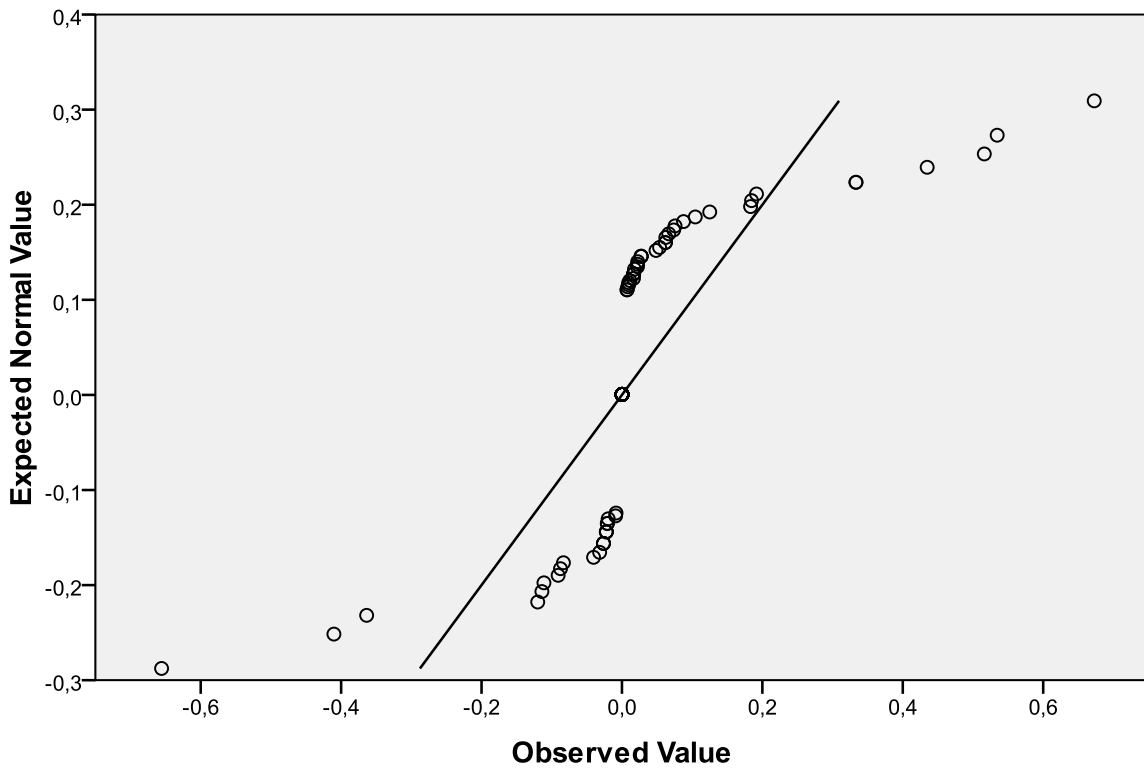
Normal Q-Q Plot of Diff_Bugs_opened



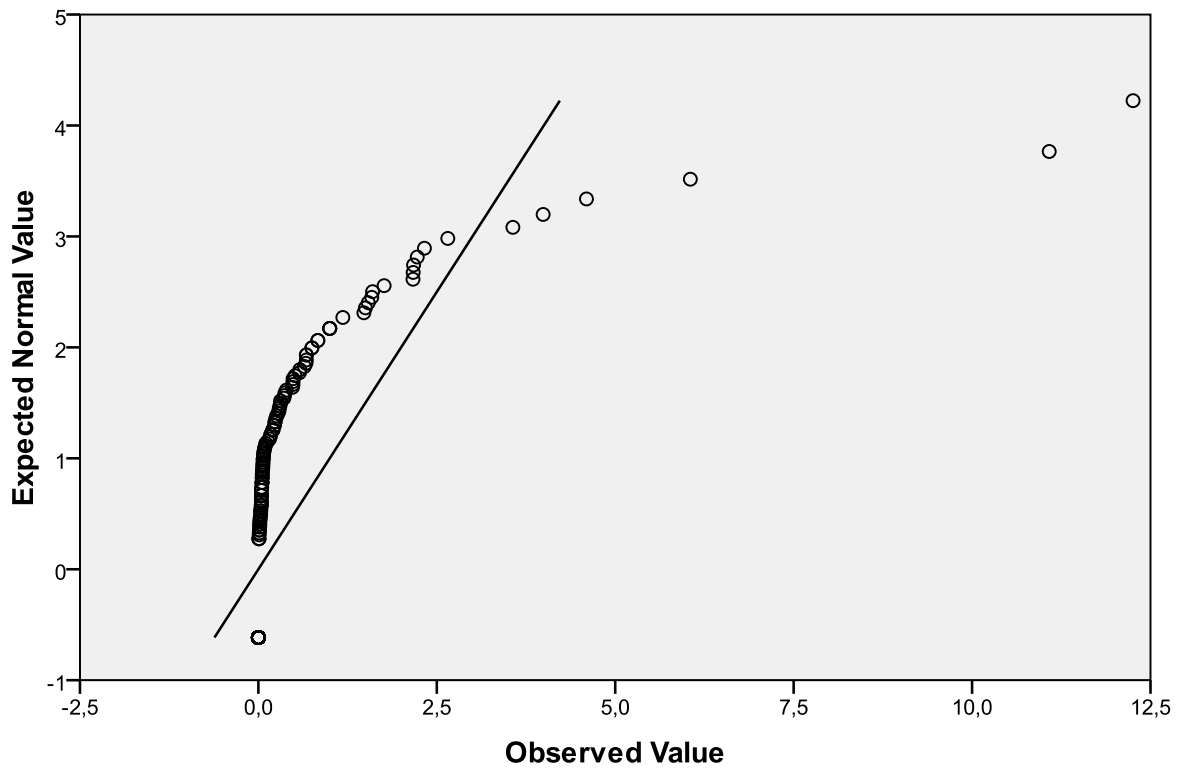


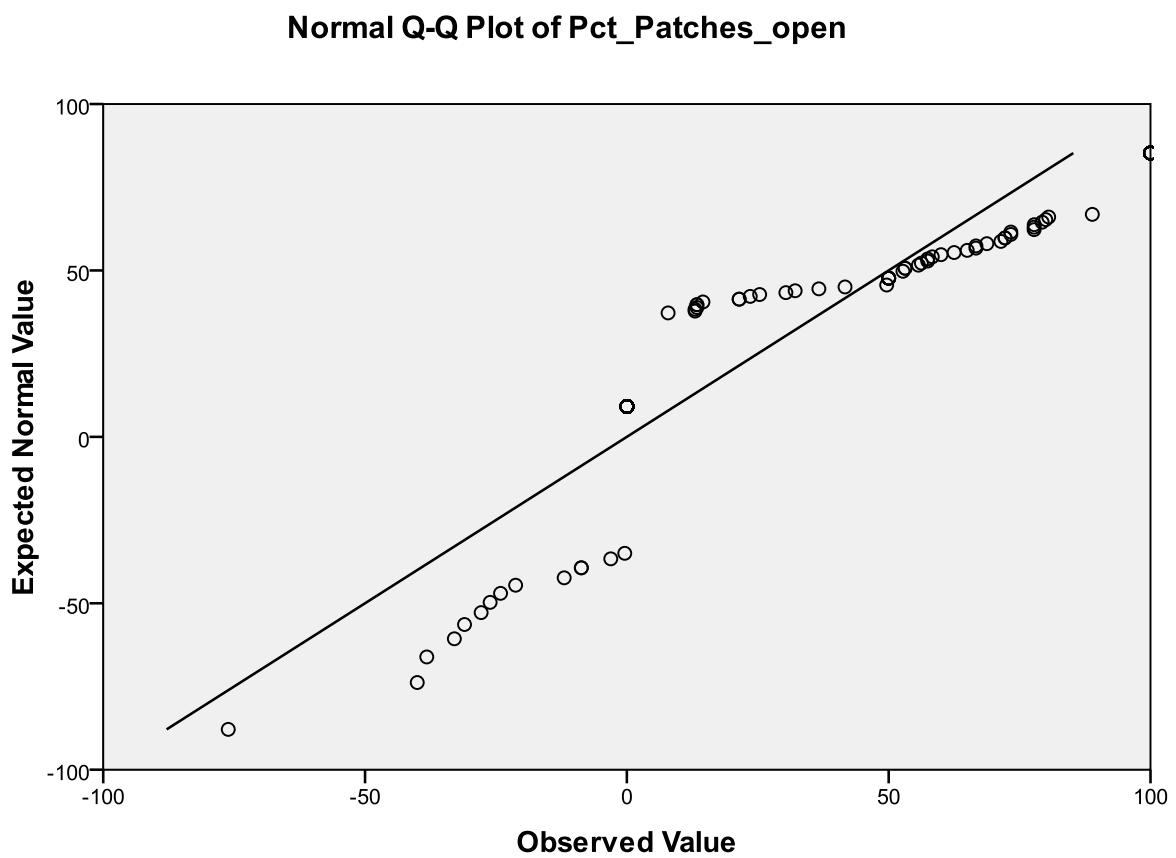


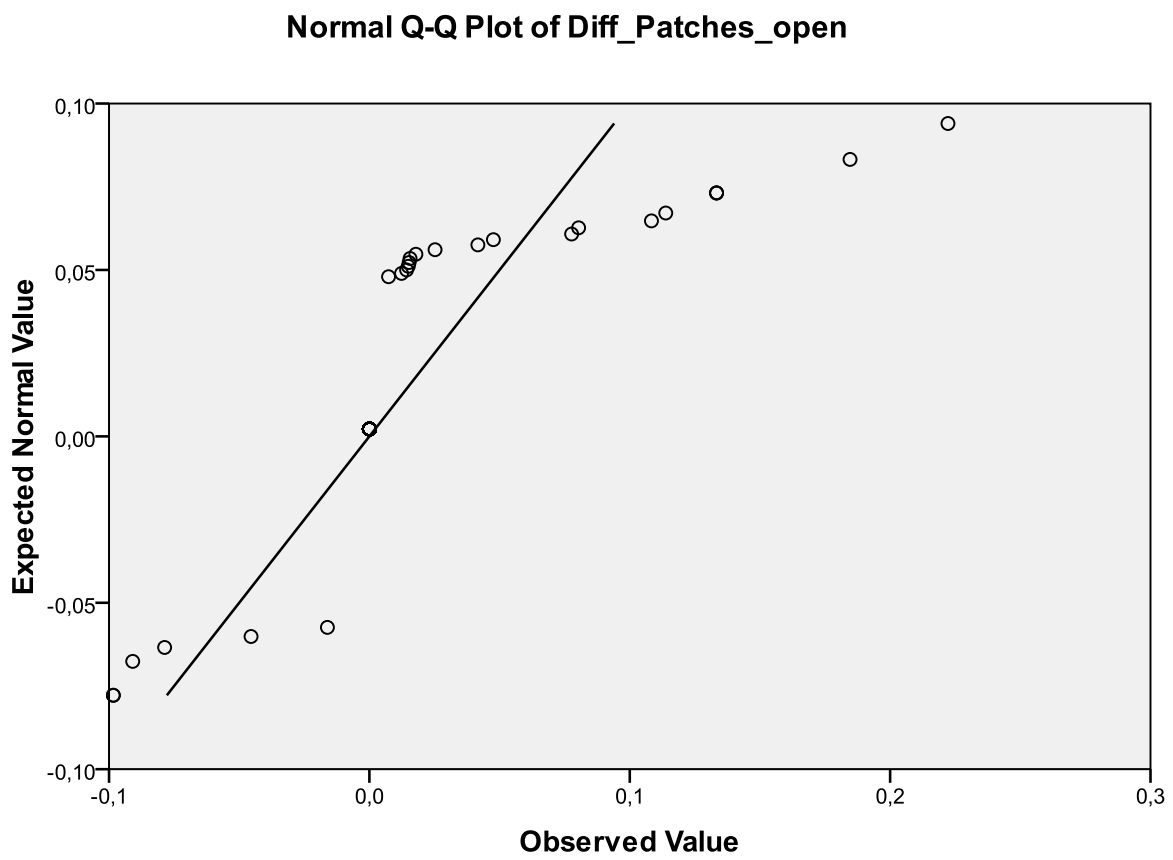
Normal Q-Q Plot of Diff_Bugs_closed



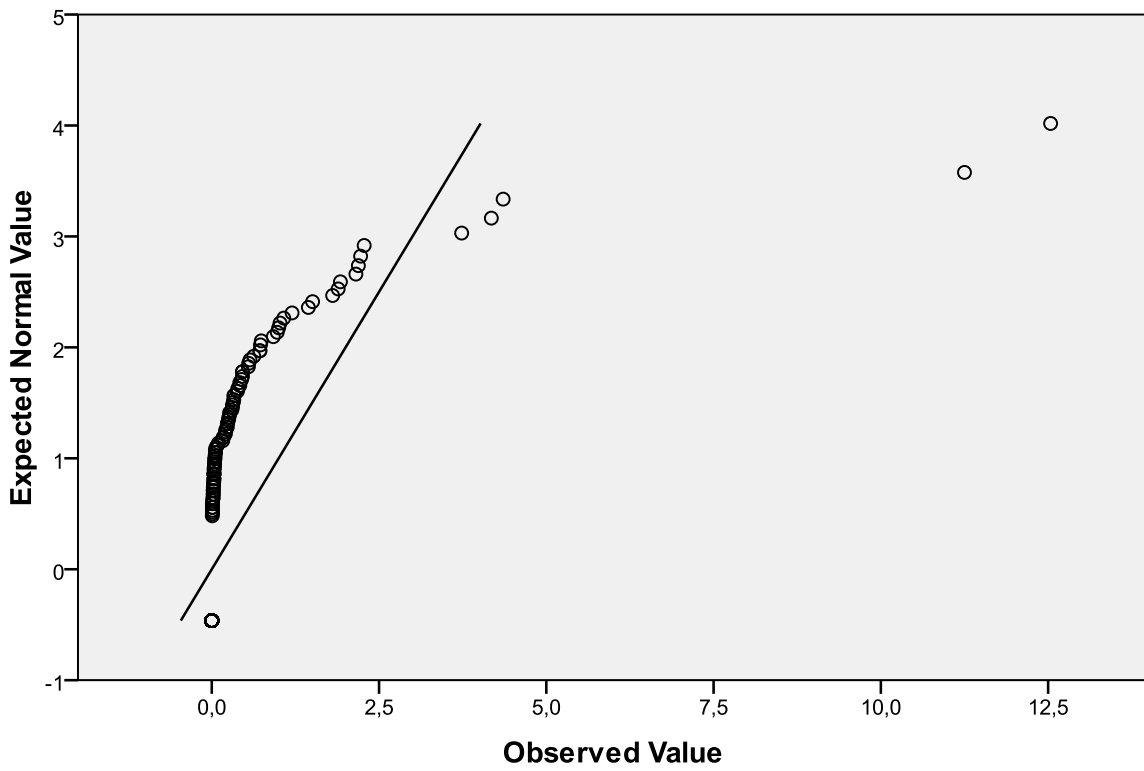
Normal Q-Q Plot of Patches_open

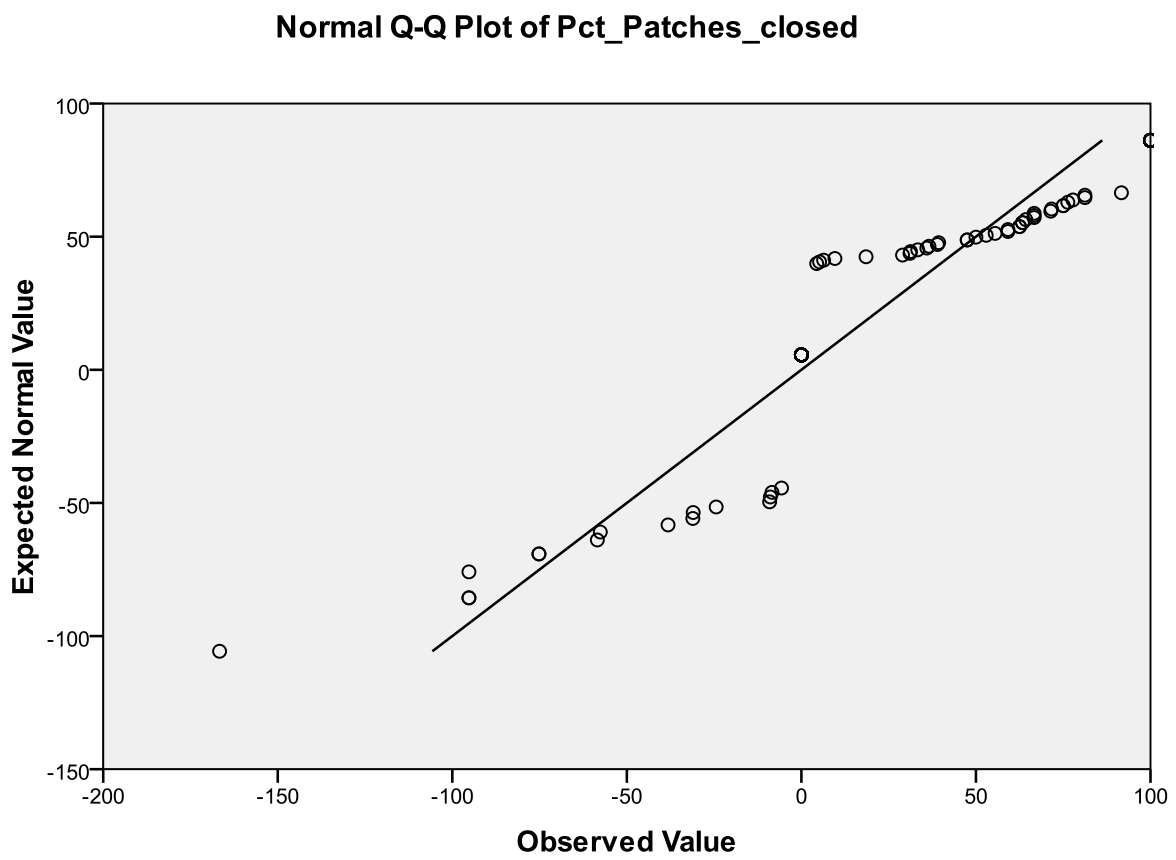


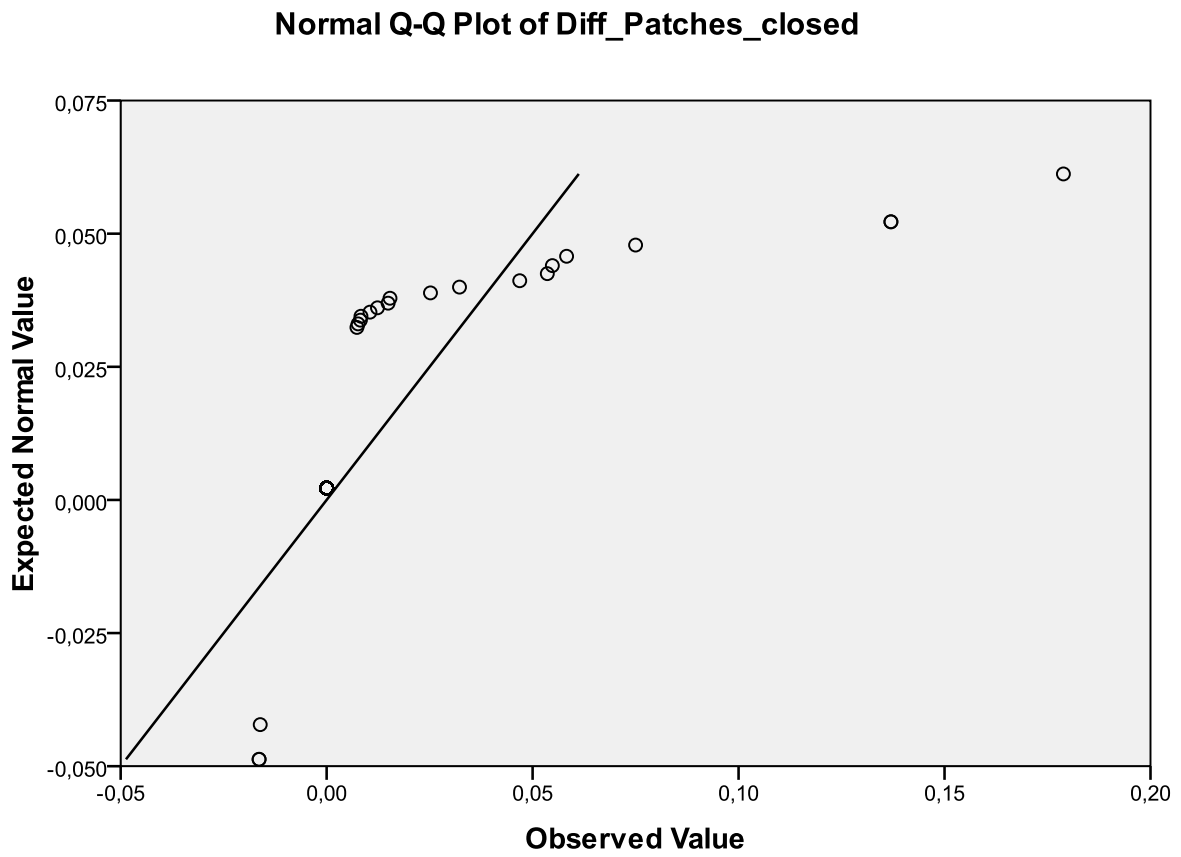




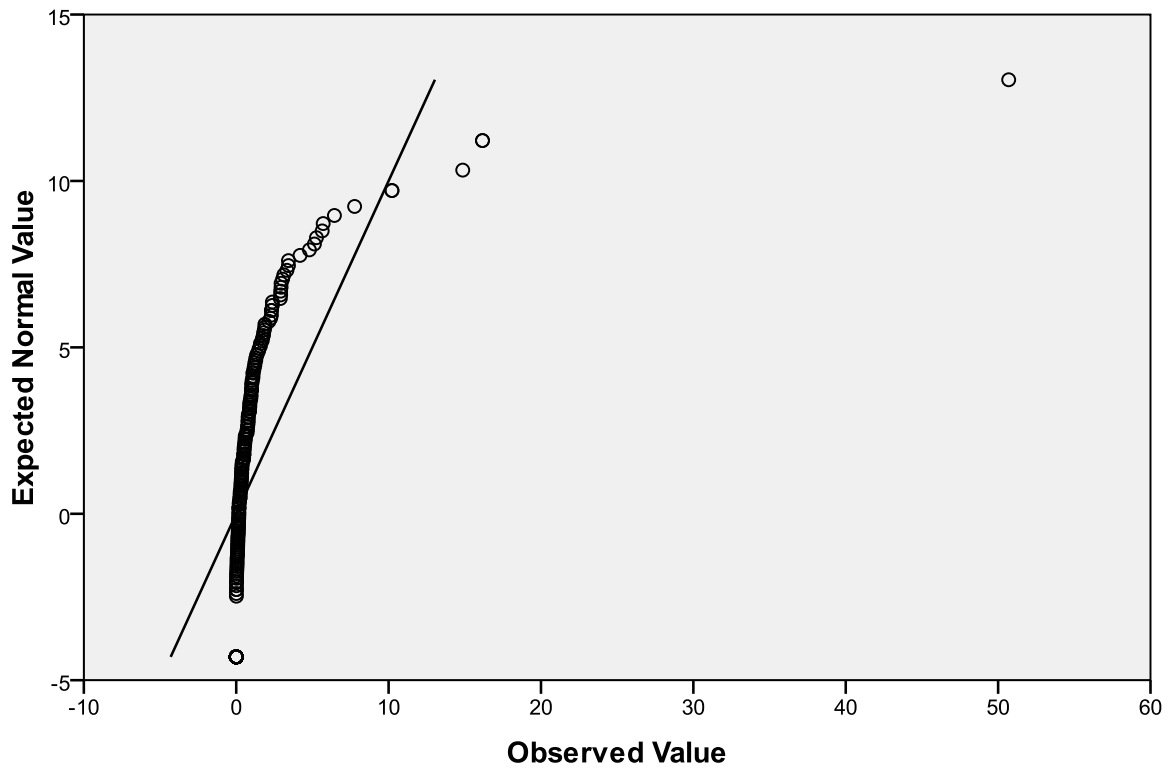
Normal Q-Q Plot of Patches_closed



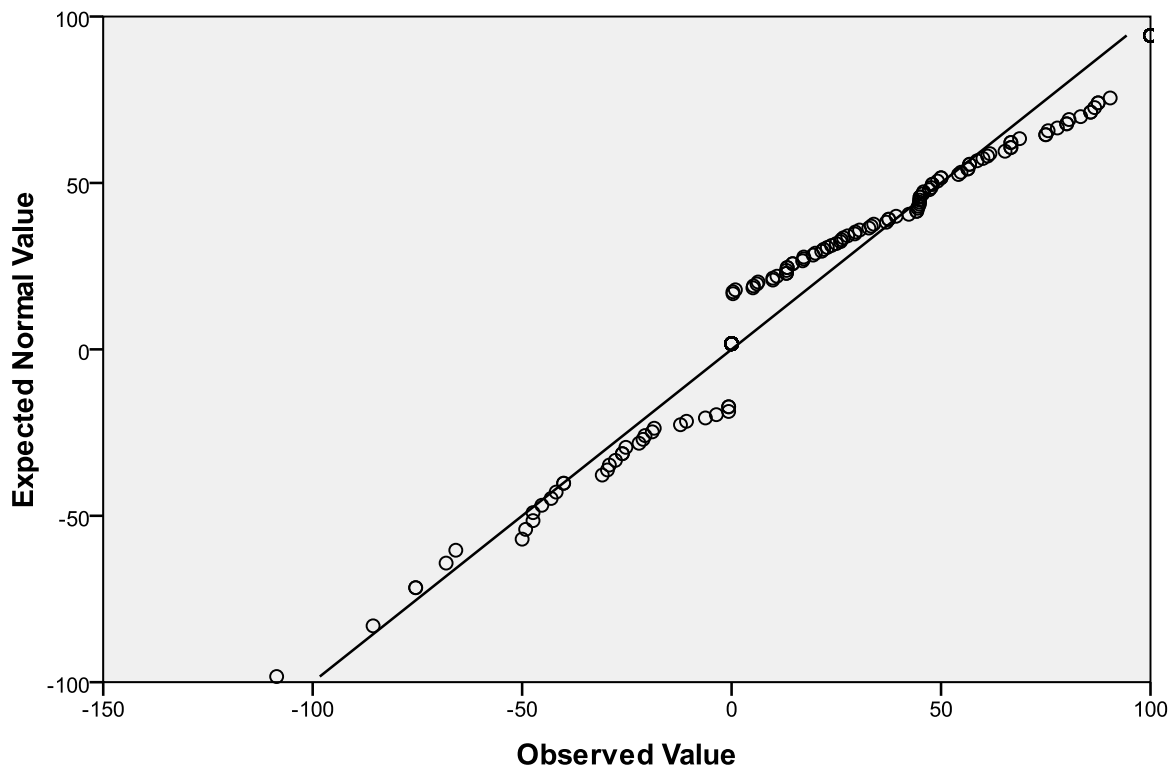




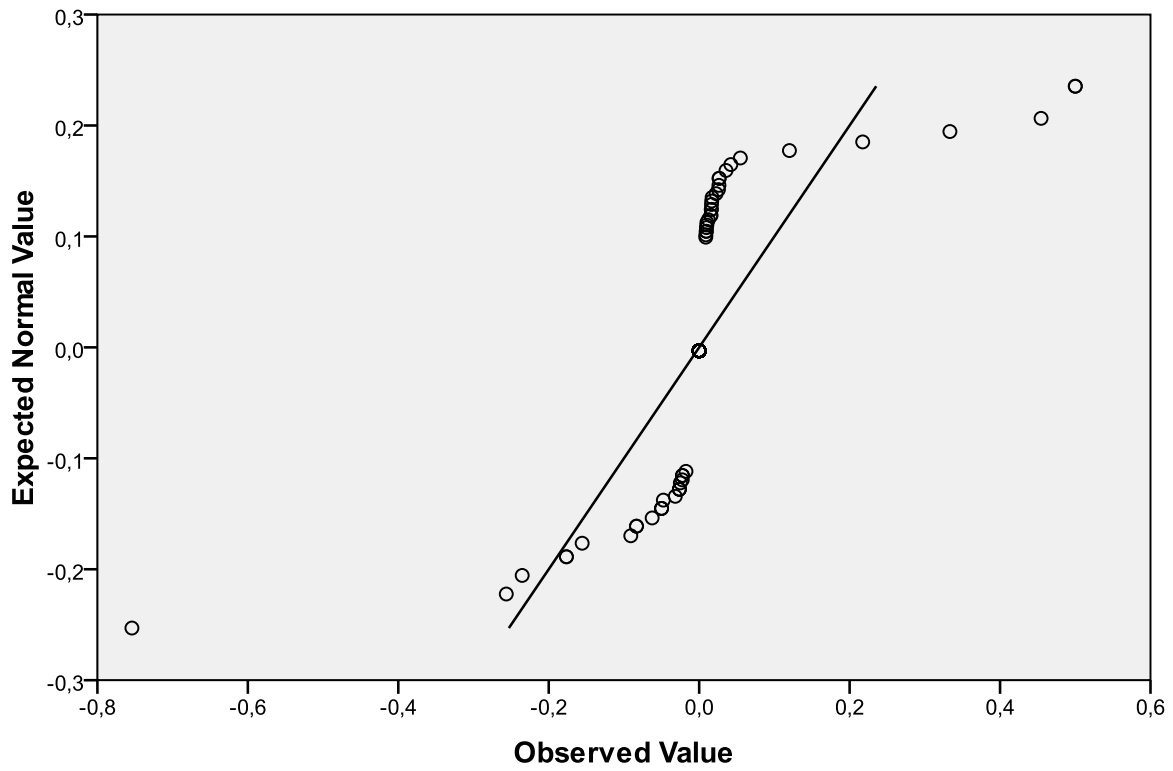
Normal Q-Q Plot of Feature_requests_opened



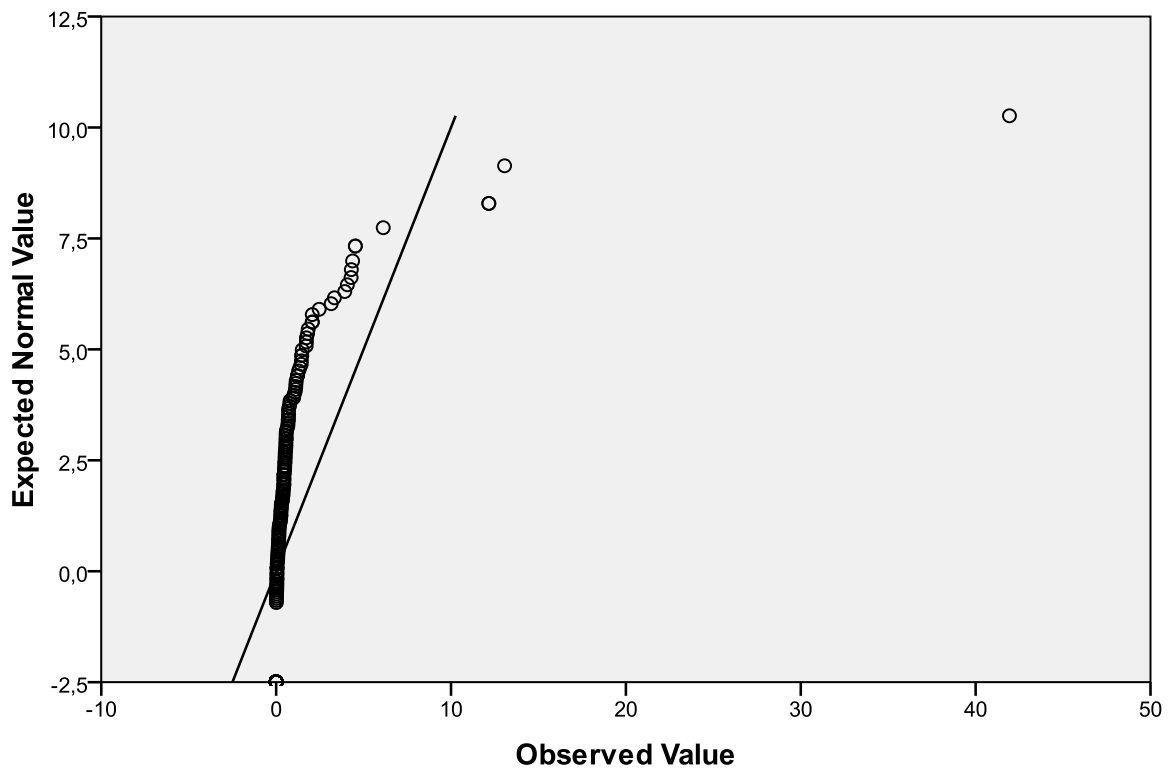
Normal Q-Q Plot of Pct_Features_request_opened



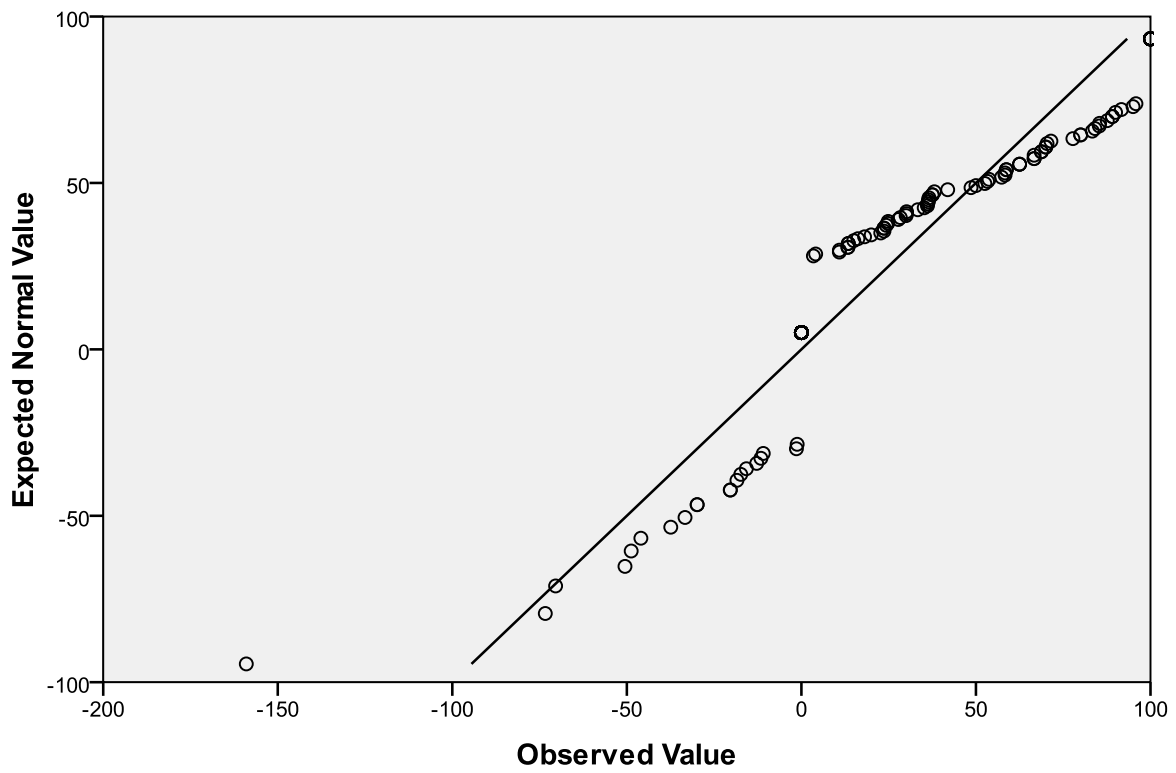
Normal Q-Q Plot of Diff_Feature_requests_opened



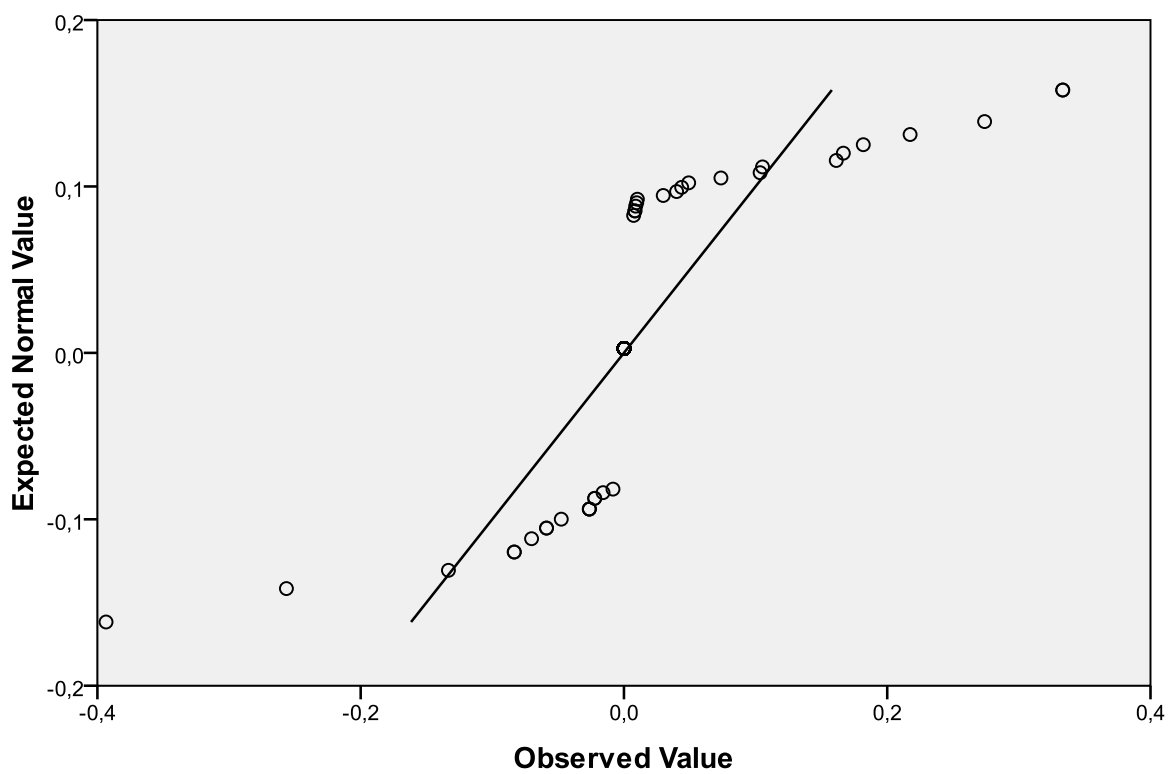
Normal Q-Q Plot of Features_request_closed



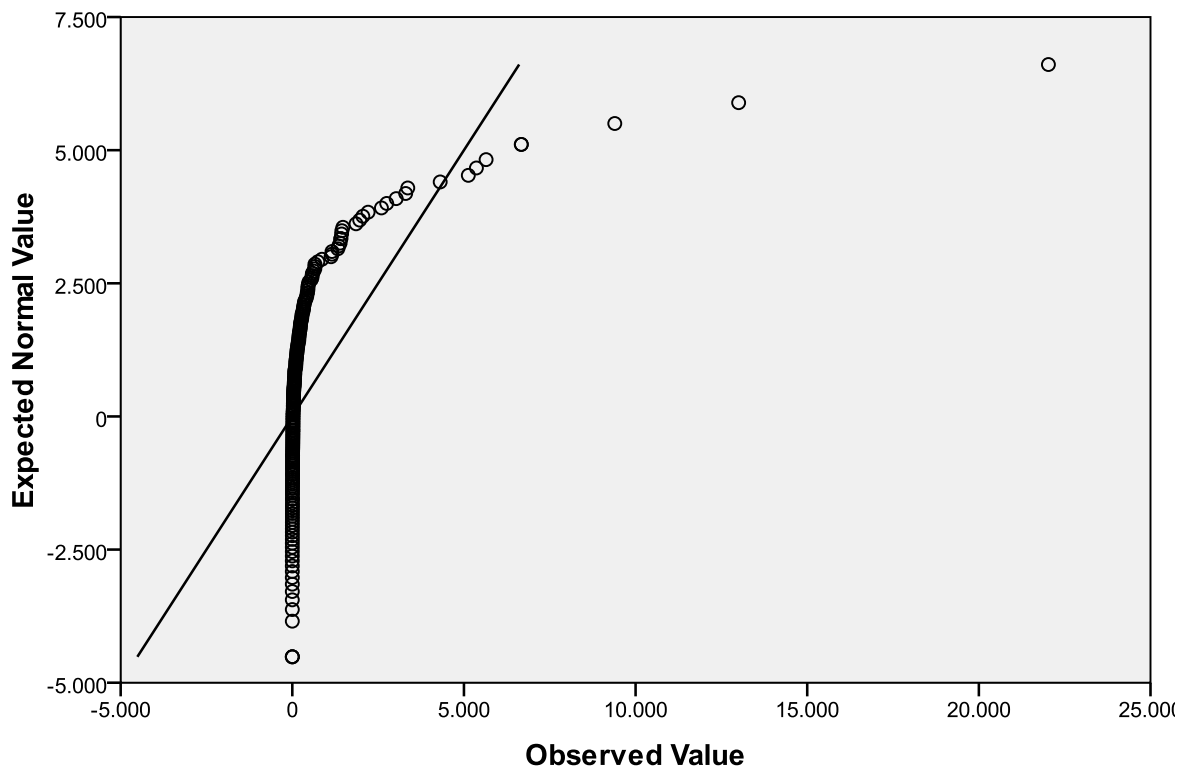
Normal Q-Q Plot of Pct_Features_request_closed



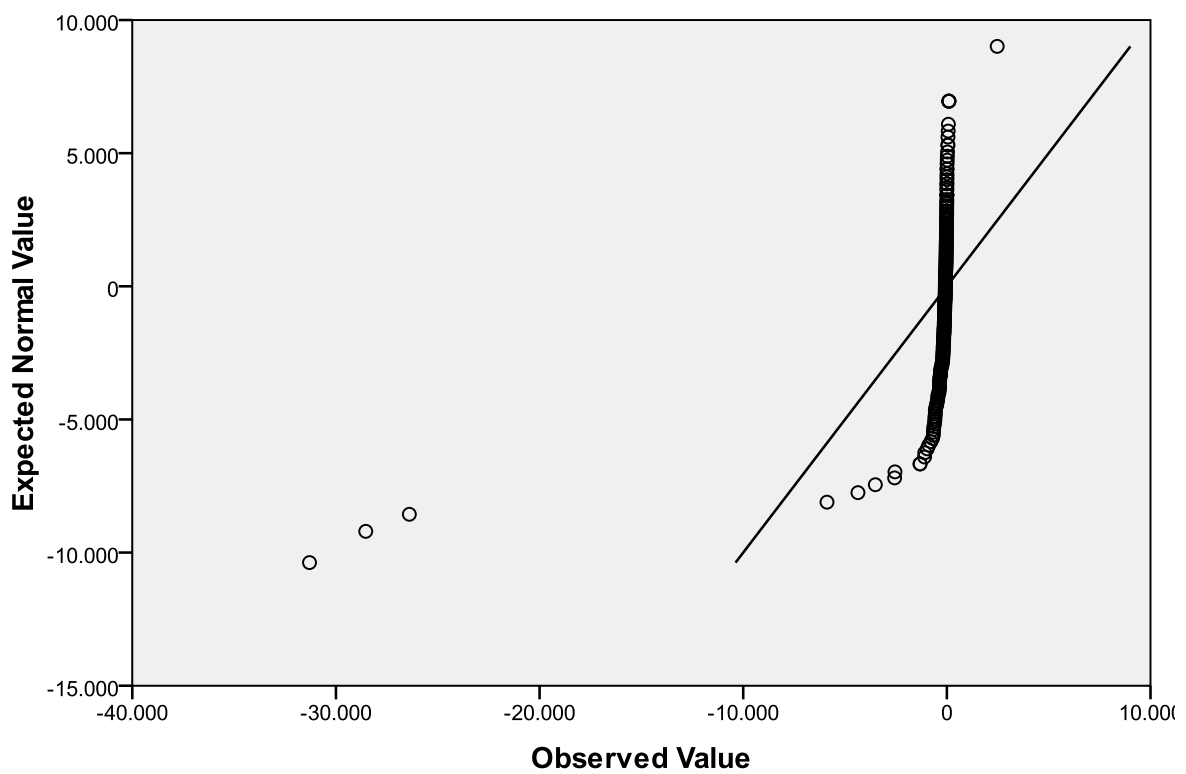
Normal Q-Q Plot of Diff_Features_request_closed



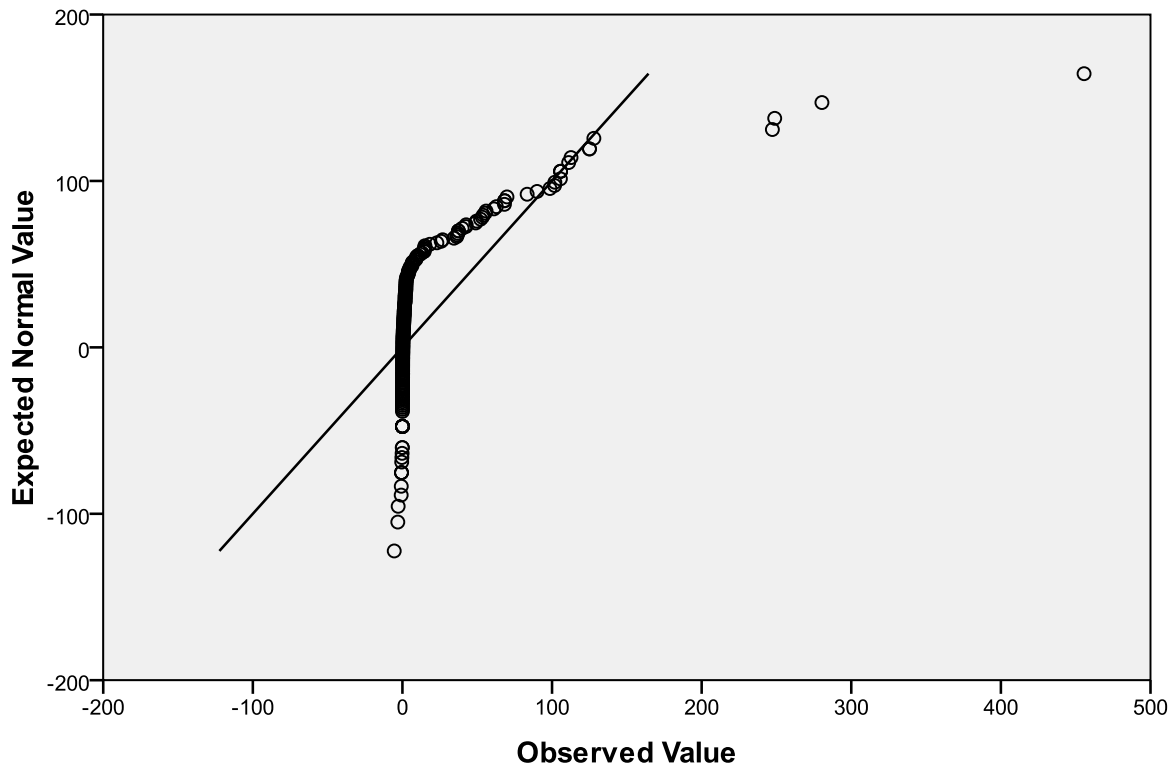
Normal Q-Q Plot of Read_Transactions



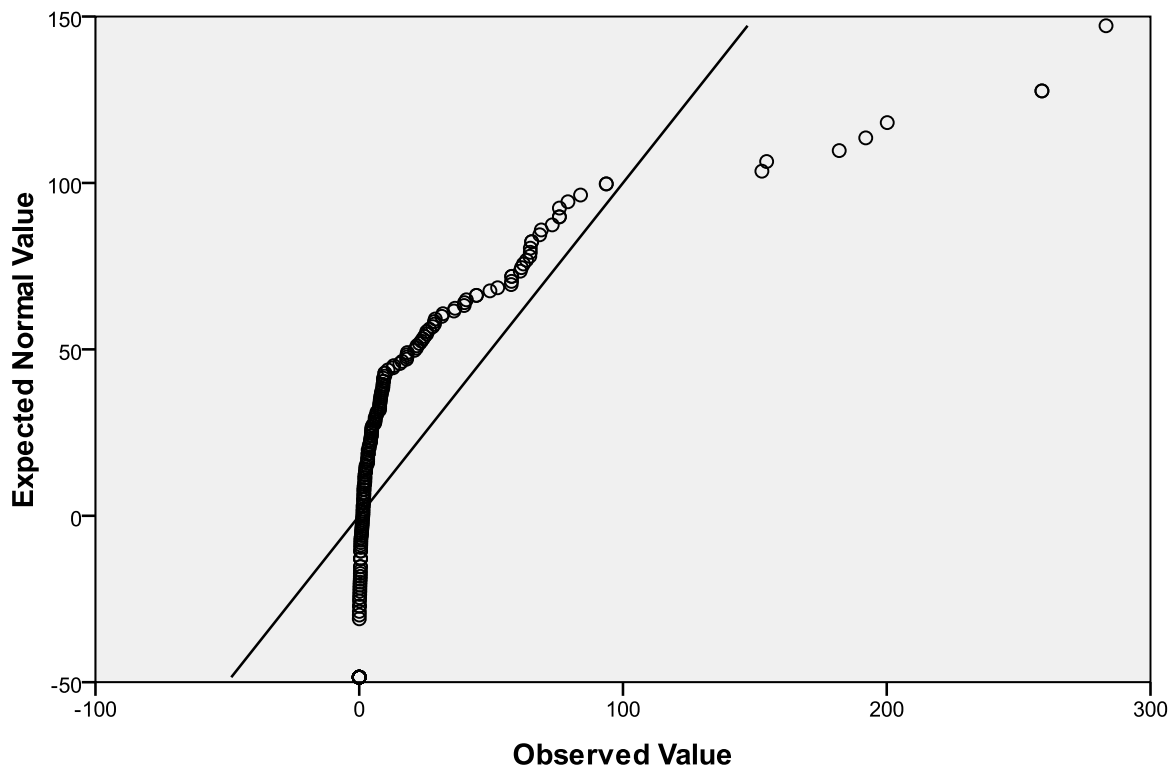
Normal Q-Q Plot of Pct_Read_Transactions



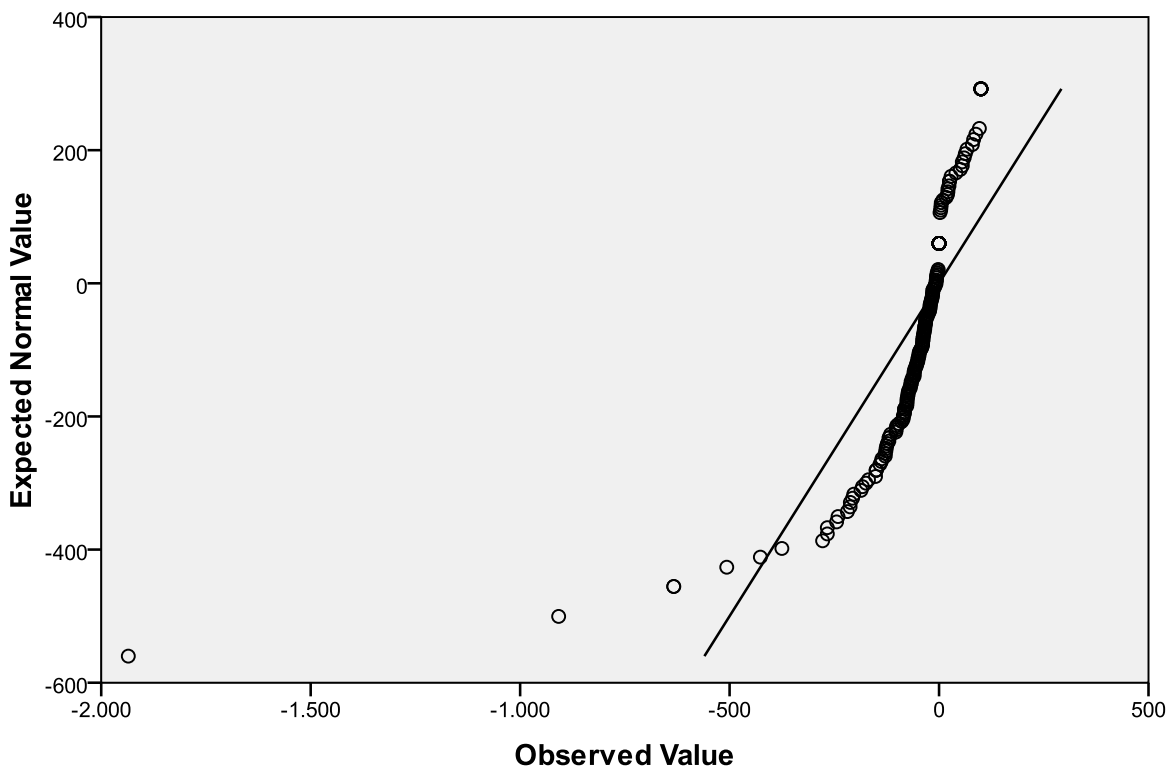
Normal Q-Q Plot of Diff_Read_Transactions



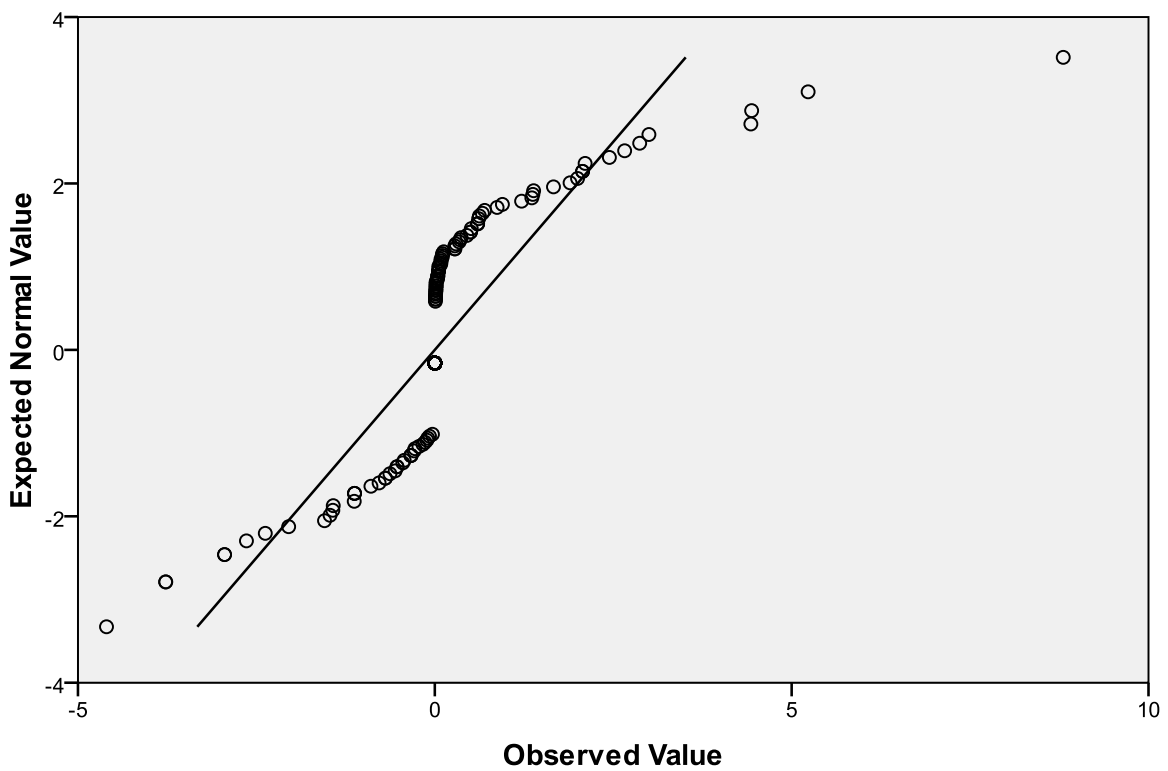
Normal Q-Q Plot of Write_Transactions

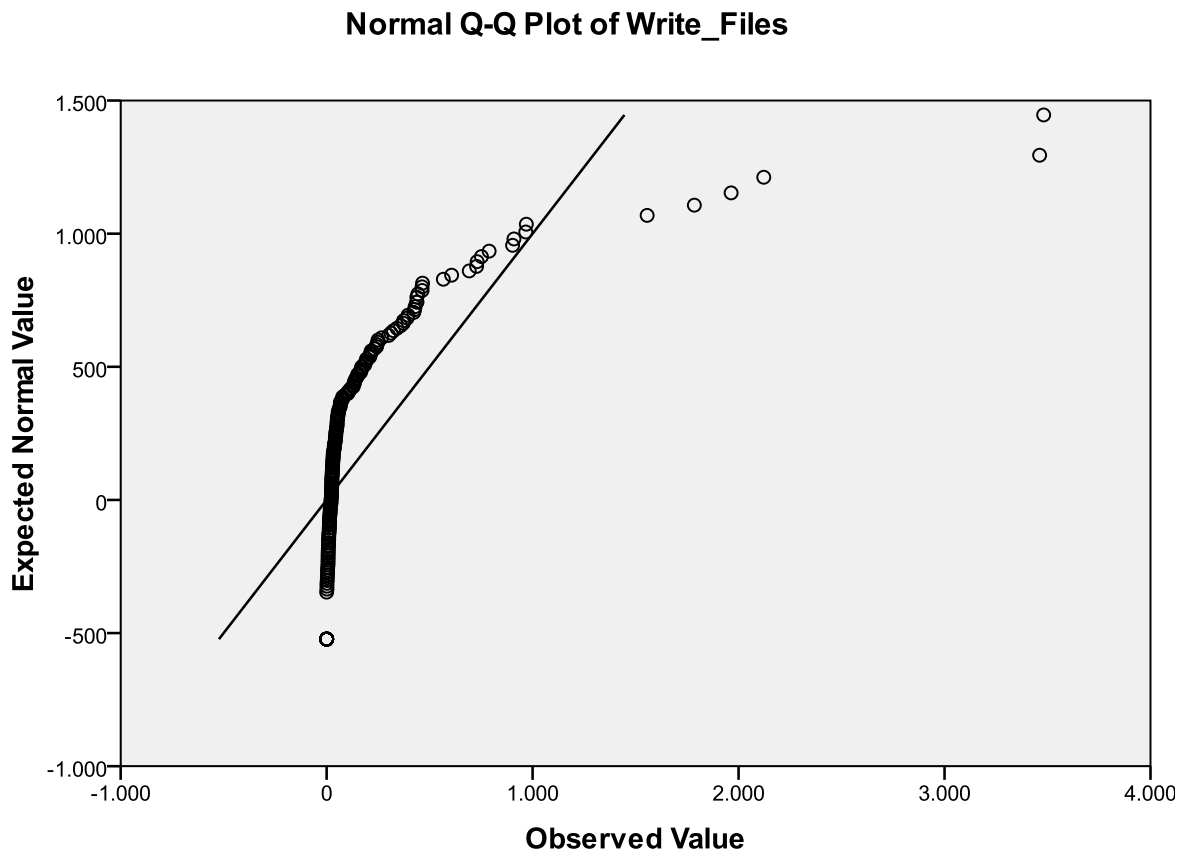


Normal Q-Q Plot of Pct_Write_Transactions

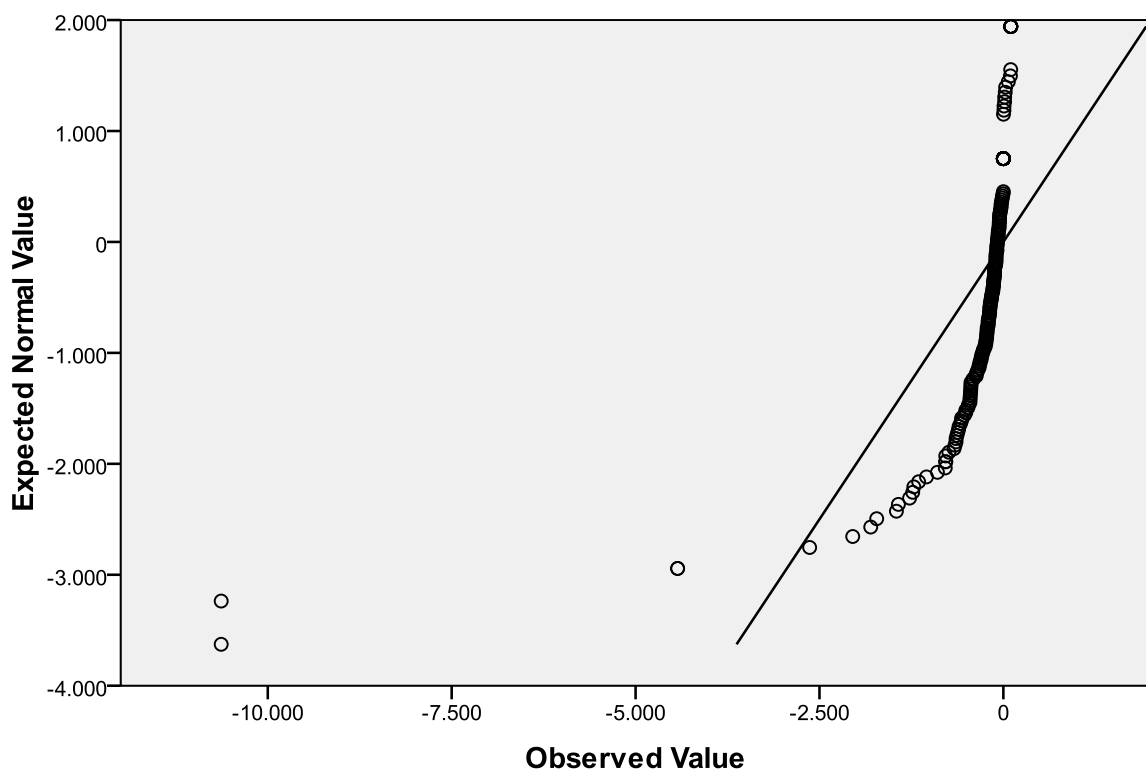


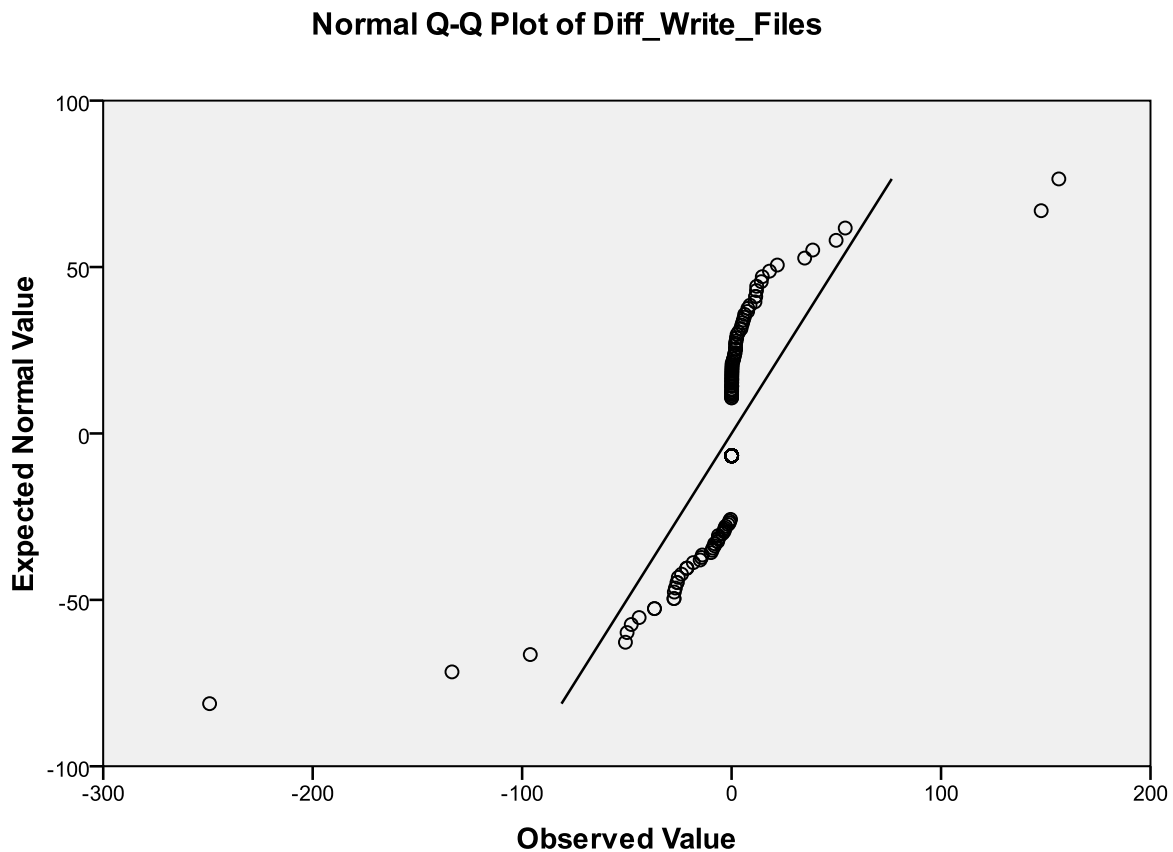
Normal Q-Q Plot of Diff_Write_Transactions





Normal Q-Q Plot of Pct_Write_Files





3.2.3 Έλεγχος Υποθέσεων

Ο έλεγχος των υποθέσεων έχει ως στόχο να εξετάσει κατά πόσο οι διαφορές που εμφανίζονται στις μέσες τιμές των μετρικών κοινότητας που παρουσιάστηκαν στη παράγραφο 3.2.1 δεν παρατηρούνται κάποιου τυχαίου χαρακτηριστικού ή ακραίας τιμής, αλλά λόγω κάποιου χαρακτηριστικού της εκάστοτε κατηγορίας. Για να είναι στατιστικά σημαντική μια διαφορά, θα πρέπει το sig της αντίστοιχης γραμμής να είναι μικρότερο από 0,05. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων γίνεται σε επόμενο κεφάλαιο.

DOWNLOADS										
	Audio_Video	Business & Enterprise	Communications	Development	Home_Education	Games	Graphics	Science & Engineering	Security & Utilities	System Administration
Audio_Video		27,40 13,60 0,000	22,85 18,15 0,204	22,60 18,40 0,256	25,40 15,60 0,008	20,95 20,05 0,808	23,00 18,00 0,176	23,10 17,90 0,160	22,60 18,40 0,256	23,60 17,40 0,094
Business & Enterprise			14,50 26,50 0,001	12,95 28,05 0,000	16,65 24,35 0,037	12,50 28,50 0,000	14,15 26,85 0,001	13,10 27,90 0,000	14,40 26,60 0,001	13,95 27,05 0,000
Communications				19,33 21,68 0,525	23,55 17,45 0,099	17,70 23,30 0,130	20,45 20,55 0,978	20,15 20,85 0,850	19,65 21,35 0,646	21,10 19,90 0,745
Development					25,23 15,78 0,011	17,80 23,20 0,144	21,10 19,90 0,745	21,30 19,70 0,665	20,80 20,20 0,871	22,15 18,85 0,372
Home_Education						14,65 26,35 0,002	17,30 23,70 0,083	15,90 25,10 0,013	16,65 24,35 0,038	17,35 23,65 0,088
Games							23,30 17,70 0,130	23,55 17,45 0,099	22,80 18,20 0,213	24,00 17,00 0,058
Graphics								20,00 21,00 0,787	19,80 21,20 0,705	20,95 20,05 0,808
Science & Engineering									20,25 20,75 0,892	22,10 18,90 0,387
Security & Utilities										21,58 19,43 0,561
System Administration										

BUGS OPENED										
	Audio_Video	Business & Enterprise	Communications	Development	Home_Education	Games	Graphics	Science & Engineering	Security & Utilities	System Administration
Audio_Video		25,90 15,10 0,003	22,00 19,00 0,417	23,85 17,15 0,070	27,25 13,75 0,000	22,20 18,80 0,358	23,80 17,20 0,074	22,60 18,40 0,256	24,20 16,80 0,045	25,98 15,03 0,003
Business & Enterprise			15,70 25,30 0,009	16,43 24,58 0,026	19,90 21,10 0,739	15,60 25,40 0,008	16,55 24,45 0,031	16,05 24,95 0,015	17,95 23,05 0,160	18,65 22,35 0,306
Communications				21,90 19,10 0,449	26,65 14,35 0,001	21,25 19,75 0,685	21,90 19,10 0,449	20,65 20,35 0,935	23,40 17,60 0,117	25,10 15,90 0,013
Development					25,38 15,63 0,008	19,55 21,45 0,607	21,13 19,88 0,735	19,60 21,40 0,626	22,38 18,63 0,310	24,20 16,80 0,045
Home_Education						15,18 25,83 0,004	15,98 25,03 0,014	14,78 26,23 0,002	18,03 22,98 0,179	19,50 21,50 0,586
Games							21,83 19,18 0,473	20,30 20,70 0,914	22,80 18,20 0,213	24,50 16,50 0,030
Graphics								19,13 21,88 0,457	21,88 19,13 0,457	23,35 17,65 0,123
Science & Engineering									23,45 17,55 0,110	25,20 15,80 0,011
Security & Utilities										21,98 19,03 0,424
System Administration										

BUGS CLOSED

	Audio_Video	Business & Enterprise	Communications	Development	Home_Education	Games	Graphics	Science & Engineering	Security & Utilities	System Administration
Audio_Video		25,03 15,98 0,012	21,83 19,18 0,473	22,68 18,33 0,239	26,48 14,53 0,001	21,05 19,95 0,766	23,20 17,80 0,143	21,60 19,40 0,552	24,13 16,88 0,049	25,23 15,78 0,010
Business & Enterprise			15,70 25,30 0,009	16,15 24,85 0,017	19,58 21,43 0,605	15,55 25,45 0,007	17,10 23,90 0,059	16,55 24,45 0,031	18,25 22,75 0,211	18,78 22,23 0,335
Communications				21,60 19,40 0,552	26,05 14,95 0,003	20,15 20,85 0,850	21,90 19,10 0,449	20,85 20,15 0,850	24,28 16,73 0,041	24,90 16,10 0,017
Development					25,13 15,88 0,012	19,25 21,75 0,499	21,00 20,00 0,787	19,90 21,10 0,745	23,05 17,95 0,167	23,93 17,08 0,063
Home_Education						15,03 25,98 0,003	16,85 24,15 0,047	15,58 25,43 0,008	18,60 22,40 0,301	19,68 21,33 0,653
Games							22,10 18,90 0,386	21,00 20,00 0,787	23,88 17,13 0,068	24,85 16,15 0,018
Graphics								19,28 21,73 0,507	22,10 18,90 0,385	23,00 18,00 0,174
Science & Engineering									23,50 17,50 0,104	24,50 16,50 0,030
Security & Utilities										21,55 19,45 0,568
System Administration										

PATCHES OPEN

	Audio_Video	Business & Enterprise	Communications	Development	Home_Education	Games	Graphics	Science & Engineering	Security & Utilities	System Administration
Audio_Video		.958812 .319609 0,032	.958812 .174121 0,004	.958812 .305204 0,019	.958812 .026913 0,001	.958812 1,041500 0,904	.958812 1,006650 0,942	.958812 .416450 0,088	.958812 .103850 0,002	.958812 .044650 0,001
Business & Enterprise			.319609 .174121 0,407	.319609 .305204 0,943	.319609 .026913 0,087	.319609 1,041500 0,285	.319609 1,006650 0,290	.319609 .416450 0,708	.319609 .103850 0,216	.319609 .044650 0,107
Communications				.174121 .305204 0,318	.174121 .026913 0,023	.174121 1,041500 .192	.174121 1,006650 .191	.174121 .416450 .256	.174121 .103850 .368	.174121 .044650 .046
Development					.305204 .026913 .027	.305204 1,041500 .270	.305204 1,006650 .273	.305204 .416450 .632	.305204 .103850 .118	.305204 .044650 .037
Home_Education						.026913 1,041500 .129	.026913 1,006650 .126	.026913 .416450 .066	.026913 .103850 .148	.026913 .044650 .406
Games							1,041500 1,006650 .969	1,041500 .416450 .356	1,041500 .103850 .159	1,041500 .044650 .135
Graphics								1,006650 .416450 .365	1,006650 .103850 .157	1,006650 .044650 .132
Science & Engineering									.416450 .103850 .143	.416450 .044650 .078
Security & Utilities										.103850 .044650 .277
System Administration										

PATCHES CLOSED

	Audio_Video	Business & Enterprise	Communications	Development	Home_Education	Games	Graphics	Science & Engineering	Security & Utilities	System Administration
Audio_Video		,714553 ,274063 0,137	,714553 ,144404 0,036	,714553 ,253668 0,097	,714553 ,018063 0,012	,714553 1,034750 0,647	,714553 ,823450 0,861	,714553 ,349050 0,251	,714553 ,085450 0,022	,714553 ,034350 0,014
Business & Enterprise			,274063 ,144404 0,402	,274063 ,253668 0,907	,274063 ,018063 0,092	,274063 1,034750 0,264	,274063 ,823450 0,351	,274063 ,349050 0,754	,274063 ,085450 0,223	,274063 ,034350 0,114
Communications				,144404 ,253668 0,313	,144404 ,018063 0,019	,144404 1,034750 ,178	,144404 ,823450 ,245	,144404 ,349050 ,301	,144404 ,085450 ,373	,144404 ,034350 ,043
Development					,253668 ,018063 0,023	,253668 1,034750 ,247	,253668 ,823450 ,325	,253668 ,349050 ,655	,253668 ,085450 ,117	,253668 ,034350 ,035
Home_Education						,018063 1,034750 ,133	,018063 ,823450 ,169	,018063 ,349050 ,096	,018063 ,085450 ,149	,018063 ,034350 ,417
Games							1,034750 ,823450 ,807	1,034750 ,349050 ,316	1,034750 ,085450 ,160	1,034750 ,034350 ,139
Graphics								,823450 ,349050 ,430	,823450 ,085450 ,207	,823450 ,034350 ,178
Science & Engineering									,349050 ,085450 ,182	,349050 ,034350 ,113
Security & Utilities										,085450 ,034350 ,290
System Administration										

Featured Requests Opened

	Audio_Video	Business & Enterprise	Communications	Development	Home_Education	Games	Graphics	Science & Engineering	Security & Utilities	System Administration
Audio_Video		1,932902 1,506432 0,659	1,932902 1,069975 0,125	1,932902 1,644501 0,763	1,932902 ,245207 0,003	1,932902 3,350250 0,582	1,932902 ,573950 0,014	1,932902 ,909800 0,065	1,932902 2,050900 0,905	1,932902 1,119350 0,278
Business & Enterprise			1,506432 1,069975 0,617	1,506432 1,644501 0,906	1,506432 ,245207 0,145	1,506432 3,350250 0,489	1,506432 ,573950 0,280	1,506432 ,909800 0,489	1,506432 2,050900 0,649	1,506432 1,119350 0,700
Communications				1,069975 1,644501 0,506	1,069975 ,245207 0,006	1,069975 3,350250 ,372	1,069975 ,573950 ,110	1,069975 ,909800 ,639	1,069975 2,050900 ,282	1,069975 1,119350 ,937
Development					1,644501 ,245207 ,103	1,644501 3,350250 ,522	1,644501 ,573950 ,211	1,644501 ,909800 ,389	1,644501 2,050900 ,732	1,644501 1,119350 ,598
Home_Education						,245207 3,350250 ,231	,245207 ,573950 ,064	,245207 ,909800 ,008	,245207 2,050900 ,048	,245207 1,119350 ,137
Games							3,350250 ,573950 ,276	3,350250 ,909800 ,339	3,350250 2,050900 ,627	3,350250 1,119350 ,391
Graphics								,573950 ,909800 ,216	,573950 2,050900 ,103	,573950 1,119350 ,357
Science & Engineering									,909800 2,050900 ,208	,909800 1,119350 ,729
Security & Utilities										2,050900 1,119350 ,366
System Administration										

Featured Requests Closed

	Audio_Video	Business & Enterprise	Communications	Development	Home_Education	Games	Graphics	Science & Engineering	Security & Utilities	System Administration
Audio_Video		.836447 1,156996 0,644	.836447 .599920 0,466	.836447 1,195021 0,599	.836447 .164866 0,031	.836447 2,631150 0,398	.386447 .308850 0,087	.836447 .539450 0,352	.836447 1,206500 0,612	.836447 .922500 0,860
Business & Enterprise			1,156996 .599920 0,399	1,156996 1,195021 0,966	1,818423 38,020450 0,004	1,156996 2,631150 0,502	1,156996 .308850 0,196	1,156996 .539450 0,349	1,156996 1,206500 0,957	1,156996 .922500 0,754
Communications				.599920 1,195021 0,354	.599920 .164866 0,018	.599920 2,631150 .336	.599920 .308850 .113	.599920 .539450 .776	.599920 1,206500 .381	.599920 .922500 .454
Development					1,195021 .164866 .112	1,195021 2,631150 .512	1,195021 .308850 .169	1,195021 .539450 .306	1,195021 1,206500 .990	1,195021 .922500 .711
Home_Education						.164866 2,631150 .251	.164866 .308850 .224	.164866 .539450 .028	.164866 1,206500 .129	.164866 .922500 .074
Games							2,631150 .308850 .279	2,631150 .539450 .322	2,631150 1,206500 .518	2,631150 .922500 .425
Graphics								.308850 .539450 .180	.308850 1,206500 .197	.308850 .922500 .144
Science & Engineering									.539450 1,206500 .334	.539450 .922500 .371
Security & Utilities										1,206500 .922500 .716
System Administration										

Read Transactions

	Audio_Video	Business & Enterprise	Communications	Development	Home_Education	Games	Graphics	Science & Engineering	Security & Utilities	System Administration
Audio_Video		24,80 16,20 0,020	24,08 16,93 0,053	23,20 17,80 0,144	24,90 16,10 0,017	21,25 19,75 0,685	20,55 20,45 0,978	17,20 23,80 0,074	26,73 14,28 0,001	25,60 15,40 0,006
Business & Enterprise			19,10 21,90 0,449	18,23 22,78 0,218	20,55 20,45 0,978	16,20 24,80 0,020	15,35 25,65 0,005	13,05 27,95 0,000	22,15 18,85 0,372	19,90 21,10 0,745
Communications				20,30 20,70 0,914	22,60 18,40 0,256	17,50 23,50 0,105	16,10 24,90 0,017	12,80 28,20 0,000	24,33 16,68 0,038	22,75 18,25 0,223
Development					22,68 18,33 0,239	18,25 22,75 0,224	16,70 24,30 0,040	13,40 27,60 0,000	24,80 16,20 0,020	23,10 17,90 0,160
Home_Education						16,23 24,78 0,020	14,95 26,05 0,003	12,40 28,60 0,000	21,85 19,15 0,465	19,95 21,05 0,766
Games							18,80 22,20 0,358	15,55 25,45 0,007	26,90 14,10 0,001	25,20 15,80 0,011
Graphics								14,95 26,05 0,003	28,10 12,90 0,000	27,45 13,55 0,000
Science & Engineering									29,40 11,60 0,000	30,15 10,85 0,000
Security & Utilities										17,75 23,25 0,137
System Administration										

Write Transactions										
	Audio_Video	Business & Enterprise	Communications	Development	Home_Education	Games	Graphics	Science & Engineering	Security & Utilities	System Administration
Audio_Video		23,23 17,78 0,140	24,45 16,55 0,032	23,65 17,35 0,088	23,30 17,70 0,130	18,35 22,65 0,245	22,03 18,98 0,409	20,30 20,70 0,914	26,00 15,00 0,003	23,33 17,68 0,126
Business & Enterprise			21,15 19,85 0,724	20,28 20,73 0,903	19,90 21,10 0,745	16,00 25,00 0,015	18,73 22,28 0,336	17,35 23,65 0,088	22,40 18,60 0,299	19,85 21,15 0,724
Communications				19,43 21,58 0,560	19,30 21,70 0,515	14,95 26,05 0,003	17,40 23,60 0,093	16,55 24,45 0,033	22,25 18,75 0,340	19,05 21,95 0,432
Development					20,20 20,80 0,871	15,65 25,35 0,009	18,38 22,63 0,250	17,05 23,95 0,062	23,40 17,60 0,115	19,90 21,10 0,745
Home_Education						15,88 25,13 0,012	18,80 22,20 0,358	17,60 23,40 0,117	23,25 17,75 0,135	20,05 20,95 0,808
Games							23,80 17,20 0,074	22,13 18,88 0,379	27,40 13,60 0,000	25,40 15,60 0,008
Graphics								18,53 22,48 0,285	25,40 15,60 0,008	22,25 18,75 0,344
Science & Engineering									25,85 15,15 0,004	23,50 17,50 0,105
Security & Utilities										17,05 23,95 0,061
System Administration										

Write Files										
	Audio_Video	Business & Enterprise	Communications	Development	Home_Education	Games	Graphics	Science & Engineering	Security & Utilities	System Administration
Audio_Video		23,83 17,18 0,072	24,10 16,90 0,051	23,15 17,85 0,152	22,55 18,45 0,267	20,40 20,60 0,957	23,08 17,93 0,164	20,05 20,95 0,808	25,30 15,70 0,009	24,80 16,20 0,020
Business & Enterprise			20,60 20,40 0,957	19,60 21,40 0,625	19,15 21,85 0,464	16,90 24,10 0,051	19,53 21,48 0,597	16,60 24,40 0,035	21,95 19,05 0,428	20,85 20,15 0,849
Communications				19,50 21,50 0,588	19,20 21,80 0,481	16,80 24,20 0,045	19,50 21,50 0,588	15,85 25,15 0,012	22,45 18,55 0,288	21,45 19,55 0,607
Development					19,73 21,28 0,675	17,65 23,35 0,123	20,35 20,65 0,935	16,80 24,20 0,045	23,30 17,70 0,128	22,15 18,85 0,372
Home_Education						18,03 22,98 0,181	21,10 19,90 0,745	17,33 23,68 0,086	23,70 17,30 0,082	23,05 17,95 0,168
Games							23,85 17,15 0,070	19,08 21,93 0,441	26,25 14,75 0,002	26,00 15,00 0,003
Graphics								16,55 24,45 0,033	23,45 17,55 0,110	22,65 18,35 0,245
Science & Engineering									26,55 14,45 0,001	26,20 14,80 0,002
Security & Utilities										19,13 21,88 0,455
System Administration										

PCT_DOWNLOADS										
	Audio_Video	Business & Enterprise	Communications	Development	Home_Education	Games	Graphics	Science & Engineering	Security & Utilities	System Administration
Audio_Video		23,70 17,30 0,083	22,50 18,50 0,279	23,35 17,65 0,123	25,65 15,35 0,005	25,05 15,95 0,014	29,15 11,85 0,000	27,75 13,25 0,000	26,05 14,95 0,003	27,15 13,85 0,000
Business & Enterprise			19,05 21,95 0,433	19,50 21,50 0,589	23,35 17,65 0,123	22,35 18,65 0,317	27,95 13,05 0,000	26,40 14,60 0,001	23,70 17,30 0,083	25,65 15,35 0,005
Communications				20,98 20,03 0,797	23,75 17,25 0,079	23,30 17,70 0,130	28,70 12,30 0,000	26,50 14,50 0,001	24,53 16,48 0,029	26,10 14,90 0,002
Development					23,58 17,43 0,096	23,03 17,98 0,172	28,90 12,10 0,000	27,20 13,80 0,000	24,53 16,48 0,029	26,58 14,43 0,001
Home_Education						20,35 20,65 0,935	27,30 13,70 0,000	24,08 16,93 0,053	21,95 19,05 0,433	23,60 17,40 0,094
Games							27,50 13,50 0,000	23,75 17,25 0,079	22,10 18,90 0,387	23,30 17,70 0,130
Graphics								14,40 26,60 0,001	14,45 26,55 0,001	13,70 27,30 0,000
Science & Engineering									19,05 21,95 0,433	20,45 20,55 0,978
Security & Utilities										21,28 19,73 0,675
System Administration										

PCT_Bugs_Opened										
	Audio_Video	Business & Enterprise	Communications	Development	Home_Education	Games	Graphics	Science & Engineering	Security & Utilities	System Administration
Audio_Video		-,125843 5,888500 0,647	-,125843 4,277500 0,768	-,125843 19,106500 0,186	-,125843 23,435000 0,104	-,125843 3,899500 0,820	-,125843 31,074500 0,040	-,125843 11,141000 0,475	-,125843 24,272000 0,113	-,125843 39,659500 0,018
Business & Enterprise			5,888500 4,277500 0,902	5,888500 19,106500 0,292	5,888500 23,435000 0,158	5,888500 3,899500 0,902	5,888500 31,074500 0,056	5,888500 11,141000 0,707	5,888500 24,272000 0,173	5,888500 39,659500 0,026
Communications				4,277500 19,106500 0,306	4,277500 23,435000 0,183	4,277500 3,899500 ,983	4,277500 31,074500 ,075	4,277500 11,141000 ,662	4,277500 24,272000 ,191	4,277500 39,659500 ,034
Development					19,106500 23,435000 ,751	19,106500 3,899500 ,380	19,106500 31,074500 ,400	19,106500 11,141000 ,600	19,106500 24,272000 ,723	19,106500 39,659500 ,196
Home_Education						23,435000 3,899500 ,257	23,435000 31,074500 ,586	23,435000 11,141000 ,415	23,435000 24,272000 ,954	23,435000 39,659500 ,302
Games							3,899500 31,074500 ,127	3,899500 11,141000 ,693	3,899500 24,272000 ,258	3,899500 39,659500 ,063
Graphics								31,074500 11,141000 ,203	31,074500 24,272000 ,649	31,074500 39,659500 ,593
Science & Engineering									11,141000 24,272000 ,410	11,141000 39,659500 ,098
Security & Utilities										24,272000 39,659500 ,351
System Administration										

PCT Bugs Closed										
	Audio_Video	Business & Enterprise	Communications	Development	Home_Education	Games	Graphics	Science & Engineering	Security & Utilities	System Administration
Audio_Video		-10,618500 -6,275000 0,812	-10,618500 -80,946500 0,307	-10,618500 -31,444185 0,648	-10,618500 ,700550 0,610	-10,618500 15,647450 0,236	-10,618500 ,369550 0,596	-10,618500 -10,763200 0,995	-10,618500 18,259350 0,257	-10,618500 7,678550 0,300
Business & Enterprise			-6,275000 -80,946500 0,269	-6,275000 -31,444185 0,563	-6,275000 ,700550 0,674	-6,275000 15,647450 0,186	-6,275000 ,369550 0,649	-6,275000 -10,763200 0,817	-6,275000 18,259350 0,241	-6,275000 7,678550 0,134
Communications				-80,946500 -31,444185 0,527	-80,946500 ,700550 0,235	-80,946500 15,647450 ,162	-80,946500 ,369550 ,234	-80,946500 -10,763200 ,305	-80,946500 18,259350 ,152	-80,946500 7,678550 ,191
Development					-31,444185 ,700550 ,476	-31,444185 15,647450 ,297	-31,444185 ,369550 ,474	-31,444185 -10,763200 ,654	-31,444185 18,259350 ,289	-31,444185 7,678550 ,369
Home_Education						,700550 15,647450 ,470	,700550 ,369550 ,986	,700550 -10,763200 ,621	,700550 18,259350 ,468	,700550 7,678550 ,658
Games							15,647450 ,369550 ,425	15,647450 -10,763200 ,253	15,647450 18,259350 ,913	15,647450 7,678550 ,606
Graphics								,369550 -10,763200 ,610	,369550 18,259350 ,435	,369550 7,678550 ,591
Science & Engineering									-10,763200 18,259350 ,270	-10,763200 7,678550 ,328
Security & Utilities										18,259350 7,678550 ,596
System Administration										

PCT Patches Open										
	Audio_Video	Business & Enterprise	Communications	Development	Home_Education	Games	Graphics	Science & Engineering	Security & Utilities	System Administration
Audio_Video		25,503864 14,391500 0,391	25,503864 31,327500 0,660	25,503864 35,391500 0,459	25,503864 40,656250 0,302	25,503864 22,709650 0,847	25,503864 24,795750 0,959	25,503864 56,635250 0,038	25,503864 27,529550 0,879	25,503864 5,000000 0,072
Business & Enterprise			14,391500 31,327500 0,168	14,391500 35,391500 0,092	14,391500 40,656250 0,060	14,391500 22,709650 0,538	14,391500 24,795750 0,410	14,391500 56,635250 0,003	14,391500 27,529550 0,287	14,391500 5,000000 0,338
Communications				31,327500 35,391500 0,747	31,327500 40,656250 0,504	31,327500 22,709650 ,534	31,327500 24,795750 ,614	31,327500 56,635250 ,075	31,327500 27,529550 ,763	31,327500 5,000000 ,014
Development					35,391500 40,656250 ,707	35,391500 22,709650 ,364	35,391500 24,795750 ,417	35,391500 56,635250 ,135	35,391500 27,529550 ,536	35,391500 5,000000 ,006
Home_Education						40,656250 22,709650 ,239	40,656250 24,795750 ,271	40,656250 56,635250 ,297	40,656250 27,529550 ,351	40,656250 5,000000 ,005
Games							22,709650 24,795750 ,883	22,709650 56,635250 ,030	22,709650 27,529550 ,729	22,709650 5,000000 ,141
Graphics								24,795750 56,635250 ,031	24,795750 27,529550 ,834	24,795750 5,000000 ,072
Science & Engineering									56,635250 27,529550 ,043	56,635250 5,000000 ,000
Security & Utilities										27,529550 5,000000 ,035
System Administration										

PCT Patches Closed

	Audio_Video	Business & Enterprise	Communications	Development	Home_Education	Games	Graphics	Science & Engineering	Security & Utilities	System Administration
Audio_Video		21,732962 14,334500 0,588	21,732962 8,958500 0,499	21,732962 41,919256 0,158	21,732962 25,625000 0,784	21,732962 20,627350 0,940	21,732962 28,423150 0,663	21,732962 41,551000 0,214	21,732962 13,472700 0,566	21,732962 ,000000 0,053
Business & Enterprise			14,334500 8,958500 0,763	14,334500 41,919256 0,035	14,334500 25,625000 0,378	14,334500 20,627350 0,639	14,334500 28,423150 0,319	14,334500 41,551000 0,068	14,334500 13,472700 0,947	14,334500 ,000000 0,110
Communications				8,958500 41,919256 0,075	8,958500 25,625000 0,362	8,958500 20,627350 ,533	8,958500 28,423150 ,312	8,958500 41,551000 ,100	8,958500 13,472700 ,806	8,958500 ,000000 ,569
Development					41,919256 25,625000 ,223	41,919256 20,627350 ,131	41,919256 28,423150 ,354	41,919256 41,551000 ,980	41,919256 13,472700 ,040	41,919256 ,000000 ,000
Home_Education						25,625000 20,627350 ,720	25,625000 28,423150 ,848	25,625000 41,551000 ,293	25,625000 13,472700 ,372	25,625000 ,000000 ,013
Games							20,627350 28,423150 ,607	20,627350 41,551000 ,185	20,627350 13,472700 ,614	20,627350 ,000000 ,058
Graphics								28,423150 41,551000 ,418	28,423150 13,472700 ,314	28,423150 ,000000 ,018
Science & Engineering									41,551000 13,472700 ,071	41,551000 ,000000 ,002
Security & Utilities										13,472700 ,000000 ,180
System Administration										

PCT Featured Requests Opened

	Audio_Video	Business & Enterprise	Communications	Development	Home_Education	Games	Graphics	Science & Engineering	Security & Utilities	System Administration
Audio_Video		29,720739 2,280000 0,057	29,720739 19,844000 0,504	29,720739 34,069000 0,781	29,720739 39,811500 0,483	29,720739 19,848500 0,531	29,720739 48,007950 0,193	29,720739 35,161900 0,733	29,720739 26,724350 0,836	29,720739 19,166650 0,472
Business & Enterprise			2,280000 19,844000 0,197	2,280000 34,069000 0,033	2,280000 39,811500 0,006	2,280000 19,848500 0,231	2,280000 48,007950 0,001	2,280000 35,161900 0,031	2,280000 26,724350 0,068	2,280000 19,166650 0,210
Communications				19,844000 34,069000 0,348	19,844000 39,811500 0,150	19,844000 19,848500 1,000	19,844000 48,007950 ,039	19,844000 35,161900 ,322	19,844000 26,724350 ,619	19,844000 19,166650 ,961
Development					34,069000 39,811500 ,695	34,069000 19,848500 ,377	34,069000 48,007950 ,330	34,069000 35,161900 ,946	34,069000 26,724350 ,619	34,069000 19,166650 ,322
Home_Education						-,000034 -,040979 ,292	39,811500 48,007950 ,522	39,811500 35,161900 ,756	39,811500 26,724350 ,331	39,811500 19,166650 ,134
Games							19,848500 48,007950 ,056	19,848500 35,161900 ,350	19,848500 26,724350 ,644	19,848500 19,166650 ,964
Graphics								48,007950 35,161900 ,380	48,007950 26,724350 ,105	48,007950 19,166650 ,033
Science & Engineering									35,161900 26,724350 ,576	35,161900 19,166650 ,298
Security & Utilities										26,724350 19,166650 ,582
System Administration										

PCT_Featured Requests_Closed

	Audio_Video	Business & Enterprise	Communications	Development	Home_Education	Games	Graphics	Science & Engineering	Security & Utilities	System Administration
Audio_Video		35,395129 1,818423 0,016	35,395129 42,022000 0,646	35,395129 44,504000 0,566	35,395129 38,020450 0,857	35,395129 29,299450 0,696	35,395129 41,398550 0,684	35,395129 48,638500 0,375	35,395129 25,558150 0,575	35,395129 ,000000 0,005
Business & Enterprise			1,818423 42,022000 0,001	1,818423 44,504000 0,003	1,818423 38,020450 0,004	1,818423 29,299450 0,042	1,818423 41,398550 0,002	1,818423 48,638500 0,000	1,818423 25,558150 0,131	1,818423 ,000000 0,804
Communications				42,022000 44,504000 0,865	42,022000 38,020450 0,762	42,022000 29,299450 ,375	42,022000 41,398550 ,963	42,022000 48,638500 ,624	42,022000 25,558150 ,318	42,022000 ,000000 ,000
Development					44,504000 38,020450 ,661	44,504000 29,299450 ,336	44,504000 41,398550 ,835	44,504000 48,638500 ,783	44,504000 25,558150 ,287	44,504000 ,000000 ,001
Home_Education						38,020450 29,299450 ,547	38,020450 41,398550 ,803	38,020450 48,638500 ,440	38,020450 25,558150 ,453	38,020450 ,000000 ,001
Games							29,299450 41,398550 ,409	29,299450 48,638500 ,194	29,299450 25,558150 ,830	29,299450 ,000000 ,014
Graphics								41,398550 48,638500 ,601	41,398550 25,558150 ,344	41,398550 ,000000 ,000
Science & Engineering									48,638500 25,558150 ,174	48,638500 ,000000 ,000
Security & Utilities										25,558150 ,000000 ,073
System Administration										

PCT_Read Transactions

	Audio_Video	Business & Enterprise	Communications	Development	Home_Education	Games	Graphics	Science & Engineering	Security & Utilities	System Administration
Audio_Video		18,83 22,18 0,365	24,08 16,93 0,086	19,45 21,55 0,570	22,30 18,70 0,330	22,95 18,05 0,185	25,25 15,75 0,010	26,10 14,80 0,002	16,78 24,23 0,044	19,70 21,30 0,665
Business & Enterprise			20,00 21,00 0,787	21,88 19,13 0,457	22,90 18,10 0,194	23,75 17,25 0,079	25,20 15,80 0,011	25,95 15,05 0,003	19,03 21,98 0,425	21,48 19,53 0,598
Communications				22,85 18,15 0,204	24,40 16,60 0,035	25,20 15,80 0,011	26,75 14,25 0,001	28,05 12,95 0,000	19,35 21,65 0,534	22,55 18,45 0,267
Development					23,30 17,70 0,130	23,60 17,40 0,094	26,35 14,65 0,002	27,35 13,65 0,000	17,75 23,25 0,137	20,85 20,15 0,850
Home_Education						21,28 19,73 0,675	25,30 15,70 0,009	24,65 16,35 0,025	16,75 24,25 0,043	18,20 22,80 0,213
Games							24,10 16,90 0,051	23,55 17,45 0,099	15,45 25,55 0,006	18,05 22,95 0,185
Graphics								18,40 22,60 0,256	13,80 27,20 0,000	15,30 25,70 0,005
Science & Engineering									13,35 27,65 0,000	15,00 26,00 0,003
Security & Utilities										22,88 18,13 0,199
System Administration										

PCT_Write Transactions

	Audio_Video	Business & Enterprise	Communications	Development	Home_Education	Games	Graphics	Science & Engineering	Security & Utilities	System Administration
Audio_Video		-50,469800 -31,608000 0,396	-50,469800 -34,104500 0,487	-50,469800 -53,465000 0,923	-50,469800 -62,027600 0,764	-50,469800 -108,295550 0,087	-50,469800 -72,934800 0,373	-50,469800 -66,435100 0,670	-50,469800 -76,902650 0,597	-50,469800 -115,839600 0,509
Business & Enterprise			-31,608000 -34,104500 0,915	-31,608000 -53,465000 0,483	-31,608000 -62,027600 0,430	-31,608000 -108,295550 0,025	-31,608000 -72,934800 0,104	-31,608000 -66,435100 0,354	-31,608000 -76,902650 0,366	-31,608000 -115,839600 0,396
Communications				-34,104500 -53,465000 0,547	-34,104500 -62,027600 0,477	-34,104500 -108,295550 0,034	-34,104500 -72,934800 0,145	-34,104500 -66,435100 0,399	-34,104500 -76,902650 0,398	-34,104500 -115,839600 0,411
Development					-53,465000 -62,027600 0,846	-53,465000 -108,295550 0,172	-53,465000 -72,934800 0,559	-53,465000 -66,435100 0,765	-53,465000 -76,902650 0,667	-53,465000 -115,839600 0,538
Home_Education						-62,027600 -108,295550 0,313	-62,027600 -72,934800 0,786	-62,027600 -66,435100 0,928	-62,027600 -76,902650 0,801	-62,027600 -115,839600 0,604
Games							-108,295550 -72,934800 0,317	-108,295550 -66,435100 0,352	-108,295550 -76,902650 0,573	-108,295550 -115,839600 0,941
Graphics								-72,934800 -66,435100 0,868	-72,934800 -76,902650 0,938	-72,934800 -115,839600 0,666
Science & Engineering									-66,435100 -76,902650 0,857	-66,435100 -115,839600 0,633
Security & Utilities										-76,902650 -115,839600 0,719
System Administration										

PCT_Write Files

	Audio_Video	Business & Enterprise	Communications	Development	Home_Education	Games	Graphics	Science & Engineering	Security & Utilities	System Administration
Audio_Video		-389,559650 -128,693500 0,125	-389,559650 -159,558000 0,168	-389,559650 -801,893500 0,456	-389,559650 -1206,319850 0,167	-389,559650 -205,563100 0,264	-389,559650 -253,569750 0,422	-389,559650 -565,582250 0,519	-389,559650 -259,221550 0,446	-389,559650 -92,355600 0,081
Business & Enterprise			-128,693500 -159,558000 0,656	-128,693500 -801,893500 0,209	-128,693500 -1206,319850 0,065	-128,693500 -205,563100 0,214	-128,693500 -253,569750 0,117	-128,693500 -565,582250 0,067	-128,693500 -259,221550 0,117	-128,693500 -92,355600 0,586
Communications				-159,558000 -801,893500 0,230	-159,558000 -1206,319850 0,073	-159,558000 -205,563100 0,454	-159,558000 -253,569750 0,235	-159,558000 -565,582250 0,080	-159,558000 -259,221550 0,227	-159,558000 -92,355600 0,316
Development					-801,893500 -1206,319850 0,598	-801,893500 -205,563100 0,264	-801,893500 -253,569750 0,306	-801,893500 -565,582250 0,680	-801,893500 -259,221550 0,311	-801,893500 -92,355600 0,186
Home_Education						-1206,319850 -205,563100 0,085	-1206,319850 -253,569750 0,101	-1206,319850 -565,582250 0,286	-1206,319850 -259,221550 0,103	-1206,319850 -92,355600 0,057
Games							-205,563100 -253,569750 0,503	-205,563100 -565,582250 0,123	-205,563100 -259,221550 0,477	-205,563100 -92,355600 0,058
Graphics								-253,569750 -565,582250 0,187	-253,569750 -259,221550 0,950	-253,569750 -92,355600 0,040
Science & Engineering									-565,582250 -259,221550 0,191	-565,582250 -92,355600 0,048
Security & Utilities										-259,221550 -92,355600 0,042
System Administration										

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η ενότητα αυτή συζητά τα αποτελέσματα των στατιστικών τεχνικών που εφαρμόστηκαν στο σύνολο των δεδομένων που συγκεντρώσαμε για την έρευνά μας.

Αρχικά θα πρέπει από το κεφάλαιο 3, να απομονωθούν οι ρυθμοί μεταβολής που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά. Η διαδικασία αυτή προσδίδει τα παρακάτω αποτελέσματα, ανά ζεύγος και ανά κατηγορία λογισμικού.

Μεταβλητή	Κατηγορία-1	Κατηγορία-2
Bugs Closed	Audio Video	Business & Enterprise
Patches Opened	Audio Video	Business & Enterprise
Read Transactions	Audio Video	Business & Enterprise
Patches Closed	Audio Video	Communications
Write Transactions	Audio Video	Communications
Patches Opened	Audio Video	Development
Patches Closed	Audio Video	Home and Education
Feature Requests Closed	Audio Video	Home and Education
Read Transactions	Audio Video	Home and Education
Feature Requests Opened	Audio Video	Graphics
Bugs Opened	Audio Video	Security and Utilities
Bugs Closed	Audio Video	Security and Utilities
Patches Closed	Audio Video	Security and Utilities
Bugs Closed	Audio Video	System Administration
Patches Closed	Audio Video	System Administration
Write Files	Audio Video	System Administration
Bugs Opened	Business & Enterprise	Development
Bugs Closed	Business & Enterprise	Development
Feature Requests Closed	Business & Enterprise	Home and Education
Read Transactions	Business & Enterprise	Games
Write Transactions	Business & Enterprise	Games
Bugs Opened	Business & Enterprise	Graphics
Bugs Opened	Business & Enterprise	Science & Engineering
Bugs Closed	Business & Enterprise	Science & Engineering
Write Files	Business & Enterprise	Science & Engineering
Patches Opened	Communications	Home and Education
Patches Closed	Communications	Home and Education
Feature Requests Closed	Communications	Home and Education
Write Files	Communications	Games
Read Transactions	Communications	Graphics

Write Transactions	Communications	Science & Engineering
Write Files	Communications	Science & Engineering
Bugs Closed	Communications	Security and Utilities
Read Transactions	Communications	Security and Utilities
Bugs Opened	Communications	System Administration
Bugs Closed	Communications	System Administration
Patches Opened	Communications	System Administration
Patches Closed	Communications	System Administration
Downloads	Development	Home and Education
Bugs Closed	Development	Home and Education
Patches Closed	Development	Home and Education
Read Transactions	Development	Graphics
Write Files	Development	Science & Engineering
Read Transactions	Development	Security and Utilities
Bugs Opened	Development	System Administration
Patches Opened	Development	System Administration
Patches Closed	Development	System Administration
Read Transactions	Home and Education	Games
Write Transactions	Home and Education	Games
Bugs Opened	Home and Education	Graphics
Bugs Closed	Home and Education	Graphics
Downloads	Home and Education	Science & Engineering
Feature Requests Closed	Home and Education	Science & Engineering
Downloads	Home and Education	Security and Utilities
Feature Requests Opened	Home and Education	Security and Utilities
Bugs Opened	Games	System Administration
Bugs Closed	Games	System Administration
Read Transactions	Games	System Administration
Write Files	Graphics	Science & Engineering
Bugs Opened	Science & Engineering	System Administration
Bugs Closed	Science & Engineering	System Administration

	Audio_Video	Business & Enterprise	Communications	Development	Home_Education	Games	Graphics	Science & Engineering	Security & Utilities	System Administration
Audio_Video		Bugs Closed Patches Opened Read Transactions	Patches Closed Write Transactions	Patches Opened	Patches Closed Feature Requests Closed Read Transactions		Feature Requests Opened		Bugs Opened Bugs Closed Patches Closed	Bugs Closed Patches Closed Write Files
Business & Enterprise				Bugs Opened Bugs Closed	Feature Requests Closed	Read Transactions Write Transactions	Bugs Opened	Bugs Opened Bugs Closed Write Files		
Communications					Patches Opened Patches Closed Feature Requests Closed	Write Files	Read Transactions	Write Transactions Write Files	Bugs Closed Read Transactions	Bugs Opened Bugs Closed Patches Opened Patches Closed
Development					Downloads Bugs Closed Patches Closed		Read Transactions	Write Files	Read Transactions	Bugs Opened Patches Opened Patches Closed
Home_Education						Read Transactions Write Transactions	Bugs Opened Bugs Closed	Downloads Feature Requests Closed	Downloads Feature Requests Opened	
Games										Bugs Opened Bugs Closed Read Transactions
Graphics								Write Files		
Science & Engineering										Bugs Opened Bugs Closed
Security & Utilities										
System Administration										

Από τους παραπάνω πίνακες προκύπτουν τα βασικά αποτελέσματα της έρευνας. Αρχικά, μπορούμε να ξεχωρίσουμε τις κατηγορίες λογισμικού σε κατηγορίες που έχουν παρόμοια εξέλιξη, και σε ζευγη κατηγοριών με μεγάλες διαφορές ως προς τις μετρικές κοινοτήτων. Η πιο διαφορετική εξέλιξη ως προς τις κοινότητες ανάπτυξης εμφανίζεται μεταξύ των κατηγοριών Communications και System Administration, οι οποίες παρουσιάζουν διαφορετικούς ρυθμούς εξέλιξης σε τέσσερις (4) μετρικές κοινότητας. Ως προς την ομοιόμορφη εξέλιξη, οι πιο κοντινές κατηγορίες είναι οι : Business & Enterprise με την Communications, Communications με την Development, Audio & Video με την Games, Development με την Games, Games με την Graphics, Audio & Video με την Science & Engineering, Games με την Science & Engineering, Business & Enterprise με την Security & Utilities, Games με την Security & Utilities, Graphics με την Security & Utilities, Science & Engineering με την Security & Utilities, Business & Enterprise με την System Administration, Home & Education με την System Administration, Graphics με την System Administration και η Security & Utilities με την System Administration που δεν διαφέρουν σε κανένα ρυθμό εξέλιξης της κοινότητας. Τέλος μια διαφορά παρουσιάζουν οι κατηγορίες: Audio & Video με την Development, Communications με την Games, Audio & Video με την

Graphics, Business & Enterprise με την Graphics, Communications με την Graphics, Development με την Graphics, Development με την Science & Engineering, Graphics με την Science & Engineering και η Development με την System Administration.

5. ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑΣ

Η ενότητα αυτή ασχολείται με την παρουσίαση των εσωτερικών και εξωτερικών κινδύνων που μπορούν να επηρεάσουν την εγκυρότητα της έρευνάς μας. Κατ' αρχάς, εφόσον τα αντικείμενα της συγκεκριμένης μελέτης περίπτωσης είναι κατηγορίες ανοιχτού λογισμικού, τα αποτελέσματα ίσως να μην είναι σωστά για αντίστοιχες εφαρμογές κλειστού λογισμικού. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι το μέγεθος του δείγματος που πήραμε είναι αντιπροσωπευτικό του συνολικού πλήθους των προγραμμάτων ανοιχτού λογισμικού και η γενίκευση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από το δείγμα για το τι ισχύει στο σύνολο του πληθυσμού είναι αρκετά ασφαλής. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε μόνο ένα αποθετήριο κώδικα, που ονομάζεται Sourceforge.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εργασία αυτή στοχεύει στη μελέτη της εξέλιξης των κοινοτήτων ανάπτυξης ανοιχτού λογισμικού. Οι μετρικές κοινότητας μελετήθηκαν μέσω μιας εμπειρικής μελέτης, όπου αξιολογήσαμε την εξέλιξη και την αυξομείωση των μετρικών στο πέρασμα των γενεών. Από τον έλεγχο των υποθέσεων προκύπτουν σημαντικά συμπεράσματα, σχετικά με τις κατηγορίες ανοιχτού λογισμικού και το πως εξελίσσονται οι κοινότητες που τα αναπτύσσουν και τα συντηρούν. Πιθανή επέκταση της μελέτης θα ήταν ο συσχετισμός των μετρικών κοινότητας με μετρικής δομικής ποιότητας του λογισμικού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Basili V.R., Selby R.W., Hutchens D.H. (1986), "Experimentation in Software Engineering", *In IEEE Transactions on Software Engineering*, IEEE Computer Society, Vol.13, No 07, pp. 733-743.
- Chidamber S. R., Kemerer C. F. (1994), "A Metrics Suite for Object Oriented Design", *IEEE Transactions on Software Engineering*, IEEE, Vol. 20, No 6, pp.476-493.
- Feller J., Fitzgerald B. (2002), "Understanding open source software development", *Addison-Wesley Longman*, Boston, MA, 1st edition
- Kitchenham B., Pfleeger S.L.(1996), "Software Quality: The Elusive Target", *IEEE Software*, IEEE Computer Society, Vol, 13, No 1, pp. 12-21.
- Kitchenham B., Pickard L., Pfleeger S.L. (1995), "Case Studies for Method and Tool Evaluation", *In IEEE Software*, Vol. 12, No 04, pp. 52-62.
- Samoladas I., Stamelos I, Angelis L., Oikonomou A. (2004), "Open source software development should strive for even greater code maintainability", *In Communications of the ACM*, Association of Computing Machinery, Vol. 47, No 10, pp. 83-87.
- Wohlin C., Runeson P., Host M., Ohlsson M.C., Regnell B., Wesslen A. (2000), "Experimentation in Software Engineering", *Kluwer Academic Publishers*, Boston/ Dordrecht/ London, 1st edition.
- R.D. Banker and C.F. Kemerer, "Scale Economies in New Software Development," *IEEE Trans. Software Eng.*, vol. 15, no. 10, pp. 1,199±1,205, 1989.
- V.R. Basili, L.C. Briand, S. Condon, Y.-M. Kim, W. Melo, and J. Valett, "Understanding and Predicting the Process of Software Maintenance Releases," *Proc. 18th Int'l Conf. Software Eng.*, Berlin, 1996.
- L.A. Belady and M.M. Lehman, "A Model of Large Program Development," *IBM Systems J.*, vol. 15, no. 1, pp. 225±252, 1976.
- K. Bennett, "Software Evolution: Past Present and Future," *Information and Software Technology*, vol. 38, pp. 673±680, 1996.
- S. Cha, I.S. Chung, and Y.R. Kwon, "Complexity Measures for Concurrent Programs Based on Information-Theoretic Metrics," *Information Processing Letters*, vol. 46, pp. 43±50, 1993.
- C.K.S. Chong Hok Yuen, "A Statistical Rationale for Evolution Dynamics Concepts," *Proc. Conf. Software Maintenance*, Austin, Tex., 1987.
- J. Dvorak, "Conceptual Entropy and its Effect on Class Hierarchies," *Computer*, pp. 59±63, 1994.
- D. Gefen and S.L. Schneberger, "The Non-Homogeneous Maintenance Periods: A Case Study of Software Modifications," *Proc. Conf. Software Maintenance*, IEEE, Monterey, Calif., 1996.
- M.E. Holmes and R.E. Sykes, "A Test of the Fit of Gullivers's Phase Model to Hostage Negotiations," *Comm. Studies*, vol. 44, pp. 38±55, 1993.

C.F. Kemerer, "Empirical Research on Software Complexity and Software Maintenance," *Annals of Software Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 1± 22, 1995.

R.J. Landis and G.G. Koch, "The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data," *Biometrics*, vol. 22, pp. 159-174, 1977.

M.M. Lehman, "Programs, Life Cycles, and Laws of Software Evolution," *Proc. Special Issue Software Eng., IEEE*, vol. 68, no. 9, pp. 1,060±1,076, 1980.

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.

D.E. Perry, "Dimensions of Software Evolution," *Proc. Conf. Software Maintenance, IEEE*, 1994.

R. Saberwhal and D. Robey, "An Empirical Taxonomy of Implementation Processes Based on Sequences of Events in Information System Development," *Organization Science*, vol. 4, pp. 548-576, 1993.

The Free Software Foundation <http://www.fsf.org>

The Open Source Initiative <http://www.opensource.org>

Ελληνική κοινότητα Ελεύθερου Λογισμικού/Λογισμικού Ανοιχτού Κώδικα (ΕΛ/ΛΑΚ)

<http://www.ellak.gr/>