ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2000)

2ο Συνέδριο ΕΤΠΕ «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

Ποιοτική και Ποσοτική Ανάλυση Κίνησης στο Ελληνικό Σχολικό Δίκτυο

Νίκος Αδαμόπουλος , Χρήστος Μπούρας

Βιβλιογραφική αναφορά:

Αδαμόπουλος Ν., & Μπούρας Χ. (2025). Ποιοτική και Ποσοτική Ανάλυση Κίνησης στο Ελληνικό Σχολικό Δίκτυο. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 182–192. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/8251

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 21/01/2026 21:46:47

Ποιοτική και Ποσοτική Ανάλυση Κίνησης στο Ελληνικό Σχολικό Δίκτυο

Νίκος Αδαμόπουλος
Μηχανικός Η/Υ & Πληροφορικής, MSc (adamopou@cti.gr)
Χρήστος Μπούρας
Επίκουρος Καθηγητής (bouras@cti.gr)
Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών
Τομέας Δικτυακών Τεχνολογιών, Πανεπιστήμιο Πατρών – Κτίριο Β'
26500 – Ρίο Πατρών

Περίληψη
Παρουσιάζεται ο σχεδιασμός και ο τρόπος λειτουργίας του accounting management (διαχείριση καταγραφής χρήσης) μηχανισμού του Ελληνικού Σχολικού Δικτύου. Ο μηχανισμός αυτός υλοποιείται από ένα κατανεμημένο σύστημα συλλογής της accounting πληροφορίας την οποία συγκεντρώνει και αρχειοθετεί αυτόματα σε κεντρικό εξυπηρετητή για περαιτέρω ανάλυση, δημοσίευση στατιστικών στοιχείων στο διαδίκτυο και δημιουργία αναφορών χρήσης των δικτυακών πόρων. Παρουσιάζονται στατιστικά στοιχεία που δημιουργεί αυτός ο μηχανισμός και που δείχνουν την συμπεριφορά των χρηστών του δικτύου, καθώς επίσης την εξέλιξη της κίνησης του δικτύου κατά τη φάση της ανάπτυξής του.
Λέξεις κλειδιά
Δίκτυα, Σχολικά Δίκτυα, Εκπαιδευτικά Δίκτυα, Αρχιτεκτονική Δικτύων, Καταγραφή Χρήσης, Ανάλυση Κίνησης, Συμπεριφορά Χρηστών.

Abstract
In this paper we present the design and the operation mode of an accounting management mechanism that concerns with the Greek School Network. This mechanism is implemented with a distributed collection system of the accounting data information. The system collects and files automatically the data information in a main server for further processing, publication of the statistics on the web and generation of usage reports about the network resources. Also in this paper, we present statistics created by this mechanism, which show the network users' behavior and the process of the network traffic during its development phase.

Εισαγωγή

Στα πλαίσια αυτής της εργασίας προσεγγίστηκε το θέμα του accounting management (διαχείριση καταγραφής χρήσης) του Ελληνικού Σχολικού Δικτύου (βλ. στο 0). Το δίκτυο αυτό καλείται να διασυνδέσει με ένα ενιαίο δίκτυο, αλλά και με το διαδίκτυο, το σύνολο των εκπαιδευτικών και διοικητικών μονάδων της Δευτεροβάθμιας και Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης της Ελλάδας. Μέσω αυτού του δικτύου οι μαθητές, οι εκπαιδευτικοί, αλλά και οι διοικητικοί υπάλληλοι θα έχουν δυνατότητα πρόσβασης σε μία σειρά από δικτυακές υπηρεσίες οι οποίες είναι δυνατό να συμβάλουν στην βελτίωση της μαθησιακής διαδικασίας αλλά και στο διοικητικό εκσυγχρονισμό των φορέων της εκπαίδευσης.

Η πρώτη φάση της δημιουργίας του Ελληνικού Σχολικού Δικτύου υλοποιήθηκε στα πλαίσια του έργου Ε32-"Ασκοί του Αιόλου" της Ενέργειας "Οδύσσεια" του Ε.Π.Ε.Α.Κ. του Υπ.Ε.Π.Θ. (βλ. στα 0 και 0). Στη φάση αυτή εγκαταστάθηκε δικτυακή υποδομή σε 29 νομούς της Ελλάδας όπου και διασυνδέθηκαν 30 Διευθύνσεις και Γραφεία της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, 370 Σχολικά Εργαστήρια Γυμνασίων, Ενιαίων Λυκείων, Τ.Ε.Ε., Σ.Ε.Κ. και Δημοτικών Σχολείων που συμμετέχουν στην Ενέργεια, και 1000 εκπαιδευτικών και διοικητικών μονάδων που δεν συμμετέχουν στην Ενέργεια (βλ. στο 0). Το δίκτυο που έχει ήδη δημιουργηθεί θα επεκταθεί ώστε να καλύψει το σύνολο των εκπαιδευτικών και διοικητικών μονάδων της χώρας και θα ολοκληρωθεί από άλλα σχετικά έργα και δράσεις στα πλαίσια του έργου "EDUnet" (βλ. στο 0).

Για τον σχεδιασμό αυτού του δικτύου ελήφθησαν υπόψη ανάλογες δράσεις από το χώρο της διεθνούς κοινότητας αλλά και η πρόσφατη ελληνική εμπειρία από την υλοποίηση του αντίστοιχου δικτύου της Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Ωστόσο, πρέπει να επισημανθεί ότι η διεθνής εμπειρία από την διαδικτύωση των μονάδων της μέσης εκπαίδευσης δεν θεωρείται ακόμα ώριμη για να καταγράψει έγκυρα συμπεράσματα. Επιπλέον, τα όποια συμπεράσματα δεν είναι απολύτως ασφαλές να θεωρηθεί ότι ισχύουν και στην ελληνική πραγματικότητα. Το ίδιο συμβαίνει και με τα καταγεγραμμένα στοιχεία της ελληνικής εμπειρίας από την διαδικτύωση της Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Έτσι κατά το σχεδιασμό του δικτύου έγιναν αρκετές παραδοχές και εκτιμήσεις τόσο για τον τρόπο παροχής των δικτυακών υπηρεσιών όσο και για το κόστος λειτουργίας του.

Επομένως, είναι πολύ σημαντική η μελέτη της συμπεριφοράς των συγκεκριμένων χρηστών του Ελληνικού Σχολικού Δικτύου, δυνατότητα που δίνεται μόνο μέσα από την ανάλυση της πληροφορίας εκείνης που δείχνει τον τρόπο χρήσης των πόρων κατά την πρώτη φάση της λειτουργίας του δικτύου. Έτσι, η εμπειρία που αποκτάται μπορεί να αξιοποιηθεί στις επόμενες φάσεις της δημιουργίας και λειτουργίας του Ελληνικού Σχολικού Δικτύου για τη βελτιστοποίηση της παροχής των δικτυακών υπηρεσιών αλλά και τον έλεγχο του λειτουργικού κόστους του.

Για αυτό το σκοπό σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε στο υπάρχον δίκτυο κατάλληλος accounting μηχανισμός με σκοπό την συλλογή και επεξεργασία της πληροφορίας που δείχνει τον τρόπο χρήσης των πόρων. Κατά τους πρώτους μήνες της εφαρμογής του μηχανισμού έχει ήδη συλλεχθεί μεγάλος όγκος πληροφορίας που δίνει τα πρώτα αποτελέσματα για τη συμπεριφορά των χρηστών του Ελληνικού Σχολικού Δικτύου.

Στην εργασία αυτή γίνεται αρχικά μία μικρή εισαγωγή με σκοπό την περιγραφή του σημερινού πλαισίου εργασίας στην ανάλυση κίνησης των δικτύων. Στη συνέχεια περιγράφεται η τοπολογία, οι παρεχόμενες υπηρεσίες και ο τρόπος διαχείρισης του Ελληνικού Σχολικού Δικτύου. Ακολουθεί η περιγραφή της αρχιτεκτονικής του accounting μηχανισμού που εφαρμόστηκε και λειτουργεί στο δίκτυο. Τέλος, παρουσιάζονται μετρήσεις και στατιστικά στοιχεία που δημιουργούνται από τον accounting μηχανισμό, καθώς και μία πρώτη καταγραφή της συμπεριφοράς των χρηστών του δικτύου.

Το σημερινό πλαίσιο στο accounting management των δικτύων

Η ραγδαία εξάπλωση και εξέλιξη των δικτύων δεδομένων, η παροχή νέων υπηρεσιών και η όλο και μεγαλύτερη αξιοποίησή τους τα τελευταία χρόνια έχει οδηγήσει αναπόφευκτα στην ανάπτυξη της ερευνητικής περιοχής του accounting management των δικτύων. Το accounting management είναι ένα από τα βασικά συστατικά μέρη της διαχείρισης δικτύων (βλ. στο 0) και αφορά τη δημιουργία, συλλογή, αρχειοθέτηση και επεξεργασία της πληροφορίας εκείνης που δείχνει τη χρήση των πόρων ενός δικτύου. Στη συνέχεια η επεξεργασμένη accounting πληροφορία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μελέτη της συμπεριφοράς των χρηστών του δικτύου, υπολογισμό της χωρητικότητας και βέλτιστη αξιοποίηση των πόρων, έλεγχο του QoS (επίπεδο ποιότητας παροχής των υπηρεσιών), σχεδίαση των πλάνων ανάπτυξης και επέκτασης, διαμόρφωση των πολιτικών χρέωσης, κοστολόγηση, τιμολόγηση, κ.α.

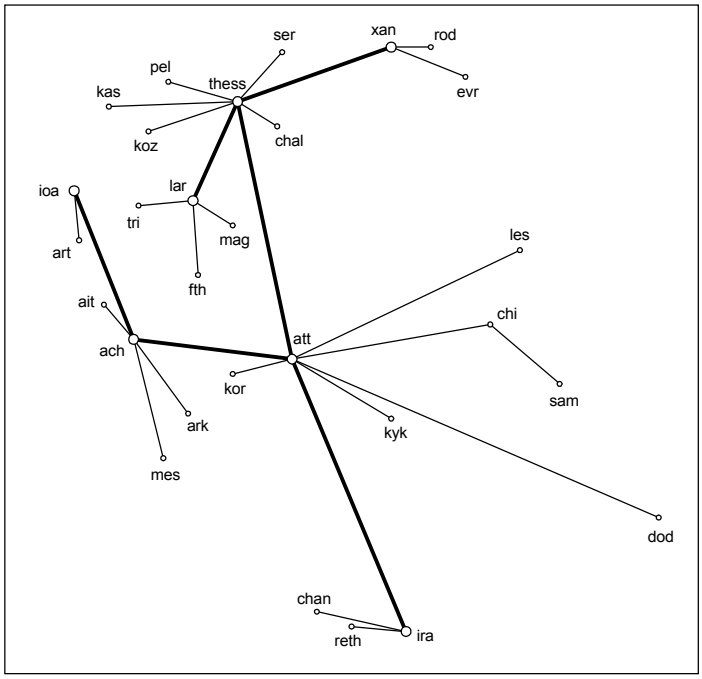
Ένα accounting σύστημα καλείται να καλύψει ένα ευρύ φάσμα αναγκών οι οποίες μπορεί να διαφέρουν ριζικά από υλοποίηση σε υλοποίηση. Για το λόγο αυτό δεν έχει παρουσιαστεί μέχρι σήμερα κάποιο πρότυπο που να καλύπτει συνολικά το θέμα παρά μόνο τμηματικά ή αποσπασματικά. Επομένως, ο σκοπός του accounting management είναι η σύνθεση ενός συνόλου έτοιμων και η ανάπτυξη νέων μοντέλων και εργαλείων για την κάλυψη των αναγκών της εκάστοτε υλοποίησης (βλ. στα 0 και 0). Οι παράμετροι που επηρεάζουν τη λειτουργία ενός accounting συστήματος και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά το σχεδιασμό του είναι: α) οι συγκεκριμένες ανάγκες που προορίζεται να καλύψει, β) η ανθεκτικότητα του συστήματος στα σφάλματα, και γ) οι απαιτήσεις σε δικτυακούς πόρους όπως είναι το εύρος ζώνης δικτύου, το μέγεθος της μνήμης και η απαιτούμενη υπολογιστική ισχύς.

Ένα από τα βασικά πρότυπα που χρησιμοποιούνται είναι το SNMP το οποίο αφορά τη διαχείριση των δικτύων γενικότερα. Το πλαίσιο εργασίας αυτού του προτύπου περιγράφεται στο 0. Άλλα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται για τους σκοπούς του accounting είναι το TACACS+ (βλ. στο 0) και το RADIUS (βλ. στο 0) τα οποία αποτελούν φορείς authentication (πιστοποίηση), authorization (εξουσιοδότηση) και accounting πληροφορίας. Τέλος, υπάρχει ένα πλήθος από αρχιτεκτονικές και πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται, όπως η αρχιτεκτονική RTFM (RealTime Traffic Flow Measurement), η αρχιτεκτονική NetFlow, τα traffic probes, κ.α.

Περιγραφή του δικτύου

Δομή του δικτύου

Η διασύνδεση των εκπαιδευτικών και διοικητικών μονάδων επιτυγχάνεται μέσω 29 Σημείων Παρουσίας του δικτύου τα οποία προσφέρουν τις απαραίτητες δικτυακές υπηρεσίες. Τα Σημεία Παρουσίας διασυνδέονται τόσο μεταξύ τους όσο και με το διαδίκτυο (βλ. Σχήμα 1).



Σχήμα 1 - Αναπαράσταση του Δικτύου Κορμού και Διανομής

Η δομή της τοπολογίας του δικτύου έχει ιεραρχικό σχήμα και αποτελείται από τα εξής επίπεδα:

Δίκτυο Κορμού. Στο Σχήμα 1 παρουσιάζεται με έντονες γραμμές το Δίκτυο Κορμού που αποτελεί τον βασικό κορμό του δικτύου. Χρησιμοποιείται η υπάρχουσα υποδομή του Εθνικού Δικτύου Έρευνας και Τεχνολογίας (Ε.Δ.Ε.Τ. – βλ. στο 0).

Δίκτυο Διανομής. Είναι εκείνο το τμήμα του δικτύου που διασυνδέει τα Σημεία Παρουσίας, τόσο μεταξύ τους όσο και με το Δίκτυο Κορμού. Τα Σημεία Παρουσίας που διασυνδέονται άμεσα με τα αντίστοιχα σημεία του Δικτύου Κορμού ονομάζονται Περιφερειακοί Κόμβοι ενώ τα υπόλοιπα ονομάζονται Νομαρχιακοί Κόμβοι. Η διασύνδεση των τελευταίων με το δίκτυο επιτυγχάνεται μέσω της διασύνδεσής τους με τον πλησιέστερο Περιφερειακό Κόμβο.

Δίκτυο Πρόσβασης. Το Δίκτυο Πρόσβασης είναι το τμήμα του δικτύου που διασυνδέει τις εκπαιδευτικές και διοικητικές μονάδες με τα πλησιέστερα Σημεία Παρουσίας του Δικτύου Διανομής. Η διασύνδεση επιτυγχάνεται μέσω κατάλληλου ενεργού δικτυακού εξοπλισμού (δρομολογητές, modems, NT1, κ.α.) που εγκαθίσταται στις μονάδες και με χρήση διαφόρων

τύπων τηλεπικοινωνιακών κυκλωμάτων του ΟΤΕ. Υπάρχουν δύο είδη διασυνδέσεων που υλοποιούνται: α) σταθερές διασυνδέσεις με χρήση αφόρτιστων αναλογικών μισθωμένων κυκλωμάτων (analog leased lines) τα οποία διασυνδέουν με σταθερό λειτουργικό κόστος από άκρο σε άκρο τις μονάδες με τους Κόμβους, β) μη σταθερές διασυνδέσεις με χρήση ISDN και κοινών PSTN τηλεφωνικών κυκλωμάτων (στις περιοχές όπου υπάρχει αδυναμία από τον ΟΤΕ να παρέχει ISDN κυκλώματα) τα οποία διασυνδέουν με χρονοχρέωση τις μονάδες με τους Κόμβους. Στοιχεία που αφορούν τις παρεχόμενες ταχύτητες με τη χρήση αυτών των κυκλωμάτων παρουσιάζονται στο 0.

Τοπικό Δίκτυο Μονάδων. Κάθε εκπαιδευτική και διοικητική μονάδα είναι δυνατό να διαθέτει πολλούς σταθμούς εργασίας συνδεδεμένους σε ένα Τοπικό Δίκτυο. Η πρόσβαση στις δικτυακές υπηρεσίες του δικτύου επιτυγχάνεται συνδέοντας το Τοπικό Δίκτυο με την κατάλληλη θύρα (Ethernet) του δρομολογητή της μονάδας.

Οι Κόμβοι έχουν εγκατασταθεί σε κατάλληλο χώρο στις κεντρικές εγκαταστάσεις του ΟΤΕ κάθε περιοχής. Διαθέτουν κατάλληλο ενεργό δικτυακό εξοπλισμό που εξασφαλίζει τόσο τη δυνατότητα διασύνδεσης των εκπαιδευτικών και διοικητικών μονάδων της περιοχής με τον Κόμβο, όσο και τη δυνατότητα διασύνδεσης των Κόμβων μεταξύ τους. Τέλος, για την υποστήριξη της παροχής των δικτυακών υπηρεσιών, αλλά και της διαχείρισης του δικτύου, έχουν εγκατασταθεί εξυπηρετητές με κατάλληλο λογισμικό σε όλους τους Κόμβους.

Δικτυακές υπηρεσίες

Αρχικά παρουσιάζονται οι υπηρεσίες διασύνδεσης και στη συνέχεια οι βασικές δικτυακές υπηρεσίες που παρέχονται στους χρήστες του δικτύου και που εμπλέκονται με τον σχεδιασμό και την υλοποίηση του accounting μηχανισμού.

Οι υπηρεσίες διασύνδεσης των μονάδων με τα Σημεία Παρουσίας χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες ανάλογα με το είδος του τηλεπικοινωνιακού κυκλώματος που χρησιμοποιείται: α) σταθερής διασύνδεσης και β) μη σταθερής διασύνδεσης. Επίσης, υπάρχει διάκριση στις υπηρεσίες που εξασφαλίζουν την διασύνδεση των μονάδων που εντάσσονται στην Ενέργεια "Οδύσσεια" και σε αυτές που εξασφαλίζουν τη διασύνδεση μονάδων εκτός Ενέργειας.

Οι υπηρεσίες διασύνδεσης των μονάδων της Ενέργειας διαθέτουν ορισμένα χαρακτηριστικά που προσδίδουν ιδιαίτερο χαρακτήρα στο δίκτυο σε σχέση με τα αντίστοιχα δίκτυα των εμπορικών ISPs: α) στο Σημείο Παρουσίας αφιερώνεται μια τουλάχιστον θύρα ανά μονάδα για την εξασφάλιση της συνδεσιμότητας, β) στις περιπτώσεις των μη σταθερών διασυνδέσεων η έναρξη της επικοινωνίας μπορεί να πραγματοποιηθεί τόσο από την πλευρά των μονάδων όσο και από την πλευρά του Σημείου Παρουσίας, και γ) το αντίστοιχο λειτουργικό κόστος καλύπτεται από τον προϋπολογισμό της Ενέργειας. Πέρα από τις μονάδες που εντάσσονται στην Ενέργεια, δίνεται δυνατότητα διασύνδεσης και χρήσης των πόρων του δικτύου και σε άλλες εκπαιδευτικές και διοικητικές μονάδες που το επιθυμούν, με τρόπο ανάλογο με αυτόν των εμπορικών ISPs. Για το σκοπό αυτό γίνεται χρήση μη σταθερών διασυνδέσεων μέσω ISDN-BRI ή PSTN κυκλωμάτων. Τα χαρακτηριστικά των διασυνδέσεων των μονάδων εκτός Ενέργειας είναι: α) στο Σημείο Παρουσίας δεν αφιερώνεται θύρα για κάθε τέτοια μονάδα αλλά χρησιμοποιούνται τα Β-κανάλια των ISDN PRI θυρών που τυχαίνει να είναι ελεύθερα εκείνη τη χρονική στιγμή, και β) το αντίστοιχο λειτουργικό κόστος δεν καλύπτεται από τον προϋπολογισμό της Ενέργειας αλλά από τις ίδιες τις μονάδες.

Για την Email υπηρεσία χρησιμοποιείται σε κάθε Κόμβο του δικτύου η εφαρμογή Qmail η οποία αποτελεί τον κεντρικό εξυπηρετητή της υπηρεσίας αυτής για την αντίστοιχη περιοχή. Για την βελτιστοποίηση της ταχύτητας προσπέλασης των ιστοσελίδων από τους δικτυακούς τόπους του διαδικτύου, ο τοπικός εξυπηρετητής κάθε Κόμβου του δικτύου διενεργεί Web/FTP Caching μέσω της εφαρμογής Squid. Έτσι κάθε τοπικός εξυπηρετητής αποτελεί τον κεντρικό εξυπηρετητή της υπηρεσίας αυτής για την αντίστοιχη περιοχή. Στους ίδιους εξυπηρετητές έχει εφαρμοστεί πιλοτικό φιλτράρισμα στην προσπέλαση των ιστοσελίδων εκείνων με περιεχόμενο ακατάλληλο για ανηλίκους.

Διαχείριση του δικτύου

Για την διαχείριση της λειτουργίας του δικτύου έχει υλοποιηθεί και λειτουργεί στην Πάτρα το Κέντρο Ελέγχου Δικτύου (Network Operations Center – NOC) το οποίο επανδρώνεται από την κεντρική ομάδα διαχείρισης. Η λειτουργία του βασίζεται στις επιταγές του ISO μοντέλου διαχείρισης δικτύων που διακρίνει την διαχείριση στις επιμέρους κατηγορίες του performance, configuration, accounting, fault, και security management (βλ. στο 0).

Αρχιτεκτονική του accounting μηχανισμού

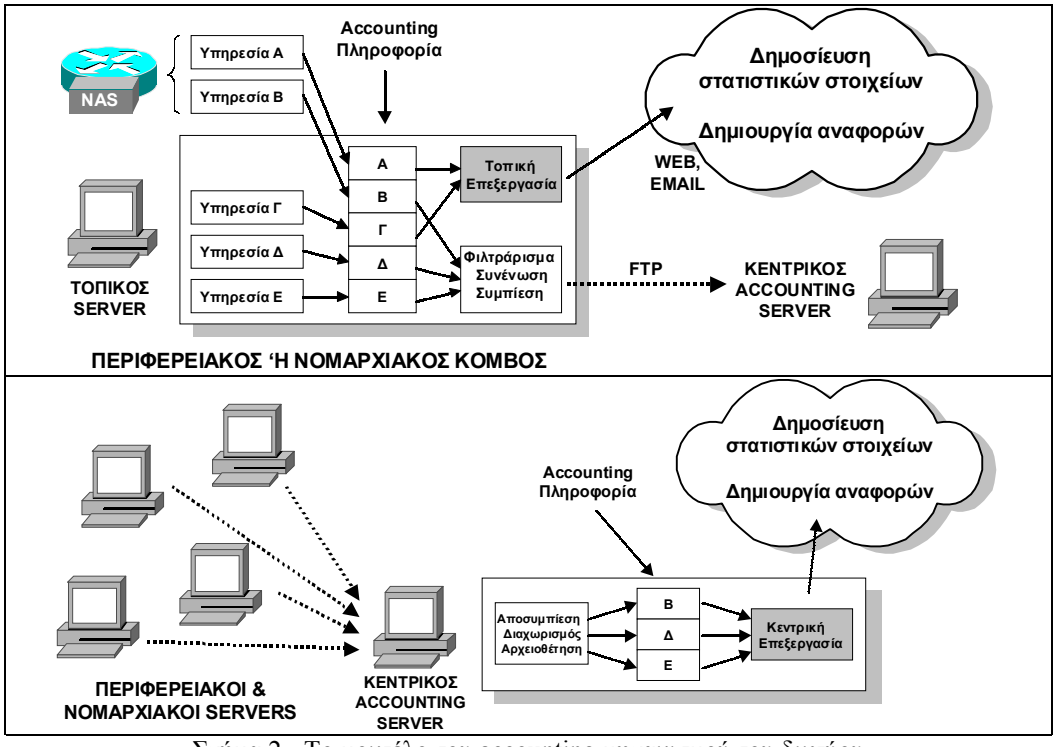
Σύμφωνα με την περιγραφή της τοπολογίας του δικτύου, των παρεχόμενων δικτυακών υπηρεσιών, αλλά και την οργάνωση του σχήματος διαχείρισης του δικτύου, σχεδιάστηκε το μοντέλο που παρουσιάζεται στο Σχήμα 2. Τα βασικά σημεία και οι αρχές λειτουργίας του μοντέλου έχουν ως εξής:

Το σύνολο των υπηρεσιών διασύνδεσης και των βασικών δικτυακών υπηρεσιών των μονάδων παρέχεται από τον εξοπλισμό των Περιφερειακών και Νομαρχιακών Κόμβων. Με την κατάλληλη διαμόρφωση αυτού του εξοπλισμού δημιουργείται η accounting πληροφορία της χρήσης των αντίστοιχων πόρων.

Η αρχική συλλογή της accounting πληροφορίας όλων των υπηρεσιών γίνεται στους εξυπηρετητές είτε των τοπικών Νομαρχιακών Κόμβων είτε, σε ορισμένες περιπτώσεις, των πλησιέστερων Περιφερειακών Κόμβων.

Μέρος της πληροφορίας αρχειοθετείται σε αυτούς τους τοπικούς εξυπηρετητές. Το υπόλοιπο της πληροφορίας μεταφέρεται, μέσω του πρωτοκόλλου FTP, και αρχειοθετείται σε κεντρικό accounting εξυπηρετητή για περαιτέρω επεξεργασία. Ο μηχανισμός μεταφοράς της πληροφορίας είναι ευέλικτος και μπορεί να επεκταθεί εύκολα ώστε να συμπεριλάβει την accounting πληροφορία και για άλλες νέες υπηρεσίες.

Η αρχειοθετημένη accounting πληροφορία παρέχεται στη συνέχεια για ανάλυση. Το αποτέλεσμα της ανάλυσης, είτε αυτή λαβαίνει χώρα στους τοπικούς είτε στον κεντρικό accounting εξυπηρετητή, είναι η δημοσίευση μέσω ιστοσελίδων διαφόρων στατιστικών στοιχείων και η δημιουργία αναφορών για χρήση από τους διαχειριστές του δικτύου.



Σχήμα 2 - Το μοντέλο του accounting μηχανισμού του δικτύου

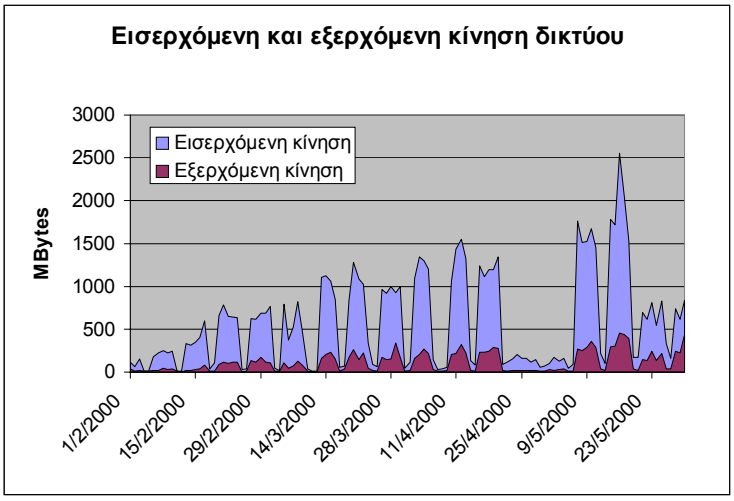
Το περιβάλλον ανάπτυξης και λειτουργίας του accounting μηχανισμού περιλαμβάνει: α) την scripting γλώσσα PERL 5.x η οποία πέρα από την ευρεία διάδοσή της υποστηρίζει ισχυρή διαχείριση αλφαριθμητικών και πολύπλοκων δομών δεδομένων, β) το PERL Module DateCalc για τη διαχείριση ημερομηνιών, γ) την εφαρμογή Fly για τη δημιουργία των γραφικών, και δ) χρήση του Cron daimon τόσο των τοπικών όσο και του κεντρικού accounting εξυπηρετητή για την περιοδική και συγχρονισμένη εκτέλεση των PERL scripts που υλοποιούν το παραπάνω μοντέλο.

Στατιστικά στοιχεία της κίνησης του δικτύου

Στατιστικά στοιχεία εξέλιξης του δικτύου

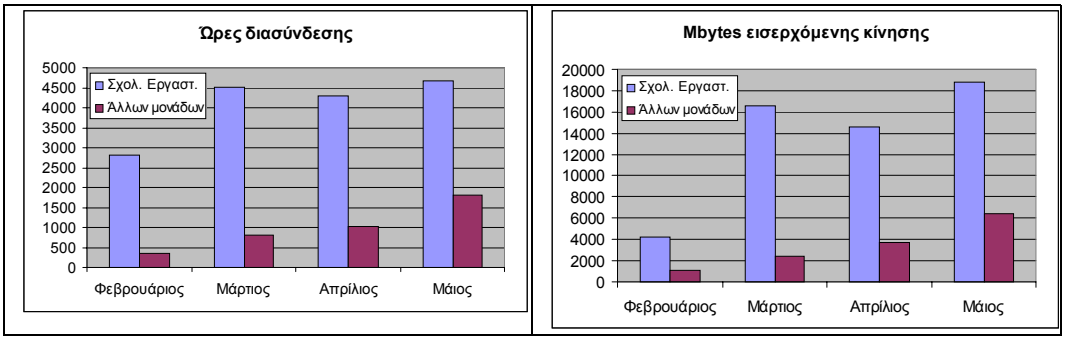
Σε αυτήν την ενότητα παρουσιάζονται στατιστικά στοιχεία που δείχνουν την ανάπτυξη και εξέλιξη του δικτύου κατά το χρονικό διάστημα της υλοποίησής του. Πιο αναλυτικά μηνιαία συγκεντρωτικά στοιχεία, αλλά και ημερήσια ανά διασυνδεόμενη μονάδα, που δημιουργεί ο accounting μηχανισμός παρουσιάζονται με τη μορφή ιστοσελίδων στο 0.

Στο Σχήμα 3 παρουσιάζεται ένα διάγραμμα με την εξέλιξη της συνολικής εισερχόμενης και εξερχόμενης κίνησης των μονάδων που διασυνδέθηκαν στο δίκτυο με χρήση μη σταθερών διασυνδέσεων για το χρονικό διάστημα από 1/2/2000 έως 31/5/2000. Διακρίνεται η μείωση της κίνησης στα Σαββατοκύριακα, στις ημέρες των διακοπών του Πάσχα, καθώς και στο τελευταίο δεκαήμερο του Μαΐου όπου σταμάτησαν τα μαθήματα για την διενέργεια των εξετάσεων. Είναι, επίσης, εμφανής η συνεχής αύξηση της κίνησης κυρίως λόγω της αύξησης του αριθμού των μονάδων που διασυνδέονταν στο δίκτυο αλλά και της βελτιστοποίησης των υπηρεσιών.



Σχήμα 3 - Η εξέλιξη της κίνησης των μονάδων του δικτύου

Η συνεχής αύξηση της κίνησης του δικτύου εντοπίζεται και στα επόμενα δύο διαγράμματα (Σχήμα 4). Στο αριστερό διάγραμμα παρουσιάζεται για κάθε μήνα ο συνολικός αριθμός των ωρών διασύνδεσης των Σχολικών Εργαστηρίων της Ενέργειας αλλά και των μονάδων εκτός Ενέργειας. Εκτός από την αύξηση των ωρών παρατηρείται και η μεγάλη αντίθεση στη χρήση του δικτύου ανάμεσα στις μονάδες που συμμετέχουν στην Ενέργεια και διαθέτουν Σχολικό Εργαστήριο και σε αυτές που δεν συμμετέχουν. Στο δεξιό διάγραμμα παρουσιάζεται για κάθε μήνα ο συνολικός αριθμός των Mbytes της εισερχόμενης κίνησης των μονάδων εντός και εκτός Ενέργειας.



Σχήμα 4 - Οι ώρες διασύνδεσης και ο όγκος της κίνησης των μονάδων ανά μήνα

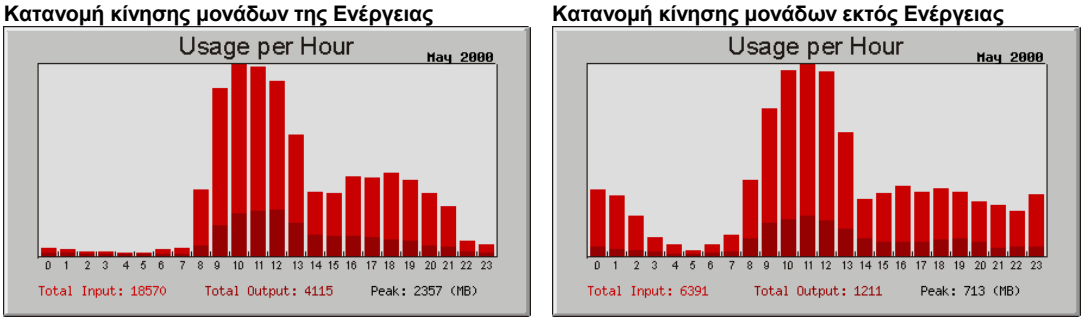
Αυτό που παρατηρείται είναι η συσχέτιση των δύο διαγραμμάτων αφού ο όγκος της κίνησης του δικτύου είναι ανάλογος των ωρών διασύνδεσης. Διακρίνεται ωστόσο μία ανομοιομορφία αυτής της συσχέτισης για το μήνα Φεβρουάριο, γεγονός το οποίο εξηγείται καθώς εκείνη τη χρονική περίοδο δεν είχε προχωρήσει ακόμα η βελτιστοποίηση της παροχής των δικτυακών υπηρεσιών.

Στατιστικά στοιχεία συμπεριφοράς των χρηστών του δικτύου

Επιχειρώντας μία πρώτη καταγραφή της συμπεριφοράς των χρηστών ως προς τη χρήση των πόρων του δικτύου οδηγούμαστε σε δύο διαφορετικές προσεγγίσεις: α) στην καταγραφή της συμπεριφοράς ως προς τον χρόνο χρήσης των δικτυακών πόρων, και β) της συμπεριφοράς ως προς τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της χρήσης.

Στο Σχήμα 5 παρουσιάζεται η ωριαία κατανομή της συνολικής κίνησης του δικτύου για το μήνα Μάιο 2000. Στα διαγράμματα σημειώνεται με διαφορετικό χρώμα η εισερχόμενη κίνηση προς, και η εξερχόμενη από, τις μονάδες. Το αριστερό γράφημα αποτελεί την κατανομή των μονάδων της Ενέργειας και το δεξιό των μονάδων εκτός Ενέργειας. Από αυτές τις κατανομές φαίνεται η συμπεριφορά των χρηστών μέσα στο 24-ωρο. Είναι εμφανής η ύπαρξη πρωινής και απογευματινής βάρδιας καθώς και η χρήση του δικτύου τις νυχτερινές ώρες κυρίως για μεταφορά emails προς τα σχολικά εργαστήρια. Επίσης, φαίνεται ότι η χρήση του δικτύου από τις μονάδες εκτός Ενέργειας συνεχίζεται και κατά τις πρώτες μεταμεσονύχτιες ώρες, γεγονός που σημαίνει ότι γίνεται χρήση της δυνατότητας διασύνδεσης και από τα σπίτια των εκπαιδευτικών και των διοικητικών υπαλλήλων.

Κατανομή κίνησης μονάδων της Ενέργειας **Κατανομή κίνησης μονάδων εκτός Ενέργειας**



(εισερχόμενη και εξερχόμενη κίνηση μετρημένη σε MB – κλίμακα βάση του μέγιστου)

Σχήμα 5 - Ωριαία κατανομή κίνησης μονάδων (μονάδες εντός – εκτός Ενέργειας)

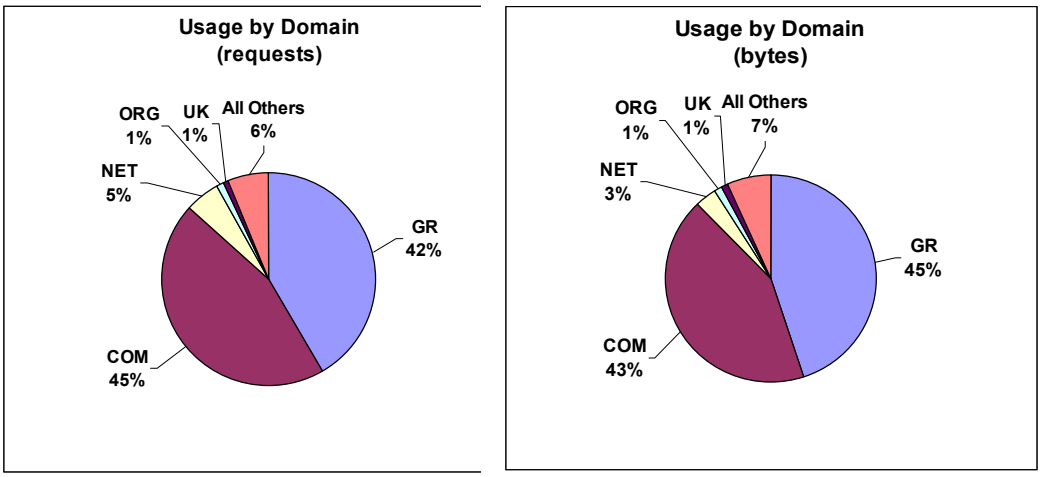
Η διαφορετική συμπεριφορά ανάμεσα σε αυτές τις δύο κατηγορίες χρηστών φαίνεται και στον επόμενο πίνακα. Ο χρόνος χρήσης των πόρων του δικτύου από τις μονάδες που διαθέτουν

Σχολικά Εργαστήρια είναι περίπου μία τάξη μεγέθους μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο χρόνο των άλλων μονάδων.

Μήνας	Ώρες διασύνδεσης μονάδων ανά μήνα	
	Εντός Ενέργειας	Εκτός Ενέργειας
Φεβρουάριος	50	3,6
Μάρτιος	56	4,3
Απρίλιος	29	3,9
Μάιος	25	5,4

Πίνακας 1 - Ώρες διασύνδεσης μονάδων ανά μήνα

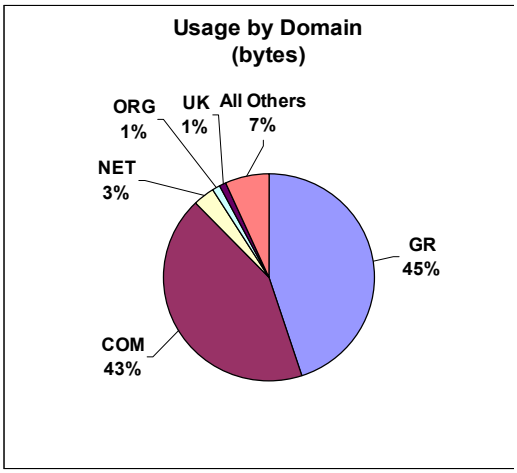
Ένα ιδιαίτερο ποιοτικό χαρακτηριστικό της κίνησης του δικτύου είναι η κατανομή της προέλευσης της εισερχόμενης κίνησης προς τις μονάδες του δικτύου, η οποία παρουσιάζει διαφορετική συμπεριφορά σε σχέση με την αντίστοιχη κατανομή της κίνησης των Τριτοβάθμιων Εκπαιδευτικών Ιδρυμάτων της χώρας. Έτσι, όπως φαίνεται στο Σχήμα 6, η κίνηση που προέρχεται από ελληνικούς δικτυακούς τόπους αφορά το 42% περίπου των συνολικών αιτημάτων και το 45% περίπου των συνολικών bytes που μεταφέρθηκαν.



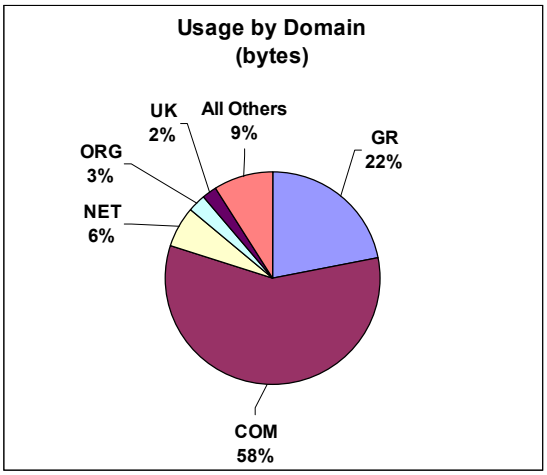
Σχήμα 6 - Κατανομή της προέλευσης της εισερχόμενης κίνησης του δικτύου

Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία του Ε.Δ.Ε.Τ. (βλ. στο 0) τα αντίστοιχα ποσοστά για τα ιδρύματα υπολογίζεται ότι είναι λίγο περισσότερο από 20%. Αυτό εξηγείται εύκολα γιατί οι χρήστες του δικτύου είναι μαθητές και καθηγητές για τους οποίους παρουσιάζει μεγαλύτερο ενδιαφέρον η προσπέλαση ελληνικών τόπων όπου μπορούν να αναζητήσουν ελληνόγλωσσο εκπαιδευτικό και άλλο υλικό. Στο Σχήμα 7 παρουσιάζονται αυτές οι κατανομές για σύγκριση.
Στο Σχήμα 8 παρουσιάζεται η αναλογία της εισερχόμενης – εξερχόμενης κίνησης των μονάδων του δικτύου. Έτσι η εισερχόμενη κίνηση αποτελεί το 84% της συνολικής κίνησης, ενώ η εξερχόμενη καταλαμβάνει μόλις το 16% αυτής. Να σημειωθεί πως τα αντίστοιχα ποσοστά που δημοσιεύει το Ε.Δ.Ε.Τ. (βλ. στο 0) είναι 65% και 35% αντίστοιχα. Αυτό σημαίνει ότι οι εκπαιδευτικές και διοικητικές μονάδες του Ελληνικού Σχολικού Δικτύου αποτελούν ακόμα κυρίως καταναλωτές της πληροφορίας και όχι παραγωγούς της.

Συμπεριφορά χρηστών του δικτύου της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

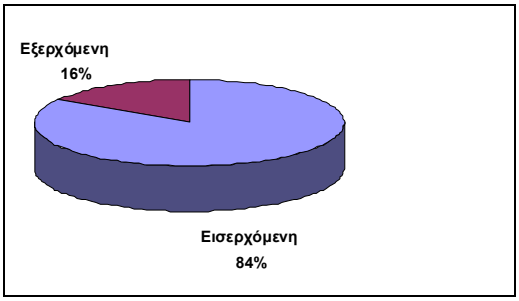


Συμπεριφορά χρηστών του δικτύου της Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης

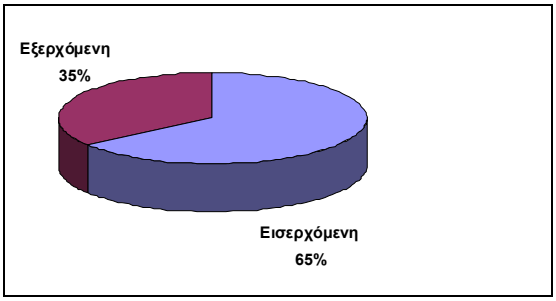


Σχήμα 7 - Συμπεριφορά χρηστών των δικτύων της Β/βάθμιας και Γ/βάθμιας Εκπαίδευσης

Δίκτυο της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης



Δίκτυο της Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης



Σχήμα 8 - Ποσοστό εισερχόμενης και εξερχόμενης κίνησης

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται κατά φθίνουσα σειρά του πλήθους των αιτήσεων προσπέλασης οι 50 δημοφιλέστεροι δικτυακοί τόποι του διαδικτύου που προσπελάθηκαν από τους χρήστες του δικτύου. Τα στοιχεία αυτά προέκυψαν μετά από επεξεργασία των στατιστικών στοιχείων της WEB/Proxy υπηρεσίας του δικτύου που συλλέχθηκαν από το σύνολο των Κόμβων του δικτύου τους τέσσερις τελευταίους μήνες της λειτουργίας του. Αυτοί οι δικτυακοί τόποι συγκεντρώνουν το 42,8% του συνολικού αριθμού των αιτήσεων για προσπέλαση ιστοσελίδων από ένα σύνολο 10.071 διαφορετικών τόπων που καταγράφηκαν.
Ανάμεσα σε αυτούς τους δικτυακούς τόπους εμφανίζεται σχεδόν το σύνολο των ελληνικών δικτυακών τόπων που σχετίζονται είτε με φορείς της μέσης εκπαίδευσης είτε με εκπαιδευτικό υλικό. Έτσι υπάρχουν οι ιστοσελίδες του Υπ.Ε.Π.Θ., του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου, του Υπουργείου Πολιτισμού, του Ιδρύματος Μείζονος Ελληνισμού, έργων της Ενέργειας "Οδύσσεια", κ.α. Το γεγονός αυτό αποτελεί ένδειξη ότι υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον από τους χρήστες του δικτύου για πληροφοριακό υλικό που σχετίζεται με την εκπαίδευση και αποτελεί επιτακτική ανάγκη η δημιουργία και η δημοσίευση στο WEB τέτοιου υλικού.

Α/Α	Δικτυακός τόπος	%
1	www.microsoft.com	6,3%
2	www.in.gr	5,3%
3	odysseia.cti.gr	4,8%
4	ad.doubleclick.net	1,6%
5	www.megatv.gr	1,5%
6	www.megatv.com	1,4%
7	www.sport.gr	1,4%
8	find.in.gr	1,3%
9	www.jokes.gr	1,1%
10	www.culture.gr	1,0%
11	www.mtnsms.com	0,9%
12	arktos.cti.gr	0,8%
13	www.olympiakos.gr	0,7%
14	www.ypepth.gr	0,7%
15	stocks.naftemporiki.gr	0,7%
16	www.geocities.com	0,6%
17	m.doubleclick.net	0,6%
18	www.antenna.gr	0,6%
19	www.ferrari.com	0,6%
20	www.playstation-europe.com	0,5%
21	www.altavista.com	0,5%
22	www.fhw.gr	0,5%
23	www.sch.gr	0,5%
24	www.quios.com	0,5%
25	a32.g.a.yimg.com	0,5%

Α/Α	Δικτυακός τόπος	%
26	www.mad.gr	0,5%
27	www.naftemporiki.gr	0,4%
28	adserver.hol.gr	0,4%
29	www.pi-schools.gr	0,4%
30	www2.pokemon.com	0,4%
31	www.commission-junction.com	0,4%
32	www.ime.gr	0,4%
33	www.nba.com	0,4%
34	members.tripod.com	0,3%
35	www.pao.gr	0,3%
36	www.lysias.gr	0,3%
37	www.bmw.com	0,3%
38	adforce.imgis.com	0,3%
39	www.thea.gr	0,3%
40	a1.g.a.yimg.com	0,3%
41	www.rickymartin.com	0,3%
42	www.uefa.com	0,3%
43	a12.g.akamai.net	0,3%
44	www.ironmaiden.com	0,3%
45	www.metallica.com	0,3%
46	www.lacta.gr	0,2%
47	www.aek.gr	0,2%
48	students.ceid.upatras.gr	0,2%
49	users.otenet.gr	0,2%
50	us.yimg.com	0,2%

Πίνακας 1 - Οι δημοφιλέστεροι δικτυακοί τόποι βάση τους πλήθους των αιτήσεων

Συμπεράσματα και μελλοντικές ενέργειες

Από τη μελέτη του σχεδιασμού του accounting μηχανισμού του δικτύου διαπιστώθηκε ότι οι κατανεμημένες accounting υλοποιήσεις δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένες. Οι κύριοι λόγοι για αυτό το γεγονός είναι: α) συνήθως και οι δικτυακές υπηρεσίες παρέχονται κεντρικά και όχι κατανεμημένα, β) δεν μπορούν να τυποποιηθούν εύκολα, και γ) δεν υπάρχουν έτοιμες τέτοιες εφαρμογές οπότε απαιτείται ανάπτυξη από την αρχή για ένα μεγάλο ποσοστό της εκάστοτε υλοποίησης. Ωστόσο, από την εφαρμογή του συγκεκριμένου μηχανισμού έγινε φανερό ότι οι κατανεμημένες υλοποιήσεις παρουσιάζουν μία σειρά από σημαντικά πλεονεκτήματα: α) υψηλή ανθεκτικότητα στις δυσλειτουργίες του δικτύου, β) μικρές σχετικά απαιτήσεις σε δικτυακούς πόρους, γ) περισσότερες δυνατότητες για συλλογή accounting πληροφορίας, και δ) όχι ιδιαίτερα δύσκολη διαχείριση του μηχανισμού λόγω συμμετρίας στη λειτουργία του.

Η δυνατότητα για μελέτη της συμπεριφοράς των χρηστών που δίνεται μέσω του accounting μηχανισμού είναι σημαντική αφού παρέχει: α) εκτίμηση της ουσιαστικής χωρητικότητας των πόρων, β) βελτιστοποίηση των παρεχόμενων υπηρεσιών και της χρήσης των πόρων, γ) αξιόπιστη κοστολόγηση της λειτουργίας του δικτύου, και δ) ρεαλιστική σχεδίαση των πλάνων ανάπτυξης και επέκτασης.

Λαμβάνοντας υπόψη την ανάγκη για πλήρη καταγραφή και ανάλυση της συμπεριφοράς των χρηστών, ενόψει της διαδικτύωσης του συνόλου των μονάδων της μέσης εκπαίδευσης, έχει ήδη ξεκινήσει η επέκταση του accounting μηχανισμού με σκοπό την ανάλυση των συγκεντρωτικών στατιστικών στοιχείων της Email υπηρεσίας. Έτσι, έχει ήδη υλοποιηθεί η μεταφορά και η αρχειοθέτηση της αντίστοιχης πληροφορίας στον κεντρικό accounting εξυπηρετητή, ενώ βρίσκεται σε ανάπτυξη η διαδικασία επεξεργασίας και δημοσίευσης των στατιστικών στοιχείων.

Αναφορές

Νίκος Αδαμόπουλος, Πέτρος Γανός, Διονύσης Καραϊσκάκης, Χρήστος Μπούρας, Μιχάλης Παρασκευάς, "Αρχιτεκτονική, Υπηρεσίες και Παιδαγωγική Αξιοποίηση του Ελληνικού Σχολικού Δικτύου", 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο: "Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση", Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών Πανεπιστημίου Πατρών, Οκτώβριος 2000

Ι.Τ.Υ./Τ.Δ.Τ., "Μελέτη Αναγκών & Αξιολόγηση Τεχνικών Λύσεων – Αναλυτικός Σχεδιασμός Δικτύου", Παραδοτέο Π1.4 - Έργο Ε32: "Ασκοί του Αιόλου" / Ενέργεια "Οδύσσεια", Νοέμβριος 1999

"Ενέργεια Οδύσσεια", Web Site, http://odysseia.cti.gr/

"Δίκτυο Ελληνικών Σχολείων", Web Site, http://www.sch.gr/

"EDUnet - Πανελλήνιο Δίκτυο για την Εκπαίδευση", Web Site, http://www.edu-net.gr/

International Organization for Standardization, "OSI Reference Model", ISO 7498, 1984

B. Aboba, J. Arkko, D. Harrington, "Introduction to Accounting Management", Internet Draft, Work in Progress, draft-ietf-aaa-acct-02.txt, 19 April 2000

J. Arkko, "Requirements for Internet-Scale Accounting Management", Internet Draft, Work in Progress, draft-arkko-acctreqlis-00.txt, 6 August 1998

J. Case, R. Mundy, D. Partain, B. Stewart, "Introduction to Version 3 of the Internet-standard Network Management Framework", RFC 2570, April 1999

D. Carrel, L. Grant, "The TACACS+ Protocol Version 1.78", Internet Draft, Work in Progress, draft-grant-tacacs-02.txt, January 1997

C. Rigney, "RADIUS Accounting", RFC 2139, April 1997

"Εθνικό Δίκτυο Έρευνας και Τεχνολογίας (Ε.Δ.Ε.Τ.)", Web Site, http://www.grnet.gr/

"Στατιστικά στοιχεία dial-up υπηρεσίας", Web Site, http://nic.sch.gr/netstats/

Εθνικό Δίκτυο Έρευνας & Τεχνολογίας, "Μηνιαία Έκθεση Παρεχόμενων Υπηρεσιών", Απρίλιος 2000