

## Μια υλοποιήσιμη δικτυακή πλατφόρμα εφαρμογών και διαχείρισης για τα Σχολικά Εργαστήρια Πληροφορικής

<p><b>Δημήτριος Σοφός</b>  <b>Εκπαιδευτικός ΠΕ19</b>  <b>Τεχν. Υπεύθυνος ΚΕ.ΠΑΗ.ΝΕ.Τ.</b>  <b>Ν. Αιτωλοακαρνανίας</b>  <b>dsosof@sch.gr</b></p>	<p><b>Νικόλαος Μανθάτης</b>  <b>Εκπαιδευτικός ΠΕ19</b>  <b>Υπεύθυνος ΚΕ.ΠΑΗ.ΝΕ.Τ.</b>  <b>Ν. Αιτωλοακαρνανίας</b>  <b>nmanth@sch.gr</b></p>
<p><b>Χρυσάνθη Καρατζόγλου</b>  <b>Εκπαιδευτικός ΠΕ19</b>  <b>1<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Μεσολογγίου</b>  <b>ckaratz@sch.gr</b></p>	<p><b>Βασίλης Νταλούκας</b>  <b>Εκπαιδευτικός ΠΕ19</b>  <b>ΓΕΛ Ανδραβίδας Ηλείας</b>  <b>bdaloukas@sch.gr</b></p>

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα thin-clients όπως τα γνωρίζουμε ως τώρα προβάλλονται σε αρκετές περιπτώσεις ως μια λύση στα προβλήματα παλαιότητας που αντιμετωπίζουν τα σχολικά εργαστήρια πληροφορικής. Ο απαρχαιωμένος εξοπλισμός αποτελεί ένα κρίσιμο εμπόδιο στην ομαλή διεξαγωγή δραστηριοτήτων στα σχολικά εργαστήρια και η υλοποίηση ανοιχτού κώδικα του Linux Terminal Server Project (LTSP) δίνει μια διέξοδο. Στην παρούσα εργασία επεκτείνουμε την υλοποίηση του LTSP και δημιουργούμε μια δικτυακή πλατφόρμα – δικτυακής εκκίνησης (netboot) με πολλές εφαρμογές εντός και εκτός του σχολικού εργαστηρίου πληροφορικής. Η πλατφόρμα αυτή υλοποιείται εύκολα και εφαρμόζεται χωρίς να απαιτεί βαθύτερες τεχνικές γνώσεις, ενώ παράλληλα προσφέρει κεντροποιημένη διαχείριση τόσο σε επίπεδο συντήρησης όσο και σε επίπεδο πρόσβασης. Επίσης, ανοίγει νέες προοπτικές στα σχολεία με την εύκολη τοποθέτηση υπολογιστών σε κοινόχρηστους χώρους και τη χρήση του Web ως βασική πλατφόρμα εκτέλεσης εκπαιδευτικών εφαρμογών.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** thin-clients, netboot, LTSP, GRUB, etherboot

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια υποστηρίζονται έντονα οι προσπάθειες υλοποίησης thin-clients στα σχολικά εργαστήρια πληροφορικής από όλους του εμπλεκόμενους φορείς. Σημαντικά αποτελέσματα έχουν προκύψει από εργασίες και μελέτες, οι οποίες παρουσιάστηκαν στα συνέδρια, που αφορούν την αντιμετώπιση των προβλημάτων που παρουσιάζονται από απαρχαιωμένο εξοπλισμό. Τα αποτελέσματα αυτά, μαζί με τα προτεινόμενα σενάρια υλοποίησης έχουν ανακοινωθεί από ομάδα εργασίας (Τομέας Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας, EAITY, 2008).

Από την άλλη πλευρά, από τους υπευθύνους των σχολικών εργαστηρίων όπως και από τα ΚΕ.ΠΑΗ.ΝΕ.Τ., αναζητούνται διαδικασίες για την αυτοματοποίηση των διαδικασιών συντήρησης και επίλυσης των προβλημάτων. Είναι προφανές ότι τα προβλήματα από βλάβες στο υλικό παρουσιάζονται κυρίως στα παλαιότερα εργαστήρια, όμως βλάβες λογισμικού μπορούν να προκύψουν ακόμα και στα πλέον σύγχρονα εργαστήρια και να αποτελέσουν εμπόδιο στην ομαλή διεξαγωγή των δραστηριοτήτων. Σε πολλές περιπτώσεις όμως, οι υπεύθυνοι εργαστηρίων αδυνατούν να ενεργήσουν άμεσα για να επιλύσουν τέτοια

[www.e-diktyo.eu](http://www.e-diktyo.eu)

[www.epyna.gr](http://www.epyna.gr)

προβλήματα. Με τη δικτυακή πλατφόρμα η οποία θα αναλυθεί στη συνέχεια, παρουσιάζεται μια ολοκληρωμένη λύση στην οποία τα διάφορα τμήματα μπορούν να παραμετροποιηθούν. Τα τμήματα αυτά αφορούν τη συντήρηση του εργαστηρίου και προβάλλουν νέες δυνατότητες και σενάρια εφαρμογής μέσα και έξω από το σχολικό εργαστήριο. Η παρούσα εργασία είναι οργανωμένη ως εξής: Αρχικά περιγράφουμε συνοπτικά τις απαιτήσεις του σχολικού εργαστηρίου πληροφορικής και τα πρακτικά εμπόδια που προέκυψαν κατά την εφαρμογή της λύσης των thin-clients. Στη συνέχεια, αναφέρουμε τις λύσεις που ήδη έχουν δοθεί και τις συγκρίνουμε με τις δικές μας προτάσεις και λύσεις που υλοποιήθηκαν. Ακολουθεί μια περιγραφή των εφαρμογών που λειτουργήσαν στην πλατφόρμα σε επίπεδο διαχείρισης, χρήσης και εκπαιδευτικών εργαλείων. Γίνεται επίσης μια συνοπτική αναφορά σε δυνατότητες και προοπτικές που ανοίγονται. Τέλος, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που αποκομίσαμε από την εφαρμογή των προτάσεων.

### **ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΣΧΟΛΙΚΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

Η περιγραφή του Σχολικού Εργαστηρίου Πληροφορικής (Τομέας Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας, EAITY, 2004) αναφέρεται, μεταξύ άλλων, στις υπηρεσίες που παρέχει, με ταυτόχρονη ικανοποίηση απαιτήσεων, όπως:

- αξιόπιστο περιβάλλον λειτουργίας, βελτιστοποίηση της απόδοσης,
- υψηλό επίπεδο ασφαλείας από εξωτερικούς και εσωτερικούς κινδύνους,
- ομοίμορφο περιβάλλον λειτουργίας για τα σχολικά εργαστήρια, με σκοπό τη γρήγορη και αποτελεσματική αντιμετώπιση προβλημάτων και διαχείριση,
- αξιοποίηση όλων των υπηρεσιών που προσφέρονται από το Πανελλήνιο Σχολικό Δίκτυο (ΠΣΔ) και

- ολοκληρωμένο περιβάλλον χρήσης για εφαρμογές εκπαιδευτικού λογισμικού.

Οποιαδήποτε εφαρμογή μιας τεχνολογίας στο Σχολικό Εργαστήριο Πληροφορικής θα πρέπει να συνεχίζει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις αυτές.

Η εισαγωγή καταρχήν των thin-clients είναι πιθανόν να αλλάξει τη δομή του σχολικού εργαστηρίου έχοντας άμεσο αντίκτυπο στην ικανοποίηση των απαιτήσεων αυτών. Βασίζεται σε έναν εξυπηρετητή Linux ο οποίος θα πρέπει να λειτουργεί μόνιμα ενώ παράλληλα χρειάζονται τροποποιήσεις λίγο ως πολύ στις δικτυακές ρυθμίσεις του εργαστηρίου.

Πιο αναλυτικά, thin-client είναι η σύννοδος (session) που λαμβάνει χώρα μεταξύ ενός εξυπηρετητή και του πελάτη. Αυτή η σύννοδος περιλαμβάνει μόνο αλλαγές στην οθόνη, στο πληκτρολόγιο και στο ποντίκι που μεταφέρονται μέσω δικτύου μεταξύ των δύο μηχανών. Πρακτικά, έχουμε μια αρχιτεκτονική πελάτη - εξυπηρετητή όπου βασίζεται κύρια στην επεξεργαστική ισχύ του κεντρικού εξυπηρετητή. Ο όρος «thin» αφορά στο πολύ μικρό μέγεθος του λειτουργικού συστήματος εκκίνησης (boot image) που απαιτείται για να συνδεθεί στο δίκτυο και να ξεκινήσει ένα web browser ή συνδέσεις τύπου απομακρυσμένης πρόσβασης

Στην προσπάθεια εφαρμογής της προτεινόμενης τεχνολογίας εμφανίζονται κάποια αντικειμενικά αλλά και υποκειμενικά εμπόδια. Ένα σημαντικό στοιχείο αποτελεί και το ζήτημα της δικτυακής εκκίνησης.

Η δικτυακή εκκίνηση των υπολογιστών αποτελεί μια σύγχρονη τάση για τη λειτουργία υπολογιστών σε δίκτυο όπως συμβαίνει στα σχολικά εργαστήρια η οποία παρέχει πολλές δυνατότητες. Η δικτυακή εκκίνηση ή εκκίνηση μέσω δικτύου είναι μια διαδικασία με την οποία ο υπολογιστής εκκινεί τη λειτουργία φόρτωσης του λειτουργικού του συστήματος μέσω δικτύου και όχι από τον τοπικό σκληρό δίσκο. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε

[www.e-diktyo.eu](http://www.e-diktyo.eu)

[www.epyna.gr](http://www.epyna.gr)

δικτυακές συσκευές αλλά και σε σταθμούς εργασίας χωρίς σκληρό δίσκο καθώς και σε κοινόχρηστους υπολογιστές π.χ. στις βιβλιοθήκες. Ευνοεί την κεντρική διαχείριση και μειώνει κόστος αγοράς και διαχείρισης.

### **ΕΜΠΟΔΙΑ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ THIN-CLIENTS**

Η αλλαγή στο σχολικό εργαστήριο εισάγει νέα δεδομένα και συμπεριφορές από τον υπεύθυνο εργαστηρίου, κάτι που μπορεί να λειτουργήσει αρνητικά εμποδίζοντας την απρόσκοπτη εφαρμογή της τεχνολογίας.

Τα εμπόδια εφαρμογής της τεχνολογίας thin-clients και συγκεκριμένα του LTSP τα διακρίνουμε σε τρεις κατηγορίες: κόστος, δυσκολία διαχείρισης, απουσία κινήτρου εφαρμογής.

#### **Κόστος**

Το κόστος εφαρμογής, εκτός από την αγορά ενός σύγχρονου (κεντρικού) υπολογιστή, συνίσταται και από την αντικατάσταση των καρτών δικτύου των σταθμών εργασίας με σύγχρονες που υποστηρίζουν εκκίνηση μέσω δικτύου.

Εναλλακτικά, υπάρχει η λύση της δημιουργίας δισκέτας ή cdrom δικτυακής εκκίνησης η οποία όμως κρύβει και αυτή ένα επιπλέον κόστος αφού καθιστά αναγκαία την αντικατάσταση όλων των ελαττωματικών και χαλασμένων οδηγών δισκέτας ή cdrom. Ας σημειωθεί ότι υπάρχει ένα μικρό αλλά αξιοσημείωτο ποσοστό ελαττωματικών ή χαλασμένων οδηγών δισκέτας ή cd-rom για τα οποία δεν αξίζει πάντα η αντικατάστασή τους. Ειδικά για τις δισκέτες, η χρήση τους είναι πλέον μη πρακτική και χρειάζεται μόνο για λόγους συντήρησης (ghost), όπως προβλέπεται από τον κανονισμό λειτουργίας του σχολικού εργαστηρίου, (Τομέας Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας, EAITY, 2005) για τους οποίους όπως θα δούμε προτείνεται εναλλακτικός τρόπος.

#### **Δυσκολία διαχείρισης**

Συμπληρωματικά, η χρήση δισκετών ή cdrom εκκίνησης μέσω δικτύου διαχειριστικά δεν είναι πρακτική και πρέπει να αποφευχθεί για τους παρακάτω λόγους:

- Οι δισκέτες δεν είναι αξιόπιστες.
- Δεν είναι πρακτικό να φυλάσσονται για άμεση χρήση 10 έως 12 δισκέτες ή cd-rom (ή συνδυασμός αυτών) για εκκίνηση μέσω δικτύου.
- Η εκκίνηση είναι πιο χρονοβόρα.

Διαχειριστικό εμπόδιο αποτελεί και η εμπλοκή του δρομολογητή στην όλη διαδικασία, από τον οποίο γίνεται η εκχώρηση διευθύνσεων IP στους σταθμούς εργασίας. Κατά την εφαρμογή εκκίνησης μέσω δικτύου, απαιτούνται μόνιμες αλλαγές στο αρχείο ρυθμίσεων του δρομολογητή ώστε να καταδεικνύεται ο TFTP server που θα είναι ο εξυπηρετητής LTSP του εργαστηρίου.

Στην περίπτωση του εξυπηρετητή με δύο κάρτες δικτύου, εφαρμόζοντας δηλαδή την περίπτωση διαχωρισμού των δικτύων thin-clients και τυπικού σχολικού δικτύου, αποφεύγεται η ανωτέρω παρέμβαση αλλά αυξάνεται η πολυπλοκότητα και δυσχεραίνεται η άμεση επάνοδος στην κλασική δομή του εργαστηρίου.

#### **Έλλειψη κινήτρου**

Η επιβάρυνση στη διαχείριση που περιγράφεται ανωτέρω αποτελεί αντικίνητρο για την εθελοντική εφαρμογή της λύσης των thin-clients, εξαιτίας της εμπλοκής με το λειτουργικό σύστημα Linux το οποίο παραμένει λιγότερο προσφιλές από τα Windows. Η αξιοποίηση

όμως του παλαιού εξοπλισμού παρέχει προοπτικές για σημαντικό όφελος μακροπρόθεσμα, από ενεργειακής, περιβαλλοντικής και οικονομικής άποψης (Ι. Κονδύλης κ.α., 2008). Στην περίπτωση που η υλοποίηση πραγματοποιηθεί με τη διατήρηση της υπάρχουσας υποδομής υλικού - λογισμικού, δεν παρουσιάζεται κάποιο επιπλέον κίνητρο, εκτός από το ατομικό ενδιαφέρον για αναζήτηση νέων, εναλλακτικών τεχνολογιών.

### ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΛΥΣΕΙΣ

Στα περισσότερα από τα προαναφερόμενα εμπόδια που διακρίναμε, έχουν δοθεί κάποιες εφαρμόσιμες λύσεις από τους φορείς του Σχολικού Δικτύου. Τις συνοψίζουμε στον Πίνακα 1.

Εμπόδια	Λύσεις που έχουν προταθεί
Κόστος	<ul style="list-style-type: none"> <li>Αποφυγή αντικατάστασης των καρτών δικτύου καθώς των και ελαττωματικών οδηγών δισκέτας και cdrom κάνοντας χρήση υπάρχουσας τεχνικής για εκκίνηση από το σκληρό δίσκο</li> <li>Ελάχιστες αλλαγές στη δικτυακή υποδομή και το υλικό</li> </ul>
Δυσκολία διαχείρισης	<ul style="list-style-type: none"> <li>Αποφυγή διατήρησης δισκετών ή cdrom αξιοποιώντας την εκκίνηση από το σκληρό δίσκο</li> <li>Ειδική ρύθμιση του δρομολογητή από Φορέα του Σχολικού Δικτύου πριν από την έναρξη λειτουργίας των thin-clients</li> </ul>
Έλλειψη κινήτρου	<ul style="list-style-type: none"> <li>Προοπτική κεντροκοιμημένης (ευκολότερης) διαχείρισης</li> <li>Πιο αποδοτική λειτουργία του σχολικού εργαστηρίου</li> </ul>

*Πίνακας 1: Εμπόδια και λύσεις που έχουν προταθεί*

### ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΛΥΣΕΙΣ ΠΟΥ ΥΛΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ

Εκτός από τις παραπάνω λύσεις, αναζητήθηκαν και άλλες πέρα από αυτές που προτείνουν τα τεχνικά εγχειρίδια. Οι λύσεις αυτές είχαν τα δικά τους πλεονεκτήματα (Σοφός, Μανθάτης, 2009).

Το ζήτημα του προγράμματος το οποίο θα κάνει την εκκίνηση από το δίκτυο ήταν το πιο σημαντικό. Έπρεπε να είναι απλό και να λειτουργεί σε υπολογιστές με διαφορετική σύνθεση. Αρχικά, επιλέχτηκε η χρήση του netboot του GRUB (GRand Unified Bootloader) απευθείας, μια διαδικασία παρόμοια με τη χρήση της ήδη προτεινόμενης λύσης gPXE. (<http://users.sch.gr/alkisg/tosteki/index.php?topic=1451.0>). Για τις ανάγκες μας, το GRUB netboot αποτελεί μια άμεση γρήγορη και εξίσου παραμετροποιήσιμη λύση. Είναι λογισμικό ελεύθερο και ανοικτού κώδικα που υπάρχει και στην έκδοση για Windows και DOS (grub4dos) και υποστηρίζει τα συστήματα αρχείων FAT και NTFS. Υποστηρίζει όλες τις γνωστές κάρτες δικτύου, ενώ η υποστήριξη αυτή μπορεί να επεκταθεί μέσω του etherboot. Αν μεταγλωττίσουμε το grub4dos με βασική δικτυακή υποστήριξη για τις κάρτες δικτύου που μας ενδιαφέρουν, τότε κατά την εκκίνηση του υπολογιστή θα υπάρχει η επιπλέον επιλογή της δικτυακής εκκίνησης. Για να επιτευχθεί αυτό απαιτείται η αντιγραφή ενός μόνο αρχείου στο σκληρό δίσκο και η προσθήκη μίας γραμμής στο αρχείο εκκίνησης των Windows 2000 ή XP.

Το μενού του grub παραμετροποιείται από ένα αρχείο που μπορεί να βρίσκεται είτε τοπικά είτε σε κεντρικά. Ένα παράδειγμα παραμέτρων του αρχείου αυτού είναι αυτό του

Σχήματος 1. Αφορά εκκίνηση λειτουργικού του οποίου τα βασικά αρχεία βρίσκονται σε απομακρυσμένο εξυπηρετητή και μεταφέρονται μέσω του πρωτοκόλλου TFTP.

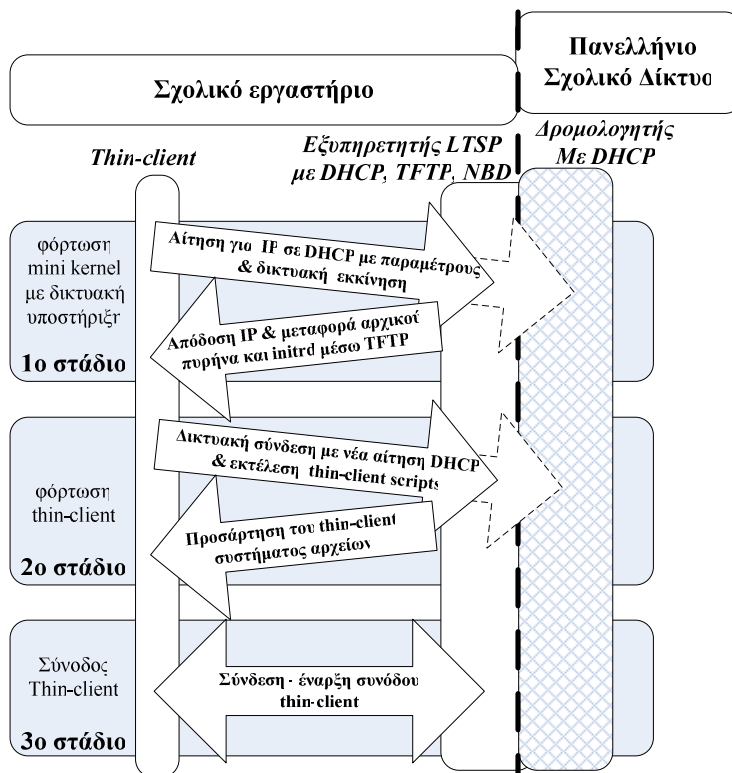
```

title netboot
dhcp
tftpserver 10.x.y.10
root (nd)
kernel /tsp/i386/vmlinuz
initrd /tsp/i386/initrd.img

```

**Σχήμα 1:** Πλήρης καταχώρηση δικτυακής εκκίνησης netboot στο αρχείο menu.lst του GRUB

Αρχικά γίνεται αναζήτηση του DHCP server που μπορεί να είναι είτε ο δρομολογητής του εργαστηρίου είτε ο εξυπηρετητής thin-clients. Στην πρώτη περίπτωση επειδή δεν υπάρχει πληροφορία για τον TFTP server στο αρχείο ρυθμίσεων του δρομολογητή, αποκτάμε την ευχέρεια να καθορίζουμε χειροκίνητα τον TFTP server ως παράμετρο. Δίνουμε τη διεύθυνση IP του εξυπηρετητή των thin-clients και από τον οποίο θα μεταφερθούν τα αρχεία εκκίνησης και τα δικτυακά λειτουργικά εκκίνησης. Χωρίς να υπεισέλθουμε σε τεχνικές λεπτομέρειες, σημειώνουμε ότι η διαδικασία αυτή της αναζήτησης DHCP server επαναλαμβάνεται δύο φορές όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 2.



**Σχήμα 2:** Διαδικασία εκκίνησης thin-client LTSP με netboot

Από τα Σχήματα 1 και 2 είναι σαφές ότι με το GRUB μπορούμε να καθορίσουμε τον εξυπηρετητή από όπου θα μεταφερθούν τα αρχεία του αρχικού πυρήνα. Όμως στις αιτήσεις DHCP, υπάρχει σύγκρουση μεταξύ του εξυπηρετητή LTSP και του δρομολογητή. Η λύση που σχεδιάστηκε και προτείνεται, παρακάμπτει την επιπλέον ρύθμιση του δρομολογητή και αφήνει τον πλήρη έλεγχο στον διαχειριστή του συστήματος thin-clients, δηλαδή στον υπεύθυνο του Σχολικού Εργαστηρίου Πληροφορικής. Η λύση εφαρμόζει τη χρήση των εναλλακτικών θυρών UDP για το πρωτόκολλο DHCP, τόσο για τον server όσο και για τους clients. Η αλλαγή αυτή αφορά τις αιτήσεις DHCP για διεύθυνση IP στο 1ο και το 2ο στάδιο του Σχήματος 2.

Η διαδικασία της αλλαγής περιλαμβάνει επεξεργασία των προκαθορισμένων αρχείων, αλλαγή των παραμέτρων θύρας και επαναδημιουργία των images χρησιμοποιώντας δέσμες εντολών (scripts).

Σύντομες τεχνικές οδηγίες παρατίθενται στο παράρτημα ενώ επιπλέον κατευθύνσεις μπορούν να αναζητηθούν στους ιστοχώρους <http://dide.ait.sch.gr/keplinet> και <http://users.sch.gr/dsofos>.

### ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ

Ο πλήρης έλεγχος όλων των παραμέτρων του DHCP server σε συνδυασμό με τη χρήση του GRUB – netboot παρέχει απεριόριστες επιλογές. Με τη χρήση «dhcp options» ακόμα και στο 1ο στάδιο της διαδικασίας του Σχήματος 2, μπορεί να επιτευχθεί παραμετροποίηση σε πολύ μεγάλο βαθμό. Η παραμετροποίηση αυτή ξεκινά από το μενού εκκίνησης του GRUB όλων των σταθμών εργασίας κεντρικά από τον server. Μας δίνεται δηλαδή η δυνατότητα τόσο για επιλογές δικτυακής εκκίνησης όσο και για εκκίνηση του λειτουργικού συστήματος στον σκληρό δίσκο του σταθμού εργασίας. Με τις επιλογές αυτές αποκτάμε κεντρική διαχείριση και προσαρμοσμένες εφαρμογές όπως φαίνεται στο Σχήμα 3 και θα δούμε και στη συνέχεια.

```
GRUB4DOS 0.4.4 2009-03-29, Memory: 639K / 126M, MenuEnd: 0x47620 1
netboot LINUX
->Ubuntu 8.10 LTSP thin - clients
->Epexergasia eikonas - Debian
->Ergaleia WEB - Debian

Ergaleia diaxeirisis
->Ekkinesi Ghost
->Exetasi sklirou diskou
->Ekkinesi antiikou
->Elegxos mmimis

Ekkinesi apo to skliro disko
Epanekkinisi
Teratismos
```

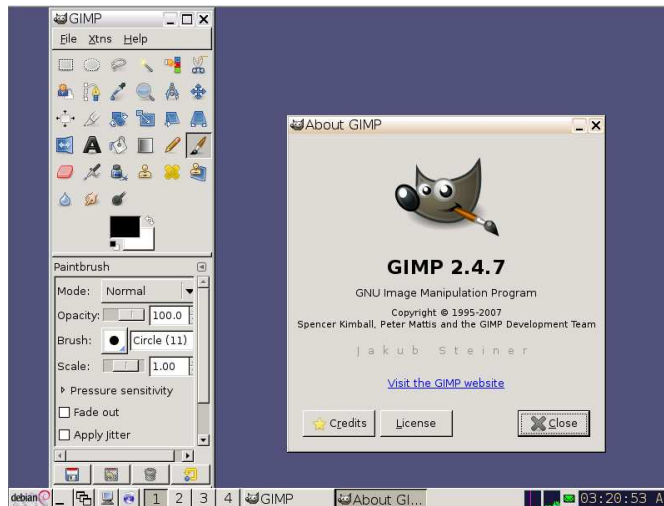
Use the ↑ and ↓ keys to highlight an entry. Press ENTER or 'b' to boot.  
Press 'e' to edit the commands before booting, or 'c' for a command-line.

Σχήμα 3: Κεντρικό μενού εκκίνησης του grub.

### Προσαρμοσμένα λειτουργικά συστήματα

Πολλές φορές οι απαιτήσεις που έχουν οι δραστηριότητες στο εργαστήριο είναι πολύ συγκεκριμένες. Για παράδειγμα, ένα μάθημα που σχετίζεται μόνο με τον παγκόσμιο ιστό, ή αφορά μόνο ένα αντικείμενο όπως π.χ. η επεξεργασία εικόνας, εκτός από το φυλλομετρητή ή τη συγκεκριμένη εφαρμογή αντίστοιχα, δεν έχει απαίτηση να φορτωθεί ένα πλήρες γραφικό περιβάλλον με τον αντίστοιχο διαχειριστή παραθύρων. Αρκεί ένα «ελαφρύ» λειτουργικό σύστημα με γραφικό περιβάλλον όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 4. Στην περίπτωση αυτή, ζητάμε να αποφύγουμε μια άλλου είδους σπατάλη πόρων που μπορεί να είναι τοπική, κεντρική ή δικτυακή.

Θα μπορούσαμε χρησιμοποιήσουμε τον υπολογιστή-εξυπηρετητή του LTSP server όχι ως κεντρικό εξυπηρετητή εφαρμογών αλλά ως εξυπηρετητή εκκίνησης λειτουργικών συστημάτων. Στην περίπτωση του LTSP, όπως είναι γνωστό, το πληκτρολόγιο και το ποντίκι χρησιμοποιούνται μόνο ως είσοδοι ενώ η οθόνη ως έξοδος. Όσο αυξάνονται οι thin-clients σε αριθμό, πλησιάζουν τα όρια ταχύτητας του δικτύου και αυξάνονται οι απαιτήσεις σε ισχύ του εξυπηρετητή. Για να μειωθούν οι απαιτήσεις αυτές προτείνεται να χρησιμοποιείται εναλλακτικά και ως εξυπηρετητής εκκίνησης. Αυτό μπορεί να γίνεται παράλληλα και συγχρόνως με την υλοποίηση των thin-clients μέσω ρύθμισης του DHCP για συγκεκριμένες εφαρμογές και για συγκεκριμένους σταθμούς εργασίας. Πρακτικά, θα παρέχει μέσω παρόμοιας διαδικασίας με αυτή των thin-clients, μικρά προσαρμοσμένα λειτουργικά συστήματα σε σταθμούς εργασίας. Στη συνέχεια οι σταθμοί εργασίας θα χρησιμοποιούν τον δικό τους επεξεργαστή και μνήμη.



Σχήμα 4: Ένα «ελαφρύ λειτουργικό σύστημα ειδικής χρήσης

Ο εξυπηρετητής εδώ χρησιμοποιείται μόνο ως NFS (network file system) και NIS (Network Information Service) server. Οι σταθμοί εργασίας δηλαδή, θα επικοινωνούν με τον εξυπηρετητή για πρόσβαση σε αρχεία και ταυτοποίηση χρηστών.

Παρόλο που η υλοποίηση αυτή μοιάζει με αυτή των fat clients είναι πιο ευέλικτη και παρέχει και επιπλέον δυνατότητες όπως είναι οι παρακάτω:

- Άμεση πρόσβαση στους τοπικούς πόρους υλικού για τους σταθμούς εργασίας.
- Φόρτωση διαφόρων εκδόσεων λειτουργικών συστημάτων - ακόμα και Windows σε πιο ισχυρούς σταθμούς εργασίας.

- Εγκατάσταση οποιασδήποτε έκδοσης Linux μέσω δικτύου, όπως Debian, Ubuntu, CentOS, PuppyLinux, Damn Small Linux, κλπ.
- Ενημέρωση και αναβάθμιση λειτουργικού Linux από χρήστη με διαχειριστικά δικαιώματα από σταθμό εργασίας.
- Χρήση του Windows 2000 – 2003 server, ως αποκλειστικού εξυπηρετητή terminal services με προϋπόθεση της αγοράς ξεχωριστών αδειών.
- Αποδοτικότερη λειτουργία των σταθμών εργασίας για χρήση ως Windows Terminals.

### **Κεντρική διαχείριση**

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα μιας δικτυακής πλατφόρμας, αφορά και το ζήτημα διαχείρισης του σχολικού εργαστηρίου. Βασισμένο στη δυνατότητα του GRUB να εκκινεί προσαρμοσμένους μικρούς πυρήνες καθώς και εικόνες (images) δισκετών προσφέρει πλήθος εργαλείων για άμεση χρήση. Έτσι στα πλαίσια συστηματικών εργασιών του υπευθύνου εργαστηρίου, κάνοντας χρήση του κεντρικού μενού επιλογών του GRUB και της εκκίνησης μέσω δικτύου μπορούν να επιτευχθούν τα ακόλουθα:

- Εκκίνηση του προγράμματος ελέγχου μνήμης memtest86+,
- Εκκίνηση του προγράμματος Ghost για δημιουργία ή επαναφορά αντιγράφων,
- Εκκίνηση προγράμματος ανοικτού λογισμικού κατάτμησης δίσκου, Partimage, Clonezilla,
- Εκκίνηση αντιικών προγραμμάτων και προγραμμάτων ελέγχου του συστήματος αρχείων,
- Εκκίνηση προγράμματος επαναφοράς ξεχασμένου συνθηματικού.

### **Εγκατάσταση υπολογιστών εκτός των εργαστηρίων πληροφορικής**

Η απουσία ανάγκης για ιδιαίτερη συντήρηση των υπολογιστών σε συνδυασμό με την αυξημένη επιθυμία πρόσβασης σε ένα υπολογιστή και κυρίως στο Διαδίκτυο καθιστά σημαντική τη δυνατότητα πρόσβασης σε αυτόν περισσότερες ώρες κατά τη διάρκεια λειτουργίας του σχολείου. Κατά την εφαρμογή παρατηρήσαμε τα εξής:

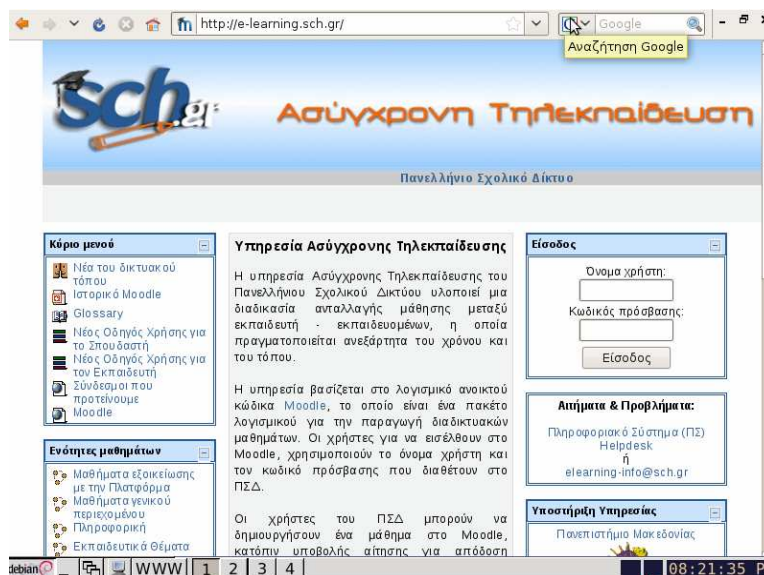
- Δίνεται εύκολα η δυνατότητα τοποθέτησης ηλεκτρονικών υπολογιστών σε χώρους εκτός του εργαστηρίου. Τέτοιοι χώροι μπορεί να είναι οι κοινόχρηστοι όπως π.χ. διάδρομοι.
- Αν το επιτρέπουν οι συνθήκες, οι αίθουσες διδασκαλίας μπορούν να ενισχυθούν με έναν ή δύο υπολογιστές συμπληρωματικά με υπάρχοντα εποπτικά μέσα. Μέχρι στιγμής ανασταλτικός παράγοντας ήταν το κόστος του υπολογιστή και ο χρόνος παραμετροποίησής και διαχείρισής του. Με τις παραπάνω προτάσεις όλα τα παραπάνω μειώνονται σημαντικά.
- Μπορούν να τοποθετηθούν εύκολα υπολογιστές στο γραφείο των καθηγητών.
- Οι παλιοί υπολογιστές μπορούν να αξιοποιηθούν για τη δημιουργία ενός δεύτερου εργαστηριακού χώρου υπολογιστών ο οποίος θα είναι προσβάσιμος από τους μαθητές κατά τις ελεύθερες ώρες τους. Μπορεί επίσης να λειτουργεί ως χώρος χρήσης εκπαιδευτικού λογισμικού όταν το κυρίως εργαστήριο είναι κατελημμένο.
- Δίνεται η δυνατότητα σε κάθε υπολογιστή, ακόμα και φορητό να επωφελείται του προσαρμοσμένου μενού εκκίνησης και να το χρησιμοποιεί είτε για τα εργαλεία του, είτε να επιλέγει προσαρμοσμένο λειτουργικό για πλοήγηση με ασφάλεια.

### Αξιοποίηση περισσότερων υπολογιστών για εφαρμογές Web 2.0

Η χρήση του Web 2.0 ολοένα και περισσότερο εξαπλώνεται, ενώ οι εκπαιδευτικοί φορείς σπεύδουν να επωφεληθούν από τα πλεονεκτήματα που προσφέρει (Δαπόντες, 2007). Με τη δημοσίευση ιδεών, απόψεων και γνώσεων στο Διαδίκτυο, γίνεται ένα πρώτο βήμα προς την μετεξέλιξη του ψηφιακού εργαλείου σε γνωστικό δημιούργημα, σε χώρο συζήτησης και αλληλεπίδρασης, παραγωγής περιεχομένου και γνώσης. (Βιβίτσου, κ.α., 2007). Για την αξιοποίηση του Web 2.0 το μόνο που χρειάζεται είναι ένας φυλλομετρητής (Σχήμα 5), οπότε κάθε υπολογιστής ακόμα και περιορισμένων δυνατοτήτων μπορεί πολύ εύκολα να χρησιμοποιηθεί για το σκοπό αυτό.

Μερικά από τα εργαλεία του Web 2.0 που αξιοποιούνται παιδαγωγικά είναι:

- **Wiki:** Προσφέρεται για εργασία σε ομάδες όπου οι μαθητές αναζητούν υλικό στο διαδίκτυο ή σε βιβλία και το αναρτούν στο Wiki.
- **Blog:** Οι μαθητές μπορούν να δημοσιεύουν τις εργασίες τους αλλά κυρίως να σχολιάζουν ο ένας τις εργασίες του άλλου.
- **Ιστοεξερευνήσεις (Webquests):** Σύμφωνα με τον Bernie Dodge είναι «...η εκπαιδευτική δραστηριότητα, κατά την οποία οι περισσότερες ή και όλες οι πληροφορίες που απαιτούνται για την επίλυση ενός προβλήματος ή για τη σύνθεση μιας γνωστικής ενότητας, προέρχονται από το Διαδίκτυο...».
- **Moodle:** Είναι ελεύθερο λογισμικό διαχείρισης εκπαιδευτικού περιεχομένου (Course Management System). Χρησιμοποιείται κυρίως για τις ανάγκες της ασύγχρονης τηλεκπαίδευσης ή συμπληρωματικά ως προς την κλασική διδασκαλία.
- **Web Έγγραφα:** Τα έγγραφα αποθηκεύονται στο Διαδίκτυο. Συμμετέχουν πολλά άτομα και η επεξεργασία γίνεται από όλους και ταυτόχρονα.



Σχήμα 5: Ο φυλλομετρητής ως μοναδική εφαρμογή σε ένα λειτουργικό σύστημα

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα περισσότερα πιστοποιημένα εκπαιδευτικά λογισμικά προϋποθέτουν συγκεκριμένο λειτουργικό σύστημα, περιορίζοντας έτσι τη χρήση τους. Το Web 2.0 αντίθετα παρέχει ομοιόμορφο περιβάλλον χρήσης σε διαφορετικούς υπολογιστές και με διαφορετικά λειτουργικά συστήματα. Δίνεται επομένως σε εκπαιδευτικούς και μαθητές, η δυνατότητα της συνέχισης των εργασιών τους στο σπίτι από το ίδιο περιβάλλον.

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα συστήματα thin-clients όπως τα γνωρίζουμε αποτελούν πραγματικά ένα ολοκληρωμένο σύστημα που ικανοποιεί τις ανάγκες για λειτουργία παλαιών εργαστηρίων. Λύνουν πολλά προβλήματα που παρουσιάζονται αλλά κάποια εμπόδια παραμένουν. Με χρήση τεχνικών βελτιώσεων και προσαρμοστών δημιουργήσαμε μια δικτυακή πλατφόρμα που ξεπερνάει εξωγενείς δυσκολίες και προσαρμόσαμε κατ' αρχήν τους thin-clients στα εργαστήρια με μηδενική εξωτερική παρέμβαση. Επιπλέον όμως η ανεξαρτησία αυτή, έδωσε τη δυνατότητα για πλήρη έλεγχο της διαδικασίας και ανεξάρτητη ρύθμιση του εξυπηρετητή ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες και ανάγκες. Η εφαρμογές που παρέχει η πλατφόρμα όπως είναι η εκκίνηση προσαρμοσμένων λειτουργικών συστημάτων, η βελτίωση της κεντρικής διαχείρισης βοηθούν το έργο του καθηγητή στο εργαστήριο. Οι δοκιμαστικές εφαρμογές σε υπολογιστές εκτός σχολικών εργαστηρίων καθώς και η αξιοποίηση τους στο web 2.0 παρουσίασαν ενθαρρυντικά αποτελέσματα.

Το μοντέλο των thin clients που είναι πλέον μια ώριμη τεχνολογία καθώς και η κεντρική διαχείριση που προσφέρει η δικτυακή εκκίνηση δίνει τη δυνατότητα της εύκολης αύξησης του αριθμού των υπολογιστών στα σχολεία. Παράλληλα ανοίγει το δρόμο για την αξιοποίηση των ΤΠΕ σε όλα τα μαθήματα.

### ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε το Γενικό Λύκειο Ευηνοχωρίου, το 1<sup>ο</sup> Γυμνάσιο Μεσολογγίου και το Γενικό Λύκειο Ανδραβίδας για τα εργαστήρια που διέθεσαν για τις εκτεταμένες δοκιμές.

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βιβίτσου, Μ., Γκίκας, Α., Μηνάογλου, Ν., Κονετάς, Δ., Οικονομάκος, Η., Παπαδημητρίου, Σ., Λαμπροπούλου, Ν., Παρασκευάς, Μ. (2007), Τα ιστολόγια ως εργαλεία συνεργασίας και μάθησης στο πλαίσιο της διαδικτυακής κοινότητας Ελλήνων εκπαιδευτικών του Πανελληνίου Σχολικού Δικτύου, 4ο Πανελλήνιο συνέδριο ΕΕΕΠ-ΔΤΠΕ «ΤΠΕ και ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ», Αθήνα.
2. Δαπόντες, Ν. (2007), Το ιστολόγιο (blog): Μόδα ή παιδαγωγικό εργαλείο; [http://dapontes.gr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=258&Itemid=46](http://dapontes.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=258&Itemid=46).
3. Κονδύλης, Ι., Φειδάκης, Μ., Σιάχος, Ι., Τσουράκη, Α., Πεππές, Α. (2008), Thin-clients στα Σχολικά Εργαστήρια Πληροφορικής, 1ο Πανελλήνιο Εκπαιδευτικό Συνέδριο Ημαθίας, Νάουσα 9, 10, 11 Μαΐου 2008.
4. Σοφός, Δ., Μανθάτης, Ν. (2009), «Thin-clients στα σχολικά εργαστήρια πληροφορικής: Σημαντικές βελτιώσεις και επεκτάσεις», 3<sup>η</sup> Πανελλήνια Δημερίδα Καθηγητών Πληροφορικής, Αλεξανδρούπολη, 3,4 Απριλίου 2009.
5. Τομέας Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας, ΕΑΙΤΥ, ΥΠΕΠΘ (2004), Αρχιτεκτονική Σχολικών Εργαστηρίων, <http://ts.sch.gr>
6. Τομέας Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας, ΕΑΙΤΥ, ΥΠΕΠΘ (2005), Κανονισμός Λειτουργίας ΣΕΠΕΗΥ, <http://ts.sch.gr>
7. Τομέας Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας, ΕΑΙΤΥ, ΥΠΕΠΘ (2008), Εγχειρίδιο εγκατάστασης Ubuntu 8.10 / LTSP σε σχολικά εργαστήρια, <http://ts.sch.gr>