



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ
ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Ανάλυση Μεθόδων, Εργαλείων και Εφαρμογών
Πράσινων Τεχνολογιών Πληροφορικής και
Επικοινωνιών**

Βραδή Μαρία - Στέλλα

Επιβλέπων : Ιωάννης Ψαρράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2011



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ
ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επιβλέπων: Ιωάννης Ψαρράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 9^η Μαρτίου 2011

.....
Βασίλειος Ασημακόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....
Ιωάννης Ψαρράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....
Δημήτριος Ασκούνης
Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Μάρτιος 2011

Βραδή Μαρία - Στέλλα

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © ΒΡΑΔΗ ΜΑΡΙΑ - ΣΤΕΛΛΑ, 2011.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στον τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Απόφασης της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του ΕΜΠ, στα πλαίσια των ερευνητικών δραστηριοτήτων του Εργαστηρίου Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης.

Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας είναι η ανάλυση και παρουσίαση των εφαρμογών και εργαλείων των Πράσινων Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών, με σκοπό να παρέχει στον αναγνώστη μια σφαιρική εικόνα του κλάδου.

Υπεύθυνος κατά την εκπόνηση της διπλωματικής ήταν ο Καθηγητής κ. Ι. Ψαρράς, στον οποίο οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες για την ανάθεση αυτής και την δυνατότητα που μου δόθηκε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα της διπλωματικής και Διδάκτορα Χ. Δούκα για την υποστήριξη και την καθοδήγηση που μου παρείχε κατά τη συγγραφή της εργασίας.

Βραδή Μαρία – Στέλλα
Μάρτιος 2011

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας, ένας αυξανόμενος αριθμός επιχειρήσεων αναλαμβάνει την πρωτοβουλία να μειώσει το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της λειτουργίας του και να βελτιώσει τα «πράσινα» πιστοποιητικά του. Η κίνηση προς την κατεύθυνση αυτή επιτυγχάνεται με μια «πράσινη» προσέγγιση των επιχειρηματικών δραστηριοτήτων, αλλά και με τη χρήση «πράσινων» προϊόντων και υπηρεσιών. Η τάση αυτή της υιοθέτησης Πράσινων Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών είναι σαφές ότι ωθείται από την παρούσα περιβαλλοντική κατάσταση, η οποία χαρακτηρίζεται από την κλιματική αλλαγή, τις αυξημένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, το πρόβλημα της τρύπας του όζοντος και το θέμα της αυξημένης ενεργειακής κατανάλωσης.

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η παρουσίαση και η ανάλυση των τεχνολογιών αυτών, οι οποίες αναμένεται να αποτελέσουν βασική προτεραιότητα και αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας και της ζωής μας. Η προσέγγιση του κλάδου των Πράσινων Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών που ακολουθείται είναι σφαιρική και έχει σαν σκοπό να παρέχει μια πλήρη εικόνα του αντικειμένου στην παρούσα φάση, αλλά και τις μελλοντικές προοπτικές του. Έτσι, αναλύονται οι υπάρχουσες και χρησιμοποιούμενες πράσινες τεχνολογίες, αλλά παρουσιάζονται και άλλες καινοτόμες και πολλά υποσχόμενες.

Ο κλάδος των Πράσινων Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών διακρίνεται σε δυο κατηγορίες, τις Περιβαλλοντικά Βιώσιμες Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών και τις Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών για την Προστασία του Περιβάλλοντος. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι τεχνολογίες πληροφορικής που έχουν μειωμένο αποτύπωμα άνθρακα ή μειωμένη κατανάλωση ενέργειας, αλλά και οι τρόποι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να γίνει πιο «πράσινος» ο κλάδος της πληροφορικής. Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι εφαρμογές των τεχνολογιών πληροφορικής σε άλλους κλάδους, με στόχο τη μείωση του αποτυπώματος άνθρακα των κλάδων αυτών. Η πληροφορική λοιπόν μπορεί να αποτελέσει πολύτιμο εργαλείο στην προστασία του περιβάλλοντος, καθώς, όχι μόνο υπάρχουν τρόποι να μειωθούν σημαντικά οι εκπομπές της, ώστε να μην επιβαρύνει το περιβάλλον, αλλά βοηθά και άλλους κλάδους, όπως οι μεταφορές ή ο ενεργειακός τομέας, να γίνουν πιο φιλικό προς το περιβάλλον.

Λέξεις Κλειδιά

Πράσινες Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών, Πράσινη Υπολογιστική, Ενεργειακή Αποδοτικότητα, Μείωση Αποτυπώματος Άνθρακα

ABSTRACT

During the last decade, an increasing number of enterprises undertakes the initiative to decrease their environmental footprint and to improve their “green” credentials. The move towards that direction is achieved by a “green” approach of enterprising activities, but also with the use of “green” products and services. The tendency of adopting Green Information and Communications Technologies is clearly driven by the current environmental situation, which is characterized by climate change, increased carbon dioxide emissions, the problem of the ozone hole and the issue of increased energy consumption.

The aim of this thesis is the presentation and analysis of these technologies, which will certainly become an integral part of everyday life. The approach of Green ICT is spherical and aims to provide an overall view of the subject, as well as its future prospects. Thus, there is an overview of the existing green technologies currently in use, but also a presentation of other innovative and promising technologies.

Green ICT is divided into two categories, Environmentally Sustainable Information and Communications Technologies (“Green of ICT”), and Information and Communication Technologies for Environmental Protection (“ICT for Green”). The first category includes technologies with reduced carbon footprint and reduced power consumption, and also ways and methods that can be used to make the IT sector “greener”. The second category consists of applications of information technologies in other sectors, in order to reduce the carbon footprint of these sectors. Information technology can be a valuable tool in protecting the environment, as it helps other sectors, such as transportations or energy sector, to become more environmentally sustainable, and also can become quite green itself.

Key Words

Green Information and Communications Technologies, Green Computing, Energy Efficiency, Carbon Footprint Reduction

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	9
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1.1 Αντικείμενο και Στόχος Διπλωματικής Εργασίας.....	10
1.2 Δομή Τεύχους Διπλωματικής Εργασίας	10
1.3 Φάσεις Εκπόνησης Διπλωματικής Εργασίας	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	13
ΟΦΕΛΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΡΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ	13
2.1 Τι εννοούμε με τον όρο «Πράσινες ΤΠΕ»;.....	14
2.2 Γιατί να γίνουν «πράσινες» οι επιχειρήσεις;.....	14
2.3 Ιστορική αναδρομή Πράσινων ΤΠΕ.....	15
2.4 Κανονισμοί και Προτοβουλίες Βιομηχανίας	15
2.4.1 Κυβερνητικές.....	15
2.4.2 Από την βιομηχανία.....	15
2.5 Συντελεστές του Πράσινου Κόστους.....	15
2.6 Πλεονεκτήματα της Πράσινης Πληροφορικής	16
2.7 Συμπεράσματα	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	18
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΒΙΩΣΙΜΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ.....	18
3.1 Επαναχρησιμοποίηση, Αναβάθμιση και Ανακύκλωση Ηλεκτρικών και Ηλεκτρονικών Συσκευών.....	19
3.2 Ενοποίηση ή Συγχώνευση Εξυπηρετητών (Server Consolidation)	23
3.3 Πράσινα Κέντρα Δεδομένων (Green Data Centers).....	27
3.4 Εικονικοποίηση Ηλεκτρονικών Εφαρμογών Και Πόρων	32
3.5 Νεφούπολογιστική και Πλεγματούπολογιστική (Cloud Computing και Grid Computing).....	38
3.6 Ενεργο-Αποδοτικό Λογισμικό και Υλισμικό (Power-Aware Software and Hardware).....	42
3.7 Πράσινη Χρήση Υπολογιστών.....	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	54
ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	54
4.1 Χρήσεις ΤΠΕ στον Ενεργειακό Τομέα.....	55

4.1.1 Έξυπνη Μέτρηση Ενεργειακής Κατανάλωσης.....	55
4.1.2 Έξυπνο Ηλεκτρικό Δίκτυο (Smart Grid).....	62
4.1.3 Έξυπνα Σπίτια	67
4.1.4 Πράσινες Πόλεις.....	71
4.2 Χρήσεις ΤΠΕ στον Τομέα των Μεταφορών.....	78
4.2.1 Τηλε-εργασία, Εικονικές Συναντήσεις και Βιντεοδιασκέψεις	78
4.2.2 Έξυπνα Συστήματα Μεταφοράς.....	82
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	86
ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	86
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	92
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ.....	92
6.1 Συμπεράσματα	93
6.2 Προοπτικές.....	94
Βιβλιογραφία	95

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Αντικείμενο και Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

Κύριος στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι η παρουσίαση και ανάλυση των μεθόδων και εργαλείων των σύγχρονων Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών που έχουν θετική επίδραση στο περιβάλλον και στο αποτύπωμα άνθρακα τόσο των ίδιων των τεχνολογιών πληροφορικής όσο και άλλων τομέων.

Πιο συγκεκριμένα, θα αναλυθεί ο όρος «Πράσινες Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών» και θα χωριστεί σε δυο βασικές κατηγορίες. Θα παρουσιαστεί η ανάγκη υιοθέτησης των Πράσινων Τεχνολογιών Πληροφορικής και τα οφέλη που προκύπτουν. Θα παρουσιαστούν νέες τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών σε αντικατάσταση των παλαιότερων που είχαν μεγαλύτερο αποτύπωμα άνθρακα, αλλά και τρόποι που κάνουν τις ήδη υπάρχουσες και χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες πιο πράσινες. Επίσης, θα αναλυθούν εφαρμογές των τεχνολογιών πληροφορικής που βοηθούν στον τομέα της εξοικονόμησης ενέργειας, όπως οι εφαρμογές στα έξυπνα σπίτια και στις πράσινες πόλεις, αλλά και στον τομέα των μεταφορών, όπως η τηλε-εργασία και τα έξυπνα συστήματα μεταφοράς. Τέλος, θα προταθεί ενδεικτικό πρόγραμμα σπουδών για τον νέο αυτόν κλάδο της Πληροφορικής.

1.2 Δομή Τεύχους Διπλωματικής Εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει την παρακάτω δομή:

Αρχικά, υπάρχει μια σύντομη περίληψη της διπλωματικής εργασίας, στην οποία παρουσιάζονται συνοπτικά τα κύρια σημεία της. Η περίληψη αυτή υπάρχει και στην Αγγλική γλώσσα. Στην συνέχεια ακολουθεί ο πίνακας περιεχομένων. Τέλος, ακολουθεί η διπλωματική εργασία, που αποτελείται από 6 κεφάλαια. Παρακάτω περιγράφεται συνοπτικά το περιεχόμενο κάθε κεφαλαίου.

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Πρόκειται για το παρόν κεφάλαιο, στο οποίο παρουσιάζεται συνοπτικά το θέμα της εργασίας και οι φάσεις εκπόνησης της.

Κεφάλαιο 2: Οφέλη και Κίνητρα Χρησιμοποίησης Πράσινων Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών

Στο κεφάλαιο αυτό δίνεται ο ορισμός του όρου «Πράσινες Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών» και γίνεται μία εισαγωγή στους λόγους που επιτάσσουν τη χρήση τους. Ακόμα, παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα της χρησιμοποίησης των Πράσινων ΤΠΕ, τόσο σε σχέση με το περιβάλλον, όσο και με άλλους τομείς.

Κεφάλαιο 3: Περιβαλλοντικά Βιώσιμες Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών

Το τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζει τις Περιβαλλοντικά Βιώσιμες Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών που χρησιμοποιούνται ήδη, αλλά και καινοτόμα προϊόντα και υπηρεσίες του κλάδου αυτού που αναμένεται να υιοθετηθούν στο μέλλον. Ακόμα, αναφέρεται σε μεθόδους και πρακτικές που κάνουν τους υπολογιστές πιο φιλικούς προς το περιβάλλον, τόσο σε επίπεδο λογισμικού και υλισμικού, όσο και στο επίπεδο της χρήσης και διάθεσής τους.

Κεφάλαιο 4: Χρήση Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών για την Προστασία του Περιβάλλοντος

Το τέταρτο κεφάλαιο περιλαμβάνει παρουσίαση πράσινων εφαρμογών των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών στον Ενεργειακό τομέα και στον τομέα των Μεταφορών. Οι εφαρμογές του Ενεργειακού τομέα αφορούν τους τρόπους με τους οποίους μπορεί η Πληροφορική να βοηθήσει στην εξοικονόμηση ενέργειας, κάνοντας έτσι πιο πράσινο τον Ενεργειακό τομέα. Στον τομέα των Μεταφορών, οι εφαρμογές που παρουσιάζονται σχετίζονται με τη μείωση του αποτυπώματος άνθρακα των ταξιδιών και των μετακινήσεων με τη βοήθεια της Πληροφορικής.

Κεφάλαιο 5: Προτάσεις

Σε αυτό το κεφάλαιο παρατίθεται ένα ενδεικτικό πρόγραμμα σπουδών οκτώ μαθημάτων, το οποίο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα κάποιου πανεπιστημίου.

Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα και Προοπτικές

Το τελευταίο κεφάλαιο αφορά στην συγκεντρωτική παρουσίαση των σημαντικότερων συμπερασμάτων που προέκυψαν από την παρούσα μελέτη. Τέλος, καταγράφονται μελλοντικές προοπτικές για εφαρμογές των Πράσινων ΤΠΕ.

1.3 Φάσεις Εκπόνησης Διπλωματικής Εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε μεταξύ Σεπτεμβρίου 2010 και Φεβρουαρίου 2011 σύμφωνα με την διαδικασία που παρουσιάζεται στο Σχήμα 1.

Αρχικά, έγινε αναζήτηση για τον ακριβή ορισμό του όρου «Πράσινες Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών». Ακολούθησε διερεύνηση των λόγων που καθιστούν επιτακτική την ανάγκη χρησιμοποίησης των Πράσινων ΤΠΕ. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε εκτεταμένη βιβλιογραφική έρευνα με σκοπό να αναλυθεί το πεδίο σε βασικές κατηγορίες, και κατόπιν αναζήτηση πληροφοριών για τις επιμέρους κατηγορίες, αρχικά για τις Περιβαλλοντικά Βιώσιμες Τεχνολογίες Πληροφοριών και στη συνέχεια για τις Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών για την Προστασία του Περιβάλλοντος. Στην επόμενη φάση, έγινε προσπάθεια για την παρουσίαση ενός ενδεικτικού προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών που θα μπορούσε να διαθέτει κάποιο πανεπιστήμιο. Στην τελευταία φάση εξήχθησαν συμπεράσματα από την προηγούμενη μελέτη και αναλύθηκαν οι προοπτικές που παρουσιάζει το αντικείμενο για περαιτέρω διερεύνηση.



Σχήμα 1. Φάσεις Εκπόνησης Διπλωματικής Εργασίας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΟΦΕΛΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΡΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

2.1 Τι εννοούμε με τον όρο «Πράσινες ΤΠΕ»;

Το πιο πολυσυζητημένο θέμα σήμερα είναι το περιβάλλον: τα ηλεκτρικά οχήματα, η εμπορία δικαιωμάτων εκπομπών άνθρακα, οι Σύνοδοι Κορυφής. Κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας, με τις παγκόσμιες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας να ελαττώνονται, το αυξανόμενο κόστος της ενέργειας και η επέκταση της χρησιμοποίησης της ενέργειας έχουν αρχίσει να έχουν μεγάλο αντίκτυπο στο κόστος των επιχειρήσεων και τους ισολογισμούς. Παγκόσμιες προσπάθειες έχουν οδηγήσει σε ρυθμιστικές πρωτοβουλίες, αναγκάζοντας τις επιχειρήσεις να είναι περισσότερο καινοτόμες σε εξεύρεση λύσεων για τις εφαρμογές Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ). Οι εταιρείες και οι κυβερνήσεις καταβάλλουν μεγάλη προσπάθεια για να προβάλλονται ως «πράσινες». Αλλά πόσο «πράσινες» έχουν γίνει στην πραγματικότητα οι Τεχνολογίες Πληροφορικής; Απαντώντας σύντομα: λίγο. Μέχρι σήμερα, μόνο οι προμηθευτές hardware έχουν πάρει πρωτοβουλίες, κάνοντας το υπάρχον hardware πιο αποτελεσματικό αλλά και αναδεικνύοντας νέους τρόπους χρήσης της πληροφορικής για αντικατάσταση των παλιών μας συνηθειών.

Ο όρος «Πράσινες Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών» ή «Πράσινη Πληροφορική» αναφέρεται σε περιβαλλοντικά βιώσιμες Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών. Είναι «η μελέτη και η πράξη του σχεδιασμού, κατασκευής, χρήσης και απόρριψης των ηλεκτρονικών υπολογιστών και των σχετικών με αυτούς υποσυστημάτων, με τρόπο αποδοτικό και αποτελεσματικό και με ελάχιστες ή καθόλου περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Είναι η μελέτη και η πρακτική της χρήσης ηλεκτρονικών πόρων αποτελεσματικά.» [1]

2.2 Γιατί να γίνουν «πράσινες» οι επιχειρήσεις;

Στις περισσότερες μικρές έως μεσαίες επιχειρήσεις, οι αποφάσεις για επενδύσεις τείνουν να λαμβάνονται σχετικά με το εάν η επένδυση παρουσιάζει καλή απόδοση. Ιστορικά, οι περιβαλλοντικές προεκτάσεις δεν είχαν μεγάλη βαρύτητα ως κριτήριο επιλογής και χρήσης νέου λογισμικού, αναβάθμισης των δικτύων, ή συμμόρφωσης με κανονιστικές πράξεις.

Εκτιμάται ότι κατά την τελευταία πενταετία, το συνολικό ποσό ενέργειας που χρησιμοποιείται από όλα τα εγχώρια Data Centers των ΗΠΑ έχει διπλασιαστεί και υπάρχουν ενδείξεις ότι η τάση αυτή θα συνεχιστεί στο μέλλον [2].

Τον Αύγουστο του 2007, η Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας των ΗΠΑ δημοσίευσε μια μελέτη που δείχνει ότι το 2006, το 1,5% του συνόλου ηλεκτρικής κατανάλωσης (ή 61 δισεκατομμύρια κιλοβατώρες) χρησιμοποιήθηκαν αποκλειστικά για την τροφοδοσία των servers και των Data Centers, κατανάλωση μεγαλύτερη από το μισό της κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό όλων των νοικοκυριών των ΗΠΑ (101 δισεκατομμύρια kWh) [3].

Η αυξημένη ζήτηση ενέργειας θα απαιτούσε την προσθήκη νέων σταθμών παραγωγής ενέργειας. Από περιβαλλοντική άποψη, αυτό αντιστοιχεί σε σημαντική αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου και των ρυπογόνων εκπομπών, εάν το μεγαλύτερο μέρος της επιπλέον απαιτούμενης ενέργειας συνεχίσει να παράγεται από τους παραδοσιακούς σταθμούς παραγωγής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα.

2.3 Ιστορική αναδρομή Πράσινων ΤΠΕ

Οι Πράσινες ΤΠΕ μπορεί να είναι μια νέα έννοια για πολλούς σήμερα, αλλά ένας από τους πρώτους φορείς του κλάδου που δημιουργήθηκε για την αντιμετώπιση τέτοιων θεμάτων ήταν το πρόγραμμα Energy Star το 1992 από την Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας των ΗΠΑ. Το πρόγραμμα Energy Star λειτούργησε ως εθελοντική απονομή οικολογικού σήματος στους κατασκευαστές οι οποίοι κατάφεραν να ελαχιστοποιούν την κατανάλωση ενέργειας μεγιστοποιώντας ταυτόχρονα την αποδοτικότητα. Παράλληλα, η σουηδική οργάνωση TCO Development [4], εισήγαγε το πρόγραμμα πιστοποίησης TCO για την προώθηση χαμηλών μαγνητικών και ηλεκτρικών εκπομπών από τις CRT οθόνες υπολογιστών. Ο όρος «Πράσινη Πληροφορική» πιθανότατα επινοήθηκε μετά την έναρξη του προγράμματος Energy Star.

2.4 Κανονισμοί και Πρωτοβουλίες Βιομηχανίας

2.4.1 Κυβερνητικές

Το πρόγραμμα Energy Star αναθεωρήθηκε τον Οκτώβριο του 2006 ώστε να συμπεριλάβει αυστηρότερες απαιτήσεις απόδοσης για τον εξοπλισμό πληροφορικής. Οι οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης 2002/95/EK, σχετικά με τη μείωση των επικίνδυνων ουσιών, και 2002/96/EK, σχετικά με τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, ενίσχυσαν τη κανονιστικές πρωτοβουλίες.

2.4.2 Από την βιομηχανία

Με την αυξανόμενη ευαισθητοποίηση για την οικολογία και τις βιώσιμες επιχειρηματικές πρωτοβουλίες, σημειώθηκε αύξηση στις πρωτοβουλίες από εταιρικά σώματα. Υπάρχουν πολυάριθμοι ενεργοί φορείς που προσπαθούν να βρουν τρόπους για να κάνουν τη διαφορά μεταξύ αυτών είναι:

- Η Climate Savers Computing Initiative από την Google και την Intel το 2007
- Ο Green Computing Impact Organization
- Το Green Electronics Council
- Η Green Grid
- Η Green500 List

2.5 Συντελεστές του Πράσινου Κόστους

Υπάρχουν διάφορα στοιχεία του υλικού (hardware) πληροφορικής που συμβάλλουν άμεσα ή έμμεσα στο αυξημένο οικολογικό κόστος της Πληροφορικής.

- Οι μονάδες επιτραπέζιων υπολογιστών είναι εν γένει μόνο 70-75% αποτελεσματικές, διαχέοντας το υπόλοιπο της ενέργειας ως θερμότητα.
- Οι σκληροί δίσκοι αποθήκευσης (μεγέθους πχ 2.5 ιντσών) καταναλώνουν συχνά λιγότερη ενέργεια ανά gigabyte από μεγαλύτερους σε διαστάσεις σκληρούς δίσκους.
- Μια γρήγορη μονάδα επεξεργασίας γραφικών μπορεί να καταναλώνει το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας σε έναν υπολογιστή.
- Ηλεκτρονικά απόβλητα
- Παλιές οθόνες καθοδικού σωλήνα (CRT) αντί για τις φιλικότερες προς το περιβάλλον LCD ή LED οθόνες.

2.6 Πλεονεκτήματα της Πράσινης Πληροφορικής

Η πράσινη πληροφορική έχει πολλά πλεονεκτήματα. Εκτός από τη μείωση του αποτυπώματος άνθρακα μιας εταιρείας και τη βοήθεια στη διατήρηση της ενέργειας, επιπλέον βοηθά στην ελαχιστοποίηση των αποβλήτων, τη μείωση των λειτουργικών εξόδων και την αύξηση της παραγωγικότητας των εργαζομένων.

Η πρώτη ετήσια έκθεση που εκδόθηκε από το Green Electronics Council το 2006 με τίτλο «Τα περιβαλλοντικά οφέλη από την αγορά ή πώληση EPEAT Εγγεγραμμένων Προϊόντων» αναφέρει ότι οι πωλήσεις EPEAT πράσινων υπολογιστών, μόνο τους πρώτους έξι μήνες, είχαν τα παρακάτω οφέλη για το περιβάλλον [5]:

- Εξοικονομήθηκαν 13,7 δισεκατομμύρια kWh ηλεκτρικής ενέργειας, αρκετή για την τροφοδοσία 1,2 εκατομμυρίων αμερικανικών σπιτιών για ένα χρόνο
- Απετράπη η εκπομπή 1,07 εκατομμυρίων μετρικών τόνων ισοδύναμου άνθρακα εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, που ισοδυναμεί με την αφαίρεση 852.000 αυτοκινήτων από το δρόμο για ένα χρόνο
- Μειώθηκε το ποσό των τοξικών υλικών που χρησιμοποιήθηκαν από 1.070 μετρικούς τόνους, που ισοδυναμεί με βάρος 534.000 τούβλων, συμπεριλαμβανομένης τέτοιας ποσότητας υδραργύρου ικανής να γεμίσει τα θερμόμετρα 157.000 νοικοκυριών
- Αποφεύχθηκε η απόρριψη 41.100 μετρικών τόνων επικίνδυνων αποβλήτων, που ισοδυναμεί με το βάρος 20,5 εκατομμυρίων τούβλων.

Οικονομικά οφέλη

Μια πιο αποτελεσματική και αποδοτική οικονομικά επιχειρηματική δραστηριότητα οδηγεί σε χαμηλότερους λογαριασμούς κοινόχρηστων δαπανών, χαμηλότερο κόστος απόρριψης των αποβλήτων, μείωση της χρήσης χαρτιού και άλλων δαπανηρών προμηθειών και άλλους πολλούς απτούς τρόπους αποταμίευσης. Το κόστος για την εφαρμογή της Πράσινης Πληροφορικής μπορεί να είναι απότομο. Ωστόσο μακροπρόθεσμα, η εξοικονόμηση είναι πολύ ουσιαστική.

Περιβαλλοντικά οφέλη

Η Πράσινη Πληροφορική συμβάλλει στη βελτίωση του αποτυπώματος άνθρακα και στο δρόμο προς μια πιο οικολογική κοινωνία.

Προτιμήσεις Πελατών

Πολλές επιχειρήσεις κάνουν διαφημιστικές εκστρατείες για την προβολή της περιβαλλοντικής συνείδησής τους, με την πεποίθηση ότι οι πελάτες προτιμούν να επιχειρήσεις κοινωνικά υπεύθυνες.

Φορολογικές Ελαφρύνσεις

Υπάρχουν κυβερνήσεις που προσφέρουν φορολογικές ελαφρύνσεις για τις επενδύσεις σε πράσινες τεχνολογίες.

2.7 Συμπεράσματα

Η Πράσινη Πληροφορική δεν είναι μόνο μια νέα τάση: είναι μια τεχνολογία από μόνη της. Ο δρόμος προς τις πράσινες ΤΠΕ αφορά την εύρεση της τομής μεταξύ του «πράσινου» και της επιχειρηματικής αξίας. Νέοι και βελτιωμένοι μέθοδοι χρήσης της τεχνολογίας εμφανίζονται καθημερινά. Ωστόσο ένα σημαντικό σημείο που πρέπει να θυμάται κανείς είναι ότι η τεχνολογία από μόνη της δεν είναι ο τελικός σκοπός. Είναι το μέσο για τον τελικό σκοπό. Κάθε άτομο μπορεί να βοηθήσει στην προώθηση της Πράσινης Πληροφορικής, αναγνωρίζοντας και υποστηρίζοντας εταιρείες που χρησιμοποιούν την νέα τεχνολογία. Με τη στήριξη των πρωτοβουλιών Πράσινης Πληροφορικής μπορούμε να πούμε στις εταιρείες τι περιμένουμε από αυτές και πώς θα αναπτύξουν περαιτέρω τις δικές τους αποδόσεις. Στο τέλος, οι υπολογιστές και το διαδίκτυο δεν είναι οικολογικά ουδέτερα. Έχουν ορισμένες αρνητικές επιπτώσεις. Ωστόσο, έχουν και πολλά οφέλη προς το περιβάλλον: οδηγούν σε αυξημένη αποδοτικότητα, μειωμένο χρόνο παράδοσης, μέσω της χρήσης της υποδομής της πληροφορικής και των εργαλείων της. Ο αντίκτυπος των εργαλείων στον κόσμο είναι ήδη εξαιρετικά θετικός, και θα αυτό θα αλλάξει μόνο προς το καλύτερο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΒΙΩΣΙΜΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

3.1 Επαναχρησιμοποίηση, Αναβάθμιση και Ανακύκλωση Ηλεκτρικών και Ηλεκτρονικών Συσκευών

Στον τομέα των Πράσινων ΤΠΕ εντάσσεται φυσικά η ανακύκλωση ηλεκτρονικών αποβλήτων, που περιλαμβάνει και την αναβάθμιση και επαναχρησιμοποίηση παλιών ή ανεπιθύμητων τμημάτων ή ολόκληρων των συσκευών.

Τα ηλεκτρονικά απόβλητα ή e-waste είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται για κατεστραμμένες, μη επισκευάσιμες ή ανεπιθύμητες ηλεκτρονικές συσκευές, όπως τηλεοράσεις, όθονες υπολογιστών, laptops, CPUs, εκτυπωτές και άλλες. Οι ραγδαίες εξελίξεις στην τεχνολογία έχουν οδηγήσει σε μεγάλη αύξηση της ποσότητας των ηλεκτρονικών αποβλήτων και το πρόβλημα είναι παγκόσμιο. Το Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών (UNEP) εκτιμά ότι 20 με 50 εκατομμύρια τόνοι ηλεκτρονικών αποβλήτων παράγονται παγκοσμίως κάθε χρόνο [6].

Η απόρριψη υπολογιστών και λοιπού hardware σε κάδους απορριμάτων δε θα πρέπει σε καμία περίπτωση να πραγματοποιείται, αφού το hardware αποτελείται συνήθως από βαριά μέταλλα και άλλα επικίνδυνα χημικά, πολύ βλαβερά για το περιβάλλον, όπως μόλυβδος, χρώμιο, κάδμιο και υδράργυρο. Αν θαφτούν οι υπολογιστές στο έδαφος μαζί με τα υπόλοιπα απορρίματα, τα τοξικά υλικά που περιέχουν μπορούν να μολύνουν με χημικές ουσίες τα υδάτινα ρεύματα και το περιβάλλον. Αν καούν οι υπολογιστές, απελευθερώνονται τοξικά αέρια στον αέρα που αναπνέουμε. Είναι προφανές ότι αν τα ηλεκτρονικά απόβλητα δεν απορριφθούν κατάλληλα, μπορούν να βλάψουν το περιβάλλον αλλά και τους ανθρώπους.

Επιπροσθέτως, τα ηλεκτρονικά απόβλητα μπορούν να αποτελέσουν πολύτιμη πηγή δευτερογενούς ακατέργαστης ύλης, το οποίο αποτελεί ένα δεύτερο πολύ σημαντικό λόγο κατά της απόρριψης των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Άρα, ανακυκλώνοντας τους παλιούς υπολογιστές, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και να επεξεργαστούμε τα διάφορα υλικά τους για να κατασκευάσουμε το ίδιο υλικό ή για να κατασκευάσουμε άλλα υλικά για επαναχρησιμοποίηση [7].

Γίνεται σαφές από τα παραπάνω ότι η μη εκμετάλλευση των παλιών ή ανεπιθύμητων ηλεκτρονικών και ηλεκτρικών συσκευών οδηγεί όχι μόνο σε σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα, σε εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που θα μπορούσαν να αποφευχθούν και σε κατανάλωση ενέργειας, αλλά και στη συστηματική μείωση των διαθέσιμων πόρων δευτερογενούς υλικού.

Επαναχρησιμοποίηση

Η επαναχρησιμοποίηση αφορά στη χρήση των παλιών υπολογιστών για εργασίες για τις οποίες πληρούν τις απαραίτητες απαιτήσεις. Έτσι αποφεύγεται η αγορά καινούριου υπολογιστή, για την κατασκευή του οποίου επιβαρύνεται προφανώς το περιβάλλον. Γενικά χρησιμοποιώντας το hardware για μεγάλο χρονικό διάστημα, επιτυγχάνεται μείωση του συνολικού αποτυπώματος άνθρακα που αφορά στην κατασκευή και διάθεση των υπολογιστών.

Εκτός από την επαναχρησιμοποίηση της συσκευής αυτής καθεαυτής, υπάρχει και η επαναχρησιμοποίηση τμημάτων ή υλικών που έχουν ανακτηθεί από παλιούς υπολογιστές ή άλλες ηλεκτρονικές συσκευές, όπως πυκνωτές, πηνία, ολοκληρωμένα κυκλώματα, αντιστάσεις και άλλα, τα οποία δεν διαφέρουν πολύ από συσκευή σε συσκευή και δεν έχουν υποστεί σημαντικές αλλαγές τα τελευταία χρόνια. Έτσι, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ανταλλακτικά ή ως υλικά για την κατασκευή μιας καινούριας συσκευής. Η επαναχρησιμοποίηση τμημάτων παλιών συσκευών έπεται της διαδικασίας της ανακύκλωσης, κατά την οποία, όπως θα αναφέρουμε και παρακάτω, διαχωρίζονται τα υλικά που προορίζονται για επαναχρησιμοποίηση.



Εικόνα 3.1α. Ανακύκλωση Ηλεκτρονικών Αποβλήτων

Αναβάθμιση

Με την αναβάθμιση των παλιών υπολογιστών, servers και άλλου hardware ΤΠΕ, μπορούν αυτά να καλύψουν τις νέες ανάγκες και να γίνουν σχεδόν καινούρια. Έτσι, υπάρχει η επιλογή αγοράς ενός τέτοιου αναβαθμισμένου υπολογιστή αντί ενός καινούριου ή η αναβάθμιση ενός παλιού υπολογιστή, έτσι ώστε αυτός να εξακολουθεί να καλύπτει τις απαιτήσεις του χρήστη και να αποφευχθεί η αγορά ενός νέου υπολογιστή. Το όφελος από την αναβάθμιση είναι διπλό, αφού συμβάλλουμε στην προστασία του περιβάλλοντος και ταυτόχρονα εξοικονομούμε χρήματα μακροπρόθεσμα.

Ανακύκλωση

Όταν η επαναχρησιμοποίηση και η αναβάθμιση μιας συσκευής ή ενός υπολογιστή δεν αποτελούν επιλογή, τότε η λύση είναι η ανακύκλωση.

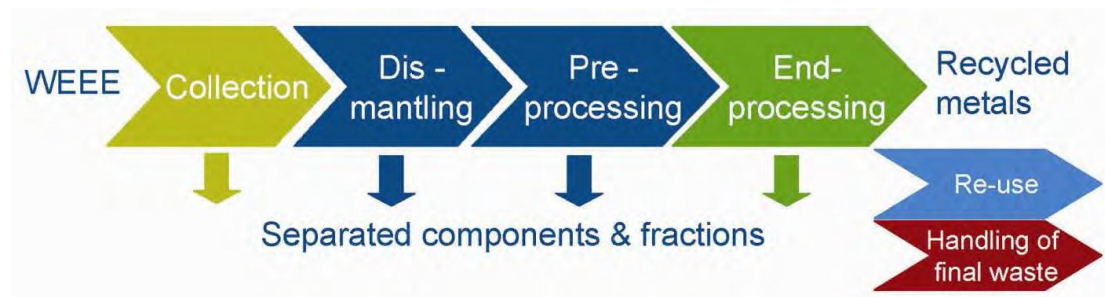


Εικόνα 3.1β. Ανακύκλωση Ηλεκτρονικών Αποβλήτων

Εκτός από τον άμεσο αντίκτυπο της αποτελεσματικής ανακύκλωσης στους διαθέσιμους πόρους ανακυκλωμένων μετάλλων, υπάρχει και σημαντική συμβολή στη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου.

Η πρωτογενής παραγωγή, δηλαδή η εξόρυξη μετάλλου, η συγκέντρωση, η τήξη και ο καθαρισμός, ιδιαίτερα των πολύτιμων και ειδικών μετάλλων, είναι υπεύθυνη για σημαντικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) λόγω της χαμηλής συγκέντρωσης αυτών των μετάλλων στα μεταλλεύματα και τις συχνά δύσκολες συνθήκες εξόρυξης. Η «εξόρυξη μετάλλων» από τους παλαιούς υπολογιστές μας με στόχο να ανακτηθούν τα περιλαμβανόμενα μέταλλα - εάν αυτό γίνεται κατά τρόπο περιβαλλοντικά σωστό - απαιτεί ένα πολύ μικρό μέρος ενέργειας έναντι της ενέργειας που απαιτείται για την εξόρυξη μεταλλευμάτων στη φύση [8]. Ουσιαστικά, το περιβαλλοντικό αποτύπωμα ενός υπολογιστή ή άλλης ηλεκτρονικής συσκευής θα μπορούσε να μειωθεί σημαντικά εάν η συσκευή αυτή ανακυκλωθεί με μια περιβαλλοντικά φιλική διαδικασία, η οποία αποτρέπει τις επικίνδυνες εκπομπές και εξασφαλίζει ότι ένα μεγάλο μέρος των περιλαμβανόμενων μετάλλων ανακτάται τελικά και χρησιμοποιείται σε μια νέα (ηλεκτρονική) συσκευή.

Η αλυσίδα ανακύκλωσης για τα ηλεκτρονικά απόβλητα αποτελείται από τρία κύρια βήματα: 1) συλλογή, 2) ταξινόμηση, αποσυναρμολόγηση και αρχική επεξεργασία και 3) τέλος την τελική επεξεργασία που περιλαμβάνει τον καθαρισμό και τη διάθεση (Σχήμα 3.i).



Σχήμα 3.i Αλυσίδα Ανακύκλωσης

Πηγή: Mathias Schlupea, Christian Hageluekenb, Ruediger Kuehrc, Federico Magalinic, Claudia Maurerc, Christina Meskersb, Esther Muellera, Feng Wangc, "Recycling – From E-Waste to Resources", Federal Laboratories for Material Testing and Research (EMPA), Umicore Precious Metal Refining, United Nations University (UNU), July 2009

Η συλλογή των ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι κρίσιμη δεδομένου ότι καθορίζει την ποσότητα υλικού που είναι διαθέσιμη για αποκατάσταση.

Ο στόχος της αποσυναρμολόγησης και αρχικής επεξεργασίας είναι να ελευθερωθούν τα υλικά και να κατευθυνθούν στις επόμενες τελικές διαδικασίες επεξεργασίας. Οι επικίνδυνες ουσίες, όπως οι μπαταρίες, οι κεφαλές μελανιού, οι διακόπτες που περιέχουν υδράργυρο κ.τ.λ., πρέπει να αφαιρεθούν και να αποθηκευτούν κατάλληλα, ενώ τα πολύτιμα συστατικά και υλικά πρέπει να απομονωθούν για επαναχρησιμοποίηση ή για ανακατεύθυνση σε διαδικασίες αποκατάστασης. Αυτό περιλαμβάνει την αφαίρεση σκληρών δίσκων, πλακετών κ.λ.π. πριν από την περαιτέρω (μηχανική) επεξεργασία. Οι μπαταρίες από τις συσκευές μπορούν να σταλούν στις ειδικές εγκαταστάσεις για αποκατάσταση του κοβαλτίου, του νικελίου και του χαλκού.



Εικόνα 3.2. Αποσυναρμολόγηση και Συλλογή Υλικών προς Αποκατάσταση

Η τελική αποκατάσταση μετάλλων μετά από την αρχική επεξεργασία πραγματοποιείται σε τρεις κύριες κατευθύνσεις. Τα σιδηρούχα μέρη κατευθύνονται στις εγκαταστάσεις χάλυβα για την αποκατάσταση του σιδήρου, τα μέρη αλουμινίου πηγαίνουν στους χύτες αλουμινίου, ενώ τα μέρη χαλκού/μολύβδου, οι πλακέτες και άλλα τμήματα που περιέχουν πολύτιμα μέταλλα πηγαίνουν σε ενσωματωμένους χύτες μετάλλων, οι οποίοι ανακτούν τα πολύτιμα μέταλλα, το χαλκό και άλλα μη σιδηρούχα μέταλλα, απομονώνοντας παράλληλα τις επικίνδυνες ουσίες [9].

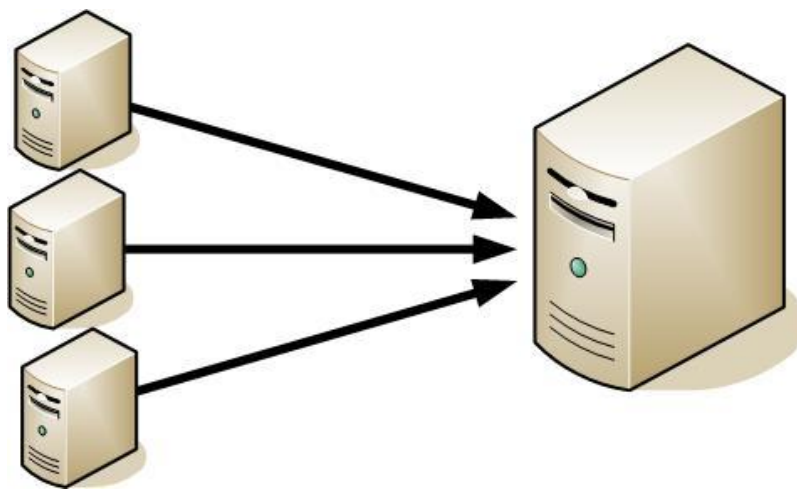
Κριτική και Μειονεκτήματα Ανακύκλωσης Ηλεκτρονικών Αποβλήτων

Ένα σημαντικό μειονέκτημα της διαδικασίας ανακύκλωσης των ηλεκτρονικών αποβλήτων είναι οι εξαγωγές ηλεκτρονικών αποβλήτων σε αναπτυσσόμενες χώρες ή χώρες του Τρίτου Κόσμου (Ινδία, χώρες της Ασίας ή της Αφρικής) προς ανακύκλωση. Αυτές οι εξαγωγές είναι πολύ επίφοβες, αφού οι χώρες αυτές δε διαθέτουν την κατάλληλη υποδομή για ανακύκλωση των ηλεκτρονικών αποβλήτων με τρόπο περιβαλλοντικά φιλικό ή ασφαλή προς τους εργάτες. Εκτιμάται ότι το 90% των ηλεκτρονικών αποβλήτων δεν ανακυκλώνεται όπως πρέπει, για παράδειγμα εξοπλισμός που προοριζόταν για ανακύκλωση μπορεί να πωλείται στο εξωτερικό [10].

Ένα ακόμα θέμα που πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν είναι η προστασία των προσωπικών δεδομένων. Ο αποθηκευτικός εξοπλισμός, όπως οι σκληροί δίσκοι, περιέχουν προσωπικές πληροφορίες, όπως κωδικούς, ηλεκτρονικά μηνύματα και αριθμούς πιστωτικών καρτών, οι οποίες μπορούν εύκολα να ανακτηθούν με χρήση ελεύθερου λογισμικού που είναι διαθέσιμο στο διαδίκτυο. Ακόμα και αν ο χρήστης έχει διαγράψει τα προσωπικά του αρχεία, αυτά δεν διαγράφονται από τον σκληρό δίσκο. Έτσι, προτού δοθεί ένας υπολογιστής για ανακύκλωση, ο χρήστης θα πρέπει να έχει αφαιρέσει τους σκληρούς δίσκους και τις υπόλοιπες αποθηκευτικές μονάδες και να τις κρατήσει ή να τις καταστρέψει.

3.2 Ενοποίηση ή Συγχώνευση Εξυπηρετητών (Server Consolidation)

Η ενοποίηση ή συγχώνευση εξυπηρετητών είναι μια προσέγγιση για την αποδοτική χρήση των πόρων των εξυπηρετητών (servers), με στόχο τη μείωση του αριθμού των servers ή των τοποθεσιών των servers που χρειάζεται μια επιχείρηση. Η ιδέα για το server consolidation προέκυψε ως απάντηση στο πρόβλημα της εκτεταμένης διασποράς ή εξάπλωσης εξυπηρετητών («server sprawl»), μια κατάσταση κατά την οποία χρησιμοποιούνται πολλοί υποαπασχολούμενοι εξυπηρετητές, οι οποίοι καταλαμβάνουν πολύ χώρο και καταναλώνουν πόρους δυσανάλογους ως προς το φόρτο της εργασίας τους. Σε πολλές εταιρείες οι servers λειτουργούν συνήθως στο 15-20% της δυνατότητας τους, σύμφωνα με τον Tony Iams, αναλυτή στην D.H. Brown Associates Inc. στο Port Chester της Νέας Υόρκης [11]. Στο πρόβλημα του server sprawl έχει οδηγήσει η πρακτική της αγοράς μεγάλου αριθμού εξυπηρετητών χαμηλού κόστους και της χρήσης του κάθε ενός από αυτούς για μια συγκεκριμένη εφαρμογή.



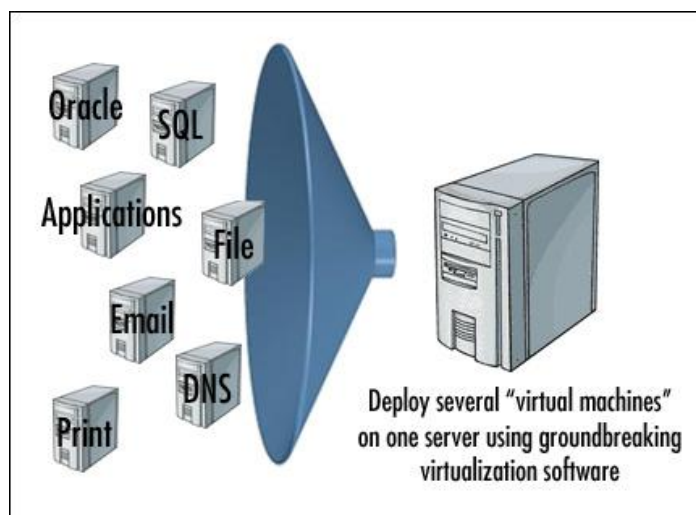
Σχήμα 3.ii. Συγχώνευση Εξυπηρετητών

Πηγή: <http://www.serverconsolidationtool.com>

Το server consolidation υλοποιείται με δυο τρόπους: την εικονικοποίηση εξυπηρετητών και τη χρήση εξυπηρετητών blade.

Εικονικοποίηση Εξυπηρετητών (Server Virtualization)

Η εικονικοποίηση ή virtualization είναι η τεχνολογία που συγκεντρώνει και διαμοιράζει εφαρμογές και πόρους υπολογιστών με αποτελεσματικό τρόπο, επιτρέποντας στο λογισμικό να «διαχωριστεί» από το hardware. Η εικονικοποίηση εξυπηρετητών επιτρέπει τον εικονικό καταμερισμό (μέσω κάποιας πλατφόρμας λογισμικού) των φυσικών πόρων ενός υπολογιστή για τη δημιουργία πολλών ιδεατών μηχανημάτων (virtual machines) ανεξάρτητων μεταξύ τους, κάθε ένα από τα οποία έχει το δικό του λειτουργικό σύστημα και εκτελεί διάφορες εφαρμογές. Έτσι, με το server virtualization καθίσταται δυνατή η χρήση ενός μόνο υπολογιστή για την εκτέλεση πολλαπλών λειτουργιών και εφαρμογών, οι οποίες θα εκτελούνταν κανονικά σε πολλούς διαφορετικούς υπολογιστές που θα χρησιμοποιούσαν διαφορετικά (ενδεχομένως) λειτουργικά συστήματα. Ο υπολογιστής αυτός, του οποίου τους φυσικούς πόρους χρησιμοποιούμε (μνήμη, σκληρό δίσκο, CPU κτλ), διαμερίζεται έτσι σε έναν αριθμό virtual machines, κάθε ένα από τα οποία είναι όμοιο με έναν φυσικό υπολογιστή, με τη διαφορά ότι αποτελείται από λογισμικό μόνο και όχι από hardware.



Σχήμα 3.iii. Εικονικοποίηση Εξυπηρετητών

Πηγή: <http://www.istonish.com>

Γίνεται σαφές ότι το server virtualization βοηθά στη μείωση του αριθμού των απαιτούμενων (φυσικών) servers, αφού κάποιος αριθμός υπολογιστών μπορεί να συγχωνευθεί σε έναν. Οι λειτουργίες πολλών υποαποσχολούμενων servers μπορούν να εκτελεστούν από έναν μόνο server, που αποτελείται από virtual machines. Έτσι, εξοικονομούνται χρήματα από την αγορά μικρότερης πλέον ποσότητας hardware, αφού δεν απαιτείται ένας ξεχωριστός server για κάθε λειτουργικό σύστημα ή εφαρμογή κτλ, αλλά και από την πλήρη εκμετάλλευση του hardware προτού απαιτηθεί αναβάθμιση. Σημαντικό πλεονέκτημα που προκύπτει από την εικονικοποίηση είναι και η ευελιξία και η διαθεσιμότητα που παρέχεται. Γίνεται πολύ πιο εύκολη και γρήγορη η δημιουργία νέων servers, αφού επιτυγχάνεται με μια απλή αντιγραφή των υπάρχοντων servers. Επιπλέον, έχουμε χαμηλότερες ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη, χαμηλότερη ενεργειακή κατανάλωση και μικρότερη ποσότητα ηλεκτρονικών αποβλήτων, συμβαδίζοντας έτσι με την πράσινη ανάπτυξη [12].

Εξυπηρετητές Blade (Server Blades)

Ο εξυπηρετητής blade (Εικόνα γ) είναι ένας υπολογιστής σχεδιασμένος έτσι ώστε να καταλαμβάνει τον λιγότερο δυνατό χώρο και να καταναλώνει ελάχιστη ενέργεια. Ο σχεδιασμός αυτός επιταγχάνεται με την αφαίρεση πολλών τμημάτων που θα διέθετε ένας κανονικός υπολογιστής, αλλά παράλληλα διατηρώντας τα απαιτούμενα λειτουργικά μέρη ώστε να θεωρείται υπολογιστής [13]. Τα server blades είναι υπολογιστές υψηλής πυκνότητας, δηλαδή ένας ολόκληρος υπολογιστής έχει συμπυκωθεί έτσι ώστε να χωράει σε μια πλακέτα. Κάθε blade περιλαμβάνει μνήμη, επεξεργαστές, κάρτα δικτύου και άλλες θύρες εισόδου/εξόδου (IO).



Εικόνα 3.3. Εξυπηρετητής blade HS20 της IBM

Πηγή: http://en.wikipedia.org/wiki/Blade_server

Πολλά blades μαζί τοποθετημένα σε μια θήκη (chassis server) αποτελούν τον blade server (Εικόνα 3.4), ο οποίος είναι ικανός για πολύ μεγάλο φόρτο εργασίας καταλαμβάνοντας πολύ μικρό χώρο στο rack, απλοποιώντας έτσι την καλωδίωση (Εικόνα 3.5) και ελαττώνοντας την κατανάλωση ενέργειας. Σύμφωνα με άρθρο σχετικό με την τεχνολογία των εξυπηρετητών στο SearchWinSystems.com, οι επιχειρήσεις που θα αλλάξουν τους συμβατικούς 1U ή tower servers με blade server θα έχουν μείωση 85% στην καλωδίωση των εγκαταστάσεων blade [14].



Εικόνα 3.4. Εξυπηρετητής blade και θήκη (“8U Rackmount Blade Server Chassis”)

Πηγή: http://www.webopedia.com/quick_ref/blade_servers.asp



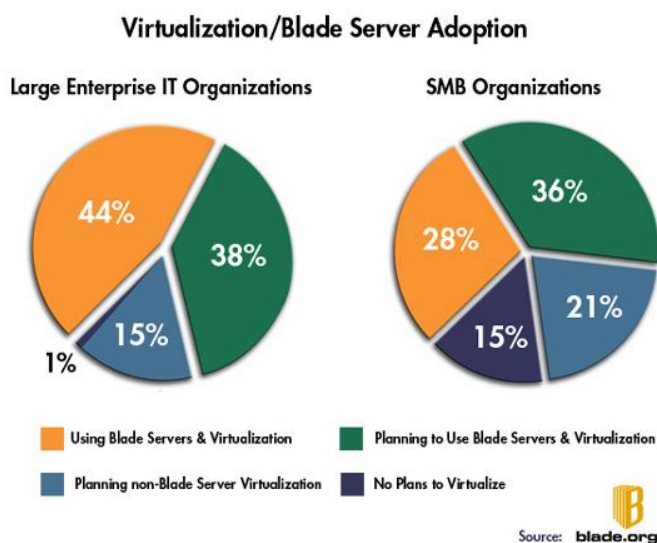
Ten 1U dual processor servers and the associated cabling.

Εικόνα 3.5. Απλοποιημένη Καλωδίωση σε Εξυπηρετητή Blade (“Reduced Cable Sprawl”)

Πηγή: http://www.webopedia.com/quick_ref/blade_servers.asp

Σε έναν blade server μπορούμε να συνδυάσουμε πολλά blades με λογισμικό εικονικοποίησης server, έτσι ώστε να συγχωνεύσουμε το φόρτο εργασίας πολλών servers σε έναν μόνο blade server. Έτσι, με τα blades μπορούν να εκτελούνται και να συνυπάρχουν διαφορετικά λειτουργικά συστήματα και εφαρμογές σε έναν server και οι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση σε μεγαλύτερη μνήμη και δύναμη επεξεργασίας.

Τα blades χρησιμοποιούνται συχνά σε data centers και περιβάλλοντα υψηλής υπολογιστικής απόδοσης (κλάδος της πληροφορικής που εστιάζει στην κατασκευή υπερυπολογιστών και λογισμικού για αυτούς) ως εξυπηρετητές εφαρμογών, βάσεων δεδομένων, ηλεκτρονικού ταχυδρομίου και διαδικτύου κτλ. Τα μεγάλα data centers και οι πάροχοι τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών ωφελούνται από τη χρήση των blades αφού τα blades δίνουν σε μια μεγάλη επιχείρηση τη δυνατότητα γρήγορης απόκρισης σε αλλαγές των συνθηκών. Οι ιστοσελίδες με μεγάλη κίνηση αποτελούν ένα ακόμα παράδειγμα για το πού μπορούν να φανούν χρήσιμα τα blades, αφού επιτρέπουν γρήγορη προσθήκη μνήμης και υπολογιστικής δύναμης όταν απαιτείται [15].



Σχήμα 3.iv. Υιοθέτηση Εικονικοποίησης και Εξυπηρετητών Blade από Μικρομεσαίες και Μεγάλες Επιχειρήσεις

Πηγή: <http://www.virtualizationstrategies.com>

3.3 Πράσινα Κέντρα Δεδομένων (Green Data Centers)

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μεγάλη αύξηση των τραπεζικών συναλλαγών μέσω του διαδικτύου, υιοθέτηση νέων τρόπων επικοινωνίας βασισμένων στο διαδίκτυο, στροφή στη χρήση ηλεκτρονικών αρχείων υγείας και άλλα συναφή, τα οποία απαιτούν μεγάλη δυναμικότητα από τις Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών. Οι διευθυντές των εταιριών ΤΠΕ απαντούν σε αυτή τη ζήτηση με τη δημιουργία ολοένα και περισσότερων data centers, η οποία περιλαμβάνει και την αύξηση του αριθμού αλλά και της πυκνότητας των servers και των αποθηκευτικών συσκευών σε αυτά. Αποτέλεσμα αυτού είναι τα data centers να έχουν γίνει πλέον μεγάλοι καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας για την τροφοδοσία και την ψύξη του εξοπλισμού τους. Σε έρευνα του Gartner αναφέρεται ότι: «Η μέση κατανάλωση ενέργειας ανά server τετραπλασιάστηκε από το 2001 ως το 2006, ενώ ο μέσος αριθμός των servers διπλασιάστηκε. Αυτή η ραγδαία ανάπτυξη έχει ως αποτέλεσμα ένα data center να καταναλώνει 100 φορές περισσότερη ενέργεια σε σχέση με ένα κτίριο γραφείων.»[16]. Επίσης, τα data centers εκτιμήθηκε ότι ευθύνονταν για το 1,5% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης στις ΗΠΑ το 2006 και ότι αυτό το ποσοστό θα συνεχίσει να αυξάνεται [17]. Από την αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας συνεπάγεται σαφώς αύξηση του κόστους λειτουργίας των data centers. Η αύξηση αυτή του κόστους επηρεάζει επιχειρήσεις όλων των μεγεθών. Σύμφωνα με έρευνα της IBM σε περισσότερα από 1100 στελέχη μικρών και μεσαίων επιχειρήσεων σε δέκα αγορές σε Ευρώπη, Ασία και Αμερική, σχεδόν τα μισά παρουσίασαν μια από τις μεγαλύτερες αυξήσεις κόστους σε περίοδο δυο ετών [18]. Έτσι, οι αυξημένες απαιτήσεις δυναμικότητας των ΤΠΕ, η αυξημένη χρήση ενέργειας των data centers, το ολοένα και αυξανόμενο κόστος της ενέργειας και οι περιβαλλοντικές ανησυχίες οδηγούν σε σχεδιασμό ενεργειακά αποδοτικών data centers ή πράσινων data centers.

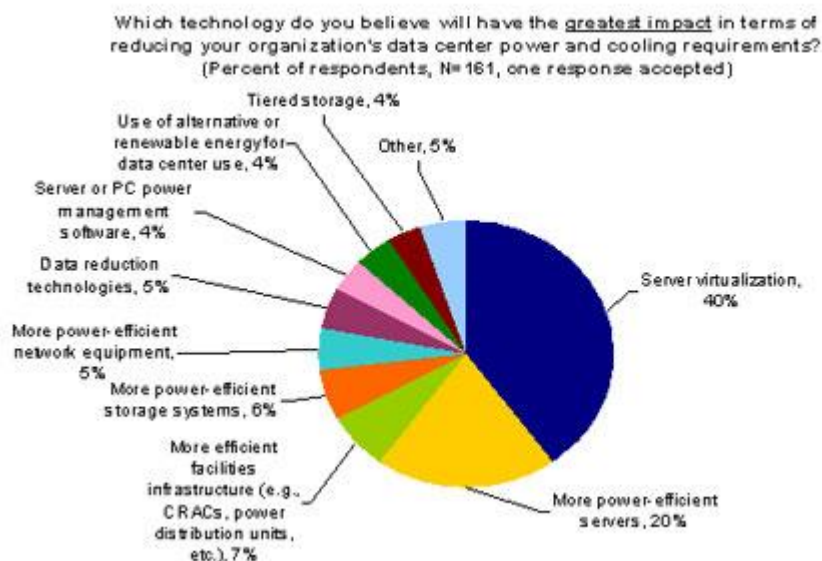
Το πράσινο data center είναι μια αποθήκη που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση, τη διαχείριση, και τη μετάδοση δεδομένων, στην οποία τα μηχανικά, φωτιστικά, ηλεκτρικά και υπολογιστικά συστήματα είναι σχεδιασμένα για μέγιστη ενεργειακή αποδοτικότητα και ελάχιστες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η κατασκευή και η λειτουργία ενός πράσινου data center περιλαμβάνει προηγμένες τεχνολογίες και στρατηγικές, όπως ελαχιστοποίηση του αποτυπώματος άνθρακα της εγκατάστασης και του κτιρίου, εικονικοποίηση πόρων, χρήση οικοδομικών υλικών, χαλιών και βαφών χαμηλών εκπομπών, ανακύκλωση απορριμμάτων, χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας και εγκατάσταση συστήματος προηγμένων συστημάτων ψύξης.



Εικόνα 3.6. «Πράσινο» Κέντρο Δεδομένων

Το data center διαφέρει από το πράσινο data center σε δυο βασικά σημεία: Ένα πράσινο data center είναι πιο φιλικό προς το περιβάλλον και έχει σαφώς μικρότερο κόστος λειτουργίας, λόγω της μειωμένης κατανάλωσης ενέργειας. Τα data centers που κατασκευάζονται από δω και στο εξής μπορούν να κατασκευαστούν με βάση τα παραπάνω, ώστε να είναι πράσινα.

Τα ήδη υπάρχοντα data centers μπορούν να γίνουν πιο πράσινα με μερικές τροποποιήσεις στον τρόπο λειτουργίας τους ή ανακατασκευές.



Σχήμα 3.v. Ποια τεχνολογία πιστεύετε ότι έχει μεγαλύτερο αντίκτυπο στη μείωση ενεργειακών απαιτήσεων για λειτουργία και κλιματισμό στο data center της επιχείρησής σας;

Πηγή: <http://www.ajax.sys-con.com>

Τεχνολογίες για Πράσινα Data Centers

1) Server Consolidation

Η τεχνολογία του Server Consolidation έχει αναπτυχθεί σε προηγούμενη ενότητα (βλ. 3.2). Λόγω της μείωσης του αριθμού των servers σε ένα data center μέσω του server consolidation (server virtualization και blade servers), γίνεται σαφές ότι απαιτείται σημαντικά μικρότερο ποσό ενέργειας για τη λειτουργία και την ψύξη του εξοπλισμού του. Ακόμα, όσο λιγότερο εξοπλισμό διαθέτει το data center, τόσο λιγότερα ηλεκτρονικά απόβλητα θα παράγει. Έτσι, το data center είναι σαφώς πιο φιλικό προς το περιβάλλον και πιο οικονομικό από πλευράς λειτουργίας για την επιχείρηση.

2) Διαχείριση Ενέργειας

Στις μέρες μας υπάρχουν πολλά εργαλεία διαχείρισης ενέργειας, τα οποία όμως δε χρησιμοποιούνται στα περισσότερα data centers. Ο Amony Lovins, πρόεδρος του Rocky Mountain Institute, μιας εταιρείας ενέργειας και βιωσιμότητας στο Snowmass του Colorado, λέει: «Σε ένα τυπικό data center η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας δεν ποικίλλει καθόλου, ενώ ο φόρτος εργασίας των ΤΠΕ ποικίλλει κατά παράγοντα τρία ή περισσότερα. Αυτό μας λέει ότι δεν χρησιμοποιούμε κατάλληλα τη διαχείριση ενέργειας.» [19]. Προσθέτει ότι: «Αν εκμεταλλευτούμε πλήρως τα εργαλεία διαχείρισης ενέργειας και σβήσουμε τους servers που δεν χρησιμοποιούνται, μπορούμε να μειώσουμε κατά 20% τη ζήτηση ενέργειας του data center.» Ο λόγος που δεν χρησιμοποιούνται τα εν λόγω εργαλεία είναι ότι τα διοικητικά στελέχη ενδιαφέρονται σχεδόν αποκλειστικά για την απόδοση και το uptime (τον χρόνο δηλαδή κατά τον οποίο ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής ή γενικά μια ηλεκτρονική συσκευή είναι ανοιχτά και λειτουργούν) του data center, ενώ το προσωπικό των ΤΠΕ δεν είναι ακόμα εξοικειωμένο με τη χρήση των διαθέσιμων εργαλείων διαχείρισης ενέργειας, όπως λέει ο Christian Belady, διακεκριμένος τεχνολόγος στην Hewlett-Packard Co [19].

Προσθέτει ακόμα το αντεπιχείρημα ότι η διαχείριση ενέργειας μπορεί να αυξήσει την αξιοπιστία και το uptime, αφού μειώνει τις αιχμές στα συστήματα ισχύος και ψύξης του data center.

3) Ψύξη Data Center

Ένα από τα πιο κρίσιμα θέματα που αφορά στη βιωσιμότητα του data center είναι η ψύξη αυτού. Η ψύξη έχει γίνει ένα σοβαρό πρόβλημα σε πολλά data centers. Σύμφωνα με τον Gartner, «ο εξοπλισμός υψηλής πυκνότητας, όπως οι εξυπηρετητές blade (blade servers), απαιτεί τεράστιες ποσότητες ισχύος για λειτουργία και κλιματισμό. Τα racks μπορούν να χωρέσουν 60 έως 70 (1U) μονάδες, που ισοδυναμούν με 20.000 Watt έως 25.000 Watt ισχύος ανά rack. Επιπλέον, για κάθε Watt της ισχύος για τη λειτουργία του εξοπλισμού, υπάρχει μια ανάγκη για άλλα 50% έως 60% ισχύ για τον κλιματισμό» [16]. Υπάρχουν πολλές μέθοδοι ψύξης, οι οποίες όμως χωρίζονται σε δυο θεμελιώδεις κατηγορίες: ψύξη με αέρα και υγρή ψύξη.



Εικόνα 3.7. Ψύξη Κέντρου Δεδομένων

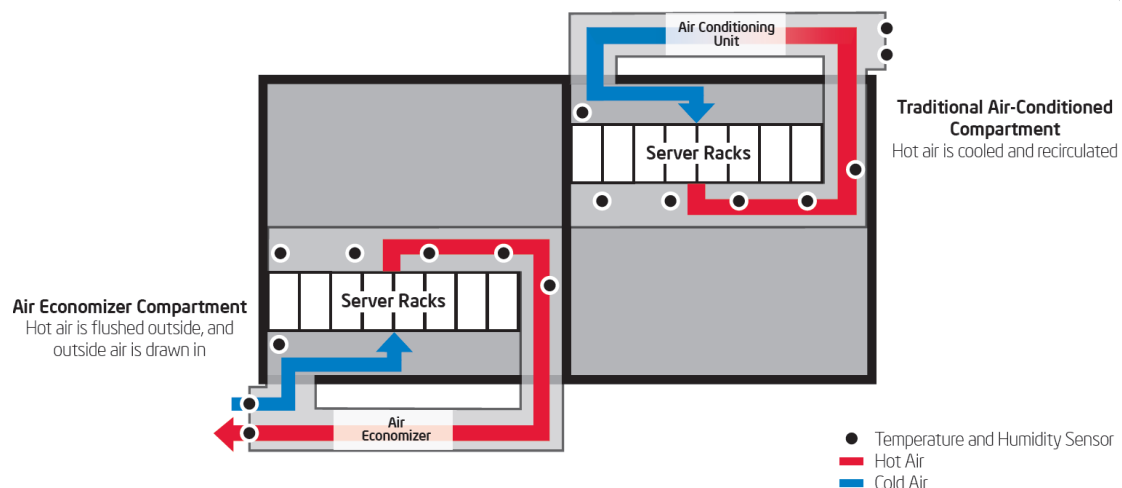
Ψύξη με αέρα

- Καμινάδα αερισμού

Για την ψύξη ενός data center μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια καμινάδα σαν αυτές που υπάρχουν στα σπίτια μας. Η αρχή λειτουργίας της βασίζεται στο φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού, δηλαδή το γεγονός ότι ο θερμός αέρας κινείται προς τα πάνω, δημιουργώντας ρεύμα αέρα στο εσωτερικό του χώρου, μεταφέροντας έτσι τη θερμότητα προς το εξωτερικό του κτιρίου. Το σύστημα μπορεί να ενισχυθεί με ανεμιστήρα στην κορυφή της καμινάδας για τη δημιουργία ισχυρότερου ρεύματος και συνεχούς, συνεπώς, εναλλαγής του εσωτερικού αέρα [20]. Η αξιοποίηση του φαινομένου αυτού έχει οδηγήσει στο εξής σχέδιο: κρύος αέρας διαχέεται στο εσωτερικό του κτιρίου από το πάτωμα, ενώ ο ζεστός αέρας κινείται προς τα πάνω και φεύγει εκτός του κτιρίου μέσω της καμινάδας. Αυτό το σχέδιο δημιουργεί μια πολύ αποδοτική κυκλοφορία δροσερού αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου, ενώ απαιτεί μικρό ποσό ενέργειας [21].

- Εξοικονομητής αέρα (Air Economizer)

Ως τμήμα ενός συστήματος ψύξης ενός data center, οι εξοικονομητές αέρα αποβάλλουν το ζεστό αέρα, που παράγεται από τους υπολογιστές, τους servers, τις συσκευές κτλ, στο εξωτερικό του κτιρίου και φέρνουν στο εσωτερικό του τον πιο δροσερό εξωτερικό αέρα, αντί της λειτουργίας ενός κλασικού συστήματος κλιματισμού που ψύχει και αναδιανέμει τον ζεστό εσωτερικό αέρα. Ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία, το ψυγείο κλιματισμού μπορεί είτε μερικώς είτε εντελώς να παρακαμφθεί, παρέχοντας με αυτόν τον τρόπο αυτό που αναφέρεται ως ελεύθερη ψύξη. Φυσικά, αυτή η μέθοδος είναι η αποτελεσματικότερη στα πιο δροσερά κλίματα. Σε δοκιμή της Intel που διήρκεσε πάνω από 10 μήνες αποδείχθηκε ότι με χρήση εξοικονομητών αέρα το 91% του χρόνου λειτουργίας (θεωρώντας ότι τον υπόλοιπο χρόνο ο αέρας μπορεί να μην είναι κατάλληλος) εξοικονομείται ισχύς 67% σε ένα data center των 10MW, που μεταφράζεται σε εξοικονόμηση 2,87 εκατομμυρίων δολλαρίων, ακόμα και σε ξηρά θερμά κλίματα με εξωτερική θερμοκρασία μέχρι 32 βαθμούς Κελσίου [22].

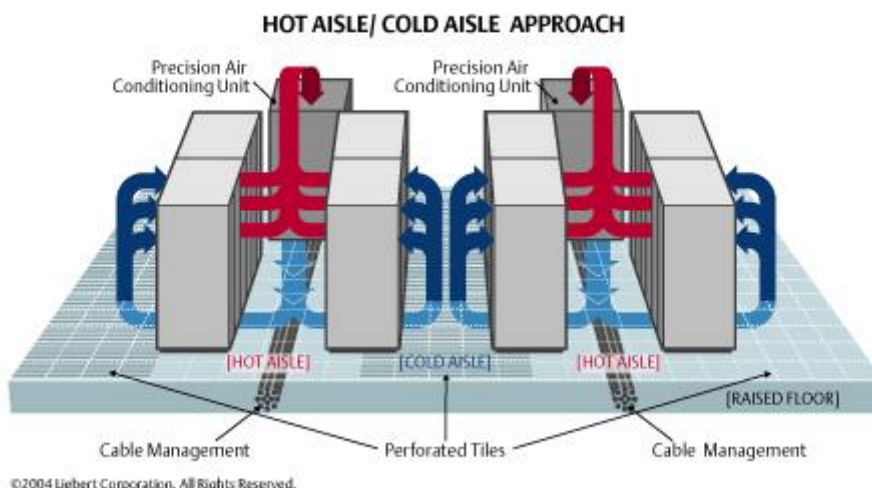


Εικόνα 3.8. Σύγκριση Εξοικονομητή Αέρα με Παραδοσιακό Κλιματισμό

Πηγή: Intel, *Reducing Data Center Cost with an Air Economizer*, August 2008

- Θερμός διάδρομος/Ψυχρός διάδρομος (Hot Aisle/Cold Aisle)

Η μίξη του θερμού αέρα (από τους κεντρικούς υπολογιστές) και του ψυχρού αέρα (από τον κλιματισμό) είναι ένας από τους κυριότερους παράγοντες συνεισφοράς στις ανεπάρκειες ενός data center. Η μίξη αυτή είναι που δημιουργεί τα καυτά σημεία, τη μη κατάλληλη ψύξη και την περιττή φθορά στον εξοπλισμό κλιματισμού. Μια πρακτική για την ελαχιστοποίηση της μίξης αέρα είναι η ευθυγράμμιση των racks, έτσι ώστε όλοι οι υπολογιστές να αποβάλλουν θερμότητα προς την ίδια κατεύθυνση. Αυτό επιτυγχάνεται απλά με τον ορισμό των διαδρόμων μεταξύ των racks είτε ως διαδρόμους εξόδου θερμού αέρα είτε ως διαδρόμους εισόδου ψυχρού αέρα. Έτσι, ο ψυχρός αέρας τροφοδοτείται στο μπροστινό μέρος των racks από το υπερυψωμένο δάπεδο και εξάγεται έπειτα εξάγεται μέσω των θερμών διαδρόμων [23].



Εικόνα 3.9. Προσέγγιση Θερμού/Ψυχρού Διαδρόμου

Πηγή: <http://www.cablexpress.com>

Υγρή Ψύξη

Ο πιο ενεργειακά αποδοτικός και οικονομικός τρόπος να αφαιρέσει κανείς τη θερμότητα από ένα rack είναι να την αφαιρέσει εκεί που παράγεται, δηλαδή στο ίδιο το rack, χρησιμοποιώντας την υπάρχουσα ροή αέρα στο rack ανάμεσα στους servers και μεταφέροντας τη θερμότητα μέσω υγρού, που είναι πολύ πιο αποδοτικό από τον αέρα. Το νερό είναι 3400 φορές πιο αποδοτικό από τον αέρα στην αφαίρεση της θερμότητας [24]. Σε επίπεδο επεξεργαστή, η υγρή ψύξη υλοποιείται με την ενσωμάτωση ενός μετατροπέα θερμότητας σε ένα chip. Το υγρό οδηγείται μέσω σωλήνα στον εναλλάκτη θερμότητας και κατόπιν το ζεστό υγρό αποβάλλεται μέσω ξεχωριστού σωλήνα. Κατά την ίδια λογική υλοποιείται η υγρή ψύξη και στο επίπεδο των servers, με σωλήνες που περιέχουν υγρό (νερό ή ψυκτικό υγρό) να τους ενώνουν μεταξύ τους και ξεχωριστούς σωλήνες θερμού και ψυχρού υγρού να οδηγούν προς το σύστημα ψύξης [25].

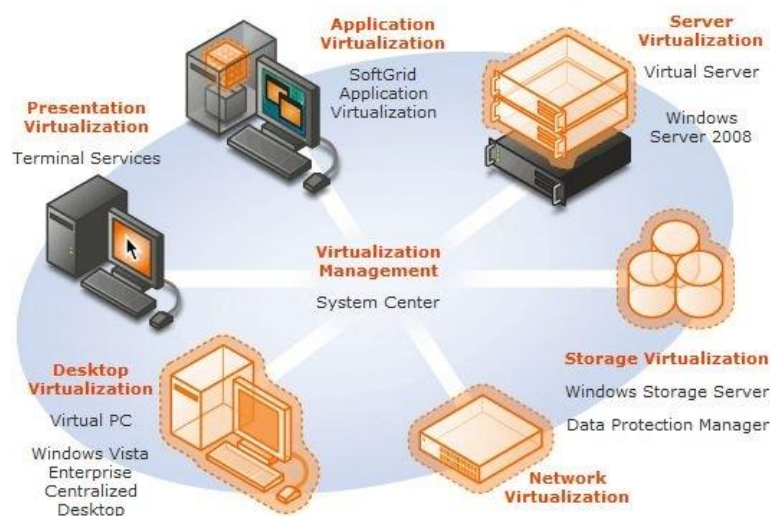
4) Εναλλακτικές Πηγές Ενέργειας

Η ηλιακή, η αιολική και η υδροηλεκτρική ενέργεια έχουν πολύ καλές προοπτικές για την παραγωγή ηλεκτρισμού με περιβαλλοντικά φιλικό τρόπο. Η πρόκληση όμως στη χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας για την τροφοδοσία ενός data center έγκειται στο γεγονός ότι απαιτείται σταθερή παροχή ηλεκτρικής ενέργειας. Αν σε ένα data center χρησιμοποιούνται εναλλακτικές πηγές ενέργειας, αλλά κατά τη διάρκεια της αιχμής απαιτείται επιπλέον ενέργεια που αγοράζεται από την τοπική εταιρεία ηλεκτρισμού, τότε τα οικονομικά οφέλη από τη χρήση των εναλλακτικών πηγών ενέργειας σύντομα εξαφανίζονται. Με την ανάπτυξη νέων μηχανισμών αποθήκευσης που μπορούν να φυλάσσουν την πλεονάζουσα ενέργεια που ενδεχομένως παράγεται σε κάποια στιγμή από τις εναλλακτικές πηγές ενέργειας, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε επόμενη χρονική στιγμή που υπάρχει ζήτηση, οι εναλλακτικές πηγές ενέργειας θα παίξουν πολύ σημαντικότερο ρόλο στα data center από ότι σήμερα [24].

3.4 Εικονικοποίηση Ηλεκτρονικών Εφαρμογών Και Πόρων

Η εικονικοποίηση είναι η δημιουργία μιας εικονικής (αντί πραγματικής) εκδοχής ενός λειτουργικού συστήματος, ενός εξυπηρετητή, κάποιου αποθηκευτικού μέσου ή πόρων δικτύου. Η εικονικοποίηση ενός λειτουργικού συστήματος, για παράδειγμα, είναι η χρήση λογισμικού που επιτρέπει στο hardware να εκτελεί πολλαπλές εικόνες λειτουργικών συστημάτων ταυτόχρονα. Η τεχνολογία των κεντρικών υπολογιστών (mainframes – πολύ μεγάλοι, ισχυροί υπολογιστές, ικανοί να διαχειριστούν πολλές εφαρμογές (tasks) ταυτόχρονα και να επικοινωνούν με πολλά συνδεδεμένα τερματικά [26]) έχει αναπτυχθεί εδώ και δεκαετίες, γεγονός που επιτρέπει στους διαχειριστές των υπολογιστών αυτών να αποφεύγουν τη σπατάλη ακριβής υπολογιστικής ισχύος. Έτσι, γίνεται σαφές ότι η εξοικονόμηση ισχύος και χρημάτων αλλά και η μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και των ηλεκτρονικών αποβλήτων ανήκουν στα πλεονεκτήματα της εικονικοποίησης, μαζί με την αύξηση της αξιοπιστίας, της απόδοσης, της λειτουργικότητας και της ασφάλειας των δεδομένων [27].

Υπάρχουν τρεις κύριες περιοχές των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών που μπορούμε να εφαρμόσουμε λύσεις εικονικοποίησης: η Δικτύωση (Network Virtualization), η Αποθήκευση Δεδομένων (Storage Virtualization) και η Επεξεργαστική Ισχύς (Server Virtualization) που αναπτύχθηκε στο Κεφάλαιο 3.2. Επιπλέον υπάρχει το Desktop/Client Virtualization, το Application Virtualization, το Data Virtualization και διάφορες υποκατηγορίες αυτών.

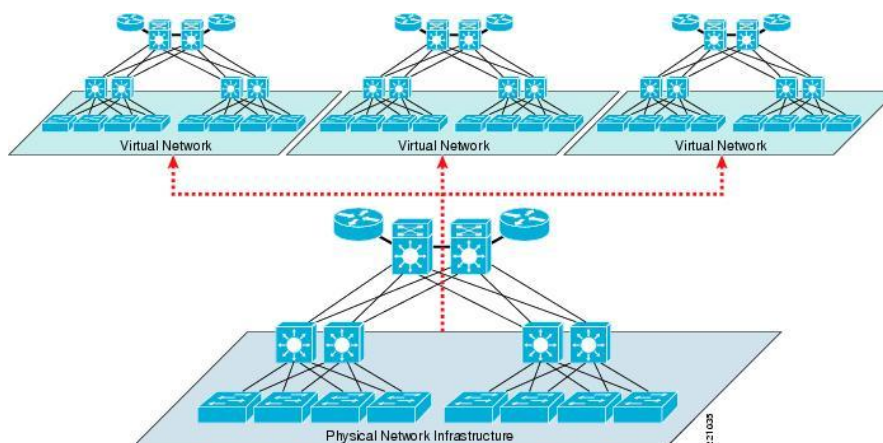


Εικόνα 3.10. Εικονικοποίηση Ηλεκτρονικών Εφαρμογών και Πόρων

Πηγή: <http://www.sogeti.be>

Network Virtualization

Με το Network Virtualization είναι δυνατός ο συνδυασμός των διαθέσιμων φυσικών πόρων ενός δικτύου μέσω της κατάτμησης του δικτυακού εύρους ζώνης σε κανάλια, ανεξάρτητα μεταξύ τους, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εξυπηρέτηση ενός συγκεκριμένου διακομιστή σε πραγματικό χρόνο. Με αυτήν την υλοποίηση καθίσταται εύκολη η διαχείριση των δικτυακών πόρων, όσο πολύπλοκο και αν είναι το δίκτυο στην πραγματικότητα, και γίνεται πολύ πιο αποδοτική η χρησιμοποίηση των διαθέσιμων πόρων του δικτύου. Ακόμα, αυξάνονται οι ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων, αλλά και το επίπεδο ασφάλειας των δεδομένων [28].



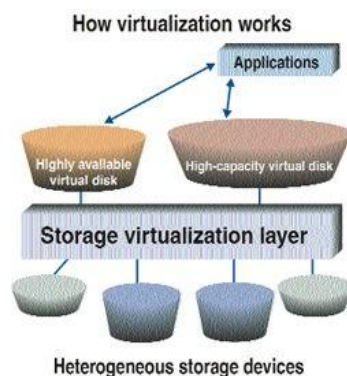
Εικόνα 3.11. Διαχωρισμός των Φυσικών Δικτυακών Πόρων σε Επιμέρους Εικονικά Δίκτυα

Πηγή: http://www.cisco.com/en/US/docs/solutions/Enterprise/Network_Virtualization/AccContr.html

Storage Virtualization

Το Storage Virtualization είναι η συγκέντρωση της φυσικής αποθήκευσης πολλών αποθηκευτικών μέσων (σκληρών δίσκων) σε μια ενιαία αποθηκευτική συσκευή. Αυτή η νέα συσκευή που συγκεντώνει πλέον τη χωρητικότητα πολλών σκληρών δίσκων δίνει στην επιχείρηση μια ενοποιημένη τεχνολογική υποδομή και τη δυνατότητα διαχείρισης μέσω κεντρικής κονσόλας [29]. Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται πολύ συχνά σε αποθηκευτικά δίκτυα SAN [30], τα οποία αποτελούνται από μερικές έως και εκατοντάδες συσκευές αποθήκευσης, με ποικίλο βαθμό πολυπλοκότητας. Μια επιχείρηση, στην πορεία των χρόνων λειτουργίας της, είναι πολύ πιθανό να αποκτήσει και να συγκεντρώσει συστήματα αποθήκευσης διαφορετικά μεταξύ τους όσο αφορά τη χωρητικότητα, την αρχιτεκτονική, την ποιότητα και τον κατασκευαστή. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η λύση της εικονικοποίησης γεφυρώνει όλες τις παραπάνω διαφοροποιήσεις, βελτιώνοντας έτσι τη διαθεσιμότητα, την απόδοση των υπολογιστικών συστημάτων αλλά και την ευελιξία της επιχείρησης, ώστε να ανταποκρίνεται στις νέες ανάγκες που προκύπτουν ανά πάσα στιγμή [31],[32].

Είναι σαφές ότι τα παραπάνω αποτελέσματα του Storage Virtualization οδηγούν σε μειωμένη κατανάλωση ενέργειας, αφού βελτιώνεται η απόδοση των υπολογιστικών συστημάτων, καλύτερη διαχείριση της ενέργειας, αφού η επιχείριση είναι πιο ευέλικτη και ανταποκρίνεται στις ανάγκες που προκύπτουν κάθε στιγμή, μέσω της κεντρικής κονσόλας και σε μείωση του απαιτούμενου αριθμού αποθηκευτικών συσκευών, αφού μεγιστοποιείται η χρησιμοποίηση των σκληρών δίσκων που διαθέτει η επιχείρηση [33].

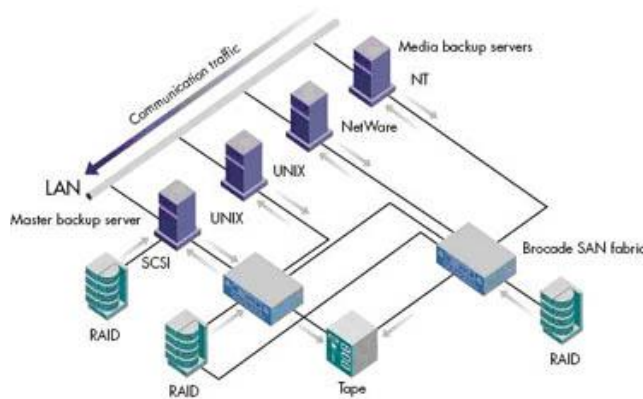


Εικόνα 3.12. Η Εικονικοποίηση στην Αποθήκευση Δεδομένων

Πηγή: <http://www.networkmagazineindia.com/200207/vendor.shtml>

Συνδυάζοντας το Network Virtualization με το Storage Virtualization, επιτυγχάνουμε Δικτυακή Αποθήκευση. Υπάρχουν δύο είδη Δικτυακής Αποθήκευσης: Το Storage Area Network (SAN) και το Network-attached Storage (NAS).

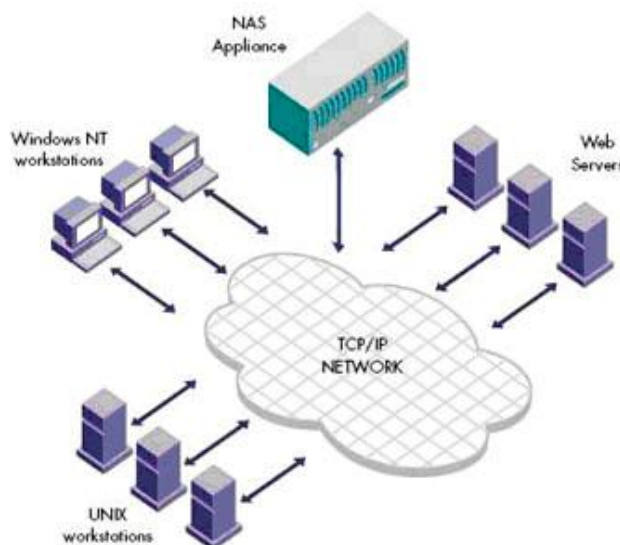
- Η τεχνολογία SAN (Storage Area Network) είναι ένα αυτόνομο δίκτυο που διασυνδέει τα αποθηκευτικά μέσα διάφορων εξυπηρετητών, αλλά και τα αποθηκευτικά μέσα που είναι άμεσα συνδεδεμένα σε αυτούς, σε ένα ξεχωριστό και αυτόνομο δίκτυο. Έτσι, σε ένα SAN κινούνται μόνο δεδομένα, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα να μην παρατηρούνται συμφορήσεις όπως συμβαίνει συνήθως σε ένα κοινό δίκτυο. Τα βασικά πλεονεκτήματα της τεχνολογίας αυτής είναι ο μικρός χρόνος μεταφοράς δεδομένων, η εύκολη επέκταση του δικτύου και η εύκολη κεντρική διαχείρισή του, οι γρήγορες και αξιόπιστες διαδικασίες λήψης αντιγράφων ασφαλείας και αποκατάστασης και η μεγάλη αξιοπιστία [34].



Εικόνα 3.13. Διάγραμμα ενός SAN

Πηγή: <http://digitization.hpclab.ceid.upatras.gr/index.php?action=preservation&page=38>

- Η τεχνολογία NAS (Network-attached Storage) είναι ένα σύστημα που αποτελείται από συσκευές κατάλληλες για διαμοιρασμό αρχείων και εφαρμογών (στις οποίες η πρόσβαση επιτυγχάνεται μέσω δικτυακών πρωτοκόλλων, όπως TCP/IP, NFS και CIFS). Η τυπική διάταξη ενός NAS περιλαμβάνει ένα σύστημα RAID συνδεδεμένο με έναν εξυπηρετητή. Τα βασικά πλεονεκτήματα της υλοποίησης είναι η συμβατότητα με τα περισσότερα λειτουργικά συστήματα, η μεγάλη χωρητικότητα, ο εύκολος διαμοιρασμός αρχείων και η εύκολη εγκατάσταση και συντήρηση. Στα μειονεκτήματά του περιλαμβάνονται η καθυστέρηση εξαιτίας των επιβαρύνσεων από το δικτυακό πρωτόκολλο και η μείωση του εύρους ζώνης του LAN [35].



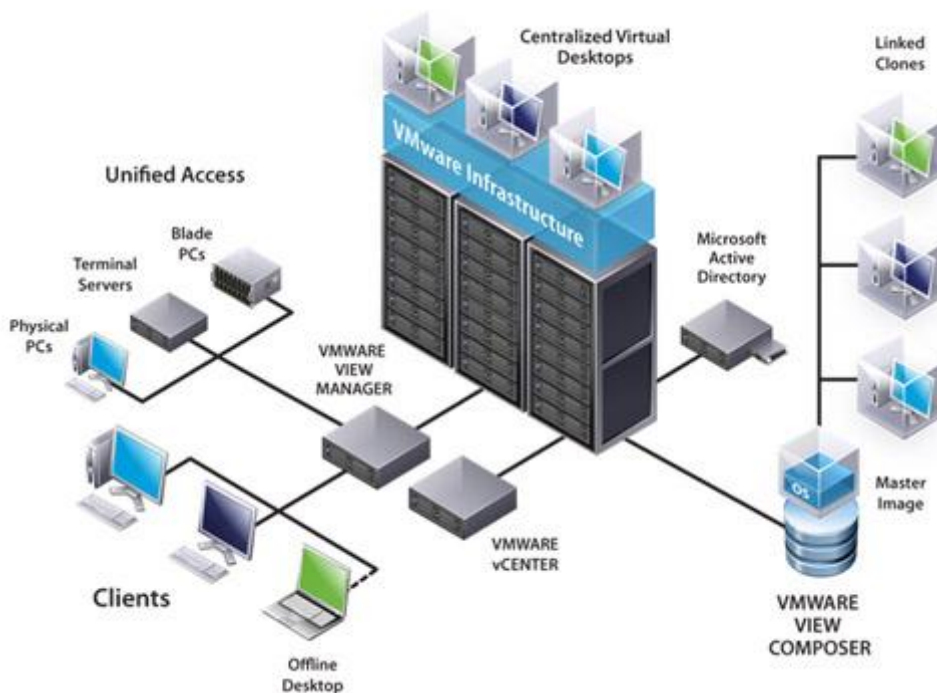
Εικόνα 3.14. Διάγραμμα ενός NAS

Πηγή: <http://digitization.hpclab.ceid.upatras.gr/index.php?action=preservation&page=38>

Desktop/Client Virtualization

Το Desktop (ή Client) Virtualization διαχωρίζει το περιβάλλον ενός προσωπικού υπολογιστή από το φυσικό μηχάνημα χρησιμοποιώντας ένα υπολογιστικό μοντέλο πελάτη – εξυπηρετητή (client – server model). Το μοντέλο αυτό φυλάσσει το εικονικό πλέον desktop σε έναν απομακρυσμένο κεντρικό server [36]. Έτσι, οι παραδοσιακοί προσωπικοί υπολογιστές και σταθμοί εργασίας αντικαθίστανται με κεντρικά ιδεατά μηχανήματα που βρίσκονται σε κεντρικά συστήματα και προσπελούνται πάνω από το δίκτυο.

Με τον τρόπο αυτό, η διαχείριση και υποστήριξη όλων των υπολογιστών των χρηστών γίνεται πιο αποτελεσματική. Οι επιχειρήσεις έχουν πλέον τη δυνατότητα να διαχειρίζονται μια σταθερή υποδομή με υψηλή ασφάλεια και προστασία των δεδομένων. Εργασίες όπως updates των υπολογιστών ή δημιουργία νέου υπολογιστή για νέους χρήστες γίνονται εύκολα, αξιόπιστα και σε ελάχιστο χρόνο.



Εικόνα 3.15. Desktop Virtualization

Πηγή: Virtualization, “Τι είναι το Virtualization”, available in <http://virtualization.ivisinfo.gr/index.html>, 14 February 2011

Οι χρήστες απολαμβάνουν αξιοπιστία, προστασία των δεδομένων τους και εύκολη πρόσβαση από παντού. Δεν υπάρχει ανησυχία για την καταστροφή ενός υπολογιστή, αφού τίποτα δεν είναι αποθηκευμένο σε αυτόν. Με την αντικατάστασή του σε περίπτωση περίπτωση οποιασδήποτε βλάβης, ο χρήστης βρίσκεται αμέσως στο γνωστό του περιβάλλον όπως το είχε αφήσει, χωρίς να χρειαστεί καμία ανάκτηση ή αντιγραφή εφαρμογών και δεδομένων.

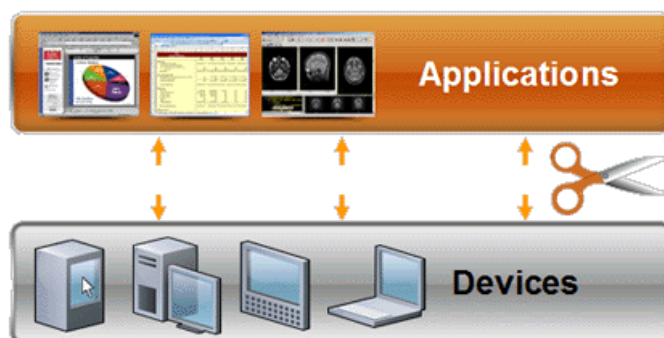
Ακόμα, μειώνεται το κόστος της επένδυσης, αφού οι υπολογιστές των χρηστών μπορούν να είναι φτηνά μηχανήματα χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις, ακόμα και χωρίς σκληρό δίσκο (Thin Clients). Η οικονομία σε κατανάλωση ενέργειας σε πολυπληθή περιβάλλοντα είναι εντυπωσιακά [12].

Application Virtualization (Εικονικοποίηση Εφαρμογών)

Το Application Virtualization είναι ένας όρος που περιγράφει τεχνολογίες λογισμικού που βελτιώνουν τη φορητότητα, τη διαχείριση και τη συμβατότητα εφαρμογών ενσωματώνοντάς τες στο λειτουργικό σύστημα στο οποίο θα εκτελεστούν. Μια πλήρως εικονική εφαρμογή δεν εγκαθίσταται στον υπολογιστή με την παραδοσιακή έννοια, αλλά εκτελείται σαν να είχε εγκατασταθεί. Έτσι, ο όρος «εικονικοποίηση» αναφέρεται στο αντικείμενο (εδώ εφαρμογή) το οποίο ενσωματώνεται, σε αντίθεση με την εικονικοποίηση εξυπηρετητών, όπου ο όρος αναφέρεται στο αντικείμενο που αποκόπτεται (φυσικό hardware).

Στα πλεονεκτήματα της Εικονικοποίησης Εφαρμογών συγκαταλέγεται η δυνατότητα εκτέλεσης εφαρμογών σε περιβάλλοντα μη συμβατά με την εν λόγω εφαρμογή (πχ. το Wine επιτρέπει στις εφαρμογές των Microsoft Windows να εκτελούνται σε Linux), η χρήση λιγότερων πόρων από ότι σε μια εικονική μηχανή (virtual machine) και η αυξημένη ασφάλεια απομονώνοντας τις εφαρμογές από το λειτουργικό σύστημα [37]. Αν και το Application Virtualization παρουσιάζει σημαντικό ενδιαφέρον, ο Gartner επιμένει ότι το hardware (πχ server) virtualization θα έχει αντίκτυπο πιο μακροπρόθεσμο, καθιστώντας πιο διαχειρίσιμο, ευέλικτο και ασφαλές το personal computing [38].

Separates where applications are *used* from where they *run*



Εικόνα 3.16. Εικονικοποίηση Εφαρμογών

Πηγή: Assurance Group: Business & Technology Solutions, "Xenapp Virtualization", available in <http://www.assurancegroupservices.com>

3.5 Νεφοϋπολογιστική και Πλεγματοϋπολογιστική (Cloud Computing και Grid Computing)

Στο παρελθόν οι υπολογιστές οργανώνονταν σε συστάδες (clusters) για τον σχηματισμό ενός ενιαίου μεγαλύτερου υπολογιστή. Η εν λόγω τεχνική, που ονομάζεται «cluster computing», επέτρεπε στους χρήστες τη διαμόρφωση των υπολογιστών με τρόπο τέτοιο, ώστε να επικοινωνούν μεταξύ τους με τη χρήση ειδικών πρωτοκόλλων. Στην αρχή της δεκαετίας του 90 δημιουργήθηκε μια νέα τεχνολογία, το πλέγμα (grid), ανάλογη του ηλεκτρικού πλέγματος, στο οποίο οι χρήστες μπορούσαν να συνδεθούν και να χρησιμοποιούν υπηρεσίες κοινής ωφέλειας. Κατ' επέκταση, το ίδιο θα μπορούσε να ισχύσει και για τους πόρους των υπολογιστών, με μία σύνδεση σε πλέγμα υπολογιστών και με κοστολόγηση ανάλογη της χρήσης. Η εξέλιξη της έννοιας του πλέγματος είναι η υπηρεσία που προσφέρεται πλέον μέσω του διαδικτύου και ονομάζεται σύννεφο (cloud). Η νεφοϋπολογιστική (cloud computing) παίρνει την έννοια της πλεγματοϋπολογιστικής (grid computing) και την ολοκληρώνει σε μια υπηρεσία η οποία προσφέρεται από κέντρα δεδομένων (data centers) μέσω του διαδικτύου [39].

Grid Computing

Το υπολογιστικό πλέγμα (The Grid) είναι μια αναπτυσσόμενη υποδομή που παρέχει πρόσβαση σε υπολογιστική ισχύ και αποθηκευτικό χώρο καταναμημένα σε όλον τον κόσμο. Προσφέρει, δηλαδή, στους χρήστες πρόσβαση σε έναν ενιαίο ισχυρό εικονικό υπολογιστή, που διαθέτει μια συλλογή γεωγραφικά καταναμημένων ετερογενών πόρων. Το Grid αποτελείται από συστοιχίες υπολογιστών (clusters), διασυνδεδεμένων μέσω του διαδικτύου, και βασίζεται στο λειτουργικό σύστημα Linux. Οι χρήστες του πλέγματος μπορούν να υποβάλλουν μεγάλο πλήθος εργασιών, αδιαφορώντας για το πού αυτές θα εκτελεστούν. Το πλέγμα λοιπόν παρέχει απεριόριστη υπολογιστική ισχύ, απεριόριστο αποθηκευτικό χώρο, αξιόπιστη πρόσβαση σε κοινούς πόρους, εφαρμογές, δεδομένα και αποτελέσματα και δυνατότητα συνεργασίας μεταξύ επιστημόνων απλά και αποτελεσματικά.



Εικόνα 3.17. Η Φιλοσοφία του Υπολογιστικού Πλέγματος

Πηγή: Grid Café, available in <http://www.gridcafe.org/>

Η ιδέα για το Πλέγμα (The Grid) είναι η υλοποίηση ενός πλέγματος υπολογιστικής ισχύος, παρόμοιο με αυτό του ηλεκτρικού πλέγματος. Σε αναλογία με το ηλεκτρικό πλέγμα, το Πλέγμα θα έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ο χρήστης δεν ενδιαφέρεται από πού προέρχεται η υπολογιστική ισχύς. Γνωρίζει απλά ότι όταν συνδέσει τον υπολογιστή του στο διαδίκτυο, τότε θα έχει την υπολογιστική ισχύ που χρειάζεται για να εκτελέσει την εκάστοτε δουλειά.

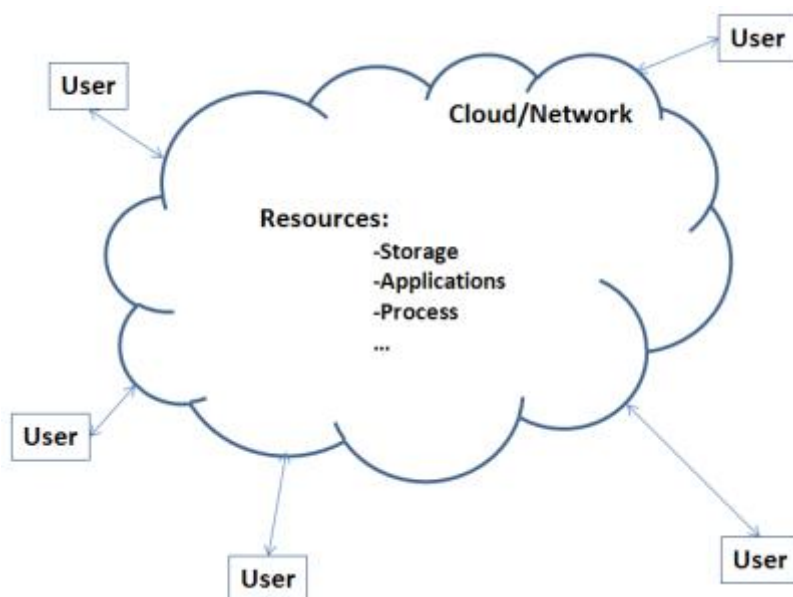
- Η υποδομή αυτή συνδέει μεταξύ τους υπολογιστικούς πόρους, όπως προσωπικούς υπολογιστές (PCs), σταθμούς εργασίας, εξυπηρετητές, αποθηκευτικά μέσα και παρέχει τον μηχανισμό που απαιτείται για πρόσβαση σε αυτά.
- Το Πλέγμα είναι κυρίαρχο: οι απομακρυσμένοι υπολογιστικοί πόροι θα είναι προσβάσιμοι από διαφορετικές πλατφόρμες, συμπεριλαμβανομένων φορητών υπολογιστών (laptops) και κινητών τηλεφώνων, και η πρόσβαση στο Πλέγμα θα γίνεται απλά μέσω του περιηγητή ιστού ενός υπολογιστή.
- Το Πλέγμα είναι μια υπηρεσία: ένας χρήστης ζητά υπολογιστική ισχύ ή αποθηκευτικό χώρο και αυτά του παρέχονται. Επίσης, ο χρήστης πληρώνει για ό,τι του παρέχεται.

Το Πλέγμα δεν υφίσταται ακόμα με αυτή τη μορφή. Υπάρχουν, ωστόσο, στον κόσμο εκατοντάδες μικρά πλέγματα [40]. Πολλά πλέγματα χρησιμοποιούνται για την ηλεκτρονική επιστήμη (e-science), καθιστώντας υλοποιήσιμες πολλές εργασίες (projects), τα οποία θα ήταν αδύνατα χωρίς μαζική υπολογιστική ισχύ. Το Grid computing όχι μόνο παρέχει τους πόρους που επιτρέπουν στους επιστήμονες να αντιμετωπίζουν τον τεράστιο όγκο δεδομένων, αλλά επιτρέπει τη διανομή αυτών των δεδομένων σε ολόκληρο τον κόσμο, πράγμα που σημαίνει ότι οι επιστημονικές ομάδες μπορούν να δουλεύουν πάνω σε διεθνή projects η κάθε μια από το δικό της εργαστήριο. Οι επιστήμονες μπορούν πλέον να μοιράζονται δεδομένα, χώρο αποθήκευσης δεδομένων, υπολογιστική ισχύ και αποτελέσματα. Ενωμένοι πλέον, οι ερευνητές μπορούν να ασχοληθούν με ακόμα μεγαλύτερα από πριν ερωτήματα, από θεραπείες ασθενειών και διαχείριση καταστροφών μέχρι την υπερθέρμανση του πλανήτη και τα μυστήρια του σύμπαντος [41].

Οι καινοτόμες τεχνολογίες όπως το grid computing μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο στο να γίνουν πιο πράσινες οι ΤΠΕ. Βοηθώντας να μειωθεί ο πλεονασμός, μειώνεται και η ενέργεια σε μια δεδομένη υπηρεσία. Για μικρές ή μεσαίες επιχειρήσεις, η χρήση καταναμημένου υπολογισμού (distributed computing) [42], όπως το «grid» ή το «cloud», μπορεί να προσφέρει μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Καθώς είναι σημαντικό να εξασφαλιστεί ότι οι εκπομπές δεν μεταφέρονται απλά σε μια εξωτερική πηγή, σημειώνεται ότι οι αφοσιωμένοι εξυπηρετητές κάνουν πιο αποδοτική χρήση της υπολογιστικής ισχύος ενός επεξεργαστή, οδηγώντας έτσι σε συνολική μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης [43].

Cloud Computing

Η νεφοϋπολογιστική ή «cloud computing» είναι το αποκορύφωμα πολλών τεχνολογιών, όπως της πλεγματοϋπολογιστικής («grid computing»), των υπολογισμών ωφελείας («utility computing» [44]), της υπηρεσιοστρεφούς αρχιτεκτονικής («Service-oriented Architecture - SOA» [45]), του Ιστού 2.0 («Web 2.0» [46]) και άλλων τεχνολογιών. Η ολοένα και αυξανόμενη διαθεσιμότητα του διαδικύου υψηλής ταχύτητας καθιστά δυνατές υπηρεσίες βασισμένες στο δίκτυο («network-based services»). Ενώ οι διαδικτυακές υπηρεσίες ηλεκτρονικού ταχυδρομείου λειτουργούν εδώ και πολλά χρόνια, πρόσφατα οι υπηρεσίες επεκτάθηκαν και περιλαμβάνουν πλέον δικτυακό αποθηκευτικό χώρο («network-based storage») και δικτυακή υπολογιστική («network-based computing»). Αυτού του τύπου οι υπηρεσίες ονομάζονται υπηρεσίες νεφοϋπολογιστικής («cloud computing services»). Το μοντέλο των υπηρεσιών νεφοϋπολογιστικής περιλαμβάνει την παροχή (από έναν πάροχο) υπολογιστικών πόρων υψηλής απόδοσης («high performance computing resources») και αποθηκευτικών συσκευών μεγάλης χωρητικότητας («high capacity storage devices»), τα οποία μοιράζονται στους χρήστες ανάλογα με τις απαιτήσεις τους.



Εικόνα 3.18. Μια Πλατφόρμα Νέφους Προσφέρει Πολλές Υπολογιστικές Υπηρεσίες

Πηγή: [http://2.bp.blogspot.com/_](http://2.bp.blogspot.com/_ugYGUyGHOE/TCMeUygVxxI/AAAAAAAAACE/szOw6NbJSCM/s1600/)

[ugYGUyGHOE/TCMeUygVxxI/AAAAAAAAACE/szOw6NbJSCM/s1600/](http://2.bp.blogspot.com/_ugYGUyGHOE/TCMeUygVxxI/AAAAAAAAACE/szOw6NbJSCM/s1600/)

Τα κύρια χαρακτηριστικά του νέφους είναι η εξελιξιμότητα («scalability»), δηλαδή η δυνατότητα να διατηρούνται τα χαρακτηριστικά απόδοσης του δικτύου ανεξάρτητα από το μέγεθός του, και η ικανότητα να παρέχει υπολογιστική ισχύ δυναμικά με αποδοτικό οικονομικά τρόπο, αλλά και η ικανότητα του καταναλωτή (τελικός χρήστης, οργανισμός, προσωπικό ΤΠΕ) να αξιοποιεί στο έπακρο αυτήν την ισχύ χωρίς να πρέπει να διαχειριστεί την υποκείμενη πολυπλοκότητα της τεχνολογίας. Η αρχιτεκτονική του νέφους μπορεί να είναι ιδιωτική (φιλοξενούμενη εντός του τείχους προστασίας μιας εταιρείας) ή δημόσια (φιλοξενούμενη στο διαδίκτυο) [47]. Οι υπηρεσίες που μπορούν να προσφερθούν μέσω του νέφους είναι υπηρεσίες ωφελείας («utility computing»), λογισμικό ως υπηρεσία («Software as a Service - SaaS»), πλατφόρμα ως υπηρεσία («Platform as a Service - PaaS») και υποδομή ως υπηρεσία («Infrastructure as a Service - IaaS»):

- Υπηρεσίες ωφελείας: Οι πρώτες υπηρεσίες νέφους αναπτύχθηκαν από εταιρείες όπως η Amazon.com, η Sun και η IBM, οι οποίες προσέφεραν εικονικούς εξυπηρετητές και αποθηκευτικό χώρο που μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά παραγγελία («on demand»). Αυτές οι υπηρεσίες μπορούν να θεωρηθούν μια ανανεωμένη εκδοχή των υπηρεσιών ωφελείας.
- Λογισμικό ως Υπηρεσία: Αυτή η εφαρμογή της νεφοϋπολογιστικής παρέχει εφαρμογές μέσω ενός περιηγητή σε χιλιάδες πελάτες με τη χρήση μιας «multitenant» αρχιτεκτονικής, δηλαδή μιας αρχιτεκτονικής που επιτρέπει την εξυπηρέτηση πολλαπλών πελατών με το λογισμικό ενός μόνο εξυπηρετητή.
- Πλατφόρμα ως Υπηρεσία: Η εφαρμογή αυτή προσφέρει περιβάλλοντα ανάπτυξης ως υπηρεσία. Αυτό το μοντέλο παρέχει τους απαιτούμενους πόρους για ολόκληρο τον κύκλο ζωής για ανάπτυξη και διάθεση εφαρμογών ιστού και υπηρεσιών μέσω του διαδικτύου. Οι πιο γνωστές PaaS εταιρείες είναι η Force.com, η Google AppEngine και η Microsoft Azure.
- Υποδομή ως Υπηρεσία: Αυτή η εφαρμογή παρέχει βασική υποδομή, όπως εξυπηρετητές, αποθηκευτικό χώρο και δικτύωση ως υπηρεσία κατά παραγγελία. Κυρίαρχες εταιρείες στο χώρο αυτό είναι η Amazon Web Services, η GoGrid και η Flexiscale [48].

Τα πλεονεκτήματα της νεφοϋπολογιστικής είναι η ελαχιστοποίηση της επενδυτικής δαπάνης των πελατών, αφού μια νεφοεφαρμογή χρησιμοποιεί ειδική αρχιτεκτονική λογισμικού του νέφος και συχνά εξαλείφει την ανάγκη εγκατάστασης της εφαρμογής στον υπολογιστή του πελάτη, μειώνοντας έτσι το κόστος συντήρησης, λειτουργίας και υποστήριξης του λογισμικού, η χρησιμοποίηση καλύτερης ποιότητας λογισμικού με χαμηλότερο κόστος και η δυνατότητα των χρηστών να χρησιμοποιούν την υπολογιστική τεχνολογία ασχέτως της θέσης τους ή των εργαλείων που διαθέτουν. Το προβλεπόμενο αποτέλεσμα της ανάπτυξης της νεφοϋπολογιστικής είναι η συγκέντρωση υπολογιστικής ισχύος σε λιγότερους χώρους με χαμηλό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας, καθώς και συγκέντρωση λογισμικού σε λιγότερα κέντρα στα οποία η δημιουργία, η συντήρηση και η υποστήριξη του νεφολογισμικού θα γίνεται παγκόσμια από λιγότερες ομάδες ικανών επιστημόνων. Η νεφοϋπολογιστική θεωρείται από τους ειδικούς το απώτατο βήμα ολοκλήρωσης της παγκοσμιοποίησης [39].

Ενώ η νεφοϋπολογιστική παρέχει πολλά οφέλη σε εταιρείες και άτομα, ενέχει μερικούς σοβαρούς κινδύνους που αφορούν στην ασφάλεια των δεδομένων. Τα δεδομένα των χρηστών αποθηκεύονται και επεξεργάζονται από απόσταση και έτσι απαιτείται μεγάλη προσοχή στη διαφύλαξη των προσωπικών και εμπιστευτικών δεδομένων που φυλάσσονται στο νέφος. Επίσης, η νεφοϋπολογιστική είναι ένα δυναμικό περιβάλλον, αφού είτε η εταιρεία παροχής της υπηρεσίας είτε οι ίδιοι οι χρήστες μπορούν να τροποποιούν τις ζητούμενες/παρεχόμενες υπηρεσίες, που σημαίνει ότι τα προσωπικά και ευαίσθητα δεδομένα μπορούν να μετακινούνται μέσα στο νέφος. Όμως, παρά τις αλλαγές αυτές, θα πρέπει η εταιρεία παροχής να διασφαλίζει την απαιτούμενη προστασία και τη συμμόρφωση με την πολιτική της αλλά και τη νομοθεσία, όσο γρήγορες και αν είναι οι αλλαγές [49].

Υπάρχουν σαφώς «πράσινα» πλεονεκτήματα της νεφοϋπολογιστικής. Το νέφος εξ' ορισμού χαρακτηρίζεται από «multi-tenancy» (ένας υπολογιστικός πόρος μπορεί να χρησιμοποιηθεί από περισσότερους από έναν καταναλωτές) και από την ανάγκη μείωσης του κόστους, αφού οι υπολογιστικοί τους πόροι είναι διατίθενται σε πολύ χαμηλές τιμές. Λόγω του «multi-tenancy», πολλοί πελάτες συγχωνεύονται και έτσι μειώνεται η κατανάλωση ενέργειας. Παράδειγμα αυτού είναι η χρήση της εφαρμογής του λογισμικού ως υπηρεσία (SaaS) της νεφοϋπολογιστικής από την εταιρεία Mimecast, που προσέγγισε έτσι έναν πιο «πράσινο» τρόπο ηλεκτρονικής αλληλογραφίας. Προσφέροντας στις εταιρείες τη δυνατότητα διαχείρισης και φύλαξης των ηλεκτρονικών μηνυμάτων τους «μέσα στο νέφος», η Mimecast μείωσε τον αριθμό των εξυπηρετητών παγκοσμίως κατά 8.300, εξοικονομώντας έτσι αρκετή ενέργεια για την τροφοδότηση πάνω από 3.700 νοικοκυριών στις ΗΠΑ για έναν χρόνο [50]. Επιπλέον, η διάθεση των πόρων σε χαμηλές τιμές οδηγεί σε μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για λειτουργία και ψύξη, αφού οι πάροχοι θα προσπαθήσουν να εξοικονομήσουν χρήματα με κάθε τρόπο. Έτσι, οι ΤΠΕ γίνονται πιο «πράσινες». Από την άλλη πλευρά όμως, δεν υπάρχουν στοιχεία που να αποδεικνύουν ότι οι πάροχοι νεφοϋπολογιστικής είναι πιο «πράσινοι» από τους παραδοσιακούς πωλητές ΤΠΕ, που συνδυάζουν εικονικοποίηση και αυτοματισμό. Είναι πάντως γεγονός ότι το νέφος ανοίγει το δρόμο για πιο «πράσινες» ΤΠΕ, αν αυτός είναι ο στόχος των παρόχων [51].

3.6 Ενεργο-Αποδοτικό Λογισμικό και Υλισμικό (Power-Aware Software and Hardware)

Το θέμα της κατανάλωσης ενέργειας των υπολογιστικών συστημάτων γίνεται πολύ σημαντικό. Ο αριθμός χαρακτηριστικών που προστίθεται στο ποσό της υπολογιστικής ισχύος και σχετικού υλισμικού που απαιτείται για την εφαρμογή των χαρακτηριστικών αυτών, ολοένα και αυξάνεται. Οι καταναλωτές θέλουν καλύτερη επίδοση, πιο εντυπωσιακά πολυμέσα, ταχύτερες συνδέσεις δεδομένων και καλύτερη δυνατότητα χρησιμοποίησης. Σαν αποτέλεσμα, οι συσκευές γίνονται πιο ενεργοβόρες σε βαθμό που η κατανάλωση ενέργειας και η εκλυόμενη θερμότητα γίνονται περιοριστικοί παράγοντες. Πιθανές λύσεις μπορούν να δοθούν με προσέγγιση τόσο από την πλευρά του υλισμικού όσο και του λογισμικού. Δίνεται συνήθως έμφαση στην προσέγγιση του υλισμικού, επειδή αυτό είναι το τμήμα που καταναλώνει την ενέργεια. Από την άλλη πλευρά όμως, η αποστολή του υλισμικού είναι να εκπληρώνει τις ανάγκες του λογισμικού, γεγονός που σημαίνει ότι το λογισμικό είναι ο κύριος καταναλωτής ενέργειας και έτσι πρέπει να δοθεί έμφαση στις βελτιώσεις του λογισμικού. Εκτεταμένη έρευνα έχει γίνει από την πλευρά τόσο του υλισμικού όσο και του λογισμικού. Οι προσεγγίσεις δεν πρέπει να θεωρούνται αμοιβαία αποκλειόμενες, αλλά συνεργατικές. Το υλισμικό πρέπει ιδανικά να παρέχει τη βέλτιστη ανταλλαγή (trade-off) μεταξύ ενέργειας και άλλων μη λειτουργικών χαρακτηριστικών, όπως η απόδοση. Το λογισμικό, από την άλλη, πρέπει να προσπαθεί να χρησιμοποιεί αυτά τα μονοπάτια του υλισμικού, προσφέροντας τις βέλτιστες ανταλλαγές για την εκάστοτε εφαρμογή. Το μεγαλύτερο μέρος του λογισμικού κατασκευάζεται με τη βοήθεια βοηθητικών εργαλείων ανάπτυξης λογισμικού, όπως μεταγλωττιστές (compilers) που μπορούν να δίνουν προτεραιότητα σε χαρακτηριστικά, όπως η ταχύτητα ή η μνήμη, σε βάρος της ενεργειακής αποδοτικότητας [52].



Εικόνα 3.19. Πράσινος Κόσμος

Πηγή: <http://orlandonest.wordpress.com>

Ενεργο-Αποδοτικό Λογισμικό

Μπορούμε να αναφερθούμε σε ενεργειακές βελτιώσεις ανά επίπεδο αφαίρεσης. Η αρχιτεκτονική ενός υπολογιστή μπορεί να χωριστεί σε διάφορα επίπεδα αφαίρεσης (abstraction levels). Το επίπεδο της αρχιτεκτονικής του λογισμικού (Software Architecture) είναι το υψηλότερο επίπεδο αφαίρεσης στο σχεδιασμό του λογισμικού. Ο αρχιτέκτονας έχει μια «πανοραμική θέα» και έτσι το επίπεδο αυτό προσφέρει μοναδικές ευκαιρίες για ενεργειακές βελτιώσεις. Ένα εργαλείο που προτείνεται [53] για ενεργειακές βελτιώσεις στο επίπεδο αυτό απαιτεί ακριβή προσέγγιση στη μορφή των γράφων αρχιτεκτονικής λογισμικού («software architecture graphs - SAGs»).

Χρησιμοποιώντας τους SAGs ως είσοδο, το εργαλείο εκμεταλλεύεται διάφορες πτυχές του λογισμικού, όπως την χρονική και ακολουθιακή συνεκτικότητα («temporal and sequential cohesion») ή την συγχώνευση και αντικατάσταση της δια-διεργασιακής επικοινωνίας («Inter-Process Communication - IPC»). Οι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι η συγκεκριμένη προσέγγιση εξασφαλίζει μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης κατά 66,1%.

Στο επίπεδο του συνόλου εντολών, που είναι χαμηλότερο από το επίπεδο της αρχιτεκτονικής λογισμικού, μελέτες έχουν δείξει ότι η κατάλληλη επιλογή συνόλου εντολών μπορεί να έχει σημαντική επίδραση στην κατανάλωση ενέργειας. Για παράδειγμα, οι Simunic, Benini και De Micheli υποστηρίζουν ότι με τροποποιήσεις σε έναν επεξεργαστή ARM, επιτεύχθηκε μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης κατά 77% [54].

Στο λογικό επίπεδο αφαιρέσεις διασταυρώνονται οι σχεδιαστές λογισμικού με τους παρόχους πλατφόρμας. Στο επίπεδο αυτό γίνονται οι πιο πολλές μετατροπές. Οι πάροχοι πλατφόρμας προσφέρουν ένα σύνολο από προγραμματιστικές διεπαφές εφαρμογών, τις οποίες οι σχεδιαστές λογισμικού χρησιμοποιούν για να εφαρμόσουν το λογισμικό τους στη δοθείσα πλατφόρμα. Οι κατασκευαστές μπορούν να παρέχουν βοήθεια στη μορφή εργαλείων ανάπτυξης που έχουν στόχο τις ενεργειακές βελτιστοποιήσεις ή παρέχοντας διεπαφές, τις οποίες οι σχεδιαστές λογισμικού μπορούν να χρησιμοποιήσουν για να αυξήσουν την ενεργειακή αποδοτικότητα [52].

Μια άλλη προσέγγιση είναι για να εξοικονομηθεί ενέργεια είναι η χρησιμοποίηση διαφόρων τεχνικών, οι οποίες μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες: Υπολογιστική Αποδοτικότητα («Computational Efficiency»), Αποδοτικότητα Δεδομένων («Data Efficiency») και Πλαίσιο Επίγνωσης («Context Awareness»). Η Υπολογιστική Αποδοτικότητα επιτάσσει τη γρήγορη περάτωση μιας εργασίας, αφήνοντας έτσι την Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας («CPU») να μεταβεί σε κατάσταση ηρεμίας («idle») για να εξοικονομήσει ενέργεια. Ακόμα, χρησιμοποιούνται γρήγοροι αλγόριθμοι, πολυνημάτωση («multithreading») και προηγμένα σύνολα εντολών. Η Αποδοτικότητα Δεδομένων απαιτεί τον προβληματισμό για το πώς μια εφαρμογή διαβάζει και γράφει δεδομένα και πώς μεταφέρει δεδομένα κατά την εκτέλεση της. Το Πλαίσιο Επίγνωσης σημαίνει ότι η εφαρμογή γνωρίζει την ενεργειακή κατάσταση του υπολογιστή και το τρέχον σχέδιο ενέργειας, συμπεριφέρεται κατάλληλα και αντιδρά δυναμικά σε αλλαγές [55].

Ενεργο-Αποδοτικό Υλισμικό

Το υλισμικό μπορεί να γίνει πιο «πράσινο» με δυο τρόπους, την μειωμένη χρησιμοποίηση ενέργειας για την κατασκευή του και τη μειωμένη κατανάλωση ενέργειας κατά τη λειτουργία του. Ο πρώτος τρόπος αφορά προφανώς τους κατασκευαστές υλισμικού, ενώ ο δεύτερος αφορά τόσο τους τελικούς χρήστες όσο και τους παρόχους ΤΠΕ με τα κέντρα δεδομένων τους.



Εικόνα 3.20. «Πράσινο» Υλισμικό

Πηγή: <http://ithinkdiff.com>

Ο πράσινος σχεδιασμός υλισμικού στοχεύει στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των υπολογιστών, υιοθετώντας νέες τεχνολογίες και χρησιμοποιώντας νέες τεχνικές και υλικά, εξισορροπώντας την περιβαλλοντική συμβατότητα παράλληλα με την οικονομική βιωσιμότητα και την επίδοση. Ο σχεδιασμός αυτός περιλαμβάνει την κατασκευή των προϊόντων με χρήση όσο το δυνατόν περισσότερων ανακυκλωμένων υλικών, τον σχεδιασμό προϊόντων, των οποίων τα μέρη μπορούν εύκολα να ανακυκλωθούν όταν ολοκληρώσουν τον κύκλο ζωής τους, καθώς και την ελαχιστοποίηση χρήσης επιβλαβών για το περιβάλλον υλικών. Αυτοί οι νέοι υπολογιστές λοιπόν είναι πολύ εύκολο να αναβαθμιστούν, γεγονός που παρατείνει τον κύκλο ζωής τους. Η μετάβαση από μονοπύρηνους σε διπύρηνους και τετραπύρηνους επεξεργαστές εξοικονομεί ενέργεια, ενώ παράλληλα αυξάνει την υπολογιστική επίδοση. Η τεχνική αυτή έρχεται σε αντίθεση με την παλαιότερη τεχνική, κατά την οποία αυξανόταν η συχνότητα ρολογιού για την βελτίωση της επίδοσης, με παράλληλη όμως αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας και της θερμοκρασίας σε μεγάλο βαθμό. Μια μείωση της συχνότητας κατά 15% επιφέρει μείωση της κατανάλωσης ενέργειας κατά 50%. Άλλες πρωτοβουλίες, όπως η διαίρεση της κρυφής μνήμης («cache») σε τμήματα που τροφοδοτούνται με ενέργεια μόνο όταν αυτό απαιτείται και η μετάβαση σε μια αρχιτεκτονική 45 νανόμετρων, επίσης εξοικονομούν ενέργεια. Οι κατασκευαστές πλέον εφαρμόζουν στους σκληρούς δίσκους, στους «desktop» υπολογιστές και στους εξυπηρετητές τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας που μέχρι τώρα εφαρμόζονταν σε φορητούς υπολογιστές («laptops»), όπως οθόνες που σκουραίνουν το φως και φωτίζουν το πλαίσιο της οθόνης, αλλά και κρυφές μνήμες «flash». Οι χώροι κατασκευής του υλισμικού, επίσης, θα πρέπει να χρησιμοποιούν ανανεώσιμη ενέργεια στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό. Πρόσφατα, οι Dell, Apple και άλλες εταιρείες πώλησης υπολογιστών ανακοίνωσαν την περιβαλλοντική στρατηγική τους για μακροπρόθεσμα πράσινους υπολογιστές. Η Dell στοχεύει στη μεγιστοποίηση της ενεργειακής αποδοτικότητας των προϊόντων Dell και μακροπρόθεσμα στην εξισορρόπηση του αποτυπώματος άνθρακα. Η Apple ανακοίνωσε ότι θα μειώσει ή θα καταργήσει εντελώς τα τοξικά χημικά που υπάρχουν στα προϊόντα της και ότι θα ασχοληθεί ακόμα πιο επισταμένα με την ανακύκλωση των παλιών προϊόντων της.

Εργαλεία πιστοποίησης ενεργο-αποδοτικού υλισμικού

Οι εταιρείες έχουν λανσάρει καινούρια εργαλεία και πρότυπα για να βοηθήσουν τους καταναλωτές στην επιλογή περιβαλλοντικά βιώσιμου υλισμικού. Σε αυτά περιλαμβάνονται το EPEAT, το Πρότυπο Energy Star 4.0 και η Οδηγία RoHS. Τα πρότυπα και τα εργαλεία αυτά βοηθούν τους κατασκευαστές να σχεδιάσουν πράσινους υπολογιστές και υλισμικό γενικότερα και να το ταξινομήσουν με βάση τα περιβαλλοντικά του χαρακτηριστικά.



Το Epeat, δηλαδή το Περιβαλλοντικό Εργαλείο Ηλεκτρονικού Προϊόντος («Electronic Product Environmental Assessment Tool»), δημιουργήθηκε από το Συμβούλιο των Πράσινων Ηλεκτρονικών («Green Electronics Council») για να καλύψει την ανάγκη ύπαρξης ενός εργαλείου αξιολόγησης που να επιτρέπει την επιλογή ηλεκτρονικών προϊόντων με βάση την περιβαλλοντική τους επίδοση.

Το Epeat βοηθά τους καταναλωτές να αξιολογούν, να συγκρίνουν και να επιλέγουν «desktop» υπολογιστές, φορητούς υπολογιστές και οθόνες με βάση τα περιβαλλοντικά τους χαρακτηριστικά. Βοηθά επίσης τους κατασκευαστές να προωθήσουν τα προϊόντα τους ως περιβαλλοντικά φιλικά. Το Epeat αξιολογεί τα ηλεκτρονικά προϊόντα με 23 υποχρεωτικά κριτήρια και 28 προαιρετικά, τα οποία χωρίζονται σε οκτώ κατηγορίες: μείωση και εξάλειψη ευαίσθητων περιβαλλοντικά υλικών, επιλογή υλικών, σχεδιασμός για το τέλος του κύκλου ζωής του προϊόντος, διάρκεια ζωής προϊόντος, διατήρηση ενέργειας, διαχείριση τέλους κύκλου ζωής, εταιρική επίδοση και συσκευασία.



Το πρότυπο Energy Star 4.0 οριοθετεί την ενεργειακή επίδοση εσωτερικών και εξωτερικών πηγών ενέργειας και δίνει τις προδιαγραφές ενεργειακής κατανάλωσης για κατάσταση ηρεμίας («idle mode»), ύπνου («sleep mode») και αναμονής («standby mode») για διάφορες συσκευές, όπως υπολογιστές, κονσόλες παιχνιδιών και άλλες. Οι υπολογιστές που ικανοποιούν τις νέες απαιτήσεις θα εξοικονομούν ενέργεια σε όλες τις καταστάσεις λειτουργίας. Οι προδιαγραφές για τους υπολογιστές σε κατάσταση ηρεμίας είναι καινούριες, αφού τα προηγούμενα πρότυπα αναφέρονταν μόνο σε καταστάσεις ύπνου και αναμονής.



Η Οδηγία RoHS («Restriction of Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment Directive»), δηλαδή η Οδηγία για τον Περιορισμό των Επικίνδυνων Ουσιών σε Ηλεκτρικά και Ηλεκτρονικά Εξαρτήματα, στοχεύει στον περιορισμό της χρήσης συγκεκριμένων επικίνδυνων ουσιών. Απαγορεύει, επίσης, την τοποθέτηση νέων ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών εξαρτημάτων στην ευρωπαϊκή αγορά αν αυτά περιέχουν μεγαλύτερα επίπεδα μολύβδου, κάδμιου, υδραργύρου ή επιβραδυντικών φωτιάς από τα καθορισμένα [7].

Καινοτόμα ενεργο-αποδοτικά προϊόντα

Παρακάτω παρατίθενται μερικές πρωτοποριακές συσκευές, καθώς και συνοπτική περιγραφή της αρχής λειτουργίας τους και των χαρακτηριστικών τους. Οι συσκευές αυτές έχουν στόχο φυσικά την πορεία προς την πράσινη υπολογιστική.

- “Lawn PC”



Εικόνα 3.21. Το LawnPC

Πηγή: Ecofriend: Green Living, “10 Concept Computers We Need to Better the Environment”, available in <http://www.ecofriend.org/>, 07 January 2010

Ο υπολογιστής αυτός διαθέτει στην πραγματικότητα τεχνητό γρασίδι πάνω στην κεντρική μονάδα επεξεργασίας. Το γρασίδι αυτό είναι κατασκευασμένο από φυσικές ίνες βαμβακιού, οι οποίες διαθέτουν εκατοντάδες ηλιακά κύτταρα. Τα ηλιακά αυτά κύτταρα μπορούν να αιχμαλωτίσουν την ενέργεια του ηλίου και να την μετατρέψουν σε 60 Watts ηλεκτρισμού ανά ώρα. Ο ανανεώσιμος ηλεκτρισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον υπολογιστή για να τροφοδοτηθεί ο ίδιος. Επίσης, η κεντρική μονάδα επεξεργασίας είναι κατασκευασμένη από βιολογικό πλαστικό, το οποίο αποσυντίθεται όταν πετάξουμε τον υπολογιστή στα σκουπίδια. Έτσι, το “Lawn PC” δίνει στον όρο «Πράσινη Υπολογιστική» μια εντελώς νέα σημασία με τον πρωτοποριακό αλλά και αποδοτικό σχεδιασμό του [56].

- “Napkin PC”



Εικόνα 3.22. Το NapkinPC

Πηγή: Ecofriend: Green Living, “10 Concept Computers We Need to Better the Environment”, available in <http://www.ecofriend.org/>, 07 January 2010

Ο υπολογιστής αυτός έχει σχεδιαστεί από τον Avery Holleman's και ονομάζεται "Narokin PC". Αποτελείται από μια κεντρική βάση, η οποία υποστηρίζει αρκετά «narkins» - φορητούς υπολογιστές με οθόνη αφής - ταυτόχρονα, εξασφαλίζοντας έτσι ένα περιβάλλον για πολλούς χρήστες. Ένα ασύρματο στυλό δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να χειρίζονται τον κάθε υπολογιστή. Με χρήση τεχνολογίας επαγωγής για την τροφοδότηση των «narkins», οι χρήστες μπορούν να συνεργάζονται ασύρματα όσο ο κεντρικός υπολογιστής χειρίζεται την επεξεργασία και φύλαξη των δεδομένων. Αυτό εξαλείφει την ανάγκη ύπαρξης πολλαπλών κεντρικών μονάδων επεξεργασίας για πολλαπλούς χρήστες, αλλά και τον αριθμό των μπαταριών, οι οποίες θα είχαν καταναλωθεί αν κάθε χρήστης χρησιμοποιούσε έναν τυπικό φορητό υπολογιστή. Όλοι αυτοί οι παράγοντες συνυπάρχουν στο "Narokin PC", το οποίο βοηθά φυσικά και στη μείωση των ηλεκτρονικών αποβλήτων [56].

- "Compaq EOS Sustainable Desktop"



Εικόνα 3.23. Το Compaq EOS Sustainable Desktop

Πηγή: Ecofriend: Green Living, "10 Concept Computers We Need to Better the Environment", available in <http://www.ecofriend.org/>, 07 January 2010

Ο επιτραπέζιος αυτός υπολογιστής βοηθά στη μείωση του αποτυπώματος άνθρακα. Ο πρωτοποριακός σχεδιασμός του οφείλεται στον Cody Stonerock, ο οποίος έχει χρησιμοποιήσει βιοδιασπώμενες ρητίνες για την κατασκευή του. Όταν ο χρήστης επιθυμήσει αναβάθμιση, μπορεί να στείλει όλα τα υλικά στον κατασκευαστή, και στη συνέχεια να αγοράσει έναν παρόμοιο νέο υπολογιστή. Ο παλιός υπολογιστής φυσικά θα ανακυκλωθεί [56].

- “*Evolve Laptop Computer Concept*”



Εικόνα 3.24. Το Evolve Laptop Computer Concept

Πηγή: Ecofriend: Green Living, “10 Concept Computers We Need to Better the Environment”, available in <http://www.ecofriend.org/>, 07 January 2010

Η τεχνολογία άμεσης σύνδεσης και λειτουργίας («Plug and Play») είναι το κυρίαρχο μοτίβο, στο οποίο βασίζεται ο υπολογιστής “Evolve”. Όλα τα εξαρτήματα – συσκευές του υπολογιστή αυτού μπορούν να συνδεθούν και να αποσυνδεθούν ανάλογα με τις ανάγκες του χρήστη. Ο φορητός αυτός υπολογιστής χρησιμοποιεί ανακυκλώσιμα υλικά, όπως είναι αναμενόμενο, αλλά η καινοτομία του έγκειται στον τρόπο που τροφοδοτείται. Αντί να βασίζεται σε συμβατικές μπαταρίες λιθίου ή σε ηλεκτρισμό από την πρίζα, χρησιμοποιεί μια μπαταρία – πυκνωτή “LEES” («LEES Capacitor Battery») ως συνεχόμενη πηγή οικονομικού ηλεκτρισμού παραγόμενου από χημικές αντιδράσεις. Σχεδιασμένος από τον Vas Obeyesekere της “Point Innovations”, ο υπολογιστής “Evolve” χρησιμοποιεί ένα σκληρό δίσκο στερεάς κατάστασης που διαρκεί περισσότερο και χρησιμοποιεί λιγότερη ενέργεια από τους κοινούς σκληρούς δίσκους. Ο κορμός του υπολογιστή είναι κατασκευασμένος από πολυεστέρα γαλακτικού οξέος από καλαμπόκι, ενώ οι πλακέτες των κυκλωμάτων είναι από ίνες κερατίνης [56].

- “*EVO PC Concept*”

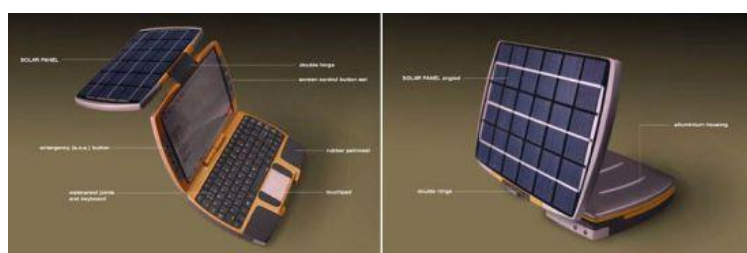


Εικόνα 3.25. Το EVO PC Concept

Πηγή: Ecofriend: Green Living, “10 Concept Computers We Need to Better the Environment”, available in <http://www.ecofriend.org/>, 07 January 2010

Ο υπολογιστής “EVO Tablet PC” στοχεύει στην πλήρη αξιοποίηση της υπολογιστικής ισχύος που προσφέρει η νεφροϋπολογιστική. Είναι ένας υπολογιστής «tablet» που συνοδεύεται από μια βάση, την “EVO Base”. Η βάση αυτή δίνει στον υπολογιστή ενέργεια, αλλά τον συνδέει και με το «νέφος». Έτσι, ο υπολογιστής χρειάζεται έναν επεξεργαστή και μια RAM χαμηλής ισχύος για να συνδεθεί στο «νέφος». Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της ανάγκης για συχνές αναβαθμίσεις του επεξεργαστή και της μνήμης, μειώνοντας έτσι κατά πολύ τα ηλεκτρονικά απόβλητα. Αφού η νεφροϋπολογιστική είναι ένας σπουδαίος τρόπος υπολογιστικής χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, οι πόροι μπορούν να χρησιμοποιηθούν βέλτιστα και έτσι εξοικονομείται μεγάλο ποσό ενέργειας [56].

- “Solar Powered Notebook Concept”



Εικόνα 3.26. Το Solar Powered Notebook Concept

Πηγή: Ecofriend: Green Living, “10 Concept Computers We Need to Better the Environment”, available in <http://www.ecofriend.org/>, 07 January 2010

Ο φορητός υπολογιστής “Solar Powered Notebook” δεν είναι τίποτα περισσότερο από ένα λεπτό ηλιακό πλαίσιο τοποθετημένο πάνω σε έναν φορητό υπολογιστή. Είναι προφανές ότι το ηλιακό πλαίσιο αιχμαλωτίζει τις ηλιακές ακτίνες και χρησιμοποιεί την ενέργεια αυτή για την τροφοδότηση της μπαταρίας του υπολογιστή [56].

3.7 Πράσινη Χρήση Υπολογιστών

Η πράσινη υπολογιστική, εκτός από την πράσινη κατασκευή, τον πράσινο σχεδιασμό και την ανακύκλωση των υπολογιστών και των ηλεκτρονικών συσκευών, προϋποθέτει και την πράσινη χρήση αυτών. Οι υπολογιστές πρέπει να χρησιμοποιούνται με φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο. Ο πράσινος σχεδιασμός τους, δηλαδή η χρήση ενεργο-αποδοτικού λογισμικού και υλισμικού, βοηθά, αλλά δεν είναι αρκετός. Η Hewlett-Packard ισχυρίζεται ότι ο καινούριος τους υπολογιστής, που διαθέτει πιστοποίηση Energy Star και πλήρη χαρακτηριστικά διαχείρισης ενέργειας, καταναλώνει μόνο το 25% της ενέργειας ενός υπολογιστή χωρίς αυτά τα χαρακτηριστικά [57]. Πρέπει όμως και η χρήση των υπολογιστών να γίνεται με τρόπο που μειώνει την ενεργειακή τους κατανάλωση και, συνεπώς, τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου. Ένας υπολογιστής κατά μέσο όρο χρησιμοποιεί περίπου μόνο 100 Watts ισχύος, αλλά υπάρχουν πάνω από ένα δισεκατομμύριο υπολογιστές στον κόσμο. Έτσι, οι συνδυασμένες ενεργειακές απαιτήσεις είναι μεγάλες. Μπορούμε να μειώσουμε σημαντικά την ενεργειακή κατανάλωση των υπολογιστών με μικρές αλλαγές στον τρόπο χρήσης των υπολογιστών. Οι περισσότεροι υπολογιστές παραμένουν ανοιχτοί ακόμα και όταν δεν χρησιμοποιούνται, επειδή οι χρήστες δεν τους κλείνουν, δαπανώντας έτσι ηλεκτρισμό. Επιπροσθέτως, οι υπολογιστές παράγουν θερμότητα και απαιτούν ψύξη, προσθέτοντας έτσι επιπλέον ενεργειακή κατανάλωση και κόστος σε μια επιχείρηση.



Εικόνα 3.27. Πράσινη Υπολογιστική

Πηγή: <http://nsourceit.com>

Χρήση Εργαλείων Διαχείρισης Ενέργειας

Χωρίς να ελαττώνουμε την επίδοση, μπορούμε να ρυθμίσουμε τον υπολογιστή να μεταβαίνει σε κατάσταση εξοικονόμησης ενέργειας όταν δεν τον χρησιμοποιούμε. Ο Οργανισμός Περιβαλλοντικής Προστασίας των ΗΠΑ («US Environmental Protection Agency - EPA») εκτίμησε ότι ο εφοδιασμός ενός υπολογιστή με τη δυνατότητα κατάστασης ύπνου μειώνει την κατανάλωση ενέργειας κατά 60 – 70 %. Επειδή η χρήση υπολογιστών είναι διανεμημένη σε μια επιχείρηση, είναι δύσκολη για τους χειριστές η διαχείριση της κατανάλωσης ενέργειας των υπολογιστών της επιχείρησης. Μια προσέγγιση για τη λύση αυτού του προβλήματος είναι η χρήση λογισμικού, όπως το Surveyor της Verdiem [www.verdiem.com] που προσφέρει έλεγχο σε επίπεδο δικτύου για τους υπολογιστές και τις οθόνες.

Το λογισμικό βάζει τον υπολογιστή σε κατάσταση χαμηλής κατανάλωσης ενέργεια, όπως τερματισμό λειτουργίας, κατάσταση αδρανοποίησης («hibernation») ή κατάσταση αναμονής («standby») και τις σε κατάσταση ύπνου («sleep») όταν δεν χρησιμοποιούνται. Επίσης μετράει και αναφέρει πόση ενέργεια καταναλώνει κάθε υπολογιστής και οθόνη.

Οι διαχειριστές του δικτύου μπορούν να «ξυπνούν» από απόσταση τους υπολογιστές για αναβαθμίσεις λογισμικού, συντήρηση ή εφεδρική αποθήκευση («backup»).



Εικόνα 3.28. Υπολογιστής σε κατάσταση ύπνου

Απενεργοποίηση του Συστήματος Όταν Δεν Βρίσκεται σε Χρήση

Πολλοί πιστεύουν τη λανθασμένη άποψη ότι η ζωή ενός υπολογιστή μικραίνει όταν τον ανοίγουμε και τον κλείνουμε, και έτσι αφήνουν τους υπολογιστές συνεχώς ανοιχτούς. Η διάρκεια ζωής των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων εξαρτάται από τον αθροιστικό χρόνο λειτουργίας τους και τη θερμοκρασία τους. Όταν κλείνουμε τον υπολογιστή μειώνουμε και τους δυο αυτούς παράγοντες, αυξάνοντας τη ζωή των εξαρτημάτων. Άλλοι χρήστες υπολογιστών δεν είναι πρόθυμοι να ανοίγουν και να κλείνουν τον υπολογιστή τους μερικές φορές μέσα σε μια μέρα, επειδή δεν θέλουν να περιμένουν τα λίγα λεπτά που χρειάζεται το σύστημα για να είναι έτοιμο για χρήση. Ωστόσο, η εξοικονόμηση ενέργειας αξίζει την αναμονή για λίγο μέχρι να ανοίξει ο υπολογιστής ή να γίνει διαθέσιμη μια περιφερειακή συσκευή.



Εικόνα 3.29. «Πράσινη» απενεργοποίηση

Απενεργοποίηση Προφύλαξης Οθόνης

Η προφύλαξη οθόνης καταναλώνει ενέργεια, αφού κρατά τον σκληρό δίσκο και την κεντρική μονάδα επεξεργασίας («CPU») συνεχώς ενεργά. Μια προφύλαξη οθόνης με κινούμενες οθόνες αναγκάζει την οθόνη να καταναλώνει την ίδια ενέργεια όπως σε ενεργή χρήση. Η συνεχής επικοινωνία με την κεντρική μονάδα επεξεργασίας επιφέρει επιπλέον ενεργειακή κατανάλωση [58]. Μια κενή προφύλαξη οθόνης εξοικονομεί περισσότερη ενέργεια από μια προφύλαξη οθόνης με κινούμενες εικόνες, η οποία επικοινωνεί συνέχεια με την κεντρική μονάδα επεξεργασίας («CPU»). Αλλά ακόμα και αυτή η προφύλαξη οθόνης μειώνει την ενεργειακή κατανάλωση της οθόνης κατά ένα ασήμαντα μικρό ποσοστό [7].

Η προφύλαξη οθόνης αρχικά εφευρέθηκε για να διορθώσει ένα σημαντικό ελάττωμα των παλιών οθόνων καθοδικού σωλήνα («Cathode Ray Tube - CRT»). Στις οθόνες αυτές, υπήρχε περίπτωση να δημιουργηθεί πρόβλημα αν απεικονιζόταν η ίδια εικόνα στην οθόνη για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η ιδέα της προφύλαξης οθόνης λοιπόν είναι η προβολή μιας εικόνας που αλλάζει συνέχεια, όσο ο υπολογιστής βρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας, αποτρέποντας έτσι το ενδεχόμενο βλάβης στην οθόνη.

Τα τελευταία χρόνια όμως οι οθόνες καθοδικού σωλήνα δεν χρησιμοποιούνται σχεδόν καθόλου, αφού έχουν αντικατασταθεί από τις οθόνες υγρών κρυστάλλων («Liquid Crystal Display - LCD»). Έτσι, η προφύλαξη οθόνης είναι πλέον ξεπερασμένη. Οι οθόνες υγρών κρυστάλλων δεν ενδιαφέρονται αν προβάλλουν μια σταθερή ή μια κινούμενη εικόνα, αφού δεν μπορεί να προκληθεί καμία βλάβη στην οθόνη.

Επιπλέον, η οθόνη καταναλώνει την ίδια ή περισσότερη ενέργεια όταν χρησιμοποιείται προφύλαξη οθόνης. Άρα, δεν υπάρχουν οφέλη από τη χρήση προφύλαξης οθόνης [59].

Χρήση Επιτραπέζιων Σταθμών Εργασίας



Εικόνα 3.30. Επιτραπέζιος Σταθμός Εργασίας της HP (“HP Thin Client”)

Πηγή: Hewlett Packard, “HP t5545 Thin Client - Overview and Features”, available in <http://www.hp.com>

Οι επιτραπέζιοι σταθμοί εργασίας («thin clients») ως υλισμικό καταναλώνουν 20 έως 40 Watts σε σύγκριση με έναν μέσο υπολογιστή που καταναλώνει 60 έως 110 Watts σε κατάσταση λειτουργίας. Ένας υπολογιστής, βέβαια, δεν μπορεί να αντικατασταθεί από έναν επιτραπέζιο σταθμό εργασίας, αφού για κάθε 20 έως 50 χρήστες απαιτείται ένας τερματικός εξυπηρετητής. Έτσι, η εξοικονόμηση ενέργειας ανέρχεται στο 70% με την αντικατάσταση υπολογιστών με επιτραπέζιους σταθμούς εργασίας.

Οι επιτραπέζιοι σταθμοί εργασίας έχουν λιγότερα εξαρτήματα και συστατικά μέρη, άρα δημιουργούν μικρότερο όγκο ηλεκτρονικών απορριμμάτων από ότι οι επιτραπέζιοι υπολογιστές και απαιτούν λιγότερη συντήρηση. Ο όγκος των απορριμμάτων μειώνεται επίσης λόγω του γεγονότος ότι οι επιτραπέζιοι σταθμοί εργασίας έχουν μεγαλύτερο κύκλο ζωής, αφού η επεξεργασία των δεδομένων γίνεται στον εξυπηρετητή.

Η έκλυση θερμότητας από έναν επιτραπέζιο σταθμό εργασίας είναι μικρότερη από ότι σε έναν υπολογιστή, αφού ο επιτραπέζιος σταθμός εργασίας δε διαθέτει σκληρό δίσκο. Το αποτέλεσμα είναι η μείωση της απαιτούμενης ενέργειας για ψύξη.

Χρήση Ανακυκλωμένων Κεφαλών Εκτύπωσης

Η χρήση ανακυκλωμένων κεφαλών εκτύπωσης μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στη μείωση του όγκου των απορριμμάτων, αλλά και στη μείωση των εκπομπών, αφού αποφεύγεται η παρασκευή νέων κεφαλών, για την κατασκευή των οποίων απαιτείται ενέργεια. Οι ανακυκλωμένες κεφαλές εκτύπωσης είναι διαθέσιμες σε καταστήματα με αναλώσιμα ηλεκτρονικών υπολογιστών και κοστίζουν συνήθως λιγότερο από τις καινούριες κεφαλές [60].

Χρήση ΛιγότερουΧαρτιού

Η χρήση υπολογιστών έχει αυξήσει δραματικά την κατανάλωση χαρτιού και την ποσότητα χαρτιού που καταλήγει στα σκουπίδια. Υπάρχουν εύκολοι τρόποι, όμως, για να αλλάξει αυτό.

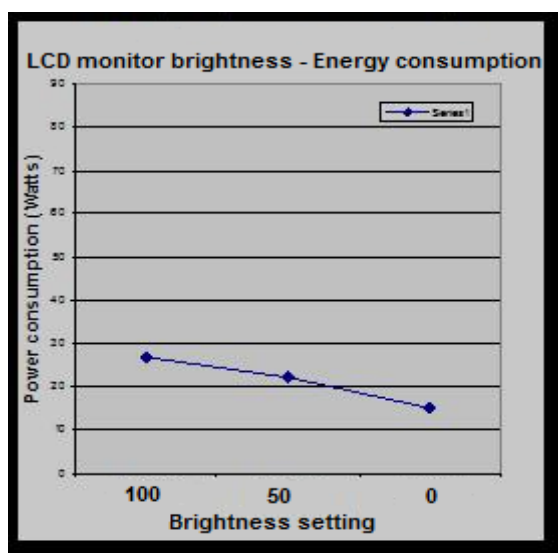
- Η αγορά και χρήση ανακυκλωμένου χαρτιού για τους εκτυπωτές και τα φωτοτυπικά μηχανήματα είναι απλή και εύκολη.
- Η ανακύκλωση του χαρτιού που έχει χρησιμοποιηθεί είναι επίσης πολύ σημαντική.
- Πολλές φορές επιλέγουμε να εκτυπώσουμε κείμενα ή ηλεκτρονικά μηνύματα, τα οποία μπορούμε εύκολα να επεξεργαστούμε και να διαβάσουμε στην οθόνη. Έτσι, η εκτύπωση μπορεί πολλές φορές να αποφευχθεί.
- Η χρήση της τηλεομοιοτυπίας («fax») είναι πλέον τελείως περιττή, αφού μπορεί να αντικατασταθεί με τη χρήση ηλεκτρονικών μηνυμάτων που δεν χρησιμοποιούν καθόλου χαρτί [61].

Μείωση της Φωτεινότητας της Οθόνης

Με μερικές απλές μεθόδους μπορούμε να εξοικονομήσουμε πολλή ενέργεια από την οθόνη. Η μείωση της φωτεινότητας της οθόνης μπορεί να μην είναι τόσο προφανής επιλογή για εξοικονόμηση ενέργειας, ωστόσο ακόμα και μια μικρή εξοικονόμηση κάνει τη διαφορά, αφού οι μειώσεις αθροίζονται και καταλήγουν διόλου ευκαταφρόνητες. Με τη ρύθμιση της φωτεινότητας της οθόνης, αλλάζει η ποσότητα του φωτός που εκπέμπεται, άρα και ο αριθμός των Watts που απαιτούνται. Η ρύθμιση της φωτεινότητας είναι εξάλλου ο κυριότερος παράγοντας που επηρεάζει την κατανάλωση ενέργειας μιας οθόνης.

Αντίθετα, η ρύθμιση της αντίθεσης επηρεάζει σχεδόν μηδαμινά την ενεργειακή κατανάλωση, αφού δεν έχει σχέση με την ποσότητα φωτός που εκπέμπεται. Η αντίθεση ελέγχει μόνο το επίπεδο του λευκού της οθόνης, και έτσι έχει μικρή επίδραση στην κατανάλωση ενέργειας [62].

Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η κατανάλωση ισχύος σε Watts συναρτήσει της φωτεινότητας της οθόνης, για μια οθόνη υγρών κρυστάλλων και για ρυθμίσεις φωτεινότητας 0, 50 και 100:



Σχήμα 3. β. Διάγραμμα Κατανάλωσης Ισχύος – Ρύθμισης Φωτεινότητας

Πηγή: The Eastern Horizon, “Saving Energy – One Monitor at a Time”, available in <http://kedarsoman.wordpress.com>, 21 November 2006

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

4.1 Χρήσεις ΤΠΕ στον Ενεργειακό Τομέα

4.1.1 Έξυπνη Μέτρηση Ενεργειακής Κατανάλωσης



Εικόνα 4.1. Έξυπνος Μετρητής

Πηγή: Ariel Schwartz, "Energy 101: What is a Smart Grid?", available in <http://www.inhabitat.com/>, 30 April 2009

Η βιομηχανία ηλεκτρισμού αλλάζει με ραγδαίους ρυθμούς. Την τελευταία δεκαετία πραγματοποιήθηκε η τεράστια ανάπτυξη των συστημάτων διανεμημένης παραγωγής (κυρίως στη μορφή αιολικών πάρκων), οι αιχμές της ζήτησης εντάθηκαν και οι μέτοχοι αύξησαν την πίεση για πιο αποδοτική χρήση των πόρων. Το αποτέλεσμα αυτών είναι ότι στον τομέα του ηλεκτρισμού αποδοκιμάζεται ενεργά η ανεξέλεγκτη κατανάλωση.

Ένα από τα εργαλεία που έχουν προταθεί, για να κάνουν τους χρήστες πιο ευαίσθητους ως προς την ενεργειακή τους κατανάλωση, είναι η έξυπνη μέτρηση. Αυτή η νέα τεχνολογία έχει ήδη διεισδύσει σε εργοστάσια και άλλους μεγάλους ενεργειακούς καταναλωτές, ενώ τώρα σταδιακά εντάσσεται σε μικρές επιχειρήσεις και σε σπίτια.

Υπάρχουν δυο κύριοι παράγοντες στη λειτουργία των ενεργειακών δικτύων που επιτάσσουν την ανάγκη για έξυπνη μέτρηση. Αυτοί είναι:

- Η ραγδαία αύξηση των αιχμών ενεργειακής ζήτησης:

Ακόμα και σε χώρες με ήπιο κλίμα, έχει αυξηθεί η αιχμή της ενεργειακής ζήτησης. Στο Λονδίνο, η αιχμή της ζήτησης των καλοκαιρινών μηνών αυξάνεται με ρυθμό 2.6% ετησίως, ενώ η μέση αύξηση είναι 1.4% ετησίως. Σε θερμότερα κλίματα η αύξηση είναι ακόμα μεγαλύτερη. Ένας διαχειριστής συστήματος διανομής στην Αυστραλία έχει πει ότι το 30% της υποδομής λειτουργεί για διάστημα 2% του έτους.

Η αύξηση είναι ραγδαία. Όταν είχαν γίνει τα επενδυτικά σχέδια, πριν από δέκα χρόνια, κανένας δεν μπορούσε να προβλέψει μια αύξηση αυτού του μεγέθους.

Η αιχμή γίνεται ψηλότερη και ακόμα πιο στενή, γεγονός που αντικατοπτρίζει την ένταση της ζήτησης τις λίγες θερμότερες μέρες του έτους. Με λίγα λόγια, απαιτείται σημαντική επένδυση σε υποδομή για ένα ολοένα μικρότερο μέρος του έτους.

- Η εγγενής ακαμψία της υποδομής της ενεργειακής διανομής:

Από τη φύση τους, τα δίκτυα διανομής ηλεκτρισμού δεν είναι ευέλικτα σε ταχείες μεταβολές της ενεργειακής ζήτησης. Επίσης, οι δαπάνες κεφαλαίου που απαιτούνται για τέτοιου τύπου καινούρια υποδομή είναι μεγάλες. Οι σχεδιαστές του δικτύου πρέπει να είναι βέβαιοι για τη μεσοπρόθεσμη ζήτηση για να κάνουν μια τέτοια επένδυση. Δυστυχώς όμως σήμερα τέτοια βεβαιότητα δεν υπάρχει.

Η έλλειψη βεβαιότητας για τη μελλοντική ζήτηση σε συνδυασμό με το γεγονός ότι οι μέτοχοι και ρυθμιστές πιέζουν τις εταιρείες ενέργειας για αύξηση της χρησιμοποίησης των πόρων δεν ευνοούν την επένδυση σε νέα υποδομή για την κάλυψη της ζήτησης. Έτσι, αναζητώνται νέοι τρόποι για την αντιμετώπιση τέτοιων αιχμών.

Ορισμός έξυπνης μέτρησης

Υπάρχουν πολλές προσεγγίσεις της έξυπνης μέτρησης, ωστόσο έχει αναπτυχθεί ένα σύνολο οδηγιών που ορίζει την έξυπνη μέτρηση και έχει γίνει γενικά αποδεκτό. Οι οδηγίες αυτές μπορούν να εφαρμοστούν και σε άλλες αγορές, αν και αναπτύχθηκαν με βάση τη δομή της αγοράς του Ηνωμένου Βασιλείου.

Οι οδηγίες αυτές για το Ηνωμένο Βασίλειο ακολουθούν το παρακάτω μοντέλο [63]:

- Ένα σύστημα έξυπνης μέτρησης παρέχει ένα επίπεδο υπηρεσίας πάνω και πέρα από τη μέτρηση της κατανάλωσης.

Ένα σύστημα έξυπνης μέτρησης παρέχει σημαντική επιπλέον λειτουργικότητα για τους παρόχους και τους τελικούς χρήστες. Η οδηγία βασίζεται σε ένα στοιχειώδες σύνολο δυνατοτήτων (Α, Β, Γ) και σε ένα πεδίο προαιρετικών λειτουργιών που μπορεί να περιλαμβάνει ένα έξυπνο σύστημα. Ένα σύστημα έξυπνης μέτρησης πρέπει να περιλαμβάνει όλες τις στοιχειώδεις λειτουργίες και τουλάχιστον μια από τις προαιρετικές.

Οι οδηγίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να περιγράψουν ένα ευρύ πεδίο έξυπνων συστημάτων, τα οποία μπορούν να ικανοποιούν πολλούς εμπορικούς στόχους.

Ένα σύστημα μέτρησης ενέργειας ή παροχής νερού είναι έξυπνο αν:

A. Μετρά κατανάλωση σε αντιπροσωπευτικά χρονικά διαστήματα προς τις νόμιμες απαιτήσεις

B. Αποθηκεύει τα δεδομένα των μετρήσεων για πολλαπλά χρονικά διαστήματα

Γ. Επιτρέπει πρόσβαση στα δεδομένα αυτά στους καταναλωτές αλλά και στους παρόχους

και επιπλέον διαθέτει μια τουλάχιστον από τις παρακάτω λειτουργίες:

i. Παρέχει ανάλυση των δεδομένων και μια τοπική οθόνη με μορφή αντιληπτή από τον καταναλωτή.

ii. Μεταφέρει τα δεδομένα της κατανάλωση στον προμηθευτή για ακριβή τιμολόγηση χωρίς να απαιτείται πρόσβαση στο σπίτι.

iii. Μετρά και καταγράφει πληροφορίες για τη συνοχή και την ποιότητα της παροχής και παρέχει αυτές τις πληροφορίες στον χειριστή του δικτύου διανομής για λόγους σχεδιασμού, λειτουργίας του συστήματος και καταγραφής απωλειών.

iv. Επιτρέπει απομακρυσμένο έλεγχο (διακοπή και αποκατάσταση) συγκεκριμένων κυκλωμάτων του καταναλωτή για λόγους συμφωνημένης διαχείρισης φορτίου.

v. Επιτρέπει προβολή των σημάτων τιμής για διαφορετικά χρονικά διαστήματα σαν μέρος διατίμησης με βάση το κόστος για λόγους απόκρισης στη ζήτηση.

vi. Επιτρέπει απομακρυσμένη αλλαγή της διατίμησης, του χρέους ή άλλων ποσών για χρέωση υπηρεσιών ωφελείας χωρίς να απαιτείται πρόσβαση στο σπίτι.

- Ένα σύστημα έξυπνης μέτρησης παρέχει δυνατότητα μέτρησης εξαγόμενης και/ή παραγόμενης ενέργειας, όπου απαιτείται για επίσημους λόγους.

Το βασικό σύνολο λειτουργιών Α, Β και Γ απαιτείται για κάθε σύστημα έξυπνης μέτρησης, αφού αυτές παρέχουν τα βασικά δεδομένα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από παροχείς και καταναλωτές. Χωρίς αυτόν τον τύπο βασικού μετρητή όλα σχεδόν τα οφέλη της έξυπνης μέτρησης δεν μπορούν να έχουν υπόσταση. Για παράδειγμα, στο Ηνωμένο Βασίλειο οι καταναλωτές συχνά λαμβάνουν ακριβή μέτρηση στο λογαριασμό τους κάθε 6 με 9 μήνες. Ο μέγιστος αριθμός ακριβών μετρήσεων μπορεί να είναι μόνο 4 ανά έτος, ακόμα και αν οι μετρητές διαβάζονταν με ακρίβεια ανά τέταρτο. Είναι προφανές ότι με αυτή την υποδομή η έξυπνη μέτρηση είναι δύσκολο να υλοποιηθεί και πολλά από τα οφέλη χάνονται.

Το δεύτερο μέρος των οδηγιών καλύπτει τα επιπλέον χαρακτηριστικά που μπορούν να προστεθούν στον βασικό μετρητή ανεξάρτητα ή σαν πακέτο. Κάθε ένα από αυτά παρέχει οφέλη στον παροχέα και/ή στον καταναλωτή και σε πολλές περιπτώσεις στη χώρα αλλά και στο περιβάλλον.

Η έξυπνη μέτρηση ως μέσο για μεγαλύτερη ενεργειακή αποδοτικότητα

Ένα από τα συμπεράσματα στα οποία έχουν καταλήξει οι κυβερνήσεις, οι ρυθμιστές και οι χειριστές δικτύων είναι ότι ο καταναλωτής πρέπει να γίνει πιο αποδοτικός ενεργειακά. Για να επιτευχθεί αυτό, η αγορά πρέπει να κινηθεί σε τρεις φάσεις:

- Εκπαίδευση και Ενημέρωση του καταναλωτή:

Οι υπηρεσίες κοινής ωφελείας πρέπει να δίνουν περισσότερες πληροφορίες στους καταναλωτές σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας. Ο στόχος είναι η ευαισθητοποίηση του καταναλωτή ως προς τις συνέπειες των καταναλωτικών του συνηθειών. Αυτή η εκπαιδευτική διαδικασία παίρνει δυο μορφές:

- ο Μια οθόνη πραγματικού χρόνου («real-time») που δείχνει την κατανάλωση της προηγούμενης περιόδου, τονίζοντας τις αιχμές και τις υφέσεις («troughs») της κατανάλωσης και
- ο Λεπτομερείς πληροφορίες για την κατανάλωση και το αποτύπωμα άνθρακα με συγκρίσεις με την προηγούμενη περίοδο.

Ο στόχος είναι οι καταναλωτές να επηρεαστούν και να μειώσουν τις αιχμές της κατανάλωσης. Εντούτοις, έρευνες δείχνουν ότι αυτό είναι αποτελεσματικό μόνο όταν ο καταναλωτής ενδιαφέρεται ήδη για την πληροφορία. Μόνο αυτός ο τύπος πελάτη είναι ευαίσθητος ως προς τα μηνύματα τέτοιων δεδομένων.



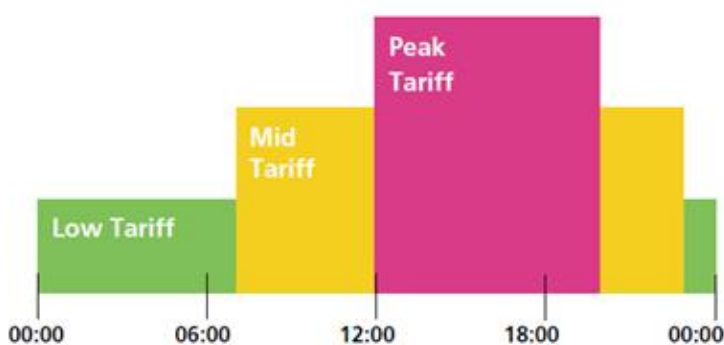
Εικόνα 4.2. Έξυπνοι Μετρητές Μέσα στο Σπίτι

Πηγή: Deutsche Telekom, “Less Energy – Less CO₂”, available in <http://www.telekom.com>

- Κινητοποίηση του καταναλωτή:

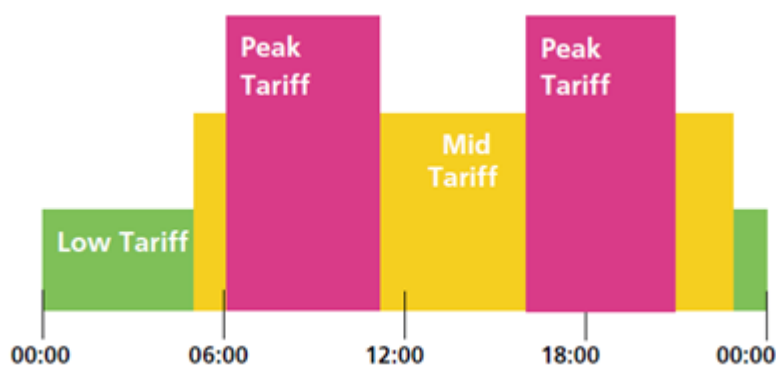
Βλέπουμε ήδη κινήσεις προς τα επόμενα βήματα: κινητοποίηση του καταναλωτή για προσαρμογή της ενεργειακής του κατανάλωσης. Αυτό απαιτεί μια πιο περίπλοκη προσέγγιση στη διατίμηση («tariffing») από ό,τι ήταν πιθανό μέχρι στιγμής.

Για παράδειγμα, αν καταφύγουμε σε διατίμηση διαφορετική για κάθε ώρα της μέρας, η οποία μπορεί να διαφέρει και για κάθε μέρα της εβδομάδας αλλά και για κάθε εποχή, ο καταναλωτής μπορεί να πειστεί να προσαρμόσει την κατανάλωση σε χαμηλότερη διατίμηση. Τα σχήματα 4.i και 4.ii δείχνουν ένα πιθανό σχέδιο διατίμησης για μια καλοκαιρινή καθημερινή μέρα και μια χειμερινή μέρα αντίστοιχα. Τα σαββατοκύριακα και οι αργίες μπορεί να έχουν διαφορετικά σχεδιαγράμματα ανάλογα με την εποχή.



Σχήμα 4.i. Μια πιθανή δομή διατίμησης μιας καλοκαιρινής καθημερινής ημέρας

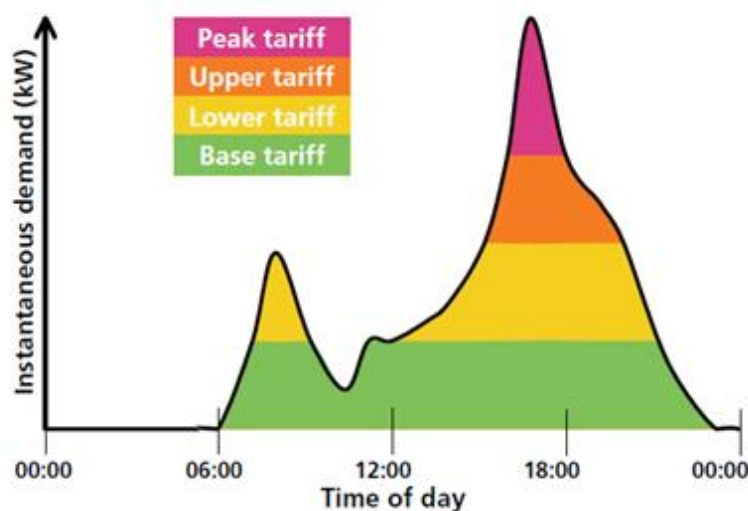
Πηγή: Peter Johnson, “Smart Metering – Enabling Greater Energy Efficiency”, Alcatel – Lucent



Σχήμα 4.ii. Μια πιθανή δομή διατίμησης μιας χειμερινής καθημερινής ημέρας

Πηγή: Peter Johnson, “Smart Metering – Enabling Greater Energy Efficiency”, Alcatel - Lucent

Ένα άλλο παράδειγμα θα μπορούσε να είναι η διατίμηση με τη στιγμιαία ζήτηση. Το σχήμα 4.iii δείχνει μια πιθανή δομή διατίμησης για ένα σπίτι. Η καμπύλη παριστά τη στιγμιαία ζήτηση του σπιτιού: μια πρωινή αιχμή, στη συνέχεια την επίδραση του κλιματιστικού στη διάρκεια της μέρας, μια αιχμή το απόγευμα που συνδυάζει την επίδραση όλων των ηλεκτρικών συσκευών που λειτουργούν ταυτόχρονα και ακόλουθα τη μείωση της ζήτησης όσο οι εξωτερική θερμοκρασία μειώνεται.



Σχήμα 4.iii. Στιγμιαία ζήτηση σε ένα σπίτι κατά τη διάρκεια μιας ημέρας

Πηγή: Peter Johnson, “Smart Metering – Enabling Greater Energy Efficiency”, Alcatel - Lucent

Η διατίμηση που φαίνεται στο σχήμα είναι σχεδιασμένη για να ενθαρρύνει την εξομάλυνση της ζήτησης. Για παράδειγμα, κλείνοντας το κλιματιστικό κατά της διάρκεια της ημέρας ή μετακινώντας οικιακές δουλειές πιο αργά το βράδυ για να εκμεταλλευτούμε το χαμηλότερο κόστος, οι αιχμές θα μειωθούν και ο καταναλωτής θα πληρώνει λιγότερο.

Αυτά είναι απλά δυο παραδείγματα αυτών που μπορούν να εφαρμοστούν. Απαιτείται αλλαγή στην πρακτική της μέτρησης και χρήση τεχνολογιών, οι οποίες είναι διαθέσιμες εδώ και χρόνια στην αγορά των τηλεπικοινωνιών: την τιμολόγηση της κατανάλωσης σε πραγματικό χρόνο, με υποστήριξη πιο πολύπλοκων δομών διατίμησης.

Εν συντομία, απαιτείται έξυπνη μέτρηση με τον συνδυασμό ενός έξυπνου μετρητή και ενός έξυπνου συστήματος επεξεργασίας δεδομένων μέτρησης.

- Διαχείριση και Έλεγχος του καταναλωτή:

Μακροπρόθεσμα, μπορούμε να οραματιστούμε διανομείς ή εμπόρους ενέργειας, οι οποίοι να μπορούν να ελέγχουν τη μη-απαραίτητη ζήτηση. Για παράδειγμα, για μια καλύτερη διατίμηση, ο πελάτης θα επέτρεπε στο διανομέα να ρυθμίσει το κλιματιστικό του, ώστε να μειωθεί το φορτίο σε ώρες υπερβολικής ζήτησης. Το αποτέλεσμα της αύξησης της θερμοκρασίας κλιματισμού σε όλα τα γραφεία και σπίτια μιας πόλης ακόμα και για έναν μόνο βαθμό είναι μείωση του φορτίου, ενδεχομένως τόση ώστε να αποφευχθούν οι διακοπές ηλεκτρικού ρεύματος από τις οποίες πλήττονται πολλές χώρες και πόλεις [64].

Πλεονεκτήματα έξυπνης μέτρησης

- Τοπικές οθόνες

Συνήθως, οι πληροφορίες κατανάλωσης δεν είναι εύκολα προσβάσιμες από τους καταναλωτές, τα δεδομένα απεικονίζονται σε κιλοβατώρες, συχνά σε ένα αθροιστικό σύνολο, μη δίνοντας έτσι στον καταναλωτή τη δυνατότητα να έχει πρόσβαση σε ιστορικό δεδομένα ή στιγμιαία κατανάλωση. Ακόμα, η θέση των μετρητών είναι σχεδόν πάντα στην είσοδο της παροχής ηλεκτρικού στο κτίριο και δεν είναι συνήθως εύκολα προσβάσιμοι στους χρήστες. Το αποτέλεσμα είναι ότι η πλειοψηφία των καταναλωτών αντιμετωπίζει δυσκολία να εντοπίσει τη θέση του μετρητή και να καταλάβει τις πληροφορίες του μετρητή, όταν τον εντοπίσει. Αυτό συνέβαινε γιατί μέχρι τώρα δεν ήταν σαφής η επιτακτική ανάγκη να γνωρίζουν οι καταναλωτές την ακριβή στιγμιαία κατανάλωση ενέργειας.

Η πολύ μεγάλη πολιτική σημασία της κλιματικής αλλαγής παγκοσμίως έχει αρχίσει τώρα να δίνει έμφαση στην έλλειψη αυτή. Πολλοί πιστεύουν ότι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για την ευαισθητοποίηση των καταναλωτών ως προς την ενεργειακή τους κατανάλωση είναι ο εφοδιασμός τους με εύκολα αντιληπτές πληροφορίες από μετρητές που θα βρίσκονται μέσα στο σπίτι. Τέτοιες οθόνες έχουν χρησιμοποιηθεί σε διάφορες αγορές ανά τον κόσμο, κυρίως στο Ηνωμένο Βασίλειο, στην Αυστραλία και στη Βόρεια Ιρλανδία με σχετική επιτυχία [65]. Επικρατεί η πεποίθηση ότι μόλις ο καταναλωτής δει τις αλλαγές στη χρήση ενέργειας σε πραγματικό χρόνο, είναι πολύ πιθανό να ενεργήσει μειώνοντας την κατανάλωση. Μια μελέτη που έγινε για την Logica [66] από το Future Foundation ρώτησε τους καταναλωτές για την εξοικονόμηση που πιστεύουν ότι μπορούν να πετύχουν με τη χρήση ενός έξυπνου μετρητή. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι καταναλωτές πιστεύουν ότι θα μειώσουν την ενεργειακή τους κατανάλωση από 0 έως 34% με ένα μέσο όρο 15%.

Μια μείωση της τάξης του 15% στη χρήση ενέργειας είναι αρκετή για την επίτευξη του στόχου του Ηνωμένου Βασιλείου για τον οικιακό τομέα. Η πραγματική εξοικονόμηση ενέργειας από την εύκολη πρόσβαση των καταναλωτών στα δεδομένα κατανάλωσης είναι δύσκολο να εκφραστεί με αριθμούς. Απαιτείται ακόμα πολλή δουλειά για να εκτιμηθούν τα αληθινά οφέλη και να βρεθεί τρόπος αυτά να διατηρηθούν μακροπρόθεσμα.

- Διαχείριση Φορτίου

Ο όρος διαχείριση φορτίου χρησιμοποιείται εδώ και πολλά χρόνια στο Ηνωμένο Βασίλειο, αλλά πιθανότατα είναι γνωστό σε άλλες αγορές ως απόκριση ζήτησης. Τα οφέλη που πηγάζουν από την ικανότητα των καταναλωτών ή των παρόχων να αλλάζουν το σχέδιο χρήσης ανάλογα με τις διάφορες διατιμήσεις έχουν γίνει εμφανή σε πολλές αγορές, κυρίως στις Ηνωμένες Πολιτείες και στην Αυστραλία.

Μπορεί να αλλάζει ο τρόπος που εκδηλώνονται τα οφέλη αυτά από αγορά σε αγορά, όμως μια μείωση της ενεργειακής χρήσης σε περιόδους αιχμής έχει παρατηρηθεί σε όλες τις περιπτώσεις.

Η διαχείριση φορτίου μπορεί να έχει κι άλλα οφέλη αν συνδυαστεί με έξυπνες συσκευές και ανανεώσιμες οικιακές πηγές. Η ικανότητα, για παράδειγμα, ενός πλυντηρίου να λειτουργεί μόνο όταν είναι διαθέσιμη κάποια παροχή ηλεκτρικού ρεύματος με χαμηλές εκπομπές άνθρακα μπορεί να αυξήσει τις πιθανότητες μείωσης του αποτυπώματος άνθρακα σημαντικά. Αυτό μπορεί να γίνει όταν είναι διαθέσιμες οικιακές ανανεώσιμες πηγές και η έξοδος τους συνδεθεί με τη λειτουργία μιας οικιακής συσκευής, όπως το πλυντήριο. Για να επιτευχθούν αυτές οι μέθοδοι διαχείρισης φορτίου πρέπει οι μετρητές να αντικατασταθούν με αυτούς που υποδεικνύουν οι οδηγίες [67].

4.1.2 Έξυπνο Ηλεκτρικό Δίκτυο (Smart Grid)



Εικόνα 4.3. Το Ηλεκτρικό Δίκτυο ή Πλέγμα

Πηγή: John Laumer, “What exactly is a Smart Grid?”, available in <http://www.treehugger.com>, 7 August 2009

Τα υπάρχοντα Ηλεκτρικά Δίκτυα στην Ευρώπη βασίζονται κυρίως σε τεχνολογία που έχει αναπτυχθεί πριν από 30 χρόνια, και η ανάγκη για καινοτομία ήταν μέχρι τώρα περιορισμένη. Το ηλεκτρικό σύστημα είχε σχεδιαστεί για μονόδρομη ροή ενέργειας από κεντρικούς σταθμούς παραγωγής σε πελάτες στο άλλο άκρο του δικτύου.

Ένα σύνολο πρόσφατων εξελίξεων θα αλλάξουν σύντομα τη μορφή του Ηλεκτρικού Δικτύου. Οι λόγοι που επιτάσσουν την αλλαγή αυτή είναι εξωτερικοί του δικτύου, όπως η προετοιμασία για ένα μέλλον με χαμηλότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, αλλά και εσωτερικοί του δικτύου, όπως η ανάγκη αντικατάστασης και αναβάθμισης της παλιάς υποδομής.

Ένας από τους κύριους εξωτερικούς προς το δίκτυο λόγους για αλλαγή είναι το «Πακέτο για την Ενέργεια και το Κλίμα» της Ευρωπαϊκής Ένωσης, το οποίο έχει θέσει φιλόδοξους στόχους για το 2020 και ύστερα:

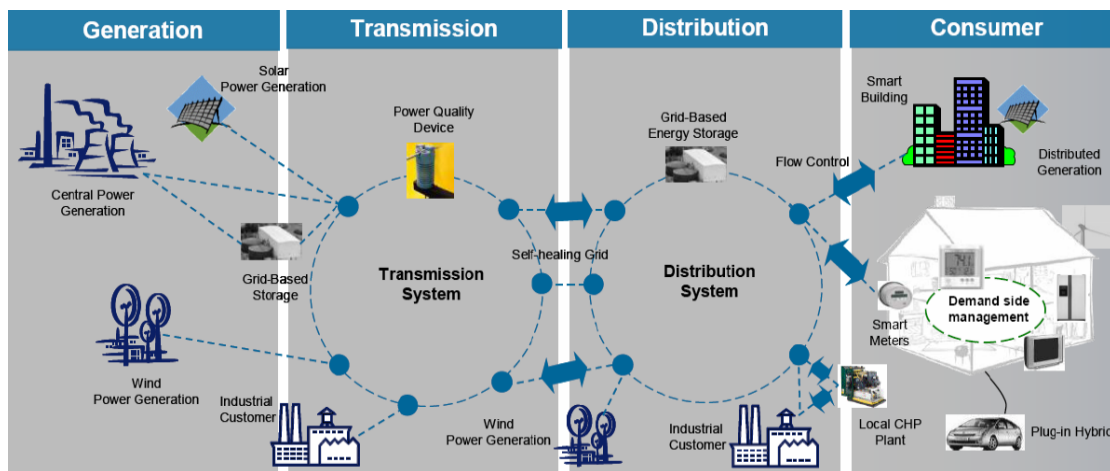
- 20% μείωση στις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου σε σχέση με το 1990
- 20% της ενέργειας για τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης να παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (σήμερα το 6,5% παράγεται από ανανεώσιμες πηγές)
- 20% μείωση της χρήσης πρωτογενούς ενέργειας

σε συνδυασμό με τα τρία βασικά στοιχεία της ενεργειακής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης, την ασφάλεια παροχής, τη βιωσιμότητα και την αποδοτικότητα της αγοράς.

Αφού οι δυο άλλοι κύριοι τομείς κατανάλωσης ενέργειας, οι μεταφορές και η θέρμανση, δεν είναι πιθανό να φτάσουν τον στόχο του 20% χρήσης ανανεώσιμων πηγών, η παραγωγή ηλεκτρισμού πρέπει να χρησιμοποιήσει 30-35% ανανεώσιμες πηγές, για να επιτευχθεί ο στόχος.

Το «Τρίτο Ενεργειακό Πακέτο» που υιοθετήθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο τον Ιούλιο του 2009, πιέζει για χρησιμοποίηση Έξυπνων Μετρητών και Έξυπνου Ηλεκτρικού Πλέγματος και γενικότερα για εισαγωγή καινοτόμων προγραμμάτων για το Ηλεκτρικό Δίκτυο [68].

Ο όρος «Έξυπνο Ηλεκτρικό Δίκτυο» ή «Έξυπνο Ηλεκτρικό Πλέγμα» ορίζεται ως ο συνδυασμός ενός ενοποιημένου συστήματος επικοινωνίας και ελέγχου με την ήδη υπάρχουσα υποδομή συστήματος διανομής ενέργειας, με στόχο την παροχή της κατάλληλης πληροφορίας στον εκάστοτε ενδιαφερόμενο (όπως συσκευές, πελάτες, συστήματα ελέγχου μεταφοράς και διανομής, κτλ) την κατάλληλη στιγμή για να πραγματοποιηθεί η κατάλληλη ενέργεια. Είναι ένα σύστημα που βελτιστοποιεί την παροχή και διανομή ενέργειας, ελαχιστοποιεί τις απώλειες, διαθέτει μηχανισμό διόρθωσης των λαθών και υπολοποιεί εφαρμογές ενεργειακής αποδοτικότητας και απόκρισης ζήτησης επόμενης γενιάς.



Σχήμα 4.iv. Το Έξυπνο Πλέγμα: Παραγωγή, Μεταφορά, Διανομή, Τελική Χρήση

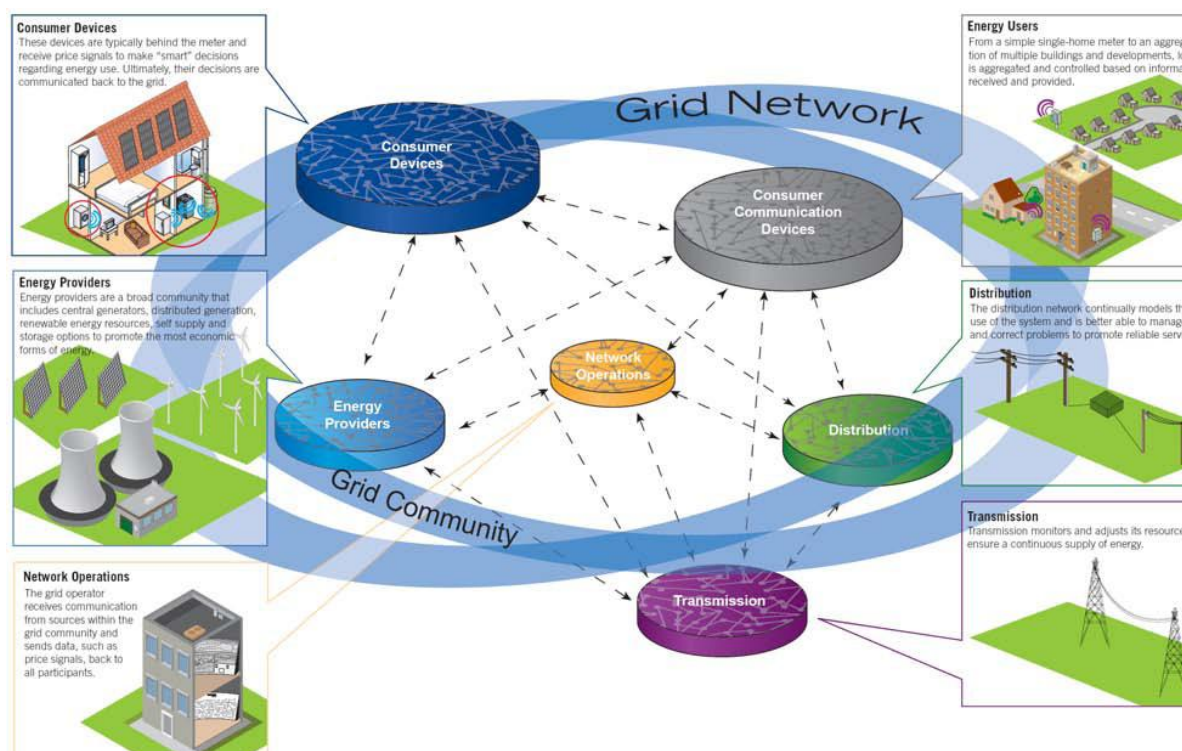
Πηγή: Βασίλειος Γ. Νικολόπουλος, "Από το Smart Metering στα Smart Grids: ο ρόλος της Ενεργειακής Πληροφορικής και της Ψηφιακής Ενεργειακής Διαχείρισης", Intelen, GreenICT Forum, May 2010

Ο τοπικός διανομέας ενέργειας PJM, που δραστηριοποιείται στην ανατολική ακτή των Ηνωμένων Πολιτειών, συνοψίζει το Έξυπνο Ηλεκτρικό Δίκτυο ως τον συνδυασμό τριών βασικών στοιχείων:

- Μετάβαση του πλέγματος από τη μορφή ενός ακτινικού συστήματος σε ένα πραγματικό δίκτυο, με σκοπό τη διασφάλιση της συνδεσιμότητας μεταξύ πηγών παραγωγής και τελικών χρηστών.
- Μετατροπή από ένα ηλεκτρομηχανικό σε ένα πλήρως ψηφιακό σύστημα που υποστηρίζει πόρους πληροφορίας και αυτοματοποίησης
- Υλοποίηση αμφίδρομης επικοινωνίας εντός της κοινότητας του πλέγματος, έτσι ώστε οι πελάτες να έχουν τη δυνατότητα, αν το επιλέξουν, να κινηθούν από μια παθητική σε μια ενεργή συμμετοχή στην αγορά.

Ένα Έξυπνο Πλέγμα περιέχει ένα ανοικτό πρότυπο για επικοινωνία με συσκευές, προηγμένη υποδομή μέτρησης, αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ μιας υπηρεσίας και των πελατών της και έξυπνες διασυνδέσεις σε διανεμημένους ενεργειακούς πόρους. Οι εικόνες 4.4 και 4.5 παρέχουν εννοιολογικές απεικονίσεις ενός Έξυπνου Πλέγματος.

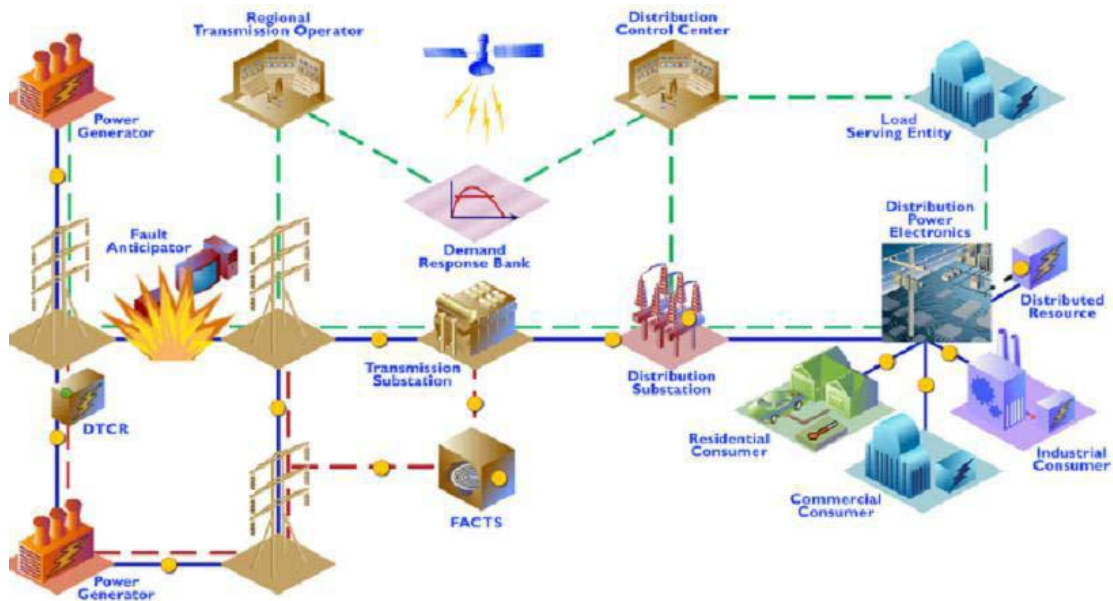
Η εικόνα 4.4 απεικονίζει την αλληλεπίδραση μεταξύ των συσκευών του καταναλωτή με δυνατότητες επικοινωνίας, των παρόχων ηλεκτρικής ενέργειας και των λειτουργιών μεταφοράς και διανομής που υλοποιούνται από τις λειτουργίες δικτύου του Έξυπνου Πλέγματος. Οι συσκευές των χρηστών λαμβάνουν πληροφορίες όπως σήματα τιμής και αποκρίνονται με κατάλληλη προσαρμογή της λειτουργίας τους και με αποστολή των στοιχείων περί της ενεργειακής τους κατανάλωσης στον παροχέα ηλεκτρισμού. Οι πάροχοι ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούνται από κεντρικούς σταθμούς παραγωγής και διανεμημένους πόρους ενέργειας συμπεριλαμβανομένων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το τμήμα μεταφοράς του πλέγματος παρακολουθεί και προσαρμόζει τους ενεργειακούς πόρους, έτσι ώστε να προσφέρει συνεχή παροχή. Το τμήμα διανομής διαχειρίζεται και διορθώνει τα προβλήματα για να παρέχει μια αξιόπιστη υπηρεσία. Όλες οι λειτουργίες διασυνδέονται με αμφίδρομη επικοινωνία μέσω του χειριστή του πλέγματος.



Εικόνα 4.4. Η έννοια του Έξυπνου Ηλεκτρικού Πλέγματος

Πηγή: PJM, "Bringing the Smart Grid Idea Home", available in <http://www.pjm.com>, 2007

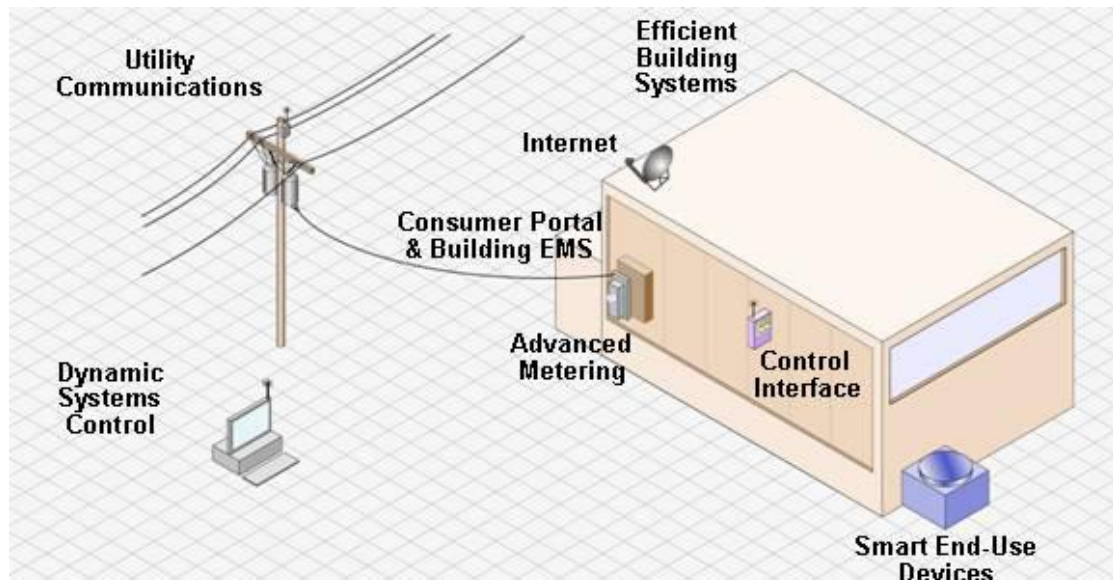
Η εικόνα 4.5 δείχνει τα μονοπάτια επικοινωνίας και τις τοποθεσίες των αισθητήρων σε ένα Έξυπνο Πλέγμα και τους σχετικούς προσανατολισμούς των ενεργειακών πόρων, των λειτουργιών μεταφοράς και διανομής, του τοπικού χειριστή και των καταναλωτών. Αυτή η απεικόνιση προτείνει, για παράδειγμα, αυτοματοποίηση για ενδεχόμενα λάθη και ανίχνευση διακοπών λειτουργίας, όπως επίσης και απόκριση ζήτησης για στοχοποιημένη μείωση φορτίου που παρέχει ανακούφιση σε συγκεκριμένα κυκλώματα.



Εικόνα 4.5. Η έννοια του Έξυπνου Ηλεκτρικού Πλέγματος

Πηγή: O. Siddiqui, K. Parmenter, P. Hurtado, “The Green Grid: Energy Savings and Carbon Emissions Reductions Enabled by a Smart Grid”, Electric Power Research Institute (EPRI), June 2008.

Μια από τις πιθανές εφαρμογές ενός Έξυπνου Πλέγματος είναι η έννοια των Τιμών-σε-Συσκευές («Prices-to-Devices - P2D»), όπου σήματα τιμής δυναμικών υπηρεσιών μεταδίδονται με προηγούμενη ειδοποίηση ή σε πραγματικό χρόνο στις συσκευές του καταναλωτή, οι οποίες με τη σειρά τους προσαρμόζουν αυτόματα τη λειτουργία τους, με σκοπό, για παράδειγμα, τη μείωση της ζήτησης αιχμής. Η εικόνα 4.6 δείχνει την ιδέα της επικοινωνίας της υπηρεσίας με το σύστημα διαχείρισης ενέργειας ενός κτιρίου και στη συνέχεια με τις έξυπνες συσκευές του καταναλωτή.



Εικόνα 4.6. Απεικόνιση της έννοιας Τιμές-σε-Συσκευές

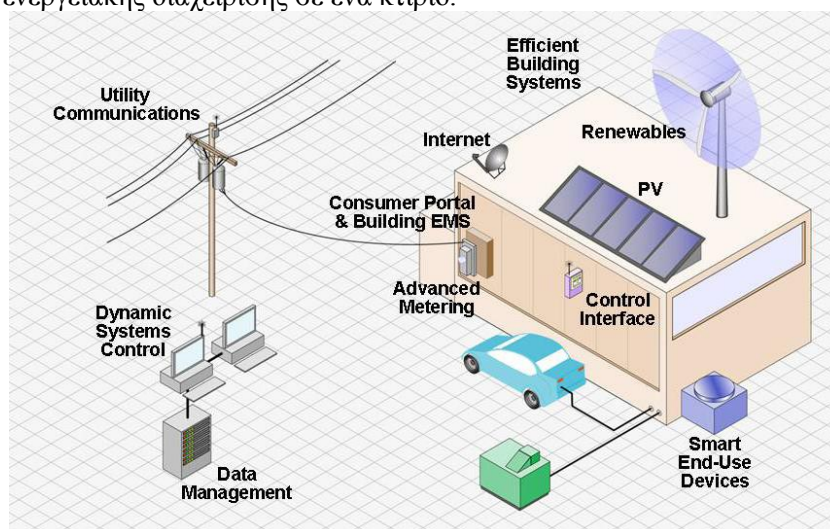
Πηγή: O. Siddiqui, K. Parmenter, P. Hurtado, “The Green Grid: Energy Savings and Carbon Emissions Reductions Enabled by a Smart Grid”, Electric Power Research Institute (EPRI), June 2008.

Ένα Έξυπνο Πλέγμα μπορεί να λειτουργήσει ως αγωγός που μεταφέρει σήματα υπηρεσιών σε έξυπνους μετρητές, σε συσκευές που διαθέτουν πύλη επικοινωνίας και σε οθόνες πραγματικού χρόνου που προβάλλουν τα σήματα και έτσι βοηθά τους καταναλωτές να διαχειρίζονται τη χρήση ενέργειας με βάση τις τιμές της αγοράς, τους στόχους επίδοσης ή τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Μια άλλη εφαρμογή του Έξυπνου Πλέγματος είναι η μεγαλύτερη χρήση των διανεμημένων ενεργειακών πόρων σε περιόδους μεγάλης ζήτησης ή όταν άλλες συνθήκες δικαιολογούν τη χρήση τους με γνώμονα το συμφέρον του καταναλωτή. Ένα Έξυπνο Πλέγμα θα μπορεί να υλοποιήσει μια βελτιωμένη διασύνδεση με τους διανεμημένες πηγές παραγωγής και να επεκτείνει την αμφίδρομη επικοινωνία και έλεγχο.

Επιπλέον, η νοημοσύνη ενός Έξυπνου Πλέγματος θα διευκολύνει μεγαλύτερη χρησιμοποίηση των περιοδικά διαθέσιμων ανανεώσιμων πηγών, όπως πηγές ηλιακής ή αιολικής ενέργειας, από τις οποίες θα προκύψουν μειώσεις στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Λόγω της διακοπτόμενης φύσης του αέρα και του ήλιου, η λειτουργία τους περιέχει από λεπτό σε λεπτό διακυμάνσεις της παραγόμενης ισχύος, αφού η ταχύτητα του ανέμου αλλάζει και τα σύννεφα επηρεάζουν την ηλιακή έκθεση. Οι διακυμάνσεις αυτές στην ισχύ, αν δεν εξισορροπηθούν σε πραγματικό χρόνο, μπορούν να οδηγήσουν σε αλλαγές της συχνότητας και, συνεπώς, σε διαταραχή της σταθερότητας του ηλεκτρικού συστήματος. Η νοημοσύνη, όμως, ενός Έξυπνου Πλέγματος μπορεί να προσφέρει αυτές τις εξισορροπήσεις που απαιτούνται για τη σταθερότητα του συστήματος μέσω ακριβέστερης απόκρισης ζήτησης για έλεγχο του φορτίου.

Ένα Έξυπνο Πλέγμα θα διευκολύνει επίσης την υιοθέτηση από την αγορά και τη διασύνδεση «plug-in» υβριδικών ηλεκτρικών οχημάτων («Plug-in Hybrid Electric Vehicles - PHEV»), δηλαδή υβριδικών ηλεκτρικών οχημάτων που μπορούν να συνδεθούν σε πρίζα για να επαναφορτιστούν.

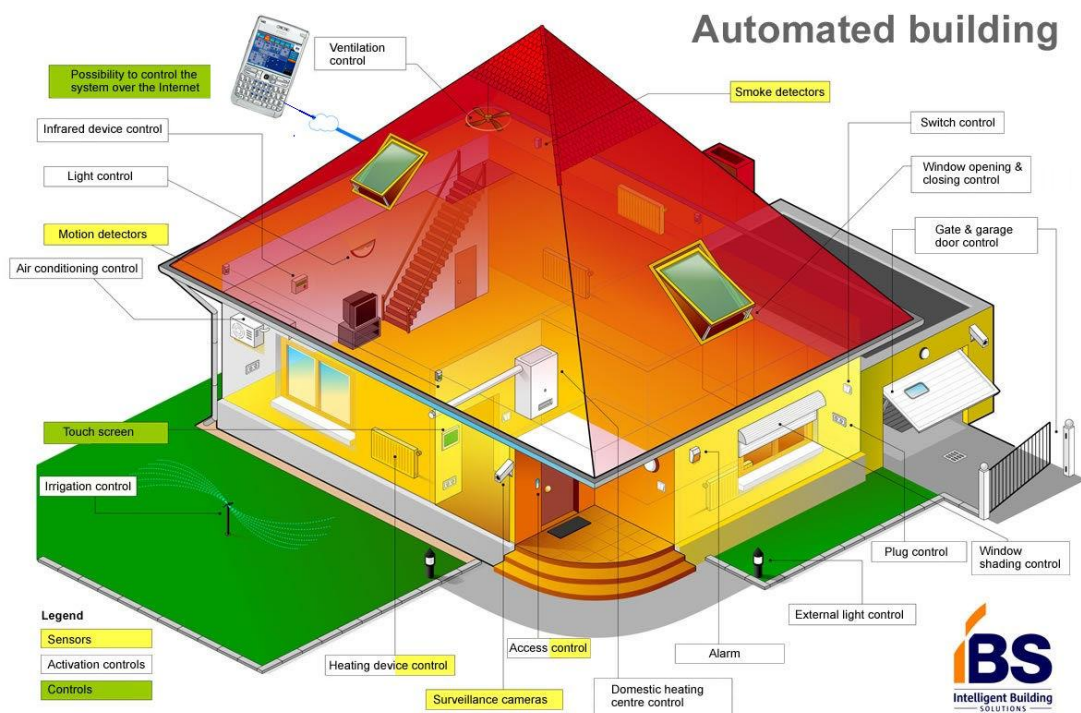
Ένα Έξυπνο Πλέγμα είναι ένα κρίσιμο στοιχείο για τη δυναμική διαχείριση ενέργειας, καθώς μπορεί να συνεργαστεί με έξυπνες ενεργο-αποδοτικές συσκευές και με συστήματα ολοκληρωμένου ελέγχου κτιρίων, αλλά και να εξοικονομήσει μεγάλα ποσά ενέργειας και να μειώσει τις αιχμές της ζήτησης χρησιμοποιώντας τις έξυπνες διανεμημένες πηγές παραγωγής. Ένα Έξυπνο Πλέγμα θα συνδέσει όλα αυτά τα στοιχεία και θα προσφέρει συνεχή επικοινωνία μεταξύ μιας υπηρεσίας και των πελατών της, έτσι ώστε να μεγιστοποιήσει την ενεργειακή αποδοτικότητα και να μετριάσει τις εκπομπές [69]. Η Εικόνα 4.7 δείχνει την ιδέα της δυναμικής ενεργειακής διαχείρισης σε ένα κτίριο.



Εικόνα 4.7. Η Δυναμική Διαχείριση Ενέργειας σε ένα κτίριο

Πηγή: O. Siddiqui, K. Parmenter, P. Hurtado, “The Green Grid: Energy Savings and Carbon Emissions Reductions Enabled by a Smart Grid”, Electric Power Research Institute (EPRI), June 2008.

4.1.3 Έξυπνα Σπίτια



Εικόνα 4.8. Έξυπνο Σπίτι

Πηγή: Smart House Photos, Wallpapers, Galleris, available in <http://connect.in.com>, December 2010

Ο όρος «Έξυπνο Σπίτι» («Smart Home») χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1984 από τον Αμερικανικό Σύλλογο Ανοικοδόμησης Κτιρίων, αν και τα πρώτα «καλωδιωμένα» σπίτια είχαν ήδη χτιστεί από ερασιτέχνες γύρω στο 1960. Η ιδέα λοιπόν για τη δημιουργία ενός έξυπνου σπιτιού δεν είναι καινούρια. Εδώ και πολλά χρόνια προσφέρονται ορισμένες υπηρεσίες αυτού του τύπου, παρόλα αυτά οι υπηρεσίες αυτές δεν έχουν ακόμη την αναμενόμενη διείσδυση στην αγορά. Η μελλοντική ανάπτυξη υπηρεσιών έξυπνου σπιτιού φαίνεται ότι επηρεάζεται από την ανάγκη για πρόσβαση σε ευρυζωνικές υπηρεσίες διαδικτύου και από τη διαθεσιμότητα ευρυζωνικών υπηρεσιών μέσω των δικτύων διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

Ένα σπίτι είναι έξυπνο όταν διαθέτει διαδραστικές τεχνολογίες και αυτοματισμούς που το κάνουν περιβαλλοντικά φιλικό και επιτρέπουν τη χρήση ηλιακής ενέργειας και την ανακύκλωση του νερού. Ακόμα, βασικό συστατικό ενός έξυπνου σπιτιού είναι η έξυπνη μέτρηση ενεργειακής κατανάλωσης. Κατά την Intertek [70], ένα έξυπνο σπίτι είναι μια κατοικία, στην οποία έχει ενσωματωθεί ένα τηλεπικοινωνιακό δίκτυο που συνδέει τις ηλεκτρικές συσκευές και υπηρεσίες και επιτρέπει τον απομακρυσμένο έλεγχο, παρακολούθηση και πρόσβαση. Ο απομακρυσμένος έλεγχος μπορεί να είναι από σημείο εντός ή και εκτός της κατοικίας. Ένα έξυπνο σπίτι λοιπόν πρέπει να διαθέτει τρία βασικά στοιχεία: εσωτερικό δίκτυο, έξυπνο έλεγχο και αυτοματισμούς.

Το εσωτερικό δίκτυο είναι η βάση του έξυπνου σπιτιού και μπορεί να είναι ενσύρματο, καλωδιακό ή ασύρματο. Ο έξυπνος έλεγχος αποτελείται από πύλες που επιτρέπουν τη διαχείριση του συστήματος. Οι αυτοματισμοί περιλαμβάνουν προϊόντα εντός του σπιτιού και συνδέσµους με υπηρεσίες και συστήματα εκτός του σπιτιού.

Διαδραστικές Τεχνολογίες και Αυτοματισμοί για Εξοικονόμηση Ενέργειας

Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι ένα από τα σημαντικότερα θέματα που αντιμετωπίζει το έξυπνο σπίτι λόγω του αυξανόμενου αριθμού των ηλεκτρονικών συσκευών που χρησιμοποιούνται. Από μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί έχει διαπιστωθεί ότι με κατάλληλο έλεγχο και με έξυπνη διαχείριση των συσκευών μπορεί να μειωθεί η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ενός σπιτιού κατά 25%. Βασικό στοιχείο μίας στρατηγικής εξοικονόμησης ενέργειας αποτελεί ο αυτόματος έλεγχος των εγκαταστάσεων εντός του σπιτιού και η λειτουργία τους με βάση τα δεδομένα του περιβάλλοντος κάθε χρονική στιγμή. Αυτό βελτιώνει την άνεση του χρήστη εντός σπιτιού, ενώ παράλληλα μειώνεται η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Μερικοί από τους αυτοματισμούς που εξοικονομούν ενέργεια είναι οι εξής:

- Απομακρυσμένος έλεγχος θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού μέσω κινητού ή διαδικτύου
- Έλεγχος θερμοκρασίας νερού βρύσης
- Προγραμματιζόμενος φωτισμός και ειδικές ρυθμίσεις για την τηλεόραση
- Αισθητήρες για τα φώτα
- Κουρτίνες και παράθυρα που κλείνουν αυτόματα ανάλογα με τις συνθήκες φωτισμού/καιρού, έτσι ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή θερμοκρασία εντός σπιτιού χωρίς να γίνει χρήση του κλιματισμού.
- Λειτουργία συσκευών τις ώρες που η ηλεκτρική ενέργεια έχει τη χαμηλότερη τιμή
- Λειτουργία οικιακής ανεμογεννήτριας όταν η ενέργεια του δικτύου έχει πολύ υψηλή τιμή
- Έλεγχος χρήσης κλιματισμού/θέρμανσης για μέγιστη αποδοτικότητα όταν το σπίτι είναι γεμάτο ή άδειο
- Αυτόματη ρύθμιση της θερμοκρασίας του δωματίου, της συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα, της υγρασίας και της έντασης του φωτισμού με βάση τον αριθμό των ατόμων εντός του δωματίου
- Έλεγχος κεντρικής θέρμανσης/κλιματισμού και δυνατότητα απενεργοποίησής τους σε περίπτωση που τα παράθυρα είναι ανοιχτά ή όταν η θερμοκρασία είναι στο επιθυμητό επίπεδο [70]



Εικόνα 4.9. Απομακρυσμένος Έλεγχος Σπιτιού μέσω Φορητής Συσκευής – Κινητού Τηλεφώνου

Πηγή: Smart Home Blog, “Creston Home Automation Meets iPhone”, available in <http://smart-home-blog.com/>, September 2008

Προτεινόμενο Εργαλείο Ενεργειακής Διαχείρισης Κτιρίου από την France Telecom

Η France Telecom, μια από τις μεγαλύτερες εταιρείες τηλεπικοινωνιών στην Ευρώπη, η οποία δραστηριοποιείται ήδη στον τομέα της βιώσιμης ανάπτυξης, μελετά ένα εργαλείο για την αξιολόγηση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων. Το εργαλείο αυτό θα έχει τη δυνατότητα να συγκρίνει την πραγματική κατανάλωση με την επιθυμητή και να ειδοποιεί τον χρήστη όταν η κατανάλωση ξεπερνά το όριο αυτό. Επίσης, θα διαθέτει αυτοματοποιημένες λύσεις για τη μείωση της κατανάλωσης.

Για την υλοποίηση του εργαλείου αυτού απαιτούνται τα εξής:

- Ο σχεδιασμός του εργαλείου αυτού, που ονομάζεται Εργαλείο Ενεργειακής Αξιολόγησης Κτιρίου («Building Energy Qualifying Tool – BEQT»)
- Ο σχεδιασμός Αισθητήρων Ηλεκτρικής Μέτρησης - Τοποθέτησης και Άμεσης Λειτουργίας («Plug & Play Electricity Meters Sensors – PEMS»), συνδεδεμένους σε κάθε συσκευή
- Η συλλογή δεδομένων κατανάλωσης από κάθε συσκευή
- Ο σχεδιασμός Συστήματος Αυτοματισμού του Σπιτιού («Home Automation System – HAS»), με τη δυνατότητα να προτείνει στον χρήστη μια λίστα με τις συσκευές που πρέπει να απενεργοποιηθούν για να λάβει η κατανάλωση την επιθυμητή τιμή

Η χρήση του εργαλείου θα γίνεται ως εξής:

- Βήμα 1^ο: Ο καταναλωτής εκτελεί το λογισμικό του BEQT που διατίθεται σε κάποιο ιστότοπο. Χρειάζεται μόνο να συμπληρώσει μια φόρμα με ερωτήσεις σχετικές με την τοπολογία του σπιτιού και την οικογενειακή χρήση.

- Βήμα 2^ο: Το εργαλείο καταστρώνει ένα διάγραμμα που παριστά την ονομαστική συνολική κατανάλωση, αλλά και τη θέση που πρέπει να έχουν οι απαιτούμενοι μετρητές
- Βήμα 3^ο: Εγκαθίστανται οι μετρητές ηλεκτρισμού με πρόγραμμα τοποθέτησης και άμεσης λειτουργίας. Οι μετρητές παρέχουν δεδομένα ενεργειακής κατανάλωσης για την κάθε συσκευή ανά 30 δευτερόλεπτα.
- Βήμα 4^ο: Όταν το σύστημα εντοπίσει κατανάλωση που ξεπερνά το επιθυμητό όριο, στέλνει μια ειδοποίηση στον χρήστη με μια λίστα των συσκευών που θα πρέπει να απενεργοποιηθούν.
- Βήμα 5^ο: Εάν ο χρήστης αποδεχτεί την παραπάνω πρόταση για την απενεργοποίηση ορισμένων συσκευών, το σύστημα απενεργοποιεί αυτόματα τις αντίστοιχες συσκευές [71].



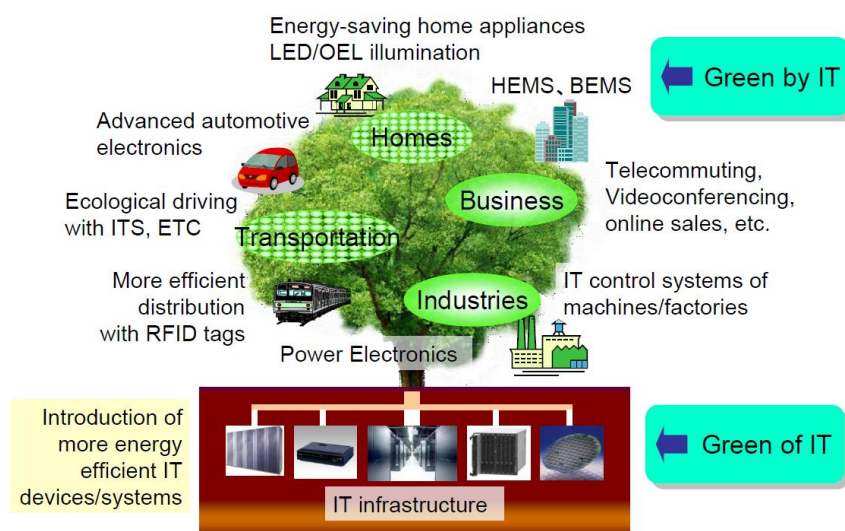
Σχήμα 4.v. Η αρχιτεκτονική του Εργαλείου Ενεργειακής Αξιολόγησης Κτιρίου («BEQT») της France Telecom

Πηγή: Pierre-Yves DANET, "ICT for Environmental management and energy efficiency", France Telecom, Orange Labs, August 2007

4.1.4 Πράσινες Πόλεις

Η ιδέα της Πράσινης ή Έξυπνης Πόλης αφορά την αύξηση της αποδοτικής χρήσης των διαθέσιμων πόρων (ενέργειας, νερού, υλικών) που χρησιμοποιούνται από τις διάφορες υποδομές μια πόλης, με σκοπό την επίτευξη ενός θετικού και μετρήσιμου αντίκτυπου στους κατοίκους και τα οικοσυστήματα. Προϋποθέτει την βελτιστοποίηση του κύκλου ζωής των υποδομών: τοποθεσία, σχεδιασμός, κατασκευή, λειτουργία, συντήρηση και κατεδάφιση. Οι λύσεις που παρέχουν οι Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών είναι το κλειδί για την ενσωμάτωση σύγχρονων, περιβαλλοντικά φιλικών και αποδοτικών μοντέλων αυτοματοποίησης υποδομών για τις Πράσινες Πόλεις.

Η ιδέα για μια Πράσινη Πόλη ενισχύεται από το γεγονός ότι οι πόλεις καταναλώνουν το 75% της παγκόσμιας ενέργειας και παράγουν το 80% των εκπομπών άνθρακα. Επιπλέον, εκτιμάται ότι μέχρι το 2030 οι κάτοικοι των πόλεων θα έχουν φτάσει τα 5 δισεκατομμύρια [72]. Αυτά δημιουργούν προβλήματα στις μετακινήσεις, στο περιβάλλον, στους διαθέσιμους πόρους και την υγεία των κατοίκων. Οι λύσεις που θα δοθούν πρέπει να είναι παγκόσμιες, βιώσιμες, αποδοτικές και καινοτόμες.



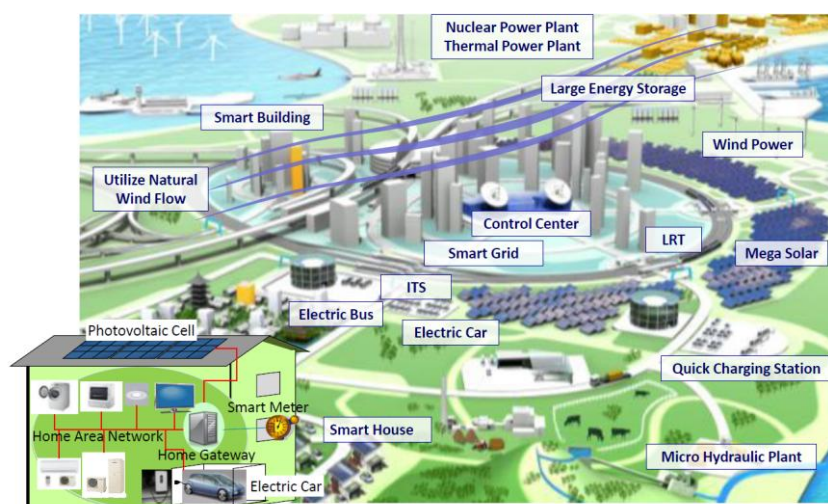
Εικόνα 4.10. Συμβολή ΤΠΕ σε Οικιακό, Βιομηχανικό, Επιχειρηματικό και Μεταφορικό Τομέα για μια Έξυπνη – Πράσινη Πόλη

Πηγή: Yoshiaki Tojo, “Green ICT and Smart Community: Japanese Approach”, *OECD Technology Foresight Forum 2010: Smart ICT and Green Growth*, 29 September 2010

Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται ήδη σε διάφορους τομείς μπορούν να συνδυαστούν και να διασυνδεθούν για ένα πιο πράσινο αποτέλεσμα. Οι τεχνολογίες αυτές είναι τα Έξυπνα Σπίτια, τα Ηλεκτρικά Οχήματα, το Έξυπνο Ηλεκτρικό Πλέγμα, τα Φωτοβολταϊκά, τα Έξυπνα Συστήματα Μεταφορών, τα Αιολικά Πάρκα και άλλα. Σε μια πράσινη – έξυπνη πόλη οι Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών θα καταφέρουν να συνδυάσουν τις παραπάνω εφαρμογές και να δημιουργήσουν μια πιο βιώσιμη πόλη.

Η IBM προτείνει ιδέες για την υλοποίηση της Πράσινης Πόλης. Οι ιδέες αυτές αφορούν την Ενέργεια και τις Υπηρεσίες Κοινής Ωφελείας, τη Διαχείριση της Κυκλοφορίας, τις Μεταφορές και τις Τηλεπικοινωνίες [73].

- Τα αυτοκίνητα και τα λεωφορεία θα λειτουργούν με μπαταρίες νέας τεχνολογίας που δε θα χρειάζονται φόρτιση για μέρες ή μήνες. Η IBM προσπαθεί να σχεδιάσει τις νέες αυτές μπαταρίες που θα επιτρέπουν στα ηλεκτρικά οχήματα να κινούνται για 500 έως 800 χιλιόμετρα με μια μόνο φόρτιση, σε αντίθεση με τις τωρινές μπαταρίες που επιτρέπουν μετακίνηση 80 έως 160 χιλιομέτρων.
- Λόγω του αναμενόμενου εξαπλασιασμού της ζήτησης νερού στα επόμενα 50 χρόνια, οι πόλεις θα εγκαταστήσουν πιο έξυπνα συστήματα ύδρευσης για να μειώσουν τα υδάτινα απόβλητα κατά 50%.



Εικόνα 4.11. Το όραμα μιας Έξυπνης – Πράσινης Κοινότητας

Πηγή: Yoshiaki Tojo, "Green ICT and Smart Community: Japanese Approach", OECD Technology Foresight Forum 2010: Smart ICT and Green Growth, 29 September 2010

Η πόλη Μάσνταρ



Εικόνα 4.12. Η πόλη Μάσνταρ

Πηγή: Masdar City, available in <http://www.masdarcity.ae>, 27 January 2011

Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει η εφαρμογή των παραπάνω για την ανοικοδόμηση μιας πόλης, της Μάσνταρ, έξω από το Αμπού Ντάμπι, την πρωτεύουσα των Ηνωμένων Αραβικών Εμιράτων. Η πόλη έχει αρχίσει να χτίζεται από το 2006 και αναμένεται να ολοκληρωθεί το 2020. Θα είναι η απόλυτη πράσινη πόλη, που συνδυάζει την τελευταία λέξη της τεχνολογίας με την παραδοσιακή αραβική αρχιτεκτονική. Θα διαθέτει πολλές οικολογικές κατασκευές, αλλά και τραμ-ταξί σε υπερυψωμένες ράγες, τα οποία θα αντικαθιστούν τελείως τα αυτοκίνητα και θα συνδέουν όλα τα σημεία της πόλης μεταξύ τους, αλλά και με το Αμπού Ντάμπι και το αεροδρόμιό του. Ακόμα, η πόλη θα χτιστεί μέσα σε γυάλινα τείχη που θα κρατούν στο εξωτερικό τους το κλίμα της ερήμου, αλλά και πάνω σε πλατφόρμα που θα διευκολύνει την διασωλήνωση και τη συντήρηση των εγκαταστάσεών της. Θα καλύπτει μια έκταση 6 εκατομμυρίων τετραγωνικών μέτρων και θα έχει δυνατότητα στέγασης 50 χιλιάδων ανθρώπων [74].

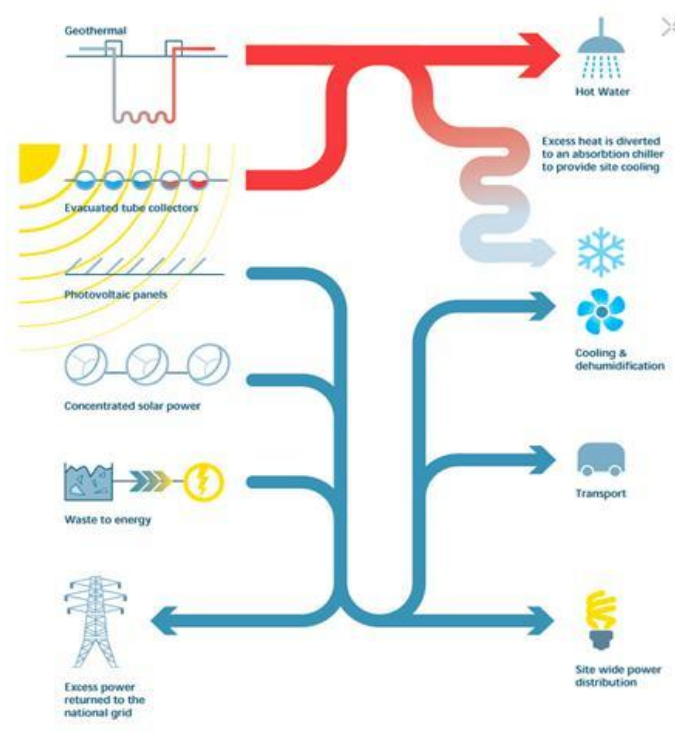


Εικόνα 4.13. Κάτοψη της πόλης Μάσνταρ

Πηγή: Masdar City, available in <http://www.masdarcity.ae>, 27 January 2011

1. Η Ενέργεια στην πόλη Μάσνταρ

Η ενέργεια που θα καταναλώνει η πόλη θα προέρχεται αμιγώς από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συγκεκριμένα φωτοβολταϊκά πλαίσια, γεωθερμική ενέργεια, συστήματα συγκέντρωσης ηλιακής ενέργειας («Concentrated Solar Power - CSP»), ενέργεια από βιομάζα και απόβλητα, αιολική ενέργεια και ηλιακοί θερμικοί συλλέκτες σωλήνα κενού («Solar Thermal Evacuated Tube Collectors - ETC»).



Σχήμα 4.vi. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Μάσνταρ

Πηγή: Masdar City, “Technology – Changing how energy is used: Power”, available in <http://www.masdarcity.ae>, January 2011

- Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα χρησιμοποιούνται εκτενώς για την κάλυψη του φορτίου βάσης. Θα βρίσκονται τόσο στις οροφές των κτιρίων όσο και στο επίπεδο του εδάφους. Θα χρησιμοποιηθούν πλαίσια ποικίλων τύπων, όπως μονοκρυσταλλικά («monocrystalline»), πολυκρυσταλλικά («polycrystalline») και λεπτών επιστρώσεων («thin film»). Η φωτοβολταϊκή ενέργεια θα καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος της συνολικής ενεργειακής ζήτησης.



Εικόνα 4.14. Φωτοβολταϊκά πλαίσια στην Μάσνταρ

Πηγή: Masdar City, available in <http://www.masdarcity.ae>, 27 January 2011

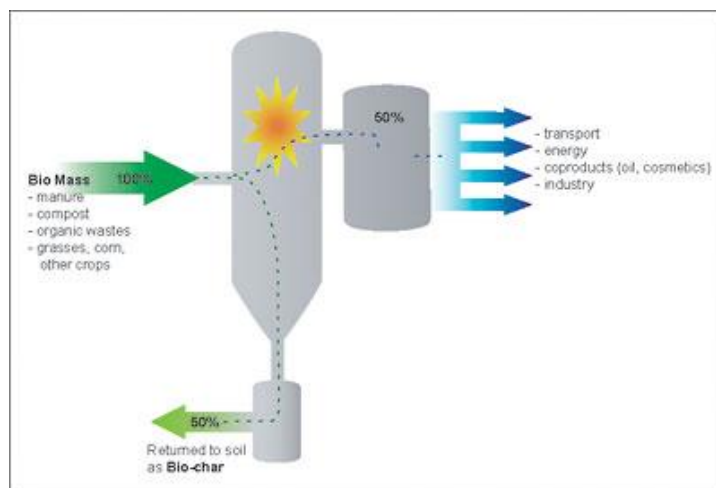
- Τα συστήματα συγκέντρωσης ηλιακής ενέργειας («CSP») θα χρησιμοποιούνται για παροχή ηλεκτρισμού αλλά και για την παροχή θερμότητας για τον κλιματισμό μέσω ψύκτη απορρόφησης («absorption chiller»). Οι υψηλές θερμοκρασίες που παράγονται κατά τη διάρκεια της μέρας μπορούν να αποθηκευτούν για χρήση κατά τη διάρκεια της νύχτας με τη βοήθεια της τεχνολογίας αποθήκευσης θερμότητας με τετηγμένο άλας («molten salt storage»).



Εικόνα 4.15. Συστήματα συγκέντρωσης ηλιακής ενέργειας στην Μάσνταρ

Πηγή: Middle East Utilities, “Foster Wheeler wins Masdar Shams I contract”, available in <http://www.utilities-me.com>, 24 November 2010

- Τα προϊόντα που δεν είναι δυνατό να ανακυκλωθούν μπορούν να μετατραπούν σε ενέργεια μέσω αποτέφρωσης με χρήση διάφορων τεχνικών θερμικής επεξεργασίας όπως η πυρόλυση ή η τεχνική πλάσματος. Η πυρόλυση χρησιμοποιείται ευρέως στη χημική βιομηχανία και περιλαμβάνει καύση σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες (πάνω από 300°C), συχνά χωρίς οξυγόνο. Το μόνο υπόλειμμα της διαδικασίας αυτής είναι ο άνθρακας, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε άλλες περιοχές της Μάσνταρ.



Σχήμα 4.vii. Ενέργεια από μη ανακυκλώσιμα απορρίματα

Πηγή: Carbon Commentary – A critical appraisal of issues in the move to a low-carbon economy, “Biochar can sequester carbon cheaply”, available in <http://www.carboncommentary.com>, 11 November 2007

- Γίνεται προσπάθεια αξιολόγησης της δυνατότητας υλοποίησης μιας γεωθερμικής γεώτρησης μεγάλου βάθους. Η γεώτρηση αυτή θα μπορούσε να αποτελεί συνεχή πηγή νερού ή ατμού υψηλής θερμοκρασίας που θα χρησιμοποιούνταν για εικοσιτετράωρη ψύξη [74].

2. Οι Μεταφορές στην πόλη Μάσνταρ

Στην πόλη Μάσνταρ θα δημιουργηθεί το πιο εξελιγμένο σύστημα μεταφορών μεγάλης κλίμακας. Τα τραμ-ταξί που θα κινούνται σε ράγες παρέχουν την ιδιωτικότητα και την πολυτέλεια του ταξί σε συνδυασμό με την αξιοπιστία και την βιωσιμότητα ενός συστήματος δημόσιας μεταφοράς. Το σύστημα θα λειτουργεί όλο το εικοσιτετράωρο όλες τις μέρες της εβδομάδας, αφήνοντας την κυκλοφοριακή συμφόρηση, το παρκάρισμα και τα ατυχήματα στο παρελθόν. Αυτά τα τελευταίας τεχνολογίας οχήματα τροφοδοτούνται με ηλεκτρισμό που προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αποτελώντας έτσι το πρώτο σύστημα μεταφορών μηδενικών εκπομπών στον κόσμο.



Εικόνα 4.16. Το τραμ-ταξί

Πηγή: Masdar City, available in <http://www.masdarcity.ae>, 27 January 2011

4.2 Χρήσεις ΤΠΕ στον Τομέα των Μεταφορών

4.2.1 Τηλε-εργασία, Εικονικές Συναντήσεις και Βιντεοδιασκέψεις

Ένα μεγάλο μέρος του περιβαλλοντικού αποτυπώματος μιας εταιρείας οφείλεται στη διαρκώς αυξανόμενη ανάγκη για μετακινήσεις, η πλειοψηφία των οποίων γίνεται οδικώς και αεροπορικώς. Ο όγκος των μετακινήσεων στην Ευρωπαϊκή Ένωση αυξήθηκε την τελευταία δεκαετία κατά 20% για τις μεταφορές επιβατών. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, οι οδικές μεταφορές κατέχουν ένα μερίδιο 70-75% του συνόλου των επιβατικών μετακινήσεων. Ο σιδηρόδρομος και τα λεωφορεία διακινούν μόλις το 16% των ευρωπαϊκών πολιτών, ενώ οι αερομεταφορές αυξάνονται με 5% ετησίως. Κι αυτό, παρά τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα των θαλασσιών και σιδηροδρομικών μεταφορών έναντι των οδικών. Σε ότι αφορά στην Ελλάδα, τα πράγματα είναι ακόμη πιο δυσόσινα, καθώς ο ΟΣΕ έχει ένα πενιχρό μερίδιο μόλις 2% επί του συνολικού χερσαίου μεταφορικού έργου της χώρας.

Σχεδόν 6 στα 10 λίτρα πετρελαίου που καταναλώνονται διεθνώς αφορούν στις οδικές μεταφορές, ένα τομέα που συνεισφέρει κατά 20% στις παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Σε ότι αφορά στις αεροπορικές μετακινήσεις, ο σημερινός αριθμός των επιβατών ξεπερνά τα 2 δισεκατομμύρια ετησίως, και τα διανυθέντα χιλιόμετρα για το 2007 εκτιμώνται σε 4,2 τρισεκατομμύρια. Τα επαγγελματικά ταξίδια είναι υπεύθυνα για το 50% περίπου των εκπομπών αερίων του τομέα των αερομεταφορών.



Εικόνα 4.17. Βιντεο-διάσκεψη

Πηγή: TNS, "Solutions", available in www.tnspl.in, 28 January 2011

Τον Σεπτέμβριο του 2007 διεξήχθη έρευνα από την Datamonitor στους υπαλλήλους της Fujitsu Services, για να εξεταστεί η περιβαλλοντική, οικονομική και κοινωνική επίδραση των εσωτερικών διασκέψεων της εταιρείας και να διερευνηθούν τρόποι αντικατάστασης των φυσικών συναντήσεων με εικονικές. Η έρευνα είχε τα ακόλουθα αποτελέσματα:

- Τα ταξίδια για την πραγματοποίηση επαγγελματικών συναντήσεων είναι καταστρεπτικά για το περιβάλλον και κοστίζουν στην εταιρεία, αλλά συχνά μπορούν να αποφευχθούν.
- Οι εικονικές συναντήσεις είναι συνεδρίες εικονικής επικοινωνίας που περιλαμβάνουν φωνητικές διασκέψεις, παρουσιάσεις μέσω του διαδικτύου, ανταλλαγή εφαρμογών, μηνύματα σε πραγματικό χρόνο και βιντεο-διασκέψεις, με χρήση μιας μόνο εφαρμογής σε έναν κοινό περιηγητή ιστού.
- Η ενσωμάτωση ηχητικών δυνατοτήτων σε μια διεπαφή πολυμέσων επιτρέπει στους υπαλλήλους της Fujitsu Services να συναντιούνται εξ αποστάσεως με συναδέλφους, πελάτες και προμηθευτές από όλον τον κόσμο μέσω του υπολογιστή τους. Οι υπάλληλοι της Fujitsu Services στο Ηνωμένο Βασίλειο έχουν ήδη πρόσβαση σε εγκαταστάσεις εικονικών συναντήσεων.
- Η Datamonitor υπολόγισε ότι η Fujitsu Services μπορεί να μειώσει το ετήσιο αποτύπωμα άνθρακα που σχετίζεται με τα επαγγελματικά ταξίδια κατά 4.700 τόνους διοξειδίου του άνθρακα με μείωση κατά 10% των ταξιδιών. Η μείωση αυτή του αποτυπώματος άνθρακα ισοδυναμεί με το αποτύπωμα άνθρακα από την καύση 1.900 τόνων άνθρακα σε μια βιομηχανική διαδικασία [75].

Table 1: CO₂ emissions (in grams) per distance travelled for each mode of transport		
	CO₂ per km	CO₂ per mile
Petrol car	178	287
Diesel car	170	273
Taxi	170	273
Domestic air flight	158	254
Short international air flight (i.e. within Europe)	130	210
Motorcycle/motorbike	107	172
Long international air flight (i.e. Europe to US)	106	170
Bus	89	143
Light rail/tram	65	105
Rail	60	97
Underground/Metro	53	85

Source: DEFRA, UK DATAMONITOR

Πίνακας 4.1. Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (σε γραμμάρια) ανά διανυόμενη απόσταση για κάθε μεταφορικό μέσο

Πηγή: Vuk Trifkovic, Justin Davidson, “Greening Fujitsu Services: How virtual meetings can improve your carbon footprint and your bottom line”, Datamonitor, December 2007

Από τα παραπάνω γίνεται σαφές ότι οι λύσεις της τηλε-εργασίας, των βιντεο-διασκέψεων και των εικονικών συναντήσεων έχουν πολύ θετική επίδραση στο περιβάλλον και στο εκπεμπόμενο διοξείδιο του άνθρακα.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει προτείνει έναν ευρύτερο ορισμό για την τηλεργασία, ως «μέθοδος οργάνωσης και εκτέλεσης της εργασίας, σύμφωνα με την οποία σημαντικό μέρος του χρόνου εργασίας πραγματοποιείται εκτός των εγκαταστάσεων της επιχείρησης και των χώρων όπου παραδίδονται τα αποτελέσματα της εργασίας, ενώ η ίδια η εργασία εκτελείται με τη χρήση πληροφορικής τεχνολογίας και της τεχνολογίας μεταφοράς δεδομένων» [76].

Η τηλε-εργασία είναι, λοιπόν, η εργασία από απόσταση, αυτή δηλαδή που δεν απαιτεί μεταφορά του εργαζομένου από το σπίτι του, αρκεί να έχει πρόσβαση σε υπολογιστή και διαδίκτυο. Η τηλε-εργασία μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη βοήθεια βιντεο-διασκέψεων και εικονικών συναντήσεων. Οι βιντεο-διασκέψεις αφορούν τις διασκέψεις μεταξύ των συνεργατών μιας επιχείρησης, ενώ οι εικονικές συναντήσεις τις συναντήσεις με τους πελάτες, προμηθευτές κτλ. Με τη βοήθεια, λοιπόν, της τεχνολογίας μπορούν να περιοριστούν τόσο οι μετακινήσεις προς και από τον χώρο εργασίας, αλλά και τα ταξίδια που γίνονται για επαγγελματικές συναντήσεις. Ο συνδυασμός αυτών έχει τεράστιο περιβαλλοντικό αντίκτυπο, αλλά και οικονομικό για την επιχείρηση.

Η τηλε-εργασία στην Ελλάδα

Τα τελευταία χρόνια, το μέγεθος της υποδομής τεχνολογιών πληροφορικής και ηλεκτρονικής εργασίας στην Ελλάδα έχει αυξηθεί με γρήγορο ρυθμό, αν και είναι ακόμα κάτω από τα ευρωπαϊκά δεδομένα. Κύρια εμπόδια είναι το υψηλό κόστος των τεχνολογιών πληροφορικής, η χαμηλή κατά κεφαλήν επένδυση, η ανεπαρκής εκπαίδευση, η έλλειψη ειδικευμένου εργατικού δυναμικού και η μη-ύπαρξη νομοθεσίας για την τηλε-εργασία.

Σύμφωνα με έρευνα της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής για τη χρήση Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνίας το 2010, το ποσοστό των ατόμων που χρησιμοποίησαν ηλεκτρονικό υπολογιστή ανέρχεται στο 48,4% και το ποσοστό των ατόμων που χρησιμοποίησαν το διαδίκτυο στο 44,4%. Την τελευταία πενταετία (2006 - 2010) η αύξηση που παρατηρείται ανέρχεται στο 28,7% για τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή και στο 53,6% για την πρόσβαση στο διαδίκτυο. Ο μέσος ετήσιος ρυθμός μεταβολής για το ίδιο διάστημα είναι 6,5% για τη χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή και 11,4% για τη χρήση του διαδικτύου. Καθημερινή χρήση πραγματοποιεί το 70,1% όσων χρησιμοποίησαν το διαδίκτυο, ενώ τακτική χρήση, τουλάχιστον μία φορά την εβδομάδα, αλλά όχι κάθε ημέρα, πραγματοποιεί το 91,9%. Κυριότερος τόπος πρόσβασης παραμένει η κατοικία με 86,2%, ενώ όσον αφορά στην πρόσβαση από άλλους χώρους (11,3%), τα internet cafés παραμένουν στην πρώτη θέση με 78,8%.

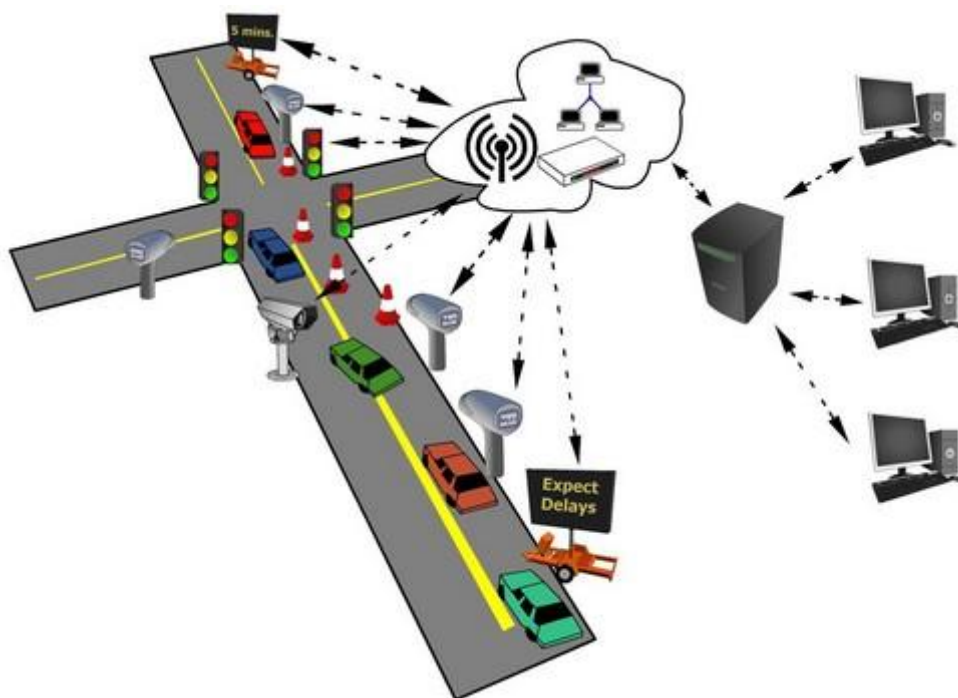
Παρατηρείται αλματώδης αύξηση των χρηστών του διαδικτύου στα Νησιά του Αιγαίου και την Κρήτη (ποσοστό αύξησης 24% σε σχέση με το 2009), καθώς, επίσης, και στην Κεντρική Ελλάδα με ποσοστό αύξησης 22%. Σχετική σταθερότητα παρατηρείται στα ποσοστά στη Βόρεια Ελλάδα και την Αττική.

Οι λόγοι χρήσης του διαδικτύου είναι ποικίλοι και ολοένα αυξανόμενοι. Όπως και το 2009, η αναζήτηση πληροφοριών και on-line υπηρεσιών παραμένει στην κορυφή της λίστας των δραστηριοτήτων μέσω διαδικτύου (ποσοστό 93,4%). Εννέα στους δέκα, από όσους χρησιμοποίησαν το διαδίκτυο, αναζήτησαν πληροφορίες για προϊόντα και υπηρεσίες, ενώ οκτώ στους δέκα το χρησιμοποίησαν για επικοινωνία. Αρκετές από τις δραστηριότητες παρουσιάζουν σχετική σταθερότητα σε σχέση με το 2009, όπως η χρήση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, η πραγματοποίηση τραπεζικών συναλλαγών, η αναζήτηση πληροφοριών για προϊόντα και υπηρεσίες, η αναζήτηση πληροφοριών για ταξίδια και καταλύματα, η αναζήτηση ή η αποστολή αιτήσεων για εύρεση εργασίας και η αναζήτηση για υπηρεσίες εκπαίδευσης, καθώς και η συμμετοχή σε on-line εκπαιδευτικά προγράμματα. Μικρή αύξηση, κατά 4% περίπου, σημειώνεται στην ηλεκτρονική διακυβέρνηση, αφού οι συναλλαγές με δημόσιες υπηρεσίες φτάνουν το 29,5% [77].

Η τηλε-εργασία στην Ελλάδα παρουσιάζει μια μέτρια αύξηση προς το παρόν, παρόλο το γεγονός ότι υπάρχει συζήτηση και δημόσιο ενδιαφέρον για το νέο αυτό εργασιακό φαινόμενο. Τα τελευταία χρόνια, αρκετά πιλοτικά προγράμματα τηλε-εργασίας έχουν αναπτυχθεί από ιδιωτικές εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον τομέα της πληροφορικής, με τη χρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τα προγράμματα αυτά αφορούσαν κυρίως την ηλεκτρονική μάθηση, αλλά και τη δημιουργία ενός εθνικού δικτύου τηλε-υπαλλήλων («e-workers»). Ορισμένα πανεπιστήμια εισήγαγαν, επίσης, κάποιες μορφές τηλε-μάθησης και τηλε-συνεδρίων, προγράμματα τα οποία αναμένεται να αναπτυχθούν περαιτέρω με τη χρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης και της κυβέρνησης.

Τελικά, η τηλε-εργασία αφορά ένα μικρό ποσοστό των εργαζομένων. Ο ακριβής αριθμός δεν είναι γνωστός, αλλά υπολογίζεται ότι φθάνει περίπου τους 50.000 εργαζόμενους, δηλαδή ένα ποσοστό 1-1,5% του εργατικού δυναμικού. Το ποσοστό αυτό μπορεί να αυξηθεί αν ξεπεραστούν τα εμπόδια που αναφέρθηκαν [78].

4.2.2 Έξυπνα Συστήματα Μεταφοράς



Εικόνα 4.viii. Έξυπνη Διαχείριση της Κυκλοφορίας

Πηγή: Road Sign and Traffic Control Equipment Manufacturers - PWS Ireland, "Active Traffic Management – Smart-Zone", available in www.pwssigns.com, December 2010

Οι ΤΠΕ μπορούν να βοηθήσουν στην αποδοτικότητα των διαδικασιών μεταφορών, διακίνησης και τροφοδότησης με μια σειρά από τρόπους. Λογισμικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το σχεδιασμό βελτιωμένων δικτύων μεταφορών, τη διαχείριση δικτύων διανομής, και τη δημιουργία ευέλικτων υπηρεσιών παράδοσης. Επίσης μπορούν να βοηθήσουν στη βελτιστοποίηση των δρομολογίων, την εναλλαγή σε αποδοτικότερες μεθόδους μεταφοράς, την οικολογική οδήγηση κλπ. Τέλος, οι ΤΠΕ μπορούν να βοηθήσουν στην παρακολούθηση των κυκλοφοριακών συνθηκών και στην αποδοτικότερη διαχείριση της κυκλοφορίας με μείωση των χρόνων μετάβασης. Πέρα από τα οφέλη για το περιβάλλον υπάρχουν και σημαντικά οφέλη στην ποιότητα ζωής των πολιτών.

Τα Έξυπνα Συστήματα Μεταφορών είναι προγράμματα που στοχεύουν στην ενσωμάτωση των σύγχρονων τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών (προσομοίωση, δίκτυα ελέγχου πραγματικού χρόνου κτλ) στα ήδη υπάρχοντα συστήματα διαχείρισης μεταφορών. Το μεγάλο ενδιαφέρον προς τα Έξυπνα Συστήματα Μεταφορών έχει προκύψει ως απάντηση στην ολοένα και αυξανόμενη κυκλοφοριακή συμφόρηση, η οποία μειώνει την αποδοτικότητα του συστήματος μεταφορών και αυξάνει τον χρόνο ταξιδιού, την ατμοσφαιρική ρύπανση και την κατανάλωση καυσίμου.

Για τη δημιουργία ενός έξυπνου συστήματος μεταφορών εντός μιας πόλης, τα δεδομένα που μπορούν να αξιοποιηθούν είναι πολλά. Μερικά από αυτά μπορούν να συλλεχθούν από τους σταθμούς διοδίων, τα μοτιβία της κυκλοφορίας, τα εισιτήρια των μέσων μαζικής μεταφοράς, τις κάμερες κυκλοφορίας και τους αισθητήρες.

Η δυσκολία έγκειται στο να συνδυαστούν και να αξιοποιηθούν με κατάλληλο τρόπο οι πληροφορίες αυτές. Για τη δημιουργία ενός έξυπνου συστήματος πρέπει οι πληροφορίες να αναλύονται συνδυαστικά, ακόμα και αν προέρχονται από διαφορετικές υπηρεσίες. Το σύστημα θα πρέπει να μπορεί να αντιδρά σε πραγματικό χρόνο και να μεταδίδει τις πληροφορίες στους πολίτες, ώστε να μπορούν να πάρουν έξυπνες αποφάσεις για τη μετακίνησή τους. Το σύστημα πρέπει ακόμα να δίνει στους πολίτες λύσεις για τις μετακινήσεις τους, αλλά και να συγχρονίζει τα μέσα μαζικής μεταφοράς μεταξύ τους. Για παράδειγμα, αν αργήσει 10 λεπτά το μετρό, το σύστημα πρέπει να έχει πρόσβαση σε αυτή την πληροφορία και να μπορεί να την μεταδώσει στον οδηγό του λεωφορείου, ώστε αυτός καθυστερήσει για 10 λεπτά για να εξυπηρετήσει τους επιβάτες. Το συγκεκριμένο παράδειγμα συνδυάζει πληροφορίες από διαφορετικές υπηρεσίες, προϋποθέτει άμεση πρόσβαση σε πληροφορίες για τα δρομολόγια και τις καθυστερήσεις και παρουσιάζει ανταπόκριση σε πραγματικό χρόνο.

Τα Έξυπνα Συστήματα Μεταφορών μπορούν να χωριστούν στις παρακάτω κατηγορίες εφαρμογής:

- Προηγμένα Συστήματα Διαχείρισης της Κυκλοφορίας

Τα Προηγμένα Συστήματα Διαχείρισης της Κυκλοφορίας («Advanced Transportation Management Systems - ATMS») περιλαμβάνουν εφαρμογές των Έξυπνων Συστημάτων Μεταφοράς που εστιάζουν σε συσκευές ελέγχου της κυκλοφοριακής συμφόρησης, όπως οι φωτεινοί σηματοδότες και τα μεταβαλλόμενα μηνύματα στις πινακίδες στις λεωφόρους που παρέχουν στους οδηγούς πληροφορίες για την κυκλοφορία και την κατάσταση των δρόμων σε πραγματικό χρόνο. Τα Κέντρα Ελέγχου Κυκλοφορίας βασίζονται στις τεχνολογίες πληροφορικής για να συνδέσουν τους αισθητήρες, τις κάμερες κυκλοφορίας και τα μηνύματα προς τους οδηγούς μεταξύ τους, με σκοπό τη δημιουργία ενός συστήματος που παρέχει μια πανοραμική εικόνα της κυκλοφοριακής ροής και ανιχνεύει ατυχήματα, επικίνδυνες καιρικές συνθήκες και άλλους κινδύνους.

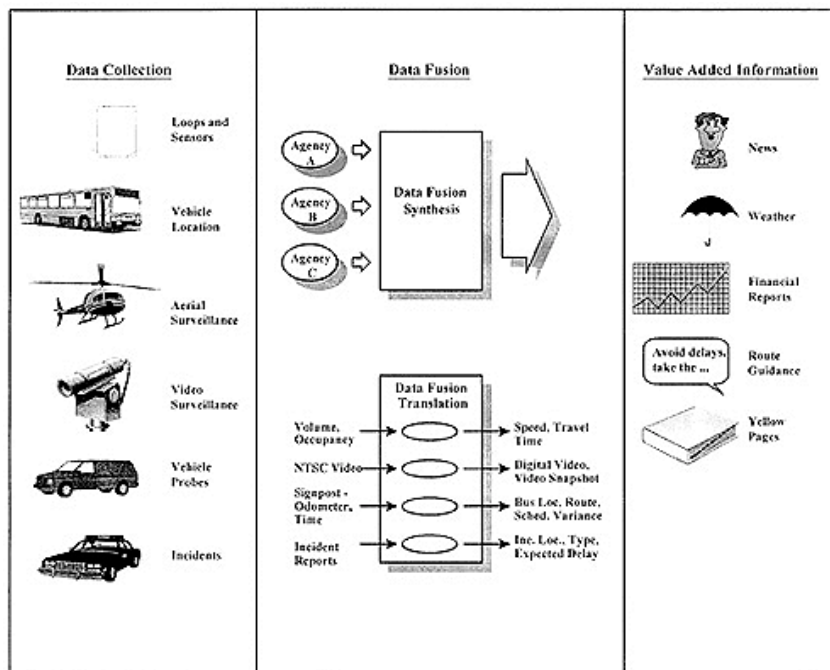
- Προηγμένα Συστήματα Μέσων Μαζικής Μεταφοράς

Τα Προηγμένα Συστήματα για τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς («Advanced Public Transportation Systems - APTS») περιλαμβάνουν εφαρμογές όπως ο Αυτόματος Εντοπισμός Οχήματος («Automatic Vehicle Location - AVL») που επιτρέπει στα λεωφορεία και στα τρένα να αναφέρουν την τρέχουσα θέση τους. Η τεχνολογία αυτή δίνει τη δυνατότητα στους χειριστές της κυκλοφορίας να κατασκευάσουν μια εικόνα πραγματικού χρόνου για την κατάσταση όλων των λεωφορείων, τρένων, τραμ κτλ.

- Συστήματα Πληροφοριών για Ταξιδιώτες

Τα Συστήματα Πληροφοριών για Ταξιδιώτες («Advanced Traveler Information Systems - ATIS») είναι η πιο σημαντική και γνωστή εφαρμογή των Έξυπνων Συστημάτων Μεταφορών. Παρέχει στους οδηγούς πληροφορίες πραγματικού χρόνου για την κυκλοφορία και τα ταξίδια, όπως διαδρομές, οδηγίες πλοήγησης και πληροφορίες για καθυστερήσεις λόγω συμφόρησης, ατυχημάτων, καιρικών συνθηκών ή έργων επισκευής δρόμων.

Υπάρχουν τρία σημεία – κλειδιά για την παροχή πληροφοριών για την κυκλοφορία σε πραγματικό χρόνο: η συλλογή, η επεξεργασία και η διάδοση των πληροφοριών. Κάθε ένα από τα σημεία αυτά περιλαμβάνει ένα σύνολο τεχνολογικών συσκευών και λογισμικού [79].



Σχήμα 4.ix. Ένα Σύστημα Πληροφοριών για Ταξιδιώτες

Πηγή: Κοτζίνος Δ., Πραστάκος Π., Παπαγεωργίου Μ., "Χρήση Δικτυακού ΓΣΠ (Internet GIS) στη Σχεδίαση και Υλοποίηση On-Line Συστήματος Πληροφοριών για Μεταφορές", 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών – Δυνατότητες και Εφαρμογές, Προοπτικές και Προκλήσεις»

Τεχνολογίες ενός Έξυπνου Συστήματος Μεταφορών

Τα Έξυπνα Συστήματα Μεταφορών ποικίλλουν σε τεχνολογικές εφαρμογές, χρησιμοποιώντας από βασικά συστήματα διαχείρισης, όπως πλοήγηση αυτοκινήτου, συστήματα ελέγχου φωτεινών σηματοδότην, διάφορα σήματα μηνυμάτων, κάμερες ελέγχου ταχύτητας, μέχρι πιο προηγμένες εφαρμογές, οι οποίες ενσωματώνουν δεδομένα πραγματικού χρόνου από έναν αριθμό πηγών, όπως πληροφορίες για τον καιρό. Επιπροσθέτως, αναπτύσσονται τεχνικές πρόβλεψης που θα επιτρέπουν τη μοντελοποίηση και σύγκριση με ιστορικά δεδομένα. Κάποιες από τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται από Έξυπνα Συστήματα Μεταφορών περιγράφονται παρακάτω.

- Παγκόσμιο Σύστημα Θεσιθεσίας («Global Positioning System - GPS»)

Οι ενσωματωμένοι δέκτες GPS στα οχήματα λαμβάνουν σήματα από διάφορους δορυφόρους για να υπολογίσουν τη θέση της συσκευής, άρα και του οχήματος. Η τοποθεσία συνήθως μπορεί να εκτιμηθεί με απόκλιση 10 μέτρων. Η τεχνολογία του GPS είναι ο πυρήνας των περισσότερων συσκευών πλοήγησης που υπάρχουν μέσα στα οχήματα.

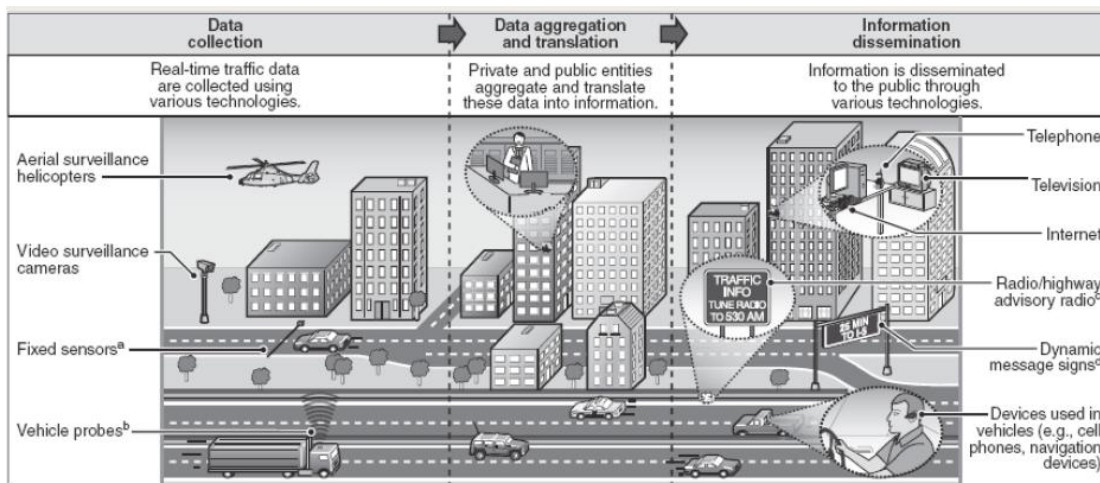
- Αποκλειστικό Σύστημα Επικοινωνιών Μικρής Εμβέλειας («Dedicated-Short Range Communications - DSRC»)

Η τεχνολογία DSRC είναι ένα κανάλι ασύρματης επικοινωνίας με μικρή έως μεσαία εμβέλεια, που λειτουργεί στο φάσμα των 5,8 ή 5,9 GHz. Είναι ειδικά σχεδιασμένο για χρήση σε αυτοκίνητα και καθιστά εφικτή την αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ του οχήματος και τα εξαρτήματα των δρόμων (π.χ. δέκτες).
- Ασύρματα Δίκτυα («Wireless Networks»)

Τα ασύρματα δίκτυα είναι μια τεχνολογία παρόμοια με αυτή που χρησιμοποιείται για την ασύρματη πρόσβαση στο διαδίκτυο. Επιτρέπουν γρήγορη επικοινωνία μεταξύ των οχημάτων και των αισθητήρων των δρόμων, αλλά έχουν μικρή εμβέλεια της τάξης των μερικών εκατοντάδων μέτρων. Βέβαια, η εμβέλεια αυτή μπορεί να αυξηθεί αν κάθε όχημα ή οδικός κόμβος μεταδίδει πληροφορίες στο επόμενο όχημα ή κόμβο.
- Κινητή Τηλεφωνία («Mobile Telephony»)

Οι εφαρμογές των Έξυπνων Συστημάτων Μεταφορών μπορούν να μεταδίδουν πληροφορίες μέσω δικτύων κινητής τηλεφωνίας τρίτης ή τέταρτης γενιάς (3G ή 4G αντίστοιχα). Στα πλεονεκτήματα της μετάδοσης πληροφορίας μέσω δικτύων κινητής τηλεφωνίας συγκαταλέγεται η ευρεία διαθεσιμότητά τους στις πόλεις και τους μεγάλους δρόμους.
- Κάμερες Αναγνώρισης («Roadside Camera Recognition»)

Οι κάμερες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τους δρόμους στους οποίους επιβάλλονται χρεώσεις. Χρησιμοποιούν Τεχνολογία Αυτόματης Αναγνώρισης Πινακίδων («Automatic License Plate Recognition – ALPR») για να αναγνωρίσουν τις πινακίδες των οχημάτων. Η πληροφορία μεταδίδεται ψηφιακά σε εξυπηρετητές, οι οποίοι αντιστοιχίζουν τις χρεώσεις στα οχήματα [79].



Σχήμα 4.x. Τεχνολογίες που σχετίζονται με Συστήματα Διαχείρισης της Κυκλοφορίας σε Πραγματικό Χρόνο

Πηγή: Stephen Ezell, “Explaining International IT Application Leadership: Intelligent Transportation Systems”, The Information Technology & Innovation Foundation, January 2010

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Ενδεικτικό Πρόγραμμα Σπουδών για Πράσινες Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών

Με βάση τις συλλεχθείσες πληροφορίες γύρω από τις Πράσινες Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών, έγινε προσπάθεια για τη δημιουργία ενός ενδεικτικού προγράμματος σπουδών. Το πρόγραμμα σπουδών αποτελείται από οκτώ μαθήματα και παρατίθεται παρακάτω μαζί με μια συνοπτική περιγραφή του κάθε μαθήματος.

1) Εισαγωγή στις Πράσινες ΤΠΕ

Το μάθημα αυτό περιλαμβάνει τον ορισμό των Πράσινων Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών, τους λόγους για τους οποίους αναπτύχθηκαν καθώς και τους λόγους που τις καθιστούν πλέον απαραίτητες και τη διάκρισή τους σε δυο κύριες κατηγορίες:

• **Βασικές Κατηγορίες ΤΠΕ**

A) Περιβαλλοντικά Βιώσιμες ΤΠΕ (Green for ICT):

- Πώς μπορούν οι Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών να γίνουν πιο φιλικές προς το περιβάλλον και πιο ενεργειακά αποδοτικές
- Πώς μπορούν να μειωθούν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την κατασκευή και χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών

B) Χρήση ΤΠΕ για την Προστασία του Περιβάλλοντος (ICT for Green):

- Πώς μπορούν οι Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών να χρησιμοποιηθούν για να βοηθήσουν άλλους τομείς, όπως Τομέα Μεταφορών, Ενεργειακό Τομέα κτλ, να γίνουν πιο πράσινοι

• **Λόγοι Υιοθέτησης Πράσινων ΤΠΕ**

- Τρέχουσα Περιβαλλοντική Κατάσταση (Φαινόμενο Θερμοκηπίου, Υπερθέρμανση του Πλανήτη κτλ)
- Εξοικονόμηση Ενέργειας (Μείωση Αποθεμάτων Πετρελαίου)
- Διατάξεις και Οδηγίες
- Οικονομικοί Λόγοι

2) Πράσινος Σχεδιασμός, Κατασκευή και Χρήση

Σε αυτό το μάθημα περιλαμβάνεται η περιγραφή ενεργο αποδοτικού λογισμικού και υλισμικού από το σχεδιασμό και την κατασκευή του μέχρι τη χρήση του και τη διάθεσή του:

• **Ενεργο-αποδοτικό Λογισμικό και Υλισμικό**

Ενεργο-αποδοτικό Λογισμικό:

- Βελτιώσεις στον κώδικα επιφέρουν εξοικονόμηση ενέργειας
- Εφαρμογή του ήδη υπάρχοντος λογισμικού για εξοικονόμηση ενέργειας (π.χ. Κατάσταση ύπνου ή αδρανοποίησης)

Το Ενεργο-αποδοτικό Υλισμικό είναι:

- Υλισμικό που απαιτεί μικρό ποσό ενέργειας για την κατασκευή του (π.χ. με χρήση ανακυκλωμένων υλικών) και/ή
- Υλισμικό που απαιτεί μικρό ποσό ενέργειας κατά τη λειτουργία του (π.χ. υπολογιστές διπύρρηνοι ή τετραπύρρηνοι)

- **Εργαλεία Πιστοποίησης**
 - Πρότυπο Energy Star (δίνει τις προδιαγραφές ενεργειακής κατανάλωσης)
 - Epeat – Περιβαλλοντικό Εργαλείο Ηλεκτρονικού Προϊόντος
 - Οδηγία RoHS – Οδηγία για τον Περιορισμό των Επικίνδυνων Ουσιών σε Ηλεκτρικά και Ηλεκτρονικά Εξαρτήματα
- **Περιορισμός Χρήσης Επικίνδυνων Υλικών και Χρήση Λιγότερων Υλικών**
 - Κατασκευή προϊόντων χωρίς αρσενικό, υδράργυρο, επιβραδυντικά φωτιάς, πολυβινυλικό χλωρίδιο
 - Κατασκευή μικρότερων, ελαφρύτερων και πιο λεπτών συσκευών και υπολογιστών που απαιτούν λιγότερα υλικά για την κατασκευή τους
- **Επαναχρησιμοποίηση και Αναβάθμιση Υπολογιστών**

Η επαναχρησιμοποίηση και η αναβάθμιση βοηθούν στη μείωση του όγκου των ηλεκτρονικών αποβλήτων και στην κατασκευή λιγότερων υπολογιστών
- **Ανακύκλωση Ηλεκτρονικών Αποβλήτων**
 - Άμεσος αντίκτυπος στους πόρους των διαθέσιμων μετάλλων
 - Μείωση εκπομπών από εξόρυξη, συγκέντρωση, τήξη και καθαρισμό μετάλλων
 - Απαιτείται προσοχή στη διαφύλαξη των προσωπικών δεδομένων αλλά και στη σωστή διαχείριση των επικίνδυνων ουσιών

3) Πράσινα Κέντρα Δεδομένων

Στο μάθημα αυτό παρουσιάζεται πληθώρα εφαρμογών Πράσινων Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών σε Κέντρα Δεδομένων:

- **Εφαρμογή Ενοποίησης Εξυπηρετητών και Χρήση Υλικού Υψηλής Πυκνότητας**
 - Χαμηλότερες ενεργειακές απαιτήσεις για λειτουργία και ψύξη λόγω της μείωσης του αριθμού των εξυπηρετητών
 - Μικρότερος όγκος ηλεκτρονικών αποβλήτων λόγω μειωμένου μεγέθους εξοπλισμού
- **Χρησιμοποίηση Προηγμένων Εργαλείων Διαχείρισης Ενέργειας**
 - Απενεργοποίηση των εξυπηρετητών όταν δε χρησιμοποιούνται για εξοικονόμηση ενέργειας
 - Εξομάλυνση αιχμών ισχύος με αποτέλεσμα αύξηση της αξιοπιστίας
 - Έλεγχος των εξυπηρετητών σε επίπεδο δικτύου
- **Ψύξη Κέντρου Δεδομένων**

Ένα από τα πιο κρίσιμα θέματα βιωσιμότητας ενός κέντρου δεδομένων

Κατηγορίες:

 - Ψύξη με αέρα (Εξοικονομητής Αέρα, Θερμός/Ψυχρός Διάδρομος, Καμινάδα Αερισμού)
 - Υγρή Ψύξη: πολύ πιο αποδοτική από την ψύξη με αέρα
- **Ενσωμάτωση Εναλλακτικών Πηγών Ενέργειας**
 - Τροφοδοσία Κέντρου Δεδομένων με Ηλιακή Ενέργεια από Φωτοβολταϊκές Διατάξεις
 - Χρήση Αιολικής Ενέργειας
 - Επαναχρησιμοποίηση/Αξιοποίηση της θερμότητας των θερμών διαδρόμων των Κέντρων Δεδομένων σε σπίτια, γραφεία, πισίνες κτλ.

4) Εικονικοποίηση Ηλεκτρονικών Πόρων

Το μάθημα περιλαμβάνει ανάλυση της τεχνολογίας της εικονικοποίησης και άλλων συναφών τεχνολογιών, καθώς και του τρόπου που βοηθούν στη μείωση του αποτυπώματος άνθρακα του κλάδου της Πληροφορικής:

- **Εικονικοποίηση Αποθηκευτικών Πόρων, Επεξεργαστικής Ισχύος και Δικτύου**
 - Συγκέντρωση φυσικής αποθήκευσης πολλών αποθηκευτικών μέσων σε μια συσκευή, τεχνολογίες SAN και NAS
 - Εικονικός καταμερισμός πόρων ενός υπολογιστή για δημιουργία ιδεατών μηχανημάτων
 - Αποδοτική Διαχείριση διαθέσιμων πόρων δικτύου
- **Εξυπηρετητές blade**
 - Εξυπηρετητής που καταλαμβάνει τον μικρότερο δυνατό χώρο και καταναλώνει ελάχιστη ενέργεια
 - Υψηλής πυκνότητας υλικό
 - Χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με λογισμικό εικονικοποίησης
 - Υψηλή υπολογιστική απόδοση
- **Νεφοϋπολογιστική**
 - Παροχή υπολογιστικών πόρων υψηλής απόδοσης και αποθηκευτικών συσκευών μεγάλης χωρητικότητας στους χρήστες του νέφους
 - Υποστηρίζονται υπηρεσίες όπως υπηρεσίες ωφελείας, λογισμικό ως υπηρεσία, πλατφόρμα ως υπηρεσία και υποδομή ως υπηρεσία
- **Πλεγματοϋπολογιστική**
 - Αναπτυσσόμενη υποδομή που παρέχει πρόσβαση σε υπολογιστική ισχύ κατανεμημένη σε όλο τον κόσμο
 - Το Πλέγμα αποτελείται από συστοιχίες υπολογιστών συνδεδεμένων μεταξύ τους μέσω του διαδικτύου
 - Προσφέρει απεριόριστη υπολογιστική ισχύ και αποθηκευτικό χώρο, αξιόπιστη πρόσβαση σε κοινούς πόρους, εφαρμογές και δεδομένα και δυνατότητα συνεργασίας μεταξύ των χρηστών

5) Πράσινη Επικοινωνία

Στο μάθημα της Πράσινης Επικοινωνίας παρουσιάζονται τρόποι επικοινωνίας με μειωμένο ή μηδαμινό αποτύπωμα άνθρακα, με τη βοήθεια της σύγχρονης τεχνολογίας:

- **Αποϋλοποίηση**
 - Αντικατάσταση προϊόντων με υψηλή κατανάλωση ενέργειας από αντίστοιχα με χαμηλή
 - Χρήση τηλεπικοινωνιών για μείωση ενεργειακής κατανάλωσης και αποτυπώματος άνθρακα στον τομέα των μεταφορών και μείωση χρησιμοποίησης χαρτιού
- **Τηλεργασία**
 - Εργασία από το σπίτι
 - Βοηθά στη μείωση της χρήσης αυτοκινήτου
 - Σημαντικά οφέλη για την ατμοσφαιρική ρύπανση
- **Εικονικές Συναντήσεις, Βιντεοδιασκέψεις**
 - Αντικατάσταση των πραγματικών συναντήσεων από εικονικές

- Οφέλη στον τομέα των Μεταφορών
- **Ηλεκτρονικές Συνταγογραφήσεις**
- **Ηλεκτρονικοί Λογαριασμοί**
- **Ηλεκτρονικό Ταχυδρομείο**
 - Μοναδικό εμπόδιο για την οριστική αντικατάσταση των παραδοσιακών μεθόδων είναι η δυνατότητα πρόσβασης στο Διαδίκτυο όλων των πολιτών
 - Μείωση της χρήσης χαρτιού

6) ΤΠΕ για Πρόληψη και Έλεγχο Περιβαλλοντικής Μόλυνσης και Αποβλήτων

Στο μάθημα αυτό αναλύονται διαθέσιμες τεχνολογίες που μπορούν να βοηθήσουν στην πρόληψη και αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών, αλλά και στην παρακολούθηση ευαίσθητων οικοσυστημάτων:

- **Συστήματα Πρόβλεψης, Αντιμετώπισης και Καταστολής Φυσικών Καταστροφών**
 - Οι ΤΠΕ μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο στον εντοπισμό περιοχών που κινδυνεύουν και στους πληθυσμούς που ενδέχεται να επηρεαστούν μέσω ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (GIS)
 - Προηγμένα συστήματα επικοινωνιών μπορούν να συμβάλλουν στην καλύτερη οργάνωση της αντιμετώπισης των καταστροφών και στην καλύτερη εφαρμογή των σχεδίων έκτακτης ανάγκης
- **Χρήση ΤΠΕ για Παρακολούθηση και Μοντελοποίηση Περιβαλλοντικών Φαινομένων**
 - Χρήση ασύρματων συσκευών εγγραφής ή πραγματικού χρόνου
 - Συστήματα Παρακολούθησης και Αισθητήρες μπορούν να καταγράφουν τις συνθήκες σε Οικολογικά Συστήματα που είναι ευαίσθητα ή κινδυνεύουν
 - Τα δεδομένα που συλλέγονται επεξεργάζονται και αναλύονται με χρήση κατάλληλου λογισμικού

7) Έξυπνα Δίκτυα Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας

Το μάθημα αυτό εστιάζει στους τρόπους που μπορούν να κάνουν πιο έξυπνο και αποδοτικό το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, τα κτίρια, αλλά και τις πόλεις, βοηθώντας έτσι στην εξοικονόμηση ενέργειας:

- **Έξυπνη Μέτρηση Ενεργειακής Κατανάλωσης**
 - Χρήση Έξυπνων Μετρητών στο εσωτερικό του σπιτιού με κατανοητά δεδομένα σε οθόνη πραγματικού χρόνου
 - Δυνατότητα πρόσβασης του παρόχου στα δεδομένα πραγματικού χρόνου αλλά και στα αποθηκευμένα
 - Μέσο κινητοποίησης καταναλωτών για μείωση της ενεργειακής τους κατανάλωσης
- **Έξυπνη Διαχείριση Ηλεκτρικού Φορτίου**
 - Μέσω των έξυπνων μετρητών, ο πάροχος έχει τη δυνατότητα να διαχειρίζεται το φορτίο του καταναλωτή
 - Υπάρχει δυνατότητα απομακρυσμένης διακοπής και αποκατάστασης του φορτίου, ανάλογα με τη συμφωνία παρόχου – καταναλωτή

- **Έξυπνο Πλέγμα**
 - Είναι ο συνδυασμός ενός ενοποιημένου συστήματος επικοινωνίας και ελέγχου με την ήδη υπάρχουσα υποδομή συστήματος διανομής ενέργειας
 - Έχει σαν στόχο την παροχή της κατάλληλης πληροφορίας στον εκάστοτε ενδιαφερόμενο (όπως συσκευές, πελάτες, κτλ), την κατάλληλη στιγμή, για να πραγματοποιηθεί η κατάλληλη ενέργεια
- **Έξυπνα Σπίτια – Έξυπνες Πόλεις**
 - Διαθέτει έξυπνη μέτρηση
 - Ενσωματωμένες ανανεώσιμες πηγές
 - Σύνδεση σε έξυπνο δίκτυο
 - Σύστημα αυτόματης ρύθμισης φωτισμού

8) Χρήση ΤΠΕ για την Προστασία του Περιβάλλοντος

Το τελευταίο μάθημα περιλαμβάνει περιγραφή Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών που εφαρμόζονται σε διάφορους τομείς, με στόχο τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων κάθε τομέα:

- **ΤΠΕ για Αποδοτική Διαχείριση της Κυκλοφορίας**
 - Στόχος η μείωση της συμφόρησης και των ρύπων
 - Λογισμικό για τον σχεδιασμό βελτιωμένων δικτύων μεταφορών
 - Γίνεται χρήση αισθητήρων, ασύρματων επικοινωνιών και υπολογιστικών συστημάτων
- **Λογισμικό Διαχείρισης Ενέργειας**
 - Πολύ χρήσιμο στα Κέντρα Δεδομένων
 - Μειώνει τις εκπομπές άνθρακα αλλά και το κόστος λειτουργίας
 - Προσφέρει αυτόματη διακοπή λειτουργίας των υποαπασχολούμενων υπολογιστών
 - Δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να ορίσει μέγιστη τιμή ισχύος
- **Έξυπνες Αλυσίδες Παραγωγής στη Βιομηχανία**
 - Η χρήση ΤΠΕ για την παρακολούθηση του φόρτου στις αλυσίδες παραγωγής και η ρύθμιση της λειτουργίας των μηχανών όταν ο φόρτος δεν είναι μεγάλος μπορεί να βοηθήσει στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας αλλά και του κόστους παραγωγής
- **ΤΠΕ για διαχείριση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας**
 - Χρησιμοποίηση εργαλείων προσομοίωσης και διαχείρισης που επιτρέπουν επέκταση χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
 - Με τα εργαλεία αυτά μπορούν να ξεπεραστούν εμπόδια στην υποδομή διανομής και να ευνοηθεί έτσι η διανεμημένη παραγωγή
- **Λογισμικό για Υπολογισμό του Αποτυπώματος Άνθρακα**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

6.1 Συμπεράσματα

Από την παραπάνω μελέτη και βιβλιογραφική έρευνα για τις Πράσινες Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών και τις εφαρμογές τους, προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- Οι Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών προσφέρουν πολλές δυνατότητες σημαντικού περιορισμού της χρήσης ενέργειας και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Τα περιβαλλοντικά αυτά οφέλη προκύπτουν είτε με τον περιορισμό των εκπομπών για τις οποίες ευθύνονται οι ίδιες οι ΤΠΕ (περίπου 2% των συνολικών παγκόσμιων εκπομπών) είτε με τη χρήση των ΤΠΕ ως εργαλείου για τη μείωση εκπομπών και την εξοικνόμενη ενέργειας σε άλλους τομείς.
- Η ευρεία χρήση ηλεκτρονικής διακυβέρνησης οδηγεί σε σημαντική μείωση των μετακινήσεων και της ενεργειακής κατανάλωσης. Επιπλέον, η μετάβαση σε πλήρως ηλεκτρονικές υπηρεσίες συμβάλλει στη μείωση της χρήσης του χαρτιού με θετική επίδραση στα δάση και το περιβάλλον.
- Η συγκέντρωση των υπολογιστικών δυνατοτήτων σε λίγα κέντρα δεδομένων, τα οποία θα υλοποιηθούν με “πράσινες” προδιαγραφές όπως συστήματα χαμηλής κατανάλωσης, φυσικές μέθοδοι κλιματισμού, χρήση φωτοβολταϊκών είναι μια από τις σημαντικότερες εφαρμογές των Πράσινων ΤΠΕ. Η ανάπτυξη τέτοιων υπολογιστικών κέντρων μπορεί να οδηγήσει ακόμη και σε μηδενικές εκπομπές αερίων από τα συγκεκριμένα κέντρα δεδομένων.
- Οι ΤΠΕ μπορούν να βοηθήσουν στην διαδικασία των μεταφορών, στη βελτιστοποίηση των δρομολογίων και στην αποδοτικότερη διαχείριση της κυκλοφορίας με μια σειρά από τρόπους. Λογισμικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το σχεδιασμό βελτιωμένων δικτύων μεταφορών, τη διαχείριση δικτύων διανομής, την εναλλαγή σε αποδοτικότερες μεθόδους μεταφοράς και την οικολογική οδήγηση.
- Οι ΤΠΕ μπορούν να βοηθήσουν στην μοντελοποίηση και τον καλύτερο σχεδιασμό ενεργειακά “πράσινων” και έξυπνων κτιρίων, με τη δημιουργία νέων προτύπων σχεδίασης – κατασκευής ή την ανάπτυξη μεθόδων μετατροπής για υφιστάμενα κτίρια. Έτσι, οι ΤΠΕ μπορούν να συμβάλλουν στην αυτοματοποιημένη ενεργειακή διαχείριση των κτιρίων. Οι δυνατότητες επικοινωνιών και απομακρυσμένης διαχείρισης επιτρέπουν στους πολίτες να έχουν άμεση δυνατότητα παρέμβασης και ρύθμισης των λειτουργιών του κτιρίου.
- Οι ΤΠΕ μπορούν να προσφέρουν σημαντικές καινοτομίες μέσω έξυπνων μετρητών που δίνουν στους καταναλωτές ακριβείς και αναλυτικές πληροφορίες για την κατανάλωσή τους. Επίσης, συστήματα διαχείρισης της ζήτησης μπορούν να ζητούν αυτοματοποιημένα τη μείωση της κατανάλωσης από έξυπνες συσκευές, σε περιόδους μεγάλης ζήτησης ηλεκτρικού φορτίου.
- Κρίνεται πολύ σημαντική η ένταξη του αντικείμενου των Πράσινων ΤΠΕ στο Πρόγραμμα Σπουδών των πανεπιστημίων, καθώς στην παρούσα φάση υπάρχουν ελάχιστα πανεπιστήμια ανά τον κόσμο που παρέχουν σχετικά μαθήματα. Ωστόσο, η ενημέρωση και η εκπαίδευση πάνω στο αντικείμενο αυτό είναι πολύ σημαντικοί παράγοντες, οι οποίοι θα επηρεάσουν την εξάπλωση και την υιοθέτηση των εφαρμογών του κλάδου.

6.2 Προοπτικές

Μετά από την παρούσα μελέτη που έγινε, είναι χρήσιμο να παρουσιαστούν κάποια ζητήματα που θα μπορούσαν να αποτελέσουν αντικείμενο περαιτέρω μελέτης με βάση τα θεμέλια που ήδη αυτή η διπλωματική έθεσε:

- Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα, τα οποία θα μπορούν να συνδέονται στο έξυπνο ηλεκτρικό πλέγμα μιας έξυπνης πόλης. Τα ηλεκτρικά αυτά οχήματα, όχι μόνο δεν θα επιβαρύνουν το περιβάλλον, αλλά θα μπορούν να αποθηκεύουν ενέργεια, την οποία θα επιστρέφουν στη συνέχεια στο δίκτυο. Έτσι, θα παρέχουν σημαντική βοήθεια στην εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά και στη μείωση των εκομπών ρύπων.
- Πολύ χρήσιμα κρίνονται και τα αυτοματοποιημένα συστήματα παρακολούθησης περιβαλλοντικών φαινομένων και οικοσυστημάτων, με τη βοήθεια αισθητήρων. Τέτοια συστήματα μπορούν να φανούν σωτήρια στην αποφυγή φυσικών καταστροφών, αλλά και στην αντιμετώπισή τους αν αυτές συμβούν.
- Τέλος, σημαντική θα ήταν η διερεύνηση των νομικών και ηθικών θεμάτων που αφορούν την πράσινη πληροφορική, συμπεριλαμβανομένης της εθνικής και διεθνούς νομοθεσίας, καθώς και τις απαιτήσεις εταιρικής κοινωνικής ευθύνης.

Βιβλιογραφία

- [1] Vinod Namboodiri, Lixin Gao, “Towards energy efficient VoIP over wireless LANs”, Proceedings of the 9th ACM international symposium on Mobile ad hoc networking and computing, pp 169-178
- [2] TCO Certified: Technology for you & the planet, available in <http://www.tcodevelopment.com/>
- [3] S Gupta, “Computing with Green Responsibility”, in International Conference and Workshop on Emerging Trends in Technology (ICWET 2010) – TCET, Mumbai, India
- [4] The Sunday Times, “Research Reveals Environmental Impact of Google Searches”, available in <http://www.foxnews.com/>, 12 January 2009
- [5] Epeat, “The Environmental Benefits of Buying EPEAT Green Computers”, available in <http://www.epeat.net/>, 15 February 2011
- [6] UNEP - United Nations Environment Programme, “Press Releases November 2006”, available in <http://www.unep.org>, November 2006
- [7] San Murugesan, “Harnessing Green IT: Principles and Practices”, IT Pro, January/February 2008
- [8] Hagelüken, C., C.E.M. Meskers, “Mining our computers- opportunities and challenges to recover scarce and valuable metals from End-of-Life electronic devices”, in: H. Reichl, N.F. Nissen, J. Müller and O. Deubzer (eds): “Electronics Goes Green 2008+”, 2008
- [9] Mathias Schluempa, Christian Hageluekenb, Ruediger Kuehrc, Federico Magalinic, Claudia Maurerc, Christina Meskersb, Esther Muellera, Feng Wangc, “Recycling – From E-Waste to Resources”, Federal Laboratories for Material Testing and Research (EMPA), Umicore Precious Metal Refining, United Nations University (UNU), July 2009
- [10] Linda Luther, “Managing Electronic Waste: Issues with Exporting E-Waste”, 7 October 2009
- [11] The New Data Center: Strategies for Today and Tomorrow, “What is Server Consolidation”, available in <http://searchdatacenter.techtarget.com/>, 22 March 2005
- [12] Virtualization, “Τι είναι το Virtualization”, available in <http://virtualization.ivisinfo.gr/index.html>, 14 February 2011
- [13] Wikipedia, “Blade Server”, available in <http://en.wikipedia.org>, 31 December 2010
- [14] The New Data Center: Strategies for Today and Tomorrow, “What is Blade Server”, available in <http://searchdatacenter.techtarget.com/>, 15 September 2001
- [15] Webopedia: Everything you need to know is right here, “All about Blade Servers”, available in <http://www.webopedia.com>, 7 June 2010
- [16] David Cappuccio, Lynne Craver, “The Data Center Power and Cooling Challenge”, Gartner, November 2007.
- [17] Whitney Stone, “Think Different: Alternative Power in the Data Center”, available in <http://www.facilitiesnet.com/>, February 2008
- [18] IBM, “IT energy efficiency for small and mid-size businesses: Good for business and the environment”, December 2007

- [19] Robert L. Mitchell, “Seven steps to a green data center”, Computerworld, available in <http://www.computerworld.com/>, 21 April 2007
- [20] Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, “Εξοικονόμηση Ενέργειας στα Κτίρια: Φυσικός Δροσισμός”, available in <http://www.cres.gr>, 15 February 2011
- [21] 42U - Data Center Design & Engineering Services Power, Cooling, Management & Monitoring Solutions, “Liquid Cooling in Server Rooms & Data Centers”, available in <http://www.42u.com/>, 15 February 2011
- [22] Ted Samson, “Intel pushes the limits of free cooling to 90 degrees”, Inforworld, available in <http://www.infoworld.com>, 18 September 2008
- [23] Michael Bullock, “Data Center Definition and Solutions”, CIO, available in <http://www.cio.com>, 14 August 2009
- [24] Shlomo Novotny, “The Advantages of Liquid Cooling”, Data Center Knowledge, available in <http://www.datacenterknowledge.com>, 2 July 2010
- [25] Herb Villa, “Liquid Cooling for Extreme Heat Densities”, Rittal, available in <http://www.rittal-corp.com>
- [26] Wiktionary, “Mainframe”, available in <http://en.wiktionary.org/>, 26 January 2011
- [27] Thomas Wolfgang Burger, “The Advantages of Using Virtualization Technology in the Enterprise”, available in <http://software.intel.com/>
- [28] Gee Rittenhouse, “What Makes Technologies Disruptive Enough To Transform Society?”, Alcatel-Lucent, available in <http://www2.alcatel-lucent.com>, 21 September 2010
- [29] Atticatech, “Virtualization”, available in <http://www.atticatech.com/>, 15 February 2011
- [30] Data storage technology and management resources, “What is Storage Area Network (SAN)?”, available in <http://searchstorage.techtarget.com/>, 01 February 2011
- [31] Server Virtualization information, news and tips, “What is virtualization”, available in <http://searchservervirtualization.techtarget.com/>, 25 November 2000
- [32] @Δικτυωθείτε, “η-Επιχειρείν: Τα είδη εικονικής αποθήκευσης”, available in <http://www.go-online.gr/>, 15 February 2011
- [33] Wikipedia, “Storage Virtualization”, available in <http://www.wikipedia.org/>, 8 February 2011
- [34] Wikipedia, “Storage Area Network”, available in <http://www.wikipedia.org/>, 13 February 2011
- [35] Wikipedia, “Network Attached Storage”, available in <http://www.wikipedia.org/>, 24 January 2011
- [36] Wikipedia, “Desktop Virtualization”, available in <http://www.wikipedia.org/>, 15 February 2011
- [37] Wikipedia, “Application Virtualization”, available in <http://www.wikipedia.org/>, 14 February 2011
- [38] Gartner, “Gartner Says Virtualization will be the Highest-Impact Trend in Infrastructure and Operations Market Through 2012”, available in <http://www.gartner.com/>, 15 February 2011
- [39] Ορόγραμμα, “Νεφοϋπολογιστική (Cloud Computing)”, Δημήτρης Παναγιωτάκος, Μάρτιος – Απρίλιος 2009, available in <http://sfr.ee.teiath.gr/hmSELIDES/Technology/Orogramma/Or095.pdf>

- [40] Grid Café, “What is grid computing?”, available in <http://www.gridcafe.org/>, 2 October 2010
- [41] Grid Café, “The world’s grids”, available in <http://www.gridcafe.org/>, 2 October 2010
- [42] Top Bits, “Distributed Computing”, available in <http://www.tech-faq.com/>, 5 October 2010
- [43] Grid Café, “What about green computing?”, available in <http://www.gridcafe.org/>, 5 October 2010
- [44] The New Data Center: Strategies for Today and Tomorrow, “Data center jobs, professional development”, available in <http://searchdatacenter.techtarget.com/>, 04 June 2003
- [45] Web Services and Service-Oriented Architectures, “Service-oriented architecture (SOA) definition”, available in <http://www.service-architecture.com/index.html>, 05 October 2010
- [46] Παρατηρητήριο για την Κοινωνία της Πληροφορίας, «Web 2.0: Χαρακτηριστικά και επίδρασή του σε επιχειρήσεις, κεντρική διοίκηση και χρήστες», Αλέξανδρος Καλτσογιάννης, Νοέμβριος 2007
- [47] Open Cloud Manifesto, available in <http://www.opencloudmanifesto.org/>, 05 October 2010
- [48] Robert R. Harmon, Nora Auseklis, Sustainable IT Services: Assessing the Impact of Green Computing Practices, 2009
- [49] HP Laboratories, Taking Account of Privacy when Designing Cloud Computing Services, Siani Pearson, March 6, 2009
- [50] Mimecast, “Mimecast Leads the “Greening” of the Data Center”, available in <http://www.mimecast.com/>, 11 May 2009
- [51] CloudAve, “Cloud Computing and Green”, Krishnan Subramanian, available in <http://www.cloudave.com/>, 08 February 2010
- [52] Gerard Bosch i Creus, “Harnessing the Power of Software – A Survey on Energy-Aware Interfaces”, in Proceedings of Seminar on Energy-Aware Software, Helsinki University of Technology, Department of Computer Science and Engineering, Software Technology Laboratory, 2007
- [53] T. K. Tan, A. Raghunathan, and N. Jha, “Software architectural transformations: A new approach to low energy embedded software,” in Proceedings of the Conference on Design Automation and Test in Europe (DATE’03), 2003
- [54] T. Simunic, L. Benini, and G. De Micheli, “Energy-efficient design of battery-powered embedded systems,” in Proceedings of the International Symposium on Low-Power Electronics and Design (ISLPED’98), June 1998
- [55] Jason Zhu, “Green Software – conversation with Bob Steigerwald on how to make software energy efficient”, available in <http://software.intel.com/en-us/>, 26 October 2007
- [56] Ecofriend: Green Living, “10 Concept Computers We Need to Better the Environment”, available in <http://www.ecofriend.org/>, 07 January 2010
- [57] HP, “HP Energy Efficient Power Supplies”, available in <http://www.hp.com/>, 01 November 2010
- [58] Computer Consulting Home. “Green Computing”, available in <http://www.thecoultergroup.com/>, 31 October 2010

- [59] Green Chi Café – Living an Eco-Revolution, “The Green Computer: Screensavers”, available in <http://www.greenchicafe.com>, 22 January 2010
- [60] Eco Friendly Living Advice, “9 Ways To Make Your Computer Use More Eco Friendly”, available in <http://www.ecolivingadvice.com/>, 31 October 2010
- [61] Simple Network Consulting, “What is Green Computing?”, available in <http://www.sncllc.com/>, 01 November 2010
- [62] Steve McFarlane, “Reducing Your Monitor’s Energy Usage”, Bright Hub – The Hub for Bright Minds, available in <http://www.brighthub.com>, 01 May 2010
- [63] Industry Metering Advisory Group, OFGEM et al, “UK Guidelines for Smart metering systems in the UK”, 2006
- [64] Peter Johnson, “Smart Metering – Enabling Greater Energy Efficiency”, Alcatel Lucent, available in <http://www.alcatel-lucent.com>
- [65] Owen G, Ward J, “Smart Meters: Commercial, Policy and Regulatory Drivers”, Sustainability First, March 2006
- [66] Logica CMG, “Energy Efficiency, Public attitude, Private action”, available in <http://www.logica.com>, 2006
- [67] Howard Porter, “Smart Metering – the Real Energy Benefits”, in Proceedings of the 4th International Conference for Energy Efficiency in Domestic Appliances and Lighting, 2006
- [68] The European Electricity Grid Initiative (EEGI), “Roadmap 2010-18 and Detailed Implementation Plan 2010-12”, 25 May 2010
- [69] O. Siddiqui, K. Parmenter, P. Hurtado, “The Green Grid: Energy Savings and Carbon Emissions Reductions Enabled by a Smart Grid”, Electric Power Research Institute (EPRI), June 2008
- [70] Nicola King, “Smart Home – A Definition”, DTI Smart Homes Project, Intertek Research & Testing Centre, September 2003
- [71] Pierre-Yves DANET, “ICT for Environmental management and energy efficiency”, France Telecom, Orange Labs, August 2007
- [72] JL Angoso, “An example of Energy Efficiency in Broadband Smart Cities”, in High Level OECD Conference for ICTs, Environment and Climate Change, “Smart Cities: The ICT Infrastructure for Ecoefficient Cities”, Denmark, 27-28 May 2009
- [73] IBM, Smarter Cities, “Five innovations that will change cities in the next five years”, available in <http://www.ibm.com>, January 2010
- [74] Masdar City, available in <http://www.masdarcity.ae>, 27 January 2011
- [75] Vuk Trifkovic, Justin Davidson, “Greening Fujitsu Services: How virtual meetings can improve your carbon footprint and your bottom line”, Datamonitor, December 2007
- [76] Peter Johnston, John Nolan, “Status Report on New Ways to Work in the Knowledge Economy”, eWork 2002, September 2002
- [77] Ελληνική Στατιστική Αρχή, «Χρήση Τεχνολογιών Πληροφόρησης και Επικοινωνίας από τα Νοικοκυριά», available in <http://www.statistics.gr/>, 2010
- [78] Theodore Katsanevas, “eWork – National Reports”, in “Status Report on New Ways to Work in the Knowledge Economy”, eWork 2002, September 2002
- [79] Stephen Ezell, “Explaining International IT Application Leadership: Intelligent Transportation Systems”, The Information Technology & Innovation Foundation, January 2010