

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα

Καλαμάτας



ΤΜΗΜΑ

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής Τ.Ε. (έδρα Σπάρτη)

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Με θέμα

**«Χρήση “Πράσινων” Τεχνολογιών για την Αποϋλοποίηση
(Virtualization) υποδομών Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών»**

Των

Ζαχαρόπουλου Τριαντάφυλλου,

Καστάνη Χρήστου

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

Π. Ι. Φιλιππόπουλος- Επίκουρος Καθηγητής

Σπάρτη, Οκτώβριος 2014

«Δηλώνουμε υπεύθυνα ότι η παρούσα εργασία αποτελεί προϊόν προσωπικής μελέτης και έρευνας και πως όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν για την συγγραφή της δηλώνονται σαφώς στις παραπομπές και την βιβλιογραφία. Γνωρίζουμε πως η λογοκλοπή αποτελεί σοβαρότατο παράπτωμα και είμαστε ενήμεροι για την επέλευση των νόμιμων συνεπειών.»

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε τις οικογένειές μας για την υποστήριξη που μας παρείχαν όλο το χρονικό διάστημα της φοίτησής μας.

Ευχαριστούμε τον επιβλέποντα καθηγητή μας κ. Παναγιώτη Φιλιππόπουλο για την καθοδήγηση του και την βοήθειά του κατά την εκπόνηση της εργασίας μας.

Σπάρτη, Οκτώβριος 2014

Ζαχαρόπουλος Τριαντάφυλλος
Καστάνης Χρήστος

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αναφέρεται στις Πράσινες Τεχνολογίες Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών, και συγκεκριμένα στις διαδικασίες αποϋλοποίησης εξοπλισμού.

Το Green ICT ή Πράσινες Τεχνολογίες Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών είναι η μελέτη και η πρακτική της χρήσης ηλεκτρονικών υπολογιστών και τηλεπικοινωνιών κατά τρόπο που να μεγιστοποιεί το θετικό όφελος του περιβάλλοντος και να ελαχιστοποιεί τις αρνητικές επιπτώσεις. Ο όρος “computer virtualization” (αποϋλοποίηση υπολογιστών) αναφέρεται στην «αφαιρετική χρήση» των πόρων του υπολογιστή, όπως στη διαδικασία της λειτουργίας δύο ή περισσότερων λογικών συστημάτων πληροφορικής σε ένα σύνολο από φυσικό υλικό (hardware).

Τα ερωτήματα που αποτέλεσαν την αφετηρία της διαδρομής μας υπήρξαν τα εξής: Ποιες είναι οι αρνητικές επιπτώσεις των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών στο περιβάλλον και πώς μπορούμε να τις ελαχιστοποιήσουμε με την χρήση πράσινων ΤΠΕ; Μπορούμε να ποσοτικοποιήσουμε την εξοικονόμηση ενέργειας; Σε ποιο βαθμό λαμβάνονται οι επιπτώσεις υπόψη κατά την επιλογή εξοπλισμού ηλεκτρονικών υπολογιστών και κέντρων δεδομένων και, εν τέλει, ποιος επωφελείται;

Στην αναζήτηση απαντήσεων στα παραπάνω ερωτήματα το ζήτημα προσεγγίστηκε από πολλές οπτικές. Περιγράφηκαν θέματα, επιλογής και ενεργειακής κατανάλωσης hardware και software, ενώ δεν παραλείφθηκε και η τηλεργασία. Αναλύθηκαν μορφές

αποϋλοποίησης, καθώς και συγκεκριμένα παραδείγματα (μελέτες περίπτωσης) της μεθόδου. Για να αποδειχθεί ότι δεν μιλάμε μόνο για μια πράσινη ως προς το περιβάλλον τακτική αλλά προτείνουμε και μια κερδοφόρα και ‘ωφέλιμη’ για τις επιχειρήσεις πρακτική.

Παρατηρήσαμε πως η πιο διαδεδομένη και αποδοτική μέθοδος αποϋλοποίησης που χρησιμοποιούν οι επιχειρήσεις σήμερα είναι το Server virtualization, η οποία επιτυγχάνει σημαντικά οικονομικά και ενεργειακά οφέλη για τις επιχειρήσεις.

Συμπερασματικά, μελετώντας τη θεωρία για το Green ICT αλλά και πρακτικά παραδείγματα εταιριών που ήδη επιχείρησαν τη χρήση διαφόρων μεθόδων αποϋλοποίησης, καταλήγουμε ότι δεν πρόκειται μόνο για μια κίνηση προς το περιβάλλον, αλλά και μια αποδοτική καθώς επίσης οικονομική επενδυτική λύση για τις επιχειρήσεις.

Abstract

This study is about Green Information and Communications Technologies, focusing into virtualization technology.

The Green ICT or Green Computing is the study and practice of using computers and telecommunications in a way which maximizes positive environmental benefits and minimizes the negative impacts. The term "computer virtualization" (dematerialisation) refers to the abstraction of computer resources, similar to the process of running two or more logical computer systems on one set of physical hardware.

The questions constituting the starting point of our path were the following: What are the negative impacts of ICT and how can we minimize them by employing Green ICT principles? Are we able to quantify the energy savings? To what extent these effects are taken into account when choosing computer equipment and data centers and, ultimately, who benefits from using such technology?

In search of answers to these questions the issue was approached from many different perspectives. We described hardware and software, selection and energy consumption, reduction techniques including teleworking. We analyzed methods of dematerialization, and case studies of these methods. The goal was to prove that we are not only achieving benefits for the environment but also propose tactics that make this a profitable and 'beneficial' practice for businesses.

We have observed that the most common and effective virtualization method that is being used by enterprises today is Server virtualization, which achieves significant cost and energy savings for businesses.

In conclusion, studying the theory of Green ICT and practical examples of companies that have already tried various methods virtualization, we conclude that it is not just a move in the environment, but also an efficient as well as financial investment solution for businesses.

Κατάλογος περιεχομένων

Περίληψη.....	4
Abstract.....	6
Εισαγωγή	12
Κεφάλαιο 1. Green ICT – Πράσινες ΤΠΕ	17
1.1 Ορισμός Πράσινων ΤΠΕ	17
1.2 Ενεργειακοί δείκτες συσκευών τηλεπικοινωνιακού δικτύου.....	19
1.3 Μακροζωία υπολογιστών.....	20
1.4 Σχεδιασμός Data Center	21
1.5 Ανάπτυξη λογισμικού και βελτιστοποίηση.....	22
1.5.1 Αλγοριθμική απόδοση.....	22
1.5.2 Κατανομή των πόρων.....	23
1.5.3 Virtualization	25
1.5.4 Τερματικοί servers.....	26
1.6 Η διαχείριση ενέργειας.....	27
1.7 Ισχύς κέντρων δεδομένων.....	28
1.8 Υποστήριξη του λειτουργικού συστήματος.....	29
1.9 Τροφοδοσία.....	32
1.9.1 Τροφοδοσία Base Station.....	32
1.9.2 Μέθοδοι ψύξης Κέντρων Δεδομένων.....	36
1.10 Αποθήκευση	38
1.11 Κάρτα γραφικών	40
1.12 Οθόνη	41

1.13 Η ανακύκλωση των υλικών.....	42
1.14 Τηλεργασία.....	46
1.15 VoIP – Voice over Internet Protocol Τηλεφωνία μέσω Διαδικτύου (ΦεδΠ- Φωνή επί Διαδικτυακού Πρωτοκόλλου).....	47
Κεφάλαιο 2. VIRTUALIZATION (ΑΠΟΥΛΟΠΟΙΗΣΗ).....	52
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	52
2.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ.....	55
2.3 ΛΙΓΑ ΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΤΑ VIRTUAL MACHINES	56
2.4 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	57
2.5 ΜΟΡΦΕΣ VIRTUALIZATION.....	65
2.6 NETWORK VIRTUALIZATION.....	66
2.7 ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΕΙΚΟΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ	70
2.8 ΒΑΣΙΚΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΙΚΟΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	74
2.9 STORAGE VIRTUALIZATION	78
2.10 SERVER VIRTUALIZATION	82
2.10.1 Full virtualization	84
2.10.2 Paravirtualization.....	86
2.10.3 OS Virtualization	88
2.10.4 Native Virtualization	90
Κεφάλαιο 3. Ποσοτικοποίηση ενεργειακού κέρδους μεθόδων virtualization	92
3.1 Βαθμοί ελευθερίας στην ενεργειακή απόδοση.....	100
3.2 Δυναμικές αρχές διαχείρισης ενέργειας	102
3.3 Υπολογισμός εξοικονόμησης ενέργειας από την αποϋλοποίηση	108
3.3.1 Παράδειγμα υπολογισμού εξοικονόμησης ενέργειας για εφαρμογή Server Consolidation σε επιχείρηση	112

3.3.2 Η μονάδα μέτρησης Power Usage effectiveness (PUE).....	116
Κεφάλαιο 4. Εφαρμογές Απούλοποίησης	119
4.1 Aegis Media – Αγγλία.....	119
4.2 Hellenic Seaways.....	123
4.3 Sollar Cells Hellas	132
4.4 Attrattivo	141
Συμπεράσματα	154
Βιβλιογραφία	156

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1 Απεικόνιση Data Center.....	21
Σχήμα 2 “Φάρμα” της Apple για τροφοδοσία Data Center από ηλιακούς συλλέκτες.....	24
Σχήμα 3 Τερματικοί Servers.....	26
Σχήμα 4 πιστοποίηση 80 Plus.....	32
Σχήμα 5 Ενεργειακές Ανάγκες ενός Data Center.....	36
Σχήμα 6 Hot-aisle/Cold- aisle.....	37
Σχήμα 7 το MySpace αποσύρει αρκετούς από τους διακομιστές του.....	40
Σχήμα 8 Ανακύκλωση Η/Υ.....	42
Σχήμα 9 Υποδομή VoIP.....	48
Σχήμα 10 Πλεονεκτήματα του Virtualization.....	54
Σχήμα 11 Virtual Machines μέσα σε φυσικό server.....	57
Σχήμα 12 Ιστορία του Virtualization.....	61
Σχήμα 13 Physical/Virtual Networks.....	66
Σχήμα 14 Host Virtualization.....	72
Σχήμα 15 Απεικόνιση VPN.....	75
Σχήμα 16 Απεικόνιση vlan.....	76
Σχήμα 17 Απεικόνιση Overlay Δικτύου.....	77
Σχήμα 18 Πλεονεκτήματα του Storage Virtualization.....	80
Σχήμα 19 Server Virtualization.....	82
Σχήμα 20 Server Virtualization.....	83
Σχήμα 21 Full Virtualization.....	85

Σχήμα 22 Paravirtualization.....	86
Σχήμα 23 OS Virtualization.....	88
Σχήμα 24 Native Virtualization.....	90
Σχήμα 25 Η κατανάλωση ενέργειας σε ένα τυπικό κέντρο δεδομένων Neil Rasmussen	93
Σχήμα 26 Ένα πρότυπο κέντρο δεδομένων (Green IT Συμβούλιο Προώθησης).....	94
Σχήμα 27 Ενεργειακή κατανομή σε ένα τυπικό κέντρο δεδομένων.....	95
Σχήμα 28 Εξάπλωση υποδομών ανά έτος	97
Σχήμα 29 Συγκριτικός πίνακας προτίμησης φυσικών και εικονικών διακομιστών	99
Σχήμα 30 Round Robin and Backfill Scheduling.....	106
Σχήμα 31 Αποτελεσματικότητα Χρήσης Ενέργειας.....	117
Σχήμα 32 Πλεονεκτήματα του Virtualization σύμφωνα με τις επιχειρήσεις.....	152

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 Κατανάλωση Ενέργειας σε Κυψελοειδές Δίκτυο.....	34
Πίνακας 2 Κατανάλωση ενέργειας σε Σταθμούς Βάσης 1995-2000.....	35
Πίνακας 3 Συγκριτικός πίνακας κατανάλωσης ενέργειας ανάμεσα σε LED, LCD και CRT οθόνες.....	41
Πίνακας 4 Παραγωγή και Ανακύκλωση των e-αποβλήτων για την περίοδο 2000-2012.....	45
Πίνακας 5 Σύγκριση VoIP και PSTN.....	51
Πίνακας 6 Μεταβλητές μεθοδολογίας TCO/ROI.....	110
Πίνακας 7 Μεταβλητές μεθοδολογίας TCO/ROI.....	112
Πίνακας 8 Αποτελέσματα αποϋλοποίησης Aegis Media.....	122
Πίνακας 9 Συνολική κατανάλωση ενέργειας διακομιστών πριν την χρήση virtualization.....	125
Πίνακας 10 εξοικονόμηση κόστους από την μείωση κατανάλωσης ενέργειας και αναγκών ψύξης.....	125
Πίνακας 11 Εξοικονόμηση κόστους ROI βάσει ζετίας.....	128

Πίνακας 12	Σημαντικά Οικονομικά Αποτελέσματα.....	129
Πίνακας 13	Υπάρχων Εξοπλισμός σε Διακομιστές.....	129
Πίνακας 14	Προτεινόμενος Εξοπλισμός.....	130
Πίνακας 15	Υπάρχων Εξοπλισμός σε Διακομιστές.....	130
Πίνακας 16	Προτεινόμενος Εξοπλισμός.....	131
Πίνακας 17	Target Servers.....	131
Πίνακας 18	Συντήρηση Λογισμικού.....	131
Πίνακας 19	Εξοικονόμηση κόστους ROI βάσει 3 ετίας.....	136
Πίνακας 20	Σημαντικά Οικονομικά Αποτελέσματα.....	137
Πίνακας 21	Υπάρχων Εξοπλισμός σε Διακομιστές.....	137
Πίνακας 22	Προτεινόμενος Εξοπλισμός.....	138
Πίνακας 23	Υπάρχων Εξοπλισμός Διακομιστών.....	139
Πίνακας 24	Προτεινόμενος Εξοπλισμός.....	139
Πίνακας 25	Κόστος Παροχής Υπηρεσιών.....	140
Πίνακας 26	Συντήρηση Λογισμικού.....	140
Πίνακας 27	Εξοικονόμηση κόστους ROI βάσει 3ετίας.....	145
Πίνακας 28	Οικονομικά αποτελέσματα.....	146
Πίνακας 29	Υπάρχων εξοπλισμός.....	146
Πίνακας 30	Προτεινόμενος Εξοπλισμός.....	147
Πίνακας 31	Υπάρχων Εξοπλισμός.....	148
Πίνακας 32	Προτεινόμενος εξοπλισμός.....	148
Πίνακας 33	Κοστος παροχής υπηρεσιών.....	148
Πίνακας 34	Συντηρηση Λογισμικού.....	149
Πίνακας 35	Ποσοστό επιχειρήσεων που έχουν εφαρμόσει ή σκέφτονται να εφαρμόσουν απούλοποίηση των διακομιστών.....	151
Πίνακας 36	Ποσοστό τύπου virtualization από επιχειρήσεις.....	151
Πίνακας 37	Γιατί οι μικρές επιχειρήσεις θεωρούν σημαντική την απούλοποίηση των διακομιστών.....	153
Πίνακας 38	Συνοπτικός πίνακας για μικρές και μεγάλες επιχειρήσεις.....	157

Εισαγωγή

Η αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας η οποία παρατηρείται τις τελευταίες δεκαετίες, προκαλεί την υποχώρηση των παγετώνων , τη μείωση των πάγων της Αρκτικής, καθώς και την άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Επίσης, συνδέεται με αλλαγές στις καιρικές συνθήκες, με την αύξηση των βροχών σε ορισμένες περιοχές, τη μείωση σε άλλες και την αύξηση των θυελλών (ακραία καιρικά φαινόμενα). Αυτό είναι πιθανό να οδηγήσει σε αλλαγές στη γεωργία, την ύδρευση και εξαφανίσεις εκτάσεων.

Οι δύο μεγάλες αντιδράσεις στην υπερθέρμανση του πλανήτη είναι η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και η προσαρμογή των ανθρώπινων δραστηριοτήτων προς αυτή τη κατεύθυνση. Η κύρια διεθνής συμφωνία για την καταπολέμηση της υπερθέρμανσης του πλανήτη είναι το Πρωτόκολλο του Κυότο (11/12/1997), το οποίο έχει ως στόχο τη σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου. Η κύρια μέθοδος που εξετάζεται για την εφαρμογή της συνθήκης είναι το εμπόριο εκπομπών ρύπων με τις εταιρείες να αγοράζουν πιστώσεις ώστε να εκπέμπουν σε μια αγορά, εντός ενός ορίου που καθορίζεται από την κυβέρνηση της εκάστοτε χώρας.

Σε αυτό το πλαίσιο είναι πολύ σημαντικό να μπορούν να μετρηθούν οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από τις δραστηριότητες που σχετίζονται με τις ΤΠΕ (Τεχνολογίες Πληροφορικής & Επικοινωνιών) καθώς επίσης και να αναζητούνται τρόποι για να επιτευχθεί η μείωση τους.

Η περιβαλλοντική βιωσιμότητα περιλαμβάνει κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές δομές. Ένα καλό παράδειγμα αυτού είναι τα ζητήματα γύρω από την αλλαγή του κλίματος και την υπερθέρμανση του πλανήτη, ειδικά με την αναμενόμενη μακροπρόθεσμη σημαντική αύξηση της μέσης θερμοκρασίας σε όλο τον κόσμο. Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC) ανέφερε ότι κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα, η θερμοκρασία έχει αυξηθεί λόγω της αύξησης των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου. Αυτό είναι πιο πιθανό να οφείλεται στην ανθρώπινη δραστηριότητα («ανθρωπογενείς παράγοντες»).[45]

Το κύριο ανθρωπογενές αέριο του θερμοκηπίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), με αύξηση των συγκεντρώσεων που οφείλονται στην καύση ορυκτών καυσίμων και την αποψίλωση των δασών (deforestation). Αυτά που σχετίζονται με τις ΤΠΕ, είναι κυρίως η καύση των ορυκτών καυσίμων, όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο στους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρισμού, ο οποίος στη συνέχεια χρησιμοποιείται στην πληροφορική και τις τηλεπικοινωνίες. Επιπλέον στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος συνεισφέρουν και όλες οι διεργασίες των κλάδων ΤΠΕ, οι οποίες καταναλώνουν φυσικούς πόρους, όπως π.χ. η χρήση τεράστιων ποσοτήτων νερού, κατά την διαδικασία παραγωγής ολοκληρωμένων κυκλωμάτων (chips).

Το Green ICT ή Πράσινες Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών είναι η μελέτη και η πρακτική της χρήσης ηλεκτρονικών υπολογιστών και τηλεπικοινωνιών κατά τρόπο που να μεγιστοποιεί το θετικό όφελος του περιβάλλοντος και να ελαχιστοποιεί τις αρνητικές επιπτώσεις. Η ενεργειακή απόδοση του

εξοπλισμού είναι μια σημαντική ανησυχία του Green ICT, αλλά και η ενέργεια που ενσωματώνεται στον εξοπλισμό και η χρήση των υλικών και ο τρόπος που ανακυκλώνονται. Το Green ICT επιδιώκει να καθοδηγήσει την τεχνολογική υλοποίηση με τις αποδεκτές πρακτικές διαχείρισης, για την υποστήριξη της αλληλεπίδρασης των επιχειρήσεων. [2] Συνήθως, προτείνονται τρόποι για την χρήση των ΤΠΕ με στόχο τη μείωση των υλικών και της ενέργειας, όπως η υποκατάσταση των μετακινήσεων με τις ηλεκτρονικές επικοινωνίες.[1],[2]

Το ενδιαφέρον μας για το Green ICT ως μια αναδυόμενη φιλοσοφία με επίκεντρο τη μέριμνα για τη βιώσιμη ανάπτυξη, μας ώθησε να ξεκινήσουμε αυτή την έρευνα. Στην παρούσα εργασία είναι υπό εξέταση ο τρόπος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί η πράσινη τεχνολογία ICT για τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων της χρήσης συστημάτων ΤΠΕ σε επιχειρήσεις.

Η εργασία δομείται σε 2 θεματικά μέρη, τα οποία αποτελούνται από 4 κεφάλαια. Αυτά περιγράφονται ως εξής:

Στο πρώτο μέρος, το οποίο περιλαμβάνει και το πρώτο κεφάλαιο αναφερόμαστε στις πράσινες μεθόδους τις οποίες θα μπορεί να ακολουθήσει μια επιχείρηση για να μειώσει την ενεργειακή της κατανάλωση, και κατ' επέκταση το αποτύπωμα του CO₂. Στο εν λόγω κεφάλαιο αναφέρονται παράγοντες που αφορούν στο hardware, όπως οθόνες και κάρτες γραφικών, η αναβάθμιση τμημάτων υπολογιστών (μακροζωία υπολογιστών), τρόποι αποθήκευσης δεδομένων, ακόμη και μέθοδοι ψύξης κέντρων δεδομένων. Αντίστοιχα, γίνεται ανάλυση που αφορά και σε στοιχεία

software υπό το πρίσμα της ανάπτυξης λογισμικού και βελτιστοποίησής του, πάντοτε με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας. Στο ίδιο πλαίσιο αναφερόμαστε στην ανακύκλωση των υλικών και στη σημασία της συγκεκριμένης διαδικασίας όταν πρόκειται για επιβλαβή υλικά προερχόμενα από ηλεκτρονικές συσκευές. Τέλος, γίνεται λόγος για την τηλεργασία και την τηλεφωνία μέσω διαδικτύου.

Το δεύτερο μέρος της εργασίας αποτελείται από 3 κεφάλαια (κεφάλαιο 2, 3, 4) στα οποία δίνεται έμφαση στην έννοια της αποϋλοποίησης.

Στο Κεφάλαιο 2, γίνεται μια θεωρητική προσέγγιση της έννοιας αποϋλοποίηση με ορισμό, ιστορική αναδρομή και αναλυτική περιγραφή μορφών και μεθόδων. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην μέθοδο Server Virtualization, ο οποίος αναλύεται περαιτέρω.

Στο Κεφάλαιο 3, αφού έχουμε ήδη περιγράψει θεωρητικά την έννοια, γίνεται προσπάθεια να προσεγγιστεί το κέρδος των μεθόδων της αποϋλοποίησης. Μετά από αναλυτική περιγραφή ενός data center και των στοιχείων που το απαρτίζουν αναλύεται η μεθοδολογία υπολογισμού της μείωσης στο **Συνολικό Κόστος Κτήσης (Total Cost of Ownership - TCO)** και της **απόσβεσης της επένδυσης (Return on Investment - ROI)** από την εφαρμογή τεχνικών Virtualization. Με χρήση Virtualization, υποτίθεται ότι όλο το νέο hardware αγοράζεται στην αρχή της υλοποίησης του έργου, και συνεπώς όλα τα κόστη σε hardware απορροφώνται στον πρώτο χρόνο. Αντιστοίχως, υπολογίζεται και η εξοικονόμηση ισχύος και ψύξης.

Στο κεφάλαιο 4, παρουσιάζονται πραγματικές εφαρμογές αποϋλοποίησης σε επιχειρήσεις (μελέτες περίπτωσης), με τα

ενεργειακά και όχι μόνο οφέλη τους. Ένα από τα παραδείγματα η εταιρία Hellenic Seaways, η οποία με συγκεκριμένες κινήσεις κατάφερε να μειώσει την ενεργειακή κατανάλωση στο ποσοστό του 72,74%. Τα στοιχεία αποτελούν πραγματικά μεγέθη από την εταιρία Byte, η οποία ειδικεύεται στην παροχή ολοκληρωμένων λύσεων πληροφορικής και επικοινωνιών.

Μέσω της παραπάνω δομής στοχεύουμε να προσεγγίσουμε αρχικά την έννοια του GREEN ICT και έπειτα τις επιπτώσεις των Τεχνολογιών Πληροφορικής & Επικοινωνιών στις μικρές και μεγάλες επιχειρήσεις, αποδεικνύοντας πως η χρήση τέτοιων μεθόδων εξυπηρετεί τόσο την προστασία του περιβάλλοντος όσο και την επιχείρηση αυτή καθ’αυτή.

Κεφάλαιο 1. Green ICT – Πράσινες ΤΠΕ

Σκοπός του πρώτου κεφαλαίου είναι η κατανόηση των παραγόντων που συμβάλουν στην χρήση πράσινων τεχνολογιών στον τομέα των επιχειρήσεων, με στόχο τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και συνεπώς του ανθρακικού (CO₂) αποτυπώματος. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού, δίνεται αρχικά ο ορισμός των Πράσινων Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών και γίνεται αναφορά στο ποσοστό κατανάλωσης ενέργειας των ΤΠΕ ανά τον κόσμο. Έπειτα, γίνεται ανάλυση των παραγόντων σε επίπεδο υλικού (μακροζωία υπολογιστών, τροφοδοσία σε σταθμούς βάσης και κέντρα δεδομένων, αποθηκευτικά μέσα, κάρτες γραφικών και οθόνες) καθώς και των μεθόδων ψύξης κέντρων δεδομένων με προτεινόμενες αρχιτεκτονικές. Στην συνέχεια, γίνεται ανάλυση σε επίπεδο software όπως είναι η χρήση κατάλληλων αλγορίθμων, η τεχνολογία αποϋλοποίησης και η υποστήριξη των λειτουργικών συστημάτων για την μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας. Τέλος, γίνεται αναφορά στην τηλεργασία και την τηλεφωνία μέσω διαδικτύου (VoIP) καθώς επίσης και η συμβολή τους τόσο στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας όσο και των λειτουργικών εξόδων των επιχειρήσεων.

1.1 Ορισμός Πράσινων ΤΠΕ

Οι πράσινες τεχνολογίες των πληροφοριών και επικοινωνιών (Πράσινες ΤΠΕ) περιλαμβάνουν την μελέτη και τη πρακτική της περιβαλλοντικά βιώσιμης πληροφορικής και των επικοινωνιών. Ο San Murugesan σημειώνει ότι αυτό μπορεί να περιλαμβάνει «το

σχεδιασμό, την κατασκευή, τη χρήση και τη διάθεση των ηλεκτρονικών υπολογιστών, των servers, και των συναφών υποσυστημάτων, όπως οθόνες, εκτυπωτές, συσκευές αποθήκευσης και δικτύωσης και τα συστήματα επικοινωνιών - αποδοτικά και αποτελεσματικά με ελάχιστη ή καμία επίπτωση στην περιβάλλον». [2]

Οι στόχοι των πράσινων υπολογιστών είναι παρόμοιοι με αυτούς της πράσινης χημείας, δηλαδή, η μείωση της χρήσης επικίνδυνων υλικών, η μεγιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης κατά την διάρκεια ζωής του προϊόντος, καθώς και η προώθηση της ανακύκλωσης ή βιοδιασπασιμότητας των προϊόντων και των αποβλήτων του εργοστασίου.

Πολλά εταιρικά τμήματα πληροφορικής έχουν λάβει πρωτοβουλίες για τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των δραστηριοτήτων τους. Οι πράσινες ΤΠΕ και οι υπηρεσίες τους, παρουσιάζουν ευκαιρίες για τον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, λόγω της μοναδικής ικανότητας να κάνουν την κατανάλωση ενέργειας και τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ορατές μέσα από τα προϊόντα και τις υπηρεσίες τους.

Η οικολογική πληροφορική ορίζεται [2] ως «η μελέτη και η πρακτική του σχεδιασμού, της κατασκευής, της χρήσης και της διάθεσης των ηλεκτρονικών υπολογιστών, servers, και υποσυστημάτων- όπως οθόνες, εκτυπωτές, συσκευές αποθήκευσης και δικτύωσης και συστήματα επικοινωνιών - αποτελεσματικά και αποδοτικά με ελάχιστη ή καμία επίπτωση στο περιβάλλον». Καθορίζονται τέσσερις κατευθύνσεις κατά τις οποίες θα πρέπει να αντιμετωπιστούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των υπολογιστών:

Πράσινη χρήση, πράσινη διάθεση, πράσινος σχεδιασμός, πράσινη κατασκευή. Η πράσινη πληροφορική μπορεί επίσης να αναπτύξει λύσεις που προσφέρουν οφέλη από την "ευθυγράμμιση όλων των διαδικασιών και πρακτικών IT με τις βασικές αρχές της αειφορίας, που είναι η μείωση, η επαναχρησιμοποίηση, η ανακύκλωση και η εξεύρεση καινοτόμων τρόπων για τη χρήση της πληροφορικής στις επιχειρηματικές διαδικασίες για να αποδοθούν τα οφέλη της βιωσιμότητας σε όλη την επιχείρηση και πέρα από αυτή.

Τα σύγχρονα συστήματα πληροφορικής βασίζονται σε ένα περίπλοκο μείγμα ανθρώπων, δικτύων και hardware. Ως εκ τούτου, μια πράσινη πρωτοβουλία πρέπει να καλύπτει όλους αυτούς τους τομείς. Μια λύση μπορεί επίσης να χρειαστεί να αντιμετωπίσει την ικανοποίηση του τελικού χρήστη, την αναδιάρθρωση της διαχείρισης, της κανονιστικής συμμόρφωσης, καθώς και την απόδοση της επένδυσης (ROI). Υπάρχουν επίσης σημαντικά δημοσιονομικά κίνητρα για τις επιχειρήσεις ώστε να αναλάβουν τον έλεγχο της δικής τους κατανάλωσης ενέργειας. "Από τα εργαλεία διαχείρισης ενέργειας που είναι διαθέσιμα, ένα από τα πιο ισχυρά μπορεί να εξακολουθεί να είναι η απλή κοινή λογική. "

1.2 Ενεργειακοί δείκτες συσκευών τηλεπικοινωνιακού δικτύου

Η κατανάλωση ενέργειας των ΤΠΕ , στις ΗΠΑ και σε όλο τον κόσμο , έχει υπολογιστεί αντίστοιχα στο 9,4 % και το 5,3 % της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται.[54] Η ενεργειακή κατανάλωση των τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών (ΤΠΕ)

είναι σήμερα σημαντική ακόμα και σε σύγκριση με άλλες βιομηχανίες. Πρόσφατα κάποια μελέτη προσπάθησε να προσδιορίσει τους βασικούς ενεργειακούς δείκτες που επιτρέπουν μια σχετική σύγκριση μεταξύ διαφορετικών συσκευών.[55] Η ανάλυση αυτή επικεντρώνεται στην βελτιστοποίηση της κατανάλωσης της συσκευής και του δικτύου στις τηλεπικοινωνίες. Ο στόχος ήταν να επιτρέψει την άμεση αντίληψη της σχέσης μεταξύ της τεχνολογίας δικτύου και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Αυτές οι μελέτες βρίσκονται σε αρχικό στάδιο και περαιτέρω έρευνα είναι απαραίτητη.

Η μελέτη αυτή παρουσίασε την άμεση σχέση της χρήσης των ΤΠΕ με την ενεργειακή κατανάλωση που έχει ως αποτέλεσμα τις επιπτώσεις στο περιβάλλον με τις εκπομπές CO₂.

1.3 Μακροζωία υπολογιστών

Η διαδικασία κατασκευής των PC αντιστοιχεί στο 70 % των φυσικών πόρων που χρησιμοποιούνται στον κύκλο ζωής ενός υπολογιστή. Η Fujitsu κυκλοφόρησε [3] μια αξιολόγηση του κύκλου ζωής ενός υπολογιστή desktop που δείχνουν ότι η κατασκευή και το τέλος ζωής αντιστοιχούν στο μεγαλύτερο ποσοστό του αποτυπώματος. Ως εκ τούτου η **μεγαλύτερη συνεισφορά** στην πράσινη πληροφορική είναι συνήθως για να **παρατείνει την διάρκεια ζωής του εξοπλισμού**. Επίσης, η κατασκευή ενός νέου PC προκαλεί ένα πολύ μεγαλύτερο ενεργειακό αποτύπωμα από την κατασκευή μιας νέας μονάδας μνήμης RAM για την αναβάθμιση ενός υπάρχοντος

1.4 Σχεδιασμός Data Center



Σχήμα 1 Απεικόνιση Data Center

(πηγή: <http://www.pgal.com/portfolio/ut-md-anderson-cpb-data-center/>)

Οι εγκαταστάσεις των κέντρων δεδομένων είναι μεγάλοι καταναλωτές ενέργειας, αντιπροσωπεύοντας μεταξύ 1,1 % και 1,5 % της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας του κόσμου το 2010. Το αμερικανικό υπουργείο ενέργειας εκτιμά [3] ότι οι εγκαταστάσεις του κέντρου δεδομένων του, καταναλώνουν από 100 έως 200 φορές περισσότερη ενέργεια από ό, τι τα συνήθη κτήρια γραφείων.

Ο ενεργειακά αποδοτικός σχεδιασμός κέντρων δεδομένων θα πρέπει να αντιμετωπίσει όλες τις πτυχές της χρήσης ενέργειας που περιλαμβάνεται σε ένα κέντρο δεδομένων: από τον εξοπλισμό πληροφορικής ως τον εξοπλισμό HVAC (heating, ventilating and air conditioning) για την πραγματική θέση, τη διαμόρφωση και την κατασκευή του κτιρίου.

Το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ ορίζει [3] πέντε βασικούς τομείς στους οποίους θα επικεντρωθεί ο ενεργειακά αποδοτικός σχεδιασμός στα κέντρα δεδομένων:

- Συστημάτων τεχνολογίας των πληροφοριών (ΤΠ)
- Περιβαλλοντικές συνθήκες
- Διαχείριση αέρα
- Συστήματα ψύξης
- Ηλεκτρικά συστήματα

Πρόσθετες ενεργειακά αποδοτικές δυνατότητες σχεδιασμού που καθορίζονται από το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ περιλαμβάνουν τις εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και την ανακύκλωση των αποβλήτων θερμότητας.

Ο ενεργειακά αποδοτικός σχεδιασμός κέντρων δεδομένων θα πρέπει να συμβάλει στην καλύτερη αξιοποίηση του χώρου, καθώς και την αύξηση των επιδόσεων και της αποτελεσματικότητας.

1.5 Ανάπτυξη λογισμικού και βελτιστοποίηση

1.5.1 Αλγοριθμική απόδοση

Η απόδοση των αλγορίθμων έχει αντίκτυπο στο ύψος των πόρων πληροφορικής που απαιτούνται για κάθε συγκεκριμένη λειτουργία υπολογιστών και υπάρχουν πολλοί συμβιβασμοί απόδοσης

στα προγράμματα εγγραφής. Οι αλλαγές στους αλγόριθμους, όπως η μετάβαση από έναν αργό (π.χ. γραμμικό) αλγόριθμο αναζήτησης σε ένα γρήγορο αλγόριθμο αναζήτησης μπορεί να μειώσει τη χρήση των πόρων για ένα συγκεκριμένο έργο από μια σημαντική τιμή, σχεδόν στο μηδέν. Μια μελέτη από έναν φυσικό [3] στο Χάρβαρντ, εκτιμά ότι η μέση αναζήτηση στο Google εκλύει 7 γραμμάρια διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Ωστόσο, η Google αμφισβητεί το ποσοστό αυτό, υποστηρίζοντας [3] αντίθετα ότι μια τυπική αναζήτηση παράγει μόνο 0,2 γραμμάρια CO₂.

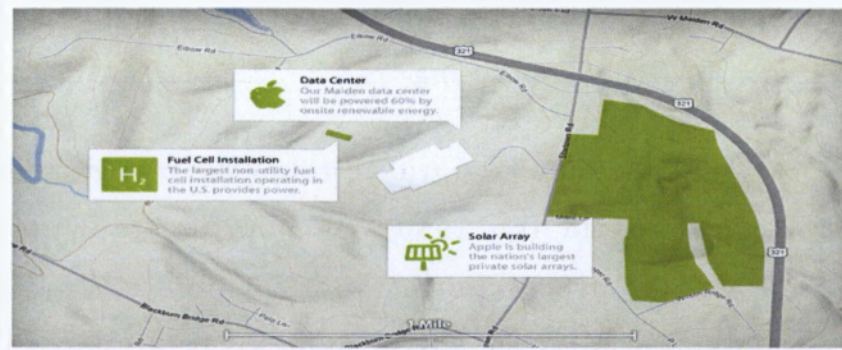
1.5.2 Κατανομή των πόρων

Οι αλγόριθμοι μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τα δεδομένα της διαδρομής σε κέντρα δεδομένων, όπου η ηλεκτρική ενέργεια είναι λιγότερο δαπανηρή. Ερευνητές από το MIT, το Carnegie Mellon University, και το Akamai έχουν δοκιμάσει έναν αλγόριθμο κατανομής ενέργειας που με επιτυχία κατευθύνει την κίνηση στη θέση με το φθηνότερο κόστος ενέργειας. Οι ερευνητές προβλέπουν [3] έως και 40 τοις εκατό εξοικονόμηση στο κόστος ενέργειας, με τους προτεινόμενους αλγόριθμους. Ωστόσο, αυτή η προσέγγιση δεν μειώνει πραγματικά το ποσό της ενέργειας που χρησιμοποιείται. Μειώνει μόνο το κόστος για την εταιρεία και τη χρήση τους. Παρ'όλα αυτά, μια ανάλογη στρατηγική θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να κατευθύνει την κίνηση ώστε να βασίζεται στην ενέργεια που παράγεται με έναν πιο φιλικό προς το περιβάλλον ή αποτελεσματικό τρόπο. Μια παρόμοια προσέγγιση έχει χρησιμοποιηθεί επίσης για να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας κατά τη δρομολόγηση της κυκλοφορίας μακριά από τα κέντρα

δεδομένων που βιώνουν ζεστό καιρό. Αυτό επιτρέπει στους υπολογιστές να κλείσουν ώστε να αποφευχθεί η χρήση κλιματισμού.

Τα μεγαλύτερα κέντρα εξυπηρετητών βρίσκονται μερικές φορές σε μέρη που η ενέργεια και η γη είναι φθηνή και άμεσα διαθέσιμη.

Η τοπική διαθεσιμότητα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, κλίμα που επιτρέπει στον εξωτερικό αέρα να χρησιμοποιηθεί για την ψύξη, ή η τοποθέτηση τους σε σημεία όπου η θερμότητα που παράγουν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άλλους σκοπούς, θα μπορούσαν να αποτελούν παράγοντες στις αποφάσεις πράσινης χωροθέτησης.



Σχήμα 2 “Φάρμα” της Apple για τροφοδοσία Data Center από ηλιακούς συλλέκτες

(Πηγή: <http://www.iclarified.com/entry/index.php?enid=22034>)

Τελευταίο παράδειγμα η εταιρία Apple που πήρε το 2012 την άδεια να χτίσει μια “φάρμα” από ηλιακούς συλλέκτες (βλέπε Σχήμα 2) ώστε να τροφοδοτεί κέντρο δεδομένων με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η “φάρμα” θα παράγει 20

Megawatt ενέργειας και θα είναι αρκετά ώστε να τροφοδοτήσουν το 60% του κέντρο δεδομένων. [4]

1.5.3 Virtualization

Ο όρος “computer virtualization” (αποϋλοποίηση) αναφέρεται στην άντληση των πόρων του υπολογιστή, όπως η διαδικασία της λειτουργίας δύο ή περισσότερων λογικών συστημάτων πληροφορικής σε ένα σύνολο από φυσικό υλικό (hardware). Με την αποϋλοποίηση, ο διαχειριστής του συστήματος θα μπορούσε να συνδυάσει πολλά φυσικά συστήματα σε εικονικές μηχανές δημιουργώντας ένα ενιαίο, ισχυρό σύστημα, αποσυνδέοντας το πρωτότυπο υλικό και μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας και ψύξης. Η αποϋλοποίηση μπορεί να βοηθήσει στη κατανομή των εργασιών, έτσι ώστε οι διακομιστές να είναι είτε απασχολημένοι ή να τεθούν σε κατάσταση χαμηλής κατανάλωσης. Πολλές εμπορικές επιχειρήσεις και projects ανοικτού κώδικα προσφέρουν σήμερα πακέτα λογισμικού για να επιτραπεί η μετάβαση στο virtual computing.

Η ιδέα προήλθε από τα λειτουργικά συστήματα mainframe της IBM στη δεκαετία του 1960, αλλά διατίθενται για υπολογιστές συμβατούς με x86 στη δεκαετία του 1990 και x64 στη δεκαετία του 2010. Η Intel Corporation και η AMD είχαν επίσης κατασκευάσει βελτιώσεις virtualization στο σύνολο εντολών x86 σε κάθε μία από τις σειρές CPU προϊόντων τους, προκειμένου να διευκολυνθεί η δημιουργία εικονικών υπολογιστών. Με την πάροδο των χρόνων η ανάγκη για μεγαλύτερη υπολογιστική ισχύ συνεχώς αυξανόταν. Παράλληλα, η πρόοδος της τεχνολογίας καθιστούσε δυνατή την

κατασκευή δυνατότερων servers. Σήμερα έχουμε περάσει στην αποϋλοποίηση του συνόλου εντολών x64 (επέκταση του συνόλου εντολών της αρχιτεκτονικής x86 για την υποστήριξη υπολογισμών 64 bit). Δεδομένου ότι οι servers γίνονται όλο και πιο ισχυροί, η πλατφόρμα x64 ταιριάζει εξαιρετικά με την αποϋλοποίηση του διακομιστή (server). Οι υψηλές επιδόσεις των επεξεργαστών x64 και η αυξημένη χωρητικότητα μνήμης των διακομιστών (servers) επιτρέπουν στην αποϋλοποίηση του server να επωφεληθεί από την ικανότητα επεξεργασίας. Προϊόντα αποϋλοποίησης διακομιστή, όπως το VMServer και το ESX Server[48] του VMware και το Microsoft Virtual Server 2005, επιτρέπουν την εκτέλεση ενός λειτουργικού x64 σαν το βασικό λειτουργικό σύστημα (host), και το VMServer υποστηρίζει επίσης λειτουργικά συστήματα x64 σαν δευτερεύοντα (guest). [47], [3]

1.5.4 Τερματικοί servers



Σχήμα 3 Τερματικοί servers

(Πηγή: http://www.bandalarga.net/index.php?option=com_content&view=article&id=136:thin-client-perguntas-frequentes&catid=3:informativos)

Οι τερματικοί servers έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί για την εξοικονόμηση ενέργειας. Όταν χρησιμοποιούν το σύστημα, οι χρήστες

σε ένα τερματικό έχουν συνδεθεί με έναν κεντρικό server. Όλη η επεξεργασία γίνεται στον server, αλλά ο τελικός χρήστης βλέπει το λειτουργικό σύστημα στο τερματικό. Αυτό μπορεί να συνδυαστεί με thin clients (υπολογιστές που βασίζονται σε άλλο υπολογιστή (τον server) για να εκπληρώσουν τις υπολογιστικές τους ανάγκες) , που χρησιμοποιούν μέχρι και το 1/8 του ποσού της ενέργειας της κανονικής εργασίας, με αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους και της κατανάλωσης ενέργειας. Η κατανάλωση ενέργειας στα τροφοδοτικά μιας συμβατικής μονάδας κυμαίνεται από 150 Watt έως 400 Watt ενώ στα περισσότερα Thin Clients η μέγιστη κατανάλωση δεν ξεπερνάει τα 5 Watt. Τα τελευταία χρόνια έχει υπάρξει μια αύξηση στη χρήση των υπηρεσιών τερματικού σταθμού με thin clients για τη δημιουργία εικονικών εργαστηρίων. Παραδείγματα λογισμικού τερματικού διακομιστή είναι το Terminal Services για Windows και το Linux Terminal Server Project (LTSP) για το λειτουργικό σύστημα Linux. [5]

1.6 Η διαχείριση ενέργειας

Το Advanced Configuration and Power Interface (ACPI), ένα ανοιχτό πρότυπο για τη βιομηχανία[3], επιτρέπει σε ένα λειτουργικό σύστημα να ελέγξει άμεσα τις πτυχές εξοικονόμησης ενέργειας του υποκείμενου υλικού του. Αυτό επιτρέπει σε ένα σύστημα την αυτόματη απενεργοποίηση εξαρτημάτων όπως οθόνες και σκληροί δίσκοι μετά από ορισμένες περιόδους αδράνειας. Επιπλέον, ένα σύστημα μπορεί να αδρανοποιηθεί, όταν οι περισσότερες συνιστώσες (συμπεριλαμβανομένης της CPU και της μνήμης RAM του συστήματος) απενεργοποιούνται. Το πρότυπο ACPI είναι ο διάδοχος σε ένα προηγούμενο πρότυπο της Intel - Microsoft που ονομάζεται

Προηγμένη Διαχείριση Ενέργειας, το οποίο επιτρέπει στο BIOS του υπολογιστή τον έλεγχο των λειτουργιών διαχείρισης ενέργειας.

Μερικά προγράμματα επιτρέπουν στο χρήστη να προσαρμόσει χειροκίνητα τις τάσεις που παρέχονται στη CPU, η οποία μειώνει την ποσότητα της θερμότητας που παράγεται και της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται *undervolting*. Μερικοί επεξεργαστές μπορούν αυτόματα να μειώσουν την τάση του επεξεργαστή ανάλογα με τον φόρτο εργασίας. Η τεχνολογία αυτή ονομάζεται "SpeedStep" σε επεξεργαστές Intel, "PowerNow !" / "Cool'n'Quiet" σε επεξεργαστές AMD , "LongHaul" για VIA επεξεργαστές, και "LongRun" στους επεξεργαστές Transmeta .

1.7 Ισχύς κέντρων δεδομένων

Τα κέντρα δεδομένων, τα οποία έχουν επικριθεί για την εξαιρετικά υψηλή ενεργειακή ζήτηση που απαιτούν, είναι ο πρωταρχικός στόχος για τους υποστηρικτές της πράσινης πληροφορικής. Τα κέντρα δεδομένων μπορεί ενδεχομένως να βελτιώσουν την απόδοση ενέργειας και την εξοικονόμηση χώρου, μέσω τεχνικών όπως η ενοποίηση συστημάτων αποθήκευσης και η αποϋλοποίηση. Πολλοί οργανισμοί έχουν αρχίσει να εξαλείφουν τους διακομιστές που υποχρησιμοποιούνται, γεγονός που οδηγεί σε χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας. Η ομοσπονδιακή κυβέρνηση των ΗΠΑ είχε θέσει ως ελάχιστο στόχο μείωσης το 10 % για τη χρήση ενέργειας στα data center μέχρι το 2011[3]. Με τη βοήθεια μιας υπεραποδοτικής τεχνολογίας ψύξης, η Google κατόρθωσε να μειώσει

την κατανάλωση ενέργειας έως 50 % αυτής του μέσου όρου του κλάδου[3].

1.8 Υποστήριξη του λειτουργικού συστήματος

Το κυρίαρχο λειτουργικό σύστημα των υπολογιστών desktop, το Microsoft Windows, έχει συμπεριλάβει χαρακτηριστικά διαχείρισης ενέργειας στις εκδόσεις του από τα Windows 95 και μετά. Αυτά που είχαν αρχικά προβλεφθεί είναι το stand-by (suspend-to-RAM) και μια κατάσταση χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας για την οθόνη. Οι επόμενες εκδόσεις των Windows πρόσθεσαν την αδρανοποίηση (suspend-to-disk) και υποστήριξη για το πρότυπο ACPI. Τα Windows 2000 ήταν το πρώτο NT λειτουργικό σύστημα που είχε συμπεριλάβει τη διαχείριση ενέργειας. Αυτό απαιτεί σημαντικές αλλαγές στην βασική αρχιτεκτονική του λειτουργικού συστήματος και ένα νέο μοντέλο οδήγησης υλικού. Τα Windows 2000 εισήγαγαν επίσης την πολιτική ομάδας, μια τεχνολογία που επέτρεψε στους διαχειριστές να ρυθμίζουν κεντρικά περισσότερα χαρακτηριστικά των Windows. Ωστόσο, η διαχείριση ενέργειας δεν ήταν ένα από αυτά τα χαρακτηριστικά. Αυτό είναι πιθανώς επειδή ο σχεδιασμός στις ρυθμίσεις διαχείρισης ενέργειας εξαρτάται από ένα σύνολο συνδεδεμένων ανά χρήστη και ανά υπολογιστή δυαδικών τιμών μητρώου, αφήνοντας σε κάθε χρήστη τη ρύθμιση των παραμέτρων διαχείρισης ενέργειας .

Αυτή η προσέγγιση, η οποία δεν είναι συμβατή με την πολιτική ομάδας των Windows, επαναλήφθηκε στα Windows XP. Οι

λόγοι για την απόφαση αυτή του σχεδιασμού από τη Microsoft, δεν είναι γνωστοί, και έχουν οδηγήσει σε έντονες επικρίσεις. Η Microsoft έκανε σημαντική βελτίωση στα Windows Vista στον επανασχεδιασμό του συστήματος διαχείρισης ισχύος για να επιτραπεί η βασική διαμόρφωση από την πολιτική ομάδα. Η υποστήριξη που παρέχεται περιορίζεται σε μία πολιτική ανά υπολογιστή. Τα Windows 7 διατηρούν αυτούς τους περιορισμούς, αλλά δεν περιλαμβάνουν βελτιώσεις για την διαχείριση ισχύος επεξεργαστή, τη φωτεινότητα της οθόνης και το timer coalescing, δηλαδή την ομαδοποίηση των low-level λειτουργιών του λειτουργικού συστήματος δημιουργώντας μικρές περιόδους ανενεργού χρόνου, που επιτρέπει στον επεξεργαστή να εισέρχεται σε κατάσταση χαμηλής λειτουργίας πιο συχνά. Η πιο σημαντική αλλαγή στα Windows 7 είναι στην εμπειρία του χρήστη. Η ανάδειξη της προκαθορισμένης παροχής ενέργειας υψηλής απόδοσης έχει μειωθεί, με στόχο την ενθάρρυνση των χρηστών για την εξοικονόμηση ενέργειας.

Υπάρχει μια σημαντική ξεχωριστή αγορά για λογισμικό διαχείρισης ενέργειας του υπολογιστή προσφέροντας δυνατότητες πέραν εκείνων που υπάρχουν στο λειτουργικό σύστημα των Windows. Τα περισσότερα προϊόντα προσφέρουν δυνατότητα ενσωμάτωσης Active Directory και προηγμένες ρυθμίσεις per-user/per-machine με τα πιο εξελιγμένα μοντέλα παροχής ενέργειας, προγραμματισμένα μοντέλα παροχής ενέργειας και αναφορά χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας για επιχειρήσεις.

Σημαντικά εργαλεία διαχείρισης ενέργειας έχουν και άλλα λειτουργικά συστήματα όπως τα Linux τα οποία περιέχουν επιλογές όπως η αδρανοποίηση και η δυνατότητα ρυθμίσεων στο σκληρό





δίσκο, η κλιμάκωση της συχνότητας του επεξεργαστή όπως και στα Windows) καθώς επίσης και η δυνατότητα επιλογής της φωτεινότητας και αδρανοποίησης της οθόνης μετά από ορισμένο χρονικό διάστημα.

Πέραν όμως των υπολογιστών σήμερα, λειτουργικό σύστημα φέρουν και κινητές συσκευές (smartphones, PDAs και Tablets). Οι κινητές συσκευές χρησιμοποιούν λειτουργικά όπως Android και Windowsphone καθώς επίσης και iOS – για συσκευές της Apple. Τα ενεργειακά χαρακτηριστικά των λειτουργικών αυτών, πολλές φορές, είναι παρόμοια και εξαρτώνται κυρίως από την εμπειρία του χρήστη. Η εξοικονόμηση ενέργειας των κινητών συσκευών μπορεί να επιτευχθεί με τους παρακάτω τρόπους:

- Απενεργοποίηση των Bluetooth όταν δεν απαιτείται η χρήση τους.
- Απενεργοποίηση του WiFi όταν δεν υπάρχει πρόσβαση σε ασύρματο δίκτυο.
- Απενεργοποίηση των υπηρεσιών εντοπισμού και των αυτόματων ελέγχων των μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.
- Μείωση της φωτεινότητας της οθόνης.
- Απενεργοποίηση των δεδομένων (3G/4G).
- Απενεργοποίηση παλμικής ειδοποίησης.
- Απενεργοποίηση αυτόματου εντοπισμού ενημερώσεων.

Πέρα από της παραπάνω δυνατότητες, το κάθε λειτουργικό παρέχει εφαρμογές (applications) που περιορίζουν την περιττή κατανάλωση ενέργειας. Παραδείγματος χάριν, η εφαρμογή Battery Doctor από την Cheetah Mobile Inc. [49]

1.9 Τροφοδοσία Η/Υ

80 Plus Program – Efficiency Chart				
Load				
20%	80%	82%	85%	87%
50%	80%	85%	88%	90%
100%	80%	82%	85%	87%

Σχήμα 4 πιστοποίηση 80 Plus

(Πηγή: <http://www.pcoer.com/reviews/Cases-and-Cooling/Enermax-Liberty-ECO-500W-Power-Supply-Review/Efficiency-Differential-Tempe>)

Τα τροφοδοτικά ενός υπολογιστή desktop έχουν απόδοση περί το 75% και το υπόλοιπο ποσό ενέργειας γίνεται θερμότητα[3]. Ένα πρόγραμμα που ονομάζεται πιστοποίηση 80 Plus πιστοποιεί τα τροφοδοτικά που έχουν απόδοση τουλάχιστον 80 %. Από τον Ιούλιο του 2007, όλα τα νέα Energy Star 4.0 - πιστοποιημένα τροφοδοτικά desktop πρέπει να έχουν απόδοση τουλάχιστον 80 %. Η πιστοποίηση 80 plus είναι ένα σημαντικό βήμα που άλλαξε το σενάριο της βιομηχανίας τροφοδοτικών. Τα επίπεδα πιστοποίησης (Bronze, Silver, Gold και Platinum) ανέβασαν τον πήχη ακόμα περισσότερο. Τα τεστ που έδωσαν αυτό το αποτέλεσμα διεξήχθησαν σε δωμάτιο με θερμοκρασία 23 °C.[50]

1.9.1 Τροφοδοσία τηλεπικοινωνιακών υποδομών.

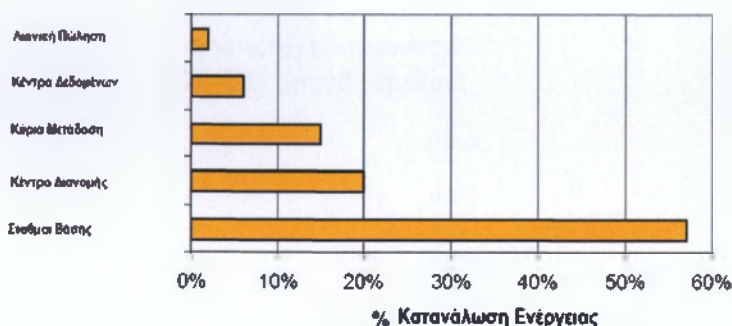
Οι σταθμοί βάσης (Base Stations) κεραιών κινητής τηλεφωνίας χρησιμοποιούν ραδιοκύματα για τη σύνδεση φορητών συσκευών στο δίκτυο, δίνοντας τη δυνατότητα στους χρήστες να λαμβάνουν υπηρεσίες. Αποτελούνται από τρία κύρια στοιχεία:

- Μια ή πολλές κεραιές για να στέλνουν και να λαμβάνουν ραδιοφωνικά σήματα.
- Μια δομή υποστήριξης, δηλαδή ένα κτίριο ή ένα στύλο για να κρατήσει τις κεραιές στον αέρα.
- Εξοπλισμό για την τροφοδοσία του σταθμού βάσης, που στεγάζεται σε προστατευτικά ντουλάπια.[51]

Ο αρχικός σχεδιασμός για την τροφοδοσία των σταθμών βάσεις και των αναμεταδοτών κινητής τηλεφωνίας είχε σαν πηγή ενέργειας ένα διπλό ζεύγος κινητήρων DC με σκοπό να χρησιμοποιηθεί ο εφεδρικός κινητήρας αν προέκυπτε βλάβη στον βασικό. Αν και αυτός ο τρόπος προσέφερε συνεχή παροχή ενέργειας μειονεκτούσε στη συντήρηση καθώς οι σταθμοί έπρεπε να εφοδιάζονται σε τακτά χρονικά διαστήματα με καύσιμα αλλά και να συντηρούνται για την σωστή λειτουργία τους. Αυτό δεν ήταν τόσο απλό καθώς οι σταθμοί πολλές φορές είναι τοποθετημένοι σε απομακρυσμένες περιοχές με δύσκολη πρόσβαση έτσι η συντήρηση του συστήματος ήταν πολύ δαπανηρή για τις εταιρίες κινητής τηλεφωνίας. Με τον αριθμό των πελατών να αυξάνεται είχαμε αύξηση των σταθμών και του κόστους συντήρησης τους και καθώς αυξανόταν συνεχώς η τιμή του πετρελαίου και των παραγώγων του η

τροφοδότηση των σταθμών γινόταν ασύμφορη. Πέρα από το μεγάλο οικονομικό κόστος η επιβάρυνση με τόνους διοξειδίου του άνθρακα αποτελούσε ένα σοβαρότατο οικολογικό πρόβλημα. Ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες όπως η Ινδία όπου βρίσκονται 250.000 σταθμοί βάσης και μέσα στην επόμενη διετία προβλέπεται μέχρι το 2015 να φτάσουν τις 500.000. Βάσει υπολογισμών οι σταθμοί βάσης στην Ινδία καταναλώνουν 530.000.000 γαλόνια πετρέλαιο ανά μήνα δηλαδή εκπέμπουν 5,3 εκατομμύρια τόνους CO₂ το χρόνο. Στο παρακάτω σχήμα καταγράφεται συγκριτικά το ποσοστό κατανάλωσης ενέργειας ανάμεσα σε κέντρα δεδομένων, κύρια μετάδοση, κέντρα διανομής, λιανική πώληση και σταθμούς βάσης σε ένα κυψελωτό δίκτυο κινητής τηλεφωνίας.[52]

Κατανάλωση Ενέργειας σε Κυψελωτός Δίκτυο



Πίνακας 1 Κατανάλωση Ενέργειας σε Κυψελωτός Δίκτυο

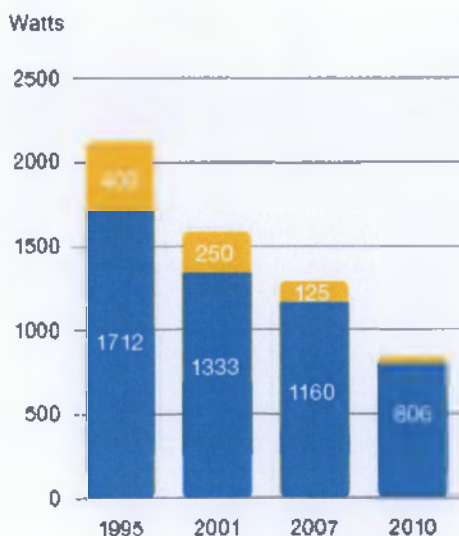
(Πηγή:http://oceanis.lib.teipir.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/766/hlg_00659.pdf?sequence=1)

Όπως βλέπουμε η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας γίνεται στους σταθμούς βάσης με το ποσοστό να φτάνει στο 60%. Η προφανής λύση είναι να χρησιμοποιηθούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με σκοπό την μείωση του κόστους αλλά και των εκπομπών CO₂. Η κατανάλωση ενέργειας του σταθμού βάσης πρέπει να μειωθεί

έτσι ώστε να είναι πιο εύκολη η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση πιο αποδοτικών ηλεκτρονικών με αυξημένες ανοχές στην θερμοκρασία άρα και μικρότερη ανάγκη κλιματισμού. Μια μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί με την προσθήκη στους σταθμούς συστημάτων stand by τα οποία μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση του σταθμού από 40% μέχρι και 60%. Με αυτούς τους τρόπους η κατανάλωση των σταθμών βάσης έχει μειωθεί από 3KW κατά μέσο όρο πριν λίγα χρόνια σε 700W-1000W. [52]

Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε την μείωση που έχει σημειωθεί μέσα σε διάστημα δεκαπενταετίας από το 1995 μέχρι το 2010 στην κατανάλωση ενέργειας των σταθμών βάσης (1995-2112 Watts, 2001-1583 Watts, 2007-1285 Watts και 2010-806 Watts) [52]

Κατανάλωση ενέργειας σε Σταθμούς Βάσης 1995-2000



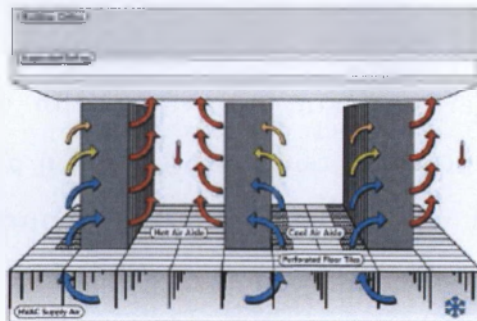
Πίνακας2 Κατανάλωση ενέργειας σε Σταθμούς Βάσης 1995-2000

(Πηγή:http://oceanis.lib.teipir.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/766/hig_00659.pdf?sequence=1)

Στην Ελλάδα όπου η χρήση φωτοβολταϊκών ευνοείται από τη συνεχή ηλιοφάνεια, οι εταιρείες κινητής τηλεφωνίας άρχισαν να χρησιμοποιούν μαζικά ΑΠΕ με πρώτη την Vodafone το 2006 που είχε 125 σταθμούς βάσεις με ΑΠΕ και κυψέλες καυσίμου και με αυτό τον τρόπο μείωσε τις εκπομπές CO2 περίπου κατά 8.000 τόνους.[52]

1.9.2 Μέθοδοι ψύξης Κέντρων Δεδομένων

Ease Data Center Power Needs



- Server power requirements and costs are growing
 - ✓ \$759 and 355W saved per workload over 3 years
- Heat dissipation costs more than power consumption
 - ✓ \$949 and 444W saved per workload over 3 years

Σχήμα 5 Ενεργειακές Ανάγκες ενός Data Center

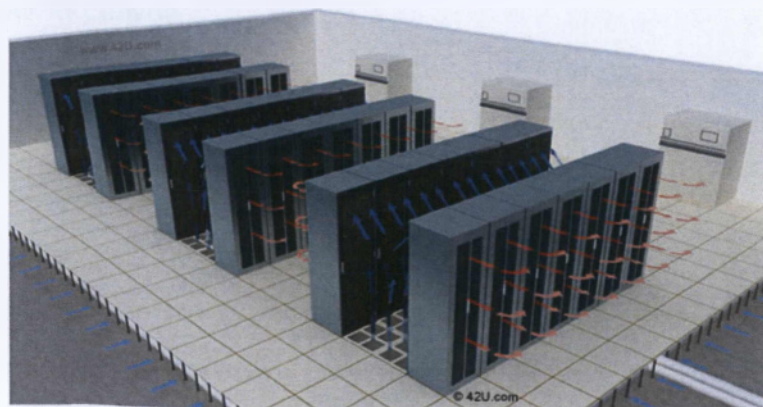
(Πηγή: http://www.vmware.com/pdf/tco_methodology.pdf)

Τα κέντρα δεδομένων έχουν θερμικές απώλειες, λόγω του ηλεκτρολογικού τους εξοπλισμού. Για χάριν απλότητας, εμείς θα ασχοληθούμε με την θερμότητα που παράγεται από τους servers, και όχι από όλα τα άλλα στοιχεία πληροφορικής ή παροχής ισχύος. Η θερμότητα που παράγεται σε ένα κέντρο δεδομένων πρέπει να διατηρείται στο χαμηλότερο δυνατό επίπεδο, για να υπάρχει η

μέγιστη αποδοτικότητα καθώς και το χαμηλότερο δυνατό κόστος ψύξης. Γι αυτό και μεγάλη σημασία δίνεται στον σχεδιασμό του κέντρου.[16]

Υπάρχουν κάποια κέντρα που χρησιμοποιούν το μάλλον απαρχαιωμένο **layout front-to-back**, όπου οι servers είναι ο ένας πίσω από τον άλλο, με αποτέλεσμα η θερμότητα που αποβάλλεται από τον ένα server να μπαίνει απ ευθείας στην εισαγωγή αέρα ενός άλλου. [17]

Μια βελτίωση πάνω σε αυτή την διάταξη είναι το λεγόμενο **hot-aisle/cold-aisle** (ακολουθεί σχήμα). Αυτή η διάταξη ρίχνει τις θερμοκρασίες στο δωμάτιο των server σε σχέση με το front-to-back, όμως εξακολουθεί να απαιτείται ροή αέρα μεγαλύτερη από 25%. Το μοντέλο αυτό μας διασφαλίζει και για πιθανή βλάβη κάποιας μονάδας κλιματισμού μέσα στο δωμάτιο των server, αφού η ροή αέρα θα εξακολουθεί να επαρκεί για να έχουμε αποδεκτές θερμοκρασίες λειτουργίας. [17]



Σχήμα 6 Hot-aisle/Cold-aisle

(Πηγή: <http://www.42u.com/cooling/hot-aisle-cold-aisle.htm>)

Η κατάλληλη θερμοκρασία, όμως, δεν είναι η μοναδική παράμετρος που μας αφορά στο server room. Εξίσου σπουδαία είναι η διατήρηση ενός κατάλληλου επιπέδου υγρασίας, με σκοπό την αποφυγή των ατυχημάτων από τον στατικό ηλεκτρισμό. Το πρόβλημα είναι ότι συνήθως οι μονάδες κλιματισμού προκαλούν ξηρασία στο δωμάτιο που λειτουργούν, λόγω της διαδικασίας με την οποία ψύχουν τον αέρα. Για να διατηρηθεί λοιπόν η υγρασία σε αποδεκτά επίπεδα, θα υπάρξει επιπρόσθετος φόρτος στις μονάδες κλιματισμού, που μπορεί να φτάσει μέχρι και το 30%.

Μια πρώτη εκτίμηση, μας δείχνει ότι η ισχύς που καταναλώνεται από τις μονάδες κλιματισμού στα κέντρα δεδομένων, μετατρέπεται σε θερμότητα. Έχουμε λοιπόν μια αρχική κατανάλωση ισχύος από τους server, η οποία ισούται με την εκπομπή θερμότητας. Επιπρόσθετα, σύμφωνα με πειράματα στα εργαστήρια της Hewlett Packard, έχουμε 0.8 Watt ισχύος που καταναλώνονται από τις μονάδες κλιματισμού για κάθε 1W θερμότητας που εκλύεται στο κέντρο δεδομένων από τους servers. Η Forrester Research Inc επιβεβαιώνει αυτή την μέτρηση,[16] με δική της εκτίμηση 0.5-1.0 Watt ισχύος να απαιτείται για να εξουδετερώσει κάθε 1 Watt θερμότητας. [16], [17]

1.10 Αποθήκευση

Σκληροί δίσκοι μικρότερου μεγέθους και σχήματος συχνά καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια ανά gigabyte από τους μεγαλύτερους δίσκους. Σε αντίθεση με τους σκληρούς δίσκους, οι

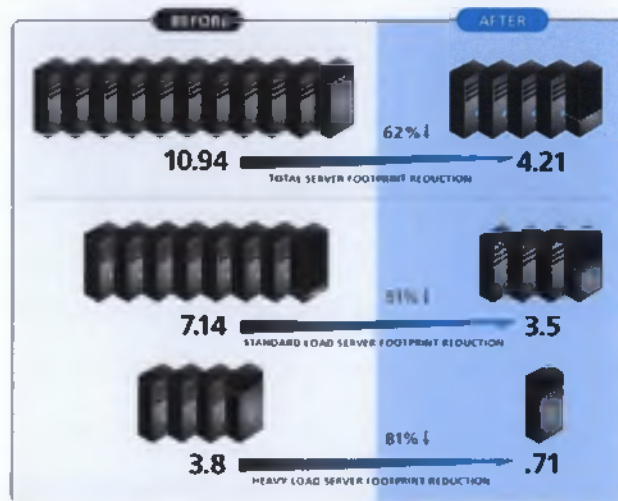
solid-state drives αποθηκεύουν τα δεδομένα σε μνήμη flash ή DRAM. Χωρίς κινούμενα μέρη, η κατανάλωση ενέργειας μπορεί να μειωθεί κάπως για συσκευές flash-based χαμηλής δυναμικότητας.

Σε μια πρόσφατη μελέτη περίπτωσης, η εταιρεία Fusion - io, κατασκευαστής των συσκευών αποθήκευσης στερεάς κατάστασης, κατάφερε να μειώσει το κόστος χρήσης της ενέργειας και λειτουργίας των κέντρων δεδομένων MySpace κατά 80%, ενώ επιτεύχθηκε αύξηση των επιδόσεων σε ταχύτητες πέρα από αυτό που είχε επιτευχθεί μέσω πολλαπλών σκληρών δίσκων σε διάταξη Raid 0. Σε απάντηση, το MySpace ήταν σε θέση να αποσύρει αρκετούς από τους διακομιστές του.[53]

Καθώς οι σκληροί δίσκοι έχουν μειωθεί, τα storage farms (κεντρική συγκέντρωση στοιχείων του χώρου στο δίσκο που μοιράζεται μεταξύ όλων των διακομιστών) έχουν αυξηθεί σε χωρητικότητα ώστε να καταστήσουν διαθέσιμα περισσότερα δεδομένα online. Αυτά περιλαμβάνουν αρχιακά και backup δεδομένα που προηγουμένως θα είχαν αποθηκευτεί σε κασέτα ή άλλα offline μέσα αποθήκευσης. Η αύξηση των online μέσων αποθήκευσης έχει αυξήσει την κατανάλωση ενέργειας. Η μείωση της ισχύος που καταναλώνεται από μεγάλες συστοιχίες αποθήκευσης, καθώς εξακολουθούν να παρέχουν τα οφέλη της απευθείας σύνδεσης, αποτελεί αντικείμενο συνεχιζόμενης έρευνας. [6]

Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε τις αλλαγές στο ανθρακικό αποτύπωμα των διακομιστών πριν και μετά από τις αλλαγές που έκανε η Fusion - io. Το ανθρακικό αποτύπωμα που εξέπεμπαν οι διακομιστές μειώθηκε με την αντικατάσταση ορισμένων σκληρών δίσκων, που υπήρχαν σε

αυτούς, με τους σκληρούς δίσκους ioDrive. Το αποτέλεσμα ήταν η μείωση αποτυπώματος σε ποσοστά από 51% μέχρι 81% αναλόγως το φορτίο των διακομιστών. [53]



Σχήμα 7 το Myspace αποσύρει αρκετούς από τους διακομιστές του

(Πηγή: <http://www.fusionio.com/case-studies/myspace>)

1.11 Κάρτα γραφικών

Μια γρήγορη GPU μπορεί να είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής ηλεκτρικής ενέργειας σε έναν υπολογιστή. Ενεργειακά αποδοτικές επιλογές προβολής περιλαμβάνουν :

- Υπολογιστές χωρίς κάρτα γραφικών - χρησιμοποιούν ένα κοινό τερματικό, shared thin client, ή κοινή χρήση επιφάνειας εργασίας του λογισμικού, εάν απαιτείται οθόνη .
- Χρήση της εξόδου motherboard video - συνήθως χαμηλή απόδοση 3D και χαμηλής ισχύς .

- Επιλογή GPU που βασίζεται σε χαμηλή ισχύ idle, μέση ισχύ, ή απόδοση ανά watt.

1.12 Οθόνη

Οι οθόνες CRT συνήθως χρησιμοποιούν περισσότερη ενέργεια από τις οθόνες LCD. Περιέχουν επίσης σημαντικές ποσότητες μολύβδου. Οι οθόνες CRT δεν χρησιμοποιούνται πλέον – έχουν αντικατασταθεί τουλάχιστον στις περισσότερες εγκαταστάσεις εξοπλισμού στην Αμερική και την Ευρώπη. Οι οθόνες LCD χρησιμοποιούν τυπικά ένα λαμπτήρα φθορισμού ψυχρής καθόδου για να παρέχει φως για την οθόνη. Μερικές νεότερες οθόνες χρησιμοποιούν μια σειρά από διόδους εκπομπής φωτός (LED) στη θέση του λαμπτήρα φθορισμού, η οποία μειώνει την ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται από την οθόνη. Παρακάτω παρατίθεται πίνακας σύγκρισης κατανάλωσης ενέργειας ανάμεσα στις τρεις αρχιτεκτονικές οθόνης.[7]

Screen Size	LED	LCD	CRT
15 inches	15	18	65
17 inches	18	20	75
19 inches	20	22	80
20 inches	24	26	90
21 inches	26	30	100
22 inches	30	40	110
24 inches	40	50	120

Πίνακας 3 Συγκριτικός πίνακας κατανάλωσης ενέργειας ανάμεσα σε LED, LCD και CRT οθόνες

(Πηγή: http://energyusecalculator.com/electricity_lcdleddisplay.htm)

1.13 Η ανακύκλωση των υλικών



Σχήμα 8 Ανακύκλωση Η/Υ

(Πηγή: http://1epalkiatou.blogspot.gr/2012/10/blog-post_8259.html)

Η ανακύκλωση του εξοπλισμού υπολογιστών μπορεί να απομακρύνει επιβλαβή υλικά από τους χώρους υγειονομικής ταφής, και μπορεί επίσης να αντικαταστήσει τον εξοπλισμό που διαφορετικά θα έπρεπε να κατασκευαστεί, εξοικονομώντας επιπλέον ενέργεια και εκπομπές. Τα συστήματα πληροφορικής που έχουν ξεπεράσει τη συγκεκριμένη λειτουργία τους μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν για άλλους σκοπούς, ή να γίνουν δωρεά σε διάφορα φιλανθρωπικά ιδρύματα και μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς. Επιπλέον τα μέρη του εξοπλισμού από παλιά συστήματα μπορούν να διασωθούν και να ανακυκλωθούν μέσω ορισμένων καταστημάτων λιανικής πώλησης και δημοτικά ή ιδιωτικά κέντρα ανακύκλωσης. Το μελάνι, το χαρτί και οι μπαταρίες μπορούν επίσης να ανακυκλωθούν.

Οι ηλεκτρονικές συσκευές αποτελούν περίπου το 1%-2% των αστικών στερεών αποβλήτων, αλλά συγκεντρώνουν μεγάλο ενδιαφέρον για πολλούς λόγους:

- Ταχεία ανάπτυξη και αλλαγή σε αυτόν τον τομέα, γεγονός που οδηγεί σε μια συνεχή ροή παραγωγής νέων προϊόντων και σε μία μεγάλη ποικιλία μεταχειρισμένων προϊόντων που χρειάζονται κατάλληλη διαχείριση.

- Η ένταση ενέργειας και οι ποικίλες εισροές υλικών που εισέρχονται στην κατασκευή ηλεκτρονικών προϊόντων, αντιπροσωπεύουν έναν υψηλό βαθμό ενσωματωμένης ενέργειας και περιορισμένων πόρων, πολλοί από τους οποίους μπορούν να ανακτηθούν.

- Η παρουσία των ουσιών όπως ο μόλυβδος , ο υδράργυρος και το εξασθενές χρώμιο προκαλούν ανησυχία σε ορισμένα ηλεκτρονικά, ιδιαίτερα σε παλαιότερα προϊόντα, τα οποία απαιτούν μεγαλύτερη προσοχή για την ασφαλή διαχείριση του τέλους του κύκλου ζωής τους.

- Οι ευκαιρίες για τη διατήρηση των πόρων και την αποκατάσταση μέσω της βελτίωσης της συλλογής και της ανακύκλωσης των ηλεκτρικών συσκευών.

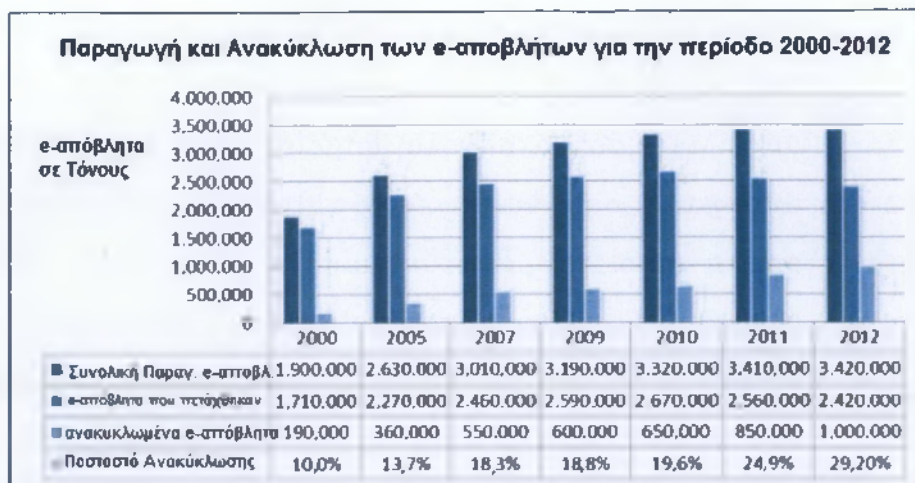
Ένα μειονέκτημα σε πολλά από αυτά τα συστήματα είναι ότι οι υπολογιστές που συγκεντρώθηκαν μέσω κινήτρων ανακύκλωσης συχνά αποστέλλονται σε αναπτυσσόμενες χώρες όπου τα περιβαλλοντικά πρότυπα είναι λιγότερο αυστηρά από ό,τι στη Βόρεια Αμερική και την Ευρώπη. Εκτιμάται ότι το 80 % των e - αποβλήτων που συλλέγονται για ανακύκλωση αποστέλλονται στο εξωτερικό σε χώρες όπως η Κίνα και το Πακιστάν.

Στη Συνέχεια παραθέτουμε στοιχεία για την ανακύκλωση e- αποβλήτων:

- Στην Αμερική μέσα από μια ποικιλία πρωτοβουλιών, η Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος (EPA) έχει συμβάλλει στη βελτίωση του σχεδιασμού και της

ασφαλούς ανακύκλωσης των ηλεκτρονικών προϊόντων. Ενώ οι ηλεκτρονικές συσκευές μπορούν να διατεθούν με ασφάλεια σε κατάλληλα σημεία υγειονομικής ταφής, υπάρχουν σημαντικά περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη από την ανακύκλωση: η διατήρηση σπάνιων υλικών, η ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων της εξορυκτικής βιομηχανίας, η διευκόλυνση στην ανάκτηση των υλικών, καθώς και η μείωση της ενέργειας και των πόρων που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή νέων ηλεκτρονικών προϊόντων.[59]

Όπως παρατηρούμε στον παρακάτω πίνακα, με την πάροδο των χρόνων η συνολική παραγωγή e-αποβλήτων αυξάνεται, δεδομένης και της τεχνολογικής προόδου που προσφέρει στους καταναλωτές περισσότερες και καλύτερες επιλογές στις ηλεκτρονικές συσκευές. Παράλληλα αυξάνεται και ο αριθμός e-αποβλήτων που ανακυκλώνονται σε μεγαλύτερο βαθμό σε σύγκριση με τα e-απόβλητα που δεν ανακυκλώνονται.



Πίνακας 4 Παραγωγή και Ανακύκλωση των e-αποβλήτων για την περίοδο 2000-2012

(πηγή: [http://www.electronicstakeback.com/wp-](http://www.electronicstakeback.com/wp-content/uploads/Facts and Figures on EWaste and Recycling.pdf)

[content/uploads/Facts and Figures on EWaste and Recycling.pdf](http://www.electronicstakeback.com/wp-content/uploads/Facts and Figures on EWaste and Recycling.pdf))

Δεδομένα EPA (Environmental Protection Agency - Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος από “Municipal Solid Waste Generation, Recycling and Disposal in the United States, 2012” , Φεβρουάριος 2014. Αυτοί οι αριθμοί προήλθαν από «επιλεγμένες ηλεκτρονικές συσκευές καταναλωτών» οι οποίες περιλαμβάνουν προϊόντα όπως τηλεοράσεις, συσκευές αναπαραγωγής βιντεοκασέτων και DVD, βιντεοκάμερες, συστήματα Stereo, τηλέφωνα και εξοπλισμού υπολογιστών.[60], [61]

- Σε πολλές Ασιατικές χώρες έχουν θεσπιστεί νόμοι για την ανακύκλωση ηλεκτρικών συσκευών. Η Νότια Κορέα, η Ιαπωνία και η Ταϊβάν έχουν διευκολύνει την ευθύνη του κατασκευαστή, απαιτώντας να ανακυκλώνουν το 75% της ετήσιας παραγωγής τους.[62]

- Στην Ελβετία η συνολική ποσότητα ανακυκλωμένων e-αποβλήτων ξεπερνά τα 10 κιλά κατά κεφαλήν το χρόνο.[63]
- Στο Ηνωμένο Βασίλειο η συνολική ποσότητα ανακυκλωμένων e-αποβλήτων ξεπερνά τα 22 κιλά κατά κεφαλήν το χρόνο.[64]
- Στην Ελλάδα το 2013 ανακυκλώθηκαν 37.772 τόνοι ηλεκτρικών συσκευών χάρη στην εταιρεία «Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε.».[65]

1.14 Τηλεργασία

Οι τηλεδιασκέψεις και οι τεχνολογίες τηλεπαρουσίας συχνά εφαρμόζονται σε πρωτοβουλίες Green ICT. Τα πλεονεκτήματα είναι πολλά. Αυξημένη ικανοποίηση εργαζομένων, μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με ταξίδια και αύξηση των περιθωρίων κέρδους, ως αποτέλεσμα της μείωσης των γενικών εξόδων για χώρους γραφείων, θέρμανσης, φωτισμού, κλπ. Οι εξοικονόμηση είναι σημαντική. Ο μέσος ετήσιος δείκτης κατανάλωσης ενέργειας για κτίρια γραφείων των ΗΠΑ είναι πάνω από 23 κιλοβατώρες ανά τετραγωνικό πόδι, με θέρμανση , κλιματισμό και λογιστική φωτισμού για το 70 % της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται. Άλλες σχετικές πρωτοβουλίες, όπως η hotelling, η μείωση των τετραγωνικών ανά εργαζόμενο, καθώς εργαζόμενοι έχουν χώρο μόνο όταν τον χρειάζονται. Πολλοί τύποι εργασίας, όπως οι πωλήσεις, οι συμβουλευτικές υπηρεσίες, και οι υπηρεσίες τομέα , μπορούν να ενσωματωθούν καλά με αυτήν την τεχνική.[3]

Στις μέρες μας τηλεργάζονται περίπου 10 εκατομμύρια άνθρωποι σε παγκόσμια κλίμακα. Το μεγαλύτερο ποσοστό συναντάται στις Ηνωμένες Πολιτείες και ακολουθούν η Αγγλία, η Σουηδία και η Γαλλία. Στην Ελλάδα εργάζονται με αυτόν τον τρόπο περίπου 20.000 άνθρωποι.[8]

1.15 VoIP – Voice over Internet Protocol Τηλεφωνία μέσω Διαδικτύου (ΦεΔΠ- Φωνή επί Διαδικτυακού Πρωτοκόλλου)

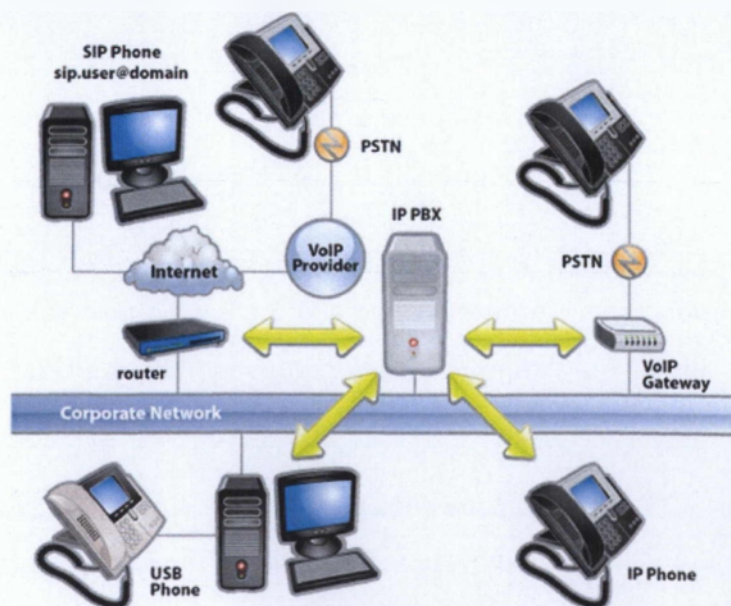
Το VoIP είναι τεχνολογία που μετατρέπει την φωνή και γενικά τις τηλεφωνικές κλήσεις, Fax και μηνύματα σε δεδομένα που μπορούν να διακινηθούν μέσω του διαδικτύου. Το VoIP εκσυγχρονίζει τις υποδομές των δικτύων για τις επιχειρήσεις επειδή τα τηλέφωνα μπορούν να κινούνται ακριβώς επάνω από μια γραμμή επικοινωνίας Ethernet χωρίς να υπάρχει ανάγκη για ξεχωριστή καλωδίωση και πρίζες για τα τηλέφωνα των χρηστών.

Το VoIP σαν τεχνολογία υπάρχει από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 αλλά διαδόθηκε κυρίως στις αρχές του 2000. Από το 2010 μέχρι και σήμερα εκτιμάται ότι περισσότεροι από 600.000.000 άνθρωποι το χρησιμοποιούν για την επικοινωνία τους.

Το SIP (Session Initiation Protocol - Πρωτόκολλο Εκκίνησης Συνόδου) είναι πρωτόκολλο επικοινωνίας μέσω δικτύων υπολογιστών, που χρησιμοποιείται κυρίως για την πραγματοποίηση, την τροποποίηση και τον τερματισμό τηλεφωνικών κλήσεων VoIP και

επιτρέπει την μεταφορά πολυμεσικών πληροφοριών είτε μέσω του διαδικτύου, είτε μέσω ενός τοπικού δικτύου.[1]

Η συνεχής βελτίωση των Η/Υ και των Δικτύων εξασφαλίζει στην VoIP τεχνολογία σχεδόν εφάμιλλη ποιότητα ήχου με αυτή της κλασσικής PSTN τηλεφωνίας. Η VoIP τηλεφωνία σχετίζεται άμεσα με την ταχύτητα του internet καθώς μπορεί να επιτευχτεί ακόμα και με Dial Up σύνδεση αλλά η ποιότητα της δεν θα είναι η μέγιστη όπως με την χρήση μιας ευρυζωνικής σύνδεσης (τουλάχιστον 512Kbps) και θα υπάρχουν διακοπές και θόρυβος στην επικοινωνία .



Σχήμα 9 Υποδομή VoIP

(Πηγή: <http://www.viva.gr/numbers/knowledgebase/?info=11&index=1&category=2>)

Σύμφωνα με μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε από την Ecos μια συμβουλευτική εταιρία διαχείρισης ενέργειας, οι καταναλωτές στη Αμερική ξοδεύουν πάνω από δύο δις δολάρια τον χρόνο στην ενέργεια που καταναλώνουν καλώδια παροχής ρεύματος άλλα και συσκευές που βρίσκονται σε αδράνεια. Ένα τηλεφωνικό κέντρο παίζει σημαντικό ρόλο στην κατανάλωση ενέργειας . Η εξοικονόμηση ενέργειας πολλές φορές μπορεί να είναι πάνω από 50% σε ορισμένες περιπτώσεις. Τα περισσότερα τηλέφωνα VoIP υποστηρίζουν PoE πράγμα που σημαίνει ότι μπορεί να αναπτυχθούν χωρίς να υπάρχει περεταίρω χρέωση (παρόχου) για να τρέξει τα καλώδια τροφοδοσίας και εγκαταστάσεις πριζών. [66]

Στον παρακάτω πίνακα παραθέτουμε σύγκριση μεταξύ των VoIP και PSTN τεχνολογιών.

Χαρακτηριστικά	VoIP	PSTN
Τύπος σύνδεσης	Σύνδεση μέσω διαδικτύου	Απαιτείται τηλεφωνική γραμμή
Απαιτούμενο εύρος ζώνης	Απαιτούνται περίπου 10 Kbps σε κάθε κατεύθυνση	Τυπικά χρειάζονται 64 Kbps σε κάθε κατεύθυνση
Κόστος	Δωρεάν επικοινωνία VoIP-to-VoIP (τοπικά και διεθνή) αλλά κλήσεις σε τηλέφωνα έχουν ένα κόστος περίπου 1,2-2,6	Δεν υπάρχουν κλήσεις χωρίς χρέωση. Οι διεθνής κλήσεις κοστίζουν περισσότερο. Ο μηνιαίος τηλεφωνικός

	cents ανά λεπτό	λογαριασμός κυμαίνεται περίπου στα 25-30€ αναλόγως των υπηρεσιών που παρέχονται.
Επεκτασιμότητα	Οι αναβαθμίσεις απαιτούν περισσότερο εύρος ζώνης και απλή αναβάθμιση του λογισμικού.	Οι αναβαθμίσεις απαιτούν αγορά περισσότερου hardware και απαιτούμενων γραμμών οι οποίες μπορούν να γίνουν περίπλοκες και με μεγάλο κόστος
Απομακρυσμένες επεκτάσεις	Αυτό το χαρακτηριστικό ανήκει στο βασικό εξοπλισμό.	Αυτό το χαρακτηριστικό απαιτεί ιδιωτικές γραμμές για κάθε επέκταση με μεγάλο κόστος
Αναμονή κλήσεων	Στο VoIP προσφέρεται δωρεάν αυτήν την υπηρεσία. (όπως Google Voice και Skype)	Απαιτείται επιπλέον κόστος
Πρώθηση κλήσεων	Στο VoIP προσφέρεται δωρεάν αυτή η υπηρεσία.	Απαιτείται επιπλέον

	(όπως Google Voice)	κόστος
Εκτροπή κλήσεων	Στο VoIP προσφέρεται δωρεάν αυτή η υπηρεσία. (όπως Skype)	Απαιτείται επιπλέον κόστος
Κλήσεις έκτακτης ανάγκης	Εξαρτάται από την υπηρεσία αλλά τέτοιες κλήσεις δεν παρέχονται από VoIP ή είναι πολύ περιορισμένες	Οι κλήσεις έκτακτης ανάγκης παρέχονται και είναι προσαρμοσμένες στην εκάστοτε περιοχή.

Πίνακας 5 σύγκριση μεταξύ των VoIP και PSTN τεχνολογιών

(Η πηγή [3] χρησιμοποιήθηκε σε όλο το πρώτο κεφάλαιο)

Κεφάλαιο 2. VIRTUALIZATION (ΑΠΟΪΛΟΠΟΙΗΣΗ)

2.1 Εισαγωγή

Η τεχνολογία που μοιράζει υπολογιστικούς πόρους, για να τους αναθέσει σε ένα ή περισσότερα λειτουργικά περιβάλλοντα, ονομάζεται *Virtualization* και για να το επιτύχει χρησιμοποιεί την τμηματοποίηση και τον διαμοιρασμό του χρόνου. Μας επιτρέπει την εγκατάσταση ενός εικονικού λειτουργικού συστήματος, μέσα σε ένα πραγματικό λειτουργικό σύστημα για να εργαζόμαστε μέσα σε αυτό από απόσταση. Επιπλέον, μας επιτρέπει να εγκαταστήσουμε στον ίδιο *server* περισσότερες από μία υπηρεσίες, σαν να επρόκειτο για πολλούς διαφορετικούς *servers*. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η εγκατάσταση εικονικού λειτουργικού (π.χ. *Linux*) με χειρισμό μέσα από τα *Windows*(πραγματικό λειτουργικό). Επιπλέον, στο διαδίκτυο διατίθενται δωρεάν τέτοια προγράμματα, συμβατά με την πλατφόρμα των *windows* όπως είναι το *Vmware* και αυτό της *Microsoft* (*Virtual PC*), για την πλατφόρμα των *Linux* το *KVM* και το *XEN* καθώς και το *VirtualBox* της *Oracle* που μπορεί να τρέξει για στις πλατφόρμες *Windows*, *Linux*, *Macintosh* και *Solaris*. [56], [57], [58]

Σαν σκοπό το *Virtualization* έχει τη δημιουργία ενός επιπέδου αφαίρεσης, απόκρυψης χαρακτηριστικών και δημιουργίας απομονωμένων περιβαλλόντων (*sandboxes*). Με το *Virtualization* επιτυγχάνουμε την κατάτμηση των πόρων του φυσικού *Hardware* για να καλύψουμε αιτήματα υπηρεσίας προς το συγκεκριμένο *Hardware*. Ο υπολογιστής με την εικονική μνήμη μπορεί να πάρει πρόσβαση σε περισσότερη μνήμη από αυτή που πραγματικά είναι εγκατεστημένη

στο σύστημα και αυτό πραγματοποιείται με τη μεταφορά σελίδων της μνήμης στην εικονική swap που βρίσκεται στο σκληρό δίσκο.[9]

Το Virtualization χρησιμοποιείται σε δίκτυα, αποθήκευση, laptop, server, hardware όπως και στα λειτουργικά συστήματα και τις εφαρμογές που τρέχουν σ’ αυτά. Η εφαρμογή του Virtualization δε συνεπάγεται καμία διαταραχή στο χρήστη αφού βλέπει μόνο μικρές αλλαγές στην εμπειρία του από το σύστημα.[9]

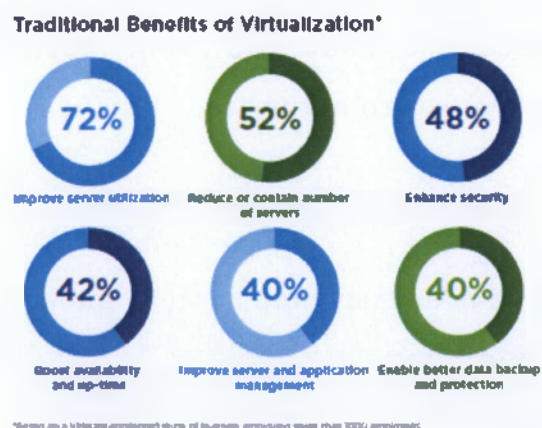
Μόνο οι μεγάλες και κερδοφόρες εταιρίες είχαν πρόσβαση στο Virtualization αρκετές δεκαετίες πριν ενώ σήμερα σε κάθε σχεδόν πτυχή της πληροφορικής χρησιμοποιείται virtualization και σε πολλές περιπτώσεις η τεχνολογία είναι ελεύθερα διαθέσιμη. Σήμερα οι επιχειρήσεις βρίσκονται στη θέση να πρέπει να μειώσουν τα λειτουργικά τους κόστη και ταυτόχρονα να διατηρήσουν τόσο την παραγωγικότητα όσο και την απόδοσή τους. Για να φέρουν εις πέρας, λοιπόν, τις εκάστοτε εργασίες τους, χρησιμοποιούν κεντρικούς υπολογιστές που, όμως, έχουν μεγάλες απαιτήσεις όσον αφορά στην υπολογιστική τους ισχύ, με αποτέλεσμα να σπαταλάνε περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια, που είναι απαραίτητη για την σωστή λειτουργία τους και για την κατάλληλη θερμοκρασία κάτω από την οποία λειτουργούν αποτελεσματικά (ψύξη). [9]

Με το virtualization γλυτώνει η επιχείρηση σπατάλη υπολογιστικής ισχύος και έτσι εκτός από την αξιοπιστία, την απόδοση, την ασφάλεια και τη λειτουργικότητα έχει και μείωση εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου και ηλεκτρονικών αποβλήτων (Πράσινη κατεύθυνση των ΤΠΕ). Η τεχνολογία της αποϋλοποίησης (virtualization) είναι ένα καλό μέσο για να μειώσουν οι επιχειρήσεις

τα λειτουργικά τους έξοδα καθώς επίσης να διατηρήσουν μια φιλική στάση προς το περιβάλλον.

Στο παρακάτω σχήμα παρατηρούμε τα πλεονεκτήματα της Αποϋλοποίησης τα οποία είναι:

- Αύξηση αξιοποίησης διακομιστών.
- Μείωση του αριθμού των διακομιστών.
- Αύξηση της Ασφάλειας.
- Βελτίωση της διαχείρισης των διακομιστών και των εφαρμογών.
- Καλύτερος τρόπος ανάκτησης δεδομένων και προστασίας τους.
- Αύξηση έγκαιρης διαθεσιμότητας.



Σχήμα 10 Πλεονεκτήματα του Virtualization

(Πηγή: <http://blogs.vmware.com/smb/2013/04/ebook-expand-virtualization.html>)

Οι τεχνικές αποϋλοποίησης συμβάλλουν στην επίτευξη σημαντικών οικονομιών τόσο σε χρήμα όσο και σε ενέργεια, από τη

διαχείριση υπολογιστικών και μηχανικών πόρων μιας επιχείρησης ή ενός δημόσιου οργανισμού, με την προϋπόθεση ότι απαλλάσσεται από κόστη που αφορούν τόσο επενδύσεις όσο και τα λειτουργικά έξοδα και τα έξοδα συντήρησης ακριβού εξοπλισμού, ο οποίος αντικαθίσταται από αντίστοιχες υπηρεσίες που προσφέρονται από εξειδικευμένες εταιρείες.

Με το Virtualization έχουμε να κάνουμε ουσιαστικά με μία τεχνολογία η οποία συγκεντρώνει και διαμοιράζει εφαρμογές και resources (πόρους) υπολογιστών με αποτελεσματικό τρόπο. Στην πραγματικότητα, το virtualization επιτρέπει στο software να διαχωριστεί από το φυσικό hardware, δηλαδή τα φυσικά συστήματα μετατρέπονται σε ιδεατά (virtual machines).

Η τεχνολογία αυτή έχει επιτύχει μέχρι σήμερα τα εξής:

1. Πρόσθεση επιπέδου αφάιρησης (abstraction) ανάμεσα στην εκάστοτε εφαρμογή και το hardware,
2. Μείωση κόστους και πολυπλοκότητας,
3. Απομόνωση των πόρων των υπολογιστών για αυξημένη αξιοπιστία και ασφάλεια,
4. Βελτίωση των επιπέδων υπηρεσιών και της ποιότητας της υπηρεσίας,
5. Συγχρονισμός- ευθυγράμμιση των IT διαδικασιών με τους επιχειρηματικούς στόχους,

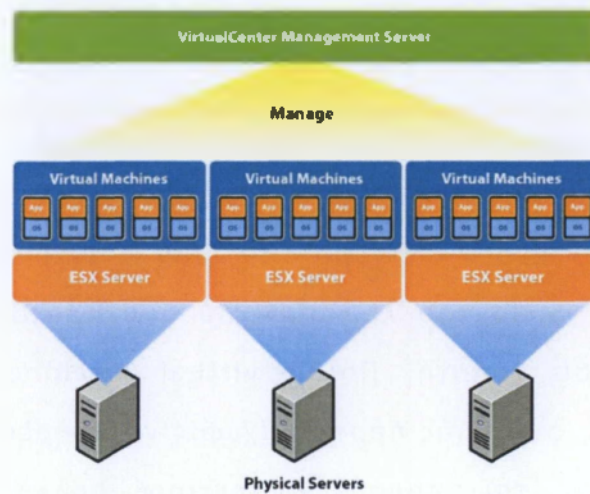
6. Εξάλειψη της αποδέσμευσης και μεγιστοποίηση του ποσοστού χρήσης των IT υποδομών.[9]

2.3 Λίγα Λόγια για τα *Virtual Machines*

Οι εικονικοί υπολογιστές (virtual machines) , που τρέχουν σε φυσικούς Η/Υ, δεν έχουν διαφορά από έναν φυσικό υπολογιστή ούτε από την οπτική γωνία του λειτουργικού συστήματος ούτε από την οπτική γωνία του χρήστη. Πολλά virtual machines μπορούν και μοιράζονται τους φυσικούς πόρους (χωρίς να επηρεάζουν σε κάτι το ένα το άλλο) και έτσι μπορούν να τρέξουν πολλαπλά λειτουργικά συστήματα και εφαρμογές συγχρόνως σε έναν υπολογιστή μοιράζοντάς τον δηλαδή σε πολλούς ιδεατούς υπολογιστές.

Όσο αφορά τον διαχειριστή (administrator) η διαφορά είναι ότι χρειάζεται ειδικό λογισμικό για να προσφέρεται το περιβάλλον εκτέλεσης δηλ. το ενδιάμεσο ανάμεσα στην εικονική μηχανή και το υλικό επειδή η εικονική μηχανή δεν έχει άμεση πρόσβαση σ' αυτό. Το ιδεατό μηχανήμα είναι ένα περιβάλλον ή λειτουργικό σύστημα, μη υπαρκτό, αλλά δημιουργείται μέσα σ' ένα άλλο περιβάλλον. Το VM ονομάζεται guest και το περιβάλλον μέσα στο οποίο εκτελείται ονομάζεται host και δημιουργείται για να εκτελέσει ένα σύνολο εντολών (instruction set) διαφορετικό από αυτό του host. Κάθε φυσικός πόρος (επεξεργαστική ισχύς (CPU), μνήμη (ram), δίκτυο (network), αποθήκευση (storage) κλπ.) γίνεται ένας ενιαίος πόρος που μοιράζεται σε πολλά εικονικά συστήματα.

Ακολουθεί σχήμα που απεικονίζει τις εικονικές μηχανές (Virtual Machines) που υπάρχουν μέσα στις φυσικές (Physical Servers) και το ενδιάμεσο λογισμικό (layer) που στην προκειμένη περίπτωση είναι το ESX.



Σχήμα 11 Virtual Machines μέσα σε φυσικό server

(Πηγή: <http://blogs.vmware.com/virtualreality/2008/06/a-look-at-some.html>)

2.4 Ιστορική Αναδρομή

Η αποϋλοποίηση ηλεκτρονικών υπολογιστών είναι μια έννοια που εξελίχτηκε για πρώτη φορά στη δεκαετία του 1960 για τον τεμαχισμό των μεγάλων mainframe υπολογιστών και για πολλούς αποτελεί τη φυσική εξέλιξη των ιδεών του Christopher Strachey στην εργασία του, που είχε παρουσιάσει σε συνέδριο πληροφορικής της UNESCO το 1959, με τίτλο «Time sharing in large fast computers». Ο Strachey ανέλυσε τη δυνατότητα του πολυπρογραμματισμού, δηλαδή την ικανότητα της εκτέλεσης προγραμμάτων χωρίς να περιμένουν τα

περιφερειακά και ο χρήστης θα είχε κάθε ευκαιρία να επεξεργαστεί – διορθώσει τον κώδικα. Η θεωρία αυτή είχε ως σημείο αναφοράς τη μαζική επεξεργασία και περιελάμβανε αρχιτεκτονικές απαιτήσεις όπως οι διαμοιραζόμενες διακοπές και η προστασία της μνήμης. Έτσι, ο Strachey άνοιξε νέες διόδους στην έρευνα της πληροφορικής προς μια νέα κατεύθυνση.[9]

Οι υπολογιστές που είχαν σα βάση την αρχιτεκτονική X86 έρχονται αντιμέτωποι με τα ίδια προβλήματα « ακαμψίας» και περιορισμένης αξιοποίησης που αντιμετώπιζαν και τα mainframes το 1960.

Το Virtualization πραγματοποιήθηκε το 1960 αρχικά από την IBM στον IBM7044 (πάνω στην πλατφόρμα του IBM704) στο Τεχνολογικό Ινστιτούτο Μασαχουσέτης (MIT) σαν μια μέθοδος για τον λογικό διαμερισμό των mainframe υπολογιστών σε ξεχωριστούς ιδεατούς υπολογιστές (virtual machines). Αυτά τα διαμερίσματα (partitions) έδιναν τη δυνατότητα στα mainframe του « multitasking»: να εκτελούν δηλαδή πολλαπλές εφαρμογές και διαδικασίες παράλληλα. Επειδή τα mainframe ήταν ακριβός εξοπλισμός τότε, σχεδιάστηκαν να διαμερίζονται για να μπορεί να ισοσταθμιστεί πλήρως (full leverage) η οικονομική επένδυση.[9]

Μια δεύτερη εφαρμογή ήταν το έργο «Άτλας» του Πανεπιστημίου του Μάντσεστερ που ήταν ο πρώτος υπέρ-υπολογιστής ο οποίος είχε σελιδοποίηση μνήμης κατ’ απαίτηση και κλήσεις επόπτη και χρηματοδοτούνταν από τη Ferranti Limited. Ο «Άτλας» πρώτος χρησιμοποίησε την έννοια της εικονικής μνήμης

(one-level store) και τη λογική του «επόπτη», που δέχεται ειδικές εντολές ή επιπλέον κώδικα για να διαχειρίζεται υλικούς πόρους.[9]

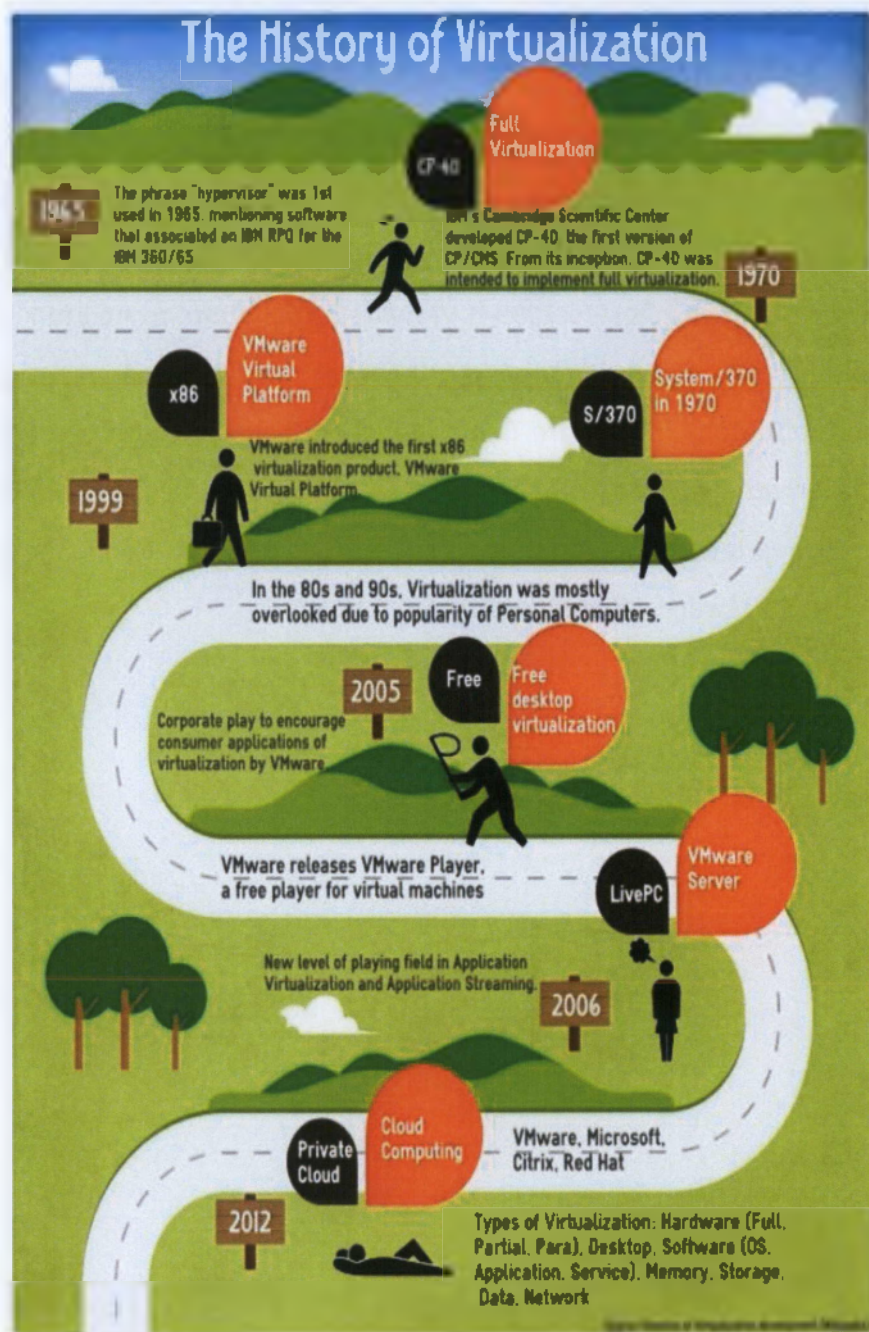
Το virtualization δεν είχε τόση αποδοχή στις δεκαετίες 1980 και 1990, όταν οι client-server εφαρμογές και οι χαμηλού κόστους X86_server και workstations, καθιέρωσαν το μοντέλο του κατανεμημένου υπολογισμού (distributed computing). Αντί της από κοινού χρήσης πόρων κεντρικά οι οργανισμοί χρησιμοποίησαν το χαμηλό κόστος των κατανεμημένων συστημάτων για να φτιάξουν «νησίδες» επεξεργαστικής ισχύος. Η πολύ μεγάλη αναγνώριση/αποδοχή των Microsoft Windows και η ανάδειξη του Linux σαν το πλέον δημοφιλές λειτουργικό σύστημα για server τη δεκαετία του 1990 θέσπισε τους servers σαν πρότυπο που χρησιμοποιούσαν οι περισσότερες εταιρίες.[9]

Στις δεκαετίες του 1990 και 2000 έχουμε έκρηξη της τεχνολογίας virtualization και ενώ έχουν γίνει προσπάθειες στην τεχνολογία του virtualization των servers προχωρούν στην τεχνολογία virtualization των data centers.[9]

Εταιρίες σαν τις Sun, Microsoft, VMware παρουσίασαν προϊόντα επαγγελματικής χρήσης, τα οποία γνώρισαν με πολύ μεγάλη αποδοχή και με την ενσωμάτωσή τους σε πολλές εκδόσεις των Linux του XEN και του KVM αποτελούν σημαντικές τεχνικές του virtualization.[9]

Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε την πρόοδο του virtualization με την πάροδο του χρόνου και συγκεκριμένα: Το 1965 η λέξη “hypervisor” χρησιμοποιήθηκε για 1η φορά και αναφερόταν σε ένα λειτουργικό (software) που σχετίζε ένα IBM RPQ για το IBM 360/65.

Όσον αφορά την Πλήρη Αποϋλοποίηση το επιστημονικό κέντρο της IBM στο Cambridge ανέπτυξε την CP-40 την πρώτη μορφή της CP/CMS. Απο την αρχή, η CP-40 είχε σκοπό να εφαρμόσει πλήρη αποϋλοποίηση. Το 1970 έχουμε το System /370. Στις δεκαετίες '80 και '90 η αποϋλοποίηση είχε κυρίως αγνοηθεί εξαιτίας της δημοτικότητας των PC (προσωπικών υπολογιστών). Το 1999 η VMware παρουσίασε το πρώτο x86 προϊόν αποϋλοποίησης την εικονική πλατφόρμα VMware. Το 2005 έχουμε το ελεύθερο desktop virtualization, η VMware βγάζει σε κυκλοφορία το VMware Player, ένα δωρεάν player για εικονικές μηχανές. Τέλος το 2006 έχουμε νέο επίπεδο στο πεδίο μάχης στις εφαρμογές αποϋλοποίησης και στις εφαρμογές προβολής (Live PC) VMware Server, VMware, Microsoft, Citric, Red Hat.



Σχήμα 12 Ιστορία του Virtualization

(Πηγή: <http://cloudtweaks.com/2012/12/the-history-of-virtualization/>)

Με την γρήγορη και εύκολη διάθεση των servers και desktops έρχονται νέες προκλήσεις στη IT υποδομή και τις λειτουργίες όπως:

- **ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΥΠΟΔΟΜΗΣ**

Σύμφωνα με την INTERNATIONAL DATA CORPORATION (IDC) χρησιμοποιείται μόνο το 10-15% της συνολικής χωρητικότητας των x86servers.[10] Και αυτό γιατί οι Οργανισμοί προκειμένου να αποφύγουν τον κίνδυνο της επιρροής ευπαθών σημείων μιας εφαρμογής στη διαθεσιμότητα μιας άλλης εκτελούν μια εφαρμογή ανά εξυπηρετητή.

- **ΑΥΞΗΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ**

Με την παραμονή του μεγαλύτερου μέρους της υποδομής υπολογιστών σε συνεχή λειτουργία οδηγούμαστε σε μεγαλύτερη κατανάλωση ισχύος, αναγκών ψύξεως και κόστους εγκαταστάσεων που δεν μεταβάλλεται σύμφωνα με τη χρήση. Έτσι παρουσιάζεται σταθερή άνοδος του λειτουργικού κόστους της φυσικής υποδομής.

- **ΑΥΞΑΝΟΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ IT**

Τα όλο και περισσότερο σύνθετα περιβάλλοντα των υπολογιστών απαιτούν από το προσωπικό διαχείρισης μεγαλύτερη εμπειρία και εξειδικευμένη εκπαίδευση με αποτέλεσμα το μεγαλύτερο κόστος. Δημιουργείται ανάγκη περισσότερου χρόνου, πόρων και προσωπικού για τις χειρωνακτικές εργασίες συντήρησης των εξυπηρετητών.

- **ΑΝΕΠΑΡΚΗΣ ΜΕΤΑΠΤΩΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ**

Η διακοπή λειτουργίας (downtime) καθοριστικών εφαρμογών υπηρεσιών και η μη πρόσβαση τελικών χρηστών σε σταθμούς εργασίας επηρεάζουν τους Οργανισμούς σε μεγάλο βαθμό. Η διατήρηση της ομαλής λειτουργίας των Οργανισμών (business continuity planning) για τους σταθμούς εργασίας και τους εξυπηρετητές αύξησε τη σημαντικότητα του σχεδιασμού για την αποφυγή φυσικών καταστροφών, επιδημιών και επιθέσεων στην ασφάλεια.

- **ΕΝΤΟΝΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΕΛΙΚΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ**

Πολλές προκλήσεις παρουσιάζονται στη διαχείριση και την ασφάλεια των σταθμών εργασίας των Οργανισμών. Η πολυπλοκότητα και το υψηλό κόστος του ελέγχου ενός περιβάλλοντος με διεσπαρμένους σταθμούς εργασίας και η επιβολή πολιτικής διαχείρισης με αμείωτη την αποδοτικότητα των χρηστών απαιτεί αναβαθμίσεις και πολυάριθμες διορθώσεις (patches) για την εξάλειψη ευπαθών σημείων στην ασφάλεια. [10] [12]

Παρακάτω παραθέτουμε στοιχεία σύμφωνα με μία έρευνα της ZDNet [73] η οποία ανέλυσε τα έργα εταιριών της Νοτιοανατολικής Ασίας το έτος 2013, στην Ινδία και στην Νέα Ζηλανδία και κατέληξε στα εξής συμπεράσματα:

- Η Νοτιοανατολική Ασία έρχεται πρώτη με την αποϋλοποίηση των περιβαλλόντων των διακομιστών με

ποσοστό 42%, ακολουθούμενη από την Ινδία με 41% και τη Νέα Ζηλανδία με 33%.

- Η Νοτιοανατολική Ασία και η Ινδία συνδέονται με αποϋλοποίηση των περιβαλλόντων αποθήκευσης σε ποσοστό 37% και η Νέα Ζηλανδία με 31%.
- Η Ινδία έρχεται πρώτη στην αποϋλοποίηση δικτύου με ποσοστό 35%, ακολουθούμενη από την Νοτιοανατολική Ασία με 32% και τη Νέα Ζηλανδία με 22%.
- Η Ινδία επίσης έρχεται πρώτη στην αποϋλοποίηση Desktop/client με ποσοστό 35%, ακολουθούμενη από τη Νοτιοανατολική Ασία με 28% και τη Νέα Ζηλανδία με 22%.

Αντίστοιχα ένας υπεύθυνος προγραμματιστής από την εταιρία Kaspersky ανακοίνωσε τα αποτελέσματα από μια μελέτη που διεξήχθη από την εταιρία O+K Research το Μάρτιο του 2012 [74]. Τα αποτελέσματα της μελέτης οδήγησαν στα εξής συμπεράσματα:

- Το 69% των εταιριών στις Ηνωμένες Πολιτείες εφάρμοζαν εκείνη την περίοδο ή είχαν ήδη εφαρμόσει αποϋλοποίηση των διακομιστών τους.
- Το 46% σχεδίαζε να εφαρμόσουν υποδομή αποϋλοποιημένων Desktops.
- Το 51% σχεδίαζε την αποϋλοποίηση της αποθήκευσης δεδομένων.

2.5 Μορφές Virtualization

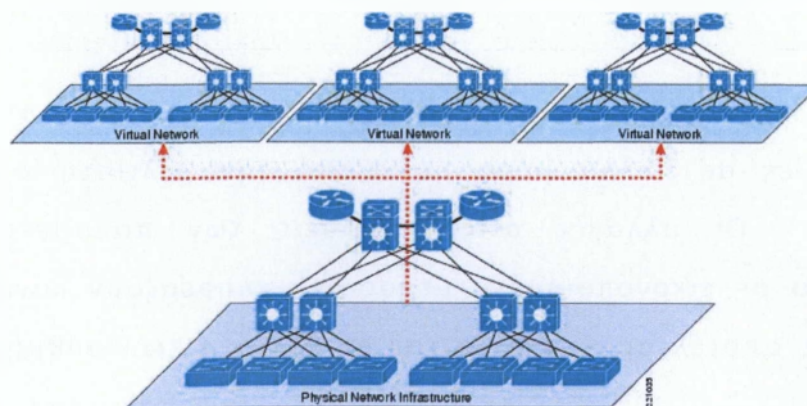
Οι κύριες μορφές του virtualization είναι:

- **Επεξεργαστική Ισχύς (Server Virtualization):** Είναι μια τεχνική αποϋλοποίησης που περιλαμβάνει διαχωρισμό ενός φυσικού server σε έναν αριθμό μικρών εικονικών server με την βοήθεια λογισμικού αποϋλοποίησης.[67]
- **Αποθήκευση Δεδομένων (Storage Virtualization):**Είναι η συγκέντρωση δεδομένων από πολλαπλές συσκευές αποθήκευσης, ακόμα και διαφορετικούς τύπους συσκευών αποθήκευσης, σε ό, τι φαίνεται να είναι μια ενιαία συσκευή που διοικείται από μία κεντρική κονσόλα.[68]
- **Δικτύωση (Network Virtualization):**Είναι μια μέθοδος συνδυασμού των διαθέσιμων πόρων σε ένα δίκτυο με την κατάτμηση του διαθέσιμου εύρους ζώνης σε κανάλια, καθένα από τα οποία είναι ανεξάρτητο από τα άλλα, και το καθένα από τα οποία μπορεί να ανατεθεί (ή εκ νέου) σε ένα συγκεκριμένο διακομιστή ή συσκευή σε πραγματικό χρόνο.[69]
- **Desktop/Client Virtualization:** Είναι η τεχνολογία αποϋλοποίησης που χρησιμοποιείται για να διαχωρίσει ένα περιβάλλον επιτραπέζιου υπολογιστή από το φυσικό υπολογιστή. Το Desktop virtualization θεωρείται ένα είδος client-server μοντέλο computing, επειδή η "εικονική" επιφάνεια εργασίας αποθηκεύεται σε ένα

κεντρικό, ή απομακρυσμένο, διακομιστή και δεν αποϋλοποιείται η φυσική μηχανή.[70]

- **Application Virtualization:** Αναφέρεται στη λειτουργία μιας εφαρμογής σε ένα thin client, δηλ. έναν υπολογιστή, με λίγα εγκατεστημένα προγράμματα που έχει τη δυνατότητα πρόσβασης σε προγράμματα που είναι εγκατεστημένα σε ένα συνδεδεμένο διακομιστή. Το thin client εκτελείται σε περιβάλλον που έχει διαχωριστεί από το λειτουργικό σύστημα, όπου βρίσκεται η εφαρμογή.[71]
- **Data Virtualization:** Είναι οποιαδήποτε προσέγγιση για τη διαχείριση των δεδομένων που επιτρέπει σε μια εφαρμογή να ανακτήσει και να χειριστεί τα δεδομένα χωρίς να απαιτούνται τεχνικές λεπτομέρειες σχετικά με τα στοιχεία, όπως το πώς έχει διαμορφωθεί ή που είναι εγκατεστημένο.[72]

2.6 Network Virtualization



Σχήμα 13 Physical/Virtual Networks

(Πηγή: http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/solutions/Enterprise/Network_Virtualization/ServEdge.html)

Ο όρος απούλοποίηση δικτύων αναφέρεται στην δημιουργία λογικών απομονωμένων δικτυακών τμημάτων που βρίσκονται πάνω σε μια φυσική κατασκευή δικτύου όπως φαίνεται στο σχήμα 13.

Η Απούλοποίηση Δικτύων (Network Virtualization), είναι η διαδικασία συνδυασμού πραγματικών και εικονικών πόρων σε μια διαχειριστική οντότητα λογισμικού που έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός εικονικού δικτύου. Το Network Virtualization έχει ως στόχο τη βελτίωση της παραγωγικότητας, της αποδοτικότητας, και της δουλειάς του διαχειριστή διαμοιράζοντας έτσι τους δικτυακούς πόρους σε συστήματα και εκτελώντας πολλές από αυτές τις εργασίες αυτόματα. Αυτό έχει ως απόρροια τη συγκάλυψη της πραγματικής πολυπλοκότητας του δικτύου και επίσης την αύξηση της αποδοτικότητας της χρήσης των διαθέσιμων πόρων του δικτύου. Επιπλέον, αυξάνονται οι ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων, αλλά και το επίπεδο ασφάλειας των δεδομένων.[11]

Οφέλη του Network Virtualization

A) **Καλύτερη διαχείριση αλλαγών:** Το virtualization χωρίζει τις λειτουργίες σε πολλά μέρη με σκοπό την βέλτιστη διαχείριση αλλαγών. Οι αλλαγές στις ρυθμίσεις των παραμέτρων που βρίσκονται σε εικονοποιημένο μέρος δεν επηρεάζουν κανένα άλλο μέρος, με αποτέλεσμα να γίνονται οι αλλαγές των ρυθμίσεων πιο εύκολα.

Β) Ασφάλεια: Τα συστήματα είναι χωρισμένα λογικά, επομένως αρκετά θέματα ασφάλειας και κίνδυνοι είναι αντιμετωπίσιμα. Ο περιορισμός πρόσβασης και γνώσης διαχειρίζονται ευκολότερα.

Γ) Μείωση Κόστους: Μια εταιρία μπορεί να εξοικονομήσει πολλά χρήματα μειώνοντας το κόστος του Hardware όταν χρησιμοποιεί virtualization. Για παράδειγμα αν αντικαταστήσει δέκα διακομιστές με κόστος 4.000\$ ο κάθε ένας με ένα host διακομιστή. Σίγουρα τα έξοδα για την αγορά αυτού θα είναι μεγαλύτερα από 4.000\$ γιατί θα χρειαστεί μεγαλύτερη απόδοση σε μνήμη, επεξεργαστική ισχύ, network interfaces[78] κ.λ.π. Η τελική τιμή πιθανόν να φτάσει σε 15-20.000\$ για τον host διακομιστή και άλλες 5.000\$ για το hypervisor πρόγραμμα. Αλλά το συνολικό κόστος θα είναι μικρότερο από τις 40.000\$ που θα δαπανούσε για την αγορά των ξεχωριστών 10 διακομιστών.[77]

Δ) Μείωση ενεργειακού κόστους: Πολλοί οργανισμοί έχουν καταλήξει στην άποψη ότι εφαρμόζοντας virtualization μειώνουν την συνολική κατανάλωση ηλεκτρισμού για τους διακομιστές κατά 80% σαν αποτέλεσμα του ότι χρησιμοποιούν λιγότερο αριθμό υπολογιστών. Για παράδειγμα ένας host Η/Υ μπορεί να τρέξει 10 εικονικούς διακομιστές χρησιμοποιώντας το 1/10 της ενέργειας από αυτή που θα χρειαζόταν για 10 φυσικούς διακομιστές χωριστά.[77]

Ε) Προσανατολισμός στην παροχή υπηρεσιών: Κάθε επιχειρηματική υπηρεσία συμπεριλαμβάνεται στην IT υποδομή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ορισμένα μέρη της υποδομής αυτής να είναι διαμοιραζόμενοι (shared) πόροι και κάποια άλλα μέρη να είναι πόροι

αποκλειστικής λειτουργίας (dedicated). Παραδείγματος χάριν, οι μεταγωγείς δικτύου είναι διαμοιραζόμενοι πόροι, ενώ η ρύθμιση παραμέτρων σε ένα VLAN είναι ένας πόρος αποκλειστικής λειτουργίας στον διαμοιραζόμενο μεταγωγέα.

Τα Εικονικά Δίκτυα χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: εσωτερικά (internal network virtualization – δηλ. ένα σύστημα αποτελείται από περιέκτες (containers) και προγράμματα ελέγχου ώστε να δημιουργήσουν ένα εσώκλειστο διαδίκτυο) και εξωτερικά (external network virtualization – δηλ. ένα ή περισσότερα τοπικά δίκτυα τα οποία συνδυάζονται ή υποδιαιρούνται σε εικονικά δίκτυα με στόχο την αποτελεσματικότητα ενός μεγαλύτερου δικτύου). [77]

Το **Internal Network Virtualization** παρέχει λειτουργικότητα δικτύου που βασίζεται εξ ολοκλήρου σε λογισμικό (software). Για να λειτουργήσει χρησιμοποιούνται virtual machines ή παρόμοιες τεχνολογίες. Τα virtual machines σε αυτήν την περίπτωση, μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους σαν να υπάρχουν στο ίδιο τοπικό δίκτυο, δημιουργώντας έτσι ένα εικονικό δίκτυο. Ένα παράδειγμα αυτού είναι η τοπολογία δικτύου που χρησιμοποιείται από γνωστά προϊόντα αποϋλοποίησης όπως ο VMWare Server ή το Microsoft Virtual PC. Σε αυτά χρησιμοποιείς υπάρχον δίκτυο στο περιβάλλον σου και το παρουσιάζεις στις εικονικές μηχανές χρησιμοποιώντας ένα απλό γεφύρωμα ή μια δικτύωση βασισμένη σε NAT.[76] Παρόλα αυτά το Internal Network Virtualization μπορεί να είναι πολύ περίπλοκο και με το λογισμικό μονάχα μπορούν να παρέχονται λύσεις για

Virtual Switching, Virtual Networking ακόμα και για Virtual Firewall.
[11]

Το **External Network Virtualization** περιλαμβάνει μια «φυσική» συσκευή που εξυπηρετεί το δίκτυο. Τα συστατικά ενός κλασσικού εξωτερικού εικονικού δικτύου είναι τα switches, σε επίπεδο hardware, και η τεχνολογία VLAN, όσον αφορά στο software. Παραδείγματα χρήσης τους είναι τα μεγάλα εταιρικά δίκτυα και τα κέντρα δεδομένων data centers. [11]

Επιπλέον, είναι δυνατό να συνδυαστούν οι δικτυακοί πόροι ώστε να μπορούν να συνυπάρξουν εσωτερικά και εξωτερικά κοινωνικά δίκτυα. Για παράδειγμα, η προσαρμογή προσωπικών συστημάτων με εσωτερικά εικονικά δίκτυα σε LANs (Local Area Networks) που ανήκουν σε ένα εξωτερικό δίκτυο. Με αυτόν τον τρόπο κάθε αναφορά στον όρο virtual network αφορά στο συνδυασμό εσωτερικών και εξωτερικών εικονικών δικτύων.[11]

2.7 Συστατικά εικονικών δικτύων

Ένα virtual network στηρίζεται σε 4 βασικά στοιχεία:

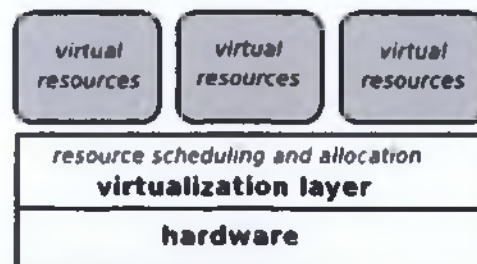
- I. **Virtual hosts**, που εκτελούν λογισμικό και προωθούν πακέτα,
- II. **Virtual links**, που μεταφέρουν τα πακέτα μεταξύ των **virtual hosts**,

III. Virtual switches, που εκτελούν λειτουργίες για την δημιουργία εικονικών τοπικών δικτύων και,

IV. Logical routers, που εκτελούν τις υπηρεσίες δρομολόγησης σε εικονικό διαδίκτυακό επίπεδο.

Ένας **virtual host** φαινομενικά δείχνει να είναι ένας αφιερωμένος φυσικός κεντρικός υπολογιστής (**physical host**), ενώ στην πραγματικότητα μπορεί να υπάρχουν περισσότεροι από έναν **virtual hosts** στο ίδιο φυσικό hardware. Αν εξετάσουμε μεμονωμένα έναν **virtual host** μπορούμε να τον παρουσιάσουμε σαν ένα «κουτί» που περιέχει πόρους, σχήμα 14. Ένας **virtual host** μπορεί να έχει είτε φυσικούς πόρους (**physical resources**) ή λογικούς πόρους (**logical resources**). Παραδείγματα των φυσικών πόρων είναι η ΚΜΕ (CPU), η μνήμη και το εύρος ζώνης (**bandwidth**), ενώ οι λογικοί πόροι υλοποιούνται από το OS, όπως είναι ο πίνακας διεργασιών (**process table**), ο πίνακας σελίδων (**page table**), ο πίνακας προώθησης IPv4 (**IPv4 forwarding table**) και η ενδιάμεση μνήμη (**memory buffer**). Όλοι αυτοί οι πόροι είναι στην πραγματικότητα «εικονικοί» εφόσον διατίθενται από ένα **virtualization layer** που αφαιρεί τον **virtual host**. Το **virtualization layer** χρησιμοποιεί μηχανισμούς δέσμευσης πόρων και χρονοδρομολόγησης για τη δημιουργία εικονικών πόρων από τους φυσικούς πόρους, με σκοπό κάθε αφηρημένος **virtual host** να δέχεται τους αναμενόμενους πόρους που ζητήθηκαν. Επιπλέον, η αφαίρεση του **virtual host** θέτει τα όρια του εύρους των **logical resources** που αντιστοιχούν στο «κουτί» (που αναφέρουμε παραπάνω). Έτσι, κάθε **virtual host** έχει τη δυνατότητα να διαχειρίζεται με ασφάλεια τα δικά του **logical resources**. Το **virtualization layer** μπορεί να μην αποϋλοποιεί όλους τους διαθέσιμους πόρους, κάτι το οποίο μπορεί

να έχει ως πιθανό αποτέλεσμα την ύπαρξη πόρων στο φυσικό μηχάνημα αλλά εκτός του «κουτιού». Οι πόροι αυτοί είτε θα χρησιμοποιούνται και από άλλες εφαρμογές ταυτόχρονα, είτε θα είναι μη διαθέσιμοι, είτε θα υποστηρίζουν περιορισμένη «αλληλεπίδραση» με το εσωτερικό του virtual host.[11]



Σχήμα 14 Host Virtualization

(Πηγή:http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/4777/3/dimogerontakise_virtual.pdf)

Απομόνωση: Οι εικονικές μηχανές ενώ μοιράζονται τους φυσικούς πόρους ενός υπολογιστή/διακομιστή παραμένουν απομονωμένες (ανεξάρτητες) μεταξύ τους. Εάν π.χ. έχουμε ένα σύνολο από εικονικές μηχανές και η μια παρουσιάσει πρόβλημα αυτό δεν θα επηρεάσει την λειτουργία των υπολοίπων. Έτσι η απομόνωση αποτελεί το βασικό λόγο που η διαθεσιμότητα και η ασφάλεια των εφαρμογών σε εικονικό περιβάλλον είναι κατά πολύ ανώτερες από αυτές που βρίσκονται σε πραγματικό.

Οι virtual hosts μπορούν να επιτύχουν δύο είδη απομόνωσης (isolation) :

1. **Απομόνωση Πόρων (Resource Isolation):** Εξασφαλίζει ότι δεν υπάρχει πρόσβαση από έναν virtual host στους πόρους ενός άλλου virtual host. Οι δεσμευτές μνήμης (resource allocators) στο virtualization layer περιπλέκουν και προγραμματίζουν τους φυσικούς πόρους για να παράγουν εικονικούς πόρους μέσα στον virtual host.

2. **Απομόνωση Χώρου Ονομάτων (Namespace Isolation):** Εξασφαλίζει την δυνατότητα κάθε virtual host να **ονομάζει** και να **αναφέρεται** σε πόρους (όπως διεργασίες, μνήμη, αρχεία, δικτυακές διευθύνσεις, πίνακες προώθησης(forwarding tables), δικτυακά interface) . Παραδείγματος χάριν, μια εφαρμογή σε virtual host δεν μπορεί να προσθέσει διαδρομές στην Βάση Πληροφοριών Προώθησης (Forward Information Base, FIB) από ένα άλλο virtual host, και δύο ή παραπάνω virtual hosts έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν την ίδια IP διεύθυνση για να ονομάσουν διαφορετικά εικονικά δικτυακά interfaces. [11]

Τα **virtual links** (εικονικές συνδέσεις) μοιάζουν με τα **physical links**(φυσικές συνδέσεις), με τη διαφορά ότι πολλά virtual links μπορούν να μοιράζονται ένα physical link. Από την άλλη πλευρά, ένα virtual link μπορεί να αποτελείται από πολλά hops (φυσικές συνδέσεις) στο φυσικό δίκτυο που ορίζεται.

Τα **virtual switches** είναι λογισμικό που επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ πολλών Virtual Machines (VMs). Όπως και ένα φυσικό Ethernet switch, έτσι κι ένα virtual switch έχει την δυνατότητα να κάνει περισσότερα πράγματα από μια απλή προώθηση πακέτων. Έχει τη δυνατότητα να ελέγξει τα πακέτα πριν τα προωθήσει διαχειριζόμενο έξυπνα την δικτυακή επικοινωνία. Στην αγορά

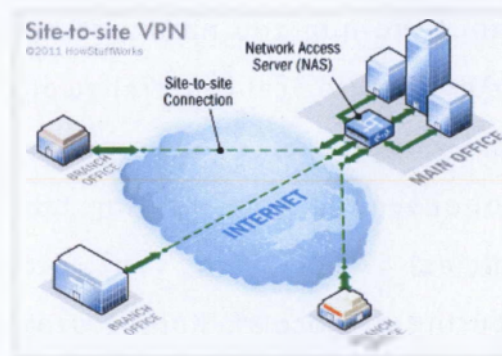
υπάρχουν virtual switches ενσωματωμένα στο λογισμικό για virtualization ή περιέχονται στο firmware ενός φυσικού sever.

Πλέον στην αγορά, οι πωλητές δρομολογητών (routers) υποστηρίζουν αποϋλοποίηση του hardware των δρομολογητών τους. Οι λογικοί δρομολογητές (logical routers) χωρίζουν τον φυσικό router σε πολλούς logical routers που έχουν την δυνατότητα να διατηρούν τους πίνακες δρομολόγησής τους (routing tables), τα interfaces, τις πολιτικές (policies) και τα στιγμιότυπα πρωτοκόλλων δρομολόγησης (routing protocols). Κύριος στόχος των logical routers είναι η ενοποίηση, σε μια συσκευή hardware, πολλών δικτυακών στοιχείων, γεγονός το οποίο έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του φυσικού χώρου και του κόστους που απαιτούνται καθώς επίσης την απλοποίηση των ρυθμίσεων σε φυσικό επίπεδο (π.χ. καλώδια και racks). Ακόμα, οι logical routers επιτρέπουν την ύπαρξη προσαρμοσμένων ρυθμίσεων δρομολόγησης ή ακόμη και διαφορετικά πρωτόκολλα δρομολόγησης για κάποιες εφαρμογές.[11]

2.8 Βασικές κατηγορίες εικονικών δικτύων

Τα πολλαπλά συνυπάρχοντα λογικά δίκτυα είναι αυτά που περιγράφουν στην πραγματικότητα τον όρο εικονικό δίκτυο. Τα εικονικά δίκτυα χωρίζονται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες ως εξής:

- **Virtual Private Networks (VPNs)**



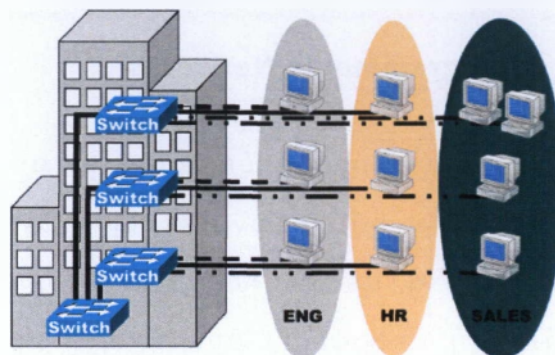
Σχήμα 15 Απεικόνιση VPN

(Πηγή: <http://computer.howstuffworks.com/vpn4.htm>)

Όπως βλέπουμε στο παραπάνω σχήμα τα απομακρυσμένα γραφεία μιας εταιρείας συνδέονται, μέσω ιδιωτικών σηράγγων που έχουν τοποθετηθεί πάνω σε δημόσια δίκτυα, με την κεντρική εταιρεία.

Ένα VPN είναι ένα δεσμευμένο ή αποκλειστικής λειτουργίας (dedicated) δίκτυο που έχει τη δυνατότητα να συνδέει πολλές τοποθεσίες χρησιμοποιώντας ασφαλείς και ιδιωτικές σήραγγες (tunnels) που έχουν τοποθετηθεί πάνω σε δημόσια δίκτυα επικοινωνίας, όπως π.χ. το Internet. Σε πολλές περιπτώσεις τα VPNs έχουν ως στόχο την σύνδεση τοποθεσιών μιας εταιρείας που βρίσκονται γεωγραφικά απομακρυσμένες. Κάθε τοποθεσία VPN μπορεί να περιέχει περισσότερες από μία συσκευές άκρου πελάτη (customer edge) που συνδέονται με έναν ή περισσότερους δρομολογητές άκρου παροχέα (provider edge).

- **Virtual Local Area Networks (VLANs)**



• **A VLAN = A Broadcast Domain = Logical Network(Subnet)**

Σχήμα 16 Απεικόνιση vlan

(Πηγή: <http://ijinkoo.com/wordpress/?p=89>)

Το κυρίως δίκτυο μιας εταιρείας χωρίζεται σε υποδίκτυα, διαφορετικά για κάθε τμήμα.(υποδίκτυο engineer, υποδίκτυο human resources κ υποδίκτυο sales) (σχήμα 16)

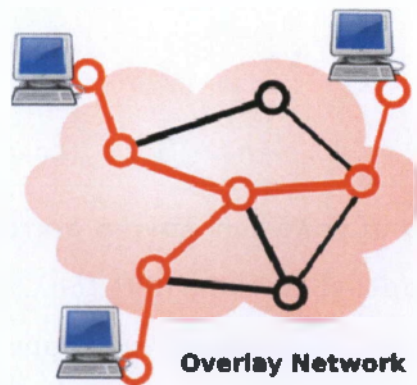
VLAN είναι το σύνολο των λογικά δικτυωμένων hosts που έχουν μοναδικό broadcast domain [79] (δηλ. ένα τμήμα ενός δικτύου, στο οποίο όλες οι συσκευές, μπορούν να επικοινωνήσουν στο επίπεδο ζεύξης δεδομένων ή μία με την άλλη μέσω broadcast μηνυμάτων) ανεξάρτητα από την φυσική συνδεσιμότητα, σύμφωνα με το πρωτόκολλο 802.1Q.[11] Όλα τα πλαίσια σε ένα VLAN περιέχουν ένα VLAN ID στην επικεφαλίδα MAC, και οι μεταγωγείς με δυνατότητες VLAN χρησιμοποιούν τόσο την MAC Address όσο και το VLAN ID για να προωθήσουν τα πλαίσια. Ο έλεγχος και η επαναρύθμιση των VLANs είναι ευκολότερη από εκείνες των αντίστοιχων φυσικών επειδή τα VLANs βασίζονται

σε λογικές ζεύξεις αντί για φυσικές. Επιπλέον, τα VLANs προσφέρουν αυξημένα επίπεδα απομόνωσης.

- **Active & Programmable Networks**

Η ανάγκη για γρήγορη δημιουργία, ανάπτυξη και διαχείριση νέων υπηρεσιών βάσει των αναγκών των χρηστών οδήγησε στην έρευνα σχετικά με τα Active & Programmable Networks. Η τεχνική αυτή προσφέρει δυνατότητα προγραμματισμού καθώς επίσης επιτρέπει την πολλαπλή χρήση σε κώδικες που μπορεί να συγκρούονται (conflicting) στο ίδιο δικτυακό στοιχείο αποτρέποντας παράλληλα τις δικτυακές αστάθειες.

- **Overlay Networks**



Σχήμα 17 Απεικόνιση Overlay Δικτύου

(Πηγή: <http://c3lab.poliba.it/index.php/OverlayNetworks>)

Η τεχνική αυτή έχει να κάνει με λογικά δίκτυα που έχουν τοποθετηθεί πάνω σε ένα ή περισσότερα υπαρκτά φυσικά δίκτυα. Ακόμη και το Internet είχε ξεκινήσει ως ένα overlay πάνω από το δίκτυο των τηλεπικοινωνιών. Σήμερα, βέβαια, τα overlay δεν είναι απαραίτητα στο underlay δίκτυο. Γενικώς, έχουν χρησιμοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό διότι αποτελούν απλό

και επίσης ανέξοδο τρόπο για την πραγματοποίηση νέων στοιχείων και διόρθωση λαθών στο Internet. Τέλος, τα τελευταία χρόνια έχουν προταθεί πολλές overlay αρχιτεκτονικές για την επίλυση διαφόρων προβλημάτων, συμπεριλαμβανομένων των εξής:

- 1) δυνατότητα multitasking
- 2) διαθέσιμη δρομολόγηση στο Internet
- 3) παροχή υπηρεσιών QoS (Quality of Service)
- 4) δίκτυα για Content Distribution (CDNs)
- 5) προστασία από επιθέσεις DOS (Denial of Service)
- 6) διαμοιρασμό αρχείων.

Τα overlay networks επίσης, δημιουργούν testbed που σχεδιάζουν και αξιολογούν νέες αρχιτεκτονικές.[9], [11]

2.9 Storage Virtualization (Αποϋλοποίηση Αποθήκευσης)

Είναι η συγκέντρωση δεδομένων από πολλαπλές συσκευές αποθήκευσης, ακόμα και διαφορετικούς τύπους συσκευών αποθήκευσης, σε ό, τι φαίνεται να είναι μια ενιαία συσκευή που διοικείται από μία κεντρική κονσόλα.[68]

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι Storage Virtualization:

1)Block virtualization

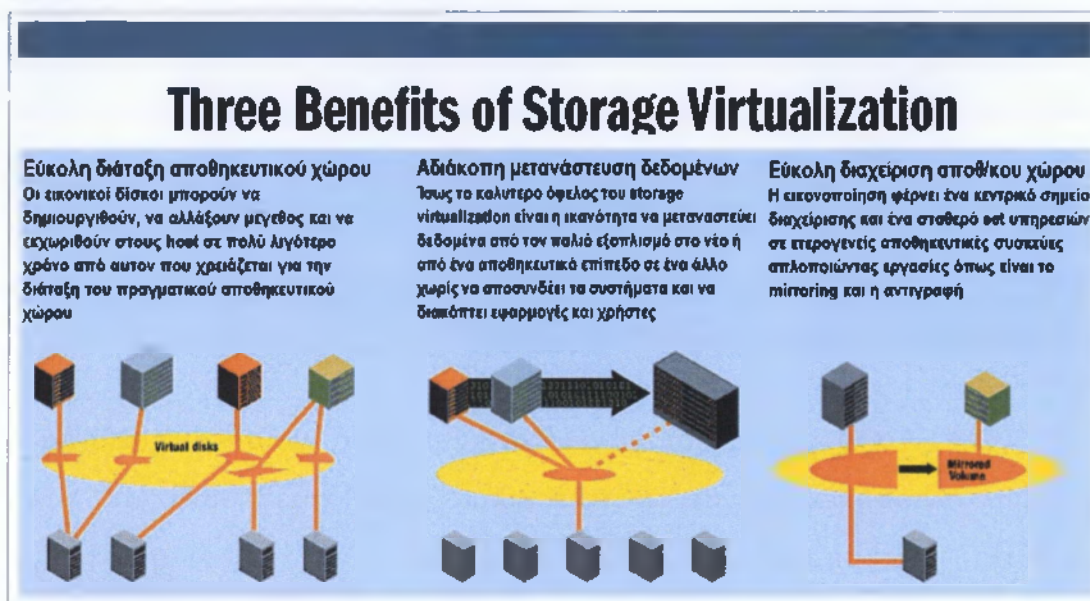
Block virtualization είναι ο διαχωρισμός της λογικής (logical storage) και της φυσικής αποθήκευσης (physical storage) ούτως ώστε η λογική αποθήκευση να μπορεί να προσεγγιστεί ανεξάρτητα από τη δομή της φυσικής αποθήκευσης, δίνοντας στους διαχειριστές μεγαλύτερη ευελιξία ως προς την αποθήκευση για τους τελικούς χρήστες. Επιτυγχάνεται μέσω Fibre channel, iSCSI, SAS, FICON.

2)File virtualization

Το File virtualization καταργεί εξαρτήσεις μεταξύ στοιχείων σε επίπεδο αρχείου και φυσικής αποθήκευσης αρχείου, δημιουργώντας ευκαιρίες ενοποίησης server και μετανάστευσης αρχείων σε πραγματικό χρόνο με live migration [81] από μια πλατφόρμα αποθήκευσης σε άλλη στο παρασκήνιο, βασισμένη σε κανόνες και πολιτικές, όπως η γήρανση δεδομένων.[9]Επιτυγχάνεται μέσω NFS ή CIFS πρωτοκόλλων

Έχουμε ένωση πολλαπλών συσκευών αποθήκευσης σε μια ενιαία λογική συγκέντρωση αρχείων.

Πλεονεκτήματα Storage Virtualization



Σχήμα 18 Πλεονεκτήματα του Storage Virtualization

(Πηγή: <http://ciscoworkz.wordpress.com/2012/10/22/technology-in-the-age-of-disruption-and-market-transitions-by-neeraj/>)

1. Το Storage Virtualization είναι μια λογική προβολή και ένας έλεγχος των φυσικών συστημάτων. Η αποϋλοποίηση στην κατηγορία των επιχειρήσεων προσφέρει υψηλά επίπεδα πλεονασμού και εξελιγμένα χαρακτηριστικά διαχειριστικών δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων στιγμιότυπων και απομακρυσμένου mirroring. Το Storage Virtualization συνδυάζει φυσικό χώρο από ποικίλες δικτυακές συσκευές αποθήκευσης (όπως δισκέτες, CD και σκληρούς δίσκους μέχρι και τύπου SSD) σε αυτό που φαίνεται να είναι μια μοναδική συσκευή αποθήκευσης την οποία μπορεί κάποιος να τη διαχειριστεί σε μια κεντρική κονσόλα.

2. Το Storage Virtualization επιτρέπει την διαχείριση όγκων σε μια κεντρική διαδρομή μέσα από ποικίλες διαφορετικές φυσικές παρατάξεις. Για παράδειγμα, μπορείς να συνδυάσεις χωρητικότητα δίσκου από ποικίλες παρατάξεις σε ένα μοναδικό εικονικό όγκο, μπορείς να εκτελέσεις αντιγραφή από μια παράταξη σε μια άλλη για την δημιουργία back up και τέλος μπορείς να μεταφέρεις δεδομένα από παλιές παρατάξεις σε πρόσφατα αγορασμένο εξοπλισμό χωρίς να διακόπτεται η πρόσβαση στα δεδομένα.

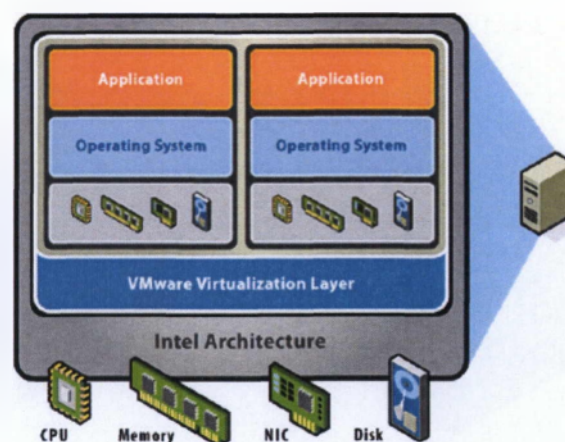
3. Το Virtualization κάνει πιο εύκολη τη χρήση οποιαδήποτε μορφής αποθήκευσης σε φυσικό υλικό που χρειάζεσαι σε κάθε εργασία. Για παράδειγμα, για τον έλεγχο και την ανάπτυξη με αναλώσιμα δεδομένα, μπορείς να αποθηκεύσεις στιγμιότυπα ή αντίγραφα παραγωγής δεδομένων σε έναν φθηνό SATA (Serial ATA) σκληρό δίσκο παρά σε ένα ακριβό μηχανισμό καναλιού από οπτικές ίνες.

4. Το Storage Virtualization χρησιμοποιείται πιο συχνά σε ένα SAN(Storage-Area Network= δίκτυο περιοχής αποθήκευσης). Η διαχείριση ατομικών αποθηκευτικών συσκευών μπορεί να είναι κουραστική και χρονοβόρα, αλλά το storage virtualization βοηθάει τους διαχειριστές να κρατάνε backup, να αρχειοθετούν και να ανακτούν διεργασίες πιο εύκολα – και σε λιγότερο χρόνο – με το να συγκαλύπτουν την πολυπλοκότητα του SAN.

5. Οι χρήστες μπορούν συχνά να εφαρμόζουν την αποϋλοποίηση με εφαρμογές software ή με τη χρήση υβριδικών συσκευών hardware και software. Η τεχνολογία μπορεί να τοποθετηθεί σε διάφορα επίπεδα σε ένα SAN.

6. Η απούλοποίηση της χωρητικότητας αποθήκευσης των δεδομένων πηγαίνει πίσω στις μέρες των μεγάλων συστημάτων υπολογιστών της IBM (δεκαετία του '60). Η απούλοποίηση μπορεί να είναι τόσο απλή όσο η διαίρεση σκληρού δίσκου για αποθήκευση (partitioning) και του διαχωρισμού των εφαρμογών.

2.10 Server Virtualization



Σχήμα 19 Server Virtualization

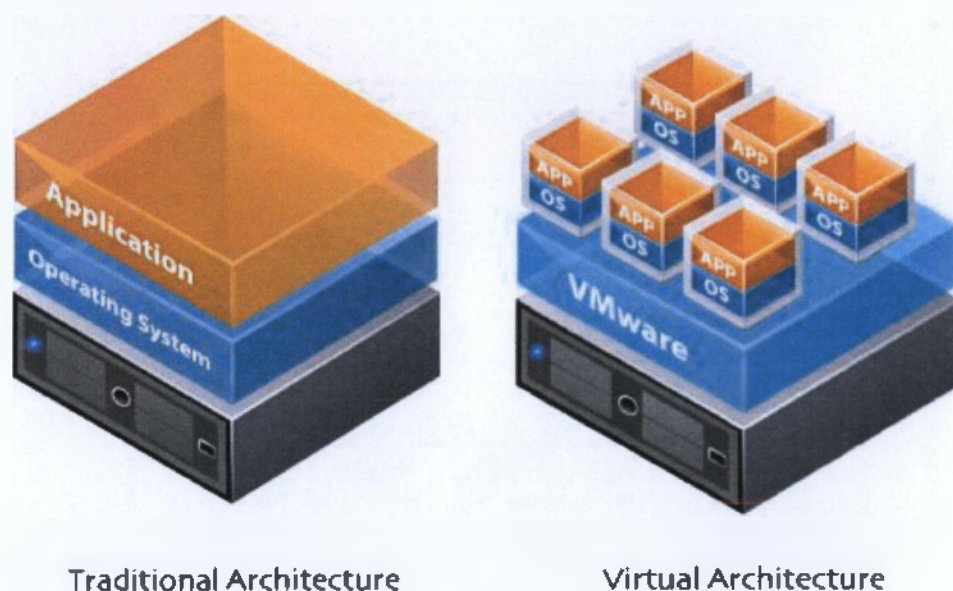
(Πηγή: <http://www.nashnetworks.ca/virtualization-a-small-business-perspective.htm>)

Στο σχήμα βλέπουμε 2 εικονικές μηχανές που τρέχουν πάνω σε μια φυσική με την βοήθεια ενός virtualization layer (VMware) και η κάθε μια έχει τους δικούς της πόρους (επεξεργαστική ισχύ, μνήμη, κάρτα δικτύου και δίσκο), το δικό της O/S και τις δικές της εφαρμογές.

Με τον όρο **Server Virtualization** αναφερόμαστε στην τεχνολογία που μας επιτρέπει να έχουμε ταυτόχρονα πάνω από ένα λειτουργικά σύστημα σε μια φυσική πλατφόρμα (π.χ. server). Οι ιδεατές ανεξάρτητες “μηχανές” χρησιμοποιούν την “φυσική” πλατφόρμα (hardware) και τους πόρους της (όπως αποθηκευτικό χώρο, μνήμη και επεξεργαστική ισχύ) σύμφωνα με το ποσοστό που έχουμε ορίσει. Το ποσοστό αυτό μπορεί να είναι προκαθορισμένο ή

να το μεταβάλουμε ανάλογα με τις ανάγκες - απαιτήσεις των μηχανών και τους διαθέσιμους πόρους κάθε στιγμής.

Χρησιμοποιώντας κατάλληλα προγράμματα όπως το VMware ESX ή το Microsoft Hyper , γίνεται εφικτή η δημιουργία πολλών ιδεατών μηχανών (Virtual Machines) που λειτουργούν ανεξάρτητα μεταξύ τους και επιτυγχάνουν την βέλτιστη αξιοποίηση των φυσικών πόρων του “ φυσικού μηχανήματος”.



Traditional Architecture

Virtual Architecture

Σχήμα 20 Server Virtualization

(Πηγή: <http://www.apolloit.co.uk/network-installations/server-consolidation.php>)

Στο σχήμα βλέπουμε την κλασική αρχιτεκτονική ενός διακομιστή και την εικονική του αρχιτεκτονική. Με την κλασική αρχιτεκτονική ο διακομιστής έχει 1 O/S και τρέχει τις εφαρμογές. Στην εικονική υπάρχουν πολλά εικονικά μηχανήματα που βρέσκονται πάνω στο virtualization layer (VMware) με το δικό τους O/S που τρέχουν πολλές εφαρμογές το καθένα.

Με την χρήση αυτής της τεχνολογίας επιτυγχάνεται η μείωση του κόστους καθώς δεν είναι πλέον αναγκαίο να προμηθευτούμε ένα

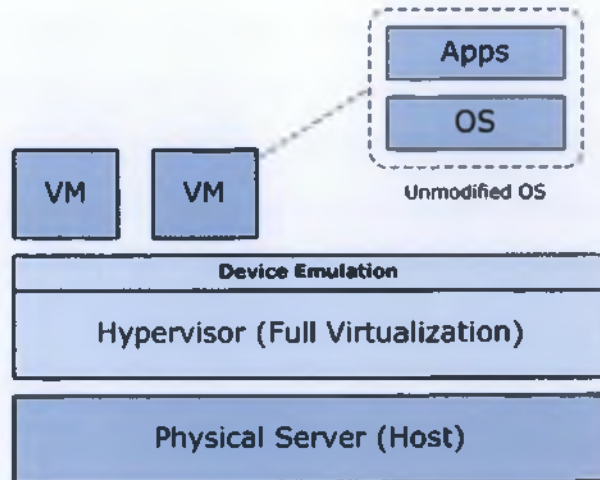
server για κάθε λειτουργικό σύστημα, εφαρμογή ή περιβάλλον γενικότερα. Εκμεταλλευόμενοι το hard ware σε πολύ μεγάλο βαθμό , μειώνεται το λειτουργικό κόστος με αποτέλεσμα να εκμεταλλεύονται όλοι οι πόροι CPU και μνήμης χωρίς να χρειάζεται να προχωρήσουμε σε αναβάθμιση της “φυσικής πλατφόρμας” μας. Με αυτόν τον τρόπο έχουμε μείωση σε φυσικά συστήματα άρα και λιγότερες ανάγκες διαχείρισης ,λιγότερο χώρο και φυσικά μικρότερη κατανάλωση ενέργειας και ανάγκη ψύξης.

Η Server Virtualization τεχνολογία είναι η πιο διαδεδομένη στις μέρες μας και υλοποιείται σε όλες της αρχιτεκτονικές Κεντρικής μονάδες επεξεργασίας (CPU) όπως στην x86 και στην IA-32 που είναι δυο από τις πιο διαδεδομένες .Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τρόποι υλοποίησης της Server Virtualization που μπορούν όμως να ενταθούν σε 4 βασικές κατηγορίες.

Οι κατηγορίες αυτές είναι οι εξής :**Full Virtualization** , **Paravirtualization** , **Operating System Virtualization** και τέλος **Native Virtualization**.

2.10.1 Full Virtualization

Η τεχνική Full Virtualization προσφέρει πλήρη εξομοίωση του υποκείμενου hardware με αποτέλεσμα ενώ ένα σύστημα ανήκει στο virtual machine να μπορεί να τρέξει απευθείας σε hardware.



Σχήμα 21 Full Virtualization

(Πηγή: <http://www.datamation.com/netsys/article.php/3884091/Virtualization.htm>)

Στο σχήμα βλέπουμε ένα φυσικό διακομιστή που έχει 2 εικονικές μηχανές πάνω σε ένα full virtualization layer όπου η κάθε εικονική μηχανή έχει ένα λογισμικό με συγκεκριμένα στοιχεία)

Πλεονεκτήματα:

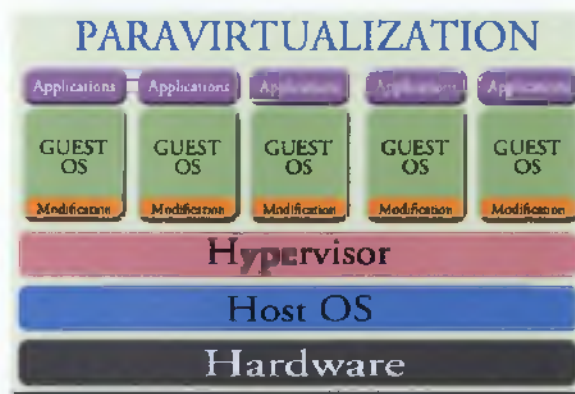
- Πλήρης απομόνωση ανάμεσα σε κάθε εικονική μηχανή καθώς και στον VMM (Virtual Machine Manager)
- Η μετανάστευση και η φορητότητα γίνονται εύκολα αφού το λειτουργικό παραμένει ατροποποίητο
- Εγκατάσταση πολλών λειτουργικών συστημάτων από διαφορετικούς εκδότες
- Εγκατάσταση περισσότερων λειτουργικών συστημάτων χωρίς καμία περεταίρω τροποποίηση

- Παροχή σχεδόν «φυσικών» επιδόσεων στην ΚΜΕ(Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας) και στην μνήμη
- Χρήση εξελιγμένων μεθόδων για να παγιδεύσει και να προσομοιώσει (trap and emulate) εντολές κατά την διάρκεια λειτουργίας μέσω binary patching [9]

Μειονεκτήματα:

- Απαιτεί συγκεκριμένο hardware και συγκεκριμένα στοιχεία λογισμικού
- Η απόδοση μπορεί να επηρεαστεί από την τεχνική παγίδευσης - εξομίωσης της x86 αρχιτεκτονικής σε εξουσιοδοτημένες εντολές. [9]

2.10.2 Paravirtualization



Σχήμα 22 Paravirtualization

(Πηγή: <http://www.virtualizationssoftwares.com/what-is-paravirtualization/>)

Στο σχήμα απεικονίζεται αυτός ο τρόπος απούλοποίησης όπου έχουμε το hardware (υλικό), το κύριο λειτουργικό O/S, ένα virtualization layer (Hypervisor) και τις εικονικές μηχανές που λειτουργούν με τροποποιημένο λειτουργικό σύστημα.

Σε αντίθεση με τη Full Virtualization στην παραεικονοποίηση (paravirtualization) οι servers πελατών γνωρίζουν ο ένας τον άλλον. Κάθε λειτουργικό σύστημα έχει ήδη επίγνωση των αιτημάτων των άλλων και δε χρειάζεται επεξεργαστική ισχύ για τη διαχείριση των λειτουργικών συστημάτων του επισκέπτη.

Ολόκληρο το σύστημα είναι μια συνεκτική μονάδα. Σημαντική η address space virtualization που σε κάθε virtual machine δίνει το δικό της μοναδικό χώρο διευθύνσεων.

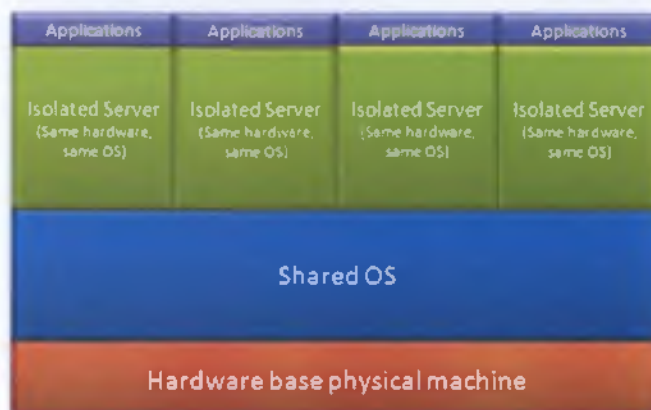
Πλεονεκτήματα:

- Ευκολότερη υλοποίηση από το Full virtualization.
- Οι paravirtualized guests (virtual machines) τείνουν να γίνουν οι πιο γρήγορες virtual machines για το δίκτυο και τις I/O (input/output) εντολές δίσκου, όταν δεν υπάρχει διαθέσιμη υποστήριξη από το hardware.
- Μεγαλύτερη συνολική απόδοση από το full virtualization εξαιτίας της μείωσης της εξομοίωσης υλικού.

Μειονεκτήματα:

- Τα λειτουργικά συστήματα που τρέχουν σε paravirtualized guests τρέχουν με αρκετά σημαντικές τροποποιήσεις και μπορεί να έχουν προβλήματα σε συμβατότητα και φορητότητα.
- Οι εικονικές μηχανές μπορεί να υπόκεινται σε υποστηρικτικές συμβατότητες (backward compatibilities) και δεν είναι πολύ ευέλικτες (portable). [9]

2.10.3 OS Virtualization



Σχήμα 23 OS Virtualization

(Πηγή: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd430340.aspx>)

Στο σχήμα βλέπουμε τον Η/Υ που έχει ένα κύριο λειτουργικό και μέσα σε αυτό υπάρχουν άλλα λειτουργικά που χρησιμοποιούν του πόρους του Η/Υ νομίζοντας το καθένα πως είναι το μοναδικό λειτουργικό σύστημα που εκτελείται μην έχοντας επίγνωση για τα υπόλοιπα

Η πραγματοποίηση αυτής της τεχνολογίας virtualization γίνεται από το ήδη εγκατεστημένο λειτουργικό σύστημα του υπολογιστή – server. Οι εφαρμογές έχουν την «ψευδαίσθηση» ότι τρέχουν σε ένα περιβάλλον αποκλειστικά για αυτές, ενώ στην πραγματικότητα η εικονοποίηση του λειτουργικού παρέχει έναν αριθμό βιβλιοθηκών που αλληλεπιδρούν με αυτές. Ο πυρήνας (kernel) του OS κατασκευάζει πολλαπλά απομονωμένα στιγμιότυπα σε επίπεδο χρήστη (user – space) που ονομάζονται είτε δοχεία (containers) είτε φυλακές (jails). Κάθε ένα εικονικό λειτουργικό μπορεί να έχει μία ή παραπάνω εφαρμογές που να εκτελούνται σε αυτό. Κάθε εφαρμογή αλληλεπιδρά με το αντίστοιχο εικονικό λειτουργικό και τις εφαρμογές αυτού, χωρίς όμως να μπορεί να αλληλεπιδράσει με άλλες εφαρμογές ή άλλα λειτουργικά που τρέχουν σε διαφορετική εικονική μηχανή. Σαν μια σύντομη περιγραφή θα μπορούσαμε να πούμε πως εκτελούνται πολλαπλά λειτουργικά

συστήματα πάνω σε ένα υπάρχον πραγματικό λειτουργικό του οικοδεσπότη. Το μοντέλο αυτό χρησιμοποιείται συνήθως από εταιρείες για την φιλοξενία σελίδων (web hosting)

Πλεονεκτήματα:

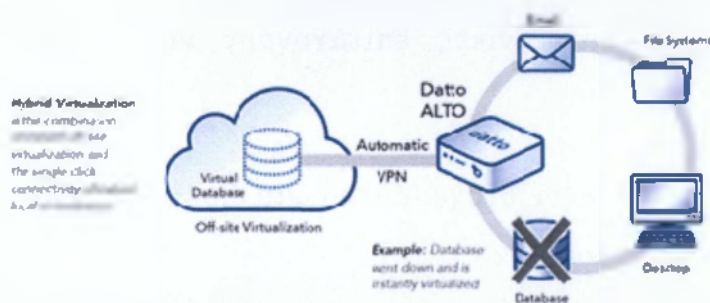
- Το λειτουργικό σύστημα είναι αποδοτικό.
- Είναι κατάλληλο για εκπαιδευτικούς σκοπούς.
- Ο διαχειριστής χειρίζεται μόνο ένα λειτουργικό σύστημα.
- Υποστηρίζει όλα τα τοπικά hardware και τα χαρακτηριστικά του software για τα οποία ο host έχει παραμετροποιηθεί.
- Τρέχει σε πραγματικές τοπικές ταχύτητες.

Μειονεκτήματα:

- Το βασικότερο μειονέκτημα είναι η αδυναμία να φιλοξενήσει ανάμεικτα λειτουργικά συστήματα (π.χ. Linux με Windows)
- Δεν υπάρχει δυνατότητα Offline λειτουργίας
- Έλλειψη ασφάλειας ή απομόνωσης των εικονικών μηχανών σε σύγκριση με τους άλλους τύπους virtualization.
- Οι πηγές των πόρων δεν είναι εύκολα αναγνωρίσιμες σε απαιτητικά φορτία.

- Τέλος, η χρήση των πόρων ανά guest περιορίζεται δύσκολα.[9]

2.10.4 Native Virtualization



Σχήμα 24 Native Virtualization

(Πηγή: <http://www.nistel.com/productcatalog/datto/alto/alto.aspx>)

Native virtualization ή Hybrid virtualization είναι μια τεχνική virtualization, από τις νεώτερες, όπου η εικονική μηχανή οθόνη ή hypervisor προσομοιώνει μόνο εν μέρει αρκετό υλικό, για να επιτρέψει σε ένα μη τροποποιημένο λειτουργικό σύστημα να τρέξει σε απομόνωση. Το λειτουργικό σύστημα επισκέπτης πρέπει να είναι σχεδιασμένο για τον ίδιο τύπο της CPU.

Είναι ένας συνδυασμός Full virtualization & Paravirtualization μαζί με κάποιες τεχνικές επιτάχυνσης I/O διεργασιών. Όπως το Full virtualization τα φιλοξενούμενα λειτουργικά συστήματα εγκαθίστανται χωρίς τροποποιήσεις. Χρησιμοποιείται τεχνολογία CPU για X86 όπως η Intel-VT και η AMD-V.

Πλεονεκτήματα:

- Χειρίζεται non-virtualizable οδηγίες με trap-and-emulate στο hardware αντί το software.
- Επιλέγει τεχνικές επιτάχυνσης για τη μνήμη και I/O διεργασίες.
- Υποστηρίζει στοχευόμενα για X64(64-bit x86 extensions) λειτουργικά συστήματα.
- Καλύτερη απόδοση CPU, μνήμη και I/O από όλους τους τύπους X86 εικονικών μηχανών.

Μειονέκτημα:

- Απαιτείται αρχιτεκτονική CPU που υποστηρίζει hardware-assisted επιταχύνσεις για virtualization.

Χρειάζεται λιγότερες από την αυτοτελή Paravirtualization τροποποιήσεις στο λειτουργικό σύστημα για τους Paravirtualized guests. [9]

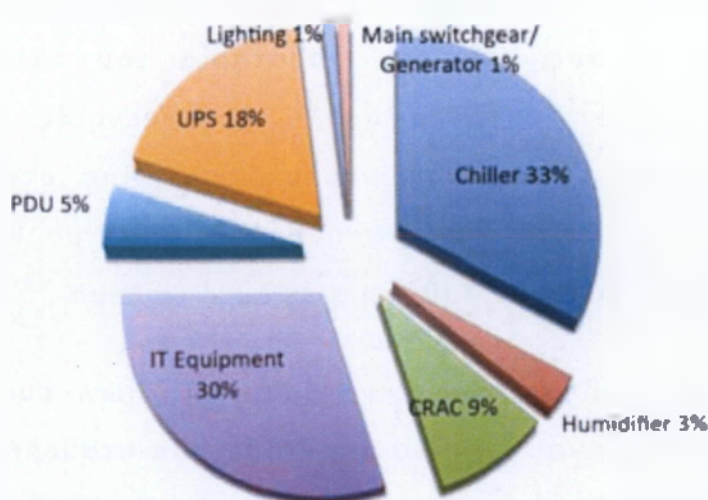
Κεφάλαιο 3. Ποσοτικοποίηση ενεργειακού κέρδους μεθόδων virtualization

Στις ημέρες μας τα κέντρα δεδομένων παρέχουν στην παγκόσμια κοινότητα μία ανεκτίμητη υπηρεσία : σχεδόν απεριόριστη πρόσβαση σε όλο το είδος των πληροφοριών που μπορεί να φανταστεί κανείς με την υποστήριξη των περισσότερων Υπηρεσιών Internet, όπως Web hosting και το ηλεκτρονικό εμπόριο υπηρεσιών. Η κατανάλωση ισχύος και ενέργειας είναι βασικές ανησυχίες των Internet Data Centers. Αυτά τα κέντρα περιλαμβάνουν, μερικές φορές χιλιάδες servers και υποδομές υποστήριξης της ψύξης αυτών. Έρευνα για την διαχείριση ενέργειας στους servers μπορεί να διευκολύνει την εγκατάσταση του κέντρου δεδομένων , τη μείωση του κόστους, και την προστασία του περιβάλλοντος. Λαμβάνοντας υπόψη αυτά τα οφέλη, οι ερευνητές έχουν κάνει σημαντικά βήματα στην εξοικονόμηση ενέργειας στους servers. Εμπνευσμένοι από αυτή την αρχική πρόοδο (Ricardo Bianchini et al.), οι ερευνητές ψάχνουν βαθύτερα σε αυτό το θέμα .

Το πρώτο βήμα για την ιεράρχηση των ευκαιριών για εξοικονόμηση ενέργειας είναι να αποκτηθεί μια σταθερή κατανόηση της κατανάλωσης ενέργειας του κέντρου δεδομένων και των ενεργειακών δεικτών στα κέντρα δεδομένων. Οι δείκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να διαμορφώσουν στρατηγικές για την εξοικονόμηση της ενέργειας, και να προσδιοριστεί η αποτελεσματικότητα των μέτρων που λαμβάνονται ώστε να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας [34]

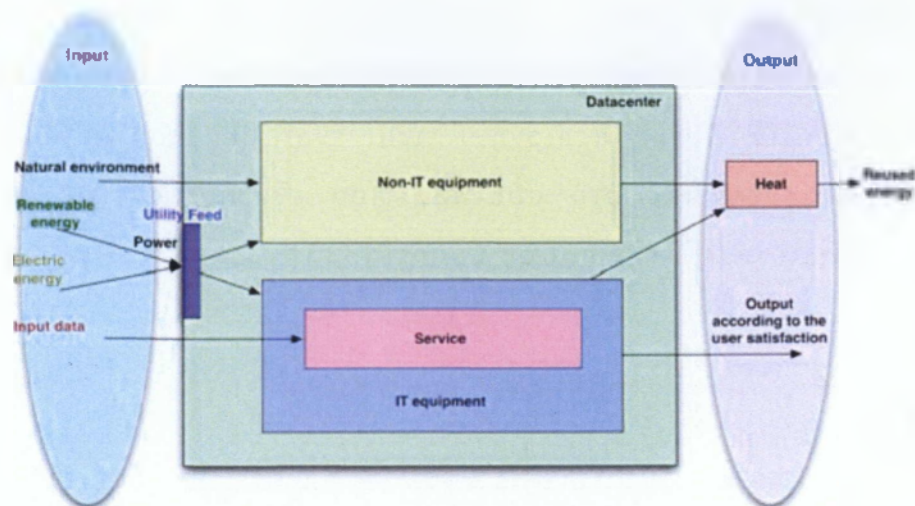
Σε ένα κέντρο δεδομένων, υπάρχουν πολλά στοιχεία που καταναλώνουν ισχύ (Krishna Kant)[13] . Τα **ορατά στοιχεία** που καταναλώνουν ισχύ είναι : τα racks, οι servers , τα καλώδια δικτύου και τα καλώδια τροφοδοσίας, αλλά αυτό που **δεν είναι ορατό** είναι η λειτουργία των CPUs που τρέχουν τα προγράμματα και η συνεχής ροή πληροφοριών μέσα και έξω από το σύστημα.

Το σχήμα 25 περιγράφει μια τυπική κατανάλωση ενέργειας ενός κέντρου δεδομένων (Neil Rasmussen). Αυτή είναι μία ανάλυση ισχύος ενός τυπικού κέντρου δεδομένων υψηλής διαθεσιμότητας dual - power- path με N +1 κλιματιστικά (CRAC), που λειτουργούν σε ένα τυπικό φορτίο του 30 % της χωρητικότητας σχεδιασμού.[13]



Σχήμα 25 Η κατανάλωση ενέργειας σε ένα τυπικό κέντρο δεδομένων (Neil Rasmussen)

(Πηγή: <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1305/1305.6203.pdf>)

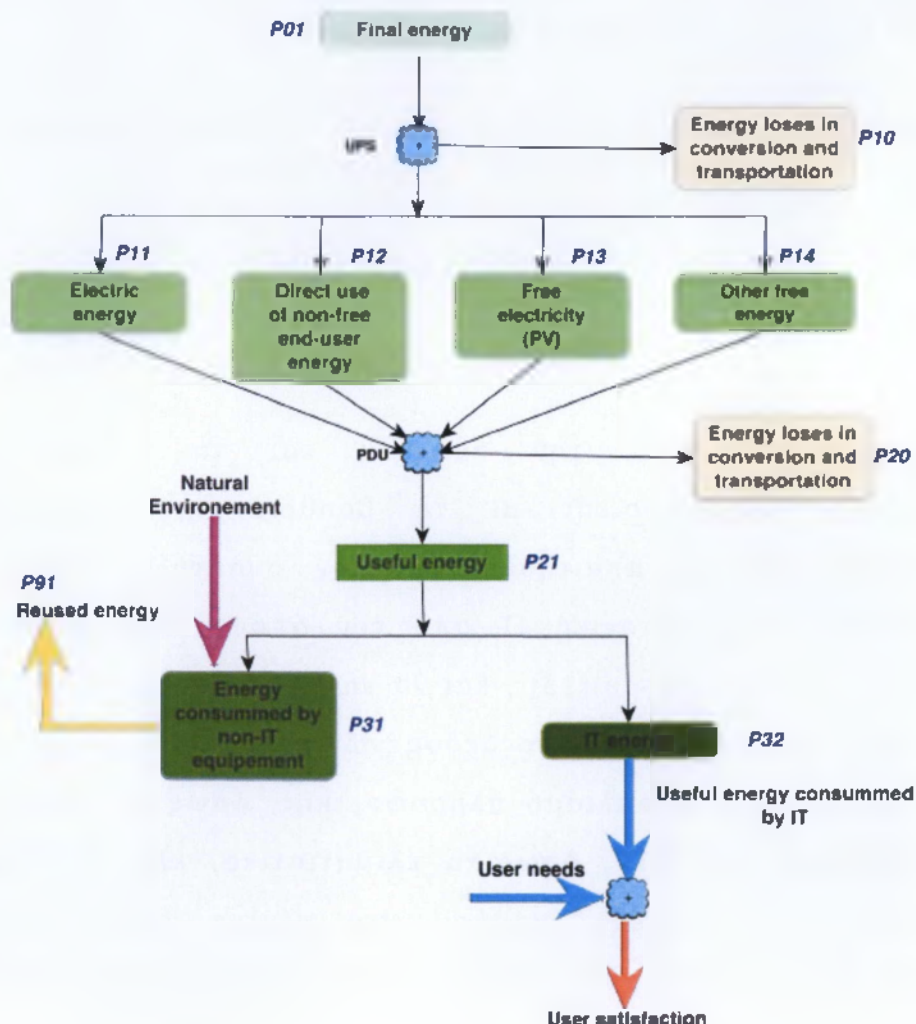


Σχήμα 26 Ένα πρότυπο κέντρο δεδομένων (Green IT Συμβούλιο Προώθησης)

(Πηγή: <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1305/1305.6203.pdf>)

Χρησιμοποιώντας την ανάλυση και τη σύνθεση των συστημάτων πληροφορικής με τη βοήθεια της τεχνολογικής διαδικασίας και τις απαιτήσεις για την ανάπτυξη, μπορεί να καθοριστεί η αρχιτεκτονική IT από την άποψη του υλικού και λογισμικού (Sergiu Iliescu)[13] , και να ληφθεί το μοντέλο για το κέντρο δεδομένων. Ένα κέντρο δεδομένων όπως φαίνεται στην Εικ. 26 διαιρείται στον εξοπλισμό πληροφορικής, όπως οι servers και στον εξοπλισμό μη -IT , όπως τα κλιματιστικά, κλπ. Η ενέργεια απαιτείται ως δεδομένο εισόδου στο κέντρο δεδομένων και λαμβάνεται μια έξοδος, που πρέπει να φέρει την ικανοποίηση των πελατών. Η τελική ενέργεια είναι ο συνδυασμός της ενέργειας από το δίκτυο και από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η έξοδος συνοδεύεται επίσης από τη θερμότητα που μπορεί να

επαναχρησιμοποιείται. Στην έξοδο περιλαμβάνονται και οι απώλειες ενέργειας. Δεδομένου ότι το φυσικό περιβάλλον (για παράδειγμα, η θέση σε μια ψυχρή περιοχή) είναι ένας μεγάλος παράγοντας της εισόδου ενέργειας στο σύστημα που ενσωματώνεται επίσης στο μοντέλο (Green IT Promotion Council).[13]

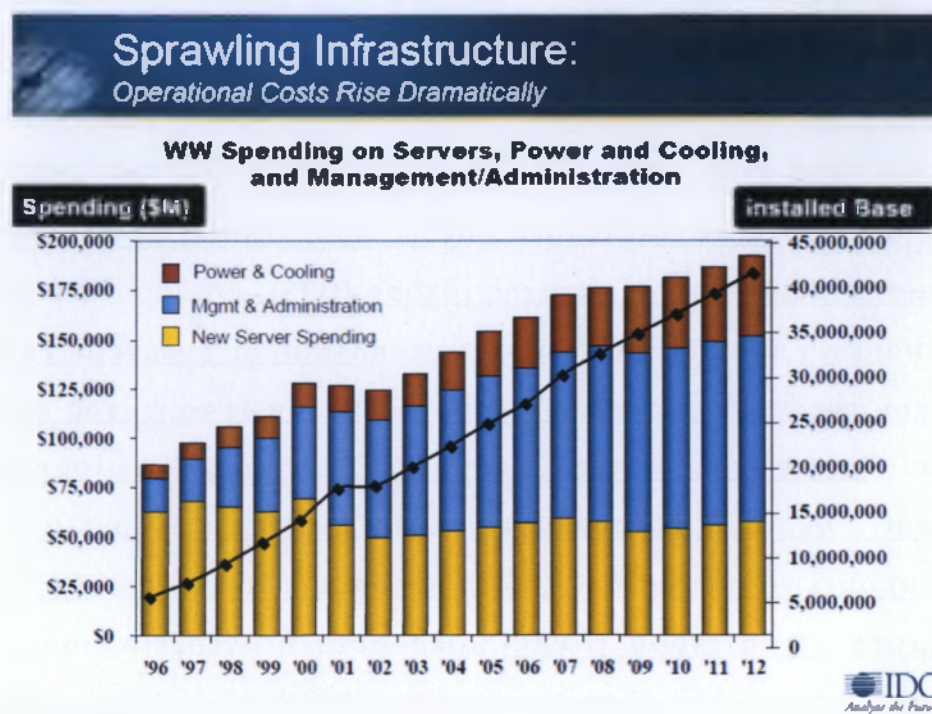


Σχήμα 27 Ενεργειακή κατανομή σε ένα τυπικό κέντρο δεδομένων
(Πηγή: <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1305/1305.6203.pdf>)

Στο Σχήμα 27 , προτείνεται μια ενεργειακή κατανομή σε ένα τυπικό κέντρο δεδομένων . Η ποσότητα P01 αντιπροσωπεύει την τελική ενέργεια (ηλεκτρική ενέργεια) που εισέρχεται στο κέντρο δεδομένων . Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (η λεγόμενη ελεύθερη ενέργεια) είναι επίσης μια τελική ενεργειακή συνιστώσα. Η ποσότητα P10 είναι οι απώλειες στην μετατροπή και μεταφορά ενέργειας μετά τις διελεύσεις μέσω του Utility Power και τα συστήματα αδιάλειπτης παροχής ισχύος (UPS). Επίσης , η ενέργεια που απομένει μπορεί να χωριστεί σε ηλεκτρική ενέργεια P11, μη ελεύθερη ενέργεια του τελικού χρήστη P12 (όπως το ψυχρό κλίμα) , δωρεάν παροχή ηλεκτρικού ρεύματος P13 (όπως φωτοβολταϊκή ενέργεια , θερμική ενέργεια) και άλλη ελεύθερη ενέργεια P14 η οποία μπορεί να συλληφθεί από τη θέρμανση, τον εξαερισμό και τα συστήματα κλιματισμού (HVAC). Όλη αυτή η ενέργεια που περνά μέσα από τη μονάδα διανομής ισχύος (PDU) οδηγεί στη χρήσιμη ενέργεια P21 , καθώς και ορισμένες απώλειες ενέργειας P20. Η ωφέλιμη ενέργεια μπορεί να χωριστεί σε δύο μέρη: η ενέργεια που χρησιμοποιείται από τον IT εξοπλισμό P32 και η ενέργεια που χρησιμοποιείται από συσκευές μη -IT P31 .

Από την ενέργεια που καταναλώνεται από τον εξοπλισμό μη -IT , ένα μέρος μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί (P91) . Μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί , για παράδειγμα, για τη θέρμανση σε κτίριο που συνδέεται με το κέντρο δεδομένων. Ονομάζουμε χρήσιμη ενέργεια που καταναλώνεται από τον εξοπλισμό IT, την ενέργεια που χρησιμοποιείται για να εκτελέσει μόνο την απαιτούμενη εργασία από τους χρήστες. Η χρήσιμη ενέργεια IT είναι η ενέργεια που χρησιμοποιείται για να εκτελεστούν τα tasks που σχετίζονται με

τα αιτήματα των χρηστών. Η έξοδος αυτή θα πρέπει να ικανοποιεί το Service Level Agreement (SLA) (Edward Wustenhoff) . [13]



Σχήμα 28 Εξάπλωση υποδομών ανά έτος

(Πηγή: <http://www.idc.com>)

Στο προηγούμενο σχήμα παρατηρούμε πως με την πάροδο του χρόνου όλο και περισσότεροι σταθμοί κατασκευάζονται με τις ανάγκες για διαχείριση να μεγαλώνουν περισσότερο από αυτές για ενέργεια και ψύξη. Αντίθετα οι ανάγκες για νέους διακομιστές κινούνται στο ίδιο επίπεδο. Οι ανάγκες διαχείρισης αυξάνονται. Τέλος οι ανάγκες ψύξης αυξάνονται σε μικρό βαθμό.

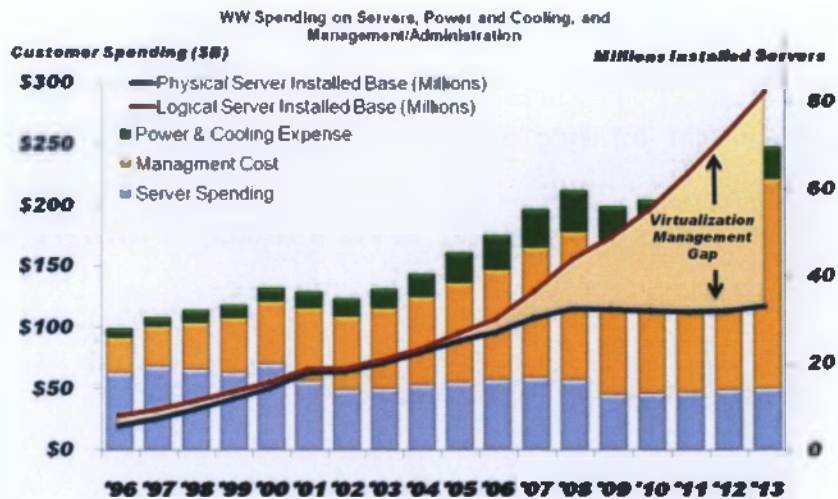
Μπορούμε να πούμε ότι τα δύο μέρη που εμπλέκονται στην ανάπτυξη της εφαρμογής είναι οι χρήστες και το κέντρο δεδομένων. Μεταξύ των δύο έχει εγκριθεί ένα SLA (Συμφωνητικό παροχής υπηρεσιών). Ένα SLA καθορίζει τις προσδοκίες μεταξύ του καταναλωτή και του παρόχου . Βοηθά στον καθορισμό της σχέσης

μεταξύ των δύο μερών . Είναι ο ακρογωνιαίος λίθος για το πώς ο παροχέας υπηρεσιών θέτει και διατηρεί δεσμεύσεις για τον καταναλωτή της υπηρεσίας .

Ένα καλό SLA θέτει πέντε βασικές πτυχές (Edward Wustenhoff). [13] [23]

- τις υποχρεώσεις του παρόχου
- Πώς ο πάροχος θα προσφέρει τις υπηρεσίες
- Ποιος θα μετρήσει την ποιότητα της παροχής και πώς.
- Τι θα συμβεί αν ο πάροχος αδυνατεί να παραδώσει ως υποσχέθηκε.
- Πώς το SLA θα αλλάξει με την πάροδο του χρόνου.

Το SLA συμπυκνώνει πολλούς δευτερογενείς παράγοντες που συμβάλλουν στην κατανάλωση ενέργειας. Επίσης, το SLA αντιπροσωπεύει την ικανοποίηση των χρηστών . Η κατανάλωση ενέργειας δεν είναι σταθερή με το χρόνο αλλά ποικίλλει ανάλογα με διάφορες παραμέτρους. Οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την κατανάλωση είναι ο φόρτος εργασίας του κέντρου δεδομένων και το εξωτερικό περιβάλλον. Η μοντελοποίηση της ενεργειακής απόδοσης και οι απώλειες του εξοπλισμού των κέντρων δεδομένων είναι ένα σύνθετο έργο και σημαντικές υποθέσεις αποφέρουν μεγάλη λάθη.[13]



Σχήμα 29 Συγκριτικός πίνακας προτίμησης φυσικών και εικονικών διακομιστών

(Πηγή: <http://ftp.hp.com/pub/c->

products/solutions/IDC_Converged_Infrastructure_White_Paper.pdf)

Στο προηγούμενο σχήμα παρατηρούμε την ραγδαία εξέλιξη της προτίμησης σε εικονικούς διακομιστές τα τελευταία χρόνια σε αντίθεση με την στασιμότητα των φυσικών την ίδια περίοδο.

Πρώτα απ 'όλα, η υπόθεση ότι οι απώλειες που συνδέονται με τον εξοπλισμό ισχύος και ψύξης είναι σταθερές με το χρόνο είναι λάθος. Έχει παρατηρηθεί ότι η ενεργειακή κατανάλωση είναι μια συνάρτηση του φορτίου πληροφορικής και του μη -IT εξοπλισμού (συσκευές υπεύθυνες για την ψύξη και τη παροχή ισχύος) (Green IT promotion council) .

3.1 Βαθμοί ελευθερίας στην ενεργειακή απόδοση

Καλούμε βαθμούς ελευθερίας, τον αριθμό των ανεξάρτητων κομματιών πληροφοριών που μπορεί να βρεθούν σε μια εξίσωση.

Η εγκατάσταση ωφελείται από βαθμούς ελευθερίας που προέρχονται από: τη μεταφορά και μετατροπή ενέργειας, την εκκένωση ψύξης και θερμότητας και από την κατασκευή του κέντρου δεδομένων. Στη συνέχεια, θα αναλύσουμε κάθε βαθμό ελευθερίας.

Κατά την αναζήτηση της υψηλότερης απόδοσης στο σύστημα ψύξης, είναι επιτακτική ανάγκη για το κέντρο δεδομένων να λειτουργεί στην σωστή θερμοκρασία. Η επιδίωξη του στόχου αυτού θα πρέπει να περιλαμβάνει εκτιμήσεις για την ενέργεια που δαπανήθηκε στην διαδικασία ψύξεως και την ηλεκτρική τροφοδοσία του ανεμιστήρα και θα πρέπει επίσης να εξεταστεί η καλύτερη λύση ροής ψύξης και τεχνικές διαχείρισης της. Ένας από τους βαθμούς ελευθερίας που είχε προταθεί στη βιβλιογραφία είναι η αύξηση θερμοκρασίας του κέντρου δεδομένων.

Μερικοί από τους σημαντικότερους κατασκευαστές διακομιστών και εμπειρογνώμονες για την απόδοση κέντρων δεδομένων συμμερίζονται τη γνώμη ότι τα κέντρα δεδομένων μπορεί να λειτουργήσουν σε πολύ υψηλότερες θερμοκρασίες σε σχέση με αυτές που λειτουργούν σήμερα χωρίς να θυσιάζουν τον χρόνο συνεχούς λειτουργίας και με μια τεράστια εξοικονόμηση πόρων

τόσο σε έξοδα ψύξης όσο και στις εκπομπές CO₂. Σύμφωνα με τον (Brian Renwick)[13] εκτιμάται ότι στα κέντρα δεδομένων μπορεί να εξοικονομηθεί 4 έως 5 % του κόστους ενέργειας για κάθε ενιαίο βαθμό αύξησης θερμοκρασίας εισαγωγής στο server. Η θερμοκρασία αέρα πρέπει να είναι ανυψωμένη αλλά μόνο μετά από την εξέταση των συνεπειών για κάθε κομμάτι του εξοπλισμού πληροφορικής. Εάν ένα κέντρο δεδομένων είναι επιτυχές στην ανύψωση των θερμοκρασιών, υπάρχει μεγάλη εξοικονόμηση στην ενέργεια με το chiller, δυνατότητες εξοικονόμησης στον έλεγχο υγρασίας, και υπάρχει η δυνατότητα αύξησης του αριθμού των ωρών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν τρόποι λειτουργίας economizer (Davis Moss).[13]

Άλλοι συγγραφείς (Victor K. Lee)[13] δείχνουν τον τρόπο με τον οποίο τοποθετείται εξοπλισμός στο κέντρο δεδομένων, ώστε να είναι όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματική η απελευθέρωση της θερμότητας. Ο τρόπος με τον οποίο κατασκευάστηκε το κέντρο δεδομένων επηρεάζει την ενεργειακή απόδοση του κέντρου δεδομένων. Ο στόχος όλων των ερευνητών σε αυτόν τον τομέα είναι να βρεθεί το καλύτερο κέντρο δεδομένων που να διασφαλίζει την αποτελεσματική απελευθέρωση της θερμότητας από αυτό και τον ηλεκτρικό εξοπλισμό. Εν κατακλείδι, η ανάπτυξη μιας ομαλότερης ψύξης με ελεγκτή και επιπλέον με έξυπνη τοποθέτηση του εξοπλισμού, μπορεί να ελαχιστοποιήσει την κατανάλωση ψύξης και μπορεί να στηρίξει τη διαδικασία βελτιστοποίησης και διαχείρισης της ενέργειας σε ένα κέντρο δεδομένων.

Η μεταφορά ενέργειας δεν έχει δυναμικούς βαθμούς ελευθερίας διότι, η αξιοπιστία και η λύση για τη βελτιστοποίηση της

κατανάλωσης αυτών των εξοπλισμών δεν μπορεί να επηρεαστεί από τον σχεδιαστή/χειριστή του κέντρου δεδομένων. Η βελτιστοποίηση ενέργειας ικανοποιείται με το βέλτιστο μέγεθος και τη διαμόρφωση, που μπορεί να εγγυηθεί μια αποτελεσματική σχέση μεταξύ των διαφόρων υποδομών των data center (βαθμίδες).

Αν εξετάσουμε την απόδοση, μπορούμε να δηλώσουμε ότι μία πολλά υποσχόμενη προσέγγιση για την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης θα μπορούσε να είναι η εικονικοποίηση και ενοποίηση διακομιστών. Η Ενοποίηση και εικονική διαμόρφωση (Viniccius Petrucci)[13] μπορεί να εισαγάγει επιπλέον βαθμούς ελευθερίας που δεν είναι διαθέσιμοι στα παραδοσιακά μοντέλα λειτουργίας.

Επιπλέον, ένας άλλος βαθμός ελευθερίας μπορεί να επιτευχθεί εάν η ενοποίηση διακομιστών είναι συνδυασμένη με δυνατότητες κλιμάκωσης δυναμικής τάσης και συχνότητας που παρέχουν οι συνήθεις επεξεργαστές, για ακόμα καλύτερα αποτελέσματα. Αξιοσημείωτο έργο έχει γίνει, επίσης, από την άποψη της αποθήκευσης δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων της διακύμανσης στις ταχύτητες του δίσκου για να επιτρέπει την εξοικονόμηση ενέργειας υπό καταπόνηση και της ταχείας ανάκτησης από άποψη επιδόσεων.

3.2 Δυναμικές αρχές διαχείρισης ενέργειας

Η ενοποίηση διακομιστών (server consolidation) βασίζεται στην παρατήρηση ότι πολλοί διακομιστές δεν αξιοποιούν κατ' ανώτατο όριο, τους διαθέσιμους πόρους των διακομιστών όλο το

χρόνο. Κατά τον (Akshat Verma, 2009)[13], κάθε υπηρεσία σε επιμέρους εικονικές μηχανές, επιτρέπει τη μείωση του συνολικού αριθμού των φυσικών διακομιστών καθώς και την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης. Σε γενικές γραμμές, για να επιτραπεί η φιλοξενία σε πολλές ανεξάρτητες εφαρμογές, αυτές οι πλατφόρμες βασίζονται σε τεχνικές εικονικής διαμόρφωσης (virtualization) που επιτρέπουν την χρήση των διαφορετικών εικονικών μηχανών (δηλ., λειτουργικό σύστημα, καθώς και εφαρμογές λογισμικού) σε έναν και μοναδικό φυσικό διακομιστή. Η εικονική διαμόρφωση παρέχει ένα μέσο για την ενοποίηση διακομιστών και επιτρέπει την ζήτηση για την μετανάστευση και την κατανομή αυτών των εικονικών μηχανών, για να λειτουργούν οι εφαρμογές για τους φυσικούς διακομιστές.

Η εκτέλεση εφαρμογών σε εικονικά διαμορφωμένα περιβάλλοντα επιτρέπει την δυναμική ενοποίηση του φόρτου εργασίας. Υπό αυτές τις συνθήκες θα υπάρχει ένας καθορισμένος πυρήνας χρήσιμων διακομιστών που πραγματικά εκτελεί τις εργασίες, πολύ αποτελεσματικά λόγω του υψηλού φορτίου. Οι άλλοι διακομιστές είναι βασικά στο ρελαντί και μπορεί να τεθούν σε συνθήκες χαμηλής ενέργειας, (sleeping mode) έως ότου χρειαστούν.

Κλείσιμο με έξυπνο τρόπο του εφεδρικού συστήματος διακομιστών που δεν χρησιμοποιούνται είναι ένας προφανής τρόπος να μειωθεί το κόστος τροφοδοσίας και ψύξης, διατηρώντας καλές επιδόσεις (Josep Ll. Berral)[13]. Αυτή η προσέγγιση λύνει κάποιες ενδιαφέρουσες προκλήσεις, λιγότερο υλικό απαιτείται, είναι απαραίτητη μικρότερη κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος και λιγότερος φυσικός χώρος. Συμπερασματικά, ένα κέρδος

ενέργειας θα πρέπει να ληφθεί, αν αξιοποιηθεί η δυνατότητα για ενεργοποίηση και απενεργοποίηση των εικονικών μηχανημάτων .

Στην πρόσφατη βιβλιογραφία μπορούν να βρεθούν **τρεις τύποι σταθεροποίησης: στατική, ημι-στατική και δυναμική ενοποίηση**. Στη **στατική ενοποίηση**, εφαρμογές (ή εικονικές μηχανές) τοποθετούνται σε φυσικούς διακομιστές για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα (π. χ. Μήνες, Χρόνια), και δεν μεταναστεύουν μόνιμα, ως αντίδραση στις αλλαγές φορτίου. Η **ημι-στατική ενοποίηση** αναφέρεται στην κατάσταση της εδραίωσης αυτών των εφαρμογών σε καθημερινή ή εβδομαδιαία βάση. Από την άλλη πλευρά, η **δυναμική ενοποίηση** απαιτεί έναν διαχειριστή τοποθέτησης runtime (περίπου δύο ωρών) για τη μετεγκατάσταση εικονικών μηχανημάτων αυτόματα ως απόκριση στις διακυμάνσεις του φόρτου εργασίας. Ένας από τους σκοπούς της εικονικοποίησης και ενοποίησης είναι να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας για το κέντρο δεδομένων με σεβασμό στα διαφορετικά SLAs. [13]

Στη διαδικασία της ενοποίησης των διαφόρων εργασιών, οι οποίες κατανέμονται μεταξύ των μηχανημάτων, σε όσο το δυνατόν λιγότερα μηχανήματα χωρίς να υποβαθμίζεται υπερβολικά η εκτέλεση τους, αρκετές μέθοδοι προγραμματισμού θα μπορούσαν να εφαρμοστούν. **Οι μέθοδοι προγραμματισμού συνήθως χρησιμοποιούνται για να εξισορροπήσουν αποτελεσματικά το φορτίο του συστήματος ή να επιτύχουν έναν στόχο σχετικά με την ποιότητα των υπηρεσιών**. Η ανάγκη για ένα αλγόριθμο scheduling (χρονοδρομολόγησης) απορρέει από την απαίτηση στα πιο σύγχρονα συστήματα για την εκτέλεση πολλαπλών εργασιών (περισσότερες από μία διαδικασίες ταυτόχρονα) και πολυπλεξίας (μετάδοση πολλαπλών

ρών ταυτόχρονα). Στην εργασία (Josep Ll. Berral)[13] αρκετές πολιτικές προγραμματισμού παρουσιάζονται που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ορίσουν νέες θέσεις εργασίας στο σύστημα σε μηχανές που μπορούν να τις αναλάβουν και να γίνει ανακατανομή θέσεων εργασίας. Η εκκίνηση των μηχανημάτων ξανά, δεν είναι μια ελεύθερη και στιγμιαία διαδικασία και η καθυστέρηση, η οποία μπορεί να διαρκέσει περισσότερο από ένα λεπτό, πρέπει να ληφθεί υπόψη.

Στη συνέχεια παρατίθενται πολιτικές χρονοδρομολόγησης (scheduling) που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διαχείριση εργασιών εντός ενός server, ή και σε μία εικονική μηχανή, όπως οι round robin, backfill και dynamic backfill.

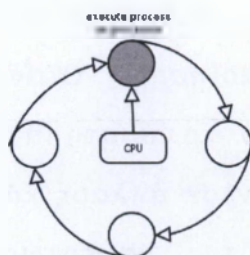
Ο Round-robin (RR) είναι ένας από τους απλούστερους αλγόριθμους προγραμματισμού για διεργασίες σε ένα λειτουργικό σύστημα, ο οποίος εκχωρεί χρονικά τμήματα για κάθε διαδικασία σε ίσα τμήματα και σε κυκλική διάταξη, με διακίνηση όλων των διαδικασιών χωρίς προτεραιότητα (επίσης γνωστός ως κυκλικός εκτελεστικός). Το Round robin scheduling είναι απλό και εύκολο στην εφαρμογή.

Ο κύριος στόχος του αλγορίθμου Backfill είναι να προσπαθήσουμε και να τοποθετήσουμε μικρές εργασίες σε κενές θέσεις προγραμματισμού. Βελτιώνει το βαθμό αξιοποίησης του συστήματος, εκτελώντας εργασίες χαμηλής προτεραιότητας μεταξύ αυτών υψηλής προτεραιότητας. Εκτιμήσεις για τον χρόνο εκτέλεσης μικρών εργασιών που παρέχονται από τους χρήστες, απαιτείται από τον προγραμματιστή για να χρησιμοποιήσει την μέθοδο backfill.

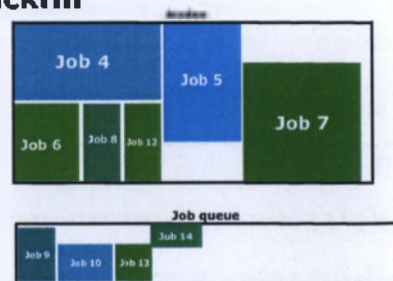
Το **Dynamic Backfill** είναι σε θέση να κινηθεί (δηλαδή να μεταναστεύσει εργασίες) μεταξύ των κόμβων με σκοπό την παροχή ενός υψηλότερου επιπέδου ενοποίησης. Όταν μεταφέρονται εργασίες ως είσοδος ή έξοδος από το σύστημα, ελέγχει αν οι εργασίες θα πρέπει να μετακινηθούν σε άλλους κόμβους ανάλογα με διάφορες παραμέτρους, όπως το καθεστώς κατοχής, η τρέχουσα απόδοση στην εργασία, ή η ικανοποίηση του χρήστη. Ενώ το **dynamic backfill** αποδίδει καλά έχοντας ακριβείς πληροφορίες (όπως φαίνεται στην αξιολόγηση), άλλες πολιτικές είναι απαραίτητες όταν οι πληροφορίες είναι ελλιπείς ή ανακριβείς. Η εικονική διαμόρφωση είχε αρχικά εισαχθεί για να επιτρέψει την καλύτερη ανάπτυξη της τεχνικής ικανότητας, προκειμένου να μειώσει το κόστος αλλά και το συνολικό λειτουργικό χώρο. Με τον καιρό η εικονικοποίηση με τις διάφορες εξελίξεις, συμπεριλαμβανομένης της δυνατότητας της μετανάστευσης είναι ένα εικονικό μηχάνημα από έναν κεντρικό υπολογιστή σε έναν άλλο που έχει ανοίξει ένα νέο πεδίο έρευνας από την άποψη της βελτιστοποίησης ενέργειας. [13]

Το **μείζον πρόβλημα** που η δυναμική ενοποίηση/μετεγκατάστασης έχει να αντιμετωπίσει είναι να αποφασίσει ποια είναι η καλύτερη θέση για την εκτέλεση μιας νέας εργασίας, ανάλογα με τους πόρους που απαιτούνται, προκειμένου να εκπληρώσει το SLA και σύμφωνα με τα συμφέροντα των παρόχων για εξοικονόμηση ενέργειας, αξιοπιστία, κ. λ.π.

Round Robin



Backfill



Σχήμα 30 Round Robin and Backfill Scheduling

(Πηγές: <http://www.learnlinux.org.za/courses/build/internals/ch04s02.html>,
<http://docs.adaptivecomputing.com/mwm/Content/topics/optimization/backfill.html>)

Υπάρχουν αρκετοί αλγόριθμοι (Akshat Verma, 2008)[13] που προτείνουν μια μέθοδο διαχείρισης ενέργειας για τις εργασίες μετανάστευσης. Ένας καλός αλγόριθμος θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη μια σειρά από απαιτήσεις ή περιορισμούς (Victor K. Lee)[13]:

Απαιτήσεις υλικού και λογισμικού: για κάθε εικονική μηχανή, θα πρέπει να ελέγχεται εάν ο κεντρικός υπολογιστής είναι σε θέση να την τρέξει, αξιολογώντας το υλικό (έχει το απαιτούμενο σύστημα, τον απαιτούμενο αριθμό και τύπο της CPU, κ.λπ.), και το λογισμικό (έχει τη δυνατότητα να εκτελέσει κάποιο λογισμικό, χρησιμοποιεί μια δεδομένη hypervisor, π. χ. XEN, KVM, . . .).

Απαιτήσεις SLA: πρέπει να διασφαλιστεί ότι η εικονική μηχανή θα μπορεί να αποκτήσει το ποσό των πόρων που απαιτούνται για να εκπληρώσουν το SLA (Service Level Agreement, Συμφωνητικό Παροχής Υπηρεσιών).

Χρονικές απαιτήσεις: ο αλγόριθμος θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη την εικονική διαμόρφωση γενικών εξόδων: η δημιουργία

γενικών εξόδων (που είναι ο χρόνος που απαιτείται για να δημιουργηθεί και να ξεκινήσει ένα VM πριν να είναι έτοιμο να λειτουργήσει για συγκεκριμένες εργασίες) και η καθυστέρηση της μετανάστευσης (που είναι η ώρα κατά τη μετακίνηση της εικονικής μηχανής μεταξύ δύο διαφορετικών κόμβων).

Ο μηχανισμός που συναντάται περισσότερο στις τεχνικές δυναμικής ενοποίησης είναι ένας μηχανισμός (Victor K. Lee) που χρησιμοποιεί μια μήτρα. Η μήτρα περιλαμβάνει συντελεστές που χρησιμοποιούνται για να σταθμίσουν τις διάφορες πιθανές επιλογές ώστε να επιλεγεί η βέλτιστη.

3.3 Υπολογισμός εξοικονόμησης ενέργειας από την αποϋλοποίηση

Εδώ θα αναλύσουμε την μεθοδολογία υπολογισμού της μείωσης στο **Συνολικό Κόστος Κτήσης (Total Cost of Ownership - TCO)** και της **απόσβεσης της επένδυσης (Return on Investment – ROI)** από την εφαρμογή τεχνικών Virtualization. Γενικός στόχος σε μία τέτοια ανάπτυξη είναι ο προσδιορισμός της εξοικονόμησης κόστους και ωρών εργασίας. Οι κατηγορίες που λαμβάνονται υπόψη σε μία μελέτη virtualization για τον τελικό προσδιορισμό του συνολικού κόστους κτήσης και της απόσβεσης έχουν οργανωθεί ως ακολούθως:

- Server Consolidation (ενοποίηση server)
- Hardware
- Ισχύς

- Ψύξη
- Περιβάλλον Αποθηκευτικών Συστημάτων (SAN)
- Δίκτυο
- Ακίνητη Περιουσία (Data Center Real Estate)
- Διασφάλιση Ομαλής Επιχειρησιακής Λειτουργίας (Business Continuity)
- Κεφαλικές & Λειτουργικές Δαπάνες για Ανάκαμψη από Καταστροφή (Disaster Recovery CapEx & OpEx)
- Συντήρηση και Διάθεση Εξυπηρετητών (Provisioning) στο Disaster Recovery
- Χρόνος Γενικών Διακοπών Λειτουργίας (General Downtime)
- Ανάκαμψη από Καταστροφή ή Μαζική Αστοχία
- Διάθεση Υποδομής (Infrastructure Provisioning)
- Εγκατάσταση πλατφόρμας Virtualization
- Διάθεση νέων ιδεατών εξυπηρετητών (workload provisioning)

Η μεθοδολογία βασίζεται σε αναλύσεις και έρευνες που έχουν διεξαχθεί από ειδικούς της Gartner σε θέματα TCO/ROI (Συνολικό Κόστος Κτήσης / Απόσβεσης της Επένδυσης) και χρησιμοποιεί αποδεδειγμένες οικονομικές τεχνικές, βιομηχανική έρευνα και

δεδομένα από πραγματικές εφαρμογές. Παρά το γεγονός ότι αναφέρεται σε ένα συγκεκριμένο πάροχο υπηρεσιών Virtualization (Vmware), είναι δυνατόν να εφαρμοστεί για οποιαδήποτε μελέτη, καθώς το βασικό στοιχείο είναι η μεθοδολογία και όχι οι τιμές, αυτές καθαυτές που αλλάζουν ανάλογα με τη χώρα, τη χρονική περίοδο και τις ειδικές συνθήκες. Ο παρακάτω πίνακας παρέχει μια συνολική εικόνα των κοινών μεταβλητών που χρησιμοποιούνται στους τύπους και θα χρησιμοποιηθούν και στο παράδειγμα που θα παρουσιαστεί στη συνέχεια. [14] [15] [16]

Μεταβλητή	Περιγραφή	Προεπιλεγμένη Τιμή
VI(ENT)	Τιμή μονάδας του VMware Infrastructure 3 Enterprise	\$5.750 (τιμή καταλόγου US\$)
VI(STD)	Τιμή μονάδας του VMware Infrastructure 3 Standard	\$3.750 (τιμή καταλόγου US\$)
VI(STRT)	Τιμή μονάδας του VMware Infrastructure 3 Starter	\$1.000 (τιμή καταλόγου US\$)
VCi	Τιμή μονάδας του VirtualCenter Management Center	\$5.000 (τιμή καταλόγου US\$)
S	Παράγοντας εγγραφής – ποσοστό της τιμής μονάδας που επιφέρει ετήσια τέλη	21% (Gold) 25% (Platinum)
S(TOTAL)	Αριθμός φυσικών servers κατηγοριοποιημένοι ανά CPU	Πληροφορία από τον επιχειρηστή/πελάτη
Ss	Κόστος ανά φυσικό server κατηγοριοποιημένο ανά CPU	Πριν/Μετά 1 CPU: \$4.000 / \$4.000 2 CPU: \$6.500 / \$10.000 4 CPU: \$14.000 / \$23.000 8 CPU: \$30.000 / \$45.000 16 CPU: \$140.000 / \$160.000

Πίνακας 6 Μεταβλητές μεθοδολογίας TCO/ROI

		32 CPU: \$275.000 / \$32.0000
SLIFE	Ωφέλιμος χρόνος ζωής του server (αναφέρεται και ως ρυθμός ανανέωσης)	3 Χρόνια
WRATIO	Μέσο πλήθος από φορτία εργασίας (workloads) ανά CPU	4
STLPRR	Άθροισμα όλων των ονομαστικών τιμών power ratings ολόκληρης της υποδομής υπολογιστών στο κέντρο δεδομένων σε kW.	Πριν/Μετά 1 CPU: 475W / 550W 2 CPU: 550W / 675W 4 CPU: 950W / 1150W 8 CPU: 1600W / 1900W 16 CPU: 4400W / 5200W 32 CPU: 9200W / 11000W
E _s	Τιμή ανά ώρα του 1 kW ηλεκτρισμού.	\$0.0813 (Μέση εμπορική τιμή για τις Ηνωμένες Πολιτείες το 2005)
λ	Σταθερά σταθερής κατάστασης	0.67
L	Παράγοντας Φορτίου Ψύξης – ποσότητα ισχύος που καταναλώνεται από τον εξοπλισμό ψύξης για 1W εκλυόμενης θερμότητας	0.8
ρ	Σταθερά Πλεονάζουσας Ροής Αέρα – πλεονάζουσα ροή αέρα απαιτείται για την ψύξη του κέντρου δεδομένων	25%
δ	Σταθερά Ανεπάρκειας (Υγρανση) – πλεονάζουσα ροή αέρα για το λογισμό της επιβαρύνουσας υγρανσης	25%
NSANSW	Αριθμός νέων SAN switches ανά χρόνο	Υπολογίζεται από τον συνολικό αριθμό των servers (υποτίθεται ότι τα switches είναι πλήρως redundant-πλεονάζοντα)
NHBA	Αριθμός νέων HBAs ανά χρόνο	2 HBAs (οπτικές κάρτες) ανά server που ανανεώνεται
P _{K(HBA)}	Τιμή ανά HBA	\$1.000
P _{K(SWITCH)}	Τιμή ανά SAN switch	\$5.000
P _{K(STORAGE)}	Τιμή ανά terabyte χωρητικότητας	\$6.000
σ _{TOTAL}	SAN χωρητικότητα	Πριν: πληροφόρηση από τον επιχειρήση Μετά: Υπόθεση για 20GB ανά virtual machine (2 vmdk αρχεία ανά 10GB ανά αρχείο)
N	Ποσοστό των servers που είναι συνδεδεμένοι στο SAN	25% πριν, 100% μετά (όλα τα VMs θα είναι στο SAN)
NNETSW	Αριθμός νέων δικτυακών μεταγωγών ανά έτος	Υπολογίζεται από τον συνολικό αριθμό των servers
SNIC	Αριθμός καρτών δικτύου (NIC) ανά server	Πριν: 2 ανά server Μετά: 3 ανά server
P _i	Πόρτες ανά κάρτα δικτύου	1
P _{K(NETSW)}	Τιμή ανά SAN switch	\$4.000
A _s	Κόστος ανά τετραγωνικό πόδι για την δημιουργία του κέντρου δεδομένων	\$600 ανά τετραγωνικό πόδι
R _{SF}	Τετραγωνικό πόδι ανά rack	7 τετραγωνικά μέτρα (κατά προσέγγιση)
RSPACE	Ποσοστό χώρου που χρησιμοποιείται από τα	30%

ROI TOTAL	Συνολικό πλήθος racks	Παρέχεται από τον επιχείρηση/πελάτη ή υπολογίζεται. Βλ. παρακάτω
r	Δείκτης Ετήσιου Ποσοστού	6,00%
Ds	Κόστος downtime ανά ώρα	\$20.000 (Χρησιμοποιείται χάριν εδώ του μοντέλου – συνήθως εξαρτάται από τον επιχείρηση)
tu	Απρόσμενο downtime ανά έτος	15 ώρες
ku	Παράγοντας μείωσης του απρόσμενου downtime	25%
tr	Χρόνος για κλήρη ανάκαμψη μετά από καταστροφή	40 ώρες (Χρησιμοποιείται χάριν εδώ του μοντέλου – συνήθως εξαρτάται από τον επιχείρηση)
kr	Παράγοντας μείωσης του χρόνου ανάκαμψης	25%
ESX	Πλήθος εγκαταστάσεων ESX	Πλήθος servers μετά το Virtualization
ESX	Ώρες ανά ESX εγκατάσταση	2
WPROV	Συνολικά φορτία εργασίας (workloads) που διατίθενται παράγονται (provisioned) ανά έτος	Μη διαθέσιμο
IPROV	Συνολικές ώρες για να την διάθεση ενός φορτίου εργασίας (workload)	20 ώρες (χωρίς VMware) 1 ώρα (με VMware)
kPT	Παράγοντας μείωσης χρόνου Provisioning	13,48 ώρες

Πίνακας 7 Μεταβλητές μεθοδολογίας TCO/ROI

3.3.1 Παράδειγμα υπολογισμού εξοικονόμησης ενέργειας για εφαρμογή Server Consolidation σε επιχείρηση

Για την καλύτερη επεξήγηση της ποσοτικοποίησης της εξοικονόμησης ενέργειας σε μία επιχείρηση που επιλέγει να εφαρμόσει τεχνικές αποϋλοποίησης θα χρησιμοποιήσουμε το παράδειγμα της φανταστικής επιχείρησης Example Inc.. Έστω λοιπόν ότι η Example διαθέτει την εξής σύνθεση από servers:

servers με 1 CPU	500
servers με 2 CPU	300
servers με 4 CPU	200

Η εξοικονόμηση στο συνολικό κόστος κτήσης δίνεται από τον τύπο:

$$\text{Εξοικονόμηση}_{\text{Hardware}} = \left(\frac{S_{\text{TOTAL}} \cdot S_{\$}}{S_{\text{LIFE}}} \right)_{\text{Πριν}} - \left(\frac{S_{\text{TOTAL}} \cdot S_{\$}}{S_{\text{LIFE}}} \right)_{\text{Μετά}}$$

Ο υπολογισμός αυτός δεν περιλαμβάνει κόστη φθοράς και απόσβεσης, ενώ η ανανέωση του hardware σε απουσία virtualization συμβαίνει κάθε τρία χρόνια, σε αντίθεση με την ανανέωση στην περίπτωση χρήσης virtualization, που όλο το hardware αγοράζεται την στιγμή της υλοποίησης και δεν γίνεται ανανέωση στα 3 χρόνια. Στον επόμενο πίνακα φαίνεται το ετήσιο κόστος για κάθε λύση. [16]

	πριν		μετά	
	πλήθος	κόστος	πλήθος	κόστος
servers με 1 CPU	500	\$4.000,00	0	\$4.000,00
servers με 2 CPU	300	\$6.500,00	40	\$10.000,00
servers με 4 CPU	200	\$14.000,00	38	\$23.000,00
Ετήσιο κόστος		2.250.000,00		1.274.000,00

Τα ετήσια κόστη για hardware στην παρούσα κατάσταση είναι:

$$\text{Κόστος}_{\text{Hardware(Πριν)}} = \frac{(500)(4.000) + (300)(6.500) + (200)(14.000)}{3} = 2.250.000\$$$

3

Με χρήση VMware Virtualization, υποτίθεται ότι όλο το νέο hardware αγοράζεται στην αρχή της υλοποίησης του έργου, και συνεπώς όλα τα κόστη σε hardware απορροφώνται στον πρώτο χρόνο:

$$\text{Κόστος}_{\text{Hardware(Μετά)}} = (40)(10.000) + (38)(23.000) = 1.274.000\$$$

Άρα η ετήσια **εξοικονόμηση** ανέρχεται στα **976.000,00\$**.

Η κατανάλωση ενέργειας μπορεί να κατηγοριοποιηθεί ως εξής:

- Φορτία IT όπως server, hardware, switches δικτύου, στοιχεία SAN κλπ.
- Άλλα φορτία όπως μετασχηματιστές, UPS, ηλεκτρολογική καλωδίωση, κλιματιστικά, φωτισμός, ανεμιστήρες κλπ.

Για απλότητα εδώ θα υπολογίσουμε τη **μείωση του κόστους ενέργειας** από το hardware των servers και μόνο. Όλες οι άλλες καταναλώσεις φυσικά, μπορούν να καταγραφούν και να εκτιμηθούν αναλόγως. Η **κατανάλωση ισχύος** υπολογίζεται βάσει του form factor κάθε server σε σχέση με τον αριθμό των CPU. [16]

- 1 CPU = 1U
- 2 CPU = 2U
- 4 CPU = 4U
- 8 CPU = 6U
- 16 CPU = 12U
- 32 CPU = 24U

Η εξοικονόμηση ισχύος προκύπτει από τον εξής τύπο:

$$\text{Εξοικονόμηση}_{\text{ισχύος}} = \lambda E_s [(S_{\text{TTPWR}})_{\text{Πρην}} - (S_{\text{TTPWR}})_{\text{Μετά}}]$$

Για τον συγκεκριμένο υπολογισμό θα πρέπει να έχει υπολογιστεί η σταθερά λ, που αναφέρεται στην σταθερή κατανάλωση και αντιστοιχεί στον συντελεστή χρησιμοποίησης (δίνεται στον πίνακα). Εφαρμόζοντας αυτόν τον τύπο στο παράδειγμα προκύπτει ότι:

	πριν		μετά	
	πλήθος	ισχύς	πλήθος	ισχύς
servers με 1 CPU	500	475w (0.475 kw)	0	550 w
servers με 2 CPU	300	550w (0.55 kw)	40	675w (0.675 kw)
servers με 4 CPU	200	950w (0.95 kw)	38	1150w (1.15 kw)
Επίσης κόστος ισχύος		282.721 \$		33.736\$

Κόστος_{Ισχύος(Πριν)} =

$$(0.67) * (0.0813) * [(500) * (0.475) + (300) * (0.55) + (200) * (0.95)] * \left[\frac{24 \text{ h}}{1 \text{ d}}\right] * \left[\frac{365 \text{ d}}{1 \text{ y}}\right] =$$

$$= 282.721\$$$

Κόστος_{Ισχύος(Μετά)} =

$$(0.67) * (0.0813) * [(40) * (0.675) + (38) * (1,150)] * \left[\frac{24 \text{ h}}{1 \text{ d}}\right] * \left[\frac{365 \text{ d}}{1 \text{ y}}\right] = 33.736\$$$

Επομένως η εξοικονόμηση κόστους ισχύος είναι \$248.985.

Όσον αφορά την ψύξη, ο τύπος που υπολογίζει την εξοικονόμηση είναι ο εξής:

$$\text{Εξοικονόμηση}_{\psi\acute{\upsilon}\xi\varsigma} = \frac{\lambda L E_{\psi}(1+p)}{\delta} [(S_{ITLPWR})_{\text{Πριν}} - (S_{ITLPWR})_{\text{Μετά}}]$$

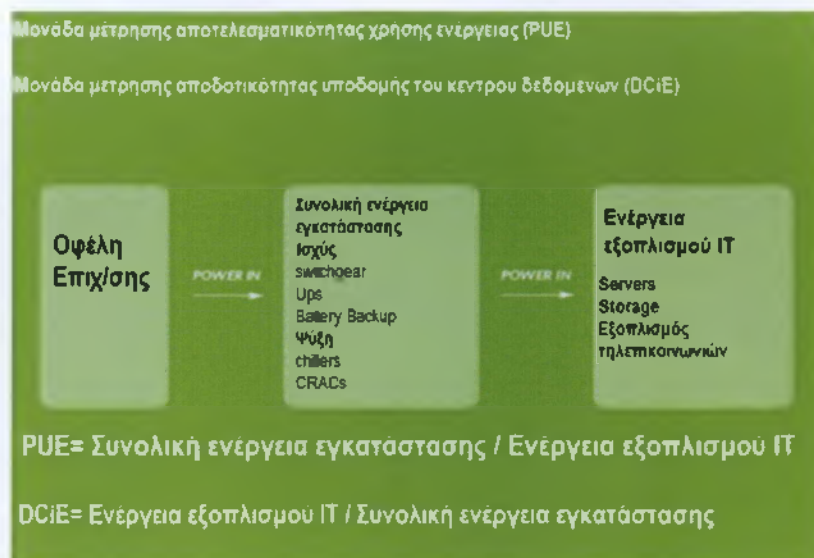
Εφαρμόζοντας αυτόν τον τύπο για το παράδειγμά μας, προκύπτει ο παρακάτω πίνακας:

	πριν		μετά	
	πλήθος	ισχύς	πλήθος	ισχύς
servers με 1 CPU	500	475	0	550
servers με 2 CPU	300	550	40	675
servers με 4 CPU	200	950	38	1150
Ετήσιο κόστος ψύξης		264827,11		42169,54

Επομένως η εξοικονόμηση κόστους ψύξης είναι \$225.000,00.

3.3.2 Η μονάδα μέτρησης *Power Usage effectiveness (PUE)*

Η μονάδα μέτρησης Αποτελεσματικότητας χρήσης ενέργειας (PUE) χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της ενεργειακής απόδοσης ενός κέντρου δεδομένων. Η PUE καθορίζεται διαιρώντας το ποσό της ενέργειας που εισέρχεται σε ένα κέντρο δεδομένων προς την ενέργεια που χρησιμοποιείται για να τροφοδοτήσει την υποδομή των συσκευών IT μέσα σε αυτό. Ως εκ τούτου, η PUE εκφράζεται ως αναλογία, με τη βελτίωση της συνολικής απόδοσης όσο πλησιάζει προς τη μονάδα. Η PUE δημιουργήθηκε από τα μέλη του Green Grid, μια ομάδα της βιομηχανίας που επικεντρώθηκε στην ενεργειακή απόδοση των data center. Η αποδοτικότητα της υποδομής του κέντρου δεδομένων (DCIE) είναι το αντίστροφο της PUE και εκφράζεται ως ποσοστό επί τοις εκατό που βελτιώνεται καθώς πλησιάζει το 100%. [18]



Σχήμα 31 Αποτελεσματικότητα Χρήσης Ενέργειας

(Πηγή: <http://searchdatacenter.techtarget.com/definition/power-usage-effectiveness-PUE>)

Στο σχήμα παρατηρούμε ότι η PUE υπολογίζεται από τον λόγο της συνολικής ενέργειας εγκατάστασης προς την ενέργεια εξοπλισμού IT. Αντίθετα η DCiE υπολογίζεται ως ο λόγος της ενέργειας του IT εξοπλισμού προς τη συνολική ενέργεια εγκατάστασης.

Η μέτρηση της PUE γίνεται ως εξής:

1. **Μέτρηση της χρήσης ενέργειας στον μετρητή της εγκατάστασης ή κοντά σε αυτόν.** Εάν το κέντρο δεδομένων είναι μια εγκατάσταση μικτής χρήσης ή κτίριο γραφείων, η μέτρηση γίνεται μόνο στο σημείο που τροφοδοτεί το κέντρο δεδομένων. Αν δεν είναι σε ξεχωριστό μετρητή, γίνεται υπολογισμός της ποσότητας της ενέργειας που καταναλώνεται στο μέρος της εγκατάστασης που δεν είναι μέρος του κέντρου δεδομένων και αφαίρεση της ποσότητας αυτής από τη συνολική κατανάλωση της εγκατάστασης. [18]

2. **Μέτρηση φορτίου του εξοπλισμού πληροφορικής** αφού έχει ολοκληρωθεί η μετατροπή ενέργειας, μεταγωγή και ο κλιματισμός. Σύμφωνα με την The Green Grid, το πιο χρήσιμο σημείο μέτρησης βρίσκεται στην έξοδο των μονάδων διανομής ηλεκτρικής ενέργειας στην αίθουσα υπολογιστών (PDUs). Η μέτρηση αυτή πρέπει να αντιπροσωπεύει τη συνολική ισχύ που παραδίδεται στους server στο data center. [18]

Σύμφωνα με το Uptime Institute [18], το τυπικό κέντρο δεδομένων έχει ένα μέσο PUE της τάξης του 2,5. Αυτό σημαίνει ότι για κάθε 2,5 watts που μετρά ο μετρητής, μόνο ένα watt παραδίδεται στο φορτίο πληροφορικής. Το Uptime εκτιμά ότι περισσότερες εγκαταστάσεις θα μπορούσαν να επιτύχουν 1.6 PUE χρησιμοποιώντας πιο αποδοτικό εξοπλισμό και βέλτιστες πρακτικές.

Η απόδοση υποδομής των κέντρων δεδομένων (DCIE), είναι η μονάδα μέτρησης που καταδεικνύει την βελτίωση των ενεργειακών επιδόσεων και χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κέντρου δεδομένων. Η DCIE είναι το ποσοστό που υπολογίζεται, διαιρώντας την συνολική ισχύ του εξοπλισμού IT με την συνολική ισχύ της εγκατάστασης. [18]

Κεφάλαιο 4. Εφαρμογές Αποϋλοποίησης: Μελέτες Περίπτωσης

Σε αυτό το κεφάλαιο παρατίθενται πραγματικά παραδείγματα εφαρμογής αποϋλοποίησης σε επιχειρήσεις (case studies) με περαιτέρω ανάλυση στα ενεργειακά και οικονομικά τους οφέλη. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται αναφορά στην εξοικονόμηση κόστους ενέργειας και ψύξης, εξοικονόμηση εργασίας και διαχείρισης, εξοικονόμηση κόστους παροχής υπηρεσιών, λογισμικού και τέλος υποστήριξης υλικού μέσα στο χρονικό διάστημα τριών ετών.

4.1 Aegis Media – Αγγλία

Με έδρα στο Ηνωμένο Βασίλειο και παρουσία σε 130 χώρες στις πέντε ηπείρους, η Aegis Media είναι ο μεγαλύτερος όμιλος μέσων ενημέρωσης και ψηφιακών επικοινωνιών. Επιπλέον, η εταιρεία βρίσκεται στην πρώτη γραμμή της βιομηχανίας, και έχει αναλάβει μεγάλα έργα και πολύπλοκα analytics, σχετικά με τον τομέα επιχειρήσεων και καταναλωτικών εφαρμογών.

Χρησιμοποιούσε high-end computing και δυνατότητες υβριδικών cloud. Ωστόσο, το 2011, η Aegis λειτουργούσε ως ομόσπονδη οργάνωση ΤΠ. Ορισμένες παγκόσμιες υπηρεσίες ήταν κεντρικές, αλλά 50 με 60 ξεχωριστές τοπικές υπηρεσίες πληροφορικής είχαν προστεθεί σε μεγάλο βαθμό μέσω εξαγορών της εταιρείας. Το υλικό είχε υποστεί γήρανση και διέθετε μόνο ένα περιορισμένο επίπεδο virtualization, που επηρέαζε αρνητικά την αποδοτικότητα και την αποτελεσματικότητα του κόστους του. Ο

εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε ήταν επίσης δύσκολο να διαχειριστεί με ασφάλεια, πράγμα που σημαίνει ότι ήταν δύσκολο να παρέχει συνεπή εξυπηρέτηση και υποστήριξη στις IT πλατφόρμες enterprise-class σε όλη την επιχείρηση.

Η ανάγκη να προχωρήσει σε μια πιο σύγχρονη πλατφόρμα υπογραμμίστηκε στην αρχή του 2012, όταν η Aegis κέρδισε μια παγκόσμια σύμβαση media με ένα σημαντικό πελάτη. Με το βλέμμα στραμμένο στο διπλασιασμό του κύκλου εργασιών κάθε πέντε χρόνια, η εταιρεία χρειαζόταν μια νέα υποδομή για να στηρίξει την ανάπτυξη γρήγορα και ευέλικτα. Οι στόχοι αυτοί ήταν εκτός δυνατοτήτων με τις ήδη υπάρχουσες πλατφόρμες πληροφορικής, αν μη τι άλλο λόγω της ύπαρξης εκατοντάδων φυσικών servers.

Αντ'αυτού, η ηγεσία IT της εταιρείας ξεκίνησε ένα μεταρρυθμιστικό έργο να ξεφύγει από τις παραδοσιακές τεχνικές με διακομιστές rack-mounted και να εδραιώσει τα κέντρα δεδομένων σε όλο τον κόσμο. Η βελτίωση της αποδοτικότητας ήταν μια κρίσιμη απαίτηση της Aegis με στόχο να ωθήσει το επίπεδο του server virtualization πάνω από 80 τοις εκατό.

Η εταιρεία ενδιαφέρθηκε για τα πλεονεκτήματα που παρέχονται από το Cisco Unified Computing System™ (UCS®). Η ικανότητα του συστήματος να λειτουργήσει παράλληλα με VMware και η NetApp τεχνολογίες μέσα σε μια αρχιτεκτονική FlexPod αποτέλεσε σημαντικό πλεονέκτημα. Προηγουμένως, η Aegis διέθετε μέσα αποθήκευσης και servers σε κάθε μία από 170 θέσεις, αλλά με τη βοήθεια της Cisco, εδραίωσε αυτούς τους διακομιστές σε μόλις τρία κύρια κέντρα δεδομένων και ένα χώρο αποκατάστασης των

καταστροφών. Τα εν λόγω κέντρα δημιουργήθηκαν με έδρα τη Νέα Υόρκη, Ηνωμένες Πολιτείες (για το σύνολό της Αμερικής), το Χονγκ Κονγκ (για την Ασία), και στο Λονδίνο (για την Ευρώπη, την Αφρική, και τη Μέση Ανατολή), με τη θέση αντιγράφων ασφαλείας λίγο έξω από το Λονδίνο. Μέσα σε αυτά τα κέντρα, οι FlexPod μονάδες σχηματίζουν ένα ιδιωτικό cloud, το οποίο η Aegis προτίθεται να εξελίξει σε ένα υβριδικό μοντέλο, καθώς οι απαιτήσεις της εξελίσσονται. Η εταιρεία έχει επίσης πέντε δωμάτια διακομιστή που στεγάζουν FlexPods στο Κέιπ Τάουν, Σάο Πάολο, Μόσχα, Σαγκάη, και Μελβούρνη. Οι μονάδες FlexPod χτισμένες σε βάση Cisco UCS 5108 με συνδυασμό UCS B230 M2 Series Blade Servers είναι εξοπλισμένες με το Virtual Card Interface (VIC).

Η Aegis μπορεί τώρα να αναπτύξει νέους εικονικούς servers σε λίγα λεπτά, αντί για ημέρες ή εβδομάδες. Έχει επίσης βελτιωθεί η απόδοση των εφαρμογών. Στο παρελθόν η εταιρεία είχε δει ζητήματα επιδόσεων σε ορισμένα σημεία, και τώρα έχει δει διπλάσια απόδοση, η οποία βελτιώθηκε με τη σταθερότητα των συστημάτων και των εφαρμογών. Το FlexPod είχε επίσης θετική επίδραση στην επιχειρησιακή συνέχεια. Στο παρελθόν, μόνο το πέντε τοις εκατό των αιτήσεων μπορούσε να ανακτηθεί εντός 24 ωρών. Τώρα αυτό το επίπεδο έχει αυξηθεί σε σχεδόν 50 τοις εκατό. Εν τω μεταξύ, το κόστος των υποδομών έχει μειωθεί κατά περίπου 20 τοις εκατό. Η Aegis έχει επιτύχει 30 τοις εκατό μείωση στην κατανάλωση ενέργειας και 50 τοις εκατό μείωση στο χώρο σε σύγκριση με την προηγούμενη περίπτωση εξοπλισμού. [19]

Εταιρία	Πρόβλημα	Λύση	Αποτελέσματα
Aegis Media	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Υποστήριξη ταχείας ανάπτυξης ▲ Βελτίωση λειτουργικής απόδοσης, διαχείρισης IT και ασφάλειας 	<p>Μετασχηματισμός του κέντρου δεδομένων.</p> <p>Εφαρμογή τεχνολογιών Αποϋλοποίησης (Server Virtualization VMware, Storage Virtualization και Network Virtualization) με FlexPod αρχιτεκτονική που επιτρέπει στο σύστημα να διαχειρίζεται όλους τους πόρους σαν μια οντότητα.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▲ 100% αύξηση της απόδοσης εφαρμογών ▲ Δεκαπλάσια αύξηση στην δυνατότητα ανάκτησης καταστροφών ▲ 20% εξοικονόμηση στις υποδομές, 30% στην ενέργεια και 50% στον απαιτούμενο χώρο

Πίνακας 8 Αποτελέσματα αποϋλοποίησης Aegis Media

Στο παραπάνω πίνακα παρατηρούμε τα οφέλη της εταιρίας με την χρήση τεχνικών αποϋλοποίησης, καθώς με τον περιορισμό του υλικού κατά 20% κατάφερε να μειώσει τον απαιτούμενο χώρο κατά 50% και να μειώσει το ποσοστό κατανάλωσης ενέργειας κατά 30%. Με την χρήση Server Virtualization πέτυχε αύξηση της απόδοσης εφαρμογών στο 100%.

4.2 Hellenic Seaways

Η Hellenic Seaways δραστηριοποιείται στις θάλασσες της Ελλάδας από το Φεβρουάριο του 1999. Πρόκειται για την μεγαλύτερη ελληνική ακτοπλοϊκή εταιρία, που με 22 πλοία της εξυπηρετεί περισσότερα από 31 λιμάνια στις Κυκλάδες, το Β.Α. Αιγαίο, το Ν.Α Αιγαίο, την Κρήτη, τον Αργοσαρωνικό και τις Σποράδες. Από το 2005 η εταιρία ξεκίνησε μια νέα πορεία για την ανάπτυξη της υλοποιώντας ένα μεγάλο επενδυτικό σχέδιο ένταξης νέων πλοίων και αναδιάταξης του στόλου της. Για τον σκοπό αυτό η εταιρία χρειαζόταν μια νέα υποδομή για να στηρίξει την ανάπτυξη της γρήγορα και ευέλικτα.[86]

Το υλικό της αποτελείτο από 38 διακομιστές φυσικούς και εικονικούς (IBM-DELL-HP) με λειτουργικά συστήματα Microsoft Server 2003, 200 ηλεκτρονικούς υπολογιστές με λειτουργικό σύστημα Windows XP και 7 TB αποθηκευτικό χώρο ο οποίος ήταν διάσπαρτος στους διακομιστές.

Έτσι αντιμετώπιζε προβλήματα στην υποδομή της έχοντας υψηλό κόστος συντήρησης, υψηλό κόστος ψύξης, προβλήματα σε ασφάλεια λόγω παλαιών εκδόσεων, αδυναμία στη χρήση νέων τεχνολογιών για επιτάχυνση των εργασιών και χαμηλή διαθεσιμότητα.

Η εταιρία θέλοντας να αναβαθμίσει αυτόν τον εξοπλισμό απευθύνθηκε στην Byte που αποτελεί τη μεγαλύτερη ελληνική εταιρεία παροχής ολοκληρωμένων λύσεων πληροφορικής και

επικοινωνιών στον ιδιωτικό τομέα με δυναμική παρουσία πάνω από 25 χρόνια στην ελληνική αγορά, η οποία και της έδωσε την παρακάτω προτεινόμενη λύση:

- Ενοποίηση συστημάτων με χρήση πλατφόρμας VMware (Server Virtualization – Full Virtualization)
- Τελευταίες Εκδόσεις Microsoft Server (2012 r2), με δυνατότητα αναβάθμισης στο μέλλον.
- Δημιουργία εικονικών Server, με δυνατότητα να δημιουργήσει όσους χρειάζεται ανά πάσα στιγμή χωρίς επιπλέον αγορά – αδειοδότηση. (Server Virtualization – Full Virtualization)
- Χρήση των πόρων του συστήματος ανάλογα με τις ανάγκες χωρίς δέσμευση από εφαρμογές.
- Άμεση αποκατάσταση και πρόληψη βλαβών από τον κατασκευαστή χωρίς εμπλοκή του IT.
- Απεριόριστη δυνατότητα επέκτασης.
- Χρήση Storage Virtualization (αύξηση χωρητικότητας 42TB)

Με αυτόν τον τρόπο η Hellenic Seaways κατάφερε να μειώσει την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και ψύξης από 93.947 Kwh σε μόλις 12.974 Kwh καθώς πέτυχε μείωση σε hardware από 22 φυσικούς διακομιστές μόλις σε 5. Η μείωση αυτής της κατανάλωσης περιόρισε όχι μόνο το αποτύπωμά της σε εκπομπές CO2 αλλά είχε και οικονομικά οφέλη.

Η εταιρία κατάφερε με την χρήση αυτού του εξοπλισμού να ελαχιστοποιήσει πιθανά ρίσκα και να μειώσει τα κόστη της σε ετήσια βάση.

Μείωση ρίσκων

- 66% λιγότερος μη σχεδιασμένος «νεκρός χρόνος» (π.χ. ένα μηχάνημα δεν βρίσκεται σε λειτουργία γιατί είναι στο service)
- 43% λιγότερα μη σχεδιασμένα περιστατικά «νεκρού χρόνου»
- 50% μείωση χρόνου τεχνικής υποστήριξης λόγω δυνατότητας remote.

Ετήσιο όφελος κόστους

- Αύξηση συνολικής παραγωγικότητας
- Μείωση σε IT λειτουργία / μείωση κόστους
- Όφελος από μείωση κίνδυνου / παραγωγικότητα χρηστών

Στην κορυφή αυτών των παροχών η Hellenic Seaways θα είναι σε θέση να εξοικονομήσει από **111-112.000\$** σε ετήσια βάση.

Σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα υπολογίστηκαν οι συνολικοί συντελεστές εξοικονόμησης σε διάφορους τομείς μέσα σε τρία χρόνια. Παρακάτω παρατίθενται τα αποτελέσματα ανά συντελεστή:

- **Η Εξοικονόμηση Ενέργειας και Ψύξης** είναι η εξοικονόμηση κόστους που προκύπτει λόγω του θετικού τριγώνου (δέλτα) μεταξύ

των παλαιών και των νέας γενιάς διακομιστών. Υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας το τρίγωνο (δέλτα) της ενέργειας και της ψύξης με το κόστος της ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη το PUE ή τον πολλαπλασιαστή ψύξης που εδώ θεωρείται 1,7 (φορές).

- **Η Εξοικονόμηση Εργασίας & Διαχείρισης** υπολογίζεται καθορίζοντας τις διαχειριστικές ώρες που καταναλώνονται σε κάθε διακομιστή σε ένα χρόνο και στη συνέχεια πολλαπλασιάζοντας το αποτέλεσμα με τον ρυθμό ωριαίας επιβάρυνσης ενός ισοδύναμου πλήρους απασχόλησης.

- **Η Εξοικονόμηση Υποστήριξης Φυσικού Υλικού (Hardware)** είναι η εξοικονόμηση που αποκτήθηκε λόγω του τριγώνου (δέλτα) από την υποστήριξη εγγύησης υλικού και την υποστήριξη εγγύησης υλικού για διακομιστές νέας γενιάς.

- **Η Μείωση Κόστους του Λογισμικού** είναι ένας συνδυασμός των αποταμιεύσεων λόγω της απόκτησης λογισμικού - για τους παλιούς και νέας γενιάς διακομιστές - και της συντήρησης λογισμικού. Έχει δοθεί σαν δυνατότητα η επιλογή μεταξύ Linux και Windows σαν λογισμικό λειτουργίας. Επίσης λαμβάνει υπόψη το Λογισμικό Απούλοποίησης.

- **Η Εξοικονόμηση Κόστους Νεκρού Χρόνου** είναι η εξοικονόμηση των Επιχειρηματικών Επιπτώσεων λόγω μη προγραμματισμένης και προγραμματισμένης μη διαθεσιμότητας του διακομιστή. Λαμβάνει, επίσης, υπόψη τον υπολογισμό των επιπτώσεων της παραγωγικότητας των τελικών χρηστών σε όρους δολαρίου, λόγω της μη διαθεσιμότητας του διακομιστή σε ώρες και μη αιχμής.

- Το **Κόστος Παροχής Υπηρεσιών (εργασιών)** είναι το διαχειριστικό κόστος που προκύπτει για την τροφοδότηση των νέων διακομιστών στο περιβάλλον του χρήστη (μικρότερο κόστος διαχείρισης).

Στη συνέχεια παρατίθενται συγκεντρωτικοί πίνακες.

Εξοικονόμηση κόστους ROI βάσει 3 ετίας	Τρέχων	Στόχος	Εξοικονόμηση	Εξοικονόμηση %
Κόστος Ενέργειας & Ψύξης	14.349€	3.912€	10.437€	73%
Εξοικονόμηση Εργασίας & Διαχείρισης	17.879€	2.483€	15.396€	86%
Κόστος Παροχής Υπηρεσιών	0€	497€	(497€)	0%
Κόστος Λογισμικού	23.716€	6.385€	17.331€	73%
Κόστος Υποστήριξης Υλικού (HW)	4.855€	3.139€	1.716€	35%
Σύνολο	60.799€	16.416€	44.383€	73%

Πίνακας 11 Εξοικονόμηση κόστους ROI βάσει 3ετίας

Όπως παρατηρούμε το κόστος ενέργειας και ψύξης, η εξοικονόμηση εργασίας και διαχείρισης και το κόστος λογισμικού είχε μειωθεί πολύ παραπάνω από 50%. Επιπλέον αξιοσημείωτη είναι και η μείωση στο κόστος υποστήριξης υλικού. Η συνολική εξοικονόμηση ανέρχεται στο ποσοστό του 73%.

Αποτελέσματα

Από τη συγκεκριμένη έρευνα προέκυψαν τα παρακάτω.

Σημαντικά Οικονομικά Αποτελέσματα	
ROI (Απόβεση της Επένδυσης)	90%
ROI Προσαρμοσμένου Κινδύνου	75%
Επιστροφή	>36 Μήνες
Εξοικονόμηση TCO (Συνολικό Κόστος Κτήσης)	93%
Εξοικονόμηση Καθαρής Παρούσας Αξίας	(12.399€)

Πίνακας 12 Σημαντικά Οικονομικά Αποτελέσματα

Στη συνέχεια παρατίθενται πίνακες σχετικοί με Ενέργεια & Ψύξη

Υπάρχων Εξοπλισμός σε Διακομιστές	Αριθμός των διακομιστών	Ενέργεια (W)	Συνολική Ενέργεια (Kwh)
Dell - PowerEdge 2950 III	1	435	3.814
HP ProLiant ML350 G6	1	476	4.169
IBM - System x3650	7	491	30.088
Συνολική Ενέργεια (σε Kwh)			38.070
Κόστος Ηλεκτρικής Ενέργειας /Kwh			0,07€
Συνολικό Κόστος Ενέργειας & Ψύξης σε Χρηματικές Μονάδες(€)			4.783€

Πίνακας 13 Υπάρχων Εξοπλισμός σε Διακομιστές

Προτεινόμενος Εξοπλισμός	Αριθμός των Διακομιστών	Ενέργεια (W)	Συνολική Ενέργεια (Kwh)
HP ProLiant DL380p Gen8	4	296	10.379
Συνολική Ενέργεια (σε Kwh)			10.379
Κόστος Ηλεκτρικής Ενέργειας/Kwh			0,07€
Συνολικό Κόστος Ενέργειας & Ψύξης προτεινόμενου εξοπλισμού σε Χρηματικές Μονάδες(€)			1.304€

Πίνακας 14 Προτεινόμενος Εξοπλισμός

Όπως παρατηρούμε η ενεργειακή κατανάλωση μειώνεται κατά 27.671 Kwh και φτάνει το ποσοστό του 72,74%. Αυτό το αποτέλεσμα είναι παράγοντας 2 συντελεστών. Οι φυσικοί διακομιστές έχουν μειωθεί άρα δεν υπάρχει τόσο μεγάλη ανάγκη για ψύξη και ότι οι καινούργιοι διακομιστές νέας γενιάς λόγω των βελτιστοποιημένων εξαρτημάτων τους δεν έχουν τόση ανάγκη για ψύξη σε σχέση με τους παλιούς.

Υποστήριξη Φυσικού Υλικού Hardware.

Υπάρχων Εξοπλισμός Διακομιστών	Αριθμός των Διακομιστών	Υποστήριξη Φυσικού Υλικού (Κόστος/ Διακομιστή)	Συνολικό Κόστος Υποστήριξης Φυσικού Υλικού
Dell - PowerEdge 2950 III	1	251€	251€
HP ProLiant ML350 G6	1	229€	229€
IBM - System x3650	7	163€	1.138€
Συνολικό Κόστος Υποστήριξης Φυσικού Υλικού/χρόνο			1.618€

Πίνακας 15 Υπάρχων Εξοπλισμός σε Διακομιστές

Προτεινόμενος Εξοπλισμός	Αριθμός των Διακομιστών	Υποστήριξη Φυσικού Υλικού (Κόστος/ Διακομιστή)	Συνολικό Κόστος Υποστήριξης Φυσικού Υλικού
HP ProLiant DL380p Gen8	4	262€	1.046€
Συνολικό Κόστος Υποστήριξης Φυσικού Υλικού/χρόνο			1.046€

Πίνακας 16 Προτεινόμενος Εξοπλισμός

Το συνολικό ποσό μειώνεται κατά 572€ καθώς μειώνεται ο αριθμός των διακομιστών που χρησιμοποιούνται από 9 σε 4.

Το Κόστος Παροχής Υπηρεσιών (εργασιών)

Target Servers	Gen Type	Prov. Labor (Hrs)	Number Servers	Prov. Labor Cost
HP ProLiant DL380p Gen8	Gen 8	3	4	497€
Provisioning Labor Cost				497€

Πίνακας 17 Target Servers

Συντήρηση Λογισμικού	Υπάρχον	Προτεινόμενο
Αριθμός Διακομιστών	9	4
Κόστος Συντήρησης Λειτουργικού Συστήματος Διακομιστών / Έτος	7.905€	2.128€
Συνολικό Κόστος Συντήρησης Λειτουργικού Συστήματος Διακομιστών / Έτος	7.905€	2.128€

Πίνακας 18 Συντήρηση Λογισμικού

Όπως παρατηρούμε στον παραπάνω πίνακα η μείωση των εξόδων ανά έτος ανέρχεται σε ποσοστό 73,09% εξοικονομώντας 5.777€

4.3 Solar Cells Hellas

Η εταιρία Solar Cells Hellas ασχολείται με την παροχή υψηλής ποιότητας επαγγελματικών λύσεων για την υλοποίηση έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ), τα οποία περιλαμβάνουν υπηρεσίες εκπόνησης τεχνικοοικονομικών μελετών καθώς και τον σχεδιασμό, την προμήθεια εξοπλισμού, την κατασκευή, τη λειτουργία και την συντήρηση συστημάτων ΑΠΕ ειδικότερα δε φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων. Η Solar Cells Hellas λειτουργεί σύμφωνα με τα διεθνή βιομηχανικά πρότυπα, είναι η πρώτη καθιερωμένη μονάδα παραγωγής φωτοβολταϊκών στην Ν.Α. Ευρώπη και παράγει δισκία πυριτίου φωτοβολταϊκά στοιχεία και πλαίσια.[85]

Το υλικό της αποτελείτο από 15 φυσικούς διακομιστές (HP) με λειτουργικά συστήματα Microsoft Server 2003, 60 ηλεκτρονικούς υπολογιστές με λειτουργικό σύστημα Windows XP και 2 TB αποθηκευτικό χώρο ο οποίος ήταν διάσπαρτος στους διακομιστές.

Αντιμετώπιζε προβλήματα στην υποδομή της από το υψηλό κόστος συντήρησης, το υψηλό κόστος ψύξης, τα προβλήματα σε ασφάλεια λόγω παλαιών εκδόσεων, την αδυναμία στη χρήση νέων τεχνολογιών για επιτάχυνση των εργασιών και τη χαμηλή διαθεσιμότητα.

Η Solar Cells Hellas θέλοντας να αναβαθμίσει αυτόν τον εξοπλισμό απευθύνθηκε στην Byte που αποτελεί τη μεγαλύτερη ελληνική εταιρεία παροχής ολοκληρωμένων λύσεων πληροφορικής και επικοινωνιών στον ιδιωτικό τομέα με δυναμική παρουσία πάνω από 25 χρόνια στην ελληνική αγορά, η οποία και της έδωσε την παρακάτω προτεινόμενη λύση:

- Ενοποίηση συστημάτων με χρήση πλατφόρμας VMware (Server Virtualization – Full Virtualization)
- Τελευταίες Εκδόσεις Microsoft Server (2012 r2), με δυνατότητα αναβάθμισης στο μέλλον.
- Δημιουργία εικονικών Server, με δυνατότητα να δημιουργήσει όσους χρειάζεται ανά πάσα στιγμή χωρίς επιπλέον αγορά – αδειοδότηση. (Server Virtualization – Full Virtualization)
- Χρήση των πόρων του συστήματος ανάλογα με τις ανάγκες χωρίς δέσμευση από εφαρμογές.
- Χρήση Storage Virtualization (αύξηση χωρητικότητας 8TB).
- Άμεση αποκατάσταση και πρόληψη βλαβών από τον κατασκευαστή χωρίς εμπλοκή του IT.
- Απεριόριστη δυνατότητα επέκτασης.

Η εταιρία θα κατάφερνε με την χρήση αυτού του εξοπλισμού να ελαχιστοποιήσει πιθανά ρίσκα και να μειώσει τα κόστη της σε ετήσια βάση.

Μείωση ρίσκων

- 66% λιγότερος μη σχεδιασμένος «νεκρός χρόνος» (π.χ. ένα μηχάνημα δεν βρίσκεται σε λειτουργία γιατί είναι στο service)
- 43% λιγότερα μη σχεδιασμένα περιστατικά «νεκρού χρόνου»
- 50% μείωση του χρόνου απομακρυσμένης τεχνικής υποστήριξης (μέσω τηλεφώνου)

Ετήσιο όφελος κόστους

- Αύξηση συνολικής παραγωγικότητας
- Μείωση σε IT λειτουργία / μείωση κόστους
- Όφελος από μείωση κίνδυνου / παραγωγικότητα χρηστών

Σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα υπολογίστηκαν οι συνολικοί συντελεστές εξοικονόμησης σε διάφορους τομείς μέσα σε τρία χρόνια. Παρακάτω παρατίθενται τα αποτελέσματα ανά συντελεστή:

- **Η Εξοικονόμηση Ενέργειας και Ψύξης** είναι η εξοικονόμηση κόστους που προκύπτει λόγω του θετικού τριγώνου (δέλτα) μεταξύ των παλαιών και των νέας γενιάς διακομιστών. Υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας το τρίγωνο (δέλτα) της ενέργειας και της ψύξης με το κόστος της ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη το PUE ή τον πολλαπλασιαστή ψύξης που εδώ θεωρείται 1,7 (φορές).

- **Η Εξοικονόμηση Εργασίας & Διαχείρισης** υπολογίζεται καθορίζοντας τις διαχειριστικές ώρες που καταναλώνονται σε κάθε διακομιστή σε ένα χρόνο και στη συνέχεια πολλαπλασιάζοντας το αποτέλεσμα με τον ρυθμό ωριαίας επιβάρυνσης ενός ισοδύναμου πλήρους απασχόλησης.

- **Η Εξοικονόμηση Υποστήριξης Φυσικού Υλικού (Hardware)** είναι η εξοικονόμηση που αποκτήθηκε λόγω του τριγώνου (δέλτα) από την υποστήριξη εγγύησης υλικού και την υποστήριξη εγγύησης υλικού για διακομιστές νέας γενιάς.

- **Η Μείωση Κόστους του Λογισμικού** είναι ένας συνδυασμός των αποταμιεύσεων λόγω της απόκτησης λογισμικού - για τους παλιούς και νέας γενιάς διακομιστές - και της συντήρησης λογισμικού. Έχει δοθεί σαν δυνατότητα η επιλογή μεταξύ Linux και Windows σαν λογισμικό λειτουργίας. Επίσης λαμβάνει υπόψη το Λογισμικό Αποϋλοποίησης.

- **Η Εξοικονόμηση Κόστους Νεκρού Χρόνου** είναι η εξοικονόμηση των Επιχειρηματικών Επιπτώσεων λόγω μη προγραμματισμένης και προγραμματισμένης μη διαθεσιμότητας του διακομιστή. Λαμβάνει, επίσης, υπόψη τον υπολογισμό των επιπτώσεων της παραγωγικότητας των τελικών χρηστών σε όρους δολαρίου, λόγω της μη διαθεσιμότητας του διακομιστή σε ώρες και μη αιχμής.

- **Το Κόστος Παροχής Υπηρεσιών (εργασιών)** είναι το διαχειριστικό κόστος που προκύπτει για την τροφοδότηση των νέων διακομιστών στο περιβάλλον του χρήστη

Εξοικονόμηση κόστους ROI βάσει 3 ετίας

Εξοικονόμηση κόστους ROI βάσει 3 ετίας	Τρέχων	Στόχος	Εξοικονόμηση	Εξοικονόμηση %
Κόστος Ενέργειας & Ψύξης	31.561€	1.464€	30.096€	95%
Εξοικονόμηση Εργασίας & Διαχείρισης	29.798€	1.242€	28.557€	96%
Κόστος Παροχής Υπηρεσιών	0€	248€	(248€)	0%
Κόστος Λογισμικού	23.945€	3.193€	20.752€	87%
Κόστος Υποστήριξης Υλικού (HW)	23.109€	1.224€	21.885€	95%
Κόστος Νεκρού Χρόνου	0€	0€	0€	0%
Σύνολο	108.413€	7.371€	101.042€	93%

Πίνακας 19 Εξοικονόμηση κόστους ROI βάσει 3 ετίας

Όπως παρατηρούμε το κόστος ενέργειας και ψύξης, η εξοικονόμηση εργασίας και διαχείρισης και το κόστος λογισμικού είχε μειωθεί πολύ παραπάνω από 85%. Επιπλέον αξιοσημείωτη είναι και η μείωση στο κόστος υποστήριξης υλικού. Η συνολική εξοικονόμηση ανέρχεται στο ποσοστό του 95%.

Από τη συγκεκριμένη έρευνα προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα.

Σημαντικά Οικονομικά Αποτελέσματα	
ROI	1.057%
ROI Προσαρμοσμένου Κινδύνου	867%
Επιστροφή	4 μήνες
Εξοικονόμηση TCO	85%
Εξοικονόμηση Καθαρής Παρούσας Αξίας	(75.746€)

Πίνακας 20 Σημαντικά Οικονομικά Αποτελέσματα

Στη συνέχεια παρατίθενται πίνακες σχετικοί με Ενέργεια & Ψύξη.

Υπάρχων Εξοπλισμός σε Διακομιστές	Αριθμός των Διακομιστών	Ενέργεια (W)	Συνολική Ενέργεια (Kwh)
HP ProLiant DL380 G5	12	677	71.166
HP ProLiant ML370 G6	1	483	4.237
HP ProLiant ML350 G6	2	476	8.337
Συνολική Ενέργεια (σε Kwh)			83.735
Κόστος Ηλεκτρικής Ενέργειας /Kwh			0,07€
Συνολικό Κόστος Ενέργειας & Ψύξης σε Χρηματικές Μονάδες(€)			10.520€

Πίνακας 21 Υπάρχων Εξοπλισμός σε Διακομιστές

Προτεινόμενος Εξοπλισμός	Αριθμός των Διακομιστών	Ενέργεια (W)	Συνολική Ενέργεια (Kwh)
HP ProLiant DL360p Gen8	2	222	3.885
Συνολική Ενέργεια (σε Kwh)			3.885
Κόστος Ηλεκτρικής Ενέργειας/Kwh			0,07€
Συνολικό Κόστος Ενέργειας & Ψύξης προτεινόμενου εξοπλισμού σε Χρηματικές Μονάδες(€)			488€

Πίνακας 22 Προτεινόμενος Εξοπλισμός

Με αυτόν τον τρόπο η Solar Cells Hellas θα κατάφερνε να μειώσει την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και ψύξης από 83.735 Kwh σε μόλις 3.885 Kwh καθώς θα επιτύχανε μείωση σε hardware από 15 φυσικούς διακομιστές μόλις σε 2. Η μείωση αυτής της κατανάλωσης θα περιόριζε όχι μόνο το αποτύπωμά της σε εκπομπές CO2 αλλά θα είχε και οικονομικά οφέλη.

Όπως παρατηρούμε η ενεργειακή κατανάλωση μειώνεται κατά 79.850 Kwh και φτάνει το ποσοστό του 95,4%. Αυτό το αποτέλεσμα είναι παράγοντας 2 συντελεστών. Οι φυσικοί διακομιστές έχουν μειωθεί άρα δεν υπάρχει τόσο μεγάλη ανάγκη για ψύξη και ότι οι καινούργιοι διακομιστές νέας γενιάς λόγω των βελτιστοποιημένων εξαρτημάτων τους δεν έχουν τόση ανάγκη για ψύξη σε σχέση με τους παλιούς.

Υποστήριξη Φυσικού Υλικού

Υπάρχων Εξοπλισμός Διακομιστών	Αριθμός των Διακομιστών	Υποστήριξη Φυσικού Υλικού (Κόστος/ Διακομιστή)	Συνολικό Κόστος Υποστήριξης Φυσικού Υλικού
HP ProLiant DL380 G5	12	585€	7.015€
HP ProLiant ML370 G6	1	229€	229€
HP ProLiant ML350 G6	2	229€	459€
Συνολικό Κόστος Υποστήριξης Φυσικού Υλικού/χρόνο			7.703€

Πίνακας 23 Υπάρχων Εξοπλισμός Διακομιστών

Προτεινόμενος Εξοπλισμός	Αριθμός των Διακομιστών	Υποστήριξη Φυσικού Υλικού (Κόστος/ Διακομιστή)	Συνολικό Κόστος Υποστήριξης Φυσικού Υλικού
HP ProLiant DL360p Gen8	2	204€	408€
Συνολικό Κόστος Υποστήριξης Φυσικού Υλικού/χρόνο			408€

Πίνακας 24 Προτεινόμενος Εξοπλισμός

Το συνολικό ποσό μειώνεται κατά 7.295€ καθώς μειώνεται ο αριθμός των διακομιστών που χρησιμοποιούνται από 15 σε 2.

Το Κόστος Παροχής Υπηρεσιών (εργασιών)

Target Servers	Gen Type	Prov. Labor (Hrs)	Number Servers	Prov. Labor Cost
HP ProLiant DL360p Gen8	Gen 8	3	2	248€
Provisioning Labor Cost				248€

Πίνακας 25 Κόστος Παροχής Υπηρεσιών

Συντήρηση Λογισμικού

Συντήρηση Λογισμικού	Υπάρχον	Προτεινόμενο
Αριθμός Διακομιστών	15	2
Κόστος Συντήρησης Λειτουργικού Συστήματος Διακομιστών / Έτος	7.982€	1.064€
Συνολικό Κόστος Συντήρησης Λειτουργικού Συστήματος Διακομιστών / Έτος	7.982€	1.064€

Πίνακας 26 Συντήρηση Λογισμικού

Το κόστος συντήρησης του λογισμικού μειώνεται καθώς μειώνεται και ο αριθμός των φυσικών διακομιστών.

4.4 – Attrattivo

Ο όμιλος Attrattivo δραστηριοποιείται στον σχεδιασμό, στην παραγωγή και στην εμπορική διάθεση ενδυμάτων, αξεσουάρ, υποδημάτων και κοσμημάτων από το 1989. Διαθέτει ένα διαρκώς διευρυνόμενο δίκτυο εταιρικών και franchise καταστημάτων στην Ελλάδα και στο εξωτερικό (Κύπρος, Τσεχία, Τουρκία, Πολωνία, Σερβία και Σαουδική Αραβία.). Ακολουθώντας μια διαρκώς ανοδική πορεία, επεκτείνεται μέσα και έξω από τα ελληνικά σύνορα, διευρύνει το δίκτυό του και θέτει όλο και υψηλότερους στόχους της τομείς της μόδας και απασχολεί σήμερα 250 εργαζόμενους.[84]

Πρόσφατα θέλησε να αναβαθμίσει τον IT εξοπλισμό του καθώς ο υπάρχον εξοπλισμός του ήταν πια παλαιός.

Το υλικό της εταιρίας αποτελείτο από 11 φυσικούς διακομιστές (HP) με λειτουργικά συστήματα Microsoft Server 2003, 200 ηλεκτρονικούς υπολογιστές με λειτουργικό σύστημα Windows XP και 2 TB αποθηκευτικό χώρο ο οποίος ήταν διάσπαρτος της διακομιστές.

Αντιμετώπιζε προβλήματα στην υποδομή της από το υψηλό κόστος συντήρησης, το υψηλό κόστος ψύξης, τα προβλήματα σε ασφάλεια λόγω παλαιών εκδόσεων, την αδυναμία στη χρήση νέων τεχνολογιών για επιτάχυνση των εργασιών και τη χαμηλή διαθεσιμότητα.

Η Attrattivo θέλοντας να αναβαθμίσει αυτόν τον εξοπλισμό απευθύνθηκε στην Byte που αποτελεί τη μεγαλύτερη ελληνική εταιρεία παροχής ολοκληρωμένων λύσεων πληροφορικής και

επικοινωνιών στον ιδιωτικό τομέα με δυναμική παρουσία πάνω από 25 χρόνια στην ελληνική αγορά, η οποία και της έδωσε την παρακάτω προτεινόμενη λύση:

- Ενοποίηση συστημάτων με χρήση πλατφόρμας Vmware (Server Virtualization – Full Virtualization)
- Τελευταίες Εκδόσεις Microsoft Server (2012 r2), με δυνατότητα αναβάθμισης στο μέλλον.
- Δημιουργία εικονικών Server, με δυνατότητα να δημιουργήσει όσους χρειάζεται ανά πάσα στιγμή χωρίς επιπλέον αγορά – αδειοδότηση. (Server Virtualization – Full Virtualization)
- Χρήση των πόρων του συστήματος ανάλογα με της ανάγκες χωρίς δέσμευση από εφαρμογές.
- Άμεση αποκατάσταση και πρόληψη βλαβών από τον κατασκευαστή χωρίς εμπλοκή του IT.
- Απεριόριστη δυνατότητα επέκτασης.
- Χρήση Storage Virtualization (αύξηση χωρητικότητας 5TB).

Η εταιρία θα κατάφερνε με την χρήση αυτού του εξοπλισμού να ελαχιστοποιήσει πιθανά ρίσκα και να μειώσει τα κόστη της σε ετήσια βάση.

Μείωση ρίσκων

- 66% λιγότερος μη σχεδιασμένος «νεκρός χρόνος» (π.χ. ένα μηχάνημα δεν βρίσκεται σε λειτουργία γιατί είναι στο service)
- 43% λιγότερα μη σχεδιασμένα περιστατικά «νεκρού χρόνου»
- 50% μείωση του χρόνου απομακρυσμένης τεχνικής υποστήριξης (μέσω τηλεφώνου)

Ετήσιο όφελος κόστους

- Αύξηση συνολικής παραγωγικότητας
- Μείωση σε IT λειτουργία / μείωση κόστους
- Όφελος από μείωση κίνδυνου / παραγωγικότητα χρηστών

Σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα υπολογίστηκαν οι συνολικοί συντελεστές εξοικονόμησης σε διάφορους τομείς μέσα σε τρία χρόνια. Παρακάτω παρατίθενται τα αποτελέσματα ανά συντελεστή:

- **Η Εξοικονόμηση Ενέργειας και Ψύξης** είναι η εξοικονόμηση κόστους που προκύπτει λόγω του θετικού τριγώνου (δέλτα) μεταξύ των παλαιών και των της γενιάς διακομιστών. Υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας το τρίγωνο (δέλτα) της ενέργειας και της ψύξης με το κόστος της ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη το PUE ή τον πολλαπλασιαστική ψύξης που εδώ θεωρείται 1,7 (φορές).
- **Η Εξοικονόμηση Εργασίας & Διαχείρισης** υπολογίζεται καθορίζοντας της διαχειριστικές ώρες που καταναλώνονται σε κάθε

διακομιστή σε ένα χρόνο και στη συνέχεια πολλαπλασιάζοντας το αποτέλεσμα με τον ρυθμό ωριαίας επιβάρυνσης της ισοδύναμου πλήρους απασχόλησης.

- **Η Εξοικονόμηση Υποστήριξης Φυσικού Υλικού (Hardware)** είναι η εξοικονόμηση που αποκτήθηκε λόγω του τριγώνου (δέλτα) από την υποστήριξη εγγύησης υλικού και την υποστήριξη εγγύησης υλικού για διακομιστές της γενιάς.
- **Η Μείωση Κόστους του Λογισμικού** είναι της συνδυασμός των αποταμιεύσεων λόγω της απόκτησης λογισμικού – για της παλιούς και της γενιάς διακομιστές – και της συντήρησης λογισμικού. Έχει δοθεί σαν δυνατότητα η επιλογή μεταξύ Linux και Windows σαν λογισμικό λειτουργίας. Της λαμβάνει υπόψη το Λογισμικό Αποϋλοποίησης.
- **Η Εξοικονόμηση Κόστους Νεκρού Χρόνου** είναι η εξοικονόμηση των Επιχειρηματικών Επιπτώσεων λόγω μη προγραμματισμένης και προγραμματισμένης μη διαθεσιμότητας του διακομιστή. Λαμβάνει, της, υπόψη τον υπολογισμό των επιπτώσεων της παραγωγικότητας των τελικών χρηστών σε όρους δολαρίου, λόγω της μη διαθεσιμότητας του διακομιστή σε ώρες και μη αιχμής.
- **Το Κόστος Παροχής Υπηρεσιών (εργασιών)** είναι το διαχειριστικό κόστος που προκύπτει για την τροφοδότηση των νέων διακομιστών στο περιβάλλον του χρήστη.

Εξοικονόμηση κόστους ROI βάσει 3 ετίας

Εξοικονόμηση κόστους ROI βάσει 3 ετίας	Τρέχων	Στόχος	Εξοικονόμηση	Εξοικονόμηση %
Κόστος Ενέργειας & Ψύξης	24.588€	2.934€	21.654€	88%
Εξοικονόμηση Εργασίας & Διαχείρισης	21.852€	1.862€	19.990€	91%
Κόστος Παροχής Υπηρεσιών	0€	372€	(372€)	0%
Κόστος Λογισμικού	34.700€	9.464€	25.236€	73%
Κόστος Υποστήριξης Υλικού (HW)	12.291€	2.355€	16.937€	88%
Κόστος Νεκρού Χρόνου	0€	0€	0€	0%
Σύνολο	100.431€	16.987€	83.444€	83%

Πίνακας 27 Εξοικονόμηση κόστους ROI βάσει 3ετίας

Όπως παρατηρούμε το κόστος ενέργειας και ψύξης, η εξοικονόμηση εργασίας και διαχείρισης και το κόστος λογισμικού είχε μείωση πολύ παραπάνω από 80%.Επιπλέον αξιοσημείωτη είναι και η μείωση στο κόστος υποστήριξης υλικού. Η συνολική εξοικονόμηση ανέρχεται στο ποσοστό του 88%.

Από τη συγκεκριμένη έρευνα προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα.

Σημαντικά Οικονομικά Αποτελέσματα	
ROI	180 %
ROI Προσαρμοσμένου Κινδύνου	134%
Επιστροφή	13 μήνες
Εξοικονόμηση TCO	54%
Εξοικονόμηση Καθαρής Παρούσας Αξίας	(39.916€)

Πίνακας 28 Οικονομικά αποτελέσματα

Στη συνέχεια παρατίθενται πίνακες σχετικοί με Ενέργεια & Ψύξη

Υπάρχων Εξοπλισμός σε Διακομιστές	Αριθμός των διακομιστών	Ενέργεια (W)	Συνολική Ενέργεια (Kwh)
HP ProLiant DL380 G5	11	677	65.236
Συνολική Ενέργεια (σε Kwh)			65.236
Κόστος Ηλεκτρικής Ενέργειας /Kwh			0,07€
Συνολικό Κόστος Ενέργειας & Ψύξης σε Χρηματικές Μονάδες(€)			8.196€

Πίνακας 29 Υπάρχων εξοπλισμός

Προτεινόμενος Εξοπλισμός	Αριθμός των Διακομιστών	Ενέργεια (W)	Συνολική Ενέργεια (Kwh)
HP ProLiant DL380p Gen8	3	296	7.784
Συνολική Ενέργεια (σε Kwh)			7.784
Κόστος Ηλεκτρικής Ενέργειας/Kwh			0,07€
Συνολικό Κόστος Ενέργειας & Ψύξης προτεινόμενου εξοπλισμού σε Χρηματικές Μονάδες(€)			978€

Πίνακας 30 Προτεινόμενος Εξοπλισμός

Με αυτόν τον τρόπο η Attrattivo θα κατάφερνε να μειώσει την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και ψύξης από 65.236 Kwh σε μόλις 7.784 Kwh καθώς θα επιτύχανε μείωση σε hardware από 11 φυσικούς διακομιστές μόλις σε 3. Η μείωση αυτής της κατανάλωσης θα περιόριζε όχι μόνο το αποτύπωμά της σε εκπομπές CO2 αλλά θα είχε και οικονομικά οφέλη.

Όπως παρατηρούμε η ενεργειακή κατανάλωση μειώνεται κατά 57.452 Kwh και φτάνει το ποσοστό του 88%. Αυτό το αποτέλεσμα είναι παράγοντας 2 συντελεστών. Οι φυσικοί διακομιστές έχουν μειωθεί άρα δεν υπάρχει τόσο μεγάλη ανάγκη για ψύξη και ότι οι καινούργιοι διακομιστές νέας γενιάς λόγω των βελτιστοποιημένων εξαρτημάτων τους δεν έχουν τόση ανάγκη για ψύξη σε σχέση με τους παλιούς.

Υποστήριξη Φυσικού Υλικού

Υπάρχων Εξοπλισμός Διακομιστών	Αριθμός των Διακομιστών	Υποστήριξη Φυσικού Υλικού (Κόστος/ Διακομιστή)	Συνολικό Κόστος Υποστήριξης Φυσικού Υλικού
HP ProLiant DL380 G5	11	585€	6.430€
Συνολικό Κόστος Υποστήριξης Φυσικού Υλικού/χρόνο			6.430€

Πίνακας 31 Υπάρχων Εξοπλισμός

Προτεινόμενος Εξοπλισμός	Αριθμός των Διακομιστών	Υποστήριξη Φυσικού Υλικού (Κόστος/ Διακομιστή)	Συνολικό Κόστος Υποστήριξης Φυσικού Υλικού
HP ProLiant DL380p Gen8	3	262€	785€
Συνολικό Κόστος Υποστήριξης Φυσικού Υλικού/χρόνο			785€

Πίνακας 32 Προτεινόμενος εξοπλισμός

Το συνολικό ποσό μειώνεται κατά 5.645€ καθώς μειώνεται ο αριθμός των διακομιστών που χρησιμοποιούνται από 11 σε 3.

Το Κόστος Παροχής Υπηρεσιών (εργασιών)

Target Servers	Gen Type	Prov. Labor (Hrs)	Number Servers	Prov. Labor Cost
HP ProLiant DL380p Gen8	Gen 8	3	3	372€
Provisioning Labor Cost				372€

Πίνακας 33 Κόστος παροχής υπηρεσιών

Συντήρηση Λογισμικού

Συντήρηση Λογισμικού	Υπάρχον	Προτεινόμενο
Αριθμός Διακομιστών	11	3
Κόστος Συντήρησης Λειτουργικού Συστήματος Διακομιστών / Έτος	11.567€	3.155€
Υποστήριξη Virtualization / Έτος	1.558€	1.558€
Συνολικό Κόστος Συντήρησης Λειτουργικού Συστήματος Διακομιστών / Έτος	11.567€	3.155€

Πίνακας 34 Συντηρηση Λογισμικού

Η συνολική εξοικονόμηση για την συντήρηση λογισμικού ανέρχεται σε 8.412€ ανά έτος καθώς έχει επιτευχθεί μείωση των διακομιστών από 11 σε 3.

4.5 Μικρομεσαίες Επιχειρήσεις και η Σχέση τους με την Απούλοποίηση

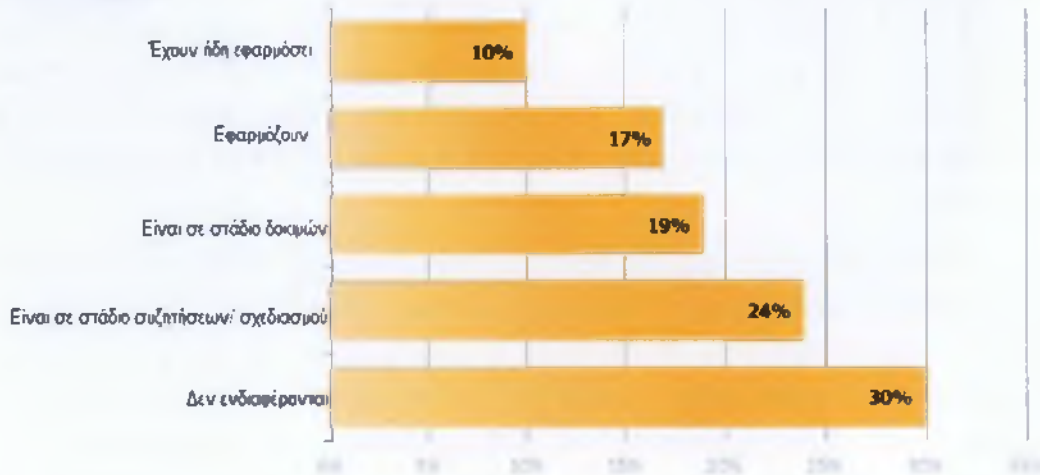
Όπως παρατηρήσαμε οι μεγάλες επιχειρήσεις που απολαμβάνουν τα προνόμια της τεχνολογίας Virtualization, την εφαρμόζουν σε μεγάλο βαθμό (π.χ. εταιρίες όπως η Aegis Media, HellenicSeaWays, SolarCells και Attrattivo χρησιμοποιούν Server Virtualization, Storage Virtualization και Network Virtualization). Εδώ προκύπτει ένα σημαντικό ερώτημα «ποια είναι η στάση που κρατούν οι μικρομεσαίες επιχειρήσεις».

Η τεχνολογία virtualization έχει καθιερωθεί στα κέντρα δεδομένων των μεγάλων εταιριών τα τελευταία χρόνια. Πολλές εταιρείες έχουν ήδη συνειδητοποιήσει τα οφέλη του virtualization και θα συνεχίσουν να εγκρίνουν την εφαρμογή του μέχρι να γίνει απλά ένα αναπόσπαστο εργαλείο στο χώρο εργασίας. Η χρήση αυτής της τεχνολογίας σε μικρομεσαίες επιχειρήσεις έχει μικρότερη αποδοχή. Ωστόσο τα περισσότερα στελέχη IT έχουν συνειδητοποιήσει την αξία που έχει το Virtualization στο χώρο εργασίας και τα επίπεδα έγκρισής του είναι υψηλά.

Σύμφωνα με τις απαντήσεις σε ένα ερωτηματολόγιο συνεργάτιδας εταιρίας της Cisco με τίτλο «Virtualization at Small and Medium Sized Firms on the Rise» [82] το 77% των ερωτηθέντων απάντησαν πως έχουν εφαρμόσει κάποιον τύπο virtualization ήδη στην εταιρία τους. Κοντά στο 65% των μικρών επιχειρήσεων (με 50-100 υπαλλήλους) χρησιμοποιούν τεχνολογίες virtualization αλλά το ποσοστό αυτό εκτινάσσεται στο 79% σε μεσαίες επιχειρήσεις (με 100-500 υπαλλήλους). Ο ίδιος συσχετισμός υπάρχει ανάλογα με τον IT προϋπολογισμό της κάθε εταιρίας. Για έναν προϋπολογισμό μέχρι 100.000\$ έως το 65% των επιχειρήσεων έχει εφαρμόσει virtualization ενώ για προϋπολογισμό 100.000\$ και πάνω το ποσοστό αυξάνεται στο 80%. Τα αποτελέσματα αυτά μας οδηγούν στο συμπέρασμα πως ενώ οι μικρές επιχειρήσεις συνειδητοποιούν τα προνόμια του virtualization πολλές δεν έχουν σήμερα την πρόσβαση στη χρηματοδότηση για να υιοθετήσουν την τεχνολογία.

Στην παρακάτω εικόνα αναφέρεται το ποσοστό των μικρών επιχειρήσεων που έχουν εφαρμόσει ή σκέφτονται την χρήση της απούλοποίησης διακομιστών.

Ποσοστό επιχειρήσεων που έχουν εφαρμόσει ή σκέφτονται να εφαρμόσουν απούλοποίηση των διακομιστών



Πίνακας 35 Ποσοστό επιχειρήσεων που έχουν εφαρμόσει ή σκέφτονται να εφαρμόσουν απούλοποίηση των διακομιστών

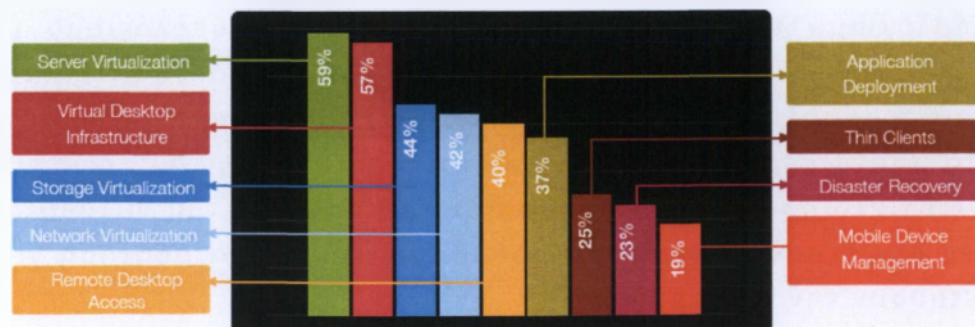
(Πηγή:

https://www.symantec.com/content/en/us/about/media/pdfs/symc_small_business_virtualization_poll_aug_2011.pdf)

Οι εταιρίες που έχουν κάνει τον προϋπολογισμό για το Virtualization εκμεταλλεύονται μια μεγάλη ποικιλία χαρακτηριστικών.

Those that do have the budget for virtualization are taking advantage of a wide variety of features.

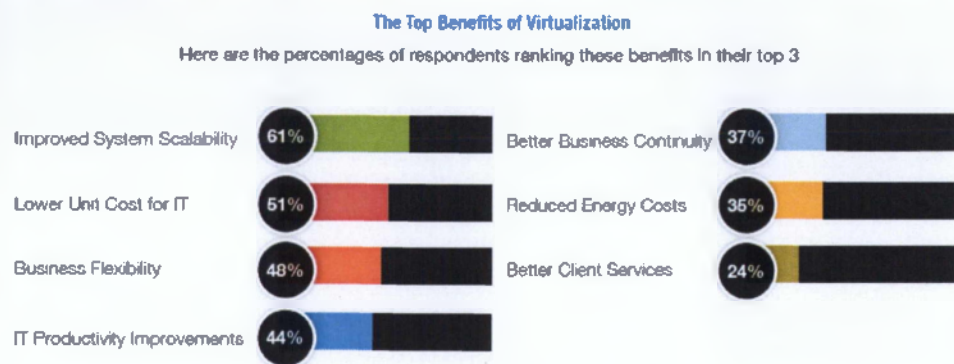
Among the applications of virtualizations used by survey respondents were:



Πίνακας 36 Ποσοστό τύπου virtualization από επιχειρήσεις
(Πηγή: http://www.ciscomcon.com/sw/themes/12949/site_images/Cisco-WhitePaper-Virtualizatio-FINAL.pdf)

Στο σχήμα παρατηρούμε πως οι μικρές επιχειρήσεις ενδιαφέρονται περισσότερο για τη χρήση Server Virtualization σε σχέση με τα άλλα είδη. Σχεδόν το 70% των μικρών επιχειρήσεων που δήλωσαν ότι έχουν τεχνολογίες virtualization τις χρησιμοποιούν για να μετακινήσουν διακομιστές από υλικούς σε εικονικούς και να μειώσουν το κόστος και τη συντήρησή τους. Το Storage Virtualization είναι άλλη μια δημοφιλής τεχνολογία που εφαρμόζουν οι μικρές επιχειρήσεις σε ποσοστό 53% σε σύγκριση με το 42% των μεγαλύτερων επιχειρήσεων.

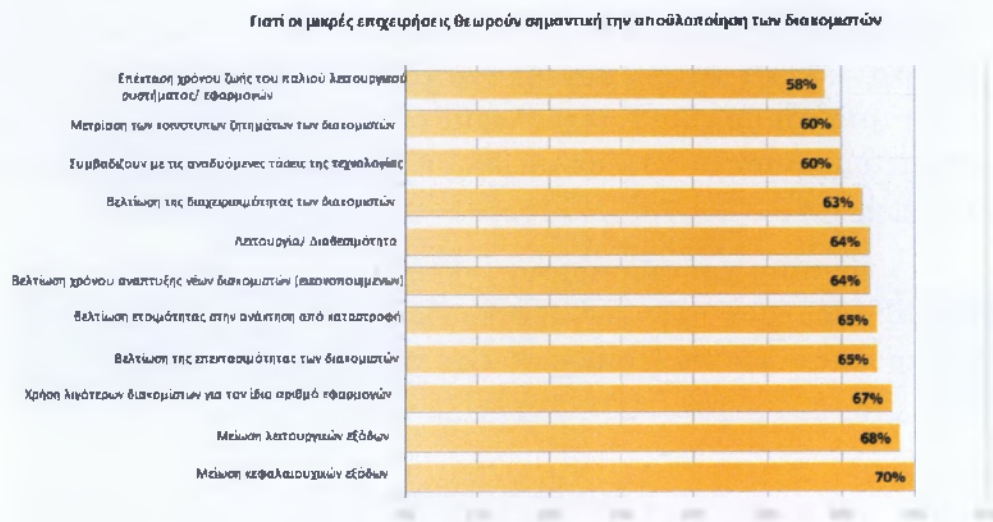
Οι εταιρίες που χρησιμοποιούν virtualization απάντησαν ότι η εξοικονόμηση κόστους ήταν μεγαλύτερη από αυτή που περίμεναν και το 72% μικρομεσαίων επιχειρήσεων είχε εξοικονόμηση κόστους πάνω από 100%.



Σχήμα 32 Πλεονεκτήματα του Virtualization σύμφωνα με τις επιχειρήσεις
(Πηγή: http://www.ciscomcon.com/sw/themes/12949/site_images/Cisco-WhitePaper-Virtualizatio-FINAL.pdf)

Συγκρίνοντας τις απαντήσεις των ερωτηθέντων και σύμφωνα με την παραπάνω εικόνα προκύπτει το συμπέρασμα πως οι μικρότερες επιχειρήσεις χρησιμοποιούν virtualization για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας με έναν περιορισμένο προϋπολογισμό, ενώ οι μεγαλύτερες εταιρείες προσβλέπουν σε αυτήν ως μέσο ανάπτυξης. Το 58% των μικρών επιχειρήσεων θεωρεί τη μείωση των εξόδων το πιο

σημαντικό πλεονέκτημα σε αντίθεση με τις μεγάλες επιχειρήσεις που σαν βασικό πλεονέκτημα θεωρούν την δυνατότητα επεκτασιμότητας και μόνο το 19% από αυτές θεωρεί την εξοικονόμηση κόστους ως βασικό πλεονέκτημα. Αυτή η μέτρηση επιβεβαιώνεται από μια ακόμα έρευνα την «Small Business Virtualization Poll» από την εταιρία Symantec .



Πίνακας 37 Γιατί οι μικρές επιχειρήσεις θεωρούν σημαντική την αποϋλοποίηση των διακομιστών

(Πηγή:

https://www.symantec.com/content/en/us/about/media/pdfs/symc_small_business_virtualization_poll_aug_2011.pdf)

Με την χρήση Virtualization μειώνεται η IT υποδομή ακόμα και σε μικρές επιχειρήσεις.

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα του virtualization, ωστόσο, μπορεί να είναι η ικανότητά του να μειώσει τις υπάρχουσες υποδομές τεχνολογίας και να μειώσει το κόστος της ενέργειας και συντήρησης. Το 54% των ερωτηθέντων στις μικρές επιχειρήσεις ανέφερε πως η χρήση Virtualization μείωσε τον εξοπλισμό τους κατά 25-50%. Το 1/5 των ερωτηθέντων στις μεγάλες επιχειρήσεις πιστεύει πως μπορεί να αντικαταστήσει 50-75% των υφιστάμενων υποδομών.

Συμπεράσματα

Η εργασία αυτή είχε σαν στόχο να απαντηθούν τα κύρια ερωτήματα που αναφέρθηκαν στην εισαγωγή και μας ώθησαν στην υλοποίησή της.

Το αρχικό ερώτημα ήταν «ποιες είναι οι αρνητικές επιπτώσεις των τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών και πως μπορούμε να τις ελαχιστοποιήσουμε με την χρήση πράσινων ΤΠΕ;». Οι ΤΠΕ είναι ένας μεγάλος καταναλωτής ενέργειας που αυξάνει τα έξοδα για την λειτουργία μιας επιχείρησης και συμβάλει σημαντικά στην απειλή καταστροφής, την αλλοτρίωση, τη μόλυνση και τη ρύπανση του περιβάλλοντος. Η χρήση ωστόσο πράσινων ΤΠΕ με την επιλογή κατάλληλου εξοπλισμού βοηθά στην ελαχιστοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης και κατ' επέκταση έχει σημαντικό ρόλο τόσο στην εξοικονόμηση των λειτουργικών εξόδων των επιχειρήσεων όσο και στην προστασία του περιβάλλοντος.

Τα επόμενα ερωτήματα για την έρευνά μας είναι αλληλένδετα και απαντώνται θεωρητικά στα κεφάλαια 2 και 3, όπου αναλύσαμε τα είδη της αποϋλοποίησης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μια επιχείρηση και τον τρόπο υπολογισμού των ενεργειακών κερδών όσον αφορά στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και τη μείωση των αναγκών ψύξης σε ένα κέντρο δεδομένων.

Στο κεφάλαιο 4, μελετήσαμε πραγματικά παραδείγματα (case studies) επιχειρήσεων και κατανοήσαμε τις ανάγκες τους τόσο για μεγάλες όσο και για μικρές επιχειρήσεις. Αυτό που αποκομίσαμε, είναι πως η χρήση τεχνικών αποϋλοποίησης μπορεί να μειώσει το υψηλό κόστος συντήρησης ενεργειακής κατανάλωσης και ψύξης, καθώς ο αριθμός του φυσικού υλικού μπορεί να ελαχιστοποιηθεί μειώνοντας παράλληλα και το κόστος συντήρησης και υποστήριξης του. Συνεπώς, η επένδυση σε εφαρμογή τεχνικών αποϋλοποίησης από

επιχειρήσεις εξασφαλίζει συνεχή μείωση των λειτουργικών εξόδων. Ταυτόχρονα επιτυγχάνεται αύξηση της συνολικής παραγωγικότητας από την πλευρά των χρηστών αλλά και του εξοπλισμού.

Κάνοντας μια σύνθεση με βάση τις τεχνολογίες virtualization και των πραγματικών παραδειγμάτων (case studies) που παρουσιάσαμε, καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι για μεγάλες επιχειρήσεις η αποϋλοποίηση παρουσιάζει σημαντικά οφέλη στους τομείς της επεκτασιμότητας, της εξοικονόμησης ενεργειακού κέρδους καθώς και την ευκολότερη και ταχύτερη διαχείριση των λειτουργιών τους, με εφαρμογές τεχνολογιών όπως το Server Virtualization, το Storage Virtualization και το Network Virtualization. Αντίθετα οι μικρές επιχειρήσεις ενδιαφέρονται κυρίως για τη χρήση Server Virtualization για να μετατρέψουν τους φυσικούς διακομιστές σε εικονικούς με σκοπό τη μείωση του κόστους και της συντήρησής τους και έπειτα για το Storage Virtualization έτσι ώστε να επεκτείνουν τον αποθηκευτικό τους χώρο και να τον διαχειρίζονται ενιαία μέσα από ένα πρόγραμμα διαχείρισης. Παρακάτω παρατίθεται ο αντίστοιχος συνοπτικός πίνακας (πίνακας 38).

Συμπερασματικά, μελετώντας τη θεωρία για το Green ICT αλλά και πρακτικά παραδείγματα εταιριών που ήδη επιχείρησαν τη χρήση διαφόρων μεθόδων αποϋλοποίησης, καταλήγουμε ότι δεν πρόκειται μόνο για μια κίνηση προς το περιβάλλον, αλλά και μια αποδοτική καθώς επίσης οικονομική επενδυτική λύση για τις επιχειρήσεις.

	Μικρές Επιχειρήσεις	Μεγάλες Επιχειρήσεις
Κύριος Στόχος	Μείωση κόστους και συντήρησης διακομιστών	Επεκτασιμότητα Εύκολη και γρήγορη διαχείριση λειτουργιών Εξοικονόμηση ενεργειακού κέρδους
Δευτερεύων Στόχος	Επέκταση αποθηκευτικού χώρου και ενιαία διαχείριση χώρου	
Εφαρμογές τεχνολογιών	Server Virtualization Storage Virtualization	Server Virtualization, Storage Virtualization, Network Virtualization
Κόστος Ενέργειας & Ψύξης	95%	73% - 88%
Εξοικονόμηση Εργασίας & Διαχείρισης	96%	86% - 91%
Κόστος Λογισμικού	87%	73%
Κόστος Υποστήριξης Υλικού (HW)	95%	35% - 88%

Πίνακας 38 Συνοπτικός πίνακας για μικρές και μεγάλες επιχειρήσεις

Βιβλιογραφία

[1] Νέες Τεχνολογίες και Βιωσιμότητα

<http://www.getbusy.gr/Section/Details/25/Green%20ICT>

[2] Πράσινη Πληροφορική

<http://www.epset.gr/el/Nisrt/GreenIT>

[3] Green computing 2014

http://en.wikipedia.org/wiki/Green_computing#cite_note-San_Murugesan_2008.2C_pp_24-33-1

[4] Apple Announces Its Data Center Will Be Powered Entirely By Renewable Energy 2012

<http://www.iclarified.com/entry/index.php?enid=22034>

[5] Συστήματα Thin Clients

<http://www.connectit.gr/index.php/el/products-el/thin-client-systems-el>

[6] MySpace Uses Fusion Powered I/O to Drive Greener and Better Data Centers 2011

<http://www.fusionio.com/case-studies/myspace>

[7] Electricity usage of an LCD/LED Display or TV Screen Copyright 2014

EnergyUseCalculator.com

http://energyusecalculator.com/electricity_lcdleddisplay.htm

[8] «Πράσινες Τεχνολογίες Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών» Του ΑΠΟΣΤΟΛΟΥ ΔΑΦΝΑ 2013

[9] «Δημιουργία υπολογιστικών κόμβων σε υποδομές Cloud Computing» του Ψιλόπουλου Κωνσταντίνου του Θωμά 2011

<http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/5125/1/KostasPsilopoulos6413.pdf>

[10] Server Virtualization του Γεώργιου Ν. Ράπτη 2008

http://artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/DT2008-0094/DT2008-0094.pdf

[11] Υλοποίηση εικονικού μεταγωγέα για εφαρμογές του internet του μέλλοντος Εμμανουήλ Δημογεροντάκης 2011

[12] Συγκριτική μελέτη σε πλατφόρμες υποδομών υπολογιστικού νέφους για ανάπτυξη απομακρυσμένου περιβάλλοντος χρήστη Γιαννακόπουλος Ιωάννης

[13] Dynamic Management Techniques For Increasing Energy Efficiency within a Data Center 2013

<http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1305/1305.6203.pdf>

[14] VMware, Inc. «VMware Infrastructure 3 TCO Methodology», 3 Νοεμβρίου 2006

[15] VMware, Inc. «VMware TCO/ROI Methodology»

[16] http://www.vmware.com/pdf/tco_methodology.pdf

[17] Hot Aisle/Cold Aisle Layout 2010

https://www.energystar.gov/index.cfm?c=power_mgt.datacenter_efficiency_hotcold_aisles

[18] Power usage effectiveness (PUE) 2009

<http://searchdatacenter.techtarget.com/definition/power-usage-effectiveness-PUE>

[19] Media Company Lays Firm Foundation for Business Growth 2013

http://www.cisco.com/c/dam/en/us/solutions/collateral/switches/catalyst-6500-series-switches/aegis_external_casestudy_fnl_07_09_13.pdf

[20] Delivering Holistic Business Service Management for SAP HANA 2014

http://www.cisco.com/c/dam/en/us/solutions/collateral/switches/catalyst-6500-series-switches/cms_external_cs.pdf

[21] Real Estate Services Provider Simplifies Data Center 2012

https://www.cisco.com/c/dam/en/us/solutions/collateral/data-center-virtualization/unified-computing/cassidy_turley_cs.pdf

[22] Top Fertilizer Company Grows Sustainable Infrastructure 2014

http://www.cisco.com/c/dam/en/us/solutions/collateral/data-center-virtualization/agroculture_fnl_02_24_14.pdf

[23] Service Level Agreement in the Data Center 2002

<http://www.walker-institute.ac.uk/~swsellis/tech/solaris/performance/doc/blueprints/0402/sla.pdf>

[24] <http://www.vmware.com>

[25] <http://www.cisco.com>

[26] Server sprawl 2008

http://searchdatacenter.techtarget.com/sDefinition/0,,sid80_gci1070280,00.html

- [27] Disaster recovery plan (DRP) 2009
http://searchsecurity.techtarget.com/sDefinition/0,,sid14_gci752089,00.html
- [28] Business continuance (business continuity) 2006
http://searchstorage.techtarget.com/sDefinition/0,,sid5_gci801381,00.html
- [29] <http://www.symantec.com> – VERITAS NetBackup Presentations
- [30] «Worldwide Server Power and Cooling Expense 2006-2010 Forecast»
Σεπτέμβριος 2006, IDC #203598
- [31] IDC, «Enterprise Class Virtualization 2.0 Application Mobility, Recovery, and Management», Doc # DR 2007_5MEW, Φεβρουάριος 2007
- [32] <http://www.vmware.com> – VMware VDI Presentation
- [33] VMware, Inc. «VMware Infrastructure 3 TCO Methodology», 3 Νοεμβρίου 2006
- [34] VMware, Inc. «VMware TCO/ROI Methodology»
- [35] Sawyer, Richard, «Calculating Total Power Requirements for Data Centers», American Power Conversion, 2004
- [36] Fichera, Richard, «Power And Cooling Heat Up The Data Center», Forrester Research, Inc. 8 Μαρτίου 2006
- [37] Energy Information Administration, «Average Retail Price of Electricity to Ultimate Customers by End-Use Sector, by State.» 2014
http://www.eia.doe.gov/cneaf/electricity/epm/table5_6_b.html
- [38] Rasmussen, Neil, «Calculating Total Cooling Requirements for Data Centers», American Power Conversion, 2003
- [39] McFarlane, Robert, «Let’s Add an Air Conditioner», SearchDataCenter news article, Δημοσίευση 30 Νοεμβρίου 2005.

http://searchdatacenter.techtarget.com/columnItem/0,294698,sid80_gci1148906,00.html

[40] Dunlap, Kevin, and Rasmussen, Neil, «The Advantages of Row and Rack-Oriented Cooling Architectures for Data Centers», American Power Conversion, TCO

[41] Patel, Chandrakant D., Shah, Amip J., «Cost Model for Planning, Development, and Operation of a Data Center», Internet Systems and Storage Laboratory, HP Laboratories, Palo Alto, 9 Ιουνίου 2005

[42] Anthes, Gary, «Data Centers Get a Makeover», Computerworld news article, Δημοσίευση 1 Νοεμβρίου 2005.

<http://www.computerworld.com/databasetopics/data/datacenter/story/0,10801,97021,00.html?SKC=home97021>

[43] Hughes, Ron, «The data center of the future – Part 1 – Current trends», The Data Center Journal news article, Δημοσίευση 17 Μαΐου 2005.

http://www.datacenterjournal.com/News/Article.asp?article_id=315

[44] «Distributed Virtualization for Net-Centric Operations Draft», Bob Marcus 6/12/2007

<http://colab.cim3.net/file/work/SICoP/Virtualization/2007-12-06/BMarcus12062007.pdf>

[45] Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος 15/1/2010

http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CF%85%CE%B2%CE%B5%CF%81%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CE%95%CF%80%CE%B9%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%80%CE%AE_%CE%B3%CE%B9%CE%B1_%CF%84%CE%B7%CE%BD_%CE%91%CE%BB%CE%BB%CE%B1%CE%B3%CE%AE_%CF%84%CE%BF%CF%85_%CE%9A%CE%BB%CE%AF%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CF%82

[46] Ενεργειακό Αποτύπωμα Άνθρακα

http://www.av5.gr/home.php?p=services_view&id=22

[47] Server Virtualization and the x64 Platform 14/8/2006

<http://windowsitpro.com/virtualization/server-virtualization-and-x64-platform>

[48] VMware Announces Support for 64-bit Computing 19/4/2014

<http://www.vmware.com/company/news/releases/64bit>

[49] 7 power saving tips for iOS 7 17/10/2013

<http://www.computerworld.com/article/2475010/apple-ios/7-power-saving-tips-for-ios-7.html>

[50] Can We Trust the 80 Plus Certification? 2010

<http://www.hardwaresecrets.com/article/Can-We-Trust-the-80-Plus-Certification/856/1>

[51] Base stations

http://www.vodafone.com/content/index/about/sustainability/mpmh/how_mobiles_work/base_stations.html

[52] ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΕΡΑΙΑΣ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ ΜΕΣΩ Φ/Β ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.

http://oceanis.lib.teipir.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/766/hlg_00659.pdf?sequence=1

[53] MySpace Uses Fusion Powered I/O to Drive Greener and Better Data Centers

http://www.fusionio.com/load/-media-1vsq7v/docsCaseStudies/FIO_MySpace_CS_Book_v6.1_web.pdf

[54] ICTs for e-Environment Guidelines for Developing Countries, with a Focus on Climate Change 2003

<http://www.itu.int/ITU-D/cyb/app/docs/itu-icts-for-e-environment.pdf>

[55] Energy indices for environmental sustainability 2013

<http://inderscience.metapress.com/content/n2w5530544110065/>

[56] Qemu-kvm 0.12.4

<http://downloads.pathfinder.gr/linux/system-desktop-tools/virtual-desktop-management/1337929-qemukvm-0124.html>

[57] Τρέξτε εικονικά windows και Linux 4-3-2014

<http://www.lovefortechology.net/2013/04/virtualbox-windows-linux.html#axzz3FpWgfOyl>

[58] TechComparison 2009-09-29

<http://virt.kernelnewbies.org/TechComparison>

[59] Electronics Waste Management in the United States Through 2009”, U.S. Environmental Protection Agency Office of Resource Conservation and Recovery,

<http://www.epa.gov/wastes/conserves/materials/ecycling/docs/fullbaselinereport2011.pdf>]

[60] (“Municipal Solid Waste Generation, Recycling and Disposal in the United States; Tables and figures for 2012,” US EPA, Feb 2014, tables 12 - 14.

http://www.epa.gov/epawaste/nonhaz/municipal/pubs/2012_msw_dat_tbls.pdf

[61] Press Release, “Basel Conference Addresses Electronic Wastes Challenge.”

November 27, 2006, United Nations Environment Programme (UNEP). Available at:

<http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=485&ArticleID=5431&l=en>

[62] Wikipedia Electronic waste by country 2014

http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_waste_by_country#cite_note-10

[63] Topic Waste 01.05.2014

<http://www.bafu.admin.ch/abfall/index.html?lang=en>

[64] Wikipedia Electronic waste by country 2014

http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_waste_by_country#cite_note-10

[65] Πηγή Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε. 2014

<http://www.electrocycle.gr/site/index.php>

[66] Energy Savings 2014

<http://www.ringauthority.com/energy-savings.aspx>

[67] Server Virtualization

<http://www.techopedia.com/definition/688/server-virtualization>

[68] storage virtualization September 2006

<http://searchstorage.techtarget.com/definition/storage-virtualization>

[69] network virtualization September 2006

<http://searchservervirtualization.techtarget.com/definition/network-virtualization>

[70] Desktop virtualization

http://www.webopedia.com/TERM/D/desktop_virtualization.html

[71] data virtualization August 2011

<http://searchdatamanagement.techtarget.com/definition/data-virtualization>

[72] Application Virtualization

<http://www.techopedia.com/definition/573/application-virtualization>

[73] Expanding virtualization in Asia-Pacific regions Nov 07 2013

http://techpageone.dell.com/technology/expanding-virtualization-asia-pacific-regions/#.VDpZcGd_tgO

[74] Survey: Among U.S. Companies Adopting IT Virtualization, 53 Percent Use Sub-Par Protection to Secure Virtual Infrastructure April 27, 2012

<http://usa.kaspersky.com/about-us/press-center/press-releases/survey-among-us-companies-adopting-it-virtualization-53-percent>

[75] Network Virtualization’s Attributes and its Analysis 2011

http://conta.uom.gr/conta/ekpaideysh/metaptyxiaka/technologies_diktywn/ergasies/2011/Network%20Virtualization.pdf

[76] NAT

http://imps.mcmaster.ca/courses/SE-4C03-7/wiki/hod4/network_address_translation.htm

[77] Benefits of Network Virtualization

<http://www.dummies.com/how-to/content/benefits-of-network-virtualization.html>

[78] Network interface

http://en.wikipedia.org/wiki/Network_interface

[79] Broadcast Domain

http://old.ceid.upatras.gr/webpages/courses/netlab/files/network_devices.pdf

[80] Live migration

<http://searchservervirtualization.techtarget.com/definition/live-migration>

[81] Τα στοιχεία του Virtualization των Hellenic Seaways, Sollar Cells και Attrativo μας δόθηκαν από την εταιρία Byte Computers A.B.E.E 2014

[82] Virtualization at Small and Medium Sized Firms on the Rise Prepared 2013 Portions Cisco Systems, Inc, portions NetApp and portions VMware
http://www.ciscomcon.com/sw/themes/12949/site_images/Cisco-WhitePaper-Virtualizatio-FINAL.pdf

[83] Small Business Virtualization Poll Αύγουστος 2011
https://www.symantec.com/content/en/us/about/media/pdfs/symc_small_business_virtualization_poll_aug_2011.pdf

[84] attrativo
<http://www.attrattivo.gr/profil/profil>

[85] Solar Cells
<http://www.schellas.gr/>

[86] Hellinic Seaways
<http://www.hellenicseaways.gr/index.php/hsw/company-profile>

Πηγές Ορολογίας

[1] CDNs <http://www.linuxinside.gr/forum/8872/cdns-ti-einai-pos-doyleyoyyn-kai-roiies-einai-oi-texnikes-toys#ixzz3AqR5pmZl>

[2] Cloud computing <http://osarena.net/faqs/toses-cloud-ipiresies-pos-na-tis-organoso.html>

[3] Data center <http://ti-einai.gr/data-center/>

[4] Deforestation
<http://el.wiktionary.org/wiki/%CE%B1%CF%80%CE%BF%CF%88%CE%AF%CE%BB%CF%89%CF%83%CE%B7>

[5] DoS attack
http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CF%80%CE%B9%CE%B8%CE%AD%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82_%CE%AC%CF%81%CE%BD%CE%B7%CF%83%CE%B7%CF%82%CF%85%CF%80%CE%B7%CF%81%CE%B5%CF%83%CE%B9%CF%8E%CE%BD

[6] Forwarding tables

<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%BA%CE%B1%CF%82%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%8E%CE%B8%CE%B7%CF%83%CE%B7%CF%82>

[7] Hypervisor http://artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/DT2008-0094/DT2008-0094.pdf

[8] HVAC http://www.cres.gr/kape/education/ODHGOS_HVAC.pdf

[9] IBM http://artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/DT2008-0094/DT2008-0094.pdf

[10] I/O input/output

<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CF%85%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%85%CE%AE%CE%B5%CE%B9%CF%83%CF%8C%CE%B4%CE%BF%CF%85-%CE%B5%CE%BE%CF%8C%CE%B4%CE%BF%CF%85>

[11] Intel http://artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/DT2008-0094/DT2008-0094.pdf

[12] IPV4 <http://www.mariosv.gr/howto-and-tutorials/23---ipv4---ipv6.html>

[13] Linux http://artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/DT2008-0094/DT2008-0094.pdf

[14] Live migration <http://searchservirtualization.techtarget.com/definition/live-migration>

[15] Mainframe http://artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/DT2008-0094/DT2008-0094.pdf

[16] NAT <http://www.islab.demokritos.gr/gr/html/ptixiakes/kostas-aristotyxiakh/Phtml/nat.htm>

[17] Partitioning http://artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/DT2008-0094/DT2008-0094.pdf

[18] PDUs http://artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/DT2008-0094/DT2008-0094.pdf

[19] ROI PDUs http://artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/DT2008-0094/DT2008-0094.pdf

[20] Qos <http://www.eeei.gr/interbiz/articles/qos.htm>

[21] SAN http://artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/DT2008-0094/DT2008-0094.pdf

[22] Server Consolidation

http://artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/DT2008-0094/DT2008-0094.pdf

[23] Service downtime

http://artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/DT2008-0094/DT2008-0094.pdf

[24] SLA

https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0CEAQFjAE&url=http%3A%2F%2Fru6.cti.gr%2Fbouras%2Fergasies%2Fdiplwmatikes%2F66_diplomatiki.doc&ei=tUTFU-v2FPPb4QSDpYGgCw&usg=AFQjCNEM98tWsb2wl9hYvyY97vnepZHKKQ&sig2=9F8a9pmbOCJNZOiVaew1Tg

[25] SWAP <http://osarena.net/logismiko/applications/vmm-allagi-se-swaping.html>

[26] Timer Coalescing <http://www.pagkaki.gr/index.php/pagkakiplus/item/809-macosx-mavericks>

[27] Virualization <http://www.ivisinfo.gr/articles/virtualization-technology.php>

[28] ΤΠΕ

<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1%CF%80%CE%BB%CE%B7%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%B9%CF%8E%CE%BD%CE%BA%CE%B1%CE%B9%CE%B5%CF%80%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%B9%CE%BD%CF%89%CE%BD%CE%AF%CE%B1%CF%82>

[29] Virtual Machine – VM

http://artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/DT2008-0094/DT2008-0094.pdf

[30] VLAN http://artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/DT2008-0094/DT2008-0094.pdf

[31] VMware http://artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/DT2008-0094/DT2008-0094.pdf

[32] VMware ESX Server
http://artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/DT2008-0094/DT2008-0094.pdf

[33] Xen http://artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/DT2008-0094/DT2008-0094.pdf

[34] x86 http://artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/DT2008-0094/DT2008-0094.pdf

[35] NetApp <https://www.nss.gr/el/component/content/article/232-nss-affiliations-netapp-storage.html>

Ορολογία

CDNs

Το CDN, δηλαδή Content Delivery (ή Distribution) Network, είναι ένα κατακευματισμένο δίκτυο από servers σε διαφορετικά datacenters ανά τον κόσμο. Ο στόχος του CDN και ο βασικός λόγος ύπαρξής του, είναι η παροχή του περιεχομένου στους τελικούς χρήστες με υψηλές επιδόσεις και διαθεσιμότητα

Cloud

computing

Είναι η τεχνολογία εκείνη που επιτρέπει στο χρήστη να χρησιμοποιεί λογισμικό, υπηρεσίες και δεδομένα τα οποία δεν είναι αποθηκευμένα σε δικό του υπολογιστή, ο οποίος μπορεί να βρίσκεται στο σπίτι ή στο γραφείο του για παράδειγμα. Απαραίτητο συστατικό του cloud computing είναι η ύπαρξη του internet, μέσω του οποίου απολαμβάνει κανείς τις υπηρεσίες που προσφέρονται. Η τεχνολογία αυτή καθιστά δυνατή τη διάθεση προϊόντων λογισμικού με τη μορφή Software as a

Service, δηλαδή λογισμικού το οποίο χρησιμοποιούμε χωρίς να έχουμε αγοράσει, αλλά πληρώνοντας ένα μίσθωμα, ή χρησιμοποιώντας τον δωρεάν παρεχόμενο χώρο που συνήθως προσφέρουν αυτές οι υπηρεσίες.

DataCenter - Κέντρο δεδομένων

Data center είναι ένα μέρος στο οποίο υπάρχουν μέσα πολλοί servers και συνδέονται μέσω των υποδομών του με μεγάλες ταχύτητες στο internet. Έχει όλη την υποδομή και φροντίζει ώστε να βρίσκονται σε καλή κατάσταση. Για παράδειγμα δροσίζει τους χώρους για να μην ζεσταίνονται, αντικαθιστά χαλασμένο hardware τους, αποκαθιστά τη σύνδεση στο δίκτυο αν έχει χαθεί, κλπ.

Deforestation

αποψίλωση

DoS

Attack

Επιθέσεις άρνησης εξυπηρέτησης (Denial-of-service attack, DoS attack) ονομάζονται γενικά οι επιθέσεις εναντίον ενός υπολογιστή, ή μιας υπηρεσίας που παρέχεται, οι οποίες έχουν ως σκοπό να καταστήσουν τον υπολογιστή ή την υπηρεσία ανίκανη να δεχτεί άλλες συνδέσεις και έτσι να μην μπορεί να εξυπηρετήσει άλλους πιθανούς πελάτες. Υπάρχουν γενικά δύο μορφές αυτής της επίθεσης. Η μία είναι η επίθεση κατά την οποία η υπηρεσία αναγκάζεται να καταρρεύσει και να πρέπει να επανεκκινηθεί και η άλλη είναι η αποστολή υπερβολικά μεγάλου αριθμού ψεύτικων αιτήσεων για εξυπηρέτηση με αποτέλεσμα η υπηρεσία να μην μπορεί να εξυπηρετήσει αυτούς που πραγματικά θέλουν την υπηρεσία.

Forwarding tables

Ο πίνακας προώθησης είναι ένας πίνακας που χρησιμοποιείται συχνότερα σε γεφύρωση δικτύων υπολογιστών ή σε δρομολόγηση πλαισίων σε δίκτυα υπολογιστών. Χρησιμοποιείται για να δείξει σε ποια διασύνδεση ή αλλιώς πόρτα πρέπει να σταλθεί ένα πακέτο που εισέρχεται σε μία γέφυρα (bridge).

Green ICT

Πράσινη Πληροφορική

Hypervisor

Πρόγραμμα που επιτρέπει σε πολλαπλά λειτουργικά συστήματα, τα οποία μπορεί να είναι διαφορετικά ή ίδια, να μοιράζονται τον ίδιο επεξεργαστή.

HVAC

Το HVAC (που προφέρεται ως τέσσερα χωριστά γράμματα) είναι ένα αρκτικόλεξο που αντιπροσωπεύει "τη θέρμανση(H), τον εξαερισμό (V) και τον κλιματισμό (AC)" και περιλαμβάνει γενικά ποικίλα ενεργά μηχανολογικά/ηλεκτρολογικά συστήματα που χρησιμοποιούνται για να επιτευχθεί ο θερμικός έλεγχος των κτιρίων.

IBM

International Business Machines Corporation. Αμερικανική εταιρεία που κατέχει δεσπόζουσα θέση στη βιομηχανία των υπολογιστών.

I/O

Input/Output

Στους υπολογιστές σαν συσκευή εισόδου-εξόδου (αγγλικά: input/output ή I/O) αναφέρονται όλες οι συσκευές που χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία ανάμεσα σε ένα σύστημα επεξεργασίας πληροφοριών (όπως ένας υπολογιστής) και τον έξω κόσμο, ενδεχομένως, έναν άνθρωπο ή ένα άλλο σύστημα επεξεργασίας πληροφοριών. Είσοδοι είναι τα σήματα ή τα δεδομένα που λαμβάνονται από το σύστημα, και έξοδοι είναι τα σήματα ή τα δεδομένα που αποστέλλονται από αυτό. Είναι συσκευές που χρησιμοποιούνται από ένα άτομο (ή άλλο σύστημα) για να επικοινωνήσει με έναν υπολογιστή. Για παράδειγμα, ένα πληκτρολόγιο ή ένα ποντίκι μπορεί να είναι μια συσκευή εισόδου για έναν υπολογιστή, ενώ οθόνες και εκτυπωτές θεωρούνται συσκευές εξόδου για έναν υπολογιστή. Συσκευές για την επικοινωνία μεταξύ υπολογιστών, όπως τα μόντεμ και οι κάρτες δικτύου, συνήθως χρησιμεύουν τόσο για την είσοδο και την έξοδο.

Intel

Επιχείρηση των ΗΠΑ με ηγετική θέση στην κατασκευή ολοκληρωμένων κυκλωμάτων που διακρίνεται για το σημαντικό φάσμα των μικροεπεξεργαστών της.

IPv4

Το IPv4 είναι η τέταρτη έκδοση του πρωτοκόλλου Ίντερνετ, αλλά είναι το πρώτο που χρησιμοποιείται ευρέως. Χρησιμοποιεί ένα 32 bit σύστημα που επιτρέπει να δώσει 4.294.967.296 μοναδικές διευθύνσεις IP. Το IPv4 έχει τέσσερις διαφορετικές κλάσεις που είναι χωρισμένες στις παρακάτω κατηγορίες A, B, C και D. Μία διεύθυνση του πρωτοκόλλου IPv4 μοιάζει κάπως έτσι 207. 142. 131. 235.

IT

Information Technology

Linux

Λειτουργικό σύστημα που χαρακτηρίζεται για τη δυνατότητές του στην πολυδιεργασία.

Live migration

Αναφέρεται σε Ιδεατά Μηχανήματα. Μεταφορά ενός Ιδεατού Μηχανήματος ενόσω είναι σε λειτουργία από ένα φυσικό μηχάνημα σε ένα άλλο, χωρίς καμία διακοπή στην λειτουργία της υπηρεσίας.

Mainframe

Μεγάλο κεντρικό σύστημα υπολογιστή.

Multitask

Παράλληλη εκτέλεση πολλαπλών διεργασιών.

NAT

Το σύστημα NAT λειτουργεί σε κάποιον δρομολογητή, ο οποίος συνδέει συνήθως δύο δίκτυα και μεταφράζει τις ιδιωτικές (μη μοναδικές στον παγκόσμιο ιστό) διευθύνσεις του εσωτερικού δικτύου σε νόμιμες διευθύνσεις προτού τα πακέτα προωθηθούν σε άλλο δίκτυο. Σαν μέρος αυτής της λειτουργίας το NAT μπορεί να ρυθμιστεί να κάνει γνωστή μόνο μία διεύθυνση στον έξω κόσμο για ολόκληρο το δίκτυο που συνδέει με αυτόν. Αυτό το χαρακτηριστικό παρέχει επιπλέον ασφάλεια αφού κρύβει ολόκληρο το εσωτερικό δίκτυο από το κόσμο πίσω από μία διεύθυνση.

NetApp

Η NetApp, γνωστή για τα καινοτόμα προϊόντα αποθήκευσης και λογισμικού της, βοηθά πελάτες της σε όλον τον κόσμο να αποθηκεύουν, να διαχειρίζονται, να προστατεύουν και να διατηρούν ένα από τα πιο πολύτιμα εταιρικά περιουσιακά στοιχεία, τα δεδομένα τους. Η καινοτόμος τεχνολογία της NetApp συμβάλλει στη μείωση του αποτυπώματος του κέντρου δεδομένων τους κατά 50%, στην ενίσχυση της αποθηκευτικής ικανότητας κατά 200%. Επίσης συντελεί στην απόδοση του συστήματος αποθήκευσης έως 400% και μπορεί να φτάσει έως και την επίτευξη μέχρι και 166% απόσβεσης της επένδυσης, σαν αποτέλεσμα του πλήρους μετασχηματισμού της αποθήκευσης των δεδομένων.

Partitioning

Διαμερισμός ενός υπολογιστικού συστήματος σε μικρότερα ιδεατά αυτοτελή υποσυστήματα.

PDU_s

power distribution units = μονάδες διανομής ισχύος

ROI

Return On Investment. Κέρδος χρημάτων από επένδυση.

Qos

QoS ονομάζουμε την πρακτική της παροχής υπηρεσιών εγγυημένης ποιότητας. Πιο συγκεκριμένα, στο Internet και στα δίκτυα γενικότερα ονομάζουμε QoS την άποψη ότι υπηρεσίες όπως η ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων, ο αριθμός των σφαλμάτων και άλλα χαρακτηριστικά μπορούν να μετρηθούν, να βελτιωθούν και (σε κάποιο βαθμό) να παρασχεθεί εγγύηση για το επίπεδό τους.

SAN

Storage Area Network. Οπτικό δίκτυο συστημάτων αποθήκευσης δεδομένων.

Server

Συγχώνευση και συστέγαση πολλαπλών ιδεατών εξυπηρετητών σε έναν φυσικό εξυπηρετητή.

Consolidation

Service downtime

Διακοπή στη λειτουργία μιας υπηρεσίας.

SLA

Συμφωνητικό παροχής υπηρεσιών - Service Level Agreement.

SWAP

Το swap αρχείο/κατάτμηση χρησιμοποιείται ως εικονική μνήμη (virtual RAM) στο σύστημά σας. Η εικονική μνήμη είναι επέκταση της πραγματικής μνήμης του συστήματος. Η ύπαρξή του τις περισσότερες φορές είναι απαραίτητη.

TCO

Total Cost of Ownership - Συνολικό Κόστος Κτήσης.

Thin Clients

Ένα Thin Client είναι ένας υπολογιστής που βασίζεται σε έναν άλλο υπολογιστή (τον server) για να εκπληρώσει τις υπολογιστικές του ανάγκες. Επί της ουσίας ο μοναδικός ρόλος ενός thin client είναι να παρέχει την διασύνδεση ανάμεσα στον server και τον λοιπό εξοπλισμό που συναντάμε συνήθως σε έναν τερματικό σταθμό

εργασίας μιας επιχείρησης (οθόνη, ακουστικά, πληκτρολόγιο).

Timer Coalescing

Με το Timer Coalescing οι low-level λειτουργίες του OS ομαδοποιούνται δημιουργώντας μικρές περιόδους ανενεργού χρόνου που επιτρέπει στον επεξεργαστή να εισέρχεται σε κατάσταση χαμηλής λειτουργίας πιο συχνά. Έτσι, η δραστηριότητα μειώνεται μέχρι και 72 τοις εκατό δίνοντάς σας κατά πολύ μεγαλύτερη διάρκεια μπαταρίας.

ΤΠΕ

Τεχνολογία πληροφοριών και επικοινωνίας.

Τεχνολογία πληροφοριών, τεχνολογία πληροφοριών και επικοινωνίας ή τεχνολογία της πληροφορίας (ΤΠΕ, αγγλ. IT ή ICT) είναι το σύνολο των επαγγελματικών χώρων οι οποίοι σχετίζονται με τη μελέτη, σχεδίαση, ανάπτυξη, υλοποίηση, συντήρηση και διαχείριση υπολογιστικών πληροφοριακών συστημάτων, κυρίως όσον αφορά εφαρμογές λογισμικού και υλικό υπολογιστών.

Virtual Machine – VM

Ιδεατό Μηχάνημα. Συλλογή πόρων που εξομοιώνει τη συμπεριφορά ενός πραγματικού μηχανήματος.

Virtualization

Με τον όρο virtualization εννοούμε την τεχνολογία με την οποία τα φυσικά συστήματα μετατρέπονται σε ιδεατά (virtual machines). Κάθε φυσικός πόρος (επεξεργαστική ισχύς, μνήμη, δίκτυο, storage κλπ.) γίνεται ένας ενιαίος πόρος και μοιράζεται ταυτόχρονα σε πολλά εικονικά συστήματα.

VLAN

Virtual Local Area Network. Ιδεατό Τοπικό Δίκτυο Υπολογιστών.

VMware

Κατασκευαστής λογισμικού Virtualization.

VMware ESX Server

Προϊόν της εταιρείας VMware που παρέχει Virtualization.

Xen

Virtual Machine Monitor για αρχιτεκτονική επεξεργαστών IA-32, x86, x86-64, IA-64

και PowerPC 970. Επιτρέπει σε διάφορα φιλοξενούμενα λειτουργικά συστήματα να εκτελούνται παράλληλα στον ίδιο Η/Υ.

x86

Το σύνολο οδηγιών (instruction set) της πιο εμπορικά επιτυχημένης αρχιτεκτονικής ΚΜΕ στην ιστορία των προσωπικών υπολογιστών. Χρησιμοποιείται σε επεξεργαστές των εταιρειών Intel, AMD, VIA, και άλλων. Το όνομα προέρχεται από τους αριθμούς μοντέλου των πρώτων γενεών επεξεργαστών, συμβατών με τον 16-bit επεξεργαστή 8086 της Intel, οι περισσότεροι από τους οποίους κατέληγαν σε 86.