

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

Μεταπτυχιακή Διατριβή στα Πληροφοριακά Συστήματα



**Εργαλεία Εικονικοποίησης: Συγκριτική Μελέτη,
Έρευνα και Διαλειτουργικότητα**

Ιωάννης Χαϊδούλης

**Επιβλέπων Καθηγητής
Μιχαήλ Ξένος**

Φεβρουάριος 2013

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

**Εργαλεία Εικονικοποίησης: Συγκριτική Μελέτη,
Έρευνα και Διαλειτουργικότητα**

Ιωάννης Χαϊδούλης

**Επιβλέπων Καθηγητής
Μιχαήλ Ξένος**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε
προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση

μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών
στα Πληροφοριακά Συστήματα

από τη Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών
του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου

Φεβρουάριος 2013

Περίληψη

Στο πρώτο μέρος της εργασίας, με βάση τη βιβλιογραφία, αναλύεται ο όρος εικονικοποίηση (virtualization), η ανάγκη που τη δημιούργησε και οι λύσεις που προσφέρει στο σύγχρονο μηχανογραφικό κέντρο καθώς και οι ήδη παρούσες υλοποιήσεις τους που είναι γνωστές ως «σύννεφο» (cloud), δημόσιο ή ιδιωτικό. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι κυριότερες εμπορικές λύσεις με σύντομο και περιεκτικό τρόπο. Στα πλαίσια της πρώτης φάσης της διπλωματικής γίνεται μια συγκριτική αξιολόγησή τους, κυρίως όσον αφορά την αρχιτεκτονική και με έμφαση στην ασφάλεια και την αξιοπιστία.

Στη συνέχεια της διπλωματικής – έρευνα – δημιουργείται ένα εργαστήριο, στο οποίο εγκαθίστανται οι δύο από τις τρεις λύσεις παράλληλα και εξετάζεται η όλη «συμπεριφορά τους» (ευχρηστία, αντοχή σε σφάλματα, αυτοματισμούς, scripting, συνεργασία, κοινή διαχείριση, ανταλλαγή εικονικών μηχανών κλπ). Δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην ασφάλεια, αξιοπιστία και υψηλή διαθεσιμότητα της λύσης σε δύσκολες συνθήκες (διακοπή ρεύματος, απώλεια αποθηκευτικού μέσου κλπ).

Στόχος της διπλωματικής είναι η συγκριτική αξιολόγηση των λύσεων που κυριαρχούν στην αγορά, η επισήμανση «αδυναμιών» ή «ελλείψεων», καθώς και η δυνατότητα διαλειτουργικότητας μεταξύ τους (κοινή διαχείριση, ανταλλαγή μηχανών, συνύπαρξη και συνεργασία σε ένα μικτό περιβάλλον).

Λέξεις-κλειδιά: Εικονικοί εξυπηρετητές, εικονικές μηχανές, υπηρεσίες διαρκώς διαθέσιμες, ανοχή σε λάθη, «σύννεφο», εικονικοποίηση, Microsoft Hyper-V, VMware vSphere.

Summary

Virtualization platforms - Comparative study, testing and interoperability

At first, based to the resources, we define the term virtualization, the need that resulted its creation and the solutions that offers to the in premise datacenter but also to the public offered ones, known as "cloud". Accordingly we present the wider spread commercial solutions and we make a comparative study, mostly focused in the architecture and insisting in the security and reliability factors.

Continuing we create a lab in which we install two of the three major implementations in parallel and we study the whole "behavior" (usability, redundancy, automation, scripting, collaboration, common management, virtual machine exchange etc.). We insist particularly in the security, reliability and high availability in extreme conditions (power failure, storage loss etc.).

Main target of our master thesis is the comparative study of those major commercial implementations, the highlighting of "weaknesses" or "shortages", as of the interoperability among them (common management, interchange of the virtual machines, coexistence and collaboration in a mixed environment).

Key-words: Virtualization, virtual server, virtual machines, high availability services, redundancy, cloud computing, cloud, Microsoft Hyper-V, VMware vSphere.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω κατ' αρχάς τη μητέρα μου για την απέραντη υπομονή της κατά τη διάρκεια των τεσσάρων τελευταίων ετών και ειδικότερα του τελευταίου όπου μεταξύ άλλων συνταρακτικών γεγονότων είχε ν' αντιμετωπίσει και τη μακρόχρονη απομόνωση.

Στη συνέχεια θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κο Μιχάλη Ξένο για την πολύτιμη καθοδήγησή του καθώς και τις γνώσεις που μου προσέφερε όπως επίσης και για τη συνέπεια που μου δίδαξε στην υλοποίηση αυτής της εργασίας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την καθηγήτριά μου κα Αγγελική Κοκκινάκη για τη συγκεκριμενοποίηση των στόχων και των σκοπών της εργασίας, την επίλυση αποριών αλλά και την ενθάρρυνση που μου παρείχε.

Συντομεύσεις / Ορισμοί

CPU	Central Processing Unit
DC	Domain Controller
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DNS	Domain Name Service
DPM	Distributed Power Management
DR	Disaster Recovery
DRS	Distributed Resource Scheduler
FT	Fault Tolerance
Guest	System (VM) that is hosted in a host machine
GUI	Graphical User Interface
HA	High Availability
Host	System hosting the VM's
Hyper-V	Virtualization Platform from Microsoft
Hyper-V Manager	Management SW to administer the Hyper-V platform
ICMP	Internet Communication Management Protocol
ICT	Information and Communication Technologies
IP	Internet Protocol
iSCSI	Internet Small Computer System Interface
ISO	International Organization for Standardization
ITIL v3	Information Technology Infrastructure Library version 3
IT	Information Technologies
LAN	Local area network
LM	Live Migration, Live Motion
MAC Address	Media Access Control
MAP	Microsoft Assessment and Planning Toolkit
MMC	Microsoft Management Console
MPIO	Multiple Path Input/output
NIC	Network Interface Card
NUMA	Non-Uniform Memory Access

P2V	Physical to Virtual (γίνεται λογοπαίγνιο λόγω του ομόηχου to με two)
ROI	Return of Investment
SAN	Storage Area Network
SAS	Serial Attached SCSI
SATA	Serial Advanced Technology Attachment
SLA	Service Level Agreement
SNMP	Simple Network Management Protocol
TCO	Total Cost of Ownership
V2V	Virtual to Virtual
vCPU	virtual Central Processing Unit
VLAN	Virtual Local Area Network
VM	Virtual Machine
VMM	Virtual Machine Monitor
VMware ESXi	Virtualization Platform from VMware
VMware vSphere	Management SW to administer the ESXi platform
WMI	Windows Management Instrumentation
XenServer	Virtualization Platform from Citrix

Εικόνες / Πίνακες

Σχήμα 1 Λόγοι που οι επαγγελματίες διαλέγουν να υιοθετήσουν την εικονικοποίηση www.zenoss.com/in/virtualization_survey.html - 2010.....	11
Σχήμα 2 Λύσεις εικονικοποίησης Microsoft [04].....	13
Σχήμα 3 Παραδοσιακή έναντι Εικονικής Αρχιτεκτονικής - Τροποποίηση από [28]	15
Σχήμα 4 Τύπου 1(Bare Metal Hypervisor) & Τύπου 2(Hosted Hypervisor) - Τροποποίηση από [28] ..	17
Σχήμα 5 Υψηλή διαθεσιμότητα – High Availability (HA).....	21
Σχήμα 6 Ανοχή σε λάθη – Fault tolerance (FT)	21
Σχήμα 7 Η Αρχιτεκτονική του Hyper-V του Windows Server 2008 R2 [06]	22
Σχήμα 8 Η Αρχιτεκτονική του Hyper-V3 του Windows Server 2012 [85]	22
Σχήμα 9 Μετακίνηση πραγματικού χρόνου χωρίς κοινόχρηστο αποθηκευτικό χώρο (αριστερά) και μετακίνηση αποθηκευτικού χώρου (δεξιά) [24]	24
Σχήμα 10 Μετακίνηση σε πραγματικό χρόνο με διαμοιρασμένο αποθηκευτικό μέσο SMB (αριστερά) και μέσω συστοιχίας υπολογιστών (δεξιά) [24]	25
Σχήμα 11 Κατοπτρισμός εικονικής μηχανής για επαναφορά από καταστροφή [24]	26
Σχήμα 12 Εικονική δικτύωση [24]	27
Σχήμα 13 VMware VMotion [57]	28
Σχήμα 14 Υψηλή διαθεσιμότητα VMware [57]	29
Σχήμα 15 VMware vReplica [58]	29
Σχήμα 16 Η παλιά διάταξη με τους μεμονωμένους εξυπηρετητές.....	34
Σχήμα 17 Η πρόταση για την υλοποίηση της υποδομής εικονικοποίησης.....	35
Σχήμα 18 Η οθόνη του εργαλείου disk2vhd	39
Σχήμα 19 Η οθόνη του εργαλείου Hyper-V Manager & οθόνη μιας εικονικής μηχανής	41
Σχήμα 20 Ρυθμίσεις NUMA.....	41
Σχήμα 21 Ρυθμίσεις Live Migration	41
Σχήμα 22 Αρχικές ρυθμίσεις για να οριστεί ένας εξυπηρετητής ως υποδοχέας αντιγράφου διαρκείας.	44
Σχήμα 23 Οδηγός δημιουργίας εικονικής μηχανής, 1 ^{ον} Επιλογή ονόματος & τοποθεσίας αποθήκευσης.....	73
Σχήμα 24 Οδηγός δημιουργίας εικονικής μηχανής, 2 ^{ον} Μέγεθος μνήμης (στατική ή δυναμική)	73
Σχήμα 25 Οδηγός δημιουργίας εικονικής μηχανής, 3 ^{ον} Επιλογή εικονικού δικτύου	74
Σχήμα 26 Οδηγός δημιουργίας εικονικής μηχανής, 4 ^{ον} Επιλογή ή δημιουργία εικονικού δίσκου	74
Σχήμα 27 Οδηγός δημιουργίας εικονικής μηχανής, 5 ^{ον} Επιλογή εγκατάστασης ή όχι λειτουργικού O/S	75
Σχήμα 28 Οδηγός δημιουργίας εικονικής μηχανής, 6 ^{ον} Τελική επισκόπηση επιλογών	75
Σχήμα 29 Ρυθμίσεις NUMA εικ. μηχανής	77
Σχήμα 30 Επιλογές CPU εικ. μηχανής	77
Σχήμα 31 Ρυθμίσεις μνήμης εικ. μηχανής	78
Σχήμα 32 Ρυθμίσεις δικτύου εικ. μηχανής	78
Σχήμα 33 Επιλογές Mac address κάρτας δικτύου.....	78

Σχήμα 34 Οδηγός μετακίνησης εικονικής μηχανής, 1 ^ο Επιλογή μετακίνησης μηχανής ή αποθηκευτικών μέσων	79
Σχήμα 35 Οδηγός μετακίνησης εικονικής μηχανής, 2 ^ο Επιλογή φιλοξενητή προορισμού	80
Σχήμα 36 Οδηγός μετακίνησης εικονικής μηχανής, 3 ^ο Επιλογή τρόπου μεταφοράς των επιμέρους τμημάτων της μηχανής (όλα μαζί σε ένα προορισμό , το καθένα σε διαφορετικό ή μετακίνηση μόνο της μηχανής)	80
Σχήμα 37 Ρύθμιση φιλοξενητή ως αποδέκτη αντιγράφων που διαρκώς ενημερώνονται	81
Σχήμα 38 Οδηγός δημιουργίας διαρκούς αντιγράφου, 1 ^ο Επιλογή φιλοξενητή προορισμού.....	81
Σχήμα 39 Οδηγός δημιουργίας διαρκούς αντιγράφου, 2 ^ο Επιλογή μεθόδου εξακρίβωσης στοιχείων	82
Σχήμα 40 Οδηγός δημιουργίας διαρκούς αντιγράφου, 3 ^ο Επιλογή εικονικών δίσκων για αντιγραφή	82
Σχήμα 41 Οδηγός δημιουργίας διαρκούς αντιγράφου, 4 ^ο Επιλογή αριθμού φυλασσόμενων στιγμιότυπων	82
Σχήμα 42 Οδηγός δημιουργίας διαρκούς αντιγράφου, 5 ^ο Επιλογή τρόπου λήψης αρχικού αντιγράφου	82
Πίνακας 1 Αντίκτυπος της Εικονικοποίησης κατά την Επαναφορά από Καταστροφή	14
Πίνακας 2 Win Server 2012 Hyper-V σε αντιπαραβολή με VMware vSphere/ESXi 5	38
Πίνακας 3 Χρονικό της διατριβής	48
Πίνακας 4 Αποτελέσματα πλατφόρμας εικονικοποίησης Hyper-V (Microsoft) - ελεγχόμενες διεργασίες.....	49
Πίνακας 5 Αποτελέσματα πλατφόρμας εικονικοποίησης Hyper-V (Microsoft) - απρόβλεπτες αστοχίες	50

Περιεχόμενα

Μεταπτυχιακή Διατριβή στα Πληροφοριακά Συστήματα	i
Περίληψη.....	i
Summary	iii
Ευχαριστίες.....	v
Συντομεύσεις / Ορισμοί	vii
Εικόνες / Πίνακες	ix
Περιεχόμενα.....	xi
Κεφάλαιο 1	1
1.1 Σκοπός, Στόχος και Προσέγγιση της Εργασίας	1
1.2 Επίκεντρο έρευνας	2
1.3 Συνολική στόχευση και επιμέρους στόχοι έρευνας - Δομή εργασίας.....	3
Κεφάλαιο 2	7
2.1 Τι είναι εικονικοποίηση;.....	7
2.2 Προκλήσεις του παραδοσιακού δικτυακού και μηχανογραφικού περιβάλλοντος.....	10
2.3 Είδη εικονικοποίησης	11
2.4 Εικονικοποίηση Εξυπηρετητών (Server virtualization).....	13
2.4.1 Εικονική Μηχανή (Virtual Machine)	16
2.4.2 Hypervisor	16
2.5 Κριτήρια σχεδίασης λύσεων για εικονικοποίηση	18
2.6 Υψηλή διαθεσιμότητα (High Availability - HA).....	20
2.7 Ανοχή σε λάθη (Fault-Tolerance - FT).....	21
2.8 Microsoft Hyper-V.....	21
2.8.1 “Άνευ κοινοχρησίας” άμεση μετακίνηση πραγματικού χρόνου – Μετακίνηση αποθήκευσης	23
2.8.2 Άμεση μετακίνηση πραγματικού χρόνου α) με χρήση κοινόχρηστου χώρου SMB β) με	
σύμπλεγμα (cluster) – Υψηλή διαθεσιμότητα (HA).....	24
2.8.3 Αντίγραφο εικονικής μηχανής (VM replica) – Επαναφορά από καταστροφή (DR)	25
2.8.4 Εικονική δικτύωση (Virtual Networking)	26
2.9 VMware ESX & ESXi Server (vSphere 4 & 5).....	27
2.9.1 Μετακίνηση σε πραγματικό χρόνο με σύμπλεγμα (cluster) - VMotion	28
2.9.2 Υψηλή διαθεσιμότητα (HA) με σύμπλεγμα	28
2.9.3 Δημιουργία αντιγράφου - vSphere Replication	29

Κεφάλαιο 3	31
3.1 <i>Μεθοδολογία.....</i>	31
Κεφάλαιο 4	33
4.1 <i>Ανάλυση θέματος.....</i>	33
4.2 <i>Εργαστήριο δοκιμών</i>	35
4.3 <i>Εγκατάσταση και αρχικές ρυθμίσεις</i>	38
4.4 <i>Δημιουργία εικονικής μηχανής.....</i>	41
4.5 <i>Μεταφερσιμότητα μεταξύ υλοποιήσεων.....</i>	42
4.6 <i>Ανοχή σε λάθη.....</i>	43
4.7 <i>Επαναφορά από καταστροφή.....</i>	44
4.8 <i>Ημερολόγιο εργασιών.....</i>	45
4.9 <i>Υλοποίηση δοκιμών για όλα τα παραπάνω.....</i>	49
Κεφάλαιο 5	51
5.1 <i>Ολοκληρωμένοι στόχοι.....</i>	51
5.2 <i>Άλλες πραγματοποιηθείσες εργασίες.....</i>	54
5.3 <i>Μελλοντικές εργασίες</i>	54
Κεφάλαιο 6	57
Βιβλιογραφία.....	59
Παράρτημα Α.....	67
Παράρτημα Β.....	71
Παράρτημα Γ	73
Παράρτημα Δ.....	77
Παράρτημα Ε.....	79
Παράρτημα ΣΤ.....	81

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Σκοπός, Στόχος και Προσέγγιση της Εργασίας

Το πιο συνηθισμένο πρόβλημα όλων των επιχειρήσεων έγκειται στην αξιοποίηση των πόρων τους και στην καλύτερη χρήση του όρου ROI. Αν το πρόβλημα αυτό περιοριστεί στο χώρο της μηχανογράφησης (IT), είναι πολύ πιθανόν οι οικονομικοί διευθυντές να έχουν την άποψη ότι το συγκεκριμένο τμήμα δαπανά πολύ περισσότερα απ' ότι παράγει. Ένας από τους λόγους λοιπόν, που ωθούν το σύγχρονο μηχανογραφικό κέντρο να υιοθετήσει καινούργιες πρακτικές «συγχώνευσης» υπηρεσιών, είναι και η δραματική μείωση των πόρων του, χωρίς αυτό όμως να μειώνει και τις απαιτήσεις σε παροχή ολοένα και περισσότερων και συνθετότερων υπηρεσιών εκ μέρους της επιχείρησης ή του business όπως λέγεται συχνότερα.

Στα πλαίσια αυτά λοιπόν μια από τις ακολουθούμενες όλο και συχνότερα πρακτικές είναι και η εφαρμογή λύσεων εικονικοποίησης, καθώς οι λύσεις αυτές μειώνουν τη συνολική κατανάλωση ενέργειας, μειώνουν τα έξοδα εξοπλισμού, απλοποιούν τη διαχείριση και είναι πολύ εύλικτες στις

προσαρμογές [07]. Αυτό υπήρξε και το έναυσμα για την επιλογή του θέματος το οποίο καλούμαστε να διαπραγματευτούμε σ' αυτή τη διατριβή.

Το θέμα έχει ήδη απασχολήσει μεγάλο αριθμό ερευνητών αλλά όπως διατυπώνεται αναλυτικότερα στη συνέχεια διαπίστωσα έλλειψη κάλυψης σε κάποιες από τις υπάρχουσες υλοποιήσεις, σημαντικά περισσότερες θεωρητικές προσεγγίσεις σε κομμάτια του θέματος και όχι στο όλον σαν λύση καθώς επίσης μια προσέγγιση λιγότερο προσαρμοσμένη στις πραγματικές ανάγκες μιας ελληνικής μικρομεσαίας επιχείρησης στις ήδη δύσκολες οικονομικές συγκυρίες.

1.2 Επίκεντρο έρευνας

Όπως ήδη προαναφέρθηκε στο προηγούμενο τμήμα, κατά τη διάρκεια της έρευνας για το θέμα, διαπιστώθηκε ότι ενώ υπάρχει πολύ μεγάλος αριθμός διατριβών, ερευνών και δημοσιεύσεων σχετικά με την εικονικοποίηση, κάποιες απ' αυτές αφορούν θεωρητική προσέγγιση [59, 60, 61, 68, 73, 76, 77, 78, 80], άλλες με θέματα που έμμεσα αναφέρονται σ' αυτήν μέσω θεμάτων που άπτονται των μηχανογραφικών κέντρων (εξοικονόμηση ενέργειας μέσω αυτής κλπ.) [61, 64, 70], κάποιες ασχολούνται με τα θέματα του σύννεφου, που βασίζεται κυρίως σε λύσεις εικονικοποίησης [66, 74], άλλες ασχολούνται με υλοποιήσεις κυρίως ανοικτού κώδικα [67, 75, 81, 82] και ελάχιστες με τις άλλες υλοποιήσεις. [59, 65, 72, 73] Μεγάλο επίσης μέρος τους διαπραγματεύεται την υλοποίηση λύσεων διαρκούς διαθεσιμότητας ή επαναφοράς από καταστροφή μέσω της εικονικοποίησης [58, 69, 71, 72, 75, 78]

Η έρευνα λοιπόν απέδωσε πάρα πολλές αναφορές σε προϊόντα όπως το XenServer της Citrix, το Virtual Box της Oracle(Sun), κάποιες λιγότερες στο ESX - ESXi Server ή Workstation της VMware και ελάχιστες για το Virtual PC, το Virtual Server ή το Hyper-V της Microsoft. Θεωρήθηκε λοιπόν επιβεβλημένο να μελετηθούν οι λύσεις που κατέχουν το σύνολο σχεδόν της αγοράς, έτσι ώστε το αποτέλεσμα της να είναι επ' ωφελεία των περισσότερων επιχειρήσεων.

Προσπάθεια λοιπόν διπλή αποτελεί η έρευνα αυτή, τόσο ώστε να καλύψει ένα διαπιστωμένο κενό αλλά και να δώσει τη δυνατότητα σε όσο το δυνατόν περισσότερο κόσμο να αποκτήσει μια όσο το δυνατόν πιο αντικειμενική και καθαρή εικόνα για τις προτεινόμενες λύσεις των δύο μεγαλύτερων εταιρειών στο χώρο μέσα από στοιχεία.

Ως υπόθεση εργασίας θα χρησιμοποιήσουμε μια ελληνική μικρομεσαία επιχείρηση που διαθέτει ήδη κάποιο μηχανογραφικό εξοπλισμό για τις ανάγκες της και στα πλαίσια των ήδη προαναφερθέντων αλλά και της γενικότερης οικονομικής κατάστασης θα ήθελε να βελτιώσει τη συνολική ποιότητα των υπηρεσιών της και να βελτιώσει το δείκτη TCO.

1.3 Συνολική στόχευση και επιμέρους στόχοι έρευνας - Δομή εργασίας

Συγκεκριμένα οι στόχοι αυτής της έρευνας είναι οι εξής:

1. **Προσδιορισμός** της ανάγκης που οδηγεί στην υιοθέτηση της εικονικοποίησης από τα σύγχρονα μηχανογραφικά κέντρα.
2. **Κριτική αξιολόγηση** των υπάρχοντων υλοποιήσεων βάσει των προδιαγραφών των κατασκευαστών τους.
3. **Εξερεύνηση** των δυνατοτήτων τους στο εργαστήριο σε συνθήκες καταπόνησης και εντοπισμός λύσεων συνεργασίας μεταξύ τους.
4. **Διαμόρφωση** προτάσεων σε θέματα υλοποίησης και διαλειτουργικότητας σε κοινό περιβάλλον.

Η σημαντικότερη συνεισφορά αυτής της διατριβής σε σχέση με αυτές που ήδη υπάρχουν είναι ότι για πρώτη φορά και μάλλον και στη διεθνή βιβλιογραφία, ελέγχονται οι λύσεις συνεχούς διαθεσιμότητας αλλά και επαναφοράς από καταστροφή, χωρίς την ύπαρξη ενός συμπλέγματος ή ενός κοινόχρηστου αποθηκευτικού μέσου, πράγμα που στη δύσκολη αυτή οικονομική συγκυρία που διάγουμε, δίνει τεράστιες δυνατότητες ακόμη και σε μικρότερες επιχειρήσεις να αξιοποιήσουν τις σύγχρονες τεχνολογικές λύσεις προς όφελός τους, έτσι ώστε να μπορούν να σταθούν με περισσότερα εφόδια στο διεθνή πλέον ανταγωνισμό.

Ξεκινώντας λοιπόν πρέπει να προσδιορίσουμε ποια είναι η ανάγκη που μας οδηγεί στην υλοποίηση των λύσεων της εικονικοποίησης στο μηχανογραφικό κέντρο καθώς και ποια είναι τα συν και τα πλην της υιοθέτησης αυτής.

Στη συνέχεια αξιολογούνται οι προτεινόμενες λύσεις των επικρατέστερων σε ποσοστό της αγοράς λύσεων, με βάση τις προδιαγραφές των κατασκευαστών τους και αποτιμάται η δυνατότητά τους να ανταπεξέλθουν επιτυχώς δύσκολες καταστάσεις καθώς και οι δυνατότητες συνεργασίας μεταξύ τους.

Μετά δημιουργήθηκε ένα πειραματικό περιβάλλον, στο οποίο ήλθαμε να επιβεβαιώσουμε, ή να διαψεύσουμε, τις υποθέσεις και τα συμπεράσματά μας, που κάναμε στην προηγούμενη φάση στηριζόμενοι στα λεγόμενα των κατασκευαστών, με αυτά που βρέθηκαν από την έρευνά μας.

Τέλος διαμορφώσαμε τις τελικές μας προτάσεις σχετικά με τα ερευνητικά ευρήματα καθώς και πιθανές μελλοντικές συμπληρωματικές μελέτες που θα ήταν καλό να γίνουν.

Η ερευνητική αυτή εργασία απαρτίζεται από τα παρακάτω κεφάλαια:

Το πρώτο κεφάλαιο αποτελεί την εισαγωγή και παρουσιάζονται σε αυτό, ο βασικός σκοπός της έρευνας, οι επιμέρους στόχοι αυτής και η διάρθρωσή της σε επιμέρους κεφάλαια.

Το δεύτερο κεφάλαιο περιλαμβάνει τη βιβλιογραφική επισκόπηση, την παρουσίαση του τι είναι και τι έρχεται να καλύψει η εικονικοποίηση καθώς και τη θεωρητική παρουσίαση των προδιαγραφών, αρχιτεκτονικών και λοιπών στοιχείων των υπό διερεύνηση λύσεων εικονικοποίησης όπως αυτές περιγράφονται από τους κατασκευαστές τους. Επίσης καλύπτεται και η πρώτη (βάσει αυτών των στοιχείων) συγκριτική αξιολόγησή τους.

Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφονται ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή του εργαστηρίου για τις δοκιμές καθώς και η μεθοδολογία που επιλέχθηκε για την έρευνα αυτή.

Στο τέταρτο κεφάλαιο καταγράφονται τα αποτελέσματα των δοκιμών που υλοποιήθηκαν και βγαίνουν τα τελικά συμπεράσματα βάσει αυτών.

Το πέμπτο κεφάλαιο της εργασίας αποτελεί τη σύνοψή της, όπου διαμορφώνονται οι τελικές προτάσεις και οι όποιες πιθανές μελλοντικές επεκτάσεις θα ήταν καλό να γίνουν.

Στο έκτο κεφάλαιο γράφεται ο επίλογος αυτής της διατριβής.

Τέλος, παρατίθενται οι βιβλιογραφικές πηγές πάνω στις οποίες στηρίχθηκε η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή καθώς και κάποια παραρτήματα που περιλαμβάνουν λεπτομερέστερες αναφορές σε θέματα που αναπτύχθηκαν συνοπτικότερα κατά τη διάρκεια της διατριβής.

Αφέθηκε λευκή σκόπιμα

Κεφάλαιο 2

Βιβλιογραφική επισκόπηση

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζουμε κάποιες βασικές έννοιες που σχετίζονται με την εικονικοποίηση (virtualization), την ανάγκη που τη δημιούργησε και τις λύσεις που αυτή ήρθε να προσφέρει. Θα επικεντρωθούμε κυρίως στις πρακτικές εφαρμογές της στο σύγχρονο μηχανογραφικό κέντρο (in premise) καθώς και στη νεότερη υλοποίησή της, που αναφέρεται ως «σύννεφο» -cloud- (on line infrastructure or services).

2.1 Τι είναι εικονικοποίηση;

Επιχειρώντας μια πρώτη προσέγγιση στην εικονικοποίηση πρέπει να αναφέρουμε ότι δεν πρόκειται για μια καινούργια τεχνολογία. Έχει ήδη ηλικία σαράντα ετών, πρωτοπαρουσιάστηκε στα τέλη της δεκαετίας του '60 και αρχή της δεκαετίας του '70. Ήταν η IBM που ανακάλυψε τη λογική της εικονικής μηχανής [01, 02]. Η IBM πρώτη επίσης προσδιόρισε την εικονική μηχανή σαν ένα απομονωμένο και πλήρως προστατευμένο αντίγραφο του φυσικού υλικού της μηχανής [03]. Για αρκετό διάστημα στη συνέχεια η τεχνολογία αυτή χάθηκε ώσπου τη δεκαετία του 90 έκανε ξανά την εμφάνισή της μέσω των εταιρειών Connectix, που παρουσίασε πρώτη το Virtual-PC για

MAC και αρκετά αργότερα για Windows και της εταιρείας VMware που παρουσίασε την πρώτη έκδοση του Workstation [84]. Η τεχνολογία αυτή άρχισε να κάνει αισθητή την παρουσία της από το 2003 και μέχρι τώρα κάθε χρόνο γίνονται συνεχώς άλματα. Ενδεικτικά αναφέρω ότι πλησιάζουμε τη στιγμή όπου οι εικονικοί εξυπηρετητές θα ξεπεράσουν τους φυσικούς παγκοσμίως. Η εικονικοποίηση παρέχει ασφάλεια διότι η κάθε εικονική μηχανή λειτουργεί στο δικό της «κόσμο» (sandbox). Οτιδήποτε συμβαίνει μέσα στον «κόσμο» αυτό, δεν έχει συνέπειες στο περιβάλλον που στεγάζει την εικονική μηχανή (host), ούτε στους γειτονικούς «κόσμους». Επίσης βελτιώνει τη διαχείριση του συστήματος χωρίς επιπλέον κόστος [03]. Για παράδειγμα ο σκληρός δίσκος μπορεί να χωριστεί σε διαφορετικά διαμερίσματα και δε χρειάζεται να αγοράσουμε επιπλέον δίσκους για να φέρουμε το ίδιο αποτέλεσμα. Αυτό που θα μπορούσε να ειπωθεί με σιγουριά είναι ότι η εικονικοποίηση είναι μια ώριμη τεχνολογία και είναι πλέον προσιτή σε όλους.

Ο Singh [04] για παράδειγμα περιγράφει την εικονικοποίηση σαν ένα “πλαίσιο ή μεθοδολογία για την κατανομή των πόρων ενός υπολογιστή σε πολλαπλά περιβάλλοντα εκτέλεσης, με την εφαρμογή μιας ή περισσότερων εννοιών ή τεχνολογιών όπως η κατάτμηση υλικού και λογισμικού, χρόνο-κατανομή (time-sharing), μερική ή ολική προσομοίωση μηχανής, εξομοίωση, ποιότητα υπηρεσιών και πολλά άλλα”. Παρομοίως ο Kıyanclar [05] περιγράφει την εικονικοποίηση σαν την “πιστή αναπαραγωγή μιας ολόκληρης αρχιτεκτονικής λογισμικού, η οποία παρέχει την ψευδαίσθηση μιας πραγματικής μηχανής σε όλο το λογισμικό που τρέχει πάνω του”.

Η εικονικοποίηση αφαιρεί την εξάρτηση από το υλικό (hardware) για τα λειτουργικά συστήματα που χρησιμοποιούνται στους εξυπηρετητές (servers) και τις εφαρμογές, επιτρέποντάς τους να μετακινούνται ελεύθερα και να επανέρχονται σε λειτουργία ευκολότερα από ποτέ [06].

Για παράδειγμα αντί να χρειάζονται οι «περίεργες ώρες» του Σαββατοκύριακου για την προγραμματισμένη συντήρηση των εξυπηρετητών, μπορούν πλέον οι διαχειριστές να μεταφέρουν «ζωντανά» (LM) μια εικονική μηχανή σε άλλο φυσικό μέσο και να κάνουν την προγραμματισμένη συντήρηση στο μέσο οποιασδήποτε εργάσιμης ημέρας χωρίς να διακόψουν καθόλου την εργασία της επιχείρησης.

Επίσης έκανε πλέον πολύ ευκολότερη τη δοκιμή των λύσεων αποκατάστασης από καταστροφή (DR), καθώς είναι πλέον ευκολότερη η διαδικασία και απαιτεί πολύ λιγότερη καταπόνηση από τον εξοπλισμό, πράγμα που καθιστά τη συνολική υλοποίηση της μηχανοργάνωσης πιο αξιόπιστη και άμεσα διαθέσιμη υπό οποιεσδήποτε συνθήκες.

Σημαντικό επίσης στοιχείο αποτελεί και η εξοικονόμηση πόρων, ενέργειας [70] και κατ' επέκταση χρημάτων από την υιοθέτηση της εικονικοποίησης. Τα οικονομικά οφέλη τα οποία προκύπτουν από την εικονικοποίηση παρουσιάζονται στη μελέτη περίπτωσης (case study) της Gaudin (2006) η οποία περιλαμβάνεται στην εργασία του Jarod Dickerson [27].

Η έρευνα περιγράφει την υλοποίηση της τεχνολογίας της εικονικοποίησης στο Bowdoin College για να καλύψει τις ανάγκες της αύξησης του αριθμού των σπουδαστών του Κολλεγίου και τις πληροφορικές του ανάγκες. Ο κύριος στόχος ήταν να βρεθεί ένας τρόπος περικοπής των δαπανών για εξοπλισμό πληροφορικής, ο οποίος θα χρειαζόταν για την κάλυψη των αναγκών του. Έτσι αποφάσισαν να στραφούν στην εικονικοποίηση, σαν την λύση που θα κάλυπτε τις ανάγκες δαπανηρότητας του έργου. Η εικονικοποίηση επέτρεψε στο Κολλέγιο να συγχωνεύσει όλους τους υφιστάμενους πραγματικούς εξυπηρετητές του. Επίσης μεταβαίνοντας σ' ένα πιο εικονικοποιημένο περιβάλλον, εξοικονομήθηκε χώρος στο μηχανογραφικό κέντρο και άμεσα αλλά και μελλοντικά, από το γεγονός ότι δε θα υπάρχουν καινούργια μηχανήματα που θα καταλαμβάνουν το χώρο. Το Κολλέγιο υπολόγιζε ότι θα χρειαζόταν περίπου 100 εξυπηρετητές για να καλύψει τις ανάγκες του, αλλά το έργο ολοκληρώθηκε απαιτώντας μόνο 46. Τ' αποτελέσματα από τη μελέτη αυτή βρήκε ότι η εικονικοποίηση ήταν ικανή να εξοικονομήσει στο Bowdoin College σημαντικότερο ποσό χρημάτων. Αρχικά το τμήμα πληροφορικής του Κολλεγίου προϋπολόγιζε ένα ποσό 2 εκατομμυρίων δολαρίων για το σύνολο του έργου, αλλά με τη χρήση της εικονικοποίησης, τελικά χρειάστηκαν μόλις διακόσιες χιλιάδες. Η μελέτη υποδεικνύει ότι οι επιχειρήσεις που προσβλέπουν στο να εξοικονομήσουν χρήματα, όχι μόνο από τη συγχώνευση εξυπηρετητών αλλά και από την επαναφορά από καταστροφή, θα πρέπει να στραφούν στην εικονικοποίηση σαν τη λύση. Η εξοικονόμηση των χρημάτων είναι δυνατή διότι η μετάβαση σε πολλαπλούς εικονικούς εξυπηρετητές σημαίνει ότι θα χρειαστούν σημαντικά λιγότεροι πραγματικοί εξυπηρετητές. Επιπροσθέτως θα υπάρχει σαφώς μικρότερη ανάγκη συντήρησης, λόγω του μικρότερου αριθμού μηχανημάτων και επίσης μικρότερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, τόσο από τις μηχανές όσο και από τα συστήματα ψύξης.

2.2 Προκλήσεις του παραδοσιακού δικτυακού και μηχανογραφικού περιβάλλοντος

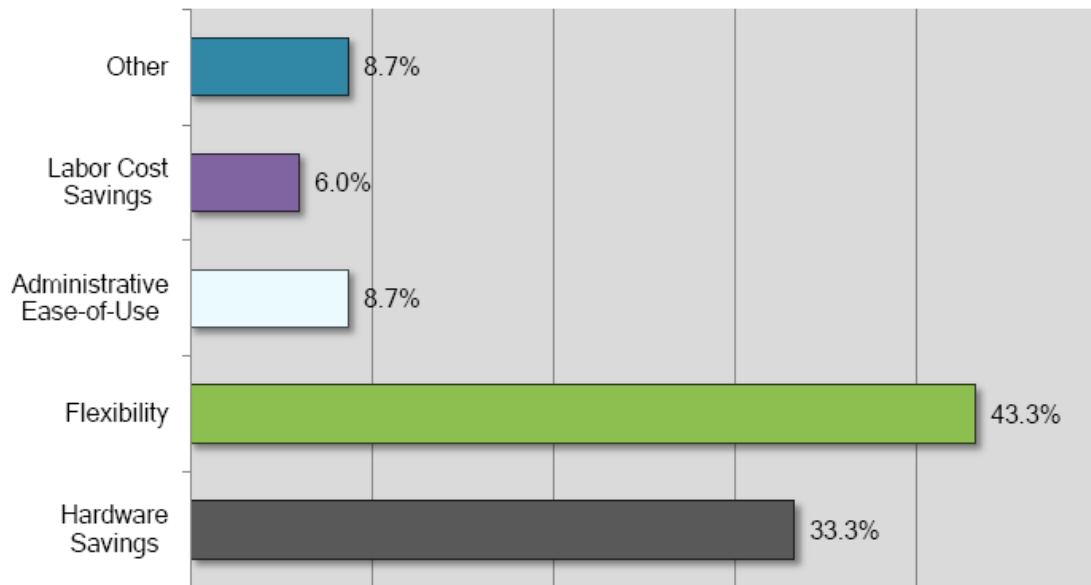
Τα μηχανογραφικά κέντρα φτάνουν πολύ γρήγορα στα όρια της δυναμικότητάς τους από απόψεως ισχύος και αποθηκευτικού χώρου. Απαιτούν τεράστια ποσά ενέργειας για τη λειτουργία και την ψύξη τους, πράγμα που ανεβάζει σημαντικά το κόστος τους. Αντίστοιχα και οι περισσότεροι εξυπηρετητές έχουν πολύ μικρό βαθμό χρησιμοποίησης των πόρων τους. Είναι συνηθισμένο το φαινόμενο να βλέπεις βαθμούς πληρότητας της τάξης του 10% ή και λιγότερο [06, 83]. Αυτό το φαινόμενο επιτείνεται καθώς αντικαθίσταται ο παλιός εξοπλισμός με καινούργιο, πράγμα που αυξάνει δυνητικά τις δυνατότητες αλλά όχι και το φόρτο εξυπηρέτησης.

Όσο αυξάνει ο αριθμός των εξυπηρετητών του μηχανογραφικού κέντρου για να εξυπηρετήσουν διαφορετικούς ρόλους, τόσο αυξάνει και η εργασία για το στήσιμο, την υποστήριξη και την ασφάλισή τους. Μόνο και μόνο η εγκατάσταση των απαραίτητων ενημερώσεων σε όλους, απαιτεί σημαντική προσπάθεια και χρόνο.

Η υποστήριξη παλιών παραδοσιακών εφαρμογών και συστημάτων είναι δύσκολη και εξαιρετικά δαπανηρή. Η πιθανότητα αστοχίας των παλιών συστημάτων αυξάνει και το κόστος αντικατάστασής τους είναι υψηλό.

Κάθε οργανισμός «τρέχει» πολλές διαφορετικές εφαρμογές, πολλές φορές και διαφορετικές εκδόσεις των ιδίων. Οι εφαρμογές μπορεί να είναι δαπανηρές στην εγκατάσταση και τη συντήρηση και μπορεί να είναι και ασύμβατες είτε με τις εκδόσεις λειτουργικών συστημάτων που χρησιμοποιούνται, είτε με άλλες απαραίτητες εφαρμογές.

Στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 1), παρουσιάζεται το αποτέλεσμα μιας έρευνας του 2010, η οποία πραγματοποιήθηκε μεταξύ εκατοντάδων επαγγελματιών πληροφορικής, όπου φαίνονται οι κύριοι λόγοι για την υιοθέτηση της εικονικοποίησης



Σχήμα 1 Λόγοι που οι επαγγελματίες διαλέγουν να υιοθετήσουν την εικονικοποίηση

www.zenoss.com/in/virtualization_survey.html - 2010

2.3 Είδη εικονικοποίησης

Όταν αναφερόμαστε στην εικονικοποίηση δεν εννοούμε μόνο ένα και μοναδικό πράγμα ή λύση. Η εικονικοποίηση αναλυτικότερα αναφέρεται στις παρακάτω κατηγορίες:

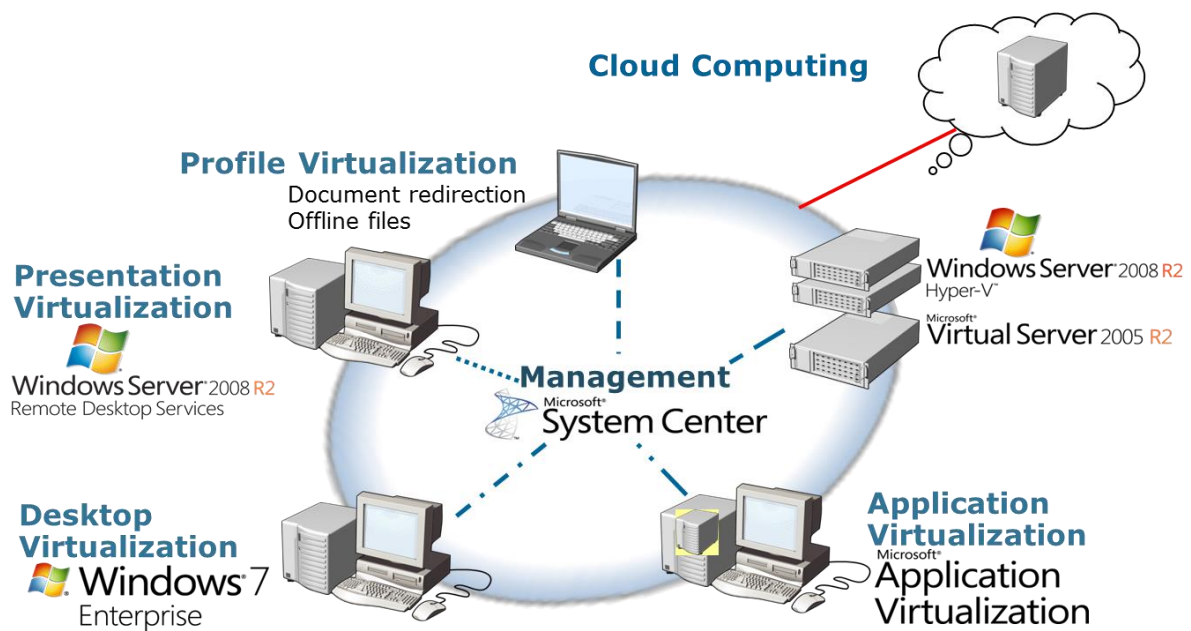
- **Εικονικοποίηση Εξυπηρετητών (Server Virtualization)**, Ανάλυση στη συνέχεια.
 - Software layer
 - Hypervisor (Microsoft: Hyper-V 2008, Hyper-V2 2008R2 & Hyper-V3 2012, VMware: ESXi, ESX Server 3-5 & vSphere 4 & 5, Citrix: XEN-Server)
- **Εικονικοποίηση Εφαρμογών (Application Virtualization)**. Επιτρέπει να τρέχουμε εφαρμογές σ' ένα εικονικοποιημένο περιβάλλον πάνω στον υπολογιστή του χρήστη. Με τη μέθοδο αυτή η εφαρμογή απομονώνεται από το λειτουργικό σύστημα του υπολογιστή καθώς ενθυλακώνεται στο εικονικοποιημένο περιβάλλον. Με αυτό τον τρόπο μπορούμε να διανεύουμε από ένα κεντρικό σημείο τις εφαρμογές.
 - Application Virtualization (App-V, Xen-Presentation)

- **Εικονικοποίηση επιφάνειας Εργασίας (Desktop Virtualization).** Υλοποιείται χρησιμοποιώντας επιπλέον λογισμικό εικονικοποίησης σε επίπεδο σταθμού εργασίας. Μας επιτρέπει να τρέχουμε πολλαπλά λειτουργικά συστήματα σε ένα σταθμό εργασίας καθώς επίσης να τρέχουμε «παραδοσιακές» και ασύμβατες παλαιότερες εφαρμογές σε ένα πιο σύγχρονο και λειτουργικό περιβάλλον. Η υλοποίηση αυτή μπορεί να γίνει και κεντρικά ελεγχόμενη σε επίπεδο επιχείρησης.
 - Virtual Desktop Infrastructure (VDI, Xen Desktop)
 - Enterprise Desktop Virtualization (MED-V, VMware Workstation, Xen)

- **Εικονικοποίηση Παρουσιάσεως (Presentation Virtualization).** Μας επιτρέπει να τρέχουμε εφαρμογές σε κεντρικούς εξυπηρετητές και να διαχειριζόμαστε συστήματα αποθήκευσης μέσα από ένα πλήρως γνώσιμο και λειτουργικό για τους χρήστες περιβάλλον συνήθως μέσα από τερματικές υπηρεσίες. Η εκτέλεση των εφαρμογών μπορεί να γίνει είτε τοπικά, είτε απομακρυσμένα.

- **Υπηρεσίες σύννεφου (Cloud computing).** Όλες οι προαναφερθείσες τεχνολογίες μπορούν ν' αποτελέσουν τη βάση υλοποίησης ενός ιδιωτικού σύννεφου ή να δώσουν την ευκαιρία σε μια εταιρεία να τις προμηθευτεί από τρίτους. Μπορούν έτσι να προμηθευτούν μόνο την ή τις υπηρεσίες που πραγματικά χρειάζονται χωρίς ν' αυξάνουν το κόστος και την πολυπλοκότητα της δικής τους υποδομής.

Στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 2), παρουσιάζονται οι λύσεις εικονικοποίησης της Microsoft [04].



Σχήμα 2 Λύσεις εικονικοποίησης Microsoft [04]

2.4 Εικονικοποίηση Εξυπηρετητών (Server virtualization)

Τα πλεονεκτήματα της εικονικοποίησης εξυπηρετητών είναι τα παρακάτω:

- Συγχώνευση εξυπηρετητών (Server Consolidation). Πολλοί εξυπηρετητές που χρησιμοποιούνται στους οργανισμούς υποαπασχολούνται. Υλοποιώντας λοιπόν περισσότερες εικονικές μηχανές σε λιγότερους φυσικούς εξυπηρετητές μπορούμε να αυξήσουμε σημαντικά το βαθμό χρήσης των πόρων τους, μειώνοντας παράλληλα και το φυσικό αριθμό τους [09], πράγμα που έχει σαν συνέπεια τη μείωση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (λειτουργίας και ψύξης τους) και μείωση του κατελημμένου χώρου. [07]
- Απομόνωση υπηρεσιών ή εφαρμογών. Η εικονικοποίηση εξυπηρετητών μας επιτρέπει να τρέχουμε κάθε υπηρεσία ή εφαρμογή σε ένα απομονωμένο λειτουργικό σύστημα. Αυτό σημαίνει ότι μπορούμε να εμποδίσουμε την μία εφαρμογή από το να επηρεάσει την άλλη όταν γίνονται αλλαγές ή αναβαθμίσεις.

- Απλοποιημένη υλοποίηση εξυπηρετητών. Δημιουργώντας τυποποιημένες εικονικές μηχανές μπορούμε να («στήσουμε») υλοποιήσουμε πολύ γρήγορα νέους εξυπηρετητές. Επίσης λόγω του ότι υλοποιούμε «εικονικούς» εξυπηρετητές, δεν χρειαζόμαστε προμήθεια νέου υλικού, ούτε εξεύρεση χώρου στο μηχανογραφικό κέντρο, ούτε επιπλέον ηλεκτρική ισχύ, για κάθε ένα εξυπηρετητή.
- Αυξημένη διαθεσιμότητα υπηρεσιών και εφαρμογών. Ακριβώς επειδή η υπηρεσία ή η εφαρμογή δε συνδέεται απευθείας με ένα συγκεκριμένο κομμάτι υλικού είναι ευκολότερο να εξασφαλίσουμε υψηλή διαθεσιμότητα και επαναφορά από καταστροφή.

Στον παρακάτω πίνακα, που περιλαμβάνεται στην έρευνα του Jarod Dickerson [27], κατά-γράφονται τα υπέρ και τα κατά της εικονικοποίησης κατά την επαναφορά από καταστροφή.

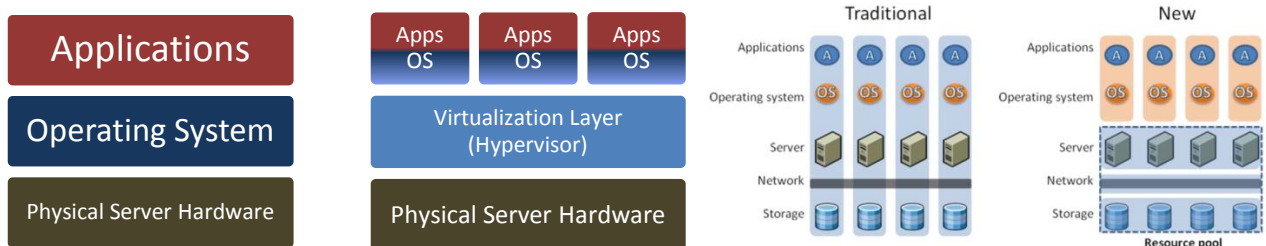
Αντίκτυπος της Εικονικοποίησης κατά την Επαναφορά από Καταστροφή		
	Ωφέλεια	Κίνδυνος
Οργανισμοί Πληροφορικής	Με τη χρήση της εικονικοποίησης σαν στρατηγική επαναφοράς από καταστροφή, θα υπάρξουν νέες δυνατότητες προστασίας των δεδομένων.	Είναι δύσκολο να παρακολουθήσεις τη ροή δεδομένων μεταξύ των εικονικών εξυπηρετητών που φιλοξενούνται στον ίδιο φυσικό υπολογιστή και είναι πολύ δύσκολο ν' από-δειχθεί εάν εμπιστευτικά ή νομικά προστατευόμενα δεδομένα έχουν παραβιαστεί.
Εμπορικοί Οργανισμοί	Η εικονικοποίηση έχει μικρότερο κόστος έναντι των παραδοσιακών εναλλακτικών και μειώνει τον κίνδυνο των απρογραμμάτιστων διακοπών και καταστροφών.	Ο κίνδυνος είναι πολύ μικρός εάν ο οργανισμός λειτουργεί ήδη σε εικονικοποιημένο περιβάλλον
Επιχειρηματική Ανταγωνιστικότητα	Η χρήση περισσότερων λύσεων εικονικοποίησης, θα επιτρέψει την απελευθέρωση πόρων από τους οργανισμούς για άλλες χρήσεις και επενδύσεις.	Πολλές επιχειρήσεις, που χρησιμοποιούν ένα μεγάλο αριθμό εικονικών μηχανών, μπορούν κάποιες φορές ν' αφεθούν «να σαπίσουν» και να μη χρησιμοποιηθούν ποτέ, το οποίο θα μπορούσε ν' αποτελέσει χτύπημα στην παραγωγικότητα.

Πίνακας 1 Αντίκτυπος της Εικονικοποίησης κατά την Επαναφορά από Καταστροφή

- Πολλαπλά λειτουργικά συστήματα μπορούν να «τρέξουν» σε μια συγκεκριμένη υποδομή. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την ίδια υποδομή υλικού για να τρέξουμε διάφορα ασύμβατα μεταξύ τους λειτουργικά συστήματα και είναι επίσης ευκολότερο να αντικαταστήσουμε παλαιότερο ή χαλασμένο υλικό όταν αυτό προκύψει.

Η εικονικοποίηση εξυπηρετητή είναι ο κύριος τομέας της εικονικοποίησης κατά τον οποίο ένας φυσικός (physical) εξυπηρετητής μετατρέπεται σε εικονικό (virtual). Ο φυσικός εξυπηρετητής είναι ο συνήθης χρησιμοποιούμενος όρος, από τους κατασκευαστές λύσεων εικονικοποίησης, για να περιγράψουν τη διαφορά μεταξύ ενός εικονικού κι ενός πραγματικού (φυσικού) εξυπηρετητή [07]. Ο όρος φυσικός εξυπηρετητής αναφέρεται στο υλικό (HW) που πραγματοποιεί την υπολογιστική δουλειά όπως υποδεικνύεται από το λογισμικό (SW), δηλαδή το λειτουργικό σύστημα και τις εφαρμογές. Ένας εικονικός εξυπηρετητής δε μπορεί να λειτουργήσει χωρίς ένα φυσικό.

Με την εικονικοποίηση εξυπηρετητή λοιπόν, μπορούμε να λειτουργούμε ή να τρέχουμε, όπως είναι η καθιερωμένη έκφραση, πολλαπλούς εικονικούς εξυπηρετητές πάνω σε ένα μόνο φυσικό εξυπηρετητή (host). Οι εικονικοί αυτοί εξυπηρετητές ονομάζονται φιλοξενούμενοι (guests). Στο επόμενο σχήμα (Σχήμα 3), φαίνεται η διαφορά μεταξύ της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής εξυπηρετητή και αυτής της εικονικής αρχιτεκτονικής.



Σχήμα 3 Παραδοσιακή έναντι Εικονικής Αρχιτεκτονικής - Τροποποίηση από [28]

Άλλο ένα χαρακτηριστικό της εικονικοποίησης εξυπηρετητών είναι ότι ένας παραδοσιακός φυσικός εξυπηρετητής με μια συγκεκριμένη διαμόρφωση λειτουργικού συστήματος και εφαρμογών μπορεί να μετατραπεί σε ένα εικονικό εξυπηρετητή ή σε μια εικονική μηχανή [10].

Αρχικά, οι Porek και Goldberg [11] όρισαν την εικονική μηχανή (VM) σαν ένα αποτελεσματικό, απομονωμένο αντίγραφο μιας πραγματικής μηχανής. Η πραγματική μηχανή αναφέρεται σε μια παραδοσιακή αρχιτεκτονική εξυπηρετητή με ένα μόνο λειτουργικό και μια ή πολλές εφαρμογές. Ωστόσο, η χρήση των εικονικών μηχανών στην εικονικοποίηση εξυπηρετητών πάει πολύ μακρύτερα από την απλή αντιγραφή μια πραγματικής μηχανής.

2.4.1 Εικονική Μηχανή (Virtual Machine)

Μια εικονική μηχανή (VM) είναι η εικονική αναπαράσταση ενός πραγματικού εξυπηρετητή, αποτελείται από ένα λειτουργικό σύστημα και μια ή περισσότερες εφαρμογές και εμπεριέχεται σε ένα ή περισσότερα αρχεία τα οποία μπορούν να διαβαστούν και να εκτελεστούν από το εικονικό περιβάλλον. Κάθε εικονική μηχανή συμπεριφέρεται σαν ένας εντελώς ανεξάρτητος υπολογιστής με το δικό του λειτουργικό σύστημα και τις δικές του εφαρμογές.

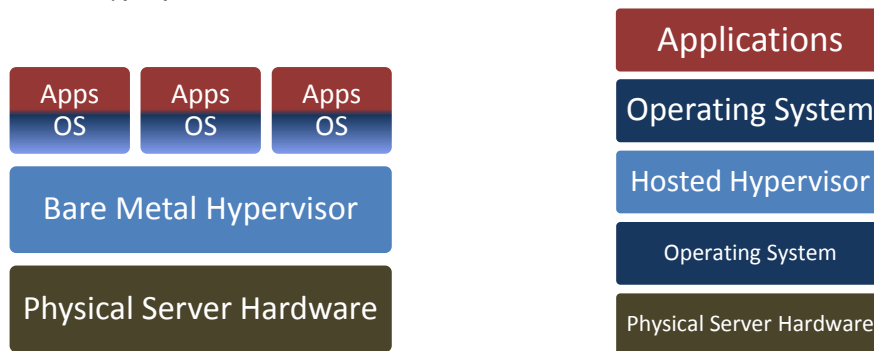
Οι διαφορετικές εικονικές μηχανές δεν έχουν γνώση της ύπαρξης η μια της άλλης, είναι δε έτσι κατασκευασμένες ώστε να είναι εντελώς απομονωμένες [15]. Η εικονική μηχανή χρησιμοποιεί προσομοίωση για να μιμηθεί ένα πλήρες σύνολο υλικών όπως η CPU, η μνήμη, η NIC κλπ. Αυτό γίνεται χρησιμοποιώντας ένα σύνολο οδηγών (drivers) οι οποίοι είναι συμβατοί με διαφορετικά είδη υλικού. Οι οδηγοί είναι μικρά τμήματα λογισμικού τα οποία λένε στο λειτουργικό σύστημα και στις εφαρμογές πώς να επικοινωνήσουν με το υλικό του υπολογιστή [16]. Οι οδηγοί είναι ενσωματωμένοι σε μια εικονική μηχανή και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διαφορετικές συνθέσεις υλικού. Με αυτούς τους οδηγούς, μια εικονική μηχανή παράγει μια εικονική έκδοση του φυσικού υλικού και δημιουργεί μια εικονική CPU, εικονική μνήμη, εικονική κάρτα δικτύου (NIC), εικονικό σκληρό δίσκο και άλλους τύπους υλικού που πιθανόν θα χρειαστεί.

Όταν μια εικονική μηχανή ξεκινάει, ένα συγκεκριμένο ποσοστό υπολογιστικής ισχύος (CPU), μνήμης και χωρητικότητας δίσκου ανατίθενται αυτόματα από το εικονικό περιβάλλον ή τον hypervisor. Για να υλοποιηθεί μια εικονική μηχανή, ένα εικονικό περιβάλλον προστίθεται στο φυσικό εξυπηρετητή για να υποστηρίξει την επιθυμητή αρχιτεκτονική και έτσι η (VM) μπορεί να παρακάμψει συμβατότητες υλικού και περιορισμούς πόρων. [15]

2.4.2 Hypervisor

Ο hypervisor, επίσης γνωστός και ως ελεγκτής εικονικών μηχανών (VMM), είναι το επίπεδο εκείνο του λογισμικού του οικοδεσπότη (host), το οποίο επιτρέπει σε πολλαπλές εικονικές μηχανές ή λειτουργικά συστήματα να λειτουργήσουν σε ένα μοναδικό φυσικό υπολογιστή [13].

Υπάρχουν δυο διαφορετικοί τύποι hypervisors: “Τύπου 1” και “Τύπου 2” [14]. Ο Τύπου 1 hypervisor, εγκαθίσταται απευθείας στο υλικό (HW), λέγεται επίσης και “bare-metal” hypervisor και τοποθετείται μεταξύ του υλικού και των εικονικών μηχανών. Οι Τύπου 1 hypervisors χρησιμοποιούνται κυρίως στην αγορά εξυπηρετητών [14]. Ο Τύπου 2 είναι ένας hypervisor, ο οποίος εγκαθίσταται πάνω σε ένα λειτουργικό σύστημα, λέγεται επίσης “hosted” hypervisor. Αυτό επιτρέπει σε ένα επιπλέον λειτουργικό σύστημα να «τρέξει» σε ένα εικονικό περιβάλλον, πάνω από ένα ήδη υπάρχον. Για παράδειγμα αν κάποιος έχει εγκατεστημένα τα Windows 7 και θέλει να χρησιμοποιήσει μια εφαρμογή που τρέχει μόνο σε XP ή σε Linux μπορεί να το κάνει σε ένα εικονικό περιβάλλον που θα φορτώσει πάνω στο δικό του λειτουργικό. Στο παρακάτω σχήμα (σχήμα 4), αναπαριστώνται γραφικά και οι δύο τύποι.



Σχήμα 4 Τύπου 1 (Bare Metal Hypervisor) & Τύπου 2 (Hosted Hypervisor) - Τροποποίηση από [28]

Γενικά οι hypervisors είναι απευθείας υπεύθυνοι για τη στέγαση και τη διαχείριση των εικονικών μηχανών στο φιλοξενητή ή εξυπηρετητή [17]. Ο φιλοξενητής είναι ένα διαφορετικό όνομα για τη φυσική μηχανή και τον hypervisor. Οι εικονικές μηχανές που τρέχουν στο φιλοξενητή ονομάζονται φιλοξενούμενες VM's ή φιλοξενούμενο λειτουργικό σύστημα [13]. Επιπρόσθετα, ένας hypervisor παρέχει μια ενιαία όψη του «υποβόσκοντος» υλικού, το οποίο σημαίνει ότι μπορεί να λειτουργήσει σε υλικό από διαφορετικούς κατασκευαστές. Ως εκ τούτου, οι εικονικές μηχανές μπορούν να τρέξουν σε οποιουδήποτε διαθέσιμους και υποστηριζόμενους υπολογιστές, δεδομένου ότι ο hypervisor απομονώνει το λογισμικό από το υλικό [18].

Οι διαχειριστές συστημάτων, που υποστηρίζουν και λειτουργούν ένα υπολογιστικό σύστημα και δίκτυο, είναι επίσης ικανοί να δουν το υλικό τους σαν μια δεξαμενή πόρων, το οποίο επιτρέπει νέες λειτουργικότητες οι οποίες περιγράφονται παρακάτω. Οι hypervisors είναι εξοπλισμένοι με αρκετές διαφορετικές τεχνολογίες, οι οποίες διαφέρουν, εξαρτώμενες από τον κατασκευαστή της εικονικοποίησης. Ωστόσο, υπάρχουν κάποιες κοινές τεχνολογίες οι οποίες είναι ευρύτατα γνωστές

και χρησιμοποιούνται από διαφορετικούς κατασκευαστές εικονικοποίησης που αναδεικνύουν τα χαρακτηριστικά και τα οφέλη της εικονικοποίησης εξυπηρετητών.

Τα κοινά χαρακτηριστικά των hypervisors είναι “Υψηλή Διαθεσιμότητα (High Availability)”, “Ανοχή σε λάθη (Fault Tolerance)”, “Μετακίνηση πραγματικού χρόνου (Live migration)”, “Κατανεμημένο Χρονοδιάγραμμα Πόρων (DRS)” και “Κατανεμημένη Διαχείριση Ενέργειας (DPM)” [19, 20]. Οι δύο τελευταίοι όροι χρησιμοποιούνται αποκλειστικά από τη VMware, που ήταν η πρώτη που εισήγαγε αυτές τις τεχνολογίες. Λόγω του ότι κανείς άλλος δόκιμος όρος δε βρέθηκε στη βιβλιογραφία, έτσι υιοθετήσαμε αυτούς από τη VMware.

Η Υψηλή Διαθεσιμότητα είναι μια τεχνολογία η οποία συνεχώς παρακολουθεί όλες τις εικονικές μηχανές που τρέχουν σε μια εικονική δεξαμενή πόρων, αναζητώντας μια αστοχία υλικού [21]. Η εικονική δεξαμενή πόρων είναι ένα σύνολο πόρων ή φυσικών εξυπηρετητών στους οποίους τρέχουν εικονικές μηχανές. Όταν ένας φυσικός εξυπηρετητής αστοχήσει η εικονική μηχανή VM εκκινεί αυτόματα σε κάποιο άλλο εξυπηρετητή.

2.5 Κριτήρια σχεδίασης λύσεων για εικονικοποίηση

Όπως και πολλές άλλες τεχνολογικές εξελίξεις έτσι και η εικονικοποίηση δεν είναι κατάλληλη για να εφαρμοστεί παντού. Πριν υλοποιήσουμε λοιπόν μια τέτοια λύση, θα πρέπει να εξακριβώσουμε ποιες εφαρμογές και ποιοι εξυπηρετητές είναι οι καταλληλότεροι υποψήφιοι [06].

Υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας κατά την επιλογή μας:

- Απαιτήσεις εξοπλισμού. Τυπικά οι εικονικές μηχανές χρειάζονται περίπου τους ίδιους πόρους όπως μια φυσική μηχανή. Για παράδειγμα, αν ένας φυσικός εξυπηρετητής χρησιμοποιεί αυτή τη στιγμή 1 gigabyte (GB) RAM, θα πρέπει να περιμένουμε και η εικονική μηχανή να χρησιμοποιεί το ίδιο ποσό μνήμης, θεωρώντας ότι χρησιμοποιεί το ίδιο λειτουργικό σύστημα και τρέχοντας τις ίδιες εφαρμογές όπως ο φυσικός εξυπηρετητής. Σε μερικές περιπτώσεις, ο φόρτος εργασίας ενός εξυπηρετητή μπορεί να απαιτεί τόσους πόρους υλικού που πρακτικά απαγορεύει την υλοποίησή του ως εικονικό. Για παράδειγμα, αν το φορτίο του εξυπηρετητή απαιτεί περισσότερους από τέσσερις επεξεργαστές για να έχει την απαιτούμενη απόδοση είναι πιθανό να μην ενδείκνυται για εικονικοποίηση.

Επιπρόσθετα, αν το φορτίο του εξυπηρετητή απαιτεί περισσότερους από τους μισούς πόρους της φυσικής μηχανής βάσης, τότε μάλλον δεν προκύπτει κάποιο πρακτικό όφελος από την εικονικοποίησή του.

Σημείωση: Όταν σχεδιάζουμε τη δέσμευση πόρων στον υπολογιστή φορέα (host computer) πρέπει να θυμόμαστε ότι θα χρειαστούν επιπλέον πόροι όταν θα τρέχουν οι εικονικές μηχανές. Για παράδειγμα, αν η εικονική μηχανή απαιτεί 1 gigabyte (GB) RAM, είναι πιθανό να υπάρχει ένα πιθανό επιπρόσθετο κόστος, λίγο μεγαλύτερο (έως 32 MB) για την πρώτη εικονική μηχανή και αρκετά μικρότερο (περίπου 8 MB) για κάθε επόμενη.

- Συμβατότητα. Πρέπει επίσης να λάβουμε υπόψη μας εάν οι εφαρμογές μας μπορούν να λειτουργήσουν σε ένα εικονικό περιβάλλον. Οι εμπορικές εφαρμογές έχουν ένα εύρος από απλούστατες έως εξαιρετικά πολυσύνθετες. Θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας απαιτήσεις για ειδικά μέρη των κατανεμημένων εφαρμογών, όπως ειδικές απαιτήσεις επικοινωνίας με άλλα εξαρτήματα της υποδομής ή απαιτήσεις για απευθείας πρόσβαση στο υλικό του συστήματος.
- Εφαρμογές και υπηρεσίες που έχουν ειδικό εξοπλισμό ή απαιτήσεις οδηγών συσκευών.
- Υποστήριξη. Πρέπει επίσης να λάβουμε υπόψη μας εάν το λειτουργικό σύστημα μαζί με τις εφαρμογές μας υποστηρίζονται από το εικονικό περιβάλλον. Χρειάζεται να επιβεβαιώσουμε την πολιτική υποστήριξης των κατασκευαστών καθώς και τις οδηγίες εγκατάστασης σε εικονικό περιβάλλον.
- Αδειοδότηση. Ένας ακόμη προβληματισμός είναι και η πολιτική αδειοδότησης των εφαρμογών για λειτουργία σε εικονικό περιβάλλον.
- Απαιτήσεις συνεχούς διαθεσιμότητας (High Availability). Υπάρχουν αρκετές εφαρμογές που πρέπει να είναι διαρκώς διαθέσιμες έτσι ώστε να μπορεί να λειτουργεί απρόσκοπτα ένας οργανισμός. Κάποιες από αυτές έχουν ενσωματωμένες διεργασίες γι' αυτό ενώ άλλες δεν είναι εύκολο να το υλοποιήσουν εκτός ενός εικονικού περιβάλλοντος. Όπως και να 'χει, όταν σκεφτόμαστε να εικονικοποιήσουμε ένα εξυπηρετητή θα πρέπει να σταθμίσουμε το γεγονός της απαίτησης της συνεχούς διαθεσιμότητας των εφαρμογών, το κατά πόσο είναι

εφικτή η υλοποίηση της στο εικονικό περιβάλλον και το αν είναι δυνατόν να χρησιμοποιήσουμε ένα σύμπλεγμα εφεδρικής λειτουργίας (failover cluster) έτσι ώστε να εξασφαλίσουμε διαρκή διαθεσιμότητα στο εικονικό μας περιβάλλον.

- Ανοχή σε λάθη (Fault Tolerance). Ένα επίσης μεγάλο θέμα είναι η αντιμετώπιση της αστοχίας του υλικού ή η διακοπή της παροχής ρεύματος έτσι ώστε να μην υπάρχουν επιπτώσεις στη λειτουργία της επιχείρησης. Βέβαια όλ' αυτά σχεδιάζονται στη βάση του τι θα χαθεί αν δεν υπάρχουν λύσεις και πόσο κοστίζει η υλοποίηση των λύσεων. Άρα μιλάμε καθαρά για διαχείριση ρίσκου και σύγκρισης κόστους ζημιάς με αυτό της κατασκευής της λύσης ανοχής σε λάθη!

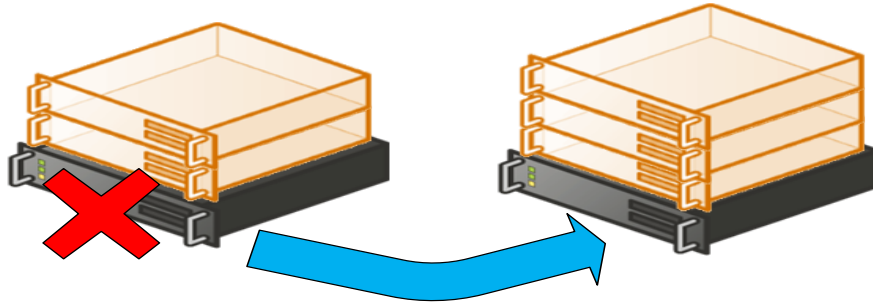
Σημείωση: Θα πρέπει να ληφθεί πολύ σοβαρά υπ' όψη το γεγονός ότι ενώ παλαιότερα μια βλάβη στη φυσική μηχανή, μας αποστερούσε από τις υπηρεσίες ενός και μόνο εξυπηρετητή, το ίδιο ακριβώς γεγονός με τη χρήση της εικονικοποίησης θα είχε σαν αποτέλεσμα την απώλεια τριών, πέντε ή και είκοσι εξυπηρετητών ταυτόχρονα. Άρα ένα από τα βασικότερα μελήματα μας κατά τη σχεδίαση της λύσης είναι η ανοχή σε λάθη.

Για να βοηθηθούμε στην απόφασή μας αυτή υπάρχουν ήδη προγράμματα, αρκετά από αυτά δωρεάν, που αξιολογούν τον εξοπλισμό μας και μας δίνουν μια λεπτομερή έκθεση, όπως το MAP της Microsoft.

2.6 Υψηλή διαθεσιμότητα (High Availability - HA)

Οι εικονικές μηχανές από ένα φιλοξενητή που παρουσιάζει πρόβλημα, επανεκκινούνται σε άλλο διαθέσιμο εξυπηρετητή για να διατηρήσουν τη διαθεσιμότητα της υπηρεσίας. Η εικονική μηχανή δεν είναι διαθέσιμη κατά τη διάρκεια της μετάβασης. Το παρακάτω σχήμα (σχήμα 5) δείχνει την επανεκκίνηση στο δεύτερο φιλοξενητή την ώρα που ο πρώτος έχει υποστεί βλάβη.

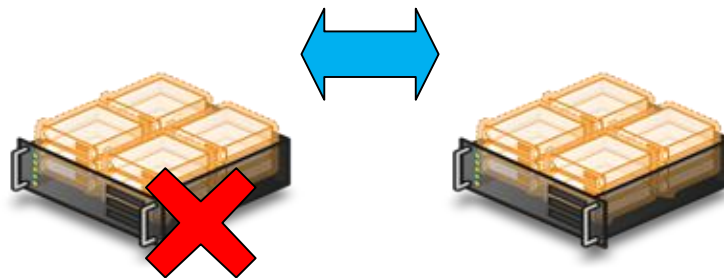
Για να επιτύχουμε υψηλή διαθεσιμότητα στο εικονικό περιβάλλον καμιά τροποποίηση δεν απαιτείται στις εφαρμογές ή στο λειτουργικό σύστημα. Το περιβάλλον ελέγχει τους φιλοξενητές και τις εικονικές μηχανές για να διατηρεί σε λειτουργία τις υπηρεσίες. Η υψηλή διαθεσιμότητα μειώνει το χρόνο διακοπής της υπηρεσίας αλλά δεν τον εξαλείφει.



Σχήμα 5 Υψηλή διαθεσιμότητα – High Availability (HA)

2.7 Ανοχή σε λάθη (Fault-Tolerance - FT)

Η ανοχή σε λάθη είναι η ιδιότητα που επιτρέπει στο σύστημα να συνεχίζει τη λειτουργία του κανονικά σε ενδεχόμενη βλάβη ή αστοχία ενός ή και περισσότερων μερών του. Η κατάσταση της εικονικής μηχανής αντιγράφεται στο δεύτερο εξυπηρετητή. Στο παρακάτω σχήμα (σχήμα 6) φαίνεται ότι η εικονική μηχανή που βρίσκεται στο δεύτερο εξυπηρετητή αναλαμβάνει δράση όταν ο πρώτος υφίσταται τη βλάβη. Η απώλεια της υπηρεσίας είναι σχεδόν μηδενική.



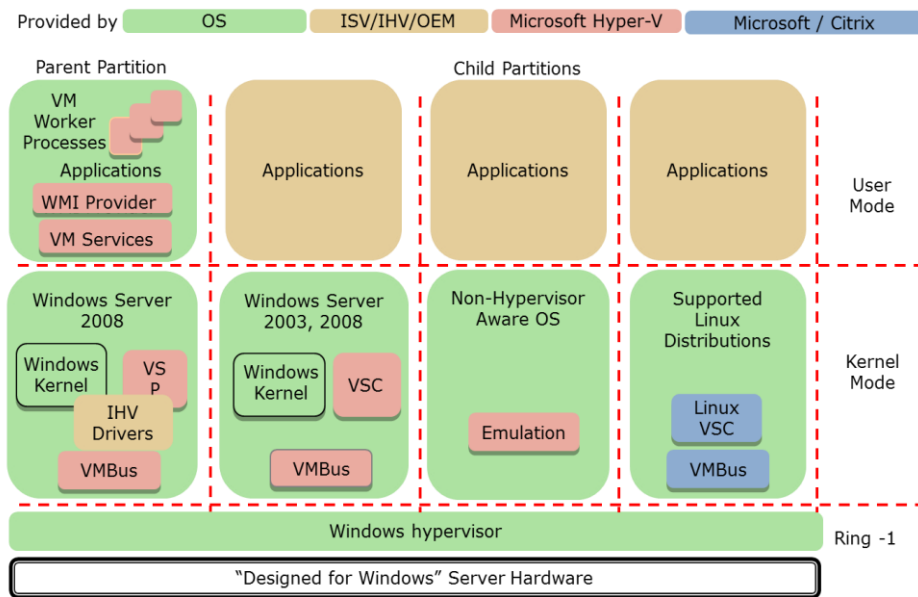
Σχήμα 6 Ανοχή σε λάθη – Fault tolerance (FT)

2.8 Microsoft Hyper-V

Η Microsoft υπάρχει από το 1975 και τα κεντρικά της βρίσκονται στη Washington. Σίγουρα η Microsoft δε θα μπορούσε να παραμείνει εκτός κούρσας εικονικοποίησης και το 2003 εξαγόρασε την Connectix, απορροφώντας την τεχνολογία που είχε αναπτύξει η εταιρεία και παρουσιάζοντας το πρώτο Virtual PC και την πρώτη έκδοση Virtual Server. Από τότε, η Microsoft επενδύει στην ανάπτυξη της δικής της λύσης εικονικοποίησης, το 2008 παρουσιάζει την πρώτη της έκδοση

τύπου hypervisor 1, αποκαλώντας τη Hyper-V, δύο χρόνια μετά η έκδοση R2 και φέτος το Σεπτέμβριο η έκδοση 2012.

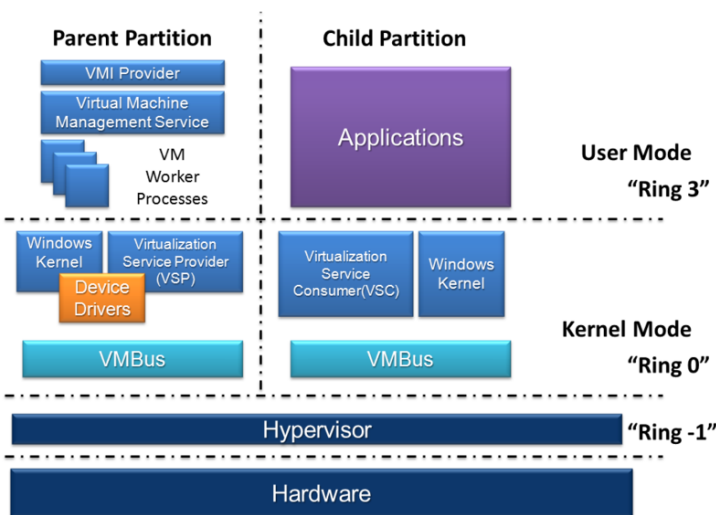
Η λύση της Microsoft έρχεται με δύο μορφές, είτε σαν ρόλος του Windows Server 2008, 2008 R2 και στη νέα έκδοση του Windows Server 2012, είτε στην αυτόνομη και δωρεάν έκδοση του Hyper-V Server 2008 R2 και 2012. Η λύση αυτή εγκαθίσταται μόνο σε υλικό αλλά και λειτουργικό σύστημα 64bit καθώς θεωρείται ότι μόνο έτσι μπορεί να υποστηριχθεί το πλήθος των



δυνατοτήτων του.

Βλέπουμε ότι η αρχιτεκτονική αυτή στηρίζεται σε μια λύση Hypervisor τύπου 1, όπως διακρίνεται και στο διπλανό σχήμα (σχήμα 7).

Σχήμα 7 Η Αρχιτεκτονική του Hyper-V του Windows Server 2008 R2 [06]



Στη συνέχεια (σχήμα 8) παρουσιάζεται η νέα αρχιτεκτονική που έχει ενσωματωθεί στο Windows Server 2012, που παρουσιάστηκε το Σεπτέμβριο του 2012.

Σχήμα 8 Η Αρχιτεκτονική του Hyper-V3 του Windows Server 2012 [85]

2.8.1 “Άνευ κοινοχρησίας” άμεση μετακίνηση πραγματικού χρόνου – Μετακίνηση αποθήκευσης

Το χαρακτηριστικό αυτό είναι «μοναδικό», καθώς μόνο η Microsoft το διαθέτει, κι αυτό από τη νέα έκδοση του Windows Server 2012. Δεν αποτελεί λύση υψηλής διαθεσιμότητας καθώς όπως λέει και το όνομά της δε χρειάζεται κοινόχρηστο αποθηκευτικό μέσο.

Κατά τη λειτουργία του, μια εικονική μηχανή καθώς και τα εξαρτώμενα απ’ αυτήν αποθηκευτικά μέσα, από ένα φιλοξενητή μεταφέρεται σε έναν άλλο, μόνο μέσω του δικτύου, και αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία, παύει η εικονική μηχανή στον πρώτο και συνεχίζει τη λειτουργία της από το δεύτερο. Σε περίπτωση προβλήματος κατά τη μεταφορά, διατηρείται η αρχική μηχανή.

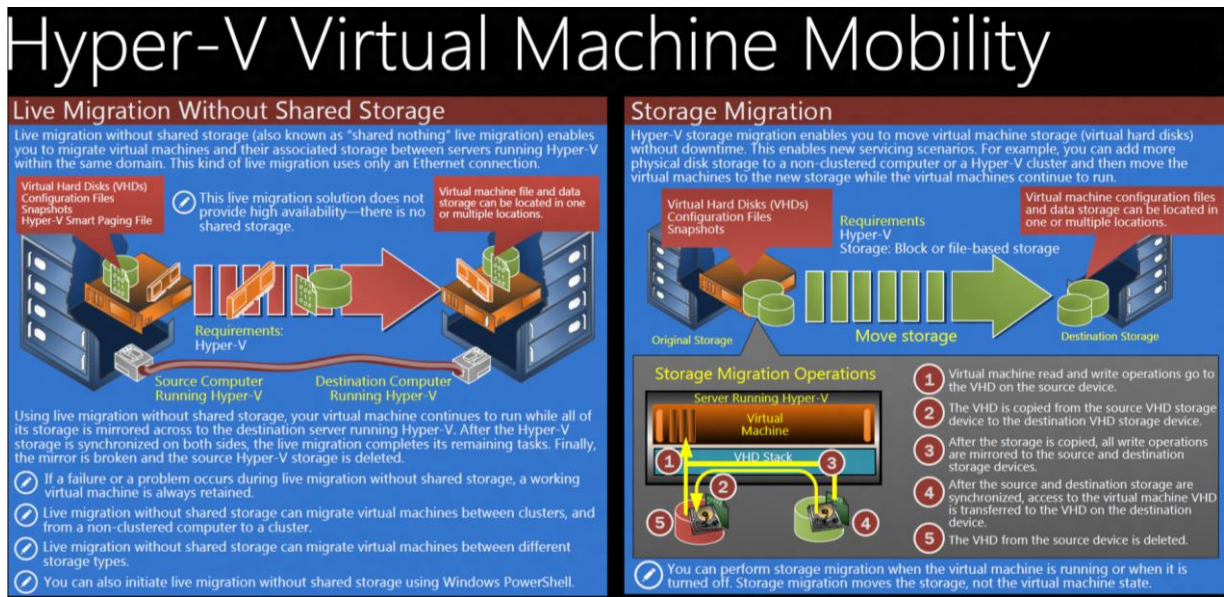
Η μεταφορά αυτή μπορεί να γίνει μεταξύ φιλοξενητών που ανήκουν σε συστοιχία, μεταξύ φιλοξενητή από συστοιχία και ανεξάρτητου, καθώς και μεταξύ ανεξάρτητων φιλοξενητών. Επίσης μπορεί να πραγματοποιηθεί μεταξύ εντελώς διαφορετικών αποθηκευτικών μέσων (αρχής και τέλους).

Η έναρξη της διαδικασίας μπορεί να γίνει είτε από το γραφικό περιβάλλον είτε από εντολές του PowerShell. Το μόνο προαπαιτούμενο για τη λύση αυτή είναι οι εξυπηρετητές που θα λάβουν μέρος να είναι μέλη του ιδίου τομέα (Domain).

Η μετακίνηση αποθήκευσης, επίσης νέο χαρακτηριστικό για τη Microsoft, αλλά όχι νέο ως ιδέα και υλοποίηση σε λύσεις εικονικοποίησης, χρειάζεται για περιπτώσεις που απαιτείται η μετακίνηση των σκληρών εικονικών δίσκων από ένα φυσικό μέσο σε άλλο είτε για λόγους συντήρησης, είτε πρόληψης προβλημάτων. Η διαδικασία μπορεί να πραγματοποιηθεί αδιάφορα από το αν η εικονική μηχανή την οποία υποστηρίζει είναι σε λειτουργία ή σβηστή.

Κατά τη διαδικασία, ο σκληρός εικονικός δίσκος αντιγράφεται από το ένα φυσικό μέσο στο άλλο, μόλις τελειώσει η αντιγραφή αρχίζει η εγγραφή όλων των κινήσεων κατοπτρικά και στο παλιό και στο νέο αντίγραφο και μόλις συγχρονιστούν, μεταφέρεται ο έλεγχος στο νέο δίσκο και διαγράφεται ο παλιός.

Στο σχήμα που ακολουθεί (σχήμα 9), φαίνονται και γραφικά οι αναπαραστάσεις της διαδικασίας.

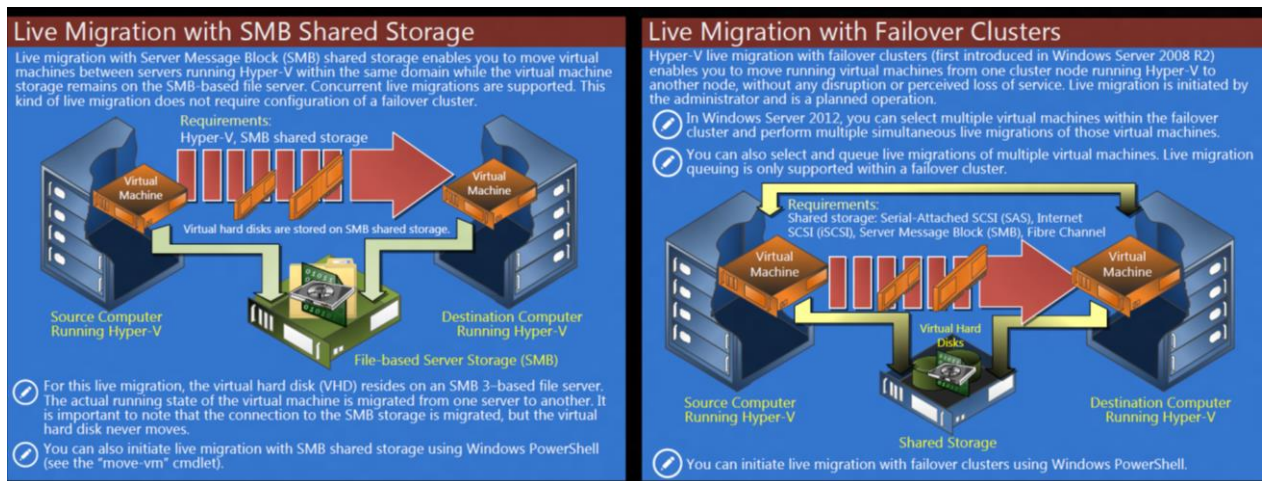


Σχήμα 9 Μετακίνηση πραγματικού χρόνου χωρίς κοινόχρηστο αποθηκευτικό χώρο (αριστερά) και μετακίνηση αποθηκευτικού χώρου (δεξιά) [24]

2.8.2 Άμεση μετακίνηση πραγματικού χρόνου α) με χρήση κοινόχρηστου χώρου SMB β) με σύμπλεγμα (cluster) – Υψηλή διαθεσιμότητα (HA)

Με αυτή τη λειτουργία μπορεί να μεταφερθεί μια ή περισσότερες εικονικές μηχανές (ταυτόχρονα) από ένα φιλοξενητή σε ένα άλλο, όταν αυτοί μοιράζονται ένα αποθηκευτικό μέσο SMB και για την πραγματοποίησή της δεν απαιτείται η ύπαρξη συστοιχίας υπολογιστών. Στην ουσία μεταβιβάζεται η ιδιοκτησία της εικονικής μηχανής από τον ένα φιλοξενητή στον άλλο, ενώ τα αρχεία της δεν μετακινούνται από το διαμοιρασμένο αποθηκευτικό μέσο. Η έναρξη της διεργασίας μπορεί να γίνει ή από το γραφικό περιβάλλον ή από το PowerShell.

Η τελευταία και πιο «κλασσική» λύση μετακίνησης εικονικών μηχανών είναι αυτή που υλοποιείται μέσω της συστοιχίας υπολογιστών. Είναι και αυτή μια λύση υψηλής διαθεσιμότητας που πραγματοποιείται και από γραφικό περιβάλλον αλλά και από το PowerShell. Το καινούργιο στοιχείο που προστέθηκε πλέον είναι η δυνατότητα των πολλαπλών ταυτόχρονων μετακινήσεων ή της δημιουργίας ουράς για τη διαδοχική μετακίνηση των μηχανών. Σαν λύση υψηλής διαθεσιμότητας εγγυάται την απρόσκοπτη και χωρίς καμία διακοπή λειτουργία της ή των υποστηριζόμενων υπηρεσιών. Στο επόμενο σχήμα (σχήμα 10) φαίνεται και η γραφική απεικόνιση των παραπάνω διεργασιών.



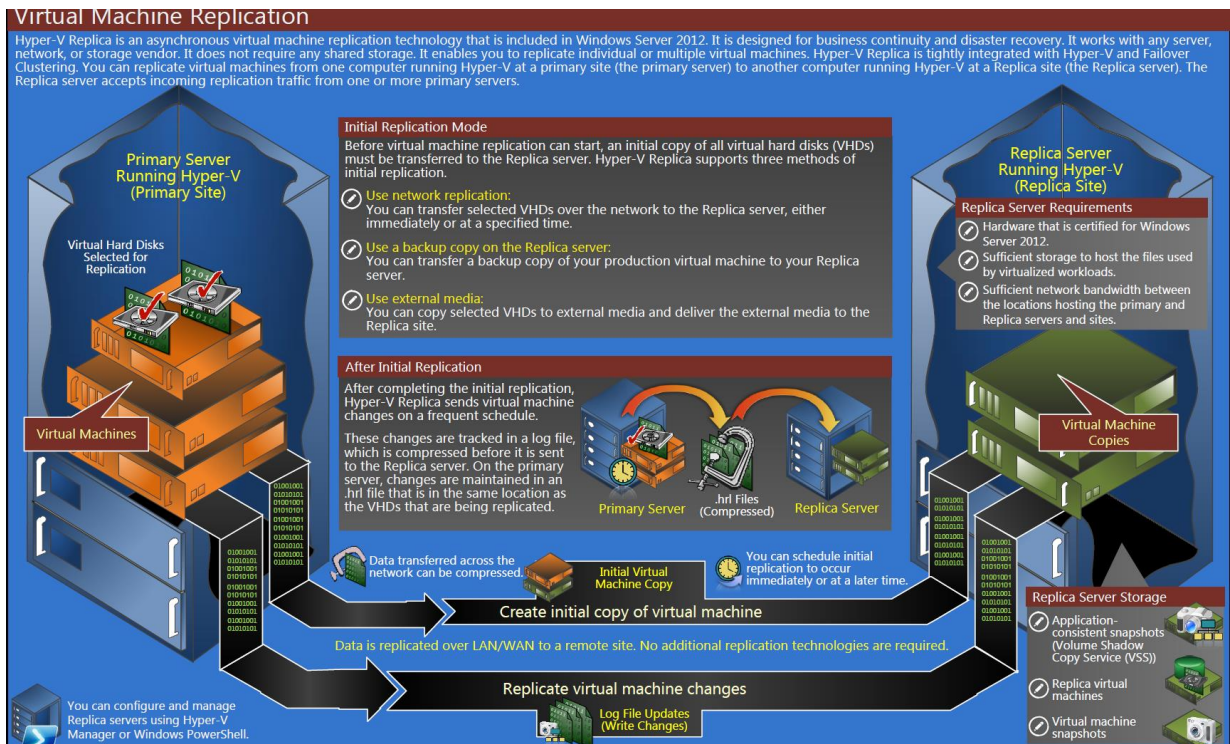
Σχήμα 10 Μετακίνηση σε πραγματικό χρόνο με διαμοιρασμένο αποθηκευτικό μέσο SMB (αριστερά) και μέσω συστοιχίας υπολογιστών (δεξιά) [24]

2.8.3 Αντίγραφο εικονικής μηχανής (VM replica) – Επαναφορά από καταστροφή (DR)

Το αντίγραφο εικονικής μηχανής είναι μια ασύγχρονη τεχνολογία κατοπτρισμού που περιλαμβάνεται για πρώτη φορά στο Windows Server 2012 και αποτελεί μια διαδικασία επαναφοράς από καταστροφή. Λειτουργεί σε οποιοδήποτε δίκτυο και με οποιοδήποτε αποθηκευτικό μέσο. Δεν απαιτεί κοινοχρησία και μπορεί να εφαρμοστεί σε μία ή σε πολλές εικονικές μηχανές ταυτόχρονα.

Από μια αρχική τοποθεσία (κύριος εξυπηρετητής) μπορεί να κατοπτριστεί η μηχανή ή οι μηχανές σε μια άλλη τοποθεσία (κατοπτρικός εξυπηρετητής). Ο κατοπτρικός εξυπηρετητής μπορεί να δεχθεί αντίγραφα από πολλαπλούς κύριους εξυπηρετητές.

Στη διαδικασία υπάρχουν δύο στάδια. Στο αρχικό απαιτείται η αντιγραφή των εικονικών δίσκων από τον ή τους κύριους συμβαλλόμενους εξυπηρετητές. Αυτό πραγματοποιείται είτε μέσω δικτύου, είτε μέσω αντιγράφου ασφαλείας είτε τέλος μέσω εξωτερικού αποθηκευτικού μέσου. Αφού ολοκληρωθεί αυτό το στάδιο, στη συνέχεια και σε τακτά χρονικά διαστήματα, αποστέλλονται από τον ή τους κεντρικούς εξυπηρετητές όλες οι μέχρι τότε αλλαγές μέσω ενός αρχείου τύπου hrl, συμπιεσμένου, που αποθηκεύεται στο ίδιο σημείο με τους εικονικούς δίσκους. Στο ακόλουθο σχήμα (σχήμα 11) φαίνεται γραφικά όλη η διαδικασία της δημιουργίας αντιγράφου εικονικής μηχανής.

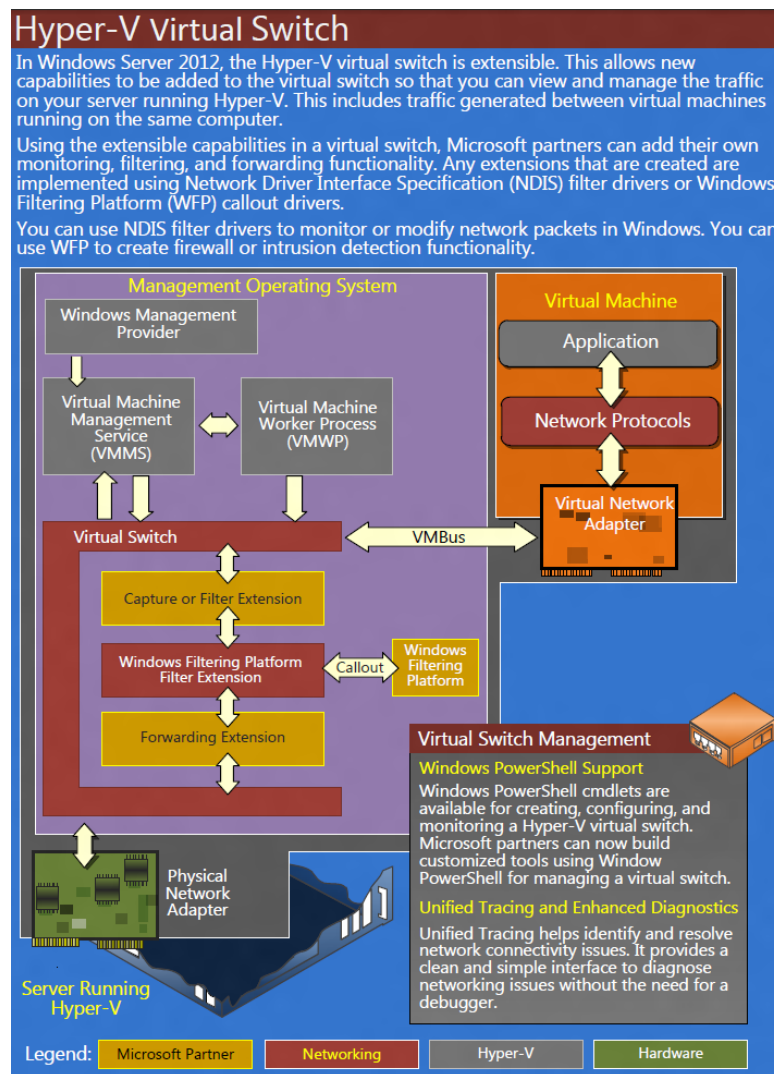


Σχήμα 11 Κατοπτρισμός εικονικής μηχανής για επαναφορά από καταστροφή [24]

2.8.4 Εικονική δικτύωση (Virtual Networking)

Ένα από τα μεγάλα προβλήματα στις προηγούμενες υλοποιήσεις εικονικοποίησης ήταν η έλλειψη ελέγχου της ροής δεδομένων μεταξύ των εικονικών μηχανών που φιλοξενούνται στην ίδια φυσική μηχανή. Αυτό πλέον αποτελεί παρελθόν, καθώς με την υλοποίηση του εικονικού διακλαδωτήρα (Virtual Switch), ο οποίος είναι επεκτάσιμος και παραμετροποιήσιμος, μπορούν να υλοποιηθούν λύσεις παρακολούθησης, φιλτραρίσματος, αναδρομολόγησης των δεδομένων καθώς επίσης και υλοποιήσεις τειχών προστασίας. Στο σχήμα που ακολουθεί (σχήμα 12) απεικονίζεται η δομή του εικονικού διακλαδωτήρα και η σύνδεσή του με τις εικονικές μηχανές και τον εξυπηρετητή.

Κι εδώ υπάρχει υποστήριξη γραφικού περιβάλλοντος, αλλά και η δυνατότητα ν' αυτοματοποιηθούν οι διεργασίες μέσω της χρήσης του PowerShell. Υπάρχει ακόμη η υπηρεσία της ιχνηλάτησης του δικτύου (Network Tracing), η οποία επιτρέπει την εξιχνίαση των προβλημάτων του δικτύου, κυρίως προβλημάτων συνδεσιμότητας μ' ένα απλό κι εύχρηστο περιβάλλον.



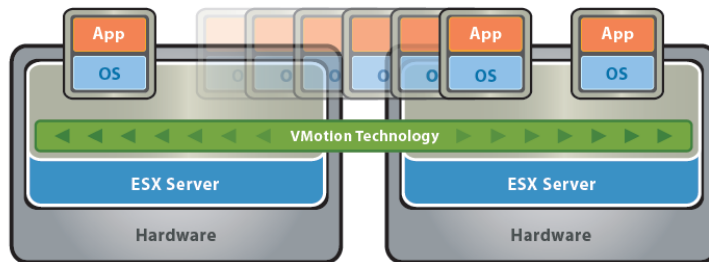
Σχήμα 12 Εικονική δικτύωση [24]

2.9 VMware ESX & ESXi Server (vSphere 4 & 5)

Με κεντρικά γραφεία στην California, η VMware παρουσιάζεται το 1998, παρουσιάζοντας το πρώτο τους προϊόν το 1999, το VMWare Workstation. Το 2001 εισέρχεται στο τμήμα των εξυπηρετητών, και έχοντας λύσεις σε hypervisor 1 και 2 πολύ γρήγορα επικρατεί στην αγορά. Τα αναλυτικά τεχνικά χαρακτηριστικά του ESX στην έκδοση 5, ο οποίος είναι εξοπλισμένος με την τελευταία τεχνολογία, καταγράφονται στο παράρτημα Β.

2.9.1 Μετακίνηση σε πραγματικό χρόνο με σύμπλεγμα (cluster) - VMotion

Οι εικονικές μηχανές λειτουργούν πάνω και καταναλώνουν πόρους, από τις φυσικές μηχανές στις οποίες στεγάζονται. Η λειτουργία VMotion επιτρέπει τη μεταστέγαση μιας εν λειτουργία εικονικής μηχανής, από τη μια φυσική μηχανή σε κάποια άλλη, χωρίς όμως να διακοπεί η λειτουργία της, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα (σχήμα 13). Αυτό επιτρέπει στις εικονικές μηχανές να μετακομίζουν από ένα πολύ βαριά φορτωμένο φιλοξενητή σε έναν άλλο πολύ λιγότερο



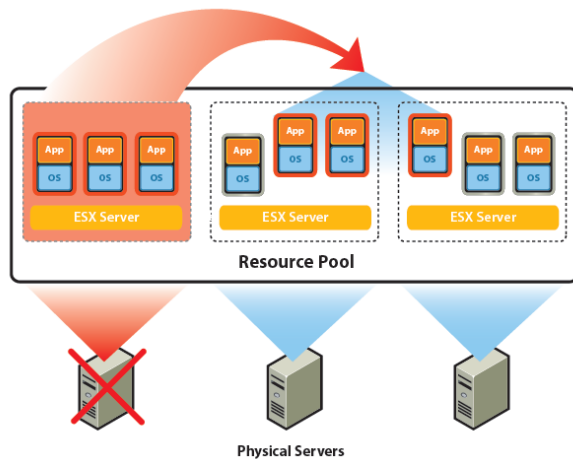
Σχήμα 13 VMware VMotion [57]

φορτωμένο. Το αποτέλεσμα είναι μια πολύ πιο αποτελεσματική κατανομή των πόρων. Ως εκ τούτου με το VMotion, οι πόροι μπορούν να κατανεμηθούν δυναμικά στις εικονικές μηχανές, ανάμεσα στο σύνολο των φυσικών φιλοξενητών.

2.9.2 Υψηλή διαθεσιμότητα (HA) με σύμπλεγμα

Παρέχει εύκολη στη χρήση, οικονομικά προσιτή λύση υψηλής διαθεσιμότητας για τις εφαρμογές που τρέχουν σε εικονικές μηχανές. Σε περίπτωση αστοχίας ενός εξυπηρετητή, οι επηρεαζόμενες εικονικές μηχανές επανεκκινούνται σε άλλους εξυπηρετητές της παραγωγής, που διαθέτουν περισσευούμενη δυναμικότητα. Όλες οι εφαρμογές εντός των εικονικών μηχανών ωφελούνται από την υψηλή διαθεσιμότητα και όχι μόνο μία όπως στην υλοποίηση της εφαρμογής σε σύμπλεγμα.

Η λύση της VMware δουλεύει τοποθετώντας ένα πράκτορα σε κάθε φυσική μηχανή για να συντηρεί ένα “χτύπο καρδιάς (heartbeat)” με τους άλλους εξυπηρετητές στο σύμπλεγμα. Όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (σχήμα 14), η απώλεια ενός “heartbeat” από ένα εξυπηρετητή αυτόματα ενεργοποιεί την επανεκκίνηση όλων των επηρεαζόμενων εικονικών μηχανών σε άλλους εξυπηρετητές. Η αρχική ρύθμιση της λύσης μπορεί να γίνει απλά καθορίζοντας την προτεραιότητα στη σειρά εκκίνησης των εικονικών μηχανών στο σύμπλεγμα.

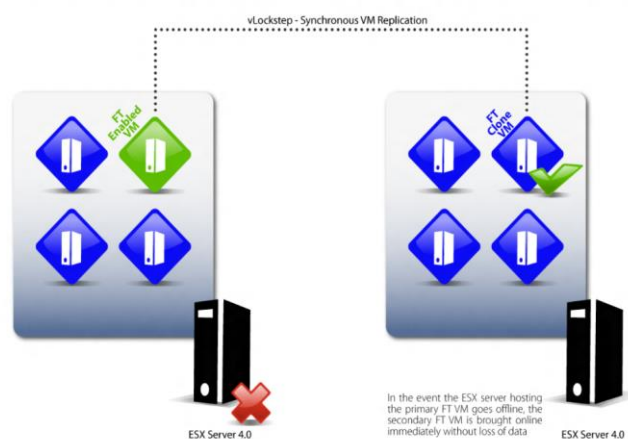


Αυτό είναι πολύ απλό αν συγκριθεί με την προσπάθεια που χρειάζεται για την εγκατάσταση και τη διαμόρφωση μιας εφαρμογής σε σύμπλεγμα. Επιπρόσθετα, παρ' όλο που η λύση υψηλής διαθεσιμότητας της VMware απαιτεί μια συγκεκριμένη ποσότητα μη δεσμευμένων πόρων να διατηρείται όλο το χρόνο για να εξασφαλιστεί ότι οι εναπομείναντες εξυπηρετητές μπορούν

Σχήμα 14 Υψηλή διαθεσιμότητα VMware [57] να διαχειριστούν το σύνολο του φορτίου, δεν απαιτεί τη διπλάσια ποσότητα πόρων που απαιτεί το σύμπλεγμα που εξυπηρετεί μια εφαρμογή.

2.9.3 Δημιουργία αντιγράφου - vSphere Replication

Η λύση για την ανοχή σε λάθη της VMware στηρίζεται αποκλειστικά σε υλοποίηση συμπλέγματος κόμβων εξυπηρετητών (cluster), στο οποίο δημιουργεί έναν κλώνο της τρέχουσας εικονικής μηχανής σε ένα δεύτερο κόμβο του συμπλέγματος όπως δείχνει και το παρακάτω σχήμα (σχήμα 15). Οι αλλαγές που πραγματοποιούνται στην εικονική αυτή μηχανή αντικατοπτρίζονται στο



αντίγραφο της σε πραγματικό χρόνο. Και οι δύο μηχανές έχουν την ίδια διεύθυνση IP και MAC. Όταν προκύψει πρόβλημα στον πρώτο κόμβο η μηχανή θα «μεταφερθεί» αυτόματα στο δεύτερο, χωρίς καμία διακοπή στην υπηρεσία ή απώλεια δεδομένων

Σχήμα 15 VMware vReplica [58]

Από τη μελέτη της βιβλιογραφίας προκύπτει ότι υπάρχει πραγματικά ανάγκη αλλά και ωφέλεια από την υιοθέτηση της εικονικοποίησης σαν λύσης στην επιχείρηση. Παρ' όλ' αυτά υπάρχει και ανάγκη να διευκρινιστεί και το πώς λειτουργούν αυτά στην πράξη, γι' αυτό κι εμείς αποφασίσαμε να τα εγκαταστήσουμε σε ένα εργαστηριακό περιβάλλον, στο οποίο να δοκιμάσουμε, να συγκρίνουμε και να προτείνουμε στη συνέχεια την καλύτερη πρόταση, βασισμένοι σε πραγματικά δεδομένα. Όπως φάνηκε επίσης υπάρχουν κάποιες παρόμοιες εργασίες, οι οποίες όμως καλύπτουν η κάθε μια ένα μόνο κομμάτι της συνολικής λύσης. Τ' αποτελέσματα της διπλωματικής αυτής θα έχουν χρησιμότητα σαν οδηγός για τη χρησιμότητα της υιοθέτησης της εικονικοποίησης στα πλαίσια της εξοικονόμησης κόστους, αύξησης της παραγωγικότητας, της αξιοπιστίας αλλά και της ασφάλειας.

Επίσης θα έχει τη μοναδική δυνατότητα να επαληθεύσει το αν ισχύει η μοναδική αυτή ιδιότητα της εξασφάλισης υψηλής διαθεσιμότητας αλλά και επαναφοράς από καταστροφή χωρίς τη χρήση ενός κοινού και συνήθως ιδιαίτερα ακριβού αποθηκευτικού μέσου ή ενός εξίσου πολύπλοκου αλλά και εξίσου δαπανηρού συμπλέγματος.

Κεφάλαιο 3

Μεθοδολογία

3.1 Μεθοδολογία

Για τον έλεγχο της αποτελεσματικότητας των λύσεων εικονικοποίησης και την αντοχή τους σε δύσκολες περιστάσεις όπως επίσης και τη δυνατότητα συνεργασίας μεταξύ τους, στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας έγινε προσπάθεια εξομοίωσης των λειτουργιών μιας απλής μικρομεσαίας επιχείρησης. Ως πρώτη υπόθεση εργασίας τέθηκε η αντιγραφή πολλών μικρών αρχείων από ένα υπολογιστή σε έναν άλλο, επόμενη υπόθεση η αντιγραφή πολύ μεγάλων αρχείων (έτσι θα είχαμε και τη δυνατότητα σύγκρισης και με αντίστοιχες επιδόσεις χωρίς τη λύση της εικονικοποίησης), τρίτη υπόθεση η μέτρηση κατανάλωσης τυπικού εξυπηρετητή για να αξιολογήσουμε την εξοικονόμηση ενέργειας στη συνέχεια, τέταρτη υπόθεση η θέαση video τόσο από δίσκο όσο και από το YouTube, επόμενη υπόθεση το «κατέβασμα» αρχείων από τον ιστό, προτελευταία υπόθεση η εγκατάσταση εφαρμογής και τελευταία η λήψη αντιγράφου ασφαλείας.

Επειδή ο στόχος της μελέτης μας ήταν να διαπιστώσουμε την αντοχή των λύσεων εικονικοποίησης σε δύσκολες συνθήκες προσπαθήσαμε να θέσουμε υπό δοκιμή την ανοχή σε λάθη καθώς και τη δυνατότητα συνεχούς διαθεσιμότητας των υπηρεσιών, έτσι λοιπόν την ώρα

που θα γινόντουσαν αυτές οι εργασίες αποφασίσαμε να μετακινούμε τις εικονικές μηχανές από τον ένα εξυπηρετητή στον άλλο με όλους τους δυνατούς τρόπους, ν' αντικατοπτρίζουμε τους εικονικούς σκληρούς δίσκους, να τους μεταφέρουμε και όλ' αυτά την ώρα που θα λειτουργούσαν οι εικονικές μηχανές και θα υλοποιούσαν τις παραπάνω αναφερόμενες εργασίες, με στόχο να μελετηθεί κατά πόσο μπορούν να ανταπεξέλθουν σε πιθανές βλάβες υλικού, συντηρήσεις ή διακοπές παροχής τάσης.

Όπως είπαμε θέλαμε να δούμε κατά πόσο μπορούν ν' ανταπεξέλθουν σε καταπόνηση που οφείλεται είτε σε προγραμματισμένες συντηρήσεις του εξοπλισμού είτε σε απρόσμενες βλάβες. Η δοκιμασία θα έπρεπε να ελέγξει τις λύσεις που παρέχουν ανοχή σε λάθη καθώς κι αυτές που βοηθούν στην αποκατάσταση μετά από καταστροφή τόσο για τη λειτουργικότητα, όσο και για την αποτελεσματικότητά τους.

Επίσης θέλαμε να ελέγξουμε τη λειτουργία κάποιων βοηθητικών προγραμμάτων που μετέτρεπαν τον ένα τύπο εικονικού σκληρού δίσκου στον άλλο και κατά πόσο στη συνέχεια μπορούσαν να δημιουργηθούν εικονικές μηχανές στηριγμένες σ' αυτό το δίσκο, που θα λειτουργούν.

Έτσι λοιπόν η μεθοδολογία που επιλέχθηκε ήταν κυρίως η παρατήρηση και η προσωπική αντίληψη των χρηστών για το αν υπήρχε οποιαδήποτε αλλοίωση κατά την παροχή των υπηρεσιών όταν εμείς μετακινούσαμε τις εικονικές μηχανές σε άτακτα χρονικά διαστήματα και χωρίς ενημέρωσή τους και από τη δική μας πλευρά η καταγραφή διαρκών αποστολών πακέτων μέσω του προγράμματος ring (ring -t), έτσι ώστε να έχουμε κι εμείς μια πιο αντικειμενική αίσθηση των επιπτώσεων από πλευράς δικτυακής, η μέτρηση της κατανάλωσης ενός τυπικού εξυπηρετητή και εκείνων που φιλοξενούσαν τις εικονικές μηχανές για αποτίμηση της εξοικονόμησης ενέργειας από τη συνένωσή τους, η μέτρηση της θερμοκρασίας του δωματίου για τον όσο το δυνατόν καλύτερο υπολογισμό της εξοικονόμησης χρημάτων (ενέργειας), από τη λιγότερη ή μηδενική χρήση κλιματισμού.

Η μεθοδολογία αυτή θεωρήσαμε ότι ήταν η ενδεδειγμένη καθώς το θέμα προς εξέταση είναι πολύ πρακτικό και δεν άπτεται μετρήσεων, παραμέτρων, ή χρόνων εκτέλεσης αλλά πρέπει να διαπιστωθεί αν όντως υλοποιείται η εργασία που ζητείται χωρίς προσκόμματα ή όχι.

Κεφάλαιο 4

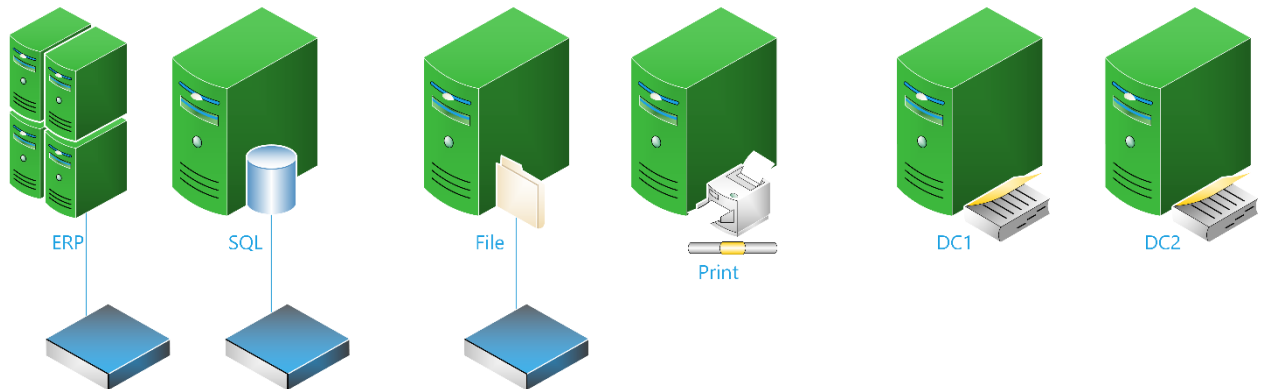
Περιγραφή Συστήματος (Ευρήματα Έρευνας)

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται το συνολικό σύστημα που προτείνεται προς υλοποίηση καθώς και το εργαστήριο που στήθηκε για την υλοποίηση των δοκιμών και των μετρήσεων.

4.1 Ανάλυση θέματος

Κατ' αρχήν πρέπει να παρουσιάσουμε την κατάσταση που προϋπήρχε στην υποθετική επιχείρηση πριν γίνουν οι οποιοσδήποτε προτάσεις και παρεμβάσεις από μας. Στο παρακάτω σχήμα (σχήμα16) φαίνονται οι αρχικοί εξυπηρετητές όπου για κάθε μια υπηρεσία υπήρχε και ένας αντίστοιχος εξυπηρετητής που την υλοποιούσε. Όπως είναι φανερό δεν υπήρχε καμιά εξασφάλιση έναντι λαθών και βλαβών όπως επίσης και κανείς κεντρικός αποθηκευτικός χώρος. Σε κάποιους από τους εξυπηρετητές είχαν προστεθεί στην πάροδο του χρόνου εξωτερικοί σκληροί

δίσκοι καθώς επίσης υπήρχε και ένας ακόμη εξωτερικός δίσκος στον οποίο λαμβάνονταν τα αντίγραφα ασφαλείας.



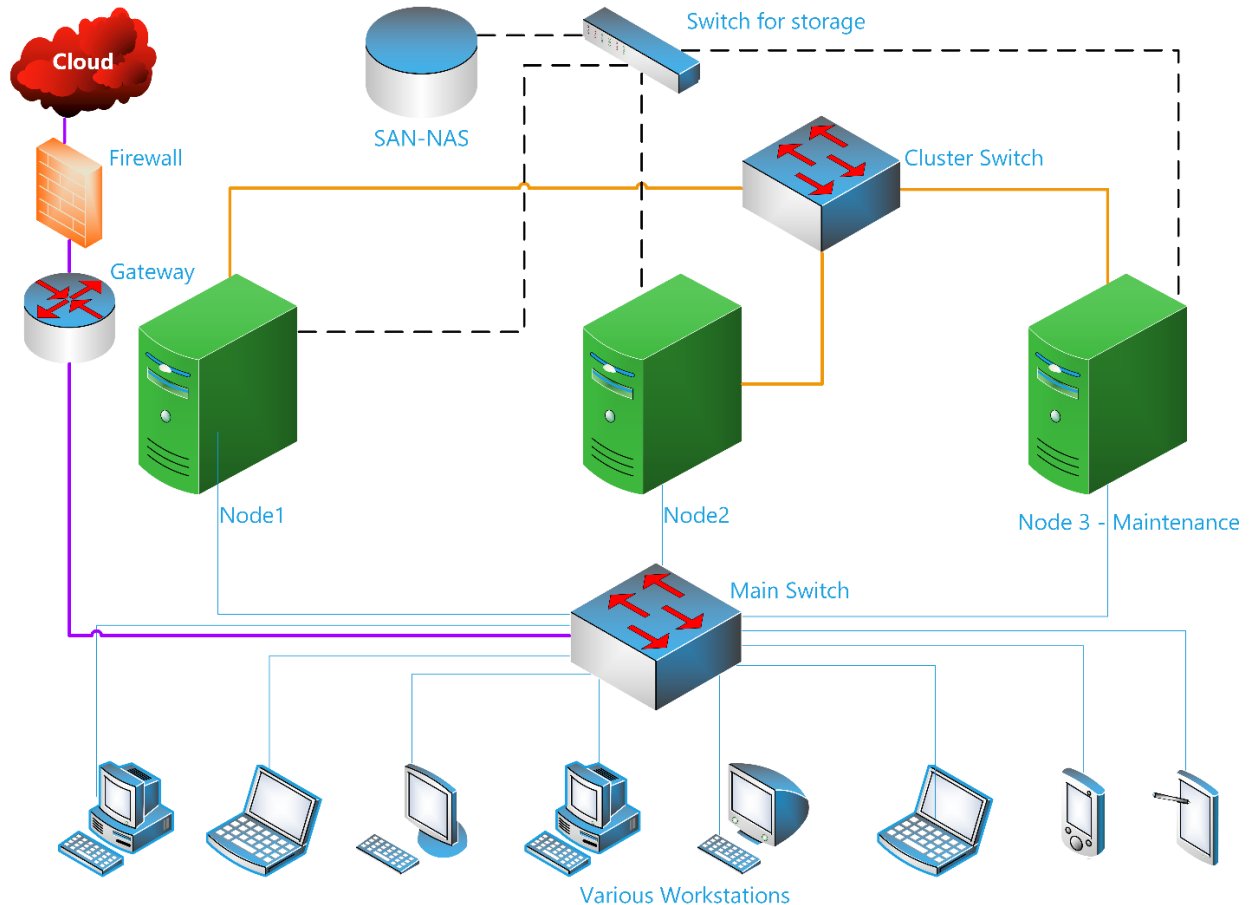
Σχήμα 16 Η παλιά διάταξη με τους μεμονωμένους εξυπηρετητές.

Η υλοποίηση αυτή έχει τα παρακάτω προβλήματα:

- Ένα περιβάλλον διαχείρισης για κάθε υπηρεσία.
- Η διασπορά των αποθηκευτικών μέσων αυξάνει τη διαχείριση και τη συνθετότητα για τη λήψη των αντιγράφων ασφαλείας
- Διαφορετικές εκδόσεις και γενιές εξοπλισμού
- Κάθε υπηρεσία εξαρτάται από τη φυσική υποδομή στην οποία στεγάζεται
- Έλλειψη επεκτασιμότητας τόσο για τις ήδη υπάρχουσες όσο και για μελλοντικές υπηρεσίες

Πρέπει επίσης να υπολογιστεί συμπληρωματικά, ότι για κάθε μια από τις ήδη υπάρχουσες συσκευές απαιτείται και ένα συμβόλαιο συντήρησης. Λαμβάνοντας υπόψιν ότι οι υποδομές ανήκουν σε διαφορετικές γενιές τεχνολογικά, γίνεται δυσχερέστερη η διαχείριση των συμβολαίων αυτών. Επιπροσθέτως ο εξοπλισμός αυτός απαιτεί μεγαλύτερες ποσότητες ενέργειας και είναι περισσότερο επιζήμιος περιβαλλοντικά. Η νέα υλοποίηση πρέπει να διευθετήσει όλα αυτά τα προβλήματα έτσι ώστε να αποδεσμεύσει την εξάρτησή τους από το φυσικό εξοπλισμό στον οποίο λειτουργούν. Θα πρέπει να ενοποιήσει τη διαχείριση όλων των υπηρεσιών σε ένα ενιαίο περιβάλλον το οποίο θα παρέχει και μεγαλύτερη ίσως αξιοπιστία και ανοχή σε λάθη.

Στο παρακάτω σχήμα (σχήμα 17) φαίνεται η πρόταση που κάνουμε για τη νέα υλοποίηση, η οποία αποτελεί και τη διάταξη στην οποία πραγματοποιήσαμε και τις δοκιμές εργαστηριακά.



Σχήμα 17 Η πρόταση για την υλοποίηση της υποδομής εικονικοποίησης.

4.2 Εργαστήριο δοκιμών

Για την καλύτερη κατανόηση των χαρακτηριστικών της λύσεως δημιουργήσαμε ένα δοκιμαστικό εργαστήριο προσπαθώντας όσο το δυνατόν να είμαστε κοντά στις πραγματικές συνθήκες. Λαμβάνοντας βέβαια υπόψη την οικονομική συγκυρία που επικρατεί, δεν ήταν δυνατόν να επενδύσουμε σε «πραγματικούς» εξυπηρετητές, οπότε περιοριστήκαμε σε κανονικούς υπολογιστές αλλά με αρκετά ενισχυμένη σύνθεση. Έτσι λοιπόν το εργαστήριο συμπεριλάμβανε τα εξής:

«Εξυπηρετητής» 1 - Calliope

CPU: Intel i7 – 2760 2.4 GHz

RAM: 16 GB DDR3

HDD: 1 x 500 GB Hybrid

«Εξυπηρετητής» 2 - Matina

CPU: Intel i5 – 2500 3.6 GHz

RAM: 16 GB DDR3

HDD: 1 x 300 GB SSD + 2 x 250 GB SATA II Stripped

«Εξυπηρετητής» 3 - Alexandra

CPU: Intel Centrino Core 2 Duo – P8700 2.53 GHz

RAM: 4 GB DDR2

HDD: 1 x 500 GB SATA

Σημειώνουμε εδώ ότι μόνο ο εξυπηρετητής Alexandra (ο οποίος είναι ένας φορητός υπολογιστής, παραγωγής 2009) προϋπήρχε της έναρξης των εργασιών του εργαστηρίου. Οι υπόλοιποι δύο, ο εξυπηρετητής Calliope (ο οποίος είναι επίσης ένας φορητός υπολογιστής, παραγωγής 2012 και αγοράστηκε ως έχει με βάση τις προδιαγραφές που είχαμε υποθέσει ότι θα κάλυπταν τις ανάγκες μας και μέσα στα πλαίσια του προϋπολογισμού που είμασταν σε θέση ν' αντέξουμε) καθώς και ο εξυπηρετητής Matina (ο οποίος είναι ο μόνος επιτραπέζιος υπολογιστής), αγοράστηκε σε εξαρτήματα και συναρμολογήθηκε χρησιμοποιώντας και κάποια ακόμη υλικά που υπήρχαν ήδη διαθέσιμα.

Η όλη διαδικασία χρειάστηκε περίπου μια εβδομάδα δουλειάς (προετοιμασία, αγορά, συγκέντρωση υλικών καθώς και προσωπική εργασία για τη συναρμολόγηση του ενός εξυπηρετητή), έτσι ώστε να είμαστε σε θέση ν' αρχίσουμε την καθαυτό εργαστηριακή δουλειά που περιγράφεται τελικά εδώ.

Επειδή προλάβαμε την κυκλοφορία της νέας έκδοσης του λειτουργικού συστήματος της Microsoft, εγκαταστήσαμε την έκδοση Release Candidate του Windows Server 2012. Διαλέξαμε αυτή την έκδοση γιατί συνδυάζει εκπληκτικά νέα χαρακτηριστικά που δεν υπάρχουν σε καμία άλλη υλοποίηση, αλλά και γιατί έχει λάβει υπόψη τις δύσκολες οικονομικά, εποχές που διανύουμε και έτσι μπορεί να αξιοποιήσει σημαντικά οικονομικότερες υλοποιήσεις, για να φέρει το ίδιο αξιόπιστο αποτέλεσμα που παλαιότερα θα χρειαζόταν πολλαπλάσια δαπάνη για να γίνει, τόσο από απόψεως υλικού εξοπλισμού όσο και από άδειες λογισμικού.

Εδώ θα πρέπει να ξεκαθαρίσουμε ότι δεν καταφέραμε με κανένα τρόπο να εγκαταστήσουμε το VMware ESXi ή ESX τόσο στην έκδοση 4.1 όσο και στην έκδοση 5.0 σε κανέναν από τους προαναφερόμενους υπολογιστές. Η υλοποίηση της VMware περιορίζεται αποκλειστικά σε εξυπηρετητές με CPU XEON καθώς και σε πολύ ελάχιστες εξαιρέσεις που περιλαμβάνονται σε μια λίστα συμβατού υλικού στο site της εταιρείας. Παρ' όλ' αυτά προσπαθήσαμε τόσο μέσω των forums όσο και μέσω του ιστότοπου υποστήριξης να το καταφέρουμε, αλλά πάντα κάποιος οδηγός συσκευής και κυρίως των καρτών δικτύου ήταν το αίτιο της αποτυχίας.

Παρ' όλο που δεν έχουμε εργαστηριακή εικόνα θα προσπαθήσουμε να παραθέσουμε την αντίστοιχη πληροφορία, στηριζόμενοι στα στοιχεία που υπάρχουν στον επίσημο ιστότοπό τους [49]. Επίσης χρησιμοποιήσαμε και το υλικό από το τελευταίο συνέδριο της εταιρείας που πραγματοποιήθηκε το Σεπτέμβριο του 2012.

Σαν εκκίνηση παραθέτουμε στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2), μια πρώτη αντιπαραβολή των κυριότερων χαρακτηριστικών των δύο τελευταίων εκδόσεων εικονικοποίησης (Windows Server 2012 Hyper-V & VMware vSphere/ESXi 5), από ένα τρίτο παρατηρητή τον Thomas Maurer [21].

System	Resource	Windows Server 2012 Release Candidate Hyper-V	VMware ESXi 5.0	VMware vSphere 5.0 Enterprise Plus
Host	Logical Processors	320	160	160
	Physical Memory	4 TB	32 GB	2 TB
	Virtual CPUs per Host	2048	2048	2048
VM	Virtual CPUs per VM	64	8	32
	Memory per VM	1 TB	32 GB	1 TB
	Maximum Virtual Disk	64 TB	2 TB	2 TB
	Active VMs per Host	1024	512	512
Cluster	Maximum Nodes	64	N/A	32
	Maximum VMs	4000	N/A	3000

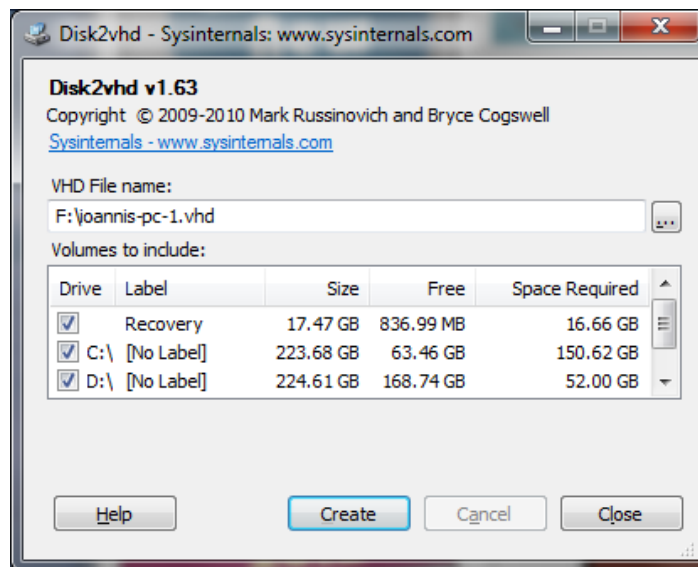
Πίνακας 2 Win Server 2012 Hyper-V σε αντιπαραβολή με VMware vSphere/ESXi 5

4.3 Εγκατάσταση και αρχικές ρυθμίσεις

Η εγκατάσταση του λογισμικού Microsoft Server 2012 δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες δυσκολίες, παραπάνω από αυτές που προκύπτουν σε οποιοδήποτε άλλο λειτουργικό σύστημα της εταιρείας. Ξεκινώντας βλέπουμε ότι υπάρχουν δύο διπλές επιλογές εγκατάστασης: Πλήρης (με γραφικό περιβάλλον επικοινωνίας με το χρήστη (GUI)) ή πυρήνα (core) (με γραμμή εντολής μόνο) και στην έκδοση Standard ή Datacenter για κάθε μια από τις προηγούμενες επιλογές. Στο στάδιο της παραχώρησης χώρου στο δίσκο επιλέξαμε να παραχωρήσουμε ένα μέρος σ' αυτό το λειτουργικό με την προοπτική το υπόλοιπο να διατίθεται στη λύση της VMware, πράγμα που όμως δε στάθηκε δυνατό να υλοποιηθεί. Με το τέλος της εγκατάστασης και μετά τις ρυθμίσεις κάποιων οδηγιών συσκευών, εγκαθιστούμε το ρόλο του Hyper-V, που απαιτεί και μια επανεκκίνηση του συστήματος και κάνουμε κι εκεί τις βασικές ρυθμίσεις. Τέλος επικαιροποιούμε το λειτουργικό σύστημα με όλες τις διαθέσιμες ενημερώσεις. Η συνολική δουλειά είναι πάρα πολύ στρωτή και χωρίς εκπλήξεις και χρονικά χρειάστηκε περίπου 90 με 120 λεπτά ανά μηχανήμα, με το χρόνο να κυμαίνεται ανάλογα με τη σύνθεσή του. Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν το χρόνο

εγκατάστασης είναι η κεντρική μνήμη και ο σκληρός δίσκος και δευτερευόντως ο επεξεργαστής. Με το πέρας της είμαστε σε θέση να κάνουμε τη δημιουργία της πρώτης εικονικής μηχανής.

Εδώ θα πρέπει να επιλέξουμε μεταξύ μιας εξ αρχής εγκατάστασης σαν να πρόκειται για εκ παραλλήλου μεταφορά της υπηρεσίας σε νέα τοποθεσία ή για τη μετατροπή της ήδη υπάρχουσας φυσικής εγκατάστασης σε εικονική. Για την πρώτη περίπτωση δεν υπάρχουν πολλά να πούμε εκτός του ότι ακολουθείται η κλασική διαδικασία εγκατάστασης ενός λειτουργικού συστήματος και στη συνέχεια οι εφαρμογές, αλλά για τη δεύτερη μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το εργαλείο disk2vhd, που είναι ένα δωρεάν εργαλείο από τη συλλογή Sysinternals που εξαγόρασε η Microsoft. Με αυτό το εργαλείο μπορεί να γίνει η μετατροπή P2V (Physical to Virtual) χωρίς να χρειαστεί να διακοπεί η λειτουργία του υπολογιστή!!! Και όλ' αυτά εντελώς δωρεάν και αξιόπιστα.



Σχήμα 18 Η οθόνη του εργαλείου disk2vhd

Όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα (σχήμα 18), μας ζητείται να ορίσουμε το που θέλουμε να δημιουργηθούν οι εικονικοί δίσκοι, ποιους φυσικούς δίσκους της μηχανής να συμπεριλάβουμε και ξεκινάμε την εργασία. Μόλις ολοκληρωθεί η εργασία, αρκεί να δημιουργήσουμε μια εικονική μηχανή με βάση τον ήτους δίσκους αυτούς και έτσι έχει μετατραπεί η παλιά μας μηχανή σε ολοκαίνουργια εικονική, χωρίς να επηρεάζεται από θέματα συμβατότητας υλικού!!! Ο χρόνος που χρειάζεται για τη μετατροπή είναι πολύ μεγάλος και επεκτείνεται ακόμη περισσότερο όσο μεγαλώνει η χωρητικότητα των φυσικών σκληρών δίσκων. Ενδεικτικά αναφέρω ότι χρειάστηκαν περίπου τρεισήμισι ώρες για τη μετατροπή ενός σκληρού δίσκου 250 GB, ο οποίος περιείχε λειτουργικό σύστημα windows 7 ultimate, σε εικονική μηχανή.

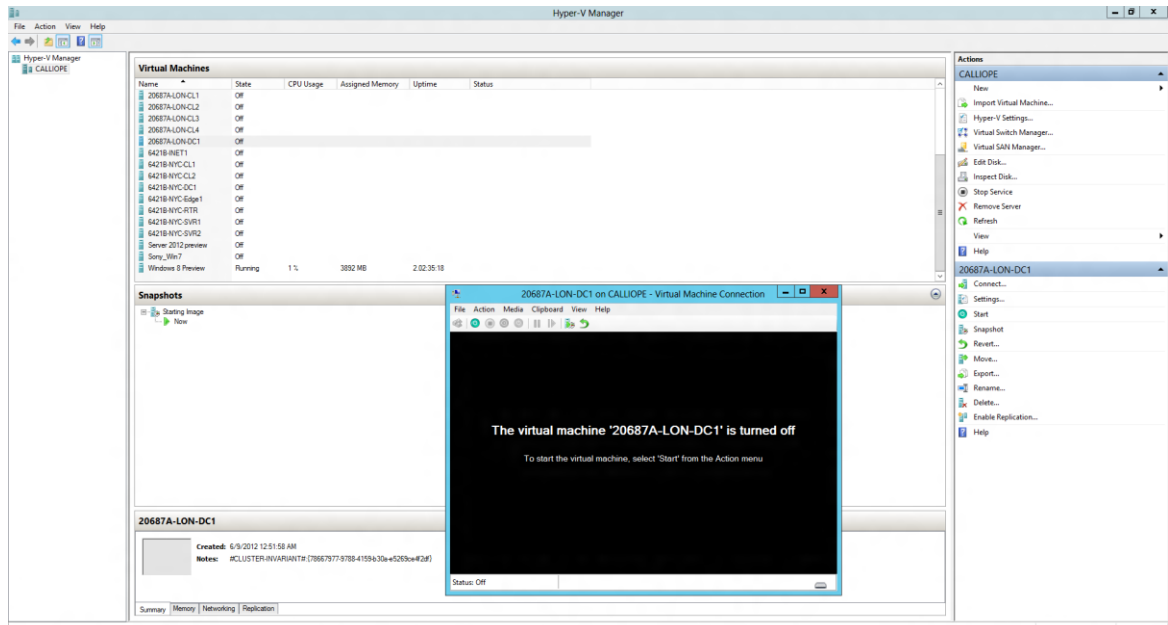
Εδώ θα πρέπει να αναφέρουμε κάτι και για το εργαλείο PowerShell. Πρόκειται για ένα κέλυφος γραμμών εντολών (command-line shell) και γλώσσα σεναρίων (scripting language) σχεδιασμένο ειδικά για τη διαχείριση των συστημάτων. Είναι βασισμένο στο Microsoft .NET Framework και βοηθάει τους επαγγελματίες της μηχανογράφησης να αυτοματοποιήσουν τη διαχείριση των λειτουργικών συστημάτων windows καθώς και των εφαρμογών που τρέχουν πάνω σ' αυτά. Τα απλά εργαλεία εντολών που εμπεριέχει ονομάζονται cmdlets και επιτρέπουν την διαχείριση όλων των συστημάτων από τη γραμμή εντολών, την πρόσβαση σε αποθηκευτικά μέσα και βάσεις όπως το μητρώο του συστήματος (registry) και η αποθήκη των πιστοποιητικών (certificate store) τόσο απλά όπως η πρόσβαση στο σύστημα διαχείρισης αρχείων. Επιπροσθέτως υποστηρίζει όλες τις κλάσεις του WMI και είναι πλήρως επεκτάσιμο. Μπορείτε να γράψετε τις δικές σας cmdlets, providers, functions and scripts και μπορείτε να τα συσκευάσετε σε modules για να τα μοιραστείτε με άλλους. Να σημειωθεί ότι υπάρχουν εκατοντάδες έτοιμες cmdlets με τις οποίες μπορείτε να διαχειριστείτε οποιαδήποτε τεχνολογία της Microsoft όπως: Active Directory® Domain Services, Windows ® BitLocker™ Drive Encryption, Remote Desktop Services etc.

Γιατί ασχολούμαστε τελικά εδώ με το PowerShell? Αρχικά γιατί μπορούμε ν' αυτοματοποιήσουμε πολλές από τις δουλειές ρουτίνας, που μας τρώνε τον πολύτιμο χρόνο μας από την πραγματικά δημιουργική δουλειά με την οποία πρέπει ν' ασχολούμαστε και στη συνέχεια γιατί τα περισσότερα από τα εργαλεία με τα οποία δουλεύουμε στην πραγματικότητα είναι διεπαφές που στο παρασκήνιο εκτελούν cmdlets του PowerShell. Ολοκληρώνοντας την αιτιολόγηση, γιατί αρκετές εργασίες δε μπορούν να υλοποιηθούν με κανέναν άλλο τρόπο!

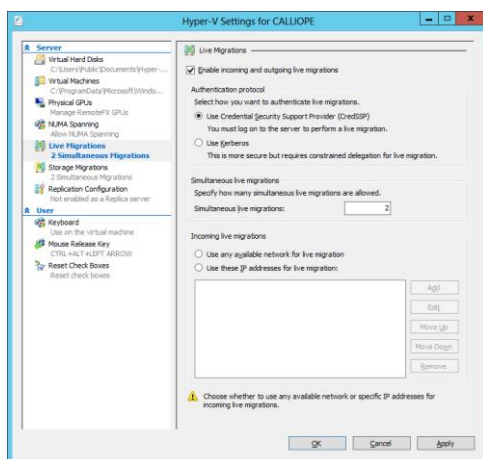
Όλη η διαχείριση των εικονικών μηχανών μας γίνεται από την οθόνη του Hyper-V Manager. Εδώ μπορούμε να δημιουργήσουμε εικονικούς δίσκους, εικονικές μηχανές, εικονικά δίκτυα αλλά και να ενεργοποιούμε διεργασίες όπως τα αντίγραφα των εικονικών μηχανών για προστασία από καταστροφή αλλά και η μετακίνηση των εικονικών μηχανών από τον ένα φιλοξενητή σε άλλο, είτε λόγω προβλήματος, είτε λόγω συντήρησης (Σχήμα 19).

Επίσης μπορούμε να κάνουμε κάποιες γενικές ρυθμίσεις που αφορά το σύνολο της υποδομής όπως η επιλογή του αν θα επιτρέπεται η εισαγωγή και η εξαγωγή σε πραγματικό χρόνο εικονικών μηχανών που έρχονται ή φεύγουν από κάποιο φιλοξενητή λόγω προβλήματος ή συντήρησης καθώς και ο μέγιστος αριθμός ταυτόχρονων τέτοιων ενεργειών, οι ρυθμίσεις που αφορούν το

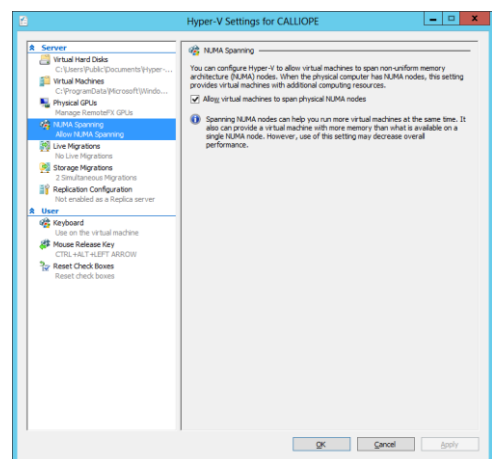
NUMA spanning (περισσότερα για το NUMA, στο παράρτημα Δ), ο μέγιστος αριθμός ταυτόχρονων μετακινήσεων αρχείων από το ένα αποθηκευτικό μέσο σε άλλο κλπ. (Σχήματα 20 και 21)



Σχήμα 19 Η οθόνη του εργαλείου Hyper-V Manager & οθόνη μιας εικονικής μηχανής



Σχήμα 21 Ρυθμίσεις Live Migration



Σχήμα 20 Ρυθμίσεις NUMA

4.4 Δημιουργία εικονικής μηχανής

Για να δημιουργήσουμε μια νέα εικονική μηχανή υπάρχουν τρεις τρόποι: α) Χρησιμοποίηση του οδηγού δημιουργίας εικονικής μηχανής από μηδενική βάση, β) Δημιουργία εικονικής μηχανής από ήδη υπάρχοντα έτοιμο εικονικό δίσκο και γ) Εισαγωγή έτοιμης εικονικής μηχανής. Περισσότερες

πληροφορίες για τη δημιουργία της εικονικής μηχανής καθώς και στιγμιότυπα από τις οθόνες του οδηγού υπάρχουν στο παράρτημα Γ.

Στη συνέχεια μπορούμε να κάνουμε επιμέρους ρυθμίσεις για την κάθε μια εικονική μηχανή χρησιμοποιώντας την επιλογή από τον Hyper-V manager, Settings. Εδώ μπορούμε να επεμβούμε σε κάθε επί μέρους συστατικό της μηχανής, μνήμη (Σταθερή, δυναμικά εκχωρούμενη, προτεραιότητα στην εκχώρηση κλπ.), επεξεργαστή (Αριθμό πυρήνων, συμβατότητα, NUMA κλπ.), Ελεγκτές δίσκων (IDE, SCSI), Δίσκους, Οπτικά μέσα, κάρτες δικτύου (επιλογή δικτύου, VLAN, ρύθμιση bandwidth, IPSEC, επιτάχυνση σε φυσικό επίπεδο, MAC address, DHCP κλπ.) και όποια άλλη παράμετρο θα ρυθμίζαμε σε κάποιο φυσικό υπολογιστή μέσω του BIOS αλλά σε ακόμα μεγαλύτερο βάθος. Οι αναλυτικές εικόνες των οθονών ρυθμίσεων παρατίθενται στο παράρτημα Δ.

4.5 Μεταφερσιμότητα μεταξύ υλοποιήσεων

Για να μετατρέψουμε μια εικονική μηχανή από την υλοποίηση της Microsoft σε αυτή της VMware και αντίστροφα θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε κάποιο εργαλείο και αναφερόμαστε πάντα στο σκληρό δίσκο και όχι στην ίδια την εικονική μηχανή.

Σε βοήθειά μας υπάρχει από δε τη μεριά της Microsoft το νέο δωρεάν εργαλείο, που ονομάζεται Microsoft Virtual Machine Converter με το σχετικό Plug-in για το VMware vSphere Client. Άλλη επιλογή αποτελεί η λύση της μετατροπής μέσω του προγράμματος System Center Virtual Machine Manager, που διαχειρίζεται εικονικές μηχανές, φιλοξενητές καθώς και ιδιωτικά και δημόσια σύννεφα (private & public clouds) και είναι μέρος μιας μεγαλύτερης οικογένειας προγραμμάτων που αναλαμβάνουν την πλήρη διαχείριση, παρακολούθηση και αυτοματοποίηση ολόκληρου του μηχανογραφικού κέντρου [88]. Από τη μεριά της VMware υπάρχει εργαλείο μετατροπής μέσα από το πρόγραμμα διαχείρισης του περιβάλλοντός της, vCenter.

4.6 Ανοχή σε λάθη

Υπάρχουν διάφορες τακτικές για το πώς να εξασφαλιστούμε σε περίπτωση προβλήματος είτε στο υλικό, είτε στο λογισμικό. Μια από τις λύσεις είναι η τεχνική του live migration, καθώς και οι νεότερες, αυτές του storage και network migration. Σε αυτές τις τεχνικές μεταφέρεται από τη μια τοποθεσία στην άλλη η εικονική μηχανή ή ο εικονικός δίσκος ή εναλλάσσεται από τη μια κάρτα δικτύου στην άλλη έτσι ώστε να υπάρχει συνεχής διαθεσιμότητα της υπηρεσίας ακόμα και σε περίπτωση απώλειας ενός υπολογιστή, ενός αποθηκευτικού μέσου ή μιας κάρτας δικτύου.

Όλα αυτά γίνονται δυνατά μέσω διαδοχικών καινοτομιών που εισάγονται με κάθε νέα έκδοση των προϊόντων από τις εταιρείες. Παρ' όλο που οι ιδέες είναι κοινές, οι υλοποιήσεις διαφέρουν. Εδώ πρέπει να τονίσουμε ότι μέχρι και πριν ένα χρόνο όλα τα προαναφερόμενα ΑΠΑΙΤΟΥΣΑΝ την ύπαρξη ενός συμπλέγματος (cluster) και ενός κοινού αποθηκευτικού χώρου SAN (Fiber or iSCSI). Η εκπληκτική καινοτομία που εισήγαγε η Microsoft με την έκδοση Hyper-V3, είναι η υλοποίηση αυτών των τεχνικών ακόμη και χωρίς την ύπαρξη κοινού αποθηκευτικού μέσου.

Αυτό που μπορεί να σημειωθεί ιδιαίτερα είναι η απλότητα και η ταχύτητα που διέπουν αυτή τη διεργασία καθώς και το γεγονός ότι σε καμία στιγμή δεν υπάρχει διακοπή της υπηρεσίας προς τον τελικό χρήστη ανεξάρτητα από το τι συμβαίνει στην εικονική μηχανή στο παρασκήνιο. Και το γεγονός αυτό αποδεικνύεται από τον έλεγχο που πραγματοποιήσαμε μεταφέροντας με τη διαδικασία του Nothing Shared Live Migration δύο εικονικές μηχανές ταυτόχρονα στις οποίες έπαιζαν δύο ταινίες ενώ ταυτόχρονα είχαμε βάλει και το ring να στέλνει διαρκώς πακέτα και η μέγιστη απώλεια υπήρξε ΕΝΑ πακέτο αλλά κανένα εμφανές πρόβλημα στη θέαση των ταινιών.

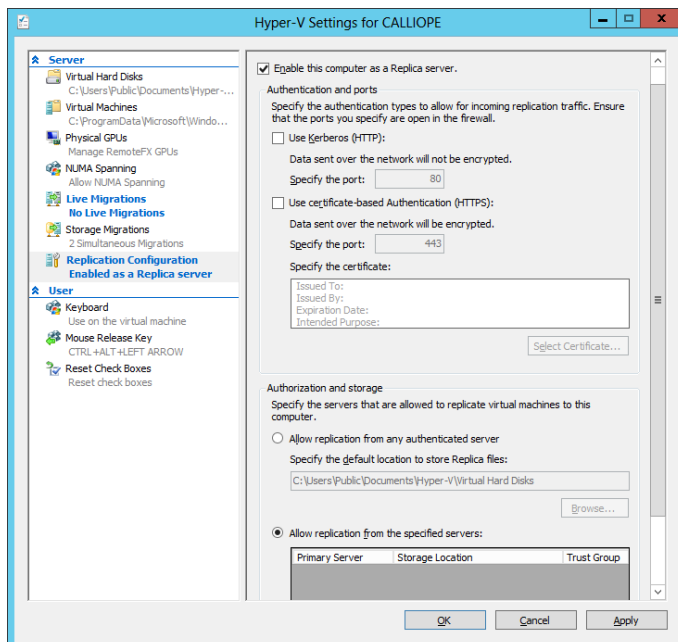
Τα αναλυτικά βήματα για την ενεργοποίηση της διαδικασίας καθώς και οι σχετικές οθόνες του οδηγού περιέχονται στο παράρτημα Ε.

4.7 Επαναφορά από καταστροφή

Εκτός από το πάντα κλασσικό και αναντικατάστατο αντίγραφο ασφαλείας (backup) που είναι μια πάντα καλή και δοκιμασμένη συνταγή για επαναφορά από καταστροφή, παρουσιάστηκε πλέον και η λύση του αντιγράφου εικονικής μηχανής που μπορεί αποτελεσματικά και επαναλαμβανόμενα να αντιγράψει μια εικονική μηχανή μέσω δικτύου, ακόμη και μέσω αργών WAN συνδέσεων, αλλά και μεταξύ εντελώς διαφορετικών συστημάτων αποθήκευσης. Το μοναδικό στο χαρακτηριστικό αυτό είναι ότι δεν απαιτεί κανένα διαμοιρασμένο αποθηκευτικό μέσο ή πανάκριβη λύση SAN, οπότε αποτελεί μια οικονομική αλλά αξιόπιστη λύση διατήρησης της λειτουργίας της επιχείρησης ακόμη και στην περίπτωση καταστροφικού συμβάντος.

Η υλοποίηση του αντιγράφου μπορεί να γίνει μεταξύ διαφορετικών γεωγραφικών τοποθεσιών και δεν εξαρτάται ούτε από την ή τις εφαρμογές που εξυπηρετούνται, ούτε από τα αποθηκευτικά μέσα που διατίθενται ούτε από την ύπαρξη ή όχι συστοιχίας εξυπηρετητών. Μπορεί να λειτουργήσει σε οποιοδήποτε συνδυασμό και σενάρια.

Στο παρακάτω σχήμα (σχήμα 22) απεικονίζονται οι γενικές ρυθμίσεις και τα αναλυτικά βήματα



του οδηγού για την υλοποίηση παρατίθενται στο παράρτημα ΣΤ. Όπως και οποιοδήποτε άλλο χαρακτηριστικό που έχουμε δει μέχρι τώρα έτσι κι αυτό μπορεί να ενεργοποιηθεί είτε μέσω του γραφικού περιβάλλοντος είτε μέσω του PowerShell. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να αυτοματοποιηθεί η λειτουργία του και να ενταχθεί σε μια σειρά ενεργειών σε περίπτωση που συντρέχουν οι κατάλληλες συνθήκες.

Σχήμα 22 Αρχικές ρυθμίσεις για να οριστεί ένας εξυπηρετητής ως υποδοχέας αντιγράφου διαρκείας.

4.8 Ημερολόγιο εργασιών

Για να μπορέσουμε να εξηγήσουμε την πορεία της όλης διατριβής, θεωρήσαμε καλύτερο να καταγράψουμε την πορεία των εργασιών καθώς και της μελέτης που απαιτήθηκε για την ολοκλήρωσή της.

Έτσι λοιπόν ξεκινώντας χρειαστήκαμε περίπου τρεις μήνες δουλειάς, για την αναζήτηση αλλά και την ανάγνωση παρόμοιων εργασιών, που βρέθηκαν στο διαδίκτυο. Σαν συνολική παρατήρηση θα λέγαμε ότι υπάρχει μεγάλη διακύμανση στο επίπεδο των διατριβών που μελετήσαμε και που σίγουρα έχουν εγκριθεί για να είναι στη θέση που τις βρήκαμε. Σίγουρα καμία δεν αναφερόταν στην έκδοση του windows server 2012, καθότι ήταν προγενέστερες, πολύ λίγες στην έκδοση VMware ESXi/vSphere 5, αλλά και ελάχιστες αναφερόντουσαν σε θέματα που κάλυπταν όλο το εύρος των δυνατοτήτων της λύσεως. Κάποιες αναφερόντουσαν στην υλοποίηση με τη χρήση αποκλειστικά συμπλέγματος εξυπηρετητών και άλλες σε μετρήσεις επιδόσεων.

Έπειτα καταστρώσαμε το σχέδιο του εργαστηρίου που νομίζαμε ότι θα μας κάλυπτε τις ανάγκες για την εγκατάσταση των λειτουργικών συστημάτων αλλά και των βοηθητικών εφαρμογών για τον έλεγχο των υλοποιήσεων. Αυτό σήμαινε περίπου μια εβδομάδα δουλειά για την έρευνα των χαρακτηριστικών των μηχανημάτων, τα οικονομικά της λύσεως, την αγορά των υλικών, τη συναρμολόγησή τους και την εγκατάσταση των λειτουργικών συστημάτων μαζί με τις όποιες επικαιροποιήσεις και ρυθμίσεις που τελικά προέκυψαν. Εδώ λοιπόν προέκυψε και το πρόβλημα με την εγκατάσταση του λογισμικού της VMware, που τελικά δεν κατάφερε ποτέ να υλοποιηθεί στην ήδη υπάρχουσα υποδομή.

Στη συνέχεια χρειάστηκε να μελετήσουμε τον τρόπο υλοποίησης ενός συμπλέγματος, αρχικά στην έκδοση windows server 2008 R2 και κατόπιν ν' ανανεώσουμε τις γνώσεις μας για τη νέα έκδοση 2012. Μόνο η μελέτη και η πρακτική χρειάστηκαν περίπου ένα μήνα και αρκετές δοκιμές διότι κάθε προσπάθεια είχε και διαφορετική έκβαση, άλλοτε λόγω ελλείψεων σε υλικό και άλλοτε λόγω κακών επιλογών στην αρχική εγκατάσταση ή στις επί μέρους ρυθμίσεις. Στήσαμε αρχικά τους δύο εξυπηρετητές δοκιμαστικά, τα δύο μεμονωμένα δίκτυα και το αποθηκευτικό μέσο. Σημειώνουμε εδώ ότι χρειάστηκε να μάθουμε πως διαμορφώνουμε ένα κανονικό υπολογιστή με τέτοιο τρόπο που να φαίνεται στο δίκτυο σαν αποθηκευτικό μέσο iSCSI, διότι δεν είχαμε την οικονομική δυνατότητα ν' αγοράσουμε ένα τέτοιο έτοιμο. Παρ' όλες τις δυσκολίες και αρκετές αποτυχημένες

προσπάθειες, τελικά τα καταφέραμε και είχαμε την τεχνογνωσία που θα μας χρειαζόταν για την τελική διαμόρφωση των εξυπηρετητών και την πραγματοποίηση των δοκιμών. Δοκιμάστηκαν διάφορες υλοποιήσεις συμπλεγμάτων με διαφορετικό τρόπο επίτευξης της πλειοψηφίας του συμπλέγματος, έτσι ώστε να χρησιμοποιήσουμε αυτό που θα ήταν το βέλτιστο για τη σύνθεση που είχαμε.

Στη συνέχεια έπρεπε να μελετήσουμε τις διαδικασίες δημιουργίας εικονικών μηχανών με όλους τους δυνατούς τρόπους, από μηδενική βάση, από έτοιμο εικονικό δίσκο, εισαγωγή από άλλο εξυπηρετητή καθώς και τη μετατροπή φυσικής μηχανής σε εικονική (P2V). Πειραματιστήκαμε και με τις διάφορες ρυθμίσεις των εικονικών μηχανών (CPU, RAM, LAN, HDD κλπ.) που αντιστοιχούν στις ρυθμίσεις του BIOS ενός φυσικού υπολογιστή και στην επίδρασή τους στην απόδοσή της. Ακόμη διαμορφώσαμε όλους τους τύπους εναλλακτικών εικονικών δικτύων (ιδιωτικό, εσωτερικό και εξωτερικό) και επίσης δοκιμάσαμε τη δημιουργία VLAN's. Όλη αυτή η εργασία διήρκεσε περίπου δύο εβδομάδες και παρ' όλο που δεν ήταν το άμεσο αντικείμενο μελέτης της εργασίας μας, εντούτοις μας έδωσε ένα καλό υπόβαθρο στο να αισθανθούμε ότι πατάμε καλά στα πόδια μας και μπορούμε ν' αντιμετωπίσουμε οτιδήποτε μας συμβεί.

Στο τελικό στάδιο της μελέτης ελέγξαμε την υλοποίηση εικονικοποίησης της Microsoft μόνο, λόγω των προαναφερθέντων προβλημάτων. Για να γίνει αυτό εφικτό είχε προηγηθεί η μελέτη των διαφόρων μερών της λύσεως επίτευξης διαρκούς διαθεσιμότητας, ανοχής σε λάθη και επαναφοράς από καταστροφή τόσο σε θεωρητικό όσο και σε πρακτικό επίπεδο. Αυτό χρειάστηκε ένα μήνα για να είμαστε σε θέση να μπορούμε να πούμε ότι θα κάνουμε τη δουλειά χωρίς λάθη και παραλείψεις κάτι που ήταν σύνηθες τις πρώτες φορές που το προσπαθήσαμε. Ή κάτι θα ξεχνάγαμε, ή μια παράμετρος δε θα είχε προσεχθεί και στη συνέχεια θα χτύπαγε σε επόμενο βήμα ή το αποτέλεσμα ήταν αποτυχημένο γιατί είχαμε μεταφέρει μέρος μόνο της μηχανής κι αυτή δεν ξεκίναγε ποτέ στην άλλη θέση.

Η τελική φάση χωρίστηκε σε δύο μέρη:

Στο πρώτο, η εγκατάσταση αποτελούνταν από τους τρεις εξυπηρετητές στημένους με το λειτουργικό σύστημα, το ρόλο του Hyper-V, ο ένας εκ των οποίων έπαιζε παράλληλα το ρόλο του domain controller, του DNS και του DHCP αλλά δεν αποτελούσαν μέρη συμπλέγματος

(μεμονωμένοι). Με αυτή τη σύνθεση πραγματοποιήσαμε του ελέγχους που προαναφέραμε στη μεθοδολογία στο 3.1.

Στο δεύτερο μέρος επαναλάβαμε τους ίδιους ελέγχους έχοντας όμως συμπεριλάβει τους εξυπηρετητές μας σ' ένα σύμπλεγμα με επίτευξη πλειοψηφίας μέσω ψηφοφορίας των μελών (τρία μέλη), του διαμοιρασμένου αποθηκευτικού μέσου και ενός κοινόχρηστου δίσκου έτσι ώστε να έχουμε περιττό αριθμό.

Η όλη διαδικασία πραγματοποιήθηκε τρεις φορές για κάθε μέρος της έτσι ώστε να περιορίσουμε τον παράγοντα τύχη ή να επιβεβαιώσουμε ότι είχαμε το ίδιο αποτέλεσμα και τις τρεις φορές εξίσου επιτυχές. Για κάθε μέρος ξεχωριστά απαιτήθηκαν δύο εβδομάδες δοκιμών σε διάφορες συνθέσεις και διαφορετικά φορτία (μηχανές). Κάναμε δοκιμή για απώλεια του ενός switch του δικτύου, απώλεια τάσεως σε έναν από τους εξυπηρετητές, απώλειας του κοινόχρηστου αποθηκευτικού μέσου καθώς και για απώλεια ενός εσωτερικού αποθηκευτικού μέσου.

Η μοναδική φορά στην οποία χάσαμε την υπηρεσία μας, ήταν στην περίπτωση στην οποία οι εξυπηρετητές μας ήταν σε σύμπλεγμα και είχαμε απώλεια του κοινού αποθηκευτικού μέσου μας. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στο σύμπλεγμα το μοναδικό αδύναμο σημείο του είναι το αποθηκευτικό μέσο και θα έπρεπε να έχουμε προβλέψει κάποια εξωτερική λύση ανοχής σε βλάβη έτσι ώστε να μην κατέρρευε το σύμπλεγμα μας. Αυτό όπως αντιλαμβάνεστε αυξάνει ακόμη περισσότερο το κόστος της λύσεως αυτής αλλά και την πολυπλοκότητά της.

Εργασία	Χρόνος υλοποίησης	Προβλήματα
Έρευνα στον παγκόσμιο ιστό για παρόμοιες εργασίες, υλικό, μελέτη τους και επιλογή των χρήσιμων.	Τρεις μήνες	Ελάχιστο υλικό για Hyper-V (κυρίως 2008 & 2008 R2 τίποτα για 2012) και λίγο για VMware ESXi/vSphere 5
Αναζήτηση χαρακτηριστικών μηχανημάτων, αγορά υλικών & φορητού Η/Υ, Συναρμολόγηση, Εγκατάσταση Ο/S	Μια εβδομάδα	Αδυναμία εγκατάστασης της υλοποίησης της VMware
Μελέτη υλοποίησης συμπλέγματος εξυπηρετητών, εγκατάσταση και παραμετροποίησή του, δοκιμή διαφόρων υλοποιήσεων.	Ένας μήνας	Αδυναμία αγοράς απαιτούμενου αποθηκευτικού μέσου iSCSI και υλοποίησή του μέσω ενός παλιού υπολογιστή και λογισμικού
Εκμάθηση εναλλακτικών τρόπων δημιουργίας εικονικών μηχανών, παραμετροποίησής τους, δημιουργία όλων των τύπων εικονικών δικτύων και VLAN's εντός τους	Δύο εβδομάδες	Θέματα δυσλειτουργίας με συγκεκριμένες επιλογές και ελλείψεις επικοινωνίας με λανθασμένες επιλογές δικτύων.
Μελέτη και υλοποίηση δοκιμαστική των διαφόρων μερών της λύσης, διαρκούς διαθεσιμότητας, ανοχής σε λάθη και επαναφοράς από καταστροφή.	Ένας μήνας	Αποτυχία στην υλοποίηση λόγω ελλιπούς μεταφοράς αρχείων, λάθος στις παραμέτρους που γινόντουσαν αντιληπτά σε επόμενα στάδια
Τελικό φάση υλοποίησης - Πρώτο στάδιο: γίνονται οι έλεγχοι με βάση το προαναφερθέν σενάριο και οι εξυπηρετητές είναι μεμονωμένοι.	Δύο εβδομάδες	Καθυστερήσεις λόγω αδυναμίας εξακρίβωσης ταυτότητας από λάθος επιλογή
Τελική φάση υλοποίησης – Δεύτερο στάδιο: γίνονται οι έλεγχοι με βάση το προαναφερθέν σενάριο και οι εξυπηρετητές αποτελούν μέρος ενός συμπλέγματος (CSV)	Δύο εβδομάδες	Απροσδόκητη διακοπή ρεύματος λόγω πτώσης ασφάλειας στο γραφείο των δοκιμών και εξ αυτού απώλεια του εξωτερικού δικτύου πράγμα που κόστισε μια «ημέρα» (νύχτα στην ουσία) δοκιμών

Πίνακας 3 Χρονικό της διατριβής

4.9 Υλοποίηση δοκιμών για όλα τα παραπάνω

Για να δοκιμάσουμε ότι αναφέρθηκε προηγουμένως υλοποιήσαμε δύο διαφορετικές τοπολογίες χρησιμοποιώντας τα ίδια πάντοτε μηχανήματα και κρατώντας σταθερό το γεγονός ότι όλα ανήκαν στον ίδιο τομέα (domain). Στην πρώτη περίπτωση οι μηχανές ήταν αυτοδύναμες αλλά στη δεύτερη αποτελούσαν μέρος ενός συμπλέγματος (cluster). Έτσι είχαμε τη δυνατότητα να ελέγξουμε τη συμπεριφορά των λύσεων τόσο με την παλαιότερη (ακριβότερη και συνθετότερη) όσο και με τη νεότερη υλοποίηση τόσο σε ελεγχόμενες διεργασίες όσο και σε απρόβλεπτες αστοχίες. Τ' αποτελέσματα των δοκιμών συνοψίζονται στους δύο παρακάτω πίνακες.

Αποτελέσματα με ελεγχόμενες διεργασίες

Αστοχία	Μεταφορά αρχείων	Θέαση video	Κατέβασμα αρχείων	Εγκατάσταση εφαρμογής	Αντίγραφο ασφαλείας
Live Migration (CSV)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Live Migration	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Storage Migration (CSV)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Storage Migration	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Network Migration (CSV)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Network Migration	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Replica VM (CSV)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Replica VM	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

Πίνακας 4 Αποτελέσματα πλατφόρμας εικονικοποίησης Hyper-V (Microsoft) - ελεγχόμενες διεργασίες

Αποτελέσματα από απρόβλεπτες αστοχίες

Αστοχίες	Μεταφορά αρχείων	Θέαση video	Κατέβασμα αρχείων	Εγκατάσταση εφαρμογής	Αντίγραφο ασφαλείας
Power failure (CSV)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Power failure	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
iSCSI (CSV)	No	No	No	No	No
iSCSI	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Switch (CSV)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Switch	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Hard drive (CSV)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Hard drive	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

Πίνακας 5 Αποτελέσματα πλατφόρμας εικονικοποίησης Hyper-V (Microsoft) - απρόβλεπτες αστοχίες

Κεφάλαιο 5

Συμπεράσματα

5.1 Ολοκληρωμένοι στόχοι

Ολοκληρώνοντας τη διατριβή λοιπόν, ερχόμαστε να συνοψίσουμε αυτά τα οποία θέσαμε σαν στόχους κατά την έναρξή της, δηλαδή:

1. **Προσδιορισμός** της ανάγκης που οδηγεί στην υιοθέτηση της εικονικοποίησης από τα σύγχρονα μηχανογραφικά κέντρα.

Ερευνήσαμε και τεκμηριώσαμε ότι η εικονικοποίηση έρχεται πράγματι να ικανοποιήσει μια υπαρκτή ανάγκη των μηχανογραφικών κέντρων με αρκετά καλό τρόπο και δεν αποτελεί μια εφήμερη μόδα. Αντ' αυτού έρχεται να επεκτείνει τα σύνορα του εταιρικού περιβάλλοντος όπως το γνωρίζαμε μέχρι πριν λίγα χρόνια από τα στενά πλαίσια της επιχείρησης την οποία εξυπηρετούσε σ' αυτό που γενικά ονομάζουμε σύννεφο (cloud) είτε στην ιδιωτική είτε στη δημόσια εκδοχή του.

2. Κριτική αξιολόγηση των υπαρχόντων υλοποιήσεων βάσει των προδιαγραφών των κατασκευαστών τους.

Ο σκοπός της διατριβής μας δεν είναι να βγάλει νικητή στη διαρκή αντιπαράθεση μεταξύ των κυρίαρχων εταιρειών στο χώρο της εικονικοποίησης. Ο χρόνος που έχουν διανύσει η καθεμιά τους και η θέση που κατέχουν στην αγορά σημαίνει ότι και έχουν κάτι να προσφέρουν και μπορούν να το υποστηρίξουν και να το αναπτύξουν περαιτέρω. Στηριζόμενοι πάντως στο ποσοστό της αγοράς θα έλεγε κανείς εύκολα ότι η VMware είναι ο καθαρός νικητής, αλλά με βάση τη δυναμική και τα νέα τεχνικά χαρακτηριστικά που ενσωμάτωσε η Microsoft, δεν αποκλείεται σε σύντομο χρονικό διάστημα να δούμε ν' ανατρέπεται το σκηνικό.

Αυτό που εμείς καλούμαστε να παρουσιάσουμε είναι τα στοιχεία αυτά που ο καθένας έχει καλύψει πιο εμπεριστατωμένα και αν αυτά μπορούν να εξασφαλίσουν τη διαρκή λειτουργία των υπηρεσιών μιας επιχείρησης και ίσως ένα ποσοστό συνεργασίας μεταξύ τους.

Με βάση τα όσα διαβάσαμε, εγκαταστήσαμε και δοκιμάσαμε διαπιστώσαμε ότι και για τους δύο υπάρχουν θετικά και λιγότερο θετικά υλοποιημένα κομμάτια της λύσης τους. Σίγουρα βέβαια το γεγονός της υλοποίησης της συνεχούς διαθεσιμότητας αλλά και την επαναφοράς από καταστροφή, χωρίς τη χρήση συμπλέγματος και κοινού αποθηκευτικού μέσου δίνει το σαφές τεχνολογικό προβάδισμα στη λύση της Microsoft. Αυτό αλλά και η εσπευσμένη ανακοίνωση στο διεθνές συνέδριο του Σεπτεμβρίου από τη VMware, ότι πολύ σύντομα θα τα παρουσιάσει κι εκείνη δείχνει ότι η συνέχεια σίγουρα προβλέπεται συναρπαστική και σίγουρα προς όφελος των επιχειρήσεων και των χρηστών που θα μπορούν ευκολότερα και οικονομικότερα να στήνουν τους εξυπηρετητές τους και κατ' επέκταση τα μηχανογραφικά τους κέντρα. Το μόνο απόλυτα σίγουρο είναι το γεγονός ότι πρόκειται για υλοποιήσεις που εργάζονται σωστά, αξιόπιστα και υλοποιούν μια υποδομή που είναι σίγουρα πιο αποδοτική από αυτή την οποία αντικαθιστούν.

3. Εξερεύνηση των δυνατοτήτων τους στο εργαστήριο σε συνθήκες καταπόνησης και εντοπισμός λύσεων συνεργασίας μεταξύ τους.

Εδώ λαμβάνοντας υπόψη τους υπάρχοντες περιορισμούς μπορούμε να είμαστε απόλυτα σίγουροι μόνο για την υλοποίηση που πράγματι στήσαμε και δοκιμάσαμε, όπως ήδη καταγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο και με τις διάφορες παραλλαγές στις δοκιμασίες στις οποίες την

υποβάλλαμε και που υποθέσαμε ότι αντιπροσωπεύουν πραγματικές εργασιακές συνθήκες, αυτή δηλαδή της εταιρείας Microsoft (Hyper-V) στην τελευταία έκδοσή της αυτή του Windows Server 2012, που παρουσιάστηκε επίσημα το Σεπτέμβριο του 2012.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι πρόκειται για μια σταθερή και χωρίς προβλήματα υλοποίηση, που προχωράει την ιδέα της εικονικοποίησης κάποια βήματα πιο μπροστά από εκεί που ήταν, εισάγει κάποιες καινοτομίες και αποτελεί το πρώτο αμιγώς cloud oriented λειτουργικό σύστημα.

Διαθέτει μηχανισμούς εξασφάλισης του περιβάλλοντος έναντι λαθών, οι οποίοι δοκιμάστηκαν επιτυχώς καθώς και επαναφοράς από καταστροφή που επίσης έτυχαν θετικού ελέγχου. Υπάρχει λύση για μετατροπή εικονικών δίσκων από το πρότυπο της VMware στο δικό της και κατόπιν δημιουργίας νέας εικονικής μηχανής, με χειροκίνητο αλλά και με αυτοματοποιημένη μέθοδο. Διατίθεται επίσης ειδικό πρόγραμμα διαχείρισης του περιβάλλοντός της, εντός τειχών αλλά και στο σύννεφο και ταυτόχρονα διαχείρισης και των υλοποιήσεων της VMware αλλά και της Citrix, χωρίς κανένα περιορισμό σε φιλοξενητές ή εικονικές μηχανές.

4. Διαμόρφωση προτάσεων σε θέματα υλοποίησης και διαλειτουργικότητας σε κοινό περιβάλλον.

Οι προσπάθειες όμως της οποιασδήποτε εταιρείας, όσο μεγάλη και καινοτομική κι αν είναι δεν μπορεί να μονοπωλήσει την αγορά ούτε να «εκδιώξει» ήδη υπάρχουσες υλοποιήσεις από επιχειρήσεις που τις έχουν στήσει και τις λειτουργούν. Εδώ λοιπόν έρχεται η ιδέα της κοινής συνύπαρξης αλλά και της συνεργασίας μεταξύ των υλοποιήσεων.

Αυτό που πρέπει τελικά να γίνει προς την κατεύθυνση αυτή, είναι η υιοθέτηση ενός κοινού προτύπου για τους εικονικούς δίσκους έτσι ώστε να είναι ευκολότερη η δημιουργία των εικονικών μηχανών από την κάθε υλοποίηση και στη συνέχεια να δημιουργηθούν τα κατάλληλα προγράμματα που θα μπορούν να διαχειρίζονται συνολικά όλες τις εικονικές μηχανές ανεξαρτήτως της λύσης που τις στεγάζει.

5.2 Άλλες πραγματοποιηθείσες εργασίες

Κατά τη διάρκεια της έρευνας αλλά και της εργαστηριακής δουλειάς, προέκυψαν θέματα όπως η εξασφάλιση ενός ικανοποιητικού επιπέδου απόδοσης της κάθε υπηρεσίας (SLA), αιτία του οποίου είναι η ανάπτυξη των συστημάτων που εξετάζαμε καθώς και θέματα μέτρησής της, έτσι ώστε να υπάρχουν τεκμηριωμένα στοιχεία για αρχειοθέτηση και αντιπαραβολή, αλλά και για την υποστήριξη της επίτευξης του στόχου που τέθηκε.

Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα τη μελέτη του προτύπου ITIL v3, αλλά και κάποιων ακόμη προγραμμάτων της οικογενείας System Center της εταιρείας Microsoft, όπως τα System Center Operations Manager (SCOM), System Center Service Manager (SCSM) και System Center Orchestrator (SCOrch).

Όλα αυτά μαζί μπορούν να αυτοματοποιήσουν τις εργασίες σε οποιοδήποτε μηχανογραφικό κέντρο και να επιτύχουν επίπεδα απόδοσης των υπηρεσιών 99,99% ή οκτώ λεπτά περίπου το χρόνο μέγιστο χρόνο απώλειας της οποιασδήποτε χρησιμοποιούμενης υπηρεσίας.

5.3 Μελλοντικές εργασίες

Σίγουρα μετά το πέρας της διατριβής αυτής, το φυσικό επακόλουθο θα ήταν ένα εργαστήριο, στο οποίο θα υπήρχε ο κατάλληλος εξοπλισμός, να πραγματοποιηθεί ο ίδιος αλλά και ακόμη πιο διεξοδικός έλεγχος, όλων των διαθέσιμων λύσεων παράλληλα, ώστε να μπορέσουν να εξαχθούν πλήρως τεκμηριωμένα και αξιόπιστα συμπεράσματα, αλλά και να διαπιστωθεί ο βαθμός υιοθέτησης της κατεύθυνσης προς κοινά πρότυπα και μεγαλύτερης συνεργασίας μεταξύ τους.

Ένα τέτοιο ιδανικό εργαστήριο θα αποτελείτο από τρεις τουλάχιστον εξυπηρετητές (servers), κατά προτίμηση με επεξεργαστή Intel Xeon, μνήμη RAM κατ' ελάχιστον 16 GB, δύο σκληρούς δίσκους σε συστοιχία RAID (striped) ή εναλλακτικά SSD, ένα κοινόχρηστο αποθηκευτικό μέσο iSCSI με χωρητικότητα κατ' ελάχιστον 4TB, δύο ανεξάρτητα μεταξύ τους δίκτυα, το ένα τουλάχιστον 10 Gbit και προαιρετικά δύο με τρία τροφοδοτικά αδιάλειπτης τάσης που να μπορούν να διατηρήσουν σε λειτουργία τους δύο εξυπηρετητές, το αποθηκευτικό μέσο και τα δύο δίκτυα, για να μπορούν να εγκατασταθούν επάνω τους και οι δύο υλοποιήσεις εικονικοποίησης και να μπορέσουν να εξαχθούν αξιόπιστα συμπεράσματα.

Σε κάποια άλλη εργασία θα ήταν ενδιαφέρον επίσης να ελεγχθούν οι χρόνοι που χρειάζονται για τη μετακίνηση μιας εικονικής μηχανής από τον ένα φιλοξενητή στον άλλο και η σύγκρισή τους μεταξύ των διαφορετικών λύσεων καθώς επίσης και η επίδραση ή όχι σε αυτή τη διεργασία της σύνθεσης του φιλοξενητή καθώς και η ταχύτητα του δικτύου.

Αφέθηκε λευκή σκόπιμα

Κεφάλαιο 6

Επίλογος

Η προσπάθεια να επεξεργαστείς ένα θέμα σε βάθος και με την αναγκαία αντικειμενικότητα που απαιτεί μια ακαδημαϊκή εργασία είναι μακράν δυσκολότερη και συνθετότερη από ότι στην αρχή υπολόγιζα. Όντας δε μετά από είκοσι σχεδόν χρόνια από τότε που τέλειωσα το πρώτο μου πτυχίο, έλειπε και η ακαδημαϊκή κουλτούρα επίσης! Έχοντας δε παράλληλα την προσπάθεια βιοπορισμού σ' ένα ελεύθερο επάγγελμα (αυτό σημαίνει δώδεκα με δεκατέσσερις εργάσιμες ώρες ημερησίως) και με οικονομικές συνθήκες που διαρκώς επιδειωνόντουσαν, το έκανε ακόμα πιο σύνθετο κι επίπονο.

Κάποιες στιγμές τα παράτησα και κάποιες άλλες θα έλεγα ότι ήμουν στα πρόθυρα ακόμη και μιας ήπιας μορφής κατάθλιψης. Παρ' όλ' αυτά δεν το εγκατέλειψα ολοσχερώς ποτέ. Και τώρα έφτασε η στιγμή να συμμαζέψω σε λίγα λόγια μια πορεία σχεδόν δύο ετών, όχι συνεχούς ενασχόλησης φυσικά, αλλά με πολλά σκαμπανεβάσματα. Με λίγα λόγια θα έλεγα ότι το ταξίδι άξιζε, γιατί πέρα από εμπειρίες έφερε μαζί του και αρκετή γνώση και ακόμη περισσότερη κατανόηση σε θέματα που ενώ είχα αρκετή τριβή μαζί τους ουδέποτε είχα την ηρεμία να τα επεξεργαστώ.

Αν έπρεπε να κωδικοποιήσω σε λίγες λέξεις όλη αυτή τη διατριβή θα έλεγα ότι η εικονικοποίηση είναι ένα παρόν που έχει πολύ μέλλον μπροστά του, θα μας φέρει μεγαλύτερη ολοκλήρωση, εξοικονόμηση πόρων και ενέργειας και θα υποχρεώσει σε λίγο καιρό τις εταιρείες που την ξαναφέραν στο προσκήνιο να συνεργαστούν περισσότερο και να υιοθετήσουν κοινά πρότυπα έτσι ώστε να μπορούν να αλληλοϋποστηρίζονται και να αλληλοσυμπληρώνονται.

Βιβλιογραφία

- [01] Creasy R. J. (1981), The Origin of the VM/370 Time-Sharing System, *IBM Journal of Research and Development*, 25(5):483–490, September 1981
- [02] Goldberg R. P. (1974), Survey of virtual machine research, *IEEE Computer Magazine*, 7(6):34–45
- [03] Sugerman J., Venkitachalam G., Lim B. H. (2001), Virtualizing I/O Devices on VMware Workstation's Hosted Virtual Machine Monitor, VMware Inc.
- [04] Singh A. (2004), An intro to virtualization
DOI=<http://www.kernelthread.com/publications/virtualization>
- [05] Kiyancilar N. (2005), A survey of virtualization techniques focusing on secure on-demand cluster computing, ArXiv Computer Science e-prints, Provided by: SAO/NASA Astrophysics Data System
- [06] Microsoft Official Learning Product (06/2010), Course10215: Implementing and Managing Microsoft® Server Virtualization
- [07] Sun Microsystems (2009), Data Center Optimization: Three Key Strategies, CIO Custom Solutions Group
DOI=<http://whitepapers.techrepublic.com.com/abstract.aspx?docid=1621377>
- [08] NetIQ (2008), Virtualizing Your Mission-Critical Applications: Seven Things You Must Know
DOI=http://www.netiq.com/f/form/whitepaperrequest.asp?origin=website_cms&ctsource=website_cms&id=3249
- [09] Unisys (2008), The Virtualization Landscape to 2010, Whitepaper.
DOI=<http://whitepapers.zdnet.com/abstract.aspx?docid=1115307>

- [10] Schumate S. (2004), Implications of Virtualization. Technical Report
DOI=<http://www.dell.com/downloads/global/power/ps4q04-20040152-Shumate.pdf>
- [11] Popek G.J; Goldberg R. P (1974), Formal Requirements for Virtualizable Third Generation Architectures, Communications of the ACM 17 (7): 412 –421,
DOI=<http://doi.acm.org/10.1145/361011.361073>
- [12] VMware (2009), Icons and Images, VMware Inc, DOI=http://www.vmguru.nl/.../ppt_library_vmware_iconsdiagrams_q109_final.ppt
- [13] Reuben J.S. (2007), A Survey on Virtual Machine Security, Helsinki University of Technology
- [14] Evans Paul (2010), Type 1 and Type 2 Client Hypervisors,
DOI=<http://sharevm.wordpress.com/2010/03/09/type-1-and-type-2-client-hypervisors/>
- [15] Smith J.E., Nair R. (May 2005), Architectures of Virtual Machines, IEEE Computer Society Press, Volume 38(5), pp. 32-38
- [16] Fisher T. Driver definition, http://pcsupport.about.com/od/termsag/g/term_driver.htm
- [17] Goldberg R. P (1973), Architectural Principles for Virtual Computer Systems, Harvard University,
<http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=AD772809&Location=U2&doc=GetTRDoc.pdf>
- [18] Cochrane N. (2010), Stacking up the hypervisors, CRNtech,
DOI=<http://www.crn.com.au/Feature/173728,stacking-up-the-hypervisors.aspx>
- [19] VMware DRS and DPM, DOI=<http://www.vmware.com/products/drs/>
- [20] VMware High Availability, DOI=<http://www.vmware.com/products/high-availability/>
- [21] Comparison Windows Server 2012 Release Candidate & VMware vSphere 5.0
DOI=<http://www.thomasmaurer.ch/2012/06/whats-new-in-windows-server-2012-release-candidate-hyper-v-scale/>

- [22] VMWare (20/8/2012) vSphere 4.0 Fault Tolerance, DOI=<http://xtravirt.com/xd10007/>
- [23] Microsoft (May 2012), Features Comparison: Windows Server 2008 R2 Hyper-V and Windows Server 2012 Release Candidate Hyper-V, Whitepaper
- [24] Microsoft (June 2012), Windows Server 2012 Hyper-V Component Architecture, Printing Poster
- [25] Tulloch Mitch (2012), Introducing Windows Server 2012, Microsoft Press
- [26] Virtualization and Cloud Computing Survey (2010), Zenoss Inc, DOI=http://www.zenoss.com/in/virtualization_survey.html
- [27] Dickerson Jarod (2011), Recovery of Municipalities after a disaster through Virtualization
- [28] Kampert Paulus (August 2010), A taxonomy of virtualization technologies
- [29] VMware (2009), Icons and Images, DOI= <http://www.vmguru.nl/wordpress/downloads/>
- [30] SunGard (2009), Virtualized Disaster Recovery: Obvious Benefits, Hidden Obstacles, Virtual-Strategy Magazine, DOI=<http://www.virtual-strategy.com/2009/11/30/virtualized-disaster-recovery-obvious-benefits-hidden-obstacles>
- [31] Platespin (2007), Consolidated Disaster Recovery Using Virtualization: Affordable Workload Protection And Recovery, TechRepublic - A Resource for IT Professionals
- [32] Salfner F, Troger P, Polze A (2011), Downtime Analysis of Virtual Machine Live Migration
- [33] <http://www.vmguru.nl/wordpress/2011/11/updated-enterprise-hypervisor-comparison/>
- [34] ZDNet, Whitepaper, DOI=http://www.zdnetasia.com/whitepaper/server-consolidationand-virtualization-issues-and-actions_wp-359088.htm

- [35] AMD Virtualization Technology, DOI=<http://sites.amd.com/us/business/itsolutions/usage-models/virtualization/Pages/amd-v.aspx>
- [36] Advanced Micro Devices (May 2005), AMD64 Virtualization Codenamed \Pacifica, Technology, Secure Virtual Machine Architecture Reference Manual
- [37] Intel Virtualization Technologies, DOI=<http://www.intel.com/technology/virtualization/>
- [38] Definition of Virtualization, DOI=<http://cplus.about.com/od/glossar1/g/virtualization.htm>
- [39] Windows 8 new Hyper-V Architecture,
DOI=<http://obieosobalu.wordpress.com/2011/09/07/hyper-v-virtualization-platform-will-be-included-in-windows-8>
- [40] Neiger G, Santoni A, Leung F, Rodgers D, Uhlig R (2006), Intel Virtualization Technology: Hardware Support for Efficient Processor Virtualization, Intel Technology Journal 10 (3): 167–178, DOI=<http://download.intel.com/technology/itj/2006/v10i3/v10-i3-art01.pdf>
- [41] Gillespie Matt (2007), Best Practices for Para virtualization Enhancements from Intel Virtualization Technology: EPT and VT-d, Intel Software Network,
DOI=<http://software.intel.com/en-us/articles/best-practices-for-paravirtualizationenhancements-from-intel-virtualization-technology-ept-and-vt-d>
- [42] Webopedia Computer Dictionary,
<http://www.webopedia.com/TERM/V/virtualization.html>
- [43] Stagner Harley (2009), Pro Hyper-V, Apress, USA
- [44] Tulloch Mitch (2009), Understanding Microsoft® Virtualization Solutions, MS Press
- [45] Kelbley John, Sterling Mike, Stewart Allen (2009), Windows Server 2008 Hyper-V, Sybex
- [46] Cerling T, Buller J, Enstall C, Rutz R (2010), Mastering Microsoft® Virtualization, Wiley

- [47] Microsoft, (2010), Windows Server 2008 R2 Virtualization with Hyper-V, DOI=<http://www.microsoft.com/windowsserver2008/en/us/hyperv-main.aspx>
- [48] Microsoft (2010), Windows Server 2008 R2, DOI=<http://www.microsoft.com/windowsserver2008/en/us/hypervfaq.aspx#SetupandRequirements>
- [49] VMware (2012), Official website, DOI=<http://www.vmware.com/>
- [50] VMware vSphere Architecture, DOI=http://www.vmware.com/files/pdf/perf-vsphere-fault_tolerance.pdf
- [51] An Introduction to Virtualization with VMware vSphere 4, DOI=<http://www.petri.co.il/vmware-vsphere-4.htm>
- [52] VMware (December 2012), Processors and guest OS that support VMware Fault Tolerance, DOI=http://kb.vmware.com/selfservice/microsites/search.do?language=en_US&cmd=displayKC&externalId=1008027
- [53] VMware vSphere Fault-Tolerance, http://www.vmware.com/files/pdf/fault_tolerance_recommendations_considerations_on_vmw_vsphere4.pdf
- [54] VMware (2008), Timekeeping in VMware Virtual Machines, VMware® ESX 3.5/ESXi 3.5, VMware Workstation 6.5
- [55] VMware Virtualization Basics, DOI=<http://www.vmware.com/virtualization/history.html>
- [56] VMware vSphere, DOI=<http://www.vmware.com/products/vsphere/>
- [57] VMware (2006) Infrastructure Architecture Overview, Whitepaper
- [58] Devinani Jagan Mohan (2011), Virtualization-Based Fault Tolerance
- [59] Ikami C, Kellogg T, Lam C, Portmann G. J, Nishimura H (2012), Hyper-V Virtualization at ALS High Level Accelerator Control, Proceedings of IPAC2012, New Orleans - Louisiana, USA

- [60] Iyer Ravi, Illikkal Ramesh, Tickoo Omesh, Zhao Li, Apparao Padma, Newell Don (2009), VM³: Measuring, modeling and managing VM shared resources
- [61] Ferreto Tiago C, Netto Marco A.S, Calheiros Rodrigo N, De Rose César A.F (2009), Server consolidation with migration control for virtualized data centers
- [62] Jin Hai, Ibrahim Shadi, Bell Tim, Qi Li, Cao Haijun, Wu Song, Shi Xuanhua (2009), Tools and Technologies for Building Clouds
- [63] Kansal Aman, Zhao Feng, LiuVirtual Jie, Kothari Nupur, Bhattacharya Arka A. (2010), Machine Power Metering and Provisioning
- [64] Swalin Kent R. (December 2010), Evaluating Microsoft Hyper-V Live Migration Performance Using IBM System x3650 M3 and IBM System Storage DS3400 (*Live Migration of workloads on 10GbE vs. 1GbE networks*), IBM group
- [65] Bittman Tom (2009), Virtualization With VMware or Hyper-V: What You Need To Know, Gartner
- [66] Voras Ivan, Orlić Marin, Mihaljević Branko (2010), An Early Comparison of Commercial and Open-Source Cloud Platforms for Scientific Environments
- [67] Gavrilovska Ada, Kumar Sanjay, Raj Himanshu, Schwan Karsten (2007), High-Performance Hypervisor Architectures: Virtualization in HPC Systems
- [68] Huber Nikolaus, Von Quast Marcel, Brosig Fabian, Kounev Samuel (2010), Analysis of the Performance-Influencing Factors of Virtualization Platforms
- [69] Narciso Artur, Monteiro Caldas Sousa (May 2010), Optimization, High availability and Redundancy in Information Communications and Technology using Networks and Systems Virtualization Architectures
- [70] Radicke Johannes, Rodén Björn, Yunke Liu (May 2009), Exploring Views on Data Centre Power Consumption and Server Virtualization

- [71] Calzolari Federico (2006), High availability using virtualization

- [72] Honkanen Juha Petteri (2010), Hyper-V High Availability With Low Cost Hardware Components

- [73] Ronkainen Niko (October 2003), Server Virtualization

- [74] Pelletingas Christophe (2010), Performance Evaluation of Virtualization with Cloud Computing

- [75] Braastad Espen (May 2006), Management of high availability services using virtualization

- [76] Kamer Jurriaan, Vranken Harald (2011), The Impact Of Server Virtualization On ITIL Processes, 1st International Conference on Cloud Computing and Services Science, CLOSER 2011

- [77] Basit Abdul (2010), Approaches For Attesting Virtualized Environments

- [78] Muda Keisuke (2010), A Strategy for Virtual Machine Migration Based on Resource Utilization

- [79] Schlosser Daniel, Duelli Michael, Goll Sebastian (March 2011), Performance Comparison of Common Server Hardware Virtualization Solutions Regarding the Network Throughput of Virtualized Systems

- [80] Meng Emil (March 2008), Live-upgrading Hypervisors: A Study into Its Applications and Security Concerns

- [81] Deshane T, Muli Ben-Yehuda, Shah A, Rao B (2008), Quantitative Comparison of Xen and KVM

- [82] Kommeri Jukka (Oct 2008), System management in Server Based Computing with virtualization

- [83] Brooks M. (October 2008), A Model of Virtualization, Dell Inc.
- [84] Virtualization history,
http://en.wikipedia.org/wiki/Timeline_of_virtualization_development
- [85] Hyper-V (2012), DOI=<http://en.wikipedia.org/wiki/Hyper-V>
- [86] Determining NUMA node boundaries for modern CPUs (2012),
DOI=<http://www.benjaminathawes.com/blog/Lists/Posts/Post.aspx?ID=28>
- [87] NUMA (2012), http://en.wikipedia.org/wiki/Non-Uniform_Memory_Access
- [88] SCVMM (2012), <http://technet.microsoft.com/el-gr/systemcenter/bb679926.aspx>

Παράρτημα Α

Παρακάτω παρατίθενται τα τεχνικά χαρακτηριστικά (αναλυτικά και συγκριτικά σε μορφή πίνακα) της λύσης εικονικοποίησης της Microsoft Hyper-V3 - Windows Server 2012:

Host characteristics

Hypervisor type: 1
Licensing (without support): Free for base version
Includes licensing for guest operating systems: Yes
SCSI/SAS disk support: Yes
IDE/SATA disk support: Yes
iSCSI disk support: Yes
Fiber Channel disk support: Yes
SAN MPIO support: Yes
Clustered file system: Yes
Live snapshots: Yes
Built-in thin-provisioning: Yes
VLAN support: Yes

Guest characteristics

Hot Add CPU: No
Hot Add Memory: No
Hot Add disks: Yes
Hot add network adapters: No
Supported operating systems: Windows NT 4.0, Windows 2000, Windows 2003 x32, Windows 2003 x64, Windows 2008 x32, Windows 2008 x64, Windows XP x32, Windows XP x64, Windows Vista x32, Windows Vista x64, RH Linux Enterprise x32, RH Linux Enterprise x64, SUSE Linux Enterprise x32, SUSE Linux Enterprise x64

Management characteristics

Product name: System Center Family
Centralized management console: Yes
Web management console: Yes
Centralized network management: Yes
Host live migration: Yes
Storage live migration: Yes
Fault tolerant: Yes
High availability module: Yes & through Microsoft Cluster Server
Disaster recovery automation: Yes

Processor and Memory Support

Processor/Memory Feature	Windows Server 2008 R2	Windows Server 2012 Release Candidate
Logical processors on hardware	64	320
Physical memory	1 TB	4 TB
Virtual processors per host	512	2,048
Virtual processors per VM	4	64
Memory per virtual machine	64 GB	1 TB
Active virtual machines	384	1,024
Maximum Cluster Nodes	16	64
Maximum Cluster VM's	1,000	4,000

Network

Network Feature	Windows Server 2008 R2	Windows Server 2012 Release Candidate
NIC Teaming	Yes, through partners	Yes, Win NIC teaming in box
VLAN Tagging	Yes	Yes
MAC Spoofing Protection	Yes, with R2 SP1	Yes
ARP Spoofing Protection	Yes, with R2 SP1	Yes
SR-IOV Networking	No	Yes
Network QoS	No	Yes
Network Metering	No	Yes
Network Monitor Modes	No	Yes
Ipssec Task Offload	No	Yes
VM Trunk Mode	No	Yes

Storage

Storage Feature	Windows Server 2008 R2	Windows Server 2012 Release Candidate
Live storage migration	No, quick storage migration through System Center Virtual Machine Manager	Yes, with no limits (as many as the hardware will allow)
Virtual machines on file storage	No	Yes, Server Message Block 3.0 (SMB3)
Guest Fibre Channel	No	Yes
Virtual disk format	VHD up to 2 TB	VHD up to 2 TB VHDX up to 64 TB
Virtual machine guest clustering	Yes, through iSCSI	Yes, through iSCSI, FC, or FiberC over Ethernet (FCoE)
Native 4 KB disk support	No	Yes
Live virtual hard disk merge	No, offline	Yes
Live new parent	No	Yes
Secure offloaded data transfer	No	Yes

Manageability

Manageability Feature	Windows Server 2008 R2	Windows Server 2012 Release Candidate
Hyper-V PowerShell	No	Yes
Network PowerShell	No	Yes
Storage PowerShell	No	Yes
REST APIs	No	Yes
SCONFIG	Yes	Yes
Enable/Disable shell	No, server core at O/S setup	Yes
VMConnect support for RemoteFX	No	Yes

Αφέθηκε λευκή σκόπιμα

Παράρτημα Β

Παρακάτω παρατίθενται τα αναλυτικά τεχνικά χαρακτηριστικά της λύσης εικονικοποίησης της VMware ESX 5 (VSpHERE):

Host characteristics

Hypervisor type: 1

Hypervisor nature: ESX (VMWare proprietary)

Licensing (without support): Free for the base version

Includes licensing for guest operating systems: No

Maximum number of logical CPUs: 160

Maximum memory: 2TB

Scalability: 320 virtual machines with a maximum of 512 vCPUs

SCSI disk support: Yes

SAS disk support: Yes

IDE/SATA disk support: Yes

iSCSI disk support: Yes

Fiber channel disk support: Yes

SAN MPIO support: Yes

Clustered file system: Yes

Live snapshots: Yes

Built-in thin-provisioning: Yes

VLAN support: Yes

Guest characteristics

Maximum number of vCPUS for each Virtual Machines: 32

Maximum memory: 1 TB

Hot Add CPU: Yes

Hot Add memory: Yes

Hot Add disks: Yes

Hot Add network adapters: No

Supported operating systems: DOS, Windows 3.1, Windows 95/98, Windows NT4, Windows 2000, Windows 2003 x32, Windows 2003 x64, Windows 2008 x32, Windows 2008 x64, Windows XP x32, Windows XP x64, RH Linux Enterprise x32, RH Linux Enterprise x64, SUSE Linux Enterprise x32, SUSE Linux Enterprise x64, Netware, Ubuntu Linux, Debian, FreeBSD, CentOS, Sun Solaris, SCO UnixWare, SCO Open server, IBM OS/2 Warp

Management characteristics

Product name: vCenter

Centralized management console: Yes

Web management console: Yes (with limited functionality)

Centralized network management: Yes

Host live migration: Yes

Storage live migration: Yes

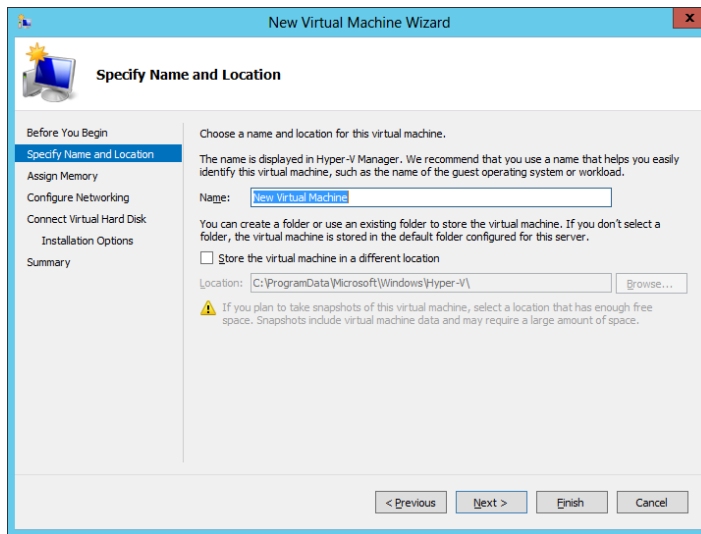
Fault tolerant: Yes

High availability module: Yes

Disaster recovery automation: Yes

Παράρτημα Γ

Παρακάτω βλέπετε τα αναλυτικά βήματα του οδηγού δημιουργίας μιας νέας εικονικής μηχανής. Ξεκινάμε από την επιλογή του ονόματος της νέας μηχανής καθώς και από το σημείο στο οποίο θ' αποθηκευτούν τ' αρχεία της, εάν επιλέξουμε κάποιο διαφορετικό δίσκο και φάκελο απ' τον

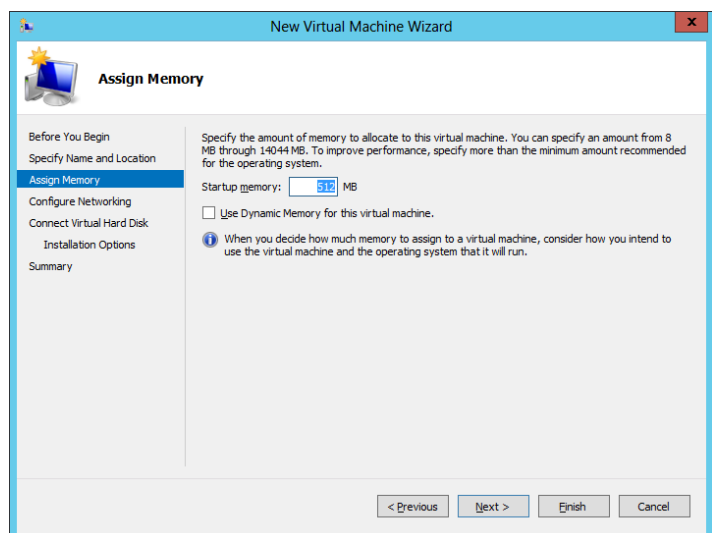


προεπιλεγμένο. Κύρια κριτήρια εδώ είναι το αν υπάρχει αρκετός χώρος για να μπορέσουν ν' αποθηκευτούν όλα τ' αρχεία και οι εικονικοί δίσκοι της μηχανής μαζί με τις μελλοντικές επεκτάσεις τους αν έχουμε επιλέξει δυναμικούς δίσκους καθώς επίσης και τα πιθανά στιγμιότυπα (snapshots) τα οποία θα θέλουμε να διατηρούμε και τέλος η επιλογή του αν θα είναι

Σχήμα 23 Οδηγός δημιουργίας εικονικής μηχανής, 1^{ον} Επιλογή ονόματος & τοποθεσίας αποθήκευσης

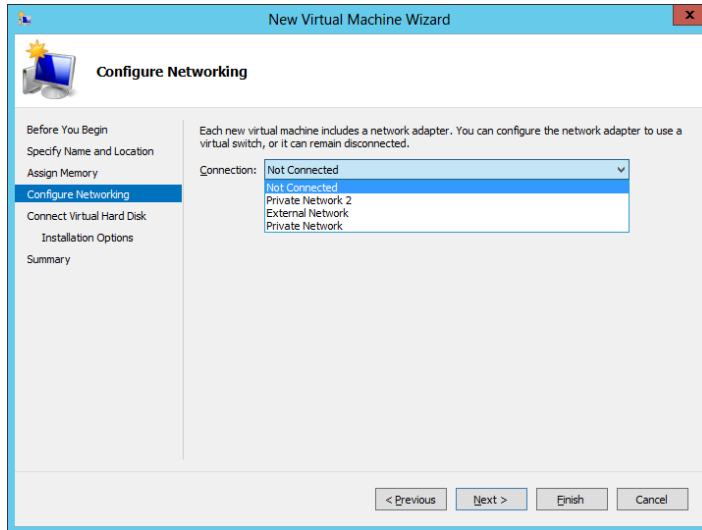
διαρκώς διαθέσιμη η συγκεκριμένη μηχανή.

Συνεχίζοντας θα πρέπει να επιλέξουμε το ποσό της εικονικής μνήμης με την οποία θα λειτουργεί η εικονική μας μηχανή και το εάν θα είναι σταθερή ή θα ενεργοποιήσουμε τη δυναμική εκχώρηση μνήμης.



Σχήμα 24 Οδηγός δημιουργίας εικονικής μηχανής, 2^{ον} Μέγεθος μνήμης (στατική ή δυναμική)

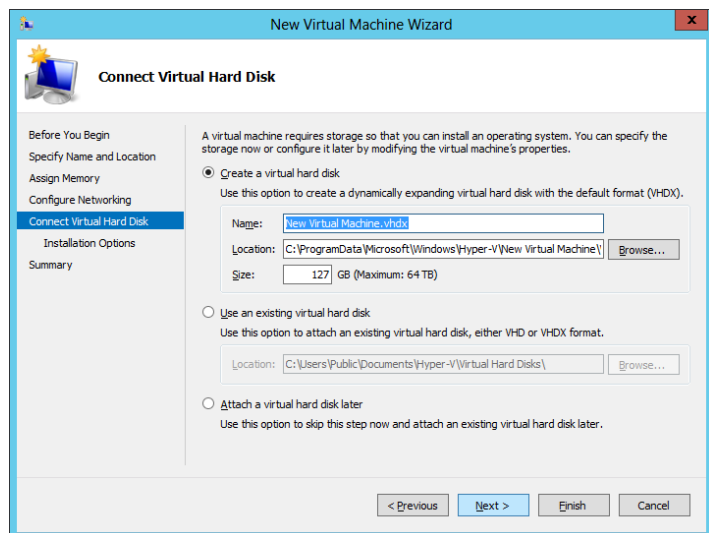
Έπειτα επιλέγουμε εάν θα συνδέσουμε τη μηχανή μας σε κάποιο από τα εικονικά δίκτυα τα οποία υπάρχουν διαθέσιμα ή εάν θα το αποφασίσουμε αυτό στη συνέχεια. Γενικά υπάρχουν τρεις τύποι εικονικών δικτύων. Ο πρώτος είναι το ιδιωτικό (Private) δίκτυο το οποίο επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ των μηχανών που στεγάζονται στον ίδιο φιλοξενητή μεταξύ τους αλλά δεν υπάρχει



Σχήμα 25 Οδηγός δημιουργίας εικονικής μηχανής,
3^{ον} Επιλογή εικονικού δικτύου

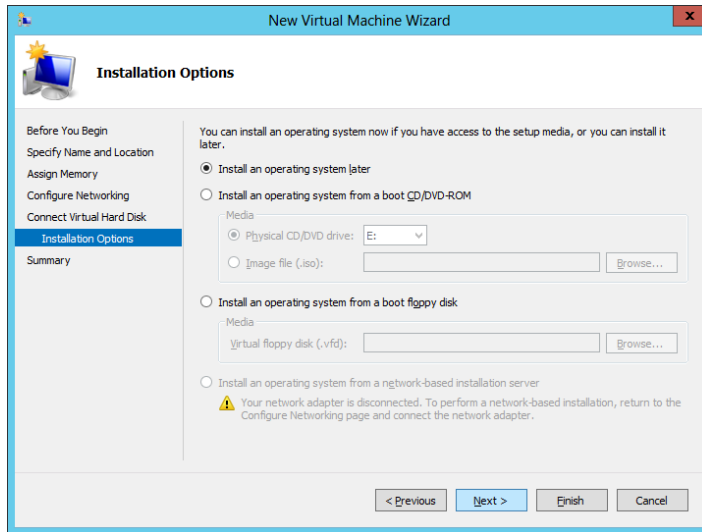
κανενός είδους σύνδεση με τον «έξω» κόσμο. Ο δεύτερος τύπος δικτύου είναι το εσωτερικό (Internal) το οποίο επιτρέπει πέρα από την επικοινωνία μεταξύ των εικονικών μηχανών και την επικοινωνία με το φιλοξενητή τους. Ο τρίτος τύπος είναι το εξωτερικό (External) δίκτυο με το οποίο συνδέεται η εικονική μηχανή με το δίκτυο της εταιρείας, μέσω μιας κάρτας δικτύου του φιλοξενητή, που είναι συνδεδεμένη μαζί του, σαν να ήταν μια πραγματική μηχανή.

Επόμενο βήμα η επιλογή του εικονικού δίσκου της μηχανής μας. Εδώ έχουμε να επιλέξουμε μεταξύ της δημιουργίας ενός καινούργιου δίσκου, για τον οποίο θα δηλώσουμε το μέγεθός του και τη θέση δημιουργίας του αρχείου του, ενός ήδη υπάρχοντος του οποίου τη θέση πρέπει να υποδείξουμε και της επιλογής να προσθέσουμε ένα δίσκο σε ύστερο χρόνο.



Σχήμα 26 Οδηγός δημιουργίας εικονικής μηχανής,
4^{ον} Επιλογή ή δημιουργία εικονικού δίσκου

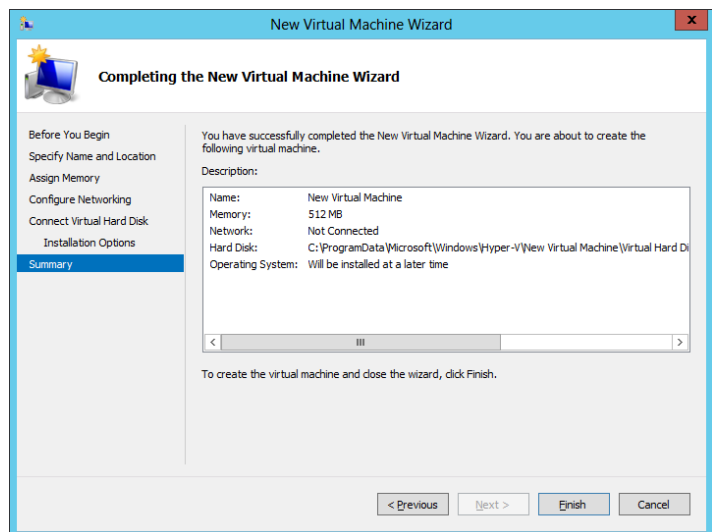
Τελευταία επιλογή του οδηγού είναι το αν θα εγκαταστήσουμε ένα λειτουργικό σύστημα αμέσως



Σχήμα 27 Οδηγός δημιουργίας εικονικής μηχανής, 5^{ον} Επιλογή εγκατάστασης ή όχι λειτουργικού O/S

μετά ή αν θ' αφήσουμε αυτή την εργασία για άλλη στιγμή. Αν η επιλογή μας είναι η άμεση εγκατάσταση ενός λειτουργικού συστήματος θα πρέπει να του υποδείξουμε αν αυτό θα γίνει χρησιμοποιώντας τη φυσική μονάδα οπτικού δίσκου (DVD/BR) που υπάρχει στον φιλοξενητή ή αν θα το κάνουμε χρησιμοποιώντας ένα αρχείο ISO το οποίο θα πρέπει να του υποδείξουμε που είναι αποθηκευμένο, έτσι ώστε να το προσαρτήσει (mount).

Το τελευταίο στάδιο του οδηγού είναι μια σύνοψη των προαναφερθέντων, έτσι ώστε να επιβεβαιώσουμε ότι έχουμε κάνει τις επιλογές που πράγματι θέλαμε και ν' αποφύγουμε πιθανά λάθη. Αν όντως όλα είναι όπως τα θέλαμε επιλέγουμε τον τερματισμό και έτσι δημιουργείτε η νέα εικονική μας μηχανή σύμφωνα με τις επιλογές μας.



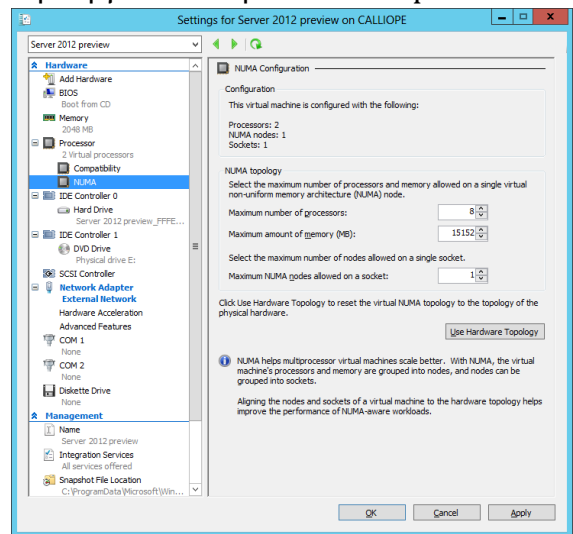
Σχήμα 28 Οδηγός δημιουργίας εικονικής μηχανής, 6^{ον} Τελική επισκόπηση επιλογών

Αφέθηκε λευκή σκόπιμα

Παράρτημα Δ

Παρακάτω βλέπετε πέντε χαρακτηριστικές οθόνες ρυθμίσεων παραμέτρων της εικονικής μηχανής.

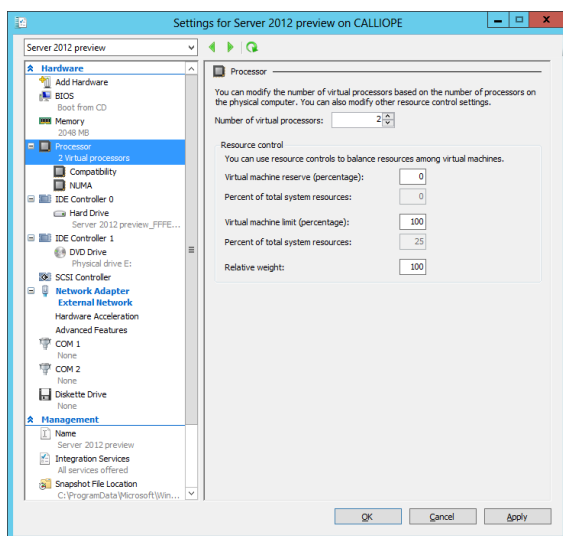
Στη δεξιά εμφανιζόμενη οθόνη (σχήμα 29) υπάρχουν οι επιλογές για τη NUMA (Non-Uniform Memory Access - NUMA). Αρχικά ένας ορισμός για τη διεργασία αυτή από το Wikipedia είναι ο παρακάτω: Η Μη ενιαίας πρόσβασης μνήμης (NUMA) είναι μια σχεδίαση μνήμης του υπολογιστή που χρησιμοποιείται στην Πολυεπεξεργασία, όπου ο χρόνος πρόσβασης της μνήμης εξαρτάται από την θέση της σε σχέση με τον επεξεργαστή. Σύμφωνα με τη NUMA, ένας επεξεργαστής μπορεί να έχει πρόσβαση στην δική του τοπική μνήμη ταχύτερα από ό, τι στη μη-τοπική μνήμη, δηλαδή την τοπική μνήμη άλλου επεξεργαστή ή μνήμη που μοιράζεται μεταξύ επεξεργαστών [87].



Σχήμα 29 Ρυθμίσεις NUMA εικ. μηχανής

Έτσι λοιπόν συνάγουμε μερικά βασικά στοιχεία απ' τον ορισμό: Η NUMA είναι σχετική με πολλαπλούς επεξεργαστές και σημαίνει ότι η μνήμη μπορεί να προσπελαστεί γρηγορότερα όταν

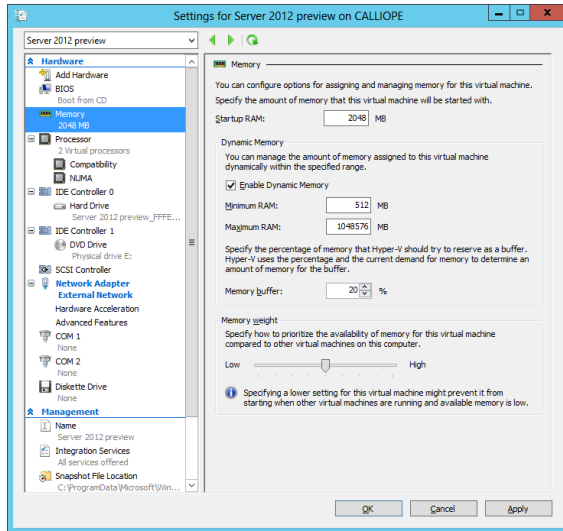
είναι κοντά. Αυτό εννοεί ότι συνήθως η μνήμη «διαμερισματοποιείται» σε επίπεδο υλικού με σκοπό να παρέχει σε κάθε επεξεργαστή, σ' ένα σύστημα πολλαπλών επεξεργαστών με τη δική του μνήμη. Η ιδέα είναι ν' αποφεύγονται οι συγκρούσεις όταν οι επεξεργαστές προσπαθούν να προσπελάσουν την ίδια μνήμη.



Σχήμα 30 Επιλογές CPU εικ. μηχανής

Στην αριστερά εμφανιζόμενη οθόνη (σχήμα 30) υπάρχουν όλες οι παράμετροι που αφορούν τον εικονικό επεξεργαστή (Processor), όπως ο συνολικός τους αριθμός (μέγιστο 64).

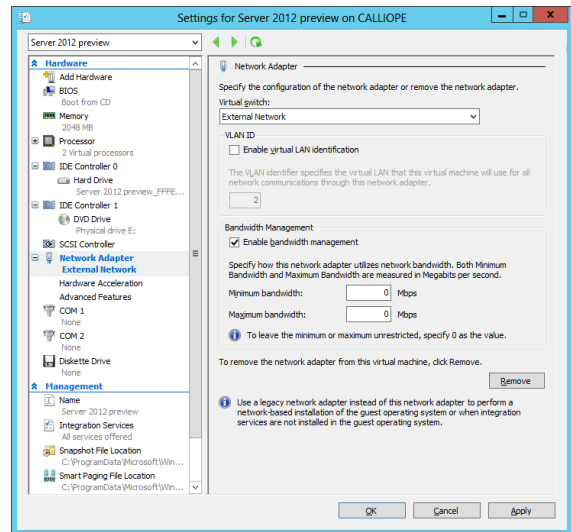
Στην οθόνη αυτή (σχήμα 31) ρυθμίζουμε τη συνολική αρχική εικονική μνήμη της μηχανής. Υπάρχει ακόμη ρύθμιση για το εάν θα είναι σταθερή η τιμή αυτή ή αν θα ενεργοποιήσουμε τη δυναμική



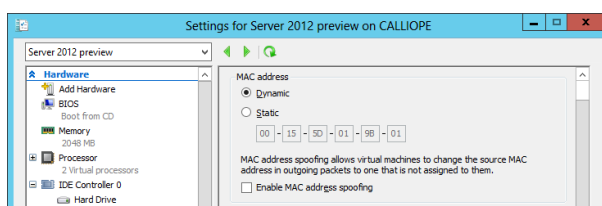
εκχώρηση μνήμης. Στη δεύτερη περίπτωση επιλέγουμε την ελάχιστη αλλά και τη μέγιστη τιμή που μπορεί να λάβει αυτή, ανάλογα με τις ανάγκες των εφαρμογών και του λειτουργικού συστήματος της μηχανής (αυτό εξαρτάται από τις συνθήκες που επικρατούν εκείνη τη στιγμή στο φιλοξενητή και στις υπόλοιπες στεγαζόμενες εικονικές μηχανές). Επίσης καθορίζουμε την προτεραιότητα που θα έχει η μηχανή μας σε σχέση με τις άλλες στην παραχώρηση μνήμης όταν αυτή

Σχήμα 31 Ρυθμίσεις μνήμης εικ. μηχανής τη ζητήσει.

Η επόμενη οθόνη (σχήμα 32) περιέχει τις ρυθμίσεις της εικονικής κάρτας δικτύου που έχει μέσα η μηχανή. Κατ' αρχάς δηλώνουμε το εικονικό δίκτυο στο οποίο θέλουμε να συνδεθούμε με τις επακόλουθες δυνατότητες επικοινωνίας που αυτό μας παρέχει. Μπορούμε επίσης να επιλέξουμε το αν θα χρησιμοποιήσουμε εικονικά δίκτυα (VLAN)s, που θα διαχωρίζουν την επικοινωνία της μηχανής μας από τις υπόλοιπες εξ αιτίας της συμμετοχής της σ' αυτό το VLAN. Τέλος έχουμε τη δυνατότητα να επιβάλουμε ποσόστωση στο εύρος της ροής δεδομένων που θα διοχετευθεί μέσω της κάρτας μας, ορίζοντας μια μέγιστη και μια ελάχιστη τιμή.



Σχήμα 32 Ρυθμίσεις δικτύου εικ. μηχανής



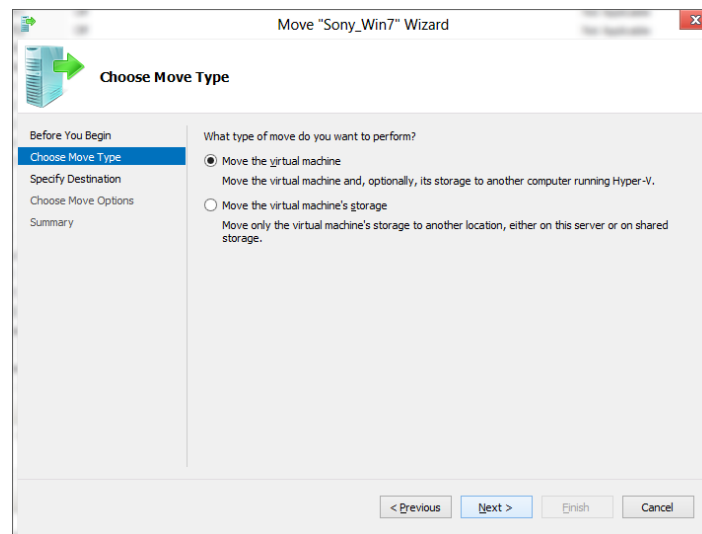
Στην τελευταία οθόνη (σχήμα 33), μπορούμε να καθορίσουμε τη MAC Address, αν θα είναι στατική ή δυναμική και αν θα επιτρέπεται το MAC spoofing.

Σχήμα 33 Επιλογές Mac address κάρτας δικτύου

Παράρτημα Ε

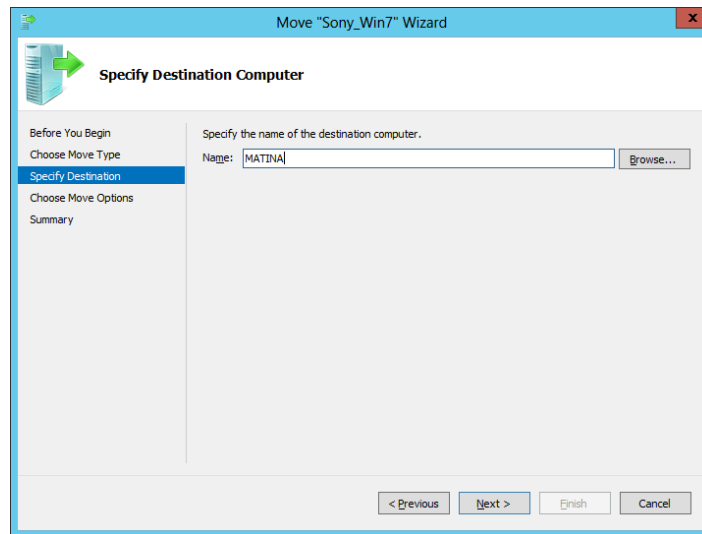
Παρακάτω βλέπετε τ' αναλυτικά βήματα του οδηγού μετακίνησης μιας εικονικής μηχανής, από ένα φιλοξενητή σε άλλο.

Η εκκίνηση γίνεται κάνοντας δεξί κλικ πάνω στη μηχανή που θέλουμε να μετακινήσουμε και επιλέγοντας μετακίνηση (move). Η πρώτη μας επιλογή (σχήμα 34) είναι το αν θέλουμε να μετακινήσουμε όλη την εικονική μηχανή, μαζί με τους εικονικούς της δίσκους και τα στιγμιότυπα που έχουμε πάρει, ή μόνη της, αφήνοντάς τα στη θέση που είναι και εναλλακτικά απλώς να μετακινήσουμε τα εικονικά της αποθηκευτικά μέσα από ένα φυσικό δίσκο σε άλλο, μέσα στον ίδιο φιλοξενητή ή σε ένα κοινόχρηστο αποθηκευτικό χώρο.



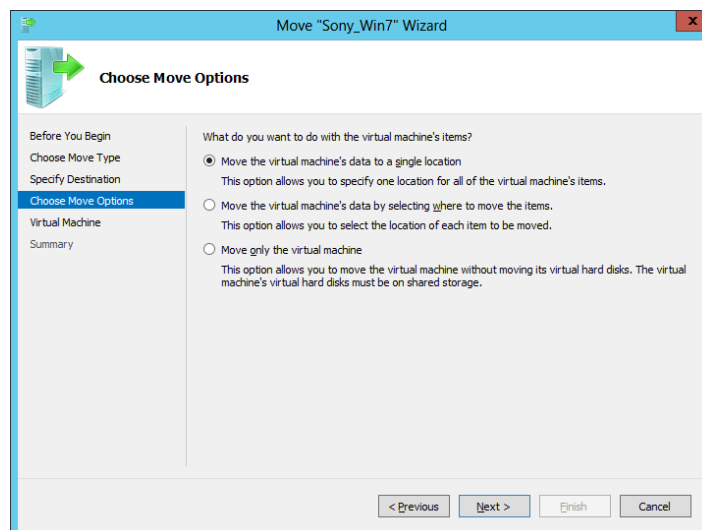
Σχήμα 34 Οδηγός μετακίνησης εικονικής μηχανής,
1^{ον} Επιλογή μετακίνησης μηχανής ή αποθηκευτικών μέσων

Στη συνέχεια (σχήμα 35) θα πρέπει να του υποδείξουμε το φιλοξενητή προορισμού, τον οποίο θα προσπαθήσει να βρει και να επικοινωνήσει μαζί του, έτσι ώστε να είναι σίγουρος ότι υπάρχει, είναι λειτουργικός και μπορεί να δεχθεί τη μηχανή που θα του αποστείλουμε.



Σχήμα 35 Οδηγός μετακίνησης εικονικής μηχανής, 2^{ον} Επιλογή φιλοξενητή προορισμού

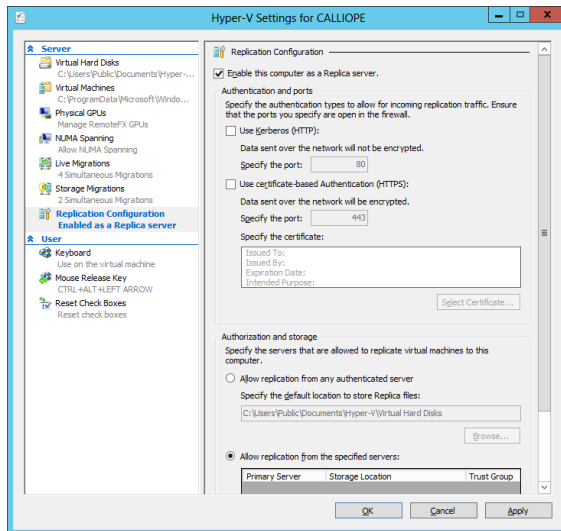
Επόμενο βήμα (σχήμα 36), είναι να επιλέξουμε τον τρόπο της μεταφοράς των στοιχείων. Η πρώτη επιλογή μεταφέρει όλα τ' αρχεία της εικονικής μηχανής και την ίδια στην ίδια φυσική τοποθεσία την οποία θα μας ζητηθεί να προσδιορίσουμε στο επόμενο βήμα, η δεύτερη επιλογή μπορεί να προσδιορίσει τόπο προορισμού για κάθε ένα από τ' αρχεία της εικονικής μηχανής ξεχωριστά πράγμα που θα υποδείξουμε στο επόμενο βήμα και η τρίτη επιλογή μεταφέρει μόνο την εικονική μηχανή αφήνοντας τ' αρχεία της άθικτα στη θέση που βρίσκονται.



Σχήμα 36 Οδηγός μετακίνησης εικονικής μηχανής, 3^{ον} Επιλογή τρόπου μεταφοράς των επιμέρους τμημάτων της μηχανής (όλα μαζί σε ένα προορισμό , το καθένα σε διαφορετικό ή μετακίνηση μόνο της μηχανής)

Παράρτημα ΣΤ

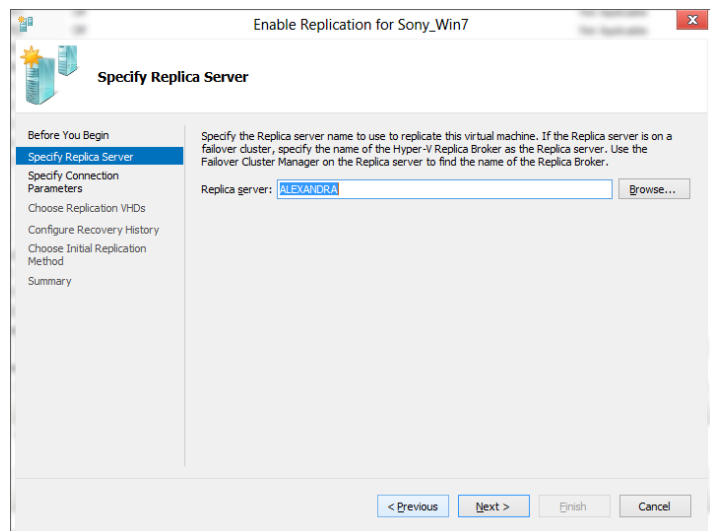
Εδώ παρουσιάζονται τα βήματα για την υλοποίηση ενός αντιγράφου, που ενημερώνεται διαρκώς (replica), μιας εικονικής μηχανής και αποτελεί μια πολύ καλή εναλλακτική λύση για επαναφορά από καταστροφή, συμπληρωματική του αντιγράφου ασφαλείας.



Σχήμα 37 Ρύθμιση φιλοξενητή ως αποδέκτη αντιγράφων που διαρκώς ενημερώνονται

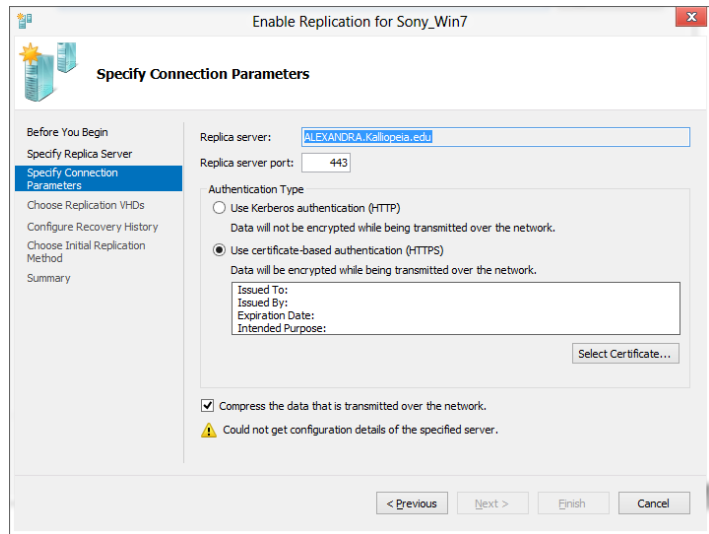
Πριν ξεκινήσουμε τον οδηγό δημιουργίας του διαρκούς αντιγράφου, πρέπει προηγουμένως να ρυθμίσουμε τον αποδέκτη φιλοξενητή έτσι ώστε να μπορεί να δεχθεί το αντίγραφο (σχήμα 37). Επιλέγουμε τον τρόπο εξακρίβωσης της ταυτότητας των αιτούντων την ενημέρωση του αντιγράφου είτε μέσω πιστοποιητικού, είτε μέσω του πρωτοκόλλου Kerberos, καθώς και τον ή τους εξυπηρετητές οι οποίοι μπορούν να αποστέλλουν αντίγραφα και τέλος ορίζουμε το αποθηκευτικό μέσο που θα τα φυλάμε.

Ξεκινάμε κάνοντας δεξί κλικ πάνω στη μηχανή στην οποία θέλουμε να δημιουργήσουμε ένα διαρκές αντίγραφο και επιλέγουμε ενεργοποίηση αντιγράφου (enable replication). Το πρώτο βήμα στον οδηγό είναι η επιλογή του εξυπηρετητή προορισμού όπως φαίνεται και στη διπλανή οθόνη (σχήμα 38).

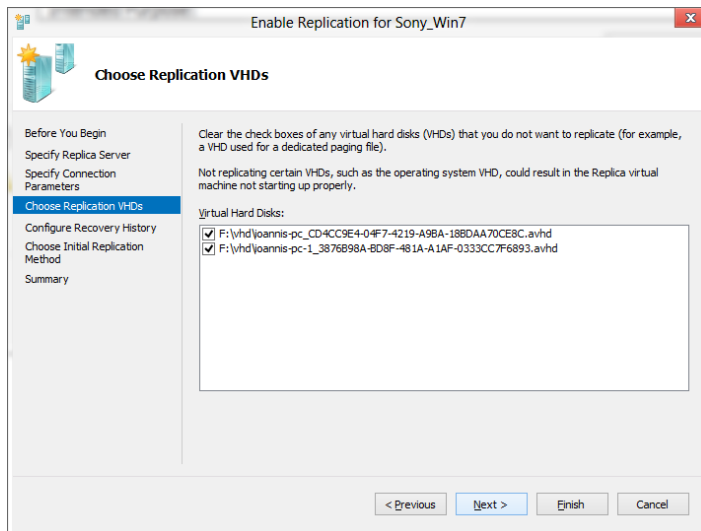


Σχήμα 38 Οδηγός δημιουργίας διαρκούς αντιγράφου, 1^{ον} Επιλογή φιλοξενητή προορισμού

Συνεχίζουμε με την επιλογή του τρόπου εξακρίβωσης των διαπιστευτηρίων, όπως φαίνεται στη διπλανή οθόνη (σχήμα 39), έτσι ώστε να είμαστε σίγουροι ότι τη διεργασία την εκκίνησε πρόσωπο που είχε τη δικαιοδοσία γι' αυτό. Οι επιλογές είναι μεταξύ πιστοποιητικού και κέρβερου για να υλοποιηθεί με ασφάλεια η διαδικασία της εξακρίβωσης των στοιχείων και μπορούμε να επιλέξουμε να συμπίεζονται τα δεδομένα κατά



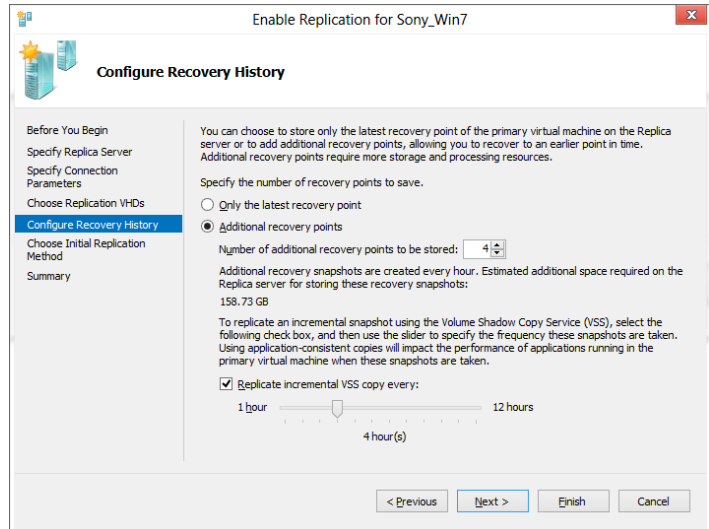
Σχήμα 39 Οδηγός δημιουργίας διαρκούς αντιγράφου, την αποστολή τους μέσω του 2^{ον} Επιλογή μεθόδου εξακρίβωσης στοιχείων δικτύου.



Σχήμα 40 Οδηγός δημιουργίας διαρκούς αντιγράφου, 3^{ον} Επιλογή εικονικών δίσκων για αντιγραφή

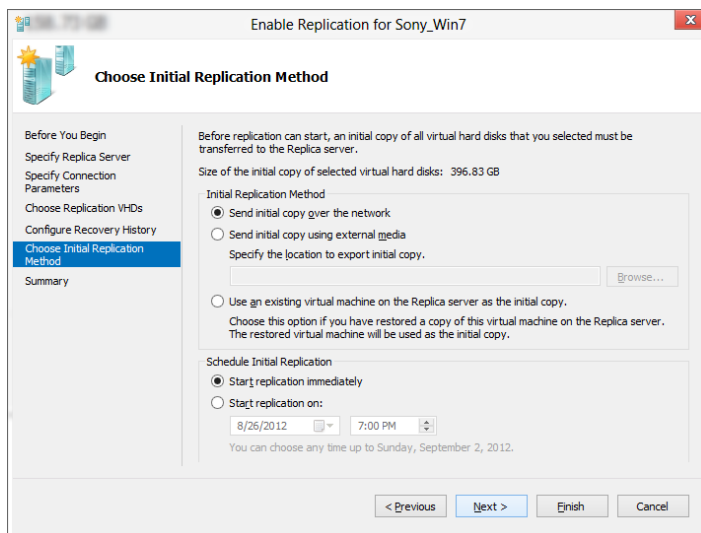
Μετά έρχεται η επιλογή των εικονικών δίσκων, των οποίων το αντίγραφο θέλουμε να δημιουργήσουμε, από τη συγκεκριμένη μηχανή. Δεν είναι πάντα απαραίτητο να αντιγράψουμε όλα τα αποθηκευτικά μέσα, αλλά μόνο αυτά που περιέχουν το λειτουργικό σύστημα του μηχανήματος και τα σημαντικά δεδομένα μας. Στη διπλανή οθόνη (σχήμα 40) διακρίνονται οι εικονικοί δίσκοι τους οποίους μπορούμε να επιλέξουμε.

Έπειτα πρέπει να επιλέξουμε αν θέλουμε να διατηρείται μόνο το τελευταίο στιγμιότυπο της μηχανής ή θα εξυπηρετούσε τις υποχρεώσεις της εταιρείας ή τις δικές μας ένας μεγαλύτερος αριθμός στιγμιότυπων και η συχνότητα λήψης τους, όπως δείχνει και η διπλανή οθόνη (σχήμα 41). Η τελευταία επιλογή θα πρέπει να λάβει υπόψη της και τις αποθηκευτικές δυνατότητες, έτσι ώστε να μη δημιουργηθεί πρόβλημα στη γενικότερη λειτουργία όλων των υπηρεσιών.



Σχήμα 41 Οδηγός δημιουργίας διαρκούς αντιγράφου,
4^{ον} Επιλογή αριθμού φυλασσόμενων στιγμιότυπων

Στο τελικό βήμα θα πρέπει να δούμε πως θα μεταφερθεί στον εξυπηρετητή προορισμού η αρχική έκδοση των αποθηκευτικών μέσων της μηχανής για την οποία ρυθμίζουμε τη δημιουργία αντιγράφου. Οι επιλογές μας είναι μεταξύ της μεταφοράς τους μέσω του δικτύου, μέσω



Σχήμα 42 Οδηγός δημιουργίας διαρκούς αντιγράφου,
5^{ον} Επιλογή τρόπου λήψης αρχικού αντιγράφου

εξωτερικού μέσου ή μέσω της χρήσης άλλης εικονικής μηχανής στη μεριά του εξυπηρετητή προορισμού. Τέλος θα πρέπει να δηλώσουμε αν θα ξεκινήσει άμεσα η δημιουργία του αρχικού αντιγράφου της μηχανής ή θα θέλαμε να την ξεκινήσουμε σε κάποιο μετέπειτα χρόνο.