

Τ.Ε.Ι. ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

ΠΑΤΡΑ, 2015

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

«ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ
ΝΕΦΟΥΣ»



ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ: ΠΑΠΑΚΑΝΕΛΛΟΥ ΑΓΓΕΛΙΚΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1. Η Εποχή του Υπολογιστικού Νέφους (Cloud Computing)	1
1.2. Σκοπός και Στόχοι της Εργασίας	2
1.3. Μεθοδολογία.....	2
1.4. Δομή Εργασίας.....	2

ΜΕΡΟΣ Α. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
2.1. Εννοιολογικά.....	4
2.2. Cloud Computing - Μια Παλιά Ιδέα.....	8
3. ΤΥΠΟΙ & ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΑΡΟΧΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ CLOUD COMPUTING	11
3.1. Τύποι Cloud.....	11
3.2. Μοντέλα Παροχής Υπηρεσιών Cloud Computing	13
4. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΝΕΦΟΥΣ	17
4.1. Ουσιώδη χαρακτηριστικά του Cloud Computing	17
4.2. Δυνατότητες Νέφους.....	17
4.2.1. Μη Λειτουργικές Δυνατότητες	18
4.2.2. Οικονομικές Δυνατότητες.....	19
4.2.3. Τεχνολογικές Δυνατότητες	21
5. ΗΘΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ, ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ, ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ & ΝΕΕΣ ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ ΤΟΥ CLOUD COMPUTING	24
5.1. Ηθικά Ζητήματα Cloud Computing.....	24
5.2. Προκλήσεις για το Cloud Computing.....	25
5.3. Υπάρχουσες Εφαρμογές Cloud και Νέες Ευκαιρίες για Εφαρμογή	26

6. ΚΟΣΤΗ ΤΟΥ CLOUD COMPUTING	28
6.1. Κόστος από τη σκοπιά του καταναλωτή	29
6.2. Κόστος από τη σκοπιά του παρόχου	31
6.3. Επιδράσεις του Cloud Computing στον Εταιρικό Προϋπολογισμό.....	31
6.3.1. Οφέλη	32
6.3.2. Μειονεκτήματα.....	36
7. ΑΣΦΑΛΕΙΑ CLOUD COMPUTING	388
7.1. Ασφάλεια Πληροφοριών στο Cloud	388
7.2. Απειλές Ασφάλειας.....	444
7.3. Οφέλη Ασφάλειας από το Cloud Computing	477
 ΜΕΡΟΣ Β. ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ 	
8. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ AMAZON.COM.....	522
8.1. Amazon EC2 (Elastic Compute Cloud).....	522
8.2. Amazon S3 (Simple Storage Service)	57
8.2.1. Λειτουργικότητα του Amazon S3	58
8.2.2. Συνήθεις περιπτώσεις χρήσης.....	5959
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	600
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	641

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 7.1. Ανησυχία επιχειρήσεων για τη χρήση υπηρεσιών Νέφους από τους υπαλλήλους προς ζημία της εταιρίας	38
---	----

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 6.1. Χωρητικότητα υπολογιστικών πόρων ικανή να καλύψει τη κορύφωση της ζήτησης.....	34
Εικόνα 6.2. Χωρητικότητα υπολογιστικών πόρων ανίκανη να καλύψει όλες τις ανάγκες της επιχείρησης	34
Εικόνα 6.3. Χωρητικότητα υπολογιστικών πόρων ανίκανη να καλύψει τις ανάγκες της επιχείρησης	35
Εικόνα 7.1. Τομείς επιθέσεων σε ένα περιβάλλον cloud computing.....	46

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.1. Οι κύριες πτυχές που συγκροτούν ένα σύστημα νέφους (Cloud System) . 4

Σχήμα 2.2. Το Υπολογιστικό Νέφος (Cloud Computing) 6

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Η Εποχή του Υπολογιστικού Νέφους (Cloud Computing)

Θα υπάρξουν πολλοί τρόποι με τους οποίους το Υπολογιστικό Νέφος (Cloud Computing) θα αλλάξει τις επιχειρήσεις και την οικονομία και οι περισσότεροι είναι δύσκολο να προβλεφθούν, αλλά μια εικόνα ήδη αναδύεται. Οι επιχειρήσεις προσιδιάζουν όλο και περισσότερο την ίδια την τεχνολογία: πιο προσαρμόσιμες, πιο συνυφασμένες και πιο εξειδικευμένες. Αυτές οι βελτιώσεις δεν είναι καινούριες, αλλά το Cloud Computing θα τις επιταχύνει (The Economist).

Οι καταναλωτές έχουν προηγηθεί των επιχειρήσεων στη χρήση των υπηρεσιών που στηρίζονται στη λογική του Νέφους, το οποίο επιτρέπει καλύτερη συνεργασία, όπως είναι τα blogs, τα wikis και τα κοινωνικά δίκτυα (Facebook, Twitter). Η πρώτη γενιά των ατόμων που έχουν μεγαλώσει χρησιμοποιώντας όλα αυτά τα εργαλεία τώρα εισέρχονται στο εργατικό δυναμικό. Όντας συνηθισμένοι στη νοοτροπία της ελεύθερης ανταλλαγής πληροφοριών, αυτοί οι «ιθαγενείς» της ψηφιακής εποχής θα είναι ανυπόμονοι με τους κανόνες των παραδοσιακών υπολογιστικών συστημάτων των επιχειρήσεων (The Economist).

«Το Υπολογιστικό Νέφος (Cloud Computing) αναφέρεται στις εφαρμογές που παραδίδονται ως υπηρεσίες μέσω του διαδικτύου και στα υπολογιστικά μηχανήματα (hardware) και στο λογισμικό (software) που βρίσκονται σε ένα κέντρο πληροφοριών που παρέχει αυτές τις υπηρεσίες. Οι υπηρεσίες συχνά αναφέρονται ως Λογισμικό ως Υπηρεσία (SaaS – software as a Service). Το hardware και το software στο κέντρο πληροφοριών είναι αυτά που συχνά αποκαλούμε ως Νέφος (Cloud). Όταν ένα Νέφος είναι διαθέσιμο στο κοινό με έναν τρόπο χρονικής μίσθωσης, αυτό αποκαλείται Δημόσιο Νέφος (Public Cloud), ενώ οι υπηρεσίες που πωλούνται είναι οι επονομαζόμενες ως Υπολογιστικές Δημόσιες Υπηρεσίες (Utility Computing). Χρησιμοποιούμε τον όρο Ιδιωτικό Νέφος (Private Cloud) για να αναφερθούμε σε εσωτερικά κέντρα πληροφοριών μιας επιχείρησης ή ενός οργανισμού, τα οποία δεν είναι διαθέσιμα στο ευρύ κοινό. Επομένως το Cloud Computing είναι το σύνολο των SaaS και του Utility Computing, αλλά δεν περιλαμβάνει το Private Cloud. Ο κόσμος μπορεί να είναι χρήστης ή πάροχος των SaaS ή χρήστης ή πάροχος του Utility Computing» (Armbrust et al., 2009).

1.2. Σκοπός και Στόχοι της Εργασίας

Σκοπός της εργασίας αρχικά, είναι να παρουσιάσουμε την ιδέα του Υπολογιστικού Νέφους (Cloud Computing) και εν συνεχεία να κατανοήσουμε πως συμβάλει στην γενικότερη ζωή τόσο των καταναλωτών, όσο και των επιχειρήσεων και του κράτους. Θα γίνει αναλυτική περιγραφή του Cloud Computing σε θέματα χαρακτηριστικών, ειδών, μοντέλων ανάπτυξης, ηθικών ζητημάτων και προκλήσεων και ζητημάτων ασφαλείας.

Η συγγραφή της παρούσας πτυχιακής εργασίας έχει δύο στόχους. Ο πρώτος είναι να γίνει πλήρης και αναλυτική περιγραφή του συνόλου του των εννοιών του Cloud Computing. Ο δεύτερος είναι να κατανοήσουμε πως η νέα αυτή τεχνολογία συμβάλει στη βελτίωση της καθημερινότητας γενικότερα..

1.3. Μεθοδολογία

Για να εκπληρωθούν ο σκοπός και οι στόχοι της εργασίας κρίθηκε απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί μια σειρά από εργαλεία μέσω των οποίων θα μπορούσαν να εξαχθούν σημαντικά συμπεράσματα.

1.4. Δομή Εργασίας

Η συγκεκριμένη εργασία χωρίζεται σε δύο βασικά μέρη. Το πρώτο μέρος της εργασίας περιλαμβάνει το θεωρητικό υπόβαθρο, καθώς εκεί θα πραγματοποιηθεί μια πλήρης παρουσίαση του Cloud Computing. Αρχικά, πραγματοποιείται μια προσέγγιση στον όρο του Cloud Computing και ακολούθως αναλύονται οι τύποι και τα μοντέλα παροχής υπηρεσιών του. Εν συνεχεία, παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά και οι δυνατότητες του Νέφους, αλλά και τα ηθικά ζητήματα, οι προκλήσεις, οι εφαρμογές και οι νέες ευκαιρίες του Cloud Computing. Επιπρόσθετα, γίνεται μνεία στα κόστη του Cloud Computing. Τέλος, αναλύονται τα θέματα ασφαλείας της νέας αυτής τεχνολογίας. Το δεύτερο μέρος περιλαμβάνει ορισμένες μελέτες περιπτώσεων επιχειρήσεων που υιοθέτησαν την ιδέα του Cloud Computing.

A 3D rendered brown humanoid figure, resembling a stylized person or character, is shown from the waist up. The figure has a large, smooth, brown head and is holding a rectangular sign with both hands. The sign is light brown with a thin dark border. The background is plain white.

**THEORETICAL
APPROACH**

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

2.1. Εννοιολογικά

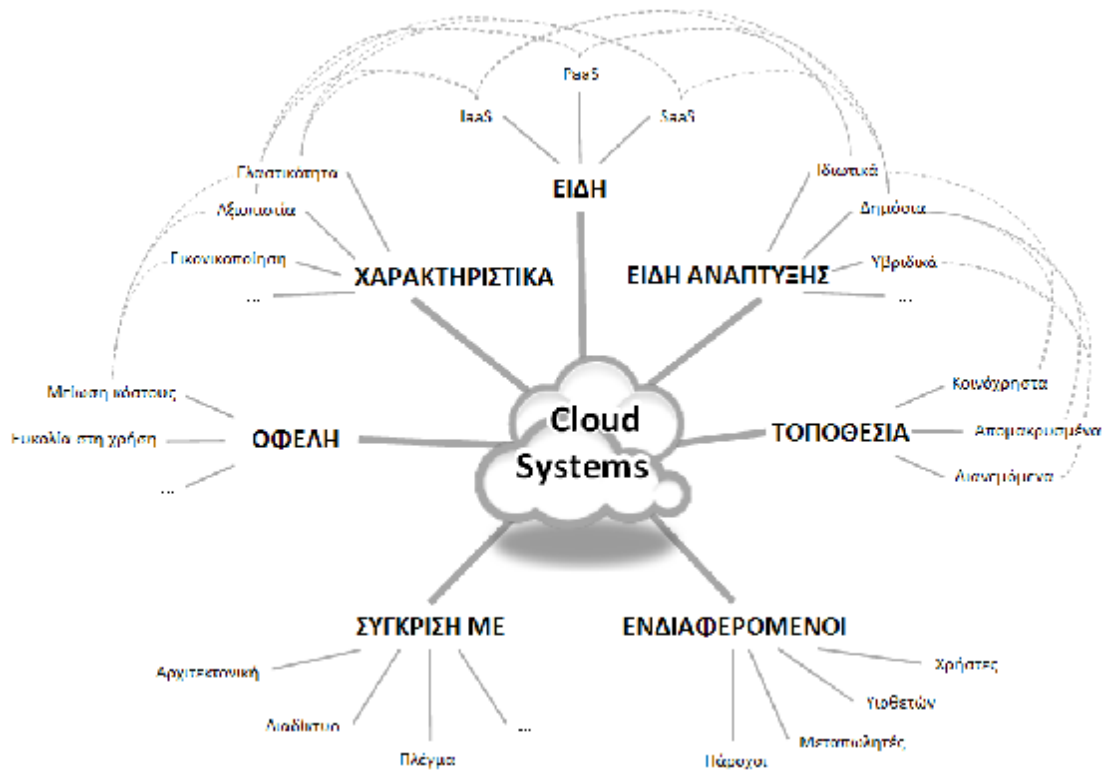
Οι τελευταίες δεκαετίες έχουν ενισχύσει την ιδέα ότι η επεξεργασία των πληροφοριών μπορεί να γίνει πιο αποτελεσματική σε κεντρικό επίπεδο και στα προσβάσιμα συστήματα αποθήκευσης μέσω του διαδικτύου. Όταν χρησιμοποιούνται πόροι απομακρυσμένων κέντρων δεδομένων, αντί τοπικών, τότε γίνεται λόγος για μια δίκτυο-κεντρική πληροφορική και ένα δικτύου-κεντρικό περιεχόμενο. Οι εξελίξεις στη δικτύωση και σε άλλες περιοχές είναι υπεύθυνες για την αποδοχή των δύο νέων αυτών μοντέλων και οδήγησαν στο κίνημα της δικτυακής πληροφορικής στις αρχές του 1990 και, από το 2005, με υπολογιστική χρησιμότητα και τα σύννεφα του υπολογιστή (Marinescu, 2012).

Το βοηθητικό υπολογιστικό πρόγραμμα συγκεντρώνει το υλικό και τους πόρους λογισμικού σε μεγάλες κέντρα δεδομένων και οι χρήστες μπορούν να πληρώσουν, δεδομένου ότι καταναλώνουν υπολογιστικούς, αποθηκευτικούς και επικοινωνιακούς πόρους. Ενώ, συχνά, η υπολογιστική χρησιμότητα απαιτεί ένα μια υποδομή τύπου σύννεφου, στόχος του είναι το επιχειρηματικό μοντέλο για την παροχή υπηρεσιών πληροφορικής. Το cloud computing είναι μια πορεία προς την υπολογιστική χρησιμότητα, η οποία αγκαλιάζεται από μεγάλες εταιρείες πληροφορικής, όπως η Amazon, η Apple, η Google, HP, IBM, Microsoft, Oracle και άλλες (Dikaiakos et al., 2009).

Υπάρχουν διάφοροι ορισμοί και ερμηνείες του όρου cloud ή cloud computing. Σε ευρύτερη μορφή, μπορούμε να ορίσουμε ότι (Jeffery et al., 2010):

«ένα «σύννεφο» (cloud) είναι ένα ελαστικό περιβάλλον εκτέλεσης πόρων που αφορά πολλούς ενδιαφερομένους και που παρέχει μετρημένη υπηρεσία για τον καθορισμό ενός επιπέδου ποιότητας υπηρεσιών»

Σχήμα 2.1. Οι κύριες πτυχές που συγκροτούν ένα σύστημα νέφους (Cloud System)



ΠΗΓΗ: Jeffery et al., 2010

Με άλλα λόγια, τα σύννεφα, αποτελούν κυρίως πλατφόρμες που επιτρέπουν την εκτέλεση διαφόρων μορφών σε πολλούς πόρους. Μπορούμε να διακρίνουμε διαφορετικά είδη νεφών, τα οποία έχουν ως κοινό στοιχείο την ενίσχυση των πόρων και των υπηρεσιών με πρόσθετες δυνατότητες, οι οποίες σχετίζονται με την διαχειρισιμότητα, την ελαστικότητα και την ανεξαρτησία του συστήματος πλατφόρμας (Jeffery et al., 2010).

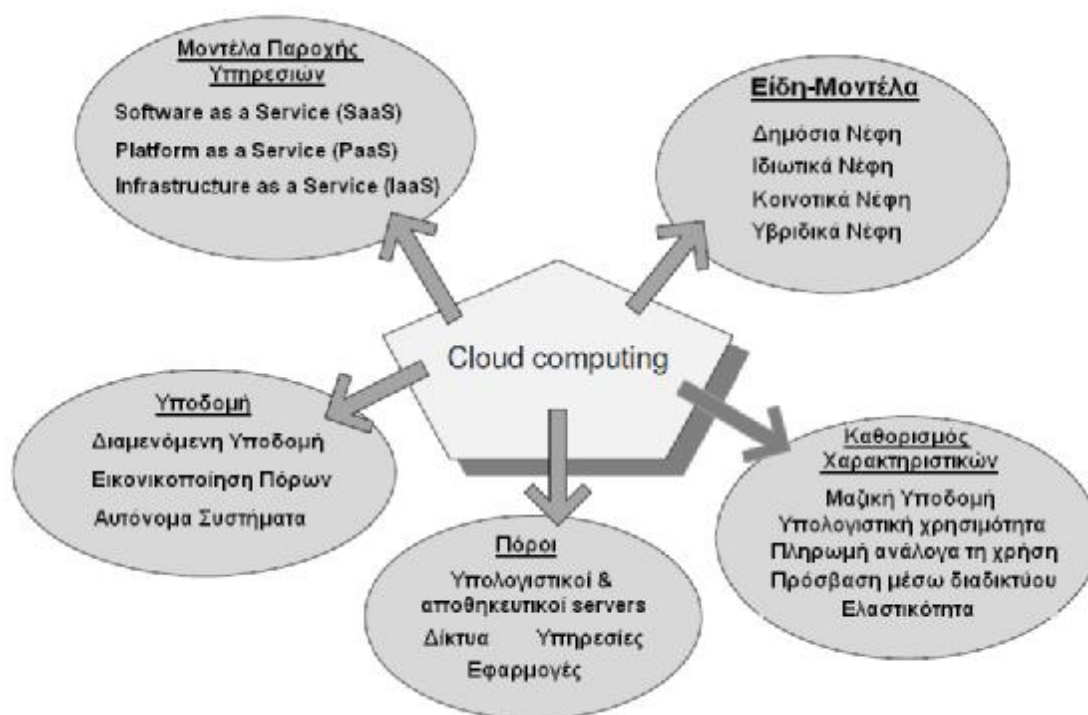
Αναλυτικότερα, ένα σύννεφο (cloud) είναι μια πλατφόρμα ή μια υποδομή που επιτρέπει την εκτέλεση κώδικα (υπηρεσιών, εφαρμογών κλπ.), με ένα διαχειριζόμενο και ελαστικό τρόπο, όπου «διαχειριζόμενο» σημαίνει αξιοπιστία σύμφωνα με προκαθορισμένες παραμέτρους ποιότητας, η οποία εξασφαλίζεται αυτομάτως και «ελαστικό» σημαίνει ότι οι πόροι που διατίθενται προς χρήση, σύμφωνα με τις πραγματικές σημερινές απαιτήσεις (Jeffery et al., 2010).

Τα μελλοντικά συστήματα cloud θα πρέπει, επίσης, να είναι σε θέση να διατηρούν ένα προκαθορισμένο επίπεδο ποιότητας, οριακών συνθηκών (συμπεριλαμβανομένων των επιδόσεων, της κατανάλωσης ενέργειας, κ.λπ.) και θα πρέπει να επιτρέπουν την ολοκλήρωση των πόρων τους εκτός των ορίων τους, με την ενσωμάτωση πολλαπλών ενδιαφερομένων μερών (Jeffery et al., 2010).

Τα πραγματικά στοιχεία των δυνατοτήτων διαφέρουν ανάλογα με το πως απασχολείται το σύννεφο: δεδομένου ότι τα σύννεφα αφορούν μια έννοια χρήσης,

παρά μια τεχνολογία, έχει εφαρμοστεί σε διαφορετικές περιοχές. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να γίνει διάκριση του είδους των δυνατοτήτων που παρέχονται από διαφορετικά συστήματα σύννεφων (Marinescu, 2012).

Σχήμα 2.2. Το Υπολογιστικό Νέφος (Cloud Computing)



ΠΗΓΗ: (Jeffery et al., 2010).

Τα μοντέλα παροχής υπηρεσιών, τα μοντέλα ανάπτυξης, ο καθορισμός χαρακτηριστικών, οι πόροι και η οργάνωση της υποδομής του Cloud computing συνοψίζονται στο Σχήμα 1. Υπάρχουν τρία μοντέλα παροχής υπηρεσιών cloud (Dikaiakos et al., 2009):

- § Το πρόγραμμα ως υπηρεσία (Software as a Service - SaaS),
- § Η πλατφόρμα ως υπηρεσία (Platform as a Service (PaaS) και
- § Η υποδομή ως υπηρεσία (Infrastructure as a Service - IaaS).

Τα χαρακτηριστικά της νέας φιλοσοφίας για την παροχή υπηρεσιών πληροφορικής είναι:

- § Το cloud computing χρησιμοποιεί τεχνολογίες διαδικτύου για να προσφέρει ελαστικές υπηρεσίες. Ο όρος «ελαστικές» αναφέρεται στην ικανότητα δυναμικής απόκτησης υπολογιστικών πόρων και στην υποστήριξη ενός μεταβλητού φόρτου εργασίας. Ένας πάροχος υπηρεσιών cloud διατηρεί μια τεράστια υποδομή για την υποστήριξη ελαστικών υπηρεσιών.
- § Οι πόροι που χρησιμοποιούνται για τις υπηρεσίες αυτές μπορούν να μετρηθούν και οι χρήστες μπορούν να χρεωθούν μόνο για τους πόρους που χρησιμοποίησαν.
- § Η συντήρηση και η ασφάλεια διασφαλίζεται από τους παρόχους υπηρεσιών.
- § Η οικονομία κλίμακας επιτρέπει στους παρόχους υπηρεσιών να λειτουργούν πιο αποτελεσματικά λόγω της εξειδίκευσης και της συγκεντροποίησης.
- § Το cloud computing είναι οικονομικά αποδοτικό λόγω του ότι το χαμηλότερο κόστος για τον παροχέα υπηρεσιών μετακυλύετε στους χρήστες του σύννεφου (cloud).
- § Τα δεδομένα εφαρμογής είναι αποθηκευμένα στην πλησιέστερη περιοχή. Ενδεχομένως, αυτή η στρατηγική αποθήκευσης δεδομένων αυξάνει την αξιοπιστία και την ασφάλεια, ενώ ταυτόχρονα, μειώνει το κόστος της επικοινωνίας.

Το cloud computing είναι μια τεχνική, κοινωνική πραγματικότητα και μια αναδυόμενη τεχνολογία. Οι οικονομικές, κοινωνικές, ηθικές και νομικές επιπτώσεις αυτής της αλλαγής στην τεχνολογία, όπου οι χρήστες βασίζονται σε υπηρεσίες που παρέχονται από μεγάλα κέντρα δεδομένων και αποθηκεύουν τα προσωπικά τους δεδομένα και λογισμικό σε συστήματα που δεν ελέγχουν, είναι ιδιαίτερα σημαντικές (Marinescu, 2012).

Οι επιστημονικές και μηχανικές εφαρμογές, η εξόρυξη δεδομένων, η υπολογιστική χρηματοδότηση, τα παιχνίδια και η κοινωνική δικτύωση, καθώς και πολλές άλλες υπολογιστικές δραστηριότητες υψηλής έντασης δεδομένων, μπορούν να επωφεληθούν από το cloud computing (Marinescu, 2012).

Στις αρχές του 2011, η εταιρεία Apple ανακοίνωσε το iCloud, μια εναλλακτική εφαρμογή δικτυακού περιεχομένου, όπως μουσική, βίντεο, ταινίες και προσωπικές πληροφορίες. Το περιεχόμενο αυτό, προηγουμένως, περιοριζόταν σε προσωπικές συσκευές, όπως σταθμούς εργασίας, φορητούς υπολογιστές, ταμπλέτες ή έξυπνα τηλέφωνα. Το προφανές πλεονέκτημα αυτής της εφαρμογής είναι η προσβασιμότητα των πληροφοριών από οποιοδήποτε χώρο όπου θα μπορούσε κανείς να συνδεθεί στο διαδίκτυο. Σαφώς, οι πληροφορίες που είναι αποθηκευμένες σε ένα σύννεφο

(cloud) μπορούν να μοιραστεί εύκολα, αλλά η προσέγγιση αυτή δημιουργεί, επίσης, σοβαρές ανησυχίες, όπως (Dikaiakos et al., 2009):

- § Είναι η πληροφορία ασφαλής;
- § Είναι τα δεδομένα προσβάσιμα όταν το χρειαζόμαστε;
- § Τα δεδομένα μας ανήκουν;

Στα επόμενα χρόνια, το επίκεντρο του cloud computing αναμένεται να μετατοπιστεί από την κατασκευή των υποδομών στην εφαρμογή του τομέα (domain). Αυτή η μετατόπιση του κέντρου βάρους αντικατοπτρίζεται από τη στρατηγική της εταιρείας Google να δημιουργήσει ένα αποκλειστικό σύννεφο για κυβερνητικές οργανώσεις των Η.Π.Α. Η εταιρεία αναφέρει ότι: «Αναγνωρίζουμε ότι οι κρατικές υπηρεσίες έχουν ιδιαίτερο θεσμικό πλαίσιο και απαιτήσεις συμμόρφωσης για τα συστήματα πληροφορικής και το cloud computing δεν αποτελεί εξαίρεση. Έτσι, έχουμε επενδύσει πολύ χρόνο στην κατανόηση των αναγκών της κυβέρνησης και πως αυτές μπορούν να συνδέονται με το cloud computing» (Marinescu, 2012).

Μετά από δεκαετίες έρευνας στα παράλληλα και κατακεκομμένα συστήματα πληροφορικής, άνοιξε ο δρόμος για το cloud computing. Για το λόγο αυτό θα πραγματοποιηθεί μια γενική επισκόπηση των παράλληλων και κατακεκομμένων συστημάτων πληροφορικής (Dikaiakos et al., 2009).

2.2. Cloud Computing - Μια Παλιά Ιδέα

Με τα τεχνολογικά στοιχεία να βρίσκονται στη θέση τους, αποτελούσε μόνο θέμα χρόνου μέχρις ότου τα οικονομικά πλεονεκτήματα του cloud computing να γίνουν εμφανή. Λόγω της οικονομίας κλίμακας, τα μεγάλα κέντρα δεδομένων, με περισσότερα από 50.000 συστήματα, είναι πιο οικονομικά να λειτουργούν από μεσαίου μεγέθους κέντρα με περίπου 1.000 συστήματα. Τα μεγάλα κέντρα δεδομένων, τα οποία είναι εξοπλισμένα με υπολογιστές βασικών προϊόντων, εμφανίζουν 5 έως 7 φορές μείωση της κατανάλωσης πόρων, συμπεριλαμβανομένης της ενέργειας, σε σύγκριση με τα κέντρα μεσαίου μεγέθους [25]. Στα κέντρα μεσαίου μεγέθους, τα έξοδα δικτύωσης, σε δολάρια ανά Mbit/δευτερόλεπτο/μήνα, είναι 7.1 φορές μεγαλύτερα και οι δαπάνες αποθήκευσης, σε δολάρια ανά Gbyte/μήνα 5.7 φορές μεγαλύτερες (Marinescu, 2012).

Τα κέντρα δεδομένων αποτελούν ιδιαίτερα μεγάλους καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς πρέπει να κρατούν τους διακομιστές και τη δικτύωση των υποδομών σε συνεχή λειτουργία και με τη σωστή ψύξη. Για παράδειγμα, στις ΗΠΑ υπάρχουν 6.000 κέντρα δεδομένων. Το έτος 2006, τα κέντρα αυτά κατανάλωσαν 61 δισεκατομμύρια KWh, δηλαδή, 1,5% του συνόλου της ηλεκτρικής ενέργειας των Η.Π.Α, με κόστος 4.5 δισεκατομμύρια δολάρια. Η δύναμη που απαιτείται από τα κέντρα δεδομένων είχε προβλεφθεί ότι θα διπλασιαστεί μέχρι το 2011. Στις Η.Π.Α. το κόστος της ενέργειας διαφέρει από πολιτεία σε πολιτεία, για παράδειγμα, το κόστος 1 KWh στο Idaho είναι 3.6 σεντ, στην Καλιφόρνια 10 σεντ και στη Χαβάη 18 σεντ. Κατά συνέπεια, τα κέντρα δεδομένων θα πρέπει να τοποθετούνται σε χώρους με χαμηλό ενεργειακό κόστος (Dikaiakos et al., 2009).

Ένα εύλογο ερώτημα που τίθεται είναι γιατί το cloud computing θα μπορούσε να είναι επιτυχές, όταν άλλα παραδείγματα έχουν αποτύχει. Οι λόγοι για τους οποίους το cloud computing θα μπορούσε να είναι επιτυχές μπορούν να ομαδοποιηθούν σε διάφορες γενικές κατηγορίες, όπως: τη τεχνολογική πρόοδο, ένα ρεαλιστικό μοντέλο συστήματος, τη διευκόλυνση του χρήστη και τα οικονομικά πλεονεκτήματα. Ένας συνοπτικός κατάλογος λόγων για την επιτυχία του cloud computing περιλαμβάνει (Marinescu, 2012):

- § Το cloud computing είναι σε καλύτερη θέση να εκμεταλλευτεί τις πρόσφατες εξελίξεις στον τομέα του λογισμικού, δικτύωσης, αποθήκευσης, καθώς και στις τεχνολογίες επεξεργαστών. Το cloud computing προωθείται από τις μεγάλες IT εταιρείες, όπου λαμβάνουν χώρα οι νέες τεχνολογικές εξελίξεις και οι εταιρείες αυτές έχουν έννομο συμφέρον για την προώθηση των νέων τεχνολογιών.
- § Ένα σύννεφο (cloud) αποτελείται από ένα ομοιογενές σύνολο υλικού και λογισμικού πόρων, σε ένα ενιαίο διοικητικό τομέα. Η ρύθμιση της ασφάλειας, η διαχείριση πόρων, η ανοχή σε σφάλματα και η ποιότητα των υπηρεσιών είναι λιγότερο δύσκολη από ότι σε ένα ετερογενές περιβάλλον με πόρους πολλαπλών διοικητικών περιοχών.
- § Το cloud computing επικεντρώθηκε στην πληροφορική των επιχειρήσεων. Η έγκριση του από τις βιομηχανικές οργανώσεις, τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα, τους οργανισμούς υγειονομικής περίθαλψης και ούτω καθεξής, έχει δυναμικά τεράστιο αντίκτυπο στην οικονομία.
- § Ένα σύννεφο (cloud) παρέχει την ψευδαίσθηση του άπειρου σε υπολογιστικούς πόρους.

§ Ένα σύννεφο (cloud) εξαλείφει την ανάγκη για εκ των προτέρων οικονομική δέσμευση και βασίζεται σε μια προσέγγιση pay-as-you-go (πλήρωσε όσο χρησιμοποίησες κατά την έξοδο). Αυτό έχει τη δυνατότητα να προσελκύσει νέες εφαρμογές και νέους χρήστες για υφιστάμενες εφαρμογές.

Παρά τις τεχνολογικές καινοτομίες που έχουν καταστήσει εφικτό το cloud computing, εξακολουθούν να υπάρχουν σημαντικά εμπόδια για τη νέα αυτή τεχνολογία. Τα εμπόδια αυτά παρέχουν την ευκαιρία για έρευνα. Μερικά από τα πιο προφανή εμπόδια είναι (Marinescu, 2012):

- § Η διαθεσιμότητα των υπηρεσιών
- § Η εμπιστευτικότητα των δεδομένων και οι δυνατότητες ελέγχου
- § Η συμφόρηση στη μεταφορά δεδομένων
- § Η απρόβλεπτη απόδοση και
- § Η ελαστικότητα.

Αυτή τη στιγμή, υπάρχουν και άλλα χρονίζοντα προβλήματα χωρίς σαφείς λύσεις, συμπεριλαμβανομένου των αδειών λογισμικού και των σφαλμάτων των συστημάτων (Marinescu, 2012).

3. ΤΥΠΟΙ & ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΑΡΟΧΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ CLOUD COMPUTING

3.1. Τύποι Cloud

Ο όρος cloud computing καλύπτει τις υποδομές διαφόρων μεγεθών, με διαφορετικές διαχειρίσεις και διαφορετικό πληθυσμό χρηστών (Marinescu, 2012). Τα σύννεφα μπορούν να φιλοξενηθούν και να χρησιμοποιηθούν με διάφορους τρόπους, ανάλογα με τη περίπτωση του επιχειρηματικού μοντέλου του παρόχου. Μέχρι στιγμής, έχει υπάρξει μια τάση των νεφών να εξελίσσονται από ιδιωτικές, εσωτερικές λύσεις (private clouds) σε διαχείριση των τοπικών υποδομών. Μπορούμε συνεπώς να γίνει διάκριση μεταξύ των ακόλουθων τύπων ανάπτυξης (Jeffery et al., 2010): Για τον λόγο αυτό υπάρχουν διάφοροι τύποι cloud, όπως (Dikaiakos et al., 2009):

- § *Private Cloud (Ιδιωτικά)* - η υποδομή λειτουργεί μόνο για έναν οργανισμό και μπορεί να διαχειρίζεται από την οργάνωση ή από τρίτους. Οι λειτουργίες δεν είναι άμεσα εκτιθέμενες στον πελάτη, αν και σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορούν να προσφερθούν υπηρεσίες με ενισχυμένα χαρακτηριστικά νέφους. Από την άποψη του πελάτη είναι παρόμοιο με το SaaS. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το eBay.
- § *Community Cloud (Κοινοτικά)* - η υποδομή μοιράζεται σε πολλούς οργανισμούς και υποστηρίζει μια συγκεκριμένη κοινότητα, η οποία έχει κοινές ανησυχίες και μπορεί να διαχειρίζεται από τις οργανώσεις ή από τρίτους. Συνήθως, τα συστήματα νεφών περιορίζονται στην τοπική υποδομή, δηλαδή οι πάροχοι των δημόσιων νεφών προσφέρουν τη δική τους υποδομή για τους πελάτες τους. Αν ο πάροχος θα μπορούσε πραγματικά να μεταπωλήσει το δίκτυο άλλου παρόχου, τα νέφη δεν αθροίζουν τις υποδομές για δημιουργία μεγαλύτερης υποδομής. Μπορεί να γίνει διάκριση μεταξύ ιδιωτικών, δημόσιων και νεφών κοινότητας. Για παράδειγμα, οι μικρότεροι οργανισμοί μπορούν να ενωθούν μόνο για να συγκεντρώσουν τους πόρους τους για την οικοδόμηση μιας ιδιωτικής κοινότητας νέφους. Σε αντίθεση με αυτό, οι μεταπωλητές, όπως η Zimory, μπορούν να μεταπωλήσουν πόρους από διαφορετικούς παρόχους. Τα νέφη κοινότητας αποτελούν ακόμα ένα όραμα, αν και υπάρχουν ήδη δείκτες για την ανάπτυξη τους (Jeffery et al., 2010).

- § *Public Cloud (Δημόσια)* - η υποδομή διατίθεται στο ευρύ κοινό ή σε ένα μεγάλο βιομηχανικό όμιλο και ανήκει σε έναν οργανισμό που πωλεί υπηρεσίες cloud. Οι επιχειρήσεις μπορούν να χρησιμοποιήσουν από άλλους τη λειτουργικότητα του νέφους, προσφέροντας, αντίστοιχα, δικές τους υπηρεσίες σε χρήστες εκτός εταιρείας. Παρέχουν στο χρήστη την πραγματική ικανότητά τους να αξιοποιήσουν τα χαρακτηριστικά του νέφους για δικούς τους σκοπούς και επιτρέπουν κι άλλες επιχειρήσεις να αναθέσουν σε τρίτους τις υπηρεσίες τους, μειώνοντας έτσι το κόστος και την προσπάθεια για τη δημιουργία της δικής τους υποδομής. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, το πεδίο εφαρμογής των λειτουργιών μπορεί να διαφέρει. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν τα: Amazon, Google Apps, Windows Azure.
- § *Hybrid Cloud (Υβριδικά)* - η υποδομή αποτελεί μια σύνθεση δύο ή περισσότερων σύννεφων (ιδιωτικών, κοινότητας ή δημόσιων) που παραμένουν μοναδικές οντότητες, αλλά συνδέονται μεταξύ τους με τυποποιημένη ή αποκλειστική τεχνολογία, η οποία ενεργοποιεί τα δεδομένα και τη φορητότητα της εφαρμογής (Marinescu, 2012). Αν και τα δημόσια νέφη επιτρέπουν στις επιχειρήσεις να αναθέσουν σε τρίτους τμήματα της υποδομής τους, την ίδια στιγμή χάνουν τον έλεγχο των πόρων, τη διανομή και τη διαχείριση των δεδομένων. Σε ορισμένες περιπτώσεις, αυτό δεν είναι επιθυμητό από την εκάστοτε επιχείρηση. Τα υβριδικά νέφη αποτελούν μια μίξη ιδιωτικής και δημόσιας υποδομής νέφους, με αποτέλεσμα να μπορεί να επιτευχθεί το μέγιστο της μείωσης του κόστους μέσω της εξωτερικής ανάθεσης, διατηρώντας ταυτόχρονα τον επιθυμητό βαθμό ελέγχου (Jeffery et al., 2010).
- § *Special Purpose Clouds (Νέφη Ειδικών Σκοπών)*
Ειδικότερα τα νέφη IaaS, τα οποία προέρχονται από κέντρα δεδομένων που έχουν έναν γενικό σκοπό, καθώς σύμφωνα με τις δυνατότητές τους, μπορούν να χρησιμοποιηθούν εξίσου σε ευρύ πεδίο εφαρμογής περιπτώσεων και τύπων πελατών. Σε αντιδιαστολή με αυτό, τα νέφη PaaS τείνουν να παρέχουν περισσότερες λειτουργίες εξειδικευμένες σε συγκεκριμένες περιπτώσεις χρήσης. Προβλέπονται εξειδικευμένες λειτουργίες, όπως για παράδειγμα από την Google App Engine, η οποία προβλέπει ειδικές δυνατότητες στην καταμεμημένη διαχείριση εγγράφων. Λόγω του ανταγωνισμού και της ζήτησης των πελατών αναμένεται ότι τα μελλοντικά συστήματα θα προσφέρουν ακόμα πιο εξειδικευμένες δυνατότητες για την προσέλκυση επιμέρους τομέων χρήσης. Τα νέφη ειδικών σκοπών αποτελούν επεκτάσεις των «κανονικών»

συστημάτων νέφους, για την παροχή πρόσθετων και ειδικών ικανοτήτων. Η βάση αυτής της ανάπτυξης είναι ήδη ορατή (Jeffery et al., 2010).

3.2. Μοντέλα Παροχής Υπηρεσιών Cloud Computing

Οι πάροχοι cloud επικεντρώνονται, συνήθως, σε ένα είδος προβλέψεων λειτουργικότητας του σύννεφου: υποδομή, πλατφόρμα ή λογισμικό / εφαρμογή. Βέβαια, δεν υπάρχει κανένας περιορισμός προσφοράς πολλαπλών τύπων την ίδια στιγμή. Λόγω αυτής της συνδυαστική ικανότητας, οι τύποι αυτοί αναφέρεται συχνά ως «συστατικά μέρη».

Η λογοτεχνία και οι δημοσιεύσεις συνήθως διαφέρουν με τις εφαρμοζόμενες ορολογίες. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι ορισμένες περιοχές εφαρμογής αλληλεπικαλύπτονται και είναι επομένως δύσκολο να διακριθούν. Για παράδειγμα, οι πλατφόρμες πρέπει τυπικά να παρέχουν πρόσβαση σε πόρους έμμεσα και συνεπώς, μερικές φορές συγχέονται με τις υποδομές (Jeffery et al., 2010).

Τα μοντέλα παροχής υπηρεσιών ποικίλουν, προσφέροντας διαφορετικές δυνατότητες. Συνοπτικά, αυτά που ισχύουν την δεδομένη στιγμή, είναι τα ακόλουθα (Marinescu, 2012):

§ Cloud Software as a Service (SaaS)

Μερικές φορές αναφέρεται ως *Υπηρεσία* ή *Σύννεφα Εφαρμογών*. Προσφέρουν εφαρμογές συγκεκριμένων επιχειρηματικών λειτουργιών και διαδικασιών επιχειρήσεων, οι οποίες παρέχονται με συγκεκριμένες δυνατότητες. Παρέχουν δηλαδή εφαρμογές ή υπηρεσίες χρησιμοποιώντας ένα σύννεφο υποδομής ή μια πλατφόρμα. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν: Google Docs, Salesforce CRM, SAP Business by Design (Jeffery et al., 2010).

Η δυνατότητα που παρέχεται στον χρήστη είναι να χρησιμοποιεί τις εφαρμογές του παρόχου που τρέχουν σε μια cloud υποδομή. Οι εφαρμογές είναι προσβάσιμες από διάφορες client συσκευές, όπως ένα πρόγραμμα περιήγησης στο διαδίκτυο. Ο χρήστης δεν έχει τη διαχείριση ή τον έλεγχο της χρησιμοποιούμενης cloud υποδομής συμπεριλαμβανομένων των δικτύων, των διακομιστών, των λειτουργικών συστημάτων, των αποθηκευτικών μονάδων, ή ακόμα και μεμονωμένων δυνατοτήτων της εφαρμογής, με την πιθανή εξαίρεση κάποιων περιορισμένων ρυθμίσεων παραμετροποίησης των εφαρμογών. Οι υπηρεσίες που προσφέρονται περιλαμβάνουν: (α) υπηρεσίες

για επιχειρήσεις, όπως διαχείριση της ροής εργασίας, συνεργασία, επικοινωνίες, ψηφιακή υπογραφή, διαχείριση πελατειακών σχέσεων (CRM), οικονομική διαχείριση και αναζήτηση και (β) Web 2.0 εφαρμογές, όπως διαχείριση των μεταδεδομένων, κοινωνική δικτύωση και blogs (Marinescu, 2012).

Το SaaS δεν είναι κατάλληλο για εφαρμογές που απαιτούν πραγματικό χρόνο απόκρισης ή όπου τα δεδομένα δεν επιτρέπεται να φιλοξενοούνται εξωτερικά. Οι πλέον πιθανοί υποψήφιοι για SaaS είναι οι εφαρμογές όπου (Marinescu, 2012):

- ü Πολλοί ανταγωνιστές χρησιμοποιούν το ίδιο προϊόν, όπως το ηλεκτρονική αλληλογραφία (email)
- ü Κατά διαστήματα, εμφανίζεται ιδιαίτερα μεγάλη σημαντική ζήτηση, όπως η τιμολόγηση και η μισθοδοσία
- ü Υπάρχει ανάγκη για διαδίκτυο ή κινητή πρόσβαση, όπως τα κινητά λογισμικά διαχείρισης των πωλήσεων και
- ü Υπάρχει μόνο μια βραχυπρόθεσμη ανάγκη, όπως το λογισμικό συνεργασίας για ένα έργο.

§ Cloud Platform as a Service (PaaS)

Παρέχει υπολογιστικούς πόρους μέσω μιας πλατφόρμας, πάνω στην οποία μπορούν να αναπτυχθούν και φιλοξενηθούν εφαρμογές και υπηρεσίες. Το PaaS, συνήθως, κάνει χρήση ειδικών APIs που ελέγχουν τη συμπεριφορά ενός διακομιστή ο οποίος εκτελεί και αναπαράγει την εκτέλεση σύμφωνα με τα αιτήματα των χρηστών (για παράδειγμα: ταχύτητα πρόσβασης). Όπως κάθε πάροχος εκθέτει το δικό του API, σύμφωνα με τις αντίστοιχα σημαντικές δυνατότητες, οι εφαρμογές που έχουν αναπτυχθεί για ένα συγκεκριμένο πάροχο σύννεφου, δεν μπορεί να μετακινηθεί σε άλλη υπηρεσία σύννεφου. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν: Force.com, Google App Engine, Windows Azure (Platform) (Jeffery et al., 2010).

Η δυνατότητα που παρέχεται στον χρήστη είναι να αναπτύσσει πάνω στην cloud υποδομή εφαρμογές που έχει δημιουργήσει ή εφαρμογές που έχει αποκτήσει, οι οποίες έχουν δημιουργηθεί με χρήση γλωσσών προγραμματισμού και εργαλείων που υποστηρίζονται από τον πάροχο. Ο χρήστης δεν διαχειρίζεται ούτε ελέγχει τη σχετική cloud υποδομή που συμπεριλαμβάνει τα δίκτυα, τους διακομιστές, τα λειτουργικά συστήματα ή τα αποθηκευτικά μέσα, αλλά έχει τον έλεγχο των εφαρμογών που έχουν αναπτυχθεί, και ενδεχομένως, των παραμετροποιήσεων του περιβάλλοντος φιλοξενίας των εφαρμογών. Τέτοιες υπηρεσίες περιλαμβάνουν: διαχείριση

συνεδριών, ολοκλήρωση συσκευών, δοκιμές, διαχείριση περιεχομένου, διαχείριση γνώσης, κλπ (Marinescu, 2012).

Το PaaS δεν είναι ιδιαίτερος χρήσιμο στην περίπτωση φορητότητας, όταν χρησιμοποιούνται γλώσσες προγραμματισμού ή όταν πρέπει να είναι προσαρμοστέο το υλικό και το λογισμικό για να βελτιωθεί η απόδοση της εφαρμογής. Σημαντικοί τομείς εφαρμογής του είναι η ανάπτυξη λογισμικού, όταν συνεργάζονται πολλοί προγραμματιστές και χρήστες και η ανάπτυξη και ο έλεγχος των υπηρεσιών αυτοματοποιείται (Marinescu, 2012).

§ Cloud Infrastructure as a Service (IaaS)

Η δυνατότητα που παρέχεται στον χρήστη είναι να μπορεί να δεσμεύσει προς χρήση επεξεργαστική ισχύ, αποθηκευτικά μέσα, δίκτυα, και άλλους θεμελιώδεις υπολογιστικούς πόρους, όπου ο χρήστης είναι σε θέση να αναπτύξει και να εκτελέσει αυθαίρετο λογισμικό, το οποίο μπορεί να περιλαμβάνει λειτουργικά συστήματα και εφαρμογές. Ο χρήστης δεν έχει τη διαχείριση ή τον έλεγχο της χρησιμοποιούμενης cloud υποδομής, αλλά έχει τον έλεγχο των λειτουργικών συστημάτων, των αποθηκευτικών μέσων, των εφαρμογών που έχουν αναπτυχθεί και πιθανόν κάποιον περιορισμένο έλεγχο επιλεγμένου εξοπλισμού δικτύωσης. Οι υπηρεσίες που προσφέρονται περιλαμβάνουν: φιλοξενία διακομιστή, αποθήκευση, λειτουργικά συστήματα, εικονικές περιπτώσεις, πρόσβαση στο διαδίκτυο και παροχή εύρους ζώνης (Marinescu, 2012).

Το μοντέλο παροχής υπηρεσιών του cloud computing IaaS έχει μια σειρά από χαρακτηριστικά, όπως: κατανομή των πόρων και υποστήριξη δυναμικής κλιμάκωσης, που βασίζεται σε ένα μοντέλο τιμολόγησης της χρησιμότητας και του μεταβλητού κόστους. Το IaaS είναι ιδιαίτερος χρήσιμο όταν η ζήτηση είναι ασταθής και μια νέα επιχείρηση χρειάζεται υπολογιστικούς πόρους, ενώ και δεν απαιτείται η επένδυση σε μια υποδομή πληροφορικής (Marinescu, 2012).

Παρέχει διαχειρίσιμους και επεκτάσιμους πόρους και υπηρεσίες για τον χρήστη. Ουσιαστικά, παρέχει βελτιωμένες δυνατότητες εικονικοποίησης (virtualisation). Ως εκ τούτου, μπορούν να παρέχονται διαφορετικές πηγές μέσω μιας διεπαφής υπηρεσίας, όπως για παράδειγμα (Jeffery et al., 2010):

- ü Τα σύννεφα δεδομένων και αποθήκευσης ασχολούνται με την αξιόπιστη πρόσβαση στα δεδομένα των δυναμικά δυναμικών μεγεθών, όπως: Amazon S3, SQL Azure.

Τα υπολογιστικά σύννεφα παρέχουν πρόσβαση σε υπολογιστικούς πόρους, δηλαδή CPUs. Μέχρι στιγμής, τέτοια χαμηλά επίπεδα πόρων δεν

μπορούν πραγματικά να αξιοποιηθούν από μόνοι τους. Ως εκ τούτου, οι πάροχοι των υπολογιστικών σύννεφων συνήθως προσφέρουν τη δυνατότητα για την παροχή υπολογιστικών πόρων, τυπικά εικονικών. Το IaaS (Infrastructure as a Service) προσφέρει επιπλέον δυνατότητες για απλή υπολογιστική υπηρεσία. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν: Amazon EC2, Zimory, Elastichosts.

Συνολικά, το Cloud Computing δεν περιορίζεται μόνο στις υποδομές, στις πλατφόρμες και στα λογισμικά ως συστήματα υπηρεσιών, παρόλο που παρέχει ενισχυμένες δυνατότητες, οι οποίες δρουν καταλυτικά σε αυτά τα συστήματα. Ως εκ τούτου, οι υποδομές, οι πλατφόρμες και τα λογισμικά μπορούν να θεωρηθούν πρότυπα χρήσης ατομικού χαρακτήρα για τα συστήματα σύννεφου. Τα συστήματα σύννεφου (cloud) αποτελούν έναν υποσχόμενο τρόπο εφαρμογής και περαιτέρω επέκτασης αυτών των προτύπων (Jeffery et al., 2010).

4. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΝΕΦΟΥΣ

4.1. Ουσιώδη χαρακτηριστικά του Cloud Computing

Όπως αναφέρθηκε, υπάρχουν 5 ουσιώδη χαρακτηριστικά του Cloud Computing, τα οποία εξηγούν τη σχέση και τη διαφορά που υφίσταται συγκριτικά με τις παραδοσιακές υπολογιστικές μεθόδους.

1. Αυτό-εξυπηρέτηση κατά απαίτηση (on-demand-self-service)
Οι καταναλωτές μπορούν να εφοδιάζονται ή να απορρίπτουν την παροχή υπηρεσιών, χωρίς ανθρώπινη διαμεσολάβηση με τον πάροχο υπηρεσιών.
2. Ευρεία πρόσβαση στο δίκτυο
Παρέχεται ικανότητα κάλυψης δικτύου και πρόσβαση μέσω τυποποιημένων μηχανισμών.
3. Διάθεση πόρων (resource pooling)
Οι πόροι του παρόχου που χρησιμοποιούνται για υπολογιστικές διαδικασίες διατίθενται για να εξυπηρετούν πολλαπλούς χρήστες. Οι πόροι χρησιμοποιούν ένα μοντέλο «πολύ-ενοικιαστή» και συνδυάζοντας δυναμικά φυσικούς και εικονικούς πόρους ανταποκρίνονται στην εκάστοτε καταναλωτική ζήτηση.
4. Ταχεία ελαστικότητα
Οι υπηρεσίες μπορούν να παρέχονται γρήγορα και ελαστικά.
5. Μετρούμενη υπηρεσία
Τα συστήματα Cloud Computing οργανώνουν και βελτιστοποιούν αυτόματα τη διάθεση των πόρων παρέχοντας δυνατότητα μέτρησης των χρησιμοποιούμενων υπηρεσιών ανάλογα το είδος (λ.χ. αποθήκευσης, επεξεργασίας, εύρους σύνδεσης ή διαθέσιμων λογαριασμών χρηστών) (Cloud Computing Alliance, 2009).

4.2. Δυνατότητες Νέφους

Καθώς τα νέφη δεν αναφέρονται σε μια συγκεκριμένη τεχνολογία, αλλά σε ένα γενικό μοντέλο πρόβλεψης με ενισχυμένες δυνατότητες, είναι υποχρεωτικό να εξετάσουμε τα θέματα αυτά. Επί του παρόντος υπάρχει μια ισχυρή τάση τα νέφη θεωρούνται ως κάτι το παλιό απλά με νέο όνομα. Αυτό οφείλεται στη σύγχυση μεταξύ των εννοιών των νεφών και των έντονα σχετιζόμενων P/I/SaaS.

Στο σημείο αυτό καθορίζονται οι συγκεκριμένες δυνατότητες που συνδέονται με τα νέφη, τα οποία θεωρούνται ουσιώδη και σχετικά. Οι δυνατότητες μπορούν να διακριθούν σε μη λειτουργικές, οικονομικές και τεχνολογικές (Jeffery et al., 2010).

4.2.1. Μη Λειτουργικές Δυνατότητες

Οι μη λειτουργικές πτυχές εκπροσωπούν τις ποιότητες ή ιδιότητες ενός συστήματος και όχι συγκεκριμένες τεχνολογικές απαιτήσεις. Εμμέσως, μπορούν να πραγματοποιηθούν και να ερμηνευθούν με πολλούς και διαφορετικούς τρόπους, το οποίο οδηγεί σε ισχυρή συμβατότητα και σε θέματα διαλειτουργικότητας μεταξύ των μεμονωμένων φορέων, δεδομένου ότι ακολουθούν τις δικές τους προσεγγίσεις για να μπορέσουν να συνειδητοποιήσουν τις αντίστοιχες απαιτήσεις τους. Οι πιο σημαντικές μη λειτουργικές δυνατότητες είναι οι εξής (Jeffery et al., 2010):

Ελαστικότητα

Η ελαστικότητα αποτελεί ένα βασικό χαρακτηριστικό του πυρήνα των συστημάτων νέφους και οριοθετεί την ικανότητα της υποκείμενης υποδομής για την προσαρμογή στην αλλαγή, των δυναμικά μη λειτουργικών απαιτήσεων. Για παράδειγμα, το μέγεθος των δεδομένων που υποστηρίζεται από μια εφαρμογή, ο αριθμός των ταυτόχρονων χρηστών, κλπ. Μπορεί να γίνει διάκριση μεταξύ οριζόντιας και κάθετης επεκτασιμότητας, όπου η οριζόντια επεκτασιμότητα αναφέρεται στο μέγεθος των περιπτώσεων προς ικανοποίηση και η κατακόρυφη επεκτασιμότητα στο μέγεθος των περιπτώσεων όπου απαιτούνται πόροι για διατήρηση του μεγέθους. Η ελαστικότητα πηγαίνει ένα βήμα παραπέρα, χωρίς να επιτρέπει τη δυναμική ενσωμάτωση και την εξόρυξη των φυσικών πόρων (Jeffery et al., 2010).

Αξιοπιστία

Η αξιοπιστία είναι ουσιώδης για όλα τα συστήματα νέφους και θεωρείται ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά για την εκμετάλλευση των δυνατοτήτων του νέφους. Η αξιοπιστία σημαίνει η ικανότητα να διασφαλιστεί η συνεχής λειτουργία του συστήματος χωρίς καμία διακοπή, δηλαδή χωρίς καμία απώλεια δεδομένων. Η

αξιοπιστία, συνήθως, επιτυγχάνεται μέσω της περιττής χρήσης πόρων. Συγκεκριμένα, υπάρχει μία ισχυρή σχέση μεταξύ της διαθεσιμότητας και της αξιοπιστίας. Ωστόσο, η αξιοπιστία εστιάζεται κυρίως στην πρόληψη της απώλειας των δεδομένων ή την πρόοδο της εκτέλεσης (Jeffery et al., 2010).

Ποιότητα υπηρεσιών

Η υποστήριξη της ποιότητας των υπηρεσιών αποτελεί μια σημαντική ικανότητα, η οποία είναι απαραίτητη σε πολλές περιπτώσεις, όπου οι εξωτερικές υπηρεσίες και πόροι θα πρέπει να πληρούν ειδικές απαιτήσεις. Στην περίπτωση της επιχείρησης, πρέπει να εξασφαλίζονται, τουλάχιστον, οι βασικές μετρήσεις, όπως ο χρόνος απόκρισης, έτσι ώστε να εξασφαλιστεί ότι πληρούνται οι εγγυήσεις ποιότητας του χρήστη του νέφους (Jeffery et al., 2010).

Ευελιξία και προσαρμοστικότητα

Η ευελιξία και η προσαρμοστικότητα αποτελούν ουσιώδη χαρακτηριστικά των συστημάτων νέφους, τα οποία σχετίζονται έντονα με τις δυνατότητες ελαστικότητας. Περιλαμβάνει άμεσο χρόνο αντίδρασης σε αλλαγές στη ποσότητα των αιτήσεων και στο μέγεθος των πόρων, αλλά και σε αλλαγές στην προσαρμογή στις περιβαλλοντικές συνθήκες, οι οποίες για παράδειγμα, απαιτούν διαφορετικούς τύπους πόρων και διαφορετικής ποιότητας (Jeffery et al., 2010).

Διαθεσιμότητα

Η διαθεσιμότητα των υπηρεσιών και των δεδομένων αποτελεί ουσιαστική ικανότητα των συστημάτων νέφους και στην πραγματικότητα αποτελεί μια από τις βασικές πτυχές αρχικής δημιουργίας των νεφών. Με την αύξηση της ταυτόχρονης πρόσβασης, η διαθεσιμότητα επιτυγχάνεται μέσω της αντιγραφής των δεδομένων και της διανομής τους σε διαφορετικούς πόρους, ώστε να εξισορροπηθεί το φορτίο. Αυτό μπορεί να θεωρηθεί και ως η αρχική ουσία κλιμάκωσης των συστημάτων νέφους (Jeffery et al., 2010).

4.2.2. Οικονομικές Δυνατότητες

τα οφέλη του να είναι εμπορικά βιώσιμη. Αυτό μπορεί να συνεπάγεται άμεσα (για παράδειγμα, περισσότεροι πελάτες) και έμμεσα (για παράδειγμα, οφέλη Οι

οικονομικές δυνατότητες αποτελούν βασικούς λόγους για την εισαγωγή συστημάτων νέφους σε ένα περιβάλλον επιχείρησης, ιδιαίτερα στην αρχική φάση. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον εντοπίζεται στη μείωση του κόστους και στη προσπάθεια εξωτερικής ανάθεσης και αυτοματοποίησης μέσω της διαχείρισης των βασικών πόρων. Όσον αφορά την φιλοξενία των ιδιωτικών νεφών, το κέρδος μέσω της μείωσης του κόστους πρέπει να είναι προσεκτικά ισορροπημένο σε σχέση με την αυξημένη προσπάθεια για την κατασκευή και λειτουργία ενός τέτοιου συστήματος. Τα συστήματα νέφους θα βοηθήσουν στην υλοποίηση των παρακάτω πτυχών:

Μείωση κόστους

Η μείωση του κόστους αποτελεί μία από τις πρώτες ανησυχίες για τη δημιουργία ενός συστήματος νέφους που να μπορεί να προσαρμόζεται στις μεταβαλλόμενες συμπεριφορές των καταναλωτών και στη μείωση του κόστους για τη συντήρηση των υποδομών. Η επεκτασιμότητα και η πληρωμή ανάλογα τη χρήση αποτελούν ουσιώδεις πτυχές αυτού του θέματος. Συγκεκριμένα, η δημιουργία ενός συστήματος νέφους, συνήθως, συνεπάγεται πρόσθετο κόστος (Jeffery et al., 2010).

Πληρωμή ανάλογα με τη χρήση

Η ικανότητα για τη δημιουργία κόστους σύμφωνα με την πραγματική κατανάλωση των πόρων αποτελεί ένα σχετικό χαρακτηριστικό των συστημάτων νέφους. Η πληρωμή ανάλογα με τη χρήση σχετίζεται έντονα με την ποιότητα της υποστήριξης των υπηρεσιών, όπου το σύστημα πρέπει να πληρεί ειδικές απαιτήσεις. Ένας από τους βασικούς οικονομικούς οδηγούς για το τρέχον επίπεδο του ενδιαφέροντος για το cloud computing αποτελεί διαρθρωτική αλλαγή στον τομέα αυτό (Jeffery et al., 2010).

Βελτιωμένος χρόνος στην αγορά

Είναι σημαντικό, ιδίως για τις μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις που θέλουν να πωλούν τις υπηρεσίες τους γρήγορα και εύκολα, με μικρές καθυστερήσεις που προκαλούνται από την απόκτηση και τη δημιουργία της υποδομής. Οι μεγαλύτερες επιχειρήσεις πρέπει να είναι σε θέση να δημοσιεύουν νέες δυνατότητες με μικρή επιβάρυνση για να παραμείνουν ανταγωνιστικές. Τα νέφη μπορούν να υποστηρίξουν αυτό με την παροχή υποδομών, πιθανώς σε ειδικές περιπτώσεις χρήσης, όπου αναλαμβάνονται βασικές ικανότητες για τη στήριξη εύκολων προβλέψεων και ως εκ τούτου, μειώνεται ο χρόνος διάθεσης στην αγορά (Jeffery et al., 2010).

Απόδοση της επένδυσης (ROI)

Η απόδοση της επένδυσης (ROI) είναι απαραίτητη για όλους τους επενδυτές και δεν μπορεί να είναι πάντα εγγυημένη. Ορισμένα συστήματα νέφους αποτυγχάνουν ακόμη και σήμερα σε αυτή την πτυχή. Η χρησιμοποίηση ενός συστήματος νέφους πρέπει να εξασφαλίζει ότι το κόστος και η προσπάθεια που έχουν ανατεθεί, αντισταθμίζονται από τις διαφημίσεις ROI (Jeffery et al., 2010).

Μετατροπή του CAPEX σε OPEX

Η μετατροπή των κεφαλαιουχικών δαπανών (CAPEX) σε λειτουργικές δαπάνες (OPEX) αποτελεί άμεσο επακόλουθο, καθώς το πραγματικό κόστος του οφέλους δεν είναι πάντα σαφές. Οι κεφαλαιουχικές δαπάνες (CAPEX) απαιτούν τη δημιουργία μιας τοπικής υποδομής. Όμως με την ανάθεση υπολογιστικών πόρων σε συστήματα νέφους, μια εταιρεία θα δαπανήσει πραγματικές λειτουργικές δαπάνες (OPEX) για την πρόβλεψη των δυνατοτήτων της, καθώς θα αποκτήσει και θα χρησιμοποιήσει τους πόρους ανάλογα με τις επιχειρησιακές της ανάγκες (Jeffery et al., 2010).

Πράσινη ανάπτυξη

Η πράσινη ανάπτυξη σχετίζεται όχι μόνο με τη μείωση του επιπλέον κόστους της κατανάλωσης της ενέργειας, αλλά και με τη μείωση του αποτυπώματος του άνθρακα. Τα νέφη επιτρέπουν, κυρίως, τη μείωση της κατανάλωσης των μη χρησιμοποιημένων πόρων (Jeffery et al., 2010).

4.2.3. Τεχνολογικές Δυνατότητες

Προφανώς, οι τεχνολογικές προκλήσεις αναδύουν σιωπηρά από τις μη λειτουργικές και οικονομικές πτυχές. Σε αντίθεση με αυτές τις πτυχές, οι τεχνολογικές προκλήσεις συνεπάγονται συνήθως μια συγκεκριμένη υλοποίηση, παρόλο που μπορεί να μην υπάρχει τυπική προσέγγιση. Εκτός από αυτές τις προκλήσεις, κανείς μπορεί να προσδιορίσει τις πρόσθετες τεχνολογικές πτυχές που πρέπει να αντιμετωπιστούν από το σύστημα νέφους. Οι κύριες τεχνολογικές προκλήσεις που μπορούν να είναι ταυτισμένες και που συνήθως συνδέονται με συστήματα νέφους είναι (Jeffery et al., 2010):

Εικονικοποίηση (Virtualisation)

Η εικονικοποίηση αποτελεί βασικό τεχνολογικό χαρακτηριστικό των νεφών που κρύβει την τεχνολογική πολυπλοκότητα από το χρήστη και επιτρέπει αυξημένη ευελιξία (μέσω του συνυπολογισμού, της δρομολόγησης και της μετάφραση). Πιο συγκεκριμένα, η εικονικοποίηση υποστηρίζει τις ακόλουθες λειτουργίες:

- § Ευκολία στη χρήση: μέσω της απόκρυψης της πολυπλοκότητας της εικονικοποίησης της υποδομής (συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης, διαμόρφωσης κλπ.), ώστε να είναι εύκολο για το χρήστη στην ανάπτυξη νέων εφαρμογών, καθώς και στη μείωση της επιβάρυνσης για τον έλεγχο του συστήματος.
- § Ανεξαρτησία υποδομής: η εικονικοποίηση επιτρέπει μεγαλύτερη διαλειτουργικότητα, καθιστώντας ανεξάρτητη τη πλατφόρμα.
- § Ευελιξία και προσαρμοστικότητα: εκθέτοντας ένα εικονικό περιβάλλον εκτέλεσης, η υποκείμενη υποδομή μπορεί να γίνει πιο ευέλικτη, σύμφωνα με διαφορετικές συνθήκες και απαιτήσεις (εκχώρηση περισσότερων πόρων, κ.λπ.).
- § Ανεξαρτησία τοποθεσίας: οι υπηρεσίες μπορούν να προσεγγιστούν ανεξάρτητα από τη φυσική θέση του χρήστη και του πόρου.

Πολλαπλή μίσθωση

Η πολλαπλή μίσθωση αποτελεί ένα πολύ ουσιαστικό ζήτημα στα συστήματα νέφους, όπου η θέση του κώδικα και των δεδομένων είναι, κατά κύριο λόγο, άγνωστη, αλλά και ο ίδιος πόρος μπορεί να ανατεθεί σε πολλαπλούς χρήστες. Αυτό επηρεάζει τους πόρους υποδομής, καθώς και τα δεδομένα, τις εφαρμογές και τις υπηρεσίες που φιλοξενούνται σε κοινόχρηστους πόρους, τα οποία όμως πρέπει να γίνουν διαθέσιμα σε πολλαπλές μεμονωμένες περιπτώσεις. Όλες οι πληροφορίες διατηρούνται σε χωριστές βάσεις δεδομένων ή πινάκων, αλλά σε πιο περίπλοκες περιπτώσεις, οι πληροφορίες μπορούν να μεταβάλλονται ταυτόχρονα. Η πολλαπλή μίσθωση συνεπάγεται πολλά πιθανά ζητήματα, που κυμαίνονται από την προστασία των δεδομένων μέχρι θέματα νομοθετικά (Jeffery et al., 2010).

Ασφάλεια, προστασία και συμμόρφωση

Η ασφάλεια, προστασία και συμμόρφωση είναι, προφανώς, απαραίτητη σε όλα τα συστήματα που ασχολούνται με δυνητικά ευαίσθητα δεδομένα και κώδικα (Jeffery et al., 2010).

Διαχείριση δεδομένων

Η διαχείριση δεδομένων αποτελεί μια σημαντική πτυχή ιδιαίτερα για τα νέφη αποθήκευσης, όπου τα δεδομένα διανέμονται ευέλικτα σε πολλούς πόρους. Έμμεσα, η συνοχή των δεδομένων πρέπει να διατηρηθεί σε μια ευρεία διανομή αντιγραμμένων πηγών δεδομένων. Την ίδια στιγμή, το σύστημα πρέπει πάντα να γνωρίζει τη θέση των δεδομένων, λαμβάνοντας τις πιθανές καθυστερήσεις.

Δεδομένου ότι το μέγεθος των δεδομένων μπορούν να αλλάξουν ανά πάσα στιγμή, η διαχείριση των δεδομένων απευθύνεται τόσο σε οριζόντιες όσο και σε κάθετες πτυχές κλιμάκωσης. Μια άλλη κρίσιμη πτυχή της διαχείρισης των δεδομένων είναι ότι παρέχονται και εγγυήσεις για τη συνοχή (Jeffery et al., 2010).

APIs και βελτιώσεις προγραμματισμού

Είναι απαραίτητες για την εκμετάλλευση των δυνατοτήτων του νέφους: τα κοινά προγραμματιστικά μοντέλα προβλέπουν ότι ο κύριος του έργου φροντίζει για την επεκτασιμότητα και τις αυτόνομες δυνατότητες του, ενώ ένα περιβάλλον νέφους παρέχει τα χαρακτηριστικά με τρόπο που να επιτρέπει το χρήστη να παραχωρήσει τη διαχείριση στο σύστημα (Jeffery et al., 2010).

Μέτρηση

Η μέτρηση οποιουδήποτε είδους κατανάλωσης πόρων και υπηρεσιών είναι απαραίτητη, προκειμένου να προσφερθούν ελαστικές τιμολογήσεις. Συνεπώς, αποτελεί μια βασική προϋπόθεση για την ελαστικότητα των νεφών (Jeffery et al., 2010).

Εργαλεία

Τα εργαλεία είναι γενικά αναγκαία για τη στήριξη της ανάπτυξης, τη προσαρμογή και τη χρήση των υπηρεσιών νέφους (Jeffery et al., 2010).

5. ΗΘΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ, ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ, ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ & ΝΕΕΣ ΕΥΚΑΙΡΙΕΣ ΤΟΥ CLOUD COMPUTING

5.1. Ηθικά Ζητήματα Cloud Computing

Το cloud computing βασίζεται σε μια παραδειγματική στροφή-αλλαγή, με πολύ σημαντικές επιπτώσεις στη δεοντολογία της πληροφορικής. Τα κύρια στοιχεία αυτής της αλλαγής είναι (Dikaiakos et al., 2009):

- i. ο έλεγχος δεν πραγματοποιείται από τρίτες υπηρεσίες
- ii. τα δεδομένα είναι αποθηκευμένα σε διάφορες ιστοσελίδες διαχειριζόμενες από διάφορες οργανώσεις και
- iii. σε όλο το δίκτυο διαλειτουργούν πολλαπλές υπηρεσίες.

Η μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση, η διαφθορά των δεδομένων, η αποτυχία των υποδομών και η μη διαθεσιμότητα των υπηρεσιών είναι μερικοί από τους κινδύνους που συνδέονται με την πραγματοποίηση του ελέγχου από τρίτες υπηρεσίες. Επιπλέον, όποτε παρουσιάζεται πρόβλημα είναι δύσκολο να εντοπιστεί η πηγή και ο φορέας που το προκαλεί. Τα συστήματα μπορούν να καλύπτουν τα όρια πολλών οργανισμών και να διασχίζουν τα σύνορα της ασφάλειας (Marinescu, 2012).

Η σύνθετη δομή των υπηρεσιών cloud μπορεί να είναι δύσκολο να προσδιορίσει το ποιος είναι υπεύθυνος σε περίπτωση που συμβεί κάτι το ανεπιθύμητο. Σε μια πολύπλοκη αλυσίδα των γεγονότων ή συστημάτων, όπου πολλοί φορείς συμβάλλουν σε μια ενέργεια με ανεπιθύμητες συνέπειες, ορισμένοι από αυτούς έχουν την ευκαιρία για την πρόληψη των συνεπειών αυτών και ως εκ τούτου κανείς δεν μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνος (Marinescu, 2012).

Η συνεχής και απεριόριστη ανταλλαγή και αποθήκευση δεδομένων μεταξύ των οργανώσεων δοκιμάζει την αυτοδιάθεση της πληροφόρησης, το δικαίωμα ή την ικανότητα των ατόμων να ασκούν προσωπικό έλεγχο, όσον αφορά τη συλλογή, τη χρήση και την αποκάλυψη των προσωπικών τους δεδομένων. Η απάτη και η κλοπή της ταυτότητας είναι εφικτή από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση σε δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα και από νέες μορφές διάδοσης μέσω των κοινωνικών δικτύων. Αυτό θα μπορούσε να αποτελέσει κίνδυνο για το cloud computing (Dikaiakos et al., 2009).

Οι πάροχοι υπηρεσιών cloud έχουν ήδη συγκεντρώσει τεράστιες ποσότητες (petabytes) ευαίσθητων προσωπικών πληροφοριών, οι οποίες αποθηκεύονται σε

κέντρα δεδομένων σε όλο τον κόσμο. Η αποδοχή του cloud computing χαρακτηρίζεται από ζητήματα ιδιωτικότητας, τα οποία καλύπτονται από εταιρείες στις χώρες όπου βρίσκονται τα κέντρα δεδομένων. Ενώ μερικοί πολιτισμοί ευνοούν την προστασία της ιδιωτικής ζωής, άλλες κουλτούρες δίνουν έμφαση στην κοινότητα, οδηγώντας έτσι σε μια διφορούμενη στάση προς την προστασία της ιδιωτικής ζωής στο διαδίκτυο (Marinescu, 2012).

Το ερώτημα του τι μπορεί να γίνει προληπτικά για την ηθική του cloud computing δεν έχει εύκολες απαντήσεις. Ωστόσο, είναι προφανής η ανάγκη για κανόνες και κανονισμούς για τη διακυβέρνηση του cloud computing. Ο όρος διακυβέρνηση αναφέρεται στο τρόπο με τον οποίο κάτι διέπεται ή ρυθμίζεται, στη μέθοδο διαχείρισης και στο σύστημα των κανονισμών. Πρέπει να καταβληθεί ιδιαίτερη προσοχή στην ηθική από τους διάφορους κυβερνητικούς οργανισμούς που παρέχουν τη χρηματοδότηση της έρευνας (Marinescu, 2012).

Η υπευθυνότητα είναι ένα απαραίτητο συστατικό στοιχείο του cloud computing. Οι επαρκείς πληροφορίες για το πως διακινούνται τα δεδομένα στο cloud και για την κατανομή της ευθύνης αποτελούν βασικά στοιχεία στην εφαρμογή των κανόνων δεοντολογίας του cloud computing. Τα καταγεγραμμένα στοιχεία επιτρέπουν την ανάθεση της ευθύνης, αλλά μπορούν να δημιουργήσουν ένταση μεταξύ της ιδιωτικής ζωής και της υπευθυνότητας. Είναι σημαντικό να καθοριστεί το τι θα καταγράφεται και ποιος θα είναι εκείνος που θα έχει πρόσβαση. Η ανεπιθύμητη εξάρτηση από έναν πάροχο υπηρεσιών cloud αποτελεί μια σοβαρή ανησυχία (Dikaiakos et al., 2009).

5.2. Προκλήσεις για το Cloud Computing

Η ανάπτυξη αποτελεσματικών εφαρμογών cloud κληρονομεί τις προκλήσεις που τίθενται από τη φυσική ανισορροπία μεταξύ των υπολογιστών και του εύρους ζώνης των φυσικών συστημάτων. Αυτές οι προκλήσεις ενισχύονται σημαντικά λόγω της κλίμακας του συστήματος, της κατανεμημένης φύσης του και του γεγονότος ότι σχεδόν όλες οι εφαρμογές είναι υψηλής έντασης δεδομένων. Οι υποδομές του cloud computing προσπαθούν να αυτοματοποιήσουν τη διανομή και την εξισορρόπηση του φορτίου (Marinescu, 2012).

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα του cloud computing, η κοινή υποδομή, θα μπορούσε, επίσης, να έχει αρνητικές επιπτώσεις. Η απομόνωση των επιδόσεων είναι σχεδόν αδύνατο να επιτευχθεί σε ένα πραγματικό σύστημα, ιδιαίτερα όταν το σύστημα είναι βαριά φορτωμένο. Η απόδοση των εικονικών μηχανών αυξομειώνεται με βάση το φορτίο, τις υπηρεσίες υποδομής, του περιβάλλοντος, συμπεριλαμβανομένων και των άλλων χρηστών (Marinescu, 2012).

Η αποθήκευση των δεδομένων διαδραματίζει έναν κρίσιμο ρόλο στην απόδοση μιας εφαρμογής. Η οργάνωση της αποθήκευσης και του χώρου αποθήκευσης, καθώς και το εύρος ζώνης αποθήκευσης, πρέπει να αναλυθούν προσεκτικά προκειμένου να βελτιστοποιηθεί η απόδοση των εφαρμογών. Τα σύννεφα υποστηρίζουν πολλές επιλογές αποθήκευσης (Marinescu, 2012).

Πολλές εφαρμογές υψηλής έντασης δεδομένων χρησιμοποιούν τα μεταδεδομένα που σχετίζονται με επιμέρους στοιχεία. Για παράδειγμα, τα μεταδεδομένα για ένα αρχείο ήχου μορφής MPEG μπορεί να περιλαμβάνει το όνομα του τραγουδιού, τον τραγουδιστή, διάφορες πληροφορίες εγγραφής και ούτω καθεξής. Τα μεταδεδομένα πρέπει να αποθηκεύονται για εύκολη πρόσβαση και η αποθήκευση πρέπει να είναι επεκτάσιμη και αξιόπιστη (Dikaiakos et al., 2009).

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας για την ανάπτυξη εφαρμογών είναι η καταγραφή. Οι επιδόσεις περιορίζουν την ποσότητα των καταγεγραμμένων δεδομένων, ενώ η ικανότητα εντοπισμού της πηγής των αναμενόμενων αποτελεσμάτων και τα λάθη ενισχύονται από τις συχνές καταγραφές (Marinescu, 2012).

5.3. Υπάρχουσες Εφαρμογές Cloud και Νέες Ευκαιρίες για Εφαρμογή

Οι υπάρχουσες εφαρμογές cloud μπορούν να χωριστούν σε διάφορες γενικές κατηγορίες, όπως (Dikaiakos et al., 2009).

- i. επεξεργασία
- ii. συστήματα επεξεργασίας και
- iii. διαδικτυακές εφαρμογές

Οι αγωγοί επεξεργασίας αποτελούν εφαρμογές έντασης δεδομένων και αντιπροσωπεύουν ένα αρκετά μεγάλο τμήμα των εφαρμογών που τρέχουν σε ένα σύννεφο (cloud). Μπορούν να προσδιοριστούν διάφοροι τύποι εφαρμογών επεξεργασίας δεδομένων, όπως (Marinescu, 2012):

- § *Ευρετηρίαση.* Η επεξεργασία υποστηρίζει την ευρετηρίαση μεγάλων συνόλων δεδομένων που δημιουργήθηκαν από διαδικτυακές μηχανές αναζήτησης.
- § *Εξόρυξη δεδομένων.* Υποστηρίζει την αναζήτηση πολύ μεγάλων συλλογών αρχείων.
- § *Επεξεργασία εικόνας.* Μια σειρά από εταιρείες επιτρέπουν στους χρήστες να αποθηκεύουν τις εικόνες τους στο σύννεφο (cloud), όπως για παράδειγμα η flicker (flickr.com).
- § *Κωδικοποίηση βίντεο.* Επιτρέπει την μετατροπή ενός βίντεο από μια μορφή σε μια άλλη, όπως για παράδειγμα από AVI σε MPEG.
- § *Επεξεργασία εγγράφων.* Μετατρέπει πολύ μεγάλες συλλογές εγγράφων από μια μορφή σε άλλη, όπως για παράδειγμα από το Word σε PDF.

Τα συστήματα επεξεργασίας καλύπτουν, επίσης, ένα ευρύ φάσμα υψηλής έντασης δεδομένων εφαρμογών πληροφορικής για επιχειρήσεις. Οι εφαρμογές αυτές έχουν συνήθως προθεσμίες και η μη τήρηση των προθεσμιών αυτών θα μπορούσε να έχει σοβαρές οικονομικές συνέπειες. Η ασφαλείας αποτελεί, επίσης, μια κρίσιμη πτυχή για πολλές εφαρμογές των συστημάτων επεξεργασίας. Ένας συνοπτικός κατάλογος εφαρμογών συστημάτων επεξεργασίας περιλαμβάνει (Marinescu, 2012):

- § Παραγωγή ημερήσιας, εβδομαδιαίας, μηνιαίας και ετήσιας έκθεσης δραστηριοτήτων για τις οργανώσεις του λιανικού εμπορίου, των κατασκευών και άλλων οικονομικών τομέων.
- § Επεξεργασία, συνάθροιση και περιλήψεις των καθημερινών συναλλαγών των χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων, των ασφαλιστικών εταιρειών και των οργανισμών υγείας.
- § Διαχείριση των αποθεμάτων για τις μεγάλες εταιρείες.
- § Επεξεργασία των χρεώσεων και των αρχείων μισθοδοσίας.
- § Διαχείριση της ανάπτυξης λογισμικού.
- § Αυτόματος έλεγχος και επαλήθευση του λογισμικού και των υλικών των συστημάτων.

Πολλές κατηγορίες ιστοσελίδων έχουν μια περιοδική ή προσωρινή παρουσία, όπως για παράδειγμα, οι ιστοσελίδες για συνέδρια ή άλλες εκδηλώσεις. Υπάρχουν επίσης ιστοσελίδες που δραστηριοποιούνται κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης περιόδου ή υποστηρίζουν ένα συγκεκριμένο είδος δραστηριότητας, όπως είναι οι φορολογικές δηλώσεις με τον Απρίλιο κάθε έτους. Άλλες ιστοσελίδες περιορισμένου χρόνου χρησιμοποιούνται για διάφορες προωθητικές ενέργειες (Marinescu, 2012).

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, το κόστος ανά GB είναι χαμηλό και η επεξεργασία είναι πολύ πιο αποτελεσματική όταν τα δεδομένα αποθηκεύονται κοντά

στους υπολογιστικούς διακομιστές. Αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τα επόμενα χρόνια θα μπορούσαν να προκύψουν αρκετές νέες κατηγορίες εφαρμογών cloud computing. Για παράδειγμα, τα συστήματα επεξεργασίας υποστηρίζουν αποφάσεις και άλλες πτυχές των αναλύσεων μιας επιχείρησης (NIST - ITLCCP, 2011).

Η επιστήμη και η τεχνολογία θα μπορούσε να ωφεληθεί από το cloud computing. Ομοίως, ένα σύννεφο αφιερωμένο στην εκπαίδευση θα ήταν εξαιρετικά χρήσιμο. Για παράδειγμα, το μαθηματικό λογισμικό MATLAB θα μπορούσε, επίσης, να τρέχει σε σύννεφο (Marinescu, 2012).

6. ΚΟΣΤΗ ΤΟΥ CLOUD COMPUTING

Το Cloud Computing συχνά έρχεται μαζί με την οικονομική έφεση η οποία ορίζει ότι «μετατρέπει έξοδα κεφαλαίου σε λειτουργικά έξοδα» (Armbrust et al., 2009). Οι επιχειρήσεις που χρησιμοποιούν το Cloud Computing πληρώνουν διαφορετικά ανάλογα με τη συμφωνία μεταξύ αυτών και των παρόχων της υπηρεσίας. Συνήθως οι πάροχοι της υπηρεσίας έχουν λεπτομερή οικονομικά μοντέλα τα οποία χρησιμοποιούν για να κοστολογούν ανάλογα με τη χρήση των υπηρεσιών τους (Khajeh-Hosseini et al., 2010b). Υπάρχουν διαφορετικά μοντέλα κοστολόγησης διαθέσιμα στην αγορά τέτοιων υπηρεσιών. Παρόλα αυτά το πιο σύνηθες μοντέλο κοστολόγησης είναι αυτό του Armbrust, τα οποίο είναι ένα βραχυπρόθεσμο μοντέλο χρέωσης. Ο Armbrust περιγράφει το βραχυπρόθεσμο μοντέλο χρέωσης σαν ένα από τα πιο ενδιαφέροντα και καινοτόμα χαρακτηριστικά του Cloud Computing.

Οι ερευνητές έχουν συζητήσει τα οικονομικά ζητήματα που εγείρονται από το Cloud Computing και τα αναλύουν από δύο σκοπιές. Μία αυτή του καταναλωτή και μία αυτή του παρόχου. Και οι δύο σκοπιές έχουν διαφορετικά μοντέλα τιμών/κόστους.

6.1. Κόστος από τη σκοπιά του καταναλωτή

Από τη σκοπιά του καταναλωτή αναλύονται τα μοντέλα που υιοθετούνται από τους παρόχους και καλείται ο καταναλωτής να πληρώσει. Οπότε από αυτή τη σκοπιά μελετούνται τα κόστη από τη μεριά που ζημιώνουν το χρήστη.

Σύμφωνα με τον Armbrust (2009) το Cloud Computing παρέχει ένα μοντέλο κοστολόγησης ο οποίο ακολουθεί τον κανόνα πληρωμής ανάλογα με τη χρήση των υπολογιστικών πόρων σε μία βραχυπρόθεσμη βάση όποτε απαιτείται και απαλλαγή από οποιαδήποτε οικονομική δέσμευση όταν οι πόροι δεν είναι πλέον απαραίτητοι. Επομένως, όποτε δεν χρειάζονται οι μηχανές και οι αποθηκευτικοί χώροι, αποδεσμεύονται (Armbrust et al., 2009). Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το «Elastic Compute Cloud» (EC2) των διαδικτυακών υπηρεσιών της Amazon (AWS), το οποίο πουλάει 1.0 GHz x 86 ISA «κομμάτια» στην τιμή των \$ 0.10 την ώρα και αν επιθυμεί ο χρήστης να προσθέσει επιπλέον «κομμάτια» αυτά προστίθενται εντός 2 με 5 λεπτών. Οι χρεώσεις τότε ακολουθούν τις Κλιμακούμενες Υπηρεσίες Αποθήκευσης της Amazon (S3 – Scalable Storage Services), με χρεώσεις \$ 0.12 - 0.15 την ώρα για κάθε επιπλέον GB το μήνα και για κάθε επιπλέον εύρος διακίνησης

πληροφοριών από το AWS μέσω το διαδικτύου οι χρεώσεις κυμαίνονται από \$ 0.10 έως \$ 0.15 ανά GB το μήνα. Σαν αποτέλεσμα η Amazon υποστηρίζει ότι χρησιμοποιώντας στατιστικά σύνθετες πολλαπλές περιστάσεις σε ένα απλό φυσικό κουτί, το κουτί μπορεί να νοικιαστεί σε πολλούς πελάτες οι οποίοι δεν επεμβαίνουν στη δουλειά των υπολοίπων (Armbrust et al., 2009).

Ο Armbrust (2009) αποκαλεί αυτή τη μέθοδο κοστολόγησης «πληρώνεις όσο χρησιμοποιείς» («pay as you go»). Για παράδειγμα, αν κάποιος αγοράσει ώρες από το Cloud Computing μπορεί να τις καταναείμει ανομοιόμορφα στο χρόνο σε μία δικτυωμένη κοινότητα, όπως λ.χ. αν χρησιμοποιήσει 200 ώρες του server τη μία μέρα και καμία ώρα την επόμενη, πληρώνει μόνο για τις 200 ώρες. Μέσω αυτής της μεθόδου μπορεί να είναι ακριβότερο να αγοράσεις χρόνο και πόρους επεξεργασίας δεδομένων, από το να αγοράσεις ένα server για το ίδιο διάστημα, αλλά ο Armbrust υποστηρίζει ότι το κόστος αντισταθμίζεται από τα οφέλη του Cloud Computing όσον αφορά την προσφερόμενη ελαστικότητα και τη μεταβίβαση του ρίσκου. Σχετικά με την ελαστικότητα του Cloud Computing, η δυνατότητα να προσθέτει κάποιος ή να αφαιρεί πόρους παράλληλα με τη διάρκεια επεξεργασίας που περιορίζεται σε λεπτά αντί για ώρες ή εβδομάδες επιτρέπουν να ταιριάζει τους πόρους στο φορτίο εργασίας πολύ καλύτερα (Armbrust et al., 2009). Η χρήση του server στον πραγματικό κόσμο εκτιμάται από 5% έως 20% (Ragan και Siegel, 2008). Αυτό ενώ φαίνεται αρκετά χαμηλό ποσοστό, είναι μια παρατήρηση που το μέσο φορτίο για πολλές υπηρεσίες υπερβαίνει στο διπλάσιο ή ακόμη και στο δεκαπλάσιο. Κάποιοι χρήστες εσκεμμένα προσδιορίζουν τις ανάγκες τους βάσει της αναμενόμενης μέγιστης ζήτησης των πόρων, κάνοντας τον εξοπλισμό τους να δουλεύει στο ρελαντί σε όλες τις υπόλοιπες χρονικές περιόδους που η ζήτηση είναι χαμηλότερη. Αυτό καταλήγει στη σπατάλη των πόρων (Armbrust et al., 2009).

Υπάρχουν κι αλλά μοντέλα διαθέσιμα στην αγορά που εξετάζουν το κόστος από τη μεριά του καταναλωτή. Αυτά έχουν μία από τις 3 μορφές, οι οποίες είναι «κλιμακωτής τιμολόγησης», «κόστος ανά μονάδα» και «τιμολόγηση βάσει συνδρομής» (Youseff et al., 2008). Το νέφος της Amazon.com έχει υιοθετήσει το μοντέλο κλιμακωτής τιμολόγησης στο οποίο οι υπηρεσίες νέφους προσφέρονται σε διαφορές κλίμακες και κάθε κλίμακα προσφέρει προκαθορισμένες υπολογιστικές προδιαγραφές. Οι προδιαγραφές αυτές μπορούν να αφορούν κατανομή μνήμης, είδος και ταχύτητα επεξεργασίας κλπ. Επίσης η κάθε κλίμακα μπορεί να προσφέρει διαφορετικό επίπεδο σύμβασης παροχής υπηρεσιών (SLA – Service Level Agreement) σε συγκεκριμένη τιμή ανά μονάδα χρόνου. Η τιμολόγηση ανά μονάδα χρησιμοποιείται κυρίως για μεταφορά δεδομένων και χρήση μνήμης (Youseff et al., 2008). Οι χρήσεις που προσφέρει το GoGrid Cloud, για

παράδειγμα, είναι κατανομής κυρίας μνήμης, με κύρια μονάδα μέτρησης χρήσης για το σύστημα να είναι η RAM/ώρα. Αυτή η μέθοδος είναι πολύ πιο ευέλικτη από την κλιμακωτή χρέωση, καθώς επιτρέπει στο χρήστη να αναδιανείμει κατά βούληση την τοποθεσία της μνήμης, βάσει των εκάστοτε αναγκών του. Τέλος το μοντέλο τιμολόγησης βάσει συνδρομής χρησιμοποιείται κυρίως για SaaS. Αυτό το μοντέλο επιτρέπει στους χρήστες να προβλέπουν τα περιοδικά κόστη χρήσης του Cloud Computing με μεγαλύτερη ακρίβεια (Youseff et al., 2008).

6.2. Κόστος από τη σκοπιά του παρόχου

Για τις επιχειρήσεις, η αναγνώριση του κόστους επένδυσης σε Cloud Computing δεν είναι αρκετή. Είναι εξίσου σημαντικό να γνωρίζουν το κόστος παροχής των υπηρεσιών του για διάφορους λόγους. Αρχικά, υπάρχει το ενδεχόμενο να μην καλύπτονται νομικά οι χρήστες-επιχειρήσεις να κάνουν χρήση ενός Public Cloud, επομένως πρέπει να δοθεί βαρύτητα στην ανάπτυξη περισσότερων Private Cloud. Αν οι πάροχοι επενδύσουν κυρίως σε Private Cloud, τότε υπάρχει το ενδεχόμενο να περισσεύει αποθηκευτικός χώρος πληροφοριακών συστημάτων, τον οποίο μπορούν στη συνέχεια να νοικιάσουν. Επομένως είναι σημαντικό για τις παρόχους επιχειρήσεις να γνωρίζουν το κόστος υποστήριξης των Private Cloud.

Μερικοί ερευνητές έχουν εργαστεί πάνω στο κόστος των κέντρων δεδομένων των νεφών. Οι Greenberg et al. (2009) υποστηρίζουν πως τα κόστη αυτών των κέντρων μπορούν να μειωθούν έχοντας υπόψη τα κόστη των server, της απαιτούμενης υποδομής, της παρεχομένης υπολογιστικής ισχύος και της διασύνδεσης σε δίκτυο. Σύμφωνα με αυτούς, οι πολιτικές μείωσης κόστους πρέπει να εστιάσουν στις θερμοκρασίες λειτουργίας αυτών των κέντρων, οι οποίες πρέπει να είναι χαμηλές για να μειωθούν τα κόστη ψύξης της κάθε μονάδας, και στη δημιουργία πολλών μικρών κέντρων δεδομένων για να ελαττώσουν το κόστος εύρους ζώνης (bandwidth) (Greenberg et al. (2009).

6.3. Επιδράσεις του Cloud Computing στον Εταιρικό Προϋπολογισμό

Όπως έχει ήδη τονιστεί, το Cloud Computing είναι η εξέλιξη του Grid Computing, οπότε οι περισσότερες πολυεθνικές μετέφεραν το μοντέλο λειτουργίας

τους από το δεύτερο στο πρώτο. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι επιδράσεις στον εταιρικό προϋπολογισμό του Cloud Computing.

6.3.1. Οφέλη

Οι Khajeh-Hosseini et al. (2010a), στη μελέτη περίπτωσης τους σχετικά με τη μεταφορά των πληροφοριακών συστημάτων μιας επιχείρησης σε ένα μοντέλο IaaS, αναφέρονται σε μία δομή νέφους διαχειριζόμενη από τρίτους. Σύμφωνα με αυτούς, αν αυτή η δομή χρησιμοποιηθεί από την επιχείρηση, τότε η τελευταία επωφελείται με πολλές ευκαιρίες να βελτιώσει τη διαχείριση των εσόδων και των εξόδων και για τα εσωτερικά οικονομικά της αλλά και για τις συνδιαλλαγές της με τους πελάτες. Επίσης ευνοεί τη διαχείριση της ροής κεφαλαίου στα εσωτερικά οικονομικά της ζητήματα, καθώς το μοντέλο τιμολόγησης των υπηρεσιών νέφους είχε ελάχιστο αρχικό κόστος και μηνιαία τιμολόγηση, ενώ παράλληλα μειώνει τη μεταβλητότητα στις ανάγκες ηλεκτρισμού. Αυτά είναι τα οφέλη, συγκρινόμενα με ένα κέντρο επεξεργασίας δεδομένων εντός της επιχείρησης, καθώς μπορεί να είναι πολυέξοδη η αναβάθμιση των μηχανημάτων και του λογισμικού του, ενώ η ροή κεφαλαίου μπορεί να καθυστερεί ή να δυσχεραίνεται από τους client υπολογιστές (εννοούνται οι περιφερειακοί υπολογιστές). Παράλληλα με αυτά τα ζητήματα που χρήζουν αντιμετώπισης, η εταιρία έχει να αντιμετωπίσει και το κόστος της ενέργειας που κάνει χρήση. Φυσικά αυτή η ανησυχία περιέρχεται πλέον στις ευθύνες τρίτων, ενώ δεν επιβαρύνει την επιχείρηση πια. Η δομή του Νέφους είναι πολύ βοηθητική για το οικονομικό τμήμα της επιχείρησης, καθώς μειώνει το διοικητικό φόρτο εργασίας. Η μεταβίβαση σε τρίτους όλων αυτών των διαδικασιών παρέχει λύσεις με νέα μοντέλα κοστολόγησης, τα οποία βοηθούν στη διαχείριση των εσόδων από τους πελάτες, από τις πωλήσεις και από το μάρκετινγκ Khajeh-Hosseini et al. (2010a).

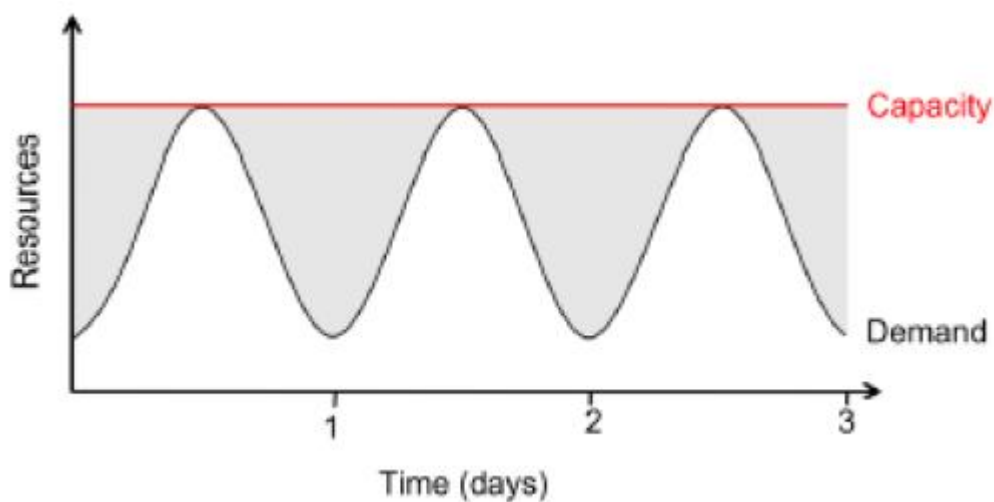
Οι Khajeh-Hosseini et al. (2010a) κατέληξαν ότι το Cloud Computing είναι μια αποδιοργανωτική διαδικασία, της οποίας σκοπός είναι να αλλάξει τον τρόπο που λειτουργούν τα πληροφοριακά συστήματα σε μία επιχείρηση και πώς αυτά αναπτύσσονται εντός μιας εταιρίας επειδή είναι φτηνά, απλά στη χρήση και χαρακτηρίζονται από δυνατότητες επεκτασιμότητας. Το Cloud Computing μπορεί να είναι σημαντικά φθηνότερο συγκριτικά με την αγορά και συντήρηση ενός εσωτερικού κέντρου επεξεργασίας πληροφοριών, καθώς εξαλείφει πλήρως την ανάγκη υποστήριξης αυτού, αφού ουσιαστικά δεν υπάρχει κάποια φυσικής μορφής δομή να συντηρηθεί. Παρόλα αυτά υπάρχουν πολλά θέματα κοινωνικής και τεχνικής φύσης που πρέπει η επιχείρηση να λάβει υπόψη της πριν μεταβεί στη νέα τεχνολογία του Νέφους Khajeh-Hosseini et al. (2010a).

Σε πολλές επιχειρήσεις, ένα εκτιμώμενο ως χαμηλό διοικητικό κόστος μπορεί να είναι αρκετά υψηλό όταν τα τμήματα είναι διάσπαρτα σε ένα κτήριο, συχνά πολύ υψηλότερο από τη διατήρηση και συντήρηση του μηχανικού εξοπλισμού που συμβάλει στη διοίκηση. Με τη συμβολή του Cloud Computing οι επιχειρήσεις μπορούν να υποσκελίσουν το διοικητικό κόστος με τρεις τρόπους. Πρώτον, η δομή του συστήματος, ή οποία αποτελείται από το μηχανικό εξοπλισμό και τη συντήρησή του, την αναβάθμιση του, αλλά και τις συνεχείς αναβαθμίσεις λογισμικού αναλαμβάνεται από το Νέφος. Δεύτερον, αφού η εταιρία έχει κατασταλάξει στο πρωτόκολλο διαδικασιών για backup, το Νέφος διασφαλίζει τη συνεχή διεκπεραίωση και διαχείρισή του. Τέλος, η εγκατάσταση μιας λογισμικής εφαρμογής λαμβάνει χώρα μια φορά και γίνεται διαθέσιμη σε όλους τους χρήστες. Βέβαια η διαχείριση της εφαρμογής, λ.χ. η υποστήριξη της, οι αναβαθμίσεις της ή διαχείρισή της από τους χρήστες, δε συμπεριλαμβάνεται κατά τη μεταφορά στο Νέφος, με αποτέλεσμα να μην είναι ο καθοριστικός λόγος για να κάνει χρήση του Cloud Computing μια επιχείρηση, αλλά αποτελεί έναν, έστω και ελάχιστον σημασίας, λόγο. Είναι σημαντικό να γίνει αντιληπτό ότι αυτά που θεωρούνται χαμηλά διοικητικά κόστη μπορούν πριν τη μεταφορά σε λειτουργίες Νέφους να είναι αρκετά υψηλότερα από το κόστος χρήσης του Νέφους (Rosenthal et al., 2009).

Στα συμβατικά συστήματα, ή χρήση των πόρων γενικά είναι χαμηλή. Εκτιμάται ότι κυμαίνεται στο 15-20% για τα κέντρα πληροφοριών, ενώ άλλοι εκτιμούν ότι είναι χαμηλότερη. Υπάρχουν πολλοί λόγοι που είναι χαμηλή ή χρήση των πόρων, καθώς τα στελέχη συνήθως επενδύουν στην απόκτηση πόρων προκειμένου να αντιμετωπίσουν τις περιόδους υψηλής ζήτησης αυτών. Αυτό βέβαια συνεπάγεται ότι, πέραν αυτών των περιόδων, οι υπολογιστικοί πόροι παραμένουν ανεκμετάλλευτοι. Η συμβολή του Cloud Computing σε αυτό το ζήτημα είναι ότι ουσιαστικά εξομαλύνει την παροχή των πόρων, ανάλογα με τη ζήτηση, δίνοντας τη δυνατότητα στους χρήστες να διατηρούν περίπου το 40% των διαθέσιμων πόρων σε διαρκή χρήση (Rosenthal et al., 2009).

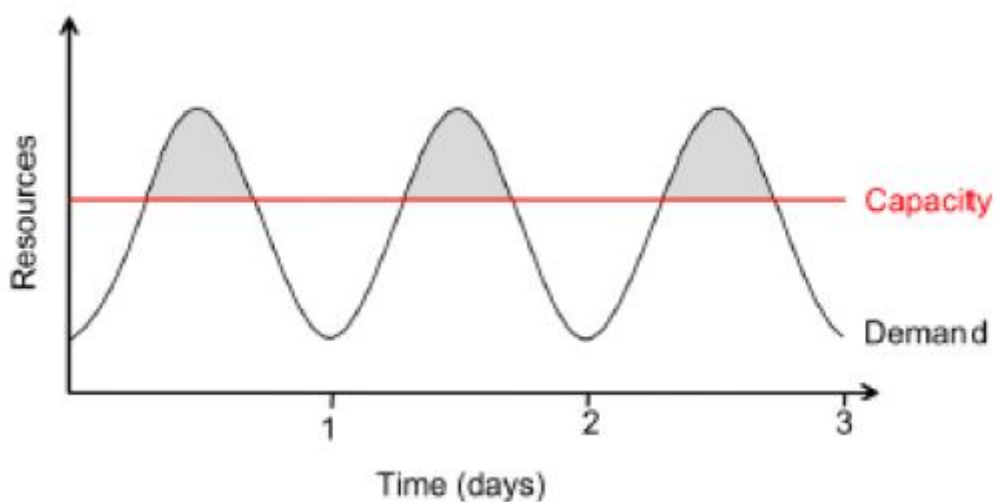
Παραδείγματα μη σωστής διαχείρισης των πόρων είναι τα διαγράμματα 6.1, 6.2 και 6.3. Στην πρώτη φαίνεται η χρήση των πόρων με σωστή πρόβλεψη κορύφωσης της ζήτησης, η οποία όμως έχει σαν αποτέλεσμα τη σπατάλη αυτών τις υπόλοιπες χρονικές περιόδους. Στις άλλες δυο φαίνεται ξεκάθαρα η μη κάλυψη όλων των αναγκών του συστήματος, λόγω σταθερής χωρητικότητας των πόρων, σε κάποιες περιόδους και η σπατάλη αυτών κάποιες άλλες. Το Cloud Computing ουσιαστικά προσφέρει μια κάλυψη των αναγκών των πόρων που προσεγγίζει πολύ καλύτερα τις πραγματικές ανάγκες σε πραγματικό χρόνο, εξασφαλίζοντας οικονομία για την επιχείρησή και ορθολογική χρήση αυτών.

Εικόνα 6.1. Χωρητικότητα υπολογιστικών πόρων ικανή να καλύψει τη κορύφωση της ζήτησης



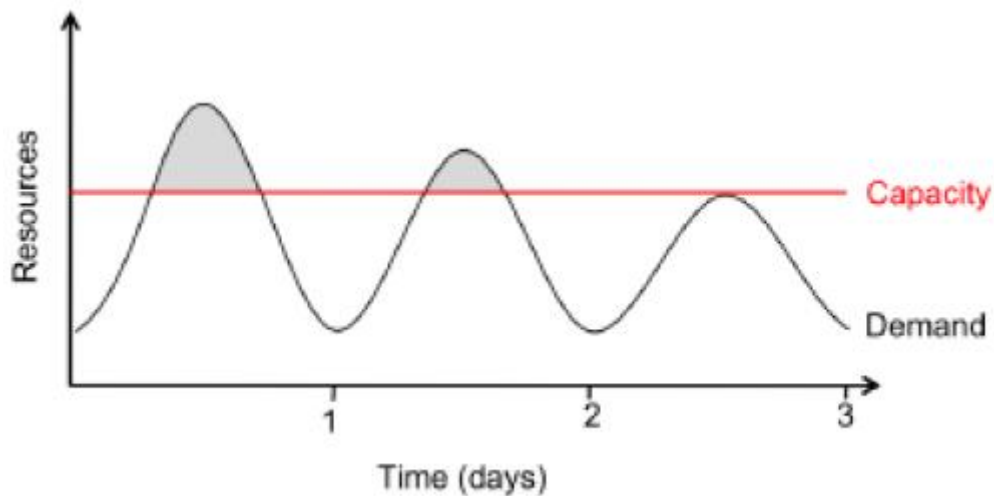
ΠΗΓΗ: Armbrust, 2009

Εικόνα 6.2. Χωρητικότητα υπολογιστικών πόρων ανίκανη να καλύψει όλες τις ανάγκες της επιχείρησης



ΠΗΓΗ: Armbrust, 2009

Εικόνα 6.3. Χωρητικότητα υπολογιστικών πόρων ανίκανη να καλύψει τις ανάγκες της επιχείρησης



ΠΗΓΗ: Armbrust, 2009

Πολλές νεοσύστατες επιχειρήσεις πιθανότατα δε θα υπήρχαν χωρίς τις υπηρεσίες Νέφους. Παράδειγμα τέτοιων επιχειρήσεων είναι η Animoto, που παρέχει υπηρεσίες που επιτρέπουν στο χρήστη να μετατρέψει φωτογραφίες σε καλλιτεχνικά μουσικά βίντεο κάνοντας χρήση λογισμικού τεχνητής νοημοσύνης. Όταν λανσαρίστηκε αυτή η υπηρεσία στο Facebook. Ένα κοινωνικό δίκτυο, η ζήτηση ήταν τέτοια που έπρεπε η επιχείρηση να αυξήσει τις εικονικές της μηχανές στο AWS από 50 σε 3.500 εντός τριών ημερών. Ένα αδύνατο σενάριο επίτευξης ακόμη και με παροχή τεραστίων κεφαλαίων από την ίδια την επιχείρηση. Το Aní/3 δεν αντιμετώπιζε πρόβλημα να ανταπεξέλθει σε αυτή την κορύφωση της ζήτησης και κάλυψε επαρκώς τις ανάγκες της επιχείρησης (The Economist).

Η ισχύς του server είναι ανάλογη του κόστους λειτουργίας του, δεδομένου των απαιτούμενων διαδικασιών ψύξης και κατανάλωσης ενέργειας. Το Cloud Computing μειώνει αυτό το κόστος μέσω των οικονομιών κλίμακας, καθώς διαχειρίζεται καλύτερα τις ανάγκες σε ενέργεια. σε διαδικασίες ψύξης και σε κόστος κλιματισμού. Αυτό προκύπτει από μία καλύτερη διαχείριση αυτών των παραγόντων κόστους. δεδομένου ότι είναι από τους κυριότερους πόρους μιας εταιρίας παροχής υπηρεσιών Νέφους. Επίσης οι πάροχοι Cloud Computing επιλέγουν να εγκατασταθούν σε περιοχές με χαμηλές αντικειμενικές αξίες (Rosenthal et al., 2009).

Οι Rosenthal et al., (2009), στο άρθρο τους σχετικά με το παράδειγμα βιομετρικής επιχείρησης και την ανταλλαγή πληροφοριών, κάνουν λόγο για τρία

κύρια κόστη αυτού του είδους επιχείρησης και πώς αυτά επηρεάζονται από το Cloud Computing. Αυτά περιλαμβάνουν τη διοίκηση του συστήματος, την ιδανική χρήση υπολογιστικών πόρων και τη χρήση ηλεκτρικής ισχύος από τους χρήστες και τις εγκαταστάσεις (Rosenenthal et al., 2009). Συνοψίζοντας τα κυριότερα οφέλη θα λέγαμε ότι είναι τα εξής:

1. Η γενική διάθεση οικονομικών και ανθρώπινων πόρων για τη διαχείριση και συντήρηση ενός κέντρου πληροφοριών εντός της επιχείρησης πολλές φορές κοστίζει περισσότερο από την καταβολή αντιτίμου για τις υπηρεσίες Νέφους.
2. Η χρήση υπολογιστικών πόρων γίνεται ορθότερα με τη χρήση Cloud Computing, χωρίς να γίνεται σπατάλη αυτών.
3. Οι υπηρεσίες Νέφους καταφέρνουν μέσα από τις οικονομίες κλίμακας να μειώσουν τις απαιτήσεις σε ενέργεια, άρα και το συνολικό κόστος, για τη διαχείριση πληροφοριών.

6.3.2. Μειονεκτήματα

Οι Mayur et al. (2008) εξερευνούν την υπηρεσία της Amazon.com για αποθήκευση πληροφοριών S3 προκειμένου να δουν πώς ανταποκρίνεται σε επιστημονικές εφαρμογές πληροφοριών υψηλών απαιτήσεων. Σύμφωνα με τα λεγόμενα τους το S3 παρέχει μία μέθοδο τιμολόγησης για την παροχή και υποστήριξη των τριών χαρακτηριστικών δεδομένων, τα οποία είναι η υψηλή αντοχή (durability), υψηλή διαθεσιμότητα (availability) και γρήγορη πρόσβαση (access), μολονότι οι περισσότερες εφαρμογές δεν καλύπτουν και τις 3 απαιτήσεις. Για παράδειγμα, η αποθήκευση αρχείων απαιτεί υψηλή αντοχή - όπως αυτή μεταφράζεται ως μεγάλος όγκος δεδομένων, αλλά δε χρειάζεται υψηλή διαθεσιμότητα ούτε ταχεία πρόσβαση. Επομένως συστήνεται στο S3 να παρέχει υπηρεσίες και να τις κοστολογεί κλιμακωτά βάσει της απαιτούμενης αναλογίας αντοχής: διαθεσιμότητας: πρόσβασης, για να επιτευχθούν καλύτερα τιμολόγια (Mayur et al., 2008). Άρα το κόστος είναι υψηλότερο για τις υπηρεσίες που παρέχουν και τα τρία χαρακτηριστικά επεξεργασίας δεδομένων ταυτόχρονα.

Ο Lublinsky (2009) στην αναφορά του «Clearing the air on Cloud Computing», κάνει λόγο για υψηλότερα κόστη της χρήσης του Cloud Computing συγκριτικά με αυτά στέγασης εντός της επιχείρησης ενός κέντρου πληροφοριών. Παρόλα αυτά, αυτό είναι ένα ζήτημα που προκύπτει μόνο για τις μεγάλες επιχειρήσεις, ενώ οι μικρομεσαίες φαίνονται να μην επηρεάζονται, απολαμβάνοντας τα οφέλη του Νέφους. Σύμφωνα με τα λεγόμενα του:

«Το Νέφος και οι προσφερόμενες υπηρεσίες του, προς το παρόν, είναι πιο θελκτικά από τις μικρού και μεσαίου μεγέθους επιχειρήσεις [...] και οι περισσότεροι πελάτες του Νέφους είναι οι μικρές επιχειρήσεις» (Lublinsky, 2009).

Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι μικρές επιχειρήσεις δεν έχουν τη δυνατότητα να επενδύσουν σε ένα τεράστιο κέντρο πληροφοριών, το οποίο αφορά επενδύσεις σε hardware και σε software, όπως σε ένα πλήρες σύστημα ERP. Η μεταβλητότητα του κόστους είναι το κλειδί για τη μεταφορά των επιχειρηματικών διαδικασιών σε υπηρεσίες νέφους, όταν οι επιχειρήσεις επιθυμούν τη βελτιστοποίηση της διαχείρισης του και τη δυνατότητα επεκτασιμότητας των εφαρμογών διαχείρισής του.

Συνεπώς τα μειονεκτήματα από τη χρήση του Cloud Computing είναι τα εξής:

1. Ενδεχομένως ο χρήστης να πληρώνει για λειτουργίες οι οποίες είναι περιττές σε σχέση με τις ανάγκες του, όπως στο παράδειγμα του S3.
2. Οι μεγάλες επιχειρήσεις πολλές φορές περιττεύει να κάνουν χρήση των υπηρεσιών νέφους, αφού τελικά τις συμφέρει το ιδιόκτητο κέντρο πληροφοριών.

7. ΑΣΦΑΛΕΙΑ CLOUD COMPUTING

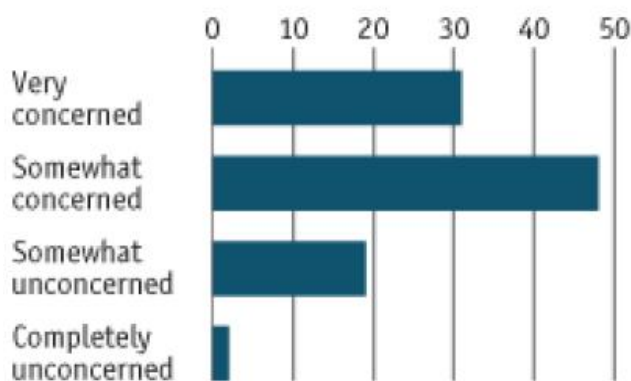
7.1. Ασφάλεια Πληροφοριών στο Cloud

Όπως έχει αναφερθεί νωρίτερα οι περισσότερες επιχειρήσεις κάνουν χρήση του Cloud Computing, κυρίως μέσω της μεθόδου χρονικής μίσθωσης, προκειμένου να μειώσουν τα κόστη τους. Οι επιχειρήσεις κάνουν χρήση του νέφους για να αποκτήσουν χώρο για την αποθήκευση πληροφοριών. Αυτή η μέθοδος αποθήκευσης είναι σαφώς φτηνότερη από αυτή εντός της επιχείρησης, αλλά το ερώτημα που εγείρεται είναι κατά πόσο είναι και ασφαλέστερη ή τουλάχιστον εξίσου ασφαλής. Επομένως είναι αν όχι στην κορυφή, αρκετά ψηλά στις προτεραιότητες των επιχειρήσεων. Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 7.1, η ασφάλεια είναι ένα ζήτημα που χαίρει ιδιαίτερης ανησυχίας, ακόμα και από τη σκοπιά της χρήσης υπηρεσιών Νέφους από τους ίδιους τους υπαλλήλους προς ζημία της εταιρίας (The Economist).

Διάγραμμα 7.1. Ανησυχία επιχειρήσεων για τη χρήση υπηρεσιών Νέφους από τους υπαλλήλους προς ζημία της εταιρίας

Dangers within

How IT organisations feel about risk of employee-driven, unsanctioned use of Web 2.0*
June 2008, %



Source: Forrester Research

*Survey of 242 US IT decision-makers at companies with 500+ employees

ΠΗΓΗ: The Economist

Προκειμένου να γίνει κατανοητό το ζήτημα στην ασφάλεια στο Cloud Computing είναι σημαντικό να έχει γίνει κατανοητή η δομή του συστήματος. Η κατανόηση της δομής είναι το σημείο κλειδί για την κατανόηση της ασφάλειας του

Νέφους και του τρόπου επίτευξης της. Η δομή αναφέρεται σε πρότερες παραγράφους.

Τα περισσότερα ζητήματα ασφαλείας που προκύπτουν στο Cloud Computing είναι αποτέλεσμα της έλλειψης ελέγχου πάνω στη δομή από τη μεριά του χρήστη ή της επιχείρησης. Οι περισσότερες επιχειρήσεις δε γνωρίζουν που αποθηκεύονται τα δεδομένα τους και τι είδους μηχανισμοί λαμβάνουν χώρα για να τα προστατέψουν, όπως λ.χ. αν τα δεδομένα τους είναι κρυπτογραφημένα ή όχι, ποια μέθοδος κρυπτογράφησης έχει εφαρμοστεί, αν είναι ασφαλής ο δίαυλος μεταφοράς αυτών και πώς διαχειρίζονται τα κλειδιά κρυπτογράφησης (The Economist).

Οι Jensen et al. (2009) παρουσίασαν τα τεχνικά ζητήματα ασφαλείας στο Cloud Computing, παρόλα αυτά τα ζητήματα αυτά σχετίζονται περισσότερο με τα προβλήματα των υπηρεσιών δικτύου και των προγραμμάτων περιήγησης στο δίκτυο παρά με το Νέφος αυτό καθαυτό. Αυτά τα ζητήματα είναι εξίσου πολύ σημαντικά για το Cloud Computing καθώς το τελευταίο κάνει εκτεταμένη χρήση των υπηρεσιών δικτύου και οι χρήστες του κάνουν χρήση των προγραμμάτων περιήγησης για να έχουν πρόσβαση στις υπηρεσίες που προσφέρονται από το Νέφος. Οι πιο συνήθεις επιθέσεις στις υπηρεσίες δικτύου αφορούν το XML πλαίσιο της υπογραφής, όπου η XML υπογραφή χρησιμοποιείται για πιστοποίηση (Jensen et al., 2009).

Η ασφάλεια των προγραμμάτων περιήγησης είναι επίσης ένα σημαντικό ζήτημα στο Cloud Computing δεδομένου ότι σε ένα Υπολογιστικό Νέφος οι υπολογισμοί γίνονται σε απομακρυσμένους server και ο υπολογιστής client (δηλαδή ο περιφερειακός υπολογιστής) χρησιμοποιείται μόνο για να κάνει τις μεταβιβάσεις των πληροφοριών (I/O – Input/Output) και να πιστοποιεί τις εντολές στο Νέφος. Επομένως τα τυπικά προγράμματα περιήγησης είχαν την ανάγκη να στέλνουν I/O και αυτοί χρησιμοποιήθηκαν με διάφορα ονόματα όπως: εφαρμογές δικτύου, «web 2.0» ή SaaS. Παρόλα αυτά η χρήση των προγραμμάτων περιήγησης δημιούργησαν την αμφιβολία της ασφάλειας. Το TLS (Transport Layer - Ασφάλεια Μεταφοράς σε Επίπεδα) είναι σημαντικό σε αυτό το ζήτημα μιας και χρησιμοποιείται ευρέως για πιστοποίηση και κρυπτογράφηση δεδομένων. Η υπογραφή XME ή κωδικοποίηση XME δε μπορούν να χρησιμοποιηθούν απευθείας από το πρόγραμμα περιήγησης καθώς η κωδικοποίηση μπορεί να επιτευχθεί μόνο μέσω του TLS και οι υπογραφές μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο μέσω της «χειραψίας» TLS. Επομένως, τα προγράμματα περιήγησης εξυπηρετούν μονό σαν παθητικές αποθήκες δεδομένων (Jensen et al., 2009).

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, προκειμένου να επιτευχθεί η κατανόηση της ασφάλειας του μοντέλου του Cloud Computing είναι σημαντικό να επιτευχθεί η κατανόηση των σχέσεων και της εξάρτησης μεταξύ των μοντέλων του

Νέφους. Για όλες τις υπηρεσίες Νέφους το IaaS είναι το θεμέλιο και το PaaS έχει δομηθεί επάνω σε αυτό, ενώ το SaaS είναι δομημένο με τη σειρά του πάνω στο προηγούμενο (Cloud Security Alliance, 2009).

Οι έλεγχοι ασφαλείας στο Cloud Computing δεν είναι διαφορετικοί από αυτούς σε ένα περιβάλλον πληροφοριακού συστήματος. Παρόλα αυτά, επειδή το Cloud Computing χρησιμοποιεί διαφορετικά μοντέλα υπηρεσίας, λειτουργικά μοντέλα και τεχνολογίες, παρουσιάζει διαφορετικά ρίσκα για έναν οργανισμό. Η ασφάλεια της επιχείρησης εφαρμόζεται σε ένα ή σε περισσότερα επίπεδα ανάλογα με τις εγκαταστάσεις (φυσική ασφάλεια), με τη δομή του δικτύου της (ασφάλεια δικτύου), με το πληροφοριακό σύστημα της (ασφάλεια συστήματος) και με τις υπόλοιπες εφαρμογές που χρησιμοποιεί (ασφάλεια εφαρμογών). Οι υπευθυνότητες ασφαλείας του παρόχου και του καταναλωτή εξαρτώνται από τα μοντέλα Νέφους. Για παράδειγμα, το AWS EC2 της Amazon.com (το οποίο πρόκειται για ένα IaaS) κατανέμει την ευθύνη της ως εξής: ο πάροχος διαχειρίζεται τη φυσική ασφάλεια και την ασφάλεια του δικτύου, ενώ ο χρήστης είναι υπεύθυνος για το πληροφοριακό σύστημα και τις υπόλοιπες εφαρμογές που χρησιμοποιεί (Cloud Security Alliance, 2009).

Αν θα θέλαμε να δούμε την κατανομή της ευθύνης θα μπορούσαμε να πούμε ότι όπως φαίνονται τα τρία διαφορετικά μοντέλα Νέφους στο διάγραμμα 2.2, ο χρήστης έχει μεγαλύτερη ευθύνη όσο μικρότερο είναι το πλαίσιο του μοντέλου. Είναι πολύ σημαντικό να γίνουν κατανοητές οι διαφορές μεταξύ των μοντέλων υπηρεσιών για τη στάση διαχείρισης ρίσκου των επιχειρήσεων. Σύμφωνα με τη Cloud Security Alliance (2009), πέρα από την αρχιτεκτονική, υπάρχουν κάποιοι ακόμη παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη όταν γίνεται αναφορά στην ασφάλεια ενός Νέφους. Αυτοί οι παράγοντες χωρίζονται σε δυο τομείς: τον Τομέα Διακυβέρνησης και τον Επιχειρησιακό Τομέα.

Ο Τομέας Διακυβέρνησης είναι ευρύς και αντιμετωπίζει στρατηγικά ζητήματα και ζητήματα του συμβολαίου ασφαλείας εντός ενός περιβάλλοντος Νέφους, ενώ ο Επιχειρησιακός Τομέας ασχολείται με πιο βραχυπρόθεσμα ζητήματα ασφαλείας και ζητήματα εφαρμογής των ποικιλιών αρχιτεκτονικής (Cloud Security Alliance, 2009). Ο Τομέας Διακυβέρνησης περιλαμβάνει:

1. Διακυβέρνηση και διαχείριση επιχειρηματικού ρίσκου

Ασχολείται με την ικανότητα του οργανισμού να διοικείται και να μετράει το επιχειρηματικό ρίσκο που δημιουργείται από το Cloud Computing. Αντιμετωπίζει ζητήματα όπως νομικές προτεραιότητες για παραβιάσεις της συμφωνίας, την ικανότητα των χρηστών να εκτιμούν επαρκώς το ρίσκο του

παρόχου υπηρεσιών Νέφους, την ευθύνη να προστατεύει ευαίσθητα δεδομένα και το πώς τα διεθνή σύνορα μπορούν επηρεάσουν όλα τα προηγούμενα.

2. Νομική και ηλεκτρονική κάλυψη

Αφορά στα νομικά ζητήματα που προκύπτουν όταν μια επιχείρηση μεταβαίνει σε υπηρεσίες Νέφους, όπως απαιτήσεις προστασίας πληροφοριών και υπολογιστικών συστημάτων, παραβιάσεις ασφαλείας, κανονιστικές απαιτήσεις, απαιτήσεις απορρήτου, διεθνείς νόμους κλπ.

3. Συμβατότητα και λογιστικός έλεγχος

Αφορά τη διατήρηση και παροχή συμβατότητας όταν η επιχείρηση μεταβαίνει σε Cloud Computing.

4. Διαχείριση κύκλου ζωής των πληροφοριών

Ασχολείται με τη διαχείριση των δεδομένων που παραμένουν στο Νέφος, όπως είναι οι έλεγχοι αποζημίωσης που μπορούν να εφαρμοστούν όταν χάνεται ο φυσικός έλεγχος, το ποιος είναι υπεύθυνος για το απόρρητο των πληροφοριών, η ακεραιότητα και η διαθεσιμότητα.

5. Φορητότητα και διαλειτουργικότητα

Αφορά τη μεταφορά των δεδομένων από έναν πάροχο σε έναν άλλο και την επιστροφή αυτών στην επιχείρηση. Τα περισσότερα Νέφη βασίζονται σε ανοιχτές δομές, που επιτρέπουν τη μεταφορά από έναν πάροχο σε ένα άλλο. Παράδειγμα είναι η Google που έχει εγκαταστήσει ομάδα μηχανικών υπεύθυνων αποκλειστικά για τη μεταφορά δεδομένων μεταξύ παρόχων (The Economist, 2009).

Ο Επιχειρησιακός Τομέας περιλαμβάνει:

1. Παραδοσιακή ασφάλεια, επιχειρησιακή συνοχή και ανάκτηση πληροφοριών

Λαμβάνει υπόψη του τον τρόπο που οι χρησιμοποιούμενες λειτουργικές διαδικασίες στην εφαρμογή ασφαλείας επηρεάζονται από το Cloud Computing. Αυτό το κομμάτι, επίσης, εστιάζει στα ρίσκα που λαμβάνονται από τις υπηρεσίες Νέφους συναρτήσει με τις προσδοκίες της επιχείρησης για καλύτερη διαχείριση του ρίσκου.

2. Λειτουργίες του κέντρου πληροφοριών

Ασχολείται με την αξιολόγηση του κέντρου πληροφοριών του παρόχου και την αρχιτεκτονική του σαν παράγοντες για τη μακρόχρονη σταθερότητα του.

3. Αντιμετώπιση περιστατικών, ειδοποιήσεις και αποκατάσταση

Ασχολείται με τα modules που πρέπει να είναι εγκατεστημένα και στον πάροχο αλλά και στο χρήστη για να εξασφαλιστεί μια σωστή αντιμετώπιση ενός αναπάντεχου περιστατικού.

4. Ασφάλεια εφαρμογών

Το κομμάτι αυτό εστιάζει στην ασφάλιση του λογισμικού εφαρμογών που τρέχουν ή αναπτύσσονται εντός του Νέφους. Αυτό περιλαμβάνει την επιλογή αν μια επιχείρηση θα μεταβεί σε υπηρεσίες Νέφους και, αν ναι, το ποιο μοντέλο να υιοθετήσει (IaaS, PaaS ή SaaS).

5. Κωδικοποίηση και διαχείριση κλειδιών

Αναγνωρίζει τη σωστή χρήση κωδικοποίησης και την επεκτασιμότητα της διαχείρισης κλειδιών. Επιπλέον ασχολείται με το αν είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν η κωδικοποίηση και η διαχείριση κλειδιών, προκειμένου να διασφαλιστεί η πρόσβαση στους πόρους αλλά και να προστατευτούν τα δεδομένα.

6. Διαχείριση ταυτότητας και πρόσβασης (IAM – Identity and Access Management)

Αφορά τη διαχείριση των ταυτοτήτων και τη μόχλευση των υπηρεσιών καταλόγου για να παράσχει έλεγχο πρόσβασης. Λαμβάνει επιπλέον υπόψη την εκτίμηση της ετοιμότητας της επιχείρησης να διεξάγει μια διαχείριση ταυτότητας και πρόσβασης βασισμένη στις αρχές του Νέφους.

7. Δημιουργία εικονικών πόρων (Virtualization)

Το κομμάτι αυτό ασχολείται με τη χρήση του Virtualization στο Cloud Computing. Διερευνά τα ρίσκα που σχετίζονται με την πολλαπλή μίσθωση, με την απομόνωση των εικονικών μηχανημάτων, με τη συστέγαση των τελευταίων, με τα τρωτά σημεία του κεντρικού ελέγχου των εικονικών μηχανημάτων κλπ. Επίσης, λαμβάνει υπόψη του ζητήματα που σχετίζονται με τη δημιουργία εικονικού software ή hardware (Cloud Security Alliance, 2009).

Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Δικτύου και Ασφάλειας Πληροφοριών (ENISA – European Network and Information Security Agency) επίσης ασχολήθηκε με ζητήματα ασφαλείας και παρείχε τα πιο σημαντικά ρίσκα στην ασφάλεια κατά την υιοθέτηση του Cloud Computing, τα οποία πρέπει να ληφθούν υπόψη πριν τη μετάβαση σε υπηρεσίες Νέφους. Παρουσίασε 35 ρίσκα τα οποία σχετίζονται με την ασφάλεια κατά την υιοθέτηση του Cloud Computing (Cattedu και Hobgen, 2009). Αυτά τα ρίσκα μπορούν να διαχωριστούν στις εξής κατηγορίες:

- § Συμβόλαιο ασφαλείας και ρίσκα οργανισμού, όπως το «look-iii» του παρόχου, η απώλεια διακυβέρνησης, οι δυσκολίες συμβατότητας και η απόκτηση παρόχου υπηρεσιών Νέφους.
- § Τεχνικά ρίσκα, όπως διαρροή πληροφοριών, απώλεια κλειδιών κωδικοποίησης και σύγκρουση μεταξύ των διαδικασιών εφαρμοσμένες από πελάτες για μείωση της τρωτότητας των συστημάτων και των πλατφόρμων Νέφους.
- § Νομικά ρίσκα, όπως είναι η προστασία δεδομένων και η δανειοδότηση λογισμικού.
- § Ρίσκα που δεν είναι αποκλειστικά για τις υπηρεσίες Νέφους, όπως προβλήματα δικτύου, μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση στα κέντρα πληροφοριών και φυσικές καταστροφές (Cattedu και Hobgen, 2009).

Η ασφάλεια αποτελεί μια ανησυχία από τις πρώτες ημέρες εμφάνισης των υπολογιστών. Το κουτί της Πανδώρας άνοιξε διάπλατα την στιγμή που οι υπολογιστές ήταν σε θέση να επικοινωνούν μεταξύ τους. Σε έναν διασυνδεδεμένο κόσμο, οι διάφορες μορφές κακόβουλου λογισμικού μπορούν να μεταναστεύσουν εύκολα από ένα σύστημα σε ένα άλλο, διασχίζοντας τα εθνικά σύνορα και μολύνοντας συστήματα σε όλο το κόσμο.

Η ασφάλεια των υπολογιστών και των συστημάτων επικοινωνίας παίρνει μια νέα τροπή, καθώς η κοινωνία εξαρτάται όλο και περισσότερο από την υποδομή των πληροφοριών. Σήμερα, ακόμη και η υποδομή ενός έθνους μπορεί να δεχθεί επίθεση από την αξιοποίηση των ρωγμών στην ασφάλεια των υπολογιστών. Το κακόβουλο λογισμικό, όπως ο ιός Stuxnet, στοχεύει βιομηχανικά συστήματα ελέγχου τα οποία ελέγχονται από λογισμικό.

Το cloud computing αποτελεί ένα ιδανικό περιβάλλον επίθεσης από κακόβουλα άτομα και ποινικές οργανώσεις. Επομένως, δεν αποτελεί έκπληξη ότι η ασφάλεια είναι μια σημαντική ανησυχία για τους υπάρχοντες χρήστες και τους πιθανούς νέους χρήστες των υπηρεσιών του cloud computing. Το cloud computing είναι μια εντελώς νέα προσέγγιση στην πληροφορική που βασίζεται σε μια νέα τεχνολογία. Είναι συνεπώς λογικό να αναμένεται ότι θα αναπτυχθούν νέοι μέθοδοι για την αντιμετώπιση ορισμένων απειλών, ενώ άλλοι θα αποδειχθούν υπερβολικοί.

Η ιδέα της μετάβασης σε ένα σύννεφο ελευθερώνει έναν οργανισμό από πολλά τεχνικά προβλήματα, τα οποία σχετίζονται με την ασφάλεια του υπολογιστή, εξαλείφοντας έτσι εσωτερικές απειλές. Όπως θα δούμε σε αυτό το κεφάλαιο, η εξωτερική ανάθεση υπολογιστών σε ένα σύννεφο (cloud) δημιουργεί μια νέα μεγάλη ασφάλεια και προστασία της ιδιωτικής ζωής.

Μία από τις συνέπειες του ραγδαίου ρυθμού ανάπτυξης της επιστήμης της πληροφορίας και της τεχνολογίας είναι ότι τα πρότυπα, οι κανονισμοί και οι νόμοι που διέπουν τις δραστηριότητες των οργανώσεων, οι οποίες υποστηρίζουν νέες υπηρεσίες πληροφορικής δεν έχουν ακόμα εγκριθεί. Ως αποτέλεσμα αυτού, πολλά θέματα που σχετίζονται με την προστασία της ιδιωτικής ζωής, την ασφάλεια και την εμπιστοσύνη στο σύννεφο απέχουν πολύ από το να διευθετηθούν.

7.2. Απειλές Ασφάλειας

Ορισμένοι πιστεύουν ότι είναι πολύ εύκολο, ίσως πάρα πολύ εύκολο, να αρχίσουν να χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες cloud, χωρίς αρχική κατανόηση των κινδύνων ασφαλείας και χωρίς τη δέσμευση να ακολουθήσουν τους κανόνες δεοντολογίας του cloud computing. Το πρώτο ερώτημα που τίθεται είναι ποιοι είναι οι κίνδυνοι ασφαλείας που αντιμετωπίζουν οι χρήστες του σύννεφου. Υπάρχει, επίσης, η πιθανότητα ότι ένα σύννεφο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την έναρξη μιας μεγάλης κλίμακας επιθέσεων εναντίον άλλων συστατικών της υποδομής του κυβερνοχώρου. Το επόμενο ερώτημα που τίθεται είναι το πως μπορεί να προληφθεί η φαύλη χρήση των πόρων του σύννεφου.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι για να εξετάσουμε τους κινδύνους ασφαλείας του cloud computing. Ένα πρόσφατο έγγραφο προσδιορίζει τρεις ευρείες κατηγορίες:

- i. παραδοσιακές απειλές
- ii. απειλές που σχετίζονται με τη διαθεσιμότητα του συστήματος και
- iii. απειλές που σχετίζονται με έλεγχο δεδομένων από τρίτους.

Οι παραδοσιακές απειλές είναι εκείνες που συμβαίνουν εδώ και αρκετό καιρό από οποιοδήποτε σύστημα είναι συνδεδεμένο με το διαδίκτυο. Ο αντίκτυπος των παραδοσιακών απειλών ενισχύεται λόγω του τεράστιου όγκου των πόρων του σύννεφου και του μεγάλου πληθυσμού χρηστών. Τα ασαφή όρια των αρμοδιοτήτων μεταξύ των φορέων παροχής των υπηρεσιών cloud και των χρηστών και οι δυσκολίες να προσδιοριστεί με ακρίβεια η αιτία ενός προβλήματος αυξάνει τις ανησυχίες των χρηστών του σύννεφου.

Οι παραδοσιακές απειλές αρχίζουν στο χώρο του χρήστη. Ο χρήστης πρέπει να προστατεύσει την υποδομή που χρησιμοποιεί για τη σύνδεση του με το σύννεφο και να αλληλεπιδρά με την εφαρμογή που τρέχει στο σύννεφο. Το έργο αυτό είναι πιο

δύσκολο, καθώς ορισμένα στοιχεία της υποδομής αυτής είναι έξω από το τείχος που προστατεύει το χρήστη.

Η επόμενη απειλή σχετίζεται με τη διαδικασία πιστοποίησης και εξουσιοδότησης. Οι διαδικασίες για ένα άτομο δεν επεκτείνονται σε μια επιχείρηση. Στην περίπτωση αυτή, η πρόσβαση των μελών ενός οργανισμού στο σύννεφο πρέπει να μεταβάλλεται. Τα διάφορα άτομα θα πρέπει να έχουν διαφορετικά επίπεδα προνομίων, με βάση το ρόλο τους στην οργάνωση.

Παρατηρούμε ότι οι παραδοσιακές επιθέσεις επηρεάζουν ήδη τους παρόχους υπηρεσιών σύννεφου (cloud). Τα αγαπημένα μέσα επίθεσης είναι:

- § οι επιθέσεις κατανεμημένης άρνησης υπηρεσιών (DDoS), η οποία εμποδίζει στους νόμιμους χρήστες να έχουν πρόσβαση σε υπηρεσίες σύννεφου (cloud)
- § το phishing. Είναι μια επίθεση με στόχο να αποκτηθούν πληροφορίες από μια βάση δεδομένων μιας ιστοσελίδας η οποία έχει μεταμφιεστεί σε μια αξιόπιστη οντότητα. Οι πληροφορίες αυτές θα μπορούσαν να είναι τα ονόματα και αριθμοί πιστωτικών καρτών, αριθμοί κοινωνικής ασφάλισης και άλλες προσωπικές πληροφορίες.
- § η SQL injection. Αποτελεί μια μορφή επίθεσης που χρησιμοποιείται συνήθως εναντίον μιας ιστοσελίδας. Η επίθεση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ενάντια σε άλλα συστήματα επεξεργασίας συναλλαγών.
- § το cross-site scripting. Είναι η πιο δημοφιλή μορφή επίθεσης εναντίον ιστοσελίδων. Ένα πρόγραμμα περιήγησης επιτρέπει στον επιτιθέμενο να παρακάμψει τους ελέγχους πρόσβασης στην ιστοσελίδα.

Η διαθεσιμότητα των υπηρεσιών cloud αποτελεί μια άλλη σημαντική ανησυχία. Οι πτώσεις του συστήματος, οι διακοπές ρεύματος και άλλα καταστροφικά γεγονότα αποτελούν άμεση απειλή για τις υπηρεσίες cloud. Μια άλλη κρίσιμη πτυχή της διαθεσιμότητας είναι ότι οι χρήστες δεν μπορούν να είναι σίγουροι ότι μια εφαρμογή που φιλοξενείται στο σύννεφο επιστρέφει σωστά αποτελέσματα.

Ο έλεγχος από τρίτους παράγει ένα ευρύ φάσμα ανησυχιών που προκαλούνται από την έλλειψη διαφάνειας και τον περιορισμένο έλεγχο του χρήστη. Για παράδειγμα, ένας πάροχος cloud μπορεί να αναθέσει κάποιους πόρους σε εάν τρίτο, το επίπεδο εμπιστοσύνης του οποίου είναι αμφισβητήσιμο. Υπάρχουν παραδείγματα, όπου τρίτοι αποτυγχάνουν να διατηρήσουν τα δεδομένα των πελατών.

Η πρώτη έκδοση της έκθεσης του Cloud Security Alliance (CSA) το 2010, εντοπίζει επτά κορυφαίες απειλές για το cloud computing. Οι απειλές αυτές είναι:

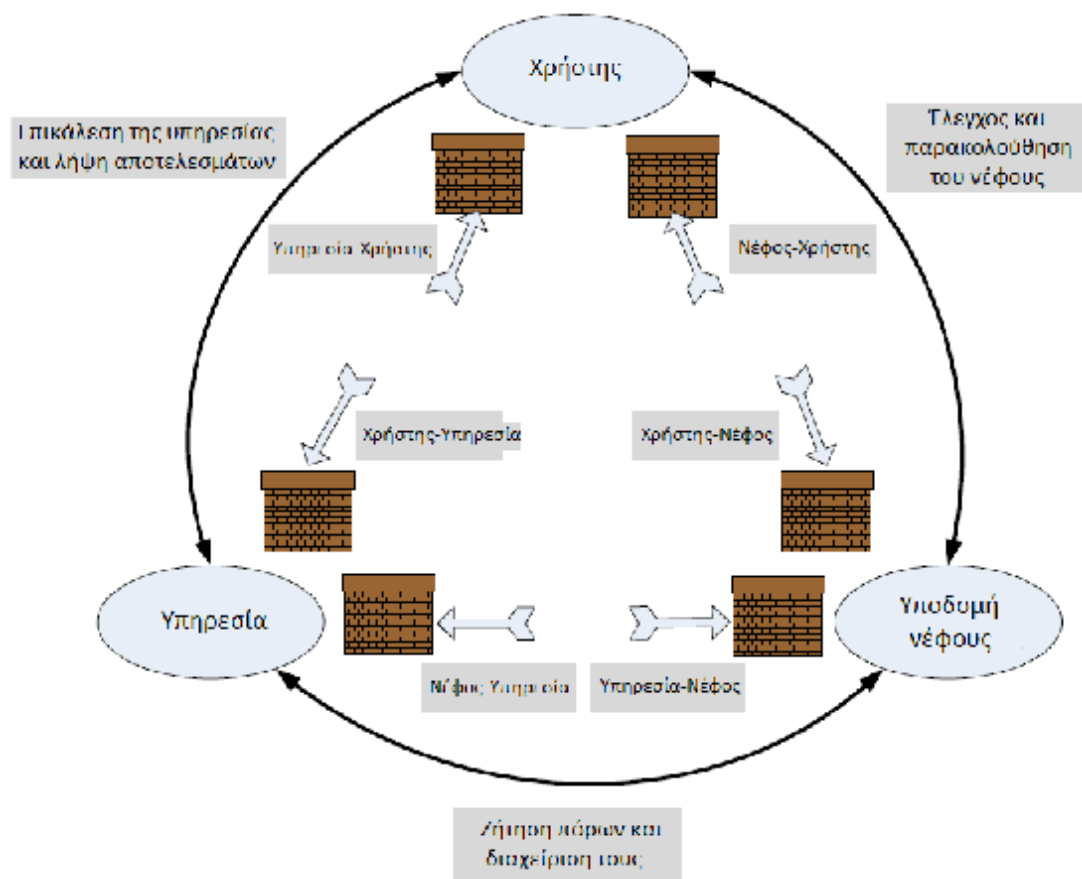
- ü η κατάχρηση του νέφους

- οι κακόβουλες εμπιστευτικές πληροφορίες
- η κοινή τεχνολογία
- η επίθεση σε λογαριασμούς
- η απώλεια δεδομένων ή διαρροή και
- το άγνωστο προφίλ κινδύνου

Σύμφωνα με την έκθεση αυτή, το μοντέλο IaaS μπορεί να επηρεαστεί από όλες αυτές τις απειλές. Το PaaS μπορεί να επηρεαστεί εξίσου από όλες αυτές τις απειλές, εκτός της κοινής τεχνολογίας, ενώ το μοντέλο SaaS και πάλι από όλες τις απειλές εκτός της αλλά κατοποίησης και την κοινή τεχνολογία.

Η έκδοση των εκθέσεων της CSA, του 2011, «Οδηγίες ασφαλείας για κρίσιμο τομέα του Cloud Computing V3.0» παρέχει μια ολοκληρωμένη ανάλυση των κινδύνων και πραγματοποιεί συστάσεις για την ελαχιστοποίηση των κινδύνων αυτών.

Εικόνα 7.1. Τομείς επιθέσεων σε ένα περιβάλλον cloud computing



ΠΗΓΗ: Cattedu και Hobgen, 2009

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε στο παραπάνω σχήμα, οι τρεις παράγοντες που εμπλέκονται στο υπό εξέταση μοντέλο είναι: ο χρήσις, η υπηρεσία

και η υποδομή cloud, ενώ υπάρχουν έξι τύποι δυνατών επιθέσεων. Ο χρήστης μπορεί να δεχθεί επίθεση από δύο κατευθύνσεις, την εξυπηρέτηση και το σύννεφο. Ο χρήστης μπορεί, επίσης, να είναι θύμα επιθέσεων που είτε προέρχονται από το σύννεφο, είτε από την υποδομή του.

7.3. Οφέλη Ασφάλειας από το Cloud Computing

Συζητήθηκαν τα ζητήματα για την αποθήκευση δεδομένων με τη χρήση του Cloud Computing. Παρόλα αυτά πρέπει να γίνει νύξη για τα οφέλη αυτής της διαδικασίας. Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Δικτύου και Ασφάλειας Πληροφοριών ENISA έχει ερευνήσει τα οφέλη των επιχειρήσεων, σχετικά με αυτό το κομμάτι, που υιοθετούν το Cloud Computing και αναδεικνύει σημαντικές δυνατότητες βελτίωσης της ασφάλειας της επιχείρησης και τρόπους για να επιτευχθεί αυτό. Ακολουθούν τα σημαντικότερα οφέλη:

I. Οικονομίες κλίμακας

Είναι γεγονός ότι όλοι οι τύποι μέτρων ασφαλείας που εφαρμόζονται σε μεγάλη κλίμακα είναι φθηνότεροι. Επομένως, υιοθετώντας το Cloud Computing οι επιχειρήσεις αποκτούν καλύτερη προστασία για το ίδιο ποσό χρημάτων. Η προστασία περιλαμβάνει κάθε είδους αμυντικού μέτρου όπως είναι τα φίλτρα των διακινούμενων πληροφοριών, ελλείψεις σε hardware και software, ισχυρή πιστοποίηση, αποτελεσματική πρόσβαση βάσει του ρόλου του καθενός στην επιχείρηση που επιθυμεί την πρόσβαση και προεπιλεγμένες, κεντρικά υποβοηθούμενες, λύσεις διαχείρισης ταυτότητας αναγνώρισης. Όλες αυτές οι μορφές προστασίας βελτιώνουν τις επιδράσεις του δικτύου συνεργασίας ανάμεσα σε διάφορα συνεργάτες που συμμετέχουν στην άμυνα (Cattedu και Hobgen, 2009). Επιπρόσθετα σε αυτά τα οφέλη έχουμε τα εξής:

§ Πολλαπλές τοποθεσίες

Οι πάροχοι υπηρεσιών Νέφους υποχρεωτικά συντηρούν οικονομικούς πόρους για την αναπαραγωγή περιεχομένου (αντιγραφή ήδη υπάρχοντος υλικού), ενισχύοντας έτσι την ανεξαρτησία από την αποτυχία. Με αυτό τον τρόπο παρέχεται «ανάρρωση» από οποιασδήποτε μορφής ζημία.

§ Δίκτυα αιχμής

Το Cloud Computing παρέχει αξιοπιστία, βελτίωση της ποιότητας και λιγότερα προβλήματα δικτύου για τις επιχειρήσεις, δεδομένου ότι παρέχει

τελευταίας τεχνολογίας δυνατότητες αποθήκευσης, επεξεργασίας πληροφοριών και παράδοσης αυτών.

§ Ταχύτερη ανταπόκριση σε οιασδήποτε μορφής περιστατικό

Οι πάροχοι υπηρεσιών Νέφους χρησιμοποιούν συστήματα που τους επιτρέπουν άμεση και αποτελεσματική ανταπόκριση σε οποιαδήποτε μορφής περιστατικό, λ.χ. τους επιτρέπουν άμεση ανταπόκριση λόγω γρήγορης αναγνώρισης μιας εφαρμογής κακόβουλου λογισμικού.

§ Διαχείριση απειλών

Οι μικρές επιχειρήσεις δε δύνανται να διαθέσουν πόρους για να προσλάβουν ειδικούς να αντιμετωπίζουν συγκεκριμένα ζητήματα ασφαλείας, εν αντιθέσει με του παρόχους υπηρεσιών Νέφους οι οποίοι, όχι μόνο μπορούν να τους διαθέσουν, αλλά και αναπτύσσουν στρατηγικές διαχείρισης αυτών (Cattedu και Hobgen, 2009).

II. Η ασφάλεια σα μέσο διαφοροποίησης της αγοράς

Για τις περισσότερες επιχειρήσεις η ασφάλεια είναι το πιο σημαντικό ζήτημα που λαμβάνεται υπόψη κατά τη μετάβαση των λειτουργιών τους σε Νέφος. Οι επιλογές τους γίνονται με βάση τη φήμη της εμπιστευτικότητας, τα γενικά οφέλη από το Cloud Computing, τα ρίσκα και τις συστάσεις για την ακεραιότητα και της αυθεντικότητας της ασφάλειας των πληροφοριών, όπως επίσης και την ασφάλεια των υπηρεσιών που προσφέρει ο πάροχος. Αυτό οδηγεί τους παρόχους των υπηρεσιών Νέφους να βελτιώνουν την ασφάλεια που προσφέρουν μέσα από τον ανταγωνισμό της αγοράς (Cattedu και Hobgen, 2009).

III. Τυποποιημένα περιβάλλοντα για τη διαχείριση των υπηρεσιών ασφαλείας

Συχνά προσφέρονται από τους μεγάλους παρόχους υπηρεσιών νέφους ανοιχτά τυποποιημένα περιβάλλοντα για τη διαχείριση των υπηρεσιών ασφαλείας. Αυτό προσφέρει μια ανοιχτή αγορά υπηρεσιών ασφαλείας όπου οι πελάτες μπορούν να επιλέξουν αρχικά ή να μεταπηδήσουν σε άλλο πάροχο πιο εύκολα με πολύ χαμηλά λειτουργικά κόστη. Δηλαδή ένας χρήστης μπορεί να έχει στη διάθεσή του τους πόρους που προσφέρονται από έναν πάροχο, πλην τον πόρο παροχής ασφάλειας. και τον πόρο παροχής ασφάλειας να τον αντλούν από άλλο πάροχο επιλέγοντας ανά πάσα στιγμή από μία ανοιχτή αγορά. Επομένως ο χρήστης μπορεί να αυξήσει τον τελευταίο πόρο κατά βούληση, ανάλογα με την εκάστοτε ζήτηση, χωρίς να επηρεάζονται οι υπόλοιποι πόροι του συστήματός του (Cattedu και Hobgen, 2009).

IV. Γρήγορη και έξυπνη επέκταση των πόρων

Υπάρχουν ήδη πολλοί πόροι που υποστηρίζονται από τις υπηρεσίες Νέφους, όπως είναι η αποθήκευση, η διάρκεια χρήσης επεξεργασίας δεδομένων (CPU), η μνήμη (RAM), οι υπηρεσίες δικτύου και η χρήση εικονικών μηχανημάτων. Όλοι αυτοί οι πόροι μπορούν να επεκταθούν γρήγορα ανταποκρινόμενοι στη ζήτηση και, καθώς εξελίσσεται η τεχνολογία, γίνονται όλο και πιο ευέλικτη η δυνατότητα επέκτασης τους. Οι πάροχοι υπηρεσιών Νέφους διαθέτουν επίσης πόρους και δυνατότητες αναδιανομής τους όπως είναι το φιλτράρισμα των πληροφοριών για λόγους ασφαλείας, η κωδικοποίηση κλπ όταν μια επίθεση (λ.χ. μία DDoS – Distributed Denial of Service) είναι πιθανό να λάβει χώρα, προκειμένου να αυξήσουν τα μέτρα ασφαλείας. Επομένως οι πάροχοι μπορούν να περιορίσουν τις επιπτώσεις κάποιων επιθέσεων ενάντια στη διαθεσιμότητα κάποιων πόρων που φιλοξενούνται στο Νέφος χρησιμοποιώντας συνδυαστικά την ευέλικτη αναδιανομή των πόρων και την κατάλληλη μέθοδο βελτιστοποίησης των πόρων. Γι' αυτό το λόγο η ικανότητα να επεκτείνονται δυναμικά και ευέλικτα οι πόροι, που συμβάλουν στην άμυνα, κατά βούληση αποτελεί ένα σταθερό όφελος για τις επιχειρήσεις. Επιπλέον, όσο περισσότερο επεκτάσιμοι είναι οι πόροι «διαιρεμένοι» σε μικρά κλάσματα επέκτασης - όντας τοιούτοτρόπως πιο ευέλικτοι, τόσο φθηνότερη είναι άμεση ανταπόκριση σε απότομες κορυφώσεις της ζήτησης (Cattedu και Hobgen, 2009).

V. Έλεγχος και συλλογή στοιχείων

Η IaaS υποστηρίζει την κλωνοποίηση κατά βούληση των εικονικών μηχανών, οπότε κατά την παραβίαση της ασφάλειας ο χρήστης μπορεί να κατασκευάσει μια εικόνα της εικονικής μηχανής για ανάλυση του περιστατικού offline. Αυτό συνεπάγεται λιγότερος χρόνος για την ανάλυση. Επιπλέον, σε περίπτωση που απαιτείται επιπλέον αποθηκευτικός χώρος για την επεξεργασία δεδομένων, μπορούν να δημιουργηθούν πολλοί κλώνοι και η ανάλυση να πραγματοποιηθεί εν παραλλήλω μειώνοντας δραστικά το χρόνο επεξεργασίας. Έτσι παρέχεται το πλεονέκτημα της βελτίωσης της a posteriori ανάλυσης που αφορά ζητήματα ασφαλείας και της αύξησης της πιθανότητας του εντοπισμού του θύτη. Το Cloud Computing παρέχει επιπλέον οικονομικά συμφέρουσα αποθήκευση καταγραφών, προσφέροντας περιεκτικές καταγραφές (Cattedu και Hobgen, 2009).

VI. Καλύτερη διαχείριση κινδύνου

Η διαχείριση διαφόρων σεναρίων κινδύνου σε μια Συμφωνία Επιπέδου Υπηρεσιών (SLA – Service Level Agreement) και η επιρροή των παραβιάσεων ασφαλείας στη φήμη κινητοποιούν τους παρόχους υπηρεσιών Νέφους για πραγμάτωση

περισσότερων εσωτερικών ελέγχων και διαδικασιών αξιολόγησης κινδύνου. Αυτό βοηθά στον εντοπισμό των κινδύνων, οι οποίοι διαφορετικά δε θα εντοπιζονταν, αυξάνοντας έτσι τα οφέλη (Cattedu και Hobgen, 2009).

VII. Συγκέντρωση πόρων

Η συγκέντρωση των πόρων μειονεκτεί στην ασφάλεια χωρίς αμφιβολία αλλά έχει και αρκετά πλεονεκτήματα. Θεωρώντας την ύπαρξη ικανοποιητικών μέτρων ασφαλείας δεδομένη, η συγκέντρωση των πόρων πλεονεκτεί στη φθηνότερη παραμετροποίηση και στο φθηνότερο έλεγχο πρόσβασης ανά μονάδα πόρου, στη φθηνότερη εφαρμογή ολοκληρωμένης πολιτικής ασφαλείας και ελέγχου πάνω στη διαχείριση δεδομένων και στη διαχείριση περιστατικών, όπως επίσης και φθηνότερες διαδικασίες συντήρησης (Cattedu και Hobgen, 2009).

VIII. Αποτελεσματικές αναβαθμίσεις και προεπιλογές

Στο Cloud Computing οι εικόνες των εικονικών μηχανών και το software που χρησιμοποιείται από τους πελάτες μπορεί να αναβαθμιστεί με τις τελευταίες εκδόσεις και ρυθμίσεις ασφαλείας. Παράλληλα με αυτό οι υπηρεσίες IaaS προσφέρουν περιβάλλοντα προγραμμάτων τα οποία παρέχουν τη δυνατότητα λήψης φωτογραφίας από το εικονικό περιβάλλον και να συγκρίνεται με το αρχικό. Οι αναβαθμίσεις πολλές φορές λαμβάνουν χώρα πιο γρήγορα πάνω στην πλατφόρμα. Αναφορικά με τα PaaS και SaaS, επίσης, αναβαθμίζονται ή γίνεται έλεγχος για την ευπάθεια τους από τις κεντρικές τοποθεσίες. Αυτά είναι όλα τα οφέλη που αφορούν τη βελτίωση της ασφαλείας (Cattedu και Hobgen, 2009).



8. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ AMAZON.COM

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μια εκτενής ανάλυση των δύο κυρίαρχων συστημάτων Cloud Computing της Amazon.com, του EC2 και του S3. Σημειώνεται ότι για το λεξιλόγιο της Amazon.com μια εικονική μηχανή με χαρακτηριστικά αντίστοιχα με ενός συστήματος επεξεργαστή 1,75 GHz x86, 1,75 GB RAM, 160GB σκληρό δίσκο και 250 Mb/sec εύρους δικτύου ορίζεται ως ένα «instance» (Garfinkel, 2007).

8.1. Amazon EC2 (Elastic Compute Cloud)

Το Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2) είναι μια διαδικτυακή υπηρεσία που παρέχει υπολογιστική ικανότητα σε Νέφος, ικανή να προσαρμόσει τα μεγέθη της στις ανάγκες του χρήστη (Ιστοσελίδα Amazon).

Παρέχει πλήρη έλεγχο των υπολογιστικών πόρων και επιτρέπει να εκτελεστούν υπολογισμοί στο υπολογιστικό περιβάλλον της Amazon.com. Το Amazon EC2 μειώνει το χρόνο που απαιτείται για την απόκτηση και την εκκίνηση νέων περιπτώσεων server σε μερικά λεπτά, επιτρέποντας εκτεταμένη ευελιξία, είτε προσαύξησης των υπολογιστικών πόρων είτε μείωσης αυτών, καθώς αλλάζουν οι απαιτήσεις. Το Amazon EC2 αλλάζει τα οικονομικά δεδομένα των υπολογιστών, επιτρέποντας πληρωμή μόνο για την ικανότητα που χρησιμοποιείται πραγματικά, ενώ παρέχει στους προγραμματιστές εργαλεία για την οικοδόμηση ανθεκτικών εφαρμογών σε αποτυχίες (Amazon).

Το Amazon EC2 είναι ένα εικονικό υπολογιστικό περιβάλλον, που επιτρέπει να χρησιμοποιηθούν περιβάλλοντα διαδικτυακών υπηρεσιών για να τεθούν σε λειτουργία τα instances του με μια ποικιλία λειτουργικών συστημάτων, να φορτωθούν στο ήδη υπάρχον περιβάλλον εφαρμογών και να γίνει τελική χρήση όσων συστημάτων η επιχείρηση έχει ανάγκη. Για τη χρήση του EC2 η επιχείρηση πρέπει:

- § Να επιλέξει μια προ-ρυθμισμένη εικόνα για να ιδρυθεί και να λειτουργήσει αμέσως ή να δημιουργήσει ένα Amazon Machine Image (AMI) που θα περιέχει τις εφαρμογές, τις βιβλιοθήκες, τα δεδομένα, καθώς και συναφείς ρυθμίσεις της.
- § Να ρυθμίσει την ασφάλεια και την πρόσβαση στο δίκτυο για τα instances του Amazon EC2.

- § Να επιλέξει ποιο τύπο εικονικής μηχανής και ποιο λειτουργικό σύστημα επιθυμεί, στη συνέχεια, να ξεκινήσει και να παρακολουθεί όσα instances της AMI της χρειάζεται, χρησιμοποιώντας τις υπηρεσίες API ή μια ποικιλία διοικητικών εργαλείων που παρέχονται.
- § Να προσδιορίσει αν θέλει να εκτελούνται οι διαδικασίες της σε διάφορες τοποθεσίες, χρησιμοποιώντας στατικά IP ή τα instances της να λειτουργούν σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία.
- § Να πληρώνει μόνο για τους πόρους που πραγματικά καταναλώνει, όπως τις ώρες χρήσης των instances ή των όγκο μεταφοράς δεδομένων (Amazon).

Σημαντικά στοιχεία υπηρεσίας

Ελαστικότητα: Το Amazon EC2 επιτρέπει στην επιχείρηση να αυξήσει ή να μειώσει τους υπολογιστικούς πόρους της μέσα σε λίγα λεπτά. Μπορεί να επιφορτίσει ένα, εκατοντάδες ή και χιλιάδες servers ταυτόχρονα. Φυσικά, επειδή είναι όλα ελεγχόμενα από τη διαδικτυακή υπηρεσία API, η επιφόρτιση των server μπορεί να μειωθεί ή να αυξηθεί κατά βούληση (Ιστοσελίδα Amazon).

Πλήρης έλεγχος: Η επιχείρηση έχει τον πλήρη έλεγχο των instances. Έχει πρόσβαση στο καθένα, και μπορεί να αλληλεπιδράσει με αυτά, όπως θα έκανε με οποιοδήποτε μηχάνημα. Μπορεί να σταματήσει το instance, διατηρώντας ταυτόχρονα τα στοιχεία από το τμήμα εκκίνησης και, στη συνέχεια, να κάνει επανεκκίνηση το ίδιο instance με τη χρήση της διαδικτυακής υπηρεσίας API. Τα instances μπορούν να επανεκκινηθούν από μακριά με χρήση της διαδικτυακής υπηρεσίας API. Μπορεί επίσης να έχει πρόσβαση σε κονσόλα εξόδου των instances (Ιστοσελίδα Amazon).

Ευελιξία: Η εταιρία έχει την επιλογή πολλαπλών τύπων instances, λειτουργικών συστημάτων, και τα πακέτων λογισμικού. Το Amazon EC2 επιτρέπει να επιλεγεί η διαμόρφωσή της μνήμης ή το μέγεθος της CPU και του αποθηκευτικού χώρου του instance που είναι βέλτιστο για την επιλογή του λειτουργικού συστήματος και εφαρμογής αυτού. Για παράδειγμα, η επιλογή των λειτουργικών συστημάτων περιλαμβάνει πολλές διανομές Linux, Microsoft Windows Server και OpenSolaris (Ιστοσελίδα Amazon).

Σχεδίαση για χρήση με άλλες Amazon Web Services: Το Amazon EC2 λειτουργεί σε συνδυασμό με την απλή Amazon Storage Service (Amazon S3), την

Υπηρεσία Σχεσιακής Βάσης Δεδομένων της Amazon.com (Amazon RDS), την Amazon SimpleDB και την Amazon Simple Queue Service (Amazon SQS) ώστε να παρέχει μια ολοκληρωμένη λύση για υπολογιστικές υπηρεσίες, επεξεργασία διαδικασιών και την αποθήκευση αυτών σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών (Ιστοσελίδα Amazon).

Αξιοπιστία: Το Amazon EC2 προσφέρει ένα ιδιαίτερα αξιόπιστο περιβάλλον, όπου τα instances αντικατάστασης μπορούν να λειτουργούν γρήγορα και αξιόπιστα. Η υπηρεσία λειτουργεί μέσα σε αποδεδειγμένη υποδομή δικτύου των κέντρων δεδομένων της Amazon.com. Η σύμβαση Amazon EC2 Service Level Agreement δεσμεύεται για 99,95% διαθεσιμότητα για κάθε περιφερειακό Amazon EC2 (Ιστοσελίδα Amazon).

Ασφάλεια: Το Amazon EC2 προσφέρει πολλούς μηχανισμούς για τη διασφάλιση των υπολογιστικών πόρων. Το Amazon EC2 περιλαμβάνει υπηρεσίες διαδικτύου για τη ρύθμιση του firewall που ελέγχει την πρόσβαση στο δίκτυο των instances. Κατά την έναρξη των πόρων του Amazon EC2 εντός του Virtual Private Cloud της Amazon.com (Amazon VPC), η επιχείρηση μπορεί να απομονώσει τα υπολογιστικά instances, καθορίζοντας το εύρος των διευθύνσεων IP που θέλει να χρησιμοποιήσει και να συνδεθεί με την υπάρχουσα υποδομή της χρησιμοποιώντας το βιομηχανικό πρότυπο κρυπτογραφημένη IPsec VPN. Αφοσιωμένο instance είναι το Amazon EC2 instance που εκτελείται από το υλικό αφιερωμένο σε έναν μόνο πελάτη για επιπλέον απομόνωση (Ιστοσελίδα Amazon).

Χαμηλό κόστος: Το Amazon EC2 εκμεταλλεύεται για την επιχείρηση τις οικονομίες κλίμακας. Η επιχείρηση πληρώνει ένα πολύ χαμηλό μοναδιαίο κόστος για την υπολογιστική ικανότητα που πραγματικά καταναλώνει (Ιστοσελίδα Amazon).

On demand instances: Τα On demand instances επιτρέπουν στην επιχείρηση να πληρώσει για υπολογιστική ικανότητα ανά ώρα χωρίς μακροπρόθεσμες δεσμεύσεις. Αυτό την απαλλάσσει από το κόστος και την πολυπλοκότητα του σχεδιασμού, την αγορά, και τη διατήρηση του υλικού, μετατρέποντας μεγάλα συνήθη πάγια κόστη σε πολύ μικρότερα μεταβλητά κόστη. Τα On demand instances αφαιρούν, επίσης, την ανάγκη να αγοραστεί «δίκτυ ασφαλείας» που θα επιτρέψει αντιμετώπιση της ζήτησης σε ώρες αιχμής (Ιστοσελίδα Amazon).

Reserved Instances: Τα Reserved Instances δίνουν στην επιχείρηση την επιλογή να κάνει μια μικρή, εφάπαξ πληρωμή για κάθε instance που θέλει να δεσμεύσει και στη συνέχεια λαμβάνει σημαντική έκπτωση στα ωριαία τέλη χρήσης για το εν λόγω παράδειγμα. Μετά την εφάπαξ πληρωμή για ένα instance, το instance διατίθεται αποκλειστικά για αυτή, και δεν έχει καμία άλλη υποχρέωση. Μπορεί να επιλέξει να εκτελέσει αυτό το instance και να χρεωθεί με την ωριαία χρέωση για αυτό ή να μην το κάνει χρήση, οπότε και δε θα χρεωθεί για την κράτηση (Ιστοσελίδα Amazon).

Spot Instances: Τα Spot Instances επιτρέπουν στους πελάτες να υποβάλουν προσφορά για αχρησιμοποίητα Amazon EC2 δυναμικότητας και τη διαχείρισή αυτών των instances για όσο διάστημα η προσφορά τους υπερβαίνει την τρέχουσα τιμή. Είναι ένα μοντέλο που λειτουργεί ουσιαστικά με τις αρχές της προσφοράς και της ζήτησης. Μια σχετικά ευέλικτη επιχείρηση μπορεί να μειώσει τα κόστη της κάνοντας χρήση αυτής της υπηρεσίας (Ιστοσελίδα Amazon).

Χαρακτηριστικά

Το Amazon EC2 παρέχει μια σειρά από ισχυρά χαρακτηριστικά για την οικοδόμηση επεκτάσιμων και ανεκτικών σε αποτυχίες επιχειρηματικώς εφαρμογών συμπεριλαμβανομένων των:

Amazon Elastic Block Store: Το Amazon Elastic Block Store (EBS) προσφέρει σταθερό χώρο αποθήκευσης για τα Amazon EC2 instances. Οι αποθηκευτικοί όγκοι EBS παρέχουν λειτουργίες και πέραν εφαρμογών των instances. Είναι διαθέσιμοι σε μεγάλο βαθμό, ανεξαρτήτως αποθηκευτικών αναγκών και εξαιρετικά αξιόπιστοι (Ιστοσελίδα Amazon).

Πολλαπλές Περιοχές: Το Amazon EC2 παρέχει τη δυνατότητα να τοποθετήσει η επιχείρηση τα instances σε διάφορες τοποθεσίες. Οι θέσεις του Amazon EC2 αποτελούνται από ζώνες και περιοχές διαθεσιμότητας. Οι ζώνες διαθεσιμότητας είναι ξεχωριστές τοποθεσίες που έχουν κατασκευαστεί για να προστατεύονται από τις αποτυχίες σε άλλες ζώνες διαθεσιμότητας και να παρέχουν φθηνή συνδεσιμότητα δικτύου σε άλλες ζώνες διαθεσιμότητας στην ίδια περιφέρεια. Με αυτό τον τρόπο η επιχείρηση μπορεί να προστατεύσει τις εφαρμογές της από την αποτυχία μιας ενιαίας θέσης. Οι περιφέρειες αποτελούνται από μία ή περισσότερες ζώνες διαθεσιμότητας και είναι γεωγραφικά διασκορπισμένες. Το Amazon EC2 είναι προς το παρόν διαθέσιμο σε πέντε περιοχές: Ανατολική ΗΠΑ (Βόρεια Βιρτζίνια). Δυτική ΗΠΑ (Βόρεια

Καλιφόρνια), ΕΕ (Ιρλανδία), Ασία-Ειρηνικός (Σιγκαπούρη), και Ασίας-Ειρηνικού (Τόκιο) (Ιστοσελίδα Amazon).

Ελαστικές IP Διευθύνσεις: Οι ελαστικές διευθύνσεις IP είναι στατικές διευθύνσεις IP σχεδιασμένα για δυναμικό Cloud Computing. Μια ελαστική διεύθυνση IP συνδέεται με το λογαριασμό του χρήστη, όχι όμως με κάποιο συγκεκριμένο instance και ο χρήστης έχει τον έλεγχο. Αντίθετα από τις παραδοσιακές στατικές διευθύνσεις IP, οι ελαστικές διευθύνσεις IP επιτρέπουν μια ευελιξία σε περίπτωση προβλήματος με κάποια instances. Αντίο χρήστης να περιμένει για έναν τεχνικό να αναδιαμορφώσει τα δεδομένα ή να αντικαταστήσει τον host του, το Amazon EC2 δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να λειτουργήσει γύρω από το συγκεκριμένο instance και να επαναχαρτογραφήσει την ελαστική διεύθυνση IP σε περίπτωση αντικατάστασης (Ιστοσελίδα Amazon).

Amazon Virtual Private Cloud: Το Amazon VPC είναι μια ασφαλής και απρόσκοπτη γέφυρα μεταξύ μιας ήδη υπάρχουσας εταιρικής υποδομής πληροφοριακών συστημάτων και το σύννεφο AWS. Το Amazon VPC επιτρέπει στις επιχειρήσεις να συνδέσουν την υπάρχουσα υποδομή τους σε ένα σύνολο απομονωμένων AWS υπολογιστικών πόρων μέσω ενός εικονικού ιδιωτικού δικτύου (X/PN), καθώς και να επεκτείνουν τις υπάρχουσες δυνατότητες διαχείρισής τους, όπως τις υπηρεσίες ασφαλείας, τα firewalls και τα συστήματα ανίχνευσης εισβολής για να συμπεριλάβουν τους πόρους του AWS (Ιστοσελίδα Amazon).

Amazon CloudWatch: Το Amazon CloudWatch είναι μια διαδικτυακή υπηρεσία που παρέχει παρακολούθηση των πόρων του σύννεφου ΑΛΛ/8 και των εφαρμογών, ξεκινώντας με το Amazon EC2. Παρέχει ορατότητα στην αξιοποίηση των πόρων, στις επιχειρησιακές επιδόσεις, και στα συνολικά μοντέλα της ζήτησης -περιλαμβάνοντας μετρήσεις όπως η χρήση της CPU, η ανάγνωση και χρήση δίσκου και η κυκλοφορία του δικτύου. Μπορεί η επιχείρηση να πάρει τις στατιστικές, να δει τις γραφικές παραστάσεις και να ορίσει ειδοποιήσεις για τα δεδομένα που μετράει (Ιστοσελίδα Amazon).

Η αυτόματη επέκταση: Η αυτόματη επέκταση επιτρέπει στην επιχείρηση να επεκτείνει αυτόματα τη δυναμικότητα του Amazon EC2 προς τα πάνω ή προς τα κάτω ανάλογα με τις συνθήκες που η ίδια έχει ορίσει. Με την αυτόματη επέκταση η επιχείρηση μπορεί να εξασφαλίσει ότι ο αριθμός των instances του Amazon EC2 που χρησιμοποιεί αυξάνεται ομαλά κατά τη διάρκεια αιχμής της ζήτησης για τη διατήρηση

των επιδόσεων της σταθερών, και μειώνεται αυτόματα κατά τη διάρκεια της χαμηλής ζήτησης για την ελαχιστοποίηση του κόστους. Η αυτόματη επέκταση είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για εφαρμογές που υφίστανται ωριαία, ημερήσια ή εβδομαδιαία διακύμανση στη χρήση (Ιστοσελίδα Amazon).

Ελαστική εξισορρόπηση φορτίου: Η ελαστική εξισορρόπηση φορτίου αυτόματα διανέμει την εισερχόμενη κίνηση εφαρμογών σε πολλά instances του Amazon EC2, επιτρέποντας έτσι να επιτευχθεί ακόμη μεγαλύτερη ανοχή σε σφάλματα αιτήσεων δυναμικότητας, παρέχοντας μια αδιάλειπτη υποστήριξη στην εκάστοτε ζήτηση. Μια επιπλέον λειτουργία είναι ότι εντοπίζει τα ελαττωματικά instances και κατευθύνει την κίνηση των εφαρμογών στα υγιή του συνόλου, ενώ μπορεί να ενεργοποιηθεί εντός μιας ζώνης διαθεσιμότητας ή εντός πολλαπλών ζωνών (Ιστοσελίδα Amazon).

High Performance Computing (HPC) Clusters: Οι πελάτες με πολύπλοκα υπολογιστικά φορτία, όπως στενά συνδεδεμένες παράλληλες διαδικασίες, είτε με εφαρμογές ευαίσθητες στις επιδόσεις του δικτύου μπορούν να επιτύχουν την ίδια υψηλή υπολογιστική απόδοση του δικτύου, που παρέχεται από ειδικά προσαρμοσμένη υποδομή, ενώ επωφελούνται από την ελαστικότητα, την ευελιξία και τα οικονομικά πλεονεκτήματα του Amazon EC2. Τα instances του Cluster Compute και του Cluster GPU έχουν σχεδιαστεί ειδικά για να παρέχουν υψηλής απόδοσης δυνατότητες δικτύωσης και μπορούν να ξεκινήσουν με προγραμματισμό σε ομάδες, επιτρέποντας καλύτερη αξιοποίηση των δυνατοτήτων του δικτύου προς όφελος της επιχείρησης (Ιστοσελίδα Amazon).

Εισαγωγές VM (Virtual Machine): Η εισαγωγή των VM επιτρέπει να εισαχθούν εύκολα εικονικές μηχανές από το περιβάλλον απευθείας στα instances του Amazon EC2. Επιτρέπει να χρησιμοποιηθούν οι υπάρχουσες επενδύσεις της επιχείρησης σε εικονικές μηχανές που κατασκευάζονται για να καλυφθεί η ασφάλεια των πληροφοριακών συστημάτων της και να επιτευχθεί η ορθή χρήση των ρυθμίσεων της (Ιστοσελίδα Amazon).

8.2. Amazon S3 (Simple Storage Service)

Το Amazon S3 είναι λειτουργία αποθήκευσης στο διαδίκτυο και είναι σχεδιασμένο να κάνει την επέκταση των υπολογιστικών πόρων στον ιστό πιο

εύκολη. Παρέχει μια απλή ηλεκτρονική υπηρεσία με μορφή ενός εύχρηστου περιβάλλοντος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αποθήκευση και ανάκτηση οποιασδήποτε ποσότητας δεδομένων, οποιαδήποτε στιγμή, από οποιοδήποτε σημείο του διαδικτύου. Δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να έχει πρόσβαση σε δομές εξίσου επεκτάσιμες, αξιόπιστες, ασφαλείς, γρήγορες και φθηνές με αυτές που χρησιμοποιεί η ίδια η Amazon.com για να «τρέχει» το διεθνές δίκτυο της (Ιστοσελίδα Amazon).

8.2.1. Λειτουργικότητα του Amazon S3

Το Amazon S3 είναι διεθνώς δομημένο με τα εξής χαρακτηριστικά:

- § Δίνει τη δυνατότητα εγγραφής, ανάγνωσης και διαγραφής αντικειμένων που εκτείνονται από 1 byte έως 5 terabytes σε όγκο δεδομένων το καθένα, ενώ ο αριθμός αυτών των αντικειμένων είναι απεριόριστος.
- § Κάθε αντικείμενο αποθηκεύεται σε ένα ξεχωριστό bucket («κάδος»), από όπου και μπορεί να ανακτηθεί με ένα μοναδικό κλειδί, κατασκευασμένο από το διαχειριστή του.
- § Ένα bucket μπορεί να αποθηκευτεί σε μία από πολλές περιοχές. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει την περιοχή για να βελτιστοποιήσει την ασφάλεια και να ελαχιστοποιήσει το κόστος. Προς το παρόν είναι διαθέσιμο στις περιοχές που είναι διαθέσιμο και το Amazon EC2.
- § Αντικείμενα που έχουν αποθηκευτεί σε μία περιοχή δε φεύγουν ποτέ από αυτή, εκτός και αν ο χρήστης τα μεταφέρει αλλού. Για παράδειγμα αντικείμενα που αποθηκεύτηκαν στο κέντρο της Ευρώπης, παραμένουν για πάντα στην Ευρώπη.
- § Μηχανισμοί πιστοποίησης παρέχονται για να εξασφαλίσουν ότι τα δεδομένα διατηρούνται ασφαλισμένα από μη εγκεκριμένη πρόσβαση. Τα αντικείμενα μπορούν αν γίνουν ιδιωτικά ή δημόσια και τα δικαιώματα χρήσης του καθορίζονται από την επιχείρηση ιδιοκτήτρια.
- § Είναι κατασκευασμένα ώστε να είναι ευέλικτα αναφορικά με το πρωτόκολλο λειτουργίας τους (το στάνταρ πρωτόκολλο είναι το http) και αναφορικά με τα λειτουργικά τους επίπεδα. ώστε να προστίθενται επιπλέον κατά βούληση (Ιστοσελίδα Amazon).

8.2.2. Συνήθεις περιπτώσεις χρήσης

Αποθήκευση περιεχομένου και διανομή: Το Amazon S3 παρέχει αποθηκευτικό χώρο, ιδιαίτερα ευέλικτο και διαρκώς διαθέσιμο για μεγάλο φάσμα περιεχομένου που εκτείνεται από διαδικτυακές εφαρμογές μέχρι αρχεία πολυμέσων. Επιτρέπει στην επιχείρηση να «ξεφορτώσει» όλη την αποθηκευτική δομή της στο Νέφος, όπου μπορεί να κάνει χρήση των πλεονεκτημάτων της επεκτασιμότητας και της ωριαίας τιμολόγησης, διαχειρίζοντας έτσι επιτυχώς τις διαρκώς αυξανόμενες ανάγκες της. Η επιχείρηση έχει τη δυνατότητα να διανέμει το περιεχόμενο απευθείας από το Amazon S3 ή να το χρησιμοποιήσει για να προωθήσει το περιεχόμενο αρχείων σε άλλες τοποθεσίες.

Η Amazon.com έχει προμηθεύσει το S3 με το RRS (Reduced Redundancy Storage - Μειωμένη Αποθήκευση για Πλεονάζοντα Αρχεία), ένα στοιχείο που λειτουργεί ως μια ιδιαίτερα ανταγωνιστική λύση για λειτουργίες αποθήκευσης, καθώς διατηρεί πολύ χαμηλό κόστος για αποθήκευση και διαμοίραση πληροφοριών (Ιστοσελίδα Amazon).

Αποθήκευση για ανάλυση δεδομένων: Είτε η εταιρία αποθηκεύει δεδομένα φαρμακευτικής για ανάλυση, είτε οικονομικά δεδομένα για υπολογισμούς και κοστολόγηση. Είτε φωτογραφίες για επεξεργασία, το Amazon S3 είναι μια ιδανική τοποθεσία αποθήκευσης του αυθεντικού περιεχομένου. Στη συνέχεια το περιεχόμενο αυτό μπορεί να σταλθεί στο Amazon EC2 για επεξεργασία ή ανάλυση σε μεγάλη κλίμακα - και μάλιστα χωρίς περεταίρω χρέωση για μεταφορά δεδομένων μεταξύ των δύο συστημάτων. Μετά την επεξεργασία των δεδομένων, τα τελικά προϊόντα επεξεργασίας αποθηκεύονται ξανά στο Amazon S3 (Ιστοσελίδα Amazon).

Backup, Αρχαιοθέτηση και Αποκατάσταση από καταστροφή: Το Amazon S3 είναι ιδανικό για αποθήκευση σημαντικών πληροφοριών για backup, αρχαιοθέτηση και αποκατάσταση μετά από απώλεια δεδομένων. Συγκεκριμένα προσφέρει και δυνατότητα επιπλέον ασφάλειας για όποια από αυτά ο χρήστης επιθυμεί επιπλέον ασφάλεια (Ιστοσελίδα Amazon).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το Cloud Computing μπορεί να έχει ένα σπουδαίο μέλλον παγκοσμίως. Η κρίση που διέρχεται η παγκόσμια οικονομία έχει καταστήσει απαραίτητη την υιοθέτηση αυτής της τεχνολογίας κάνοντας το ακόμη πιο σημαντικό τόσο για τον ιδιωτικό τομέα όσο και για τον δημόσιο τομέα. Η υιοθέτηση του Cloud Computing μειώνει το κόστος του hardware και του software, χωρίς να μειώνεται η ποιότητα της παρεχόμενης υπηρεσίας, η οποία είναι ιδιαίτερα σημαντική για τα νέα επιχειρηματικά εγχειρήματα. Γενικά, με βάση το παγκοσμιοποιημένο οικονομικό περιβάλλον, τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια τάση για τη διανομή και την αποκέντρωση των IT πόρων που ταυτόχρονα πρέπει να αντιμετωπίσει και είναι ανάγκη για ενοποιημένη και αποδοτική χρήση των πόρων.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Armbrust M., Fox A., Griffith R., Joseph A., Katz r., Konwinski A., Lee G., Patterson D., Rabkin A., Stoica I., Zaharia M., (2009), "*Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing*", Electrical Engineering and Computer Sciences University of California at Berkeley, UC Berkeley Reliable Adaptive Distributed Systems Laboratory.
2. Catteddu D. and Hogben G., (2009), "*Cloud Computing: benefits, risks and recommendations for information security*", Technical Report, European Network and Information Security Agency.
3. Cloud Security Alliance, (2009), "*Security Guidance for Critical Areas of Focus in Cloud Computing V2.1*", Cloud Security Alliance.
4. Dikaiakos M. D., D. Katsaros, P. Mehra, G. Pallis, and A. Vakali, (2009), "Cloud computing: distributed internet computing for IT and scientific research", IEEE Internet Computing.
5. Garfinkel S., (2007), "*Commodity grid computing with Amazon's S3 and EC2*", Commodity grid computing.
6. Greenberg, A., Hamilton, J., Maltz, D. A. & Patel, P. (2009), "*The cost of a cloud: research problems in data center networks*", Computer Communication Review, Vol. 39, No. 1.
7. Jeffery K. and Neidecker B., (2010), "The Future of Cloud Computing – Opportunities for European cloud computing beyond 2010", Expert Group Report, European Commission, Information Society and Media.
8. Jensen M., Schwenk J. O., Gruschka N. and Iacono, L. L., (2009), "*On Technical Security Issues in Cloud Computing*". In IEEE International Conference on Cloud Computing (CLOUD-II 2009), Bangalore, India, September 2009.
9. Khajeh-Hosseini A., Sommerville I. & Sriram I., (2010b), "*Research Challenges for Enterprise Cloud Computing*". ArXiv preprint, submitted to 1st ACM Symposium on Cloud Computing.
10. Lynch, M. (2008), "*The Cloud Wars: \$100+ billion at stake*", Merrill Lynch research note, May 2008. Retrieved May 15, 2010.

11. Marinescu C. Dan, (2012), *"Cloud Computing: Theory and Practice"*, Computer Science Division, Department of Electrical Engineering & Computer Science, University of Central Florida, USA.
12. Mayur, P., Adriana, L., Matei, R., and Simson, G., (2008), *"Amazon S3 for Science Grids: a Viable Solution? In Data-Aware Distributed Computing Workshop (DADC)"*.
13. NIST-ITLCCP, (2011), *"NIST cloud computing reference architecture"*, NIST – Information Technology Laboratory Cloud Computing Program.
14. Rosenthal, A., Mork, P., Li, M., Stanford, J., Koester, D., Reynolds, P., (2009), *"Cloud computing: A new business paradigm for biomedical information sharing"*, Journal of Biomedical Informatics.
15. Youseff, L., Butrico, M. & Da Silva, D. (2008), *"Toward a Unified Ontology of Cloud Computing"*, Proceedings of 2008 IEEE Grid Computing Environments Workshop.

Ηλεκτρονικές Πηγές:

16. Ιστοσελίδα Εταιρείας Amazon, <http://www.amazon.com>
 - § <http://aws.amazon.com/ec2> - (Amazon elastic compute cloud)
 - § <http://aws.amazon.com/vpc> - (Amazon virtual private cloud)
 - § <http://s3.amazonaws.com> – (Amazon web services: Overview of security processes)
 - § <http://aws.amazon.com/cloudwatch> - (Amazon CloudWatch)
 - § <http://aws.amazon.com/ebs> - (Amazon elastic block store (EBS))
 - § <http://aws.amazon.com/console> - (AWS management console)
17. Ιστοσελίδα Οικονομικού Ηλεκτρονικού Περιοδικού, *"The Economist"*.
<http://www.economist.com>