



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ**

**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΤΩΝ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Παρουσίαση και Οικονομική Προσέγγιση
της Τεχνολογίας Cloud Computing**

Ιωάννης Σ. Σαμπάνης

Ιωάννης Α. Τσώκος

Επιβλέποντες: Παναγιώτης Γεωργιάδης, Καθηγητής

Τέτα Σταμάτη, Διδάκτωρ

ΑΘΗΝΑ

ΙΟΥΛΙΟΣ 2013

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Παρουσίαση και Οικονομική Προσέγγιση
της Τεχνολογίας Cloud Computing

Ιωάννης Σ. Σαμπάνης

A.M.: ΜΟΠ 210

Ιωάννης Α. Τσώκος

A.M.: ΜΟΠ 213

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ: Παναγιώτης Γεωργιάδης, Καθηγητής

Τέτα Σταμάτη, Διδάκτωρ

ΙΟΥΛΙΟΣ 2013

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο την παρουσίαση της νέας διαδικτυακής τεχνολογίας που ονομάζεται Cloud Computing (Υπολογιστικό Νέφος). Γίνεται μία αναφορά στα κέντρα δεδομένων (Data Centers) και τις παρεχόμενες υπηρεσίες, καθώς επίσης και στην εξέλιξή τους και στην παροχή υπηρεσιών cloud. Παρουσιάζονται οι διάφοροι τύποι εφαρμογών cloud, όπως και οι πάροχοι (Amazon, Google, Microsoft Azure) που πρωτοπόρησαν με τη διάθεση νέων υπηρεσιών. Παρουσιάζεται επίσης, η αγορά της συγκεκριμένης τεχνολογίας, οι τάσεις των εταιρειών καθώς και τα μερίδια αγοράς του κάθε παρόχου ανά τύπο υπηρεσίας (IaaS, PaaS, SaaS). Τέλος, αναφέρονται σε γενικές γραμμές κάποια μοντέλα εσόδων και κόστους, όπως επίσης και ένα case study που έχει ως στόχο τη σύγκριση επένδυσης σε κλασσικά data centers ή στην τεχνολογία Cloud Computing.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Υπολογιστικό Νέφος

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Κέντρα Δεδομένων, IaaS, PaaS, SaaS, Amazon, Google, Windows Azure, Μοντέλα Εσόδων

ABSTRACT

This dissertation presents the new internet technology called Cloud Computing. Legacy Data Centers are also presented and the provided services as well as their development. The various types of cloud applications presented and the providers (Amazon, Google, Microsoft Azure) that pioneered on the new services availability. Moreover the Cloud Computing market share is shown, the trends of the companies and the market share per service type (IaaS, SaaS, PaaS). There is also a reference on different revenue and cost models as well as a case study comparing the investment in classic data center or cloud computing technology.

SUBJECT AREA: Cloud Computing

KEYWORDS: Data Centers, IaaS, PaaS, SaaS, Amazon, Google, Windows Azure, Revenue Models

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	11
1. DATA CENTERS	12
1.1 Τι είναι τα Data Centers.....	12
1.2 Βασικά χαρακτηριστικά των Data Centers	13
1.2.1 Ηλεκτρολογική Υποδομή	13
1.2.2 Συστήματα Κλιματισμού	13
1.2.3 Πυρανίχνευση και Πυρασφάλεια	14
1.2.4 Ασφάλεια	14
1.2.5 Υπηρεσίες Υποστήριξης	14
1.3 Κατηγοριοποίηση Data Center	14
1.4 Βασικές Υπηρεσίες παρεχόμενες από Data Center.....	16
1.4.1 Υπηρεσίες Web Hosting	16
2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΝΕΦΟΣ (CLOUD COMPUTING).....	20
2.1 Τι είναι το Υπολογιστικό Νέφος (Cloud Computing)	20
2.2 Βασικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας Cloud Computing.....	21
2.3 Μοντέλα παροχής υπηρεσιών Cloud Computing	22
2.3.1 Software as a Service (SaaS)	23
2.3.2 Infrastructure as a Service (IaaS).....	23
2.3.3 Platform as a Service (PaaS).....	24
2.4 Μοντέλα ανάπτυξης Cloud Computing	24
2.5 Αρχιτεκτονική συστημάτων Cloud Computing.....	26
2.5.1 Μετωπιαίο άκρο (Front-end).....	26
2.5.2 Νωτιαίο άκρο (Back-end).....	26
2.6 Σύγκριση τεχνολογίας Cloud Computing με τα παραδοσιακά Data Centers σε εταιρικό περιβάλλον	27
2.6.1 Παραδοσιακά Εταιρικά Data Centers (εντός χώρου της εταιρίας ή collocated)	27
2.6.2 Χρήση Τεχνολογίας CC μέσω ανεξάρτητου παρόχου σε εταιρικό περιβάλλον	28
2.7 Θέματα Ιδιωτικότητας - Ασφάλειας και προβληματισμοί χρήσης της τεχνολογίας Cloud Computing	28

3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΓΟΡΑΣ CLOUD COMPUTING	30
3.1 Πάροχοι Υπηρεσιών Cloud Computing.....	30
3.1.1 Amazon	30
3.1.2 Google.....	31
3.1.3 Windows Azure	32
3.1.4 Eucalyptus.....	32
3.2 Σύγκριση Amazon, Google και Microsoft Azure.....	34
3.3 Market Leaders στην Αγορά του Cloud Computing.....	35
3.4 Ιδιωτικό (Private) ή Δημόσιο (Public) Cloud Computing	38
3.5 Εκτίμηση της Αγοράς.....	39
3.5.1 Ανάλυση PESTEL.....	41
3.6 Αύξηση ζήτησης Cloud Computing	46
3.6.1 Μερίδιο Αγοράς Software as a Service.....	47
3.6.2 Μερίδιο Αγοράς Infrastructure as a Service	48
3.6.3 Μερίδιο Αγοράς Platform as a Service	48
3.7 Παίκτες στην Αγορά	49
3.7.1 Καταναλωτές (Consumers)	50
3.7.2 Ρυθμιστές (Regulators)	51
3.7.3 Πάροχοι Ολοκληρωμένων Λύσεων (Integrators)	51
3.7.4 Πάροχοι (Providers)	52
4. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ CLOUD COMPUTING.....	53
4.1 Επιχειρηματικό μοντέλο και η αλυσίδα αξίας.....	53
4.2 Μοντέλο εσόδων και τιμολόγηση μηχανισμού	56
4.3 Δομή Κόστους και Μηχανισμοί Λογιστικής κόστους	59
4.4 Case Study.....	61
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	65
ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ	67
ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ – ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ – ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ	68

ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	69
----------------------	-----------

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Λογικό Διάγραμμα Τεχνολογίας Cloud Computing	20
Σχήμα 2: Οι Βασικές Υπηρεσίες XaaS.....	22
Σχήμα 3: Σχηματική Απεικόνιση της Παροχής SaaS	23
Σχήμα 4: Σχηματική Αναπαράσταση Υποσυστημάτων Cloud Computing	26
Σχήμα 5: Στοιχεία Υψηλού Επιπέδου Eucalyptus.....	33
Σχήμα 6: Παρεχόμενες Υπηρεσίες Cloud Computing	35
Σχήμα 7: Προμηθευτές Υπηρεσιών Cloud Computing.....	36
Σχήμα 8: Προσφορά Υπηρεσιών Private ή Public Cloud.....	39
Σχήμα 9: Παράγοντες Ενδιαφέροντος Cloud Computing.....	41
Σχήμα 10: Cloud Computing PESTEL Analysis.....	42
Σχήμα 11: Δαπάνες Τελικών Χρηστών Πληροφορικής & Τηλ/νιών Παγκοσμίως.....	43
Σχήμα 12: Χρήστες Διαδικτύου Παγκοσμίως (millions).....	44
Σχήμα 13: Τρέχον και Προβλεπόμενο Μέγεθος Αγοράς SaaS, IaaS, PaaS.....	47
Σχήμα 14: Τρέχον και Προβλεπόμενο Μέγεθος Αγοράς Επιχειρηματικών Εφαρμογών.....	47
Σχήμα 15: Αναμενόμενα Έσοδα Κατηγοριών IaaS.....	48
Σχήμα 16: Τρέχον και Αναμενόμενο Μέγεθος Αγοράς Ανάπτυξης Εφαρμογών Λογισμικού Παγκοσμίως.....	49
Σχήμα 17: Παίκτες Αγοράς Cloud Computing.....	50
Σχήμα 18: Μοντέλο Λογικού Τριγώνου.....	54
Σχήμα 19: Οντολογία Επιχειρηματικού Μοντέλου	55
Σχήμα 20: Δομή Επιχειρηματικού Μοντέλου (Chesbrough and Rosenbloom 2002).....	55
Σχήμα 21: Επιχειρηματικό Μοντέλο Cloud Weinhardt 2009	56
Σχήμα 22: Δομή Κόστους Σύμφωνα με την Κατάσταση Αποτελεσμάτων Χρήσης.....	60
Σχήμα 23: Γενική Εικόνα Συστήματος.....	62
Σχήμα 24: Ανάπτυξη Συστήματος σε Cloud Computing	62

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Σχήμα 1: Λογικό Διάγραμμα Τεχνολογίας Cloud Computing	20
Σχήμα 2: Οι Βασικές Υπηρεσίες XaaS.....	22
Σχήμα 3: Σχηματική Απεικόνιση της Παροχής SaaS	23
Σχήμα 4: Σχηματική Αναπαράσταση Υποσυστημάτων Cloud Computing	26
Σχήμα 5: Στοιχεία Υψηλού Επιπέδου Eucalyptus.....	33
Σχήμα 6: Παρεχόμενες Υπηρεσίες Cloud Computing	35
Σχήμα 7: Προμηθευτές Υπηρεσιών Cloud Computing.....	36
Σχήμα 8: Προσφορά Υπηρεσιών Private ή Public Cloud	39
Σχήμα 9: Παράγοντες Ενδιαφέροντος Cloud Computing.....	41
Σχήμα 10: Cloud Computing PESTEL Analysis.....	42
Σχήμα 11: Δαπάνες Τελικών Χρηστών Πληροφορικής & Τηλ/νιών Παγκοσμίως.....	43
Σχήμα 12: Χρήστες Διαδικτύου Παγκοσμίως (millions).....	44
Σχήμα 13: Τρέχον και Προβλεπόμενο Μέγεθος Αγοράς SaaS, IaaS, PaaS	47
Σχήμα 14: Τρέχον και Προβλεπόμενο Μέγεθος Αγοράς Επιχειρηματικών Εφαρμογών	47
Σχήμα 15: Αναμενόμενα Έσοδα Κατηγοριών IaaS.....	48
Σχήμα 16: Τρέχον και Αναμενόμενο Μέγεθος Αγοράς Ανάπτυξης Εφαρμογών Λογισμικού Παγκοσμίως	49
Σχήμα 17: Παίκτες Αγοράς Cloud Computing	50
Σχήμα 18: Μοντέλο Λογικού Τριγώνου	54
Σχήμα 19: Οντολογία Επιχειρηματικού Μοντέλου	55
Σχήμα 20: Δομή Επιχειρηματικού Μοντέλου (Chesbrough and Rosenbloom 2002).....	55
Σχήμα 21: Επιχειρηματικό Μοντέλο Cloud Weinhardt 2009	56
Σχήμα 22: Δομή Κόστους Σύμφωνα με την Κατάσταση Αποτελεσμάτων Χρήσης.....	60
Σχήμα 23: Γενική Εικόνα Συστήματος.....	62
Σχήμα 24: Ανάπτυξη Συστήματος σε Cloud Computing	62

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Κατηγοριοποίηση Data Center κατά TIA-942.....	15
Πίνακας 2: Εφαρμογές Μηχανισμών pay-per-use	58
Πίνακας 3: Συγκριτικός Πίνακας Κόστους	63
Πίνακας 4: Οφέλη	63
Πίνακας 5: Κίνδυνοι	64

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του διατμηματικού μεταπτυχιακού προγράμματος «Οικονομική και Διοίκηση των Τηλεπικοινωνιακών Δικτύων», των τμημάτων Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών της Σχολής Θετικών Επιστημών και Οικονομικών Επιστημών της Σχολής Νομικών Οικονομικών και Πολιτικών Επιστημών του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον καθηγητή κ. Παναγιώτη Γεωργιάδη για τη συνεργασία και τη βοήθειά του στην ολοκλήρωση της εργασίας.

1. DATA CENTERS

1.1 Τι είναι τα Data Centers

Ένα κέντρο δεδομένων (Data Center, στο εξής DC) είναι η εγκατάσταση που χρησιμοποιείται από τις εταιρείες, για να στεγάσει τον εξοπλισμό των υπολογιστικών τους συστημάτων. Γενικά περιλαμβάνει εφεδρικές παροχές ηλεκτρικού ρεύματος για την αδιάλειπτη λειτουργία των συστημάτων, συσκευές περιβαλλοντικού ελέγχου ώστε να είναι εφικτή η διατήρηση της απαραίτητης θερμοκρασίας του χώρου καθώς και συσκευές ασφαλείας.

Τα DC έχουν τις ρίζες τους στις τεράστιες αίθουσες των ηλεκτρονικών υπολογιστών της πρώιμης ηλικίας του κλάδου της Πληροφορικής. Τα αρχικά υπολογιστικά συστήματα ήταν περίπλοκα στη λειτουργία και στη συντήρηση, με αποτέλεσμα να απαιτείται ειδικό περιβάλλον για τη ορθή λειτουργία τους.

Η λειτουργία των υπολογιστών απαιτούσε σύνδεση όλων των εξαρτημάτων με καλώδια, με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο όγκος και να γίνεται δύσχρηστη η συντήρηση των μηχανημάτων. Για αυτό το λόγο επινοήθηκαν μέθοδοι για να «φιλοξενήσουν» και να «οργανώσουν» τέτοιου είδους υποδομές. Αυτές είναι τα τυποποιημένα ράφια (standard racks) για την τοποθέτηση εξοπλισμού, τα υπερυψωμένα δάπεδα (elevated floors) και οι σχάρες καλωδίων (cable trays).

Αξίζει να αναφερθεί ότι οι πρώτοι υπολογιστές απαιτούσαν μεγάλη κατανάλωση ρεύματος και έπρεπε να ψυχθούν όσο το δυνατόν καλύτερα για να αποφευχθεί η υπερθέρμανση του εξοπλισμού. Επίσης, η ασφάλεια ήταν άλλος ένας σημαντικός παράγοντας, διότι οι υπολογιστές ήταν ιδιαίτερα ακριβοί και συχνά χρησιμοποιούνταν για στρατιωτικούς σκοπούς. Έτσι λοιπόν, επινοήθηκαν βασικές κατευθύνσεις σχεδιασμού για τον έλεγχο της πρόσβασης στην αίθουσα των υπολογιστών.

Κατά την έκρηξη της βιομηχανίας των μικροϋπολογιστών και ιδιαίτερα κατά τη δεκαετία του 1980, οι υπολογιστές άρχισαν να αναπτύσσονται παντού, στις περισσότερες περιπτώσεις δίνοντας λίγο έως καθόλου προσοχή στις λειτουργικές ανάγκες. Για τις εταιρείες αυξήθηκε η ανάγκη ελέγχου των πόρων καθώς η Τεχνολογία Πληροφορίας (Information Technology, στο εξής IT) αυξανόταν σημαντικά σε πολυπλοκότητα.

Με την έλευση υπολογιστών μοντέλου πελάτη-εξυπηρετή (client-server) τη δεκαετία του 1990, οι μικροϋπολογιστές άρχισαν να βρίσκουν θέση στις παλιές και

μεγάλες αίθουσες των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Η διαθεσιμότητα ανέξοδου εξοπλισμού δικτύωσης, σε συνδυασμό με τα νέα πρότυπα για την καλωδίωση δικτύων, κατέστησε δυνατή τη χρήση ενός ιεραρχικού σχεδιασμού που τοποθετούν τους διακομιστές (servers) σε ένα συγκεκριμένο χώρο εντός της εταιρείας. Η χρήση του όρου DC, όπως ισχύει για τους ειδικά σχεδιασμένους χώρους υπολογιστών, άρχισε να αποκτά λαϊκή αναγνώριση.

Οι εταιρείες χρειάζονταν γρήγορες ταχύτητες σύνδεσης στο Διαδίκτυο (Internet) και αδιάλειπτη λειτουργία τους για την ανάπτυξη των συστημάτων. Σε αντίθεση με τις μεγάλες, η εγκατάσταση τέτοιου είδους εξοπλισμού από μικρότερου μεγέθους εταιρείες, δεν θα ήταν βιώσιμη. Πολλές εταιρείες άρχισαν να δημιουργούν αρκετά μεγάλες εγκαταστάσεις, τα ονομαζόμενα Internet Data Centers (IDCs), τα οποία παρείχαν μία σειρά λύσεων και συστήματα εγκατάστασης και λειτουργίας.

Τα DCs πρέπει να προσφέρουν εγγυημένες υπηρεσίες στους τομείς της φιλοξενίας, εξοπλισμού και της ανάκτησης του εκάστοτε συστήματος από καταστροφές.

1.2 Βασικά χαρακτηριστικά των Data Centers

Τα βασικά χαρακτηριστικά είναι τα ακόλουθα:

1.2.1 Ηλεκτρολογική Υποδομή

Η παροχή ρεύματος μπορεί να επιτυγχάνεται από παροχές υψηλής τάσεως διαφορετικών μετασχηματιστών. Σε περίπτωση διακοπής ρεύματος, η συνεχής και αδιάλειπτη παροχή ρεύματος επιτυγχάνεται από εφεδρικά συστήματα UPS και καλύπτεται συνήθως από SLAs (Service Level Agreements) 99,99%.

1.2.2 Συστήματα Κλιματισμού

Παρέχεται εξαερισμός σε όλους τους χώρους (IDCs) καθώς και ψύξη/θέρμανση συνήθως μέσω ψευδό-πατώματος. Τα συστήματα κλιματισμού είναι σχεδιασμένα να λειτουργούν ακόμη και σε ακραίες συνθήκες.

1.2.3 Πυρανίχνευση και Πυρασφάλεια

Η πυρανίχνευση βασίζεται σε πολλαπλής λειτουργίας συστήματος τοπικών ανιχνευτών που τοποθετούνται σε όλους τους χώρους του εκάστοτε κτιρίου. Σε περίπτωση πυρκαγιάς τα συστήματα πυρανίχνευσης και πυρόσβεσης ενεργοποιούνται αυτόματα, ενώ σε περίπτωση βλάβης δίνεται και η δυνατότητα χειροκίνητης ενεργοποίησης. Συνήθως η δομή και η κατασκευή κτιρίων που θα χρησιμοποιηθούν ως DCs, είναι σύμφωνα με τις διεθνείς προδιαγραφές για αντιμετώπιση πυρκαγιάς διάρκειας έως και τεσσάρων ωρών.

1.2.4 Ασφάλεια

Τα συστήματα ασφαλείας που εγκαθίστανται σε κάθε κτίριο παρέχουν έλεγχο εισόδου/εξόδου και ανίχνευση παραβίασης, δίνοντας εγγυημένη προστασία επί 24ώρου βάσεως. Η είσοδος και η έξοδος από τους χώρους εργασίας επιβλέπεται συνήθως από κεντρικά συστήματα που χρησιμοποιούν έξυπνες κάρτες, βιομετρικές συσκευές, κάμερες κ.α.

1.2.5 Υπηρεσίες Υποστήριξης

Τα DCs παρακολουθούνται από έμπειρο τεχνικό προσωπικό. Παρέχουν υπηρεσίες τεχνικής υποστήριξης, άμεσης επικοινωνίας, αντιμετώπισης προβλημάτων εντός συγκεκριμένου και σύντομου διαστήματος, καθώς και ειδικό χώρο εργασίας για όσους πελάτες επιθυμούν να είναι παρόντες στο χώρο των συστημάτων τους.

1.3 Κατηγοριοποίηση Data Center

Το πρότυπο TIA-942, περιγράφει τις απαιτήσεις για τις υποδομές των DCs, τα οποία μπορεί να διακριθούν σε τέσσερις κατηγορίες. Η πρώτη και πιο απλή κατηγορία κέντρων δεδομένων είναι η Βαθμίδα 1 (Tier 1). Ουσιαστικά είναι ένα δωμάτιο εξυπηρέτης (server room) τηρώντας κάποιες βασικές κατευθυντήριες γραμμές για την εγκατάσταση των συστημάτων πληροφορικής. Το πιο αυστηρό επίπεδο είναι η Βαθμίδα 4 (Tier 4), η οποία είναι σχεδιασμένη για να φιλοξενεί κρίσιμα πληροφοριακά συστήματα, με πλήρη εφεδρικά υποσυστήματα και ζώνες ασφαλείας που ελέγχονται με βιομετρικές μεθόδους πρόσβασης.

Το Uptime Institute, που εδρεύει στη Santa Fe, στο Νέο Μεξικό, είναι αυτό που καθορίζει και κατέχει τα πνευματικά δικαιώματα για τα τέσσερα επίπεδα των DCs. Τα επίπεδα/βαθμίδες περιγράφουν τη διαθεσιμότητα των δεδομένων από το υλικό στην περιοχή. Όσο υψηλότερο είναι το επίπεδο τόσο μεγαλύτερη είναι η προσβασιμότητα. Τα επίπεδα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 1: Κατηγοριοποίηση Data Center κατά TIA-942

1	Μοναδικός διάδρομος κατανομής εξυπηρέτησης του εξοπλισμού Πληροφορικής δεν παρέχεται Η βασική υποδομή κτιρίου εγγυάται διαθεσιμότητα 99.671%
2	Πληροί τις απαιτήσεις του 1 ^{ου} επιπέδου Εφεδρικά στοιχεία στην υποδομή του κτιρίου εγγυούνται διαθεσιμότητα 99.741%
3	Πληροί τις απαιτήσεις των Επιπέδων 1 και 2 Πολλαπλοί ανεξάρτητοι διάδρομοι εξυπηρετούν τον εξοπλισμό Πληροφορικής Ο εξοπλισμός Πληροφορικής τροφοδοτείται με διπλή παροχή ρεύματος και πρέπει να είναι πλήρως συμβατός με την αρχιτεκτονική του κτιρίου. Η παράλληλα διατηρήσιμη υποδομή του κτιρίου εγγυάται διαθεσιμότητα 99.982%
4	Πληροί όλες τις απαιτήσεις των Επιπέδων 1, 2 και 3. Ο ψυκτικός εξοπλισμός τροφοδοτείται από δύο ανεξάρτητες παροχές ρεύματος, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων ψύξης, θέρμανσης, αερισμού και κλιματισμού Η ανοχή βλάβης της υποδομής του κτιρίου με αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας και κατανομή εγκαταστάσεων εγγυάται διαθεσιμότητα 99.995%

1.4 Βασικές Υπηρεσίες παρεχόμενες από Data Center

1.4.1 Υπηρεσίες Web Hosting

Web Hosting είναι ένας τύπος υπηρεσίας του Διαδικτύου, η οποία επιτρέπει σε άτομα και οργανώσεις να δημιουργήσουν/φιλοξενήσουν τη δική τους ιστοσελίδα που θα είναι προσβάσιμη από το WWW (World Wide Web). Οικοδεσπότες Ιστού (Web Hosts) είναι ουσιαστικά εταιρείες που παρέχουν τον απαιτούμενο χώρο σε ένα διακομιστή που κατέχουν ή τον μισθώνουν για τις ανάγκες πελατών, καθώς και τη σύνδεση στο Internet. Πλέον οι web hosts δίνουν τη δυνατότητα εγκατάστασης server και διασύνδεση τους στο internet σε DCs, χωρίς να τους έχουν στην κατοχή τους.

Το πεδίο εφαρμογής του web hosting ποικίλει σε μεγάλο βαθμό. Το πιο βασικό είναι μία ιστοσελίδα και μικρής κλίμακας φιλοξενίας αρχείων, όπου τα αρχεία μπορούν να μεταφερθούν μέσω FTP (File Transfer Protocol). Οι περισσότεροι πάροχοι Internet (Internet Service Providers, στο εξής ISPs), παρέχουν στους συνδρομητές τους την υπηρεσία web hosting δωρεάν. Οι ενδιαφερόμενοι δύναται να αγοράσουν την υπηρεσία από οποιαδήποτε εταιρεία ανεξάρτητα με τον ISP που έχουν επιλέξει.

Η αξιοπιστία του web host είναι ένα από τα βασικά κριτήρια επιλογής του. Συγκεκριμένα το hosting uptime αναφέρεται στο ποσοστό του χρόνου όπου ο host είναι προσβάσιμος μέσω του Διαδικτύου. Αρκετές εταιρείες παροχής hosting ισχυρίζονται ότι παρέχουν uptime 99,9% (ισοδυναμεί με 45 λεπτά downtime το μήνα). Βέβαια στο χρονικό διάστημα του ενός μήνα μπορεί να υπάρξει προγραμματισμένη ή μη επανεκκίνηση του server λόγω συντήρησης, η οποία δεν συμπεριλαμβάνεται στο επίσημο uptime που παρέχεται. Για να πληρούνται οι στόχοι απόδοσης, υπογράφονται συμβάσεις συμφωνίας σε επίπεδο υπηρεσιών (SLAs) οι οποίες πολλές φορές προβλέπουν μείωση κόστους σε περίπτωση μη τήρησής τους.

Οι κύριες υπηρεσίες που παρέχονται από εταιρείες web hosting, μπορούν να διακριθούν στις παρακάτω κατηγορίες:

- Dedicated Servers
- Virtual Private Servers
- Colocation

Dedicated Hosting Service

Η υπηρεσία *dedicated server hosting*, είναι ένας τύπος *internet hosting*, σύμφωνα με τον οποίο ο πελάτης μισθώνει ένα διακομιστή και δεν τον μοιράζεται με κανέναν. Ένας *dedicated server* ανταποκρίνεται καλύτερα στις ανάγκες μίας μεγάλης επιχείρησης για διάφορους λόγους. Ο εκάστοτε πελάτης μπορεί να προσαρμόσει την εγκατάσταση υλικού και λογισμικού ανάλογα με τις ανάγκες του. Επίσης, η πρόσβαση σε δεδομένα είναι σαφώς πιο γρήγορη και η υψηλή επισκεψιμότητα είναι εύκολα αποδεκτή.

Συνήθως οι εταιρείες παροχής *web hosting* προσφέρουν *dedicated servers* με αρκετά καλή εξυπηρέτηση πελατών. Υπάρχει άμεση συνεργασία μεταξύ πελάτη – εταιρείας έτσι ώστε ο *dedicated server* να εξυπηρετεί 100% τις ανάγκες του συγκεκριμένου πελάτη.

Οι *dedicated servers* διακρίνονται σε δυο κατηγορίες: Διαχειρίσιμοι (Managed) και Μη-Διαχειρίσιμοι (Unmanaged) *Dedicated Servers*. Η κύρια διαφορά τους έγκειται στο γεγονός ότι οι *Managed Dedicated Servers*, υποστηρίζονται τεχνικά τόσο σε επίπεδο υλικού όσο και σε επίπεδο λογισμικού από την εκάστοτε εταιρεία. Σε αντίθεση με τους *Unmanaged* όπου όλες οι ρυθμίσεις και συντηρήσεις πρέπει να γίνουν αποκλειστικά από τον πελάτη.

Ο *Dedicated Server* θεωρείται από τους καλύτερους τύπους *web hosting* για πελάτες που επιθυμούν να διαχειρίζονται ιστοσελίδες με υψηλή επισκεψιμότητα, και για επιχειρήσεις οι οποίες θέλουν να εξασφαλίσουν μία σταθερότερη υπηρεσία. Αυτό συμβαίνει γιατί ένας *dedicated server* είναι αποκλειστικά του πελάτη, που σημαίνει ότι όλοι οι πόροι του διακομιστή είναι για τη χρήση του πελάτη και μόνο, και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν από οποιονδήποτε άλλον, επιτρέποντάς του παράλληλα την παροχή μίας σταθερής και αξιόπιστης λειτουργίας.

Ωστόσο, οι *servers* τύπου *dedicated* είναι εκτός του εύρους των χρημάτων που μπορεί να διαθέσει ένας απλός χρήστης, για τον κύριο λόγο ότι ενοικιάζεται μία φυσική μηχανή η οποία κοστίζει αρκετά για να αποκτηθεί. Απόρροια είναι οι *dedicated servers* να χρησιμοποιούνται από επιχειρήσεις που θέλουν να εξασφαλίσουν σταθερότητα και υψηλή επισκεψιμότητα στην ιστοσελίδα.

Το *web hosting* χρησιμοποιώντας *dedicated server*, θεωρείται από τους καλύτερους τύπους φιλοξενίας ιστοσελίδων, αφού ο *server* ανήκει αποκλειστικά σε έναν πελάτη και κατά συνέπεια έχει πλήρη χρήση όλων των πόρων του. Αυτό σημαίνει ότι ο πελάτης μπορεί να εξασφαλίσει μεγάλη “κίνηση-επισκεψιμότητα” στις ιστοσελίδες του, καθώς επίσης, υψηλό επίπεδο αξιοπιστίας και λειτουργίας (*uptime*).

Τα μειονεκτήματα είναι πραγματικά λίγα για τον συγκεκριμένο τύπο web hosting και αυτός είναι ίσως ένας λόγος για τον οποίο είναι τόσο δημοφιλής, τόσο για τις επιχειρήσεις όσο και για τους ιδιώτες. Ένα από τα μειονεκτήματα που μπορεί να αναφερθεί είναι, το κόστος αγοράς μίας τέτοιας υπηρεσίας σε σύγκριση με τους άλλους διαθέσιμους τύπους hosting.

Virtual Private Server Hosting

Ο Εικονικός Προσωπικός Διακομιστής (Virtual Private Server, στο εξής VPS) είναι ένας όρος του marketing που χρησιμοποιείται από τις υπηρεσίες Internet hosting, και αναφέρεται σε μία εικονική μηχανή (Virtual Machine, στο εξής VM) η οποία θα χρησιμοποιείται αποκλειστικά από μεμονωμένο πελάτη. Οι λειτουργίες που προσφέρει μία VM και ικανοποιεί τις ανάγκες ενός πελάτη, είναι ίδιες με αυτές που παρέχει ένας φυσικός υπολογιστής. Επίσης, κάθε VM μπορεί να “τρέχει” το επιθυμητό λειτουργικό σύστημα του πελάτη και να είναι εγκατεστημένη σε ένα server παράλληλα με πολλές άλλες VMs.

Η λύση VPS Hosting επιλέγεται συχνά από μικρές επιχειρήσεις που χρειάζονται μία ευέλικτη ιστοσελίδα και δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν στο κόστος ενός dedicated server. Το VPS Hosting έχει γίνει η προτιμώμενη λύση φιλοξενίας για μικρές και μεσαίου μεγέθους επιχειρήσεις, μία λύση που γεφυρώνει αποτελεσματικά το χάσμα μεταξύ των περιορισμών του shared hosting και της ευελιξίας ενός dedicated server.

Κάθε VPS είναι ένα απομονωμένο περιβάλλον που λειτουργεί ακριβώς όπως ένας dedicated server, χωρίς το υψηλό κόστος και τα πάγια έξοδα συντήρησης ενός κανονικού μηχανήματος. Ένας VPS μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αυτοδύναμος server ή μπορεί να ομαδοποιηθεί για να παρέχει ένα πολύ αξιόπιστο και ανεκτικό στα σφάλματα περιβάλλον φιλοξενίας. Το δυνατό του σημείο έγκειται στο γεγονός ότι κάθε VM έχει την ικανότητα να λειτουργεί ανεξάρτητα ακόμη και αν υπάρχει μόνο ένας φυσικός server. Έτσι λοιπόν οποιοδήποτε πρόβλημα σε κάποια VM, δεν μπορεί να επηρεάσει τη λειτουργία των υπολοίπων.

Κύρια χαρακτηριστικά του VPS είναι η σταθερότητα (stability), η απόδοση (performance), οι αφιερωμένοι πόροι (dedicated resources), και η ευελιξία (flexibility). Σημειώνεται ότι τα χαρακτηριστικά και οι υπηρεσίες VPS ποικίλουν ανάλογα με τις απαιτήσεις του εκάστοτε πελάτη. Για παράδειγμα κάποιες απαιτήσεις πελατών μπορεί να είναι η πρόσβαση root, η διαχείριση, παρακολούθηση και υποστήριξη του server.

Colocation Hosting

Ο κόσμος των DCs έχει αυξηθεί δραματικά τα τελευταία χρόνια, από τότε που εφευρέθηκαν οι επιχειρήσεις. Στις μέρες μας τα πράγματα είναι λίγο διαφορετικά. Η μεγαλύτερη ανάγκη πλέον για τους ανθρώπους είναι για το που θα φιλοξενήσουν ένα δικτυακό τόπο. Υπάρχουν βέβαια και περιπτώσεις που χρειάζονται μεγάλη υπολογιστική/επεξεργαστική ισχύ και συνήθως αυτές είναι εταιρείες που μπορούν να δημιουργήσουν τα δικά τους DCs. Για ένα μέσο καταναλωτή η ανάγκη είναι για μία ιστοσελίδα (website), ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (email) και ίσως ένα διακομιστή βάσης δεδομένων. Σε αυτές τις περιπτώσεις είναι απαραίτητο το colocation hosting.

Σήμερα υπάρχουν πολλές εταιρείες που δραστηριοποιούνται στο χώρο και στη λειτουργία κέντρων δεδομένων μόνο και μόνο για να παρέχουν υπηρεσίες φιλοξενίας (hosting services) σε ιδιώτες και επιχειρήσεις. Ένα κέντρο συνεγκατάστασης, είναι ουσιαστικά ένα DC όπου παρέχονται υπηρεσίες συνεγκατάστασης. Δίνουν τη δυνατότητα σε αρκετούς πελάτες να εγκαταστήσουν τους διακομιστές τους και ένα μέρος του δικτύου τους.

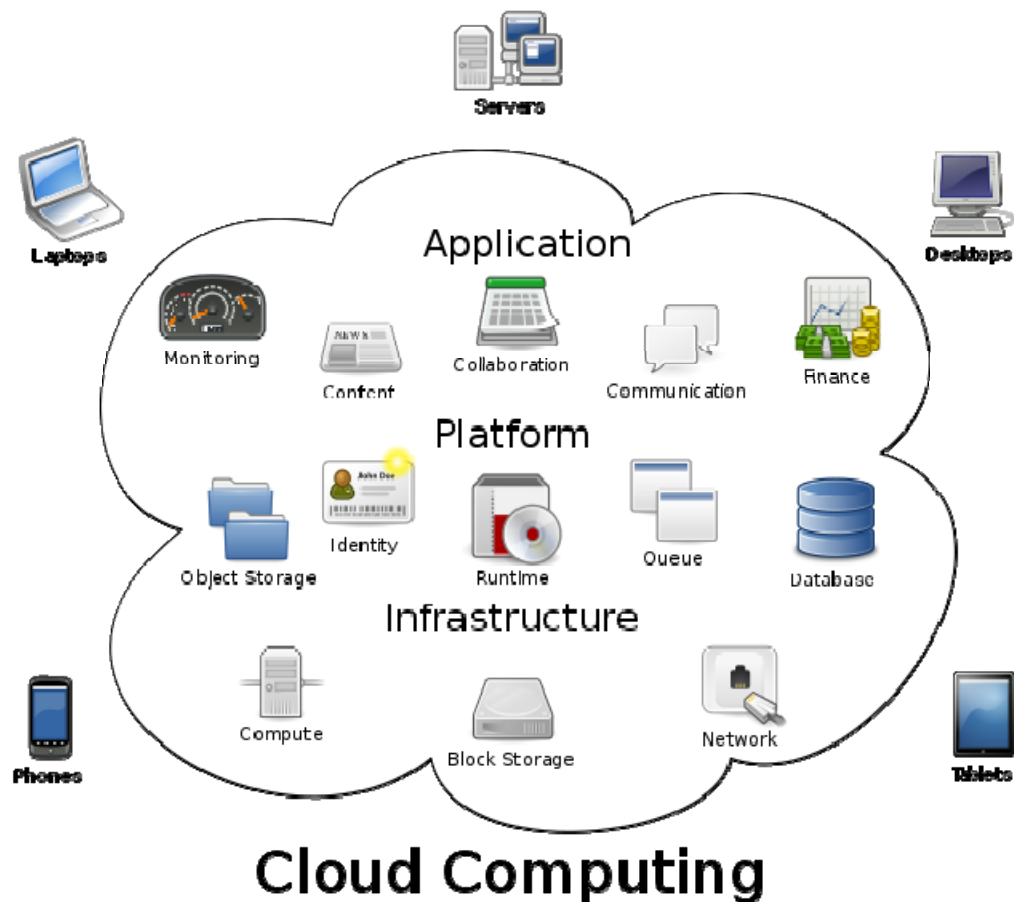
Η φιλοξενία συνεγκατάστασης (colocation hosting) είναι ουσιαστικά η τοποθέτηση υλικού σε κτιριακές εγκαταστάσεις κάποιας εταιρείας. Υπάρχουν διάφορες επιλογές colocation hosting. Στην απλούστερη περίπτωση, ένας ενδιαφερόμενος μπορεί να ενοικιάσει χώρο σε ένα rack και να εγκαταστήσει το διακομιστή του. Η εταιρεία που παρέχει την υπηρεσία και το χώρο ενοικίασης παρέχει απλά το εύρος ζώνης, την τροφοδοσία (ηλεκτρικό ρεύμα) και το απαιτούμενο περιβάλλον (συστήματα ψύξης, πυρόσβεσης και φυσική ασφάλεια).

Μία άλλη επιλογή είναι η μίσθωση του server από την εταιρεία παροχής υπηρεσιών hosting. Με την εμφάνιση των VMs, οι εταιρείες έχουν πλέον τη δυνατότητα να παρέχουν «μέρος» του κάθε διακομιστή.

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΝΕΦΟΣ (CLOUD COMPUTING)

2.1 Τι είναι το Υπολογιστικό Νέφος (Cloud Computing)

Με τον όρο Υπολογιστικό Νέφος (Cloud Computing, στο εξής CC) αναφερόμαστε σε ένα σύνολο διαμορφώσιμων λογικών υπολογιστικών πόρων, προσβάσιμων μέσω δικτύου υπολογιστών, οι οποίοι παρέχονται ταχύτατα, δυναμικά και αυτόματα (Σχήμα 1). Το δίκτυο αυτό μπορεί να είναι είτε ένα τοπικό LAN είτε το Internet. Η έννοια CC συμπεριλαμβάνει τόσο τις εφαρμογές (applications) που παραδίδονται στον χρήστη ως υπηρεσίες δια μέσω του δικτύου, όσο και το υλικό (hardware) και τα λειτουργικά συστήματα που βρίσκονται στα DCs και υλοποιούν αυτές τις εφαρμογές.



Σχήμα 1: Λογικό Διάγραμμα Τεχνολογίας Cloud Computing

2.2 Βασικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας Cloud Computing

Τα βασικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας CC αναλύονται παρακάτω [1] :

- *Αυτοεξυπηρέτηση κατ' απαίτηση (On-demand self-service)*

Ο Πελάτης μπορεί μονομερώς να καθορίζει τις υπολογιστικές δυνατότητες, όπως χρόνος χρήσης πόρων και χώρος αποθήκευσης δικτύου, ανάλογα με τις ανάγκες του, αυτόματα, χωρίς να απαιτείται ανθρώπινη αλληλεπίδραση με το φορέα παροχής της κάθε υπηρεσίας

- *Ευρεία Δικτυακή Πρόσβαση (Broad network access)*

Οι δυνατότητες είναι διαθέσιμες μέσω του δικτύου και προσβάσιμες μέσω τυποποιημένων μηχανισμών που προωθούν την χρήση από ετερογενείς πλατφόρμες πελατών (π.χ. κινητά τηλέφωνα, φορητούς υπολογιστές).

- *Συγκεντρωμένοι και Μεριζόμενοι Πόροι (Resource pooling)*

Οι υπολογιστικοί πόροι του παρόχου είναι συγκεντρωμένοι και μεριζόμενοι για να εξυπηρετούν πολλαπλούς καταναλωτές χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο, με διαφορετικούς φυσικούς και εικονικούς πόρους, δυναμικά εκχωρούμενους και επαν-εκχωρούμενους, ανάλογα με τη ζήτηση των πελατών. Υπάρχει μία αίσθηση ανεξαρτησίας της θέσης κατά την οποία ο πελάτης δεν έχει συνήθως κανένα έλεγχο ή γνώση, σχετικά με την ακριβή τοποθεσία των παρεχόμενων πόρων, αλλά μπορεί να έχει τη δυνατότητα να προσδιορίζει τη θέση αυτή σε υψηλότερο επίπεδο (π.χ. χώρα, κράτος, ή DC). Παραδείγματα των υπολογιστικών πόρων είναι η αποθήκευση, επεξεργασία, μνήμη, εύρος ζώνης δικτύου και VMs.

- *Ταχεία Ελαστικότητα (Rapid elasticity)*

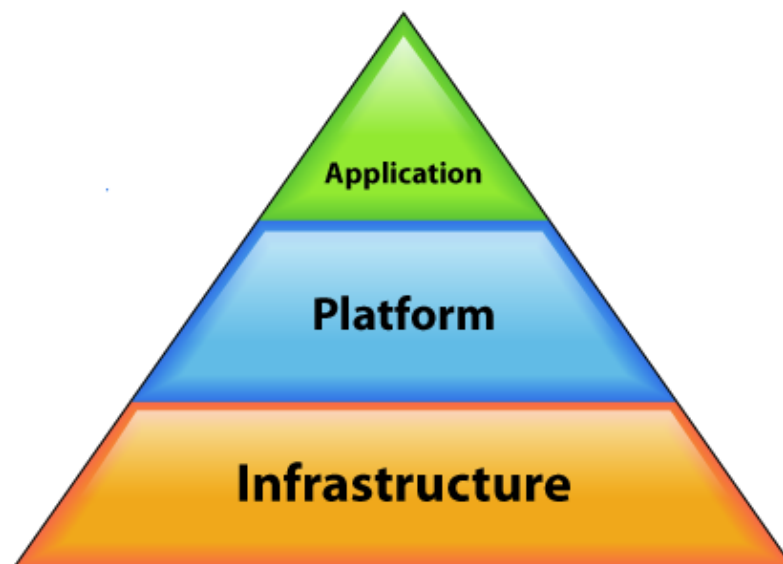
Οι διαθέσιμες δυνατότητες μπορούν να παρέχονται και να μεταβάλλονται γρήγορα και ελαστικά, σε ορισμένες περιπτώσεις αυτόματα, ώστε να ανταποκρίνονται στις συνεχώς μεταβαλλόμενες ανάγκες του πελάτη. Στον πελάτη, οι διαθέσιμες δυνατότητες που μπορούν να του εκχωρηθούν, συχνά δείχνουν να είναι άπειρες και μπορούν να αγοραστούν κατά ποσότητα ανά πάσα στιγμή.

- **Μετρούμενη Υπηρεσία (Measured Service)**

Τα συστήματα CC, αυτόματα ελέγχουν και βελτιστοποιούν τους χρησιμοποιούμενους πόρους, αξιοποιώντας μετρήσεις στα διάφορα είδη πόρων του συστήματος, όπως αποθηκευτικός χώρος, επεξεργαστική ισχύς, διαθέσιμο εύρος ζώνης δικτύου, ενεργοί λογαριασμοί χρηστών. Η χρήση των πόρων μπορεί να παρακολουθηθεί, να ελεγχθεί παρέχοντας διαφάνεια για τον πάροχο αλλά και τον χρήστη-πελάτη της χρησιμοποιούμενης υπηρεσίας.

2.3 Μοντέλα παροχής υπηρεσιών Cloud Computing

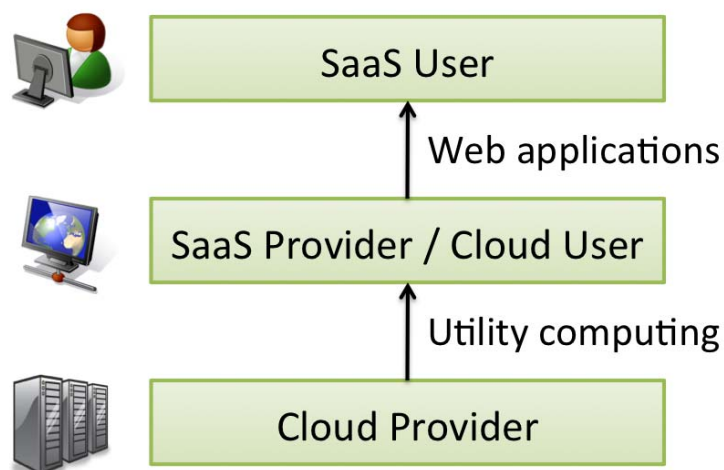
Με την χρήση της τεχνολογίας CC είναι δυνατή η παροχή διαφορετικών μοντέλων υπηρεσιών. Η λογική παροχής των υπηρεσιών αυτών ακολουθεί το πρότυπο Πελάτη – Παρόχου/Εξυπηρετητή (Client-Server). Στην βιβλιογραφία απαντώνται συχνά με τους όρους “X as a Service (XaaS)”. Παρακάτω εξετάζονται οι πιο βασικές από αυτές: Η παροχή Εφαρμογής (Application ή Software), Πλατφόρμας (Platform) και Υποδομής (Infrastructure) ως υπηρεσίας. Στο Σχήμα 2 φαίνεται χαρακτηριστικά η δομή και ιεράρχηση των υπηρεσιών αυτών.



Σχήμα 2: Οι Βασικές Υπηρεσίες XaaS

2.3.1 Software as a Service (SaaS)

Στην περίπτωση αυτή κατά την οποία παρέχεται μία εφαρμογή ως υπηρεσία στον πελάτη χρησιμοποιείται ο όρος “Software as a Service” (SaaS). Τα οφέλη του SaaS είναι μεγάλα και για τους παρόχους της υπηρεσίας, αλλά και για τους πελάτες-χρήστες της. Οι πάροχοι απολαμβάνουν απλοποιημένη εγκατάσταση και συντήρηση της κεντρικής εφαρμογής, καθώς επίσης και κεντρικό έλεγχο των εκδόσεων της. Από τη άλλη, οι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση οποτεδήποτε και από οπουδήποτε στην εφαρμογή, να μοιράζονται δεδομένα, να συνεργάζονται ευκολότερα, αλλά και να εξασφαλίζουν ασφαλή αποθήκευση των δεδομένων τους. Το CC δίνει την δυνατότητα σε παρόχους υπηρεσιών να μπορούν να αναπτύξουν τις εφαρμογές τους, χωρίς να χρειάζεται να εμπλακούν καθόλου με hardware και γενικότερα με θέματα που αφορούν τα DCs.



Σχήμα 3: Σχηματική Απεικόνιση της Παροχής SaaS

2.3.2 Infrastructure as a Service (IaaS)

Στην περίπτωση IaaS, η παρεχόμενη υπηρεσία είναι υποδομή, δηλαδή παρέχεται ένας συνδυασμός επεξεργαστή (CPU), μνήμης, αποθηκευτικού χώρου, δικτύου, ασφάλειας και λειτουργικού συστήματος. Ο πελάτης αφού επιλέξει ένα συνδυασμό των παραπάνω, έχει στην διάθεση του ένα ολοκληρωμένο σύστημα πάνω στο οποίο μπορεί να εγκαταστήσει οτιδήποτε αυτός επιθυμεί, όπως και στην περίπτωση που θα διέθετε δικό του αγορασμένο φυσικό εξοπλισμό. Όλα τα παραπάνω παρέχονται μέσω της τεχνολογίας *Virtualization*, κατά την οποία πάνω σε ένα φυσικό σύστημα υπολογιστή,

δημιουργούμε πολλά εικονικά συστήματα (instances) στα οποία κατανέμουμε πόρους του φυσικού συστήματος δυναμικά.

Το βασικό όφελος του πελάτη της υπηρεσίας IaaS, είναι ότι πληρώνει για την χρήση και μόνο της υπηρεσίας, χωρίς να εμπλέκεται σε αγορά πάγιου εξοπλισμού. Επίσης, μπορεί ανά πάσα στιγμή να μεταβάλλει την σύνθεση του συστήματος π.χ. επιλέγοντας μικρότερο ή μεγαλύτερο επεξεργαστή, αυξάνοντας ή μειώνοντας τον διαθέσιμο αποθηκευτικό χώρο κτλ. Αυτό συνεπάγεται και μία ανάλογη αναπροσαρμογή στην αξία χρήσης της υπηρεσίας. Τέλος, άλλα δύο μεγάλα πλεονεκτήματα της υπηρεσίας IaaS, είναι το πολύ μικρό κόστος εκκίνησης και η δυνατότητα πληρωμής μόνο ότι χρησιμοποιεί ο πελάτης.

2.3.3 Platform as a Service (PaaS)

Κατά το μοντέλο παροχής υπηρεσίας PaaS, παρέχεται μια πλατφόρμα για την ανάπτυξη εφαρμογών ως υπηρεσία. Ο πελάτης αποκτά πρόσβαση στην πλατφόρμα αυτή μέσω διαδικτύου και πάνω σε αυτήν μπορεί να αναπτύξει τις δικές του εφαρμογές, χωρίς να τον ενδιαφέρει για το οτιδήποτε βρίσκεται πίσω από αυτή.

Το βασικό οικονομικό όφελος για τον πελάτη είναι, ότι πληρώνει μόνο για τους πόρους που χρησιμοποιεί όταν και μόνο όταν τους χρησιμοποιεί. Ένα άλλο όφελος είναι ότι καθώς δεν ασχολείται καθόλου με το πολύπλοκο υλικό που βρίσκεται πίσω από την πλατφόρμα, του δίνεται η δυνατότητα να μπορεί να εστιάσει τις δυνάμεις του στην καινοτομία. Οι προγραμματιστές εφαρμογών μπορούν με την χρήση της τεχνολογίας CC να έχουν διαθέσιμη απεριόριστη υπολογιστική ισχύ μέσα από μία σύνδεση στο διαδίκτυο.

2.4 Μοντέλα ανάπτυξης Cloud Computing

Τα μοντέλα ανάπτυξης δικτύων CC διακρίνονται στα ακόλουθα:

- *Ιδιωτικό Σύννεφο (Private Cloud)*

Στην περίπτωση του Ιδιωτικού Σύννεφου, η υποδομή λειτουργεί για την κάλυψη των αναγκών ενός οργανισμού και οι υπηρεσίες CC παρέχονται σε ένα περιορισμένο αριθμό χρηστών εντός του οργανισμού. Η εξέλιξη στον τομέα της Εικονικοποίησης (Virtualization) και των κατανεμημένων υπολογιστικών συστημάτων οδήγησε στην δημιουργία υποδομών CC εντός των τοπικών

δικτύων των οργανισμών. Οι διαχειριστές των συστημάτων πληροφορικής του οργανισμού λειτουργούν ως πάροχοι και πελάτες τους είναι οι υπόλοιποι υπάλληλοι μέσα στον ίδιο οργανισμό.

Στην πραγματικότητα τα ιδιωτικά σύννεφα μπορούν να βρίσκονται εντός ή εκτός των εγκαταστάσεων του οργανισμού και να διαχειρίζονται από υπαλλήλους του οργανισμού ή από τρίτους εκτός οργανισμού [1][3].

- *Κοινοτικό Σύννεφο (Community Cloud)*

Στο μοντέλο αυτό η υποδομή του CC είναι κοινή μεταξύ αρκετών οργανισμών και έχει σαν στόχο να υποστηρίξει μία συγκεκριμένη κοινότητα με κοινά συμφέροντα και σκοπούς (π.χ.: αποστολή, απαιτήσεις ασφαλείας, πολιτική και εκτιμήσεις συμμόρφωσης). Μπορεί να διαχειρίζεται είτε από τους ίδιους τους οργανισμούς είτε από τρίτους και μπορούν να βρίσκονται εντός ή εκτός των εγκαταστάσεων των οργανισμών [1][4].

- *Δημόσιο Σύννεφο (Public Cloud)*

Στο Δημόσιο Σύννεφο η υποδομή διατίθεται στο δημόσιο κοινό. Οι πελάτες μπορούν να επιλέξουν μόνοι τους τα ακριβή χαρακτηριστικά της υπηρεσίας που θα λάβουν, μέσα από web εφαρμογές του παρόχου στον οποίο ανήκει η υποδομή και ο οποίος χρεώνει με μεγάλη ανάλυση τους διατιθέμενους πόρους [1][5].

- *Υβριδικό Σύννεφο (Hybrid Cloud)*

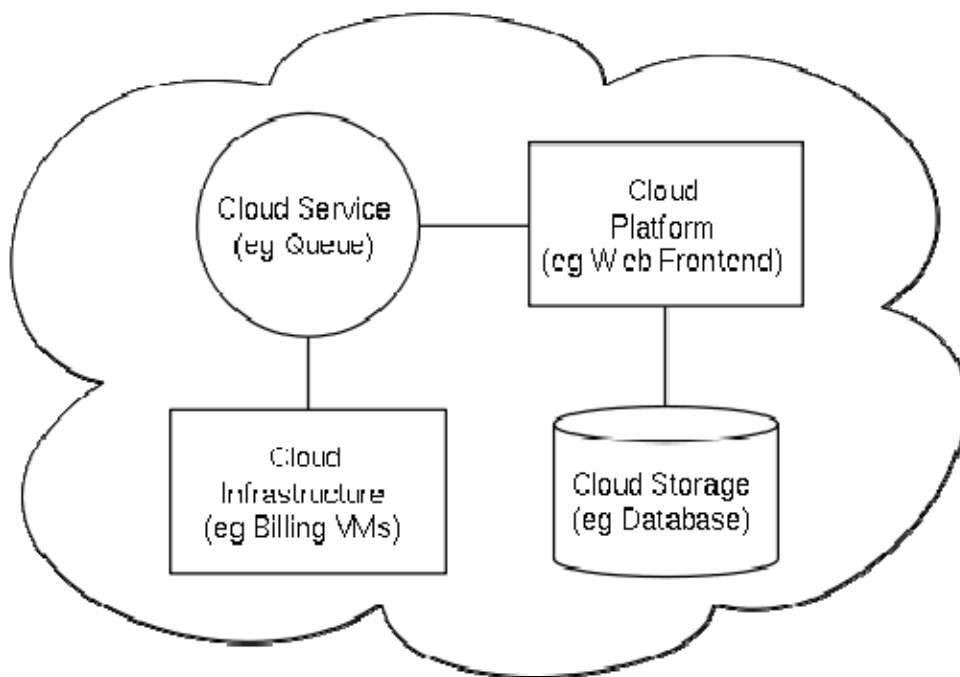
Το Υβριδικό Σύννεφο είναι μία σύνθεση δύο (2) ή περισσότερων σύννεφων από τις παραπάνω κατηγορίες (Ιδιωτικό, Κοινοτικό, Δημόσιο) τα οποία συνεχίζουν να παραμένουν ανεξάρτητες οντότητες, αλλά διασυνδέονται μεταξύ τους. Το Υβριδικό Σύννεφο παρέχει πολλαπλά οφέλη στους χρήστες του αφού συνδυάζει περισσότερα του ενός μοντέλα ανάπτυξης [1][5].

2.5 Αρχιτεκτονική συστημάτων Cloud Computing

Η βασική αρχιτεκτονική των συστημάτων CC περιλαμβάνει πολλαπλά αυτόνομα υποσυστήματα σύννεφου (cloud components). Τα υποσυστήματα αυτά χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες: το μετωπιαίο άκρο (front-end) και το νωτιαίο άκρο (back-end).

2.5.1 Μετωπιαίο άκρο (Front-end)

Το Μετωπιαίο άκρο (front-end) της αρχιτεκτονικής των συστημάτων CC αποτελείται από τις συσκευές των πελατών-χρηστών και τις όποιες εφαρμογές χρειάζονται για την πρόσβαση τους σε αυτά. Το κάθε σύστημα CC ανάλογα με την υπηρεσία που παρέχει έχει και διαφορετική διεπαφή (interface) προς τον χρήστη. Τις περισσότερες φορές χρησιμοποιούνται απλές εφαρμογές πλοήγησης του διαδικτύου, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται ειδικά ανεπτυγμένες δικτυακές εφαρμογές.



Σχήμα 4: Σχηματική Αναπαράσταση Υποσυστημάτων Cloud Computing

2.5.2 Νωτιαίο άκρο (Back-end)

Το Νωτιαίο άκρο (back-end) περιλαμβάνει τα φυσικά συστήματα που αποτελούν το CC, τα οποία μπορεί να είναι διάφορα συστήματα υπολογιστών, συστήματα αποθήκευσης δεδομένων, servers κτλ. Ομάδες από αυτά τα συστήματα μας κάνουν ένα σύστημα CC.

Συνήθως κάθε εφαρμογή έχει τους δικούς της αφιερωμένους εξυπηρετητές. Ένας κεντρικός εξυπηρετητής χρησιμοποιείται για τη διαχείριση όλου του συστήματος, παρακολουθεί τις απαιτήσεις των πελατών καθώς και την συνολική κίνηση και εξασφαλίζει ότι όλα λειτουργούν ομαλά.

2.6 Σύγκριση τεχνολογίας Cloud Computing με τα παραδοσιακά Data Centers σε εταιρικό περιβάλλον

Με τον όρο παραδοσιακά DCs σε εταιρικό περιβάλλον, εννοούμε τις υποδομές σε υλικό (hardware) και λογισμικό (software) που χρειάζεται μία εταιρία για την λειτουργία των εφαρμογών και την διαχείριση των δεδομένων της. Ακολουθεί σύντομη σύγκριση παραδοσιακών DCs έναντι χρήσης τεχνολογίας CC από ανεξάρτητο πάροχο σε εταιρικό περιβάλλον.

2.6.1 Παραδοσιακά Εταιρικά Data Centers (εντός χώρου της εταιρίας ή collocated)

Τα βασικά πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα ενός εταιρικού DC είναι τα εξής:

Πλεονεκτήματα:

- Ιδιόκτητο
- Οικονομία κλίμακας όσον αφορά την ανάπτυξη περαιτέρω εφαρμογών εκμεταλλευόμενοι το υπάρχον υλικό
- Πλήρης έλεγχος σε όλα τα συστήματα
- Μέγιστη Ασφάλεια

Μειονεκτήματα:

- Περιορισμένη χωρητικότητα και δυνατότητες. Η όποια επέκταση τους απαιτεί μεγάλο κόστος.
- Μη ομοιογενές περιβάλλον υλικού – Πολλαπλές αρχιτεκτονικές λογισμικού (λειτουργικά συστήματα και εφαρμογές)
- Πολύπλοκη συντήρηση που απαιτεί ειδικό προσωπικό και πολλές εργατοώρες

- Το υλικό αποτελείται από συστήματα αφιερωμένα να τρέχουν μόνο τις εφαρμογές της εταιρίας με αποτέλεσμα να υπολειτουργούν

2.6.2 Χρήση Τεχνολογίας CC μέσω ανεξάρτητου παρόχου σε εταιρικό περιβάλλον

Τα βασικά πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα χρήσης τεχνολογίας CC είναι τα εξής:

Πλεονεκτήματα:

- Τυποποιημένα συστήματα με δυνατότητα άμεσης αύξησης ή μείωσης των δυνατοτήτων τους χωρίς κόστος. Τιμολογούνται μόνο οι πόροι που χρησιμοποιούνται.
- Τυποποιημένα εργαλεία διαχείρισης κοινά για όλα τα συστήματα
- Ομογενές περιβάλλον υλικού (hardware)
- Ελάχιστες εργασίες συντήρησης
- Σχεδόν απεριόριστη χωρητικότητα

Μειονεκτήματα

- Μεριζόμενο υλικό από πάρα πολλούς χρήστες και εξάρτηση από τον πάροχο
- Θέματα ιδιωτικότητας και ασφάλειας
- Έλλειψη έλεγχου στο φυσικό υλικό
- Απαιτείται αδιάλειπτη και υψηλής ταχύτητας σύνδεση στο διαδίκτυο για την λειτουργία της επιχείρησης

2.7 Θέματα Ιδιωτικότητας - Ασφάλειας και προβληματισμοί χρήσης της τεχνολογίας Cloud Computing

Ίσως η μεγαλύτερη ανησυχία σχετικά με το CC είναι η Ασφάλεια και η προστασία της Ιδιωτικότητας. Η ιδέα της αποθήκευσης των σημαντικών δεδομένων σε μία άλλη

εταιρεία δημιουργεί ιδιαίτερη ανησυχία στα στελέχη των επιχειρήσεων. Οι εταιρείες διστάζουν να επωφεληθούν από την χρήση της τεχνολογίας CC, επειδή δεν μπορούν να διατηρούν τις πληροφορίες της εταιρείας τους κάτω από τον πλήρη έλεγχό τους.

Το αντεπιχείρημα σε αυτή τη θέση είναι ότι οι εταιρείες που προσφέρουν υπηρεσίες CC βασίζονται στην φήμη που έχουν κτίσει. Οι εταιρείες αυτές έχουν κάνει πολύ μεγάλες επενδύσεις σε μέτρα ασφάλειας. Αν δεν το έκαναν αυτό θα ρίσκααν να χάσουν όλους τους πελάτες τους. Είναι προς το συμφέρον τους να χρησιμοποιούν τις πιο προηγμένες τεχνικές για την προστασία των δεδομένων των πελατών τους.

Η ιδιωτικότητα, είναι επίσης ένα πολύ σημαντικό θέμα. Καθώς ο κάθε πελάτης μπορεί να συνδέεται από οποιανδήποτε τοποθεσία για να έχει πρόσβαση στα δεδομένα και τις εφαρμογές του, ελλοχεύει ο κίνδυνος της παραβίασης της ιδιωτικότητας του. Οι πάροχοι CC θα πρέπει να χρησιμοποιούν τις πλέον σύγχρονες τεχνικές εξακρίβωσης αυθεντικότητας (authentication) ώστε να αποκλείσουν οποιοδήποτε καταστροφικό για την επιχείρηση τους συμβάν.

Κάποια άλλα ερωτηματικά σχετικά με το CC είναι περισσότερο φιλοσοφικά:

- Σε ποιόν ανήκουν τα δεδομένα που αποθηκεύει ένας χρήστης ή μία εταιρεία σε μία υπηρεσία CC; Στον ίδιο ή στον πάροχο της υπηρεσίας CC;
- Ανήκει ο αποθηκευτικός χώρος που παρέχει ένα σύστημα CC στο ίδιο το σύστημα;
- Είναι πιθανόν ο πάροχος μιας υπηρεσίας CC να αρνηθεί την πρόσβαση ενός πελάτη στα δεδομένα του;

Ένας μεγάλος αριθμός από εταιρείες, δικηγόρους και πανεπιστημιακούς συζητούν τα παραπάνω ερωτήματα καθώς και πολλά άλλα που απορρέουν από την ιδιαίτερη φύση της τεχνολογίας CC.

3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΓΟΡΑΣ CLOUD COMPUTING

Η τεχνολογία CC αποτελεί ουσιαστικά μία επανάσταση στον τομέα Πληροφορικής, με αποτέλεσμα να υπάρχει η ανάγκη στήριξης και προώθησης από διάφορους φορείς. Μεγάλες εταιρείες στο χώρο της Πληροφορικής όπως η Amazon, Google και Microsoft, αποτελούν από τους πιο σημαντικούς παρόχους υπηρεσιών cloud. Όπως όμως συμβαίνει με το λογισμικό έτσι και στην υπηρεσία cloud, υπάρχουν εφαρμογές «Ανοιχτού Κώδικα» (Open Source), οι οποίες βασίζονται σε συγκεκριμένη πλατφόρμα και διευκολύνουν το χρήστη να ικανοποιήσει τις ανάγκες του.

3.1 Πάροχοι Υπηρεσιών Cloud Computing

3.1.1 Amazon

Η Amazon από τις αρχές του 2006 παρέχει υπηρεσίες ιστού (Amazon Web Services – AWS) βασισμένες σε cloud, προσφέροντας παράλληλα μία σειρά από οφέλη για τις επιχειρήσεις Πληροφορικής, όπως:

- Αποτελεσματικότητα από άποψη κόστους
- Αξιοπιστία
- Ευελιξία

Είναι πολλοί αυτοί που πιστεύουν ότι το μοντέλο IaaS προήλθε από την Amazon, όταν το 2006 προώθησε την υπηρεσία EC2 (Elastic Compute Cloud). Παρείχε έναν εύκολο τρόπο ενοικίασης, πραγματικά ισχυρών υπολογιστικών μηχανών, έτσι ώστε διάφορες εταιρείες και ιδιώτες να μπορούν να τις χρησιμοποιούν άμεσα με ιδιαίτερα χαμηλό κόστος ιδιοκτησίας και χωρίς να ανησυχούν για την απόκτηση/συντήρησή τους.

Από την άλλη πλευρά υπάρχουν και εκείνοι που αμφισβητούν την πρωτοπορία της Amazon, με την έννοια ό,τι πριν ξεκινήσει η διάθεση της υπηρεσίας EC2, υπήρχαν ήδη ISPs που προσέφεραν ενοικίαση και όχι ιδιοκτησία των μηχανών τους. Η κύρια διαφορά τους ήταν ότι η Amazon μπορούσε να διαχειριστεί καλύτερα τους πόρους της με τη διάθεση VMs.

Η υπηρεσία EC2 και όσες σχετίζονται με αυτή παρέχουν διάφορα πλεονεκτήματα σε σχέση με την παραδοσιακή αγορά εξυπηρετητών. Η τιμή ιδιοκτησίας (ownership price) τέτοιων μηχανών μπορεί πολλές φορές να είναι αρκετά πιο συμφέρουσα σε σχέση με

την ενοικιάσή τους. Στην αγορά ενός server από έναν απλό ιδιώτη, πρέπει να συνυπολογιστεί ένα επιπλέον κόστος για τη δικτύωση του (Internet, IT Services), καθώς και η διαχείριση και υποστήριξή του από εξωτερικούς συνεργάτες.

Εκτός από την τιμή, ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα των εταιρειών που παρέχουν Αρχιτεκτονικές Εικονικών Μηχανών (Virtualized Machine Architecture) είναι η αποφυγή του χρόνου που απαιτείται για εγκατάσταση και παραμετροποίηση ενός αυτόνομου server. Η υπηρεσία EC2 δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας ενός αρχείου (image) με την επιθυμητή αρχική παραμετροποίηση του πελάτη, το οποίο με τη σειρά του αποθηκεύεται μέσω της υπηρεσίας Amazon S3 (Amazon Simple Storage Service). Δίνεται λοιπόν, η δυνατότητα στον πελάτη να παραμετροποιεί πολύ σύντομα νέες μηχανές για να καλύψουν τις ανάγκες του, κερδίζοντας παράλληλα σημαντικό χρόνο.

Ένα ακόμη πλεονέκτημα της υπηρεσίας Amazon EC2 και γενικότερα των μοντέλων IaaS, είναι ότι με το πέρας των εργασιών παραμετροποίησης των εξυπηρετητών, ο χρήστης δεν χρειάζεται να πραγματοποιεί καθημερινά ελέγχους όσο αφορά στο διαθέσιμο εύρος ζώνης (bandwidth). Η συγκεκριμένη εργασία αναλαμβάνεται από τον εκάστοτε πάροχο, ο οποίος παρέχει επίσης ασφάλεια και ανθεκτικότητα των μηχανών σε κάθε είδους απειλή.

Λόγω του ότι όλα τα δεδομένα των πελατών είναι αποθηκευμένα στις φυσικές μηχανές, η διαθεσιμότητά αυτών είναι ίσως η μεγαλύτερη ευθύνη του παρόχου. Έτσι λοιπόν υπογράφονται SLAs με τους πελάτες, που συχνά υπόσχονται διαθεσιμότητα του εξοπλισμού περίπου 99,99%. Τέτοιου είδους SLAs μεταφράζονται περίπου σε διάρκεια διακοπής των εξυπηρετητών που δεν υπερβαίνει τα επτά (7) λεπτά σε μία χρονιά [7].

3.1.2 Google

Η Google App Eng, η οποία χρησιμοποιεί και το ακρωνύμιο GAE, είναι μία πλατφόρμα για ανάπτυξη, σχεδιασμό και φιλοξενία διαδικτυακών εφαρμογών σε κέντρα δεδομένων που τα διαχειρίζεται η Google. Είναι μία τεχνολογία υπολογιστικού νέφους η οποία έχει υιοθετήσει το μοντέλο PaaS, σε αντίθεση με τις AWS.

Εφαρμογές App Engine είναι εύκολο να υλοποιηθούν, συντηρηθούν και διαχειριστούν καθώς αυξάνονται οι ανάγκες “κίνησης” (traffic) και αποθήκευσης δεδομένων. Η App Engine δεν απαιτεί συντήρηση εξυπηρετητών και είναι ιδιαίτερα ευέλικτη αφού με το upload της εφαρμογής του πελάτη μπορούν να εξυπηρετηθούν άμεσα οι χρήστες. Η GAE παρέχει δωρεάν υπηρεσίες μέχρι ενός σημείου χρησιμοποιούμενων πηγών. Οι

ανάγκες εφαρμογών για επιπλέον χρήση αποθηκευτικού χώρου, εύρους ζώνης και υπολογιστικής ισχύος, χρεώνονται. Κυκλοφόρησε για πρώτη φορά σε δοκιμαστική έκδοση τον Απρίλιο του 2008, ενώ η επίσημη έκδοσή του είναι διαθέσιμη από το Σεπτέμβριο του 2011 [9].

Η αναφερόμενη υπηρεσία της Google περιέχει κάποιους περιορισμούς όπως: Οι κύριες γλώσσες προγραμματισμού που υποστηρίζονται είναι η Java και Python, αλλά και κάποιες JVM (Java Virtual Machines) όπως Groovy, JRuby, Scala, Clojure, Jython καθώς και ειδικές εκδόσεις του Quercus. Κάποιοι από τους περιορισμούς της υπηρεσίας είναι ότι οι προγραμματιστές έχουν πρόσβαση μόνο για ανάγνωση στα αρχεία συστήματος του App Engine, με αποτέλεσμα οι εφαρμογές να μπορούν να χρησιμοποιούν μόνο εικονικά αρχεία συστήματος. Οι χρήστες μπορούν να ανεβάσουν Python modules, μόνο αν είναι αμιγώς Python. Σε περίπτωση που είναι C ή Pyrex δεν υποστηρίζονται. Οι εφαρμογές Java μπορούν να χρησιμοποιήσουν μόνο μία υποκατηγορία κλάσεων από την κλασσική JRE έκδοση. Τα πρωτόκολλα SSL/HTTPS είναι διαθέσιμα μέσω *.appsoft.com domains και όχι μέσω των Google Apps Domains.

3.1.3 Windows Azure

Η υπηρεσία Windows Azure Platform είναι μία πλατφόρμα υπολογιστικού νέφους που παρέχεται από τη Microsoft και επιτρέπει στους χρήστες της να αναπτύσσουν εφαρμογές και να αποθηκεύουν δεδομένα μέσα στο σύννεφο. Έτσι λοιπόν η Windows Azure ανήκει στο μοντέλο PaaS. Η πλατφόρμα αποτελείται από διάφορες υπηρεσίες και παρέχεται στους ενδιαφερομένους μέσω τριών εμπορικών πακέτων, τα οποία είναι [8]:

Windows Azure: Λειτουργικό Σύστημα που τρέχει εφαρμογές Windows και αποθηκεύει δεδομένα στο σύννεφο.

SQL Azure: Η αποθήκευση δεδομένων σε cloud έχει οδηγήσει στην απαίτηση για cloud-based υπηρεσίες σχεσιακών δεδομένων.

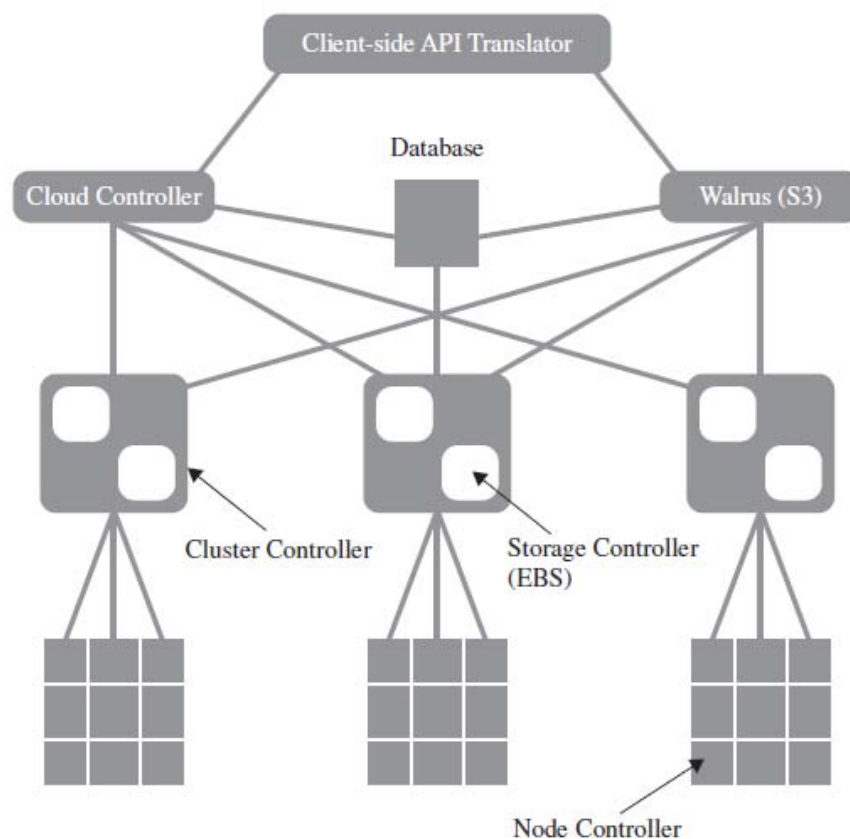
Windows Azure Appfabric: Παρέχεται η υποδομή για τη δημιουργία εφαρμογών από την οποία μπορούν να επωφεληθούν οι χρήστες.

3.1.4 Eucalyptus

Το Eucalyptus (Elastic Utility Computing Architecture Linking Your Programs To Useful Systems) είναι μία υποδομή λογισμικού ανοιχτού κώδικα για την υλοποίηση σύννεφων

στις υπάρχουσες υποδομές υπηρεσιών των παρόχων. Δίνει τη δυνατότητα ανάπτυξης υβριδικών και ιδιωτικών σύννεφων και δεν απαιτεί ειδικό υλικό. Αξιοποιώντας λογισμικό Linux και web services, επιτρέπει στους πελάτες να δημιουργήσουν εύκολα και γρήγορα τα δικά τους σύννεφα προσαρμοσμένα στις ανάγκες τους. Επίσης, μπορεί να επικοινωνήσει με την υπηρεσία που παρέχει η Amazon (AWS) χρησιμοποιώντας μία κοινή διεπαφή προγραμματισμού. Το Eucalyptus έχει σχεδιαστεί από το μηδέν ώστε να είναι εύκολο στην εγκατάσταση και όσο το δυνατόν γίνεται ανεξάρτητο [10].

Το Eucalyptus αποτελείται από πέντε (5) στοιχεία υψηλού επιπέδου, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5, κάθε ένα από τα οποία έχει τη δική του web interface και έχει σχεδιαστεί ως αυτόνομη υπηρεσία web.



Σχήμα 5: Στοιχεία Υψηλού Επιπέδου Eucalyptus

Τα στοιχεία που το αποτελούν είναι τα ακόλουθα:

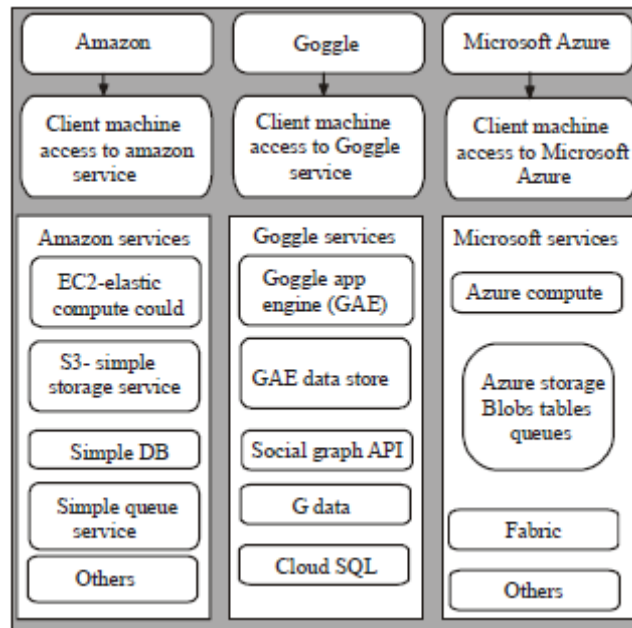
- *Cloud Controller (CLC)*: Είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση των υποκείμενων εικονικών πόρων (servers, network, storage) μέσω χρήσης διεπαφών προγραμματισμού εφαρμογών (Application Programming Interfaces - APIs)

- *Walrus*: Είναι μία συμβατή διεπαφή με την υπηρεσία Amazon S3, παρέχοντας μηχανισμό για την αποθήκευση και τον έλεγχο πρόσβασης στα δεδομένα χρηστών.
- *Cluster Controller (CC)*: Ελέγχει τη λειτουργία των VMs στους κόμβους και διαχειρίζεται παράλληλα την εικονική δικτύωση μεταξύ των VMs, και αυτή ανάμεσα στους εξωτερικούς χρήστες και τις VMs.
- *Storage Controller (SC)*: Παρέχει πρόσβαση δικτυακής αποθήκευσης σε μπλοκ (block-accessed, π.χ. Amazon Elastic Block Storage - EBS) και μπορεί να διασυνδέεται με διάφορα συστήματα αποθήκευσης (NFS, iSCSI).
- *Node Controller (NC)*: Ελέγχει τις δραστηριότητες των εικονικών μηχανών (execution, inspection, termination).

3.2 Σύγκριση Amazon, Google και Microsoft Azure

Οι εταιρείες Amazon, Google και Microsoft Azure προσφέρουν πραγματικά ένα πλήρες μοντέλο PaaS λόγω του ότι παρέχουν το πραγματικό περιβάλλον, το οποίο συνήθως απαιτείται για τη δημιουργία και ανάπτυξη web-based εφαρμογών. Στην παραδοσιακή διαδικασία δημιουργίας λογισμικού, η αρχική επένδυση θα είναι αρκετά υψηλή για να δημιουργήσει την υποδομή με όλες τις απαραίτητες άδειες λογισμικού και υλισμικού σε αντίθεση με το cloud, όπου παρέχονται οι άδειες λογισμικού, το υλισμικό και η συντήρησή τους.

Το παρακάτω σχήμα παρουσιάζει τις υπηρεσίες που παρέχονται από τους παρόχους υπηρεσιών cloud. Οι αναφερόμενες εταιρείες παρέχουν σημαντικές υπηρεσίες και κυρίως την υπηρεσία αποθήκευσης δεδομένων.



Σχήμα 6: Παρεχόμενες Υπηρεσίες Cloud Computing

Η τιμολόγηση των υπηρεσιών γίνεται βασιζόμενη σε τρία σημαντικά χαρακτηριστικά:

- Εύρος ζώνης
- Αποθηκευτικός Χώρος
- Υπολογιστική Ισχύς

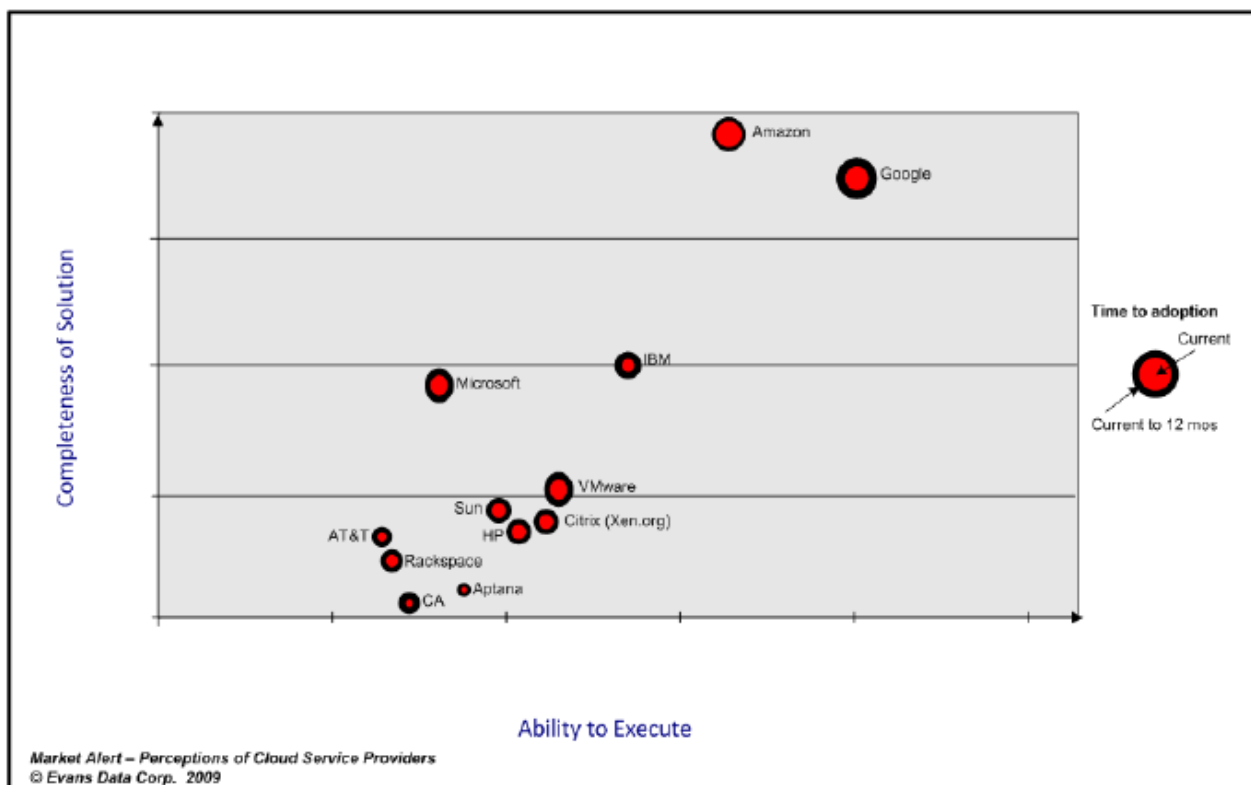
3.3 Market Leaders στην Αγορά του Cloud Computing

Μία σημαντική αλλαγή στον τρόπο που οι επιχειρήσεις λαμβάνουν λογισμικό και υπολογιστική ικανότητα, είναι σε εξέλιξη, καθώς οι περισσότερες αξιοποιούν web-based εφαρμογές. Το CC αναφέρεται τόσο στις εφαρμογές που προσφέρονται σαν υπηρεσίες μέσω διαδικτύου όσο και στο υλικό και στα συστήματα λογισμικού στα DCs που παρέχουν αυτές τις υπηρεσίες. Με άλλα λόγια το CC έχει πρόσβαση σε πόρους υπολογιστών που παρέχονται μέσω δικτύων αντί να τρέχει το λογισμικό και την αποθήκευση δεδομένων σε έναν τοπικό υπολογιστή. Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενα κεφάλαια μία σειρά από φορείς όπως η Amazon (AMZN), salesforce.com (CRM), IBM (IBM), Oracle (ORCL) και Microsoft βοηθούν τους εταιρικούς πελάτες με την παροχή υπηρεσιών CC.

Με τα οφέλη που παρέχει η τεχνολογία του CC, δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι πολλοί από τους κορυφαίους προμηθευτές στον κλάδο της Πληροφορικής προσφέρουν

υπηρεσίες για δημόσια ή ιδιωτικά σύννεφα. Σε μία έρευνα που πραγματοποιήθηκε και δημοσιεύθηκε το 2009 (Perceptions of Cloud Service Providers Market Alert 2009), ζητήθηκε από ένα σύνολο προγραμματιστών λογισμικού, εξοικειωμένων με τις υπηρεσίες CC, να εκφράσουν τις απόψεις τους για τους κορυφαίους προμηθευτές [17]. Τους ζητήθηκε επίσης, να αξιολογήσουν τις επιχειρήσεις σε μια σειρά από δυνατότητες σχετικά με τις προσφερόμενες υπηρεσίες cloud, καθώς επίσης και να αναφέρουν τις εντυπώσεις τους σχετικά με την ικανότητα των εταιρειών να παρέχουν πληρότητα των προσφερόμενων υπηρεσιών.

Το Σχήμα 7 παρουσιάζει σε τρεις διαστάσεις τους μεγάλους προμηθευτές υπηρεσιών CC, σύμφωνα με τις αντιλήψεις των προγραμματιστών. Ο οριζόντιος άξονας αντιπροσωπεύει το πόσο καλά βαθμολόγησαν οι προγραμματιστές την ικανότητα των πωλητών να εκτελέσουν μία στρατηγική CC. Ο κάθετος άξονας παρουσιάζει τις αντιλήψεις σχετικά με την πληρότητα των λύσεων που προσφέρονται από τους προμηθευτές και το μέγεθος των «κύκλων» απεικονίζει την υιοθέτηση του CC. Η εξωτερική μαύρη περιφέρεια των κύκλων αντιπροσωπεύει την υιοθέτηση του CC εντός 12 μηνών, ενώ η κόκκινη κουκίδα αντιπροσωπεύει την τρέχουσα υιοθέτηση.



Σχήμα 7: Προμηθευτές Υπηρεσιών Cloud Computing

Έτσι, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι οι προγραμματιστές θεωρούν την Amazon και Google, ως τους προμηθευτές που παρέχουν τις πιο ολοκληρωμένες λύσεις και έχουν τη δυνατότητα να τις εκτελέσουν και εξελίσουν. Η Amazon και Google ήταν αναμφισβήτητα οι πρώτοι προμηθευτές στο CC, με αποτέλεσμα να είναι πιο γνωστές για την παροχή υπηρεσιών και οι προγραμματιστές να γνωρίζουν περισσότερα για τις προσφορές τους. Οι εταιρείες που ακολουθούν με την υιοθέτηση της αναφερόμενης τεχνολογίας είναι οι IBM, Microsoft και VMware.

Η IBM έχει το προβάδισμα έναντι των άλλων δυο εταιρειών (Microsoft, VMware) όσο αφορά στην αντίληψη της ικανότητάς της να εκτελέσει υπηρεσίες cloud. Η Microsoft θεωρείται ότι, από τη μία προσφέρει ένα ολοκληρωμένο σύνολο υπηρεσιών cloud μέσω της πλατφόρμας Azure και από την άλλη ότι είναι λιγότερο ικανή να εκτελέσει τις υπηρεσίες, συγκριτικά με τις άλλες εταιρείες που αναφέρονται στην έρευνα. Η έλλειψη εμπιστοσύνης προς τη Microsoft έγκειται στο γεγονός ότι το παραδοσιακό επιχειρηματικό μοντέλο της έρχεται σε αντίθεση με το cloud.

Αν και η Microsoft έχει προωθήσει δυναμικά την πλατφόρμα Azure και η πρόσληψη προγραμματιστών ήταν προφανώς επιτυχημένη στις πρώιμες εκδόσεις της, υστερούν στην εμπιστοσύνη που έχουν κερδίσει έναντι άλλων εταιρειών όπως η Sun, HP και Citrix. Ωστόσο, η Microsoft έχει τον πιο ικανό και εκτενή οργανισμό ανάπτυξης λογισμικού στον κόσμο και θα ήταν ανόητο να την απορρίψουν.

Η IBM, από την άλλη πλευρά, φαίνεται να έχει μεγάλη επιτυχία στο να πείθει για τη δύναμή της στην παροχή υπηρεσιών CC. Το γεγονός ότι, έχει αξιολογηθεί τόσο έντονα στην πληρότητα των προσφερόμενων υπηρεσιών και στην ικανότητα να τις εκτελεί, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι, οι προγραμματιστές της είναι ενθουσιασμένοι στην υιοθέτηση υπηρεσιών cloud, παρουσιάζει μία πολύ θετική προοπτική για την IBM στο χώρο των υπηρεσιών CC.

Οι παραπάνω εταιρείες είτε είναι επικεντρωμένες σε ένα συγκεκριμένο τμήμα της αγοράς ή είναι περισσότερο γνωστές για άλλα προϊόντα και υπηρεσίες. Η AT&T για παράδειγμα είναι μία εταιρεία η οποία δεν είναι γνωστή για την παροχή λογισμικού, αλλά έχει εισέλθει στην αγορά παροχής υπηρεσιών cloud με πολλά δυνατά σημεία αν και δραστηριοποιείται για μικρό χρονικό διάστημα. Το 2009 λάνσαρε το Synaptic Hosting ενώ αργότερα ανακοίνωσε το την υπηρεσία “Storage as a Service” χρησιμοποιώντας την τεχνολογία της EMC. Η AT&T έχει την υποδομή η οποία της δίνει

ένα πλεονέκτημα μακροπρόθεσμα, αλλά είναι νέος παίκτης στην αγορά με τις πλατφόρμες λογισμικού.

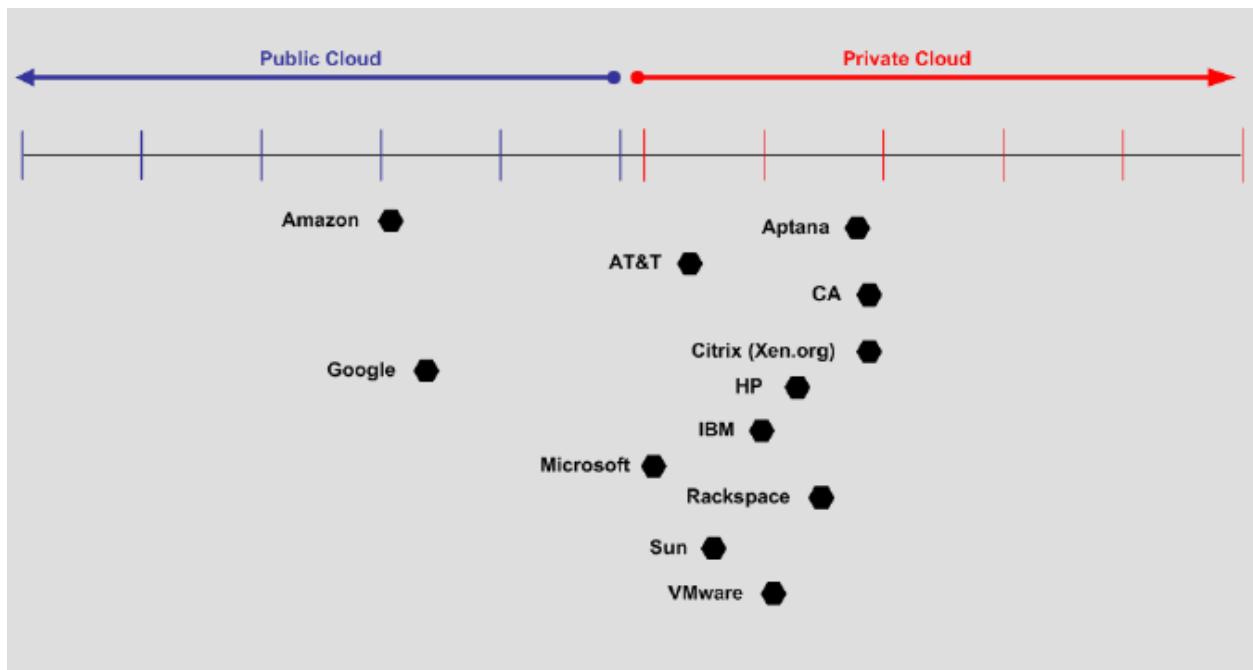
Η CA Technologies επικεντρώθηκε σε μεγάλο βαθμό στα ιδιωτικά σύννεφα επιχειρήσεων, καθώς και η αποκλειστική εστίαση σε μεγάλες επιχειρήσεις που έχουν μικρή προβολή προς τους προγραμματιστές, επισκιάζουν τις προσφορές και δυνατότητές της. Η Aptana είναι μία εταιρεία ανοιχτού λογισμικού με υπηρεσίες cloud διαχείρισης περιβάλλοντος υποστηρίζοντας Ruby και PHP. Η Rackspace είναι περισσότερο γνωστή για τις υπηρεσίες φιλοξενίας εξυπηρετητών και λιγότερο για τις υπηρεσίες cloud που έχει αρχίσει και προσφέρει.

3.4 Ιδιωτικό (Private) ή Δημόσιο (Public) Cloud Computing

Αν και η Amazon ξεκίνησε προσφέροντας ένα public cloud, το EC2, η ιδέα του private cloud έχει απογειωθεί. Τα ιδιωτικά σύννεφα επιλύουν κάποια σημαντικά προβλήματα που σχετίζονται με τα δημόσια σύννεφα όπως θέματα ασφάλειας, ιδιωτικότητας, καθυστέρησης και θέματα εταιρικής και κυβερνητικής συμμόρφωσης. Παρά το γεγονός ότι τα δημόσια και ιδιωτικά σύννεφα είναι βασικά web-based εφαρμογές λογισμικού με υποδομή που συνήθως περιλαμβάνει virtualization σε DCs.

Στην έρευνα που πραγματοποιήθηκε οι προγραμματιστές ρωτήθηκαν επίσης να εκφράσουν τις απόψεις τους για τις εταιρείες που παρέχουν υπηρεσίες σε ιδιωτικά και δημόσια σύννεφα. Μόνο η Amazon και η Google θεωρούνται ότι κατά κύριο λόγο προσφέρουν υπηρεσίες αφιερωμένες σε public cloud, αν και οι περισσότεροι από τους προμηθευτές σε αυτή την έρευνα έχουν φανερά την πρόθεση να παρέχουν υπηρεσίες βασισμένες και σε ιδιωτικά και σε δημόσια σύννεφα. Οι περισσότεροι από τους άλλους προμηθευτές, θεωρούνται κατά κύριο λόγο προμηθευτές private cloud. Οι εξαιρέσεις είναι η AT&T και η Microsoft, που εμπίπτουν στη μέση και οι περισσότεροι προγραμματιστές θεωρούν ότι προσφέρουν και τις δυο επιλογές [17].

Από το σύνολο των προμηθευτών που παρουσιάζονται στο Σχήμα 8, η IBM και η VMware κατέχουν την καλύτερη θέση όσο αφορά στην προσφορά υπηρεσιών private cloud. Θεωρείται σχεδόν απίθανο ότι είτε η Google είτε η Amazon θα είναι σε θέση να μετατοπίσουν την ισχυρή αντίληψη της αγοράς στις υπηρεσίες public cloud και να συναγωνιστούν με την IBM ή την VMware σε επίπεδο υπηρεσιών private cloud.



Σχήμα 8: Προσφορά Υπηρεσιών Private ή Public Cloud

3.5 Εκτίμηση της Αγοράς

Η παγκόσμια αγορά του CC συνεχίζει να αυξάνεται με ταχείς ρυθμούς και αναμένεται να ξεπεράσει τα 25 δις. US \$ μέχρι το τέλος του 2013. Διάφορες έρευνες αγοράς έχουν δείξει ότι τα διάφορα τμήματα του CC, SaaS, IaaS, PaaS παρουσιάζουν διαφορετικούς ρυθμούς ανάπτυξης.

Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί μία πληθώρα αναλύσεων σχετικά με το μερίδιο αγοράς που κατέχει ο κάθε προμηθευτής του CC. Σύμφωνα με μία δημοσίευση του GigaOM, αναλυτές του UBS εκτιμούν ότι η συνολική αγορά για υπηρεσίες τύπου AWS κυμαίνεται στα 5-6 δις δολάρια το 2010 και θα αυξηθεί σε 15-20 δις δολάρια το 2014. Επίσης, μία έρευνα του οργανισμού Gartner εκτιμά ότι η αγορά IaaS από τα 3.7 δις δολάρια το 2010 θα αυξηθεί σε 10-11 δις δολάρια το 2014. Αντίθετα, ο οργανισμός Forrester προβλέπει, σε έκθεσή του, ότι οι δαπάνες IaaS θα αυξηθούν από 2.9 δις σε 5.8. δις δολάρια.

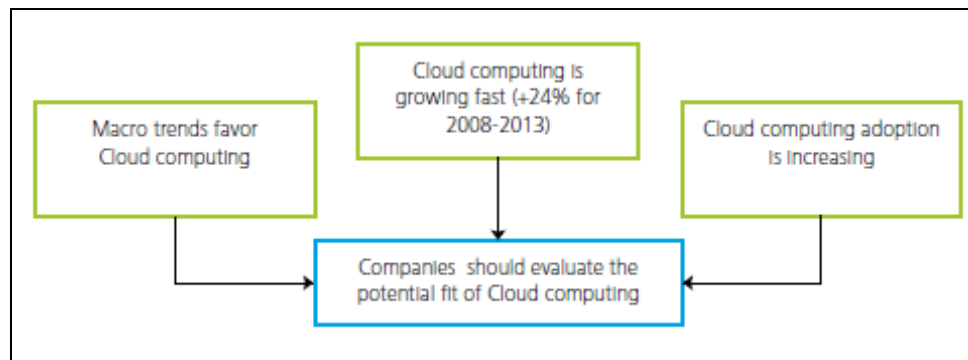
Οι διαφορές μεταξύ των παραπάνω εκτιμήσεων για την τρέχουσα και μελλοντική κατάσταση στο γενικότερο χώρο του CC, απεικονίζει μερικές από τις δυσκολίες όσο αφορά στην ποσοτικοποίηση του μεριδίου αγοράς που αντιστοιχεί σε κάθε προμηθευτή και σε κάθε είδους υπηρεσία. Κάποιοι από του λόγους δυσκολίας είναι οι ακόλουθοι:

- Οι διάφορες μορφές του CC, καθιστά τους υπολογισμούς για το μερίδιο που τους αντιστοιχεί στην αγορά ιδιαίτερα πολύπλοκους. Είναι αλήθεια ότι οι όροι IaaS, PaaS και SaaS παραμένουν οι ισχυρότεροι στην ανάπτυξη του CC, σημειώνεται όμως ότι οι προμηθευτές προσφέρουν ολοένα και περισσότερες παραλλαγές της προ-αναφερόμενης τριάδας. Για παράδειγμα, η εφαρμογή Elastic Beanstalk είναι μία προσφορά PaaS, από το μεγαλύτερο προμηθευτή IaaS του χώρου, την Amazon. Η RedHat προσφέρει ένα προϊόν IaaS που ονομάζεται CloudForms, παράλληλα με μία άλλη PaaS εφαρμογή, την OpenShift.
- Οι προμηθευτές συχνά αρνούνται να αποκαλύψουν τα έσοδά τους από το CC και είναι μικρότερα σε σύγκριση με τα έσοδα άλλων παρεχόμενων υπηρεσιών.
- Μέσα στο πρώτο εξάμηνο του 2011 αρκετές εταιρείες όπως HP, Dell, IBM, Oracle, RedHat, Apple και Microsoft έχουν αυξήσει τις δεσμεύσεις τους για την ανάπτυξη του CC με τρόπους που θα επηρεάσουν σημαντικά την υφιστάμενη ισορροπία του μεριδίου αγοράς.
- Ο παγκόσμιος χαρακτήρας του CC καθιστά δύσκολη την ποσοτικοποίηση του μεριδίου αγοράς, καθώς αρκετοί προμηθευτές λειτουργούν σε διακρατικό επίπεδο με αποτέλεσμα να είναι δύσκολη η έκθεση των εσόδων με διαφανή τρόπο.

Όπως προαναφέρθηκε, η αγορά του CC αυξάνεται με ταχείς ρυθμούς. Με πολλές οργανώσεις να αρχίζουν να επωφελούνται από το «Σύννεφο», οι επιχειρήσεις όλων των μεγεθών πρέπει να αξιολογήσουν τις πιθανές δυνατότητες προσαρμογής τους. Το CC αποκτά όλο και μεγαλύτερη σημασία για τους ακόλουθους λόγους [18]:

- Οικονομικές, κοινωνικές, τεχνολογικές και περιβαλλοντικές τάσεις που είναι ευνοϊκές για περαιτέρω επέκταση και ευρύτερη υιοθέτηση του CC. Οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής αντιμετωπίζουν ενεργά τις επιπτώσεις του cloud στην ασφάλεια, στην προστασία ιδιωτικής ζωής και στην ιδιοκτησία των δεδομένων.
- Η βιομηχανία του CC αυξάνεται σημαντικά με την προβλεπόμενη μέση ετησιοποιημένη αύξηση (CAGR – Compound Annual Growth Rate) να φτάνει το 24% για την περίοδο 2008 – 2013. Ενώ νέοι, καινοτόμοι και επιτυχημένοι προμηθευτές εμφανίζονται, οι παραδοσιακοί προμηθευτές επενδύουν μαζικά στην ανάπτυξη και απόκτηση λύσεων on demand.

- Η χρήση των SaaS, PaaS και IaaS έχουν εξελιχθεί κατά τα τελευταία χρόνια και έχουν γίνει όλο και πιο δημοφιλή. Αναμένεται το ποσοστό υιοθέτησής τους να αυξηθεί. Το CC έχει γίνει πλέον ένα από τα θέματα συζήτησης στις ατζέντες των CxOs.

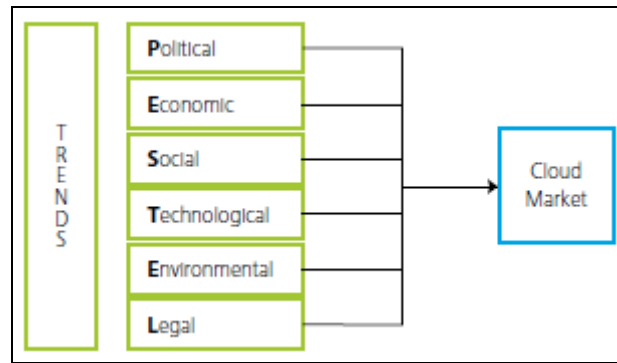


Σχήμα 9: Παράγοντες Ενδιαφέροντος Cloud Computing

Οι μακροοικονομικοί δείκτες είναι θετικοί. Σε γενικές γραμμές, το σημερινό μακροοικονομικό περιβάλλον προσφέρει ένα γόνιμο έδαφος για την ολοένα και ταχύτερη υιοθέτηση του CC. Πράγματι, παρά τις κάποιες αβεβαιότητες όσο αφορά στις μελλοντικές ρυθμίσεις και πολιτικές, παρατηρούνται διάφορα θετικά μηνύματα από τις οικονομικές, κοινωνικές, τεχνολογικές και περιβαλλοντικές τάσεις.

3.5.1 Ανάλυση PESTEL

Στη συνέχεια εφαρμόζεται η ανάλυση PESTEL (Political, Economic, Social and Technological Analysis) για να αναλύσει συστηματικά τους πολιτικούς, οικονομικούς, κοινωνικούς, τεχνολογικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες που πρόκειται να επηρεάζουν την αγορά του CC τα επόμενα χρόνια.



Σχήμα 10: Cloud Computing PESTEL Analysis

3.5.1.1 Πολιτικός Παράγοντας

Όταν το Διαδίκτυο αναδείχθηκε ως ένα νέο και δυνατό εργαλείο πληροφόρησης και επικοινωνίας στις αρχές της δεκαετίας του 1990, χρειάστηκαν πολλά χρόνια για τους φορείς χάραξης πολιτικής να δημιουργήσουν κοινούς κανόνες και διαδικασίες αναφορικά με τη χρήση του Διαδικτύου.

Δεδομένου ότι το CC τυγχάνει όλο και μεγαλύτερης αποδοχής, οι φορείς χάραξης πολιτικής αναλαμβάνουν πιο ενεργό ρόλο στην αντιμετώπιση των τεχνολογικών αλλαγών. Ωστόσο, οι κανονισμοί παραμένουν ανώριμοι για το CC, με αποτέλεσμα οι προμηθευτές να αντιμετωπίζουν διάφορες κυβερνητικές πολιτικές για να είναι σε θέση να παρέχουν τις υπηρεσίες τους σε μία παγκόσμια αγορά.

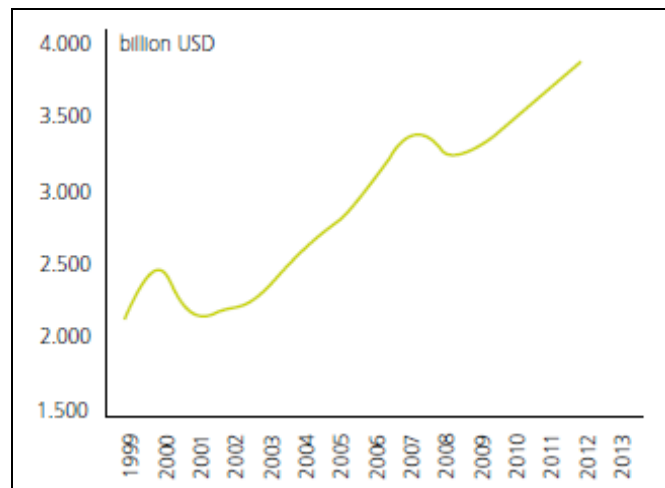
Παρά τις προσπάθειες για εναρμόνιση του νομικού περιβάλλοντος, οι κανονισμοί είναι ακόμη ελλιπείς. Οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής ασχολούνται πλέον με θέματα αντιμετώπισης ζητημάτων, όπως η ασφάλεια, η προστασία ιδιωτικής ζωής, η αποθήκευση και η προστασία δεδομένων. Ορισμένοι από τους προμηθευτές, όπως η Amazon, έχουν αντιμετωπίσει το θέμα, αναπτύσσοντας τοπικές υποδομές στις κύριες αγορές (Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και Ευρωπαϊκή Ένωση) αφήνοντας τον πελάτη να αποφασίσει τη ζώνη λειτουργίας που επιθυμεί.

3.5.1.2 Οικονομικός Παράγοντας

Σε αυτή την περίοδο οικονομικής ύφεσης, όταν οι επενδύσεις και η χρηματοδότηση σπανίζουν, οι επιχειρήσεις αντιμετωπίζουν ολοένα και μεγαλύτερες πιέσεις κόστους και η Πληροφορική δεν αποτελεί εξαίρεση. Σε αυτό το πλαίσιο, το CC προσφέρει μία

εναλλακτική λύση μικρότερου κεφαλαίου σε σχέση με τις παραδοσιακές εφαρμογές και αυτό θα πρέπει να θεωρείται μία βασική κινητήρια δύναμη για τα έργα Πληροφορικής τα επόμενα χρόνια. Επιπλέον, τα οφέλη του CC από την ευελιξία και το γρήγορο χρόνο διάθεσης ενός προϊόντος στην αγορά (time-to-market), αποτελούν βασική πηγή ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος.

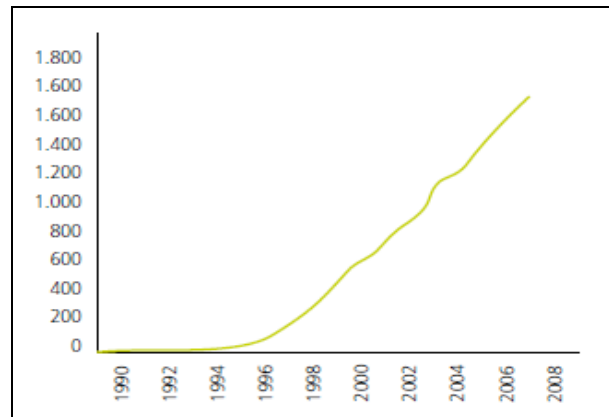
Λόγω της διαδεδομένης πίεσης κόστους, παρατηρήθηκε μία απότομη πτώση στις επενδύσεις Πληροφορικής το 2009 κατά -3,7 %, σε σύγκριση με τις υψηλές επιδόσεις του 2007 και 2008, που ανέρχονταν σε +10,5 % και +6 %, αντίστοιχα.



Σχήμα 11: Δαπάνες Τελικών Χρηστών Πληροφορικής & Τηλ/νιών Παγκοσμίως

3.5.1.3 Κοινωνικός Παράγοντας

Χωρίς καμία αμφιβολία, ένα από τα πιο αποδιοργανωτικά κοινωνικά φαινόμενα των τελευταίων δεκαετιών είναι η αυξανόμενη χρήση του Διαδικτύου για προσωπική και επαγγελματική δραστηριότητα. Το CC είναι μία τεχνολογία βασισμένη στο Διαδίκτυο και θα επωφεληθεί από την αυξανόμενη υιοθέτηση του Διαδικτύου και τα κοινωνικά δίκτυα.



Σχήμα 12: Χρήστες Διαδικτύου Παγκοσμίως (millions)

Πιο συγκεκριμένα, ο αριθμός των χρηστών του Διαδικτύου έχει αυξηθεί εκθετικά από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 και ανήλθε σε περίπου 1,53 δισ. χρήστες παγκοσμίως το 2008. Η γενιά Υ, η οποία μεγάλωσε με την τεχνολογία, συμμετέχει ενεργά σε διάφορες δραστηριότητες στο Διαδίκτυο (κοινωνική δικτύωση, ψυχαγωγία, βίντεο, e-banking) και δεν υπάρχει αμφιβολία ότι οι επόμενες γενιές θα είναι περισσότερο «συνδεδεμένες» με το Διαδίκτυο στην προσωπική και επαγγελματική ζωή. Αναμένεται οι εταιρείες να ασχοληθούν ακόμη περισσότερο με το Διαδίκτυο, ώστε να βελτιώσουν τις εσωτερικές διαδικασίες και να «συνδεθούν» με τους πελάτες και τις προοπτικές τους.

Επιπλέον, τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης έχουν μία πρωτοφανή ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια, σε δημοτικότητα αλλά και σε ένταση. Θεωρούνται ως η 4η πιο δημοφιλής δραστηριότητα στο Διαδίκτυο. Οι τελευταίες τάσεις δείχνουν ότι εφαρμόζεται κατά κύριο λόγο από τις νεότερες γενιές, αλλά και οι παλαιότερες προσαρμόζονται αρκετά γρήγορα σε αυτό το φαινόμενο. Πράγματι, κορυφαίες εταιρείες εκμεταλλεύονται τα κοινωνικά δίκτυα για τις δραστηριότητές τους και συλλέγουν τις ευκαιρίες που παρουσιάζονται από την τάση για αλλαγή του τρόπου που οι άνθρωποι συμπεριφέρονται στο Διαδίκτυο αλλά και του τρόπου με τον οποίο επικοινωνούν στην καθημερινή τους ζωή.

3.5.1.4 Τεχνολογικός Παράγοντας

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, η υποδομή της Πληροφορικής και η ανταλλαγή υπηρεσιών έχουν γίνει μία βασική πηγή ανάπτυξης. Τεχνολογίες όπως virtualization, αρχιτεκτονικές προσανατολισμένες (service-oriented) στις υπηρεσίες και CC, έχουν μία σειρά από ανατρεπτικές καινοτομίες στο χώρο της Πληροφορικής. Η

τάση αυτή επιτρέπει την πιο αποτελεσματική χρήση των πόρων και κάνει την Πληροφορική διαθέσιμη σε όλο τον κόσμο με μειωμένο κόστος και μαζική κλίμακα.

Η τεχνολογία της εικονικοποίησης (Virtualization Technology) θεωρείται ο προπομπός του CC. Η τεχνολογία virtualization περιλαμβάνει τη διαίρεση πόρων σε πολλαπλά περιβάλλοντα και αναφέρεται σε διάφορους τύπους όπως η πλατφόρμα (platform), η επιφάνεια εργασίας (desktop) και οι εφαρμογές εικονικοποίησης (virtualization applications).

Ακολουθώντας την ίδια τάση, τα τελευταία είκοσι χρόνια έχει παρατηρηθεί μία αύξηση της τυποποίησης και βιομηχανοποίησης της Πληροφορικής. Οι υπηρεσίες Πληροφορικής παρέχονται μέσω Διαδικτύου και γίνονται επαναλαμβανόμενες και χρήσιμες για ένα ευρύ φάσμα πελατών. Το roadmap της Πληροφορικής έδειχνε ουσιαστικά την τάση για μείωση των δαπανών που αφορούσαν την απλοποίηση και ενοποίηση των υποδομών. Στη συνέχεια, προέκυψαν οι τεχνολογίες virtualization όπου οι εταιρείες συγκέντρωσαν πόρους Πληροφορικής προκειμένου να επωφεληθούν από την υψηλότερη αξιοποίηση των υποδομών. Στις μέρες μας έχουμε εισχωρήσει στο CC όπου οι πόροι είναι ευέλικτοι και εξαιρετικά επεκτάσιμοι.

3.5.1.5 Περιβαλλοντικός Παράγοντας

Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για servers διπλασιάστηκε κατά την περίοδο 2000 – 2005 (Lawrence Berkeley National Laboratory) και η βιομηχανία της Πληροφορικής εκτιμάται ότι θα παράγει το 2% των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα CO₂, ποσοστό που είναι ίδιο με την Αεροπορική Βιομηχανία. Παράλληλα, 2 εκατομμύρια τόνοι ηλεκτρονικών αποβλήτων παράγεται κάθε χρόνο στην Ευρωπαϊκή Ένωση, όπου το 25% - 33% ανέρχεται σε εξοπλισμό Πληροφορικής.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα και τις αυξανόμενες ρυθμιστικές πιέσεις, οι προμηθευτές IT και οι εταιρικοί πελάτες τους, αλλάζουν τον τρόπο που οι πόροι πληροφορικής έχουν σχεδιαστεί, κατασκευαστεί και λειτουργούν. Ακόμη, διατίθενται να αυξήσουν την αποτελεσματικότητα και την εξοικονόμηση κόστους με ταυτόχρονη μείωση επιβλαβών επιπτώσεων για το περιβάλλον.

Το CC είναι ένα αναγνωρισμένος τρόπος για να μειωθούν τα περιβαλλοντικά μειονεκτήματα της Πληροφορικής, χρησιμοποιώντας πιο αποτελεσματικά τις υποδομές για να επιτευχθεί η υψηλότερη αξιοποίησή τους. Αυτό σημαίνει ότι τα κέντρα δεδομένων

CC γίνονται όλο και πιο «πράσινα», λόγω της υψηλής τυποποίησης των υπηρεσιών τους.

3.5.1.6 Νομικός Παράγοντας

Παρά τις συνεχιζόμενες προσπάθειες, ένα κοινό και εναρμονισμένο νομικό πλαίσιο δεν είναι ακόμη στη θέση του. Οι προμηθευτές πρέπει ακόμη να αντιμετωπίζουν τοπικούς κανονισμούς που συχνά περιορίζουν την ελεύθερη ροή πληροφοριών μεταξύ των χωρών. Ωστόσο, αυτές οι ρυθμίσεις είναι απαραίτητες για την προστασία συμφερόντων των καταναλωτών υπηρεσιών cloud.

Οι βασικοί τομείς στους οποίους η νομοθεσία παραμένει ανεπαρκής σχετίζονται με την ασφάλεια (ευαίσθητα δεδομένα), την ιδιοκτησία, τη θέση των δεδομένων, την εμπιστευτικότητα και την πνευματική ιδιοκτησία. Η μελλοντική κατάσταση της νομοθεσίας εξακολουθεί να είναι αβέβαιη και αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό περιορισμό καθώς το cloud συνεχίζει να διαπερνά τα σύνορα.

3.6 Αύξηση ζήτησης Cloud Computing

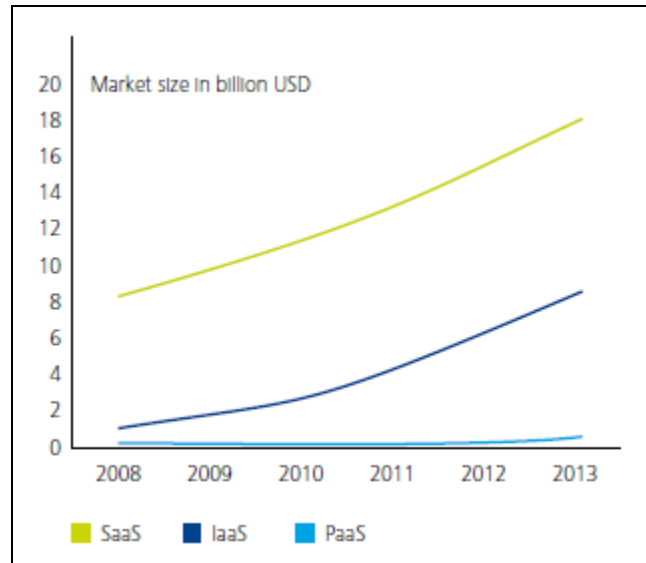
Η βιομηχανία του CC αυξάνεται με σημαντικούς ρυθμούς και οι προμηθευτές επενδύουν σημαντικά ποσά για την ανάπτυξη λύσεων SaaS, PaaS, IaaS, γεγονός που υποδηλώνει ότι πιστεύουν στην επιτυχία αυτής της τεχνολογίας ως μία εναλλακτική λύση έναντι στις παραδοσιακές.

Πολλοί ειδικοί δηλώνουν ότι η αγορά του cloud θα επεκταθεί δραστικά τα επόμενα χρόνια. Για την περίοδο 2008 – 2013 η Gartner προέβλεψε μία εντυπωσιακή ανάπτυξη της αγοράς CC από 9,1 σε 22,6 δισ. δολάρια που αντιστοιχεί σε μέσο ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης 24% (τα αναφερόμενα ποσά αποκλείουν τα έσοδα που προέρχονται από το CC).

Τα διάφορα τμήματα της αγοράς του CC (SaaS, IaaS, PaaS) δείχνουν διαφορετικά επίπεδα ωριμότητας και υιοθέτησης. Ενώ το SaaS αποτελεί αναμφίβολα το μεγαλύτερο μέρος της αγοράς του CC (89%), PaaS και IaaS έχουν υψηλότερο δυναμικό ανάπτυξης (~50%). Αυτό δικαιολογείται με τη μεταγενέστερη εμφάνιση των IaaS και PaaS σε σχέση με αυτή του SaaS.

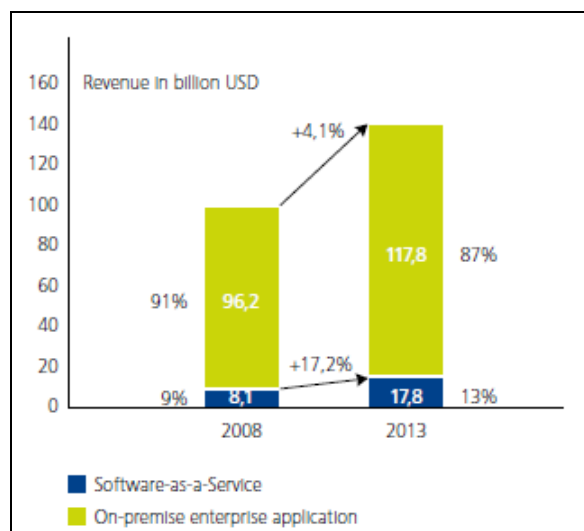
3.6.1 Μερίδιο Αγοράς Software as a Service

Η αγορά του SaaS το 2008 ανερχόταν σε 8,1 δισ. δολάρια παγκοσμίως, που αντιπροσωπεύει το 7,7% των συνολικών εσόδων και είναι η μεγαλύτερη συνιστώσα της αγοράς του CC (89%). Αυτή η διείσδυση έχει επιτευχθεί χάρη στην εξαιρετικά υψηλή ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια και αναμένεται να συνεχιστεί η συγκεκριμένη τάση. Με βάση τις προβλέψεις των αναλυτών και τις τάσεις αγοράς, η αγορά SaaS αναμένεται να φτάσει σε αξία τα 17,8 δισ. δολάρια το 2013, που αντιστοιχεί σε CAGR 17,2%.



Σχήμα 13: Τρέχον και Προβλεπόμενο Μέγεθος Αγοράς SaaS, IaaS, PaaS

Σε αυτό το σημείο, το μερίδιο SaaS στην αγορά επιχειρηματικών εφαρμογών είναι υψηλότερο του 13,2%, ενώ οι εφαρμογές στο κτίριο (on-premises applications) θα βιώσουν πολύ μικρότερη αύξηση, περίπου 4,1%.

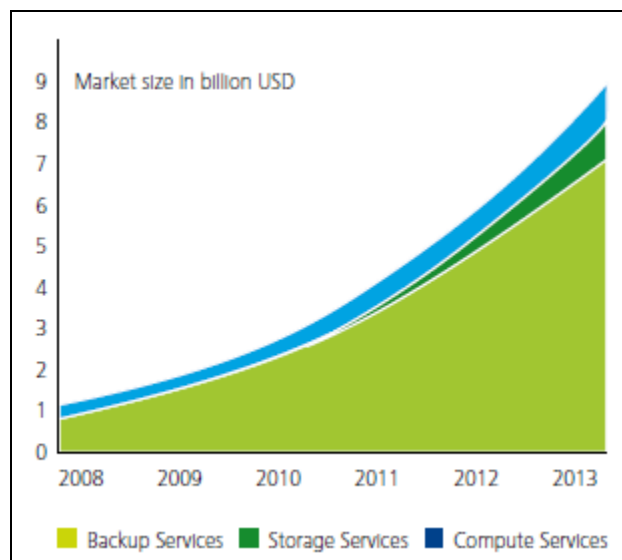


Σχήμα 14: Τρέχον και Προβλεπόμενο Μέγεθος Αγοράς Επιχειρηματικών Εφαρμογών

3.6.2 Μεριδίο Αγοράς Infrastructure as a Service

Τα έσοδα IaaS το 2008 ανέρχονταν σε 969 εκ. δολάρια και αναμένεται να αυξηθούν σε πάνω από 8 δισ. δολάρια το 2013, που αντιστοιχεί σε CAGR 53,6% και σε ποσοστό 31% της αγοράς του CC. Παρά την αργή ανάπτυξη μέχρι σήμερα, το IaaS έχει σταθερό δυναμικό.

Η Amazon, ο ηγέτης του τομέας IaaS σήμερα, παρέχει τις υπηρεσίες διαδικτύου Elastic Compute Cloud (Amazon EC2) και Simple Storage (Amazon S3). Παραδοσιακοί πάροχοι φιλοξενίας, όπως η IBM και η HP, κινούνται προς τη μετατόπιση λύσεων φιλοξενίας τους στο cloud. Η IBM ξεκίνησε το Smart Business Private Cloud, που θα βοηθήσει το Τμήμα Πληροφορικής να γίνει ένα κεντρικό σημείο αναφοράς για την εταιρεία.



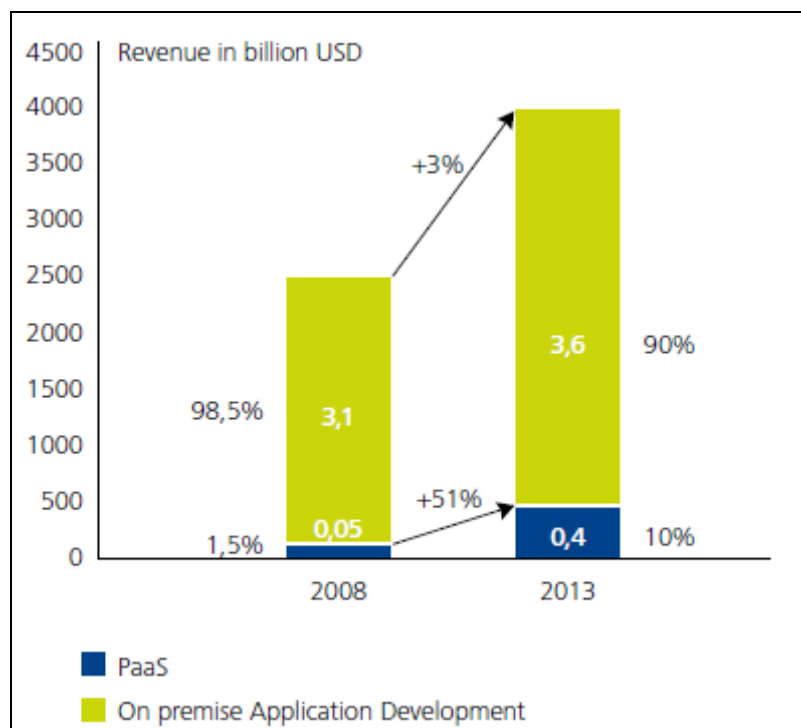
Σχήμα 15: Αναμενόμενα Έσοδα Κατηγοριών IaaS

3.6.3 Μεριδίο Αγοράς Platform as a Service

Οι PaaS είναι web-based υπηρεσίες που παρέχουν όλες τις ανέσεις που απαιτούνται για την υποστήριξη του πλήρους κύκλου ζωής των κτιρίων και την παροχή διαδικτυακών εφαρμογών και υπηρεσιών, όπου ο χρήστης είναι συνήθως μέσα στον οργανισμό ανάπτυξης λογισμικού. Η τεχνολογία PaaS προέκυψε επειδή οι πλατφόρμες Java και Microsoft.NET δεν έχουν σχεδιαστεί για την ανάπτυξη εφαρμογών τύπου SaaS.

Η PaaS παραμένει σε πρώιμα στάδια της αγοράς με έσοδα περίπου 50 εκ. δολάρια, που αντιπροσωπεύει περίπου το 1,5% της συνολικής αγοράς ανάπτυξης εφαρμογών. Παρά τις μαζικές επενδύσεις από τους προμηθευτές όπως η Microsoft, η Google, και salesforce.com στην τεχνολογία PaaS, η αγορά PaaS παραμένει ανώριμη και οι προμηθευτές έχουν διαφορετικά πρότυπα προγραμματισμού. Παράγοντες που αναστέλλουν την υιοθέτηση PaaS, είναι η έλλειψη των βέλτιστων πρακτικών και ο κίνδυνος ακεραιότητας πληροφοριών. Ωστόσο, και οι δύο αναστολές θα πρέπει να μετριαστούν μέσα στα επόμενα χρόνια καθώς αυξάνεται η ωριμότητα.

Ως αποτέλεσμα του υψηλού τεχνολογικού ενδιαφέροντος και επειδή η τεχνολογία SaaS αυξάνεται ραγδαία, η αγορά PaaS αναμένεται να παρουσιάσει υψηλούς ρυθμούς ανάπτυξης τα επόμενα χρόνια (~50%) και να φτάσει τα 400 εκ. δολάρια το 2013 (10% της συνολικής αγοράς ανάπτυξης εφαρμογών). Αυτή η ανάπτυξη θα έρθει πρώτα από ανεξάρτητους προμηθευτές λογισμικού αξιοποιώντας προσφορές PaaS για να μειώσουν το κόστος τους.



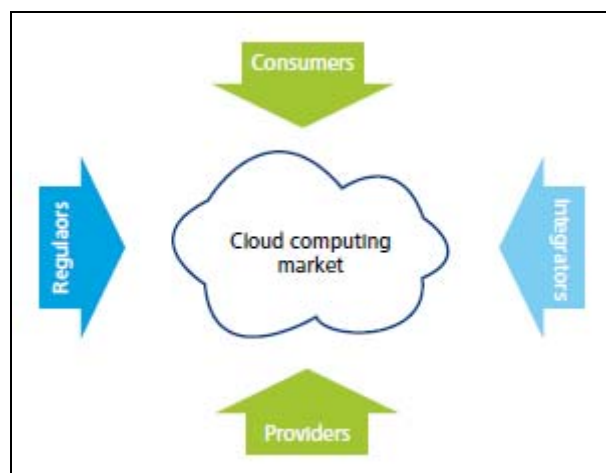
Σχήμα 16: Τρέχον και Αναμενόμενο Μέγεθος Αγοράς Ανάπτυξης Εφαρμογών Λογισμικού Παγκοσμίως

3.7 Παίκτες στην Αγορά

Το CC αναπτύσσεται και ο αυξανόμενος αριθμός των νέων παικτών επηρεάζει το παιχνίδι. Έχει μία αναπτυσσόμενη τάση και η εμφάνιση νέων παικτών μηνιαίως, συχνά

παίζει ζωτικό ρόλο στην εξέλιξη και την ανάπτυξη της αγοράς. Οι παίκτες της αγοράς CC μπορούν να διακριθούν σε τέσσερις κατηγορίες:

- Καταναλωτές (Consumers): Επιχειρήσεις και ιδιώτες
- Ρυθμιστές (Regulators): Κυβερνητικοί Φορείς και Ρυθμιστές Βιομηχανίας
- Πάροχοι Ολοκληρωμένων Λύσεων (Integrators): Εταιρείες που διευκολύνουν τις εφαρμογές cloud
- Προμηθευτές (Providers): Εταιρείες εκμετάλλευσης υπολογιστικών συστημάτων cloud για την παροχή υπηρεσιών



Σχήμα 17: Παίκτες Αγοράς Cloud Computing

3.7.1 Καταναλωτές (Consumers)

Τόσο οι επιχειρήσεις όσο και οι ιδιώτες μπορούν να θεωρηθούν καταναλωτές υπηρεσιών CC. Όταν η μαζική αγορά θα επικεντρωθεί σε δωρεάν υπηρεσίες CC, οι επιχειρήσεις θα προτιμούν να πληρώνουν για μία υπηρεσία που είναι πιο επαγγελματική και προσφέρει τις απαραίτητες υπηρεσίες και εγγυήσεις. Σήμερα, οι πελάτες λιανικής χρησιμοποιούν το CC ιδίως με τη μορφή SaaS (Gmail, Youtube), σε αντίθεση με τις επιχειρήσεις που έχουν μείνει λίγο πίσω, λόγω του ότι οι επιχειρηματικές υπηρεσίες cloud δεν είναι ώριμες αρκετά.

Η δύναμη που έχουν οι καταναλωτές στην αγορά είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς οι καταναλωτές θα θέσουν τα πρότυπα στον κλάδο και εν μέρει θα οδηγήσουν τη συγκέντρωση των παικτών μέσω πιο απαιτητικών αναγκών. Ωστόσο, αυτή η επιρροή

των καταναλωτών χαρακτηρίζει συνήθως μία ώριμη αγορά, μία ωριμότητα που στην αγορά του CC δεν έχει επιτευχθεί ακόμη.

3.7.2 Ρυθμιστές (Regulators)

Ενώ η «Βιομηχανία Cloud» δεν έχει ειδικούς ρυθμιστικούς κανόνες, βρίσκεται αντιμέτωπη με μία σειρά από κανονισμούς στο Διαδίκτυο, οι οποίοι έχουν κληρονομηθεί από την ισχύουσα νομοθεσία.

Στο CC η ασφάλεια των δεδομένων, η ιδιοκτησία, τα δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας είναι θέματα που παραμένουν ασαφή και θα πρέπει να αντιμετωπιστούν τα επόμενα χρόνια.

Ο Mike Nelson, πρώην σύμβουλος τεχνολογίας του Προέδρου Bill Clinton, είχε δηλώσει πως οι φορείς χάραξης πολιτικής θα αντιμετωπίσουν τεράστιες προκλήσεις δεδομένου ότι το CC γίνεται όλο και πιο δημοφιλές. Σε γενικές γραμμές, οι ειδικοί συμφωνούν ότι η επίδραση των ρυθμιστικών αρχών θα είναι ένας κρίσιμος παράγοντας για τα επόμενα χρόνια. Όταν είχε ερωτηθεί για την άποψή του για τις ρυθμιστικές αρχές, είχε δηλώσει «οι ρυθμιστές θα πρέπει να ενεργούν με την ιδέα ενδυνάμωσης των χρηστών και πολιτών, ώστε να μην εμποδίζουν τα οφέλη του CC».

3.7.3 Πάροχοι Ολοκληρωμένων Λύσεων (Integrators)

Όπως συμβαίνει με τις βιομηχανίες λογισμικού και υλισμικού, πολλοί πάροχοι στην αγορά του CC συνεργάζονται με σκοπό την παροχή υπηρεσιών στους πελάτες. Οι πάροχοι συνάπτουν συνήθως συνεργασίες με integrators με σκοπό να βοηθήσουν τους πελάτες να εσωτερικεύσουν τις νέες υπηρεσίες και προϊόντα.

Οι κύριοι integrators στην παραδοσιακή αγορά του λογισμικού και υλισμικού, είναι επίσης παρόντες στην αγορά του CC και ενεργά αξιοποιούν την πελατειακή του βάση. Ο ρόλος τους στην ανάπτυξη της αγοράς είναι να καταστεί ευκολότερη η υιοθέτηση των νέων τεχνολογιών από τους πελάτες. Ωστόσο, οι integrators θα πρέπει να αλλάξουν το επιχειρηματικό τους μοντέλο για να φιλοξενήσουν την απλότητα και την προσέγγιση προς το χρήστη του μοντέλου του CC.

Δεδομένου ότι τα εμπόδια εισόδου στην αγορά ολοκλήρωσης του cloud είναι σημαντικά χαμηλότερα απ' ό,τι παραδοσιακά, αναμένεται η εμφάνιση ενός μεγάλου αριθμού μικρότερων και λιγότερο έμπειρων παικτών που δεν είχαν το χρόνο να αποκτήσουν την

πείρα των επιχειρήσεων. Η κατακερματισμένη αγορά που θα προκύψει, θα παρουσιάσει στους καταναλωτές μία σημαντική πρόκληση για τον εντοπισμό κατάλληλων εταίρων υλοποίησης.

3.7.4 Πάροχοι (Providers)

Ένας πάροχος υπηρεσιών CC κατέχει και λειτουργεί Συστήματα CC για την παροχή υπηρεσιών (Service, Platform, Infrastructure) στους καταναλωτές. Προς το παρόν παρατηρείται ένα μείγμα μεγάλων και μικρών παικτών στην αγορά και υπάρχει ακόμη χώρος για «τρίτους». Όσο αφορά στους μικρούς παίκτες της αγοράς, ο Collin Smeeth, Διευθύνων Σύμβουλος του λογισμικού Progress, αναφέρει ότι «Οι μεγάλοι παίκτες έχουν υπολογίσει ένα τρόπο να προσφέρουν υπολογιστική ισχύ σε χαμηλό κόστος, έτσι η ευκαιρία για τον μικρό προμηθευτή-πωλητή είναι να παρέχει υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας (value added) στο Cloud».

Σήμερα, ενώ οι πελάτες έχουν αρχίσει να υιοθετούν την τεχνολογία, οι ρυθμιστικές αρχές δεν είναι άμεσα ενεργές και οι κύριοι integrators που συμμετέχουν είναι οι ίδιοι, όπως στις παραδοσιακές αγορές του λογισμικού και υλισμικού.

4. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ CLOUD COMPUTING

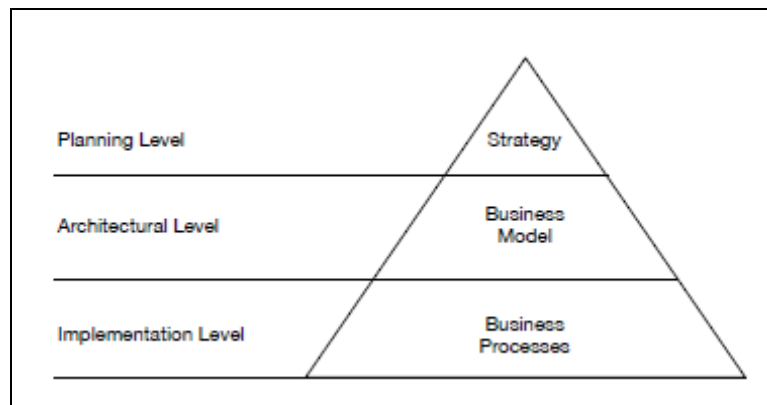
4.1 Επιχειρηματικό μοντέλο και η αλυσίδα αξίας

Η έννοια του επιχειρηματικού μοντέλου είναι ιδιαίτερα σημαντική στα πλαίσια του CC. Σύμφωνα με τους Iyer και Henderson (2010), το CC είναι μία εξέλιξη του κυρίαρχου επιχειρηματικού μοντέλου για την παροχή λύσεων IT. Υποστηρίζεται επίσης, ότι το CC ξεχωρίζει από τα προηγούμενα παραδείγματα υπολογιστών με το αναδυόμενο επιχειρηματικό μοντέλο, το οποίο δημιουργεί αξιοσημείωτη εμπορική αξία στα νέα σενάρια χρήσης [20].

Η γενική σημασία του επιχειρηματικού μοντέλου για μία επιχείρηση αποδεικνύεται, καθώς έρευνες έχουν δείξει ότι ορισμένα επιχειρηματικά μοντέλα έχουν καλύτερες οικονομικές επιδόσεις απ' ότι άλλες σε μία μελέτη άνω των 10.000 επιχειρήσεων που πραγματοποιήθηκε στην Αμερική (Malone 2006) [21].

Το επιχειρηματικό μοντέλο είναι μία έννοια που σήμερα χρησιμοποιείται ευρέως στην ακαδημαϊκή και διοικητική βιβλιογραφία. Ο λόγος, το ότι χρησιμοποιείται σε διάφορους τομείς όπως στο e-επιχειρείν (e-business), στη Διαχείριση (Management) και στη Στρατηγική (Strategy). Ο όρος επιχειρηματικό μοντέλο έγινε ευρέως γνωστός στα τέλη της δεκαετίας του 1990.

Η έννοια του επιχειρηματικού μοντέλου εξακολουθεί να μην είναι πλήρως κατανοητή, με αποτέλεσμα να υπάρχει σύγχυση στην ορολογία. Μερικοί συγγραφείς χρησιμοποιούν τον όρο για να αναφερθούν, απλώς στον τρόπο με τον οποίο οι επιχειρήσεις δραστηριοποιούνται, ενώ άλλοι συγγραφείς τονίζουν την εννοιολογική πλευρά του μοντέλου. Παρ' όλα αυτά σύμφωνα με Rajala & Westerlund 2007, το επιχειρηματικό μοντέλο τοποθετείται ως ένα εννοιολογικό και θεωρητικό στρώμα, μεταξύ της επιχειρηματικής στρατηγικής και των επιχειρηματικών διαδικασιών [22]. Σύμφωνα με τους Osterwalder και Pigneur (2002), το επιχειρηματικό μοντέλο αντιπροσωπεύει το αρχιτεκτονικό επίπεδο μεταξύ του σχεδιασμού και της εφαρμογής [23].



Σχήμα 18: Μοντέλο Λογικού Τριγώνου

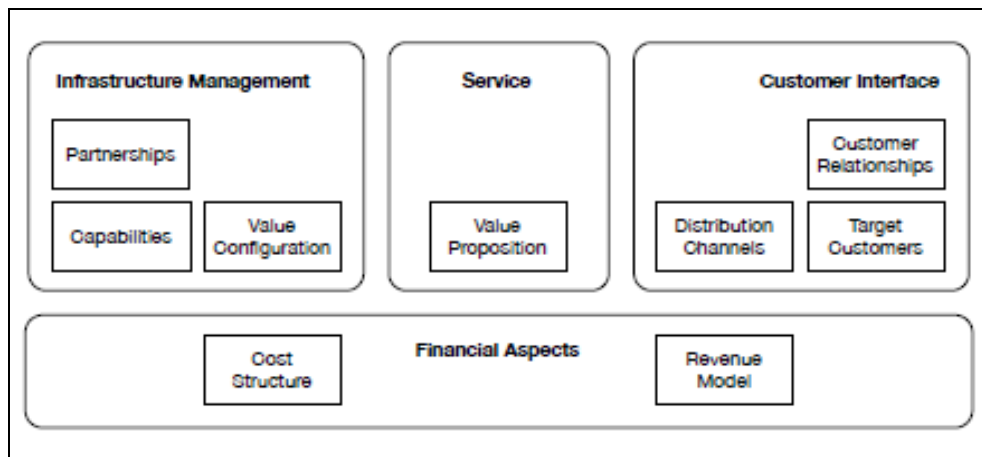
Οι Rajala and Westerlund (2007), ορίζουν το επιχειρηματικό μοντέλο ως ένα τρόπο δημιουργίας αξίας στους πελάτες [22].

«Η έννοια του επιχειρηματικού μοντέλου στη βιβλιογραφία των συστημάτων πληροφοριών και επιχειρήσεων, αναφέρεται στους τρόπους δημιουργίας αξίας για τους πελάτες και τον τρόπο με τον οποίο μία επιχείρηση μετατρέπει τις ευκαιρίες αγοράς σε κέρδος μέσα από ομάδες δραστηριοτήτων φορέων και τη συνεργασία.»

Ο Osterwalder (2005) ορίζει το επιχειρηματικό μοντέλο ως ένα εργαλείο για την έκφραση της επιχειρηματικής λογικής και περιγραφής της αξίας του πελάτη [24].

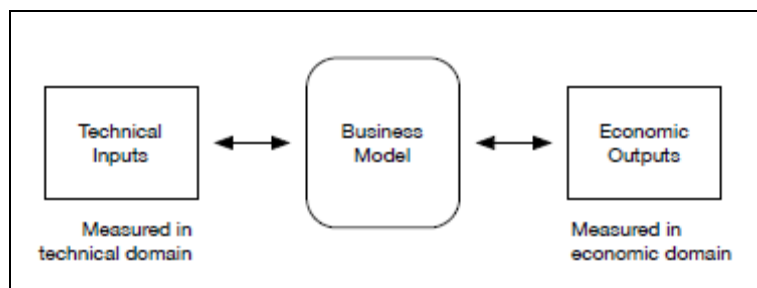
«Το επιχειρηματικό μοντέλο είναι ένα εννοιολογικό εργαλείο το οποίο περιέχει ένα σύνολο αντικειμένων και σχέσεων, με στόχο να εκφράσει την επιχειρηματική λογική μίας επιχείρησης. Συνεπώς, θα πρέπει να εξετάζεται ποιες έννοιες και σχέσεις επιτρέπουν μία απλουστευμένη περιγραφή και αναπαράσταση της αξίας που παρέχεται στους πελάτες, με ποιο τρόπο αυτό επιτυγχάνεται καθώς και με τι οικονομικές συνέπειες.»

Ο Osterwalder (2004) προτείνει ένα ενιαίο μοντέλο αναφοράς βασισμένο στις ομοιότητες των εννοιών του επιχειρηματικού μοντέλου. Το μοντέλο αποτελείται από εννέα δομικά στοιχεία κατηγοριοποιημένα σε τέσσερα στοιχεία. Το στοιχείο των οικονομικών πτυχών αποτελείται από τη δομή του κόστους και δομικά στοιχεία του μοντέλου εσόδων, και από κοινού καθορίζουν τη λογική του επιχειρηματικού μοντέλου [24].



Σχήμα 19: Οντολογία Επιχειρηματικού Μοντέλου

Οι Chesbrough και Rosenbloom (2002) συζητούν το ρόλο του επιχειρηματικού μοντέλου σχετικά με την αξία που μπορεί να αποκομιστεί από την καινοτομία. Δεδομένου ότι το CC θεωρείται γενικά ως κάποιο είδος καινοτομίας, το επιχειρηματικό μοντέλο θα μπορούσε να εξυπηρετήσει ως ένα εργαλείο καταγραφής της οικονομικής αξίας από αυτή τη νέα τεχνολογία. Επίσης, ορίζουν το επιχειρηματικό μοντέλο ως ένα ενδιάμεσο στάδιο μεταξύ της τεχνολογίας και της οικονομικής αξίας (Σχήμα 20), όπου μεσολαβεί στις τεχνικές εισροές της απόδοσης των οικονομικών αποτελεσμάτων όπως η αξία, η τιμή και το κέρδος. Οι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι η λειτουργία ενός επιχειρηματικού μοντέλου είναι να δικαιολογήσει το οικονομικό κεφάλαιο που απαιτείται για την υλοποίησή του και να καθορίσει μία πορεία αναβάθμισης της επιχείρησης [26].

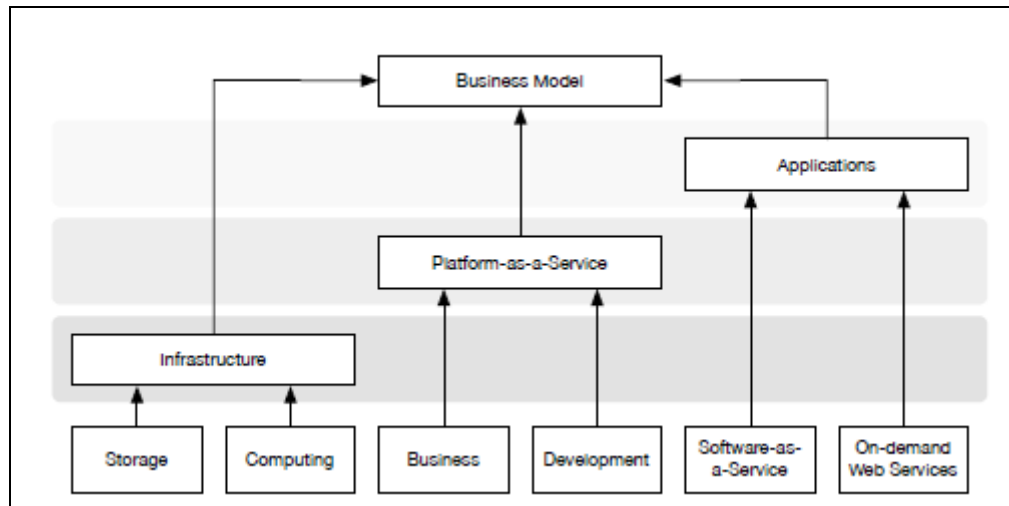


Σχήμα 20: Δομή Επιχειρηματικού Μοντέλου (Chesbrough and Rosenbloom 2002)

Ο Weinhardt (2009) πρότεινε ένα πλαίσιο επιχειρηματικού μοντέλου CC. Το πλαίσιο δείχνει ότι διαφορετικά επιχειρηματικά μοντέλα μπορούν να προέρχονται από διαφορετικά μοντέλα υπηρεσιών cloud ως εξής [27]:

- Infrastructure as a Service
- Platform as a Service

- Software as a Service



Σχήμα 21: Επιχειρηματικό Μοντέλο Cloud Weinhardt 2009

Ο Leimeister (2010) υποστηρίζει επίσης ότι κάθε υπηρεσία σύννεφο θα πρέπει να βασίζεται σε ένα συγκεκριμένο επιχειρηματικό μοντέλο. Ωστόσο, υποστηρίζει ότι, λόγω της δυναμικής και άκρως εξελισσόμενης φύσης της αγοράς υπηρεσιών cloud, και τα επιχειρηματικά μοντέλα θα πρέπει να είναι δυναμικά. Υποστηρίζει ότι τα συμβατικά στατικά μοντέλα δεν αντικατοπτρίζουν τον πραγματικό κόσμο και στερούνται ουσιαστικών στοιχείων στο μεταβαλλόμενο περιβάλλον της αγοράς. Ως εκ τούτου, ο Leimeister υποδηλώνει ότι τα επιχειρηματικά μοντέλα προσαρμόζονται διαρκώς στις τρέχουσες φάσεις των τεχνολογικών αλλαγών, των κανονισμών και των εξελίξεων της αγοράς, το οποίο βοηθά τους παρόχους υπηρεσιών να δημιουργούν σταθερές επιχειρήσεις [29].

4.2 Μοντέλο εσόδων και τιμολόγηση μηχανισμού

Το μοντέλο των εσόδων είναι το πρώτο δομικό στοιχείο των οικονομικών στοιχείων στην οντολογία του επιχειρηματικού μοντέλου. Η τρέχουσα βιβλιογραφία του CC σχεδόν χωρίς εξαίρεση αναφέρει την τιμολόγηση των υπηρεσιών cloud, και σπάνια τον pay per use μηχανισμό τιμολόγησης. Ο Harmon (2009) υποστηρίζει ότι η τιμολόγηση είναι μία από τις σημαντικότερες αποφάσεις που μία επιχείρηση πρέπει να πάρει, όταν σχεδιάζει την παροχή μίας νέας υπηρεσίας ή την επανατοποθέτηση μίας υφιστάμενης [30]. Ο Weinhard (2009) υποστηρίζει ότι η εμπορική επιτυχία των υπηρεσιών cloud μπορεί να επιτευχθεί μόνο με την ανάπτυξη κατάλληλων μηχανισμών τιμολόγησης [28]. Ο

Paleologo (2004) υποστηρίζει ότι οι παραδοσιακοί μηχανισμοί τιμολόγησης είναι ανεπαρκείς στον περιβάλλον των on-demand υπηρεσιών και αυτό οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, όπως οι σύντομες διάρκειες συμβάσεων, αβέβαιη ζήτηση, μικρότερη διάρκεια ζωής [25].

Ο Osterwalder (2004) ορίζει το μοντέλο των εσόδων ως ένα στοιχείο που «μετρά την ικανότητα μία επιχείρησης να μετατρέψει την αξία που προσφέρει στους πελάτες σε χρήματα και εισερχόμενες ροές εσόδων». Επίσης, ένα μοντέλο εσόδων μπορεί να αποτελείται από διαφορετικές πηγές εσόδων όπου όλες μπορεί να έχουν διαφορετικούς μηχανισμούς τιμολόγησης [24]. Οι Sainio and Marjakoski (2009) υποστηρίζουν ότι οι παραδοσιακές προσεγγίσεις τιμολόγησης είναι γενικά αρκετά λειτουργικές, αλλά θα πρέπει να υπάρχουν και στρατηγικού επιπέδου τιμολογήσεις [31]. Η σύνδεση αυτή με την οντολογία του Osterwalder, θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι το μοντέλο των εσόδων αναφέρεται στον στρατηγικό σχεδιασμό και ο μηχανισμός τιμολόγησης στον επιχειρησιακό σχεδιασμό.

Ο Osterwalder (2004) διακρίνει τρεις κύριες κατηγορίες των μηχανισμών τιμολόγησης. Οι μηχανισμοί σταθερής τιμολόγησης παράγουν τιμές που δεν διαφοροποιούνται σε συνάρτηση με τα χαρακτηριστικά των πελατών και δεν βασίζονται στις συνθήκες αγοράς σε πραγματικό χρόνο. Η διαφορική τιμολόγηση αναφέρεται στους μηχανισμούς τιμολόγησης οι οποίοι παράγουν τιμές που βασίζονται είτε στον πελάτη ή στα χαρακτηριστικά του προϊόντος και δεν βασίζονται στις συνθήκες αγοράς σε πραγματικό χρόνο. Η τιμολόγηση της αγοράς αντιπροσωπεύει μηχανισμούς τιμολόγησης που παράγουν τιμές και βασίζονται στις συνθήκες της αγοράς σε πραγματικό χρόνο.

Η βιβλιογραφία του CC ασχολείται με ορισμένους από τους μηχανισμούς τιμολόγησης που αναφέρθηκαν παραπάνω. Οι Cai (2009), Weinhardt (2009), Yeo (2009) και Youseff (2008), συζητούν τον μηχανισμό pay-per-use, ο οποίος θεωρούν ότι είναι μία από τις βασικές αλλαγές που φέρνει το CC στις υπηρεσίες IT. Με το μηχανισμό pay-per-use, οι μονάδες χωρητικότητας όπως ο αριθμός συναλλαγών, τα gigabytes αποθήκευσης και μνήμης, σχετίζονται με τους πόρους και ο πελάτης πληρώνει ανάλογα με τη χρήση τους και δεν του αποδίδονται σταθερές τιμές. Η τιμολόγηση pay-per-use χρησιμοποιείται συνήθως με τις υπηρεσίες IaaS/PaaS και το όφελος είναι ότι επιτρέπει την προσαρμογή στις ειδικές ανάγκες της κάθε εφαρμογής [32][28][33][34]. Ο Ouyang (2007) σημειώνει ότι η ποσοτικοποίηση των πόρων και η μέτρηση της δυναμικής χρήσης μπορεί να είναι δύσκολο έργο για τις υπηρεσίες cloud [35]. Ο Denne (2007) ασχολείται με διάφορους προηγμένους τρόπους για την εφαρμογή pay-per-use μηχανισμών τιμολόγησης [36].

Πίνακας 2: Εφαρμογές Μηχανισμών pay-per-use

Implementation	Description
Time-based pricing (Subscription pricing)	Pricing is based on consumed time units. The difference to the actual subscription pricing mechanisms discussed below is that customer does not sign a fixed contract.
Peak-level pricing	Pricing is based on peak consumption within a defined window.
User-based pricing	Pricing is based on the number of distinct users presenting themselves to the system.
Ticked-based pricing	Pricing is based on fixed price electronic tickets that services provider issues for use of the service (for a specific period of time).
Integral pricing ("under the curve")	Pricing is based on peak utilization of defined capacity unit divided by average utilization.
Overage charges	Pricing changes if customer exceeds the average consumption of the service.
Consumption commitments	Pricing is based on estimated average consumption and exceeding or undercutting the consumption commitment affects the price.

Εκτός του Denne (2007), οι Prodan-Ostermann (2009) και Yeo (2009), συζητούν την εκ των προτέρων τιμολόγηση. Σε αυτό το μηχανισμό τιμολόγησης, οι πελάτες προπληρώνουν ένα ορισμένο ποσό για τη χρήση της υπηρεσίας σε ορισμένο χρονικό διάστημα. Η επιπλέον χρέωση εφαρμόζεται όταν ο πελάτης υπερβαίνει τη χρήση.

Ο Anandasivam (2009) συζητά τη διαχείριση των εσόδων (revenue management), η οποία είναι ένα άλλο όνομα της διαχείρισης απόδοσης για το CC. Η διαχείριση απόδοσης αναφέρεται στην κατανομή των περιορισμένων πόρων και στη βελτιστοποίηση των κερδών ως αποτέλεσμα της πώλησης, περισσότερο με υψηλότερες τιμές, επηρεάζοντας τη συμπεριφορά των καταναλωτών. Για παράδειγμα, οι υπηρεσίες παροχής μπορεί να ποικίλουν δυναμικά σύμφωνα με κάποια μεταβλητή, όπως η ώρα της ημέρας για να δημιουργήσει κίνητρα σε πελάτες ώστε να εκτελούν τις εργασίες τους σε χρονικές στιγμές χαμηλής χρήσης [38].

Ο Weinhardt (2009) αναφέρει ότι οι μηχανισμοί σταθερής τιμολόγησης, ιδίως η πληρωμή ανα χρήση και η συνδρομή, είναι σήμερα οι πιο διαδεδομένες στον τομέα των υπηρεσιών Cloud. Υποστηρίζουν ότι, αν οι μηχανισμοί καθορισμού τιμών της αγοράς μπορούν να επιτύχουν πιο οικονομικές και αποδοτικές τιμές, τόσο οι χρήστες και οι πάροχοι, εξακολουθούν να προτιμούν τους απλούς και σταθερούς μηχανισμούς που είναι εύκολο να προβλέψουν τις πληρωμές [28].

Ο Yeο (2009) υποστηρίζει ότι η χρέωση σταθερών τιμών, βασισμένων σε μετρημένη χρήση, είναι απλή και εύκολο να κατανοηθεί από τους χρήστες, αλλά δεν διαφοροποιούν τις τιμές για να εκμεταλλευτούν τις διάφορες απαιτήσεις των χρηστών με απώτερο σκοπό τη μεγιστοποίηση των κερδών [33]. Ο Khajeh-Hosseini (2010) αναφέρει ότι οι μηχανισμοί τιμολόγησης βασισμένοι στην αγορά αρχίζουν να εξελίσσονται, αλλά είναι αμφίβολο κατά πόσον θα γίνουν δημοφιλείς στο τέλος [39].

Η βιβλιογραφία του CC σπάνια βλέπει τα σημαντικά προβλήματα για τους νέους μηχανισμούς τιμολόγησης. Ο Durkee (2010) παίρνει αντίθετη θέση ισχυριζόμενος ότι η τρέχουσα βασιζόμενη στο κόστος τιμολόγηση των υπηρεσιών CC, καθιστά το παράδειγμα μη βιώσιμο σε μακροπρόθεσμη περίοδο. Πιστεύει ότι ως αποτέλεσμα των πολλών παρόχων, που ανταγωνίζονται για να προσφέρουν παρόμοιες υπηρεσίες σε ένα εξαιρετικά ανταγωνιστικό περιβάλλον από θέμα τιμολόγησης, η αγορά πλησιάζει σύντομα σε μία τέλεια κατάσταση ανταγωνισμού, η οποία θα ενθαρρύνει τις χαμηλότερες τιμές. Θεωρεί επίσης, ότι πολλοί παράγοντες όπως οι οικονομίες κλίμακας, κοινές υποδομές και τα μειωμένα κόστη εγκατάστασης προωθούν τη μείωση τιμών. Τέλος, υποστηρίζει ότι προκειμένου οι πάροχοι υπηρεσιών να εξασφαλίσουν τα κέρδη τους στο μέλλον, θα πρέπει να προχωρήσουν στην παροχή υπηρεσιών-λύσεων προστιθέμενης αξίας. Οι πάροχοι υπηρεσιών θα πρέπει να καθιερώσουν μακροπρόθεσμες δεσμεύσεις, οι οποίες θα τους επιτρέψουν να εξοικειωθούν με τις ανάγκες των πελατών και να δημιουργήσουν υπηρεσίες μεγαλύτερης αξίας [40].

4.3 Δομή Κόστους και Μηχανισμοί Λογιστικής κόστους

Η δομή του κόστους είναι το δεύτερο δομικό στοιχείο των οικονομικών στοιχείων στην οντολογία του επιχειρηματικού μοντέλου. Η τρέχουσα βιβλιογραφία σχετικά με τη διάρθρωση του κόστους στις υπηρεσίες του CC είναι σπάνια. Ο Li (2009) αναφέρει ότι δεν υπάρχουν διαθέσιμα εργαλεία, κατάλληλα για τον υπολογισμό του κόστους και την ανάλυση του περιβάλλοντος του CC [43]. Ομοίως, οι Miller and Veiga (2009) υποστηρίζουν ότι το κόστος ανά προσφερόμενη υπηρεσία πρέπει να αναπτυχθεί [41]. Ο Skilton (2010) αναφέρει ότι οι πάροχοι CC ανησυχούν για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας και το κόστος για τη διανομή και ανάπτυξη των υπηρεσιών [42].

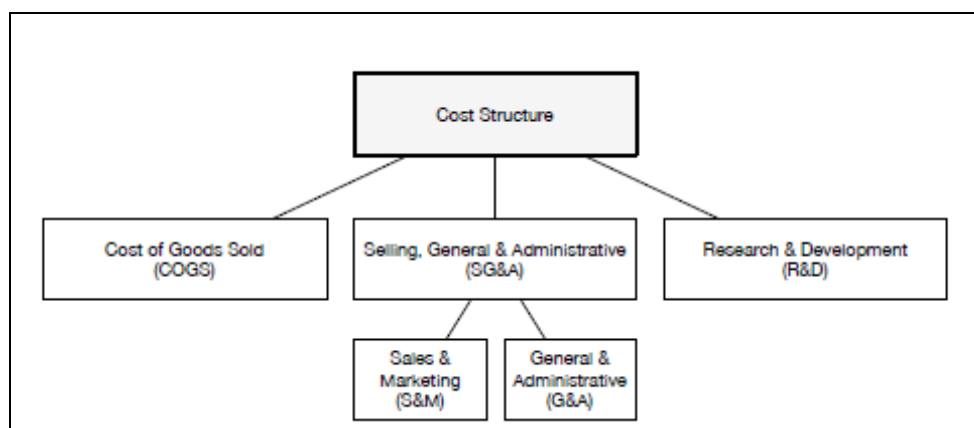
Ο Osterwalder (2005) ορίζει τη δομή του κόστους ως ένα στοιχείο που «συνοψίζει τις οικονομικές πτυχές των μέσων που χρησιμοποιούνται στο επιχειρηματικό μοντέλο». Οι

Osterwalder και Pigneur (2009) προτείνουν την ανάλυση τριών στοιχείων κόστους κατά την εξέταση της δομής κόστους ενός επιχειρηματικού μοντέλου [23]:

- Τα σημαντικότερα κόστη που συνδέονται με το επιχειρηματικό μοντέλο
- Οι πιο ακριβοί βασικοί πόροι
- Οι πιο ακριβές βασικές δραστηριότητες

Ο Osterwalder προτείνει επίσης το «Account» ως ένα στοιχείο το οποίο «καθορίζει συγκεκριμένο είδος δαπανών» και θα μπορούσε να νοηθεί ως ένας λειτουργικός μηχανισμός λογιστικής για τη λεπτομερή δομή του κόστους. Αν η θεωρία λογιστικής ακολουθείται και η δομή κατάστασης των αποτελεσμάτων χρήσης (income statement) λαμβάνεται ως βάση, τότε τρία κύριο κόστη θα μπορούσαν να διακριθούν:

- Cost of Good Sold (COGS): Οι άμεσες δαπάνες που οφείλονται σε προϊόντα που παράγονται και πωλούνται.
- Selling, General and Administrative (SG&A): Δαπάνες που δεν σχετίζονται με την παραγωγή.
 - ο Sales & Marketing (S&M): Δαπάνες που απαιτούνται για τις πωλήσεις των αγαθών.
 - ο General and Administrative (G&A): Δαπάνες που απαιτούνται για τη διαχείριση της επιχείρησης.
- Research and Development (R&D): Έξοδα που περιλαμβάνονται στην έρευνα και ανάπτυξη.



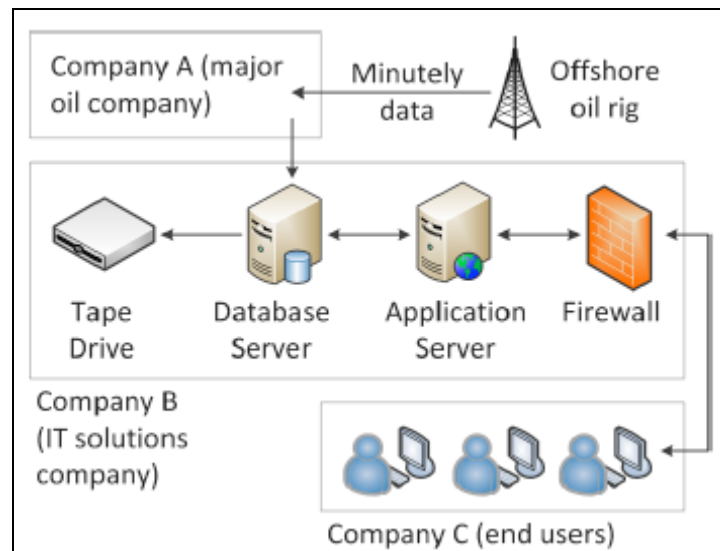
Σχήμα 22: Δομή Κόστους Σύμφωνα με την Κατάσταση Αποτελεσμάτων Χρήσης

4.4 Case Study

Η συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης αφορά τη μετάβαση ενός πληροφοριακού συστήματος εταιρείας από το δικό της DC στο Amazon EC2. Ο πρωταρχικός στόχος της μελέτης είναι τα οικονομικά και κοινωνικό-τεχνικά θέματα που οι υπεύθυνοι των αποφάσεων πρέπει να λάβουν υπόψη τους, κατά τη μετάβαση ενός Πληροφοριακού Συστήματος σε CC.

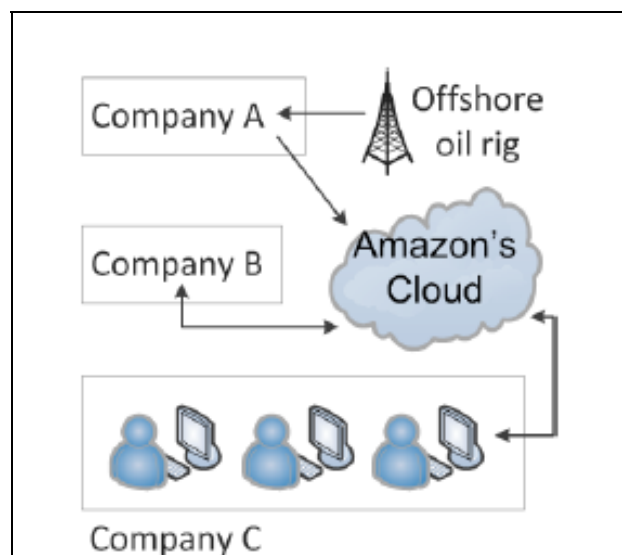
Το case study αφορά μία μικρομεσαία επιχείρηση (Small Medium Enterprise) με έδρα το Ηνωμένο Βασίλειο, που παρέχει κατά παραγγελία IT λύσεις για τη βιομηχανία πετρελαίου και φυσικού αερίου. Αποτελείται από περίπου 30 υπαλλήλους με γραφεία στο Ηνωμένο Βασίλειο και στη Μέση Ανατολή. Έχει μία οργανωτική δομή που βασίζεται στα ακόλουθα λειτουργικά τμήματα: Διοίκησης (Administration), Μηχανικών (Engineering) και Υποστήριξης (Support), από τα οποία το Τμήμα Μηχανικών είναι το μεγαλύτερο.

Η μελέτη περίπτωσης περιλαμβάνει τη δυνατότητα μετάβασης της κύριας προσφερόμενης υπηρεσίας μίας επιχείρησης στο Amazon EC2. Το παρακάτω είναι μία ανώνυμη περιγραφή της κατάστασης. Η Company C είναι μία μικρή εταιρεία πετρελαίου και φυσικού αερίου που κατέχει κάποια υπεράκτια (offshore) περιουσιακά της στοιχεία στις πετρελαιοπηγές της Βόρειας Θάλασσας. Η Company C χρειάζεται ένα σύστημα συλλογής δεδομένων που θα της επιτρέψει να διαχειριστεί τις υπεράκτιες δραστηριότητές της παρακολουθώντας τα δεδομένα ανά λεπτό. Τα περιουσιακά στοιχεία της Company C, βασίζονται στις εγκαταστάσεις παραγωγής της Company A (μεγάλη εταιρεία πετρελαίου), συνεπώς τα δεδομένα προέρχονται από τη ξηρά (onshore) μέσω των συνδέσεων επικοινωνίας της Company A. Η Company C δεν έχει τη δυνατότητα να αναπτύξει το δικό της πληροφοριακό σύστημα, και ως εκ τούτου το έχει αναθέσει σε έναν εξωτερικό συνεργάτη, την Company B, που είναι μία εταιρεία παροχής λύσεων IT με ένα μικρό DC. Το Σχήμα 23 παρέχει μία γενική εικόνα του συστήματος, το οποίο αποτελείται από δυο servers.



Σχήμα 23: Γενική Εικόνα Συστήματος

Η υποδομή του συστήματος αναπτύχθηκε στο DC της Company B και τέθηκε σε λειτουργία από το 2005. Από τότε, τμήμα της Company B έχει την υποστήριξη του συστήματος και επιλύει τυχόν προβλήματα που μπορεί να προκύψουν. Το case study μελετά πως το ίδιο σύστημα θα μπορούσε να αναπτυχθεί με τις υπηρεσίες CC της AWS. Το Σχήμα 24 δίνει μία γενική εικόνα αυτού του σεναρίου, όπου η Company B αναπτύσσει και διατηρεί το ίδιο σύστημα σε CC.



Σχήμα 24: Ανάπτυξη Συστήματος σε Cloud Computing

Στον πίνακα 3 παρουσιάζεται μία σύγκριση του κόστους που απαιτείται και στα δυο σεναρία, δηλαδή την ανάπτυξη του συστήματος σε DC της Company B ή σε cloud της AWS.

Πίνακας 3: Συγκριτικός Πίνακας Κόστους

Period	Amazon Server Instances			Company B
	2 small	1 small + 1 large	2 large	
1 Month	£ 200	£ 390	£ 590	£ 620
1 Year	£ 2,400	£ 4,680	£ 7,080	£ 7,440
5 Years	£ 12,000	£ 23,400	£ 35,400	£ 37,200

Από την πλευρά της Company B, το cloud παρουσιάζει μία ευκαιρία να υποβάλει προσφορές για νέα έργα, χωρίς να χρειάζεται να ανησυχεί για το χώρο στο DC, δεδομένου ότι εξαντλείται ο χώρος στα διαθέσιμα racks και η οικοδόμηση ενός νέου DC αποτελεί μία ακριβή επένδυση. Σημαίνει επίσης, ότι θα μπορούσε να προτείνει μία φθηνότερη εναλλακτική λύση για την ανάπτυξη συστημάτων στα κέντρα δεδομένων των πελατών.

Από την πλευρά της Company C (τελικός χρήστης), συμπεραίνεται ότι το κόστος λειτουργίας του συστήματος στο cloud είναι οικονομικότερο από τη χρήση του DC της Company B. Για παράδειγμα, θα ήταν 37% οικονομικότερο αν στο cloud χρησιμοποιούταν ένας μικρός και ένας μεγάλος διακομιστής, αντίστοιχα. Επιπλέον, δεν υπάρχει κάποιο κεφάλαιο που προαπαιτείται καθώς οι χρήστες στο cloud χρεώνονται σε μηνιαία βάση. Πιθανές μειώσεις του κόστους είναι εμφανείς αλλά και οι πιθανές επιπτώσεις μίας μετάβασης θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη.

Η ανάλυση της μετάβασης ενός πληροφοριακού συστήματος σε περιβάλλον cloud, δείχνει ότι υπάρχουν πολλά πιθανά οφέλη αλλά και κίνδυνοι. Οι Πίνακες 4 και 5 συνοψίζουν αυτά τα οφέλη και τους κινδύνους, αντίστοιχα.

Πίνακας 4: Οφέλη

Οφέλη

Ευκαιρία για τη διαχείριση των εσόδων/εξόδων
Ευκαιρία για την παροχή νέων υπηρεσιών/πορϋόντων
Ευκαιρία ανάπτυξης νέων δεξιοτήτων
Ευκαιρία οργανωτικής ανάπτυξης
Βελτίωση ικανοποίησης των εργασιών

Πίνακας 5: Κίνδυνοι

Κίνδυνοι
Επιδείνωση της εξυπηρέτησης πελατών και της ποιότητας των υπηρεσιών
Αυξημένη εξάρτηση από τρίτους (3rd party)
Τμηματική συρρίκνωση
Αβεβαιότητα για τη νέα τεχνολογία
Έλλειψη υποστήριξης πόρων
Έλλειψη κατανόησης του cloud

Ένα από τα μεγαλύτερα οφέλη που μπορεί να προκύψει από τη μετάβαση ενός πληροφοριακού συστήματος σε περιβάλλον cloud, είναι η ευκαιρία για τη διαχείριση των εσόδων και των δαπανών, ακολουθούμενη από τις ευκαιρίες για προσφορά νέων υπηρεσιών/προϊόντων. Η μεγαλύτερη πηγή κινδύνου προέρχεται από την πιθανή υποβάθμιση της, εξυπηρέτησης πελατών, προσφοράς υπηρεσίας και αυξημένης εξάρτησης από τρίτους.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το CC, αυτή η φαινομενικά «νεφελώδης» έννοια, αναφέρεται στη χρήση υπολογιστικής ισχύος που χωροταξικά βρίσκεται σε ένα «σύννεφο» απόμακρων δικτύων. Πολλές από τις εταιρείες έχουν υιοθετήσει αυτή τη νέα τεχνολογία και πολλές άλλες έχουν ενδοιασμούς στο να προχωρήσουν σε μία τέτοια είδους επένδυση.

Το CC αποτελεί ταχέως εφαρμόσιμη τεχνολογία που μπορεί εύκολα να επεκταθεί και επιδέχεται «κοστολόγηση ανάλογη της χρήσης». Δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες που έχουν σύνδεση στο Διαδίκτυο, να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα και στις εφαρμογές τους, από οποιονδήποτε τόπο και από οποιαδήποτε συσκευή (tablet, smartphone κ.α.). Ακόμη, ο προμηθευτής έχει τη δυνατότητα να προσαρμόζει σε πραγματικό χρόνο την υπολογιστική ισχύ σύμφωνα με τις ανάγκες του εκάστοτε χρήστη, ο οποίος με τη σειρά του καταβάλλει μόνο το ποσό που του αντιστοιχεί ανάλογα με τη χρήση της ισχύος που αιτήθηκε.

Σε επίπεδο επιχειρήσεων, το cloud χρησιμοποιήθηκε αρχικά για εφαρμογές όπως το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, εργαλεία συνεργασίας και διαδικτυακών συσκέψεων, περιβάλλοντα ανάπτυξης και δοκιμής, εφαρμογές διαχείρισης των σχέσεων με τους πελάτες (CRM) και συστήματα επιχειρηματικών πληροφοριών (Business Intelligence). Στο μέλλον αναμένεται ότι οι περισσότερες εφαρμογές πληροφορικής θα είναι διαθέσιμες μέσω του cloud. Η υιοθέτηση του cloud για την επιχείρηση δεν συνεπάγεται πλέον σημαντικές επενδύσεις σε υλικό, λογισμικό κτλ. Δίνει τη δυνατότητα στο προσωπικό να επικεντρωθεί σε ειδικά θέματα, στην ανάπτυξη καινοτόμων υπηρεσιών και να μην ασχολείται με τα θέματα των τεχνικών υποδομών, τα οποία αναλαμβάνει ο πάροχος του cloud. Τα SLAs που υπογράφονται ανάμεσα στην επιχείρηση και τον πάροχο, δεσμεύονται για την παρεχόμενη ποιότητα υπηρεσιών, την ασφάλεια και την εξέλιξη των συστημάτων.

Ένα από τα τρωτά σημεία του CC είναι ότι στηρίζεται στο Διαδίκτυο από το οποίο και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό. Ο συνεχώς αυξανόμενος αριθμός των χρηστών και εφαρμογών στο Διαδίκτυο, η επιθυμία για ακόμη χαμηλότερους χρόνους απόκρισης, συνιστούν παράγοντες που καταδεικνύουν τα δυνητικά προβλήματα όσον αφορά τις επιδόσεις του Διαδικτύου. Το CC δεν μπορεί παρά να επιδεινώσει τα προβλήματα αυτά, δεδομένου ότι θα επιφέρει περαιτέρω αύξηση του όγκου των ανταλλασσόμενων

δεδομένων, αλλά κυρίως λόγω της ακόμη μεγαλύτερης συντόμευσης του αποδεκτού για τους χρήστες χρόνου απόκρισης. Η ανθεκτικότητα του δικτύου είναι ένας άλλος παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη. Η ανάγκη για ακόμη μεγαλύτερη ασφάλεια και προστασία των δεδομένων, προσωπικών και μη, ίσως είναι ένας λόγος που οι επιχειρήσεις δεν έχουν στραφεί στο σύνολο τους στα προϊόντα cloud.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ

Ξενόγλωσσος όρος	Ελληνικός Όρος
Data Center	Κέντρο Δεδομένων
Standard Racks	Τυποποιημένα Ράφια
Elevated Floors	Υπερυψωμένα Δάπεδα
Cable Trays	Σχάρες Καλωδίων
Information Technology	Τεχνολογία Πληροφορίας
Client-Server	Μοντέλο πελάτη-εξυπηρετή
Server	Διακομιστής
Internet	Διαδίκτυο
Server Room	Δωμάτιο Εξυπρέτης
Web Hosts	Οικοδεσπότες Ιστούς
Managed	Διαχειρίσιμος
Unmanaged	Μη-Διαχειρίσιμος
Virtual Private Server	Εικονικός Προσωπικός Διακομιστής
Virtual Machine	Εικονική Μηχανή
Stability	Σταθερότητα
Performance	Απόδοση
Flexibility	Ευελιξία
Dedicated Resources	Αφιερωμένοι Πόροι
Website	Ιστοσελίδα
e-mail	Ηλεκτρονικό Ταχυδρομείο
Colocation Hosting	Φιλοξενία Συνεγκατάστασης
Cloud Computing	Υπολογιστικό Νέφος
Private Cloud	Ιδιωτικό Σύννεφο
Public Cloud	Δημόσιο Σύννεφο
Community Cloud	Κοινοτικό Σύννεφο
Hybrid Cloud	Υβριδικό Σύννεφο
Front-end	Μετωπιαίο άκρο
Back-end	Νωτιαίο άκρο
Virtualization	Εικονικοποίηση
Interface	Διεπαφή
Authentication	Αυθεντικότητα
Open Source	Ανοιχτός Κώδικας
Ownership Price	Τιμή Ιδιοκτησίας
Bandwidth	Εύρος Ζώνης
Revenue Management	Διαχείριση Εσόδων
Income Statement	Κατάσταση Αποτελεσμάτων Χρήσης

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ – ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ – ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

CC	Cloud Computing
IDCs	Internet Data Centers
IaaS	Infrastructure as a Service
SaaS	Software as a Service
PaaS	Platform as a Service
LAN	Local Area Network
www	World Wide Web
ISP	Internet Service Provider
GAE	Google App Eng
Amazon S3	Amazon Simple Storage Service
EC2	Elastic Compute Cloud
AWS	Amazon Web Services
Eucalyptus	Elastic Utility Computing Architecture Linking Your Programs To Useful Systems
APIs	Application Programming Interfaces
JVM	Java Virtual Machines
CAGR	Compound Annual Growth Rate
SLA	Service Level Agreement
FTP	File Transfer Protocol

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] P. Mell, T. Grance, "The NIST Definition of Cloud Computing (Draft)". National Institute of Science and Technology. Jan 2011.
- [2] Michael Armbrust, Armando Fox, Rean Griffith, Anthony D. Joseph, Randy Katz, Andy Konwinski, Gunho Lee, David Patterson, Ariel Rabkin, Ion Stoica, And Matei Zaharia: Above the clouds: A Berkeley view of cloud computing. Tech. Rep. UCB/EECS-2009-28, EECS Department, U.C. Berkeley, Feb 2009.
- [3] SearchCloudComputing.com <http://searchcloudcomputing.techtarget.com/>
- [4] Briscoe, Gerard and Marinos, Alexandros (2009) Community cloud computing. In: First International Conference on Cloud Computing, 1-4 December 2009, Beijing, China.
- [5] Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_computing
- [6] Learn Telecom, <http://learntelecom.com/ip/cloud-computing>
- [7] Amazon Inc. Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2). <http://aws.amazon.com/ec2>
- [8] Windows Azure. <http://www.microsoft.com/azure>
- [9] Google App Engine. <https://developers.google.com/appengine/>
- [10] Eucalyptus. <http://www.eucalyptus.com/>
- [11] Kondo, D., Javadi, B., Malecot, P., Cappello, F. and Anderson, D. P. 2009. Cost-benefit analysis of Cloud Computing versus desktop grids. In Proceedings of the 2009 IEEE international Symposium on Parallel & Distributed Processing, May 2009, 1-12.
- [12] L.A. Barroso and U. Hözl. The Datacenter as a Computer – an Introduction to the Design of Warehouse-Scale Machines, Morgan & Claypool Publishers, 2009
- [13] Greenberg, A., et al., "The Cost of a Cloud: Research Problems in Data Center Networks", CCR, v39, n1, Jan'09.
- [14] Etro, F. (2009) The Economic Impact of Cloud Computing on Business Creation, Employment and Output in Europe. Review of Business and Economics. 54 (2) pp.179–208.
- [15] International Data Corporation, 2008, IT Cloud Services Forecast – 2008-2012: A Key Driver for Growth, mimeo, October 8, <http://blogs.idc.com/ie/?p=224>
- [16] Simon Ostermann, et al. (2010), A Performance Analysis of EC2 Cloud Computing Services for Scientific Computing
- [17] Janel Garvin (2009), Perceptions of Cloud Service Providers. http://www.sunyla.net/sunyla_docs/conferences/presentations/2009lisug/GA_MALERTS_2009_v10_toc155.pdf
- [18] Patrick Callewaert, Paul A. Robinson, Peter Blatman, Deloitte Cloud Computing Forecasting Change, October 2009
- [19] Stefan Ried, Ph.D., Holger Kisker, Ph.D., Pascal Matzke, Forrester The Evolution Of Cloud Computing Markets, July 2010
- [20] Iyer, B. & Henderson, J. C. (2010). Preparing for the Future: Understanding the Seven Capabilities of Cloud Computing. MIS Quarterly Executive, Vol. 9, No. 2, pp. 117—131.
- [21] Malone, T. W., Weill, P., Lai, R. K., D'Urso, V. T., Herman, G., Apel, T. G. & Woerner, S. L. (2006). Do Some Business Models Perform Better than Others? Working Paper 4615-06, Massachusetts Institute of Technology. http://seeit.mit.edu/Publications/Business_Models_Performance_12July2006.pdf.
- [22] Rajala, R. & Westerlund, M. (2007). Business models - a new perspective on firms' assets and capabilities - Observations from the Finnish software industry. Entrepreneurship and Innovation, Vol. 8, No. 2, pp. 115—125.
- [23] Osterwalder, A. & Pigneur, Y. (2002). An e-Business Model Ontology for Modeling e-Business. Proceedings of 15th Bled Electronic Commerce Conference e-Reality: Constructing the e-Economy Bled.
- [24] Osterwalder, A. (2004). The Business Model Ontology - A Proposition In A Design Science Approach. Doctoral thesis. University of Lausanne.
- [25] Paleologo, G. (2004). Price-at-Risk: A methodology for pricing utility computing services. IBM Systems Journal, Vol. 43, No. 1, pp. 20—31.
- [26] Chesbrough, H. & Rosenbloom, R. S. (2002). The role of the business model in capturing value from innovation: evidence from Xerox Corporation's technology spin-off companies. Industrial and Corporate Change, Vol. 11, No. 3, pp. 529—555.
- [27] Weinhardt, C. & Anandasivam, A. & Blau, B. & Stößer, J. (2009a). Business Models in the Service World. IEEE IT Professional, Vol. 11, No. 2, pp. 28—33.
- [28] Weinhardt, C., Anandasivam, A., Blau, B., Borissov, N., Meini, T., Michalk, W. & Stosser, J. (2009b). Cloud Computing - A Classification, Business Models, and Research Directions. Business Models & Information Systems Engineering, Vol. 1, No. 5, pp. 391—399.

- [29] Leimeister, S., Riedl, C., Böhm, M. & Krcmar, H. (2010). The business perspective of cloud computing: actors, roles, and value networks. Submitted to 18th European Conference on Information Systems.
- [30] Harmon, R., Demirkan, H., Hefley, B. & Auseklies, N. (2009). Pricing Strategies for Information Technology Services: A Value-Based Approach. Proceedings of 42nd Hawaii International Conference on System Sciences, pp. 1—10.
- [31] Sainio, L.-M. & Marjakoski, E. (2009). The logic of revenue logic? Strategic and operational levels of pricing in the context of software business. *Technovation*, Vol. 29, No. 5, pp. 368—378.
- [32] Cai, H., Zhang, K., Wang, M., Li, J., Sun, L. & Mao, X. (2009). Customer Centric Cloud Service Model and a Case Study on Commerce as a Service. Proceedings of IEEE International Conference on Cloud Computing, pp. 57—64.
- [33] Yeo, C. S., Venugopal, S., Chu, X. & Buyya, R. (2009). Automatic metered pricing for a utility computing service. *Future Generation Computer Systems*, In Press, Corrected Proof, Available online 9 June 2009.
- [34] Youseff, L., Butrico, M. & Da Silva, D. (2008) Toward a Unified Ontology of Cloud Computing. Proceedings of 2008 IEEE Grid Computing Environments Workshop, pp. 1—10.
- [35] Ouyang, J., Sahai, A. & Pruyne, J. (2007). A Mechanism of Specifying and Determining Pricing in Utility Computing Environments. Proceedings of 2nd IEEE/IFIP International Workshop on Business-Driven IT Management, pp. 39—44.
- [36] Denne, M. (2007). Pricing utility computing services. *International Journal of Web Services Research*, Vol. 4, No. 2, pp. 114—127.
- [37] Prodan, R. & Ostermann, S. (2009). A Survey and Taxonomy of Infrastructure as a Service and Web Hosting Cloud Providers. Proceedings of 10th IEEE/ACM International Conference on Grid Computing, pp. 17—25.
- [38] Anandasivam, A., Buschek, S. & Buyya, R. (2009). A Heuristic Approach for Capacity Control in Clouds. Proceedings of 2009 IEEE Conference on Commerce and Enterprise Computing, pp. 90—97.
- [39] Khajeh-Hosseini, A., Greenwood, D. & Sommerville, I. (2010a). Cloud Migration: A Case Study of Migrating an Enterprise IT System to IaaS. ArXiv preprint, submitted to 3rd IEEE International Conference on Cloud Computing. <http://arxiv.org/abs/1002.3492>.
- [40] Durkee, D. (2010). Why Cloud Computing Will Never Be Free. *ACM Queue*, Vol. 8, No. 4, pp. 1—10.
- [41] Miller, H. G. & Veiga, J. (2009). Cloud Computing: Will Commodity Services Benefit Users Long Term? *IT Professional*, Vol. 11, No. 6, pp. 57—59.
- [42] Skilton, M. (2010). Building Return on Investment from Cloud Computing. White Paper. Cloud Business Artifacts Project, Cloud Computing Work Group, The Open Group. <http://www.opengroup.org/cloud/whitepapers/ccroi/>.
- [43] Li, X., Li, Y., Liu, T., Qiu, J. & Wang, J. (2009). The Method and Tool of Cost Analysis for Cloud Computing. Proceedings of 2009 IEEE International Conference on Cloud Computing, 93—100.